

การพัฒนาเพิ่มสมรรถนะอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะ
ทางดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

นายสุโกศล วโนทยาพิทักษ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2562
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายสุโกศล วนทยาพิทักษ์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะทางดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กอบเกียรติ สระอุบล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข
ปีการศึกษา : 2562

บทคัดย่อ

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะทางดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด” มีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ออกแบบสถาปัตยกรรมแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ (2) ประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ (3) พัฒนาระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ (4) ประเมินความสำเร็จของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ (5) ประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ และ (6) ประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

วิธีดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การออกแบบระบบสารสนเทศตามแนวทางของการออกแบบกรอบการดำเนินงานสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ TOGAF ขั้นตอนที่ 2 การประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ โดยวิธีการประยุกต์หลักการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP) เข้ากับกรอบการดำเนินงานการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศโคบิท (COBIT) และปัจจัยแห่งความสำเร็จ (Critical Success Factor: CSF) ในการนำสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศไปใช้จริง ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์โดยใช้ระเบียบวิธีพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตกย้อนกลับได้ (Feedback waterfall methodology) รวมทั้งนำทรัพยากรการพัฒนาระบบบนคลาวด์แบบบริการแพลตฟอร์ม (Platform as a Service: PaaS) มาพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์และนำบล็อกเชนมาบูรณาการกับผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาที่ได้จากแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความสำเร็จของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์โดยใช้รูปแบบความสำเร็จของระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean ร่วมกับวิธีการโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) ขั้นตอนที่ 5 การประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ และขั้นตอนที่ 6 การประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด ผลการวิจัยพบว่าผลการประเมินความสอดคล้องของสถาปัตยกรรมระบบตามกรอบโคบิท ได้แก่ เกณฑ์สารสนเทศ ทรัพยากรเทคโนโลยี

สารสนเทศ รูปแบบการประมวลผลทั่วไป การควบคุมกระบวนการ การควบคุมแอปพลิเคชัน มีความสอดคล้องสถาปัตยกรรมระบบตามกรอบโคบิทอยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินความสามารถในการนำสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศไปใช้จริงตามเกณฑ์โคบิทและปัจจัยความสำเร็จวิกฤติในการนำสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศไปใช้จริง พบว่าควรให้น้ำหนักความสำคัญเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยดังนี้คือ การกำกับดูแล การจัดการ การวางแผน การสื่อสารและสนับสนุน และการจัดทำเอกสาร ผลการประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศตามรูปแบบของ DeLone และ McLean พบว่าสามารถยอมรับได้ในทุกโครงสร้าง ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ตัวแปรแฝง (Latent variable correlations) พบว่ามีการจำแนกความเที่ยงตรง (Validity) อย่างเหมาะสม ผลการวิเคราะห์เส้นทางพบว่าความน่าเชื่อถือของสารสนเทศมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ความมั่นคงปลอดภัยมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ความพร้อมให้บริการสารสนเทศตลาดแรงงานดิจิทัลมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ความพึงพอใจของผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ประโยชน์โดยรวมมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ความพร้อมให้บริการสารสนเทศตลาดแรงงานดิจิทัลมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความมั่นคงปลอดภัยมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความตั้งใจ/การใช้งานมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ประโยชน์โดยรวมมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความตั้งใจ/การใช้งานมีผลเชิงบวกต่อประโยชน์โดยรวมและความพึงพอใจของผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อประโยชน์โดยรวม ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์พบว่าสมรรถนะดิจิทัลอยู่ในระดับดีและผลการประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบสารสนเทศอยู่ในระดับมาก

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 222 หน้า)

คำสำคัญ : แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ สหกิจศึกษา การประมวลผลแบบคลาวด์ บล็อกเชน
สมรรถนะดิจิทัล ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Name : Mr.Sukosol Wanotayapitak
Thesis : Development of Co-operative Education E-Portfolio Using
Cloud-based Blockchain for Assessing Digital Competence to
the Open Digital Workforce Market
Major Field : Information and Communication Technology for Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Assistant Professor Dr.Kobkiat Saraubon
Co-advisor : Associate Professor Dr.Prachyanun Nilsook
Academic Year : 2019

Abstract

The objectives of this study are (1) to design architecture of co-operative education E-Portfolio using cloud-based blockchain for assessing digital competence to open digital workforce market (2) to assess the capacity of architecture implementation (3) to develop the system of co-operative education E-Portfolio using cloud-based blockchain for assessing digital competence to open digital workforce market (4) to assess information system success (5) to assess digital competence and (6) to assess the enhancement of open digital workforce market. There are six stages of study, stage one: architecture design according to TOGAF enterprise architecture framework, stage two: assessing of architecture implementation by using of the AHP (analytic hierarchy process) to COBIT and critical success factors of information system architecture implementation, stage three: develop the system according to feedback waterfall software development methodology and using cloud computing platform as a service (PaaS) for developing of E-Portfolio and blockchain for combining digital competence assessment from E-Portfolio, stage four: assess the information system success according to DeLone and McLean model by SEM (Structural Equation Modeling), stage five: assess the digital competence, and stage six: assess the enhancement of the open digital workforce market.

The conformation assessment between system architecture and COBIT found that the conformation of system architecture and COBIT is in the level of very good. The results of system architecture implementation capability according to COBIT and CSF for architecture implementation found that the priorities from most to less are governance, management, planning, communication and support, and documentation. The assessment of information system success according to DeLone and McLean model found that CFA of constructs are in the level of acceptable. The result of latent variable correlations found that the discrimination of validity is satisfied. The

result of path analysis found that information reliability is positively effect to the intention to use/use, security is positively effect to the intention to use/use, the information service availability of digital workforce market is positively effect to the intention to use/use, user satisfaction is positively effect to the intention to use/use, net benefits is positively effect to the intention to use/use, the information service availability is positively effect to user satisfaction, security is positively effect to user satisfaction, information reliability is positively effect to user satisfaction, the intention to use/use is positively effect to user satisfaction, net benefits is positively effect to user satisfaction, the intention to use/use is positively effect to net benefits, and user satisfaction is positively effect to net benefits. The assessment of digital competence is in the level of good and the assessment of open digital job market enhancement is in the level of good.

(Total 4 pages)

Keywords : E-Portfolio, Co-operative education, Cloud Computing Technology,
Blockchain, Digital Competence, The Open Digital Workforce

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีด้วยความเมตตาและอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ สระอุบล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร. ปรัชญนันท์ นิลสุข อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่คอยให้คำชี้แนะอันเป็นประโยชน์จนทำให้วิทยานิพนธ์สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์อันประกอบด้วยประธานกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ เกียรติคุณ ดร.นิพนธ์ สุขปรีดี คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ สระอุบล รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ และ รองศาสตราจารย์ ดร.เบญจพร ลิ้มธรรมมาภรณ์

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ได้ตามเป้าหมาย และท้ายที่สุดผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา พี่น้อง และกัลยาณมิตร ที่มีกำลังใจให้ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สุโกศล วโนทยาพิทักษ์

สารบัญ

| | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ข |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ง |
| กิตติกรรมประกาศ | ฉ |
| สารบัญตาราง | ญ |
| สารบัญภาพ | ฎ |
| บทที่ 1 บทนำ | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย | 3 |
| 1.3 สมมติฐานงานวิจัย | 3 |
| 1.4 ขอบเขตของการวิจัย | 4 |
| 1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย | 5 |
| 1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ | 5 |
| 1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย | 6 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 7 |
| 2.1 สมรรถนะดิจิทัล | 7 |
| 2.2 การจัดการศึกษาแบบสหกิจศึกษา | 13 |
| 2.3 เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ | 17 |
| 2.4 เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ | 19 |
| 2.5 บล็อกเชน | 23 |
| 2.6 สถาปัตยกรรมองค์กร | 38 |
| 2.7 ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด | 40 |
| 2.8 โมเดลสมการโครงสร้าง | 41 |
| 2.9 รูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) | 44 |
| 2.10 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น | 46 |
| 2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 50 |
| 2.12 สรุปเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 54 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย | 57 |
| 3.1 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ด้วยกรอบงานสถาปัตยกรรมองค์กร TOGAF | 57 |
| 3.2 การประเมินความสามารถในการนำไปใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 59 |
| 3.3 การพัฒนาเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 63 |
| 3.4 การประเมินความสำเร็จของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 64 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| 3.5 การประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 69 |
| 3.6 การประเมินผลการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 70 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย | 71 |
| 4.1 ผลการออกแบบแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 71 |
| 4.2 ผลการประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 83 |
| 4.3 ผลการพัฒนาระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 88 |
| 4.4 ผลการประเมินความสำเร็จของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 104 |
| 4.5 ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 108 |
| 4.6 ผลการประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 112 |
| บทที่ 5 การพัฒนาเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 115 |
| 5.1 ความเป็นมาและความสำคัญ | 115 |
| 5.2 การศึกษา รวบรวมข้อมูลสภาพการณ์และปัญหาของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา | 116 |
| 5.3 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา | 117 |
| 5.4 การออกแบบแนวทางแก้ปัญหาสารสนเทศสหกิจศึกษา | 119 |
| 5.5 การออกแบบกระบวนการประเมินสมรรถนะดิจิทัลตามกรอบแนวคิด | 120 |
| 5.6 กระบวนการแก้ปัญหาสหกิจศึกษา | 120 |
| 5.7 กระบวนการพัฒนาระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 123 |
| 5.8 สรุปการพัฒนาระบบ | 128 |
| บทที่ 6 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ | 129 |
| 6.1 สรุป | 129 |
| 6.2 อภิปรายผล | 132 |
| 6.3 ข้อเสนอแนะ | 135 |
| บรรณานุกรม | 137 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ | 151 |
| ภาคผนวก ข รายชื่อตัวแทนสถานประกอบการ | 155 |
| ภาคผนวก ค แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ | 157 |
| ภาคผนวก ง แบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบ | 165 |
| ภาคผนวก จ แบบประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศ | 171 |
| ภาคผนวก ฉ แบบประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบ | 175 |
| ภาคผนวก ช แบบสอบถามความต้องการระบบสหกิจศึกษาออนไลน์ | 179 |
| ภาคผนวก ซ คู่มือการใช้ระบบ | 183 |
| ภาคผนวก ฌ ผลงานตีพิมพ์ในวารสารต่างประเทศ | 191 |
| ประวัติผู้วิจัย | 207 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า | |
|----------|---|-----|
| 2-1 | โครงสร้างของกรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัล | 10 |
| 2-2 | สเกลพื้นฐานของ Saaty (1990) | 48 |
| 2-3 | ดัชนีความสอดคล้องแบบคู่ | 48 |
| 2-4 | การเปรียบเทียบเกณฑ์ | 49 |
| 2-5 | การเปรียบเทียบทางเลือก | 50 |
| 3-1 | การจับคู่ระหว่างโครงสร้างจากรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) กับโครงสร้างของระบบเพิ่มสมรรถนะอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชน | 48 |
| 3-2 | รูปแบบความสำเร็จระบบเพิ่มสมรรถนะอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนที่ดัดแปลงจาก DeLone และ McLean (2003) | 48 |
| 3-3 | รายการประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศตามโครงสร้างและงานวิจัย | 49 |
| 4-1 | ผลการประเมินสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศตามกรอบโคบิท | 82 |
| 4-2 | ผลการประเมินเปรียบเทียบความสำคัญในแต่ละปัจจัยของเกณฑ์โคบิท | 83 |
| 4-3 | คำนวณผลรวมแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ | 83 |
| 4-4 | นำสมาชิกแต่ละตัวหารด้วยผลรวมตามแนวตั้งจากตารางที่ 4-3 แล้วหาผลรวมตามแนวนอน | 84 |
| 4-5 | ผลการประเมินเปรียบเทียบความสำคัญในแต่ละปัจจัยสำเร็จวิกฤติของการนำสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้จริง | 85 |
| 4-6 | คำนวณผลรวมแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์ | 85 |
| 4-7 | ผลรวมตามแนวนอนจากผลหารสมาชิกด้วยผลรวมจากตารางที่ 4-6 | 85 |
| 4-8 | ผลการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยสำเร็จวิกฤติทั้งห้าประการ | 86 |
| 4-9 | ผลการวิเคราะห์ปัจจัยความสอดคล้อง | 93 |
| 4-10 | ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์แฝง | 104 |
| 4-11 | ผลการทดสอบสมมติฐาน | 105 |
| 4-12 | การจำแนกความเที่ยงตรงของโครงสร้าง | 105 |
| 4-13 | ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลแบ่งตามระดับความเชี่ยวชาญ | 107 |
| 5-1 | สรุปปัญหา สาเหตุ และผลกระทบของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา | 118 |

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual framework) | 5 |
| 2-1 โครงสร้างองค์ประกอบของสมรรถนะ | 9 |
| 2-2 รูปแบบการเรียนรู้เชิงเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ | 18 |
| 2-3 เครือข่ายแบบง่ายที่เก็บรักษาสำเนาของบัญชีแยกประเภททั่วไปข้ามโหนด | 26 |
| 2-4 ข้อมูลของทรานแซคชัน 4 รวบรวมเข้ากับโหนด | 26 |
| 2-5 ข้อมูลของทรานแซคชัน 4 ถูกส่งไปยังโหนดต่างๆ ทั่วเครือข่าย | 27 |
| 2-6 ทรานแซคชัน 4 ถูกรวมเข้าไปยังโหนดต่างๆ ทั่วเครือข่าย | 27 |
| 2-7 ตัวอย่างโครงสร้างของต้นไม้เมอร์เคิล | 31 |
| 2-8 โครงสร้างบล็อกเชนที่มีต้นไม้เมอร์เคิล | 29 |
| 2-9 ห่วงโซ่ของบล็อกโดยทั่วไป | 30 |
| 2-10 การเข้ารหัสด้วยฟังก์ชันแฮช | 31 |
| 2-11 ห่วงโซ่ของแฮชบล็อกในบล็อกเชน | 31 |
| 2-12 การเข้ารหัสกุญแจสาธารณะและถอดรหัสกุญแจส่วนตัว | 32 |
| 2-13 ความสัมพันธ์ระหว่างกุญแจส่วนตัว กุญแจสาธารณะ และแฮช | 33 |
| 2-14 การนำแฮชบล็อกมาเชื่อมโยงกันด้วยเชิร์ฟเวอร์ประทับเวลา | 34 |
| 2-15 ค่าแฮชของบล็อกปัจจุบันสัมพันธ์กับ Nonce ของบล็อกก่อนหน้า | 35 |
| 2-16 โครงสร้างของวิธีการพัฒนาสถาปัตยกรรม ADM | 39 |
| 2-17 รูปแบบความสำเร็จของ DeLone และ McLean (1992) | 44 |
| 2-18 รูปแบบความสำเร็จของ DeLone และ McLean (2003) | 45 |
| 2-19 โครงสร้างลำดับขั้นของ AHP | 47 |
| 3-1 รูปแบบการประเมินความสามารถในการนำไปใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมระบบที่มีการบูรณาการด้วยกรอบการดำเนินงานการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศโคบิทเข้ากับปัจจัยแห่งความสำเร็จในการนำสถาปัตยกรรมวิสาหกิจไปใช้จริง | 62 |
| 3-2 ระเบียบวิธีพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตกที่ย้อนกลับได้ (Royce, 1970) | 63 |
| 3-3 รูปแบบความสำเร็จระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนที่ดัดแปลงจาก DeLone และ McLean (2003) | 66 |
| 4-1 แผนภาพมุมมองสถาปัตยกรรมระบบ | 72 |
| 4-2 แผนภาพฟุตพริ้นท์ธุรกิจ | 73 |
| 4-3 แผนภาพบริการ/สารสนเทศทางธุรกิจ | 74 |
| 4-4 แผนภาพเป้าหมาย/วัตถุประสงค์/บริการ | 75 |
| 4-5 แผนภาพยูสเคสทางธุรกิจ | 76 |
| 4-6 แผนภาพการไหลของกระบวนการ | 77 |
| 4-7 แผนภาพอีเวนต์ | 78 |

สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 4-8 แผนภาพแนวคิดข้อมูล | 79 |
| 4-9 แผนภาพการกระจายข้อมูล | 80 |
| 4-10 แผนภาพความเข้าใจแอปพลิเคชัน | 81 |
| 4-11 แผนภาพแสดงความสำคัญของปัจจัยความสำเร็จวิกฤติของสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้งานจริง | 87 |
| 4.12 แผนภาพยูสเคส | 89 |
| 4.13 แผนภาคلاس | 90 |
| 4.14 แผนภาพลำดับ | 91 |
| 4.15 แผนภาพกิจกรรม | 92 |
| 4-16 โครงสร้างภายในของบล็อกเชน | 95 |
| 4-17 การเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าบล็อกเชน | 96 |
| 4-18 การป้องกันการแฮคข้อมูลในบล็อกเชนด้วยอัลกอริทึม PBFT | 98 |
| 4-19 หน้าหลักของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ | 99 |
| 4-20 การค้นหาแรงงานร่วมผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากการฝึกสหกิจศึกษา | 101 |
| 4-21 นักศึกษาที่ได้รับการอนุมัติเป็นผู้ถูกประเมินจากสถานประกอบการ | 101 |
| 4-22 รายการผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาคนหนึ่ง | 102 |
| 4-23 รายการผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลโดยละเอียดของนักศึกษาคนหนึ่ง | 102 |
| 4-24 แบบฟอร์มการประเมิน | 103 |
| 4-25 แบบฟอร์มการบันทึกรายงานการปฏิบัติงาน | 103 |
| 4-26 ผลการวิเคราะห์ตามสมมติฐาน | 107 |
| 4-27 ภาพรวมระดับความเชี่ยวชาญสมรรถนะดิจิทัล | 109 |
| 4-28 สมรรถนะด้านความรู้สารสนเทศและข้อมูล | 109 |
| 4-29 สมรรถนะด้านการสื่อสารและการร่วมมือ | 110 |
| 4-30 สมรรถนะด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล | 110 |
| 4-31 สมรรถนะด้านความปลอดภัย | 111 |
| 4-32 สมรรถนะด้านการแก้ปัญหา | 112 |
| 5-1 ปัญหาของการขาดการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศในชุมชนของสถาบันอุดมศึกษา | 118 |
| 5-2 ระบบจัดการสหกิจศึกษาที่ขาดการเชื่อมโยงสู่ตลาดแรงงานดิจิทัล | 119 |
| 5-3 ระบบจัดการสหกิจศึกษาแบบรวมศูนย์กลาง | 121 |
| 5-4 การจัดการสหกิจศึกษาด้วยเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชน | 122 |
| 5-5 การค้นหาตามประเทศ | 125 |
| 5-6 การค้นหาแบบหลายเงื่อนไข | 125 |
| 5-7 แบบฟอร์มการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของผู้ประเมิน | 126 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|------------------------------|------|
| 5-8 การค้นหาตามตำแหน่งงาน | 127 |
| 5-9 การค้นหาตามประเทศ | 127 |
| 5-10 การค้นหาแบบหลายเงื่อนไข | 128 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสถาบันอุดมศึกษาเป็นจำนวนมากเล็งเห็นความสำคัญและให้ความสนใจในการจัดโปรแกรมสหกิจศึกษาให้เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรการศึกษา เนื่องจากมองเห็นประโยชน์ของสหกิจศึกษาที่นักศึกษาจะได้รับเพื่อเสริมสร้างความรู้ได้ตรงกับสภาพความเป็นจริงของตลาดแรงงานมากที่สุด สหกิจศึกษาเป็นไปตามแนวคิดการศึกษาเชิงบูรณาการการเรียนรู้กับการทำงาน (Work-integrated Learning: WiL) ซึ่งเป็นการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ทำให้นักศึกษามีโอกาสประยุกต์ความรู้จากชั้นเรียนและได้ฝึกทักษะวิชาชีพก่อนสำเร็จการศึกษาและผลพลอยได้จากสหกิจศึกษายังช่วยให้สถาบันอุดมศึกษาได้ปรับปรุงหลักสูตรในอนาคตอีกด้วย และเมื่อเทคโนโลยีสารสนเทศก้าวหน้าขึ้น สหกิจศึกษาก็ได้รับการพัฒนาให้อยู่ในรูปแบบของดิจิทัลที่อำนวยความสะดวกต่อการจัดการระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา

เมื่อโลกก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และการเมือง อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากกระแสเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามามีอิทธิพลต่อการกำหนดวิถีชีวิตของมนุษย์ รูปแบบการศึกษาจึงจำเป็นต้องถูกปรับเปลี่ยนเพื่อให้นักศึกษาสามารถอยู่รอดได้ในสภาพแวดล้อมการดำรงชีวิตของศตวรรษที่ 21 ซึ่งแนวคิดเรื่องทักษะการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้คนในศตวรรษที่ 21 เริ่มถูกนำเสนอขึ้นโดยกลุ่มนักวิชาการและให้ชื่อแนวคิดนี้ว่า “กรอบการดำเนินงานสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (Framework for 21st Century Learning)” (Belianca, 2010) ซึ่งได้แบ่งทักษะในกรอบการดำเนินงานออกเป็น 4 กลุ่มใหญ่ได้แก่ ทักษะการดำรงชีวิตและอาชีพ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม และทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ในแต่ละกลุ่มทักษะจะมีหัวข้อย่อยที่ลงรายละเอียดของทักษะที่จำเป็นต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีซึ่งจะพบได้ว่าปัจจุบันมีอาชีพเป็นจำนวนมากที่ต้องพึ่งพาเครื่องมือทางเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อช่วยให้งานมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล ทันท่วงที และสามารถแข่งขันทางธุรกิจได้

ในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทยมีความพยายามผลักดันการพัฒนาศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของประเทศด้วยการสร้างแผนแม่บทที่อยู่ในรูปนโยบายของรัฐบาล องค์การระดับนานาชาติ เช่น ยูเนสโก (UNESCO) ได้นำเสนอกรอบการดำเนินงานของสมรรถนะทางเทคโนโลยีสารสนเทศสำหรับอาจารย์ (UNESCO, 2011) ซึ่งประกอบด้วยนโยบายและวิสัยทัศน์ ความรู้ทางเทคโนโลยี การเจาะลึกทางความรู้ การสร้างความรู้ เป็นต้น

จากความเคลื่อนไหวแนวโน้มของประเทศต่างๆ ในช่วงเวลาที่ผ่านมาแม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงคำศัพท์จากเทคโนโลยีและการสื่อสาร (ICT) ไปสู่คำว่าดิจิทัล (Digital) แต่เนื้อหาสาระของแนวคิดยังคงไม่เปลี่ยนแปลง นั่นคือการพัฒนาสมรรถนะของแรงงานรุ่นใหม่ด้วยเทคโนโลยีเพื่อเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจดิจิทัล (Digital economy) ซึ่งมีรูปแบบเดียวกันทั่วโลกคือพัฒนาการศึกษาทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัลทั้งในระดับนโยบายของรัฐ รวมทั้งการขับเคลื่อนด้วยองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชน ดังเช่นสหภาพยุโรปได้นำเสนอกรอบการดำเนินงานของสมรรถนะทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Competence Framework) เพื่อแรงงานสำหรับวิชาชีพทางด้านเทคโนโลยี

สารสนเทศและการสื่อสารโดยเฉพาะ (CEN, 2008) และกรอบการดำเนินงานของสมรรถนะดิจิทัลสำหรับประชาชน 2.0 (The Digital Competence Framework for Citizens 2.0) เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาสมรรถนะดิจิทัลของประชาชนทั่วไปในกลุ่มประเทศในสหภาพยุโรป (Vuorikari และคณะ, 2016) เป็นต้น

อย่างไรก็ตามแนวคิดในวงการศึกษาเรื่องการพัฒนาสมรรถนะของแรงงานเพื่อการขับเคลื่อนเศรษฐกิจที่มีมาตั้งแต่ศตวรรษที่ 20 ซึ่งอยู่ในเรื่องสหกิจศึกษาที่ยังคงมีความสำคัญและจำเป็นเพราะเป็นแนวคิดที่สามารถจัดเตรียมกำลังคนรุ่นใหม่ให้มีความพร้อมเข้าสู่ตลาดแรงงานที่สามารถตอบสนองความต้องการด้านแรงงานของสถานประกอบการได้อย่างแท้จริง แต่เมื่อสภาพแวดล้อมของสังคมกลายเป็นดิจิทัลเต็มรูปแบบจึงเกิดความจำเป็นต้องปรับแนวคิดและการปฏิบัติให้เข้ากับยุคสมัยที่เปลี่ยน ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการหลอมรวมหลักการสหกิจศึกษาในส่วนของกระบวนการผลิตจากแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์และสมรรถนะดิจิทัลเข้าด้วยกัน แต่ปัญหาคือสหกิจศึกษาจะต้องมีการพัฒนาไปในรูปแบบใดเพื่อให้สามารถรองรับสมรรถนะดิจิทัลได้ เพราะจำเป็นต้องพัฒนาระบบสหกิจศึกษาให้รองรับเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และการประหยัดจากการแบ่งปัน (Sharing economy) แต่ขณะเดียวกันข้อมูลดิจิทัลก็มีจุดอ่อนที่การถูกแก้ไขปลอมแปลงได้ง่าย ทำให้ขาดความน่าเชื่อถือ ซึ่งปัญหานี้เกิดขึ้นมาอย่างยาวนานนับตั้งแต่เริ่มมีการใช้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยงานธุรกรรมต่างๆ ในยุคแรก และนักวิจัยพยายามค้นคว้าหาวิธีเอาแก้ปัญหาที่เรื้อยมาจนกระทั่งประสบความสำเร็จในปี 2007 เมื่อมีผู้นำเสนอแนวคิดใหม่ในการประกันความถูกต้องของทรานแซกชันด้วยการผสมผสานฐานข้อมูลแบบกระจายเข้ากับการเข้ารหัสข้อมูลทำให้ข้อมูลยากต่อการแก้ไขปลอมแปลงที่มีชื่อเรียกว่า “บล็อกเชน (Blockchain)” นับแต่บัดนั้นเป็นต้นมาบล็อกเชนได้ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงครั้งใหม่ที่กระทบต่อเศรษฐกิจในระดับโลกอย่างไม่เคยมีมาก่อน โดยเฉพาะได้เกิดเงินตราดิจิทัลที่เรียกว่าเงินคริปโต (Cryptocurrency) ที่กำลังนิยมไปทั่วโลก โดยหลักการแล้วบล็อกเชนคืออัลกอริทึมที่มีการเข้ารหัสทรานแซกชันด้วยความปลอดภัยสูงซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้กับเงินตราดิจิทัลเพียงอย่างเดียว แต่สามารถประยุกต์กับงานทางด้านอื่นๆ ได้ ดังนั้นปัญหาการขาดความน่าเชื่อถือของหลักฐานดิจิทัลจากการประเมินสมรรถนะดิจิทัลในตัวนักศึกษาที่ฝึกสหกิจศึกษาของสถานประกอบการจึงสามารถใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนนี้แก้ไขได้

งานวิจัยนี้เป็นความพยายามแก้ปัญหาต่างๆ หลายประการในการพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาที่รวมเอากระบวนการประเมินสมรรถนะดิจิทัลเข้ากับการสหกิจศึกษาของสถาบันอุดมศึกษา โดยการประยุกต์ระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่แพร่หลายในวงการศึกษาให้สามารถเพิ่มส่วนต่อขยายการประเมินผลสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาและนำผลการประเมินเหล่านี้เข้าสู่ระบบการเข้ารหัสด้วยอัลกอริทึมของเทคโนโลยีบล็อกเชนเพื่อให้ข้อมูลดิจิทัลเหล่านี้มีความน่าเชื่อถือและพร้อมที่จะส่งผ่านไปสู่อุตสาหกรรมซึ่งต้องการนักศึกษาที่มีคุณสมบัติตรงกับคุณสมบัติของพนักงานที่สถานประกอบการคาดหวัง แต่เนื่องจากระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาแบบองค์รวมนี้มีความสัมพันธ์กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายส่วนทั้งสถาบันอุดมศึกษา นักศึกษา สถานประกอบการที่ร่วมโครงการสหกิจศึกษา และสถานประกอบการที่ต้องการนำข้อมูลผลการประเมินไปใช้พิจารณาคัดเลือกพนักงาน ระบบจึงมีขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนอย่างมาก นอกจากนี้ งานวิจัยนี้เป็นต้นแบบของการพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาที่บูรณาการเทคโนโลยีการประมวลผลแบบ

คลาวด์ เทคโนโลยีบล็อกเชน และเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะทำให้เกิดมาตรฐานใหม่ของงานสหกิจศึกษาและการแบ่งปันข้อมูลไปสู่ตลาดแรงงานแบบเปิดได้ในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.2.2 เพื่อประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.2.3 เพื่อพัฒนาระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.2.4 เพื่อประเมินความสำเร็จของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.2.5 เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.2.6 เพื่อประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดด้วยระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.3 สมมุติฐานงานวิจัย

1.3.1 ความสามารถนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลอยู่ในระดับดี

1.3.2 ความสำเร็จของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา แบ่งออกได้ดังต่อไปนี้

1.3.2.1 H1: ความน่าเชื่อถือมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน

1.3.2.2 H2: ความมั่นคงปลอดภัยมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน

1.3.2.3 H3: ความพร้อมบริการสารสนเทศตลาดแรงงานดิจิทัลมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน

1.3.2.4 H4: ความพึงพอใจผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน

1.3.2.5 H5: ผลประโยชน์โดยรวมมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน

1.3.2.6 H6: ความพร้อมบริการสารสนเทศตลาดแรงงานดิจิทัลมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้

1.3.2.7 H7: ความมั่นคงปลอดภัยมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

1.3.2.8 H8: ความน่าเชื่อถือมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

1.3.2.9 H9: ความตั้งใจใช้งาน/การใช้มีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

1.3.2.10 H10: ผลประโยชน์โดยรวมมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

1.3.2.11 H11: ความตั้งใจใช้งาน/การใช้มีผลเชิงบวกต่อผลประโยชน์โดยรวม

1.3.2.12 H12: ความพึงพอใจผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อผลประโยชน์โดยรวม

1.3.3 ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาจากระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์อยู่ในระดับดี

1.3.4 ผลการประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาอยู่ในระดับมาก

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ประชากร

ประชากร ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลุ่มตัวแทนสถานประกอบการ และกลุ่มนักศึกษาสหกิจศึกษาของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

1.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

1.4.2.1 กลุ่มตัวอย่างวัตถุประสงค์ที่ 1 และ 2

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณวุฒิการศึกษาระดับปริญญาเอกหรือตำแหน่งทางวิชาการระดับรองศาสตราจารย์ทางการศึกษา หรือเทคโนโลยีสารสนเทศ หรือใกล้เคียง โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 18 คน

1.4.2.2 กลุ่มตัวอย่างวัตถุประสงค์ที่ 4

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสหกิจศึกษาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ปีการศึกษา 2561 และ 2562 โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 120 คน

1.4.2.3 กลุ่มตัวอย่างวัตถุประสงค์ที่ 5

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาสหกิจศึกษาวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก ปีการศึกษา 2561 และ 2562 โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Clustering random sampling) จาก 4 คณะ จำนวน 50 คน

1.4.2.4 กลุ่มตัวอย่างวัตถุประสงค์ที่ 6

กลุ่มตัวอย่าง คือ ตัวแทนสถานประกอบการ โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 13 คน

1.4.3 ตัวแปร

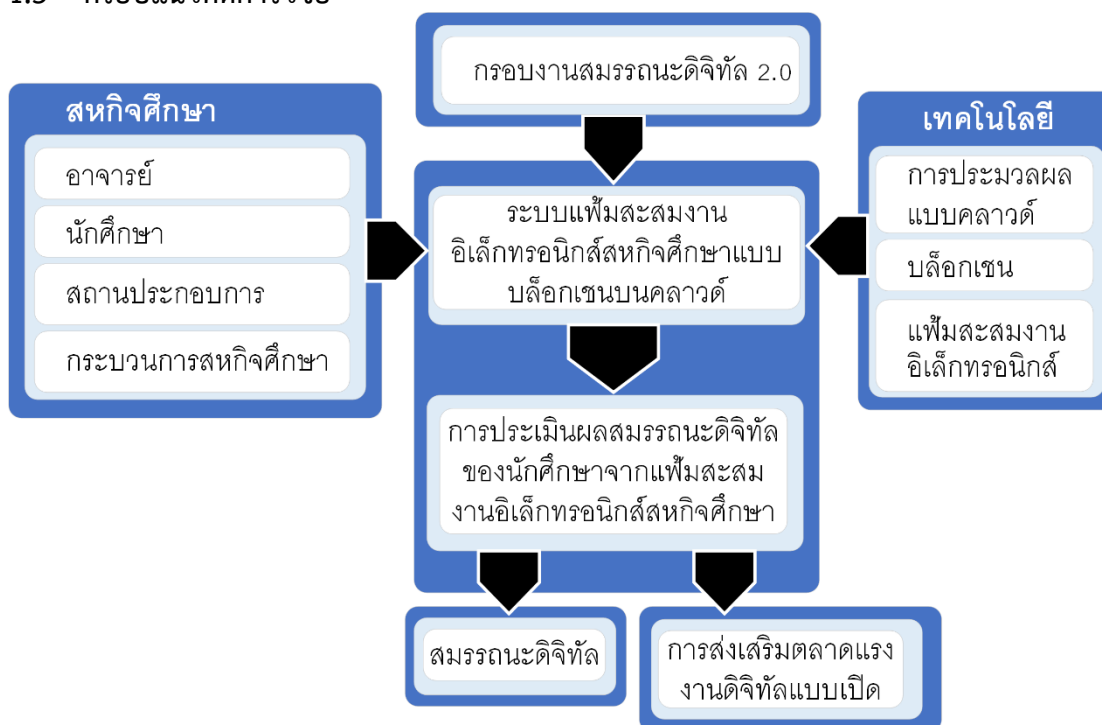
1.4.3.1 ตัวแปรต้น คือ ระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.4.3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

1.4.3.2.1 สมรรถนะดิจิทัล

1.4.3.2.2 การส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

1.5 กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย (Conceptual framework)

จากภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัยสามารถมองได้ในรูปแบบการไหลของระบบอันได้แก่ ส่วนของปัจจัยนำเข้า ส่วนของการประมวลผล และส่วนของปัจจัยนำออก ในส่วนของปัจจัยนำเข้าประกอบด้วย (1) สหกิจศึกษา ได้แก่ นักศึกษา อาจารย์ สถานประกอบการ และกระบวนการสหกิจศึกษา (2) กรอบงานสมรรถนะดิจิทัล และ (3) เทคโนโลยี ได้แก่ เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ การประมวลผลแบบคลาวด์และบล็อกเชน ในส่วนของการประมวลผลได้แก่ (1) ระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนบนคลาวด์และ (2) การประเมินผลสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา และในส่วนของปัจจัยนำออก ได้แก่ (1) สมรรถนะดิจิทัล และ (2) การส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.6.2 กระบวนการสหกิจศึกษา (Co-operative education process) หมายถึง ขั้นตอนการจัดโครงการสหกิจศึกษาที่เริ่มตั้งแต่มก่อนการฝึก ระหว่างการฝึก และหลังการฝึกเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการเรียนรู้จากประสบการณ์การทำงาน 1 ภาคการศึกษาหรือไม่น้อยกว่า 16 สัปดาห์

1.6.3 เทคโนโลยีบล็อกเชน (Blockchain technology) หมายถึง เทคโนโลยีระบบบัญชีแยกประเภทแบบกระจายที่ใช้เพื่อบันทึกรายการธุรกรรมข้ามเครื่องคอมพิวเตอร์โดยรายการที่ถูกบันทึกจะไม่สามารถแก้ไขได้เพราะถูกผูกโยงไว้ตามลำดับบนบล็อกภายในเครือข่ายขนาดใหญ่

1.6.4 เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ (Cloud computing technology) หมายถึง บริการเครือข่ายของโฮสต์บนอินเทอร์เน็ตที่ทำให้ผู้ใช้บริการได้ใช้ทรัพยากรการประมวลผล โดยไม่ต้องสร้างหรือบำรุงรักษาโครงสร้างพื้นฐานการประมวลผลของตนเอง

1.6.5 แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (E-Portfolio) หมายถึง เครื่องมือดิจิทัลสำหรับเก็บและนำเสนอกระบวนการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ของนักศึกษาอย่างเป็นระบบ

1.6.6 สมรรถนะดิจิทัล (Digital competence) หมายถึง ความรู้ ทักษะและทัศนคติทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งมีสมรรถนะห้าประการ ได้แก่ ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล การสื่อสารและการร่วมมือ การสร้างเนื้อหาดิจิทัล ความปลอดภัย และการแก้ปัญหา

1.6.7 ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด (Open digital workforce market) หมายถึง สภาพแวดล้อมแบบดิจิทัลเพื่อการว่าจ้างแรงงานที่เปิดกว้างแบบสาธารณะแก่นายจ้างและลูกจ้าง

1.7 ประโยชน์ของงานวิจัย

1.7.2 ได้สถาปัตยกรรมของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา

1.7.3 ได้ผลการประเมินความสามารถในการไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา

1.7.4 ได้ระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา

1.7.5 ได้ผลการประเมินความสำเร็จของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา

1.7.6 ได้ผลประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาผ่านแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.7.7 ได้ผลประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดผ่านแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนบนคลาวด์

องค์ประกอบหลักในกรอบการดำเนินงานของสมรรถนะดิจิทัลอยู่บนพื้นฐานของการพัฒนาทักษะและความสามารถในการใช้เซตของเครื่องมือหรือแอปพลิเคชันเฉพาะทาง ทักษะเป็นเพียงส่วนหนึ่งของโดเมนการเรียนรู้ที่รวมอยู่ในสมรรถนะดิจิทัล และความสามารถในการใช้เครื่องมือหรือแอปพลิเคชันเฉพาะทางเป็นเพียงส่วนหนึ่งของขอบเขตสมรรถนะแบบทั่วไปที่จำเป็นในการพัฒนาโดยผู้ใช้งานเพื่อที่จะทำงานได้ในสภาพแวดล้อมแบบดิจิทัล (Ferrari, 2012) ความสามารถในการใช้เครื่องมือหรือแอปพลิเคชันเฉพาะทางเป็นจุดเน้นใหญ่ขององค์ประกอบสำคัญของกรอบงานในสมรรถนะดิจิทัล อย่างไรก็ตามสมรรถนะดิจิทัลครอบคลุมมากกว่าทักษะทางเทคนิค ได้แก่ การจัดการสารสนเทศ (Information management) การประสานงาน (Collaboration) การสื่อสารและการแบ่งปัน (Communication and sharing) การสร้างเนื้อหาและความรู้ (Creation of content and Knowledge) จริยธรรมและความรับผิดชอบ (Ethics and responsibility) การประเมินและการแก้ปัญหา (Evaluation and problem solving) และปฏิบัติการด้านเทคนิค (Technical operation)

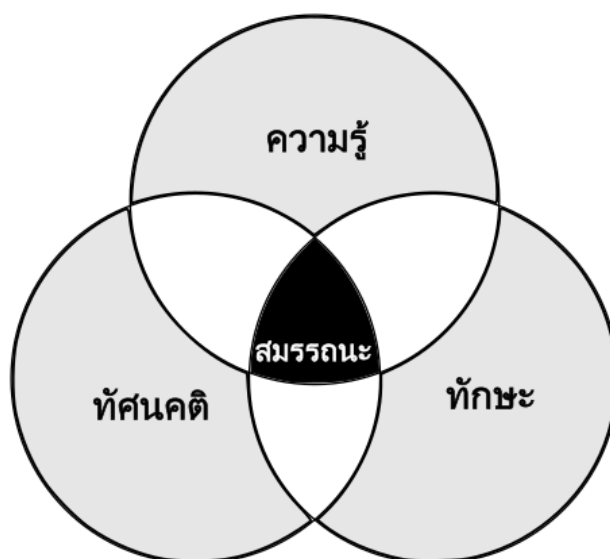
2.1.3 ความเป็นมาของกรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลแห่งยุโรป

เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญของนวัตกรรม การเติบโตและการสร้างงานในเศรษฐกิจของโลก อย่างไรก็ตามไม่ใช่ทุกคนที่มีความรู้ ทักษะและทัศนคติที่จะสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในแบบมีวิจรรย์ญาณ ประสานความร่วมมือและสร้างสรรค์ได้ สมรรถนะดิจิทัลจึงกลายเป็นสิ่งที่ต้องมีเพื่อความสามารถในการจ้างงานได้และความเป็นพลเมืองที่มีความกระตือรือร้น คณะกรรมาธิการแห่งยุโรป (European Commission) ได้นำเสนอกรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลแห่งยุโรป (European Digital Competence Framework) เพื่อเชื่อมโยงโลกของการศึกษาและตลาดแรงงาน โดยกำหนดและอธิบายเซตของสมรรถนะที่พลเมืองจำเป็นต้องมีในปัจจุบัน ซึ่งมุ่งเน้นให้พลเมืองยุโรปในฐานะผู้ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและเป็นส่วนหนึ่งของกรอบการดำเนินงานสมรรถนะทางอิเล็กทรอนิกส์ (e-Competence Framework) ที่มีอยู่แล้วในการเน้นวิชาชีฟทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารโดยเฉพาะ (Vuorikari และคณะ, 2016)

2.1.4 ความสำคัญของกรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลแห่งยุโรป

กรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลเพื่อพลเมืองของยุโรปบรรยายสมรรถนะ 21 ประการเพื่อใช้เทคโนโลยีดิจิทัลด้วยความมั่นใจ ความมีวิจรรย์ญาณ การทำงานร่วมมือกัน และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้บรรลุเป้าหมายที่สัมพันธ์กับการทำงาน ความสามารถในการจ้างงานได้ การเรียนรู้ การพักผ่อนหย่อนใจ ตลอดจนการมีส่วนร่วมในสังคม สมรรถนะดิจิทัลเป็นหนึ่งใน 8 สมรรถนะหลักเพื่อการเรียนรู้ตลอดชีพที่กำหนดโดยสหภาพยุโรป และเป็นตัวเชื่อมโยงไปสู่สมรรถนะหลักอื่นๆ ที่ต้องการ เช่น ภาษา คณิตศาสตร์ การเรียนรู้ในการเรียน และการรับรู้ทางวัฒนธรรม เป็นต้น ปัจจุบันดิจิทัลนำเสนอความรู้ ทักษะและทัศนคติ มากกว่าเพียงแค่การเข้าถึงและการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศเท่านั้น

กรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลเพื่อพลเมืองของยุโรปใช้ภาษาร่วมสำหรับสมรรถนะและระดับความชำนาญที่สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายโดยทั่วไป สมรรถนะประกอบไปด้วย ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และทัศนคติ (Attitude) ซึ่งเป็นความสามารถและคุณลักษณะที่ทำให้ผู้ทำงานบรรลุกิจกรรมในงานต่างๆ (Parry, 1996)



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างองค์ประกอบของสมรรถนะตามแนวคิดของ Scott Parry (Parry, 1996)

กรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลสามารถใช้ในบริบทที่แตกต่างกันเพื่อสนับสนุนพลเมืองในการดำรงชีวิตและทำงานในสังคมดิจิทัลที่เพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงทำให้สามารถออกแบบเพื่อส่งเสริมผู้ใช้งานไม่ใช่เพื่อจำกัดความสามารถของผู้ใช้ สมรรถนะดิจิทัลมีประโยชน์หลายประการ เช่น

1. พลเมืองที่มีความสามารถต่ำในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในชีวิตประจำวันสามารถจำแนกทักษะที่จำเป็นที่สุดเพื่อปรับปรุงการดำรงชีวิตทั้งส่วนตัวและทางวิชาชีพ

2. คนที่กำลังหางานทำได้จำแนกทักษะที่ต้องการและระดับความเชี่ยวชาญที่ตนเองมีเพื่อพัฒนาประวัติย่อประกอบการสมัครงานและเปรียบเทียบกับตำแหน่งงานเพื่อจำแนกทักษะที่ตนเองยังขาดอยู่สำหรับแสวงหาโอกาสและพัฒนาทักษะให้มากขึ้น

3. นายจ้างใช้ในการกำหนดเขตของทักษะ สมรรถนะและคุณสมบัติของตำแหน่งงานที่ต้องการเมื่อมีการเขียนคำอธิบายงาน (Job description)

4. หน่วยบริการจัดหางานสามารถใช้สมรรถนะดิจิทัลเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลตลาดแรงงานที่สัมพันธ์กัน เช่น ประวัติย่อและตำแหน่งงาน อย่างมีความหมายและเสนอการแนะนำอาชีพอย่างเหมาะสม

5. สถาบันการศึกษา ฝึกอบรม และองค์กรการเรียนรู้ตลอดชีวิตสามารถใช้กรอบการดำเนินงานในการพัฒนาหลักสูตร ประเมินผลการเรียนรู้และเพื่อสร้างนวัตกรรมบริการการเรียนรู้

2.1.5 โครงสร้างของกรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัล

โครงสร้างของกรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลประกอบด้วย 21 สมรรถนะตามขอบเขตสมรรถนะทั้ง 5 ประการ สามารถสรุปได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2-1 โครงสร้างของกรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัล (Ferrari, 2013)

| มิติที่ 1 ขอบเขตของสมรรถนะ | มิติที่ 2 สมรรถนะ | มิติที่ 3 ระดับความเชี่ยวชาญ |
|--|---|--|
| 1. ความรู้ด้านสารสนเทศ และข้อมูล (Information and Data literacy) | 1.1. การค้นหา การค้นหา และกลั่นกรองสารสนเทศ 1.2. การประเมินสารสนเทศ 1.3. การเก็บและค้นคืนสารสนเทศ | A B C A B C A B C |
| 2. การสื่อสารและการ ร่วมมือ (Communication and Collaboaration) | 2.1. การโต้ตอบผ่านเทคโนโลยี 2.2. การแบ่งปันสารสนเทศและเนื้อหา 2.3. ความร่วมมือแบบพลเมืองออนไลน์ 2.4. ความร่วมมือผ่านช่องทางดิจิทัล 2.5. มารยาทการอยู่ในสังคมอินเทอร์เน็ต 2.6. การจัดการเอกลักษณ์ทางดิจิทัล | A B C A B C A B C A B C A B C A B C |
| 3. การสร้างเนื้อหาดิจิทัล (Digital Content creation) | 3.1. การพัฒนาเนื้อหา 3.2. การบูรณาการและการเพิ่มรายละเอียด 3.3. ลิขสิทธิ์และใบอนุญาต 3.4. การเขียนโปรแกรม | A B C A B C A B C A B C |
| 4. ความปลอดภัย (Safety) | 4.1. การปกป้องอุปกรณ์ 4.2. การปกป้องข้อมูลและเอกลักษณ์ทางดิจิทัล 4.3. การปกป้องสุขภาพ 4.4. การปกป้องสภาพแวดล้อม | A B C A B C A B C A B C |
| 5. การแก้ปัญหา (Problem solving) | 5.1. การแก้ปัญหาทางเทคนิค 5.2. การอธิบายความต้องการและจำแนกการตอบสนองทางเทคโนโลยี 5.3. นวัตกรรม การสร้างและแก้ปัญหการใช้เครื่องมือทางดิจิทัล 5.4. การจำแนกช่องว่างสมรรถนะดิจิทัล | A B C A B C A B C A B C |

ในแต่ละสมรรถนะของกรอบการดำเนินงานมีระดับความเชี่ยวชาญ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ A คือระดับผู้ใช้พื้นฐาน (Basic user) ระดับ B คือ ระดับผู้ใช้ระดับกลาง (Intermediate user) และ C คือระดับผู้ใช้ที่มีความเชี่ยวชาญ (Proficiency level) รายละเอียดของสมรรถนะดิจิทัลในแต่ละมิติได้แก่

2.1.5.1 ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล (Information and Data Literacy)

2.1.5.1.1 การเรียกดู การค้นหา และการกลั่นกรองสารสนเทศ และเนื้อหา
ดิจิทัล เพื่อเชื่อมโยงสารสนเทศที่ต้องการ เพื่อค้นหาข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาในสภาพแวดล้อม
ดิจิทัล เพื่อเข้าถึงและนำทางระหว่างข้อมูล เพื่อสร้างและอัปเดตกลยุทธ์การค้นหาส่วนบุคคล

2.1.5.1.2 การประเมินข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาดิจิทัล เพื่อวิเคราะห์
เปรียบเทียบ และประเมินความน่าเชื่อถือและความเชื่อมั่นของแหล่งข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหา
ดิจิทัล เพื่อวิเคราะห์ แปลความ และประเมินข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาดิจิทัล

2.1.5.1.3 การจัดการข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาดิจิทัล เพื่อจัดโครงสร้าง เก็บ และค้นคืนข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาในสภาพแวดล้อมดิจิทัล เพื่อจัดโครงสร้างและจัดกระบวนการในสภาพแวดล้อมที่มีโครงสร้าง

2.1.5.2 การสื่อสารและการร่วมมือ

2.1.5.2.1 การโต้ตอบผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อโต้ตอบผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล ที่หลากหลายและเข้าใจเครื่องมือสื่อสารดิจิทัลที่เหมาะสมสำหรับเนื้อหาที่ต้องการ

2.1.5.2.2 การแบ่งปันผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อแบ่งปันข้อมูล สารสนเทศ และสื่อดิจิทัลด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลที่เหมาะสม เพื่อปฏิบัติตัวเป็นสื่อกลาง เพื่อทราบการอ้างอิงและการระบุแหล่งที่มา

2.1.5.2.3 ความร่วมมือแบบพลเมืองออนไลน์ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อมีส่วนร่วมในสังคมผ่านการใช้บริการดิจิทัลแบบสาธารณะและแบบส่วนตัว เพื่อหาโอกาสสุกตมและการมีส่วนร่วมในฐานะประชาชนผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่เหมาะสม

2.1.5.2.4 การประสานความร่วมมือผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีดิจิทัลในกระบวนการประสานงานและเพื่อร่วมก่อสร้างและสร้างสรรค์ทรัพยากรและความรู้

2.1.5.2.5 มารยาทการอยู่ในสังคมอินเทอร์เน็ต เพื่อตระหนักถึงบรรทัดฐานทางพฤติกรรมและวิธีการในขณะที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการโต้ตอบในสภาพแวดล้อมดิจิทัล เพื่อปรับกลยุทธ์การสื่อสารไปสู่กลุ่มเป้าหมายและตระหนักถึงวัฒนธรรม ความหลากหลายของรุ่นอายุในสภาพแวดล้อมดิจิทัล

2.1.5.2.6 การจัดการเอกลักษณ์ดิจิทัล เพื่อสร้างและจัดการเอกลักษณ์ดิจิทัล ตั้งแต่หนึ่งเอกลักษณ์ขึ้นไป เพื่อให้สามารถปกป้องชื่อเสียงของตนเองได้ เพื่อจัดการกับข้อมูลที่สร้างผ่านเครื่องมือดิจิทัล สภาพแวดล้อม และบริการที่หลากหลาย

2.1.5.3 การสร้างเนื้อหาดิจิทัล

2.1.5.3.1 พัฒนาเนื้อหาดิจิทัลเพื่อสร้างและแก้ไขเนื้อหาดิจิทัลในรูปแบบที่แตกต่างกัน เพื่อแสดงตัวตนผ่านเครื่องมือทางดิจิทัล

2.1.5.3.2 บำรุงการและเพิ่มรายละเอียดเนื้อหาดิจิทัลเพื่อแก้ไข กลั่นกรอง ปรับปรุง และบำรุงการสารสนเทศและเนื้อหาไปสู่องค์ความรู้ที่มีอยู่ในการสร้างเนื้อหาใหม่ เริ่มแรก และสัมพันธ์กับเนื้อหาและความรู้

2.1.5.3.3 ลิขสิทธิ์และใบอนุญาตเพื่อเข้าใจวิธีการที่ลิขสิทธิ์และใบอนุญาตถูกนำมาใช้กับข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาดิจิทัล

2.1.5.3.4 การเขียนโปรแกรมเพื่อวางแผนและพัฒนาลำดับของคำสั่งที่สามารถเข้าใจได้ในการประมวลผลระบบเพื่อแก้ปัญหาหรือปฏิบัติงานพิเศษ

2.1.5.4 ความปลอดภัย

2.1.5.4.1 ปกป้องอุปกรณ์เพื่อปกป้องอุปกรณ์และเนื้อหาดิจิทัล และเพื่อความเข้าใจความเสี่ยงและภัยคุกคามในสภาพแวดล้อมดิจิทัล เพื่อตระหนักเกี่ยวกับความปลอดภัยและการวัดความปลอดภัยและเพื่อคำนึงถึงความเชื่อถือได้และความเป็นส่วนตัว

2.1.5.4.1 ปกป้องข้อมูลและความเป็นส่วนตัวเป็นส่วนตัวส่วนบุคคลเพื่อปกป้องข้อมูล และความเป็นส่วนตัวส่วนบุคคลในสภาพแวดล้อมดิจิทัล เพื่อทำความเข้าใจวิธีการใช้และแบ่งปัน สารสนเทศที่ระบุตัวตนส่วนบุคคลในขณะที่สามารถปกป้องตนเองและผู้อื่นจากความเสียหาย เพื่อทำความเข้าใจว่าบริการดิจิทัลใช้นโยบายความเป็นส่วนตัวเป็นส่วนตัวในการแจ้งให้ทราบวิธีการที่ข้อมูลส่วนบุคคล ถูกนำไปใช้

2.1.5.4.2 ปกป้องสุขภาพและความเป็นอยู่เพื่อสามารถที่จะหลีกเลี่ยงความเสี่ยงด้านสุขภาพและภัยคุกคามทางกายภาพและทางตรรกะของความเป็นอยู่ในขณะกำลังใช้ เทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อสามารถปกป้องตนเองและผู้อื่นจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมดิจิทัล เช่น การกลั่นแกล้งทางอินเทอร์เน็ต (Cyber bullying) เพื่อตระหนักถึงเทคโนโลยีดิจิทัลใน ความสงบสุขทางสังคมและการรวมกลุ่มทางสังคม

2.1.5.4.3 ปกป้องสภาพแวดล้อมเพื่อตระหนักถึงผลกระทบสภาพแวดล้อม ของเทคโนโลยีดิจิทัลและการใช้งาน

2.1.5.5 การแก้ปัญหา

2.1.5.5.1 การแก้ปัญหาทางเทคนิค เพื่อจำแนกปัญหาทางเทคนิคเมื่อใช้ ปฏิบัติการบนอุปกรณ์และใช้งานบนสภาพแวดล้อมดิจิทัล และแก้ปัญหาเหล่านั้นจากการแก้ปัญหา ธรรมดาไปจนถึงการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

2.1.5.5.2 การจำแนกความต้องการและการตอบสนองทางเทคโนโลยี เพื่อ ประเมินความต้องการและเพื่อจำแนก ประเมิน เลือก และใช้เครื่องมือดิจิทัล และการสนองตอบทาง เทคโนโลยีที่เป็นไปได้ในการแก้ปัญหาเหล่านั้น เพื่อตัดสินใจและปรับแต่งสภาพแวดล้อมดิจิทัลตามความ ต้องการส่วนบุคคล

2.1.5.5.3 การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างสร้างสรรค์ เพื่อใช้เครื่องมือและ เทคโนโลยีดิจิทัลดิจิทัลเพื่อสร้างความรู้และเพื่อสร้างนวัตกรรมกระบวนการและการผลิต เพื่อ ประสานความร่วมมือส่วนบุคคลและรวบรวมกระบวนการคิดในการทำความเข้าใจและแก้ปัญหาด้าน แนวคิด และสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในสภาพแวดล้อมดิจิทัล

2.1.5.5.4 การจำแนกช่องว่างด้านสมรรถนะดิจิทัล เพื่อทำความเข้าใจ สมรรถนะดิจิทัลของตนเองที่จำเป็นต้องปรับปรุงหรืออัปเดต เพื่อให้สามารถสนับสนุนผู้อื่นด้วยการ พัฒนาสมรรถนะดิจิทัล เพื่อแสวงหาโอกาสสำหรับพัฒนาตนเองและรักษาความทันสมัยของการ วิวัฒนาการด้านดิจิทัล

2.1.6 การนำกรอบดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลมาใช้ในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยนำเอากรอบการดำเนินงานสมรรถนะดิจิทัลของยุโรปมาใช้เป็นแนวทางการ ประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาด้วยเหตุผลสองประการคือ ประการแรกสมรรถนะ ดิจิทัลมีลักษณะที่เป็นกลางโดยหลักการ คือไม่ขึ้นกับปัจจัยความแตกต่างระหว่างประเทศหรือเชื้อชาติ เพราะมาตรฐานสากลของเทคโนโลยีดิจิทัลที่ครอบคลุมเหมือนกันทั่วโลก ดังนั้นสมรรถนะดิจิทัลของ ยุโรปก็สามารถนำมาใช้กับประเทศไทยหรือประเทศใดก็ได้เช่นเดียวกัน ประการที่สองกรอบการ ดำเนินงานของสมรรถนะดิจิทัลของสหภาพยุโรปมีการพัฒนากรอบการดำเนินงานมาอย่างยาวนาน

และมีหลักการที่เชื่อถือได้จึงมีมาตรฐานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับประเทศอื่นๆ ซึ่งรวมทั้งประเทศไทยด้วย

2.2 การจัดการศึกษาแบบสหกิจศึกษา

2.2.1 ประวัติความเป็นมา

เป็นเวลาประมาณ 100 ปีมาแล้วนับตั้งแต่โปรแกรมสหกิจศึกษาได้เริ่มต้นขึ้น ณ มหาวิทยาลัยซินซินเนติ ในสหรัฐอเมริกา (Sovilla & Varty, 2004) การเกิดขึ้นของโปรแกรมสหกิจศึกษาในทวีปอเมริกาเหนือได้รับการกระตุ้นจากความต้องการของอุตสาหกรรมเพื่อเตรียมวิศวกรที่ดีขึ้น การขยายตัวของอุตสาหกรรมในช่วงต้นศตวรรษที่ 20 ในสหรัฐอเมริกาทำให้เกิดความจำเป็นในการเติบโตอย่างรวดเร็วด้านวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา (Sovilla & Varty, 2004; McCallum & Wilson, 1988) โปรแกรมสหกิจศึกษาแรกของอเมริกาเริ่มต้นในปี 1906 ที่มหาวิทยาลัยซินซินเนติ โดยมีนักศึกษาเข้าร่วม 27 คน ปรากฏว่าโปรแกรมสหกิจศึกษาเริ่มแรกจากของสหรัฐได้รับการต่อต้านอย่างหนักจากนักการศึกษาแนวทางแบบดั้งเดิมและนักอุตสาหกรรมที่ไม่ยอมรับ อย่างไรก็ตาม โปรแกรมสหกิจศึกษาได้ขยายตัวอย่างรวดเร็วและได้รับการพิสูจน์ในความสำเร็จ และในที่สุดได้ถูกใช้เป็นรูปแบบให้แก่มหาวิทยาลัยอื่นๆ ทั่วโลกในเวลาต่อมา

2.2.2 ความสำคัญของสหกิจศึกษา

แนวคิดของการเรียนรู้จากการปฏิบัติ (Learning by doing) ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นแนวทางเพื่อจัดเตรียมอาชีพหลังจากสหกิจศึกษาเริ่มเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาภาครัฐในระหว่างต้นศตวรรษที่ 20 สหกิจศึกษาจัดเตรียมนักศึกษาให้มีโอกาสเรียนรู้ทักษะและความรู้ในห้องเรียนแล้วประยุกต์และทดสอบการเรียนรู้ในสถานที่ทำงาน นักศึกษาพัฒนาทักษะด้านความสามารถในการจ้างงานได้ (Employability skill) และสมรรถนะวิชาชีพซึ่งจะช่วยเหลือตัวนักศึกษาเองไปตลอดการศึกษาและอาชีพอย่างต่อเนื่อง ธรรมชาติของโปรแกรมสหกิจศึกษาจะประกันได้ว่าสมรรถนะเหล่านี้จะอยู่บนพื้นฐานของมาตรฐานทางอุตสาหกรรม นอกจากสมรรถนะทางวิชาชีพแล้ว

โปรแกรมสหกิจศึกษายังส่งเสริมการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง (Self-directed learning) เพิ่มความเข้มแข็งให้แก่การพัฒนาทักษะทางวิชาการหลักผ่านการประยุกต์ในสถานการณ์ที่แท้จริงของนักศึกษาในการสำรวจทางเลือกของงานอาชีพ ส่งเสริมทักษะ เช่น การสื่อสาร ภาวะผู้นำ และการแก้ปัญหา ตลอดจนช่วยเหลือการพัฒนาเศรษฐกิจของชุมชน สหกิจศึกษาขยายโอกาสสำหรับนักศึกษา ปรัชญาการทำงาน และสภาพแวดล้อมในการทำงาน สหกิจศึกษายังส่งเสริมความสามารถของสถานศึกษาที่จะบรรลุความต้องการของประชากรนักศึกษาที่มีความหลากหลายได้

สหกิจศึกษาช่วยให้นักศึกษาตระหนักและได้รับความรู้ของการเตรียมตัวทางอาชีพ การวางแผนอาชีพ และการสำรวจอาชีพ สหกิจศึกษายังช่วยเตรียมตัวนักศึกษาให้มีส่วนร่วมในการจ้างงานและทำให้เห็นคุณค่าของทักษะ ความรู้ และทัศนคติของตนเอง ทักษะ ความรู้ และทัศนคติที่นายจ้างต้องการ ตลอดจนช่วยให้นักศึกษาจำแนกและพัฒนาทักษะสำคัญ ความรู้ และทัศนคติที่จำเป็นในการเปลี่ยนผ่านจากสถานศึกษาไปสู่โลกของการทำงานหรือการศึกษาในระดับที่สูงขึ้นไป

นักศึกษามีโอกาสที่จะเรียนรู้หรือประยุกต์การเรียนรู้ไปสู่โลกจริง และมีโอกาสในการหาประสบการณ์จริงในชุมชนหรือสถานที่ทำงาน รวมถึงตลาดแรงงาน ในขณะที่เดียวกันจะช่วยยืนยันหรือ

พิจารณาซ้ำอีกครั้งเกี่ยวกับศักยภาพของตนเองในทางเลือกวิชาชีพ นักศึกษาต้องการทักษะในการโยกย้ายและเครื่องมือในการจัดทำเอกสารของตนเองเกี่ยวกับแฟ้มสะสมงานในชีวิตการทำงาน

2.2.3 หลักการของสหกิจศึกษา

สหกิจศึกษาเป็นโปรแกรมทางวิชาชีพและเทคนิคทางการศึกษาที่รองรับนักศึกษาในวิชาชีพที่หลากหลาย การศึกษาทางวิชาการถูกผู้กรวมเข้ากับการจ้างงานที่มีการควบคุมดูแลในขอบเขตวิชาชีพที่นักศึกษาสนใจ ซึ่งบางครั้งอาจได้รับค่าจ้างแรงงานด้วย การว่าจ้างมีการวางแผนและควบคุมดูแลโดยสถานศึกษามีการประสานความร่วมมือกับธุรกิจหรืออุตสาหกรรม ข้อตกลงอย่างเป็นทางการระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะกำหนดบทบาทของแต่ละฝ่ายในฐานะส่วนหนึ่งของโปรแกรมสหกิจศึกษา การวางแผนการสอนจะวางรายละเอียดของความรู้และทักษะที่จะได้รับการฝึกฝน อาจารย์ประสานงานสหกิจศึกษาทำหน้าที่ควบคุมโปรแกรมโดยการนิเทศตามระยะเวลาไปยังสถานที่ทำงานของนักศึกษา เพื่อที่จะสร้างความสัมพันธ์ที่ดีขึ้นระหว่างการเรียนการสอนในชั้นเรียนกับทักษะจากการทำงาน และประเมินสมรรถนะของนักศึกษาซึ่งเป็นส่วนเสริมจากการประเมินของนายจ้าง หน่วยกิตที่ได้รับสำหรับการเรียนการสอนในชั้นเรียนและประสบการณ์ในการทำงานจะเป็นไปตามข้อกำหนดของนโยบายที่วางไว้ โปรแกรมสหกิจศึกษาอาจได้ประโยชน์จากประสบการณ์ที่ได้เรียนรู้จากการทำงาน นอกเหนือไปจากการติดตามการเรียนงาน (Job Shadowing) การฝึกงานระยะสั้น (Short Term Internships) กิจกรรมสำรวจอาชีพ และวิสาหกิจภายในโรงเรียน (School Based Enterprises) องค์ประกอบของโปรแกรมสหกิจศึกษาที่มีคุณภาพประกอบไปด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้

2.2.3.1 การวางตำแหน่งงานในโปรแกรมสหกิจศึกษาที่เอื้อให้นักศึกษาได้ปฏิบัติงานซึ่งมีทั้งโอกาสในการพัฒนาสมรรถนะใหม่ๆ และก่อให้เกิดผลผลิตภาพต่อองค์กร

2.2.3.2 อาจารย์ประสานงานสหกิจศึกษามีประสบการณ์ทางวิชาชีพที่เหมาะสมและจัดเตรียมความเป็นมืออาชีพสำหรับปฏิบัติงานที่มีการควบคุมโดยสถานศึกษาในโปรแกรมการศึกษา

2.2.3.3 การดูแลอย่างใกล้ชิด ณ สถานที่ทำงานโดยผู้ควบคุมการฝึกงาน ซึ่งเป็นกลไกที่ผู้ดูแลสามารถแบ่งปันความเชี่ยวชาญทางวิชาชีพให้แก่ศึกษาสหกิจศึกษา

2.2.3.4 มีคำอธิบายงานที่ชัดเจนและสมจริงสำหรับนักศึกษาตั้งแต่เริ่มแรก เช่นเดียวกับการคาดหวังที่ชัดเจนของนายจ้างต่อทักษะของนักศึกษาที่ต้องมี

2.2.3.5 มีการเชื่อมโยงอย่างแข็งแกร่งระหว่างการฝึกงานกับการเรียนการสอนที่สัมพันธ์กัน ซึ่งรวมทั้งการวางแผนการฝึกงานส่วนบุคคลที่สัมพันธ์กับหลักสูตรการเรียนของนักศึกษา

2.2.3.6 มีการประเมินความก้าวหน้าของนักศึกษาอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการที่เฉพาะเจาะจงและบ่อยครั้งโดยอาจารย์และผู้ประสานงาน ด้วยการส่งผลป้อนกลับและติดตามเพื่อปรับปรุงสมรรถนะของนักศึกษา

2.2.3.7 การมีส่วนร่วมของผู้ปกครองหรือพ่อแม่

2.2.3.8 มีการบริหารจัดการที่เข้มแข็งในการสนับสนุนโปรแกรมสหกิจศึกษา

2.2.4 เป้าหมายของสหกิจศึกษา

2.2.4.1 พัฒนาสมรรถนะทางวิชาชีพของนักศึกษา

2.2.4.2 พัฒนาความรู้และทักษะให้สัมพันธ์กับอาชีพในระดับสูง

2.2.4.3 พัฒนาทักษะทางวิชาการหลักผ่านการประยุกต์ในสถานที่ทำงาน

- 2.2.4.4 พัฒนาความรู้และความตระหนักในอาชีพของนักศึกษา
- 2.2.4.5 ให้ข้อมูลการตัดสินใจเกี่ยวกับการศึกษาและการวางแผนทางอาชีพ
- 2.2.4.6 การได้มาซึ่งความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องซึ่งเป็นสิ่งที่สังคมปัจจุบันต้องการ
- 2.2.4.7 ฝึกหัดนักศึกษาให้มีบทบาทภายใต้สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ช่วยสนับสนุน

2.2.5 การออกแบบโปรแกรมสหกิจศึกษา

สหกิจศึกษาประกอบด้วยสององค์ประกอบสำคัญได้แก่ การเรียนการสอนในชั้นเรียนและโอกาสในการเรียนรู้จากการทำงาน องค์ประกอบเหล่านี้ถูกเชื่อมโยงกันโดยโปรแกรมของกิจกรรมที่มีการวางแผนซึ่งจัดเตรียมให้นักศึกษาได้มีโอกาสในการประยุกต์ความรู้และทักษะที่ได้จากการเรียนรู้ไปสู่โลกจริง และการได้มาซึ่งทักษะใหม่จากสถานที่ทำงาน ส่วนอาจารย์ประสานงานมีหน้าที่ในการดำเนินงานโปรแกรม รูปแบบโปรแกรมสหกิจศึกษาต่อไปนี้จะเป็นการนำเสนอเพื่อเตรียมทางเลือกและกระตุ้นให้เกิดความคิดใหม่ๆ ในการออกแบบโปรแกรมสหกิจศึกษา

2.2.5.1 โปรแกรมระยะสั้น (Shorter Programs) เป็นโปรแกรมระยะหนึ่งภาคการศึกษาซึ่งมุ่งความสนใจไปที่การสำรวจอาชีพและทักษะด้านความสามารถในการจ้างงาน (Employability) ด้วยการจัดสหกิจศึกษาไปพร้อมกัน

2.2.5.2 โปรแกรมระยะยาว (Longer Programs) เป็นโปรแกรมที่ขยายสองปีด้วยประสบการณ์ในชั้นเรียนในปีที่หนึ่งซึ่งสนับสนุนโดยกิจกรรมการทำงานเป็นทีมในระยะสั้น เช่น การติดตามการเรียนงานและการฝึกงานที่นำไปสู่การเตรียมวิชาชีพเชิงลึกและจัดสหกิจศึกษาในปีที่สอง

2.2.5.3 โปรแกรมสัมมนา (Seminar Programs) เป็นการ จัดตารางเวลาของชั้นเรียนที่นอกเหนือจากตารางชั้นเรียนตามปกติ โดยอาจารย์ผู้ประสานงานสหกิจวางแผนและดำเนินการสัมมนา ตลอดจนการควบคุมดูแลประสบการณ์ด้านสหกิจศึกษาของนักศึกษา

2.2.5.4 โรงเรียนฤดูร้อน (Summer School) เป็นทางเลือกในการดำเนินงานโปรแกรมในระหว่างช่วงปิดภาคฤดูร้อนเพื่อจัดเตรียมโอกาสในการเชื่อมโยงช่องว่างระหว่างชั้นเรียนกับประสบการณ์ทางสหกิจศึกษาสำหรับโปรแกรมสองปี หรือการประชุมเชิงปฏิบัติการในการเตรียมตัวก่อนการทำงานและจัดเพื่อนักศึกษาที่ลงทะเบียนในโปรแกรมหนึ่งปี

2.2.5.5 โปรแกรมพิเศษ (Specialized Programs) เป็นการสร้างวิชาพิเศษซึ่งมีชีพที่สนใจเป็นหนึ่งในขอบเขตของวิชาชีพที่ลงทะเบียน เช่น ถ้านักศึกษาส่วนใหญ่ที่ลงทะเบียนโปรแกรมสหกิจศึกษา มีความสนใจด้านการตลาดและบรรจุในงานที่สัมพันธ์กับการตลาด โปรแกรมการศึกษาด้านการตลาดจะสัมพันธ์กับหลักสูตรเฉพาะวิชาชีพการตลาดที่จะรองรับความต้องการของนักศึกษาได้

2.2.5.6 โปรแกรมอาชีพอื่นด้านสหกิจศึกษา (Coop Other Career Program) อาจารย์ประสานงานสหกิจศึกษาสามารถจัดเตรียมสหกิจศึกษาสำหรับนักศึกษาให้ลงทะเบียนในโปรแกรมการศึกษาอาชีพอื่นผ่านการประสานงานอย่างใกล้ชิดกับอาจารย์ประจำวิชาและสถานที่ทำงาน

2.2.5.7 สหกิจศึกษาในฐานะประสบการณ์สูงสุด (Coop as a Capstone Experience) สหกิจศึกษาสามารถจัดเตรียมประสบการณ์สูงสุดเพื่อนักศึกษาในขอบเขตอาชีพที่หลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอบเขตที่ไม่มีอยู่ในโปรแกรมการศึกษาวិชาชีพแบบดั้งเดิม ตัวอย่างเช่น สำหรับนักศึกษาที่สนใจอาชีพวิศวกรรม โปรแกรมสหกิจศึกษาแบบหนึ่งปีหรือหนึ่งภาคการศึกษาซึ่งได้รับการ

สนับสนุนโดยการเรียนการสอนในสถานประกอบการที่มีความพร้อมด้านทักษะ ทำให้สามารถสำรวจอาชีพและเตรียมการประสบการณ์ได้เป็นอย่างดี

2.2.5.8 เกณฑ์ในการมีส่วนร่วม (Participation Criteria) นักศึกษาลงทะเบียนในสหกิจศึกษาด้วยระดับการเตรียมตัวที่แตกต่างกัน บางคนอาจต้องการการเตรียมตัวเพิ่มเติมในการค้นหานายจ้าง ทักษะในการจ้างงานได้ หรือสมรรถนะในการทำงานก่อนที่จะมีส่วนร่วมในสหกิจศึกษา การเลือกนักศึกษามาเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมสหกิจศึกษา ซึ่งจะได้รับการเตรียมตัวในการมีส่วนร่วมและได้รับประโยชน์จากโปรแกรม ในขณะเดียวกันก็มีการจัดเตรียมการช่วยเหลือสำหรับผู้ที่ยังไม่มีคุณสมบัติเพียงพอในโปรแกรม

2.2.5.9 ประสบการณ์การทำงานอื่นๆ (Other Work Based Experiences) ผลประโยชน์ของสหกิจศึกษาสามารถได้มาจากประสบการณ์ โปรแกรมซึ่งได้ประโยชน์ที่หลากหลายของประสบการณ์การทำงานนอกเหนือจากสหกิจศึกษาที่สามารถให้แก่นักศึกษาเป็นจำนวนมาก การติดตามการเรียนงาน การฝึกงานระยะสั้น การจำลอง โครงการความร่วมมือที่เกี่ยวข้องกับชุมชนทางธุรกิจ และวิชาทฤษฎีในโรงเรียน ทั้งหมดนี้สามารถสนับสนุนหลายส่วนของหลักสูตรสหกิจศึกษาได้เป็นอย่างดี

2.2.5.10 การออกแบบโปรแกรมซึ่งสามารถนำเสนอประโยชน์หลายประการของสหกิจศึกษาต้องการความคิดใหม่ๆ จินตนาการ และความรับผิดชอบในการลองความคิดใหม่ๆ ถ้าสหกิจศึกษาสามารถทำให้บรรลุศักยภาพของสถานศึกษาได้ในอนาคต

2.2.6 สหกิจศึกษาในประเทศไทย

สำหรับประเทศไทย ศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร ศรีสอ้าน เป็นบุคคลแรกที่นำโปรแกรมสหกิจศึกษาเข้ามาในประเทศไทย โดยนำมาใช้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีในปี พ.ศ. 2536 (คณะอนุกรรมการส่งเสริมการพัฒนาสหกิจศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา, 2552) และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาได้นำโปรแกรมสหกิจศึกษาใช้ในสถาบันอุดมศึกษา โดยมีรูปแบบมาจากมหาวิทยาลัยสุรนารี ซึ่งนำเอารูปแบบแซนด์วิช (Sandwich course) ของวิทยาลัยเทคนิค Sunderland ในประเทศอังกฤษมาใช้โดยจัดกลุ่มผู้เรียนเป็น 2 ลักษณะคือ กลุ่มนักศึกษาปกติในสถานศึกษาแล้วไปปฏิบัติงานในสถานประกอบการ (College – based Student) กับกลุ่มนักศึกษาที่ทำงานในสถานประกอบการและมาเรียนในสถานศึกษา (Industry – based Student) (วิจิตร และอลงกต, 2552)

ปัจจุบันสหกิจศึกษาได้ปรับเปลี่ยนเป็นพหุภาคีเมื่อปี พ.ศ. 2545 กล่าวคือมีหน่วยงานร่วมรับผิดชอบการดำเนินงานสหกิจศึกษาหลายหน่วยงาน ได้แก่สถานศึกษา สถานประกอบการ หน่วยงานภาครัฐได้แก่สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และหน่วยงานภาคเอกชน ได้แก่ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย สภาหอการค้าไทย และสมาคมวิชาการในประเทศไทย เป็นต้น (สมาคมสหกิจศึกษาไทย, 2552) หน่วยงานที่มีบทบาทสำคัญกับการจัดสหกิจศึกษาในประเทศไทยคือ สมาคมสหกิจศึกษาไทย (Thai Association for Co-operative education – TACE) โดยมีศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร ศรีสอ้าน เป็นประธาน โดยก่อตั้งเมื่อวันที่ 14 พฤษภาคม 2544 และได้รับอนุญาตให้จัดตั้งเมื่อวันที่ 15 สิงหาคม 2544 (สมาคมสหกิจศึกษาไทย, 2557)

2.3 เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์

2.3.1 ความหมายของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์

เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เป็นเครื่องมือดิจิทัลสำหรับเก็บและนำเสนอกระบวนการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ของนักศึกษาอย่างเป็นระบบ เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สามารถแก้ปัญหาจากการใช้เพิ่มสะสมงานกระดาษได้ เช่น การสืบค้น การแก้ไข และการจัดเก็บ เป็นต้น (Barrett, 2010) เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สามารถมีรูปแบบของสื่อในการจัดเก็บที่หลากหลาย เช่น เสียง ภาพ วิดีโอ และข้อความ ทำให้การเชื่อมโยงแต่ละงานนั้นง่ายต่อการเข้าถึงและแก้ไขเพื่อที่จะแสดงสิ่งที่ผู้สร้างเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ได้เรียนรู้ วัตถุประสงค์ในการใช้เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ควรถูกปรับแต่งให้เข้ากับหลักสูตร (Strudler and Wetzel, 2005) และการนำเอาเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้งานควรหลอมรวมเข้ากับกระบวนการเรียนรู้ทั้งหมด (Challis, 2005) ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ทำให้ระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ถูกพัฒนาให้มีบทบาทที่หลากหลายที่อยู่เหนือรูปแบบดั้งเดิมในการสร้างเพิ่มสะสมงานเพื่อใช้ในชั้นเรียน (Sherman, 2006) นอกจากนี้เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ยังสามารถใช้เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น สังเกตการณ์พัฒนาการส่วนบุคคล การนำเสนอผลงานและประเมิน เป็นต้น (Mason et.al., 2004)

2.3.2 องค์ประกอบของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์

เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์มีองค์ประกอบอยู่ 3 องค์ประกอบ (Barton and Collin, 1997) ได้แก่ (1) วัตถุประสงค์ในการจัดทำเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (2) เนื้อหาซึ่งเป็นหลักฐานที่สะท้อนวัตถุประสงค์การเรียนรู้เส้นเวลาซึ่งเป็นการวางแผนการประเมินบรรลุวัตถุประสงค์ และ (3) การประเมินเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อประเมินความเข้ากันได้ระหว่างเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับวัตถุประสงค์จากหลักฐานการเรียนรู้ด้วยคะแนนเกณฑ์รูบริค

กระบวนการในการพัฒนาเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้ (Barrett, 2000) (1) กำหนดวัตถุประสงค์และเนื้อหาเพื่อให้นักศึกษาและอาจารย์มีความเข้าใจตรงกัน (2) นักศึกษารสร้างเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ (3) การสะท้อนตนเองของนักศึกษาตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในขั้นตอนที่ 1 (4) ออกแบบการเชื่อมโยงงานต่างๆ ในเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เข้าด้วยกัน และ (5) นำเสนอเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แก่ทุกๆ คน

2.3.3 รูปแบบของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์

มีรูปแบบแพลตฟอร์มในการพัฒนาเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่แตกต่างกันในการสร้างเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์อยู่เป็นจำนวนมาก ตั้งแต่แพลตฟอร์มออนไลน์แบบฟรีไปจนถึงระบบจัดการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ต้องเสียค่าใช้จ่าย การเลือกแพลตฟอร์มเป็นเรื่องที่ยากในการเลือกเครื่องมือที่เหมาะสม รูปแบบของแพลตฟอร์มเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สามารถจำแนกออกได้ 4 รูปแบบ (Lorenzo และ Ittelson, 2005) ได้แก่

2.3.3.1 เพิ่มสะสมงานภายใน (Local portfolio) เป็นการสร้างเพิ่มสะสมงานภายในสถาบัน

2.3.3.2 เพิ่มสะสมงานแบบเปิดเผยแพร่ (Opensource portfolio) ไม่มีค่าใช้จ่ายและมีรหัสต้นฉบับมาให้พัฒนาปรับแต่งด้วยตนเองได้

2.3.3.3 แฟ้มสะสมงานเชิงพาณิชย์ (Commercial portfolio) มีค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อ แต่มีการพัฒนาเป็นอย่างดีและมีการสนับสนุนด้านเทคนิค

