

ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง  
เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยีและสารสนเทศ  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
ปีการศึกษา 2562  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์  
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยี  
เชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว  
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข  
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ  
ปีการศึกษา : 2562

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อสังเคราะห์ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว (2) เพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว (3) เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว (4) เพื่อประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของนักศึกษาปริญญาตรีที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในวิจัย คือ นักศึกษาปริญญาตรี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ประจำปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน

1. ผลการวิจัยพบว่าสรุปองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) ดังนี้ (1) โมดูลนักศึกษา (Student Module) (2) โมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module) (3) โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) (4) โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module) (5) โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) (6) โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) ผลจากการประเมินองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ภาพรวมของความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 และผลจากการประเมินความเหมาะสมของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ภาพรวมของความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50

2. ผลจากการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 เมื่อพิจารณาเป็นส่วนใหญ่พบว่า ส่วนผู้ใช้งานระบบ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60 ส่วนระบบการสอนอัจฉริยะ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ส่วนฐานข้อมูล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.45

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 และส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์และระบบฐานข้อมูล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49

3. ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพระดับสูง พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพในภาพรวม อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 ซึ่งผลการประเมินภาพทั้ง 5 ด้าน มีผลการประเมินดังนี้ ด้านการประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70 ด้านการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 ด้านการประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.72

4. ผลการประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์สมรรถนะวิชาชีพระดับสูง ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43

(วิทยานิพนธ์มีทั้งสิ้น 177 หน้า)

คำสำคัญ : ระบบการสอนอัจฉริยะ การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง สมรรถนะวิชาชีพระดับสูง



Name : Mr.Jiragorn Chalermdit  
Thesis Title : Intelligent Tutoring System Using Graphical Programming by  
Internet of Things for Develop Embedded System Competency  
Major Field : Information and Communication Technology for Education  
King Mongkut's University of Technology North Bangkok  
Thesis Advisor : Associate Professor Dr.Prachyanun Nilsook  
Co-Advisor : Associate Professor Dr.Panita Wannapiroon  
Academic Year : 2019

### Abstract

This research has the following objectives: (1) to synthesis system module of intelligent tutoring system using graphical programming by internet of things for develop embedded system competency, (2) to design system architecture of intelligent tutoring system using graphical programming by internet of things for develop embedded system competency, (3) to develop of intelligent tutoring system using graphical programming by internet of things for develop embedded system competency and (4) to evaluate embedded system competency from intelligent tutoring system using graphical programming by internet of things for develop embedded system competency. In this study, the number of fifty undergraduate students in Muban Chom Bueng Rajabhat University, studying in the academic year 2019 were selected as a sampling group.

The research found that;

1. The system module of intelligent tutoring system using graphical programming by internet of things for develop embedded system competency has five module: (1) Student Module (2) Graphical Tutoring Module (3) Expert Module (4) Knowledge Module (5) Evaluation Module and (6) User Interface, and the opinion result of the system module was at a high level ( $\bar{x} = 4.00$ , S.D. = 0.52), and the suitability result of the system module was at a high level ( $\bar{x} = 4.50$ , S.D. = 0.50).

2. The system architecture of intelligent tutoring system using graphical programming by internet of things for develop embedded system competency has the suitability result of the system architecture was at a high level ( $\bar{x} = 4.48$ , S.D. = 0.54).

3. The system architecture of intelligent tutoring system using graphical programming by internet of things for develop embedded system competency has the opinion result of the system architecture was at a high level ( $\bar{x} = 4.48$ , S.D. = 0.54).

4. The embedded system competency from intelligent tutoring system using graphical programming by internet of things for develop embedded system competency has the suitability result of the system efficiency was at the highest level ( $\bar{x} = 4.75$ , S.D. = 0.43).

(Total 177 pages)

Keywords : Intelligent Tutoring Systems, Graphical Programming, Embedded System, Embedded System Competency

---

Advisor

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีเนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก วิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข และที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรณพิรุณ ที่เสียสละเวลาให้คำปรึกษา แนวคิด ข้อชี้แนะ และคอยให้คำแนะนำแนวทางในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจน อบรมสั่งสอน พร้อมทั้งให้ประสบการณ์ในการศึกษาและการทำงานวิจัยด้วยความเอาใจใส่เสมอมา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.ปิยะ โควินท์ทวีวัฒน์ ประธานสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณค์ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรณพิรุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปานใจ ธารทัศน์วงศ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤมล ชูเมือง คณะกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สละเวลาในการประเมิน ตรวจสอบและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอขอบคุณผู้บริหาร คณาจารย์ และนักศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง และสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ครู อาจารย์ญาติพี่น้อง เพื่อน ผู้ที่ไม่ได้กล่าวนาม และผู้ให้การสนับสนุน และเพื่อนสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษาทุกท่าน ให้ความช่วยเหลือด้วยความห่วงใยเสมอมา สุดท้ายขอขอบพระคุณบูรพาจารย์ทุกท่านที่ผู้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้แก่ผู้วิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน

จิรากร เฉลิมดิษฐ์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ณ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	5
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 ระบบการสอนอัจฉริยะ	7
2.2 การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์	21
2.3 ระบบสมองกลฝังตัว	30
2.4 เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง	33
2.5 สมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	43
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	46
2.7 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	53
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย	55
3.1 ระยะเวลาที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	55
3.2 ระยะเวลาที่ 2 ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	59
3.3 การพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	62
3.4 ระยะเวลาที่ 4 ประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี	78
บทที่ 4 ผลการวิจัย	81
4.1 ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	81