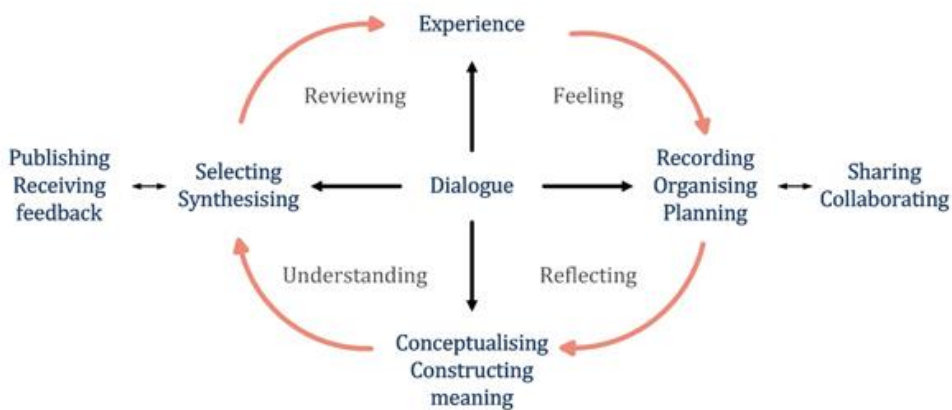
2.3.3.4 แฟ้มสะสมงานจากซอฟต์แวร์ทั่วไป เช่น ไมโครซอฟต์เวิร์ด ไมโครซอฟต์พับลิช เซอร์ พาวเวอร์พอยต์ ซึ่งสร้างง่ายแต่ยากในการออกแบบแม้ว่าจะมีโครงสร้างง่ายก็ตาม

2.3.4 ความสำคัญของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์

แนวทางการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์มีข้อได้เปรียบกว่าแฟ้มสะสมงานรูปแบบดั้งเดิมที่ ยากจะทำได้หลายประการ โดยเฉพาะความสามารถในการกระตุ้นและการทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม นอกจากการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อแสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถ และ ความสนใจของนักศึกษาแล้ว เป้าหมายหลักของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์อีกประการหนึ่งก็คือ เพื่อประกันว่าผู้ใช้งานจะสามารถแสดงพัฒนาการก้าวหน้าของตนเอง การศึกษาและผลการทำงาน ตลอดจนความก้าวหน้าที่เกิดขึ้นได้ จากการศึกษาเปรียบเทียบระหว่างแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ กับแฟ้มสะสมงานแบบกระดาษในสถานการณ์เดียวกันพบว่าแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์นำไปสู่ ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดีกว่าแฟ้มสะสมงานกระดาษ (Wesel และ Prop, 2008)

2.3.5 รูปแบบการเรียนรู้เชิงแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์

หลักการที่ผู้เรียนเป็นเจ้าของเนื้อหาในแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ของตนเอง และ กระบวนการเบื้องหลังการพัฒนาเป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มขึ้นของการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ การพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ในมุมมองข้อเท็จจริงต่างๆ เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็น ศูนย์กลางมากกว่าที่จะเป็นกิจกรรมเชิงเครื่องมือหรือผลพลอยได้จากการเรียนรู้



ภาพที่ 2-2 รูปแบบการเรียนรู้เชิงแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (Kolb, 1984)

ภาพที่ 2-2 เป็นรูปแบบการเรียนรู้เชิงแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของวงจร การเรียนรู้เชิงประสบการณ์ของ Kolb ในภาพแสดงกระบวนการเรียนรู้สะท้อนสะท้อนกลับอย่าง ต่อเนื่อง ส่งเสริมและสนับสนุนผ่านการติดต่อกับส่วนอื่นๆ นอกจากนี้ยังมุ่งความสนใจไปที่เซตของ ทักษะซึ่งทำให้คนรุ่นหนุ่มสาวปรับตัวได้มากขึ้นและเป็นผู้เรียนที่มีประสิทธิผลซึ่งนายจ้างและ สถาบันอุดมศึกษาต้องการเห็นสิ่งที่มีการพัฒนาเหล่านี้ ในภาพแสดงกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง บนพื้นฐานของการพูดคุยและกิจกรรมประสานงานกับผู้อื่น ด้วยความเข้าใจปัญหาหลังเหตุการณ์ได้

เกิดขึ้นแล้ว ผู้เรียนจะกำหนดการควบคุมที่มีการสร้างแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เป็นเสมือนเครื่องมือไปสู่ความสำเร็จในที่สุด

ประโยชน์อื่นๆ ของรูปแบบการเรียนรู้เชิงแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ การรู้จักตนเองผ่านการสำรวจแง่มุมต่างๆ ของการเรียนรู้และประสบการณ์ที่กว้างขึ้น การบรรยายเกี่ยวกับตนเองถูกอัปเดตออนไลน์ได้ง่ายๆ มีการพัฒนาตลอดเวลาเพื่อบันทึกประวัติการเดินทางของเรียนรู้ที่ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนร่วม นอกจากนี้การใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สามารถสร้างทักษะเป็นจำนวนมากที่ผู้เรียนจำเป็นต้องหาเส้นทางของตนเองผ่านความต้องการที่ซับซ้อนของยุคสารสนเทศ ท่ามกลางการพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ทักษะของการประสานงานและการเลือกหรือแม้แต่ความรู้สึของผู้รับฟังสามารถเกิดขึ้นได้

2.4 เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์

2.4.1 นิยามความหมายของการประมวลผลแบบคลาวด์

NIST (National Institute of Standards and Technology) ได้เสนอนิยามการประมวลผลแบบคลาวด์ว่า “การประมวลผลแบบคลาวด์เป็นรูปแบบสำหรับทำให้เกิดความสะดวกสบาย และการเข้าถึงเครือข่ายตามต้องการ (On-demand) เพื่อแบ่งปันทรัพยากรการประมวลผลที่สามารถปรับแต่งได้ ซึ่งสามารถจัดหาหรือถอดถอนได้ด้วยการจัดการหรือโต้ตอบกับผู้ให้บริการเพียงเล็กน้อย” (Mell และ Grance, 2009)

2.4.2 รูปแบบของการประมวลผลแบบคลาวด์

มีรูปแบบและบริการอยู่มากมายที่อยู่เบื้องหลังการประมวลผลแบบคลาวด์ รูปแบบหลักสำหรับการประมวลผลแบบคลาวด์มีอยู่ 2 รูปแบบคือ รูปแบบการนำไปใช้ (Deployment model) และรูปแบบการบริการ (Service model) รูปแบบการนำไปใช้จะกำหนดประเภทการเข้าถึงคลาวด์ ซึ่งมีอยู่ 4 ประเภท ได้แก่

2.4.2.1 คลาวด์สาธารณะ (Public cloud) คลาวด์ประเภทนี้ยอมให้ระบบและบริการเข้าถึงได้ง่ายแบบสาธารณะทั่วไป แต่ค่อนข้างมีความปลอดภัยต่ำเพราะลักษณะของการเปิดกว้าง เช่น อีเมล เป็นต้น

2.4.2.2 คลาวด์ส่วนตัว (Private cloud) คลาวด์ประเภทนี้ยอมให้ระบบและบริการเข้าถึงได้ภายในองค์กรเท่านั้นซึ่งเพิ่มความปลอดภัยมากขึ้น

2.4.2.3 คลาวด์ผสม (Hybrid cloud) คลาวด์ประเภทนี้เป็นส่วนผสมระหว่างคลาวด์สาธารณะและคลาวด์ส่วนตัว โดยกิจกรรมที่สำคัญจะใช้คลาวด์ส่วนตัวในขณะที่กิจกรรมที่ไม่สำคัญจะใช้คลาวด์สาธารณะ

2.4.2.4 คลาวด์ชุมชน (Community cloud) คลาวด์ประเภทนี้จะยอมให้ระบบและบริการเข้าถึงได้โดยกลุ่มที่อยู่ภายในองค์กรเดียวกันเท่านั้น

2.4.3 รูปแบบบริการบนคลาวด์

2.4.3.1 บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a service: IaaS)

เป็นการนำส่งบริการเช่น ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ พื้นที่จัดเก็บ เครือข่าย พื้นที่ศูนย์ข้อมูล และองค์ประกอบซอฟต์แวร์อรรถประโยชน์ที่หลากหลายตามต้องการ ซึ่งรูปแบบบริการมีทั้งเวอร์ชัน

สาธารณะและเวอร์ชันส่วนตัว ในเวอร์ชันสาธารณะผู้ใช้ต้องใช้กลไกของการลงทะเบียนเข้าใช้อย่างง่ายเพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพยากร เมื่อผู้ใช้ไม่ต้องการทรัพยากรแล้วก็จะคืนกลับไปอย่างง่ายเช่นเดียวกัน ส่วนในเวอร์ชันส่วนตัว องค์กรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศหรือผู้รวบรวมจะสร้างโครงสร้างพื้นฐานที่ออกแบบเพื่อจัดเตรียมทรัพยากรบนความต้องการของผู้ใช้ภายในและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในบางครั้ง IaaS เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่ถูกใช้งานโดยรูปแบบคลาวด์อื่นๆ ลูกค้าบางคนอาจนำเครื่องมือและซอฟต์แวร์ของตนเองมาใช้เพื่อสร้างแอปพลิเคชันก็ได้

IaaS สามารถแก้ปัญหาในทางปฏิบัติได้เป็นอย่างดีสำหรับบริษัทต่างๆ ที่ต้องการเข้าถึงทรัพยากรในรูปแบบตามต้องการและสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพในการเพิ่มบริการศูนย์ข้อมูล ทั้งในการเพิ่มความสามารถเมื่อต้องการ การเปลี่ยนฮาร์ดแวร์ได้ด้วยบริการคลาวด์ หรือการจัดเตรียมการเข้าถึงบริการที่ซับซ้อนอย่างต่อเนื่อง เช่น การวิเคราะห์ขั้นสูง เป็นต้น รูปแบบบริการสามารถทำให้บริษัทได้รับประโยชน์จากการเข้าถึงการสนับสนุนอย่างต่อเนื่องอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลเมื่อธุรกิจเกิดการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ IaaS ยังเปิดโอกาสให้ธุรกิจสามารถทดลองกับแนวทางซอฟต์แวร์ที่เป็นนวัตกรรมใหม่ๆ ได้โดยไม่มีผลกระทบต่องบประมาณ

รูปแบบการนำส่งคลาวด์ที่ตรงไปตรงมาที่สุดของ IaaS ได้แก่ การนำส่งทรัพยากรการประมวลผลในรูปแบบของระบบปฏิบัติการแบบเวอร์ชวลไลซ์ (Virtualized operating system) ซอฟต์แวร์จัดการปริมาณงาน (Workload management software) ฮาร์ดแวร์ เครือข่าย และบริการพื้นที่จัดเก็บ รวมทั้งการนำส่งระบบปฏิบัติการและเทคโนโลยีเวอร์ชวลไลเซชัน (Virtualization) เพื่อจัดการกับทรัพยากรต่างๆ IaaS จัดเตรียมพลังการประมวลผลและบริการแหล่งเก็บข้อมูลตามต้องการ แทนที่ต้องซื้อและติดตั้งทรัพยากรที่ต้องการในศูนย์ข้อมูลแบบดั้งเดิม บริษัทเพียงแค่เช่าทรัพยากรเหล่านั้นตามต้องการ ซึ่งรูปแบบการเช่านี้สามารถนำไปใช้เบื้องหลังไฟร์วอลล์ของบริษัทหรือผ่านผู้จัดหาบริการอื่นๆ ได้ด้วย

IaaS มีรูปแบบการบริการสองรูปแบบคือ บริการสาธารณะ (Public Service) และบริการส่วนตัว (Private Service) บริการสาธารณะถูกออกแบบเพื่อลูกค้าไม่ว่ามีธุรกิจขนาดใดก็ตามสามารถได้มาซึ่งบริการในรูปแบบการเช่า ในบริการคลาวด์สาธารณะบางบริการเปิดโอกาสให้ใครก็ได้ที่มีบัตรเครดิตจ่ายต่อการใช้แต่ละครั้ง และในบริการคลาวด์สาธารณะบางบริการมีการทำสัญญาและจัดเตรียมบริการในระดับสูงแก่ลูกค้า ในทางกลับกันบริการส่วนตัวถูกจัดเตรียมไว้หลังไฟร์วอลล์ภายในบริษัท ทำให้การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศจัดเตรียมศูนย์รวมการบริการตนเองเพื่อให้พนักงานและหุ้นส่วนทางธุรกิจจ่ายต่อการเข้าถึงบริการต่างๆ การที่บริษัทจะเลือก IaaS แบบส่วนตัวหรือแบบสาธารณะสามารถพิจารณาได้จากเหตุผลหลักสามประการได้แก่ (1) ความจำเป็นในการควบคุมการเข้าถึงด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัย (2) ความต้องการให้แอปพลิเคชันที่สำคัญทางธุรกิจแสดงสมรรถนะในการพยากรณ์ในขณะที่สามารถลดความเสี่ยงให้น้อยที่สุด และ (3) การมองตนเองเป็นผู้จัดหาบริการให้แก่ลูกค้าและหุ้นส่วนทางธุรกิจ

2.4.3.2 บริการแพลตฟอร์ม (Platform as a service: PaaS)

เป็นกลไกเพื่อรวม IaaS เข้ากับกลุ่มของบริการมิดเดิลแวร์ (Middleware) ที่ซ่อนไว้ การพัฒนาซอฟต์แวร์ และเครื่องมือที่นำมาใช้งานซึ่งทำให้องค์กรมีวิธีการที่สอดคล้องกันในการสร้างและใช้งานแอปพลิเคชันบนสภาพแวดล้อมบนคลาวด์ สภาพแวดล้อมของ PaaS สนับสนุนการ

ประสานงานระหว่างนักพัฒนากับองค์กรเชิงปฏิบัติงาน PaaS นำเสนอกลุ่มของการเขียนโปรแกรมและบริการมิดเดิลแวร์ที่มีความสอดคล้องเพื่อประกันว่านักพัฒนาจะมีวิธีการที่ดีในการทดสอบและวิธีการที่ดีในการรวมกันเพื่อสร้างแอปพลิเคชันบนสภาพแวดล้อมของคลาวด์ อย่างไรก็ตาม PaaS ยังต้องการบริการจาก IaaS เพื่อให้สามารถทำงานได้

PaaS มีรูปแบบและขนาดที่แตกต่างกัน ถ้าใช้ PaaS แบบคลาวด์สาธารณะ ผู้แทนจำหน่ายจะรับผิดชอบในการจัดการทรัพยากรซอฟต์แวร์มิดเดิลแวร์ การพัฒนาโดยรวม และสภาพแวดล้อมในการนำไปใช้งาน แต่ถ้าใช้ PaaS แบบคลาวด์ส่วนตัว เป็นความรับผิดชอบขององค์กรในการบำรุงรักษา ระดับของบริการที่เหมาะสมด้วยตนเอง สภาพแวดล้อมของ PaaS แบบคลาวด์สาธารณะจึงดูเหมือนมีความแตกต่างอย่างมากกับแพลตฟอร์มการพัฒนาและการนำไปใช้แบบดั้งเดิม เช่น ทรัพยากรไม่สามารถนำส่งเป็นซอฟต์แวร์ใน PaaS ได้ สภาพแวดล้อมของ PaaS เข้ามาครอบครองแทนที่ดังนั้นจึงกลายเป็นบุคคลที่สามที่รับผิดชอบด้านสมรรถนะและการอัปเดตซอฟต์แวร์ การพัฒนาและนำส่งบริการอาศัยบนคลาวด์แทนที่จะเป็นระบบเดี่ยว มิดเดิลแวร์และบริการไม่มีการติดตั้งและปรับแต่ง เพราะว่าได้กลายเป็นส่วนหนึ่งของแพลตฟอร์ม PaaS ไปแล้ว และเนื่องจาก PaaS ถูกผูกติดกับบริการ IaaS อย่างเหนียวแน่น ดังนั้นจึงนำเสนอวิธีการจัดการและปรับความเหมาะสมของแอปพลิเคชันอย่างสอดคล้องกันจากการพัฒนาไปสู่การใช้งาน

สภาพแวดล้อม PaaS แบบส่วนตัวมีรูปแบบที่แตกต่างจากแพลตฟอร์มการพัฒนาแบบดั้งเดิม บริษัทขนาดใหญ่อาจนำรูปแบบที่ออกแบบเป็นอย่างดีไปใช้และมีการปฏิบัติที่เป็นเลิศในการบรรลุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลและลดต้นทุนการพัฒนาและการนำไปใช้ นักพัฒนาซอฟต์แวร์ที่เพิ่มขึ้นกลายเป็นหุ้นส่วนทางกลยุทธ์สำหรับธุรกิจ และเพื่อสนับสนุนบทบาททางกลยุทธ์นี้ องค์กรที่มีการพัฒนาควรรับเอาแนวทางเชิงปฏิบัติทางธุรกิจใหม่ต่างๆ ได้แก่ นักพัฒนาแอปพลิเคชันไม่ปฏิบัติงานโดยไม่เชื่อมต่อเป็นหน่วยซึ่งทำให้เกิดการเลือกโดยอิสระสำหรับเครื่องมือการพัฒนาทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพื่อปรับแต่งให้โครงการใหม่แต่ละโครงการ และเทคโนโลยีสารสนเทศของวิสาหกิจสร้างมาตรฐานบนกรอบการดำเนินงานสำหรับนักพัฒนาเพื่อใช้ในการเขียนโค้ดของตนเอง ประโยชน์ที่ได้จาก PaaS ได้แก่ การปรับปรุงวงจรการพัฒนาให้สั้นลง การกำจัดภาระการติดตั้งและการดำเนินการดำเนินงานจากองค์กร การนำมาตรฐานไปใช้กับองค์กร และการจัดหาบริการที่ง่ายขึ้น

ในหลายกรณี เส้นแบ่งระหว่าง IaaS กับ PaaS ไม่ชัดเจน ซึ่งในความเป็นจริงแล้วผู้จำหน่ายหลายรายนำเสนอ IaaS เป็นส่วนหนึ่งของ PaaS ดังนั้นจึงต้องพิจารณาเมื่อนำโครงสร้างพื้นฐานกับแผนการพัฒนามารวมเข้าด้วยกัน ความต้องการที่สำคัญในการพิจารณาใช้ IaaS และ PaaS ได้แก่ แพลตฟอร์มที่สอดคล้องกันซึ่งถูกปรับแต่งให้เหมาะสมในการสนับสนุนปริมาณงานที่หลากหลายที่ลูกค้าต้องการ ชั้นรวมของมิดเดิลแวร์ที่ปรับแต่งความเหมาะสมสำหรับนำไปใช้และจัดการปริมาณงานที่แตกต่างกันแบบอัตโนมัติที่ปรับแต่งได้แบบไดนามิก ความน่าเชื่อถือ ความปลอดภัยในระดับสูงและแพลตฟอร์มที่สามารถขยายขนาดได้ และตัวเลือกของรูปแบบในการนำไปใช้ที่สนับสนุนระดับบริการที่เหมาะสม คุณภาพของการบริการ และความปลอดภัยที่ต้องการเพื่อสนับสนุนส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ

2.4.3.3 บริการซอฟต์แวร์ (Software as a service: SaaS)

เป็นแอปพลิเคชันทางธุรกิจที่ถูกสร้างและถูกเก็บไว้ในผู้จัดหาแบบให้เช่าหลายช่องทาง แอปพลิเคชันของ SaaS อยู่บนยอดของ PaaS และ IaaS ในความเป็นจริงแล้วสภาพแวดล้อม SaaS สามารถสร้างขึ้นได้โดยตรงบนแพลตฟอร์มของ IaaS แต่โดยทั่วไปแล้วบริการเหล่านี้ไม่สามารถมองเห็นได้โดยผู้ใช้ของแอปพลิเคชัน SaaS

2.4.4 ปริมาณงานในสภาพแวดล้อมการประมวลผลแบบคลาวด์

ความต้องการในการประมวลผลมีความผันแปรเช่นเดียวกับปริมาณงาน (Workload) ไม่ว่าจะเป็นการใช้ IaaS หรือพัฒนาแอปพลิเคชัน SaaS โดยใช้ PaaS แต่ลักษณะของปริมาณงานที่มักพบบ่อยๆ ในสภาพแวดล้อมการประมวลผลแบบคลาวด์ได้แก่

2.4.4.1 ปริมาณงานแบบแบตช์ (Batch workload)

เป็นปริมาณงานที่ดำเนินการอยู่เบื้องหลังและไม่ค่อยอ่อนไหวต่อระยะเวลา โดยทั่วไปปริมาณงานแบบแบตช์เกี่ยวข้องกับการประมวลผลปริมาณข้อมูลตารางเวลาที่สามารถพยากรณ์ได้ขนาดใหญ่ เช่น รายวัน รายเดือนและรายไตรมาส เป็นต้น

2.4.4.2 ปริมาณงานฐานข้อมูล (Database workload)

เป็นปริมาณงานส่วนใหญ่และส่งผลกระทบต่อทั้งหมดของสภาพแวดล้อมในศูนย์ข้อมูลและบนคลาวด์ ปริมาณงานฐานข้อมูลต้องปรับแต่งและจัดการเพื่อสนับสนุนบริการที่ใช้ข้อมูล ปริมาณงานฐานข้อมูลมักใช้วงรอบการทำงานของอินพุตและเอาต์พุตเป็นจำนวนมาก

2.4.4.3 ปริมาณงานเชิงวิเคราะห์ (Analytic workload)

องค์กรอาจต้องการใช้บริการเชิงวิเคราะห์ในสภาพแวดล้อมแบบคลาวด์เพื่อทำความเข้าใจข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ข้ามสภาพแวดล้อมแบบผสมผสาน จุดเน้นของปริมาณงานเชิงวิเคราะห์ก็คือความสามารถในการวิเคราะห์ห่อครวมของข้อมูลที่ฝังอยู่ในปริมาณงานเหล่านี้ข้ามเว็บไซต์สาธารณะ คลาวด์แบบส่วนตัว และคลังข้อมูล ปริมาณงานเชิงวิเคราะห์ของสื่อสังคมออนไลน์เป็นตัวอย่งที่ดีที่สุดในเรื่องนี้ ปริมาณงานเชิงวิเคราะห์ที่มักต้องการสมรรถนะแบบเวลาจริง (Real-time capacities)

2.4.4.4 ปริมาณงานทรานแซคชัน (Transactional workload)

เป็นการทำงานอัตโนมัติของกระบวนการทางธุรกิจ เช่น การออกใบเสร็จและการประมวลผลคำสั่งซื้อ โดยทั่วไปปริมาณงานทรานแซคชันถูกจำกัดต่อระบบเดียว อย่างไรก็ตามด้วยการเพิ่มขึ้นของการใช้พาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ที่เข้าถึงหุ้นส่วนทางการค้าและผู้จัดหาวัตถุดิบ ทำให้ปริมาณงานทรานแซคชันต้องถูกจัดการข้ามสภาพแวดล้อมในการประมวลผลของหุ้นส่วนทางการค้าที่หลากหลาย ซึ่งปริมาณงานเหล่านี้มีทั้งเชิงประมวลผลและการจัดเก็บ และดูเหมือนว่าปริมาณงานทรานแซคชันมีความเหมาะสมที่สุดกับคลาวด์แบบส่วนตัว

2.4.4.5 ปริมาณงานเชิงทดสอบและพัฒนา (Test/development workload)

ในหลายๆ องค์กรใช้ประโยชน์จากคลาวด์เป็นแพลตฟอร์มสำหรับการทดสอบและพัฒนา ปริมาณงาน การใช้บริการคลาวด์สามารถทำให้เกิดกระบวนการสร้างและทดสอบแอปพลิเคชันที่คุ้มค่าต้นทุนด้านประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากกว่า ด้วยวิธีนี้นักพัฒนาสามารถเข้าถึงกลุ่มของเครื่องมือที่ใช้พัฒนาได้ การทดสอบสามารถบรรลุประสิทธิผลได้มากกว่าภายใต้สภาพแวดล้อมแบบคลาวด์

2.4.5 ความสำคัญของเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์

อัตราการเพิ่มขึ้นของการรับเอาบริการและการใช้คลาวด์ต่อปีทั่วโลกเป็นไปด้วยความรวดเร็วอย่างเห็นได้ชัด ดังจะเห็นได้จากบริษัทยักษ์ใหญ่ในอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วโลกเริ่มหันมาใช้บริการแบบคลาวด์ ด้วยเหตุนี้ทำให้พฤติกรรมและฟังก์ชันของการประมวลผลแบบคลาวด์มีการเปลี่ยนแปลงไปทุกๆ วัน ซึ่งมีอิทธิพลต่อสถาปัตยกรรมและการจัดหมวดหมู่ของการประมวลผลแบบคลาวด์ตลอดจนบริการต่างๆ อย่างไรก็ตามแม้ว่ามีการพัฒนาและนำไปใช้ในขอบเขตมหาศาลแต่ยังขาดมาตรฐานของบริการการประมวลผลแบบคลาวด์ (Lin และคณะ, 2009) ซึ่งทำให้การประสานงานระหว่างกันเมื่อต้องทำงานในหลายบริการและการโยกย้ายไปยังบริการใหม่ทำได้ยากลำบากนอกจากนี้ยังพบข้อจำกัดบางประการของระบบ เช่น ความสามารถในการสร้าง การรวมกันของระบบการศึกษา และค่าใช้จ่าย เป็นต้น

2.4.6 การประยุกต์เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์กับการศึกษา

บทบาทของการประมวลผลแบบคลาวด์ในระบบการศึกษาก่อให้เกิดผลประโยชน์ต่อหน่วยงานด้านการศึกษาเพราะความต้องการบริการที่ไม่จำเป็นต้องเผชิญกับความยุ่งยากทางเทคโนโลยี ด้วยบริการที่ผู้จัดหาบริการคลาวด์ด้านการศึกษาทำให้เกิดการประมวลผลอัตโนมัติในค่าใช้จ่ายที่ต่ำกว่า และมีผลตอบแทนของการประมวลผลแบบคลาวด์มากกว่า เช่น บริการอีเลิร์นนิ่ง ระบบการศึกษาออนไลน์ ซึ่งสามารถทำให้การประมวลผลแบบคลาวด์เป็นแพลตฟอร์มในที่ได้รับการนิยมนิยมในระบบการศึกษาในปัจจุบัน นอกจากนี้หน่วยงานยังสามารถแบ่งปันโครงสร้างพื้นฐานที่จำนวนระบบขนาดใหญ่ที่ถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันผ่านระบบอีเลิร์นนิ่งที่จัดเตรียมไว้ และด้วยการรวมสถาบันการศึกษาเข้าด้วยกันทำให้ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มการใช้ประโยชน์ได้อย่างอัตโนมัติทำให้ทรัพยากรถูกเรียกใช้เมื่อต้องการ หมายความว่าความพร้อมใช้งานในเวลาจริงสำหรับอาจารย์และนักศึกษา และสนับสนุนบริการส่วนบุคคลจากอุปกรณ์ที่สามารถเข้าถึงอินเทอร์เน็ตแบบใดๆ ก็ได้

2.5 บล็อกเชน

2.5.1 นิยามความหมายของบล็อกเชน

ตามนิยามความหมายของ NIST (Yaga และคณะ, 2018) บล็อกเชนคือบัญชีแยกประเภทดิจิทัลแบบกระจายของทรานแซกชันที่ถูกเข้ารหัสลับซึ่งถูกรวมไว้ในบล็อก ในแต่ละบล็อกมีการเชื่อมโยงกันด้วยการเข้ารหัสลับไปยังบล็อกก่อนหน้าหลังจากมีการตรวจสอบและตัดสินใจยังเสียงฉันทามติ (Consensus) เสร็จเรียบร้อยแล้ว เมื่อบล็อกใหม่ถูกเพิ่มเข้ามา บล็อกเก่าจะยากต่อการแก้ไข บล็อกใหม่จะถูกทำซ้ำผ่านสำเนาทั้งหมดของบัญชีแยกประเภทภายในเครือข่าย และความขัดแย้งใดๆ จะถูกแก้ไขโดยอัตโนมัติด้วยการใช้กฎที่สร้างขึ้น

บล็อกเชนเป็นเครือข่ายแบบกระจายของโหนดคอมพิวเตอร์ที่เก็บฐานข้อมูลหรือบัญชีสาธารณะแบบกระจาย (Distributed ledger) ซึ่งประวัติของทรานแซกชันที่ถูกบันทึกจะถูกประทับเวลา (Timestamped) และจัดโครงสร้างผ่านอัลกอริทึมที่ยังเสียงฉันทามติ (Consensus algorithm) ด้วยคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ของโครงสร้างพื้นฐานของการรักษาความปลอดภัยแบบเข้ารหัส (Cryptographic security) และกุญแจสาธารณะ (Public key) เพื่อพิสูจน์ทราบตัวตน (Authenticate) ตรวจสอบ (Validate) และส่งผ่าน (Transmit) ข้อมูล ดังนั้นจึงเป็นการสร้างความเชื่อถือโดยไม่ต้องมีคนกลาง

2.5.2 ประวัติความเป็นมาของบล็อกเชน

บล็อกเชนเป็นเทคโนโลยีเปลี่ยนโลก (Disruptive technology) ซึ่งถูกนำเสนอขึ้นครั้งแรกในบทความที่ชื่อว่า “Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System” (Nakamoto, 2008) โดยมองบล็อกเชนเป็นโปรโตคอลข้อตกลง (Settlement protocol) ที่สนับสนุนบิตคอยน์ (Bitcoin) ซึ่งเป็นเงินตราดิจิทัลแบบกระจายที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกเป็นครั้งแรก อย่างไรก็ตาม Satoshi Nakamoto ซึ่งเป็นนามแฝงของผู้นำเสนอหลักการบิตคอยน์คนแรก ยังคงเป็นบุคคลลึกลับเพราะยังไม่รู้ว่าใครในปัจจุบัน ถึงแม้ว่าบล็อกเชนจะเริ่มเป็นที่รู้จักในฐานะเงินดิจิทัลครั้งแรกในปี 2008 แต่หลักการที่อยู่เบื้องหลังเทคโนโลยีบล็อกเชนมีมาก่อนหน้านั้นแล้วตั้งแต่ปี 1991 โดยในครั้งนั้นเริ่มมีการใช้แนวคิดห่วงโซ่ลายเซ็น (Signed chain) ของสารสนเทศเพื่อให้แทนบัญชีทั่วไปอิเล็กทรอนิกส์สำหรับเอกสารที่มีลายเซ็นดิจิทัลเพื่อให้ง่ายแก่การแสดงให้เห็นว่าไม่มีเอกสารที่มีลายเซ็นใดในกลุ่มถูกเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ (Narayanan และคณะ, 2016) และเนื่องจากเทคโนโลยีบล็อกเชนเชื่อมโยงอย่างเหนียวแน่นกับบิตคอยน์ ซึ่งมักถูกเหมารวมว่าถูกใช้เพื่อทรานแซกชันทางการเงินเพียงเท่านั้น ทั้งๆ ที่ความเป็นจริงแล้วไม่จำกัดแค่เพียงการถ่ายโอนทางการเงินเพียงอย่างเดียว บทความของ Satoshi Nakamoto ถือเป็นพิมพ์เขียวที่เป็นโครงการการเงินดิจิทัลสมัยใหม่ เพราะหลังจากบิตคอยน์ ก็มีแอปพลิเคชันหลากหลายที่อาศัยหลักการของบล็อกเชน

มีโครงสร้างของเงินอิเล็กทรอนิกส์เกิดขึ้นก่อนหน้าบิตคอยน์มากมาย แต่ไม่ประสบความสำเร็จในการใช้อย่างแพร่หลาย บิตคอยน์ประสบความสำเร็จในความสามารถที่กระตุ้นความสนใจซึ่งสนับสนุนในการใช้งานบล็อกเชนทำให้บิตคอยน์ถูกนำไปใช้ในรูปแบบการกระจาย ดังนั้นไม่มีผู้ควบคุมกระแสเงินคนเดียว และไม่มีจุดผิดพลาดเดี่ยวเกิดขึ้น ข้อได้เปรียบสำคัญคือสามารถส่งทรานแซกชันทางการเงินอิเล็กทรอนิกส์ได้โดยตรงระหว่างผู้ใช้งานโดยไม่ต้องมีบุคคลที่สาม บิตคอยน์ทำให้การปลดปล่อยกระแสเงินใหม่ในรูปแบบที่ผู้ใช้งานเก็บรักษาบล็อกเชนไว้ทำให้ต้นทุนทรานแซกชันต่ำกว่าระบบเดิม การจ่ายเงินให้แก่โหนดที่ขุดเหมือง (Mining node) ทำให้เกิดการบริหารจัดการแบบกระจายของระบบโดยไม่ต้องจัดโครงสร้างในการรักษาระบบ การใช้บล็อกเชนแบบกระจายและใช้การหยั่งเสียงฉันทามติก่อให้เกิดกลไกการรักษาตัวเองและถูกสร้างขึ้นเพื่อประกันว่าจะมีแค่เพียงทรานแซกชันที่เชื่อถือได้เท่านั้นถูกเพิ่มเข้าไปยังบล็อกเชน

บล็อกเชนทำให้ผู้ใช้เหมือนนามปากกา (Pseudonymous) หมายความว่าผู้ใช้เป็นบุคคลนิรนามแต่บัญชีผู้ใช้ไม่ใช่ เพราะทรานแซกชันทั้งหมดสามารถเห็นได้แบบสาธารณะ ซึ่งมีประสิทธิภาพในการทำให้บิตคอยน์มีตัวตนแบบหลอกเพราะบัญชีผู้ใช้สามารถถูกสร้างขึ้นโดยปราศจากการแสดงตัวตนหรือกระบวนการพิสูจน์สิทธิ์ใดๆ และประการสุดท้ายการรักษาการกระจายของบล็อกเชนสร้างระบบด้วยความโปร่งใสอย่างสมบูรณ์แบบ ซึ่งสนับสนุนความเชื่อใจในการใช้งาน และเนื่องจากทรานแซกชันทั้งหมดมีความโปร่งใสภายในระบบ ซึ่งต้องตรวจสอบก่อนที่จะถูกนำรวมกัน ทำให้ลดความสามารถของผู้ใช้ในการจ่ายสองครั้ง (Double Spend) หรือการจ่ายทรัพย์สินเดียวให้แก่ผู้ใช้มากกว่าหนึ่งคน หนึ่งในแง่มุมที่มีค่ามากที่สุดของแอปพลิเคชันที่สร้างบล็อกเชนคือความสามารถทำให้ธุรกิจถูกจัดการด้วยผู้ใช้ที่ไม่น่าเชื่อถือหรือไม่รู้จักกันมาก่อนได้

2.5.3 ส่วนประกอบของบล็อกเชน

จากนิยามความหมายของบล็อกเชนดังกล่าวข้างต้นทำให้สามารถจำแนกส่วนประกอบของบล็อกเชนออกเป็นส่วนๆ ได้ดังต่อไปนี้

2.5.3.1 ทรานแซคชัน (Transaction)

ทรานแซคชันคือรายการบันทึกของการถ่ายโอนทรัพย์สิน เช่น เงินดิจิทัล หน่วยของสินค้าคงคลัง ฯลฯ ระหว่างผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ซึ่งจะบันทึกลงในบัญชีทุกครั้งเมื่อมีการฝากหรือถอนเงิน ทรานแซคชันเดี่ยวโดยทั่วไปต้องการฟิลด์ของสารสนเทศดังต่อไปนี้

2.5.3.1.1 ยอดรวม (Amount) เป็นยอดรวมของทรัพย์สินดิจิทัลที่มีการถ่ายโอน

2.5.3.1.2 ปัจจัยนำเข้า (Input) เป็นรายการของทรัพย์สินดิจิทัลที่ถูกถ่ายโอนซึ่งมูลค่าเท่ากับยอดรวม ข้อสังเกตคือทรัพย์สินดิจิทัลแต่ละรายการมีเอกลักษณ์ไม่ซ้ำกันและอาจมีมูลค่าที่แตกต่างจากทรัพย์สินอื่นๆ ก็ได้ อย่างไรก็ตามทรัพย์สินไม่สามารถถูกเพิ่มหรือถูกยกเลิกจากทรัพย์สินดิจิทัลที่มีอยู่ได้ ในทางตรงข้ามทรัพย์สินดิจิทัลสามารถถูกแบ่งแยกไปสู่ทรัพย์สินดิจิทัลหลายๆ ทรัพย์สินหรือถูกรวมเข้าด้วยกันเพื่อทรัพย์สินดิจิทัลใหม่ได้

2.5.3.1.3 ปัจจัยนำออก (Output) เป็นบัญชีของผู้รับทรัพย์สินดิจิทัล ในแต่ละปัจจัยนำออกกำหนดมูลค่าที่จะถ่ายโอนไปยังเจ้าของคนใหม่ เอกลักษณ์ของเจ้าของคนใหม่ และเซตของเงื่อนไขที่เจ้าของคนใหม่ต้องบรรลุให้ได้ก่อนเพื่อที่จะได้รับมูลค่านั้น ถ้าทรัพย์สินดิจิทัลจัดเตรียมไว้มากกว่าที่ต้องการ ส่วนเกินจะถูกส่งกลับไปยังผู้ส่ง

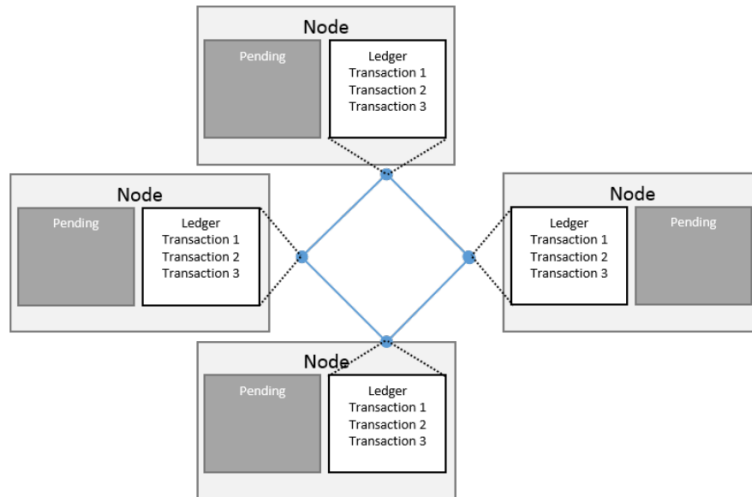
2.5.3.1.4 หมายเลขทรานแซคชันหรือแฮช (Transaction ID/Hash) เป็นตัวจำแนกเอกลักษณ์ของแต่ละทรานแซคชัน บางบล็อกเชนใช้หมายเลข แต่บางบล็อกเชนใช้แฮชของทรานแซคชันมาเป็นตัวจำแนกเอกลักษณ์

2.5.3.2 เทคโนโลยีบัญชีแยกประเภทแบบกระจาย (Distributed ledger technology)

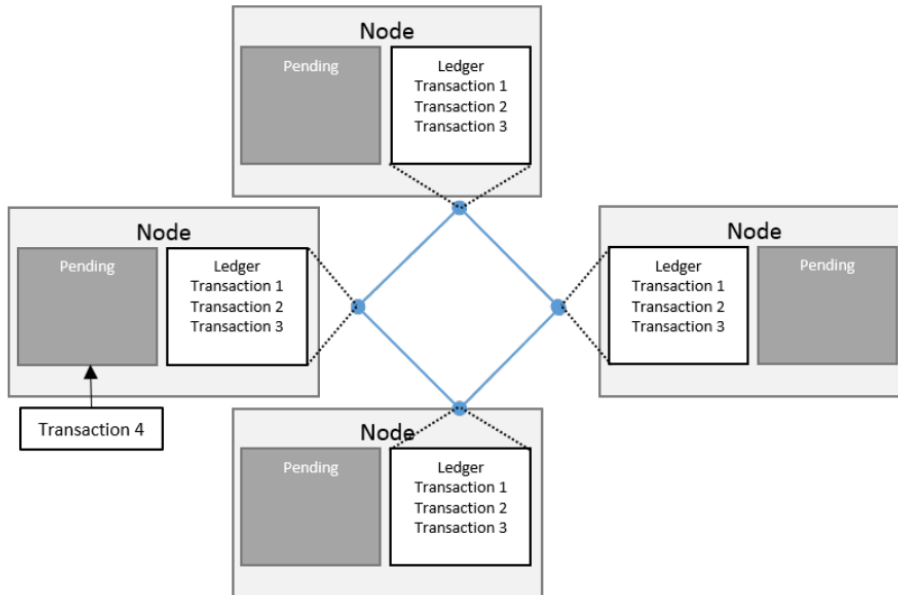
บัญชีแยกประเภทแบบกระจายเป็นไฟล์ดิจิทัลที่ข้อมูลสามารถถูกบันทึกโดยมีการทำซ้ำและแบ่งปันข้ามระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีการเชื่อมโยงกันหรือเซิร์ฟเวอร์ที่มีการกระจายทางภูมิศาสตร์ สิ่งสำคัญคือบัญชีแยกประเภทแบบบล็อกเชนไม่สามารถแก้ไขได้ ซึ่งหมายความว่าประวัติที่บันทึกไม่สามารถเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขได้ และบัญชีแยกประเภทนี้สามารถทำได้เพียงการอัปเดตแล้วส่งต่อไปข้างหน้า เมื่อบัญชีแยกประเภทถูกอัปเดตที่เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องใดเครื่องหนึ่งในเครือข่ายข้อมูลจะถูกทำซ้ำไปยังทุกเครื่องในเครือข่ายทั้งหมด บัญชีแยกประเภทบนระบบกระจายแตกต่างจากระบบแบบรวมศูนย์กลาง แต่ส่วนที่เหมือนกันก็คือยังคงเป็นระบบไคลเอนท์เซิร์ฟเวอร์อยู่เช่นเดิม โดยเซิร์ฟเวอร์ทำตัวเหมือนเป็นศูนย์กลางของสารสนเทศเพื่อที่จะหล่อเลี้ยงเครื่องไคลเอนท์ต่างๆ ตามต้องการ ส่วนในระบบกระจายมีจุดเข้าถึงหลายจุดและไม่ต้องการการจัดการแบบศูนย์กลางเพื่อเข้าถึง นอกจากนี้ระบบกระจายยังมีความยืดหยุ่นต่อระบบล้มหรือการถูกโจมตีมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับระบบแบบรวมศูนย์กลาง

ภาพที่ 2-3 แสดงเครือข่ายอย่างง่ายด้วยโหนดสี่โหนด แต่ละโหนดมีสำเนาทรานแซคชันของบัญชีแยกประเภท ทรานแซคชันใหม่จะถูกส่งไปยังโหนดหนึ่ง ดังภาพที่ 2-4 ซึ่งจะเตือนโหนดที่เหลือของเครือข่ายว่ามีทรานแซคชันใหม่เข้ามาแล้ว ดังภาพที่ 2-5 ณ จุดนี้จะเป็นทรานแซคชันที่หยุดนิ่งและยังไม่ถูกรวมเข้าไปสู่บล็อกภายในบัญชีแยกประเภท และในที่สุดโหนดจะรวมทรานแซคชันใหม่

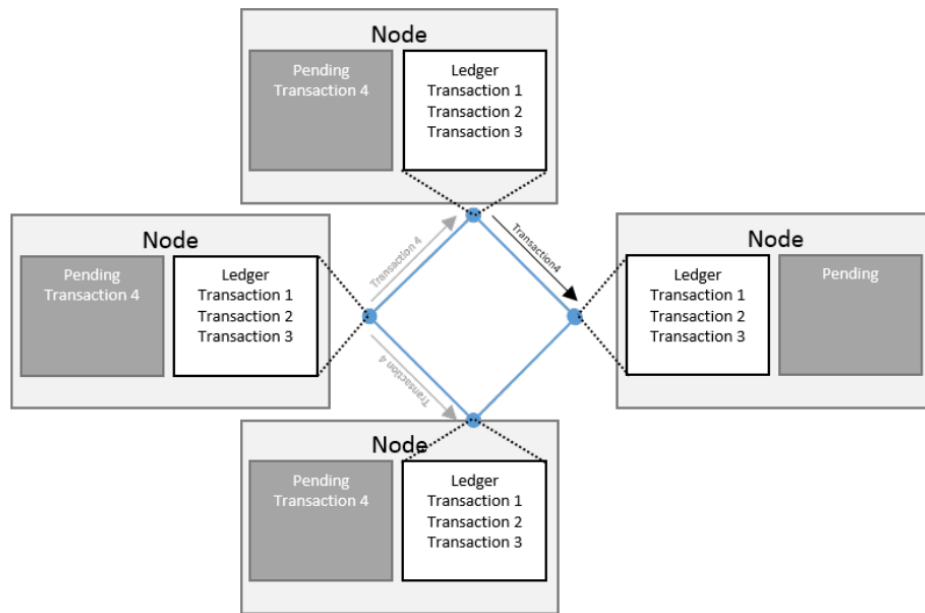
เข้าภายในบล็อกและการที่จะเสร็จสิ้นระบบต้องการวิธีการหยั่งเสียงฉันทามติ ซึ่งบล็อกใหม่จะถูกกระจายไปทั่วระบบและบัญชีทั่วไปทุกบัญชีจะถูกอัปเดตเพื่อรวมทรานแซคชันใหม่เข้าไปดังภาพที่ 2-6



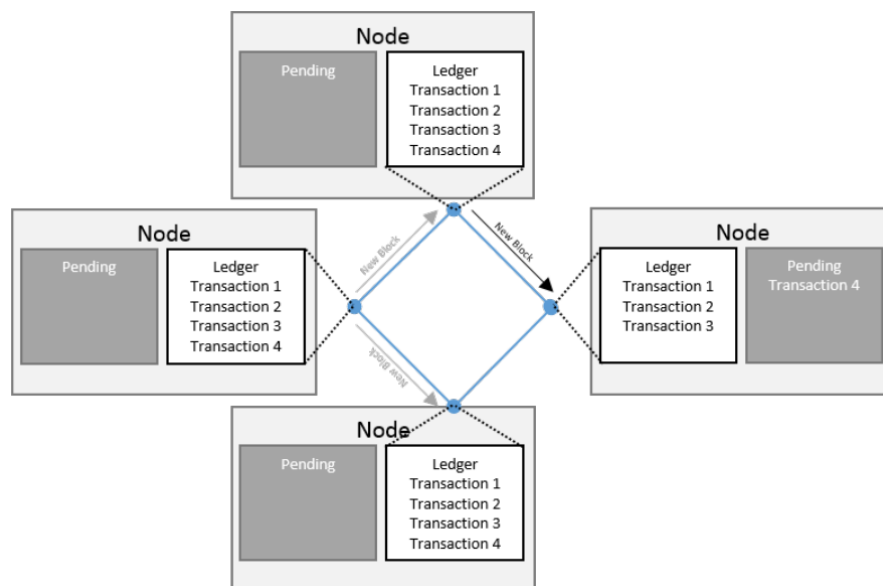
ภาพที่ 2-3 เครือข่ายแบบง่ายที่เก็บรักษาสำเนาของบัญชีแยกประเภททั่วไปข้ามโหนด (Yaga และคณะ, 2018)



ภาพที่ 2-4 ข้อมูลของทรานแซคชัน 4 รอการรวมเข้ากับโหนด (Yaga และคณะ, 2018)



ภาพที่ 2-5 ข้อมูลของทรานแซคชัน 4 ถูกส่งไปยังโหนดต่างๆ ทั่วเครือข่าย (Yaga และคณะ, 2018)



ภาพที่ 2-6 ทรานแซคชัน 4 ถูกรวมเข้าไปยังโหนดต่างๆ ทั่วเครือข่าย (Yaga และคณะ, 2018)

รูปแบบระบบกระจายในบล็อกเชนมีสองรูปแบบคือบล็อกเชนแบบต้องขออนุญาต (Permission blockchain) หรือเรียกอีกอย่างว่าแบบบล็อกเชนแบบส่วนตัว (Private blockchain) กับบล็อกเชนแบบไม่ต้องขออนุญาต (Permissionless blockchain) หรือเรียกอีกอย่างว่าบล็อกเชนแบบสาธารณะ (Public blockchain) ในบล็อกเชนแบบไม่ต้องขออนุญาตทุกคนสามารถเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายและนำส่วนนั้นมาบำรุงรักษาบัญชีสาธารณะ เช่น บล็อกเชนของบิตคอยน์ (Bitcoin)

และอีเธเรียม (Ethereum) เป็นต้น ในทางตรงกันข้ามบล็อกเชนแบบต้องขออนุญาตมีเครือข่ายที่ประกอบด้วยกลุ่มเพื่อน (Parties) ที่น่าเชื่อถือที่ยอมให้มีการบำรุงรักษาบัญชีแยกประเภทร่วมกันได้ ถ้าใครก็ตามต้องการเข้าร่วมเครือข่ายและมีส่วนในการบำรุงรักษาบัญชีสาธารณะและจะต้องขออนุญาตจากผู้เป็นเจ้าของเครือข่ายก่อน เช่น บล็อกเชนของริพเพิล (Ripple) และคอร์ด้า (Corda) เป็นต้น

2.5.3.3 บล็อก (Block)

ผู้ใช้อาจส่งทรานแซกชันคู่แข่งไปยังบัญชีแยกประเภทโดยส่งทรานแซกชันเหล่านี้ไปยังบางโหนดที่มีส่วนร่วมในบล็อกเชน ทรานแซกชันที่ถูกส่งไปจะถูกแพร่กระจายออกไปยังโหนดอื่นๆ ในเครือข่าย แต่ยังไม่ถูกรวมเข้าสู่บล็อกเชน แต่จะรอในคิวหรือแหล่งรวมทรานแซกชันจนกว่าจะถูกเพิ่มเข้าสู่บล็อกเชนโดยโหนดที่ขุดเหมืองซึ่งเป็นเซตย่อยของโหนดที่เก็บรักษาบล็อกเชนโดยการเผยแพร่บล็อกใหม่ๆ ทรานแซกชันจะถูกเพิ่มเข้าสู่บล็อกเชนเมื่อโหนดที่ขุดเหมือง (Mining Node) เผยแพร่บล็อกใหม่แล้ว

บล็อกบรรจุเซตของทรานแซกชันที่มีความถูกต้องสมบูรณ์ (Validity) ซึ่งถูกประกันความถูกต้องสมบูรณ์ด้วยการตรวจสอบว่าผู้จัดหาเงินในแต่ละทรานแซกชันมีการเซ็นรหัสลับในทรานแซกชันหรือไม่ การตรวจสอบนี้เข้าถึงกุญแจส่วนบุคคล (Private Key) ซึ่งถูกเซ็นอยู่บนเงินที่พร้อมใช้ ส่วนโหนดการขุดเหมืองอื่นๆ จะตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์ของทรานแซกชันทั้งหมดในบล็อกที่เผยแพร่และจะไม่ยอมรับบล็อกถ้าบรรจุทรานแซกชันที่ไม่ถูกต้องสมบูรณ์

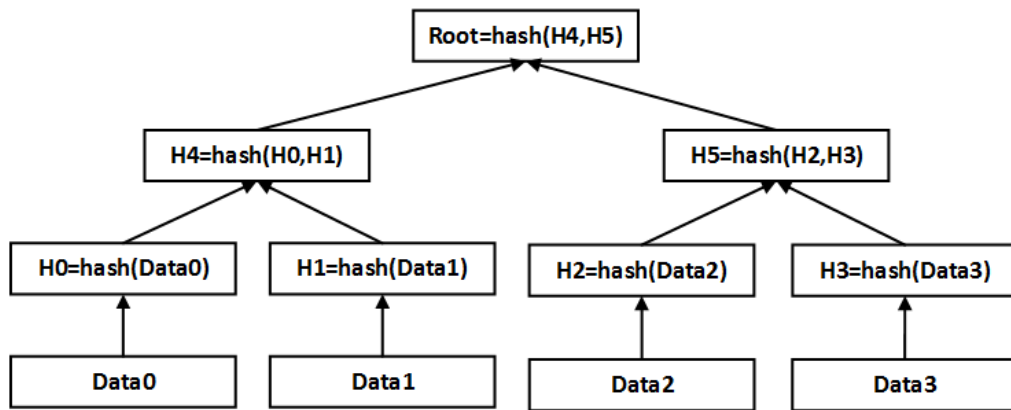
ภายหลังจากการสร้างบล็อก แต่ละบล็อกจะถูกแฮชด้วยการสร้างไดเจสต์ (Digest) ซึ่งแทนค่าบล็อก การเปลี่ยนแปลงแม้เพียงบิตเดียวในบล็อกจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนค่าแฮชทั้งหมด ไดเจสต์ที่ถูกแฮชของบล็อกจะถูกใช้ช่วยปกป้องบล็อกจากการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากโหนดทั้งหมดจะมีสำเนาแฮชของบล็อกและสามารถตรวจสอบเพื่อความมั่นใจว่าบล็อกไม่มีการเปลี่ยนแปลง ฟิลด์ข้อมูลที่รวมตัวกันเป็นบล็อกโดยทั่วไปประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. หมายเลขบล็อก หรือรู้จักกันในชื่อความสูงของบล็อก
2. ค่าแฮชของบล็อกปัจจุบัน
3. ค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้า
4. ค่าแฮชแบบรากต้นไม้เมอร์เคิล (Merkle Tree Root Hash)
5. ค่าประทับเวลา (Timestamp)
6. ขนาดของบล็อก
7. ค่านอนซ์ (Nonce) ซึ่งเป็นตัวเลขที่จัดการโดยโหนดที่ขุดเหมืองเพื่อหาคำตอบค่าแฮชที่ทำให้มีสิทธิ์เผยแพร่บล็อก

8. รายการทรานแซกชันที่ถูกรวมไว้ภายในบล็อก

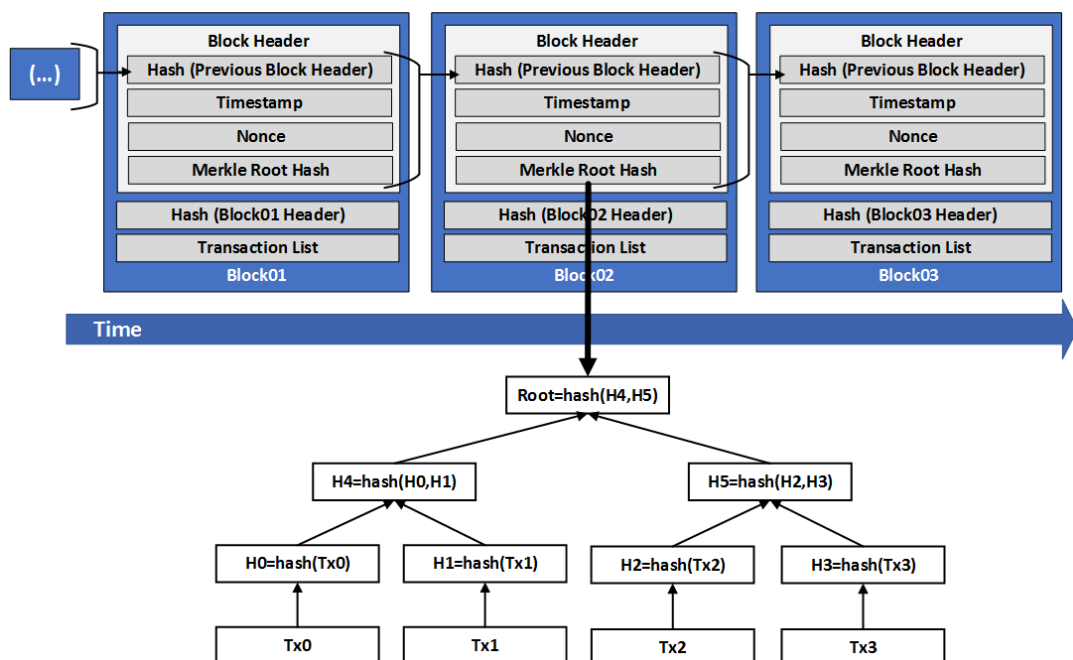
ต้นไม้เมอร์เคิลเป็นโครงสร้างข้อมูลที่เป็นมากกว่าการเก็บแฮชของทุกๆ ทรานแซกชันภายในส่วนหัวของบล็อก ต้นไม้เมอร์เคิลรวมค่าแฮชของข้อมูลเข้าด้วยกันจนกว่าจะเป็นรากเดียว (Singular Root) ที่เรียกว่าแฮชรากต้นไม้เมอร์เคิล รากเป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพซึ่งถูกใช้สรุปรวมทรานแซกชันในบล็อกและตรวจสอบการแสดงตนของทรานแซกชันภายในบล็อก โครงสร้างนี้จะประกันว่าข้อมูลที่

ถูกส่งไปยังเครือข่ายแบบกระจายมีความถูกต้องสมบูรณ์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงแก้ไขใดๆ กับข้อมูลที่ตามมาจะถูกตรวจจับได้และถูกโยนทิ้งไป



ภาพที่ 2-7 ตัวอย่างโครงสร้างของต้นไม้เมอร์เคิล (Yaga และคณะ, 2018)

แถวล่างสุดแสดงการแทนค่าข้อมูลที่จะถูกรวมกัน ซึ่งในกรณีของบล็อกเชนข้อมูลนี้คือทรานแซกชัน แถวที่สองจากล่างแสดงข้อมูลที่กำลังถูกแฮช ข้อมูลที่ถูกแฮชในแถวที่สองจะถูกรวมกันและแฮชยังแถวที่สามจากล่าง ทำยที่สุดแถวบนสุดแสดงแฮชราก ซึ่งรวมแฮช H4 และ H5 เข้าด้วยกัน ซึ่งแฮชรากนี้จะแฮชการรวมกันที่เกิดขึ้นก่อนหน้าทั้งหมด

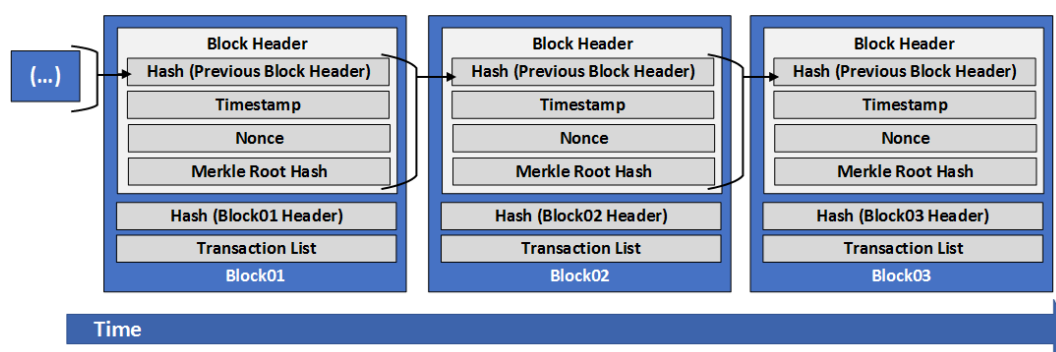


ภาพที่ 2-8 โครงสร้างบล็อกเชนที่มีต้นไม้เมอร์เคิล (Yaga และคณะ, 2018)

ภาพที่ 2-8 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นไม้เมอร์เคลกับบล็อกเชน แถวล่างสุดของต้นไม้บรรจุทรานแซกชันของบล็อกเชน ตั้งแต่ Tx0 ไปจนถึง Tx3 ต้นไม้เมอร์เคลถูกบรรจุไว้ภายในส่วนหัวของบล็อก (Block Header) ซึ่งถูกแฮชและค่าแฮชส่วนหัวของบล็อกจะถูกเก็บไว้ภายในตัวบล็อกเอง และภายในบล็อกถัดไป ลักษณะเช่นนี้ช่วยให้ยากต่อการดัดแปลงแก้ไขทรานแซกชันเพราะต้นไม้เมอร์เคลจะไม่สามารถจับคู่ได้ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงทรานแซกชัน

2.5.3.4 ห่วงโซ่ของบล็อก (Chaining Block)

บล็อกถูกร้อยเข้าด้วยกันเป็นห่วงโซ่ผ่านทางค่าแฮชหัวบล็อกของบล็อกก่อนหน้า ดังนั้นจึงก่อให้เกิดบล็อกเชน ถ้าบล็อกที่ถูกเผยแพร่แล้วก่อนหน้าถูกแก้ไขจะทำให้ค่าแฮชแตกต่างกัน ซึ่งทำให้บล็อกที่ตามมาที่มีค่าแฮชที่แตกต่างกันเนื่องจากการรวมค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้าเอาไว้ สิ่งนี้ทำให้ง่ายต่อการตรวจจับและปฏิเสธการเปลี่ยนแปลงใดๆ ของบล็อกที่เผยแพร่ไปแล้วก่อนหน้า



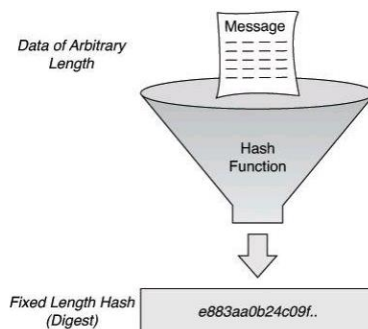
ภาพที่ 2-9 ห่วงโซ่ของบล็อกโดยทั่วไป (Yaga และคณะ, 2018)

2.5.3.5 การรักษาความปลอดภัยด้วยการเข้ารหัส

บล็อกเชนใช้ประโยชน์จากวิทยาการเข้ารหัส (Cryptography science) ในการสร้างความมั่นคง (Security) ความเที่ยงตรง (Validity) การพิสูจน์ทราบตัวตนจริง (Authenticity) และความถูกต้อง (Veracity) โดยทั่วไปบล็อกเชนใช้วิทยาการเข้ารหัสดังต่อไปนี้

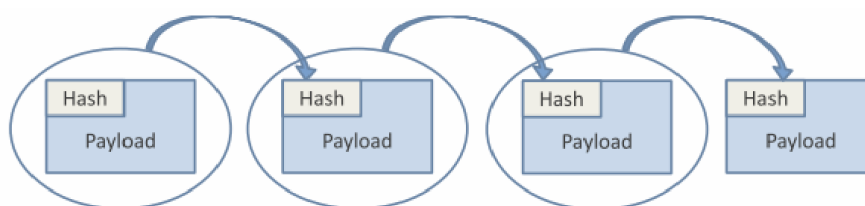
2.5.3.5.1 การแฮชการเข้ารหัส

เป็นวิธีการเข้ารหัสด้วยฟังก์ชันแฮช (Cryptographic hash function) ซึ่งเป็นฟังก์ชันคณิตศาสตร์เชิงกำหนด (Deterministic mathematical function) ที่ทำให้ค่าอินพุตที่แน่นอนจะสร้างเอาต์พุตแบบเดิมเสมอ เพื่อใช้แปลงรูปแบบอินพุตแบบใดก็ได้ ไม่ว่าจะเป็นวิดีโอ เสียง หรือข้อความ ไปสู่สายอักขระตัวเลขที่มีขนาดตายตัว (Fixed-size alphanumeric string) ซึ่งมักเรียกว่า ไดเจสต์ (Digest) หรือค่าแฮช (Hash value) ฟังก์ชันแฮชสามารถใช้สร้างสิ่งที่เรียกว่าลายนิ้วมือดิจิทัล (Digital fingerprint) ซึ่งสามารถใช้เพื่อตรวจสอบสารสนเทศและสร้างลายเซ็นดิจิทัลได้



ภาพที่ 2-10 การเข้ารหัสด้วยฟังก์ชันแฮช (Paquet, 2012)

การแฮชเป็นกลไกที่ถูกใช้สำหรับประกันบูรณภาพของข้อมูล (Data integrity assurance) เพราะการแฮชมีพื้นฐานอยู่บนฟังก์ชันคณิตศาสตร์แบบทางเดียว (One-way mathematical function) ที่ง่ายต่อการคำนวณแต่ยากต่อการทำย้อนกลับ ซึ่งแตกต่างจากการเข้ารหัส (Encryption) ที่เป็นฟังก์ชันคณิตศาสตร์แบบสองทาง (Two-way mathematical function) ที่สามารถเข้ารหัสและถอดรหัสย้อนกลับได้ ด้วยเหตุนี้ฟังก์ชันแฮชจึงมีประโยชน์ในการสร้างความมั่นใจว่าข้อมูลจะไม่ถูกเปลี่ยนแปลงในระหว่างการส่งผ่านข้อมูลในช่องทางการสื่อสาร



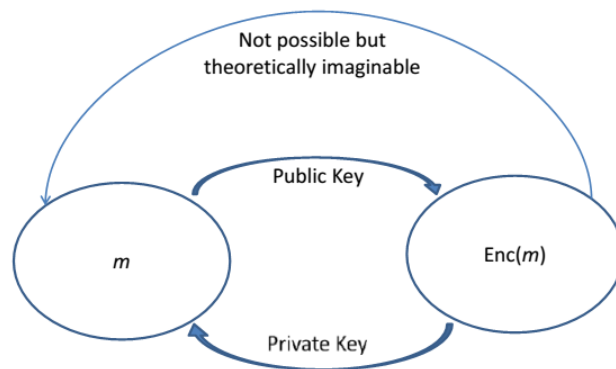
ภาพที่ 2-11 ห่วงโซ่ของแฮชบล็อกในบล็อกเชน (Mazonka, 2017:pp.1)

ภาพที่ 2-11 แสดงให้เห็นถึงห่วงโซ่ของแฮชบล็อกที่ถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันด้วยฟังก์ชันแฮช ในแต่ละบล็อกประกอบด้วยแฮชและเพย์โหลด (Payload) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ถูกขนส่ง ค่าแฮชในแต่ละบล็อกถูกคำนวณมาจากบล็อกก่อนหน้า และเพย์โหลดในแต่ละบล็อกเป็นข้อมูลที่ไม่มีลักษณะ ห่วงโซ่ของแฮชบล็อกเหล่านี้เป็นคุณสมบัติที่สำคัญ เพราะไม่มีข้อมูลสามารถถูกแก้ไขได้ในบล็อกใดก็ตาม โดยไม่ส่งผลกระทบต่อบูรณภาพของบล็อกที่ตามมา ตัวอย่างเช่น ถ้าเพย์โหลดของบล็อกแรกมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้แฮชของบล็อกที่สอง บล็อกที่สาม และบล็อกอื่นๆ เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

2.5.3.5.2 โครงสร้างพื้นฐานของกุญแจสาธารณะ

หมายถึงตำแหน่งที่อยู่สาธารณะ (Public address) และกุญแจส่วนตัว (Private key) ที่ถูกกำหนดให้แก่กระเป๋าสตางค์ดิจิทัล (Digital wallet) ที่ใช้ในบล็อกเชน กุญแจสาธารณะ (Public key) ใช้เป็นที่อยู่ของกระเป๋าสตางค์ที่เฉพาะเจาะจงและเข้ารหัสทรานแซคชันที่สามารถถูกถอดรหัสได้โดยผู้เป็นเจ้าของกุญแจส่วนตัวเท่านั้น

แนวคิดพื้นฐานของกุญแจสาธารณะคล้ายกับฟังก์ชันแฮช คือเป็นการประมวลผลทางเดียว กล่าวคือข้อมูลใดๆ m จะถูกประมวลผลเข้ารหัสด้วยฟังก์ชัน $Enc(m)$ แต่จะมีเพียงคนเดียวที่รู้กุญแจพิเศษที่สัมพันธ์กับการเข้ารหัสซึ่งสามารถประมวลผลด้วยวิธีการย้อนกลับ คือการค้นหา m จาก $Enc(m)$ ซึ่งเรียกระบวนการนี้ว่าการถอดรหัส (Decryption) ซึ่งในการเข้ารหัสด้วยกุญแจสาธารณะ สิ่งแรกสุดที่ต้องทำคือการสร้างคู่ของกุญแจที่เรียกว่า กุญแจสาธารณะ (Public Key) และกุญแจส่วนตัว (Private Key) โดยที่กุญแจสาธารณะถูกใช้ในการเข้ารหัสข้อมูลและสามารถรู้ได้โดยคนทั่วไป ขณะที่กุญแจส่วนตัวถูกใช้ในการถอดรหัสจะต้องถูกเก็บเป็นความลับโดยเจ้าของเท่านั้น



ภาพที่ 2-12 การเข้ารหัสกุญแจสาธารณะและถอดรหัสกุญแจส่วนตัว (Mazonka, 2017: pp.2)

ภาพที่ 2-12 แสดงการเข้ารหัสและถอดรหัสด้วยหัวลูกศรของการประมวลผล ลูกศรที่อยู่ด้านบนสุดแสดงความเป็นไปได้ทางทฤษฎีในการถอดรหัสโดยไม่รู้กุญแจส่วนตัวล่วงหน้า แต่ในความเป็นจริงเป็นไปได้ ตัวอย่างเช่นการเข้ารหัสแบบ RSA ที่อยู่บนพื้นฐานของคณิตศาสตร์ในการหาค่าเลขตัวประกอบที่ใหญ่ที่สุด

2.5.3.5.3 ลายเซ็นดิจิทัล

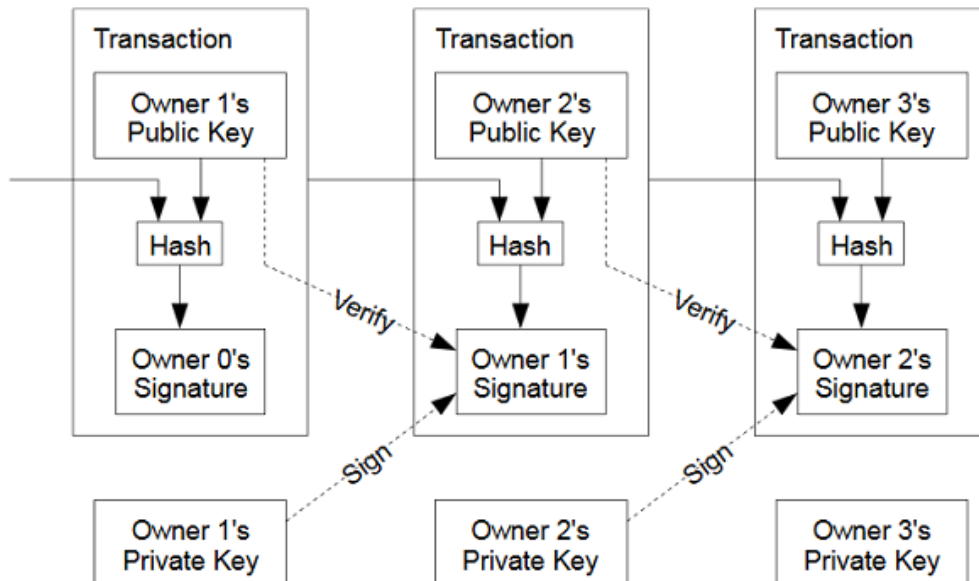
หมายถึงการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการพิสูจน์ทราบตัวตนของข้อความ ลักษณะเดียวกับลายเซ็นที่ใช้ในเอกสารกระดาษที่พิสูจน์ความเป็นเจ้าของเอกสารนั้น ในกรณีของบล็อกเชน กุญแจส่วนตัวถูกใช้ในการเข้ารหัสข้อความสร้างลายเซ็นดิจิทัลเพื่อตรวจสอบโดยใช้กุญแจสาธารณะมาถอดรหัสเพื่อตรวจสอบความตรงกันของเอกสาร

2.5.3.5.4 การถ่ายโอนมูลค่า

ในบล็อกเชนการถ่ายโอนมูลค่าจะเกิดขึ้นแบบจุดต่อจุด (Peer-to-peer) ผ่านบล็อกเชนแทนที่จะใช้คนกลาง เช่น ธนาคาร แบบที่ใช้กันโดยทั่วไป ขั้นตอนการถ่ายโอนมูลค่าเริ่มจากการเริ่มต้นทรานแซกชันโดยการเตรียมที่อยู่สาธารณะที่ต้องการส่งไปยังปลายทาง แล้วใส่มูลค่าลงไปในทรานแซกชันโดยทรานแซกชันนั้นต้องมีการลงลายเซ็นด้วยกุญแจส่วนตัวและลายเซ็นดิจิทัลแล้วกระจายไปยังเครือข่ายเพื่อที่จะได้ถูกตรวจสอบและพิสูจน์ความเที่ยงตรงด้วยกระบวนการหยั่งเสียงฉันทามติ (Consensus) เมื่อได้รับเสียงรับรองส่วนใหญ่ยอดเงินก็จะถูกอัปเดตในที่สุด

2.5.3.5.5 การผสมห่วงโซ่ของแฮชบล็อกกับการเข้ารหัสสาธารณะ

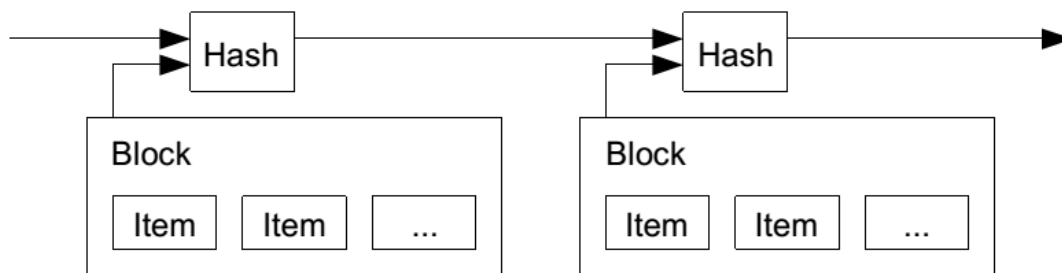
ถ้าบล็อกสุดท้ายบรรจุกุญแจสาธารณะของเจ้าของปัจจุบันและลายเซ็นดิจิทัลของเจ้าของบล็อกคนก่อน ดังนั้นการสร้างบล็อกถัดไปจะต้องการลายเซ็นดิจิทัลของบล็อกปัจจุบันเช่นกัน ซึ่งนั่นก็คือคนที่มีกุญแจส่วนตัว เมื่อสร้างบล็อกใหม่ เจ้าของปัจจุบันบรรจุกุญแจสาธารณะเข้ายังบล็อกถัดไป และเซ็นลายเซ็นในบล็อกนั้น ดังนั้นบล็อกถัดไปจะเป็นเจ้าของโดยใครก็ตามที่เก็บรักษากุญแจส่วนตัวที่สอดคล้องกับบล็อกใหม่ที่เผยแพร่ออกไป



ภาพที่ 2-13 ความสัมพันธ์ระหว่างกุญแจส่วนตัว กุญแจสาธารณะ และแฮช (Nakamoto, 2008: pp.2)

ภาพที่ 2-13 แสดงวิธีการที่กุญแจสาธารณะสามารถถูกนำมาใช้ในห่วงโซ่ของแฮชบล็อก โดยที่กุญแจสาธารณะสามารถปฏิบัติการได้เช่นเดียวกับฟังก์ชันเพื่อรักษาความปลอดภัยในการถ่ายโอนวัตถุทางดิจิทัลใดๆ ซึ่งเรียกว่าโทเคน (Token) สมมติว่าหนึ่งแฮชบล็อกแทนค่าหนึ่งโทเคน ซึ่งดูคล้ายกับการแทนค่าในโลกจริง ผู้เป็นเจ้าของบล็อกสุดท้ายเป็นเจ้าของค่านี้ได้เพราะแค่สามารถส่งผ่านไปให้คนอื่น ๆ อย่างไรก็ตามห่วงโซ่ของแฮชบล็อกเช่นนี้เวลานำไปใช้จำเป็นต้องมีศูนย์กลางซึ่งบล็อกถูกสร้างเก็บ และตรวจสอบได้ เช่นเดียวกับระบบธนาคารที่คอยเป็นศูนย์กลางของทรานแซคชันในปัจจุบัน

วิธีแก้ปัญหของการที่ต้องมีศูนย์กลางคือการใช้เซิร์ฟเวอร์ประทับเวลา (Timestamp Server) ซึ่งทำงานโดยการนำแฮชของบล็อกมาประทับเวลาและเผยแพร่แฮชออกไปสู่สาธารณะ การประทับเวลาจะพิสูจน์ว่าข้อมูลต้องมีอยู่จริง ณ เวลาใดเวลาหนึ่งเพื่อที่จะบรรจุเข้าไปสู่แฮช ในแต่ละเวลารวมทั้งการประทับเวลาก่อนหน้าในแฮชจะรวมตัวเป็นห่วงโซ่ซึ่งแต่ละเวลาที่เพิ่มเข้ามาจะมาเสริมความแข็งแรงให้แก่บล็อกที่มาก่อนหน้านี้นี้มากขึ้นเรื่อยๆ



ภาพที่ 2-14 การนำแฮชบล็อกมาเชื่อมโยงกันด้วยเวิร์ฟเวอร์ประทับเวลา (Nakamoto, 2008: pp.2)

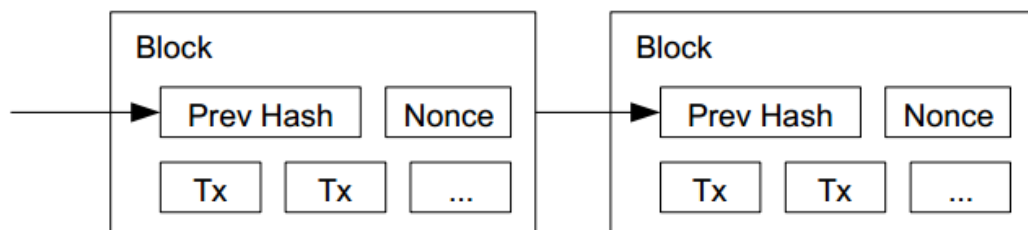
จากภาพที่ 2-14 จะเห็นว่าการทำงานที่แฮชของบล็อกเมื่อนำมาประทับเวลาแล้วกระจายออกสู่สาธารณะจะทำให้ไม่จำเป็นต้องอาศัยคนกลางอีกต่อไป ยิ่งห่วงโซ่มีการเชื่อมต่อยาวเท่าใดยิ่งมีความปลอดภัยของข้อมูลที่อยู่ในบล็อกมากขึ้นเรื่อยๆ

2.5.3.6 การหยังเสียงฉันทามติ (Consensus)

ทรานแซคชันที่ถูกตรวจสอบและพิสูจน์ความเที่ยงตรงจะถูกผนึกเข้าไปยังบล็อกซึ่งมีขนาดไม่เกิน 1 เมกกะไบต์ บล็อกเหล่านี้จะถูกแฮชและเก็บไว้บนบัญชีแยกประเภทสาธารณะและจัดโครงสร้างด้วยวิธีการคล้ายกับการร้อยโซ่ของบล็อกที่แต่ละลำดับของบล็อกบรรจุไปด้วยแฮชของบล็อกก่อนหน้า กลไกหลักที่ขับเคลื่อนลำดับของกระบวนการนี้คือกลไกหรืออัลกอริทึมการหยังเสียงฉันทามติเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical consensus mechanism) ซึ่งเป็นเซตของกฎที่ถูกเขียนโปรแกรมไว้ในโครงสร้างพื้นฐานของบล็อกเชนที่ยอมให้ผลหยังเสียงฉันทามติเป็นเอกฉันท์เกิดขึ้นบนสถานะของบัญชีแยกประเภทสาธารณะ การบังคับกฎเหล่านี้เป็นไปอย่างอัตโนมัติทั้งหมดเพราะเป็นโค้ดของซอฟต์แวร์ที่ถูกโปรแกรมเอาไว้ ยิ่งไปกว่านั้น กลไกการหยังเสียงฉันทามติมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของบล็อกเชน เช่น การพิสูจน์งาน (Proof of work: POW) การพิสูจน์ผลประโยชน์ (Proof of stake: POS) วิธีวนรอบ (Round Robin) วิธีความขัดแย้งและแก้ไขบัญชีแยกประเภท (Ledger Conflict and Resolution) และวิธีแพรคติกัลไบแซนไทน์ฟอลท์ทอเลอแรนซ์ (Practical Byzantine Fault Tolerance: PBFT)

2.5.3.6.1 การพิสูจน์งาน

การพิสูจน์งานเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบค่าเมื่อมีการแฮช เช่น แฮชด้วยอัลกอริทึม SHA-256 การแฮชเริ่มต้นด้วยจำนวนบิตศูนย์ งานเฉลี่ยที่ต้องการมีขนาดเป็นเอ็กโปเนนเชียลของจำนวนบิตศูนย์ที่ต้องการและสามารถตรวจสอบได้โดยการประมวลผลแฮชเดียว การพิสูจน์งานถูกนำไปใช้โดยการเพิ่มค่า Nonce (Number used once) ซึ่งเป็นตัวเลขที่ถูกใช้เพียงครั้งเดียวในบล็อกจนกว่าค่านั้นจะถูกค้นพบซึ่งให้ค่าบิตศูนย์ที่ต้องการกับแฮชของบล็อก ทันทันทีที่หน่วยประมวลผลใช้พลังการประมวลผลไปเพื่อพิสูจน์งาน บล็อกจะไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยไม่ต้องทำงานซ้ำ



ภาพที่ 2-15 ค่าแฮชของบล็อกปัจจุบันสัมพันธ์กับ Nonce ของบล็อกก่อนหน้า (Nakamoto, 2008: pp.3)

การพิสูจน์งานแก้ปัญหาของการกำหนดการแทนค่าในการตัดสินใจด้วยเสียงส่วนมาก ถ้าเสียงส่วนมากอยู่บนพื้นฐานของการลงเสียงด้วยหมายเลขไอพี (IP-address) ก็สามารถถูกหลอกล้างได้โดยใครก็ตามที่สามารถสร้างไอพีได้หลายไอพี การพิสูจน์งานเป็นการออกเสียงด้วยการใช้หนึ่งหน่วยประมวลผลต่อหนึ่งเสียง เสียงส่วนใหญ่ถูกแทนค่าด้วยห่วงโซ่ที่ยาวที่สุดซึ่งต้องใช้ความพยายามพิสูจน์งานอย่างมากที่ต้องลงทุนเข้าไป ถ้าเสียงส่วนใหญ่ของพลังการประมวลผลถูกควบคุมโดยโหนดที่ซื่อสัตย์ ห่วงโซ่ที่ซื่อสัตย์ก็จะเติบโตอย่างรวดเร็วและแซงหน้าห่วงโซ่คู่แข่งไปได้ ในการแก้ไขบล็อกที่ผ่านเข้ามาผู้เข้ามาโจมตีจะต้องทำซ้ำการพิสูจน์งานของบล็อกและบล็อกที่อยู่เบื้องหลังทั้งหมด ซึ่งต้องพบกับการทำงานที่มากกว่าโหนดที่ซื่อสัตย์และในที่สุดจะช้าลงเรื่อยๆ แบบเอ็กโปเนนเชียลเมื่อมีการเพิ่มบล็อกใหม่เข้าไป

2.5.3.6.2 การพิสูจน์ผลประโยชน์

การพิสูจน์ผลประโยชน์เป็นกลุ่มของอัลกอริทึมที่ยังเสียงฉันทามติสำหรับบล็อกเซนสาธารณะที่ขึ้นอยู่กับผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของผู้ตรวจสอบในเครือข่าย ซึ่งแตกต่างจากการพิสูจน์งานที่อัลกอริทึมให้รางวัลแก่ผู้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อเป้าหมายในการตรวจสอบทรานแซคชันและสร้างบล็อกใหม่ แต่ในการพิสูจน์ผลประโยชน์ผู้สร้างบล็อกใหม่จะถูกเลือกแบบเชิงกำหนดขึ้นอยู่กับความร่ำรวยที่เรียกว่าผลประโยชน์โดยไม่มีรางวัลจากบล็อกแต่ได้ค่าธรรมเนียมจากทรานแซคชันแทน

อัลกอริทึมของการพิสูจน์ผลประโยชน์ คือบล็อกเซนจะติดตามกลุ่มผู้ตรวจสอบ ใครที่ถือเงินคริปโตจะสามารถเป็นผู้ตรวจสอบได้โดยส่งทรานแซคชันชนิดพิเศษที่จะล็อกเงินฝากเอาไว้ เมื่อกระบวนการสร้างและยอมรับบล็อกใหม่เสร็จสิ้นผ่านอัลกอริทึมที่ยังเสียงฉันทามติ เงินฝากที่ล็อกเอาไว้จะคืนสู่ผู้ตรวจสอบพร้อมค่าธรรมเนียม

มีอัลกอริทึมที่ยังเสียงฉันทามติอยู่มากมายในการพิสูจน์ผลประโยชน์ แต่มีสองประเภทใหญ่ๆ ที่นิยมใช้คือการพิสูจน์ผลประโยชน์แบบเชนเบส (Chain-based) และบีเอฟที (BFT)

การพิสูจน์ผลประโยชน์แบบเชนเบส เป็นอัลกอริทึมการสุ่มเทียม (Pseudo-randomly) เพื่อเลือกผู้ตรวจสอบในระหว่างแต่ละช่วงเวลา เช่น ทุกๆ 10 วินาที และกำหนดให้ผู้ตรวจสอบมีสิทธิ์ที่จะสร้างบล็อกเดี่ยวและบล็อกนี้ต้องชี้ไปยังบางบล็อกใดๆ ก่อนหน้าและเมื่อเกินเวลาบล็อกส่วนใหญ่จะบรรจบไปยังห่วงโซ่เดียวอย่างต่อเนื่อง

การพิสูจน์ผลประโยชน์แบบบีเอฟที ผู้ตรวจสอบจะได้รับสิทธิ์ในการนำเสนอบล็อกอย่างสุ่ม แต่การตกลงว่าบล็อกใดเป็นที่ยอมรับจะกระทำผ่านกระบวนการหลายรอบเมื่อผู้ตรวจสอบทั้งหมดส่ง

คะแนนเสียงเพื่อบล็อกบางบล็อกในแต่ละรอบ และเมื่อถึงจุดสิ้นสุดของกระบวนการ ผู้ตรวจสอบทั้งหมดจะตัดสินใจเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยว่าบล็อกใหม่จะเป็นส่วนหนึ่งของห่วงโซ่หรือไม่ ข้อสังเกตคือบล็อกยังคงอยู่ในห่วงโซ่เดียวกัน ความแตกต่างที่เห็นได้ชัดคือการหยั่งเสียงฉันทามติบนบล็อกสามารถมาภายในหนึ่งบล็อก และไม่ขึ้นอยู่กับขนาดความยาวของห่วงโซ่ที่มาต่อท้าย

การพิสูจน์ผลประโยชน์มีข้อได้เปรียบกว่าการพิสูจน์งานหลายประการ ดังนี้

1. ไม่จำเป็นต้องบริโภคปริมาณไฟฟ้าเป็นจำนวนมากเพราะไม่ต้องใช้พลังหน่วยประมวลผลไปคำนวณค่าทางคณิตศาสตร์เพื่อจะได้รางวัล
2. ไม่จำเป็นต้องแจกจ่ายเหรียญใหม่ๆ เป็นจำนวนมากเพื่อที่จะดึงดูดผู้มีส่วนร่วมให้ยังคงอยู่ในเครือข่ายเพราะไม่ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นปริมาณมาก
3. เปิดกว้างสำหรับเทคนิคต่างๆ ที่ใช้การออกแบบกลไกของทฤษฎีเกมเพื่อกำจัดการรวมหัวกันรวมศูนย์กลาง ซึ่งเกิดขึ้นเสมอในโลกการทำเหมืองในการพิสูจน์งาน
4. ลดความเสี่ยงจากการรวมศูนย์กลาง เพราะไม่เกิดการประหยัดต่อขนาด หมายความว่าลงทุนมากแต่ได้ผลตอบแทนน้อย

2.5.3.6.3 วิธีวนรอบ

ในบางระบบบล็อกเชนมีระดับของความเชื่อถือระหว่างโหนดที่ขุดเหมือง ในกรณีเช่นนี้จึงไม่มีความจำเป็นต้องมีกลไกการหยั่งเสียงฉันทามติที่ซับซ้อนเพื่อตัดสินว่าผู้มีส่วนร่วมคนใดเพิ่มบล็อกใหม่เข้ามาในห่วงโซ่ รูปแบบการหยั่งเสียงฉันทามตินี้มักถูกใช้สำหรับบล็อกเชนส่วนตัวและเรียกว่าวิธีวนรอบ ซึ่งโหนดจะผลัดกันสร้างบล็อก ในการจัดการกับสถานการณ์ที่โหนดขุดเหมืองไม่พร้อมเมื่อมีการผลัดเปลี่ยนกัน ระบบอาจต้องรวมเอาองค์ประกอบของการสุ่มเพื่อให้โหนดพร้อมใช้ในการเผยแพร่บล็อกเพื่อให้โหนดที่ไม่พร้อมใช้ไม่เกิดปัญหาหยุดชะงักในการผลิตบล็อก รูปแบบนี้จะประกันว่าไม่มีโหนดใดโหนดหนึ่งสร้างบล็อกเพียงโหนดเดียว ซึ่งเป็นข้อได้เปรียบจากวิธีการที่ตรงไปตรงมาไม่ซับซ้อน นอกจากนี้ไม่ต้องแก้ไขการเข้ารหัสลับและต้องการพลังงานต่ำอีกด้วย

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความต้องการระดับความน่าเชื่อถือในหมู่โหนดต่างๆ วิธีการวนรอบจึงไม่สามารถทำงานได้ดีในเครือข่ายที่ไม่ต้องขออนุญาต (Permissionless) แบบเปิดซึ่งถูกใช้โดยบล็อกเชนเงินคริปโตส่วนใหญ่ เพราะโหนดประสงค์ร้ายสามารถเพิ่มโหนดที่ใช้เพิ่มโอกาสในการล้มล้างเครือข่ายอย่างต่อเนื่อง

2.5.3.6.4 วิธีแพรคติคัลไบแซนไทน์ฟอลท์ทอเลอแรนซ์ (Practical Byzantine Fault Tolerant : PBFT)

แพรคติคัลไบแซนไทน์ฟอลท์ทอเลอแรนซ์เป็นการออกแบบความสามารถเครือข่ายความทนทานต่อความบกพร่องแบบไบแซนไทน์ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมิเกล คัสโตร และบาบารา ลิสคอฟในปี 1999 (Castro และ Liskov, 1999) อัลกอริทึมของ PBFT ใช้การทำสำเนาเซิร์ฟเวอร์และการโต้ตอบกับไคลเอนท์แบบประสานเวลา (Synchronizing) กับสำเนาของเซิร์ฟเวอร์ PBFT สามารถประกันความทนทานของเครือข่ายในขณะที่มีการประมวลผลโอเปอเรชันนับพันต่อวินาทีด้วยเวลารอคอยที่น้อยมาก ซึ่งความสามารถนี้มีความสำคัญต่อเครือข่ายแบบกระจายเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของข้อมูลผิดพลาดและไม่ถูกต้องที่ถูกส่งโดยโหนดหลอกลวงหรือโหนดที่เสียหาย อย่างไรก็ตามถ้าไม่มีการ

ทำฉันทามติ (Consensus) ที่มากพอในโหนดต่างๆ เครือข่ายนั้นก็ยังไม่ถือว่ามีความทนทานต่อความบกพร่องแบบไบแซนไทน์

ปัญหาของนายพลไบแซนไทน์ (Byzantine Generals' Problem) ได้ถูกนำมาคิดหาวิธีแก้ไขที่แตกต่างกันในหลากหลายแหล่ง แต่ความหมายยังคงเหมือนเดิม ปัญหาที่มีอยู่ในคันท่อนสมรภูมิครั้งใหญ่ กองทัพของอาณาจักรไบแซนไทน์ประกอบด้วยกองทหารจำนวน n กอง แต่ละกองบังคับบัญชาโดยนายพลของตนเอง และในกองทัพก็มีผู้บัญชาการสูงสุดซึ่งนายพลต้องเชื่อฟัง ในเวลานั้นอาณาจักรไบแซนไทน์กำลังเสื่อมถอย มีนายพลบางคนหรือแม้แต่ผู้บัญชาการสูงสุดเองอาจเป็นคนทรยศที่มุ่งทำลายไบแซนไทน์ นายพลหนึ่งคนจะรับคำสั่งให้ปฏิบัติการ ณ เวลา 10 โมงเช้าว่า “โจมตี” หรือ “ถอยทัพ” ผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นในสมรภูมิคือ

1. ถ้าทหารทุกคนศรัทธาในตัวนายพลแล้วโจมตีจะทำลายศัตรูได้ (ผลลัพธ์เชิงบวก)
2. ถ้าทหารทุกคนเชื่อมั่นในตัวนายพลแล้วถอยทัพจะยังคงมีศัตรูอยู่ (ผลลัพธ์กลางๆ)
3. ถ้านายพลบางคนโจมตีและบางคนถอยทัพ ศัตรูจะทำลายกองทัพทั้งหมดของอาณาจักรไบแซนไทน์ (ผลลัพธ์เชิงลบ)

อย่างไรก็ตามถ้าคำสั่งอยู่ในมือของผู้บัญชาการสูงสุดที่ทรยศ เขาจะสร้างคำสั่งปลอมที่ตรงข้ามเพื่อมุ่งทำลายกองทัพ ดังนั้นนายพลไม่เชื่อในคำสั่งนั้นจะดีกว่า และถ้านายพลตัดสินใจเองโดยอิสระอาจทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ต่ำมากก็ได้ ดังนั้นนายพลต่างๆ ต้องมีการแลกเปลี่ยนข่าวสารในระหว่างกันเพื่อหาข้อยุติร่วมกัน

ผลของการแลกเปลี่ยนข่าวสารกัน นายพลที่ภักดีต้องได้รับเวกเตอร์ของจำนวนเต็มความยาว n ซึ่งสมาชิกต้องเท่ากับจำนวนที่แท้จริงของกองทัพ (ถ้านายพลภักดี) หรือได้รับข้อมูลปลอมเป็นจำนวนเท่ากับกองทัพ (ถ้านายพลทรยศ) ในขณะเดียวกันเวกเตอร์ที่ได้รับจากนายพลที่ภักดีควรเหมือนกันทุกประการ แม้ว่าข่าวสารจากกองทัพศัตรูจะไม่เหมือนกันก็ตาม

ทุกๆ โหนดในโมเดลของ PBFT ถูกเรียงลำดับไว้แล้ว ดังนั้นจึงไม่ต้องมีศูนย์กลางในเครือข่ายทุกๆ โหนดสามารถสื่อสารซึ่งกันและกัน ระบบนี้ช่วยให้เครือข่ายรักษาการทำฉันทามติบนสถานะปัจจุบันของระบบได้ท่ามกลางโหนดต่างๆ โหนดต้องโต้ตอบกันอย่างใกล้ชิด เครือข่ายของ PBFT ต้องการเครือข่ายที่ตรวจสอบเมสเสจจากโหนดอื่นๆ และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของเมสเสจรวมทั้งไม่ถูกเปลี่ยนแปลงค่าอีกด้วย

แลมพอร์ทและคณะ (Lamport, 1992) ได้พิสูจน์ว่าในระบบที่มีโพรเซสเซอร์ทำงานผิดพลาด (นายพลทรยศ) จำนวนเท่ากับ m ก็มีความเป็นไปได้ที่จะบรรลุข้อตกลงในจำนวน $2m+1$ ของจำนวนโพรเซสเซอร์ที่ทำงานถูกต้อง (นายพลผู้ภักดี) หมายความว่ามากกว่าสองในสามของจำนวนโพรเซสเซอร์ทั้งหมดยังคงเชื่อถือได้ ดังนั้นเครือข่าย PBFT ได้นำแนวคิดของแลมพอร์ทไปใช้และสร้างสมมติฐานว่าสองในสามของเครือข่ายมีความภักดี ถ้ามากกว่าหนึ่งในสามของโหนดในเครือข่ายหลอกลวงก็มีความเป็นไปได้ว่าเกิดความเสียหายต่อการถูกโจมตี

แลมพอร์ทและคณะ (Lamport, 1992) ได้พิสูจน์ว่าในระบบที่มีโพรเซสเซอร์ทำงานผิดพลาด (นายพลทรยศ) จำนวนเท่ากับ m ก็มีความเป็นไปได้ที่จะบรรลุข้อตกลงในจำนวน $2m+1$ ของจำนวนโพรเซสเซอร์ที่ทำงานถูกต้อง (นายพลผู้ภักดี) หมายความว่ามากกว่าสองในสามของจำนวนโพรเซสเซอร์ทั้งหมดยังคงเชื่อถือได้ ดังนั้นเครือข่าย PBFT ได้นำแนวคิดของแลมพอร์ทไปใช้และสร้างสมมติฐานว่าสองในสามของเครือข่ายมีความภักดี ถ้ามากกว่าหนึ่งในสามของโหนดในเครือข่ายหลอกลวงก็มีความเป็นไปได้ว่าเกิดความเสียหายต่อการถูกโจมตี

ในเครือข่าย PBFT ไม่มีความจำเป็นต้องตรวจสอบแต่ละทรานแซกชันเพราะในทุกโหนดของเครือข่ายทำฉันทามติบนสถานะรวมของเครือข่ายแล้ว ในการทำ PBFT มีความต้องการประมวลผลน้อยกว่าวิธีการอื่นของบล็อกเชน ดังนั้นจึงต้องการพลังงานน้อยกว่า อย่างไรก็ตาม PBFT ต้องการการสื่อสารระหว่างโหนดต่างๆ ในระดับสูง ซึ่งนำไปสู่ข้อจำกัดในรูปของขนาดเครือข่ายที่สามารถควบคุม

ได้อย่างเหมาะสมใน PBFT เครือข่ายที่มีขนาดเล็กย่อมง่ายต่อการถูกโจมตี ซึ่งการโจมตีกระทำโดยการปลอมแปลงข้อมูลเป็นจำนวนมากในเครือข่ายเพื่อให้เกินหนึ่งในสามของเครือข่าย

2.6 สถาปัตยกรรมองค์กร

สถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ (Information System Architecture: ISA) เป็นส่วนหนึ่งของสถาปัตยกรรมและความสัมพันธ์ของรูปแบบสำหรับองค์กร ระดับของสถาปัตยกรรมสามารถจำแนกออกได้ 3 ระดับ (Vasconcelos และคณะ, 2003) ได้แก่

ระดับที่ 1 สถาปัตยกรรมวิสาหกิจ (Enterprise Architecture)

ระดับที่ 2 สถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ (Information System Architecture)

ระดับที่ 3 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ (Software Architecture)

การศึกษาในสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับวิธีการที่จะทำให้โปรแกรมหรือองค์ประกอบของแอปพลิเคชันถูกสร้างขึ้นภายใน ซึ่งในระดับนี้จะพิจารณาออบเจกต์และคลาสที่จำเป็นเพื่อสร้างซอฟต์แวร์ ในการประเมินสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ใดๆ สามารถทำได้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อเปรียบเทียบและจำแนกจุดแข็งและจุดอ่อนในสถาปัตยกรรมที่แตกต่างกันในระหว่างขั้นตอนการออกแบบ นอกจากนี้ยังสามารถใช้การประเมินสถาปัตยกรรมเพื่อบำรุงรักษาระบบ ปัจจุบันรูปแบบการประเมินสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์สามารถแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม ได้แก่ แบบเชิงประสบการณ์ (Experience-based) แบบเชิงการจำลอง (Simulation-based) แบบเชิงตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical modelling based) และแบบเชิงทัศนภาพ (Scenario-based) ในการประเมินแต่ละแบบจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ดังนั้นการนำมาใช้งานจึงต้องพิจารณาตามความเหมาะสมของซอฟต์แวร์ตลอดจนสภาพแวดล้อมในการพัฒนาที่แตกต่างกัน

ในส่วนสถาปัตยกรรมวิสาหกิจเป็นกลุ่มของรูปแบบที่นิยามเพื่อสร้างภาพการยึดเหนี่ยวและสามารถเข้าใจได้ของวิสาหกิจ รูปแบบสามารถนิยามมุมมองจากสิ่งที่บริษัทพิจารณา การเพ่งความสนใจไปยังแง่มุมบางส่วนและละเว้นส่วนอื่นๆ เพื่อลดความซับซ้อน ดังนั้นรูปแบบของบริษัทสามารถบรรจุแผนภาพกิจกรรม กระบวนการ สารสนเทศ และพฤติกรรมของบริษัทเป็นจำนวนมากได้ และสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศจะบรรยายการแทนค่าของโครงสร้างองค์ประกอบระบบสารสนเทศ ความสัมพันธ์ หลักการและคำแนะนำต่างๆ ด้วยเป้าหมายหลักของการธุรกิจที่สนับสนุน

ในช่วงทศวรรษที่ 1980 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์และสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศถูกพิจารณาว่าเป็นสิ่งเดียวกัน จนกระทั่งในช่วงสิบปีที่ผ่านมาเกิดความต้องการจัดการกับแนวคิดเกี่ยวกับคำอธิบายการสร้างระบบภายในที่มีอยู่มากมาย Zachman framework ให้นิยามความแตกต่างเป็นครั้งแรก ตามมาด้วย IEEE ที่กล่าววาระดับของสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศควรอยู่สูงกว่าสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ ดังนั้นสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศจึงแยกออกจากการแทนค่าและวิธีการวิเคราะห์ซอฟต์แวร์ เช่น แผนภาพ E-R หรือแผนภาพ DFD เป็นต้น และเป็นการนำเสนอการซ่อนรายละเอียดของระบบภายในและกระบวนการทางธุรกิจขององค์กรที่สนับสนุน ซึ่งสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศแบ่งออกเป็นสามประเด็น โดยนิยามออกเป็นสามสถาปัตยกรรมย่อย ได้แก่

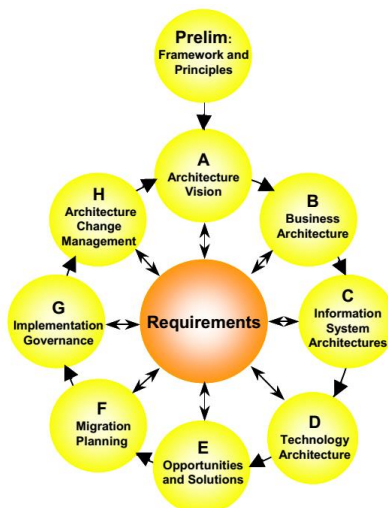
1. สถาปัตยกรรมสารสนเทศหรือสถาปัตยกรรมข้อมูล (Informational/Data Architecture) ระดับนี้แทนค่ารูปแบบข้อมูลหลักที่สนับสนุนธุรกิจ

2. สถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน (Application Architecture) ระดับนี้นิยามความต้องการในการประยุกต์เพื่อจัดการข้อมูลและสนับสนุนธุรกิจ

3. สถาปัตยกรรมเทคโนโลยี (Technological Architecture) ระดับนี้แทนค่าเทคโนโลยีหลักที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชันและโครงสร้างพื้นฐานที่จัดเตรียมสภาพแวดล้อมสำหรับนำระบบสารสนเทศไปใช้งาน

ในการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวทางของกรอบการดำเนินงานการออกแบบสถาปัตยกรรมวิสาหกิจที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันที่เรียกว่า TOGAF (The Open Group Architecture Framework) มาใช้เพื่อทำให้สถาปัตยกรรมระบบได้มาตรฐานสากล กรอบการดำเนินงานของสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ (Enterprise architecture framework) คือการสร้างระบบสารสนเทศที่รวมเอาหลักการและแนวปฏิบัติเข้าไว้ด้วยกัน TOGAF เป็นหนึ่งในกรอบการดำเนินงานของสถาปัตยกรรมมาตรฐานที่จัดเตรียมแนวทางในการออกแบบ การวางแผน การนำไปใช้จริง และการกำกับดูแลสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ กรอบการดำเนินงานของ และประกันความสอดคล้องของความเข้าใจ ตลอดจนการหลีกเลี่ยงความตึงเครียดในวิธีการของผู้เป็นเจ้าของ การประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย และการตรวจสอบอัตราการลงทุนได้

TOGAF พัฒนาเวอร์ชันแรก (TOGAF 1.0) ในปี 1995 อยู่บนพื้นฐานของ TAFIM (Technical Architecture Framework for Information Management) ในทศวรรษที่ 1980 ของกระทรวงกลาโหมสหรัฐอเมริกา และพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันเป็นเวอร์ชัน TOGAF 9.1 และสามารถใช้งานได้ฟรีสำหรับองค์กรที่ไม่ใช่เพื่อการค้า มาตรฐาน TOGAF ได้รวมเอากรอบงานของเนื้อหา (Content framework) เพื่อขับเคลื่อนความสอดคล้องของเอาต์พุตที่ถูกสร้างเมื่อทำตามวิธีการพัฒนาสถาปัตยกรรม (Architecture Development Method: ADM) กรอบงานของเนื้อหาใน TOGAF ได้จัดเตรียมรายละเอียดงานสถาปัตยกรรมโดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนตามภาพที่ 2-13



ภาพที่ 2-16 โครงสร้างของวิธีการพัฒนาสถาปัตยกรรม ADM (Blevins, Spencer และ Waskiewicz, 2004)

วิธีการพัฒนาสถาปัตยกรรม (Architecture Development Method: ADM) ตามกรอบงาน TOGAF เป็นคำอธิบายวิธีการเพื่อพัฒนาและจัดการวงจรการพัฒนาสถาปัตยกรรมวิสาหกิจและสร้างแกนของ TOGAF ซึ่งประกอบด้วย (1) มุมมองสถาปัตยกรรมสี่ประการได้แก่ ด้านธุรกิจ ด้านข้อมูล ด้านแอปพลิเคชัน และ ด้านเทคโนโลยี (2) ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับเครื่องมือในการพัฒนา (3) กรณีศึกษา (4) วิธีการจัดการความต้องการ ADM รวมคำอธิบายของ TOGAF เพื่ออธิบายเป็นเอกสารเพื่อความสำเร็จทางธุรกิจและความต้องการทางเทคโนโลยีสารสนเทศของวิสาหกิจ (Blevin, Spencer และ Waskiewicz, 2004)

ADM ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการความต้องการทั้งหมด 9 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนเตรียมการ (Preliminary)

ขั้นตอน A วิสัยทัศน์ของสถาปัตยกรรม (Architecture vision)

ขั้นตอน B สถาปัตยกรรมธุรกิจ (Business architecture)

ขั้นตอน C สถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ (Information system architecture)

ขั้นตอน D สถาปัตยกรรมเทคโนโลยี (Technology architecture)

ขั้นตอน E โอกาสและแนวทางแก้ปัญหา (Opportunity and solution)

ขั้นตอน F การวางแผนโยกย้าย (Migrating planning)

ขั้นตอน G การกำกับดูแลการนำไปใช้จริง (Implementation governance)

ขั้นตอน H การจัดการการเปลี่ยนแปลงของสถาปัตยกรรม (Architecture change management)

2.7 ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

ตลาดแรงงานดิจิทัลมีการขยายตัวอย่างรวดเร็วและมีการเชื่อมโยงบริษัทและผู้รับจ้างทั่วโลก (Horton, Kerr และ Stanton, 2017) แรงงานดิจิทัลถูกพัฒนาขึ้นจากสมรรถนะที่หลากหลายในรูปของการปฏิสัมพันธ์กับเทคโนโลยีที่อาจนำมาใช้ในการทำงานได้ สมรรถนะที่เห็นได้ชัดเจนที่สุดคือ ความเชี่ยวชาญและบรรลุความต้องการอย่างง่ายดายโดยใช้เทคโนโลยี ซึ่งมักใช้คำว่าความคล่องแคล่วทางดิจิทัล (Digital fluency) (Briggs และ Makice, 2012) ความคล่องแคล่วทางดิจิทัลขึ้นอยู่กับความรู้ต่างๆ ในการใช้โปรแกรมหรือแอปพลิเคชันพื้นฐาน และสมรรถนะของแรงงานดิจิทัลนั้นขึ้นอยู่กับความคล่องแคล่วทางดิจิทัลอีกระดับหนึ่ง ในขณะที่แรงงานดิจิทัลนำมาซึ่งสมรรถนะสำคัญต่อสถานประกอบการ ความแพร่หลายของเทคโนโลยีในชีวิตประจำวันของพนักงานลูกจ้างก็ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาและการแสดงออกซึ่งเอกลักษณ์ส่วนบุคคล ความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และวิธีการประสานงานที่มีความหมายสำคัญต่อองค์กรด้วย (Colbert, Yee และ George, 2016)

งานดิจิทัลเป็นการรวมกันเป็นโครงสร้างของประสบการณ์มนุษย์ด้วยความช่วยเหลือของมันสมองของมนุษย์และสื่อดิจิทัลเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ และแรงงานดิจิทัลเป็นมิติของการเพิ่มค่าของต้นทุนในงานดิจิทัล นอกจากนี้ยังพบว่าแรงงานดิจิทัลที่คุ้นเคยกับการใช้เทคโนโลยีเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้จะทำให้องค์กรมีต้นทุนต่ำในการช่วยเหลือพนักงานเพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในการทำงาน (Kraiger และ Ford, 2006) ในปัจจุบันแรงงานดิจิทัลเป็นแนวคิดสำคัญในการอภิปรายภายใต้ขอบเขตเศรษฐกิจและการเมืองบนอินเทอร์เน็ต ซึ่งหัวข้อที่มีการถกเถียงสำคัญก็คือรูปแบบของการ

ประสานแพลตฟอร์มอินเทอร์เน็ตที่อยู่บนรากฐานของการใช้ประโยชน์จากแรงงานที่ไม่ต้องจ่ายค่าจ้างของผู้ใช้ที่สร้างสรรค์เนื้อหาบนบล็อก เครือข่ายสังคมออนไลน์ วิกี ไมโครบล็อก เป็นต้น และกิจกรรมแบ่งปันเพื่อความสนุกสนานเหล่านี้ได้สร้างมูลค่าที่เป็นหัวใจของการสร้างผลกำไร ซึ่งจะเห็นได้ว่ากิจกรรมออนไลน์เหล่านี้มีทั้งความสุขและได้งานไปด้วยในขณะเดียวกัน (Fuchs, 2010)

จากการศึกษาของ Dammert และคณะ (2013) พบว่าผู้หางานที่เข้าสู่สื่อกลางตลาดแรงงานดิจิทัลที่มีจำนวนข้อมูลขนาดใหญ่ สามารถได้งานที่คาดหวังในเชิงบวกและอย่างมีนัยสำคัญภายใน 3 เดือนหลังจากลงทะเบียนเข้าสู่สื่อกลางตลาดแรงงานสาธารณะ นอกจากนี้ยังแนะนำว่าการผสมกันของเทคโนโลยีดิจิทัลกับขอบเขตของข้อมูลแรงงานได้ผลมากกว่ามุ่งไปที่ตัวเทคโนโลยีเองเพียงอย่างเดียว

2.8 โมเดลสมการโครงสร้าง

โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) เป็นเทคนิคในการสร้างโมเดลเชิงสถิติที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายในงานวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (Behavioral sciences) โมเดลสมการโครงสร้างสามารถมองได้อีกอย่างหนึ่งว่าเป็นการรวมกันของการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) กับการวิเคราะห์การถดถอย (Regression) หรือการวิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis) สิ่งที่น่าสนใจของโมเดลสมการโครงสร้างคือโครงสร้างเชิงทฤษฎีซึ่งถูกแทนค่าโดยองค์ประกอบแฝง (Latent factors) และความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างเชิงทฤษฎีถูกแทนค่าโดยการถดถอยหรือสัมประสิทธิ์เส้นทางระหว่างองค์ประกอบต่างๆ โมเดลสมการโครงสร้างแทนความหมายโครงสร้างของความแปรปรวนร่วมเกี่ยว (Covariances) ระหว่างตัวแปรสังเกตได้ (Observed variables) ซึ่งเตรียมไว้เพื่อตั้งชื่อความแปรปรวนร่วมเกี่ยวในโมเดลสมการ

โมเดลสมการโครงสร้างจัดเตรียมกรอบงานที่สะดวกต่อการวิเคราะห์ทางสถิติซึ่งรวมเอากระบวนการวิเคราะห์หลายตัวแปรแบบดั้งเดิมเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบตัวอย่าง การวิเคราะห์การถดถอย การวิเคราะห์การจำแนก และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิกัล (Canonical correlation) ในกรณีพิเศษ โมเดลสมการโครงสร้างมักทำให้เห็นภาพด้วยแผนภาพเส้นทางกราฟิก โมเดลทางสถิติโดยทั่วไปแทนค่าในรูปของเซตสมการเมทริกซ์ซึ่งแทนค่าแผนภาพเส้นทางและเตรียมซอฟต์แวร์ด้วยชุดของเมทริกซ์สำหรับเซตของพารามิเตอร์ที่แตกต่างกัน เช่น การโหลดองค์ประกอบ (Factor loading) และสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression coefficients)

2.8.1 ประวัติความเป็นมา

เนื่องจากโมเดลสมการโครงสร้างเป็นการรวมกันของเทคนิคที่สัมพันธ์กันจึงไม่มีแหล่งกำเนิดเพียงแหล่งเดียว ส่วนหนึ่งของจุดแรกเริ่มเกิดขึ้นในต้นศตวรรษที่ 20 ด้วยการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) ของ Charles Spearman (1904) ถัดจากนั้นอีกหลายปี Sewall Wright (Wright, 1921) ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis) พื้นฐานรวมทั้งคิดค้นแผนภาพเส้นทางที่นำเสนอแบบกราฟิกที่ยังคงใช้กันจนถึงทุกวันนี้ การวิเคราะห์องค์ประกอบและการวิเคราะห์เส้นทางได้ถูกนำมาบูรณาการกันในช่วงต้นทศวรรษที่ 1970 ในบทความของนักวิจัย 3 คน คือ Jöreskog, Keesling และ Wiley ซึ่ง Bentler (1980) เรียกโมเดลนี้ตามอักษรนำชื่อของนักวิจัยทั้งสามว่าโมเดล JWK ก่อนที่จะเปลี่ยนชื่อเป็น SEM ในเวลาต่อมา

และโปรแกรมคอมพิวเตอร์แรกของโลกที่สามารถวิเคราะห์กรอบงาน JWK ในยุคนั้นก็คือโปรแกรม LISREL ที่พัฒนาโดย Jöreskog และ Sörbom และนับตั้งแต่ทศวรรษที่ 1980 เป็นต้นมามีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ นอกเหนือจาก LISREL และขยายการใช้เทคนิค SEM ไปยังสาขาอื่นๆ นอกเหนือจากงานวิจัยด้านพฤติกรรมศาสตร์เป็นจำนวนมาก

2.8.2 หลักการทำงานของโมเดลสมการโครงสร้าง

ขั้นตอนการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเริ่มจากการวาดแผนภาพเส้นทางซึ่งประกอบด้วยสี่เหลี่ยมและวงกลมที่เชื่อมโยงกันด้วยลูกศร ตัวแปรสังเกตได้ (Observed variable) แทนค่าด้วยสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส และองค์ประกอบแฝง (Latent factor) แทนด้วยวงกลมหรือวงรี ลูกศรทางเดียวใช้เพื่อกำหนดความสัมพันธ์เชิงสาเหตุในโมเดล ตัวแปรที่หางลูกศรเป็นต้นเหตุและตัวแปรที่หัวลูกศรเป็นผลที่ได้รับ ส่วนลูกศรสองทางแสดงว่าเป็นสหสัมพันธ์ที่ปราศจากการแปลค่าสาเหตุ ในทางสถิติลูกศรทางเดียวแทนค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย ลูกศรสองทางแทนค่าตัวแปรรวมเกี่ยว

ในระบบสมการสามารถเขียนเป็นสมการแยกกันหรือใช้สัญลักษณ์เมทริกซ์ โมเดลสมการโครงสร้างประกอบด้วยโมเดลย่อยสองโมเดล โมเดลแรกเป็นโมเดลเพื่อการวัดผลค่าประมาณการความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้กับตัวแปรแฝง ซึ่งเป็นกรอบงานเดียวกับการวิเคราะห์องค์ประกอบ ในโมเดลสมการโครงสร้าง และโมเดลที่สองเป็นโมเดลโครงสร้างที่พัฒนาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝง

2.8.3 ตัวแปรสังเกตได้และตัวแปรแฝง

ตัวแปรสังเกตได้ (Observed variable) เป็นตัวแปรที่ถูกวัดผลในกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูล ในขณะที่ตัวแปรแฝง (Latent variable) เป็นตัวแปรที่ถูกวัดจากการเชื่อมโยงไปสู่ตัวแปรสังเกตได้เนื่องจากตัวแปรแฝงไม่สามารถวัดได้โดยตรง ตัวแปรแฝงต้องถูกแทนค่าด้วยตัวแปรสังเกตได้ตั้งแต่หนึ่งตัวแปรเป็นต้นไปเพราะตัวแปรแฝงแทนค่าแนวคิดที่เป็นนามธรรมหรือแทนค่าโครงสร้างเชิงทฤษฎีในโมเดลที่ทำการวิจัย

ตัวแปรสังเกตได้โมเดลสมการโครงสร้างสามารถเป็นได้ทั้งตัวแปรต่อเนื่อง (Continuous variable) ตัวแปรไม่ต่อเนื่อง (Discrete variable) และตัวแปรจัดกลุ่ม (Categorical variable) แต่ตัวแปรแฝงต้องเป็นตัวแปรต่อเนื่องเสมอ และถึงแม้จะมีเทคนิคเชิงสถิติอื่นๆ ในการวิเคราะห์ตัวแปรแฝงจัดกลุ่ม แต่โมเดลสมการโครงสร้างสามารถวิเคราะห์ได้แค่ตัวแปรต่อเนื่องเท่านั้น ตัวแปรต่อเนื่องเป็นตัวแปรที่นำค่าสุ่มจากเซตของจำนวนจริงมาใช้ อย่างไรก็ตามตัวแปรไม่ต่อเนื่องสามารถนำมาจากเซตของเลขคู่ได้เช่นเดียวกัน แบบสอบถามวิจัยที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในงานวิจัยทางสังคมศาสตร์โดยทั่วไปใช้รูปแบบมาตราเรียงลำดับของลิเคิร์ต (Likert ordinal scale) ซึ่งค่าที่ได้จากมาตราแบบนี้ นำค่าลำดับจำนวนเต็มตามความสำคัญมาใช้ ดังนั้นตัวชี้วัดที่ใช้บรรยายแนวคิดจึงเป็นตัวแปรไม่ต่อเนื่อง ตัวแปรแฝงมักเป็นตัวแปรต่อเนื่องเนื่องจากมันเชื่อมโยงไปยังตัวชี้วัดมากกว่าหนึ่งตัว

2.8.4 พารามิเตอร์

โมเดลสมการโครงสร้างมีพารามิเตอร์ (Parameter) 3 ชนิด ได้แก่ พารามิเตอร์อิสระ (Free parameter) พารามิเตอร์คงที่ (Fixed parameter) และพารามิเตอร์จำกัด (Constrained parameter) พารามิเตอร์อิสระเป็นพารามิเตอร์ที่ไม่กำหนดค่าซึ่งค่าจะถูกประมาณการ พารามิเตอร์

คงที่เป็นพารามิเตอร์ที่มีค่าจำเพาะ เช่น 0 หรือ 1 พารามิเตอร์จำกัดเป็นพารามิเตอร์โดยประมาณ ขึ้นอยู่กับค่าของพารามิเตอร์อื่น

2.8.5 ดัชนีความกลมกลืน

ค่าที่ได้จากการประเมินส่วนประกอบของโมเดลด้วยข้อมูลเรียกว่าค่าดัชนีความกลมกลืน (Fit indices) หรือค่าสถิติความกลมกลืน (Fit statistics) ขนาดของกลุ่มตัวอย่างเป็นสิ่งที่จะต้องพิจารณาในการวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างเพราะค่าดัชนีความกลมกลืนหลายตัวได้รับผลกระทบจากขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ขนาดของกลุ่มตัวอย่างน้อยที่สุดที่ใช้ในโมเดลสมการโครงสร้างต้องเป็น 10 เท่าของจำนวนพารามิเตอร์ที่สามารถประมาณค่าได้ในโมเดล (Jayaram, Kannan, และ Tan, 2004) ค่าดัชนีความกลมกลืนที่ใช้ส่วนใหญ่ในโมเดลสมการโครงสร้างได้แก่

CMIN/DF เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความกลมกลืนของโมเดลที่นำเสนอกับโมเดลจริง ค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3

CFI (Comparative Fit Index) เพื่อใช้เปรียบเทียบโมเดลอิ่มตัว (Saturated model) กับโมเดลอิสระ (Independent model) ค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.95 ถึง 0.97

GFI (Goodness of Fit) เป็นการวัดระดับของตัวแปรและตัวแปรรวมเกี่ยวข้องที่อธิบายโดยโมเดล ค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.90 – 0.95

AGFI (Adjusted Goodness of Fit) คล้ายกับ GFI แต่ได้ผลกระทบจากจำนวนตัวชี้วัดของตัวแปรแฝงแต่ละตัว ค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.85 ถึง 0.90

NFI (Normed Fit Index) ใช้วิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าไค-สแควร์ของโมเดลสมมติฐานกับค่าไค-สแควร์ของโมเดลว่างเปล่า (Null model) ค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.90 ถึง 0.95

RMSEA (Root mean square error of approximation) เป็นการวัดความกลมกลืนที่เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างของระดับขั้นความเป็นอิสระ (Degree of freedom) ที่คาดหวังซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในประชากรของกันและกัน ค่าที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.08

2.8.6 รูปแบบของโมเดลสมการโครงสร้าง

รูปแบบของโมเดลสมการโครงสร้างมี 4 รูปแบบ (Civilek, 2018) ได้แก่

2.8.6.1 โมเดลการวิเคราะห์เส้นทาง

โมเดลที่สร้างขึ้นจากตัวแปรสังเกตได้เพียงอย่างเดียวเรียกว่าโมเดลการวิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis model) พื้นฐานของโมเดลสมการโครงสร้างตั้งอยู่บนการวิเคราะห์เส้นทางซึ่งมีความคล้ายคลึงกับการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple regression) ที่กระทำกับตัวแปรสังเกตได้ แต่มีประสิทธิภาพมากกว่าเพราะการถดถอยพหุคูณมีตัวแปรตามเพียงตัวเดียว ในขณะที่การวิเคราะห์เส้นทางอาจมีตัวแปรตามมากกว่าหนึ่งตัวและตัวแปรสามารถเป็นได้ทั้งตัวแปรต้นและตัวแปรตาม

2.8.6.2 โมเดลการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน

การวิเคราะห์องค์ประกอบแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ ตัวแปรสังเกตได้สามารถโหลดได้บนองค์ประกอบ

ใดๆ หรือองค์ประกอบพหุคูณก็ได้ แต่ในการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน องค์ประกอบจะโหลดได้แค่บนตัวแปรสังเกตได้เท่านั้น

2.8.6.3 โมเดลการถดถอยเชิงโครงสร้าง

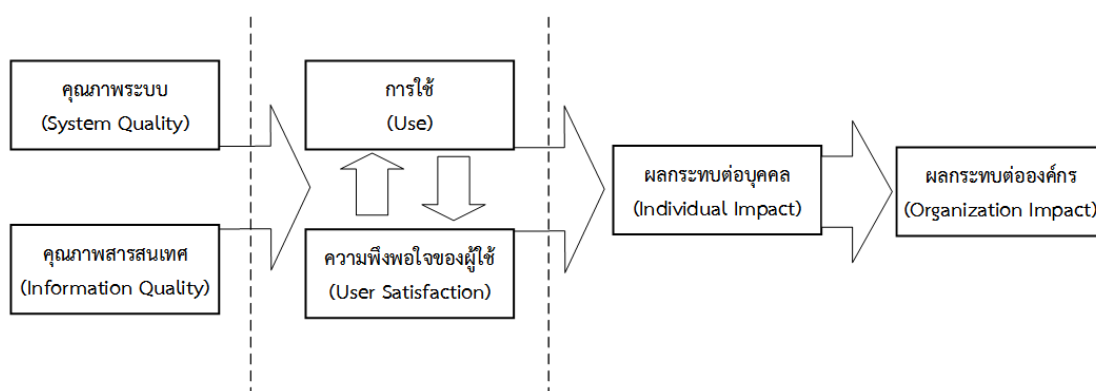
โมเดลการถดถอยเกิดขึ้นระหว่างตัวแปรแฝงในโมเดลสมการโครงสร้าง ซึ่งประกอบด้วยการรวมกันระหว่างโมเดลการวัดผลและโมเดลโครงสร้าง การรวมกันของโมเดลการวัดผลและโมเดลเชิงโครงสร้างทำให้เกิดการรวมกันของค่าคลาดเคลื่อนจากการวัดผล ดังนั้นจึงได้ทำให้ได้ค่าที่ถูกต้องมากกว่า

2.8.6.4 โมเดลการเปลี่ยนแปลงแฝง

โมเดลการเปลี่ยนแปลงแฝง (Latent change model) คือโมเดลที่อธิบายการแปรผันตามแนวยาวในลำดับเวลา ซึ่งใช้อธิบายการเติบโตและการเสื่อมถอยของอีเวนต์ต่างๆ ตลอดช่วงเวลาที่มีความเหมือนหรือแตกต่างภายในและระหว่างหน่วยต่างๆ โมเดลสมการโครงสร้างเป็นวิธีที่มีประโยชน์มากในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในช่วงเวลา ยิ่งมีการวัดบนช่วงเวลาเท่าใดยิ่งจำเป็นต้องใช้โมเดลการเปลี่ยนแปลงแฝงมากขึ้นเท่านั้น

2.9 รูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003)

ในปี 1992 DeLone และ McLean ได้ตีพิมพ์งานวิจัยเกี่ยวกับความสำเร็จระบบสารสนเทศ โดยงานวิจัยนี้พบว่าความสำเร็จของระบบสารสนเทศสามารถแทนค่าโดยคุณลักษณะของคุณภาพระบบสารสนเทศเอง เช่น คุณภาพของเอาต์พุตจากระบบสารสนเทศ (คุณภาพสารสนเทศ) การบริโภคสารสนเทศจากเอาต์พุตของระบบสารสนเทศ (การใช้งาน) การตอบสนองของผู้ใช้ต่อระบบสารสนเทศ (ความพึงพอใจของผู้ใช้) ผลกระทบของระบบสารสนเทศต่อพฤติกรรมของผู้ใช้ (ผลกระทบต่อบุคคล) และผลกระทบของระบบสารสนเทศต่อสมรรถนะขององค์กร (ผลกระทบต่อองค์กร)

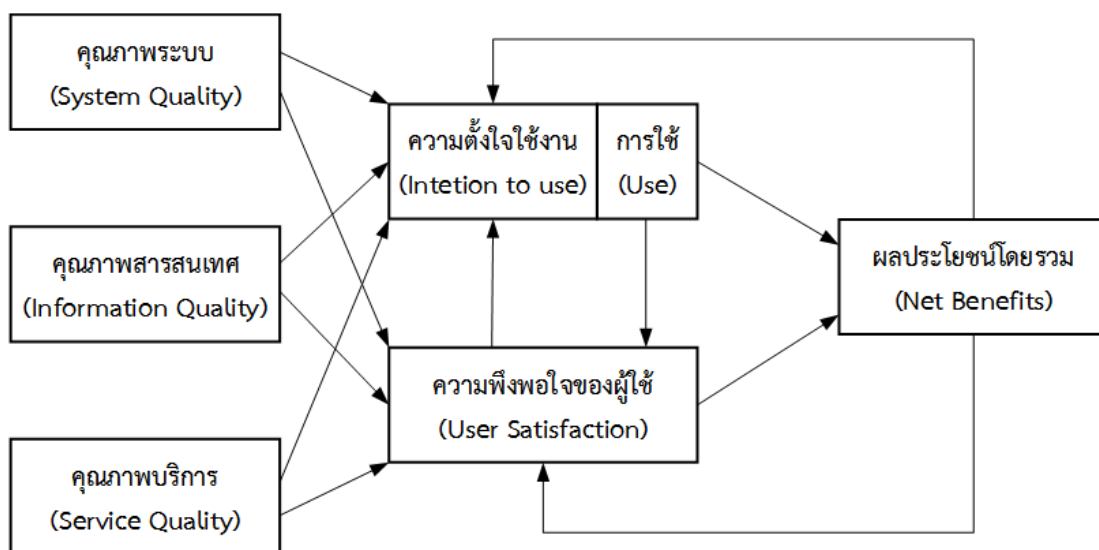


ภาพที่ 2-17 รูปแบบความสำเร็จของ DeLone และ McLean (1992)

รูปแบบความสำเร็จของ DeLone และ McLean (1992) ก่อให้เกิดประโยชน์ 2 ประการในการทำความเข้าใจต่อความสำเร็จระบบสารสนเทศ ประการแรกคือรูปแบบได้จัดเตรียมโครงสร้างเพื่อ

จัดกลุ่มการวัดความสำเร็จเป็นจำนวนมากที่ใช้ในการวิจัย ประการที่สองคือรูปแบบได้แนะนำการขึ้นต่อกันระหว่างกลุ่มต่างๆ เช่นเหตุและผล และรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศนี้ยังมีการปรับทฤษฎีการสื่อสารเข้ากับระบบสารสนเทศ ซึ่งชี้ว่าการไหลของสารสนเทศเชิงเส้นที่ความแตกต่างในการวัดผลความสำเร็จเป็นไปอย่างอิสระแต่ก็มีการขึ้นต่อกันในโครงสร้างเหล่านี้ นอกจากนี้ DeLone และ McLean ได้แนะนำนักวิจัยว่าควรใช้รูปแบบนี้ในลักษณะการพยากรณ์ และควรวัดผลและควบคุมตัวแปรแต่ละตัวในรูปแบบเพื่อประกันความเข้าใจในความสำเร็จระบบสารสนเทศอย่างครบถ้วน

ในปี 2003 DeLone และ McLean ได้ปรับแก้รูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศอีกครั้งเพื่อแก้ไขข้อจำกัดที่มีอยู่ในรูปแบบแรก โดยมีการเพิ่มเติมส่วนของคุณภาพบริการ (Service Quality) เข้าเป็นอีกประเด็นหนึ่งในความสำเร็จระบบสารสนเทศ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติของความสำเร็จระบบสารสนเทศที่ต้องการการประเมินคุณภาพบริการเมื่อมีการประเมินความสำเร็จระบบสารสนเทศ นอกจากนี้ DeLone และ McLean ยังได้แนะนำการกำหนดน้ำหนักที่แตกต่างกันของคุณภาพระบบ คุณภาพสารสนเทศ และคุณภาพบริการ โดยการขึ้นกับบริบทและการประยุกต์ตัวรูปแบบ



ภาพที่ 2-18 รูปแบบความสำเร็จของ DeLone และ McLean (2003)

การแก้ไขในส่วนอื่นๆ คือการตัดเรื่องผลกระทบต่อบุคคลและผลกระทบต่อองค์กรออกแล้วแทนที่ด้วยการใช้งาน ผลประโยชน์โดยรวม (Net Benefits) การแก้ไขนี้เพื่อแก้ปัญหาข้อวิจารณ์ที่ว่าระบบสารสนเทศสามารถส่งผลกระทบต่อระดับอื่นนอกเหนือจากระดับบุคคลหรือระดับองค์กรหรือไม่ ดังนั้นรูปแบบที่ปรับปรุงใหม่จึงเกิดเรื่องผลประโยชน์เป็นอีกระดับหนึ่งของการวิเคราะห์

ผลงานตีพิมพ์ของ DeLone และ McLean ในปี 2003 ยังได้แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้รูปแบบกับระบบสารสนเทศพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์โดยให้ตัวอย่างมาตรวัดความสำเร็จของพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 กลุ่มตามรูปแบบที่นำเสนอได้แก่

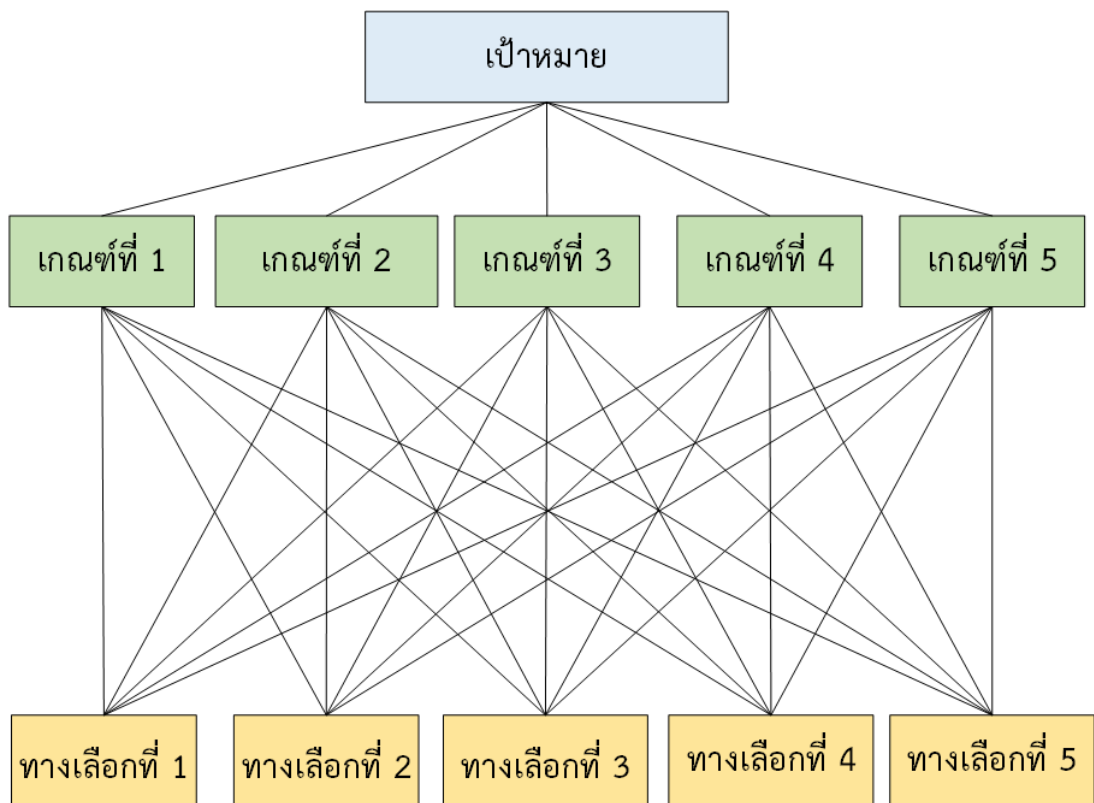
1. คุณภาพระบบ ได้แก่ ความสามารถในการปรับได้ ความพร้อมใช้งาน ความน่าเชื่อถือ เวลาในการตอบสนอง และความสามารถในการใช้ประโยชน์
2. คุณภาพสารสนเทศ ได้แก่ ความสมบูรณ์ครบถ้วน ความง่ายต่อการทำความเข้าใจ ความเป็นส่วนตัว ความสัมพันธ์เกี่ยวข้อง และความมั่นคงปลอดภัย
3. คุณภาพบริการ ได้แก่ การประกันการบริการ ความเอาใจใส่ และการตอบสนอง
4. การใช้งาน ได้แก่ ธรรมชาติของการใช้งาน รูปแบบการนำทาง จำนวนเว็บไซต์ที่เยี่ยมชม และจำนวนทรานแซคชันที่ประมวลผล
5. ความพึงพอใจผู้ใช้ ได้แก่ การซื้อซ้ำ การเยี่ยมชมซ้ำ การสำรวจของผู้ใช้
6. ประโยชน์โดยรวม ได้แก่ การประหยัดต้นทุน การขยายตลาด ยอดขายสะสมเพิ่มขึ้น การลดต้นทุนการค้นหา และการประหยัดเวลา

รูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) ได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางและถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean มาวิเคราะห์ร่วมกับสถิติขั้นสูง โดยวิธีการโมเดลสมการโครงสร้าง เช่น Wixom และ Todd (2005) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการบูรณาการทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบกับการยอมรับเทคโนโลยี Shaltoni และคณะ (2015) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจความพึงพอใจของนักศึกษาด้วยเว็บพอร์ทัลในประเทศกำลังพัฒนาด้วยมุมมองทางวัฒนธรรม Rana และคณะ (2015) ได้ศึกษาสำรวจความสำเร็จของการริเริ่มรัฐบาลอิเล็กทรอนิกส์ด้วยการตรวจสอบด้วยรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศแบบบูรณาการ Pitch และ Lee (2006) ได้ศึกษาอิทธิพลของคุณลักษณะการใช้งานอีเลิร์นนิ่ง Hsu และ Lin (2010) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมยอมรับระบบนำทาง GPS ภายในรถยนต์ Mayeh และคณะ (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับบทบาทของสมรรถนะในการซึมซับการใช้งานระบบสารสนเทศที่ซับซ้อน กรณีศึกษาระบบสารสนเทศองค์กร Ismail และคณะ (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความตั้งใจอย่างต่อเนื่องในอีเลิร์นนิ่งในกลุ่มนักศึกษาในสถาบันการศึกษาระดับสูงในประเทศมาเลเซีย Yukubu และ Dasuki (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินความสำเร็จของระบบอีเลิร์นนิ่งในประเทศไนจีเรียโดยประยุกต์รูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean และ Gable และคณะ (2008) ได้ศึกษาการย้ายแนวคิดของความสำเร็จระบบสารสนเทศ เกี่ยวกับรูปแบบการวัดผลกระทบของระบบสารสนเทศ

2.10 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (Analytic hierarchy process) หรือเรียกย่อๆ ว่า AHP เป็นแนวทางการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์เพื่อวิเคราะห์การตัดสินใจที่ซับซ้อน AHP ถูกนำเสนอโดย Thomas Saaty ในปี 1979 (Saaty และ Vargas, 1979) และได้ถูกขยายต่อไปยังการศึกษาและวิจัยในสาขาวิชาต่างๆ มากมาย โดยหลักการแล้ว AHP จะแบ่งองค์ประกอบของปัญหาได้ทั้งรูปธรรมและนามธรรม แล้วนำมาจัดโครงสร้างใหม่แบบลำดับขั้นเพื่อแทนค่าตัวเลขการเปรียบเทียบของเกณฑ์และทางเลือกเพื่อสังเคราะห์น้ำหนักความสำคัญที่สูงที่สุด

ขั้นตอนแรกของ AHP คือการกระจายความซับซ้อนของปัญหาเป็นโครงสร้างแบบลำดับชั้น ได้แก่ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria) และทางเลือก (Alternatives) โดยที่จะใช้เกณฑ์แต่ละเกณฑ์ในการให้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละทางเลือกเพื่อเปรียบเทียบกันว่าทางเลือกใดมีน้ำหนักความสำคัญมากที่สุด



ภาพที่ 2-19 โครงสร้างลำดับชั้นของ AHP

การตัดสินใจเป็นการแทนค่าตัวเลขของความสัมพันธ์ระหว่างตัวเลือกกับเกณฑ์เดียวกัน สเกลของการตัดสินใจอยู่ในรูปของความเข้มข้นของความสำคัญตั้งแต่หนึ่งไปถึงเก้า ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2-2 สเกลพื้นฐานของ Saaty (1990)

| ความเข้มข้นของความสำคัญ | นิยาม | คำอธิบาย |
|-------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 | ความสำคัญเท่ากัน | ทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่ากัน |
| 3 | ความสำคัญกว่าปานกลาง | ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง |
| 5 | สำคัญกว่าอย่างเห็นได้ชัด | ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด |
| 7 | สำคัญกว่าอย่างชัดเจนมาก | ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัดเจนมาก |
| 9 | สำคัญกว่าที่สุด | มีความสำคัญสูงที่สุดในการเปรียบเทียบ |
| 2, 4, 6, 8 | ความสำคัญที่อยู่ระหว่างแต่ละระดับ | เป็นค่าที่กำกวมระหว่างระดับความสำคัญที่มากกว่าหรือน้อยกว่า |

เมทริกซ์การตัดสินใจของเกณฑ์และทางเลือกจะได้ผลลัพธ์เป็นน้ำหนักความสำคัญที่สามารถตรวจสอบอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency ratio: CR) ได้จากสมการต่อไปนี้

$$CR = CI / RI$$

โดยที่ CI คือดัชนีความสอดคล้องและมาจากสมการต่อไปนี้

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$$

โดยที่ λ_{\max} คือค่าไอเกน (Eigenvalue) ที่สูงที่สุด n คือขนาดของเมทริกซ์

RI มาจากคำว่า Random consistency index หรือดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่ม

ผลที่ได้จากการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้องต้องนำมาเปรียบเทียบกับดัชนีเดียวกันในตารางความสอดคล้องจากสเกลหนึ่งถึงเก้าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2-3 ดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่ม

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0.00 | 0.00 | 0.52 | 0.89 | 1.11 | 1.25 | 1.35 | 1.40 | 1.45 | 1.49 |

ระดับการยอมรับของ CR แปรผันไปตามขนาดของเมทริกซ์ (n) โดยมีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10% ถ้า n มากกว่า 5 น้อยกว่าหรือเท่ากับ 9% ถ้า n เท่ากับ 4 และน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5% ถ้า n เท่ากับ 3

ขั้นตอนของกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น มีดังต่อไปนี้

1. สร้างโมเดลปัญหาแบบลำดับขั้นที่บรรจุเป้าหมายที่ตัดสินใจและทางเลือกเพื่อไปสู่เป้าหมายพร้อมเกณฑ์ในการประเมินทางเลือกเหล่านั้น

2. สร้างลำดับความสำคัญระหว่างสมาชิกของลำดับขั้นโดยสร้างลำดับของการตัดสินใจบนพื้นฐานของการจับคู่เปรียบเทียบสมาชิก

3. สังเคราะห์การตัดสินใจเหล่านี้เพื่อให้ได้เซตของลำดับความสำคัญทั้งหมดแบบลำดับขั้น

4. การตรวจสอบความสอดคล้องของการตัดสินใจ

5. ได้การตัดสินใจขั้นสุดท้ายบนพื้นฐานของผลลัพธ์ในกระบวนการนี้

ตารางที่ 2-4 การเปรียบเทียบเกณฑ์

| | เกณฑ์ 1 | เกณฑ์ 2 | เกณฑ์ 3 | เกณฑ์ 4 | เกณฑ์ 5 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| เกณฑ์ 1 | a11 | a12 | a13 | a14 | a15 |
| เกณฑ์ 2 | a21 | a22 | a23 | a24 | a25 |
| เกณฑ์ 3 | a31 | a32 | a33 | a34 | a35 |
| เกณฑ์ 4 | a41 | a42 | a43 | a44 | a45 |
| เกณฑ์ 5 | a51 | a52 | a53 | a54 | a55 |

จากตารางที่ 2-4 นำมาคำนวณ Normalized Matrix ได้ดังต่อไปนี้

$$\left[\begin{array}{l} \delta_{11} = \frac{a_{11}}{\sum_{i=1}^5 a_{1i}} \quad \delta_{15} = \frac{a_{15}}{\sum_{i=1}^5 a_{1i}} \\ \delta_{51} = \frac{a_{51}}{\sum_{i=1}^5 a_{5i}} \quad \delta_{55} = \frac{a_{55}}{\sum_{i=1}^5 a_{5i}} \end{array} \right]$$

จากค่าที่ได้จากคำนวณ Normalized Matrix นำมาหาผลรวมของแต่ละแถว

$$\left[\begin{array}{l} \beta_1 = \sum_{j=1}^5 \delta_{1j} \\ \beta_2 = \sum_{j=1}^5 \delta_{2j} \\ \beta_3 = \sum_{j=1}^5 \delta_{3j} \\ \beta_4 = \sum_{j=1}^5 \delta_{4j} \\ \beta_5 = \sum_{j=1}^5 \delta_{5j} \end{array} \right]$$

หาค่าลำดับความสำคัญโดยการหาค่าเฉลี่ยผลรวมของแต่ละแถว

$$\left[\begin{array}{l} r_1 = \beta_1/5 \\ r_2 = \beta_2/5 \\ r_3 = \beta_3/5 \\ r_4 = \beta_4/5 \\ r_5 = \beta_5/5 \end{array} \right]$$

หาค่า λ_{\max} จากการนำผลรวมของแถวมาหารด้วยค่าลำดับความสำคัญแล้วหารด้วยจำนวนตัวเลือกคือ 5

$$\lambda_{\max} = (\beta_1/r_1 + \beta_2/r_2 + \beta_3/r_3 + \beta_4/r_4 + \beta_5/r_5) / 5$$

คำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (CI) จากสูตร $CI = (\lambda_{\max} - 1) / (n - 1)$

คำนวณหาอัตราความสอดคล้อง (CR) จากสูตร $CR = CI / RI * 100$

ค่า RI เมื่อเทียบกับตารางดัชนีความสอดคล้องแบบสุ่มของ Saaty แล้วจะได้ค่าเท่ากับ 1.11 เพราะมีตัวเลือก 5 ตัว ถ้า CR ที่คำนวณน้อยกว่าหรือเท่ากับ 10% แสดงว่ามีอัตราส่วนความสอดคล้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (Acceptance level) สามารถดำเนินการในขั้นตอนต่อไปได้

ตารางที่ 2-5 การเปรียบเทียบทางเลือก

| | ทางเลือก1 | ทางเลือก2 | ทางเลือก3 | ทางเลือก4 | ทางเลือก5 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| ทางเลือก1 | b11 | b12 | b13 | b14 | b15 |
| ทางเลือก2 | b21 | b22 | b23 | b24 | b25 |
| ทางเลือก3 | b31 | b32 | b33 | b34 | b35 |
| ทางเลือก4 | b41 | b42 | B43 | b44 | b45 |
| ทางเลือก5 | b51 | b52 | B53 | b54 | b55 |

การคำนวณทางเลือกในวิธีการเดียวกับการคำนวณเกณฑ์ และเมื่อคำนวณน้ำหนักทางเลือกได้แล้วให้นำน้ำหนักทางเลือกคูณด้วยน้ำหนักเกณฑ์ ผลที่ได้คือลำดับความสำคัญของทางเลือกแต่ละทาง ซึ่งสามารถนำไปใช้ประกอบการตัดสินใจได้

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.11.1 งานวิจัยเกี่ยวกับแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่ประยุกต์กับสหกิจศึกษา

McDermott และ Gallather (Mcdermott และ Gallagher, 2011: 95-101) ได้นำเสนอกระบวนการบูรณาการแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับโปรแกรมสหกิจศึกษาจากมุมมองสหวิทยาการของวิทยาลัยภาษาและสังคมศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยี Auckland งานวิจัยนี้ได้จำแนกองค์ประกอบสำคัญของการริเริ่มแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่มีประสิทธิภาพในบริบททางการศึกษาและอุปสรรคต่อความสำเร็จ ประเด็นสำคัญได้ถูกนำมาวิเคราะห์ เช่น การแนะนำเทคโนโลยีใหม่ ความหลากหลายของเทคโนโลยีสารสนเทศ ความต้องการด้านเวลา การฝึกอบรมอย่างพอเพียง ความท้าทายของซอฟต์แวร์ การขยายการสนับสนุนทางเทคนิคสำหรับนักศึกษา และการพัฒนารูปแบบ นอกจากนี้ยังมีการพิจารณากลยุทธ์ใหม่เพื่อเพื่อความแข็งแกร่งในการสร้างวัฒนธรรมการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์และเป็นการพัฒนาในอนาคต

Robles และ Alanson (Robels และ Alanson, 2017) ได้นำเสนอการพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และการศึกษาทางอาชีพ โดยการใช้แพลตฟอร์ม Web 2.0 ซึ่งนักศึกษาสร้างแฟ้มสะสมงานเพื่อแสดงการสื่อสารทางคำพูด การเขียน และทักษะการทำงานเป็นทีม

Johrendt และคณะ (2009) ได้นำเสนอแฟ้มการเรียนรู้ให้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมสหกิจศึกษาเพื่อสะท้อนกิจกรรมสำหรับนักศึกษาและทรัพยากรเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้ ซึ่งแฟ้มสะสมงานได้จัดเตรียมหลักฐานความสำเร็จของนักศึกษา ทักษะและความสามารถ และเอกสารขอบเขตและคุณภาพประสบการณ์และการฝึกอบรมผ่านโปรแกรมสหกิจศึกษา การประเมินรูปรูปได้ถูกพัฒนาเพื่อทบทวนแฟ้มสหกิจของนักศึกษาแต่ละคน เช่น การประเมินรูปแบบ การจัดโครงสร้าง และเอกสารต่างๆ รวมทั้งการทบทวนแฟ้มสะสมงานเพื่อประเมินการขยายสิ่งที่นักศึกษาประสบความสำเร็จในลำดับของผลการเรียนรู้ตามกำหนด

Ferns และ Comfort (Ferns และ Comfort, 2014: 269 - 280) ได้นำเสนอแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองหลักการการบูรณาการงานกับการเรียนรู้ (WIL) และการประเมินตามสภาพจริง ตลอดจนสมรรถนะเชิงหลักฐานนอกเหนือจากทรานสคริปต์ทางวิชาการแบบดั้งเดิม และได้มีการพิจารณาคุณค่าของแหล่งเก็บทางอิเล็กทรอนิกส์ของหลักฐานสำหรับนักศึกษาในการโยกย้ายจากสถาบันการศึกษาไปสู่นายจ้างและพิจารณาผลประโยชน์ที่สำคัญของนายจ้างที่เกี่ยวข้องกับแฟ้มสะสมงานในอนาคต วิธีการเชิงกรณีศึกษาได้ถูกนำมาใช้เชื่อมต่อความเป็นไปได้และความท้าทายของการยอมรับของสถาบันที่ประสบความสำเร็จ การสนับสนุน และการพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ไปใช้งานจริง

Alanson และ Robles (Alanson และ Robles, 2016: 387 - 397) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากแพลตฟอร์มของสหกิจศึกษาเพื่อตรวจสอบสมรรถนะนายจ้างด้านความพึงพอใจในระหว่างนำเสนอวิชาการพัฒนาทางวิชาชีพสำหรับนักศึกษาสหกิจศึกษาในสถาบันการศึกษาที่เน้นการวิจัยขนาดใหญ่ นักวิจัยได้สร้างกิจกรรมของวิชาเรียนเพื่อให้นักศึกษาแสดงผลการเรียนรู้ที่จำเป็นซึ่งได้รับมาจากรายงานประจำปีของสมาคมมหาวิทยาลัยและวิทยาลัยแห่งสหรัฐอเมริกา (AAC&U) ในปี 2008 ในขณะที่พบว่าผลการเรียนรู้ของนักศึกษาที่ถูกจำแนกในรายงานประจำปีแนวโน้มที่จะถูกตรวจสอบผ่านการวิเคราะห์ผลรวมของประสบการณ์ของนักศึกษาระดับปริญญาตรีคนหนึ่งๆ การวิจัยนี้แนะนำว่าผลการเรียนรู้เหล่านี้สามารถสนับสนุนทางวิชาชีพได้แต่เนิ่นๆ ของนักศึกษาปริญญาตรีผ่านกระบวนการพัฒนาผลป้อนกลับของแฟ้มสะสมงาน ซึ่งผลจากการศึกษาได้เสนอแนะว่าแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ควรถูกใช้ในระดัปลงเพื่อกระตุ้นความเชื่อมั่นของนักศึกษาในการเตรียมตัวเพื่อทำงานจริง การศึกษาเพิ่มเติมควรนำไปสู่การประเมินความเข้าใจของนักศึกษาและความสามารถในการแสดงผลการเรียนรู้ที่สำคัญของรายงานประจำปีภายในบริบทของหลักสูตรสหกิจศึกษา

Dina-Thompson และคณะ (Dina-Thompson et.al., 2010 : 93 - 102) ได้สำรวจศักยภาพของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ในการส่งเสริมความสามารถในการทำงานของนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาของนักศึกษาฝึกหัดครูในโปรแกรมวิชาชีพหนึ่งปี โดยผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์จากผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ได้แก่ สมาชิกคณะกรรมการที่ปรึกษาประสบการณ์วิชาชีพ (Professional Experience Advisory Committee: PEAC) นักศึกษาฝึกหัดครู อาจารย์ที่ปรึกษารวมทั้งนโยบาย หลักสูตร และเอกสารรับรองหลักสูตร และตัวอย่างงานของนักศึกษาฝึกหัดครู จากการศึกษาพบสิ่งสนับสนุนศักยภาพของการใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการเรียนรู้ การประเมิน และเครื่องมือในการจ้างงาน

2.11.2 งานวิจัยเกี่ยวกับสมรรถนะดิจิทัล

Ilomäki และคณะ (Ilomäki et.al., 2016) ได้นำเสนอขอบเขตและแนวคิดที่มีประโยชน์ในหลายบริบทของการวิจัยด้านสมรรถนะดิจิทัล โดยการวิเคราะห์บทความวิจัยด้านการศึกษาจำนวน 76 เรื่องเกี่ยวกับสมรรถนะดิจิทัล ซึ่งแตกต่างกันด้านความหมายและการค้นคว้า ผลจากการศึกษาพบว่าสมรรถนะดิจิทัลประกอบด้วยทักษะและสมรรถนะที่หลากหลาย และมีขอบเขตที่กว้างตามภูมิหลังของมัน ตั้งแต่การศึกษาสื่อและวิทยาการคอมพิวเตอร์ไปจนถึงการศึกษาทางบรรณารักษะและวรรณกรรม ในการทบทวนบทความ พบว่ามีคำศัพท์ 34 ตัวที่ถูกใช้ในการอธิบายเทคโนโลยีดิจิทัลที่สัมพันธ์กับทักษะและสมรรถนะ คำที่มักใช้บ่อยคือความรู้ทางดิจิทัล (Digital literacy) ความรู้ใหม่ (New literacies) พหุความรู้ (Multiliteracy) และสื่อความรู้ (Media Literacy) แต่ละคำมีการเน้นความสนใจต่างกัน Ilomäki นำเสนอว่าสมรรถนะดิจิทัลประกอบด้วย (1) สมรรถนะทางเทคนิค (2) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีในทางที่มีความหมายสำหรับการทำงาน รวมทั้งการศึกษาและชีวิตประจำวัน (3) ความสามารถในการประเมินเทคโนโลยีดิจิทัลได้อย่างมีวิจารณญาณ และ (4) แรงจูงใจในการเข้าร่วมและรับผิดชอบในวัฒนธรรมดิจิทัล

Røkenes และ Krumsvik (2016) ได้ศึกษาวิธีการที่ครูชั้นมัธยมศึกษาใช้ในการศึกษาเพื่อสอนด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารผ่านวิชาการเรียนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองซึ่งอยู่ในโปรแกรมการศึกษาครูในประเทศนอร์เวย์ ซึ่งใช้ระเบียบวิธีกรณีศึกษาโดยใช้ครูนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษามากกว่า 4 ภาคเรียน ข้อมูลถูกเก็บผ่านแบบสำรวจ การสังเกตผู้มีส่วนร่วม และการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง รูปแบบเชิงทฤษฎีเพื่อการพัฒนาสมรรถนะดิจิทัลถูกใช้เป็นตัวกลั่นกรองในการวิเคราะห์ข้อมูล จากการค้นคว้าพบว่าการฝึกฝนและการสอนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างเหมาะสมมีความหลากหลายในหมู่อาจารย์ ผ่านทางการศึกษา การพัฒนาสมรรถนะดิจิทัลโดยรวมเป็นได้ทั้งการส่งเสริมและการยับยั้งโดยจำนวนของปัจจัย เช่นการสร้างรูปแบบ ประสบการณ์การเรียนรู้ช่วยเหลือ การเชื่อมโยงทฤษฎีและปฏิบัติ การสะท้อนกลับ การเข้าถึงทรัพยากรและสิ่งสนับสนุน ปฏิบัติการประเมินนวัตกรรม และการเรียนรู้แบบร่วมมือ

Blau และ Shamir-Inbal (2017) ได้ศึกษาวิธีการที่ผู้นำในการบูรณาการเทคโนโลยีของสถาบันการศึกษาใช้ในการประเมินอย่างเป็นระบบที่เกิดขึ้นในสถาบันการศึกษาของตน การศึกษาได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงเรียนประถมของประเทศอิสราเอลเป็นเวลาสามถึงสี่ปีในโปรแกรมเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ คำถามวิจัยสำรวจสิ่งต่างๆ ได้แก่ (1) ตัวทำนายวัฒนธรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของโรงเรียน (2) การเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในโรงเรียนทั่วไปและองค์ประกอบของมัน มีการใช้แบบสอบถามออนไลน์เพื่อกระจายไปยังโรงเรียนประถมในพื้นที่ภาคเหนือและได้รับการตอบรับจากผู้อำนวยการโรงเรียนตลอดจนผู้ให้บริการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร แบบสอบถามจำนวน 392 ฉบับ (อัตราการตอบกลับ 91.2%) ถูกนำมาวิเคราะห์ ตัวพยากรณ์เหล่านี้อธิบายร้อยละ 63 ของความหลากหลายในวัฒนธรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารภายในโรงเรียนทั่วไป ได้แก่ จำนวนร้อยละของเวลาที่อาจารย์ที่ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในบทเรียน การใช้เทคโนโลยีเพื่อส่งเสริมการศึกษาสมรรถนะดิจิทัลของอาจารย์ การใช้เนื้อหาดิจิทัล การออกแบบโดยอาจารย์เอง การอัปเดตเว็บไซต์

การอัปเดตศูนย์กลางของโรงเรียน การสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ภายในทีมงานโรงเรียน การสื่อสารทางอิเล็กทรอนิกส์ของครูผู้ปกครอง เมื่อคำนึงถึงผลกระทบของเวลา ผลลัพธ์ชี้ว่าระหว่าง 3 ถึง 4 ปีของการบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารการเปลี่ยนแปลงยังคงเกิดขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ในวัฒนธรรมเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในโรงเรียนทั่วไปและองค์ประกอบส่วนใหญ่ของมัน

2.11.3 งานวิจัยเกี่ยวกับการประยุกต์บล็อกเชนนอกเหนือจากภาคการเงิน

Dorri และคณะ (Dorri et al., 2017) ได้นำเสนอตัวอย่างการใช้บล็อกเชนขนาดเล็กสำหรับใช้ในอินเทอร์เน็ตสรรพสิ่ง (Internet of Thing: IoT) โดยการกำจัดการพิสูจน์งานและแนวคิดเรื่องเหรียญออกไป การแสดงตัวอย่างอยู่ในรูปของการติดตั้งสมาร์ทโฮมซึ่งประกอบด้วยชิ้นหลักๆ สามชิ้น ได้แก่ แห่เก็บคลาวด์ โอเวอร์เลย์ และสมาร์ทโฮม ในการวิจัยนี้ได้พัฒนาโครงสร้างที่ลึกและหลากหลายขององค์ประกอบหลักและฟังก์ชันของชิ้นสมาร์ทโฮม ในแต่ละสมาร์ทโฮมเป็นอุปกรณ์ที่มักออนไลน์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทรัพยากรสูงที่เรียกว่าผู้ขุดเหมืองซึ่งรับผิดชอบในการจัดการการสื่อสารทั้งหมดภายในและภายในบ้าน ผู้ขุดเหมืองรักษาความเป็นส่วนตัวและปลอดภัยของบล็อกเชนซึ่งถูกใช้ควบคุมและตรวจสอบการสื่อสาร งานวิจัยแสดงให้เห็นว่ากรอบการดำเนินงานสมาร์ทโฮมแบบบล็อกเชนมีความปลอดภัยโดยการวิเคราะห์ความปลอดภัยของตนเองด้วยการพิจารณาเป้าหมายความปลอดภัยพื้นฐานของความน่าเชื่อถือ บูรณาการ และความพร้อมใช้ นอกจากนี้ยังนำเสนอการจำลองผลลัพธ์เพื่อเน้นว่าค่าใช้จ่ายที่นำเสนอในงานวิจัยไม่ว่าจะเป็นการจรรยา เวลาและพลังงานที่บริโภคไปเพื่อการประมวลผลสัมพันธ์กับความปลอดภัยและผลได้จากความเป็นส่วนตัว

Tian (Tian, 2016) ได้ศึกษาการใช้งานและพัฒนาสถานการณ์ของ RFID และเทคโนโลยีบล็อกเชนก่อนแล้วนำมาวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของการใช้ RFID และบล็อกเชนในการสร้างระบบการติดตามห่วงโซ่อุปทานสินค้าประเภทอาหารจากการเกษตร และท้ายที่สุดได้แสดงการสร้างกระบวนการของระบบซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการติดตามได้ด้วยข้อมูลที่เชื่อถือได้ในห่วงโซ่สินค้าอาหารจากการเกษตรทั้งหมด ซึ่งประกันความมีประสิทธิภาพของความปลอดภัยในอาหารโดยการเก็บรวบรวม ถ่ายโอน และแบ่งปันข้อมูลจริงของการผลิต กระบวนการ คลังสินค้า การกระจาย และการเชื่อมโยงการจำหน่ายสินค้าอาหารจากการเกษตร

Yuan และ Wang (2016) ได้ศึกษาระบบขนส่งอัจฉริยะแบบบล็อกเชน โดยแบ่งชั้นของระบบออกเป็น 7 ชั้นในรูปแบบแนวคิดของบล็อกเชน โดยพิจารณาบล็อกเป็นหนึ่งในการสถาปัตยกรรมที่เชื่อถือได้และปลอดภัยในการสร้างระบบจัดการการขนส่งคู่ขนาน และได้แนะนำกรณีศึกษาบริการการแบ่งปันเวลาจริงแบบบล็อกเชน ซึ่งระบบนี้จะเป็นตัวแทนของแนวโน้มการวิจัยและปฏิบัติในอนาคต

Kim และ Laskowski (2016) ได้ศึกษาการใช้บล็อกเชนเพื่อการติดตามแหล่งที่มาของสินค้าในห่วงโซ่อุปทาน โดยการใช้ออนโทโลยีเพื่อสร้างความรู้ของแหล่งที่มา ความสามารถในการติดตามได้และการใช้ออนโทโลยีของแหล่งที่มาของอาหาร งานวิจัยนี้สร้างกรณีที่ออนโทโลยีเป็นประโยชน์ต่อการออกแบบบล็อกเชน โดยการวิเคราะห์ออนโทโลยีการติดตามและแปลความหมายการแทนค่าไปสู่สมาร์ตคอนแทรคที่ประมวลผลติดตามแหล่งที่มาและบังคับข้อจำกัดในการติดตามได้ของแพลตฟอร์มบล็อกเชนแบบอีเธเรียม

Sharpley และ Domingue (2016) ได้เสนอการบันทึกแบบกระจายถาวรของความพยายามทางสติปัญญาและรางวัลความมีชื่อเสียงบนพื้นฐานของบล็อกเชนซึ่งแสดงตัวอย่างและการทำชื่อเสียง

ทางการศึกษานอกเหนือจากสังคมทางวิชาการ งานวิจัยได้ทดลองบล็อกเชนแบบส่วนตัวหรือเก็บบันทึกทางการศึกษา ตามแนวทางการวิจัยก่อนหน้าของผู้วิจัยเกี่ยวกับการจัดการความมีชื่อเสียงของระบบการศึกษา