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว	83
4.3 ผลการพัฒนาพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว	85
4.4 ตอนที่ 4 ผลการประเมินสมรรถนะสมองฝิ่งตัว	91
บทที่ 5 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว	95
5.1 บทนำ	95
5.2 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว	96
5.3 การนำระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยง สรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัวไปใช้	115
บทที่ 6 สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ	117
6.1 สรุป	117
6.2 อภิปรายผล	120
6.3 ข้อเสนอแนะ	123
บรรณานุกรม	125
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ และตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	133
ภาคผนวก ข แบบประเมินต่าง ๆ ที่ใช้เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	143
ภาคผนวก ค บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่	161
ประวัติผู้วิจัย	177

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
3-1	แสดงการสังเคราะห์โมดูลองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพ สมองกลฝังตัว	56
3-2	แสดงรายละเอียดของกระบวนการเข้าสู่ระบบ	66
3-3	แสดงรายละเอียดของกระบวนการผู้ใช้งานระบบ	66
3-4	แสดงรายละเอียดของกระบวนการรายละเอียดหลักสูตร	66
3-5	แสดงรายละเอียดของกระบวนการเนื้อหาและบทเรียน	67
3-6	แสดงรายละเอียดของกระบวนการแบบทดสอบและแบบฝึกปฏิบัติ	67
3-7	แสดงรายละเอียดของกระบวนการบล็อกคำสั่ง	67
3-8	แสดงรายละเอียดของกระบวนการแบบช่วยเหลือ	67
3-9	แสดงรายละเอียดของกระบวนการสอนอัจฉริยะ	68
3-10	แสดงรายละเอียดของกระบวนการประเมินสมรรถนะ	68
3-11	แสดงรายละเอียดของกระบวนการสรุปและรายงานผล	68
3-12	แสดงบทบาทของผู้ใช้งานระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	70
3-13	โครงสร้างตารางข้อมูลการสนทนา (ingratu-comment)	71
3-14	โครงสร้างตารางข้อมูลรหัสบทเรียน (ingratu_exam_status)	72
3-15	โครงสร้างตารางข้อมูลรหัสแบบฝึกปฏิบัติ (ingratu_exercise)	72
3-16	โครงสร้างตารางข้อมูลแบบทดสอบ (ingratu_guide)	72
3-17	โครงสร้างตารางข้อมูลแบบช่วยเหลือ (ingratu_help)	72
3-18	โครงสร้างตารางข้อมูลการเข้าใช้งาน (ingratu_fast_login)	73
3-19	โครงสร้างตารางข้อมูลบทเรียน (ingratu_lesson)	73
3-20	โครงสร้างตารางข้อมูลประวัติส่วนตัว (ingratu_profile)	73
3-21	โครงสร้างตารางข้อมูลข้อความคำถาม (ingratu_simple_sub)	73
3-22	โครงสร้างตารางข้อมูลแบบทดสอบ (ingratu_simple_sub)	74
3-23	โครงสร้างตารางข้อมูลแบบทดสอบแบบตัวเลือก (ingratu_simple_test_choice)	74
3-24	โครงสร้างตารางข้อมูลรวมคะแนนแบบทดสอบ (ingratu_simple_total)	74
3-25	โครงสร้างตารางข้อมูลเกณฑ์การประเมิน (ingratu_standard_point)	75
3-26	โครงสร้างตารางข้อมูลเกณฑ์ประเมินการให้ความช่วยเหลือ (ingratu_standard_unit)	75
3-27	โครงสร้างตารางข้อมูลบทเรียนให้ความช่วยเหลือ (ingratu_unit)	75
3-28	โครงสร้างตารางข้อมูลผู้ใช้งาน (ingratu_user)	76
4-1	ผลประเมินองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ ด้วยเทคโนโลยี เชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	82

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-2	ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	83
4-3	ผลการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	84
4-4	ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	85
4-5	สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	88
4-6	ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	89
4-7	ผลการประเมินรับรองสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	91
4-8	ผลการประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว	92

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดงานวิจัยระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง	6
2-1	องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ	11
2-2	แสดงองค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Ramirez-Noriega, Juarez-Ramirez, and Martinez-Ramirez (2017)	12
2-3	องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Amela, Díez, Vallés (2011)	13
2-4	องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Jimenez, Juarez-Ramirez, Navarro, Coronel, and Castillo (2016)	14
2-5	องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Kurup, Joshi, and Shekhokar (2016)	14
2-6	องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Vinchurkar, and Sasikumar (2015)	15
2-7	องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Thai-Nghe, and Schmidt-Thieme (2015)	16
2-8	องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Si Allal Zarouk and Khaldi (2015)	16
2-9	องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ ของ McArthur, Lewis and Bishay (1993:5)	17
2-10	องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Phobun and Vicheanpanya (2010)	18
2-11	องค์ประกอบของระบบระบบการสอนอัจฉริยะ ของ Li et al., (2008)	18
2-12	การเขียนโปรแกรมแบบ Graphical Programming	22
2-13	โปรแกรมแบบกราฟิก miniBlog	23
2-14	โปรแกรมแบบกราฟิก StarLogo TNG	23
2-15	โปรแกรมแบบกราฟิก RoboStudio	24
2-16	โปรแกรม Ardublockly	25
2-17	โปรแกรม Google Blockly Game : Maze	25
2-18	โปรแกรม Scratch	26
2-19	การเขียนบล็อกแบบ Multi-Device Grace	27
2-20	Logical block ของ KidPipe	27
2-21	การแสดงผลจากการใช้บล็อกคำสั่งของระบบ LectureSight	28
2-22	บล็อกของระบบ LectureSight	28
2-23	การเปรียบเทียบโปรแกรมแบบกราฟิกส์	29