Sikorski และคณะ (2017) ได้นำเสนอการสำรวจแอปพลิเคชันของเทคโนโลยีบล็อกเชนที่สัมพันธ์กับ Industry 4.0 และนำเสนอตัวอย่างที่บล็อกเชนนำไปใช้อำนวยความสะดวกการโต้ตอบจากเครื่องสูเครื่องและสร้างตลาดอิเล็กทรอนิกส์ในบริบทของอุตสาหกรรมเคมี โครงร่างที่นำเสนอรวมเอาผู้ผลิตไฟฟ้าสองรายและผู้บริโภคไฟฟ้าหนึ่งรายมีการซื้อขายซึ่งกันและกันบนบล็อกเชน งานนี้ใช้ประโยชน์จากการใช้การพิสูจน์แนวคิดของโครงร่าง นอกจากนี้การวิจัยนี้ได้บรรยายและอภิปรายการวิจัยและแอปพลิเคชันของเทคโนโลยีบล็อกเชนที่สัมพันธ์กับ Industry 4.0 ซึ่งสรุปว่าเทคโนโลยีนี้มีศักยภาพในการสนับสนุนและส่งเสริมประสิทธิภาพของการพัฒนาในอนาคต

2.12 สรุปเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากเอกสารงานวิจัยต่างๆ พบว่ามีการนำแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ประโยชน์ทางการศึกษามาเป็นเวลานานเนื่องจากธรรมชาติของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่ง่ายต่อการประยุกต์ใช้โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงานที่ต้องการหลักฐานในการประเมินความสามารถอย่างแท้จริง (Authentic assessment) ตัวอย่างเช่นหลักฐานการฝึกสหกิจศึกษาในสถานประกอบการของนักศึกษาเป็นต้น นอกจากนี้การประเมินความสามารถในการปฏิบัติงานในวิชาชีพแล้วขณะเดียวกันสมรรถนะดิจิทัลก็เป็นประเด็นใหม่ที่มีผู้สนใจมากขึ้นเพราะเป็นทักษะการเรียนรู้ที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 ดังพบได้จากการวิจัยใหม่ๆ มีการนำเสนอรูปแบบในการส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัล

อย่างไรก็ตามด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างทางเศรษฐกิจที่แปรเปลี่ยนไปสู่เศรษฐกิจดิจิทัล (Digital economy) ส่งผลให้ตลาดแรงงานกลายสภาพเป็นตลาดแรงงานดิจิทัลที่ละน้อยเมื่ออินเทอร์เน็ตเริ่มมีความสำคัญต่อกิจกรรมทางธุรกิจ และเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเมื่อสื่อสังคมออนไลน์ได้รับความนิยม ตลาดแรงงานดิจิทัลจึงเป็นปลายทางของผู้แสวงหางานซึ่งจำเป็นต้องมีสมรรถนะดิจิทัลอย่างพอเพียงในการได้งานทำ

ในกระบวนการคัดเลือกบุคคลเข้าทำงานในสถานประกอบการมีประเด็นของความน่าเชื่อถือในหลักฐานการศึกษา ประสบการณ์ และความรู้เฉพาะด้านต่างๆ ในสายงานวิชาชีพ ซึ่งโดยทั่วไปหลักฐานที่อยู่ในรูปของกระดาษแบบดั้งเดิมมักได้รับความเชื่อถือมากกว่าหลักฐานแบบดิจิทัล เนื่องจากหลักฐานดิจิทัลมักถูกปลอมแปลงได้ง่าย ทำให้หลักฐานดิจิทัลเป็นจำนวนมากที่สำคัญ โดยเฉพาะหลักฐานประสบการณ์ฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาในสถานประกอบการจริงไม่มีโอกาสนำเสนอสู่ตลาดแรงงานเพื่อประกอบการพิจารณาในการคัดเลือกเข้าทำงาน ปัญหาข้อมูลดิจิทัลขาดความน่าเชื่อถือเกิดขึ้นมาตั้งแต่ยุคแรกที่เริ่มนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการประกอบธุรกิจ จนกระทั่งปี ค.ศ. 2008 เริ่มมีแนวคิดระบบบัญชีแยกประเภทแบบกระจาย (Distributed ledger) อันนำมาสู่เทคโนโลยีใหม่ที่เรียกว่าบล็อกเชน ทำให้สามารถประกันความน่าเชื่อถือของทรานแซกชันแบบดิจิทัลได้ นับแต่นั้นเป็นต้นมาปัญหาการขาดความน่าเชื่อถือของข้อมูลดิจิทัลจึงได้รับการแก้ไขอย่างสมบูรณ์

เมื่อนำแนวคิดเทคโนโลยีจากการวิจัยต่าง ๆ มาบูรณาการร่วมกัน ทำให้เกิดแนวความคิดหลอมรวมข้อดีของเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาเครื่องมือในการส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัลด้วยแฟ้มสะสมงาน

อิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาที่มีส่วนของเทคโนโลยีบล็อกเชนที่ถูกนำมาใช้เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้แก่ข้อมูล ซึ่งจะประกันได้ว่าข้อมูลเหล่านั้นจะไม่ถูกปลอมแปลงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการอ้างอิงประสบการณ์การทำงานในโปรแกรมสหกิจศึกษาเพื่อประกอบการสมัครงานได้ในภายหลังเมื่อนักศึกษาเข้าสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลเมื่อสำเร็จการศึกษา

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดเป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and development) โดยมีขั้นตอนการวิจัย 6 ขั้นตอน ได้แก่

- 3.1. การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ด้วยกรอบงานสถาปัตยกรรมองค์กร TOGAF
- 3.2. ประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ด้วยกรอบงานโคพิทและกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP)
- 3.3. พัฒนาระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์
- 3.4. ประเมินความสำเร็จของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ด้วยรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) ร่วมกับโมเดลสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling)
- 3.5. ประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์
- 3.6. ประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

3.1. การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ด้วยกรอบงานสถาปัตยกรรมองค์กร TOGAF

3.1.1. การศึกษาเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสังเคราะห์สรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เอกสาร ได้แก่ กระบวนการสหกิจศึกษา แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ เทคโนโลยีบล็อกเชน กรอบการดำเนินงานของสมรรถนะดิจิทัล 2.0 กรอบดำเนินงานสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ TOGAF กรอบดำเนินการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศ COBIT 4.1 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process: AHP) และปัจจัยแห่งความสำเร็จวิกฤติในการนำสถาปัตยกรรมวิสาหกิจไปใช้

3.1.1.1. วิธีการศึกษาเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล ประกอบด้วย เอกสาร ตำรา งานวิจัย บทความ สารนิพนธ์ และวิทยานิพนธ์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งจัดเป็นเอกสารปฐมภูมิ ในประเด็นเกี่ยวกับแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ สหกิจศึกษา กรอบการดำเนินงานของสมรรถนะดิจิทัล และหลักการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุเพื่อนำมาบูรณาการเข้ากับหลักการเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์และเทคโนโลยีบล็อกเชนตามกรอบแนวคิดการวิจัย และได้ทำการศึกษาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตโดยการศึกษาวเคราะห์บทความหรือข้อความเกี่ยวกับแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ สหกิจศึกษา

เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ เทคโนโลยีบล็อกเชน และกรอบการดำเนินงานของสมรรถนะดิจิทัลซึ่งจัดเป็นเอกสารทุติยภูมิ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสรุปเป็นประเด็นหลักตามกรอบแนวคิดในการศึกษาเอกสาร

3.1.1.2. เอกสารที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกเอกสารที่ใช้ในการศึกษา โดยเป็นเอกสารหรือบทความที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบ พัฒนา และประยุกต์ใช้แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา กรอบการดำเนินงานของสมรรถนะดิจิทัล เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ เทคโนโลยีบล็อกเชน และหลักการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ

3.1.1.3. การสรุปและสังเคราะห์เอกสาร

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารด้วยเกณฑ์การคัดเลือกเอกสารที่กำหนดไว้ แล้วนำมาวิเคราะห์ประเด็นก่อนสรุปรวมเข้าไว้ด้วยกันอย่างเป็นหมวดหมู่ที่อยู่ในขอบเขตโดเมนของปัญหา (Problem domain) โดยคัดเฉพาะเนื้อหาในเอกสารส่วนที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดในการศึกษา จากนั้นตรวจสอบข้อมูลโดยการพิจารณาเชิงคุณภาพของเอกสาร ได้แก่ แหล่งที่มาของเอกสารที่ได้รับการยอมรับทางวิชาการ ความถูกต้องของกระบวนการนำเสนอผลงานวิจัยในบทความ ปีที่ตีพิมพ์ ความนิยมผ่านการถูกอ้างอิง (Citation) เป็นต้น เมื่อคัดแยกเนื้อหาที่ตรงประเด็นและสำคัญที่สุดในเอกสารต่างๆ ได้แล้วจะนำเอาเนื้อหาเหล่านั้นมาสังเคราะห์หาประเด็นสำคัญร่วมกันในแต่ละหมวดหมู่และสังเคราะห์หาแนวทางที่ดีที่สุดของการออกแบบสถาปัตยกรรม

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการจำแนกชนิดข้อมูลแบบไม่ใช้ทฤษฎี (Typological Analytic) ซึ่งมีขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหาเริ่มตั้งแต่ กำหนดเกณฑ์คัดเลือกเอกสาร วางเค้าโครงการวิเคราะห์เป็นการจัดระบบการจำแนกคำหรือข้อความ พิจารณาเงื่อนไขแวดล้อมของข้อมูลเอกสาร และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.2. การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

เนื่องสถาปัตยกรรมระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ในงานวิจัยนี้เป็นสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ ดังนั้นในการออกแบบสถาปัตยกรรมจึงสิ้นสุดเพียงขั้นตอน C (สถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ) ของ ADM เท่านั้น

ในขั้นตอนการเตรียมการ (Preliminary) เป็นการศึกษาแนวทางเพื่อศึกษาปัญหาและการแก้ไข ซึ่งจะนำปัญหาของการใช้ระบบดั้งเดิมมาศึกษาเพื่อดูจุดบกพร่องหรือจุดอ่อน หลังจากนั้นจึงศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อแก้ไขจุดบกพร่องหรือจุดอ่อน ตลอดจนเทคโนโลยีที่สนับสนุนให้สามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ในอดีตได้อย่างเป็นระบบ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาในขั้นตอนนี้จะเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้สถาปัตยกรรมระบบที่จะออกแบบมีความสมบูรณ์ ครบถ้วน และตรงตามความต้องการขององค์กรมากที่สุด

ในขั้นตอน A วิสัยทัศน์ของสถาปัตยกรรมจะเป็นการมองภาพรวมที่ครอบคลุมประเด็นต่างๆ ในการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ เป็นการมองภาพแบบองค์รวมแต่ยังไม่ลงเอยรายละเอียดของ

วิธีการพัฒนาเชิงเทคนิค ในการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด เริ่มจากการแยกส่วนเทคโนโลยีที่สัมพันธ์กันในระบบด้วยการออกแบบการบูรณาการระบบที่ละคู่เพื่อให้เกิดความชัดเจนของระบบและง่ายต่อการเชื่อมต่อของระบบย่อยแต่ละระบบและการเชื่อมต่อย่อยไปสู่ระบบใหญ่ ได้แก่ ระบบการบูรณาการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับเทคโนโลยีบล็อกเชน ระบบการบูรณาการเทคโนโลยีบล็อกเชนกับเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ ระบบการบูรณาการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับการประเมินสมรรถนะดิจิทัล และระบบการบูรณาการผลประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

หลังจากได้การบูรณาการเทคโนโลยีที่สัมพันธ์ที่ละคู่แล้วจึงนำรวมกันเป็นสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดขั้นสุดท้าย เมื่อได้วิสัยทัศน์ของสถาปัตยกรรมแล้วจึงเริ่มกระบวนการในขั้นตอน B และ ขั้นตอน C ต่อไป ซึ่งจะมีรายละเอียดเป็นจำนวนมากตามกรอบการดำเนินงานของ TOGAF

1.2 การประเมินความสามารถในการนำไปใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

ในการประเมินความสามารถในการนำไปใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมระบบ (Implementation capability of system architecture) ผู้วิจัยใช้วิธีการบูรณาการหลักการต่างๆ ได้แก่ (1) กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น (Analytic hierarchy process) (2) กรอบการดำเนินงานการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศโคบิท (COBIT Information Technology Governance Framework) (3) ปัจจัยแห่งความสำเร็จของสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ (Critical success factors of Enterprise architecture) และ (4) รูปแบบการประเมินความสามารถในการนำไปใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมระบบ (Assessment model of system architecture implementation)

3.2.1 ประชากร

ประชากรคือผู้เชี่ยวชาญมีคุณวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต หรือตำแหน่งทางวิชาการรองศาสตราจารย์ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ การศึกษา นวัตกรรม หรือใกล้เคียง

3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยใช้กลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญในการประเมินสถาปัตยกรรมระบบแบบเจาะจง (Purposive sampling) จำนวน 18 คน โดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณวุฒิการศึกษาระดับดุษฎีบัณฑิต หรือตำแหน่งทางวิชาการรองศาสตราจารย์ และประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีสารสนเทศ การศึกษา นวัตกรรม หรือใกล้เคียง

3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามออนไลน์เพื่อเปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความสำเร็จวิกฤติเมื่อเทียบกับตัวเลือกของกรอบการดำเนินงานกำกับดูแลเทคโนโลยี

สารสนเทศองค์กร (COBIT) ที่จะส่งไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางอีเมล ซึ่งจะมี 9 ตัวเลือก ได้แก่ ความสำคัญเท่ากับ 1 หมายถึงปัจจัยทั้งสองมีความสำคัญเท่ากัน ความสำคัญเท่ากับ 2 หมายถึงปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญกว่าอีกปัจจัยหนึ่งค่อนข้างปานกลาง ความสำคัญเท่ากับ 3 หมายถึงปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง ความสำคัญเท่ากับ 4 หมายถึงปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งค่อนข้างเห็นได้ชัด ความสำคัญเท่ากับ 5 หมายถึงปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัด ความสำคัญเท่ากับ 6 หมายถึงปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งค่อนข้างชัดเจน ความสำคัญเท่ากับ 7 หมายถึงปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยอย่างชัดเจน ความสำคัญเท่ากับ 8 หมายถึงปัจจัยหนึ่งค่อนข้างมีความสำคัญสูงสุดเมื่อเทียบกับปัจจัยหนึ่ง และความสำคัญเท่ากับ 9 หมายถึงปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญสูงสุดเมื่อเทียบกับอีกปัจจัยหนึ่ง

3.2.4 การดำเนินการวิจัย

3.2.4.1 นำกรอบการดำเนินงานการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศโคบิททั้ง 5 ประเด็นมาสร้างเป็นเงื่อนไขของรูปแบบการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น

3.2.4.2 นำปัจจัยแห่งความสำเร็จทั้ง 5 ประเด็นมาสร้างเป็นทางเลือกของรูปแบบการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น

3.2.4.3 สร้างแบบสอบถามตามรูปแบบที่สร้างขึ้นแล้วส่งให้ผู้เชี่ยวชาญประเมิน

3.2.4.4 นำผลการประเมินมาวิเคราะห์ตามรูปแบบการวิเคราะห์แบบลำดับขั้น

3.2.4.5 สรุปผลการประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบ

3.2.5 กรอบการดำเนินงานการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศโคบิท

โคบิทประกอบด้วยองค์ประกอบดังต่อไปนี้ (ITGI, 2007)

3.2.5.1 เกณฑ์สารสนเทศของโคบิท (Information criteria) ประกอบด้วย (1) ประสิทธิภาพ (2) ประสิทธิผล (3) ความน่าเชื่อถือ (4) บุรณภาพ (5) ความพร้อมใช้งาน (6) ความร่วมมือ และ (7) ความน่าเชื่อถือ

3.2.5.2 ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT Resources) ประกอบด้วย (1) แอปพลิเคชัน (2) สารสนเทศ (3) โครงสร้างพื้นฐาน และ (4) คน

3.2.5.3 รูปแบบกระบวนการโดยทั่วไป (Generic Process Model) ประกอบด้วย (1) การวางแผนและจัดโครงสร้าง (2) การได้มาและการนำไปใช้ (3) การนำส่งและการสนับสนุน และ (4) การดูแลและการประเมิน

3.2.5.4 การควบคุมกระบวนการ (Process Control) ประกอบด้วย (1) เป้าหมายและวัตถุประสงค์ของกระบวนการ (2) เจ้าของกระบวนการ (3) การทำซ้ำกระบวนการ (4) บทบาทและความรับผิดชอบ (5) นโยบาย การวางแผน และกระบวนการ และ (6) การปรับปรุงสมรรถนะของกระบวนการ

3.2.5.5 การควบคุมแอปพลิเคชัน (Application Control) ประกอบด้วย (1) การจัดเตรียมข้อมูลต้นฉบับและการพิสูจน์ทราบตัวตน (2) การเก็บรวบรวมข้อมูลและการนำเข้า (3) การตรวจสอบสิทธิ์ ความถูกต้อง และความสมบูรณ์ (4) บุรณภาพและความถูกต้องของการประมวลผล

(5) การทบทวนปัจจัยนำออก การทำให้กลมกลืนและการจัดการกับข้อผิดพลาด (6) การพิสูจน์ทราบตัวตนและบูรณาการของทรานแซกชัน

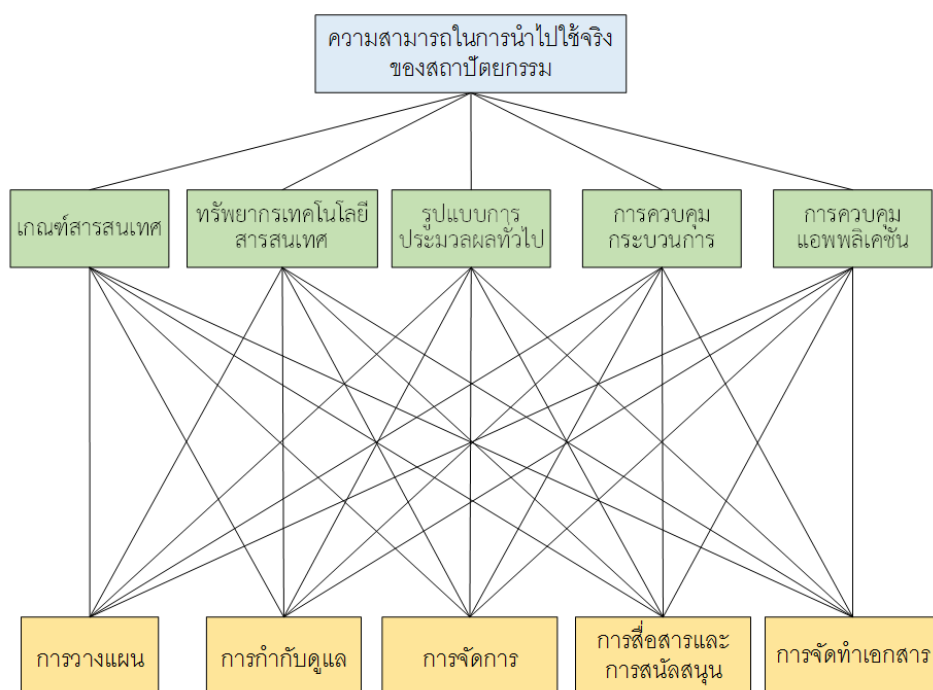
3.2.6 ปัจจัยแห่งความสำเร็จวิกฤตของสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวกับปัจจัยแห่งความสำเร็จวิกฤตในการนำสถาปัตยกรรมวิสาหกิจไปใช้จริง ซึ่งแต่ละงานวิจัยได้นำเสนอรูปแบบปัจจัยแห่งความสำเร็จที่แตกต่างกัน เช่น กรอบการดำเนินงานเพื่อประสิทธิผลของสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ (Kamogawa และ Okada , 2005), ผลได้และปัจจัยความสำเร็จของการจัดการสถาปัตยกรรมเทคโนโลยีสารสนเทศของวิสาหกิจ: หลักฐานเชิงประจักษ์จากอุตสาหกรรมบริการทางการเงินนานาชาติ(Schmidt และ Buxmann, 2010) การประเมินซ้ำของการนำสถาปัตยกรรมวิสาหกิจไปใช้ (Aier และ Schelp, 2010) ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิผลของสถาปัตยกรรมวิสาหกิจและความพึงพอใจของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Van der Raadt, 2010) ปัจจัยความสำเร็จที่มีศักยภาพของสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ (Ylimäk, 2008) อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ปัจจัยแห่งความสำเร็จของงานวิจัยต่างๆ พบว่ามีประเด็นปัจจัยแห่งความสำเร็จที่เหมือนกันในหลายงานวิจัยพอสรุปได้ดังต่อไปนี้ (Nikpay และคณะ, 2013)

1. การวางแผน (Planning)
2. การกำกับดูแล (Governance)
3. การจัดการ (Management)
4. การสื่อสารและสนับสนุน (Communication and Support)
5. การจัดทำเอกสาร (Documentation)

3.2.7 รูปแบบการประเมินความสามารถในการนำไปใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ

ในการประเมินความสามารถในการนำไปใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมระบบ ผู้วิจัยบูรณาการหลักการต่าง ๆ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ



ภาพที่ 3-1 รูปแบบการประเมินความสามารถในการนำไปใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมระบบที่มีการบูรณาการด้วยการดำเนินการดำเนินงานการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศโคบิทเข้ากับปัจจัยแห่งความสำเร็จในการนำสถาปัตยกรรมวิสาหกิจไปใช้จริง

หลังจากนั้นนำทางเลือกปัจจัยแห่งความสำเร็จในการนำสถาปัตยกรรมวิสาหกิจไปใช้มาคำนวณด้วยวิธีการเดียวกับเกณฑ์โคบิทดังที่กล่าวมาข้างต้น ในขั้นตอนสุดท้ายให้นำลำดับความสำคัญของเกณฑ์โคบิทมาคูณกับลำดับความสำคัญของทางเลือก ผลรวมของแต่ละทางเลือกคือค่าลำดับความสำคัญที่ได้จากเกณฑ์แต่ละเกณฑ์นั้น

ค่าลำดับความสำคัญคือผลลัพธ์สุดท้ายจากการคำนวณซึ่งจะใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาทางเลือกปัจจัยแห่งความสำเร็จในการนำสถาปัตยกรรมวิสาหกิจไปใช้ว่าควรให้ความสำคัญกับปัจจัยใดมากที่สุด ปัจจัยรองลงมาอื่นๆ ไปจนถึงปัจจัยที่มีความสำคัญน้อยที่สุด ซึ่งมีประโยชน์ต่อการวางแผนการนำไปใช้ทั้งด้านการจัดสรรทรัพยากร ต้นทุน และเวลาที่ต้องใช้ว่าต้องเน้นไปที่จุดใดและมากน้อยเพียงใด และเมื่อบริหารจัดการปัจจัยความสำเร็จในการนำสถาปัตยกรรมวิสาหกิจไปใช้ตามน้ำหนักความสำคัญแล้วยังเพิ่มประสิทธิภาพต่อองค์กรและโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการนำสถาปัตยกรรมระบบไปใช้จริงในการพัฒนาระบบสารสนเทศในระยะต่อไป

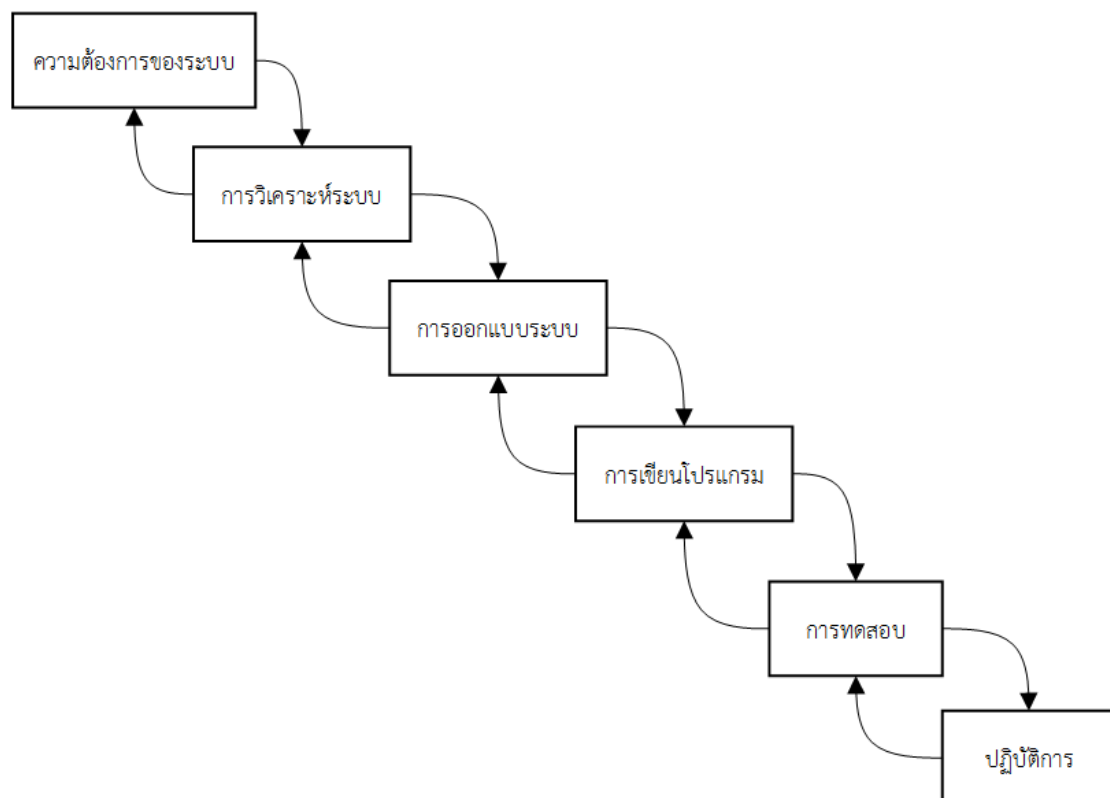
3.3 การพัฒนาเพิ่มสมรรถนะอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

3.3.1 ระเบียบวิธีพัฒนาซอฟต์แวร์

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software development methodology) แบบน้ำตกที่ย้อนกลับได้ (Feedback waterfall model) ของ Royce (1970) อันประกอบด้วยขั้นตอนในการพัฒนาซอฟต์แวร์ 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ความต้องการของระบบ (System requirements) เป็นขั้นตอนในการเก็บรวบรวมความต้องการของระบบจากผู้ใช้
2. การวิเคราะห์ระบบ (System analysis) เป็นขั้นตอนที่จะสร้างรูปแบบ (Model) โครงร่าง (Schema) และกฎทางธุรกิจ (Business rule) จากความต้องการที่รวบรวมมาได้
3. การออกแบบระบบ (System design) เป็นขั้นตอนที่จะสร้างสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ในรูปแบบแผนภาพเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
4. การเขียนโปรแกรม (Coding) เป็นขั้นตอนการพัฒนา พิสูจน์ และบูรณาการซอฟต์แวร์ด้วยภาษาโปรแกรม
5. การทดสอบ (Testing) เป็นขั้นตอนการค้นหาและดีบั๊กข้อผิดพลาดอย่างเป็นระบบ
6. ปฏิบัติการ (Operations) เป็นขั้นตอนการติดตั้ง โยกย้าย สนับสนุน และบำรุงรักษาระบบ

คอมพิวเตอร์ที่พัฒนาเสร็จแล้ว



ภาพที่ 3-2 ระเบียบวิธีพัฒนาซอฟต์แวร์แบบน้ำตกที่ย้อนกลับได้ (Royce, 1970)

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยเลือกใช้เครื่องมือพัฒนาระบบด้วยทรัพยากรประมวลผลบนคลาวด์ในรูปแบบบริการแพลตฟอร์ม (Platform as a Service: PaaS) ของผู้ให้บริการ Heroku ซึ่งให้บริการเครื่องมือพัฒนาระบบได้แก่ ภาษา Node.js ฐานข้อมูล MongoDB เว็บโฮสต์และชื่อโดเมน

นอกเหนือจากเครื่องมือบนคลาวด์แล้วผู้วิจัยใช้เครื่องมือพัฒนาอื่นๆ ได้แก่ ภาษา JavaScript ,Bootstrap framework, โปรแกรม Visual Studio Code และ Cascading Style Sheet (CSS)

ข้อสังเกตคือชุดพัฒนาและเครื่องมือที่ผู้วิจัยเลือกใช้เป็นซอฟต์แวร์แบบเปิดเผยรหัส (Open source) เป็นส่วนใหญ่เนื่องจากปราศจากปัญหาเรื่องลิขสิทธิ์และเป็นเครื่องมือที่นักพัฒนาทั่วโลกนิยมใช้ในการพัฒนาระบบสารสนเทศในปัจจุบัน จึงสามารถหาข้อมูลจากชุมชนนักพัฒนาบนอินเทอร์เน็ตได้ง่าย ซึ่งเอื้อต่อการพัฒนาระบบอย่างยั่งยืนในอนาคต

ระบบที่พัฒนาเสร็จแล้วจะถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยผู้ใช้งานก่อนนำไปใช้งานจริง และให้ผู้ใช้งานประเมินผลประสิทธิภาพของระบบว่าตรงตามวัตถุประสงค์หรือไม่ โดยมีค่าระดับค่าเฉลี่ย 5 ระดับ ดังนี้คือ 1 คะแนน หมายถึง ประสิทธิภาพของระบบน้อยที่สุด 2 คะแนน หมายถึง ประสิทธิภาพของระบบน้อย 3 คะแนน หมายถึง ประสิทธิภาพของระบบปานกลาง 4 คะแนน หมายถึง ประสิทธิภาพของระบบมาก 5 คะแนน หมายถึง ประสิทธิภาพของระบบมากที่สุด การกำหนดช่วงระดับคะแนนแบ่งออกเป็น 5 ช่วง ได้แก่

- 4.50 – 5.00 หมายถึง ประสิทธิภาพมากที่สุด
- 3.50 – 4.49 หมายถึง ประสิทธิภาพมาก
- 2.50 – 3.49 หมายถึง ประสิทธิภาพปานกลาง
- 1.50 – 2.49 หมายถึง ประสิทธิภาพน้อย
- 0.0 – 1.49 หมายถึง ประสิทธิภาพน้อยที่สุด

3.4 การประเมินความสำเร็จของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

3.4.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาในโปรแกรมสหกิจศึกษาปีการศึกษา 2561 และปีการศึกษา 2562 ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก จำนวน 203 คน

3.4.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเจาะจง โดยมีจำนวนกลุ่มตัวอย่างต่อตัวแปรสังเกตได้ในอัตราส่วน 10 : 1 (Bentler and Chou, 1987) ซึ่งในงานวิจัยนี้มีตัวแปรสังเกตได้ (Observed variable) 12 ตัวแปร ดังนั้นจึงใช้ขนาดกลุ่มตัวอย่าง 120 คน

3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- 3.4.3.1 แบบสอบถามความสำเร็จของระบบสารสนเทศ
- 3.4.3.2 โมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM)
- 3.4.3.3 โปรแกรมภาษา R แพคเกจ semPLS

3.4.4 วิธีดำเนินการวิจัย

3.4.4.1 สร้างรูปแบบความสำเร็จของระบบสารสนเทศ

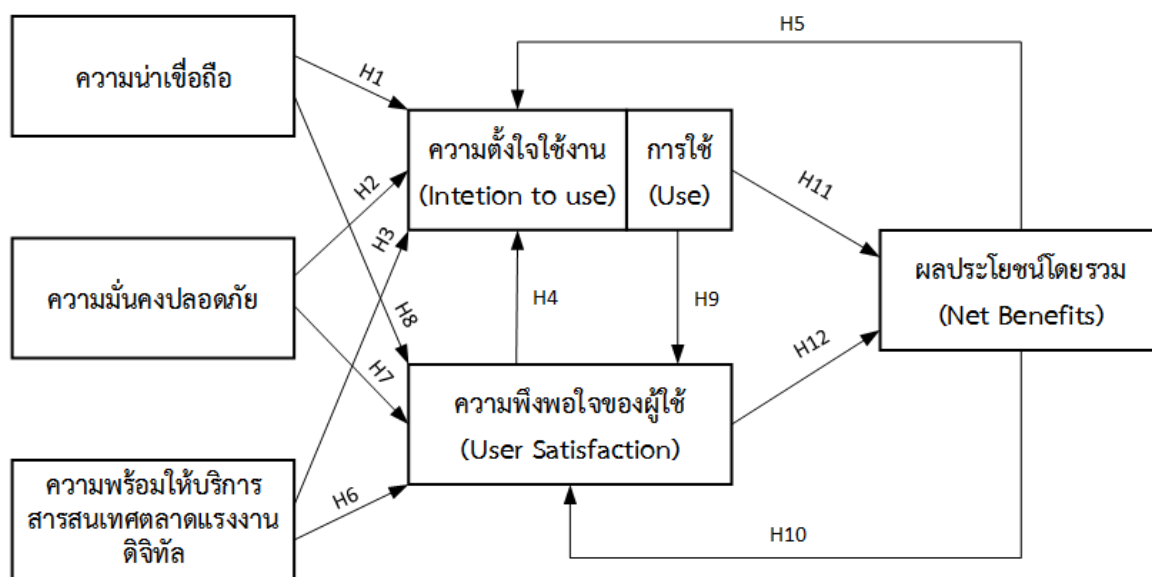
ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบความสำเร็จของระบบสารสนเทศ (Model of Information System Success) ของ DeLone และ McLean (2003) เพื่อนำโครงสร้างของรูปแบบไปหาตัวแปรตาม โดยมีการตั้งสมมติฐานอ้างอิงตามโครงสร้าง และใช้เครื่องวิเคราะห์ทางสถิติโมเดลสมการโครงสร้าง ในการวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบสมมติฐาน

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) มาปรับให้เข้ากับบริบทของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนเพื่อให้ได้ตัวแปรแฝงที่ชัดเจน และตัวแปรสังเกตได้ที่เข้ากับการวิจัย โดยพิจารณา 3 โครงสร้างได้แก่ คุณภาพระบบ คุณภาพสารสนเทศ และคุณภาพบริการ

เนื่องจากวัตถุประสงค์งานวิจัยนี้คือการนำบล็อกเชนมาช่วยให้ระบบสารสนเทศเกิดความน่าเชื่อถือ มีความปลอดภัยจากการลอบเข้ามาแก้ไขปลอมแปลงข้อมูล และสารสนเทศสามารถเผยแพร่สู่ตลาดแรงงานดิจิทัล ดังนั้นจึงมีการจับคู่โครงสร้างรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) กับโครงสร้างรูปแบบความสำเร็จระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชน ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3-1 การจับคู่ระหว่างโครงสร้างจากรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) กับโครงสร้างของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชน

| DeLone และ McLean (2003) | ระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชน |
|--------------------------|---|
| คุณภาพสารสนเทศ | ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศ |
| คุณภาพระบบ | ความมั่นคงปลอดภัยของระบบ |
| คุณภาพบริการ | ความพร้อมให้บริการสารสนเทศตลาดแรงงานดิจิทัล |



ภาพที่ 3-3 รูปแบบความสำเร็จระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบล็อกเชนที่ดัดแปลงจาก DeLone และ McLean (2003)

สมมติฐานของรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศในงานวิจัยได้แก่

H1: ความน่าเชื่อถือมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน

H2: ความมั่นคงปลอดภัยมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน

H3: ความพร้อมให้บริการสารสนเทศตลาดแรงงานดิจิทัลมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน

H4: ความพึงพอใจผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน

H5: ผลประโยชน์โดยรวมมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน

H6: ความพร้อมให้บริการสารสนเทศตลาดแรงงานดิจิทัลมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

H7: ความมั่นคงปลอดภัยมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

H8: ความน่าเชื่อถือมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

H9: ความตั้งใจใช้งาน/การใช้มีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

H10: ผลประโยชน์โดยรวมมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจผู้ใช้

H11: ความตั้งใจใช้งาน/การใช้มีผลเชิงบวกต่อผลประโยชน์โดยรวม

H12: ความพึงพอใจผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อผลประโยชน์โดยรวม

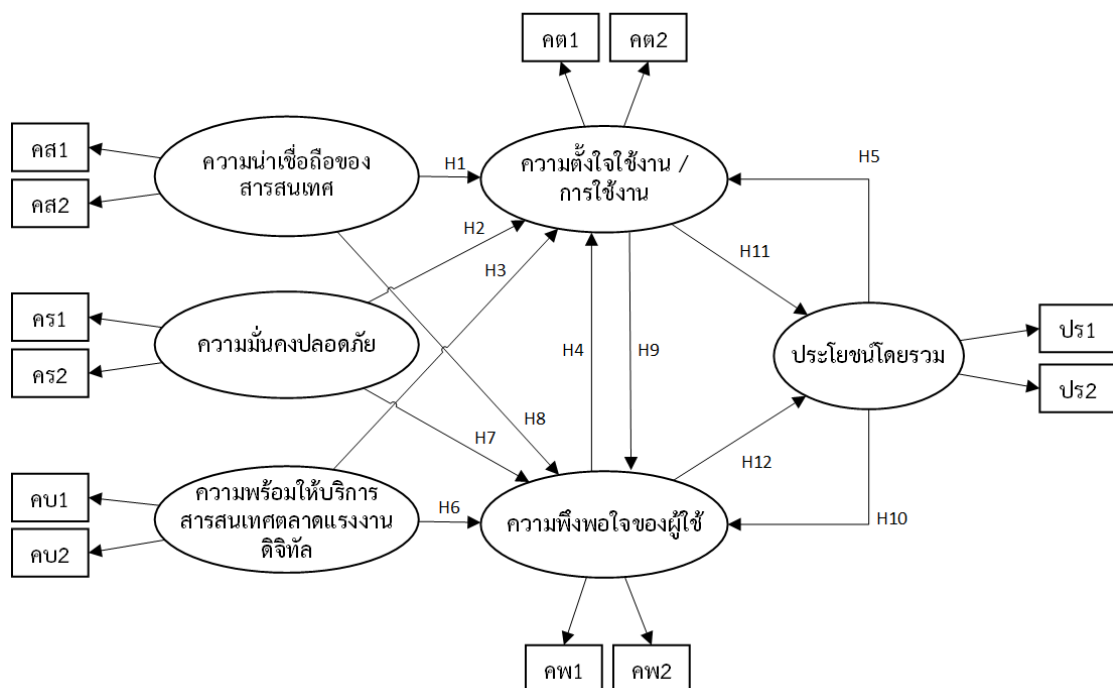
3.4.4.2 การสร้างแบบสอบถามความสำเร็จของระบบสารสนเทศ

ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความสำเร็จของระบบสารสนเทศโดยการศึกษาค้นคว้าจากงานวิจัยที่สอดคล้องกับรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) และคัดเลือกรายการประเมินตามโครงสร้างของตัวแปรสังเกตได้ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3-3 รายการประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศตามโครงสร้างและงานวิจัย

| โครงสร้าง | รายการประเมิน | งานวิจัย |
|---|--|-------------------------------------|
| ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศ | คส1: ข้อมูลง่ายต่อการทำความเข้าใจ | Wixom และ Todd (2005) |
| | คส2: ข้อมูลถูกต้องตามความต้องการ | Shaltoni และคณะ (2015) |
| ความมั่นคงปลอดภัย | คร1: ระบบง่ายต่อการใช้งาน | Rana และคณะ (2015) |
| | คร2: ระบบมีความน่าเชื่อถือ | Pituch และ Lee (2006) |
| ความพร้อมให้บริการสารสนเทศแรงงานดิจิทัล | คบ1: การตอบสนองตามความต้องการผู้ใช้ | DeLone และ McLearn (2003) (ดัดแปลง) |
| | คบ2: ความพร้อมให้บริการข้อมูลแรงงานฯ | |
| ความตั้งใจใช้งาน/การใช้งาน | คต1: ผู้ใช้เชื่อว่าระบบคุ้มค่าต่อการใช้งาน | Hsu และ Lin (2010) |
| | คต2: ผู้ใช้คิดว่าจะใช้ระบบต่อไปในอนาคต | Mayeh และคณะ (2014) |
| ความพึงพอใจผู้ใช้ | คพ1: ผู้ใช้มีความพึงพอใจกับระบบโดยรวม | Ismail และคณะ (2012) |
| | คพ2: ผู้ใช้พึงพอใจต่อสิ่งสนับสนุนจากระบบ | Yakubu และ Dasuki (2018) |
| ประโยชน์โดยรวม | ปร1: ระบบส่งเสริมประสิทธิภาพการทำงาน | Gable และคณะ (2008) |
| | ปร2: ระบบปรับปรุงกระบวนการทำงาน | |

รายการประเมินในแบบสอบถามความสำเร็จของระบบสารสนเทศจะเป็นแบบลิเคิร์ต (Likert, 1932) มีตัวเลือก 5 ระดับ ตัวเลือก 1 หมายถึงน้อยที่สุด ตัวเลือก 2 หมายถึงน้อย ตัวเลือก 3 หมายถึงปานกลาง ตัวเลือก 4 หมายถึงมาก และตัวเลือก 5 หมายถึงมากที่สุด



ภาพที่ 3-4 รูปแบบความสำเร็จสารสนเทศที่ปรับตัวแปรตามรายการประเมิน

ภาพที่ 3-4 โครงสร้างแต่ละโครงสร้างจะเป็นตัวแปรแฝง (Latent variable) ส่วนรายการประเมินในแบบสอบถามของแต่ละโครงสร้างจะเป็นตัวแปรสังเกตได้ และแต่ละโครงสร้างมีตัวแปรสังเกตได้โครงสร้างละ 2 ตัวแปร ดังนั้นโมเดลสมการโครงสร้างนี้จึงมีทั้งหมด 12 ตัวแปรสังเกตได้ 6 ตัวแปรแฝง

แบบสอบถามความสำเร็จของระบบสารสนเทศจะถูกส่งให้กลุ่มตัวอย่างภายในระบบเพื่อประเมินแบบออนไลน์ และเมื่อได้ผลประเมินแล้วจะแปลงข้อมูลในฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลเพื่อให้ง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

3.4.4.3.1 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity) โดยใช้วิธีวิเคราะห์หองค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งประกอบด้วยค่าสถิติดังต่อไปนี้

3.4.4.3.2 ไค-สแควร์สัมพัทธ์ (Chi-square: χ^2) เพื่อตรวจสอบข้อมูลโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ว่ามีความกลมกลืนกันหรือไม่ ถ้ามีค่าน้อยจนไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงว่าข้อมูลโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์มีความกลมกลืนกัน

3.4.4.3.3 ดัชนีวัดความกลมกลืน (Goodness of fit index: GFI) เพื่อตรวจสอบความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

3.4.4.3.4 ดัชนีวัดความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index: AGFI) เป็นค่า GFI ที่ปรับตามองศาอิสระและขนาดกลุ่มตัวอย่าง

3.4.4.3.5 ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยกำลังสองส่วนที่เหลือ (Root mean squared residual: RMSR) เป็นค่าที่อยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 แต่ควรต่ำกว่า 0.08 เพราะแสดงว่าโมเดลสมการโครงสร้างมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ในเกณฑ์ดี (Hu และ Bentler, 1999)

3.4.4.3.6 ค่าความคลาดเคลื่อนของรากที่สองค่าเฉลี่ยกำลังสองโดยประมาณการ (Root mean squared error of approximation: RMSEA) ใช้วัดความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ถ้าค่าต่ำกว่า 0.05 แสดงว่าความกลมกลืนอยู่ในเกณฑ์ดี ถ้าค่าอยู่ระหว่าง 0.05 ถึง 0.08 แสดงว่าความกลมกลืนอยู่ในเกณฑ์พอใช้ แต่ถ้าค่ามากกว่า 0.08 ขึ้นไปแสดงว่าไม่มีความกลมกลืน

3.4.4.3.7 ดัชนีความกลมกลืนเชิงอิงเกณฑ์ (Normed fit index : NFI) ใช้วัดความเหมาะสมของโมเดลเมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลอิสระ (Independent model) และควรมีค่ามากกว่า 0.95 ขึ้นไป

3.4.4.3.8 ดัชนีความกลมกลืนเชิงเปรียบเทียบ (Comparative fit index: CFI) ใช้วัดความกลมกลืนระหว่างโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ยิ่งเข้าใกล้ 1 มากเท่าใดยิ่งมีความกลมกลืนมากเท่านั้น

3.4.4.3.9 การวิเคราะห์ผลโมเดลสมการโครงสร้าง เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องกับรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean (2003) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการยกกำลังสองน้อยที่สุดบางส่วน (Partial least squares-structural equation modelling : PLS-SEM) ซึ่งเป็นเทคนิคที่สามารถวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้างที่มีโครงสร้าง

รายการพหุคุณ (Multiple-item constructs) โดยการสกัดกลุ่มของตัวแปรทำนาย (Predictor) และตัวแปรตอบสนอง (Response) แบบเชิงเส้นต่อเนื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Davcik, 2014) และใช้แพ็คเกจ semPLS ในภาษา R มาเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์ การวิเคราะห์ PLS-SEM มี 2 ขั้นตอน ได้แก่

1. การประเมินผลโมเดลของแบบจำลองการวัด เช่น ค่าความเชื่อมั่นของการประเมินแต่ละรายการ ค่าความสอดคล้องภายใน และค่าความเชื่อมั่นในการจำแนกของการวัดผล เช่น ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาคอัลฟา (Cronbach's alpha coefficient: α) ค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบ (Composit reliability: CR) และค่าความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average variance extracted: AVE) เป็นต้น

2. การประเมินผลโมเดลโครงสร้าง ซึ่งจะบรรยายวิธีการที่แต่ละโครงสร้างถูกวัดผลโดยตัวชี้วัดที่สอดคล้องกัน โดยโมเดลโครงสร้างแสดงให้เห็นถึงวิธีการที่ตัวแปรแฝง มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน รวมทั้งแสดงโครงสร้างและเส้นทางเชิงสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรในโมเดลโครงสร้าง เช่น ค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (Path coefficient: β) ค่าที (T-value) และสหสัมพันธ์ตัวแปรแฝง (Latent Variable Correlations) เป็นต้น

3.5 การประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

3.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยคือนักศึกษาในโปรแกรมสหกิจศึกษาปีการศึกษา 2561 และปีการศึกษา 2562 ของวิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก จำนวน 203 คน

3.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จากประชากร 203 คน แยกตามกลุ่มคณะ 4 คณะ ได้แก่ คณะบัญชีและวิทยาการจัดการ คณะโลจิสติกส์และเทคโนโลยีการบิน คณะศิลปศาสตร์ และคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยการสุ่มตามสัดส่วนจำนวนนักศึกษาในแต่ละคณะรวมจำนวน 50 คน

3.5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบประเมินสมรรถนะดิจิทัลแบบออนไลน์ 5 ด้าน ที่ได้จากการประเมินโดยสถานประกอบการ ได้แก่ (1) ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล (2) การสื่อสารและความร่วมมือ (3) การสร้างเนื้อหาดิจิทัล (4) ความปลอดภัย และ (5) การแก้ปัญหา โดยมีระดับคะแนน 5 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน หมายถึงน้อย 2 คะแนน หมายถึงค่อนข้างน้อย 3 คะแนน หมายถึงปานกลาง 4 คะแนน หมายถึงมาก และ 5 คะแนน หมายถึงมากที่สุด และวัดระดับความเชี่ยวชาญ 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ A หมายถึงมีความเชี่ยวชาญสูง จะมีคะแนนระหว่าง 4.50 – 5.00 ระดับ B หมายถึงมีความเชี่ยวชาญปานกลาง จะมีคะแนนระหว่าง 3.50 – 4.49 และ ระดับ C หมายถึงมีความเชี่ยวชาญพอใช้

3.5.4 วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บรวบรวมข้อมูลผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คนจากฐานข้อมูลมาแปลงให้อยู่ในรูปของไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลเพื่อให้ง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Arithmetic mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) เพื่อใช้วัดระดับสมรรถนะดิจิทัล 5 ด้าน และแบ่งกลุ่มตามระดับความเชี่ยวชาญ 3 ระดับ โดยตั้งสมมติฐานว่าค่าสมรรถนะดิจิทัลโดยเฉลี่ยอยู่ในระดับปานกลาง

3.6 การประเมินผลการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

3.6.1 ประชากร

ประชากร คือ ตัวแทนสถานประกอบการในโปรแกรมสหกิจศึกษาจำนวน 37 คน

3.6.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเจาะจงจากประชากรตัวแทนสถานประกอบการจำนวน 13 คน

3.6.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามออนไลน์การส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ โดยมีระดับคะแนน 5 ระดับ ได้แก่ 1 คะแนน ความสำเร็จของระบบน้อยที่สุด 2 คะแนน หมายถึง ความสำเร็จของระบบน้อย 3 คะแนน หมายถึง ความสำเร็จของระบบปานกลาง 4 คะแนน หมายถึง ความสำเร็จของระบบมาก และ 5 คะแนน หมายถึง ความสำเร็จของระบบมากที่สุด

3.6.4 วิธีดำเนินการวิจัย

เก็บรวบรวมข้อมูลผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 13 คนจากฐานข้อมูลมาแปลงให้อยู่ในรูปของไฟล์ไมโครซอฟต์เอ็กเซลเพื่อให้ง่ายต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.5 การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

ใช้สถิติค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยตั้งสมมติฐานว่าผลการประเมินจากสถานประกอบการเกี่ยวกับการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดเป็นการวิจัยรูปแบบการวิจัยและพัฒนา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา (2) ประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ (3) พัฒนาระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา (4) ประเมินความสำเร็จของระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ (5) ประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา (6) ประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด โดยแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 6 ประเด็นดังต่อไปนี้

1.1 ผลการออกแบบแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา

1.2 ผลการประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.3 ผลการพัฒนาระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.4 ผลการประเมินความสำเร็จของระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

1.5 ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

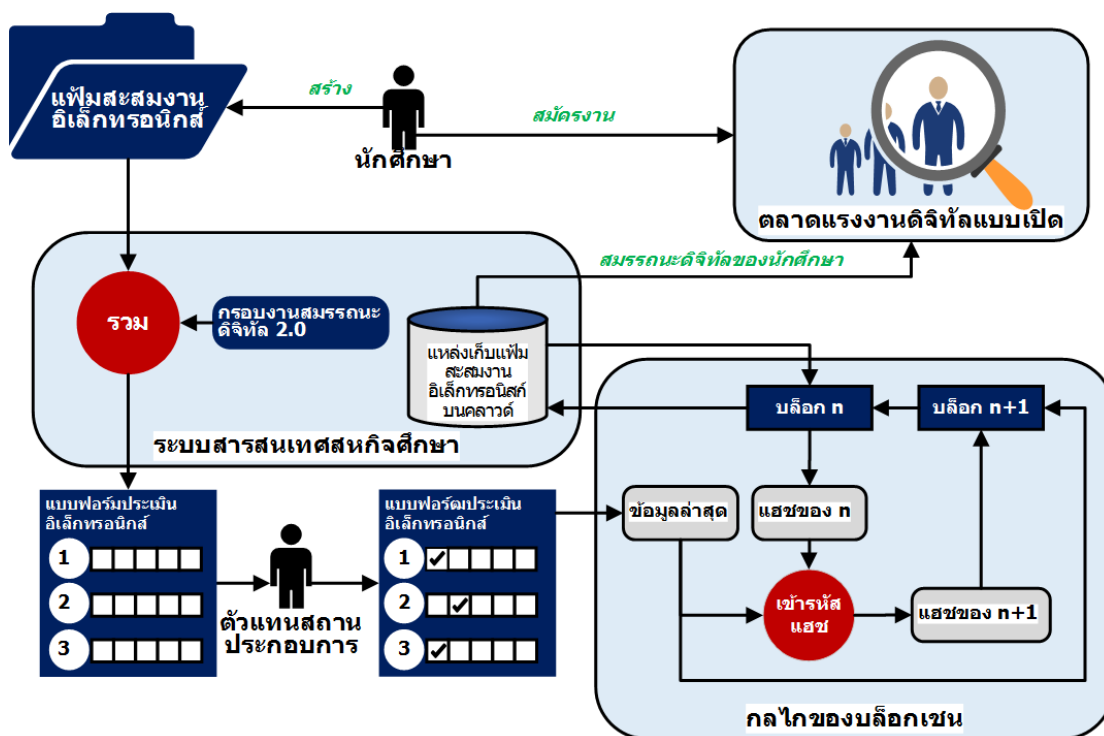
1.6 ผลการประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

4.1 ผลการออกแบบแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา

การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มประสิทธิภาพงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา ผู้วิจัยได้นำแนวทางของกรอบการดำเนินงานการออกแบบสถาปัตยกรรมวิสาหกิจ TOGAF เวอร์ชัน 9.1 มาเป็นหลัก โดยแบ่งขั้นตอนการออกแบบเป็นระยะต่างๆ ดังต่อไปนี้

ระยะที่ 1 มุมมองสถาปัตยกรรม (Architecture vision)

วัตถุประสงค์ของระยะนี้คือเพื่อประกันความมั่นใจว่าจะได้รับการอนุมัติจัดทำจากฝ่ายบริหารในการจัดโครงสร้างวงจการพัฒนาสถาปัตยกรรมด้วยกรอบงานเพื่อกำหนดผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อกำหนดความต้องการทางธุรกิจ เพื่อกำหนดมุมมองสถาปัตยกรรม เพื่อสร้างแผนที่ครอบคลุม และเพื่อความปลอดภัยในการอนุมัติให้ดำเนินการต่อไป



ภาพที่ 4-1 แผนภาพมุมมองสถาปัตยกรรมระบบ

ภาพที่ 4-1 การฝึกสหกิจศึกษาตามงานที่ได้รับมอบหมายเข้าสู่เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ได้แก่งานหมายเลข 1 ถึง 3 ระบบจะนำข้อมูลมารวมเข้ากับกรอบงานสมรรถนะดิจิทัล 2.0 เพื่อสร้างแบบฟอร์มการประเมินอิเล็กทรอนิกส์ให้แก่ตัวแทนสถานประกอบการซึ่งทำหน้าที่ประเมินสมรรถนะดิจิทัลด้านต่างๆ ของนักศึกษา ผลการประเมินจะถูกส่งเข้าบล็อกเชนโดยมีกลไกสำคัญคือการเข้ารหัสแฮช โดยการนำค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้ารวมกับข้อมูลล่าสุดมาเข้ารหัสแฮชค่าที่ได้จะเป็นค่าของบล็อกแฮชล่าสุดที่จะถูกบันทึกเข้าบล็อกต่อกับบล็อกก่อนหน้า จากรูปค่าแฮชของบล็อก n จะถูกนำมาเข้ารหัสแฮชร่วมกับข้อมูลล่าสุดที่ได้จากการประเมิน ผลที่ได้คือค่าแฮชของบล็อก n+1 ที่จะถูกต่อเข้ากับบล็อก n และจะวนซ้ำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ทำให้ห่วงโซ่ของบล็อกเชนมีความแข็งแกร่งและยากต่อการปลอมแปลงข้อมูล

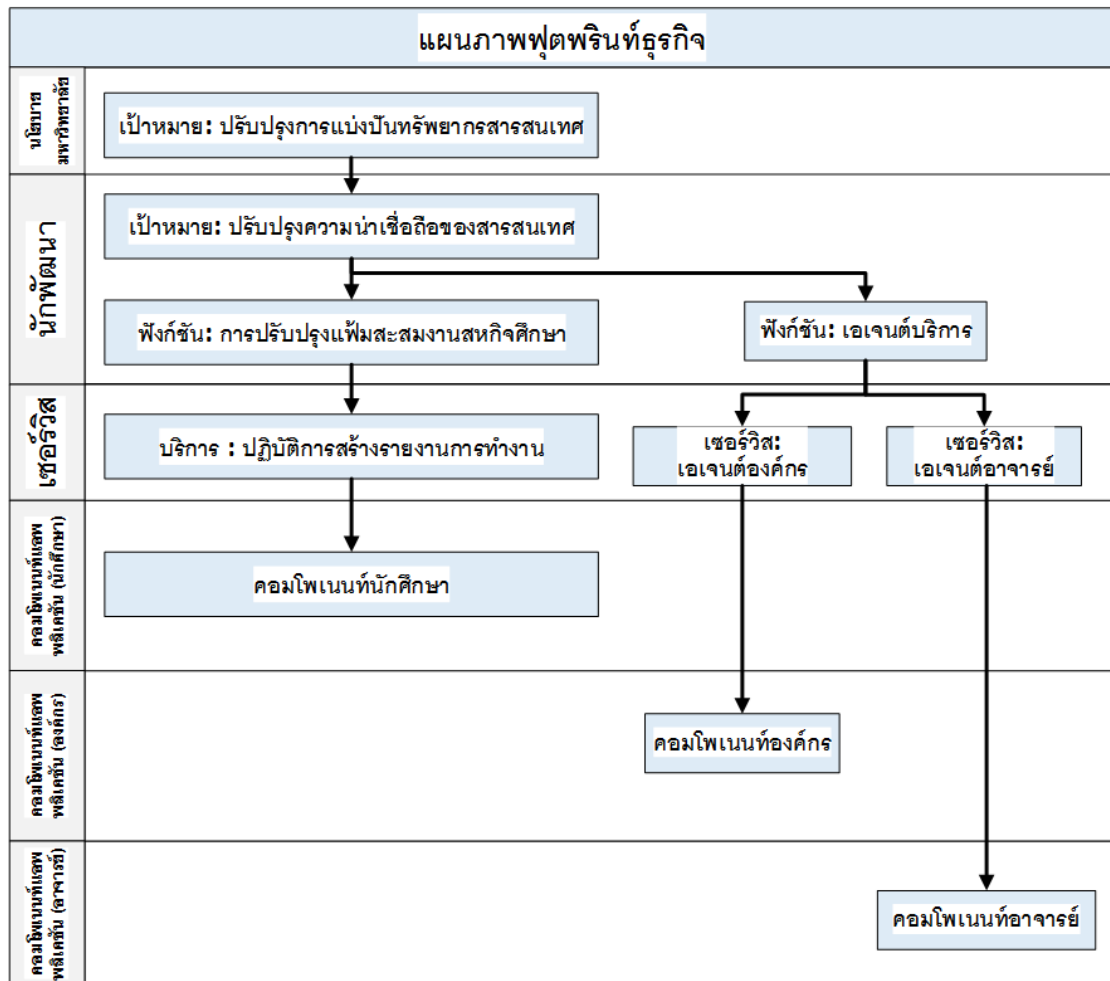
หลังจากนักศึกษาเสร็จสิ้นโปรแกรมสหกิจศึกษาและสำเร็จการศึกษา ก็จะเริ่มเข้าสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด ข้อมูลประสบการณ์สหกิจศึกษาตลอดจนผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของเพิ่มสะสมงานจะสามารถนำไปใช้ประกอบการสมัครงานได้ เพราะข้อมูลที่อยู่ในบล็อกเชนมีความน่าเชื่อถือสูง และมั่นใจได้ว่าข้อมูลที่นำมาแสดงไม่ผ่านการตกแต่งปลอมแปลงใดๆ

ระยะที่ 2 สถาปัตยกรรมธุรกิจ (Business architecture)

วัตถุประสงค์ของระยะนี้คือเพื่อแสดงบรรทัดฐานของสถาปัตยกรรมธุรกิจ พัฒนาเป้าหมายของสถาปัตยกรรมธุรกิจ วิเคราะห์ช่องว่างสถาปัตยกรรมระหว่างบรรทัดฐานกับเป้าหมาย พัฒนามุมมองสถาปัตยกรรมที่สัมพันธ์กัน และเลือกเครื่องมือที่ใช้ในมุมมองต่างๆ

1. แผนภาพฟุตพริ้นท์ธุรกิจ (Business Footprint diagram)

แผนภาพฟุตพริ้นท์ธุรกิจจะบรรยายการเชื่อมโยงระหว่างเป้าหมายธุรกิจ หน่วยงานองค์กร ฟังก์ชันและบริการธุรกิจ และการจับคู่ฟังก์ชันเหล่านี้ไปสู่องค์ประกอบเชิงเทคนิคที่นำไปสู่สมรรถนะที่ต้องการ แผนภาพฟุตพริ้นท์ธุรกิจจะจัดเตรียมความสามารถในการติดตามได้ระหว่างองค์ประกอบเชิงเทคนิคและเป้าหมายธุรกิจที่ต้องการ ในขณะที่เดียวกันก็แสดงความเป็นเจ้าของของบริการต่างๆ



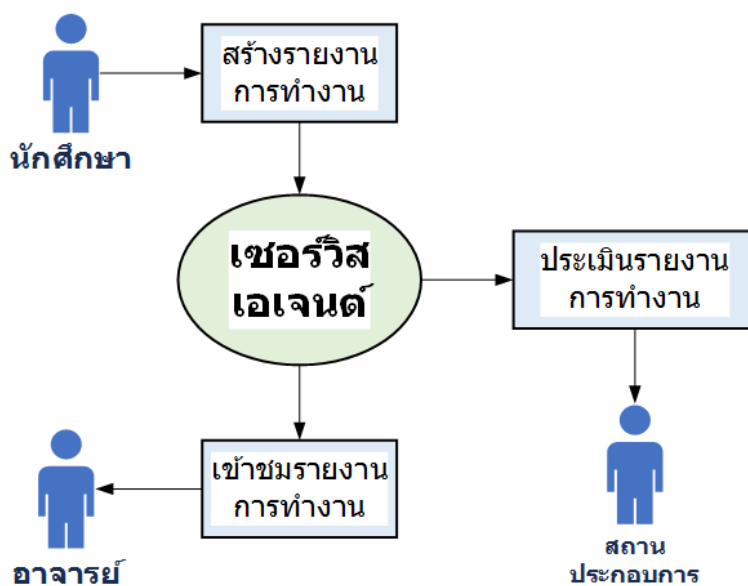
ภาพที่ 4-2 แผนภาพฟุตพริ้นท์ธุรกิจ

แผนภาพฟุตพริ้นท์จะแสดงให้เห็นที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและการส่งผลกระทบต่อหน่วยงานอื่นๆ ตั้งแต่ระดับบนสุดไปยังระดับล่างสุด เริ่มจากระดับบนสุดซึ่งเป็นระดับนโยบายซึ่งมีเป้าหมายในการปรับปรุงการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศ ซึ่งเป้าหมายดังกล่าวจะถูกนำมาตีความหมายโดยนักพัฒนาระบบในระดับถัดลงมาว่าการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศจะต้องปรับปรุงสารสนเทศให้เกิดความน่าเชื่อถือและนำไปสู่การสร้างฟังก์ชัน 2 ฟังก์ชันการปรับปรุงเพิ่มสะสมงานสหกิจศึกษา และการสร้างเอเจนต์บริการ ในระดับถัดมาจะลงลึกเข้าสู่ระดับบริการตามฟังก์ชันซึ่งได้แก่ปฏิบัติการสร้างรายงานการทำงาน และเซอร์วิสเอเจนต์ขององค์กร และเซอร์วิสเอเจนต์ของอาจารย์ และระดับ

ล่างสุดจะเป็นคอมโพเนนต์ของแต่ละเซอวิสซึ่งแบ่งย่อยออกเป็นคอมโพเนนต์ของนักศึกษา คอมโพเนนต์ขององค์กร และคอมโพเนนต์ของอาจารย์

2. แผนภาพบริการ/สารสนเทศทางธุรกิจ (Business Service/Information diagram)

แผนภาพบริการ/สารสนเทศทางธุรกิจแสดงสารสนเทศที่จำเป็นในการสนับสนุนบริการทางธุรกิจตั้งแต่หนึ่งบริการขึ้นไป แผนภาพนี้จะแสดงว่าข้อมูลอะไรถูกบริโภคหรือถูกผลิตโดยบริการทางธุรกิจใดและอาจแสดงแหล่งของสารสนเทศได้ด้วย นอกจากนี้ยังแทนค่าสารสนเทศที่นำเสนอภายในสถาปัตยกรรม

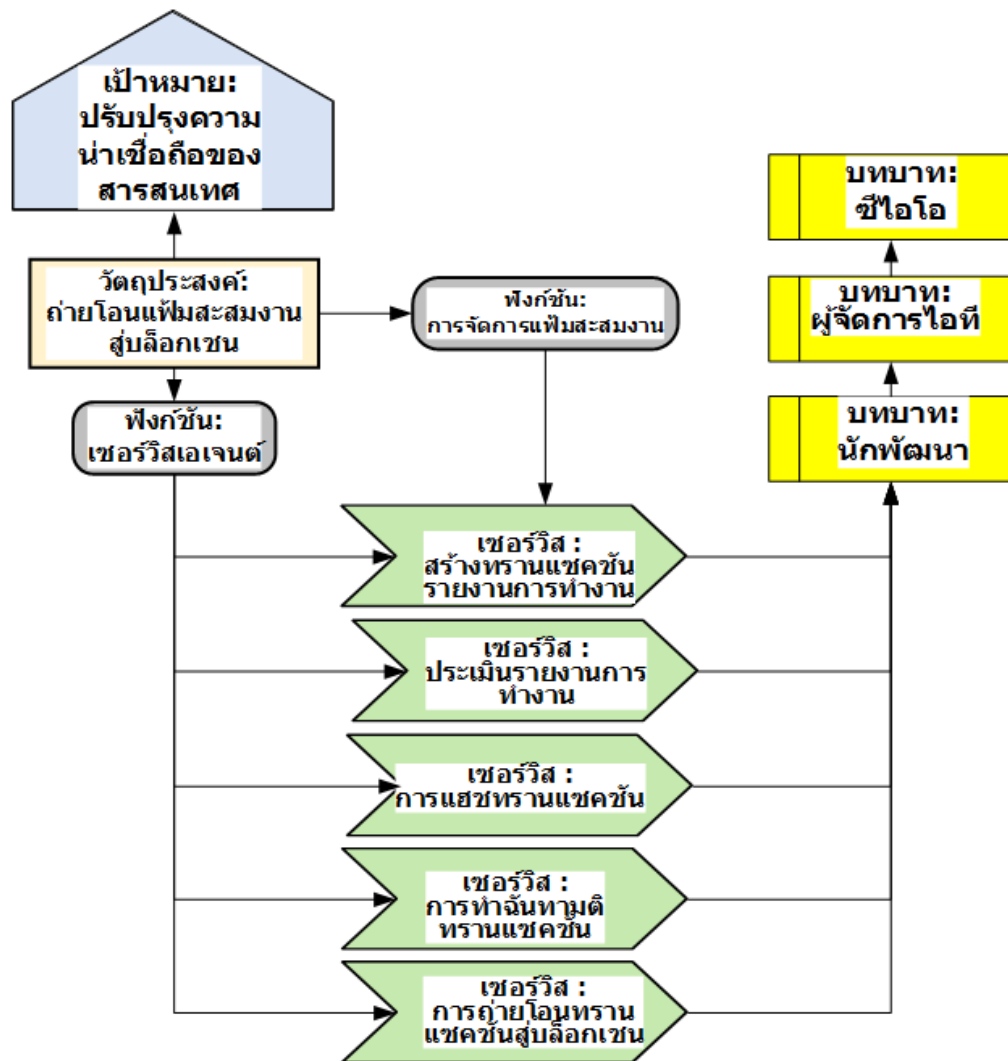


ภาพที่ 4-3 แผนภาพบริการ/สารสนเทศทางธุรกิจ

แผนภาพบริการ/สารสนเทศทางธุรกิจจะแสดงให้เห็นถึงเซอวิสเอเจนต์ของระบบสารสนเทศที่คอยให้บริการแก่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องซึ่งมีกิจกรรมแตกต่างกัน นักศึกษามีกิจกรรมสร้างรายงานการทำงาน อาจารย์จะมีกิจกรรมเข้าชมรายงานการทำงาน และสถานประกอบการจะประเมินรายงานการทำงาน

3. แผนภาพเป้าหมาย/วัตถุประสงค์/บริการ (Goal/object/service diagram)

เป้าหมายของแผนภาพเป้าหมาย/วัตถุประสงค์/บริการคือกำหนดหนทางที่บริการจะเอื้อต่อความสำเร็จของวิสัยทัศน์ทางธุรกิจหรือกลยุทธ์ บริการต่างๆ จะสัมพันธ์กับตัวขับเคลื่อน เป้าหมาย วัตถุประสงค์และการวัดผลที่สนับสนุน ซึ่งทำให้องค์กรเข้าใจว่าบริการใดเอื้อประโยชน์ต่อแง่มุมที่คล้ายคลึงกันของสมรรถนะทางธุรกิจ นอกจากนี้แผนภาพยังจัดเตรียมอินพุตเชิงคุณภาพที่ประกอบกันเพื่อสมรรถนะที่สูงสำหรับบริการอย่างใดอย่างหนึ่งโดยเฉพาะ



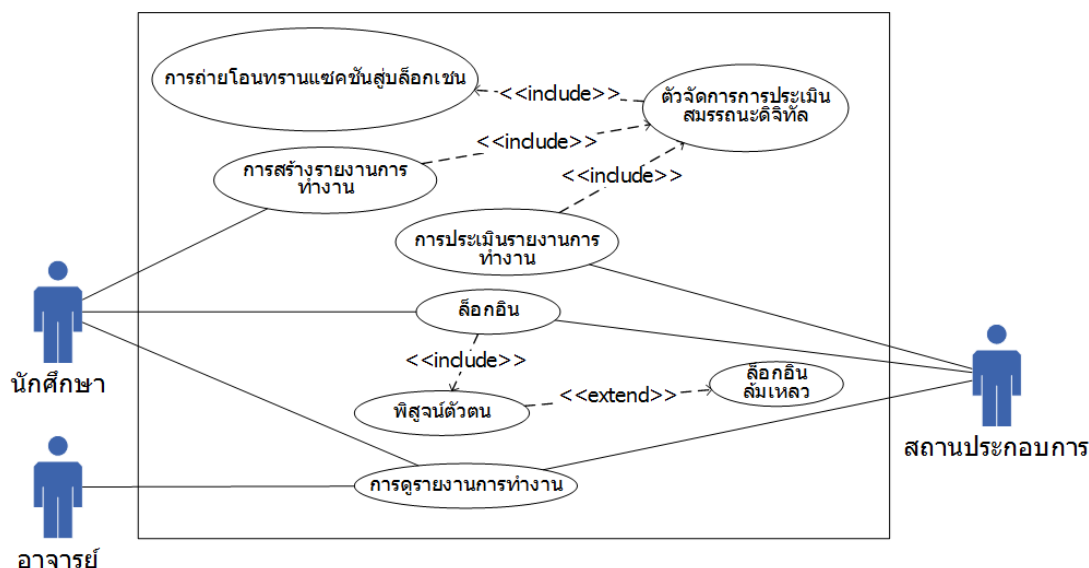
ภาพที่ 4-4 แผนภาพเป้าหมาย/วัตถุประสงค์/บริการ

ภาพที่ 4-4 จะแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของเป้าหมาย วัตถุประสงค์ ฟังก์ชัน เซอร์วิส และบทบาทของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งระบบทั้งหมด เริ่มจากเป้าหมายในการปรับปรุงความน่าเชื่อถือของสารสนเทศต้องมาจากวัตถุประสงค์ในการถ่ายโอนแฟ้มสะสมงานสู่บล็อกเชนซึ่งจะไปสู่การสร้างฟังก์ชันเซอร์วิสเอเจนต์และฟังก์ชันการจัดการแฟ้มสะสมงานและฟังก์ชันทั้งสองจะถูกนำมาพัฒนาเซอร์วิสต่างๆ เช่น การสร้างทรานแซคชันรายการการทำงาน การประเมินรายการการทำงาน การแฮชทรานแซคชัน การทำฉันทามติทรานแซคชัน และการถ่ายโอนทรานแซคชันสู่บล็อกเชน เป็นต้น เซอร์วิสเหล่านี้มาจากนักพัฒนาและจะนำไปสู่ผู้จัดการไอทีและซีไอโอตามลำดับสายงานการบริหาร

4. แผนภาพยูสเคสทางธุรกิจ (Business use case diagram)

แผนภาพยูสเคสทางธุรกิจแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับผู้จัดหาบริการทางธุรกิจ บริการทางธุรกิจถูกใช้งานโดยผู้กระทำ (Actor) หรือบริการทางธุรกิจอื่นๆ นอกจากนี้แผนภาพยูสเคสทางธุรกิจยังจัดเตรียมคำอธิบายสมรรถนะทางธุรกิจที่สมบูรณ์โดยการสาธิตวิธีการและเวลาที่สมรรถนะนั้นถูกใช้งาน วัตถุประสงค์ของแผนภาพยูสเคสทางธุรกิจคือการช่วยอธิบายและตรวจสอบ

การโต้ตอบระหว่างผู้กระทำต่างๆ และบทบาทในการประมวลผลและฟังก์ชันต่างๆ เมื่อสถาปัตยกรรมถูกพัฒนาในลำดับถัดไป ยูสเคสสามารถพัฒนาจากระดับธุรกิจเพื่อรวบรวมข้อมูล แอปพลิเคชัน และรายละเอียดทางเทคโนโลยีได้อีกด้วย

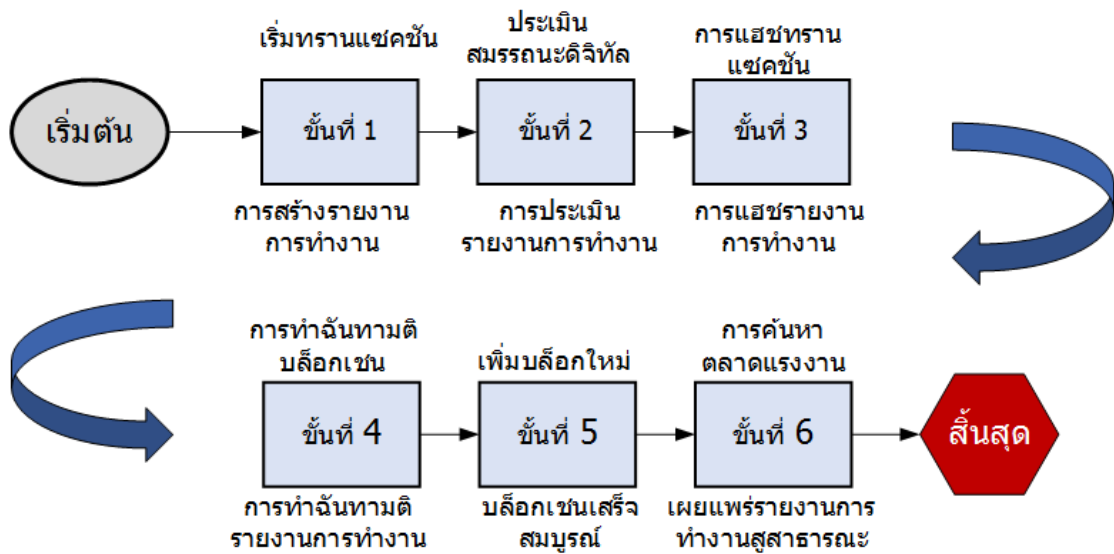


ภาพที่ 4-5 แผนภาพยูสเคสทางธุรกิจ

ภาพที่ 4-5 แสดงให้เห็นแผนภาพยูสเคสทางธุรกิจที่มีผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับสหกิจศึกษา 3 กลุ่มคือ นักศึกษา อาจารย์ และสถานประกอบการ แต่ละกลุ่มจะมีบทบาทในกิจกรรมที่แตกต่างกัน เริ่มจากนักศึกษาจะเป็นจุดเริ่มต้นของระบบโดยการสร้างรายงานการทำงานของตนเองผ่านแฟ้มสะสมงานซึ่งจะนำไปสู่การจัดการแบบประเมินสมรรถนะดิจิทัลให้แก่สถานประกอบการ ส่วนกิจกรรมที่ทุกกลุ่มจะกระทำเหมือนกันคือการล็อกอินเข้าสู่ระบบซึ่งต้องผ่านการพิสูจน์ตัวตนและการดูรายงานการทำงานทั้งจากตัวนักศึกษาเอง อาจารย์ และสถานประกอบการ

5. แผนภาพการไหลของกระบวนการ (Process flow diagram)

เป้าหมายของแผนภาพการไหลของกระบวนการคือการแสดงโมเดลทั้งหมดและจับคู่ความสัมพันธ์กับกระบวนการ แผนภาพการไหลของกระบวนการแสดงการไหลตามลำดับของการควบคุมระหว่างกิจกรรมต่างๆ นอกจากแสดงลำดับของกิจกรรม การไหลของกระบวนการสามารถถูกใช้แสดงรายละเอียดการควบคุมที่ใช้กับกระบวนการ อีเวนต์ที่กระตุ้น หรือผลลัพธ์ของกระบวนการที่เสร็จสมบูรณ์ได้อีกด้วย แผนภาพการไหลของกระบวนการมีประโยชน์ในการอธิบายรายละเอียดของสถาปัตยกรรมด้วยผู้เชี่ยวชาญซึ่งจะบรรยายวิธีการทำงานได้ถูกกระทำในฟังก์ชันเฉพาะทาง และเมื่อผ่านกระบวนการนี้ แต่ละขั้นตอนของกระบวนการจะกลายเป็นฟังก์ชันที่ละเอียดมากขึ้นและสามารถกลับมาอธิบายเพิ่มเติมเป็นกระบวนการได้อีกด้วย

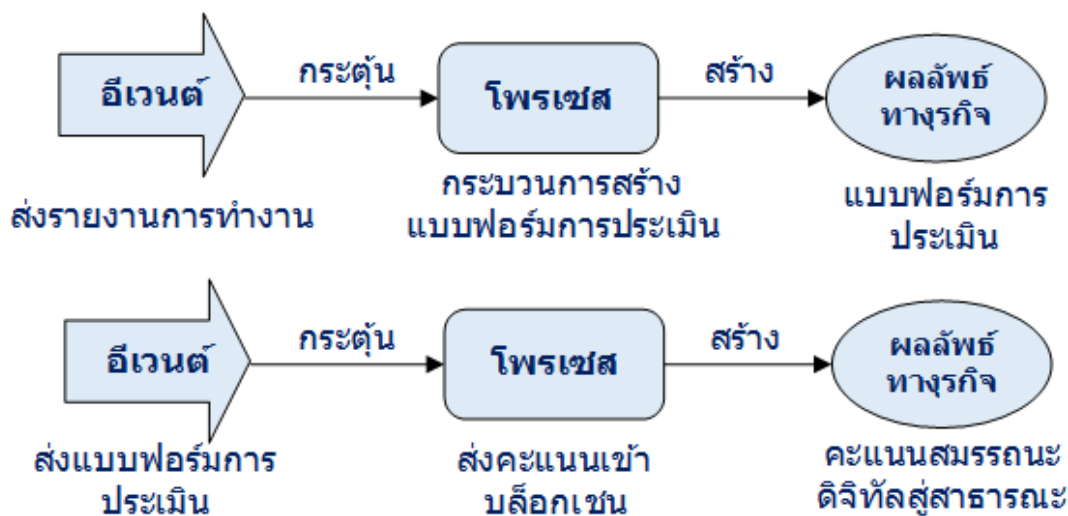


ภาพที่ 4-6 แผนภาพการไหลของกระบวนการ

ภาพที่ 4-6 แสดงขั้นตอนทั้ง 6 ขั้นตอนของกระบวนการที่ไหลอย่างต่อเนื่อง เริ่มจากการสร้างรายงานการทำงานในขั้นที่ 1 การประเมินรายงานการทำงานในกรอบของสมรรถนะดิจิทัลในขั้นที่ 2 การนำรายงานการทำงานเข้าสู่ฟังก์ชันแฮชในขั้นที่ 3 การทำฉันทามติรายงานการทำงานในขั้นที่ 4 การเพิ่มบล็อกใหม่ที่ผ่านการทำฉันทามติในขั้นที่ 5 และการเผยแพร่รายงานการทำงานออกสู่สาธารณะจากการค้นหาในตลาดแรงงานในขั้นที่ 6

6. แผนภาพอีเวนต์ (Event diagram)

แผนภาพอีเวนต์มีเป้าหมายเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอีเวนต์กับกระบวนการ อีเวนต์ที่ชัดเจน เช่น การเข้ามาของสารสนเทศที่ชัดเจน หรือจุดเวลาที่ชัดเจน จะก่อให้เกิดงานและกิจกรรมที่ชัดเจนที่จำเป็นต้องใช้ภายในธุรกิจ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มักอ้างอิงไปสู่อีเวนต์ทางธุรกิจหรืออีเวนต์แบบง่าย และถูกมองว่าเป็นตัวกระตุ้นให้แก่อีเวนต์ ซึ่งมีความสำคัญในการแสดงว่าอีเวนต์กระตุ้นและสร้างการตอบสนองทางธุรกิจหรือผลลัพธ์



ภาพที่ 4-7 แผนภาพอีเวนต์

ภาพที่ 4-7 แสดงให้เห็นว่าอีเวนต์ไปกระตุ้นโพรเซสแล้วก่อให้เกิดผลลัพธ์ใดบ้าง อีเวนต์แรกเป็นอีเวนต์ส่งรายงานการทำงานไปกระตุ้นโพรเซสกระบวนการสร้างแบบฟอร์มการประเมินซึ่งจะไปสร้างผลลัพธ์คือแบบฟอร์มการประเมิน อีเวนต์ที่สองเป็นอีเวนต์ส่งแบบฟอร์มการประเมินไปกระตุ้นโพรเซสส่งคะแนนเข้าบล็อกเชนซึ่งจะก่อให้เกิดผลลัพธ์เป็นคะแนนสมรรถนะดิจิทัลสู่สาธารณะ