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
2-24	องค์ประกอบการรับส่งข้อมูลของ Internet of Things	35
2-25	Internet of Things	36
2-26	องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง	36
2-27	องค์ประกอบทั่วไปของ Internet of Things	37
2-28	Context-Aware Kitchen Utilities	38
2-29	Capacitive Touch Input on Clothes	38
2-30	Embedded Computing for Entertainment and Sports	39
2-31	Small Embedded Objects	39
2-32	IoT systems in smart homes	40
2-33	Application scenario with IoT based surveillance systems	41
2-34	องค์ประกอบของโครงสร้าง Internet of Things ในการใช้งานในไปรษณีย์	42
3-1	ภาพรวมการทำงานของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	60
3-2	คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) ของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง	63
3-3	แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow Diagram) ระดับ 0 ของระบบสนับสนุน	65
3-4	แผนภาพของผู้ใช้งานกับระบบ (Use Case Diagram) ของระบบสนับสนุน	69
3-5	แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลระบบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	71
5-1	องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	97
5-2	ภาพรวมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	98
5-3	สถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว	99
5-4	ขั้นตอนการทำงานของโมดูลผู้เชี่ยวชาญ	101
5-5	หน้าหลักของระบบ	102
5-6	หน้า Login เพื่อเข้าสู่ระบบ	102
5-7	หน้าจอหลักสำหรับผู้เรียน	103
5-8	หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบ แบบชุดปฏิบัติการเรียนรู้	103
5-9	แสดงเนื้อหาและบทเรียนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้	104
5-10	แบบทดสอบแบบอัตโนมัติสำหรับผู้เรียน	104

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5-11 แบบทดสอบแบบปรนัยสำหรับผู้เรียน	105
5-12 แบบฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์พื้นฐานสำหรับผู้เรียน	105
5-13 แบบฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์เกี่ยวกับสมองกลฝังตัวสำหรับผู้เรียน	106
5-14 บล็อกคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบสมองกลฝังตัว	106
5-15 แบบช่วยเหลือจะแสดง เมื่อผู้เรียนทำคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์	107
5-16 แสดงผลคะแนนในการทำแบบทดสอบทั้งแบบปรนัยและอัตนัย	107
5-17 แสดงรายงานผลสมรรถนะสมองกลฝังตัวของผู้เรียน	108
5-18 หน้าจอหลักของผู้สอน	108
5-19 เมนู บทเรียน เป็นเมนู สร้างบทเรียน เนื้อหาการเรียนรู้แบบทดสอบ	108
5-20 สร้างบทเรียน และสามารถกำหนดสถานการณ์เปิด และปิด บทเรียน	109
5-21 สร้างหน่วยการเรียนรู้ และสามารถกำหนดสถานการณ์เปิด และปิด หน่วยการเรียนรู้	109
5-22 สร้างแบบทดสอบและสามารถกำหนดสถานการณ์เปิด และปิด หน่วยการเรียนรู้	110
5-23 การสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยและใส่คะแนนได้	110
5-24 การสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยและใส่คะแนนได้	111
5-25 ผู้สอนสามารถตรวจแบบทดสอบปรนัย	111
5-26 กำหนดแบบช่วยเหลือให้กับนักศึกษา	112
5-27 กำหนดแบบฝึกที่เป็นบล็อกคำสั่ง	112
5-28 กำหนดเกณฑ์การประเมินแบบช่วยเหลือ	113
5-29 สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลผู้เรียนได้	113
5-30 สรุปและรายงานผลการเรียน	114
5-3 การกำหนดเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว	114
5-32 รายงานสรุปผลสมรรถนะสมองกลฝังตัวของนักเรียน	114