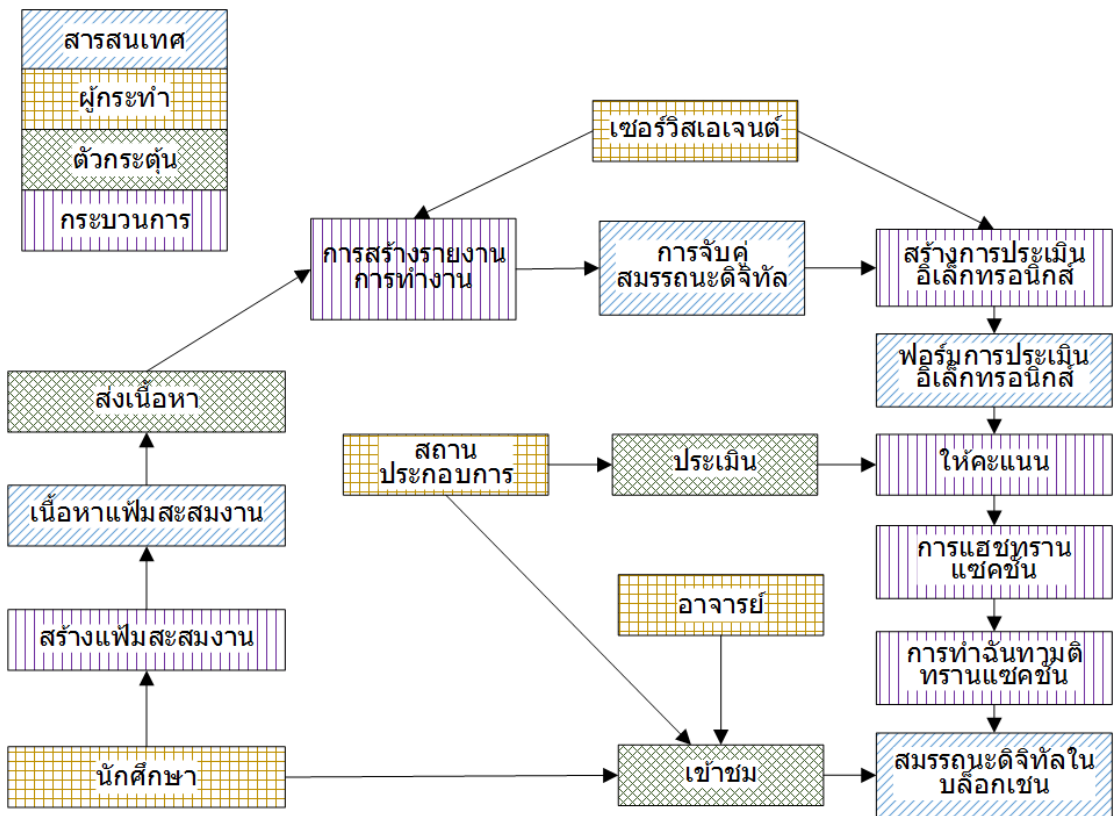
ระยะที่ 3 สถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ (Information system architecture)

วัตถุประสงค์ของระยะนี้คือเพื่อพัฒนาสถาปัตยกรรมที่ครอบคลุมข้อมูลและโดเมนการประยุกต์ แจกแจง และกำหนดแอปพลิเคชันและข้อมูลที่สนับสนุนสถาปัตยกรรมธุรกิจ

1. สถาปัตยกรรมข้อมูล (Data architecture)

1.1 แผนภาพแนวคิดข้อมูล (Conceptual data diagram)

เป้าหมายสำคัญของแผนภาพแนวคิดข้อมูลคือการแสดงความสำคัญระหว่างข้อมูลวิกฤตภายในองค์กร แผนภาพนี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่ออธิบายความเกี่ยวข้องกันระหว่างธุรกิจกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในธุรกิจนั้น



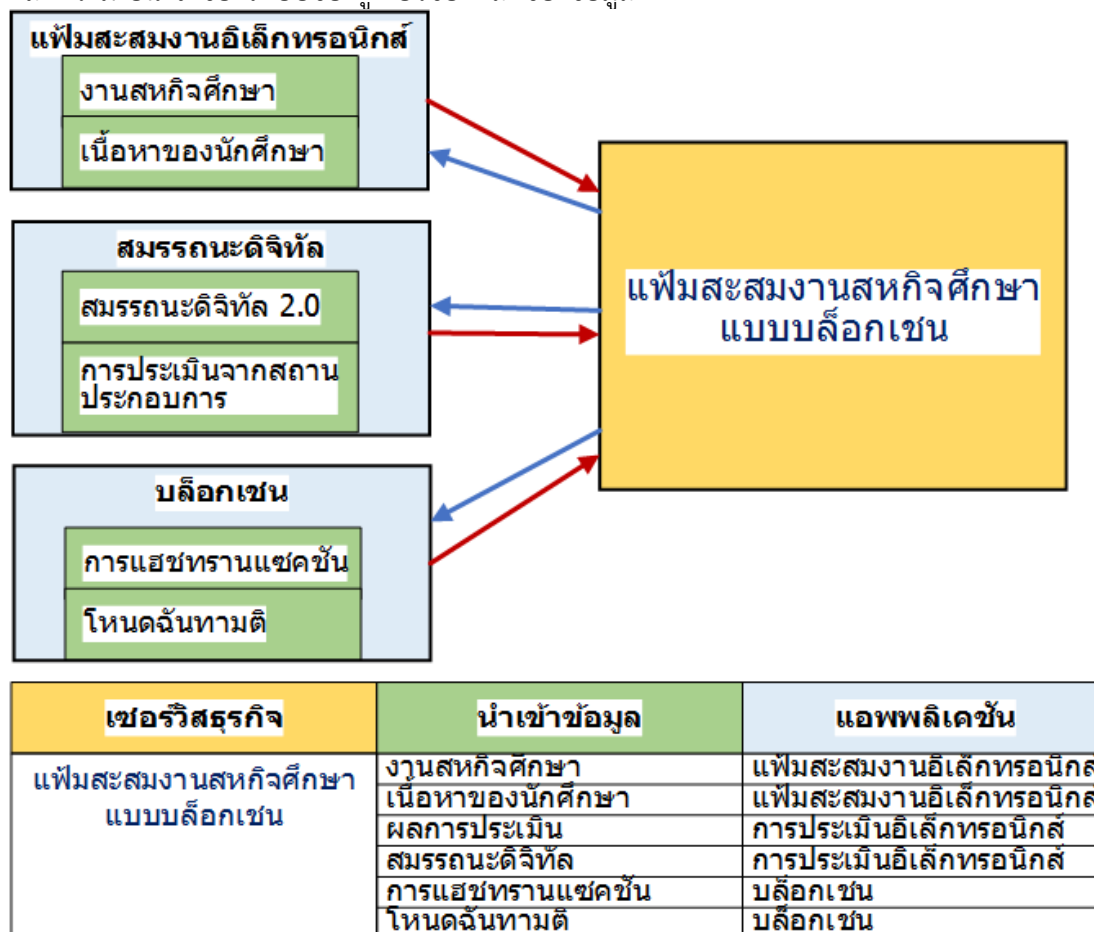
ภาพที่ 4-8 แผนภาพแนวคิดข้อมูล

ภาพที่ 4-8 แสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างสารสนเทศ ผู้กระทำ ตัวกระตุ้น และกระบวนการ เริ่มจากผู้กระทำกลุ่มแรกคือนักศึกษาจะเริ่มกระบวนการสร้างแฟ้มสะสมงานซึ่งจะทำให้ได้สารสนเทศเป็นเนื้อหาเพิ่มสะสมงานที่จะเป็นตัวกระตุ้นโดยส่งเนื้อหาไปสู่กระบวนการสร้างรายงานการทำงานที่จะทำให้ได้สารสนเทศเป็นการจับคู่สมรรถนะดิจิทัลนำไปสู่กระบวนการสร้างการประเมินอิเล็กทรอนิกส์ทำให้ได้ฟอรัมการประเมินอิเล็กทรอนิกส์ ผู้กระทำกลุ่มที่สองคือสถานประกอบการจะกระตุ้นด้วยการประเมินที่จะนำไปสู่กระบวนการให้คะแนนแบบฟอรัมการประเมินอิเล็กทรอนิกส์ที่มาจากนักศึกษาแล้วส่งต่อไปยังกระบวนการแสยขุทรานแซคชัน เพื่อทำฉันทามติทรานแซคชันซึ่งจะได้สมรรถนะดิจิทัลในบล็อกเชนเป็นสารสนเทศสุดท้าย ผู้กระทำกลุ่มที่สามคือเชอร์วิสเอเจนต์จะทำหน้าที่ในกระบวนการสร้างรายงานการทำงานและการสร้างการประเมินอิเล็กทรอนิกส์ และผู้กระทำกลุ่มสุดท้ายคืออาจารย์จะกระตุ้นด้วยการเข้าชมซึ่งจะได้สมรรถนะดิจิทัลในบล็อกเชนเป็นสารสนเทศที่ตอบสนอง

1.2 แผนภาพการกระจายข้อมูล (Data dissemination diagram)

เป้าหมายของแผนภาพการกระจายข้อมูลคือแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีข้อมูล บริการธุรกิจ และคอมโพเนนท์ของแอปพลิเคชัน โดยแผนภาพจะแสดงวิธีการที่เอนทิตีทางธุรกิจจะทำให้เป็นกายภาพโดยคอมโพเนนท์ของแอปพลิเคชัน ยิ่งไปกว่านั้นการกำหนดค่าทางธุรกิจไปสู่ข้อมูลทำให้

สามารถกำหนดจุดวิกฤติในธุรกิจของคอมพิวเตอร์เน็ตได้ และแผนภาพนี้อาจแสดงการทำซ้ำของข้อมูล และความเป็นเจ้าของระบบของผู้เกี่ยวข้องหลักของข้อมูล



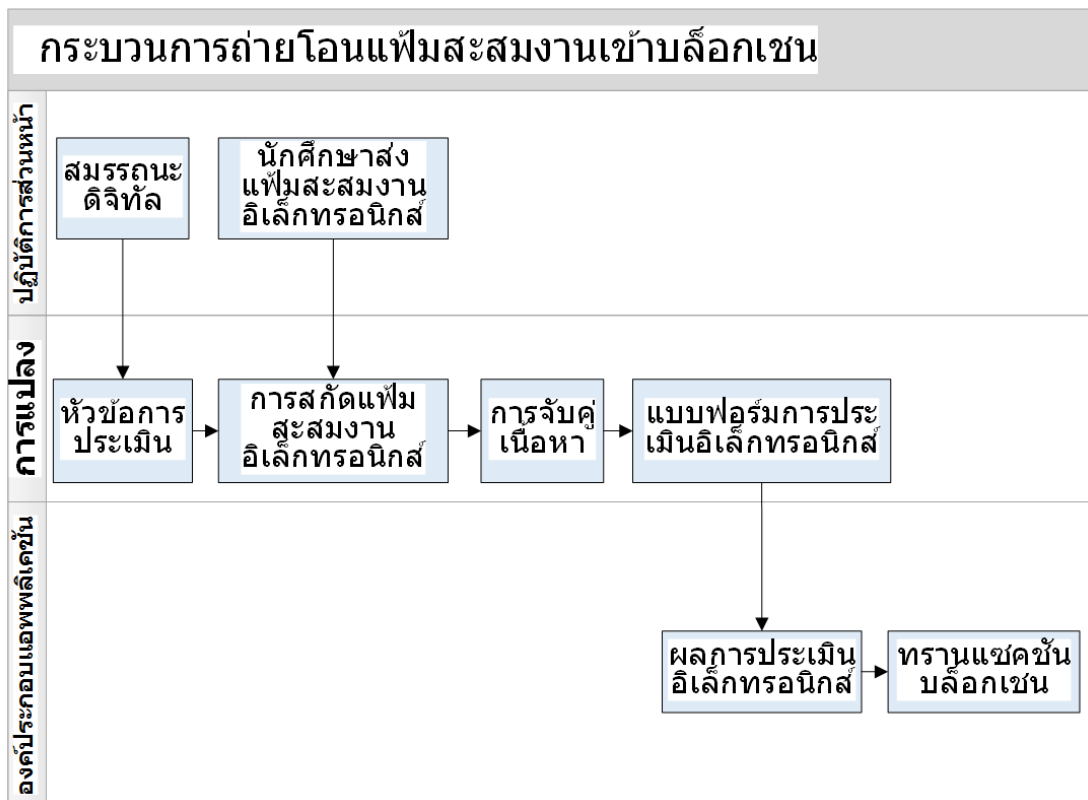
ภาพที่ 4-9 แผนภาพการกระจายข้อมูล

ภาพที่ 4-9 มี 3 เอนทิตีคือเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ สมรรถนะดิจิทัล และบล็อกเชนที่เป็นส่วนสำคัญของระบบเพิ่มสะสมงานสหกิจศึกษาแบบบล็อกเชน เมื่อแปลงให้สู่คอมพิวเตอร์เน็ตแอปพลิเคชันจะทำให้เห็นได้ในทางกายภาพชัดเจนมากขึ้น เช่น งานสหกิจศึกษาและเนื้อหาของนักศึกษาจะอยู่ในรูปแอปพลิเคชันของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ผลการประเมินและสมรรถนะดิจิทัลจะอยู่ในรูปแอปพลิเคชันของการประเมินอิเล็กทรอนิกส์ และการแฮชทรานแซคชันและโหนดฉันทามติจะอยู่ในรูปแอปพลิเคชันบล็อกเชน เป็นต้น

2 สถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน (Application architecture)

2.1 แผนภาพความเข้าใจแอปพลิเคชัน (Application realization diagram)

จุดมุ่งหมายของแผนภาพความเข้าใจแอปพลิเคชันคือการแสดงลำดับของอีเวนต์อย่างชัดเจน เมื่อมีหลายแอปพลิเคชันเกี่ยวข้องในการเอ็กซ์คิวต์กระบวนการธุรกิจ แผนภาพนี้จำแนกลำดับที่ซับซ้อนซึ่งสามารถทำให้ง่ายขึ้นและจำแนกจุดต่างๆ ในสถาปัตยกรรมเพื่อจัดเตรียมสารสนเทศที่ทันเวลาให้แก่ผู้ใช้ นอกจากนี้ยังจำแนกกระบวนการปรับปรุงที่มีประสิทธิภาพซึ่งอาจลดทราฟฟิกในการโต้ตอบกันในระหว่างแอปพลิเคชัน



ภาพที่ 4-10 แผนภาพความเข้าใจแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 4-10 จะมีขั้นตอนอยู่ 3 ขั้นตอนตามลำดับ ได้แก่ ปฏิบัติการส่วนหน้า การแปลง และ องค์ประกอบของแอปพลิเคชัน ในขั้นตอนปฏิบัติการส่วนหน้าจะมีกระบวนการธุรกิจอยู่ 2 กระบวนการ ได้แก่ สมรรถนะดิจิทัล และ นักศึกษาส่งแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ในกระบวนการธุรกิจสมรรถนะดิจิทัลจะนำสู่ขั้นตอนการแปลงให้เป็นหัวข้อการประเมินสมรรถนะดิจิทัลซึ่งจะส่งต่อไปยังการสกัดแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่นักศึกษาส่งมาจากปฏิบัติการส่วนหน้าในเวลาเดียวกันเพื่อให้เกิดการจับคู่เนื้อหาการประเมินและสร้างแบบฟอร์มการประเมินอิเล็กทรอนิกส์ในขั้นตอนสุดท้ายของการแปลงและแบบฟอร์มนี้จะถูกส่งไปยังขั้นตอนสุดท้ายคือองค์ประกอบแอปพลิเคชันซึ่งจะนำผลการประเมินอิเล็กทรอนิกส์เข้าสู่ทรานแซคชันของบล็อกเชนในที่สุด

ระยะที่ 4 การประเมินสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ

การประเมินสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ ผู้วิจัยใช้กรอบงานโคบิท (COBIT) ในการประเมินความสอดคล้องกับสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศจากการวิจัย ได้แก่

1. เกณฑ์ด้านสารสนเทศ (Information Criteria)
 - 1.1. สารสนเทศในระบบมีความสอดคล้อง ถูกต้องและพร้อมใช้งานได้
 - 1.2. สารสนเทศมีความปลอดภัย
2. ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT resources)
 - 2.1. ระบบมีการใช้ทรัพยากรสารสนเทศอย่างเหมาะสม

- 2.2. มีการใช้ทรัพยากรระบบที่ก่อประโยชน์สูงและประหยัด
3. รูปแบบการประมวลผลทั่วไป (Generic process model)
 - 3.1. สารสนเทศมีกระบวนการธุรกิจที่พร้อมใช้งานในปัจจุบันและรองรับอนาคต
 - 3.2. สารสนเทศมีความถูกต้องและสมบูรณ์
4. การควบคุมกระบวนการ (Process control)
 - 4.1. สารสนเทศมีความน่าเชื่อถือ
 - 4.2. ระบบมีการควบคุมกระบวนการอย่างเหมาะสม
5. การควบคุมแอปพลิเคชัน (Application control)
 - 5.1. ระบบมีโครงสร้างในการสร้าง การนำส่ง และการประเมินสารสนเทศ
 - 5.2. สารสนเทศมีความถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับและกฎหมายว่าด้วยสิทธิความเป็นส่วนตัว

ผลการประเมินความสอดคล้องของสถาปัตยกรรมสารสนเทศกับกรอบโคบิทจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 22 คน แสดงให้เห็นดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-1 ผลการประเมินสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศตามกรอบโคบิท

| กรอบโคบิท | รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
|------------------------------|---|-----------|------|-------|
| 1. เกณฑ์ด้านสารสนเทศ | 1. สารสนเทศในระบบมีความสอดคล้อง ถูกต้อง และพร้อมใช้งานได้ | 4.67 | 0.18 | ดีมาก |
| | 2. สารสนเทศมีความปลอดภัย | 4.67 | 0.77 | ดีมาก |
| 2. ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ | 1. ระบบมีการใช้ทรัพยากรสารสนเทศอย่างเหมาะสม | 4.33 | 0.01 | ดี |
| | 2. มีการใช้ทรัพยากรระบบที่ก่อประโยชน์สูงและประหยัด | 4.67 | 0.45 | ดีมาก |
| 3. รูปแบบการประมวลผลทั่วไป | 1. สารสนเทศมีกระบวนการธุรกิจที่พร้อมใช้งานในปัจจุบันและรองรับอนาคต | 4.67 | 0.23 | ดีมาก |
| | 2. สารสนเทศมีความถูกต้องและสมบูรณ์ | 4.33 | 0.15 | ดี |
| 4. การควบคุมกระบวนการ | 1. สารสนเทศมีความน่าเชื่อถือ | 5.00 | 0.44 | ดีมาก |
| | 2. ระบบมีการควบคุมกระบวนการอย่างเหมาะสม | 4.67 | 0.98 | ดีมาก |
| 5. การควบคุมแอปพลิเคชัน | 1. ระบบมีโครงสร้างในการสร้าง การนำส่ง และการประเมินสารสนเทศ | 4.33 | 0.10 | ดี |
| | 2. สารสนเทศมีความถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับและกฎหมายว่าด้วยสิทธิความเป็นส่วนตัว | 4.67 | 0.22 | ดีมาก |
| ค่าเฉลี่ย | | 4.60 | 0.36 | ดีมาก |

สรุปผลการประเมินความสอดคล้องของสถาปัตยกรรมสารสนเทศกับกรอบโคบิทจากผู้เชี่ยวชาญพบว่ามีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.36 ซึ่งสรุปได้ว่าสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศมีความสอดคล้องตามกรอบโคบิทอยู่ในระดับดีมาก

4.2 ผลการประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มประสิทธิภาพอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

การประเมินความสามารถในการนำไปใช้จริงของสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มประสิทธิภาพอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์ใช้การประยุกต์กรอบงานโคบิท เป็นเกณฑ์และใช้ตัวเลือกปัจจัยความสำเร็จวิกฤต (Critical Success Factor) ในการนำสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้จริง 5 ประการ (Nikpay และคณะ, 2013) กรอบงานโคบิท ได้แก่

1. เกณฑ์สารสนเทศ (Information criteria)
2. ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ (IT resource)
3. รูปแบบกระบวนการทั่วไป (Generic process model)
4. การควบคุมกระบวนการ (Process control)
5. การควบคุมแอปพลิเคชัน (Application control)

ปัจจัยความสำเร็จในการนำสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้จริง ได้แก่

1. การวางแผน (Planning)
2. การกำกับดูแล (Governance)
3. การจัดการ (Management)
4. การสื่อสารและสนับสนุน (Communication and Support)
5. การจัดทำเอกสาร (Documentation)

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินเปรียบเทียบความสำคัญในแต่ละปัจจัยของเกณฑ์โคบิทนำผลการประเมินเปรียบเทียบเข้าสู่เมทริกซ์

| เปรียบเทียบความสำคัญ | คะแนน | แปลผล |
|---|-------|---------------------------------|
| เกณฑ์สารสนเทศเมื่อเทียบกับทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ | 2.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่า |
| เกณฑ์สารสนเทศเมื่อเทียบกับรูปแบบกระบวนการทั่วไป | 2.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่า |
| เกณฑ์สารสนเทศเมื่อเทียบกับการควบคุมกระบวนการ | 6.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่าที่สุด |
| เกณฑ์สารสนเทศเมื่อเทียบกับเมื่อเทียบกับการควบคุมแอปพลิเคชัน | 2.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่า |
| ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศเมื่อเทียบกับรูปแบบกระบวนการทั่วไป | 3.000 | สำคัญค่อนข้างมากกว่า |
| ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศเมื่อเทียบกับการควบคุมกระบวนการ | 2.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่า |
| ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศเมื่อเทียบกับการควบคุมแอปพลิเคชัน | 5.000 | สำคัญมากกว่า |
| รูปแบบกระบวนการทั่วไปเมื่อเทียบกับการควบคุมกระบวนการ | 2.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่า |
| รูปแบบกระบวนการทั่วไปเมื่อเทียบกับการควบคุมแอปพลิเคชัน | 2.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่า |
| การควบคุมกระบวนการเมื่อเทียบกับการควบคุมแอปพลิเคชัน | 2.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่า |

นำผลคะแนนการเปรียบเทียบความสำคัญในตารางที่ 4-2 มาบรรจุในตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 คำนวณผลรวมแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์

| | IC | ITR | GPM | PC | AC |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| IC | 1.000 | 2.000 | 2.000 | 6.000 | 2.000 |
| ITR | 0.500 | 1.000 | 3.000 | 2.000 | 5.000 |
| GPM | 0.500 | 0.333 | 1.000 | 2.000 | 2.000 |
| PC | 0.167 | 0.500 | 0.500 | 1.000 | 2.000 |
| AC | 0.500 | 0.200 | 0.500 | 0.500 | 1.000 |
| ผลรวม | 2.667 | 4.033 | 7.000 | 11.500 | 12.000 |

IC = Information Criteria, ITR = IT Resources, GPC = Generic Process Model, PC = Process Control,

AC = Application Control

ตารางที่ 4-4 นำสมาชิกแต่ละตัวหารด้วยผลรวมตามแนวตั้งจากตารางที่ 4-3 แล้วหาผลรวมตามแนวนอน

| | IC | ITR | GPM | PC | AC | ค่าเฉลี่ย |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| IC | 0.375 | 0.496 | 0.286 | 0.522 | 0.167 | 0.369 |
| ITR | 0.188 | 0.248 | 0.429 | 0.174 | 0.417 | 0.291 |
| GPM | 0.188 | 0.083 | 0.143 | 0.174 | 0.167 | 0.151 |
| PC | 0.063 | 0.124 | 0.071 | 0.087 | 0.167 | 0.102 |
| AC | 0.188 | 0.050 | 0.071 | 0.043 | 0.083 | 0.087 |
| ผลรวม | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |

นำเมทริกซ์ในตารางที่ 4-3 มาคูณกับเมทริกซ์ค่าเฉลี่ยในตารางที่ 4-4 แล้วหารด้วยค่าเฉลี่ยแต่ละคอลัมน์

$$\begin{bmatrix} 1.000 & 2.000 & 2.000 & 6.000 & 2.000 \\ 2.000 & 1.000 & 3.000 & 2.000 & 5.000 \\ 0.143 & 0.250 & 1.000 & 2.000 & 2.000 \\ 0.167 & 0.200 & 0.250 & 1.000 & 2.000 \\ 0.143 & 0.125 & 0.250 & 0.500 & 1.000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.369 \\ 0.291 \\ 0.151 \\ 0.102 \\ 0.087 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \left[\frac{2.040}{0.369} \quad \frac{1.567}{0.291} \quad \frac{0.811}{0.151} \quad \frac{0.559}{0.102} \quad \frac{0.456}{0.087} \right] / 5$$

$$\lambda_{\max} = (5.529 + 5.388 + 5.380 + 5.462 + 5.240) / 5 = 5.400$$

$$C.I. = (5.400 - 5) / (5 - 1) = 0.100$$

$$C.R. = 0.105/1.12 = 0.090$$

สรุป C.R. = 0.090 ซึ่งน้อยกว่า 0.1 ดังนั้นความสอดคล้องของการเปรียบเทียบเกณฑ์กรอบโค
บิทอยู่ในค่าที่ยอมรับได้

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินเปรียบเทียบความสำคัญในแต่ละปัจจัยสำเร็จวิกฤติของการนำ
สถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้จริง

| เปรียบเทียบความสำคัญ | คะแนน | แปลผล |
|--|-------|---------------------------------|
| การวางแผนเมื่อเทียบกับการกำกับดูแล | 0.500 | สำคัญเกือบค่อนข้างน้อยกว่า |
| การวางแผนเมื่อเทียบกับการจัดการ | 7.000 | สำคัญค่อนข้างมากกว่าที่สุด |
| การวางแผนเมื่อเทียบกับการสื่อสารและการประสานงาน | 6.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่าที่สุด |
| การวางแผนเมื่อเทียบกับการจัดทำเอกสาร | 7.000 | สำคัญค่อนข้างมากกว่าที่สุด |
| การกำกับดูแลเมื่อเทียบกับการจัดการ | 4.000 | สำคัญเกือบมากกว่า |
| การกำกับดูแลเมื่อเทียบกับการสื่อสารและการประสานงาน | 5.000 | สำคัญมากกว่า |
| การกำกับดูแลเมื่อเทียบกับการจัดทำเอกสาร | 8.000 | สำคัญเกือบมากกว่าที่สุด |
| การจัดการเมื่อเทียบกับการสื่อสารและการประสานงาน | 4.000 | สำคัญเกือบมากกว่า |
| การจัดการเมื่อเทียบกับการจัดทำเอกสาร | 4.000 | สำคัญเกือบมากกว่า |
| การสื่อสารและการประสานงานเมื่อเทียบกับการจัดทำเอกสาร | 2.000 | สำคัญเกือบค่อนข้างมากกว่า |

ตารางที่ 4-6 คำนวณผลรวมแนวตั้งของแต่ละคอลัมน์

| | Plan | Gov | Mgt | Com | Doc |
|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Plan | 1.000 | 0.500 | 7.000 | 6.000 | 7.000 |
| Gov | 2.000 | 1.000 | 4.000 | 5.000 | 8.000 |
| Mgt | 0.143 | 0.250 | 1.000 | 4.000 | 4.000 |
| Com | 0.167 | 0.200 | 0.250 | 1.000 | 2.000 |
| Doc | 0.143 | 0.125 | 0.250 | 0.500 | 1.000 |
| ผลรวม | 3.452 | 2.075 | 12.500 | 16.500 | 22.000 |

ตารางที่ 4-7 ผลรวมตามแนวนอนจากผลหารสมาชิกด้วยผลรวมจากตารางที่ 4-6

| | Plan | Gov | Mgt | Com | Doc | ค่าเฉลี่ย |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|
| Plan | 0.290 | 0.241 | 0.560 | 0.364 | 0.318 | 0.354 |
| Gov | 0.579 | 0.482 | 0.320 | 0.303 | 0.364 | 0.410 |
| Mgt | 0.041 | 0.120 | 0.080 | 0.242 | 0.182 | 0.133 |
| Com | 0.048 | 0.096 | 0.020 | 0.061 | 0.091 | 0.063 |
| Doc | 0.041 | 0.060 | 0.020 | 0.030 | 0.045 | 0.039 |
| ผลรวม | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | |

Plan = Planning, Gov = Governance, Mgt = Management, Com = Communication and Support,

Doc = Documentation

นำเมทริกซ์ในตารางที่ 4-6 มาคูณกับเมทริกซ์ค่าเฉลี่ยในตารางที่ 4-7 แล้วหารด้วยค่าเฉลี่ยแต่ละคอลัมน์

$$\begin{bmatrix} 1.000 & 0.500 & 7.000 & 6.000 & 7.000 \\ 2.000 & 1.000 & 4.000 & 5.000 & 8.000 \\ 0.143 & 0.250 & 1.000 & 4.000 & 4.000 \\ 0.167 & 0.200 & 0.250 & 1.000 & 2.000 \\ 0.143 & 0.125 & 0.250 & 0.500 & 1.000 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.354 \\ 0.410 \\ 0.133 \\ 0.063 \\ 0.039 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \left[\frac{2.148}{0.354} \quad \frac{2.283}{0.410} \quad \frac{0.697}{0.133} \quad \frac{0.316}{0.063} \quad \frac{0.206}{0.038} \right] / 5$$

$$\lambda_{\max} = (6.068 + 5.568 + 5.240 + 5.016 + 5.421) / 5 = 5.419$$

$$CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = 0.105$$

จากตารางที่ 2-3 เมื่อ $n=5$ ค่า $RI = 1.11$

$$CR = CI / RI = 0.105 / 1.11 = 0.094$$

สรุป $CR = 0.094$ ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.1 ดังนั้นความสอดคล้องของการเปรียบเทียบปัจจัยสำเร็จวิกฤตของการนำสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้จริงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

หลังจากนั้นนำเกณฑ์โคบิทไปพิจารณาร่วมกับปัจจัยสำเร็จวิกฤตทั้งห้าประการในลักษณะเดียวกับที่บรรยายมาข้างต้นซึ่งจะได้น้ำหนักของแต่ละปัจจัยความสำเร็จวิกฤต นำผลคูณระหว่างน้ำหนักของปัจจัยความสำเร็จวิกฤตกับน้ำหนักเกณฑ์โคบิทมาหาผลรวมแนวตั้งจะได้ความน้ำหนักสำคัญของแต่ละปัจจัยสำเร็จวิกฤต และเพื่อให้ดูง่ายยิ่งขึ้นให้แปลงเป็นร้อยละเปรียบเทียบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ผลการประเมินคะแนนความสำคัญของปัจจัยสำเร็จวิกฤตเมื่อเทียบกับเกณฑ์โคบิทจากผู้เชี่ยวชาญได้ผลดังตารางต่อไปนี้

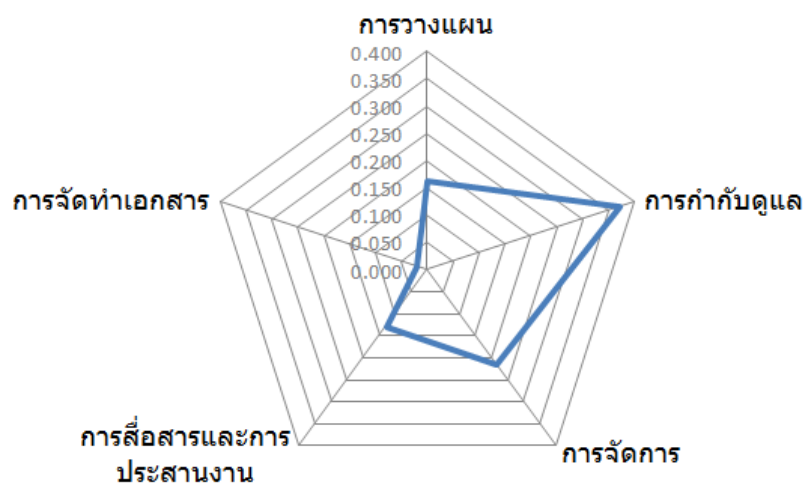
ตารางที่ 4-8 ผลประเมินคะแนนความสำคัญของปัจจัยสำเร็จวิกฤตเมื่อเทียบกับเกณฑ์โคบิท

| | IC (0.369) | ITR (0.291) | GPM (0.151) | PC (0.102) | AC (0.087) |
|------|---------------|----------------|----------------|---------------|---------------|
| Plan | 0.055 | 0.041 | 0.042 | 0.047 | 0.011 |
| Gov | 0.088 | 0.070 | 0.099 | 0.110 | 0.046 |
| Mgt | 0.025 | 0.078 | 0.053 | 0.012 | 0.051 |
| Com | 0.002 | 0.008 | 0.007 | 0.005 | 0.009 |
| Doc | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.003 | 0.007 |

นำผลประเมินคะแนนจากตารางที่ 4-8 มาคูณกับน้ำหนักของเกณฑ์โคบิทจากตารางที่ 4-4

| | |
|----------------|---|
| การวางแผน | = 0.055×0.369 + 0.041×0.291 + 0.042×0.151 + 0.047×0.102 + 0.011×0.087 = 0.162 |
| การกำกับดูแล | = 0.088×0.369 + 0.070×0.291 + 0.099×0.151 + 0.110×0.102 + 0.046×0.087 = 0.373 |
| การจัดการ | = 0.025×0.369 + 0.078×0.291 + 0.053×0.151 + 0.012×0.102 + 0.051×0.087 = 0.216 |
| การสื่อสารฯ | = 0.002×0.369 + 0.008×0.291 + 0.007×0.151 + 0.005×0.102 + 0.009×0.087 = 0.129 |
| การจัดทำเอกสาร | = 0.001×0.369 + 0.002×0.291 + 0.001×0.151 + 0.003×0.102 + 0.007×0.087 = 0.019 |

ผลการคำนวณพบว่าทางเลือกปัจจัยความสำเร็จวิกฤติเมื่อนำสถาปัตยกรรมระบบไปใช้จริงเรียงตามลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดได้แก่ (1) การกำกับดูแล (2) การจัดการ (3) การวางแผน (4) การสื่อสาร (5) และ (6) การจัดทำเอกสารตามลำดับ



ภาพที่ 4-11 แผนภาพแสดงความสำคัญของปัจจัยความสำเร็จวิกฤติของสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้งานจริง

สรุปผลคือเมื่อนำเกณฑ์โคบิทมาร่วมกับปัจจัยความสำเร็จวิกฤติของการนำสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้งานจริง พบว่า ควรให้น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยเรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุดคือ (1) การกำกับดูแล (2) การจัดการ (3) การวางแผน (4) การสื่อสารและการสนับสนุน และ (5) การจัดทำเอกสาร ตามลำดับ น้ำหนักความสำคัญของปัจจัยสำเร็จวิกฤติอยู่ในรูปทศนิยมตั้งนั้นถ้าแปลงให้อยู่ในรูปร้อยละจะเห็นความสำคัญชัดเจนมากยิ่งขึ้น หมายความว่า การกำกับดูแลมีความสำคัญร้อยละ 37.30 การจัดการมีความสำคัญร้อยละ 21.60 การวางแผนมีความสำคัญร้อยละ 16.20 การสื่อสารและประสานมีความสำคัญร้อยละ 12.90 และการจัดทำเอกสารมีความสำคัญร้อยละ 1.90 ตามลำดับ

4.3 ผลการพัฒนาาระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

ผู้วิจัยใช้ระเบียบวิธีพัฒนาระบบแบบน้ำตกย้อนกลับได้ ผลการพัฒนาาระบบจึงเรียงลำดับ 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้คือ

4.3.1 ความต้องการของระบบ

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมความต้องการใช้ระบบโดยสร้างแบบสำรวจความต้องการระบบแบบออนไลน์แล้วส่งให้แก่สถานประกอบการตอบกลับ ความต้องการระบบที่รวบรวมได้จะถูกนำเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบต่อไป

4.3.2 การวิเคราะห์ระบบ

ระบบแบ่งออกเป็น 5 โมดูล ได้แก่ (1) นักศึกษา (2) สถานประกอบการ (3) อาจารย์ (4) โมดูลระบบบล็อกเชน และ (5) โมดูลการค้นหาแบบสาธารณะ

4.3.2.1 โมดูลนักศึกษา

ประกอบไปด้วยระบบย่อยดังต่อไปนี้

4.3.2.1.1 ระบบร้องขอผู้ประเมินและยกเลิกการร้องขอผู้ประเมิน

4.3.2.1.2 ระบบร้องขอผู้เข้าชมและยกเลิกการร้องขอผู้เข้าชม

4.3.2.1.3 ระบบจัดการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งประกอบไปด้วยฟังก์ชันได้แก่ เพิ่ม ลบ แก้ไข อัปโหลดไฟล์รูปภาพ อัปโหลดไฟล์เอกสาร อัปโหลดคลิปวิดีโอ

4.3.2.1.4 ระบบการส่งเพิ่มสะสมงานเข้าบล็อกเชน

4.3.2.1.5 ระบบแก้ไขโพสไฟล์

4.3.2.2 โมดูลสถานประกอบการ

ประกอบด้วยระบบย่อยดังนี้

4.3.2.2.1 ระบบตอบรับเป็นผู้ประเมินและยกเลิกการตอบรับเป็นผู้ประเมิน

4.3.2.2.2 ระบบการเข้าดูรายละเอียดรายงานเพิ่มสะสมงาน

4.3.2.2.3 ระบบการประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากเพิ่มสะสมงาน

4.3.2.2.4 ระบบแก้ไขโพสไฟล์

4.3.2.3 โมดูลอาจารย์

ประกอบด้วยระบบย่อยดังนี้

4.3.2.3.1 ระบบร้องขอเป็นผู้เข้าชมและยกเลิกการร้องขอเป็นผู้เข้าชม

4.3.2.3.2 ระบบการเข้าชม

4.3.2.3.3 ระบบแก้ไขโพสไฟล์

4.3.2.4 โมดูลระบบบล็อกเชน

ประกอบด้วยระบบย่อยดังนี้

4.3.2.4.1 ระบบการตรวจสอบความถูกต้องโดยอัตโนมัติด้วยตนเองของโหนดฉันทามติ

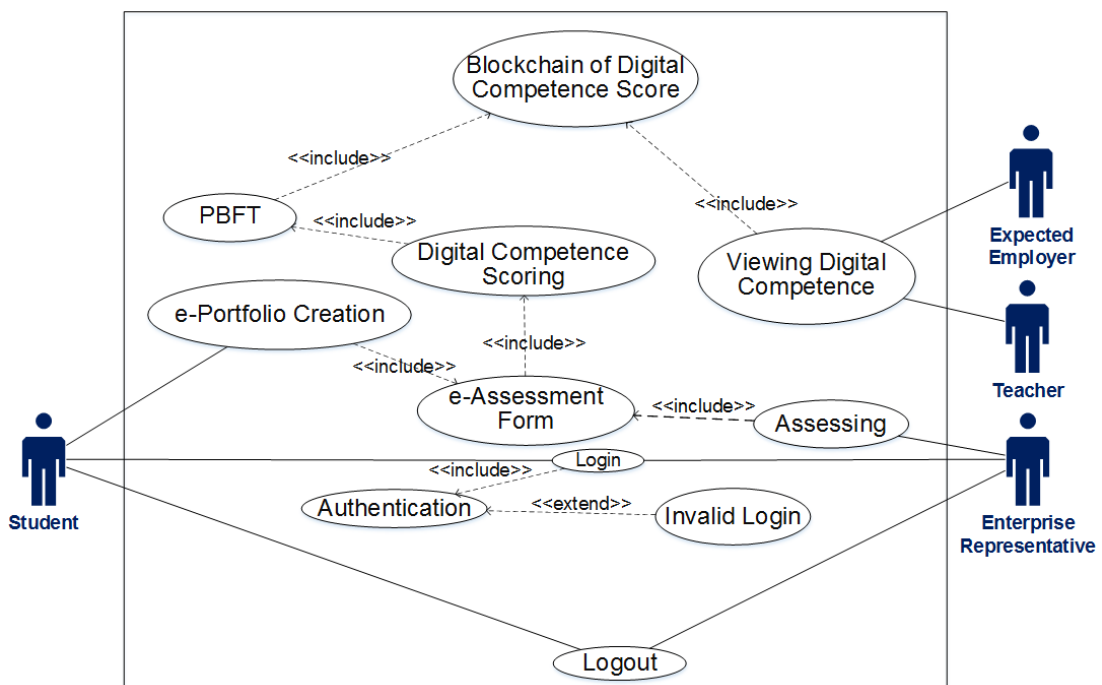
4.3.2.4.2 ระบบรวมผลฉันทามติจากโหนดต่างๆ เพื่อยืนยันความถูกต้องข้อมูล

- 4.3.2.4.3 ระบบฟื้นฟูสภาพกลับจุดเดิมกรณีข้อมูลไม่ผ่านฉันทามติของโหนดส่วนใหญ่
- 4.3.2.4.4 ระบบการบันทึกข้อมูลที่ผ่านฉันทามติเข้าสู่บล็อกใหม่ในฐานข้อมูลแบบกระจาย
- 4.3.2.5 โมดูลการค้นหาแบบสาธารณะประกอบด้วยระบบย่อยดังนี้
- 4.3.2.5.1 การค้นหาด้วยเงื่อนไขรหัสประเทศ
- 4.3.2.5.2 การค้นหาด้วยเงื่อนไขชื่อบริษัท
- 4.3.2.5.3 การค้นหาด้วยเงื่อนไขตำแหน่งงาน
- 4.3.2.5.4 การค้นหาด้วยเงื่อนไขชื่อบุคคล
- 4.3.2.5.5 การร้องขอเป็นผู้เข้าชมเพื่อดูรายละเอียดเพิ่ม
- 4.3.2.5.6 การแสดงผลข้อมูลรายบุคคลพร้อมผลรวมสมรรถนะดิจิทัลแบบ

ห้าดาว

4.3.3 ออกแบบระบบ

ในการออกแบบระบบ ผู้วิจัยใช้หลักการออกแบบเชิงวัตถุ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ระบบงานด้วยแผนภาพยูสเคส (Use case diagram) แผนภาพคลาส (Class diagram) แผนภาพลำดับงาน (Sequence diagram) และแผนภาพกิจกรรม (Activity diagram)

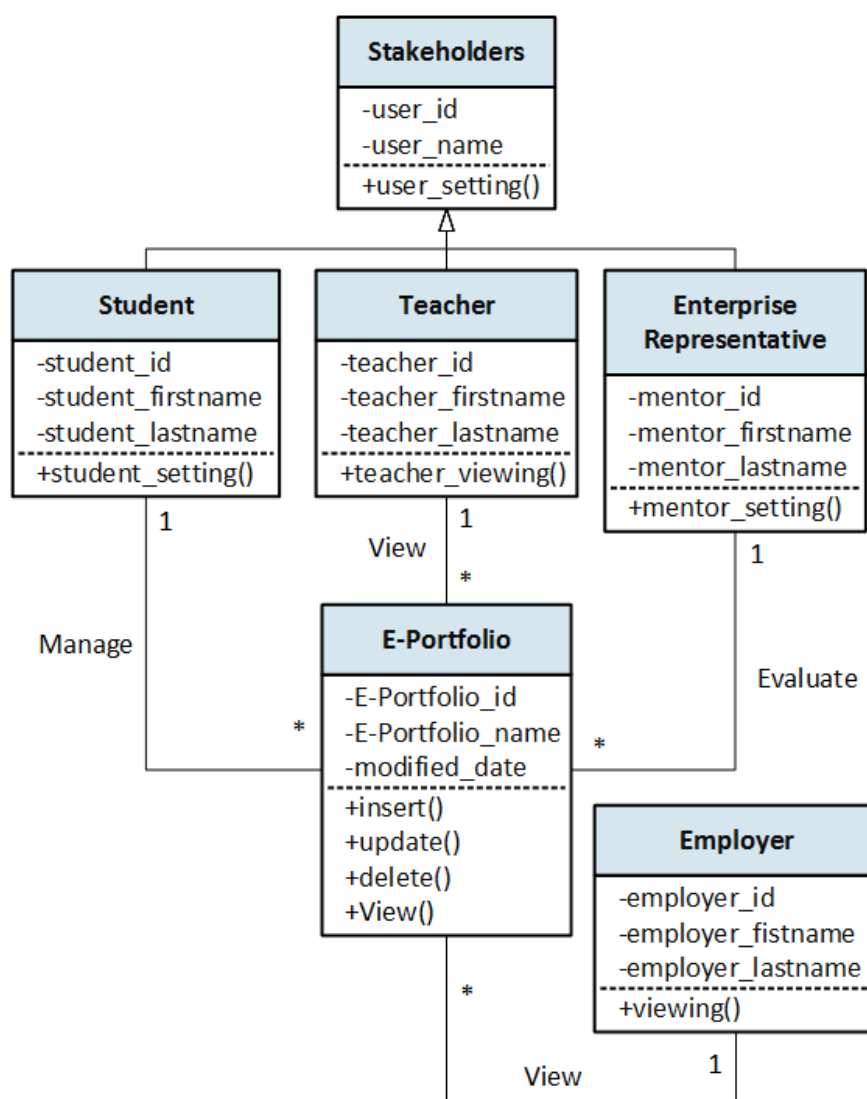


ภาพที่ 4-12 แผนภาพยูสเคส

ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบมีอยู่ 4 กลุ่มคือ นักศึกษา อาจารย์ ตัวแทนสถานประกอบการ และ นายจ้างที่คาดหวัง กลุ่มที่ต้องมีการล็อกอินเข้าระบบคือกลุ่มนักศึกษา และตัวแทนสถานประกอบการ

ส่วนนายจ้างที่คาดหวังและอาจารย์ไม่จำเป็นต้องล็อกอินเข้าระบบเพราะเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ ข้อมูลที่ได้จากระบบ

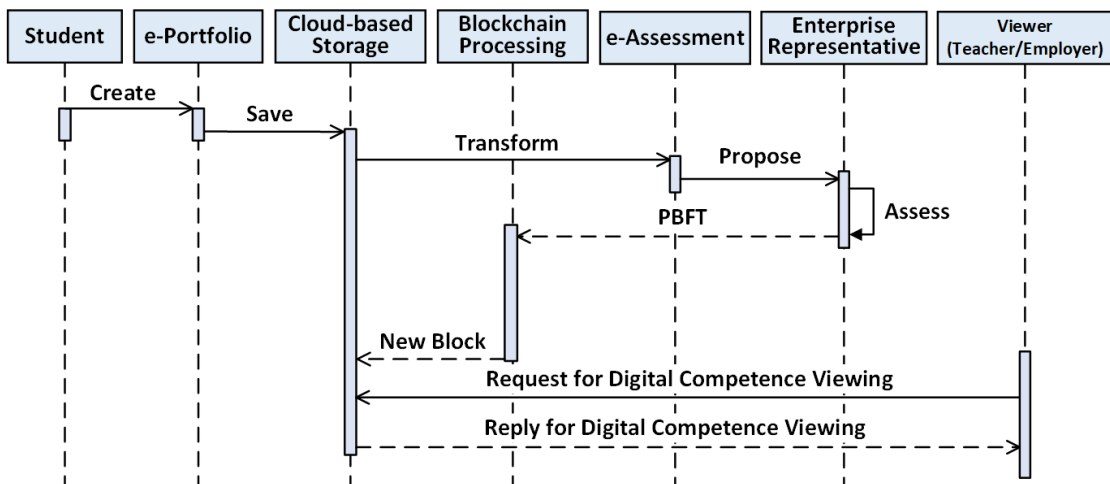
แฟ้มสะสมงานของนักศึกษาจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบประเมินอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้สถานประกอบการประเมินสมรรถนะดิจิทัล ซึ่งคะแนนที่ได้จากการประเมินจะเข้าสู่อัลกอริทึม PBFT ที่ยืนยันความถูกต้องก่อนที่จะบรรจุข้อมูลเข้าสู่บล็อกเชน และปลายทางของข้อมูลจะถูกเผยแพร่ไปสู่สาธารณะซึ่งอาจจะมีผู้ต้องการหาแรงงานหรือนายจ้างที่คาดหวังรวมอยู่ด้วย



ภาพที่ 4-13 แผนภาพคลาส

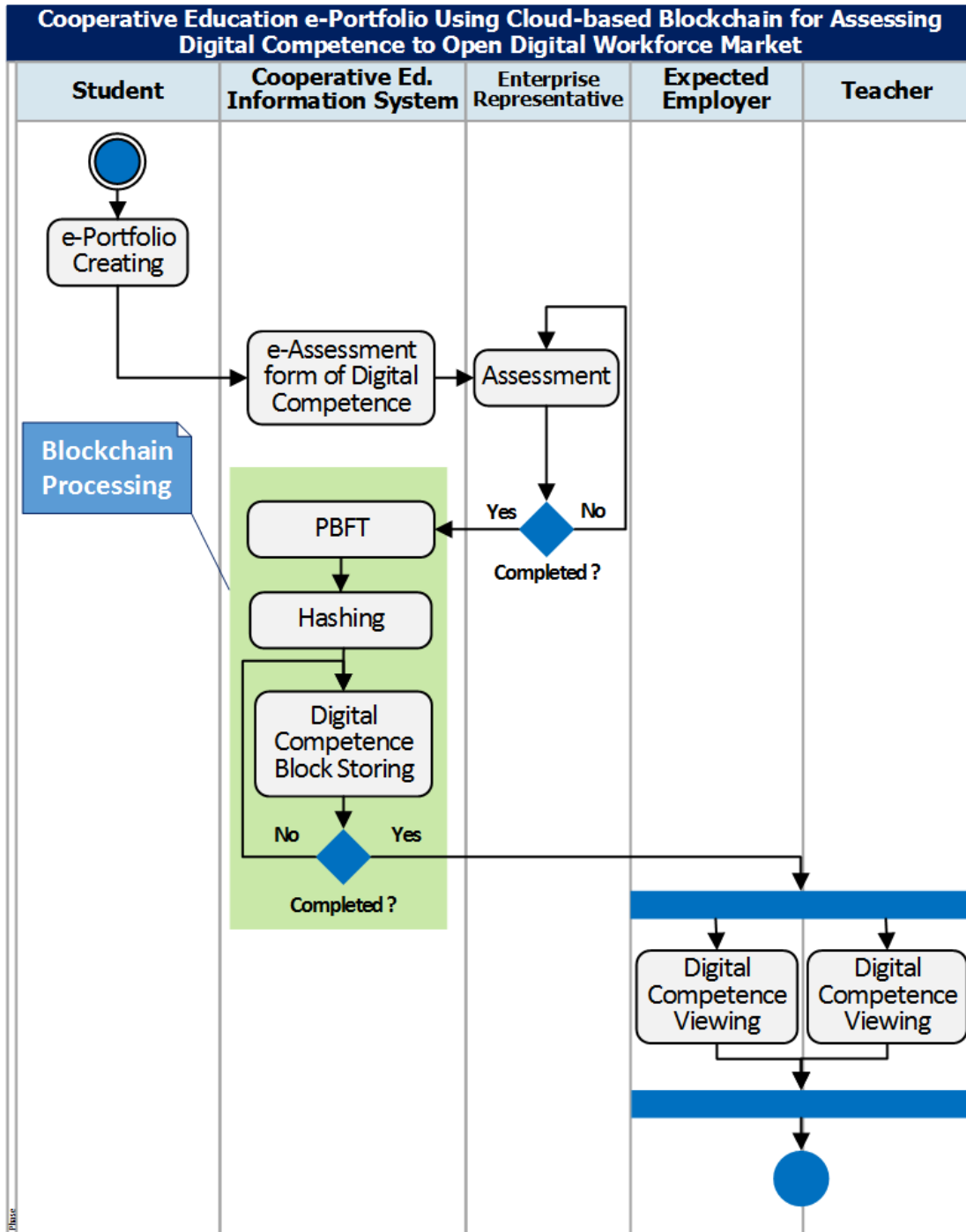
คลาสผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง (Stakeholders) จะเป็นคลาสแม่ของคลาสนักศึกษา (Student) คลาสอาจารย์ (Teacher) และคลาสตัวแทนสถานประกอบการ (Enterprise Representative) แต่ละคลาสจะมีความสัมพันธ์กับคลาสแฟ้มสะสมงานที่แตกต่างกัน กล่าวคือคลาสนักศึกษาจะสัมพันธ์กับ

คลาสเพิ่มสะสมงานในลักษณะการจัดการ (Manage) เพิ่มสะสมงาน โดยนักศึกษาแต่ละคนมีข้อมูลในเพิ่มสะสมงานหลายข้อมูล คลาสอาจารย์จะสัมพันธ์กับคลาสเพิ่มสะสมงานในลักษณะการเข้าชมเพิ่มสะสมงาน โดยอาจารย์แต่ละคนสามารถเข้าชมได้หลายเพิ่มสะสมงานต คลาสตัวแทนสถานประกอบการจะมีความสัมพันธ์กับเพิ่มสะสมงานในลักษณะการประเมิน โดยตัวแทนสถานประกอบการแต่ละคนสามารถประเมินได้หลายเพิ่มสะสมงาน และคลาสนายจ้างจะคล้ายกับคลาสอาจารย์คือสามารถเข้าชมได้เพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 4-14 แผนภาพลำดับ

ลำดับการทำงานของระบบเริ่มจากนักศึกษาสร้างเพิ่มสะสมงานงานแล้วบันทึกลงแหล่งเก็บข้อมูลบนคลาวด์ ซึ่งจะถูกลบแปลงให้กลายเป็นแบบประเมินอิเล็กทรอนิกส์เพื่อให้ตัวแทนสถานประกอบการประเมินผลคะแนนสมรรถนะดิจิทัล ผลของคะแนนจะเข้าสู่อัลกอริทึม PBFT เพื่อยืนยันความถูกต้องก่อนที่จะถูกบันทึกเข้าสู่บล็อกเชนบนแหล่งเก็บข้อมูลบนคลาวด์ ซึ่งข้อมูลสมรรถนะดิจิทัลเหล่านี้จะมีอาจารย์หรือนายจ้างมาเข้าชมในขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการ



ภาพที่ 4-15 แผนภาพกิจกรรม

จุดสำคัญของระบบคือกระบวนการบล็อกเชนซึ่งใช้อัลกอริทึม PBFT ในการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลเพื่อป้องกันการปลอมแปลงแก้ไขข้อมูล โดยขั้นตอนสำคัญคือการใช้ฟังก์ชันแฮชเพื่อเข้ารหัสข้อมูลก่อนที่จะนำข้อมูลไปบรรจุเข้าสู่บล็อกเชน

4.3.4 การเขียนโปรแกรม

เมื่อได้แผนภาพต่างๆ ครบแล้วจากขั้นตอนการวิเคราะห์และออกแบบระบบ จึงนำมาพัฒนาโปรแกรมด้วยทรัพยากรการประมวลผลบนคลาวด์ของ Heroku เพื่อสร้างเว็บโฮสต์ MongoDB เพื่อสร้างฐานข้อมูลแบบกระจายบนโฮสต์ต่างๆ และภาษาโปรแกรมที่ใช้พัฒนาคือ Node.js ด้วยเฟรมเวิร์ค Express.js

4.3.5 การทดสอบโปรแกรม

เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จแล้วได้นำมาทดสอบประสิทธิภาพของระบบก่อนใช้โดยผู้ใช้งาน ซึ่งได้ผลการประเมินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-9 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้ใช้งาน

| รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
|--|-----------|------|-------|
| 1. ความสามารถในการทำงานของระบบ (Functional Requirement Test) | | | |
| 1.1 ความสามารถของระบบในการนำเสนอข้อมูล | 4.17 | 0.21 | มาก |
| 1.2 ความสามารถของระบบในการเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม ลบ แก้ไข) ข้อมูล | 4.25 | 0.09 | มาก |
| 1.3 ความสามารถของระบบในการจัดเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา | 4.29 | 0.15 | มาก |
| 1.4 ความสามารถของระบบในการค้นหาข้อมูลบุคคลในตลาดแรงงานดิจิทัล | 4.29 | 0.27 | มาก |
| 1.5 ความสามารถของระบบในการประเมินสมรรถนะดิจิทัล | 4.21 | 0.11 | มาก |
| 1.6 ความสามารถของระบบในการสร้างเก็บข้อมูลแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน | 4.33 | 0.25 | มาก |
| 1.7 ความสามารถของระบบในการจัดการฐานข้อมูล | 4.13 | 0.14 | มาก |
| 1.8 ความสามารถของระบบโดยภาพรวม | 4.33 | 0.11 | มาก |
| 2. ความถูกต้องในการทำงานของระบบ (Functional Test) | | | |
| 2.1 ความถูกต้องของระบบในการนำเสนอข้อมูล | 4.33 | 0.32 | มาก |
| 2.2 ความถูกต้องในการเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม ลบ แก้ไข) ข้อมูล | 4.42 | 0.07 | มาก |
| 2.3 ความถูกต้องของระบบในการจัดเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา | 4.25 | 0.23 | มาก |
| 2.4 ความถูกต้องของระบบในการค้นหาข้อมูลบุคคลในตลาดแรงงานดิจิทัล | 4.42 | 0.18 | มาก |
| 2.5 ความถูกต้องของระบบในการประเมินสมรรถนะดิจิทัล | 4.21 | 0.42 | มาก |
| 2.6 ความถูกต้องของระบบในการสร้างเก็บข้อมูลแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน | 4.33 | 0.51 | มาก |
| 2.7 ความถูกต้องของระบบในการจัดการฐานข้อมูล | 4.33 | 0.02 | มาก |
| 2.8 ความถูกต้องของระบบโดยภาพรวม | 4.21 | 0.06 | มาก |
| 3. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) | | | |

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

| รายการประเมิน | \bar{X} | S.D. | แปลผล |
|---|-----------|------|-----------|
| 3.1 ความง่ายในการใช้ระบบ | 4.17 | 0.27 | มาก |
| 3.2 ความเหมาะสมในการนำเสนอภาพกราฟิก | 4.08 | 0.31 | มาก |
| 3.3 ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ | 4.29 | 0.34 | มาก |
| 3.4 ความเหมาะสมของการใช้โทนสีโดยภาพรวม | 4.38 | 0.21 | มาก |
| 3.5 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรที่เลือกใช้ | 4.21 | 0.15 | มาก |
| 3.6 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม | 4.25 | 0.18 | มาก |
| 4. ความเร็วในการทำงานของระบบ (Performance Test) | | | |
| 4.1 ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล | 4.25 | 0.13 | มาก |
| 4.2 ความเร็วในการเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม ลบ แก้ไข) ข้อมูล | 4.21 | 0.25 | มาก |
| 4.3 ความเร็วของระบบในการจัดเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา | 4.25 | 0.17 | มาก |
| 4.4 ความเร็วของระบบในการค้นหาข้อมูลบุคคลในตลาดแรงงานดิจิทัล | 4.25 | 0.02 | มาก |
| 4.5 ความเร็วของระบบในการประเมินสมรรถนะดิจิทัล | 4.25 | 0.09 | มาก |
| 4.6 ความเร็วของระบบในการสร้างเก็บข้อมูลแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน | 4.33 | 0.15 | มาก |
| 4.7 ความเร็วของระบบในการจัดการฐานข้อมูล | 4.33 | 0.24 | มาก |
| 4.8 ความเร็วของระบบโดยภาพรวม | 4.25 | 0.17 | มาก |
| 5. การรักษาความปลอดภัยของระบบ (Security Test) | | | |
| 5.1 เมื่อผู้ใช้งานป้อนข้อมูลผิดพลาดระบบมีการแจ้งเตือนเพื่อความปลอดภัย | 4.21 | 0.01 | มาก |
| 5.2 ความปลอดภัยในการเข้าใช้ระบบโดยมีการกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่าน | 4.50 | 0.22 | มากที่สุด |
| 5.3 ความปลอดภัยจากการเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลจากบุคคลภายนอก | 4.33 | 0.19 | มาก |
| 5.4 ความปลอดภัยจากการเข้ามาลบข้อมูลในระบบ | 4.42 | 0.21 | มาก |
| 6. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาเพื่อส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัล | | | |
| 6.1 การใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนช่วยให้การเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์มีความน่าเชื่อถือ | 4.33 | 0.11 | มาก |
| 6.2 ความเหมาะสมของจำนวนข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา | 4.38 | 0.13 | มาก |
| 6.3 ความถูกต้องของข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล | 4.33 | 0.16 | มาก |
| 6.4 ความเหมาะสมของสมรรถนะดิจิทัลที่นำเสนอ | 4.50 | 0.03 | มากที่สุด |
| 6.5 ความสะดวกในการค้นหาบุคคลในตลาดแรงงานดิจิทัล | 4.21 | 0.01 | มาก |
| 6.6 ความถูกต้องในการค้นหาบุคคลในตลาดแรงงานดิจิทัล | 4.25 | 0.09 | มาก |
| 6.7 ความสะดวกในการใช้งานแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนโดยภาพรวม | 4.38 | 0.22 | มาก |
| ค่าเฉลี่ย | 4.29 | 0.18 | มาก |

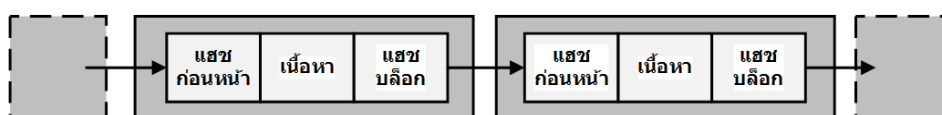
สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบจากผู้ใช้งาน พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบเท่ากับ 4.29 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.18 ซึ่งสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับมาก

4.3.6 ปฏิบัติการ

4.3.6.1 การจัดการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ด้วยบล็อกเชน

เพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์จะเป็นทรานแซกชันที่ถูกนำมาผ่านกระบวนการเพื่อบรรจุในบล็อกเชนด้วยอัลกอริทึมแพรคติกัลไบแซนไทน์ทอลเอดแรนซ์ (Practical Byzantine Fault Tolerance: PBFT) โดยจะมีการสร้างโหนดฉันทามติ (Consensus node) เป็นจำนวน 5 โหนดเพื่อคอยตรวจสอบการปลอมแปลงทรานแซกชันตลอดเวลา ในงานวิจัยนี้จะสร้างเว็บโฮสต์ขึ้นมา 5 โฮสต์เพื่อเป็นตัวแทนโหนดฉันทามติทั้งห้า ซึ่งในแต่ละโฮสต์จะมีฐานข้อมูล MongoDB ทำหน้าที่คอยบรรจุทรานแซกชันของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่เข้ามาใหม่ต่อเนื่องในลักษณะห่วงโซ่ เมื่อมีเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ใหม่เพิ่มเข้ามาในระบบ ข้อมูลชุดเดียวกันจะถูกทำซ้ำ (Replicate) เพื่อกระจายไปยังโหนดทั้งห้า ดังนั้นข้อมูลของระบบหลักจะเหมือนข้อมูลที่อยู่ในโหนดฉันทามติทุกประการ

โครงสร้างของบล็อกเชนจะใช้วิธีการเข้ารหัสฟังก์ชันแฮช (Hashing function) เพื่อความปลอดภัยของข้อมูลและนำค่าแฮชที่ได้จากการคำนวณมาอ้างอิงกันต่อเนื่องไปยังบล็อกถัดไป โดยค่าแฮชของบล็อกใดๆ จะได้มาจากการนำเอาค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้าและเนื้อหาภายในบล็อกมาคำนวณค่าแฮชของบล็อกนั้น ดังนั้นถ้ามีการปลอมแปลงแก้ไขเนื้อหาภายในบล็อกก็สามารถตรวจจับได้จากการนำเอาค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้าและเนื้อหาที่ถูกปลอมแปลงมาคำนวณด้วยฟังก์ชันแฮช ซึ่งค่าที่ได้จากแตกต่างจากเดิมทำให้สามารถทราบการปลอมแปลงได้ในทันที



ภาพที่ 4-16 โครงสร้างภายในของบล็อกเชน

จากภาพที่ 4-16 เป็นโครงสร้างภายในบล็อกเชนแบบง่ายซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเชื่อมโยงห่วงโซ่ของเกิดจากการนำความสามารถของฟังก์ชันแฮชที่ยากต่อการปลอมแปลงเข้ามาช่วยสร้างแฮชของบล็อกโดยนำค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้ามาคำนวณทำให้ห่วงโซ่ของบล็อกเชนมีความแข็งแรง อย่างไรก็ตามเพื่อเพิ่มความแข็งแรงของระบบบล็อกเชน ห่วงโซ่ลักษณะเดียวกันจะมีถึง 5 ชุดจากโฮสต์ของโหนดฉันทามติทั้งห้า จึงยิ่งเพิ่มความยากลำบากต่อการแฮกระบบเพราะต้องเจาะระบบให้ได้ทั้งหมดและแก้ไขให้ได้ทั้งหมดทุกโหนด

4.3.6.2 ขั้นตอนการเพิ่มบล็อกใหม่

การเพิ่มบล็อกใหม่จะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.3.6.2.1 การคำนวณค่าแฮช

คำนวณค่าแฮชโดยนำแฮชของบล็อกก่อนหน้าร่วมกับข้อมูลเนื้อหาอันประกอบด้วย ชื่อหัวข้อ รายละเอียด คะแนน และประทับเวลา ในภาษาโปรแกรมโดยทั่วไปจะมีฟังก์ชันแฮชที่เรียกว่า SHA256 ซึ่งในภาษา Node.JS ในงานวิจัยนี้ก็ใช้ SHA256 เช่นเดียวกันเพื่อใช้ในการคำนวณค่าแฮชสมการในการคำนวณคือ

$$\text{ค่าแฮชบล็อก} = \text{SHA256} (\text{ชื่อหัวข้อ} + \text{รายละเอียด} + \text{คะแนน} + \text{ประทับเวลา})$$

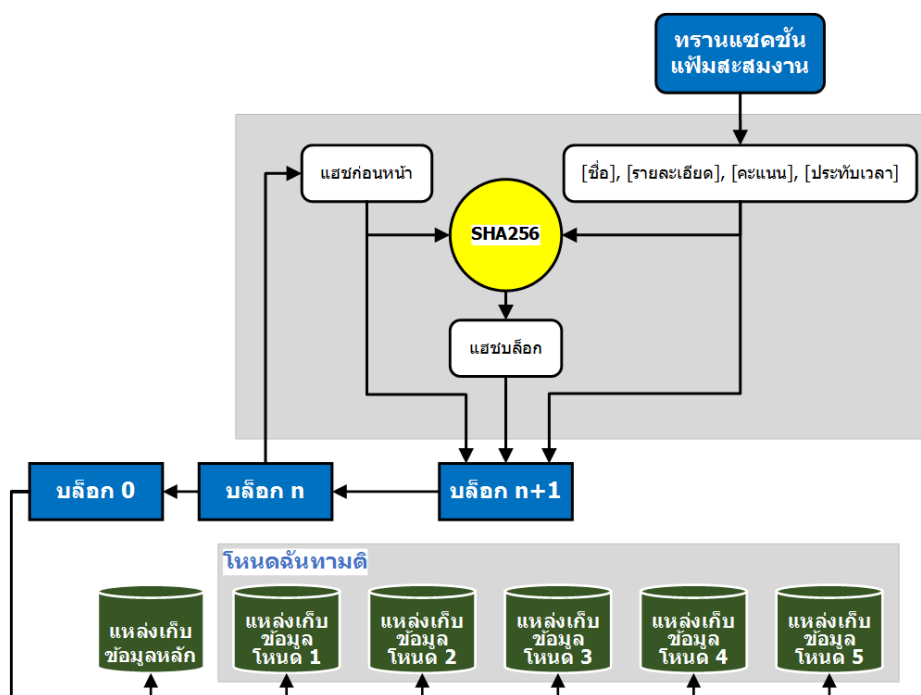
4.3.6.2.2 การบรรจุข้อมูลเข้าบล็อก

นำค่าแฮชที่คำนวณได้ ตลอดจนค่าแฮชของบล็อกก่อนหน้า และข้อมูลเนื้อหาบรรจุเข้าสู่บล็อกซึ่งในฐานข้อมูล MongoDB จะอยู่ในรูป Document ดังนั้นข้อมูลหนึ่งบล็อกก็คือ 1 Document ในฐานข้อมูล โครงสร้างที่บรรจุใน 1 Document แสดงได้ดังต่อไปนี้

| | | | | | |
|-------------|----------|------------|------------|-------|------------|
| แฮชก่อนหน้า | แฮชบล็อก | ชื่อหัวข้อ | รายละเอียด | คะแนน | ประทับเวลา |
|-------------|----------|------------|------------|-------|------------|

4.3.6.2.3 การกระจายสำเนาข้อมูลใหม่ไปสู่โหนดฉันทามติ

กระจายสำเนาบล็อกชุดเดียวกันนี้ไปยังโหนดของโหนดฉันทามติทั้งห้าโหนด ซึ่งเป็นลักษณะอย่างหนึ่งของฐานข้อมูลแบบกระจายที่ข้อมูลจะถูกทำซ้ำ (Replicate) ไปยังโหนดอื่นๆ ผ่านระบบเครือข่ายโดยอาศัยโปรโตคอล http บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



ภาพที่ 4-17 การเพิ่มข้อมูลใหม่เข้าบล็อกเชน

ภาพที่ 4-17 แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามาในระบบ กลไกของแฮชฟังก์ชันจะเริ่มขึ้นทุกครั้งที่ก่อนที่จะบรรจุค่าแฮชพร้อมทั้งค่าแฮชก่อนหน้าและข้อมูลเข้าสู่บล็อกไม่เพียงแค่อ่านข้อมูลหลักของระบบเท่านั้น แต่ยังคงกระจายข้อมูลชุดเดียวกันไปยังฐานข้อมูลที่อยู่บนโหนดฉันทามติทั้งห้าเพื่อเพิ่มความแข็งแกร่งของระบบบล็อกเชนที่ยากต่อการปลอมแปลง เพราะโหนดฉันทามติเหล่านี้จะเป็นเครื่องมือสำคัญในการตรวจสอบการปลอมแปลงข้อมูลไม่ว่าข้อมูลที่ปลอมแปลงนั้นจะอยู่ในโหนดใด โหนดที่เหลือก็จะช่วยกันยืนยันความถูกต้องอยู่เสมอ

4.3.6.3 วิธีการป้องกันการแก้ไขปลอมแปลง

อัลกอริทึม PBFT เป็นหัวใจสำคัญของการป้องกันการปลอมแปลงข้อมูลในบล็อกเชน โดยหลักการแล้วการที่จะยอมรับว่าข้อมูลนั้นถูกต้องหรือไม่จำเป็นต้องได้รับฉันทามติจากโหนดทั้งห้าเพื่อยืนยันว่าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องตั้งแต่ 66% ขึ้นไป ดังนั้นในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยโหนดฉันทามติทั้ง 5 โหนด การยอมรับความถูกต้องจึงต้องได้รับเสียงฉันทามติจากโหนดอย่างน้อย 3 โหนด ($5 \times 0.66 = 3.33$)

เมื่อใดก็ตามที่ข้อมูลในระบบถูกแก้ไขปลอมแปลงทำให้เกิดเนื้อหาปลอม (Fake content) กลไกของระบบจะมีการตรวจจับโดยการนำเนื้อหาปลอมกับค่าแฮชก่อนหน้ามาคำนวณค่าแฮชบล็อก ถ้าค่าแฮชบล็อกที่คำนวณได้มีค่าแตกต่างจากเดิมแสดงว่าข้อมูลถูกปลอมแปลง ซึ่งการคำนวณค่าแฮชบล็อกนี้จะถูกกระทำบนโหนดฉันทามติทั้งห้าในเวลาเดียวกัน

เมื่อได้ฉันทามติว่าข้อมูลเนื้อหาใดถูกปลอมแปลงแก้ไข ระบบก็จะเข้าสู่กระบวนการฟื้นกลับไปยังข้อมูลเดิมที่เคยอยู่ในระบบโดยดึงมาจากโหนดฉันทามติกลับมาเขียนทับตำแหน่งที่ถูกแก้ไขปลอมแปลง นอกจากนี้เพื่อให้แน่ใจว่าโหนดฉันทามติทุกโหนดมีข้อมูลจริงอยู่เสมอจึงมีกระบวนการตรวจสอบตนเองของแต่ละโหนดอยู่เป็นระยะด้วยกระบวนการลักษณะเดียวกัน

ค่าแฮชปลอม = SHA256 (เนื้อหาปลอม + ค่าแฮชก่อนหน้า)

โหนด 1 ถ้า (ค่าแฮชปลอม \neq ค่าแฮชบล็อก) ส่งผลฉันทามติ (ปฏิเสธ 1)

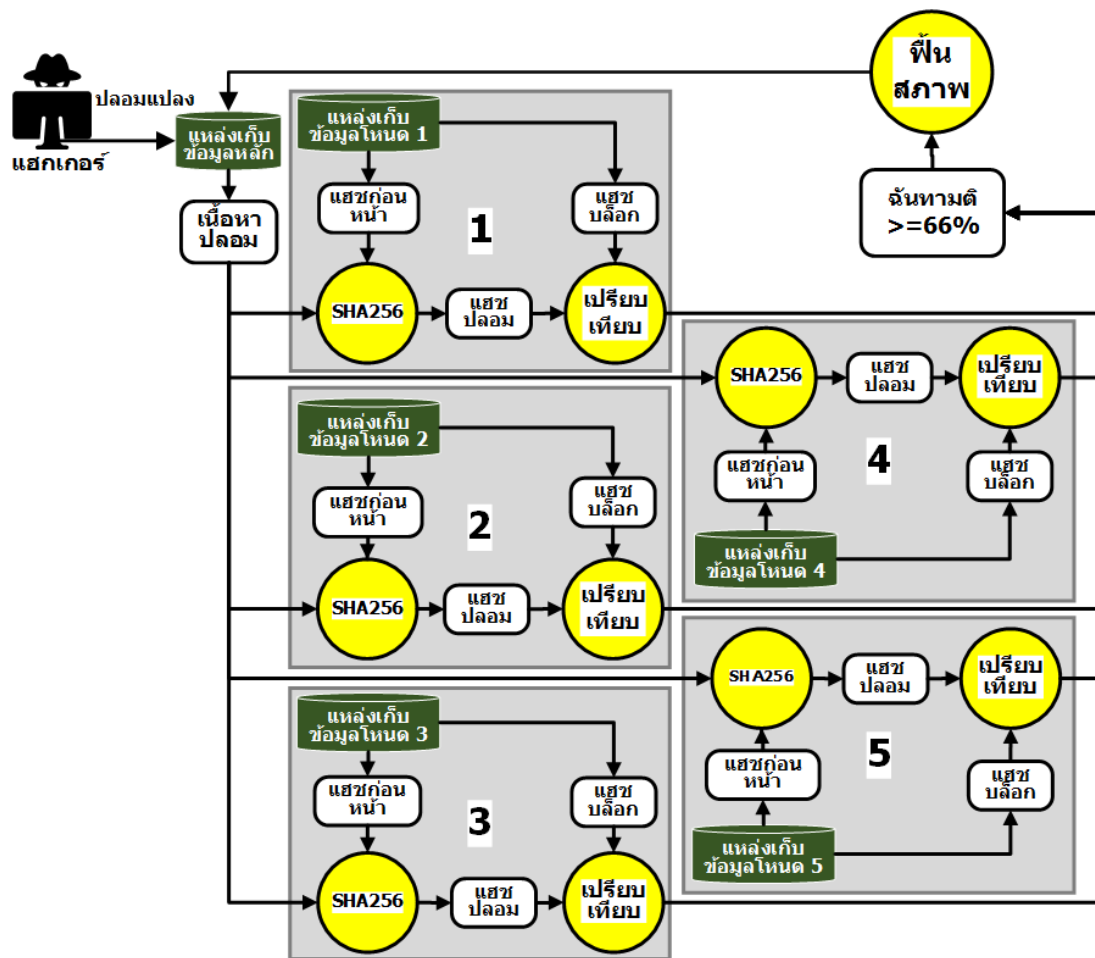
โหนด 2 ถ้า (ค่าแฮชปลอม \neq ค่าแฮชบล็อก) ส่งผลฉันทามติ (ปฏิเสธ 2)

โหนด 3 ถ้า (ค่าแฮชปลอม \neq ค่าแฮชบล็อก) ส่งผลฉันทามติ (ปฏิเสธ 3)

โหนด 4 ถ้า (ค่าแฮชปลอม \neq ค่าแฮชบล็อก) ส่งผลฉันทามติ (ปฏิเสธ 4)

โหนด 5 ถ้า (ค่าแฮชปลอม \neq ค่าแฮชบล็อก) ส่งผลฉันทามติ (ปฏิเสธ 5)

ถ้าจำนวนโหนดปฏิเสธมากกว่าเท่ากับ 3 โหนดขึ้นไป จะถือว่าปฏิเสธข้อมูลนั้นแล้วเข้าสู่กระบวนการฟื้นฟูสภาพข้อมูลเดิมที่อยู่ในโหนดฉันทามติในทันที



ภาพที่ 4-18 การป้องกันการแฮคข้อมูลในบล็อกเชนด้วยอัลกอริทึม PBFT

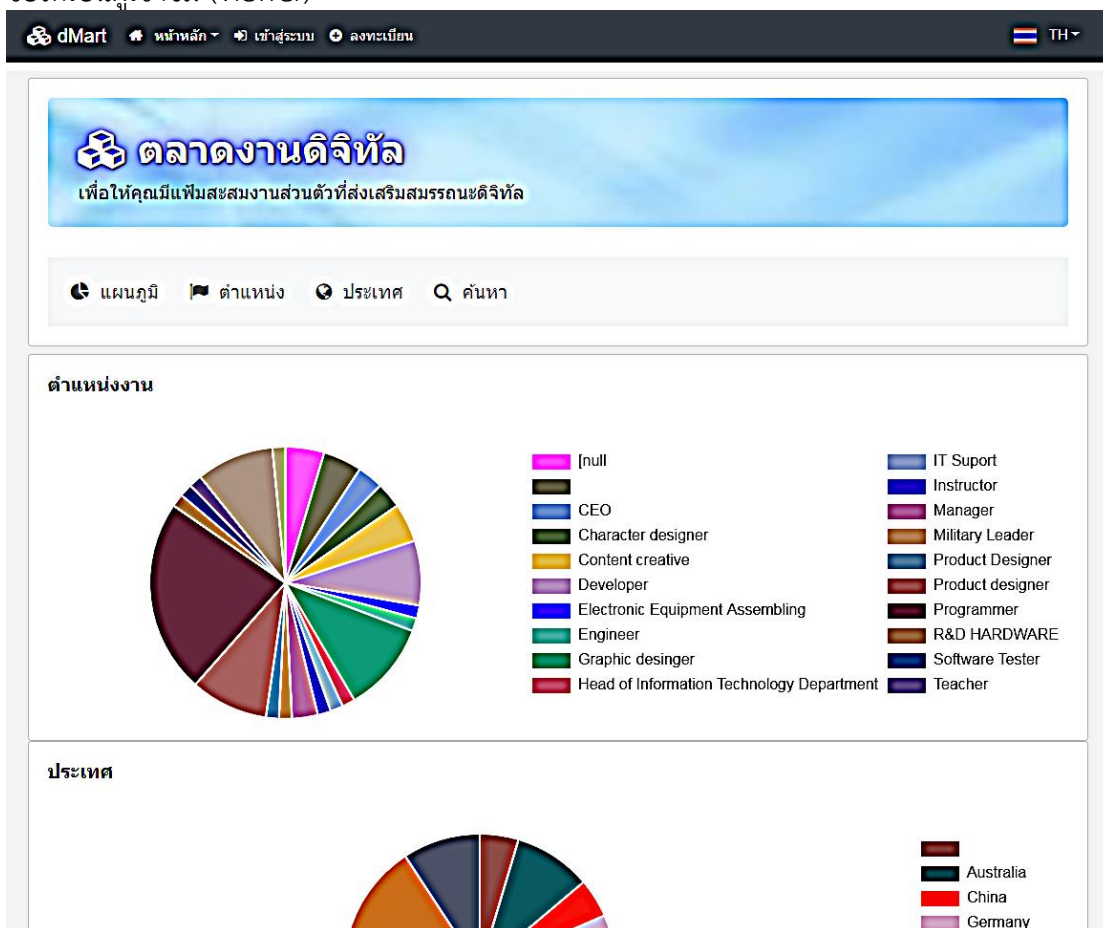
ภาพที่ 4-18 แสดงให้เห็นวิธีป้องกันข้อมูลถูกแก้ไขปลอมแปลงด้วยอัลกอริทึม PBFT โดยเริ่มจากแฮคเกอร์ได้ลอบเข้ามาแก้ไขข้อมูลในฐานข้อมูลหลักของระบบ ข้อมูลที่ถูกแก้ไขปลอมแปลงจะถูกส่งไปยังโหนดฉันทามติทุกโหนดเพื่อคำนวณค่าแฮชบล็อกใหม่ เมื่อแต่ละโหนดคำนวณค่าแฮชบล็อกใหม่จะนำไปเทียบกับค่าแฮชบล็อกเดิมของตน ถ้าไม่เหมือนเดิมแสดงว่าข้อมูลถูกแก้ไขโหนดนั้นก็ส่งฉันทามติปฏิเสธข้อมูลออกไป เมื่อรวมฉันทามติครบทุกโหนดแล้วถ้ามีเสียงส่วนใหญ่ 66% หรือ 3 โหนดปฏิเสธข้อมูล ระบบก็จะเข้าสู่กระบวนการฟื้นฟูข้อมูลโดยนำข้อมูลเดิมที่อยู่โหนดฉันทามติมาเขียนทับตำแหน่งข้อมูลที่ถูกแก้ไข ทำให้ข้อมูลฟื้นฟูสภาพกลับมาเช่นเดิม