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในปัจจุบันอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้าน เศรษฐกิจ สังคม วิถีชีวิต และความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยียังมีผลทำให้สังคมไทยมีการ ปรับเปลี่ยนโครงสร้างหลายด้าน ซึ่งทางด้านการศึกษา นั้น ได้ปรับให้มีการใช้การเรียนรู้โดยใช้ไอซีที เป็นฐาน (ICT-Based Learning) (ปณณิกา ไชยนวน, 2556) เนื่องจากได้เข้ามามีบทบาทในการนำ ไอซีทีมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในหลากหลายวิธีการเพื่อให้การเรียนรู้ของผู้เรียน เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่ปัจจุบันได้มีการ เปลี่ยนแปลงพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ทุกคนสามารถเข้าถึงและใช้บริการระบบอินเทอร์เน็ตได้ง่าย ขึ้น และประกอบกับจำนวนผู้ใช้งานมีเพิ่มมากขึ้นทุกวันทำให้ผู้ใช้งานอินเทอร์เน็ตสามารถเข้าถึงข้อมูล ข่าวสารได้ง่ายและไม่ถูกปิดกั้นกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือเนื้อหา จึงมีการนำแนวคิดการนำเนื้อหา การเรียนการสอนมาประยุกต์ใช้บนระบบสื่อสังคมออนไลน์ประเภทต่าง ๆ ซึ่งจะเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญ ที่จะทำให้ผู้เรียนได้ใช้สื่อสังคมออนไลน์ให้เป็นประโยชน์และเข้าถึงได้ง่ายเพราะปัจจุบันสื่อสังคม ออนไลน์ได้กลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการสร้างสื่อให้เกิดเป็นเครือข่ายเชื่อมโยงกันในโลกออนไลน์ ที่เปิดโอกาสให้ทุกคนสามารถใช้เป็นช่องทางในการเข้าถึงกลุ่มเป้าหมายได้อย่างง่ายและสะดวก รวดเร็วซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ต่อการจัดการศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนก้าวทันกับสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป จากเดิมเข้าสู่ยุคสังคมแห่งการเรียนรู้ในยุคดิจิทัล จึงส่งผลให้นำเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนาการ กระบวนการศึกษาและทำให้สามารถเข้าถึงกลุ่มผู้เรียนยุคใหม่ได้อย่างทันทั่วถึง ซึ่งจะทำให้เกิดระบบ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือระบบการเรียนการสอนที่จะเข้ามาเป็น สื่อกลางของการเรียนรู้ ที่ตอบสนองความต้องการทางการศึกษา เน้นการโต้ตอบและมีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน และมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น ผนวกกับการค้นหาความรู้ ที่สามารถค้นหาได้ตลอดเวลา ซึ่งเป็นการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และการสื่อสารเป็นเครื่องมือในการ ถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียนผ่านระบบการเรียนการสอนซึ่งจะสามารถดำเนินการเกี่ยวกับ กระบวนการเรียนการสอนให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติเสมือนกับการเรียนการสอนในการศึกษาปกติ มนต์ชัย, (2545) เพราะฉะนั้นการศึกษาในปัจจุบันจึงต้องนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นเครื่องมือสำคัญ ในการศึกษาและพัฒนาประเทศ ซึ่งจะเห็นได้จากแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม กระทรวง เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (2559) พบว่า ในยุทธศาสตร์ที่ 5 ว่าด้วยเรื่องของการพัฒนา กำลังคนให้พร้อมเข้าสู่ยุคเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัล โดยการการสร้างและพัฒนาบุคลากรผู้ทำงานให้มีความสามารถในการสร้างสรรค์และใช้เทคโนโลยีดิจิทัลอย่างชาญฉลาดในการประกอบอาชีพรวมถึง การพัฒนาทักษะด้านเทคโนโลยีดิจิทัลในบุคลากรภาครัฐภาคเอกชนทั้งที่ประกอบอาชีพในสาขา เทคโนโลยีดิจิทัลโดยตรงและทุกสาขาอาชีพให้มีความรู้ความสามารถและความเชี่ยวชาญตามระดับ มาตรฐานสากลเพื่อสร้างให้เกิดการจ้างงานที่มีคุณค่าสูงรองรับการพัฒนาประเทศในยุคเศรษฐกิจ

และสังคมที่ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลเป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนเพื่อพัฒนาทักษะและองค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีดิจิทัลสมัยใหม่ที่สอดคล้องกับความต้องการของภาคอุตสาหกรรมหรือระบบเศรษฐกิจ ด้วยการส่งเสริมให้มีการเรียนรู้และพัฒนาทักษะทางด้านเทคโนโลยีดิจิทัลผ่านการเรียนรู้ในระบบออนไลน์ ตามความต้องการที่หลากหลายที่ผู้เรียนทั่วไปได้ใช้ประโยชน์ และมีการปรับโครงสร้างการพัฒนากำลังคนทางด้านดิจิทัลของประเทศในทุกๆระดับทั้งภาคการศึกษาภาครัฐและภาคธุรกิจที่เหมาะสมและสอดคล้องต่อทิศทางการเปลี่ยนแปลงความต้องการการจ้างงานลักษณะการจ้างงานอัตรากำลังและค่านิยมของการทำงานทางด้านดิจิทัลในอนาคตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคการศึกษาให้ครอบคลุมถึงแนวคิดการให้การศึกษาด้านทักษะการคิดคำนวณอย่างเป็นระบบ (Computational Thinking) การเขียนโปรแกรม (Coding) เพื่อเตรียมความพร้อมของเด็กไทยในระยะยาวไปสู่อนาคต

ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการจัดรูปแบบการเรียนการสอน การประมวลผลข้อมูล และการจัดเก็บข้อมูลจนทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่สามารถดึงดูดผู้เรียนให้มีความสนใจในการเรียนมากขึ้น และเป็นการถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ว่าจะเป็น สื่อการสอนในรูปแบบดิจิทัลและใช้รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสารสนเทศ โดยที่ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนรู้เนื้อหาของบทเรียนได้ตามความต้องการหรือตามความถนัดของผู้เรียนในแต่ละราย ระบบการเรียนรู้แบบออนไลน์นี้ก็จะดำเนินกระบวนการและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนให้เป็นระบบตามแผนการสอนเหมือนกับการเรียนการสอนแบบปกติและเรียนจากที่ใดก็ได้ และจะเป็นประโยชน์กับผู้เรียนที่ส่วนใหญ่จะทำงานและเรียนไปด้วย จนทำให้บางครั้งต้องมีการขาดเรียนหรือไม่ก็เข้าเรียนไม่ทันเวลา ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียน เครือข่ายสังคมออนไลน์จึงได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาเรียนย้อนหลังได้และทำให้ผู้เรียนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ให้เป็นอย่างดีอย่างมีประสิทธิภาพ และช่วยลดความเหลื่อมล้ำของโอกาสทางการศึกษาและมุ่งขยายโอกาสทางการศึกษาระดับอุดมศึกษาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