4.3.6.4 การทำงานของระบบ

ระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาแบ่งผู้ใช้ระบบออกเป็น 3 ส่วนตามองค์ประกอบผู้เกี่ยวข้องในสหกิจศึกษาได้แก่ (1) ส่วนของนักศึกษา (2) ส่วนของสถานประกอบการ และ (3) ส่วนของอาจารย์ที่ปรึกษา โดยรูปแบบส่วนต่อประสานเน้นความเรียบง่ายและสะดวกต่อการใช้ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.3.6.4.1 การเริ่มต้นใช้งานระบบ

ผู้ใช้ระบบทั้งสามส่วนจำเป็นต้องลงทะเบียนเข้าใช้ระบบก่อน ซึ่งมีรูปแบบเช่นเดียวกับการลงทะเบียนสมาชิกในการใช้เว็บแอปพลิเคชันทั่วไป และผู้ใช้ระบบทั้งสามส่วนจะสามารถเปลี่ยนแปลงสถานะกลับไปกลับมาได้ทั้งสามสถานะขึ้นอยู่กับกรรองขอให้เป็นผู้ประเมิน (Assessor) หรือการร้องขอให้เป็นผู้เข้าชม (Viewer)



ภาพที่ 4-19 หน้าหลักของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

4.3.6.4.2 การใช้งานระบบแยกตามสถานะ

1. สถานะนักศึกษา

นักศึกษาจะมีบทบาทสำคัญต่อระบบในฐานะผู้ป้อนข้อมูลรายงานการปฏิบัติการสหกิจศึกษาเข้าสู่ระบบเพื่อรอการประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากสถานประกอบ ดังนั้นนักศึกษาจะอยู่ในสถานะของผู้ถูกประเมินซึ่งจำเป็นต้องร้องขอการประเมินจากผู้ประเมินซึ่งก็คือสถานประกอบการ

การเริ่มต้นระบบของนักศึกษาเมื่อลงทะเบียนเสร็จและเข้าสู่ระบบแรกสิ่งแรกที่ต้องดำเนินการคือการส่งคำร้องขอให้สถานประกอบการเป็นผู้ประเมิน เมื่อได้รับการอนุมัติจากสถานประกอบการแล้วนักศึกษาจึงจะสามารถบันทึกผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเข้าสู่แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ของระบบเพื่อรอคอยการประเมินได้

ในการป้อนข้อมูลรายงานการปฏิบัติงานสหกิจเข้าสู่แฟ้มสะสมงาน นักศึกษาสามารถอัปโหลดไฟล์สื่อต่างๆ เข้าสู่ระบบ เช่น ไฟล์รูปภาพ ไฟล์เอกสาร และวิดีโอลิงค์จาก YouTube และ FaceBook เป็นต้น เพื่อให้แฟ้มสะสมงานมีความยืดหยุ่นและสมบูรณ์ในการนำเสนอรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ข้อควรปฏิบัติและระมัดระวังในการใช้อีกประการหนึ่งก็คือการบันทึกรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเข้าสู่แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์จะเป็นเพียงการบันทึกธรรมดาเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงข้อมูลจนถูกต้องสมบูรณ์ที่สุดก่อนที่จะส่งเข้าสู่บล็อกเซน เพราะถ้าส่งเข้าสู่บล็อกเซนแล้วจะไม่สามารถแก้ไขข้อมูลใดๆ ได้อีกเพื่อป้องกันการปลอมแปลงแก้ไขข้อมูลในภายหลังอันเป็นหัวใจสำคัญของเทคโนโลยีบล็อกเซน

2. สถานะสถานประกอบการ

สถานประกอบการมีบทบาทสำคัญในการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) ของนักศึกษาที่เข้ามาฝึกสหกิจศึกษาภายในองค์กร เนื่องจากพี่เลี้ยงนักศึกษาจากสถานประกอบการมีความเข้าใจการทำงานของนักศึกษา

เมื่อมีการมอบหมายงานแก่นักศึกษาและนักศึกษาทำงานนั้นเสร็จ นักศึกษาจะบันทึกการทำงานนั้นเข้าสู่แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อรอคอยการประเมินจากพี่เลี้ยงสหกิจศึกษาทุกครั้งไปจนกระทั่งสิ้นสุดโปรแกรมสหกิจศึกษา



ในการประเมินผลการปฏิบัติงานของนักศึกษาจะใช้กรอบงานสมรรถนะดิจิทัล 2.0 ซึ่งมีอยู่ 5 ด้าน ได้แก่ (1) ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล (2) การสื่อสารและการประสานงาน (3) การสร้างเนื้อหาดิจิทัล (4) ความปลอดภัย และ (5) การแก้ปัญหา นอกจากนี้เพื่อความง่ายและรวดเร็วในการใช้งาน ระบบได้ใช้หลักการให้คะแนนแบบ 5 ดาว เช่นเดียวกับการให้คะแนนสินค้าและบริการออนไลน์ที่พบได้ทั่วไป

3. สถานะอาจารย์ที่ปรึกษา

โดยทั่วไปแล้วสถานะอาจารย์ที่ปรึกษาในระบบทำได้เพียงแค่ดูรายงานการปฏิบัติงานและผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลเท่านั้น



4.3.6.4.3 การเผยแพร่รายงานสมรรถนะดิจิทัล

เนื่องจากอาจมีเงื่อนไขบางประการที่สถานประกอบการไม่สามารถเปิดเผยรายงานการปฏิบัติงาน เพราะเป็นความลับของบริษัท ซึ่งระบบได้คำนึงถึงความสำคัญนี้จึงมีส่วนของการกำหนดค่าให้ข้อมูลเป็นแบบสาธารณะหรือแบบส่วนตัวเพื่อป้องกันสิทธิ์ของผู้ใช้งาน อย่างไรก็ตามการกำหนดค่าแบบสาธารณะก็มีข้อดีที่นักศึกษาสามารถใช้เป็นข้อมูลประสบการณ์การฝึกสหกิจศึกษาเพื่อใช้ประกอบการสมัครงานได้ในอนาคต เพราะผู้เข้ามาใช้ระบบอาจเป็นเจ้าของสถานประกอบการที่กำลังต้องการแรงงานดิจิทัล ถ้าได้ดูรายงานการปฏิบัติงานจากแฟ้มสะสมงานเหล่านี้อาจสนใจติดต่อนักศึกษาเพื่อขอสัมภาษณ์งานและว่าจ้างต่อไปในอนาคตก็ได้

| ชื่อบัญชี | ชื่อ | นามสกุล | บริษัท | ตำแหน่ง | รหัสประเทศ | Q |
|---|------------------------------|-----------------------|--------|--------------|------------|-------|
|  | ชื่อบัญชี | chaiwat | | ตำแหน่ง | รหัสประเทศ | |
| | ชื่อ | ชัยวัฒน์ ชุ่มเชื้อ | | โปรแกรมเมอร์ | | |
| | ตำแหน่ง | โปรแกรมเมอร์ | | | | |
| | ประเทศ | Thailand | | | | |
| | คะแนน | ★★★★☆ | | | | |
| | คำร้องขอเข้าชม | 📩 | | | | |
| | ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล | | | | | ★★★★☆ |
| | การสื่อสารและการประสานงาน | | | | | ★★★★☆ |
| | การสร้างเนื้อหาดิจิทัล | | | | | ★★★★☆ |
| | ความปลอดภัย | | | | | ★★★★☆ |
| | การแก้ปัญหา | | | | | ★★★★☆ |
|  | ชื่อบัญชี | wanwisa | | ตำแหน่ง | รหัสประเทศ | |
| | ชื่อ | วันวิสา ฤกษ์ประสิทธิ์ | | โปรแกรมเมอร์ | | |
| | ตำแหน่ง | โปรแกรมเมอร์ | | | | |
| | ประเทศ | Thailand | | | | |
| | คะแนน | ★★★★☆ | | | | |
| | คำร้องขอเข้าชม | 📩 | | | | |
| | ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล | | | | | ★★★★☆ |
| | การสื่อสารและการประสานงาน | | | | | ★★★★☆ |
| | การสร้างเนื้อหาดิจิทัล | | | | | ★★★★☆ |
| | ความปลอดภัย | | | | | ★★★★☆ |
| | การแก้ปัญหา | | | | | ★★★★☆ |

ภาพที่ 4-20 การค้นหาแรงงานพร้อมผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากการฝึกสหกิจศึกษา

บุคคล

| | | | | |
|---|---|----------|-----------------------|---|
|  | ✕ | ชื่อ | ชัยวัฒน์ ชุ่มเชื้อ | ✓ |
| | | ตำแหน่ง | โปรแกรมเมอร์ | |
| | | ประเทศ | Thailand | |
| | | คำร้องขอ | ผู้ประเมิน | |
|  | ✕ | ชื่อ | วันวิสา ฤกษ์ประสิทธิ์ | ✓ |
| | | ตำแหน่ง | โปรแกรมเมอร์ | |
| | | ประเทศ | Thailand | |
| | | คำร้องขอ | ผู้ประเมิน | |

ภาพที่ 4-21 นักศึกษาที่ได้รับการอนุมัติเป็นผู้ถูกประเมินจากสถานประกอบการ

← เพิ่มสะสมงาน / วันวิสา ภาชีประสิทธิ์

| วัน | หัวข้อ | รายละเอียด | มุมมอง | คะแนน |
|-------------------|---|--------------------------------------|--------|-------|
| 06/02/2018: 07:55 | สร้างแบบฟอร์มการล็อกอินเข้าสู่ระบบ... | ชื่อ รหัสผ่าน ปุ่มลงทะเบียน ปุ่มล... | | ★★★★☆ |
| 08/02/2018: 08:14 | สร้างแบบฟอร์มลงทะเบียนสมาชิก | ชื่อ นามสกุล ที่อยู่ โทรศัพท์ วัน... | | ★★★★☆ |
| 11/02/2018: 08:20 | เพิ่ม CAPTCHA ในแบบฟอร์มการลงทะเบียน... | Google reCAPTCHA | | ★★★★☆ |
| 15/02/2018: 08:23 | สร้างแบบฟอร์มรับช่อร์องเรียนลูกค... | ชื่อ ที่อยู่ เบอร์โทรศัพท์ ปัญหา | | ★★★★☆ |
| 18/02/2016: 08:26 | แก้ไข Bug ระบบติดตามพัสดุ | พิกัดและวันเวลาไม่ตรง | | ★★★★★ |
| 24/02/2018: 08:29 | แก้ Bug ระบบสต็อกสินค้า | ระบบ Minimu stock ไม่แจ้งเตือน | | ★★★★★ |
| 27/02/2018: 08:32 | สร้างฟอร์มให้คะแนนความพึงพอใจลูกค้า... | ตัวเลือก 5 ตัวเลือก 1=น้อยที่สุด ... | | ★★★★★ |

ภาพที่ 4-22 รายการผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาคนหนึ่ง

dMart หน้าหลัก งาน บล็อกเชน เชื่อมโยง bruce aan TH

← เพิ่มสะสมงาน / Linda David / มุมมอง คะแนน

| เลขที่ | รายการประเมิน | คะแนน | คะแนน |
|--------|---|-------|-------|
| 1 | การพัฒนาเนื้อหาดิจิทัล เพื่อสร้างและแก้ไขเนื้อหาดิจิทัลในรูปแบบที่หลากหลาย เพื่อแสดงตัวตนผ่านสื่อดิจิทัล | ★★★★☆ | 3 |
| 2 | การบูรณาการและการปรับปรุงเนื้อหาดิจิทัลใหม่ เพื่อแก้ไข ปรับแต่ง ปรับปรุง และบูรณาการสารสนเทศและเนื้อหาไปสู่องค์ความรู้เพื่อสร้าง เนื้อหาและความรู้แรกเริ่มและเกี่ยวข้อง | ★★★★☆ | 3 |
| 3 | ลิขสิทธิ์และใบอนุญาต เพื่อเข้าใจวิธีการที่ลิขสิทธิ์และใบอนุญาตใช้กับข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาดิจิทัล | ★★★★☆ | 3 |
| 4 | การเขียนโปรแกรม เพื่อวางแผนและพัฒนาลำดับของคำสั่งที่สามารถเข้าใจได้สำหรับระบบคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ ปัญหาหรือปฏิบัติงานพิเศษ | ★★★★☆ | 3 |

↑ ยาวรวม

ภาพที่ 4-23 รายการผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลโดยละเอียดของนักศึกษาคนหนึ่ง

dMart หน้าหลัก งาน บล็อกเชน เชื่อมโยง bruce อาน TH

← แฟ้มสะสมงาน / Linda David / มุมมอง ☑ คะแนน

ข้อสังเกต เพียงคลิกที่ดาวคะแนน(★) ของรายการการประเมิน ไม่จำเป็นต้องให้คะแนนทุกรายการและโปรดยืนยันคะแนนเพื่อให้แน่ใจก่อนบันทึกเนื่องจากไม่สามารถแก้ไขข้อมูลในบล็อกเชน

| <input type="checkbox"/> | เลขที่ | รายการประเมิน | คะแนน | คะแนน |
|-------------------------------------|--------|--|-------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | 1 | การปฏิสัมพันธ์ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อปฏิสัมพันธ์ผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่หลากหลายและเข้าใจเครื่องมือการสื่อสารดิจิทัลที่เหมาะสมในบริบทของงาน | ★★★★☆ | 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | การแบ่งปันผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อแบ่งปันข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาดิจิทัลกับผู้อื่นผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่เหมาะสม เพื่อทำตัวเป็นสื่อกลาง เพื่อรู้ถึงการอ้างอิงและการปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง | ★★★★★ | 5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 3 | การมีส่วนร่วมในฐานะพลเมืองผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อมีส่วนร่วมในสังคมผ่านการให้บริการดิจิทัลส่วนตัวและสาธารณะ เพื่อค้นหาโอกาสเพิ่มขีดความสามารถของตนเองและเพื่อมีส่วนร่วมในฐานะพลเมืองผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่เหมาะสม | ★★★★☆ | 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 4 | การประสานงานผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีดิจิทัลในกระบวนการประสานงาน และเพื่อร่วมกันก่อสร้างและร่วมกันสร้างทรัพยากรและความรู้ | ★★★★☆ | 4 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 5 | มารยาทในการใช้ระบบเครือข่าย เพื่อเข้าใจบรรทัดทางพฤติกรรมและวิธีการในขณะใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการปฏิสัมพันธ์ในสภาพแวดล้อมดิจิทัล เพื่อปรับใช้กลยุทธ์การสื่อสารไปสู่เป้าหมายเฉพาะและทราบถึงวัฒนธรรมและความหลากหลายในสภาพแวดล้อมดิจิทัล | ★★★★☆ | 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | 6 | การจัดการเอกภรณ์ทางดิจิทัล เพื่อสร้างและจัดการเอกภรณ์ทางดิจิทัล เพื่อให้สามารถปกป้องชื่อเสียงของตนเอง เพื่อรับมือกับข้อมูลที่สร้างขึ้นผ่านเครื่องมือดิจิทัล สภาพแวดล้อมและบริการที่หลากหลาย | ★★★★★ | 5 |

☰ บันทึก

ภาพที่ 4-24 แบบฟอร์มการประเมิน

← รายงานการทำงาน

หมวดหมู่

การสร้างเนื้อหาดิจิทัล

ชื่องาน

สร้างรายงานยอดขายตามเงื่อนไข

รายละเอียด

เวลา พนักงานขาย ผลิตภัณฑ์

☰ บันทึก เพิ่มเติม →

ภาพที่ 4-25 แบบฟอร์มการบันทึกรายงานการปฏิบัติงาน

4.4 ผลการประเมินความสำเร็จของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

4.4.1 การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้าง (Construct validity)

การวิเคราะห์ความตรงเชิงโครงสร้างทำได้โดยวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิเคราะห์องค์ประกอบที่ถูกใช้เพื่อทดสอบความกลมกลืนระหว่างข้อมูลเชิงประจักษ์กับข้อมูลของโมเดลที่กำหนด ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-10 ผลการประเมินดัชนีความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

| ค่าดัชนี | เกณฑ์การยอมรับ | ผลการวิเคราะห์ | แปลผล |
|----------|----------------|----------------|--------|
| χ^2 | $p \geq 0.05$ | 0.083 | ยอมรับ |
| GFI | ≥ 0.90 | 0.951 | ยอมรับ |
| AGFI | ≥ 0.80 | 0.912 | ยอมรับ |
| RMSR | ≤ 0.10 | 0.033 | ยอมรับ |
| RMSEA | ≤ 0.08 | 0.020 | ยอมรับ |
| NFI | ≥ 0.90 | 0.974 | ยอมรับ |
| CFI | ≥ 0.90 | 0.956 | ยอมรับ |

จากตารางที่ 4-10 พบว่าผลการประเมินดัชนีความกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ผ่านเกณฑ์การยอมรับทุกค่าดัชนี ซึ่งหมายความว่าโมเดลจากการวิจัยนี้มีความตรงเชิงโครงสร้างในระดับที่ยอมรับได้

4.4.2 การวิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง

4.4.2.1 การประเมินผลโมเดลของแบบจำลองการวัด

การประเมินผลโมเดลของแบบจำลองการวัดเพื่อวัดค่าความเชื่อมั่นของการประเมินแต่ละรายการ ค่าความสอดคล้องภายใน และค่าความเที่ยงตรงในการจำแนกของการวัดผล ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์ครอนบาคอัลฟา (Cronbach's alpha coefficient: α) ค่าความเชื่อมั่นเชิงองค์ประกอบ (Composit reliability: CR) ค่าความแปรปรวนที่ถูกสกัดได้ (Average variance extracted: AVE) และการจำแนกความเที่ยงตรงของโครงสร้าง (Discriminant Validity of construct)

ตารางที่ 4-11 ผลการประเมินโมเดลเพื่อทดสอบความเชื่อมั่นและความเที่ยงตรง

| โครงสร้าง | รายการ | Loading | CR | AVE | α |
|--|--------|---------|--------|--------|----------|
| ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศ | คส1 | 0.8013 | 0.9013 | 0.6531 | 0.8603 |
| | คส2 | 0.7745 | | | |
| ความมั่นคงปลอดภัย | คร1 | 0.7324 | 0.8823 | 0.6610 | 0.8251 |
| | คร2 | 0.8103 | | | |
| ความพร้อมให้บริการสารสนเทศ ตลาดแรงงาน | คป1 | 0.8123 | 0.9051 | 0.7325 | 0.8513 |
| | คป2 | 0.7326 | | | |
| ความพึงพอใจของผู้ใช้ | คพ1 | 0.8144 | 0.9134 | 0.7523 | 0.7954 |
| | คพ2 | 0.8561 | | | |
| ความตั้งใจใช้งาน | คต1 | 0.7366 | 0.9020 | 0.6255 | 0.8345 |
| | คต2 | 0.9113 | | | |
| ประโยชน์โดยรวม | ปร1 | 0.7072 | 0.8914 | 0.6183 | 0.8602 |
| | ปร2 | 0.8054 | | | |

รูปแบบการวัดผลประกอบด้วยความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเชิงแนวคิดที่กำลังศึกษาและการวัดแต่ละโครงสร้าง โมเดลการวัดได้แก่ (1) การประมาณค่าความเชื่อมั่นสอดคล้องภายในของแต่ละรายการ และ (2) การบรรจุและการจำแนกความเที่ยงตรงของการวัดที่สัมพันธ์กับแต่ละโครงสร้าง ในแต่ละความเชื่อมั่นจะถูกตรวจสอบตามรายการในแต่ละโครงสร้างที่ตรงกัน ความเชื่อมั่นของแต่ละรายการจะถูกพิจารณาเมื่อค่าที่ได้มากกว่า 0.70 ส่วนความเที่ยงตรงตรวจสอบโดยค่าแปรผันเฉลี่ยจากการวัด ซึ่งค่าเฉลี่ยความแปรผันที่สกัดได้ (Average Variance Extraced: AVE) จะอยู่ในระดับยอมรับได้ถ้ามีค่ามากกว่า 0.50 ขึ้นไป (Fornell และ Larcker, 1981) ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า ค่าความเชื่อมั่นมากกว่า 0.70 ทุกโครงสร้าง และค่าเฉลี่ยความแปรผันที่สกัดได้มากกว่า 0.50 ทุกโครงสร้าง จึงสรุปได้ว่าโครงสร้างทั้งหมดสามารถยอมรับได้

ตารางที่ 4-12 การจำแนกความเที่ยงตรงของโครงสร้าง

| | ความ น่าเชื่อถือ | ความตั้งใจ ใช้งาน | ประโยชน์ โดยรวม | ความพึงพอใจ ของผู้ใช้ | ความพร้อม บริการ | ความมั่นคง ปลอดภัย |
|----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศ | 0.8081 | | | | | |
| ความตั้งใจใช้งาน | 0.6024 | 0.7909 | | | | |
| ประโยชน์โดยรวม | 0.6521 | 0.6920 | 0.7863 | | | |
| ความพึงพอใจของผู้ใช้ | 0.7103 | 0.7013 | 0.7014 | 0.8674 | | |
| ความพร้อมบริการสารสนเทศฯ | 0.7229 | 0.7215 | 0.6981 | 0.7021 | 0.8559 | |
| ความมั่นคงปลอดภัย | 0.6245 | 0.6317 | 0.7212 | 0.7204 | 0.7362 | 0.8130 |

การจำแนกความเที่ยงตรงประเมินขอบเขตของแนวคิดและตัวชี้วัดว่าแตกต่างจากแนวคิดอื่นหรือตัวชี้วัดอื่นหรือไม่ (Bagozzi และคณะ, 1991) ตามแนวคิดของ Fornell และ Larcker (1981) เมื่อรากที่สองของค่าเฉลี่ยความแปรผันที่สกัดได้มากกว่าค่าสหสัมพันธ์ของมันกับโครงสร้างอื่นๆ แสดงว่ามีการจำแนกความเที่ยงตรงแล้ว ผลการวิจัยพบว่าค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยแปรผันที่สกัดได้มีค่ามากกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างของมันกับโครงสร้างอื่นๆ ในโมเดล ซึ่งจากตารางจะเห็นว่าสมาชิกตามแนวเส้นทแยงมีค่ามากกว่าสมาชิกด้านที่เหลือบนแนวหรือคอลัมน์เดียวกัน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าความเที่ยงตรงตามโครงสร้างมีความเหมาะสมตามเกณฑ์ของ Fornell และ Larcker (1981)

4.4.2.2 การประเมินผลโมเดลโครงสร้าง

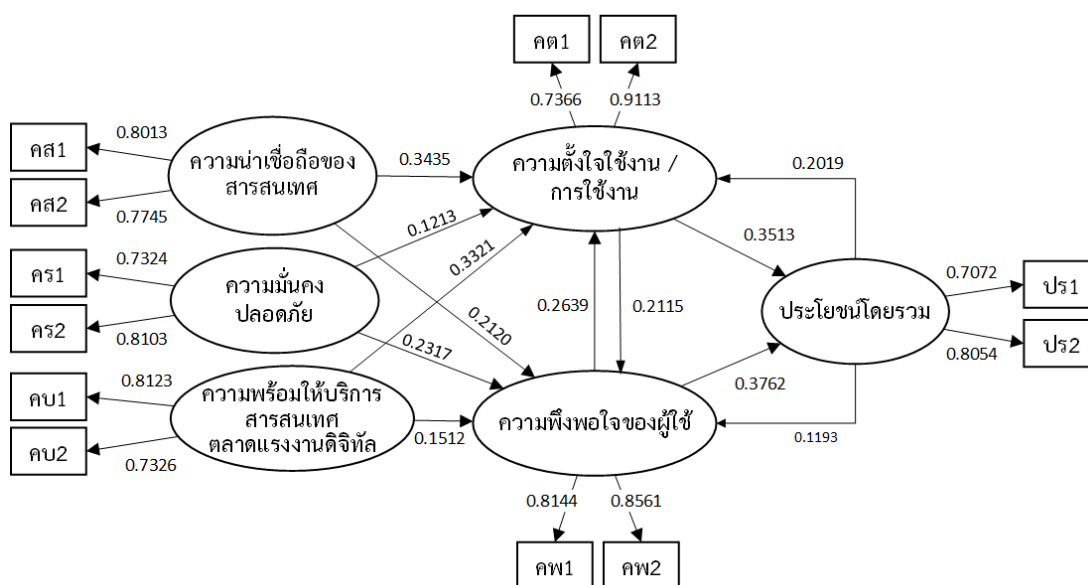
การประเมินผลโมเดลโครงสร้างใช้วิธีการ PLS-SEM เพื่อยืนยันความสัมพันธ์ของสมมติฐานระหว่างโครงสร้างในโมเดล โดยที่ค่านัยสำคัญของเส้นทางถูกนำมารวมในการทดสอบโดยในกระบวนการสุ่มตัวอย่างซ้ำชุดสเตรป (Bootstrap resample procedure) ในการประเมินโมเดลโครงสร้างจะมีการตรวจสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณกำลังสอง (Squared multiple correlation: R^2) จากตัวแปรแฝงภายใน และค่านัยสำคัญของโครงสร้างเชิงเส้นทางจะถูกนำมาประเมินค่า ซึ่งความสัมพันธ์จะถูกพิจารณาว่าได้รับการสนับสนุนถ้าค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง (Path coefficient: β) ที่สอดคล้องกันมีนัยสำคัญ

ผลการวัด 2 อย่างได้ถูกนำมาประเมินโมเดลโครงสร้าง ได้แก่ค่านัยสำคัญทางสถิติ (t-test) ของค่าสัมประสิทธิ์เส้นทาง และค่า R^2 เพื่อวัดความสามารถของโมเดลในการอธิบายความแปรปรวนของตัวแปรตาม ค่า R^2 หรือเรียกอีกอย่างว่าค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (Coefficient of determination) ใช้แทนค่าจำนวนความแปรปรวนในโครงสร้างที่อธิบายด้วยโมเดล โดยที่ R^2 พยายามวัดความแปรปรวนของตัวแปรตามที่สัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมด ค่าโดยประมาณ 0.35 ถือว่าแข็งแรง ค่าโดยประมาณ 0.33 ถือว่าปานกลาง และค่าโดยประมาณ 0.190 ถือว่าอ่อน (Vinzi และคณะ, 2010) ในการทดสอบนัยสำคัญของสมมติฐาน ค่าที (T-value) มากกว่า 1.65 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และค่าที่มากกว่า 2 มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Martinez-Ruiz และ Aluja-Banet, 2009)

ผลการวิเคราะห์เส้นทางในตารางที่ 4-12 พบว่าทุกเส้นทางมีนัยสำคัญทางสถิติและค่าที่ตามเกณฑ์ ทำให้ผลการทดสอบทุกโครงสร้างสนับสนุนสมมติฐาน จึงสรุปได้ว่าความน่าเชื่อถือของสารสนเทศ, มีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ความมั่นคงปลอดภัยมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ความพร้อมใช้งานสารสนเทศมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ความพึงพอใจของผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ประโยชน์โดยรวมมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจ/การใช้งาน ความพร้อมใช้งานสารสนเทศมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความมั่นคงปลอดภัยมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความตั้งใจ/การใช้งานมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ประโยชน์โดยรวมมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความตั้งใจ/การใช้งานมีผลเชิงบวกต่อประโยชน์โดยรวม และความพึงพอใจของผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อประโยชน์โดยรวม

ตารางที่ 4-13 ผลการวิเคราะห์เส้นทาง

| เส้นทาง | β | T | P | R^2 | ผลทดสอบ |
|---|---------|------|-------|--------|----------|
| H1: ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศ → ความตั้งใจ/การใช้งาน | 0.3435 | 1.76 | 0.001 | 0.6312 | สนับสนุน |
| H2: ความมั่นคงปลอดภัย → ความตั้งใจ/การใช้งาน | 0.1213 | 2.73 | 0.000 | | |
| H3: ความพร้อมใช้งานสารสนเทศฯ → ความตั้งใจ/การใช้งาน | 0.3321 | 3.11 | 0.009 | | |
| H4: ความพึงพอใจของผู้ใช้ → ความตั้งใจ/การใช้งาน | 0.2639 | 1.75 | 0.011 | | |
| H5: ประโยชน์โดยรวม → ความตั้งใจ/การใช้งาน | 0.2019 | 5.23 | 0.005 | | |
| H6: ความพร้อมใช้งานสารสนเทศฯ → ความพึงพอใจของผู้ใช้ | 0.1512 | 1.97 | 0.000 | 0.6014 | สนับสนุน |
| H7: ความมั่นคงปลอดภัย → ความพึงพอใจของผู้ใช้ | 0.2317 | 1.88 | 0.003 | | |
| H8: ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศ → ความพึงพอใจของผู้ใช้ | 0.2120 | 7.34 | 0.001 | | |
| H9: ความตั้งใจ/การใช้งาน → ความพึงพอใจของผู้ใช้ | 0.2115 | 1.71 | 0.002 | | |
| H10: ประโยชน์โดยรวม → ความพึงพอใจของผู้ใช้ | 0.1193 | 6.31 | 0.003 | | |
| H11: ความตั้งใจ/การใช้งาน → ประโยชน์โดยรวม | 0.3513 | 4.87 | 0.000 | 0.5891 | สนับสนุน |
| H12: ความพึงพอใจของผู้ใช้ → ประโยชน์โดยรวม | 0.3762 | 1.69 | 0.005 | | |



ภาพที่ 4-26 ผลการวิเคราะห์เส้นทาง

นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์แสดงการตัดสินใจ (R^2) ของความพึงพอใจผู้ใช้ (0.5891) สามารถอธิบายได้ว่ามีความพึงพอใจผู้ใช้เป็นร้อยละ 58.91 ความตั้งใจใช้งาน (0.6312) สามารถอธิบายได้ว่ามีความตั้งใจใช้งานเป็นร้อยละ 63.12 และประโยชน์โดยรวม (0.6014) สามารถอธิบายได้ว่ามีประโยชน์โดยรวมเป็นร้อยละ 60.14

สรุปผลการประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศด้วยโมเดลสมการโครงสร้าง พบว่ามีความสอดคล้องกับรูปแบบของ DeLone และ McLean (2003) ทุกโครงสร้าง ดังนั้นระบบสารสนเทศจากการวิจัยนี้จึงสามารถสรุปได้ว่าประสบความสำเร็จ

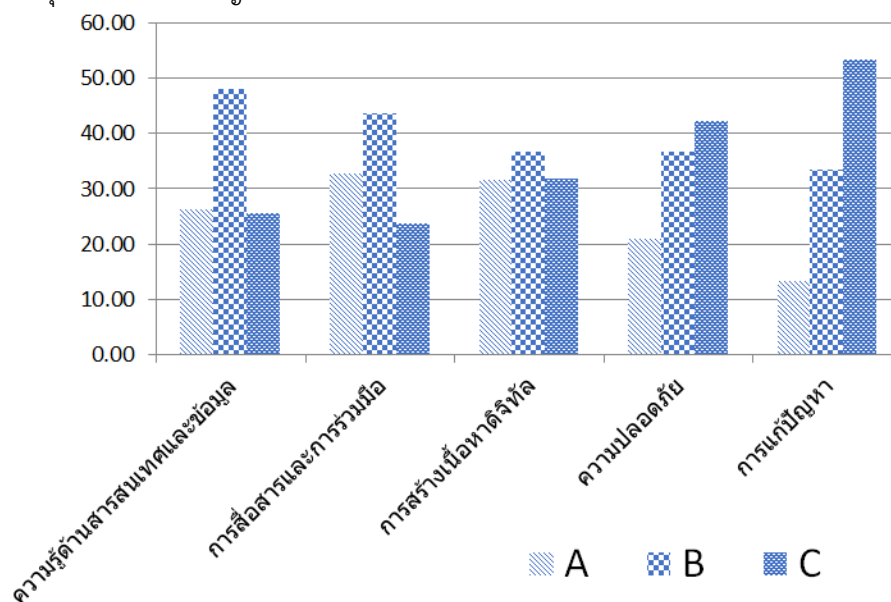
4.5 ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากระบบประเมินสมรรถนะอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

จากการนำระบบไปใช้งานจริง ทำให้ได้ข้อมูลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาในโปรแกรมสหกิจศึกษาจากสถานประกอบการต่างๆ โดยตัวแทนสถานประกอบการจำนวน 13 คน เมื่อนำคะแนนการประเมินสมรรถนะดิจิทัลมาประมวลผลทำให้ได้ข้อสรุปผลรวมโดยแบ่งตามระดับความเชี่ยวชาญ 3 ระดับ คือ ระดับ A หมายถึงมีความเชี่ยวชาญมาก ระดับ B หมายถึงมีความเชี่ยวชาญปานกลาง และ ระดับ C หมายถึงมีความเชี่ยวชาญพอใช้ ซึ่งสามารถสรุปได้จากตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 4-14 ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลแบ่งตามระดับความเชี่ยวชาญ

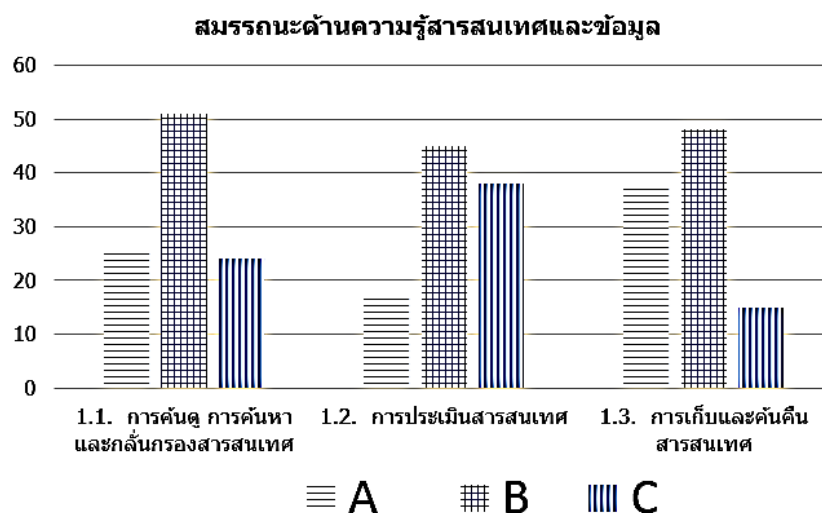
| มิติที่ 1 ขอบเขต สมรรถนะ | มิติที่ 2 สมรรถนะ | จำนวน (%) | | |
|---|---|-----------|-------|-------|
| | | A | B | C |
| 1. ความรู้ด้าน สารสนเทศและ ข้อมูล | 1.1. การค้นหา การค้นหาและกลั่นกรองสารสนเทศ | 25 | 51 | 24 |
| | 1.2. การประเมินสารสนเทศ | 17 | 45 | 38 |
| | 1.3. การเก็บและค้นคืนสารสนเทศ | 37 | 48 | 15 |
| 2. การสื่อสารและ การร่วมมือ | 2.1. การโต้ตอบผ่านเทคโนโลยี | 44 | 48 | 8 |
| | 2.2. การแบ่งปันสารสนเทศและเนื้อหา | 47 | 42 | 11 |
| | 2.3. ความร่วมมือแบบพลเมืองออนไลน์ | 13 | 47 | 40 |
| | 2.4. ความร่วมมือผ่านช่องทางดิจิทัล | 26 | 48 | 26 |
| | 2.5. มารยาทการอยู่ในสังคมอินเทอร์เน็ต | 45 | 41 | 14 |
| | 2.6. การจัดการเอกลักษณ์ทางดิจิทัล | 22 | 35 | 43 |
| 3. การสร้าง เนื้อหาดิจิทัล | 3.1. การพัฒนาเนื้อหา | 47 | 44 | 9 |
| | 3.2. การบูรณาการและการเพิ่มรายละเอียด | 45 | 38 | 17 |
| | 3.3. ลิขสิทธิ์และใบอนุญาต | 20 | 34 | 46 |
| | 3.4. การเขียนโปรแกรม | 14 | 31 | 55 |
| 4. ความปลอดภัย | 4.1. การปกป้องอุปกรณ์ | 23 | 39 | 38 |
| | 4.2. การปกป้องข้อมูลและเอกลักษณ์ทางดิจิทัล | 22 | 42 | 36 |
| | 4.3. การปกป้องสุขภาพ | 25 | 34 | 41 |
| | 4.4. การปกป้องสภาพแวดล้อม | 14 | 32 | 54 |
| 5. การแก้ปัญหา | 5.1. การแก้ปัญหาทางเทคนิค | 12 | 33 | 55 |
| | 5.2. การอธิบายความต้องการและจำแนกการตอบสนองทางเทคโนโลยี | 16 | 33 | 51 |
| | 5.3. นวัตกรรม การสร้างและแก้ปัญหาการใช้เครื่องมือทางดิจิทัล | 13 | 23 | 64 |
| | 5.4. การจำแนกช่องว่างสมรรถนะดิจิทัล | 12 | 45 | 43 |
| จำนวนเฉลี่ย (\bar{X}) | | 25.67 | 39.67 | 34.67 |
| ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) | | 12.89 | 7.31 | 17.22 |

เมื่อนำผลคะแนนแยกตามขอบเขตสมรรถนะดิจิทัลและจำแนกตามสมรรถนะในแต่ละด้านจะทำให้ได้ข้อสรุปความเชี่ยวชาญในแต่ละด้านของแต่ละสมรรถนะดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4-27 ภาพรวมระดับความเชี่ยวชาญสมรรถนะดิจิทัล

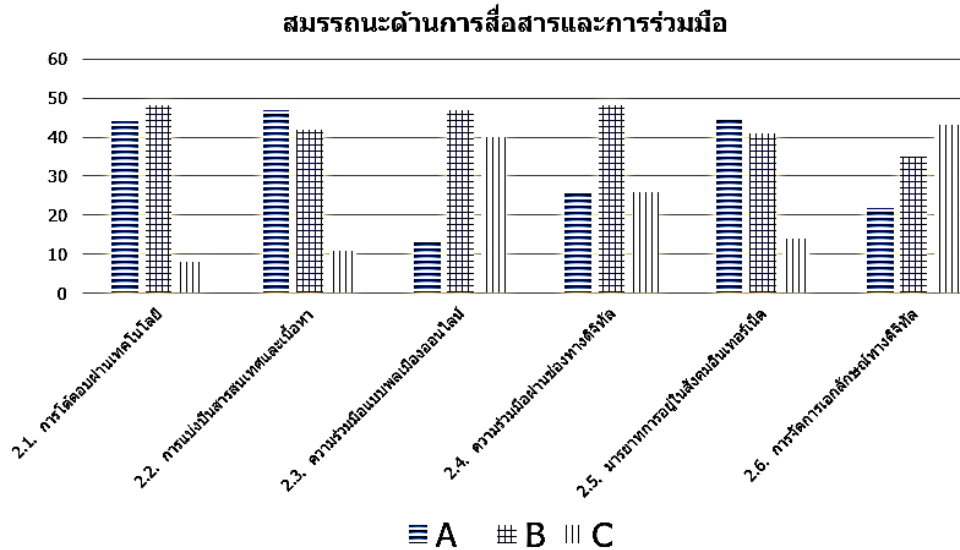
จากภาพที่ 4-27 พบว่าส่วนใหญ่แล้วนักศึกษาสหกิจศึกษามีความเชี่ยวชาญระดับปานกลาง ถัดมาคือพอใช้ ส่วนระดับความเชี่ยวชาญสูงมีน้อยกว่าค่อนข้างเห็นได้ชัดเจน



ภาพที่ 4-28 สมรรถนะด้านความรู้สารสนเทศและข้อมูล

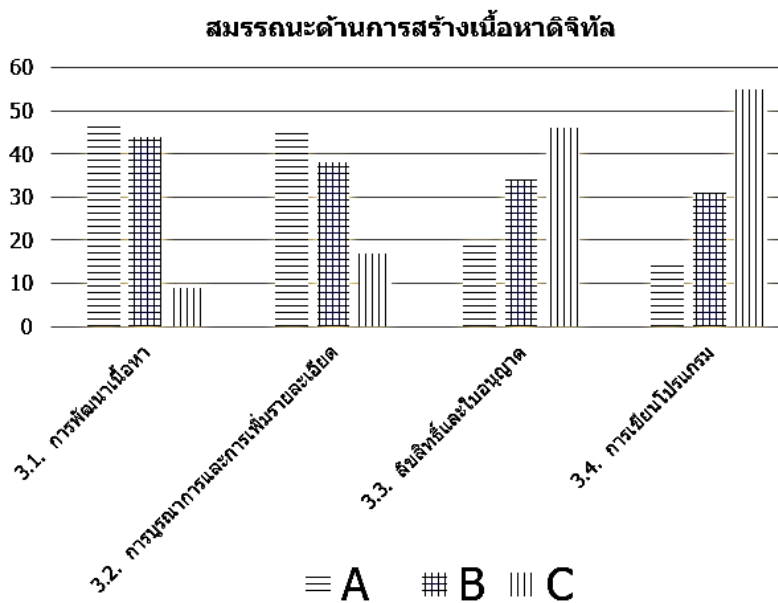
จากภาพที่ 4-28 จะเห็นว่าสมรรถนะด้านความรู้สารสนเทศและข้อมูลจะมีลักษณะคล้ายกัน ทั้งสามสมรรถนะคือส่วนใหญ่คือปานกลาง แต่ที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดคือสมรรถนะด้านการประเมินสารสนเทศมีระดับความเชี่ยวชาญสูงอยู่จำนวนน้อยกว่าระดับปานกลางหรือพอใช้ค่อนข้างมาก ซึ่ง

แตกต่างจากการเก็บและค้นคืนสารสนเทศซึ่งจะมีระดับพอใช้น้อย ซึ่งหมายถึงนักศึกษาส่วนใหญ่สามารถเก็บและค้นคืนสารสนเทศได้ในระดับเชี่ยวชาญมากและปานกลาง



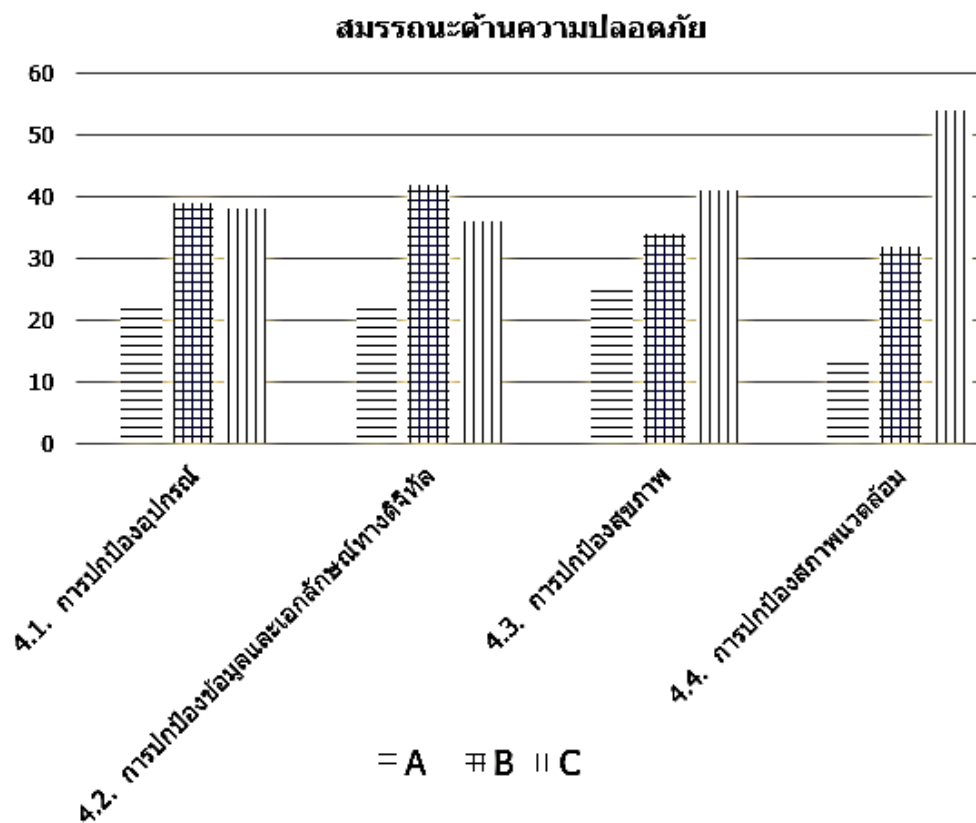
ภาพที่ 4-29 สมรรถนะด้านการสื่อสารและการร่วมมือ

ภาพที่ 4-29 จะเห็นว่าสมรรถนะที่นักศึกษาส่วนใหญ่มีระดับความเชี่ยวชาญสูงได้แก่การแบ่งปันสารสนเทศและเนื้อหาและมารยาทการอยู่ในสังคมอินเทอร์เน็ต ส่วนสมรรถนะการจัดการอภิปรายทางดิจิทัลส่วนใหญ่ได้เพียงระดับพอใช้เท่านั้น และสมรรถนะด้านความร่วมมือแบบพลเมืองออนไลน์ก็พบว่ามีความเชี่ยวชาญสูงอยู่น้อยเช่นกัน



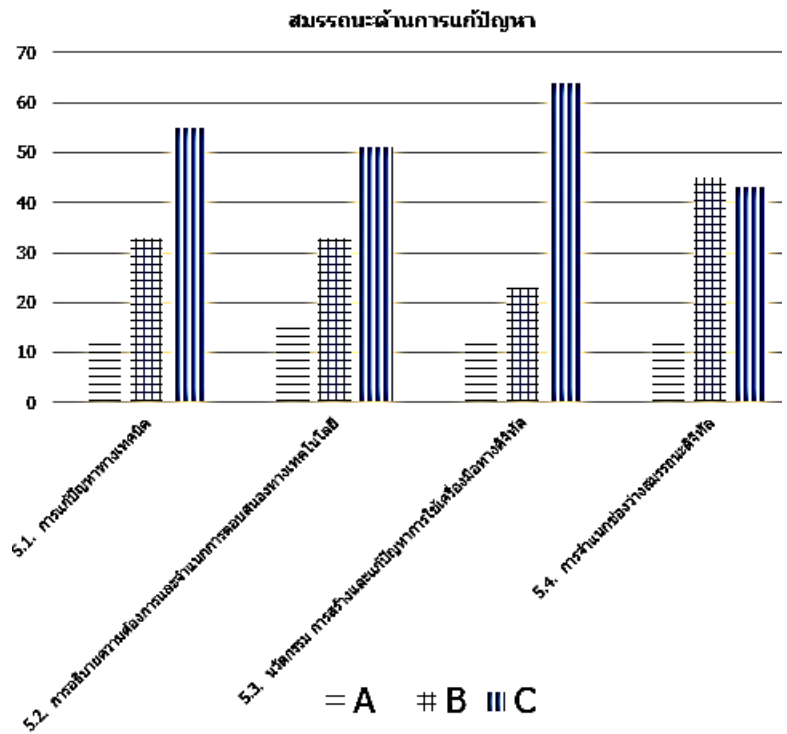
ภาพที่ 4-30 สมรรถนะด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัล

ภาพที่ 4-30 จะเห็นว่าด้านที่นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเชี่ยวชาญสูงคือการพัฒนาเนื้อหาและการบูรณาการและการเพิ่มรายละเอียด ส่วนด้านที่นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเชี่ยวชาญต่ำคือด้านลิขสิทธิ์และใบอนุญาตกับการเขียนโปรแกรม



ภาพที่ 4.31 สมรรถนะด้านความปลอดภัย

ภาพที่ 4.31 จะเห็นว่าสมรรถนะด้านความปลอดภัยก็เป็นอีกสมรรถนะหนึ่งที่นักศึกษายังขาดอยู่มาก แม้ว่าจะเป็นสมรรถนะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในโลกดิจิทัลในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะได้เพียงแค่ระดับปานกลางหรือพอใช้เท่านั้น



ภาพที่ 4-32 สมรรถนะด้านการแก้ปัญหา

ภาพที่ 4-32 จะพบว่าสมรรถนะด้านการแก้ปัญหานักศึกษาต่ำในทุกๆ ด้าน ทั้งการแก้ปัญหาทางเทคนิค การอธิบายความต้องการและจำแนกการตอบสนองทางเทคโนโลยี นวัตกรรม การสร้างและแก้ปัญหาการใช้เครื่องมือทางดิจิทัล และการจำแนกช่องว่างสมรรถนะดิจิทัล

4.6 ผลการประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

ผลการประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดจากกลุ่มตัวอย่างสถานประกอบการ จำนวน 13 คน โดยแบ่งรายการประเมินเป็น 3 ประเด็นคือ ความสามารถในการค้นหาแรงงานตามเป้าหมาย ความสามารถในการจำแนกทักษะแรงงาน และความสามารถของระบบในการเป็นสื่อกลางตลาดแรงงานดิจิทัล โดยระดับการให้คะแนน 5 ระดับ คือ 1 คะแนน คือ น้อยที่สุด 2 คะแนน คือ น้อย 3 คะแนน คือ ปานกลาง 4 คะแนน คือ มาก และ 5 คะแนนคือ มากที่สุด ซึ่งได้ผลการประเมินดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-15 ผลการประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา

| รายการประเมิน | \bar{X} | S.D | แปลผล |
|---|-----------|------|-------|
| 1. ความสามารถในการค้นหาแรงงานเป้าหมาย | | | |
| 1.1 ความสะดวกต่อการใช้ฟังก์ชันค้นหา | 4.23 | 0.22 | มาก |
| 1.2 ความรวดเร็วในการแสดงผลการค้นหา | 4.12 | 0.14 | มาก |
| 1.3 ความครบถ้วนของเงื่อนไขในการค้นหา | 4.04 | 0.04 | มาก |
| 1.4 ความง่ายต่อการเรียนรู้ | 4.03 | 0.88 | มาก |
| 2. ความสามารถในการจำแนกทักษะแรงงาน | | | |
| 2.1 ความชัดเจนในการแสดงผลทักษะแรงงาน | 4.28 | 0.78 | มาก |
| 2.2 ความง่ายต่อการทำความเข้าใจทักษะแรงงาน | 4.11 | 0.13 | มาก |
| 2.3 ความละเอียดในการแสดงผลทักษะแรงงาน | 4.09 | 0.94 | มาก |
| 3. ความสามารถของระบบในการเป็นสื่อกลางตลาดแรงงานดิจิทัล | | | |
| 3.1 การค้นหาแรงงานได้ตรงตามตำแหน่งงาน | 4.21 | 0.44 | มาก |
| 3.2 การได้ข้อมูลประสบการณ์แรงงานเป้าหมาย | 4.13 | 0.57 | มาก |
| 3.3 ความสามารถเป็นเครื่องมือสืบค้นแรงงานเป้าหมาย | 4.45 | 0.03 | มาก |
| ค่าเฉลี่ยเลขคณิต | 4.17 | 0.04 | มาก |

จากการประมวลผลค่าระดับคะแนนพบว่ามามีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.17 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.04 ซึ่งสรุปได้ว่าระบบที่ได้จากการวิจัยนี้มีการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดอยู่ในระดับมาก

บทที่ 5

การพัฒนาเพิ่มสมรรถนะอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

การพัฒนาเพิ่มสมรรถนะอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์มีลำดับขั้นตอนการพัฒนาดังต่อไปนี้คือ

- 5.1 ความเป็นมาและความสำคัญ
- 5.2 การศึกษารวบรวมข้อมูลสภาพการณ์และปัญหาของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา
- 5.3 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา
- 5.4 การออกแบบแนวทางแก้ปัญหาของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา
- 5.5 การออกแบบกระบวนการประเมินสมรรถนะดิจิทัลตามกรอบแนวคิด
- 5.6 กระบวนการแก้ปัญหาสหกิจศึกษา
- 5.7 กระบวนการพัฒนาระบบเพิ่มสมรรถนะอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์
- 5.8 สรุปการพัฒนาระบบ

5.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

แนวความคิดในการผลิตกำลังคนเพื่อรองรับความต้องการของตลาดแรงงานเป็นประเด็นสำคัญที่สถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ให้ความสนใจและพยายามหาแนวทางพัฒนาหลักสูตรทางการศึกษาของตนเองเพื่อให้บัณฑิตที่สำเร็จการศึกษาสามารถทำงานได้จริง ซึ่งจะสร้างความพึงพอใจให้แก่สถานประกอบการอันนำมาซึ่งชื่อเสียงและความเชื่อมั่นของสังคมที่มีต่อสถาบันการศึกษาในที่สุด และหนึ่งในแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งพัฒนาทักษะวิชาชีพและได้รับการยอมรับโดยทั่วไปในปัจจุบันก็คือการจัดการศึกษาแบบสหกิจศึกษาที่จะทำให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากการทำงานในสถานประกอบการจริงที่ไม่สามารถหาได้จากตำราเรียน ดังนั้นสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ จึงให้ความสนใจในการจัดโปรแกรมสหกิจศึกษาทุกหลักสูตรมาอย่างยาวนานหลายทศวรรษ

อย่างไรก็ตามเมื่อโลกก้าวเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 ได้เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างมากภายในสังคมโลกอันมีผลมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้วิถีชีวิตของผู้คนแตกต่างจากศตวรรษก่อนโดยสิ้นเชิง สถาบันอุดมศึกษาจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนการสอนเพื่อรองรับกระแสการเปลี่ยนแปลงครั้งใหม่ให้สอดคล้องกับทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ซึ่งหนึ่งในทักษะการเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ที่น่าสนใจคือทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี เพราะเป็นทักษะที่จับมือกับกระแสเทคโนโลยีโดยตรง ดังนั้นจึงเกิดประเด็นใหม่ในการจัดโปรแกรมสหกิจศึกษาเพื่อให้รองรับทักษะในด้านนี้ด้วย

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาระบบในการส่งเสริมทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีโดยอาศัยกระบวนการระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการในโปรแกรมสหกิจศึกษามาบูรณาการเข้ากับเทคโนโลยีใหม่ๆ เช่น เทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ และเทคโนโลยีบล็อกเชน ทั้งนี้เพื่อให้ผลลัพธ์จากกระบวนการทั้งหมดนำสารสนเทศสหกิจศึกษาไปสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบ

เปิดที่จะก่อให้เกิดประโยชน์โดยรวมต่อตัวนักศึกษา สถาบันอุดมศึกษา และสถานประกอบการซึ่งต้องการแรงงานที่มีสมรรถนะดิจิทัลอย่างแท้จริง

5.2 การศึกษารวบรวมข้อมูลสภาพการณ์และปัญหาของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา

จากการค้นคว้าวรรณกรรมพบว่าโปรแกรมสหกิจศึกษาในสถาบันอุดมศึกษามีการนำเอาระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยจัดการเอกสารและงานที่เกี่ยวข้องมาตั้งแต่ทศวรรษ 1980 ซึ่งส่วนใหญ่ระบบสารสนเทศในโปรแกรมสหกิจศึกษาต่างๆ จะมีความคล้ายคลึงกันเพราะพัฒนาจากหลักการและข้อกำหนดเดียวกัน ส่วนความแตกต่างเล็กน้อยมาจากส่วนเสริมที่แต่ละสถาบันพยายามพัฒนาเพิ่มเติมให้โปรแกรมสหกิจศึกษามีมาตรฐานยิ่งขึ้น เช่น การเพิ่มระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา จากการค้นคว้าเอกสารพบว่าการนำเสนองานประเมินแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาและการบูรณาการการเรียนรู้จากการทำงานในหลายงานวิจัย เช่น ศูนย์การศึกษาอาชีพ มหาวิทยาลัยวินเซอร์ (The centre for career education at the university of Windsor) ประเทศแคนาดาได้ใช้แฟ้มสะสมการเรียนรู้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมสหกิจศึกษาเพื่อสะท้อนกิจกรรมสำหรับนักศึกษาและทรัพยากรสำหรับการประเมินผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ แฟ้มสะสมงานนี้จัดเตรียมหลักฐานต่างๆ ของนักศึกษา โดยมีการพัฒนารูบรีคส์ (Rubrics) ในการประเมินเพื่อตรวจสอบแฟ้มสะสมงานของนักศึกษาแต่ละคน การประเมินรูปแบบ องค์กรประกอบ ตลอดจนเอกสารต่างๆ (Johrendt และคณะ, 2009) การศึกษาการประเมินสมรรถนะทางวิชาชีพในการบูรณาการการเรียนรู้กับการทำงาน (McNamara, 2013) ได้นำเสนองานประเมินผลแบบร่วมมือกันโดยใช้แฟ้มสะสมงานซึ่งรวมรายงานของสถานประกอบการเข้ากับสิ่งที่นักศึกษาใช้ยืนยันความสามารถของตนเอง และหลักฐานของสมรรถนะที่อาจารย์ที่ปรึกษารวบรวมมา ในมหาวิทยาลัยแห่งเทคโนโลยีประเทศแอฟริกาใต้ได้ใช้แฟ้มสะสมงานของหลักฐานจากนักศึกษาเพื่อใช้พิจารณาการสำเร็จการศึกษา โดยพิจารณาทักษะที่นักศึกษาได้รับจากประสบการณ์การเรียนรู้จากการทำงานของระบบจัดการประเมินผลออนไลน์ (Koch, 2012) และการศึกษาการใช้แฟ้มสะสมงานเป็นองค์ประกอบในการประเมินตนเองของนักศึกษาเพื่อสะท้อนเป้าหมายทางอาชีพและประสบการณ์สหกิจศึกษา (Hodge, 2008)

แม้ว่าระบบสารสนเทศสหกิจศึกษามีการพัฒนาการมาอย่างยาวนาน แต่ก็ยังพบประเด็นปัญหาที่มีถูกมองข้ามเพราะส่วนใหญ่สถาบันอุดมศึกษามีมุมมองต่อสหกิจศึกษาค่อนข้างๆ กันที่มุ่งพัฒนาความเป็นเลิศทางวิชาการเพื่อแข่งขันด้านชื่อเสียงของสถาบันจนทำให้ละเลยมุมมองแบบมหภาคของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา ดังต่อไปนี้

5.2.1 การขาดการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศในระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของกลุ่มสถาบันอุดมศึกษา เนื่องจากแต่ละสถาบันเป็นองค์กรที่จัดตั้งขึ้นอย่างอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ดังนั้นจึงมีลักษณะต่างคนต่างพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของตนเองโดยไม่ขึ้นต่อกัน ซึ่งเป็นรูปแบบตามปกติของการแข่งขันทางธุรกิจ อย่างไรก็ตามถ้ามองในภาพรวมที่กว้างขึ้นกลับพบว่าการขาดการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศในระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาทำให้ขาดโอกาสได้รับประโยชน์จากเศรษฐกิจแบบแบ่งปัน (Sharing economy) (Felson และ Spaeth, 1978) ที่สามารถลดค่าใช้จ่ายและการจัดสรรทรัพยากรทำได้ดีขึ้น

5.2.2 การขาดการเชื่อมโยงสารสนเทศสหกิจศึกษาไปสู่ตลาดแรงงานดิจิทัล เนื่องจากระบบสารสนเทศสหกิจศึกษามีกระบวนการครอบคลุมโปรแกรมสหกิจศึกษาตั้งแต่นักศึกษาเริ่มงานในสถานประกอบการจนถึงสิ้นสุดการทำงานเมื่อครบกำหนดตามระยะเวลาและมักจบลงด้วยผลการประเมินของสถานประกอบการเพียงเท่านั้น ข้อมูลสารสนเทศของประสบการณ์ทำงานในสถานประกอบการและผลการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) ที่เป็นประโยชน์ต่อการพิจารณารับสมัครงานในอนาคตกลับถูกละเลยไม่นำมาต่อยอดเข้าสู่ตลาดแรงงานดิจิทัล ขณะเดียวกันข้อมูลของผู้สมัครงานที่ตลาดแรงงานดิจิทัลได้รับกลับเป็นข้อมูลกระดาษแบบดั้งเดิม เช่น ทรานสคริปต์ ปริญญาบัตร หรือประกาศนียบัตร ทำให้ตลาดแรงงานดิจิทัลขาดข้อมูลสมรรถนะที่แท้จริงของผู้สมัครงานจากประสบการณ์สหกิจศึกษา อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการเชื่อมโยงข้อมูลสารสนเทศสหกิจศึกษาออกไปสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบออนไลน์แต่ก็เกิดปัญหาการขาดความน่าเชื่อถือเนื่องจากข้อมูลดิจิทัลสามารถปลอมแปลงได้ง่ายกว่าหลักฐานการศึกษาที่เป็นกระดาษ ซึ่งสิ่งนี้อาจเป็นเหตุผลว่าเหตุใดสารสนเทศสหกิจศึกษาถึงมักหยุดอยู่แค่ผลการประเมินสมรรถนะของนักศึกษาเพื่อตัดเกรดภายในสถาบันการศึกษาเท่านั้น

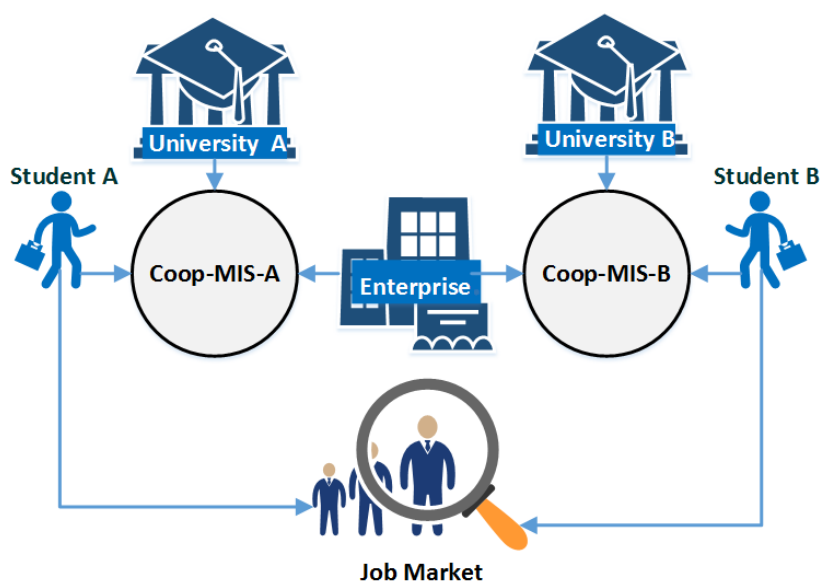
5.2.3 การขาดการสนับสนุนทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากระบบสารสนเทศสหกิจศึกษามุ่งเน้นไปที่ทักษะทางวิชาชีพเป็นสำคัญทำให้มองข้ามทักษะด้านอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมรรถนะดิจิทัลที่สอดคล้องกับทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยีซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญอันนำไปสู่ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านอื่นๆ ในกรณีของแรงงานดิจิทัล สมรรถนะดิจิทัลเป็นสิ่งที่ตลาดแรงงานดิจิทัลคาดหวังจากผู้สมัครงาน แต่ระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาก็ไม่ได้ช่วยส่งเสริมหรือสนับสนุนสมรรถนะดิจิทัลทั้งๆ ที่ตัวระบบเองมีความพร้อมที่สามารถทำได้

5.3 การวิเคราะห์ปัญหาและสาเหตุของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา

จากการศึกษา รวบรวมข้อมูลสภาพการณ์และปัญหาของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา เมื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหา สาเหตุ และผลกระทบ จะสามารถแยกออกได้ 3 ปัญหาหลักดังสรุปได้ในตารางต่อไปนี้

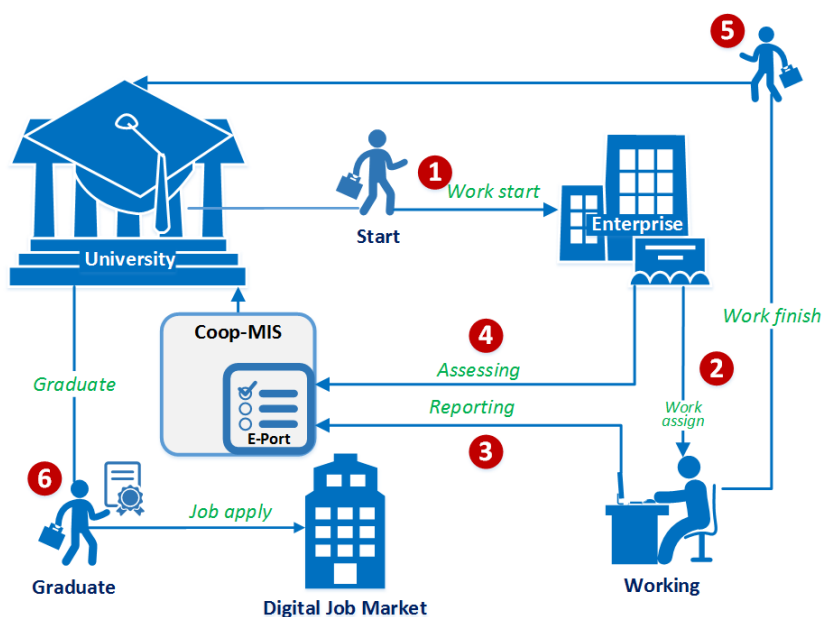
ตารางที่ 5-1 สรุปปัญหา สาเหตุ และผลกระทบของระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา

| ปัญหา | สาเหตุ | ผลกระทบ |
|--|---|---|
| 1. การขาดการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศในระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของกลุ่มสถาบันอุดมศึกษา | การแข่งขันทางธุรกิจระหว่างสถาบันอุดมศึกษา | ขาดโอกาสได้รับประโยชน์จากเศรษฐกิจแบบแบ่งปัน |
| 2. การขาดการเชื่อมโยงสารสนเทศสหกิจศึกษาไปสู่ตลาดแรงงานดิจิทัล | ข้อมูลดิจิทัลขาดความน่าเชื่อถือ | ตลาดแรงงานขาดข้อมูลประสบการณ์สหกิจศึกษาและการประเมินตามสภาพจริงของผู้สมัครงาน |
| 3. การขาดการสนับสนุนทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 | โปรแกรมสหกิจศึกษามุ่งเน้นที่เพียงแค่สมรรถนะทางวิชาชีพ | ขาดการส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัล |



ภาพที่ 5-1 ปัญหาของการขาดการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศในชุมชนของสถาบันอุดมศึกษา

ในภาพที่ 5-1 แสดงให้เห็นว่าแม้ว่ามหาวิทยาลัยสองแห่งส่งนักศึกษาเข้าโปรแกรมสหกิจศึกษาในสถานประกอบการเดียวกัน แต่ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสหกิจศึกษาจากมหาวิทยาลัยทั้งสองไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันหรือมีการแบ่งปันข้อมูลใดๆ ทั้งๆ ที่ระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของทั้งสองมหาวิทยาลัยมีฟังก์ชันการทำงานไม่แตกต่างกัน และเมื่อนักศึกษาจากทั้งสองมหาวิทยาลัยสำเร็จการศึกษาและสมัครงาน หลักฐานดิจิทัลที่อยู่ในระบบของทั้งสองมหาวิทยาลัยก็ไม่ได้ถูกส่งไปให้ตลาดแรงงานพิจารณา เพราะโดยธรรมชาติของข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลขาดความน่าเชื่อถือ



ภาพที่ 5-2 ระบบจัดการสหกิจศึกษาที่ขาดการเชื่อมโยงสู่ตลาดแรงงานดิจิทัล

ภาพที่ 5-2 แสดงให้เห็นว่าระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสหกิจศึกษาที่มีการเก็บข้อมูลดิจิทัลแต่ไม่ได้แบ่งปันข้อมูลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลเลย จากภาพนักศึกษาเริ่มต้นโปรแกรมสหกิจศึกษา (1) จะได้รับการมอบหมายการปฏิบัติงาน (2) และรายงานผลการปฏิบัติงานในรูปแบบแฟ้มสะสมงาน (3) เมื่องานสำเร็จ และสถานประกอบจะประเมินผลการปฏิบัติงาน (4) ทุกครั้งไปเรื่อยๆ จนกระทั่งนักศึกษาสิ้นสุดโปรแกรมสหกิจศึกษา (5) และสำเร็จการศึกษา (6) นักศึกษาจะเข้าสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลโดยการสมัครงานด้วยหลักฐานการศึกษาที่อยู่ในรูปกระดาษแบบดั้งเดิมต่างๆ ที่ข้อมูลหลักฐานประสบการณ์สหกิจศึกษาและผลการประเมินสมรรถนะอยู่ในรูปแบบดิจิทัลของระบบสารสนเทศเพื่อจัดการที่พร้อมนำไปใช้ประโยชน์แต่กลับถูกละเลยอย่างน่าเสียดาย

5.4 การออกแบบแนวทางแก้ปัญหาาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา

ในกรณีปัญหาการขาดการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศในระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาของกลุ่มสถาบันอุดมศึกษาซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบการขาดโอกาสได้รับประโยชน์จากเศรษฐกิจดิจิทัลสามารถแก้ปัญหาได้โดยการพัฒนาาระบบสารสนเทศศูนย์กลางเพื่อใช้ทรัพยากรสารสนเทศร่วมกัน ในกรณีปัญหาการขาดการเชื่อมโยงสารสนเทศสหกิจศึกษาไปสู่ตลาดแรงงานดิจิทัล ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบตลาดแรงงานขาดข้อมูลประสบการณ์สหกิจศึกษาและการประเมินตามสภาพจริงของผู้สมัครงานเพราะข้อมูลดิจิทัลขาดความน่าเชื่อถือ สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการพัฒนาระบบสารสนเทศด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อให้ข้อมูลสารสนเทศที่เปิดเผยแบบสาธารณะต่อตลาดแรงงานดิจิทัลมีความน่าเชื่อถือ

5.5 การออกแบบกระบวนการประเมินสมรรถนะดิจิทัลตามกรอบแนวคิด

เมื่อได้กรอบแนวคิดแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการนำกรอบแนวคิดมาออกแบบกระบวนการประเมินสมรรถนะดิจิทัลด้วยเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาโดยอ้างอิงตามกระบวนการเพื่อแก้ไขปัญหาหลักที่เกิดขึ้นในระบบสารสนเทศสหกิจศึกษา 3 ประการ ดังต่อไปนี้

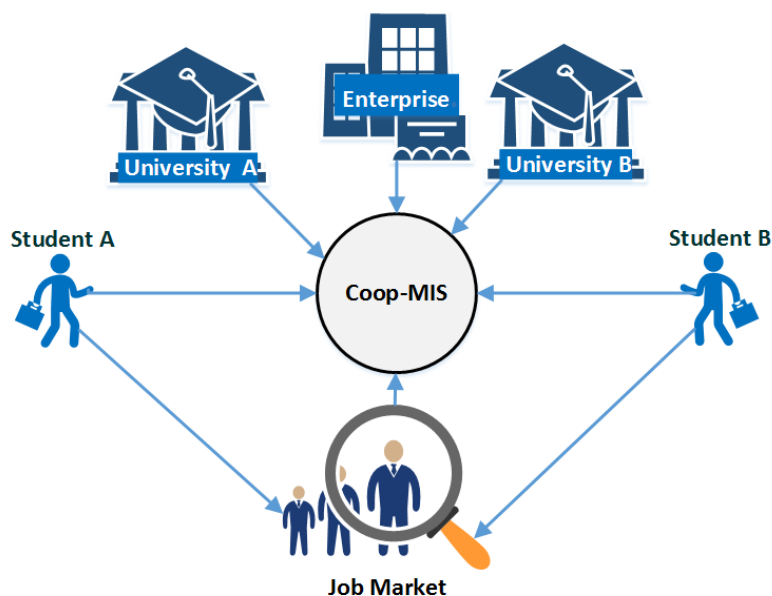
1. การแก้ไขปัญหาการขาดการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศในชุมชนของสถาบันอุดมศึกษาสามารถแก้ไขได้โดยการพัฒนาสารสนเทศกลางที่สามารถแบ่งปันในชุมชนสถาบันอุดมศึกษา

2. การปัญหาการขาดการเชื่อมโยงสารสนเทศไปสู่สาธารณะมีสาเหตุมาจากข้อมูลดิจิทัลมีธรรมชาติที่ง่ายต่อการปลอมแปลงแก้ไขจึงทำให้ขาดความน่าเชื่อถือ ซึ่งถึงแม้จะแบ่งปันไปสู่สาธารณะก็ไม่เกิดประโยชน์ วิธีแก้ไขคือการนำเทคโนโลยีบล็อกเชนมาใช้ในการจัดเก็บทรานแซคชันของผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือสู่ตลาดแรงงานดิจิทัล

3. การแก้ไขปัญหาการขาดสนับสนุนทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 สามารถแก้ปัญหาคได้ด้วยการนำกรอบงานสมรรถนะดิจิทัล 2.0 มาสักรูปริศแล้วรวมกับเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาเพื่อสร้างแบบฟอร์มการประเมินอิเล็กทรอนิกส์สมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษา

5.6 กระบวนการแก้ปัญหาสหกิจศึกษา

5.6.1 กระบวนการแบ่งปันทรัพยากรสารสนเทศในชุมชนของสถาบันอุดมศึกษา การเปลี่ยนมุมมองใหม่จากเดิมระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาถูกพัฒนาเพื่อการแข่งขันทางธุรกิจ ให้กลายเป็นระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาเพื่อการแบ่งปันในชุมชนสถาบันอุดมศึกษา นอกจากก่อให้เกิดผลดีในการประหยัดต้นทุนโดยรวมแล้วสารสนเทศจากระบบศูนย์กลางนี้ยังสามารถแบ่งปันไปสู่ภายนอกได้ด้วย การร่วมมือกันของสมาชิกในชุมชนมหาวิทยาลัยจะทำให้ทุกคนเป็นผู้ชนะ แทนที่จะต้องมีฝ่ายชนะและฝ่ายแพ้ตามแนวทางการแข่งขันทางธุรกิจที่แต่ละฝ่ายมุ่งแต่ผลกำไรจนลืมการมองภาพรวมทางเศรษฐกิจที่ไม่ก่อให้เกิดผลดีในระยะยาว และเป็นอุปสรรคต่อความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจในระดับมหภาค

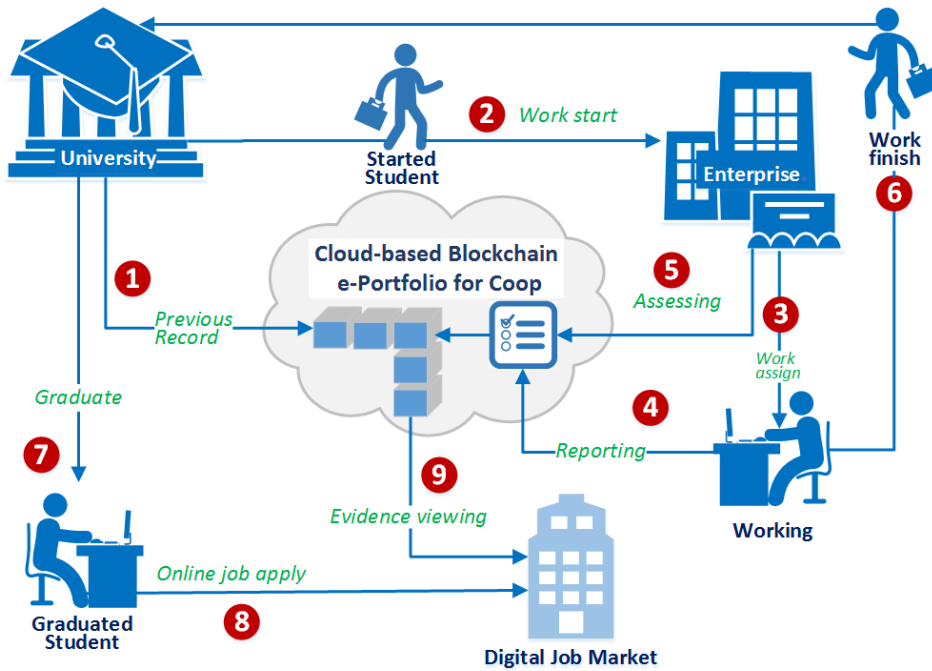


ภาพที่ 5-3 ระบบจัดการสหกิจศึกษาแบบรวมศูนย์กลาง

ภาพที่ 5-3 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาในโปรแกรมสหกิจศึกษาจากมหาวิทยาลัยทั้งสองไม่เพียงทำงานที่สถานประกอบการใดล้วนใช้ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสหกิจศึกษาเดียวกัน ดังนั้นสารสนเทศสหกิจศึกษาทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นบันทึกประสบการณ์ตลอดจนผลการประเมินสหกิจศึกษาสามารถแบ่งปันสู่ตลาดแรงงานภายนอกได้ ขณะเดียวกันก็ยังสามารถได้ประโยชน์จากเศรษฐกิจแบบแบ่งปัน

5.6.2 กระบวนการเชื่อมโยงสารสนเทศไปสู่สาธารณะ

แม้ว่าการพัฒนาระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาแบบรวมศูนย์กลางจะทำให้ได้รับประโยชน์จากเศรษฐกิจแบบแบ่งปันและเกิดผลพลอยได้ที่สามารถแบ่งปันสารสนเทศนี้ออกสู่สาธารณะโดยเฉพาะอย่างยิ่งตลาดแรงงานที่มีความต้องการแรงงานที่มีความสามารถปฏิบัติงานได้ แต่ด้วยลักษณะธรรมชาติของข้อมูลดิจิทัลที่ง่ายต่อการปลอมแปลงจึงทำให้ข้อมูลดิจิทัลขาดความน่าเชื่อถือ ทำให้ในที่สุดข้อมูลที่เผยแพร่ออกสู่สาธารณะก็ไม่ได้รับความสนใจอยู่ดี เพราะความน่าเชื่อถือของข้อมูลยังไม่สามารถเทียบเท่าหลักฐานที่อยู่ในรูปกระดาษแบบดั้งเดิมได้ ด้วยเหตุนี้เองทำให้ยังพบว่าแม้ว่าจะมีการสมัครงานออนไลน์ แต่หลักฐานกระดาษก็ต้องส่งตามไปภายหลัง ถือว่าเป็นการใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีดิจิทัลไม่เต็มที่อย่างที่ควรจะเป็น ดังนั้นบล็อกเชนจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเก็บทรานแซกชันของหลักฐานการปฏิบัติงานและประเมินสมรรถนะดิจิทัลเพราะบล็อกเชนมีกลไกที่ทำให้ยากต่อการปลอมแปลงและได้รับการยอมรับว่าข้อมูลที่เก็บบันทึกโดยบล็อกเชนสามารถเชื่อถือได้ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความน่าเชื่อถือถึงขนาดเป็นเทคโนโลยีหลักของเงินคริปโตสกุลต่างๆ ในปัจจุบัน



ภาพที่ 5-4 การจัดการสหกิจศึกษาด้วยแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชน

ภาพที่ 5-4 ได้แสดงให้เห็นว่าสารสนเทศสหกิจศึกษาสามารถถูกแบ่งปันไปสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลได้โดยอาศัยเทคโนโลยีบล็อกเชน เริ่มจากข้อมูลของนักศึกษาก่อนหน้าเข้าสู่โปรแกรมสหกิจศึกษาจะถูกบันทึกเข้าสู่บล็อกเชนแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ (1) เมื่อนักศึกษาเริ่มต้นโปรแกรมสหกิจศึกษา (2) และได้รับมอบหมายงาน (3) เมื่อปฏิบัติงานสำเร็จจะบันทึกที่รายงานเข้าสู่ระบบ (4) แต่ก่อนที่จะบันทึกเข้าสู่บล็อกเชนสถานประกอบการจะประเมินผลการปฏิบัติงาน (5) เสียก่อน และเมื่อนักศึกษาจบโปรแกรมสหกิจศึกษา (6) และสำเร็จการศึกษา (7) เมื่อนักศึกษามีผลงานแบบออนไลน์ (8) ตลาดแรงงานดิจิทัลก็สามารถเรียกดูหลักฐานการศึกษา ประสบการณ์ และผลการประเมินสมรรถนะจากระบบศูนย์กลางได้ทันที (9) รวมทั้งมั่นใจได้ว่าข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือเพราะข้อมูลทุกอย่างอยู่บนบล็อกเชนที่ไม่สามารถปลอมแปลงแก้ไขได้

5.6.3 กระบวนการเพื่อแก้ไขปัญหาการขาดสนับสนุนทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