ระบบการสอนอัจฉริยะเป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่น่าเสนอองค์ความรู้อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนตามหลักการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และแนวทางของปัญญาประดิษฐ์มานำเสนอจัดการเป็นบทเรียน โครงสร้างและกระบวนการพัฒนาจะเป็นบทเรียนที่ใช้ในการสอนและมุ่งเน้นที่เรียนด้วยตนเองเป็นหลัก และมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ฐานองค์ความรู้และใช้หลักการของระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อตอบสนองความรู้และเพื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนตามศักยภาพ ซึ่งระบบการสอนอัจฉริยะสนับสนุนให้กับการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากและตรงกับความต้องการของผู้เรียน ช่วยเหลือผู้เรียนให้สามารถเรียนตามศักยภาพของตนเองได้ พงษ์ศักดิ์ (2551) อีกทั้งยังเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ชาญฉลาดซึ่งใช้สนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในหลักสูตรห้องเรียนปกติและการเรียนรู้ทางไกลผ่านทางอินเทอร์เน็ต ระบบดังกล่าวถือว่าเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ที่มีฐานความรู้ด้านเนื้อหาและกลยุทธ์การเรียนการสอน Dag and Erkan (2003) โดยมีจุดมุ่งหมาย คือ การให้บริการสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และปรับวิธีการหรือเนื้อหาของบทเรียนให้ตรงตามความสามารถของผู้เรียน ซึ่งระบบดังกล่าวถือว่าเป็นแนวทางใหม่สำหรับการศึกษาซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ที่มีฐานความรู้สำหรับเนื้อหาและกลยุทธ์การเรียนการสอนเป็นตัวแทนของการเรียนรู้ที่ทันสมัยภายใต้

สภาพแวดล้อมในการปรับตัวเนื้อหาให้เข้ากับลักษณะของผู้เรียนเป็นรายบุคคลและจัดกิจกรรมในระหว่างการเรียนเพื่อช่วยให้ผู้สอนได้เน้นกิจกรรมหลักที่เกี่ยวข้องทั้งด้านตัวเนื้อหาและความสามารถของผู้เรียน

การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์เป็นการเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกไดอะแกรมหรือแผนภาพสัญลักษณ์แทนการเขียนโปรแกรมด้วยโค้ดหรือชุดคำสั่งซึ่งจะมีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้และสามารถมองเห็นถึงผลลัพธ์ของโปรแกรมที่เขียนไว้ทันที บล็อกคำสั่งมีลักษณะง่ายต่อการใช้งานและสามารถต่ออุปกรณ์เชื่อมโยงภายนอกเพื่อให้สามารถแสดงผลได้อย่างสมบูรณ์ นอกจากนี้ยังมีการจำลองผลการทำงานจากการเขียนโปรแกรมเป็นขั้นๆ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถที่จะทำความเข้าใจผลของการทำงานจริงได้ก่อนในรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ เป็นการแสดงผลของโปรแกรมในทันทีที่หน้าจอภาพของโปรแกรมโดยยังไม่ต้องเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอก มีหลักการที่เข้าใจได้ไม่ยากและสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากวิธีการเขียนโปรแกรม ทำได้โดยใช้สัญลักษณ์ภาพหรือบล็อกแบบจิ๊กซอว์ แทนคำสั่งมาเรียงต่อกันตามเงื่อนไขที่ต้องการ บล็อกที่ต่อกันได้เท่านั้นที่จะอนุญาตให้ต่อกันได้ การใส่ข้อมูลในบล็อกก็มีการตรวจเช็คเพื่อป้องกันการใส่ข้อมูลผิดพลาด ทำให้ไม่เกิดข้อผิดพลาดในการเขียนโปรแกรม ไม่ต้องกังวลกับความถูกต้องของโครงสร้างการเขียนโปรแกรม การเขียนโปรแกรมจึงเป็นเรื่องง่าย ทำให้ผู้เรียนสนใจเรียนรู้ ออกแบบ และสร้างชิ้นงานอย่างสนุกสนาน ด้วยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ Brasiel et al (2017) ซึ่งในปัจจุบันการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลายและมีการนำไปประยุกต์ใช้ในการเขียนโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือหุ่นยนต์ เพื่อสนองความต้องการในการออกแบบและเขียนโปรแกรมใช้งานหุ่นยนต์ได้หลากหลาย ซึ่งตัวโปรแกรมแบบกราฟิกส์สามารถใช้งานในการเขียนคำสั่งให้หุ่นยนต์ทำงานได้อย่างง่าย สามารถพัฒนาร่วมกันได้ และปรับแต่งหุ่นยนต์ได้อย่างรวดเร็ว Datta & Macdonald (2017) อีกทั้งยังสามารถเพิ่มบล็อกคำสั่งให้ทำงานได้เฉพาะกับฮาร์ดแวร์ที่ต้องการ เช่น ควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ Rahul et al (2014) ซึ่งจะส่งเสริมทักษะการเขียนโปรแกรมช่วยให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบโครงสร้าง ตรรกะความคิดได้อย่างรวดเร็วและเป็นแรงจูงใจภายใต้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ กระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพราะเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนรู้ที่แปลกใหม่ในการเขียนโปรแกรม Ignacio et al (2017)

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว สังเกตได้จากอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ มีขนาดที่เล็กลงมีฟังก์ชันการใช้งานที่มากขึ้น อายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น มีการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตกับให้อุปกรณ์ ประสิทธิภาพการทำงานสูงขึ้น อำนวยความสะดวกสบายให้แก่มวลมนุษยชนอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ มีความก้าวหน้าไปอย่างมาก นั้นมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัว ซึ่งเป็นระบบการประมวลผลที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดจิ๋วที่ฝังไว้ในอุปกรณ์และอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความฉลาด ความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้นผ่านซอฟต์แวร์ยุทธนาพงษ์สวัสดิ์ และนราธิป (2559) ที่ตอนนี้ได้รับความนิยมและนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลายในด้านอุตสาหกรรม ด้านการเกษตร ด้านขนส่ง ด้านความปลอดภัย และทางด้านการศึกษา ซึ่งในปัจจุบันได้มีการเน้นให้สถาบันทางการศึกษาให้มุ่งเน้นการเรียนการสอนทางด้านสมองกลฝังตัวให้กับนักศึกษา

ให้มีความสามารถในการสร้างและพัฒนาเทคโนโลยีหรือนวัตกรรมใหม่ Techakosit and Nilsook, (2018) เพื่อจะได้นำไปใช้แก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรมให้สามารถทำนายสิ่งที่ต้องการจากการรับส่งข้อมูลผ่านทางสมองกลฝังตัว Zhai (2018) อีกทั้งยังสามารถใช้การรับส่งและเก็บข้อมูลบน cloud computing Jassas et al (2017) ผ่านทางอุปกรณ์ Internet of Thing, Laukkarinen et al (2013) ดังนั้น

การพัฒนาเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวในสถาบันการศึกษา จะเป็นการสนับสนุนให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสมองกลฝังตัว He et al (2016) เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนด้านการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัว รวมถึงการพัฒนานักศึกษาและบุคลากรให้มีศักยภาพต่อไป

จากหลักการ แนวคิด ทฤษฎีและความเป็นมาที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว เพื่อจะได้ใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความรู้ ความสามารถ ทักษะในการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์เพื่อสร้างนวัตกรรมจากสมองกลฝังตัว และใช้เวลาว่างนอกเหนือจากการเรียนการสอนในชั้นเรียนและได้ศึกษาค้นคว้าและทบทวนความรู้ด้วยตนเองเพื่อพัฒนาสมรรถนะสมองกลฝังตัวของผู้เรียนให้มากยิ่งขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวเพื่อออกแบบระบบสารสนเทศ

1.2.2 เพื่อออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวเพื่อประเมินระบบสารสนเทศ

1.2.3 เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

1.2.4 เพื่อประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของนักศึกษาปริญญาตรีที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

### 1.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 1.3.1.1 ประชากร

นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2562 จำนวน 3,303 คน

#### 1.3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ทำการลงทะเบียนในปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 1.3.2 ตัวแปรที่ใช้ในงานวิจัย

ตัวแปรต้น ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิก

ตัวแปรตาม สมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

## 1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.4.1 ระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring Systems: ITSs) ระบบให้มีความสามารถในการติวเตอรืให้กับผู้เรียน มีหลักการเพื่อที่จะนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนที่ต้องการฝึกทักษะและให้ความรู้แก่ผู้เรียนเพื่อใช้เป็นส่วนเพิ่มเติมของการเรียนการสอน และระบบมีความสามารถในการทำหน้าที่สอนแทนผู้สอนได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งยังมีจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาระบบให้สามารถนำเสนอข้อเสนอแนะหรือคำแนะนำ เพื่อแนะแนวทางการเรียนให้กับผู้เรียนได้

1.4.2 Graphical Programming คือ การเขียนโปรแกรมเชิงกราฟิกด้วยบล็อกไดอะแกรมหรือแผนภาพสัญลักษณ์แทนการเขียนโปรแกรมด้วยโค้ดหรือชุดคำสั่ง

1.4.3 ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) คือระบบประมวลผล ที่ใช้ชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์ที่ฝังไว้ในอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความฉลาดและความสามารถให้กับอุปกรณ์เหล่านั้น โดยจะทำงานตามคำสั่ง คือ โปรแกรม หรืออัลกอริทึมที่เขียนลงไว้ในชิปหรือไมโครโพรเซสเซอร์นั้น

1.4.4 เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) คือ อุปกรณ์ที่อยู่รอบตัวสามารถเชื่อมโยงเข้าสู่อินเทอร์เน็ต ถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกันผ่านเครือข่าย โดยสามารถระบุตัวตนรับรู้บริบทของสภาพแวดล้อมและมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบและทำงานร่วมกันได้

1.4.5 สมรรถนะระบบสมองกลฝังตัว คือ ความสามารถในการสร้างฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับระบบสมองกลฝังตัว และสามารถออกแบบฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์และสถาปัตยกรรมสำหรับระบบสมองกลฝังตัวได้ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ ได้