การประเมินสมรรถนะในสหกิจศึกษาในรูปแบบทั่วไปมักมุ่งเน้นการประเมินสมรรถนะวิชาชีพเป็นสำคัญ เพราะเป้าหมายหลักของสหกิจศึกษาคือมุ่งให้นักศึกษาได้เรียนรู้จากการทำงานจริงเพื่อความสามารถในการจ้างงานได้ในอนาคต แต่ในปัจจุบันเป็นศตวรรษที่ 21 ที่สภาพแวดล้อมในชีวิตของคนเรากลายสภาพเป็นดิจิทัล สหกิจศึกษาจึงจำเป็นต้องถูกปรับเปลี่ยนให้เข้ากับทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยีที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการดำรงชีวิต ทำงาน และพัฒนาทักษะด้านอื่นๆ การวิจัยนี้ได้นำกรอบงานสมรรถนะดิจิทัล 2.0 มาเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนทักษะสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี เพราะมีหลักการที่ผ่านการค้นคว้าทดลอง และรวบรวมไว้เป็นกลุ่มก้อนที่สามารถนำไปอ้างอิงอย่างเป็นรูปธรรม และเมื่อถูกนำมาบูรณาการเข้ากับแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแล้วจะทำให้ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลเป็นผลการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment)

5.7 กระบวนการพัฒนาระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

ในการพัฒนาระบบจะมีการบูรณาการของเทคโนโลยีต่างๆ ในลักษณะการจับคู่เทคโนโลยีเข้าด้วยกัน ดังนั้นในการอธิบายการพัฒนาระบบจึงขออธิบายการพัฒนาระบบแบบบูรณาการที่ละคู่ก่อนที่จะบูรณาการระบบย่อยเข้าเป็นระบบใหญ่ในขั้นตอนสุดท้าย ตามหัวข้อดังต่อไปนี้คือ

1. ระบบการบูรณาการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับเทคโนโลยีบล็อกเชน
2. ระบบการบูรณาการเทคโนโลยีบล็อกเชนกับเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์
3. ระบบการบูรณาการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับการประเมินสมรรถนะดิจิทัล
4. ระบบการบูรณาการผลประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับ

ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

5. ระบบบูรณาการขั้นสุดท้ายของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

5.7.1 ระบบการบูรณาการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับเทคโนโลยีบล็อกเชน

หัวใจของบล็อกเชนคือความน่าเชื่อถือของระบบ ดังนั้นจึงกระบวนการเข้ารหัสที่ไม่สามารถถอดกลับได้ที่เรียกว่าการแฮช (Hashing) เข้ากับทรานแซกชันที่ต้องการก่อนที่จะบรรจุเข้าสู่ห่วงโซ่ของบล็อกเชน ในงานวิจัยนี้ข้อมูลในเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ก็คือทรานแซกชันประเภทหนึ่ง ดังนั้นเมื่อมีการบันทึกเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ทุกครั้งจะมีการนำข้อมูลจากเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์มาเข้ารหัสแฮชโดยมีหลักการของการนำค่าแฮชของทรานแซกชันก่อนหน้ามาแฮชร่วมกับทรานแซกชันปัจจุบัน และทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ทุกครั้งที่มีเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ใหม่เข้ามาในระบบ

5.7.2 ระบบการบูรณาการเทคโนโลยีบล็อกเชนกับเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์

หัวใจที่สำคัญอีกประการหนึ่งของเทคโนโลยีบล็อกเชนก็คือกระบวนการทำฉันทามติ (Consensus) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดทรานแซกชันแปลกปลอมที่อาจแฝงเข้าสู่ระบบ ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้อัลกอริทึมในการทำฉันทามติที่เรียกว่า Practical Byzantine Fault Tolerance (PBFT) ซึ่งมีความเหมาะสมกับการทำบล็อกเชนแบบส่วนตัว (Private Blockchain) เพราะมีการประมวลผลที่รวดเร็วเหมาะกับการบันทึกทรานแซกชันที่ไม่เกี่ยวข้องกับการเงิน ดังเช่นทรานแซกชันจากเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ในงานวิจัยนี้ กระบวนการทำฉันทามติด้วย PBFT มีดังต่อไปนี้คือ

1. ทรานแซกชันจากเพิ่มสะสมงานจะถูกส่งไปยังโหนดฉันทามติ (Consensus node) ซึ่งในงานวิจัยนี้กำหนดไว้ 5 โหนด
2. แต่ละโหนดฉันทามติเมื่อได้รับทรานแซกชันมาแล้วจะร่วมกันตรวจสอบเพื่อยืนยันความถูกต้องของทรานแซกชัน
3. การยืนยันความถูกต้องของทรานแซกชันจากโหนดฉันทามติต้องมีจำนวนการยอมรับ 66% ตามทฤษฎี หรือจากสูตรการคำนวณ $(2n+1)/3$ ดังนั้นในงานวิจัยนี้มี 5 โหนด จึงต้องมีจำนวนโหนดที่ยอมรับคือ 3 โหนดใน 5 โหนด
4. เมื่อทรานแซกชันได้รับการยืนยันจากโหนดฉันทามติแล้วจะถูกบรรจุเข้าสู่ห่วงโซ่บล็อกเชนถัดไปทันที

ในการวิจัยนี้ขั้นตอนการทำฉันทามติทั้งหมดอาศัยการประมวลผลจากทรัพยากรบนคลาวด์ทั้งหมด โดยกำหนดให้โหนดฉันทามติแต่ละโหนดคือเว็บโฮสต์หนึ่งที่บรรจุฐานข้อมูลแบบกระจายแบบเดียวกันในทุกโฮสต์ บล็อกใหม่ที่เกิดขึ้นก็คือการบรรจุเข้าสู่ฐานข้อมูลแบบกระจาย

5.7.3 ระบบการบูรณาการเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับการประเมินสมรรถนะดิจิทัล

ขั้นตอนสำคัญของระบบอีกหนึ่งขั้นตอนคือการนำเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ของนักศึกษา มาสร้างแบบประเมินสมรรถนะดิจิทัลเพื่อให้สถานประกอบการประเมิน ดังนั้นขั้นตอนนี้จึงเป็นการนำกรอบงานสมรรถนะดิจิทัลมาจับคู่กับรายงานการปฏิบัติที่ถูกบันทึกในเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ในแต่ละงานซึ่งจะแตกต่างกันไปตามลักษณะงาน 5 กลุ่มของสมรรถนะดิจิทัล

5.7.4 ระบบการบูรณาการผลประเมินสมรรถนะดิจิทัลจากเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์กับตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

หลังจากผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลได้ถูกบรรจุเข้าสู่บล็อกเชนแล้ว การบูรณาการขั้นสุดท้ายคือการเชื่อมต่อผลประเมินสมรรถนะดิจิทัลที่ได้จากเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ไปสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด ซึ่งขั้นตอนนี้ระบบจะมีข้อมูลเตรียมพร้อมไว้แล้วเมื่อนักศึกษาอยู่ในโปรแกรมสหกิจศึกษาแต่จะรองจนกว่านักศึกษาจะสำเร็จการศึกษาและเข้าสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลโดยการสมัครงานไปยังสถานประกอบการต่างๆ และได้มีการอ้างอิงประสบการณ์สหกิจศึกษาของตนเองแก่สถานประกอบการเพื่อประกอบการสมัครงาน

5.7.5 ระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์





ในขั้นตอนสุดท้ายจะเป็นการบูรณาการทุกระบบย่อยเพื่อเชื่อมโยงการทำงานทุกส่วนเข้าด้วยกัน ซึ่งข้อมูลนักศึกษาขณะฝึกสหกิจศึกษาจะเข้าสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลในที่สุด

ระบบที่พัฒนาเสร็จสมบูรณ์ในขั้นตอนสุดท้ายจะประกอบด้วยระบบย่อย 3 ส่วนตามองค์ประกอบของสหกิจศึกษาคือ นักศึกษา สถานประกอบการ และอาจารย์ที่ปรึกษา อย่างไรก็ตามเพื่อความเข้าใจตัวระบบมากขึ้นจะเรียกองค์ประกอบทั้งสามให้เข้าใจง่ายขึ้นตามพฤติกรรมในการใช้งานระบบ ดังต่อไปนี้คือ นักศึกษา จะเรียกว่า ผู้ถูกประเมิน (Assesse) สถานประกอบการคือผู้ประเมิน (Assessor) และอาจารย์ที่ปรึกษาคือผู้เข้าชม (Viewer) อย่างไรก็ตามผู้เกี่ยวข้องทั้งสามกลุ่มจะมีการลงทะเบียนเข้าระบบไม่แตกต่างกัน และเมื่อเข้าสู่ระบบแล้วก็สามารถเปลี่ยนแปลงบทบาทหน้าที่สลับไปมาได้ตลอดเวลาไม่ตายตัว ขึ้นอยู่กับว่าใครเป็นผู้ประเมินและใครคือผู้ถูกประเมิน

5.7.5.1 ผู้ถูกประเมิน

สิ่งที่จะทำให้สมาชิกในระบบเปลี่ยนบทบาทหน้าที่เป็นผู้ถูกประเมินก็คือการร้องขอให้ผู้อื่นเป็นผู้ประเมินงานให้แก่ตนเอง และเมื่อผู้ประเมินยอมรับเป็นผู้ประเมินเมื่อใดคำร้องขอก็จะสมบูรณ์ ผู้ร้องขอก็จะอยู่ในสถานะของผู้ถูกประเมินทันที

บุคคล

| | | |
|---|---|---|
|  | <p>ชื่อ ชัยวัฒน์ ชุ่มเชื้อ</p> <p>ตำแหน่ง โปรแกรมเมอร์</p> <p>ประเทศ Thailand</p> <p>คำร้องขอ ผู้ประเมิน</p> |  |
|  | <p>ชื่อ วันวิสา ฤทธิประสิทธิ์</p> <p>ตำแหน่ง โปรแกรมเมอร์</p> <p>ประเทศ Thailand</p> <p>คำร้องขอ ผู้ประเมิน</p> |  |

ภาพที่ 5-5 ผู้ประเมินยอมรับเป็นผู้ประเมินตามคำขอ

เมื่อผู้ประเมินยอมรับการเป็นผู้ประเมิน ผู้ถูกประเมินจะส่งรายงานการปฏิบัติงานทุกครั้งไปให้ผู้ประเมินเพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัล

 รายงานการทำงาน

หมวดหมู่


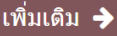
การสร้างเนื้อหาดิจิทัล

ชื่องาน

สร้างรายงานยอดขายตามเงื่อนไข

รายละเอียด

เวลา พนักงานชาย ผลิตภัณฑ์

 บันทึก  เพิ่มเติม →

ภาพที่ 5-6 แบบฟอร์มการเพิ่มรายงานการปฏิบัติงานตามหมวดหมู่สมรรถนะดิจิทัล

5.7.5.2 ผู้ประเมิน

หลังจากที่ผู้ประเมินยอมรับการเป็นผู้ประเมิน เมื่อผู้ถูกประเมินเพิ่มรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเข้ามาในระบบแล้วบันทึกเข้าบล็อกเซน รายงานเหล่านี้จะขึ้นข้อความเตือนให้ผู้ประเมินทำการประเมินสมรรถนะดิจิทัลรายงานนั้นในทันที ซึ่งรูปแบบการประเมินจะใช้ระบบการให้ดาวระดับ 5 ดาวคือคะแนนสูงสุด และ 1 ดาวคือคะแนนต่ำสุด

เพิ่มผลงาน / Linda David / มุมมอง คะแนน

ข้อสังเกต เพียงคลิกที่ดาวคะแนน(★) ของรายการการประเมิน ไม่จำเป็นต้องให้คะแนนทุกรายการและโปรดยืนยันคะแนนเพื่อให้แน่ใจก่อนบันทึกเนื่องจากไม่สามารถแก้ไขข้อมูลในบล็อกเซน

| เลขที่ | รายการประเมิน | คะแนน | คะแนน |
|---------------------------------------|---|-------|-------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | การปฏิบัติงานผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อปฏิบัติงานผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่หลากหลายและเข้าใจเครื่องมือการสื่อสารดิจิทัลที่เหมาะสมในบริบทของงาน | ★★★★☆ | 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 | การแบ่งปันผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อแบ่งปันข้อมูล สารสนเทศ และเนื้อหาดิจิทัลกับผู้อื่นผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่เหมาะสมเพื่อทำตัวเป็นสื่อกลาง เพื่อรู้ถึงการอ้างอิงและการปฏิบัติที่เกี่ยวข้อง | ★★★★★ | 5 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 3 | การมีส่วนร่วมในฐานะพลเมืองผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อมีส่วนร่วมในสังคมผ่านการให้บริการดิจิทัลส่วนตัวและสาธารณะ เพื่อค้นหาโอกาสเพิ่มขีดความสามารถของตนเองและเพื่อมีส่วนร่วมในฐานะพลเมืองผ่านเทคโนโลยีดิจิทัลที่เหมาะสม | ★★★★☆ | 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 4 | การประสานงานผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อใช้เครื่องมือและเทคโนโลยีดิจิทัลในกระบวนการประสานงาน และเพื่อร่วมก่อสร้างและร่วมกันสร้างทรัพยากรและความรู้ | ★★★★☆ | 4 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 5 | มารยาทในการใช้ระบบเครือข่าย เพื่อเข้าใจบรรทัดทางพฤติกรรมและวิธีการในขณะใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและการปฏิบัติงานในสภาพแวดล้อมดิจิทัล เพื่อปรับใช้กลยุทธ์การสื่อสารไปสู่เป้าหมายเฉพาะและทราบถึงวัฒนธรรมและความหลากหลายในสภาพแวดล้อมดิจิทัล | ★★★★☆ | 3 |
| <input checked="" type="checkbox"/> 6 | การจัดการเอกลักษณ์ทางดิจิทัล เพื่อสร้างและจัดการเอกลักษณ์ทางดิจิทัล เพื่อให้สามารถปกป้องชื่อเสียงของตนเอง เพื่อรับมือกับข้อมูลที่สร้างขึ้นผ่านเครื่องมือดิจิทัล สภาพแวดล้อมและบริการที่หลากหลาย | ★★★★★ | 5 |

บันทึก

ภาพที่ 5-7 แบบฟอร์มการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของผู้ประเมิน

5.7.5.3 ผู้เข้าชม

ผู้เข้าชมจะสามารถเข้าชมผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลได้ในหลายรูปแบบตามเงื่อนไขที่ต้องการ เช่น ชื่อตำแหน่งงาน ชื่อประเทศ ชื่อบริษัท หรือใช้ระบบการค้นหลายแบบหลายเงื่อนไขก็ได้

dMart หน้าหลัก งาน บล็อกเชน เชื่อมโยง billy aak TH

+ รายงานการทำงาน

ตลาดงานดิจิทัล
เพื่อให้คุณมีทักษะสมงานงานส่วนตัวที่ส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัล

แผนภูมิ ตำแหน่ง ประเทศ ค้นหา

| ตำแหน่ง | จำนวน |
|---------------------------------|-------|
| | 3 |
| | 3 |
| CEO | 2 |
| Character designer | 2 |
| Content creative | 3 |
| Developer | 5 |
| Electronic Equipment Assembling | 1 |
| Engineer | 1 |
| Graphic desinger | 7 |

ภาพที่ 5-8 การค้นหาตามตำแหน่งงาน

dMart หน้าหลัก งาน บล็อกเชน เชื่อมโยง billy aak TH



+ รายงานการทำงาน

ตลาดงานดิจิทัล
เพื่อให้คุณมีทักษะสมงานงานส่วนตัวที่ส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัล

แผนภูมิ ตำแหน่ง ประเทศ ค้นหา

| ประเทศ | จำนวน |
|---------------|-------|
| | 3 |
| Australia | 6 |
| China | 3 |
| Germany | 3 |
| France | 3 |
| Hong Kong | 6 |
| Japan | 1 |
| Sweden | 4 |
| Singapore | 6 |
| Thailand | 24 |
| United States | 6 |

ภาพที่ 5-9 การค้นหาตามประเทศ

| ชื่อบัญชี | ชื่อ | นามสกุล | บริษัท | ตำแหน่ง | รหัสประเทศ | Q | |
|---|----------------|-----------------------|--------|---------|------------|---|--|
|  | ชื่อบัญชี | chaiwat | | | | | ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล ★★★★★☆ การสื่อสารและการประสานงาน ★★★★★☆ การสร้างเนื้อหาดิจิทัล ★★★★★☆ ความปลอดภัย ★★★★★☆ การแก้ปัญหา ★★★★★☆ |
| | ชื่อ | ชัยวัฒน์ ชุ่มเชื้อ | | | | | |
| | ตำแหน่ง | โปรแกรมเมอร์ | | | | | |
| | ประเทศ | Thailand | | | | | |
| | คะแนน | ★★★★★☆☆ | | | | | |
| | คำร้องขอเข้าชม | ➔ | | | | | |
|  | ชื่อบัญชี | wanwisa | | | | | ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล ★★★★★☆ การสื่อสารและการประสานงาน ★★★★★☆ การสร้างเนื้อหาดิจิทัล ★★★★★☆ ความปลอดภัย ★★★★★☆ การแก้ปัญหา ★★★★★☆ |
| | ชื่อ | วันวิสา ฤกษ์ประสิทธิ์ | | | | | |
| | ตำแหน่ง | โปรแกรมเมอร์ | | | | | |
| | ประเทศ | Thailand | | | | | |
| | คะแนน | ★★★★★☆☆ | | | | | |
| | คำร้องขอเข้าชม | ➔ | | | | | |

ภาพที่ 5-10 การค้นหาแบบหลายเงื่อนไข

อย่างไรก็ตามการค้นหาในรูปแบบเหล่านี้จะยังไม่สามารถดูรายละเอียดของรายงานการปฏิบัติสหกิจศึกษาได้ เพราะเป็นการค้นหาแบบสาธารณะหรือสำหรับผู้ที่ยังไม่ได้ลงทะเบียนระบบ ถ้าต้องการรายละเอียดผู้จำเป็นต้องลงทะเบียนระบบแล้วคลิกที่ไอคอนคำร้องขอเข้าชมข้างใต้ภาพของบัญชีผู้ใช้ที่สนใจ แล้วรอการตอบรับจากเจ้าของเสียก่อนจึงจะสามารถเข้าถึงข้อมูลโดยละเอียดได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้เป็นการละเมิดสิทธิ์ในความเป็นส่วนตัวของเจ้าของบัญชีที่จะยอมหรือไม่ยอมให้เข้าเข้ามาดูรายงานการปฏิบัติงานของตนเอง

5.8 สรุปการพัฒนาระบบ

สมรรถนะดิจิทัลเป็นสิ่งจำเป็นต่อการจ้างงานในศตวรรษที่ 21 แต่พบว่าโปรแกรมสหกิจศึกษาโดยทั่วไปมุ่งเน้นสมรรถนะทางวิชาชีพมากกว่า งานวิจัยนี้ได้พัฒนาระบบประเมินสมรรถนะดิจิทัลสหกิจศึกษาด้วยแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อแก้ปัญหาการขาดการแบ่งปันสารสนเทศในกลุ่มมหาวิทยาลัย การไม่เชื่อมต่อสารสนเทศไปสู่สาธารณะ และการขาดการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะสารสนเทศ ผลที่ได้คือระบบประเมินสมรรถนะดิจิทัลสหกิจศึกษาที่แบ่งปันระบบในกลุ่มมหาวิทยาลัยเพื่อให้เกิดประโยชน์จากการแบ่งปันและเชื่อมสู่สาธารณะ นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัล และผลที่ได้จากการประเมินยังเก็บไว้ในบล็อกเชนเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือให้แก่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดที่สามารถค้นหาแรงงานที่มีสมรรถนะดิจิทัลสูงเพียงพอต่อการจ้างงานในอนาคต

บทที่ 6

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การสรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะในการวิจัยเรื่องการพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดแบ่งการนำเสนอจะเรียงลำดับหัวข้อดังต่อไปนี้คือ

- 6.1. สรุป
- 6.2. อภิปรายผล
- 6.3. ข้อเสนอแนะ

6.1 สรุป

6.1.1. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ผลการวิจัยคือสถาปัตยกรรมระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาที่พัฒนาขึ้นตามกรอบงานสถาปัตยกรรมองค์กร TOGAF โดยมีแผนภาพสถาปัตยกรรมระบบตามระยะการพัฒนา 4 ระยะ ได้แก่ระยะที่ 1 มุมมองสถาปัตยกรรม ได้แผนภาพมุมมองสถาปัตยกรรม ระยะที่ 2 สถาปัตยกรรมธุรกิจ ได้แผนภาพฟุตพริ้นท์ธุรกิจ แผนภาพบริการ/สารสนเทศทางธุรกิจ แผนภาพเป้าหมาย/วัตถุประสงค์/บริการ แผนภาพการไหลของกระบวนการ และแผนภาพอีเวนต์ ระยะที่ 3 สถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ ได้แผนภาพสถาปัตยกรรมข้อมูลและแผนภาพสถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน ในส่วนแผนภาพสถาปัตยกรรมข้อมูล แบ่งออกเป็นแผนภาพย่อยได้แก่ แผนภาพแนวคิดข้อมูล และแผนภาพการกระจายข้อมูล ส่วนสถาปัตยกรรมแอปพลิเคชัน เป็นแผนภาพความเข้าใจแอปพลิเคชัน และระยะที่ 4 การประเมินสถาปัตยกรรม ผู้วิจัยใช้กรอบงานโคบิทในการประเมินสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศ 5 ด้าน ได้แก่ เกณฑ์ด้านสารสนเทศ ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ รูปแบบการประมวลผลทั่วไป การควบคุมกระบวนการ และการควบคุมแอปพลิเคชัน โดยมีผู้เชี่ยวชาญร่วมประเมินจำนวน 18 คน พบว่าได้ค่าเฉลี่ยผลประเมินความสอดคล้องของสถาปัตยกรรมระบบกับกรอบโคบิทเท่ากับ 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.21 ซึ่งสรุปได้ว่าสถาปัตยกรรมระบบมีความสอดคล้องกับกรอบโคบิทอยู่ในระดับดีมาก

6.1.2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ผลการประเมินความสอดคล้องของสถาปัตยกรรมระบบตามกรอบโคบิท ได้แก่ เกณฑ์สารสนเทศ (4.67) ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ (4.50) รูปแบบการประมวลผลทั่วไป (4.50) การควบคุมกระบวนการ (4.83) การควบคุมแอปพลิเคชัน (4.50) ค่าเฉลี่ยเลขคณิตโดยรวม 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.21 สรุปผลคือความสอดคล้องสถาปัตยกรรมระบบตามกรอบโคบิทอยู่ในระดับดีมาก (4.60) ผลการประเมินความสามารถในการนำสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศไปใช้จริงตามเกณฑ์โคบิทและปัจจัยความสำเร็จวิกฤติในการนำสถาปัตยกรรมระบบสารสนเทศไปใช้จริง พบว่าควรให้น้ำหนักความสำคัญเรียงตามลำดับจากมากไปน้อยดังนี้คือ การจัดการ (23.24%) การกำกับดูแล

(22.77%) การสื่อสารและสนับสนุน (20.24%) การวางแผน (19.59%) และการจัดทำเอกสาร (14.16%)

6.1.3. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3

การพัฒนาระบบเพิ่มประสิทธิภาพอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษา ผู้วิจัยได้บูรณาการหลักการและเทคโนโลยีต่างๆ ได้แก่ หลักการสหกิจศึกษา กรอบงานสมรรถนะดิจิทัล 2.0 เทคโนโลยีบล็อกเชน เพิ่มประสิทธิภาพอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์

ขั้นตอนการพัฒนาผู้วิจัยใช้หลักการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุเพื่อสร้างแผนภาพยูเอ็มแอล ได้แก่ แผนภาพยูเอสเคส แผนภาพคลาส แผนภาพลำดับ และแผนภาพกิจกรรม หลังจากได้แผนภาพครบตามต้องการแล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมซึ่งผู้วิจัยใช้เครื่องมือพัฒนาระบบ ได้แก่ โปรแกรม Visual Code สำหรับแก้ไขโปรแกรม ภาษาโปรแกรม Node.js โดยมีเฟรมเวิร์ค Express.js ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมประมวลผลฝั่งเซิร์ฟเวอร์ และภาษาโปรแกรม JavaScript , CSS (Cascading Style Sheet) และ เฟรมเวิร์ค Bootstrap สำหรับพัฒนาหน้าเว็บเพจฝั่งไคลเอนต์ ส่วนระบบฐานข้อมูลผู้วิจัยใช้ MongoDB และเว็บไซต์สำหรับเซิร์ฟเวอร์และโหนดฉันทามติบนคลาวด์ Heroku ซึ่งให้บริการแบบ PaaS

ก่อนที่ระบบจะพัฒนาเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยได้นำระบบไปทดสอบประสิทธิภาพของระบบก่อนกับกลุ่มผู้ใช้งานเพื่อวิเคราะห์ว่าระบบสามารถใช้งานได้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งพบว่าได้ผลการประเมินประสิทธิภาพเฉลี่ยของระบบ 4.29 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.18 ซึ่งสรุปได้ว่าประสิทธิภาพของระบบอยู่ในระดับดี

ระบบเมื่อพัฒนาเสร็จสมบูรณ์แบ่งออกเป็น 5 โมดูล ตามองค์ประกอบของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับโปรแกรมสหกิจศึกษา 3 ส่วน ได้แก่ (1) นักศึกษา (2) สถานประกอบการ (3) อาจารย์ โมดูลระบบบล็อกเชน และโมดูลการค้นหาแบบสาธารณะ ผลการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาจะถูกบันทึกและได้รับการประเมินสมรรถนะดิจิทัลโดยสถานประกอบการตั้งแต่เริ่มจนจบโปรแกรมสหกิจศึกษา คะแนนที่ได้จากการประเมินอยู่ในรูปของระบบการให้ดาว คะแนนเต็มคือ 5 ดาว ลดหลั่นลงไปจนถึง 1 ดาว และด้วยกลไกของบล็อกเชนคะแนนการประเมินสมรรถนะดิจิทัลเหล่านี้จะไม่สามารถแก้ไขได้ทำให้ผลการประเมินมีความน่าเชื่อถือ ซึ่งนักศึกษาสามารถนำไปใช้เพื่อเป็นหลักฐานประกอบการฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาแก่สถานประกอบการที่ต้องการสมัครงานได้ในอนาคต ขณะเดียวกันสถานประกอบการก็สามารถเข้ามาในระบบเพื่อสืบค้นหาแรงงานเป้าหมายได้จากประกอบการปฏิบัติสหกิจศึกษาได้เช่นเดียวกัน

6.1.4. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4

เพื่อประเมินความสำเร็จของระบบเพิ่มประสิทธิภาพอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาสหกิจศึกษาสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

ผลการประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศตามรูปแบบของ DeLone และ McLean พบว่าผลการวิเคราะห์ปัจจัยความสอดคล้องสามารถยอมรับได้ทุกโครงสร้าง ผลการวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ตัวแฝง (Latent variable correlations) สามารถสรุปว่าการจำแนกความเที่ยงตรง (Validity) มีความเหมาะสม ผลการทดสอบสมมติฐานโมเดลสมการโครงสร้างพบว่า คุณภาพ

สารสนเทศมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน คุณภาพสารสนเทศมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ คุณภาพระบบมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน คุณภาพระบบมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ คุณภาพบริการมีผลเชิงบวกต่อความตั้งใจใช้งาน คุณภาพบริการมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ ความตั้งใจใช้งานมีผลเชิงบวกต่อความพึงพอใจของผู้ใช้ความตั้งใจใช้งานมีผลเชิงบวกต่อประโยชน์โดยรวม ความพึงพอใจของผู้ใช้มีผลเชิงบวกต่อประโยชน์โดยรวม ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ และ T-value สนับสนุนสมมติฐานทั้ง 9 ข้อ ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าระบบสารสนเทศที่ได้จากการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จตามรูปแบบของ DeLone และ McLean (2003)

6.1.5. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 5

ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัล โดยกลุ่มตัวอย่างตัวแทนสถานประกอบการจำนวน 13 คน เมื่อนำมาวิเคราะห์สมรรถนะดิจิทัลโดยภาพรวมแล้วพบว่าส่วนใหญ่แล้วนักศึกษาสหกิจศึกษามีความเชี่ยวชาญระดับปานกลาง ถัดมาคือพอใช้ ส่วนระดับความเชี่ยวชาญสูงมีน้อยกว่าค่อนข้างเห็นได้ชัดเจน ส่วนการวิเคราะห์สมรรถนะในแต่ละด้านสรุปได้ว่า สมรรถนะด้านความรู้สารสนเทศและข้อมูลจะมีลักษณะคล้ายกันทั้งสามสมรรถนะคือส่วนใหญ่คือปานกลาง แต่ที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัดคือสมรรถนะด้านการประเมินสารสนเทศมีระดับความเชี่ยวชาญสูงอยู่จำนวนน้อยกว่าระดับปานกลางหรือพอใช้ค่อนข้างมาก ซึ่งแตกต่างจากการเก็บและค้นคืนสารสนเทศซึ่งจะมีระดับพอใช้น้อย ซึ่งหมายถึงนักศึกษาส่วนใหญ่สามารถเก็บและค้นคืนสารสนเทศได้ในระดับเชี่ยวชาญมากและปานกลาง สมรรถนะด้านการสื่อสารและการประสานงานพบว่าสมรรถนะที่นักศึกษาส่วนใหญ่มีระดับความเชี่ยวชาญสูงได้แก่การแบ่งปันสารสนเทศและเนื้อหาและมารยาทการอยู่ในสังคมอินเทอร์เน็ต ส่วนสมรรถนะการจัดการเอกลักษณ์ทางดิจิทัลส่วนใหญ่ได้เพียงระดับพอใช้เท่านั้น และสมรรถนะด้านความร่วมมือแบบพลเมืองออนไลน์ก็พบว่ามีระดับความเชี่ยวชาญสูงอยู่น้อยเช่นกัน สมรรถนะด้านการสร้างเนื้อหาดิจิทัลพบว่าด้านที่นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเชี่ยวชาญสูงคือการพัฒนาเนื้อหาและการบูรณาการและการเพิ่มรายละเอียด ส่วนด้านที่นักศึกษาส่วนใหญ่มีความเชี่ยวชาญต่ำคือด้านลิขสิทธิ์และใบอนุญาตกับการเขียนโปรแกรม สมรรถนะด้านความปลอดภัย พบว่าเป็นสมรรถนะหนึ่งที่นักศึกษายังขาดอยู่มาก แม้ว่าจะเป็นสมรรถนะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในโลกดิจิทัลในปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะได้เพียงแค่ระดับปานกลางหรือพอใช้เท่านั้น สมรรถนะด้านการแก้ปัญหา พบว่าสมรรถนะด้านการแก้ปัญหาของนักศึกษาต่ำในทุกๆ ด้าน ทั้งการแก้ปัญหาทางเทคนิค การอธิบายความต้องการและจำแนกการตอบสนองทางเทคโนโลยี นวัตกรรม การสร้างและแก้ปัญหาการใช้เครื่องมือทางดิจิทัล และการจำแนกช่องว่างสมรรถนะดิจิทัล

6.1.6. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 6

การประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดจากกลุ่มเป้าหมายสถานประกอบการจำนวน 13 คน โดยแบ่งรายการประเมินเป็น 3 กลุ่มคือ (1) ความสามารถในการค้นหาแรงงานเป้าหมาย (2) ความสามารถในการจำแนกทักษะแรงงาน และ (3) ความสามารถของระบบในการเป็นสื่อกลางตลาดแรงงานดิจิทัล ได้ผลการประเมินคือความสามารถในการค้นหาแรงงานเป้าหมายมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.11 อยู่ในระดับดี ความสามารถในการจำแนกทักษะแรงงานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.16 อยู่ในระดับดี และความสามารถของระบบในการเป็นสื่อกลางตลาดแรงงานดิจิทัลมี

คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.26 อยู่ในระดับ คะแนนเฉลี่ยโดยรวมทั้ง 3 กลุ่มคือ 4.17 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.13 ดังนั้นสรุปผลการวิจัยด้านการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบที่ได้จากการวิจัยจัดว่าอยู่ในระดับดี

6.2 อภิปรายผล

การประเมินสมรรถนะดิจิทัลเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาเป็นการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment) โดยสถานประกอบเป็นผู้ประเมินนักศึกษาตามเนื้อหาที่นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติ ผลการประเมินจึงสามารถเชื่อถือได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตามการที่จะนำผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาแต่ละคนมาเปรียบเทียบทั้งหมดยังคงเป็นประเด็นต้องพิจารณา เนื่องจากนักศึกษาแต่ละคนฝึกปฏิบัติกันคนละตำแหน่งหรือคนละหน่วยงาน ดังนั้นจึงมีความแตกต่างกันทั้งลักษณะความยากง่ายของงานและตัวผู้ประเมินที่มีความเข้มงวดแตกต่างกัน ซึ่งหมายความว่าคะแนนระดับห้าดาวของนักศึกษาคนหนึ่งอาจเทียบเท่าเพียงสามดาวของนักศึกษาอีกคนหนึ่งก็ได้ ดังนั้นทางที่ดีที่สุดคือการเข้าไปดูรายละเอียดของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ของแต่ละคนว่าทำงานอะไร มีความยากง่ายเพียงใด แล้วใช้วิจารณ์ญาณตัดสินเองว่าระดับของดาวคะแนนที่ได้มีความเหมาะสมหรือไม่ ไม่ควรตัดสินสมรรถนะดิจิทัลของนักศึกษาจากจำนวนดาวเพียงอย่างเดียว

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดกรอบงานสถาปัตยกรรมองค์กร TOGAF มาใช้เพื่อให้สถาปัตยกรรมระบบในงานวิจัยมีความถูกต้อง มาตรฐาน และเป็นไปตามระเบียบกฎหมายเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับในระดับสากล ซึ่งพบว่ามีงานวิจัยที่นำเอา TOGAF ไปประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศที่หลากหลาย เช่น การนำไปประยุกต์กับสถาปัตยกรรมเชิงบริการภาครัฐของ Kabzeva และคณะ (2010) งานวิจัยนี้ได้นำ TOGAF มาประยุกต์กับโครงการขนาดใหญ่แบบ SOA ที่สนับสนุนโดยรัฐบาล งานวิจัยนี้ได้ใช้ TOGAF ที่อธิบายบริการ โมเดลข้อมูล และองค์ประกอบสถาปัตยกรรม บางส่วนของโมเดลและการตัดสินใจโดยใช้ TOGAF ถูกยกไปยังระยะถัดไปเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับธรรมชาติของโครงการทางด้านนวัตกรรม อีกรงานวิจัยที่นำ TOGAF ไปใช้ในหน่วยงานภาครัฐได้แก่งานของ Sasmito (2013) งานวิจัยนี้ได้นำ TOGAF มาใช้เพื่อแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างเป้าหมายจริงการวางแผนกระบวนการจัดทำรายงานประจำปี ซึ่งพบว่าทำให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่ดีกว่าเดิม นอกจากนี้ยังมีตัวอย่างงานวิจัยที่นำ TOGAF ไปประยุกต์กับสถาบันการศึกษา เช่น งานของ Manuputty และ Wijaya (2013) ได้นำ TOGAF ไปใช้ในกระบวนการวางแผนกลยุทธ์ของระบบสารสนเทศและเทคโนโลยีสารสนเทศของมหาวิทยาลัย Satya Wacana Christian University, Saratoga ประเทศอินโดนีเซีย ผลการวิจัยพบว่าสามารถสร้างแอปพลิเคชันพอร์ตโฟลิโอ (Application portfolio) เพื่อนำไปใช้ในสถาบันได้

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 การประเมินความสามารถในการใช้งานจริงของสถาปัตยกรรมระบบ ซึ่งผู้วิจัยได้นำกรอบงานโคบิมาบูรณาการกับปัจจัยความสำเร็จวิกฤตของการนำสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้เพื่อแสดงให้เห็นถึงน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยความสำเร็จในแต่ละปัจจัยว่าปัจจัยใดมีความสำคัญมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด โดยใช้วิธีการของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process: AHP) ซึ่งเป็นเครื่องมือวิเคราะห์ที่ได้รับความนิยมในระบบ

สนับสนุนการตัดสินใจ จากการศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการประเมินสถาปัตยกรรมระบบโดยใช้กรอบงานโคบิทพบว่า มีงานวิจัยที่ใกล้เคียงอยู่หลายฉบับ เช่น งานวิจัยของ Wahab และ Arief (2015) ได้บูรณาการกรอบงานโคบิทและ TOGAF ในการออกแบบการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศที่เข้าใจง่ายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศในการกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศภายในองค์กร ซึ่งรูปแบบการบูรณาการช่วยแก้ปัญหาการควบคุมการจัดกาโลยีสารสนเทศใช้กรอบงาน TOGAF 9.1 ผลที่ได้คือรูปแบบการบูรณาการสามส่วนเข้าด้วยกันคือ การกำกับดูแล หลักการหกประการ และการจัดการ ซึ่งถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพในการประยุกต์การกำกับดูแลเทคโนโลยีสารสนเทศในการกำกับดูแลภายในองค์กร อีกรงานวิจัยที่ใช้ COBIT กับสถาปัตยกรรมองค์กรคืองานวิจัยของ Cadete (2015) ได้นำเสนอการปรับปรุงผลลัพธ์ของการประเมินกระบวนการ COBIT 5 โดยบูรณาการ COBIT 5 ในการนำเสนอสถาปัตยกรรมองค์กร ส่วนในการนำกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (AHP) เพื่อนำมาวิเคราะห์สถาปัตยกรรมองค์กร พบว่ามีงานวิจัยที่สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ เช่น งานวิจัยของ Razavi และคณะ (2011) ได้นำ AHP มาใช้ในการวิเคราะห์หาสถาปัตยกรรมองค์กรที่เหมาะสมสอดคล้องกับลำดับความสำคัญรรถประโยชน์ขององค์กร นอกจากนี้ยังได้นำเสนอโครงสร้างข้อมูลซึ่งเก็บข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับความสำเร็จของสถาปัตยกรรมองค์กรที่แตกต่าง อีกรงานวิจัยหนึ่งของ Bakar และคณะ (2017) ได้นำเสนอรูปแบบการบูรณาการ BSC (Balanced Scorecard: BSC) เข้ากับ AHP เพื่อออกแบบการประเมินลำดับความสำคัญและความสามารถในการนำสถาปัตยกรรมองค์กรไปใช้จริง และอีกรงานวิจัยของ Rezik และคณะ (2015) ของ Bakar และคณะ (2017), “A decision-making method for business process outsourcing to the cloud based on business motivation model and AHP” ของ Rezik และคณะ (2015) ได้เน้นการพัฒนาวิธีการตัดสินใจเชิงบริบทสำหรับการยอมรับคลาวด์เพื่อให้องค์กรมีความเข้าใจ ประเมินตนเอง เลือกและรับเอารูปแบบบริการการประมวลผลแบบคลาวด์ที่เหมาะสมที่ปรับแต่งตามบริบทของธุรกิจโดยการนำเสนอวิธีการตัดสินใจด้วย AHP เพื่อหาว่าควรทำการเอาต์ซอร์สกระบวนการธุรกิจไปยังคลาวด์ผ่านรูปแบบบริการตัวใด

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 การพัฒนาระบบแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์มีการบูรณาการเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อนำมาพัฒนาระบบสารสนเทศข้อสังเกตจากการวิจัยพบว่า การใช้ทรัพยากรการประมวลผลบนคลาวด์ช่วยลดความยุ่งยากซับซ้อนในการจัดหาทรัพยากรที่จำเป็นในการพัฒนาได้ทั้งหมดและช่วยลดเวลาติดตั้งปรับแต่งบริการต่างๆ ลงไปได้อย่างมาก อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาเรื่องต้นทุนค่าบริการคลาวด์ เพราะผู้จัดหาบริการคลาวด์คิดค่าบริการตามจำนวนการใช้จริง ดังนั้นถ้าในอนาคตระบบมีผู้ใช้มากขึ้นค่าบริการก็จะเพิ่มมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ซึ่งแตกต่างจากการเช่าเว็บไซต์ต่างๆ ไปที่ชำระค่าเช่าเป็นรายปี ปีละเท่าๆ กันโดยไม่สนใจว่าจะมีผู้เข้ามาใช้ระบบมากน้อยเพียงใด ในส่วนของงานวิจัยที่นำแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์กับสหกิจศึกษาแบบเดียวกับงานวิจัยนี้ ได้แก่ งานวิจัยของ McDemott และคณะ (2011) ได้นำเสนอการกระบวนการบูรณาการแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับโปรแกรมสหกิจศึกษาที่วิทยาลัยภาษาและสังคมศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีโอคแลนด์ประเทศออสเตรเลีย งานวิจัยของ Robles และ Alanson (Robles และ Alanson, 2017) ได้นำเสนอการพัฒนาแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และการศึกษาทางอาชีพ โดยการใช้แพลตฟอร์ม Web

2.0 งานวิจัยของ Johrendt และคณะ (Johrendt และคณะ, 2009) ได้นำเสนอเพิ่มการเรียนรู้ให้เป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมสหกิจศึกษาเพื่อสะท้อนกิจกรรมสำหรับนักศึกษาและทรัพยากรเพื่อการประเมินผลสัมฤทธิ์ผลการเรียนรู้ งานวิจัยของ Ferns และ Comfort (Ferns และ Comfort, 2014: 269 - 280) ได้นำเสนอเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองหลักการการบูรณาการงานกับการเรียนรู้ (WIL) และการประเมินตามสภาพจริง งานวิจัยของ Alanson และ Robles (Alanson และ Robles, 2016: 387 - 397) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากแพลตฟอร์มของสหกิจศึกษาเพื่อตรวจสอบสมรรถนะนายจ้างด้านความพึงพอใจในระหว่างนำเสนอวิชาการพัฒนาทางวิชาชีพสำหรับนักศึกษาสหกิจศึกษาในสถาบันการศึกษาที่เน้นการวิจัยขนาดใหญ่

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 การประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศตามรูปแบบของ DeLone และ McLean (2003) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling : SEM) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร ข้อสังเกตในการใช้เทคนิคนี้คือจำเป็นต้องมีกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ตามทฤษฎีเพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ อีกประเด็นก็คือการเลือกใช้ซอฟต์แวร์ในการวิเคราะห์เพราะอาจมีเรื่องของลิขสิทธิ์ที่ต้องพิจารณาด้วย ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยหลีกเลี่ยงปัญหาลิขสิทธิ์โดยใช้โปรแกรม R ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์เปิดเผยรหัส (Opensource) ที่ได้รับความนิยมอย่างสูงในหมู่นักวิจัยทางด้านสถิติเพราะมีแพ็คเกจสำเร็จรูปให้เลือกใช้ได้หลากหลาย ส่วนงานวิจัยที่นำมาเอา SEM บูรณาการกับรูปแบบความสำเร็จระบบสารสนเทศของ DeLone และ McLean ไปประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศแบบเดียวกับงานวิจัยนี้ได้แก่ งานวิจัยของ Alzahrani และคณะ (2019) ใช้เพื่อประเมินความสำเร็จของระบบห้องสมุดงานวิจัยของ Yakubu และ Dasuki (2018) ใช้เพื่อประเมินความสำเร็จของระบบอีเลิร์นนิ่งในประเทศไนจีเรีย และงานวิจัยของ Tancli Lwaga (2013) ใช้วัดความสำเร็จของเทคโนโลยีห้องสมุด 2.0 ในบริบทของชาวแอฟริกัน

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 5 งานวิจัยนี้เป็นเพียงการนำเสนอรูปแบบการประเมินสมรรถนะดิจิทัล แต่ยังมีงานวิจัยอื่นที่พยายามศึกษาสมรรถนะดิจิทัลในด้านอื่น เช่น งานวิจัยของ Røkenes และ Krumsvik (2016) ค้นพบว่าการศึกษาและการสอนภาษาอังกฤษเป็นภาษาที่สองด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างเหมาะสมช่วยพัฒนาสมรรถนะดิจิทัลโดยรวมได้ งานวิจัยของ Blau และ Shamir-Inbal (2017) ได้ศึกษาวิธีการบูรณาการเทคโนโลยีของสถาบันการศึกษาเพื่อประเมินอย่างเป็นระบบภายในสถาบันของตนเองโดยมีตัวพยากรณ์หลายตัวและหนึ่งในนั้นคือสมรรถนะดิจิทัลของอาจารย์

ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 6 จากผลสำรวจแบบสอบถามสถานประกอบการถึงการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของตัวระบบจากงานวิจัยพบว่าอยู่ในระดับมาก ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นอีกหนึ่งความพยายามที่จะสร้างแพลตฟอร์มตลาดแรงงานดิจิทัล ซึ่งพบว่ามีงานวิจัยในการส่งเสริมหรือศึกษากลไกของตลาดแรงงานดิจิทัลในลักษณะเดียวกับงานวิจัยนี้ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับสื่อกลางตลาดแรงงานดิจิทัลและการคาดหวังในงานโดยใช้หลักฐานจากการทดลองจากภาคสนามของ Dammert และคณะ (2013) เป็นการศึกษาเพื่อศึกษาพฤติกรรมส่วนบุคคลในการใช้ข้อมูลเพื่อหาวิธีการที่สารสนเทศตลาดแรงงานถูกส่งไปยังผู้หางานผ่าน SMS จะส่งผลต่องานที่คาดหวังในประเทศเปรู ผลการศึกษาพบว่าผู้หางานที่ได้รับสื่อกลางดิจิทัลบนพื้นฐานของข้อมูลขนาดใหญ่เพิ่มโอกาสใน

การดำเนินงานที่คาดหวังอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การศึกษาเกี่ยวกับตลาดแรงงานดิจิทัลและการไหลของแรงงานที่มีความสามารถทั่วโลกของ Horton, Kerr และ Stanton (2017) ศึกษาสภาพแวดล้อมของตลาดแรงงานดิจิทัลทั้งในแบบจุลภาคและมหภาค การวิวัฒนาการ แนวโน้มในปัจจุบัน และมุมมองสำหรับทำวิจัยด้วยข้อมูลจุลภาคจากแพลตฟอร์มตลาดแรงงาน งานวิจัยนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงประจักษ์จากแพลตฟอร์ม Upwork โดยคำนึงถึงการปรับแต่งวิธีการเข้าถึงแบบจุลภาคและมหภาคเพื่อการแลกเปลี่ยนเชื่อมโยงด้านเนื้อหาอย่างไม่เป็นสัดส่วนบนแพลตฟอร์มดิจิทัล การวิเคราะห์โมเดลแนวโน้มถ่วงการไหลของเอาต์ซอร์สระดับโลก ตัวกำหนดสำหรับตลาดแรงงานดิจิทัล และปริมาณความยืดหยุ่นของงานตามอัตราค่าจ้าง และงานวิจัยเกี่ยวกับความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลระดับโลกที่มาจากอิทธิพลของการศึกษา แรงงาน เศรษฐกิจ และปัจจัยด้านนโยบายเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศของ Pick และ Azari (2007) ซึ่งศึกษาการวิเคราะห์อิทธิพลของการศึกษา แรงงาน เศรษฐกิจ และปัจจัยนโยบายการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศ ค่าใช้จ่าย และโครงสร้างพื้นฐานใน 67 ประเทศ ผลวิจัยพบความสำคัญของสมรรถนะด้านการวิจัยและพัฒนา การลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ การจัดลำดับความสำคัญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศของรัฐบาล และการศึกษาด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยด้านเทคโนโลยีในประเทศยากจนมีความสัมพันธ์อย่างมากกับการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศและซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของประเทศที่ประสบความสำเร็จอย่างต่อเนื่อง งานวิจัยนี้ยังแนะนำว่ารัฐบาลควรส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมและลดความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัลตลอดจนส่งเสริมแรงงานที่มีความคิดสร้างสรรค์ เน้นด้านการศึกษาและการวิจัยและพัฒนา

6.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบสารสนเทศจากการวิจัยนี้สามารถใช้เพื่อแก้ไขปัญหาหลายประการในงานสหกิจศึกษาของสถาบันการศึกษาต่างๆ อย่างไรก็ตามเพื่อให้ระบบสารสนเทศมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือยิ่งขึ้นสิ่งที่ควรพัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยนี้ได้แก่

6.3.1 การจัดการบล็อกเชน

ขั้นตอนที่ใช้เวลามากที่สุดของกระบวนการสร้างบล็อกเชนคือการทำฉันทามติ (Consensus) เนื่องจากต้องใช้โหนดเป็นจำนวนมากร่วมกัน ยังมีจำนวนมากเท่าใดความแข็งแกร่งของระบบก็จะมีมากเท่านั้น แต่ก็ต้องแลกมาด้วยเวลาในการประมวลผลที่เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นจึงไม่ควรจำกัดจำนวนโหนดเพียงเพื่อให้ระบบมีความเร็วเพิ่มขึ้น แต่ควรปรับปรุงอัลกอริทึมในกระบวนการทำฉันทามติให้รวดเร็วขึ้นซึ่งปัจจุบันมีนักวิจัยได้คิดค้นอัลกอริทึมในการทำฉันทามติเพิ่มขึ้นอีกหลายตัว ดังนั้นการวิจัยในอนาคตต้องเน้นไปที่การปรับใช้อัลกอริทึมใหม่ๆ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบในด้านความเร็วที่ไม่คำนึงถึงจำนวนโหนดฉันทามติ

6.3.2 ความร่วมมือจากภาคธุรกิจและสถาบันการศึกษา

การพัฒนาระบบในการวิจัยนี้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ในด้านทรัพยากรการประมวลผลที่สามารถนำมาใช้ได้อย่างยืดหยุ่น อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือค่าใช้จ่ายในระยะยาว ตลอดจนแผนในการจัดการความเสี่ยงในกรณีที่ระบบคลาวด์มีปัญหาขัดข้องซึ่งมีโอกาสเป็นไปได้ ดังนั้นถ้าภาคธุรกิจที่มีส่วนร่วมกับงานสหกิจศึกษาและสถาบันการศึกษาได้ทำความ

ตกลงร่วมมือในการแบ่งปันองค์ความรู้ของตนเองในกระบวนการทำฉันทามติก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ต้องพึ่งพาคลาเว่แบบสาธารณะและลดค่าเสียกรณีระบบคลาวด์มีปัญหาได้อีกด้วย

6.3.3 เพิ่มการประเมินสมรรถนะด้านต่างๆ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการประเมินสมรรถนะดิจิทัลตามกรอบงานสมรรถนะดิจิทัล 2.0 (DigComp 2.0 framework) ซึ่งเป็นสมรรถนะที่มีมาตรฐานรองรับในระดับนานาชาติ อย่างไรก็ตามทักษะในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ยังมีอีกหลายด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งทักษะวิชาชีพเฉพาะทาง การวิจัยในอนาคตคือ การเพิ่มโมดูลทักษะเฉพาะด้านอื่นๆ ให้สามารถเลือกใช้ในการประเมินสมรรถนะได้ตามความต้องการของแต่ละสาขาวิชาชีพ ซึ่งจะทำให้ระบบตอบสนองความต้องการของกลุ่มคนหลากหลายอาชีพในสังคมได้มากขึ้น

6.3.4 เพิ่มโมดูลสหกิจศึกษา

งานวิจัยนี้เกี่ยวข้องกับสหกิจศึกษาเฉพาะในส่วนของแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์เพื่อบันทึกรายงานการปฏิบัติงานของนักศึกษาในขณะที่ฝึกสหกิจศึกษา อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงสหกิจศึกษายังมีระบบปลีกย่อยอื่นๆ อีกมากที่จำเป็นต้องมี ดังนั้นการวิจัยในอนาคตควรทำการเก็บความต้องการของผู้ใช้ระบบสหกิจศึกษาของแต่ละสถาบันเพื่อนำมาพัฒนาระบบสหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนที่มีความสมบูรณ์รอบด้านมากขึ้น

6.3.5 ผลการประเมินสมรรถนะดิจิทัล

การประเมินสมรรถนะดิจิทัลของการวิจัยนี้มีข้อสังเกตคือผลที่ได้จากการวิจัยเป็นเพียงนักศึกษาจากสถาบันเดียว ดังนั้นผลสมรรถนะดิจิทัลที่ได้จึงไม่อาจสะท้อนภาพรวมในระดับประเทศได้ ดังนั้นถ้านำไปใช้กับกลุ่มวิชาชีพอื่นหรือสถาบันการศึกษาอื่นอาจได้ผลที่แตกต่างออกไป

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- ประวัติสมาคมสหกิจศึกษาไทย. (2561). [ออนไลน์]. [สืบค้นวันที่ 12 พฤศจิกายน 2561]. จาก <https://tace.sut.ac.th/tace/?page=About/show&id=2>.
- วิจิตร ศรีสะอาด และอลงกต ยะไวทย์. (2552). “การอุดมศึกษากับสหกิจศึกษา”. วารสารสหกิจศึกษาไทย. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1: 1-9.
- สหกิจศึกษาไทย,สมาคม. (2552). มาตรฐานและการประกันคุณภาพการดำเนินงานสหกิจศึกษา. กรุงเทพมหานคร : สมาคมสหกิจศึกษาไทย.
- สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการพัฒนาสหกิจศึกษาใน สถาบันอุดมศึกษา. (2552). แผนการดำเนินงานส่งเสริมสหกิจศึกษาสถาบันอุดมศึกษา ระหว่างปี พ.ศ. 2551-2555. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษากระทรวงศึกษาธิการ.

ภาษาอังกฤษ

- Aier, S. and Schelp, J. (2010). “A reassessment of enterprise architecture implementation.” Service-Oriented Computing. ICSOC/ServiceWave 2009. Workshops, Springer Berlin/Heidelberg: 35-47.
- Alanson, E. R. and Robles, R. A. (2016). “Using Electronic Portfolios to Explore Essential Student Learning Outcomes in a Professional Development Course.” Asia-Pacific Journal of Cooperative Education, Vol.17 No.4 : 387-397.
- Alzahrani, A. I. (2019). “Modelling digital library success using the DeLone and McLean information system success model.” Journal of Librarianship and Information Science. Vol.51 No.2 : 291-306..
- Ayling, D. and Hodges, D. (2007). “A portfolio model of learning: reframing assessment practices in a business cooperative education course.” In Proceedings of the annual conference of the New Zealand Association for Cooperative Education, ed. R.K. Coll. New Zealand: Roturua, (12-20).
- Bakar, N. A. (2017). “A Priority Based Enterprise Architecture Implementation Assessment Model: An Analytic Hierarchy Process (AHP) Approach.” Journal of Telecommunication. Electronic and Computer Engineering (JTEC), Vol.9 No.2-3 : 12.
- Barrett, H. (2000). [online]. The Electronic Portfolio Development Process. [cited 23 May 2018]. Available from : URL : <http://electronicportfolios.com/portfolios/EPDevProcess.html>.

- Barrett, H. (2005). [online]. Researching Electronic Portfolios and Learner Engagement. [cited 23 May 2018]. Available from : URL : <http://www.electronicportfolios.com/reflect/whitepaper.pdf>.
- Barrett, H. (2010). "Balancing the two faces of ePortfolios. Educação." Formação & Tecnologias. Vol.3 No.1 : 6-14.
- Bartels, A., Bartoletti, D. and Rymer, J. (2016).[online]. Public Cloud Market Will Grow to \$236 Billion in 2020. [cited 25 May 2018]. Available from : URL : <https://www.forrester.com/Public+Cloud+Market+Will+Grow+To+236+Billion+In+2020/-/E-PRE9446>.
- Barton, J. and Collins, A. . (1997). Portfolio Assessment: A Handbook for Educators. Assessment Bookshelf Series. 10 Bank Street, White Plains, NY 10602: Dale Seymour Publications.
- Bellanca, J. A. (2010). 21st century skills: Rethinking how students learn. Solution Tree Press.
- Bentler, P. M. (1980)."Multivariate analysis with latent variables: Causal modeling." Annual review of psychology, Vol. 31 No.1 : 419-456.
- Bentler, P. M. and Chou, C. P. (1987). "Practical issues in structural modeling." Sociological Methods & Research, Vol 16 No.1 : 78-117.
- Bennett S., Maton K. and Kervin L. (2008). "The digital natives debate: A critical review of the evidence." British Journal of Educational Technology. Vol.39 : 775–786.
- Blau, I. and Shamir-Inbal, T. (2017). "Digital competences and long-term ICT integration in school culture: The perspective of elementary school leaders." Education and Information Technologies. Vol.22 No.3 : 769-787.
- Blevins, T. J., Spencer, J. and Waskiewicz, F. (2004). TOGAF ADM and MDA. The Open Group and OMG.
- Bagozzi, R., Yi, Y. and Phillips, L. (1991). "Assessing construct validity in organizational research." Administrative Science Quarterly, Vol. 36 No. 3 : 421–458.
- Briggs C. and Makice K. (2012). Digital fluency: Building success in the digital age. Bloomington: SocialLens.
- Brinda, M. and Heric, M. (2017). [online]. The Changing Faces of the Cloud. [cited 14 August 2018] Available from : URL :: http://www2.bain.com/Images/BAIN_BRIEF_The_Changing_Faces_of_the_Cloud.pdf.
- Burris, P. (2017). [online]. Wikibon report preview: How big can Amazon Web Services get?. [cited 14 August 2018]. Available from : URL :

<https://siliconangle.com/2017/02/20/wikibon-report-preview-big-can-amazon-web-services-get/>.

- Buyya, R., Yeo, C.S, Venugopal,S., Broberg, J. and Brandic, I. (2009). “Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility.” Future Generation Computer Systems, Vol.25 No.6 : 599-616.
- Cadete, G. R. (2015). [online]. Using Enterprise Architecture for COBIT 5 Process Assessment and Process Improvement. [cited 14 August 2018]. Available from : URL :
https://www.researchgate.net/profile/Goncalo_Cadete/publication/319716547_Using_Enterprise_Architecture_for_COBIT_5_Process_Assessment_and_Process_Improvement/links/59bac6a10f7e9b48a289b60d/Using-Enterprise-Architecture-for-COBIT-5-Process-Assessment-and-Process-Improvement.pdf.
- Castro, M. and Liskov, B. (1999). “Practical Byzantine fault tolerance”. The Third Symposium on Operating Systems Design and Implementation, 99, New Orleans, USA: 173-186.
- CEN. (2008). [online]. European e-Competence Framework 1.0. – A common European framework for ICT Professionals in all industry sectors. [cited 2018]. Available: from : URL:
http://www.ecompetences.eu/site/objects/download/4756_EuropeaneCompetenceFramework1.0.pdf.
- Challis, D. (2005). “Towards the mature ePortfolio: Some implications for higher education.” Canadian Journal of Learning and Technology/La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie. Vol.31 No.3.
- Civelek, M. E. (2018). [online]. Essentials of structural equation modeling. [cited 20 December 2018]. Available from : URL :
<https://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1064&context=ebook>
- Colbert, A., YEE, N. and George, G. (2016). “The digital workforce and the workplace of the future.” Academy of Management Journal. Vol.59 No.3: 731-739
- Columbus, L. (2017). [online]. 2017 State of Cloud Adoption and Security. [cited 13 July 2018]. Available from : URL :
<https://www.forbes.com/sites/louiscolumbus/2017/04/23/2017-state-of-cloud-adoption-and-security/#21698e331848>.
- Crosby, M., Pattanayak, P., Verma, S. and Kalyanaraman, V. (2016). “Blockchain technology: Beyond bitcoin.” Applied Innovation. Vol.2 : 6-10.

- Dammert, A. C., Galdo, J. and Galdo, V. (2013). "Digital labor-market intermediation and job expectations: Evidence from a field experiment." Economics Letters. Vol. 120 No.1: 112-116.
- Davcik, N. S. (2014). "The use and misuse of structural equation modeling in management research: A review and critique." Journal of Advances in Management Research. Vol.11 No.1 : 47- 81.
- De Smet, A., Lund, S. and Schaninger, W. (2016). "Organizing for the future." McKinsey Quarterly. Vol.1 : 30-43.
- Deloitte. (2017). [online]. Technology, Media and Telecommunications Predictions. [cited 14 August 2018]. Available from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Technology-Media-Telecommunications/gx-deloitte-2017-tmt-predictions.pdf>.
- DeLone, W. H. and McLean, E. R. (1992). "Information systems success: The quest for the dependent variable." Information systems research. Vol.3 No.1 : 60-95.
- Delone, W. H. and McLean, E. R. (2003). "The DeLone and McLean model of information systems success: a ten-year update." Journal of management information systems. Vol.19 No.4 : 9-30.
- Dinan-Thompson, M., Lasen, M. and Hickey, R. (2010). "The potential of e-Portfolio-enhancing graduate employability in a professional program." Asia-Pacific Journal of Cooperative Education. Vol.11 : 93-102.
- Dorri, A., Kanhere, S. S., Jurdak, R. and Gauravaram, P. (2017). "Blockchain for IoT security and privacy: The case study of a smart home." Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops). IEEE International Conference, : 618-623.
- Felson, M. and Spaeth, J. L. (1978). "Community structure and collaborative consumption: A routine activity approach." American behavioral scientist. Vol.21 No.4 : 614-624.
- Ferns, S. and Comfort, J. (2014). "Eportfolios as Evidence of Standards and Outcomes in Work-Integrated Learning." Asia-Pacific Journal of Cooperative Education. Vol.15 No.3 : 269-280.
- Ferrari, A. (2012). Digital Competence in Practice: An Analysis of Frameworks. Luxembourg: Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Ferrari, A. (2013). [online]. DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : <http://digcomp.org.pl/wp-content/uploads/2016/07/DIGCOMP-1.0-2013.pdf>.

- Fuchs, C. (2010). "Labour in Informational Capitalism." The Information Society . Vol.26 No.3: 176-196.
- Gable, G. G., Sedera, D. and Chan, T. (2008). "Re-conceptualizing information system success: The IS-impact measurement model." Journal of the association for information systems. Vol.9 No.7: 18.
- Gülbahar, Y. and Tinmaz, H. (2006). "Implementing project-based learning and e-portfolio assessment in an undergraduate course." Journal of Research on Technology in Education. Vol.38 No.3 : 309-327.
- Hamilton, M. (2017). [online]. The future of cloud computing. [cited 26 January 2018]. Available from : URL : <https://www.jisc.ac.uk/reports/the-future-of-cloud-computing>.
- Hayward, L. M., Blackmer, B., Canali, A., Dimarco, R., Russell, A., Aman, S., Rossi, J. and Sloane, L. (2008). "Reflective electronic portfolios: a design process for integrating liberal and professional studies and experiential education". Journal of allied health. Vol.37 No.3 : 140-159.
- Hodges, D. (2008). "Letting Go: Changing Ownership of the Learning and Assessment Process in Cooperative Education." In Proceedings: New Zealand Association for Cooperative Education, (27-31).
- Hooper, M. (2018). [online]. Top five blockchain benefits transforming your industry. [cited 31 July 2018]. Available from : URL : <https://www.ibm.com/blogs/blockchain/2018/02/top-five-blockchain-benefits-transforming-your-industry/>.
- Horton, J., Kerr, W. R. and Stanton, C. (2017). Digital labor markets and global talent flows (No. w23398). National Bureau of Economic Research.
- Hsi, S. (2007). "Conceptualizing learning from the everyday activities of digital kids." International Journal of Science Education. Vol.29 : 1509–1529.
- Hsu, C.L. and Lin, J. C. C. (2010). "A study of the adoption behaviour for in-car GPS navigation systems." International Journal of Mobile Communications. Vol.8 No.6 : 603–624.
- Hu, L.T. and Bentler, P.M. (1999). "Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives." Structural equation modeling. Vol.6 No.1 : 1-55.
- Ilomäki, L., Paavola, S., Lakkala, M. and Kantosalo, A. (2016). "Digital competence—an emergent boundary concept for policy and educational research." Education and Information Technologies, Vol.21 No.3 : 655-679.

- Islam, F., Petriu, D. and Woodside, M. (2015). "Simplifying Layered Queuing Network Models." European Workshop on Performance Engineering. Springer, Cham, : 65-79.
- Ismail, N. Z, Razak, M. R., Zakariah, Z, Alias, N. and Aziz, M. N. A. (2012). "E-learning continuance intention among higher learning institution students in Malaysia." Procedia-Social and Behavioral Sciences. Vol.67 : 409 – 415.
- ITGI. (2007). [online]. COBIT 4.1 Excerpt, Executive Summary. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : <https://www.isaca.org/Knowledge-Center/cobit/Documents/COBIT4.pdf>
- Ivan, T. R. (2016). [online]. Professional Action Competency Model. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : <http://ivanteh-runningman.blogspot.com/2016/07/professional-action-competency-model.html>.
- Jackson, J., Jones, M., Steele, W. and Coiacetto, E. (2017). "How best to assess students taking work placements? An empirical investigation from Australian urban and regional planning." Higher Education Pedagogies. Vol.2 No.1 : 131-150.
- Jaekel, A., Hector, S., Northwood, D., Benzinger, K., Salinitri, G., Johrendt, J. and Watters, M. (2011). "Development of learning outcomes assessment methods for co-operative education programs". Journal of Cooperative Education and Internships .Vol.45 No.1 : 11-33.
- Jayaram, J., Kannan, V. and Tan, K. (2004). "Influence of initiators on supply chain value creation." International Journal of Production Research, Vol.42 No.20 : 4377-4399.
- Johrendt, J., Singh, P., Hector, S., Watters, M., Salinitri, G., Benzinger, K., Jaekel, A. and Northwood, D. (2009). "The co-op portfolio: An essential tool for assessment and student development in cooperative engineering programs." In Proceedings of the 20th Australasian Association for Engineering Education., Australia : University of Adelaide, (753).
- Jorgensen, D. and Senini, S. (2005). "Confronting the assessment demon-engineering portfolio assessment." 4th ASEE/AaeE Global Colloquium on Engineering Education. Australasian Association of Engineering Education, :1503.
- Kabzeva, A., Niemann, M., Müller, P. and Steinmetz, R. . (2010). "Applying TOGAF to Define and Govern a Service-oriented Architecture in a Large-scale Research Project In AMCIS." In Proceedings of the Sixteenth Americas Conference on Information Systems. Lima, Peru, (356).

- Kamogawa, T. and Okada, H. (2005). "A framework for enterprise architecture effectiveness." In Proceedings of ICSSSM '05. 2005 International Conference on Services Systems and Services Management, 2005. Chongqing China, (740-745).
- Kim, H. M. and Laskowski, M. (2016). [online]. Towards an ontology-driven blockchain design for supply chain provenance. [cited 14 August 2018]. At Dublin, Ireland. Available from : URL : https://www.researchgate.net/profile/Henry_Kim2/publication/307122548_Towards_an_Ontology-Driven_Blockchain_Design_for_Supply_Chain_Provenance/links/57c1d5e108aed246b0fe0475/Towards-an-Ontology-Driven-Blockchain-Design-for-Supply-Chain-Provenance.pdf.
- Knight, P. and Yorke, M. . (2004). Learning, curriculum and employability in higher education. London: Routledge Farmer.
- Koch, A. (2012). "E-Portfolios within Work-Integrated Learning: Online performance appraisal of final year students." In Proceedings of 9th WACE International Conference. Turkey, (20-22).
- Kolb, D. A. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development (Vol. 1). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Kosinski, M. (2015). [online]. You Don't Have a Choice: Preparing for an Increasingly Digital Job Market. [cited 14 August 2018] Available from : URL : <https://www.recruiter.com/i/you-dont-have-a-choice-preparing-for-an-increasingly-digital-job-market/>.
- Kraiger K., Ford J. K. (2006). The expanding role of workplace training: Themes and trends influencing training research and practice. In Koppes L. L. (Ed.), Historical perspectives in industrial and organizational psychology. Mahwah, NJ: Erlbaum : 281–309
- Lamport, L. B., Rodeheffer, T. L. and Chandy, K. M. . (1992). Reconfiguration system and method for high-speed mesh connected local area network. U.S. Patent No. 5,138,615. , Patent and Trademark Office., Washington, DC: U.S. .
- Landsman, D. (2018). [online]. The Digital Job Market. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : <https://www.pforpeople.com/tech-science/tech/digital-job-market>.
- Likert, R. (1932). "A technique for the measurement of attitudes." Archives of Psychology. Vol.140 No.22 : 55.

- Lin, G., Fu, D. and Zhu, J. and Dasmalchi, G. (2009). "Cloud computing: It as a service." IT Professional. Vol.11 No.2 : 10–13.
- Lorenzo, G. and Ittelson, J. . (2005). "Demonstrating and assessing student learning with e-portfolios." Educause Learning Initiative, ELI Paper, Vol.3.
- Marcoul-Burlinson, I. (2006). Handbook of research on eportfolios. London, UK: Idea Group.
- Martinez-Ruiz, A. and Aluja-Banet, T. (2009). "Toward the definition of a structural equation model of patent value: PLS path modelling with formative constructs." REVSTAT–Statistical Journal . Vol.7 No.3 : 265-290.
- Mason, R., Pegler, C. and Weller, M. (2004). "E-portfolios: an assessment tool for online courses." British Journal of Educational Technology. Vol.35 No.6 : 717-727.
- Mayeh, M., Ramayah, T. and Popa, S. (2014). "The role of absorptive capacity in the usage of a complex information system:The case of the Enterprise Information System." Journal of Universal Computer Science . Vol.20 No.6 : 826–841.
- Mazonka, O. (2017). [online]. Blockchain: Simple explanation. [cited 22 January 2018] Available from : URL : <http://jrxv.net/x/16/blockchain-gentle-introduction.pdf>.
- McCallum, B.A. and Wilson, J.C. (1988). "They said it wouldn't work: A history of cooperative education in Canada." Journal of Cooperative Education, Vol. 24 No.2-3 : 61-67.
- Mcdermott, K. and Gallagher, S. (2011). "Integration of eportfolios into cooperative education: Lessons learnt." Asia-Pacific Journal of Cooperative Education. Vol.12 No.2 : 95-101.
- McNamara, J. (2013). "The challenge of assessing professional competence in work integrated learning." Assessment & Evaluation in Higher Education. Vol.38 No.2 : 183-197.
- Mell, P. and Grance, T. (2009). "Effectively and securely using the cloud computing paradigm." NIST, Information Technology Laboratory, Vol.2 No.8 : 304-311.
- Mell, P. and Grance, T. (2011). [online]. The NIST definition of cloud computing. [cited 3 August 2018]. Available from : URL : <http://faculty.winthrop.edu/domanm/csci411/Handouts/NIST.pdf>.
- Monegro, J. (2014). [online]. The Blockchain Application Stack. [cited 22 January 2018]. Available from : URL : <https://www.coindesk.com/blockchain-application-stack/>.

- Nakamoto, S. (2008). [online]. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. [cited 10 January 2018]. Available from : URL : <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A. and Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. Princeton University Press.
- Nikpay, F., Selamat, H., Rouhani, B. D. and Nikfard, P. . (2013). "A review of critical success factors of enterprise architecture implementation." Informatics and Creative Multimedia (ICICM), 2013 International Conference on IEEE, (38-42).
- Paquet, C. (2012). Implementing Cisco IOS Network Security (IINS 640-554) Foundation Learning Guide. Cisco Press.
- Parry, S. (1996). "Just What Is a Competency?(And Why Should You Care?)." Training, Vol.35 No.6 : 58.
- Pick, J. B. and Azari, R. (2007). "Worldwide digital divide: influences of education, workforce, economic, and policy factors on information technology." In Proceedings of the 2007 ACM SIGMIS CPR conference on Computer personnel research: The global information technology workforce, ACM (78-86).
- Pituch, K. and Lee, Y. (2006). "The influence of system characteristics on e-learning use." Computers & Education. Vol.47 No.2 : 222–244.
- Public, Private or Hybrid Cloud: Which One is Right for You?. (2016). [cited 26 January 2018]. Available from : URL : <https://www.snp.com/blog/public-private-or-hybrid-cloud-which-one-right-you>.
- Rana, N. P., Dwivedi, Y. K., Williams, M. D. and Weeakkody, V. (2015) "Investigating success of an e-government initiative: Validation of an integrated IS success model." Information Systems Frontiers. Vol.17 No.1 : 127–142.
- Razavi, M. A. (2011). "An AHP-based approach toward enterprise architecture analysis based on enterprise architecture quality attributes." Knowledge and information systems. Vol.28 No.2 : 449-472.
- Rekik, M., Boukadi, K. and Ben-Abdallah, H. (2015). "A decision-making method for business process outsourcing to the cloud based on business motivation model and AHP." IJCC. Vol.4 No.1 : 47-62.
- Robles, A. and Alanson, E. (2016). "ePortfolio Implementation for Career Education." The Journal for Research and Practice in College Teaching. Vol.1 No.2 : 1-12. Available from : URL : <https://journals.uc.edu/index.php/jrpct/article/download/656/601/>.

- Røkenes, F. M. and Krumsvik, R. J. (2016). "Prepared to teach ESL with ICT? A study of digital competence in Norwegian teacher education." Computers & Education, Vol.97 : 1-20.
- Royce, W. W. (1970). "Managing the development of large software systems." Proceedings, IEEE WESCON. : 1-9.
- Ruiz, J. H., Koch, C., Erthal, M. and Williams, M. (2009). [online]. Handbook for Cooperative Education, Internships, and Registered Apprenticeship [cited 13 August 2018]. Available from : URL : <http://www.partners4value.lt/wp-content/uploads/2015/10/Handbook-for-Cooperative-Education-Internships-and-Registered-Apprenticeship.pdf>.
- Saaty, T. L. (1990). "How to make a decision: the analytic hierarchy process." European journal of operational research. Vol.48 No.1 : 9-26.
- Saaty, T. L. and Vargas, L. G. (1979). "Estimating technological coefficients by the analytic hierarchy process." Socio-Economic Planning Sciences. Vol.13 No.6 : 333-336.
- Shaltoni, A. M, Khraim, H., Abuhamad, A. and Amer, M. (2015). "Exploring students' satisfaction with universities' portals in developing countries: A cultural perspective." International Journal of Information and Learning Technology . Vol.32 No.2 : 82-93.
- Sharples, M. and Domingue, J. (2016). "The blockchain and kudos: A distributed system for educational record, reputation and reward." European Conference on Technology Enhanced Learning Springer. Cham,,: 490-496.
- Sherman, G. (2006). Instructional roles of electronic portfolios. In A. Jafaria & C. Kaufman (Eds), Handbook. Hershey, PA: Idea Group Reference.
- Sikorski, J. J., Haughton, J. and Kraft, M. (2017). "Blockchain technology in the chemical industry: Machine-to-machine electricity market." Applied Energy. Vol.195 : 234-246.
- Simmons, C. and Williams, A. . (2012). Conclusion: Directions and opportunities for future professionals. In C. A. Simmons, W. Sher, A. Williams, & T. Levett-Jones. (Eds.), Work ready: e-Portfolios to support professional placements: A focus on nursing and construction management degrees . Australia. Sydney, NSW: Office for Learning and Teaching.
- Simonsson, M. (2006, April). "Assessment of IT governance-A prioritization of Cobit." In Proceedings of the Conference on Systems Engineering Research. Studentlitteratur, 1-10.

- Smith, A. (2015).[online]. Searching for Work in the Digital Era. [cited 4 August 2018]. Available from : URL : <http://www.pewinternet.org/2015/11/19/searching-for-work-in-the-digital-era/>.
- Sovilla, E.S. and Varty, J.W. . (2004). Cooperative education in the USA, past and present: Some lessons learned. In R.K. Coll & Eames (Eds.). International handbook for cooperative education: An international perspective of the theory, research and practice of work-integrated learning. Boston: World Association for Cooperative Education.
- Spearman, C. (1904). "General intelligence, objectively determined and measured." American Journal of Psychology. Vol.15 : 201–293.
- Strudler, N. and Wetzel, K. (2005). "The diffusion of electronic portfolios in teacher education: Issues of initiation and implementation." Journal of research on technology in education, Vol.4 : 411-433.
- Szabo, N. (1996). [online]. Smart Contracts: Building Blocks for Digital Markets. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinterschool2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html.
- Tandi Lwoga, E. (2013). "Measuring the success of library 2.0 technologies in the African context: The suitability of the DeLone and McLean's model." Campus-Wide Information Systems. Vol.30 No.4 : 288-307.
- Tapscott, D. and Tapscott, A. (2016). [online]. Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : <https://www.insightinvestment.com/globalassets/documents/recent-thinking/uk-blockchain-revolution.pdf>.
- Thomas, D. (2009). "Cloud Computing – Benefits and Challenges!." Journal of Object Technology. Vol.8 No.3 : 37 - 41.
- Tian, F. (2016). "An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology." In Service Systems and Service Management. 2016 13th International Conference on IEEE,(ICSSSM), (1-6).
- Tilemma, H. (1998). "Design and validity of a portfolio instrument for professional training." Studies in Educational Evaluation, Vol.24 No.3 : 263 - 278.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO).[online]. (2011). UNESCO ICT competency framework for teachers. [cited 2018]. Available from: URL : <http://hdl.voced.edu.au/10707/217813>

- Van den Brande, L. (2016). [online]. The European Digital Competence Framework for citizens. [cited 14 December 2018]. Available from : URL : https://www.researchgate.net/profile/Lieve_Van_Den_Brande/publication/305992028_The_European_Digital_Competence_Framework_for_citizens/links/57a89c4108ae0107eee6c932/The-European-Digital-Competence-Framework-for-citizens.pdf?origin=publication_detail.
- Van der Raadt, B., Bonnet, M., Schouten, S. and Van Vliet, H. (2010). "The relation between EA effectiveness and stakeholder satisfaction." Journal of Systems and Software. Vol.83 No.10 : 1954-1969.
- Van Wesel, M. and Prop, A. (2008). "The influence of portfolio media on student perceptions and learning outcomes." In Proceedings of Student Mobility and ICT: Can E-LEARNING overcome barriers of Life-Long learning?. Maastricht University, (73).
- Vasconcelos, A., Sousa, P. and Tribolet, J. (2003). "Information System Architectures: Representation, Planning and Evaluation." In Proceedings of International Conference on Computer, Communication and Control Technologies Orlando, USA, Vol.1 No.6, (78-84).
- Vinzi, V.E., Chin, W. W., Henseler, J. and Wang, H. (2010). Handbook of partial least squares: Concepts, methods and applications. Heidelberg, Dordrecht, London, New York: Springer.
- Vuorikari, R., Punie, Y., Carreteto, G. S. and Vand Den Brande, G. (2016). [online]. DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : <https://ec.europa.eu/jrc/en/printpdf/150698>.
- Wahab, I. H. A. and Arief, A. (2015). "An integrative framework of COBIT and TOGAF for designing IT governance in local government." 2015 2nd International Conference on Information Technology, Computer, and Electrical Engineering (ICITACEE), IEEE, (36-40).
- Walker, A. (2018). [online]. Cybersecurity Trends 2018. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : <https://blog.g2crowd.com/blog/trends/cybersecurity/2018-cs/blockchain/>.
- Weisz, M. and Smith, S. (2005). "Critical changes for successful cooperative education." In Higher education in a changing world. Proceedings of the 28th HERDSA Annual Conference, 605-616.
- Wixom, B. H. and Todd, P. A. (2005). "A theoretical integration of user satisfaction and technology acceptance." Information systems research, Vol.16 No.1: 85-102.

- Wong,T.L., Hoang,T. and Steven,G. (2012). [online]. A Fresh Graduate's Guide to Software Development Tools and Technologies, Chapter 1 Cloud Computing. [cited 14 August 2018]. Available from : URL : <https://www.comp.nus.edu.sg/~seer/book/2e/>.
- Wright, S. (1921). "Correlation and causation." Journal of Agricultural Research, Vol.20 : 557-585.
- Xu, X., Pautasso, C., Zhu, L., Gramoli, V., Ponomarev, A., Tran, A. B. and Chen, S. . (2016). "The blockchain as a software connector." 2016 13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA). IEEE: 182-191.
- Yaga, D., Mell, P., Robby, N. and Scarfone, K. (2018). [online]. Blockchain Technology Overview. [cited 29 January 2018]. Available from : URL : <https://csrc.nist.gov/CSRC/media/Publications/nistir/8202/draft/documents/nistir8202-draft.pdf>.
- Yakubu, M. N. and Dasuki, S. (2018). "Assessing eLearning systems success in Nigeria: an application of the DeLone and McLean Information Systems Success Model." Journal of Information Technology Education: Research, Vol.17 : 183-203.
- Ylimäki, T. (2008). "Potential critical success factors for enterprise architecture." Tietotekniikan tutkimusinstituutin julkaisuja, Vol.1236-1615 : 18.
- Yuan, Y. and Wang, F. Y. (2016). "Towards blockchain-based intelligent transportation systems. In Intelligent Transportation Systems (ITSC)." 2016 IEEE 19th International Conference on IEEE., IEEE, : 2663-2668.
- Zhu, J. (2010). Cloud computing technologies and applications. In Handbook of cloud computing. Springer US: 21-45.

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

| ชื่อ-นามสกุล | ตำแหน่ง | หน่วยงาน |
|------------------------------------|--|---|
| 1. ผศ.ดร.กิตติพงษ์ สุวรรณราช | อาจารย์ประจำ | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม |
| 2. ดร.จักรกฤษณ์ สิริริน | นักวิจัย | คณะภูมิสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา |
| 3. รศ.ณัฐพร พิมพายน | อาจารย์ประจำ | สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช |
| 4. ดร.ณัฐพล ธนเขวงสกุล | ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ | คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม |
| 5. ดร.ทรงพล นครเศสเรืองศักดิ์ | หัวหน้าสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก |
| 6. ดร.ธีระพล ลิ้มศรีธธา | อาจารย์ประจำ | สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก |
| 7. ดร.นัทธีรา พุมมาพันธุ์ | ผู้อำนวยการกลุ่มมาตรฐานวิชาการ | วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก |
| 8. ดร.ไพโรจน์ สมุทรักษ์ | อาจารย์ประจำ | สาขาวิชาเทคโนโลยีมีลติมีเดีย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม |
| 9. ดร.ลวิณกร มุกดาสนิท | ประธานแขนงวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ | มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม |
| 10. รศ.ดร.วินัย รังสินันท์ | รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ | มหาวิทยาลัยเจ้าพระยา |
| 11. ผศ.ดร.วีระยุทธ พิมพาภรณ์ | รองคณบดีฝ่ายบริการวิชาการและพัฒนางานองค์กร | ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา |
| 12. ผศ.ดร.ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล | ผู้ช่วยอธิการบดีฝ่ายการจัดการงานวิชาการ | และรักษาการคณบดีคณะบริหารธุรกิจสถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ |
| 13. รศ.ศิริภัทรา เหมือนมาลัย | อาจารย์ประจำ | คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ (ต่อ)

| ชื่อ-นามสกุล | ตำแหน่ง | หน่วยงาน |
|------------------------------|----------------------------------|---|
| 14. ดร.สนิท หลุณหรรษวาสิน | รองผู้อำนวยการฝ่ายวางแผนและพัฒนา | วิทยาลัยอาชีวศึกษาสันติราษฎร์ ในพระอุปถัมภ์ฯ |
| 15. รศ.ดร.สมศักดิ์ เตชะโกสิต | อาจารย์ประจำ | โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน |
| 16. ดร.สุพัตรา สุจริตรักษ์ | อาจารย์ประจำ | สายวิชาศิลปศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน |
| 17. ดร.สุรชาติ บัวชุม | ผู้ช่วยคณบดี | คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม |
| 18. ผศ.ดร.สุริยะ พุ่มเฉลิม | หัวหน้าสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ | คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก |

ภาคผนวก ข

รายชื่อตัวแทนสถานประกอบการ

| ชื่อ-นามสกุล | ตำแหน่ง | หน่วยงาน |
|---------------------------|--|--|
| 1. คุณกฤษฎา ผลบุตร | System Engineer | บริษัทยูแทคไทย จำกัด |
| 2. คุณขวัญจิรา ลานอก | เจ้าหน้าที่ธุรการ | บริษัทซีเอ็มซีสตีลเทรดดิ้ง จำกัด |
| 3. คุณจักรกฤษณ์ ทิพย์ญาณ | IT Support | บริษัทเฟมไลน์ โปรดักส์ จำกัด |
| 4. คุณชัย ชัยอารยกุล | Project Manager | บริษัทเมืองไทยประกันชีวิต จำกัด |
| 5. คุณเทอดพงษ์ บุญนันท์ | Senior Manager | บริษัทอนันดาดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน) |
| 6. คุณปวีณา กาลพัฒน์ | Project Administrator | บริษัททีทีไอเอ็นจีเนียร์ริง จำกัด |
| 7. คุณภาวิณี มหิมา | ประธาน เจ้าหน้าที่บริหาร | บริษัทโอเพนซอร์สเทคโนโลยี จำกัด |
| 8. ดร.อุริตา สายะวารานนท์ | Senior Corporate Branding & Communications Manager | บริษัทซีดีจี จำกัด |
| 9. คุณยุทธเดช ช้อยแสง | เจ้าของกิจการ | สำนักงานวราเดชการบัญชี |
| 10.คุณสุริยา แหลมทอง | Managing Director | บริษัทแหลมทองอินเตอร์เทค จำกัด |
| 11.คุณเสกสรร รัตนคุณ | IT Support | บริษัทแวลูเอชั่น เอ็นจีเนียร์ริง จำกัด |
| 12.คุณอัศษดิณย์ ปัญชานท์ | พนักงานสื่อสาร องค์กร | บริษัทบุญรอด บิเวอรี่ จำกัด |
| 13.คุณเอกชัย เถาแดง | IT Support | บริษัทอโตโมทีฟ เอเชียติก (ประเทศไทย) |

ภาคผนวก ค

แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบโดยผู้เชี่ยวชาญ

**แบบสอบถามสถาปัตยกรรมระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเชนบน
คลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)
คำชี้แจง**

แบบสอบถามชุดนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านความสามารถนำ
สถาปัตยกรรมระบบไปใช้งานจริงโดยเทคนิคกระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้น (Analytic Hierarchy
Process: AHP) สำหรับผู้เชี่ยวชาญจากสถาบันการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ว่า
สถาปัตยกรรมระบบสามารถนำไปใช้งานจริงได้หรือไม่ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้ข้อมูล
ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน เพื่อที่จะได้พัฒนาระบบต่อไป

แบบประเมินแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 การประเมินระบบสารสนเทศตามกรอบโคบิท (COBIT) จำนวน 5 ด้าน ได้แก่

1. เกณฑ์สารสนเทศ (Information criteria)
2. ทรัพยากรสารสนเทศ (Information resource)
3. รูปแบบการประมวลผลทั่วไป (Generic process model)
4. การควบคุมการประมวลผล (Process control)
5. การควบคุมแอปพลิเคชัน (Application control)

**ตอนที่ 2 การประเมินปัจจัยความสำเร็จวิกฤติ (Critical success factor) ในการสถาปัตยกรรม
ระบบไปใช้จริง**

เกณฑ์การให้คะแนนตอนที่ 1 และ 2

| คะแนน | ความหมาย |
|----------------------------|---|
| -9 | มีความสำคัญน้อยกว่าที่สุด |
| -7 | มีความสำคัญค่อนข้างน้อยกว่าที่สุด |
| -5 | มีความสำคัญน้อยกว่า |
| -3 | มีความสำคัญค่อนข้างน้อยกว่า |
| 1 | มีความสำคัญเท่ากัน |
| 3 | มีความสำคัญค่อนข้างมากกว่า |
| 5 | มีความสำคัญมากกว่า |
| 7 | มีความสำคัญค่อนข้างมากกว่าที่สุด |
| 9 | มีความสำคัญมากกว่าที่สุด |
| -8, -6, -4, -2, 2, 4, 6, 8 | มีความสำคัญกึ่งกลางระหว่างระดับมากกว่ากับน้อยกว่า |

ตอนที่ 3 ความสอดคล้องของสถาปัตยกรรมระบบตามเกณฑ์โคบิท

เกณฑ์การให้คะแนนตอนที่ 3

- | | | | |
|---|-------|---------|------------|
| 1 | คะแนน | หมายถึง | น้อยที่สุด |
| 2 | คะแนน | หมายถึง | น้อย |
| 3 | คะแนน | หมายถึง | ปานกลาง |

| | | | |
|---|-------|---------|-----------|
| 4 | คะแนน | หมายถึง | มาก |
| 5 | คะแนน | หมายถึง | มากที่สุด |

ตอนที่ 1 การประเมินระบบสารสนเทศตามกรอบโคบิท (COBIT)

| รายการประเมิน | คะแนน |
|--|-------|
| (1.1) ความสำคัญของ "เกณฑ์ด้านสารสนเทศ (Information criteria)" เมื่อเทียบกับ "ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology resource)" | |
| (1.2) ความสำคัญของ "เกณฑ์ด้านสารสนเทศ (Information criteria)" เมื่อเทียบกับ "รูปแบบการประมวลผลทั่วไป (Generic process model)" | |
| (1.3) ความสำคัญของ "เกณฑ์ด้านสารสนเทศ (Information criteria)" เมื่อเทียบกับ "การควบคุมการประมวลผล (Process control)" | |
| (1.4) ความสำคัญของ "เกณฑ์ด้านสารสนเทศ (Information criteria)" เมื่อเทียบกับ "การควบคุมแอปพลิเคชัน (Application control)" | |
| (1.5) ความสำคัญของ "ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology resource)" เมื่อเทียบกับ "รูปแบบการประมวลผลทั่วไป (Generic process model)" | |
| (1.6) ความสำคัญของ "ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology resource)" เมื่อเทียบกับ "การควบคุมการประมวลผล (Process control)" | |
| (1.7) ความสำคัญของ "ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information technology resource)" เมื่อเทียบกับ "การควบคุมแอปพลิเคชัน (Application control)" | |
| (1.8) ความสำคัญของ "รูปแบบการประมวลผลทั่วไป (Generic process model)" เมื่อเทียบกับ "การควบคุมกระบวนการ (Process control)" | |
| (1.9) ความสำคัญของ "รูปแบบการประมวลผลทั่วไป (Generic process model)" เมื่อเทียบกับ "การควบคุมแอปพลิเคชัน (Application control)" | |
| (1.10) ความสำคัญของ "การควบคุมกระบวนการ (Process control)" เมื่อเทียบกับ "การควบคุมแอปพลิเคชัน (Application control)" | |

ตอนที่ 2 การประเมินปัจจัยความสำเร็จวิกฤติ (Critical success factor) ในการสถาปัตยกรรมระบบไปใช้จริง

| รายการประเมิน | คะแนน |
|---|-------|
| (2.1) ความสำคัญของ "การวางแผน (Planning)" เมื่อเทียบกับ "การกำกับดูแล (Governance)" โดยใช้เกณฑ์รูปแบบการประเมินผลทั่วไป | |
| (2.2) ความสำคัญของ "การวางแผน (Planning)" เมื่อเทียบกับ "การกำกับดูแล | |

| รายการประเมิน | คะแนน |
|---|-------|
| (Governance) " โดยใช้เกณฑ์การควบคุมกระบวนการ | |
| (2.3) ความสำคัญของ "การวางแผน (Planning)" เมื่อเทียบกับ "การกำกับดูแล (Governance) " โดยใช้เกณฑ์การควบคุมแอปพลิเคชัน | |
| (2.4) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดการ (Management)" โดยใช้เกณฑ์ด้านสารสนเทศ | |
| (2.5) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดการ (Management)" โดยใช้เกณฑ์ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ | |
| (2.6) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดการ (Management)" โดยใช้เกณฑ์รูปแบบการประมวลผลทั่วไป | |
| (2.7) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดการ (Management)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมกระบวนการ | |
| (2.8) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดการ (Management)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมแอปพลิเคชัน | |
| (2.9) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสาร และการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์ด้านสารสนเทศ | |
| (2.10) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสาร และการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ | |
| (2.11) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสาร และการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์รูปแบบการประมวลผลทั่วไป | |
| (2.12) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสาร และการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมกระบวนการ | |
| (2.13) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมแอปพลิเคชัน | |
| (2.14) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์ด้านสารสนเทศ | |
| (2.15) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ | |
| (2.16) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์รูปแบบการประมวลผลทั่วไป | |
| (2.17) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำ | |

| รายการประเมิน | คะแนน |
|---|-------|
| เอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมกระบวนการ | |
| (2.18) ความสำคัญของ "การกำกับดูแล (Governance)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมแอปพลิเคชัน | |
| (2.19) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์ด้านสารสนเทศ | |
| (2.20) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ | |
| (2.21) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์รูปแบบการประมวลผลทั่วไป | |
| (2.22) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมกระบวนการ | |
| (2.23) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมแอปพลิเคชัน | |
| (2.24) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์ด้านสารสนเทศ | |
| (2.25) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ | |
| (2.26) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์รูปแบบการประมวลผลทั่วไป | |
| (2.27) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมกระบวนการ | |
| (2.28) ความสำคัญของ "การจัดการ (Management)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมแอปพลิเคชัน | |
| (2.29) ความสำคัญของ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์ด้านสารสนเทศ | |
| (2.30) ความสำคัญของ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศ | |
| (2.31) ความสำคัญของ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and | |

| รายการประเมิน | คะแนน |
|--|-------|
| Supporting)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์รูปแบบการประมวลผลทั่วไป | |
| (2.32) ความสำคัญของ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมกระบวนการ | |
| (2.33) ความสำคัญของ "การสื่อสารและการสนับสนุน (Communication and Supporting)" เมื่อเทียบกับ "การจัดทำเอกสาร (Documentation)" โดยใช้เกณฑ์การควบคุมแอปพลิเคชัน | |

ตอนที่ 3 ความสอดคล้องของสถาปัตยกรรมระบบตามเกณฑ์โคบิท

| รายการประเมิน | คะแนนความสอดคล้องของสถาปัตยกรรมระบบตามเกณฑ์โคบิท | | | | |
|--|--|------|---------|-----|-----------|
| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| (3.1) สารสนเทศในระบบมีความสอดคล้อง ถูกต้องและพร้อมใช้งานได้ | | | | | |
| (3.2) มีการใช้ทรัพยากรระบบที่ก่อประโยชน์สูงและประหยัด | | | | | |
| (3.3) สารสนเทศมีความปลอดภัยน่าเชื่อถือ | | | | | |
| (3.4) สารสนเทศมีความถูกต้อง สมบูรณ์ | | | | | |
| (3.5) สารสนเทศมีกระบวนการธุรกิจที่พร้อมใช้งานในปัจจุบันและรองรับอนาคต | | | | | |
| (3.6) สารสนเทศมีความถูกต้องตามระเบียบข้อบังคับและกฎหมายว่าด้วยสิทธิความเป็นส่วนตัว | | | | | |
| (3.7) สารสนเทศมีความน่าเชื่อถือ | | | | | |
| (3.8) ระบบมีการใช้ทรัพยากรสารสนเทศอย่างเหมาะสม | | | | | |
| (3.9) ระบบมีโครงสร้างในการสร้าง การนำส่ง และการประเมินสารสนเทศ | | | | | |
| (3.10) ระบบมีการควบคุมกระบวนการอย่างเหมาะสม | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ขอขอบพระคุณอย่างสูงในความอนุเคราะห์

นายสุโกศล วโนทยาพิทักษ์

ภาคผนวก ง

แบบประเมินด้านประสิทธิภาพของระบบ

แบบสอบถามด้านประสิทธิภาพของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อก
เซนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบด้านประสิทธิภาพของระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ว่าสามารถใช้งานได้เหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้ข้อมูลที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน เพื่อที่จะได้ปรับปรุงระบบต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนน

- | | | | |
|---|-------|---------|------------------------------|
| 1 | คะแนน | หมายถึง | ประสิทธิภาพของระบบน้อยที่สุด |
| 2 | คะแนน | หมายถึง | ประสิทธิภาพของระบบน้อย |
| 3 | คะแนน | หมายถึง | ประสิทธิภาพของระบบปานกลาง |
| 4 | คะแนน | หมายถึง | ประสิทธิภาพของระบบมาก |
| 5 | คะแนน | หมายถึง | ประสิทธิภาพของระบบมากที่สุด |

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบ | | | | |
|---|--|------|---------|-----|-----------|
| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. ความสามารถในการทำงานของระบบ (Functional Requirement Test) | | | | | |
| 1.1 ความสามารถของระบบในการนำเสนอข้อมูล | | | | | |
| 1.2 ความสามารถของระบบในการเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม ลบ แก้ไข) ข้อมูล | | | | | |
| 1.3 ความสามารถของระบบในการจัดเก็บเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษา | | | | | |
| 1.4 ความสามารถของระบบในการค้นหาข้อมูลบุคคลในตลาดแรงงานดิจิทัล | | | | | |
| 1.5 ความสามารถของระบบในการประเมินสมรรถนะดิจิทัล | | | | | |
| 1.6 ความสามารถของระบบในการสร้างเก็บข้อมูลเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาด้วยเทคโนโลยีบล็อกเซน | | | | | |
| 1.7 ความสามารถของระบบในการจัดการฐานข้อมูล | | | | | |
| 1.8 ความสามารถของระบบโดยภาพรวม | | | | | |

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบ | | | | |
|--|--|------|---------|-----|-----------|
| | ต่ำที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. ความถูกต้องในการทำงานของระบบ (Functional Test) | | | | | |
| 2.1 ความถูกต้องของระบบในการนำเสนอข้อมูล | | | | | |
| 2.2 ความถูกต้องในการเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม ลบ แก้ไข) ข้อมูล | | | | | |
| 2.3 ความถูกต้องของระบบในการจัดเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา | | | | | |
| 2.4 ความถูกต้องของระบบในการค้นหาข้อมูลบุคคลในตลาดแรงงานดิจิทัล | | | | | |
| 2.5 ความถูกต้องของระบบในการประเมินสมรรถนะดิจิทัล | | | | | |
| 2.6 ความถูกต้องของระบบในการสร้างเก็บข้อมูลแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน | | | | | |
| 2.7 ความถูกต้องของระบบในการจัดการฐานข้อมูล | | | | | |
| 2.8 ความถูกต้องของระบบโดยภาพรวม | | | | | |
| 3. ความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) | | | | | |
| 3.1 ความง่ายในการใช้ระบบ | | | | | |
| 3.2 ความเหมาะสมในการนำเสนอภาพกราฟิก | | | | | |
| 3.3 ความชัดเจนของข้อความที่แสดงบนจอภาพ | | | | | |
| 3.4 ความเหมาะสมของการใช้โทนสีโดยภาพรวม | | | | | |
| 3.5 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรที่เลือกใช้ | | | | | |
| 3.6 ความเหมาะสมในการออกแบบหน้าจอโดยภาพรวม | | | | | |
| 4. ความเร็วในการทำงานของระบบ (Performance Test) | | | | | |
| 4.1 ความเร็วในการนำเสนอข้อมูล | | | | | |
| 4.2 ความเร็วในการเปลี่ยนแปลง (เพิ่ม ลบ แก้ไข) ข้อมูล | | | | | |

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบ | | | | |
|--|--|------|---------|-----|-----------|
| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4.3 ความเร็วของระบบในการจัดเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา | | | | | |
| 4.4 ความเร็วของระบบในการค้นหาข้อมูลบุคคลในตลาดแรงงานดิจิทัล | | | | | |
| 4.5 ความเร็วของระบบในการประเมินสมรรถนะดิจิทัล | | | | | |
| 4.6 ความเร็วของระบบในการสร้างเก็บข้อมูลแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาด้วยเทคโนโลยีบล็อกเชน | | | | | |
| 4.7 ความเร็วของระบบในการจัดการฐานข้อมูล | | | | | |
| 4.8 ความเร็วของระบบโดยภาพรวม | | | | | |
| 5. การรักษาความปลอดภัยของระบบ (Security Test) | | | | | |
| 5.1 เมื่อผู้ใช้งานป้อนข้อมูลผิดพลาดระบบมีการแจ้งเตือนเพื่อความปลอดภัย | | | | | |
| 5.2 ความปลอดภัยในการเข้าใช้ระบบโดยมีการกำหนดรหัสผู้ใช้และรหัสผ่าน | | | | | |
| 5.3 ความปลอดภัยจากการเข้ามาเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลจากบุคคลภายนอก | | | | | |
| 5.4 ความปลอดภัยจากการเข้ามาลบข้อมูลในระบบ | | | | | |
| 6. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนในการเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาเพื่อส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัล | | | | | |
| 6.1 การใช้เทคโนโลยีบล็อกเชนช่วยให้การเก็บแฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์มีความน่าเชื่อถือ | | | | | |
| 6.2 ความเหมาะสมของจำนวนข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่แฟ้มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษา | | | | | |
| 6.3 ความถูกต้องของข้อมูลที่จัดเก็บในฐานข้อมูล | | | | | |
| 6.4 ความเหมาะสมของสมรรถนะดิจิทัลที่นำเสนอ | | | | | |

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นด้านประสิทธิภาพของระบบ | | | | |
|--|--|------|---------|-----|-----------|
| | ต่ำที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6.5 ความสะดวกในการค้นหาบุคคลใน ตลาดแรงงานดิจิทัล | | | | | |
| 6.6 ความถูกต้องในการค้นหาบุคคลใน ตลาดแรงงานดิจิทัล | | | | | |
| 6.7 ความสะดวกในการใช้งานเพิ่มสะสมงาน อิเล็กทรอนิกส์แบบบล็อกเชนโดยภาพรวม | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)

ขอขอบพระคุณอย่างสูงในความอนุเคราะห์

นายสุโกศล วโนทยาพิทักษ์

ภาคผนวก จ

แบบประเมินความสำเร็จของระบบสารสนเทศ

แบบสอบถามวัดความสำเร็จของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ศึกษาแบบบล็อกเขนบนคลาวด์เพื่อประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบด้านความสำเร็จของระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ว่าระบบที่พัฒนาประสบความสำเร็จในการใช้งานหรือไม่ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้ข้อมูลที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน เพื่อที่จะได้ปรับปรุงระบบต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนน

| | | | |
|---|-------|---------|-----------------------------|
| 1 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบน้อยที่สุด |
| 2 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบน้อย |
| 3 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบปานกลาง |
| 4 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบมาก |
| 5 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบมากที่สุด |

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นด้านความสำเร็จของระบบ | | | | |
|---|---------------------------------------|------|---------|-----|-----------|
| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. ความมั่นคงปลอดภัยของระบบ | | | | | |
| 1.1 ความสามารถในการปรับใช้งาน | | | | | |
| 1.2 ความพร้อมใช้งาน | | | | | |
| 1.3 ความน่าเชื่อถือของระบบ | | | | | |
| 1.4 ความยืดหยุ่นของระบบ | | | | | |
| 1.5 ฟังก์ชันในการทำงานครบถ้วน | | | | | |
| 2. ความน่าเชื่อถือของสารสนเทศ | | | | | |
| 2.1 ความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล | | | | | |
| 2.2 ความทันต่อการใช้งานหรือทันเวลาของข้อมูล | | | | | |
| 2.3 ความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ของข้อมูล | | | | | |
| 2.4 ความสมบูรณ์ครบถ้วนของข้อมูล | | | | | |
| 2.5 ความสอดคล้องของข้อมูล | | | | | |
| 2.6 ความถูกต้องแม่นยำของข้อมูล | | | | | |
| 2.7 ความง่ายต่อการทำความเข้าใจของข้อมูล | | | | | |
| 2.8 ความน่าเชื่อถือของข้อมูล | | | | | |
| 2.9 ความตรงต่อวัตถุประสงค์การใช้งานข้อมูล | | | | | |

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นด้านความสำเร็จของระบบ | | | | |
|---|---------------------------------------|------|---------|-----|-----------|
| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2.10 ความเป็นส่วนตัวของข้อมูล | | | | | |
| 2.11 ความปลอดภัยของข้อมูล | | | | | |
| 3. ความพร้อมให้บริการสารสนเทศตลาดแรงงานดิจิทัล | | | | | |
| 3.1 ความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ | | | | | |
| 3.2 ความพร้อมในการให้บริการ | | | | | |
| 3.3 การอัปเดตข้อมูลของระบบ | | | | | |
| 4. การใช้งาน | | | | | |
| 4.1 ความสามารถในการค้นหาข้อมูล | | | | | |
| 4.2 การเชื่อมโยงมีข้อความบอกอย่างชัดเจน | | | | | |
| 4.3 การสนับสนุนทางภาษา | | | | | |
| 4.4 คำแนะนำการใช้งาน | | | | | |
| 4.5 เอกสารช่วยเหลือ | | | | | |
| 4.6 คำอธิบายเสนอแนะ | | | | | |
| 4.7 เวลาในการโหลดเพจ | | | | | |
| 4.8 ความเข้ากันได้กับเบราว์เซอร์ต่างๆ | | | | | |
| 4.9 ความชัดเจนของฟอนต์ | | | | | |
| 4.10 ความสอดคล้องของข้อมูล | | | | | |
| 4.11 มีกราฟิกที่สัมพันธ์กับเนื้อหา | | | | | |
| 4.12 การวางองค์ประกอบของเพจอย่างเหมาะสม | | | | | |
| 4.13 มีแถบเมนูนำทาง | | | | | |
| 4.14 การเชื่อมโยงไปยังหน้าหลัก | | | | | |
| 5. ความพึงพอใจของผู้ใช้ | | | | | |
| 5.1 ฟังก์ชันระบบมีความเพียงพอต่อการใช้งาน | | | | | |
| 5.2 ระบบมีประสิทธิภาพ | | | | | |
| 5.3 ระบบมีความสะดวกต่อการใช้งาน | | | | | |
| 5.4 ระบบง่ายต่อการใช้ | | | | | |
| 5.5 ความพึงพอใจโดยรวมต่อระบบ | | | | | |
| 6. ประโยชน์โดยรวม | | | | | |
| 6.1 ประหยัดเวลา | | | | | |
| 6.2 เพิ่มความยืดหยุ่นขององค์กร | | | | | |

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นด้านความสำเร็จของระบบ | | | | |
|---|---------------------------------------|------|---------|-----|-----------|
| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6.3 ปรับปรุงความสามารถด้านนวัตกรรมขององค์กร | | | | | |
| 6.4 ประโยชน์ต่อสังคม | | | | | |
| 6.5 ส่งเสริมการสื่อสารและความร่วมมือ | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ขอขอบพระคุณอย่างสูงในความอนุเคราะห์

นายสุโกศล วโนทยาพิทักษ์

ภาคผนวก ฉ

แบบประเมินการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบ

แบบสอบถามวัดการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์ สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์

คำชี้แจง

แบบสอบถามชุดนี้เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระดับความคิดเห็นของผู้ใช้งานระบบด้านการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดของระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ว่าระบบที่พัฒนาสามารถใช้เพื่อส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิดได้หรือไม่ จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดให้ข้อมูลที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน เพื่อที่จะได้ปรับปรุงระบบต่อไป

เกณฑ์การให้คะแนน

| | | | |
|---|-------|---------|-----------------------------|
| 1 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบน้อยที่สุด |
| 2 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบน้อย |
| 3 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบปานกลาง |
| 4 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบมาก |
| 5 | คะแนน | หมายถึง | ความสำเร็จของระบบมากที่สุด |

| รายการประเมิน | ระดับความคิดเห็นในการส่งเสริมตลาดแรงงานดิจิทัล | | | | |
|---|--|------|---------|-----|-----------|
| | น้อยที่สุด | น้อย | ปานกลาง | มาก | มากที่สุด |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. ความสามารถในการค้นหาแรงงานเป้าหมาย | | | | | |
| 1.1 ความสะดวกต่อการใช้ฟังก์ชันค้นหา | | | | | |
| 1.2 ความรวดเร็วในการแสดงผลการค้นหา | | | | | |
| 1.3 ความครบถ้วนของเงื่อนไขในการค้นหา | | | | | |
| 1.4 ความง่ายต่อการเรียนรู้ | | | | | |
| 2. ความสามารถในการจำแนกทักษะแรงงาน | | | | | |
| 2.1 ความชัดเจนในการแสดงผลทักษะแรงงาน | | | | | |
| 2.2 ความง่ายต่อการทำความเข้าใจทักษะแรงงาน | | | | | |
| 2.3 ความละเอียดในการแสดงผลทักษะแรงงาน | | | | | |
| 3. ความสามารถของระบบในการเป็นสื่อกลางตลาดแรงงานดิจิทัล | | | | | |
| 3.1 การค้นหาแรงงานได้ตรงตามตำแหน่งงาน | | | | | |
| 3.2 การได้ข้อมูลประสบการณ์แรงงานเป้าหมาย | | | | | |
| 3.3 ความสามารถเป็นเครื่องมือสืบค้นแรงงานเป้าหมาย | | | | | |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....
.....
.....
.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ขอขอบพระคุณอย่างสูงในความอนุเคราะห์

นายสุโกศล วโนทยาพิทักษ์

ภาคผนวก ช

แบบสอบถามความต้องการระบบสหกิจศึกษาออนไลน์

แบบสำรวจข้อมูลความต้องการระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาออนไลน์

คำชี้แจง แบบสอบถามชุดนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความต้องการระบบสารสนเทศสหกิจศึกษาออนไลน์จากสถานประกอบการเพื่อนำข้อมูลมาพัฒนาระบบ

ชื่อผู้ให้ข้อมูล.....

ตำแหน่ง.....

บริษัท.....

1. มีการนำประสบการณ์สหกิจศึกษาของผู้สมัครงานมาใช้ประกอบการพิจารณาสมัครงานหรือไม่อย่างไร

.....

.....

.....

2. พนักงานใหม่ควรมีทักษะความรู้อะไรบ้าง

.....

.....

.....

3. สิ่งที่ยากจะวัดผลนักศึกษาสหกิจศึกษาคืออะไรบ้าง

.....

.....

.....

4. ถ้ามีระบบจัดเก็บแฟ้มสะสมงานสหกิจศึกษาออนไลน์จะสามารถนำมาพิจารณาประกอบการรับสมัครงานได้หรือไม่

.....

.....

.....

5. นักศึกษาสหกิจศึกษามักขาดทักษะความรู้ด้านใดบ้าง

.....

.....

.....

6. นักศึกษาสหกิจศึกษาใช้โปรแกรมหรือระบบอะไรในการทำงานในปัจจุบัน

.....

.....

.....

7. สิ่งที่สถานประกอบการอยากให้มีในระบบสหกิจศึกษาออนไลน์ได้แก่อะไรบ้าง

.....

.....

.....

8. ผลการประเมินนักศึกษาสหกิจศึกษาแบบออนไลน์มีความน่าเชื่อถือหรือไม่อย่างไร

.....
.....
.....

9. ผลการประเมินนักศึกษาสหกิจศึกษาแบบออนไลน์สามารถนำมาพิจารณาประกอบการสมัครงาน
ได้หรือไม่

.....
.....
.....

ภาคผนวก ซ

คู่มือการใช้ระบบ

เนื้อหา

1. แนวคิด
2. ผู้ถูกประเมิน
3. ผู้ประเมิน
4. ผู้เข้าชม


แนวคิด

มีผู้ใช้สามกลุ่มใน dMart, ผู้ถูกประเมิน, ผู้ประเมินและผู้เข้าชม ผู้ถูกประเมินคือบุคคลที่ทำงานในโครงการสหกิจศึกษาและบัณฑิตที่รายงานผลการทำงานลงในระบบ ผู้ประเมินเป็นตัวแทนขององค์กรที่ทำหน้าที่โค้ชในโปรแกรมสหกิจศึกษาและประเมินผลงานของผู้ถูกประเมิน ผู้เข้าชมคือทุกคนที่ต้องการดูรายงานการทำงาน ผู้เข้าชมถูกแยกออกเป็นสองกลุ่มคือผู้เข้าชมที่ลงทะเบียนและผู้เข้าชมที่ไม่ลงทะเบียน ทั้งสองกลุ่มสามารถดูรายงานการประเมินโดยย่อของผู้ถูกประเมินได้ แต่ผู้ดูที่ลงทะเบียนแล้วจะสามารถส่งคำขอร้องเพื่อดูรายละเอียดเพิ่มเติมของแฟ้มสะสมงานได้ เราคำนึงถึงความเป็นส่วนตัวจึงให้ผู้ใช้สามารถสลับโหมดเป็นส่วนตัวเพื่อซ่อนข้อมูลส่วนบุคคลจากสาธารณะ การแบ่งปันแฟ้มสะสมงานต่อสาธารณะมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มโอกาสในการหางานให้กับเจ้าของ ผู้เข้าชมอาจเป็นนายจ้างที่กำลังมองหาพนักงานใหม่ ดังนั้นผลงานของรายงานการทำงานเป็นหลักฐานที่ดีในการแสดงสมรรถนะส่วนบุคคลโดยเฉพาะความสมรรถนะดิจิทัล เราใช้บล็อกเชนเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของแฟ้มสะสมงานเพื่อให้ นายจ้างสามารถมั่นใจในข้อมูลเหล่านี้

ทุกคนที่ลงทะเบียนใน dMart มีสิทธิ์ในการเป็นผู้ประเมินผู้ถูกประเมินและผู้เข้าชม การสื่อสารระหว่างแต่ละกลุ่มนั้นเหมือนกันกับสภาพแวดล้อมของเครือข่ายสังคมออนไลน์ที่คุ้นเคยกับผู้คนในปัจจุบัน ขั้นตอนการทำงานของ dMart มีดังนี้:

1. ทุกกลุ่มมีการลงทะเบียนกับระบบ
2. ผู้ประเมินจะส่งคำร้องขอให้เป็นผู้ประเมินไปยังผู้ประเมิน
3. หลังจากได้รับการยอมรับ จากผู้ประเมินผู้ถูกประเมินสามารถส่งรายงานการทำงานเพื่อรับประเมิน
4. ผู้ประเมินพิจารณารายงานการทำงานและคะแนนการจัดอันดับตามกรอบความสมรรถนะดิจิทัล 2.0
5. คะแนนสมรรถนะดิจิทัลสุดท้ายจะปรากฏต่อสาธารณะ

dMart [หน้าหลัก](#) [เข้าสู่ระบบ](#) [ลงทะเบียน](#) TH



เข้าสู่ระบบ


อีเมล

รหัสผ่าน

ลืมรหัสผ่าน [ลงทะเบียน](#)

หน้าจอล็อกอิน

dMart [หน้าหลัก](#) [เข้าสู่ระบบ](#) [ลงทะเบียน](#) TH



ลงทะเบียน

ชื่อผู้ใช้

อีเมล

รหัสผ่าน

ยืนยันรหัสผ่าน

8 4 5 6 3 10 10

หน้าจอลงทะเบียน

ผู้ถูกประเมิน

ขั้นตอนแรกของผู้ถูกประเมินคือการค้นหาผู้ประเมินก่อนส่งผลรายงาน ผลงานสามารถบันทึกข้อความ รูปภาพ เอกสาร และลิงค์วิดีโอจากภายนอก มีสองขั้นตอนก่อนส่งเพิ่มคะแนนไปยังผู้ประเมิน ประการแรกเก็บข้อมูลทั้งหมดไว้ในเพิ่มคะแนนเพื่อแก้ไขและหลังจากตรวจสอบให้แน่ใจเพื่อความสมบูรณ์จึงส่งไปยังบล็อกเชน เนื่องจากเมื่อข้อมูลอยู่ในบล็อกเชนไม่สามารถแก้ไขได้

หน้าจอเพิ่มรายงาน

หน้าจออัปโหลดรูปภาพ เอกสาร และวิดีโอ

ผู้ประเมิน

สัญญาณคำร้องของผู้ถูกประเมินจะปรากฏบนแถบนำทางเป็นป้ายแดงขนาดเล็ก หลังจากคลิกไปที่ป้ายแดงมันจะนำไปสู่หน้าการตอบรับและหลังจากคลิกปุ่มยอมรับผลงานทั้งหมดจากผู้ประเมินจะถูกส่งไปประเมิน

Portfolio / Adam Hills / Work view Score

Remark Just click on the rating star (★) of assessment list. It's not necessary to rate every item and please verify score to make sure before to save because it is unable to edit data in blockchain.

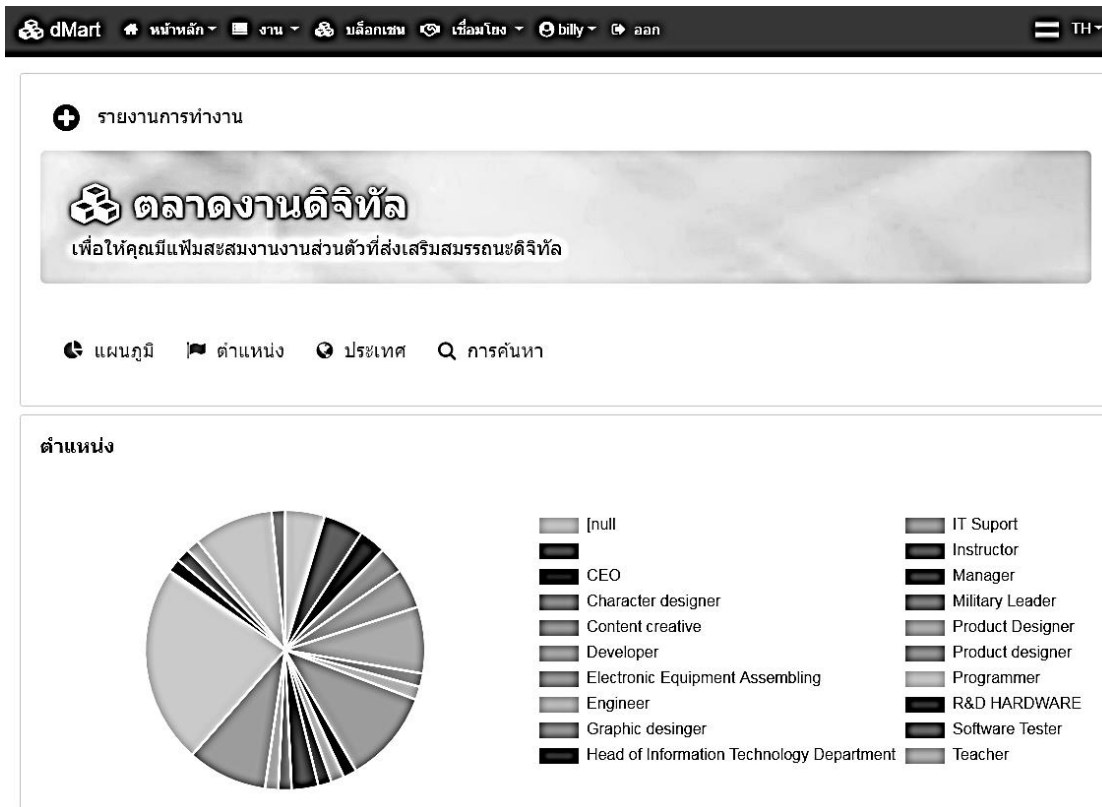
| <input type="checkbox"/> No. | Assessment list | Rating | Score |
|---------------------------------------|--|--------|--------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | Developing digital content To create and edit digital content in different formats, to express oneself through digital means. | ★★★★★ | <input type="text" value="4"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 | Integrating and re-elaborating digital content To modify, refine, improve and integrate information and content into an existing body of knowledge to create new, original and relevant content and knowledge. | ★★★★☆ | <input type="text" value="3"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> 3 | Copyright and licences To understand how copyright and licences apply to data, information and digital content. | ★★★★★ | <input type="text" value="4"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> 4 | Programming To plan and develop a sequence of understandable instructions for a computing system to solve a given problem or perform a specific task | ★★★★★ | <input type="text" value="4"/> |

Save

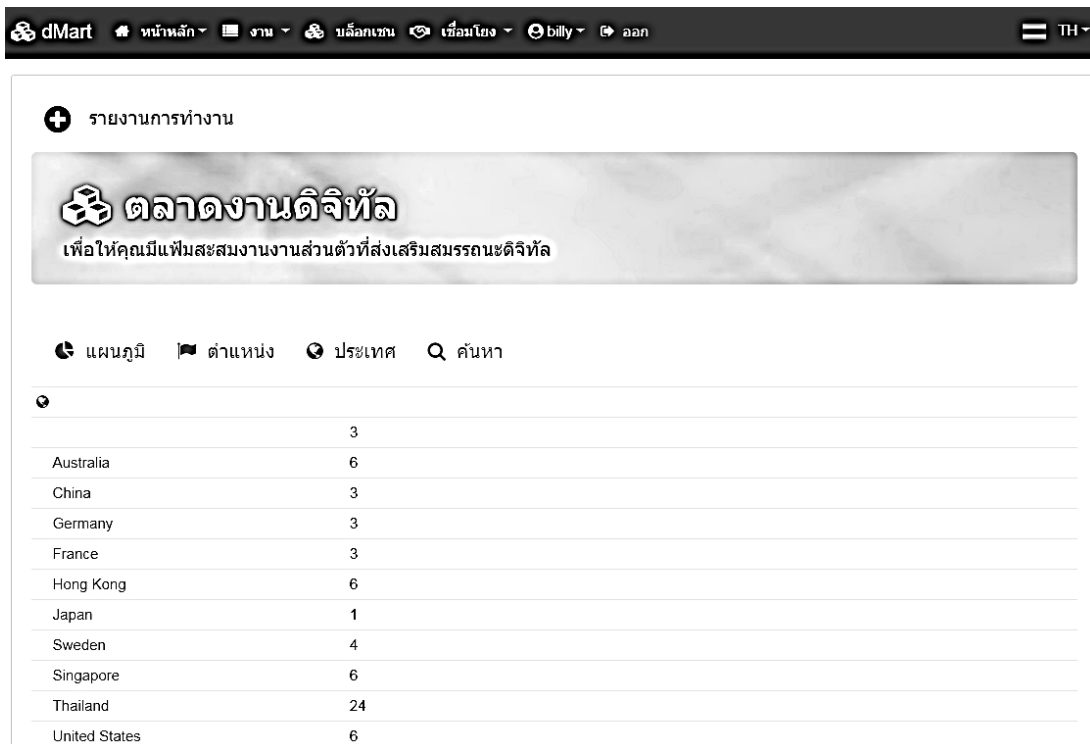
หน้าจอประเมินสมรรถนะดิจิทัล

ผู้เข้าชม

เมื่อเปิดหน้าแรกของ dMart คุณสามารถดูแผนภูมิข้อมูลสถิติการแชร์แบ่งปันแฟ้มสะสมงานได้ คุณสามารถค้นหาในหมวดหมู่ของตำแหน่งงาน ประเทศและการค้นหาขั้นสูง หน้าสุดท้ายของการค้นหาคือคะแนนส่วนบุคคลของสมรรถนะดิจิทัลโดยแบบย่อ หากคุณต้องการดูรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับแฟ้มสะสมงานคุณต้องลงทะเบียนเพื่อให้มีสิทธิ์ส่งคำขอเป็นผู้เข้าชมไปยังเจ้าของแฟ้มสะสมงานและหลังจากได้รับการยอมรับคุณจะมีสิทธิ์ดูรายละเอียดของแฟ้มสะสมงาน



หน้าจอแผนภาพสถานะผู้เข้าร่วมระบบล่าสุด



หน้าจอการค้นหาตามประเทศ

dMart หน้าหลัก งาน บล็อกเชน เชื่อมโยง billy ออก TH

+ รายงานการทำงาน



ตลาดงานดิจิทัล

เพื่อให้คุณมีแผนสะสมงานส่วนตัวที่ส่งเสริมสมรรถนะดิจิทัล

แผนภูมิ ตำแหน่ง ประเทศ ค้นหา

| | |
|---------------------------------|---|
| | 3 |
| | 3 |
| CEO | 2 |
| Character designer | 2 |
| Content creative | 3 |
| Developer | 5 |
| Electronic Equipment Assembling | 1 |
| Engineer | 1 |
| Graphic desinger | 7 |

หน้าจอกำหนดค้นหาตามตำแหน่งงาน

| ชื่อบัญชี | ชื่อ | นามสกุล | บริษัท | ตำแหน่ง | รหัสประเทศ | ค้นหา |
|---|----------------|-----------------------|--------|---------|------------|---|
|  | ชื่อบัญชี | chaiwat | | | | ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล ★★★★★ การสื่อสารและการประสานงาน ★★★★★ การสร้างเนื้อหาดิจิทัล ★★★★★ ความปลอดภัย ★★★★★ การแก้ปัญหา ★★★★★ |
| | ชื่อ | ชัยวัฒน์ ชุ่มเชื้อ | | | | |
| | ตำแหน่ง | โปรแกรมเมอร์ | | | | |
| | ประเทศ | Thailand | | | | |
| | คะแนน | ★★★★★ | | | | |
| | คำร้องขอเข้าชม | ➔ | | | | |
|  | ชื่อบัญชี | wanwisa | | | | ความรู้ด้านสารสนเทศและข้อมูล ★★★★★ การสื่อสารและการประสานงาน ★★★★★ การสร้างเนื้อหาดิจิทัล ★★★★★ ความปลอดภัย ★★★★★ การแก้ปัญหา ★★★★★ |
| | ชื่อ | วันวิสา ฤกษ์ประสิทธิ์ | | | | |
| | ตำแหน่ง | โปรแกรมเมอร์ | | | | |
| | ประเทศ | Thailand | | | | |
| | คะแนน | ★★★★★ | | | | |
| | คำร้องขอเข้าชม | ➔ | | | | |

หน้าจอผลการค้นหาสุดท้าย

ภาคผนวก ฅ

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารต่างประเทศ

Process Design of Cooperative Education Management System by Cloud-based Blockchain E-portfolio

<https://doi.org/10.3991/ijoe.v15i08.10374>

Sukosol Wanotayapitak ^(✉), Kobkiat Saraubon, Prachyanun Nilsook
King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand
sukosol@yahoo.com

Abstract—The digital competence is necessary for 21st century living, but from several countries survey, a large number of people still have insufficient digital competence. Moreover, from literature study found three problems of today cooperative education information system, (1) lack of information sharing among university community, (2) lack of connect information to public, and (3) lack of enhancing 21st century learning skill. This paper proposes a process design of cooperative education management system by using the integration of cooperative education, E-Portfolio, digital competence framework 2.0, cloud computing technology, and blockchain technology. These processes make result of digital competence assessment credible and share to open digital labor market finally.

Keywords—Cooperative education, E-Portfolio, Blockchain technology, Cloud computing technology, Digital competence, Open digital labor market

1 Introduction

The lack of necessary skills for working is the main cause of unemployment problem. In the 21st century, social and economic conditions are transformed into digital that affect to necessity for develop additional skill more than previous generations that called 21st century learning skill [1]. However, at present, most of the world's population still has not enough digital skills to live in a digital society. As seen in the 2015 report from Europe [2], although it is a region with a high standard of education, nearly 44.5% of the population or nearly half between the ages of 16 and 74, have inadequate digital skills for social and economic well-being.

From the beginning of the 20th century, the concept of managing education curricula was developed in response to a labor market called cooperative education. It is found that cooperative education can improve the graduation process to enter the labor market effectively and meet the needs of the workforce of entrepreneurs. Therefore, when entering the digital era in 21st century, there is a new issue that apart from focusing on professional competencies, "how can cooperative education promote digital competence?" This research aims to design a process to develop a cooperative education system that can enhance the assessment of digital competence. Moreover, it also contributes to a shared economy and led to the open digital labor market as the

future labor market model by integrating of cloud computing technology, blockchain, and E-Portfolio into cooperative education.

2 Literature Review

2.1 Cooperative education

Cooperative education is a program that deals with undergraduate students who are required to work full-time and relate to the core curriculum as an educational program. The cooperative education program provides an opportunity for students to integrate their work into their academic experience. Opportunities that come from working make the students experience situations that led to a deeper level of learning [3]. Therefore, cooperative education is a structured learning strategy that integrates classroom learning into learning through hands-on experience in relation to students' academic and provides an improved experience in integrating theory into practice [4].

Cooperative education E-Portfolio: The role of E-Portfolio is to provide general learning evidence and provide a set of personal digital information materials to demonstrate the learning process, experience and achievement of learners for career goals and personal development [5]. There are several researches supporting the application of E-Portfolio to cooperative education program, e.g. the integration of E-Portfolio into cooperative education programs from the interdisciplinary perspective of the college of language and social sciences, university of technology, Auckland [6], the presentation of course activities to enable students to show their learning results in the form of feedback reports on E-Portfolio, which is used as a medium for promoting student confidence in accordance with the preparation for doing work report in the context of cooperative education program [7].

E-Portfolio Assessment in cooperative education: E-Portfolio is used as a tool to assess cooperative education because it can reflect the authentic competence from workplace. At the same time, students can use their E-Portfolio capabilities to present their work with digital media freely that can be seen as concrete. From research study, there are found several studies that apply E-Portfolio to help assess cooperative education, e.g. the center for career education at Windsor University of Canada use E-Portfolio as part of cooperative education programs to reflect student activity and resources for assessing achievement, a study of professional competence assessment in work-integrated learning by collaborative assessment of E-Portfolio including reports of workplace on what students use to confirm their abilities and the evidence of competence that the advisor gathered [8].

2.2 Digital competence framework 2.0

The lack of digital skills affects the way people live and work and this problem has occurred to several countries around the world. In European survey [9] found that people with inadequate digital skills up to 40% and no digital skills at all up to 22% which is found in the elderly or young people at low education, low income families,

and migrants. Moreover, 32% of the workforce in Europe had inadequate digital skills, and 13% is judged as having no digital skills when evaluated.

The digital competence framework for the people of Europe has introduced digital competence improvement tools for the public. This framework document presents digital 2.0 competence focused on reference models, concepts, terminology, and new descriptions. It also demonstrates example of how digital competence is being used in European and regional nations. Digital competence was developed by the Joint Research Center (JRC) of the European Commission as a scientific project based on broad consultation with stakeholders and policy makers from industry, education, employment training, and social partnerships [10].

2.3 Cloud computing technology

Cloud computing is the Internet-based process in which hardware and software resources are provided to users as needed that come from the ease of access to remote processing sites provided by the Internet. Cloud computing makes it possible to use the Internet-delivered software on the browser without any installation and stored host on the Internet and can be installed remote file storage, and so on [11].

The trend of cloud computing is growing continuously. According to the survey [12], the public cloud, business and application services are expected to reach \$236 billion with a cumulative annual growth rate of 22% between 2015 and 2020. The market for cloud applications will grow faster. It is expected that in 2020, it will be 17% higher than in 2014. Cloud costs of enterprise grow at average annual accumulated rate of 16% between 2016 and 2026 [13].

2.4 Blockchain technology

Blockchain is a new technology on distributed software architecture. In blockchain networks, the members can find agreement on sharing status to distribute and share transaction data across large networks of untrusted stakeholders. It does not have to depend on a reliable central point for every member of the system. Blockchain is a block list with a time stamp that records the history and aggregate information about transactions that have occurred within the blockchain network. Therefore, blockchain provide unmodified storage. It is only possible to add or update a transaction without deleting the transactions that appear in blockchain to prevent tampering and modification [14]. According to the reliability features of the blockchain, it has become the core of today cryptocurrency. Bitcoin is the first cryptocurrency to use blockchain successfully. The blockchain has its origins in a white paper called "Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System" [15]. In general, blockchain information is stored on each node of an interconnected peer-to-peer network and certify to record new data by using the consensus mechanism.

2.5 Open digital labor market

According to reports from Pew Research Center [16], 54% of Americans uses online search to find work. The Internet is current source of job seekers and 79% uses online resources to find their latest jobs. Moreover, it is found that Americans use social media to search for jobs, share opportunities with their friends, and focus on their skills to those who expect to be an employer. 35% used social media to search for jobs, while 21% applied for jobs that were newly discovered through social media. 13% of social media users said they used social media to search for jobs while 21% applied for their first job search through social media, and 31% used social media to send to friends about vacancies at the companies they worked for.

According to one sample country about labor report as USA above, it can be concluded that the current digital labor market is the convergence of demand and supply of labor with digital environment. Therefore, the open digital labor market is the labor market platform for job seeker and employers to search each other freely through the Internet, e.g. web applications, mobile applications, and social media.

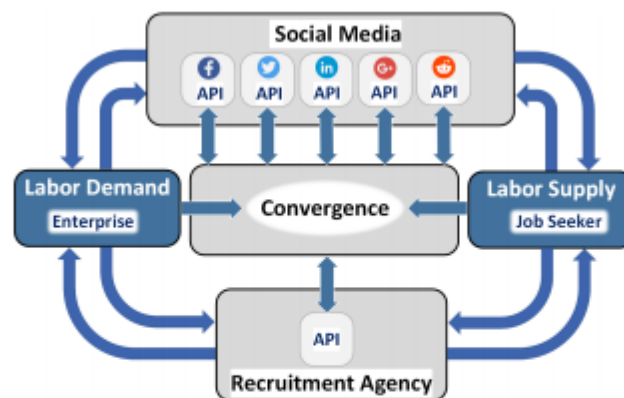


Fig. 1. Structure of open digital labor market

Figure.1. shows the structure of the open digital labor market, which has four main components: labor demand, labor supply, social media, and recruitment agency. The demand and supply of labor can be met directly by traditional channels, but social media is a new channel. Meanwhile, social media has an application programming interface (API) that makes it possible for third parties to exchange information.

3 Research Methodology

The design process of cooperative education management system through the cloud-based blockchain E-Portfolio has the following steps.

- Investigation of research paper
- Identifying the problem and cause effect analysis

- Design of conceptual framework
- Process design of cooperative education management system

3.1 Investigation of research paper

The information systems help to documents and related works for cooperative education since the 1980s. There are many researches concerning the assessment of E-Portfolio in cooperative education and work-integrated learning from 2005 to 2017, e.g. Jorgenson & Senini [17], Hodges [18], Hayward et.al. [19], Johrendt et.al. [20], Jaekel et.al. [21], Koch [22], McNamara [8], Robles & Alanson [23], and Jackson et.al. [24]. the following interesting statistics are obtained:

Table 1. Summarization of assessment component in cooperative education E-Portfolio from research study from 2005 to 2017

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| R1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 |
| R2 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | |
| R3 | | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | |
| R4 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | |
| R5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| R6 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | | 1 | |
| R7 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 |
| R8 | 1 | 1 | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| R9 | | | | | 1 | 1 | | | | 1 | 1 |
| (n) | 5 | 6 | 7 | 3 | 6 | 9 | 4 | 5 | 4 | 7 | 3 |
| % | 55.56 | 66.67 | 77.78 | 33.33 | 66.67 | 100.00 | 44.44 | 55.56 | 44.44 | 77.78 | 33.33 |

***Components:** C1= CV/Resume, C2=Employer assessment, C3= Self-assessment, C4= Peer assessment, C5= Oral Presentation, C6=Written reports, C7= Rubrics, C8= Interview, C9= Peer review, C10= Work/Career planning, C11= Record Book.

***Research:** R1=Jorgenson&Senini, R2=Hodges, R3=Hayward et.al., R4=Johrendt et.al., R5=Jaekel et.al., R6=McNamara, R7=Koch, R8=Robles&Alanson, R9=Jackson et.al.

Table 1. shows that written report, self-assessment, job/career planning, employer assessment, oral presentation, and interview are most popular component.

3.2 Identifying problem and cause effect analysis

The research study of previous step has revealed several facts. Firstly, the cooperative education information systems in higher education institutes are independently developed so there are unshared information resources. Secondly, it does not appear publicly available of the information. Thirdly, it overlooks 21st century learning skills. The findings and cause effect analysis are summarized as follows.

The lack of information resource sharing among higher education institute: According to investigation of research study, it has shown that most of the information system of the higher education institutions in cooperative education are similar

and have the same purpose on business. However, if it changes from competition to coalition, in addition to costs reducing, sharing economy makes the allocation of resources effectively as well [25].

The lack of information connection to the public: The research study shows that all cooperative education systems were developed to use only their own programs. Even though authentic assessment evidence in the system can be used to apply for job in the future, but was abandoned unfortunately. The cause of this problem is digital data is easy to counterfeit so it lack of reliability.

The lack of enhancing the 21st century learning skill: The different social and economic conditions between 20th century and 21st century is the cause that cooperative education always overlook the new importance skills in the new century and only focus on professional skills. The skill of information, media, and technology is one of the 21st century learning skills that are often overlooked, so do digital competence are overlooked as well.

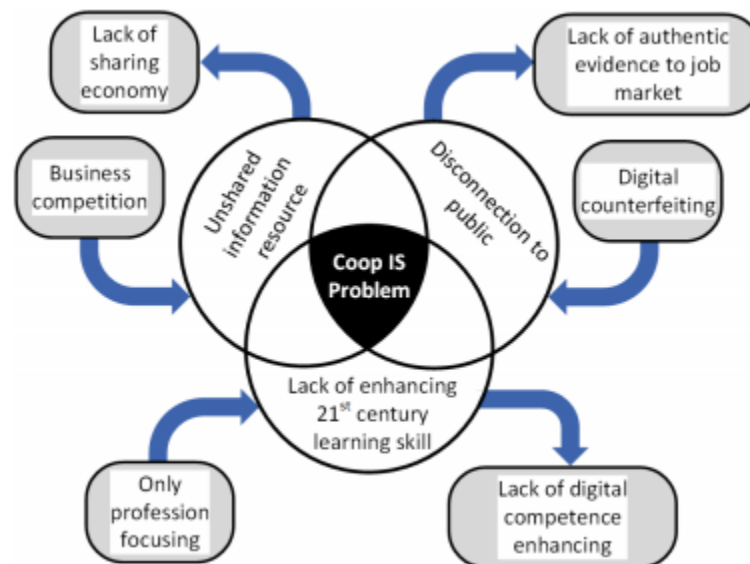


Fig. 2. The summarization of problems, causes, and effects in cooperative education information system

Figure.2. shows three main problems in the cooperative education information system; each problem has different causes and effects. The arrow symbol running into the circle is the cause and the arrows running out of the circle is the effect. In the case of unshared information resource, the business competition is the cause of unshared information resource and unshared information resource is the cause of loss opportunity in sharing economy. In the case of disconnection to public, the digital counterfeiting is the cause of disconnection to public and disconnection to public is the cause of lack of authentic evidence on the labor market. In the case of lack of enhancing 21st century learning skill, the only profession focusing is the cause of loss opportuni-

ty in enhancing 21st century learning skill and loss opportunity in enhancing 21st century learning skill is the cause of loss opportunity in digital competence enhancing. The analyzing of causes and effects can be summarized as follows:

Problem 1:

- “Business competition” → “Unshared information resources”
- “Unshared information resources” → “Lack of sharing economy”

Problem 2:

- “Digital counterfeiting” → “Disconnection to public”
- “Disconnection to public” → “Lack of authentic evidence to the job market”

Problem 3:

- “Only profession focusing” → “Lack of enhancing 21st learning skill”
- “Lack of enhancing 21st learning skill” → “Lack of digital competence enhancing”

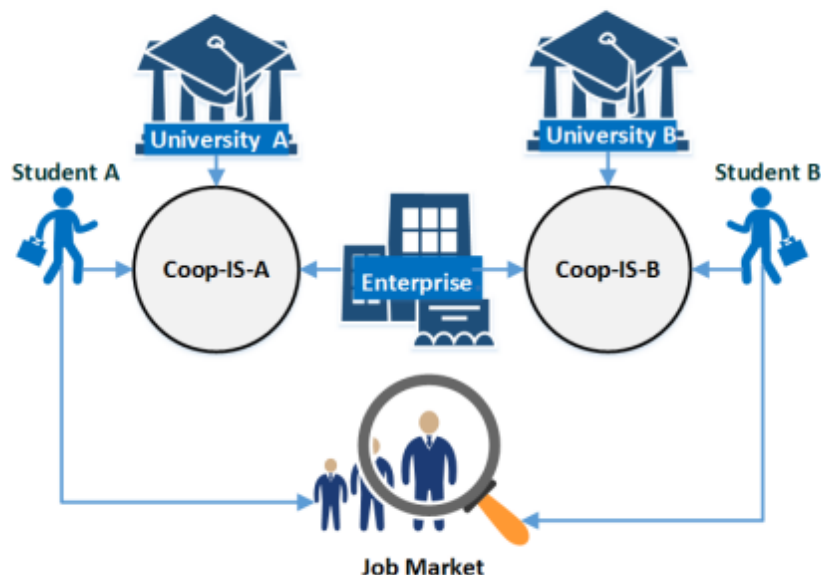


Fig. 3. Problem of unshared information resources among higher education institutes

Figure.3. shows two students from two universities are entering to cooperative education program at the same workplace. Even though the cooperative education information systems of both universities have the same function, but both universities have unshared information resources. When students from both universities graduate and apply for job market, the digital evidence of both universities' systems was not publicly available to the job market. The cause of digital evidence is not publicly available is because the ease of tampering that make it lack of credibility.

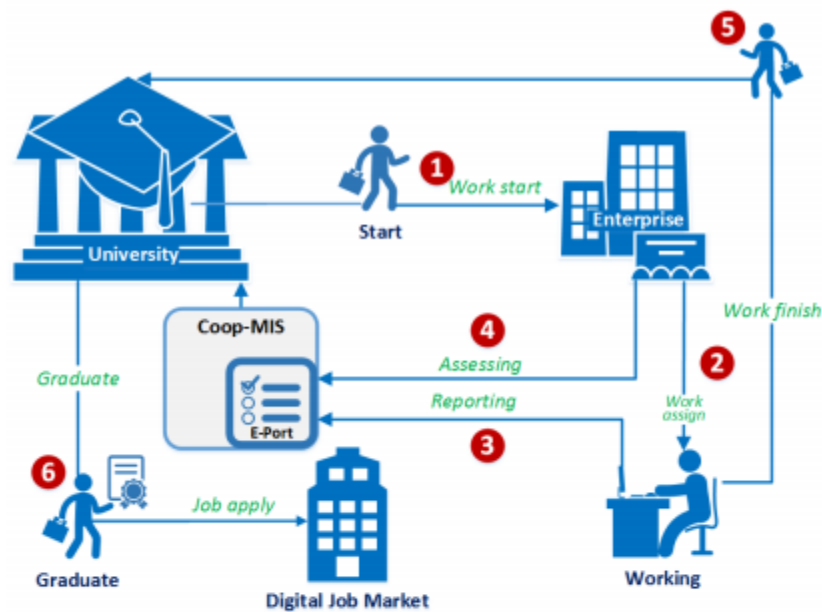


Fig. 4. Problem of disconnection of cooperative education information system to digital job market

Figure.4. shows information systems are digitally archived, but disconnection to the digital labor market.

- Starting of cooperative education program
- Assigning the task to student
- The task report
- Assessing every task of students
- Ending of program
- Students graduate and entering to the digital labor market by applying for job with paper-based evidence. The evidence of experience, cooperative education, and performance assessment are in the digital form of management information systems that are ready to be exploited, but there are unfortunately neglected.

3.3 Design of conceptual framework

The conceptual framework is based on the system approach by divided into three elements: input, processing, and output.

1. The input element is consisting of three stakeholders of cooperative education, technologies, and digital competence framework 2.0. The stakeholders of cooperative education include student, faculty, and mentor of workplace. The technologies include E-Portfolio, cloud computing technology and blockchain technology.

2. The process element is consisting of task assessing process for digital competence through E-Portfolio and recorded to blockchain to increase reliability.
3. The output element is reliable result of digital competence, which can be considered by the labor market for recruitment.

The findings from investigation of research paper on previous step were taken for consideration by selection components corresponds to the context, written report (100%), employer assessment (66.67%) and rubrics (44.44%) are integrated.

- Written report → Task report in E-Portfolio
- Rubrics → transforming digital competence to assessment criteria of E-Portfolio
- Employer assessment → E-Portfolio and rubrics integration to assessment form

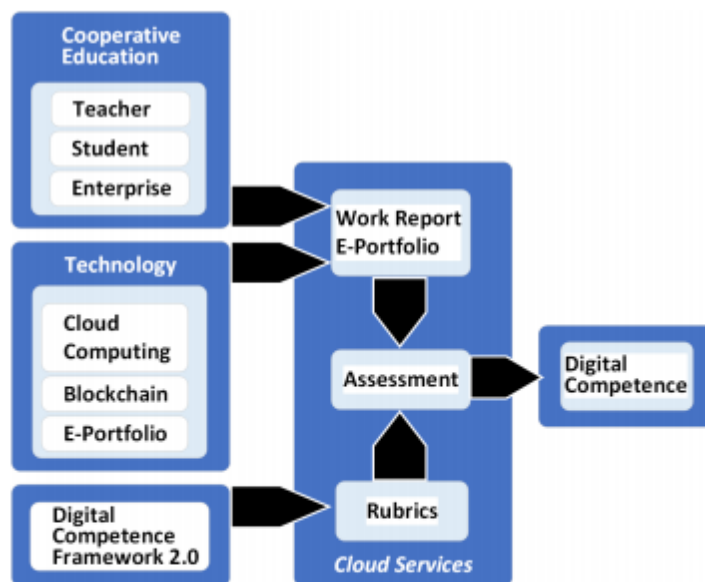


Fig. 5. Conceptual framework of digital competence assessing through blockchain E-Portfolio of cooperative education

3.4 Process design of cooperative education management system

Once conceptual framework is created, the next step is to implement the conceptual framework for designing the process of addressing three problems encountered in cooperative education information systems as follows:

The solution for unshared information resource among higher education institutes: The solution to the problem of unshared information resource among higher education can be solved by developing a central information system that can be shared among communities of higher education institutes.

The solution for disconnection of information resource to public: The disconnection of information resource to public from the cause of data in digital format is

easy to counterfeit is solved by using blockchain technology to store transaction of E-Portfolio to enhance credibility in the digital labor market.

The solution for lack of enhancing to the 21st century learning skill: The solution to the problem of lose opportunity in enhancing to 21st century learning skills is extracting the digital competence framework 2.0 to the rubric and integrate with cooperative education E-Portfolio to create an assessment form of the student digital competence.

4 Result

4.1 The process of information resource sharing among universities

According to changing perspectives from business competition to business sharing in addition to reduce the overall cost, information from this central system can also be shared with the public.

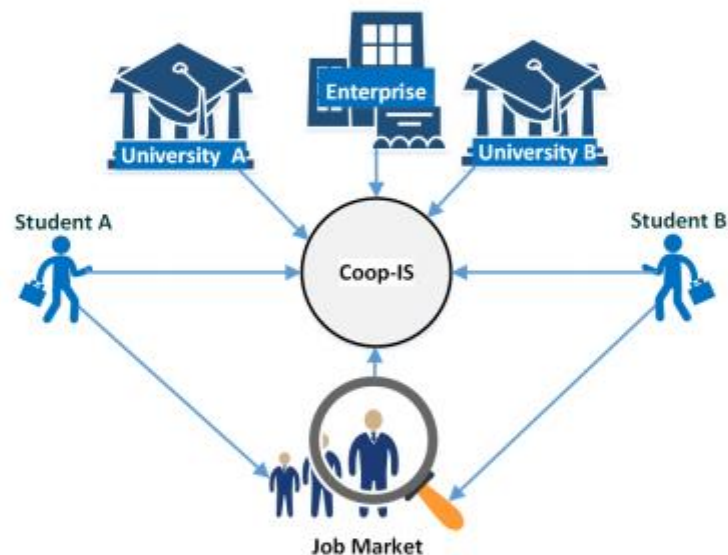


Fig. 6. The central management information system of cooperative education

Figure.6. show that students in the cooperative education program from both universities, regardless of their workplace, use the same cooperative education information system. All information can be shared and benefits from sharing economy.

4.2 The process of information connection to the public

Although the development of centralized cooperative education information systems will benefit from sharing economy and more benefit to public sharing especially

labor markets, but the nature of digital data is easy to counterfeit, make digital evidence unreliable. As seen, even job application is online, but the paper evidence must be sent later. Therefore, blockchain technology has played a role in capturing transaction of working evidence and digital competence assessment because blockchain has a mechanism that makes it hard to counterfeit.

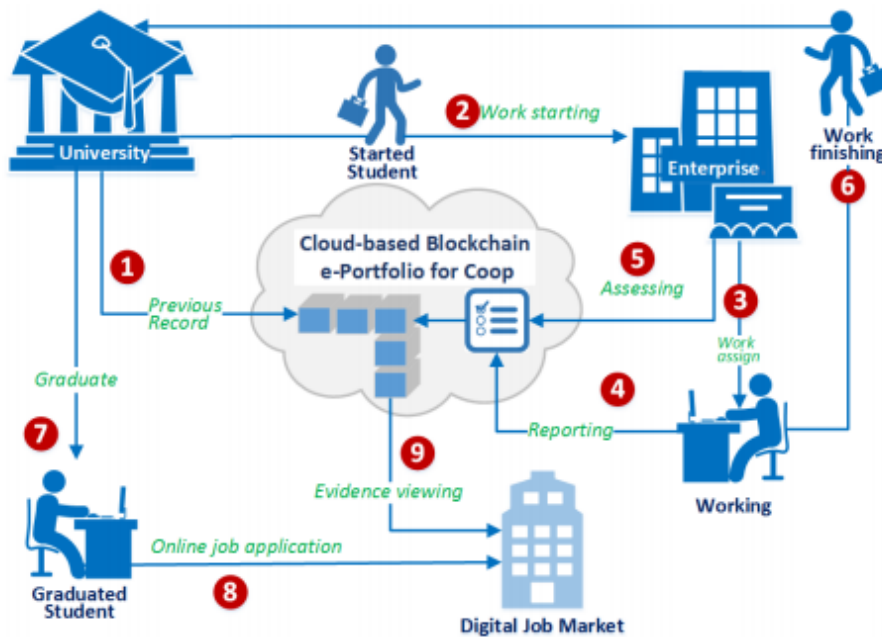


Fig. 7. The management of cooperative education through cloud-based blockchain E-Portfolio

Figure.7. shows the information sharing of cooperative education in the digital labor market through the use of blockchain technology. (1) starting from the previous information of students in the cooperative education program will be recorded into blockchain, (2) when the student initiates the cooperative education program, and (3) task assigning and, (4) task reports are recorded, (5) before recording transaction into blockchain, task report will be assessed by the workplace mentor, (6) when student finish the program (7) of cooperative education program and graduation (8) then apply to online job, (9) the digital labor market is able to retrieve evidence of study experience and result of digital competence assessment from the central system immediately. The blockchain make it credible finally.

4.3 The process of enhancing 21st century learning skill

The 21st century learning skill especially the skill of information, media and technology are important tools for living, working, and developing other skills. This re-

search has introduced the digital competence framework 2.0 as a tool to support the skill of information, media, and technology.

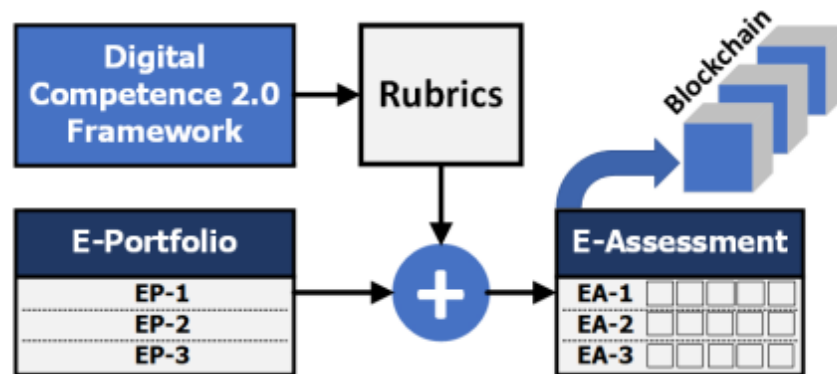


Fig. 8. The creating of E-Assessment form by integration of cooperative education E-Portfolio and digital competence framework 2.0

Figure.8. shows the digital competence framework is extracted into a rubric for assessing E-Portfolio. When rubrics and E-Portfolio are combined, the E-Assessment form will be created and assessment results are recorded to blockchain.

5 Conclusion

The process design of this research enable to solve three problems in cooperative education information systems, unshared information resources, disconnection to public, and lack of enhancing 21st century learning skill especially information, media, and technology. In addition to the sharing economy, this system can connect information to the public and enhance digital competence by the assessment of cooperative education E-Portfolio. Finally, blockchain come to increase the credibility of assessment evidence to the open digital labor market.

6 Acknowledgement

This research was supported by the Faculty of Technical Education, Vocational Education Technology Research Center, Innovation and Technology Research Center at Science and Technology Research Institute, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Thailand.

7 References

- [1] P21, "Framework for 21st Century Learning," 2007. [Online]. Available: <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>. [Accessed 10 January 2018].
- [2] DESI, "DESI indicator on "digital skills"," 2015. [Online]. Available: <http://digital-agenda-data.eu/datasets/desi/indicators>.
- [3] Weisz, M., & Smith, S., "Critical changes for successful cooperative education," in Higher education in a changing world. Proceedings of the 28th HERDSA Annual Conference, 2005, July.
- [4] Ruiz, J. H., Koch, C., Erthal, M., & Williams, M., "Handbook for Cooperative Education, Internships, and Registered Apprenticeship." 2009. [Online]. Available: <http://www.partners4value.it/wp-content/uploads/2015/10/Handbook-for-Cooperative-Education-Internships-and-Registered-Apprenticeship.pdf>. [Accessed 13 August 2018].
- [5] Marcoul-Burlinson, L., Handbook of research on eportfolios, London, UK: Idea Group, 2006, pp. 1-14.
- [6] Mcdermott, K., & Gallagher, S., "Asia-Pacific Journal of Cooperative Education," Integration of eportfolios into cooperative education: Lessons learnt, vol. 12, no. 2, pp. 95-101, 2011.
- [7] Alanson, E. R., & Robles, R. A., "Using Electronic Portfolios to Explore Essential Student Learning Outcomes in a Professional Development Course," Asia-Pacific Journal of Cooperative Education, vol. 17, no. 4, pp. 387-397, 2016.
- [8] McNamara, J., "The challenge of assessing professional competence in work integrated learning," Assessment & Evaluation in Higher Education, vol. 38, no. 2, pp. 183-197, 2013. <https://doi.org/10.1080/02602938.2011.618878>
- [9] Van den Brande, L., "The European Digital Competence Framework for citizens. 10.13140/RG.2.1.4687.1281.," 2016. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Lieve_Van_Den_Brande/publication/305992028_The_European_Digital_Competence_Framework_for_citizens/links/57a89c4108ae0107eee6c932/The-European-Digital-Competence-Framework-for-citizens.pdf?origin=publication_detail. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-0903-7.ch005>
- [10] Vuorikari, R., Punie, Y., Carreteto, G. S., & Vand Den Brande, G., "DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens," 2016. [Online]. Available: <https://ec.europa.eu/jrc/en/printpdf/150698>. [Accessed 14 August 2018].
- [11] Wong, T.L., Hoang, T., & Steven, G., "A Fresh Graduate's Guide to Software Development Tools and Technologies, Chapter 1 Cloud Computing," 2012. [Online]. Available: <https://www.comp.nus.edu.sg/~seer/book/2e/>. [Accessed 14 August 2018].
- [12] Bartels, A., Bartoletti, D., & Rymer, J., "Public Cloud Market Will Grow to \$236 Billion in 2020," 1 September 2016. [Online]. Available: <https://www.forrester.com/Public+Cloud+Market+Will+Grow+To+236+Billion+In+2020/-/E-PRE9446>.
- [13] Burris, P., "Wikibon report preview: How big can Amazon Web Services get?," 20 February 2017. [Online]. Available: <https://siliconangle.com/2017/02/20/wikibon-report-preview-big-can-amazon-web-services-get/>.
- [14] Xu, X., Pautasso, C., Zhu, L., Gramoli, V., Ponomarev, A., Tran, A. B., & Chen, S., "The blockchain as a software connector," in 2016 13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA), 2016, April. <https://doi.org/10.1109/wicsa.2016.21>
- [15] Nakamoto, S., "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.," 2008. [Online]. Available: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>.
- [16] Smith, A., "Searching for Work in the Digital Era," 19 November 2015. [Online]. Availa-

- ble: <http://www.pewinternet.org/2015/11/19/searching-for-work-in-the-digital-era/>.
- [17] Jorgensen, D., & Senini, S., "Confronting the assessment demon-engineering portfolio assessment," in 4th ASEE/AaeE Global Colloquium on Engineering Education , 2005.
- [18] Hodges, D., "Letting go: Changing ownership of the learning and assessment process in cooperative education," in Proceedings of the 11th Annual Conference of the New Zealand Association for Cooperative Education, 2008, April.
- [19] Hayward, L. M., Blackmer, B., Canali, A., Dimarco, R., Russell, A., Aman, S., Rossi, J., & Sloane, L., "Reflective electronic portfolios: a design process for integrating liberal and professional studies and experiential education," *Journal of allied health*, vol. 37, no. 3, pp. 140-159, 2008.
- [20] Johrendt, J., Singh, P., Hector, S., Watters, M., Salinitri, G., Benzinger, K., Jaekel, A., & Northwood, D., "The Co-Op portfolio: An essential tool for assessment and student development in co-operative engineering programs," in 20th Annual Conference for the Australasian Association for Engineering Education, 6-9 December 2009: Engineering the Curriculum, Engineers, Australia, 2009.
- [21] Jaekel, A., Hector, S., Northwood, D., Benzinger, K., Salinitri, G., Johrendt, J., & Watters, M., "Development of learning outcomes assessment methods for co-operative education programs," *Journal of Cooperative Education and Internships*, vol. 45, no. 1, pp. 11-33, 2011.
- [22] Koch, A., "E-Portfolios within Work-Integrated Learning: Online performance appraisal of final year students. In Proceedings of 9th WACE International Conference," Turkey, 2012, June.
- [23] Robles, A., & Alanson, E., "ePortfolio Implementation for Career Education," *The Journal for Research and Practice in College Teaching*, vol. 1, no. 2, pp. 1-12, 2016.
- [24] Jackson, J., Jones, M., Steele, W., & Coiacetto, E., "How best to assess students taking work placements? An empirical investigation from Australian urban and regional planning," *Higher Education Pedagogies*, vol. 2, no. 1, pp. 131-150, 2017. <https://doi.org/10.1080/23752696.2017.1394167>
- [25] Felson, M., & Spaeth, J. L., "Community structure and collaborative consumption: A routine activity approach," *American behavioral scientist*, vol. 21, no. 4, pp. 614-624, 1978. <https://doi.org/10.1177/000276427802100411>

8 Authors

Sukosol Wanotayapitak is a Ph.D. candidate in ICT for Education at Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand. (Email: sukosol@yahoo.com)

Kobkiet Saraubon works as teacher at Faculty of Applied Science, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand. (Email: kobkiat.s@sci.kmutnb.ac.th)

Prachyanun Nilsook works as associate professor at Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok, Thailand. (Email: prachyanunn@kmutnb.ac.th)

Article submitted 2019-02-28. Resubmitted 2019-04-14. Final acceptance 2019-04-14. Final version published as submitted by the authors.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายสุโกศล วโนทยาพิทักษ์
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การพัฒนาเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์สหกิจศึกษาแบบบล็อกเชนบนคลาวด์เพื่อ
ประเมินสมรรถนะดิจิทัลสู่ตลาดแรงงานดิจิทัลแบบเปิด
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ประวัติ

ประวัติการศึกษา

ปริญญาเอก 2562 ปรัชญาคุณวุฒิบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อ
การศึกษา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปริญญาโท 2541 วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัย
รังสิต

ปริญญาตรี 2548 เทคโนโลยีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศธุรกิจ
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

ปริญญาตรี 2528 การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวัดผลการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร

ประวัติการทำงาน

พ.ศ.2555 – ปัจจุบัน อาจารย์ประจำ วิทยาลัยเซาธ์อีสท์บางกอก

พ.ศ.2553 - 2555 อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยสยาม

พ.ศ.2543 - 2553 อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยคริสเตียน

พ.ศ.2538 - 2542 เจ้าหน้าที่ฝ่ายสารสนเทศ บริษัทสยามยูไนเต็ดไฮเทค จำกัด

พ.ศ.2535 - 2538 โปรแกรมเมอร์ บริษัทไมโครสมาร์ท จำกัด

พ.ศ.2528 - 2534 อาจารย์ประจำ โรงเรียนเซนต์คาเบรียล

ผลงานวิชาการ

ภาษาไทย

สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2561).. “การบูรณาการบล็อกเชนกับการประมวลผลแบบคลาวด์ในเพิ่ม
สะสมงานอิเล็กทรอนิกส์.” วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 28 ฉบับที่ 3:
677 – 686

สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2561). "รูปแบบเทคโนโลยีการประมวลผลแบบคลาวด์ เพื่อการประเมินใน
เพิ่มสะสมงาน." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 : 125-138.

สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2560) .. "รูปแบบการเรียนรู้ของเพิ่มสะสมงานอิเล็กทรอนิกส์แบบ
ร่วมมือกันบนคลาวด์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้แบบกำกับตนเอง." วารสาร
มหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 23 ฉบับที่ 4 : 599-613.

สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2560). "ระบบการวิเคราะห์ข้อสอบออนไลน์ด้วยทฤษฎีการตอบสนอง
ข้อสอบแบบอัตโนมติ." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 23 ฉบับที่ 1 : 42-55.

- สุโกศล วโนทยาพิทักษ์ และ สาธิต วงศ์ประทีป. (2555). “การพัฒนาระบบคลังข้อสอบออนไลน์แบบ มีวงจรวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติ.” วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2: 22-32.
- สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2551). "การพัฒนาระบบการสอบออนไลน์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 14 ฉบับที่ 2 : 117-127.
- สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2550). "เว็บเซอร์วิส (Web service) มิติใหม่ของการพัฒนาเว็บไซต์." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 : 100-107.
- สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2550). "การทำเหมืองข้อมูล." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 : 13-20.
- สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2549). "ศาสตร์แห่งปัญญาประดิษฐ์." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 12 ฉบับที่ 3 : 173-182.
- สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2548). "การพัฒนาระบบตัดเกรดนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 : 66-74.
- สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2547). "การพัฒนาระบบลงทะเบียนด้วยตนเองของนักศึกษาผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 10 ฉบับที่ 3 : 236-244.
- สุโกศล วโนทยาพิทักษ์. (2545). "การพัฒนาระบบทะเบียนนักศึกษาผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต." วารสารมหาวิทยาลัยคริสเตียน. ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 : 55-64.

ภาษาอังกฤษ

- Sukosol Wanotayapitak and Panita Wannapiroon. (2018). “Design and Assessment of System Architecture in Automatic System Transformation of E-Portfolio to E-Assessment through TOGAF and AHP.” RMUTT Journal. Vol.8 No.2 : 96 - 124
- Sukosol Wanotayapitak, Pallop Pririyasurawong, Prachyanun Nilsook, Panita Wannapiroon. (2017). “Conceptual Framework for Blockchain e-Portfolio in Cooperative Education.” The 2nd IEEE International Conference on Science and Technology 7-8 December 2017 Faculty of Science and Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi , 319-323