## 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ได้กรอบแนวคิดของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

1.5.2 ได้องค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

1.5.3 ได้สถาปัตยกรรมของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

1.5.4 ได้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

1.5.5 เพิ่มสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของนักศึกษาปริญญาตรี

## 1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดงานวิจัยระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวด้วยเทคโนโลยีเชื่อมต่อสรรพสิ่ง

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพน้องกลฝั่งตัวด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำความรู้ในทางทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบ สรุปได้ดังนี้

- 2.1 ระบบการสอนอัจฉริยะ
- 2.2 การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์
- 2.3 ระบบสมองกลฝังตัว
- 2.4 เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง
- 2.5 สมรรถนะสมองกลฝังตัว
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.7 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ระบบการสอนอัจฉริยะ

##### 2.1.1 ความหมายของระบบการสอนอัจฉริยะ

สุรศักดิ์ (2551:71) ได้ให้ความหมายของระบบสอนเสริมอัจฉริยะ ว่าเป็นระบบสอนเสริมที่มีการพิจารณาถึงความแตกต่างของผู้เรียนเพื่อการนำเสนอ บทเรียนได้อย่างเหมาะสมตามพื้นฐานความรู้และความสามารถในการเรียนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล การพัฒนาระบบไอทีเอส ต้องพิจารณาถึงปัจจัยสำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ในสาขาวิชาที่สนใจ (Knowledge of Domain) ซึ่งหมายถึงหัวข้อต่าง ๆ ในหลักสูตรที่ใช้ในการสอนที่ จะมียู่ในระบบ ไอทีเอส ความรู้ด้านผู้เรียน (Knowledge of Learner) ซึ่งหมายถึงพื้นฐานความรู้ ระดับความสามารถและพฤติกรรมด้านการเรียนของผู้เรียนที่จะใช้ระบบ ไอทีเอส และความรู้ด้านยุทธศาสตร์ของผู้สอน (Knowledge of Teacher Strategies) ซึ่งหมายถึงเนื้อหาลำดับขั้นตอนและวิธี การนำเสนอบทเรียนและการทดสอบที่มีในระบบ

พินันทา (2558, 87) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถนำมาปรับแบบการสอนโดยการนำเสนอเนื้อหาและรูปแบบการเรียนรู้เพื่อตอบสนองความแตกต่างในการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยใช้หลักของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert) เพื่อตอบสนองความรู้และเพื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนตามศักยภาพของตนเองโดยผู้เรียนได้เรียนรู้ตามระดับความสามารถทางการเรียนของตนเอง

อภิสิทธิ์ (2556, 24:25) ระบบการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะเป็นระบบที่มีพื้นฐานการตัดสินใจเกี่ยวกับการกำหนดวิธีสอนว่าจะสอนอะไร เมื่อไรนั้นขึ้นอยู่กับรายละเอียดในการวินิจฉัยความรู้ของผู้เรียนซึ่งมีอิทธิพลสูงมากไม่เพียงแต่จัดให้นักเรียนมีโอกาสได้ลงมือกระทำและมีส่วนร่วมเท่านั้น แต่สามารถทำให้เกิดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ อย่างเหมาะสม ระบบการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะ

หรือระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบอัจฉริยะเป็นระบบที่มีความสามารถวิเคราะห์การตอบสนองของนักเรียนได้อย่างกว้างขวางสามารถจำลองความรู้ ในปัจจุบันของผู้เรียน รวมทั้งมีโมดูลที่คลาดเคลื่อนวิธีการสอนแบบต่าง ๆ สามารถวินิจฉัยและกำหนดว่าจะสอนอะไร เมื่อไรและสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม

วิทยา (2548: 72) ได้ให้ความหมายว่า ระบบ ITS ถือเป็นงานทางด้านปัญญาประดิษฐ์ เนื่องจากระบบ ITS จะมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ ฐานองค์ความรู้หรือ KB (Knowledge Base) และใช้หลักของระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อตอบสนองความรู้และเพื่อการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ต่าง ๆ สำหรับผู้เรียนตามศักยภาพ

Neelu Jyothi Ahuja et al (2013) กล่าวว่า Intelligent Tutoring System คือโปรแกรมที่ใช้คอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อเป็นครูสอนพิเศษให้กับผู้เรียน แต่เพื่อให้คำแนะนำ กระบวนการเรียนเนื้อหา ให้กับผู้เรียนเป็นรายบุคคล

Naser (2016) กล่าวว่า ระบบ Intelligent Tutoring System เป็นระบบที่มุ่งหวังที่จะให้บริการการเรียนการสอนที่ผู้เรียนกำหนดเองหรือมีข้อเสนอแนะให้กับผู้เรียน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่ออำนวยความสะดวกการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ โดยใช้ความหลากหลายของเทคโนโลยี

Giuseppe Fenza et al (2016) ระบบ Intelligent Tutoring System เป็นระบบการให้การศึกษแบบปรับตัวให้ตรงกับความรู้ ความสามารถ และประสบการณ์ของผู้เรียน

Hoang Nam Ho et al (2017) กล่าวว่า Intelligent Tutoring System เป็นผู้สอนที่ให้ความรู้ความเข้าใจที่จะต้องสามารถพัฒนาความรู้ของผู้เรียน ตัดสินใจ ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะให้กับผู้เรียนแต่ละคน

Marouf and Abu-naser, (2019) ได้ให้คำจำกัดความของ Intelligent Tutoring System ว่าเป็นระบบที่เน้นการปรับตัว และการตัดสินใจด้วยระบบเองเพื่อให้ระบบการสอนในลักษณะที่จะสามารถทดแทนผู้สอนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

Han et al (2019) ได้ให้นิยามของระบบ Intelligent Tutoring System ไว้ว่าเป็นระบบการเรียนรู้ผ่านของระบบคอมพิวเตอร์ โดยมีผู้สอนเป็นผู้ควบคุมกระบวนการเรียนการสอนจากระยะไกล โดยที่ผู้เรียนไม่ต้องเข้าเรียนในห้องเรียน ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมการสอนแบบอัตโนมัติโดยใช้หลักการและขั้นตอนวิธีทางปัญญาที่ได้รับการยอมรับอย่างดีเพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้ และสามารถให้คำแนะนำส่วนตัวและสามารถปรับให้เข้ากับความรู้ความสามารถในการเรียนรู้และความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน

Schez-sobrinio et al (2020) Intelligent Tutoring System เป็นระบบที่ออกแบบมาเพื่อจำลองการทำงานของครูสอนโดยอัตโนมัติ เป้าหมายของระบบนี้คือการจัดให้มีการเรียนรู้เป็นรายบุคคล โดยให้การป้อนกลับแบบเป็นส่วนตัวให้กับนักเรียนแต่ละคน โดยปกติแล้วจะไม่ต้องมีการแทรกแซงจากครูสอน โดยขั้นตอนการเรียนทุกอย่างจะเป็นไปตามระบบที่ตั้งไว้

ดังนั้นผู้วิจัยสามารถสรุปความหมายของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) คือ ระบบการสอนที่สามารถให้ผู้เรียนได้เรียนตามกระบวนการสอนที่ผู้สอนได้ออกแบบไว้ แต่ระบบสามารถประเมินผลผู้เรียนในแต่ละการประเมินแล้วพิจารณาว่า ผลการประเมินของผู้เรียน

นั้นผ่านเกณฑ์ที่ผู้สอนตั้งไว้หรือไม่จากนั้น ระบบจะสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนเพื่อทบทวนความรู้อีกครั้ง

### 2.1.2 องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ

สุรศักดิ์ (2551:72) ได้อธิบายระบบไอทีเอส ว่าประกอบด้วยองค์ประกอบหลักของระบบ 5 ส่วน ดังนี้

1. หน่วยผู้เรียน เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลในส่วนที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนแต่ละราย ซึ่งอย่างน้อยต้องมีความสามารถในการติดตามได้ว่าผู้เรียนสามารถเรียนรู้บทเรียนที่สอนได้ดีเพียงใด

2. หน่วยดำเนินการวิธีการสอน เป็นหน่วยสนับสนุนกระบวนการสอน เช่นข้อมูลที่บอกว่าเมื่อไรจะต้องทบทวน เมื่อไรจะต้องนำเสนอหัวข้อการเรียนรู้ใหม่ และหัวข้อการเรียนรู้ใดที่ถูกควบคุมโดยหน่วยดำเนินการวิธี การสอนโมเดลผู้เรียนจะถูกใช้เป็นข้อมูลนำเข้าให้กับหน่วยดำเนินการวิธีการสอนเพื่อการตัดสินใจที่จะสะท้อนให้เห็นความต้องการที่แตกต่างกันของผู้เรียนแต่ละราย

3. ความรู้ในสาขาวิชาที่สนใจ เป็นส่วนที่เก็บเนื้อหาบทเรียนที่ระบบใช้ในการสอนและเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดเพราะถ้าไม่มีส่วนนี้แล้วระบบก็จะไม่มีเนื้อหาที่จะใช้ในการสอน ส่วนประกอบส่วนนี้ต้องอาศัยความรู้ด้านวิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) ในการแทนความรู้เพื่อให้ระบบอื่นสามารถเข้ามาใช้ได้ส่วนประกอบนี้ยังมีประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยที่ว่าอย่างไรที่จะแทนความรู้ที่มีอยู่ในห้องต่อการขยายกรอบความสนใจให้กว้างขึ้นและทำอย่างไรจึงจะสามารถแทนความรู้ที่น่าสนใจนอกเหนือจากข้อเท็จจริงและกระบวนการ เช่น แบบจำลองของแนวคิดและการคิด

4. หน่วยการสื่อสาร เป็นส่วนที่ควบคุมการปฏิสัมพันธ์ระหว่างระบบกับผู้เรียนซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของบทสนทนารายการให้เลือกภาพสัญลักษณ์ หรือภาพเคลื่อนไหวบนหน้าจอก็ได้ ว่าทำอย่างไรจึงจะนำเสนอเนื้อหาบทเรียนให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

5. หน่วยผู้เชี่ยวชาญ เป็นส่วนที่มีลักษณะคล้ายกับความรู้ในสาขาวิชาที่สนใจในลักษณะที่ว่าต้องมีข้อมูลและข้อสนเทศที่จะใช้สอนผู้เรียน ทว่าหน่วยผู้เชี่ยวชาญนี้เป็นมากกว่าการแทนข้อมูลธรรมดาแต่เป็นแบบจำลองการแทนความรู้จากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่สนใจหน่วยผู้เชี่ยวชาญนี้จะใช้ในการเปรียบเทียบคำตอบของการแก้ปัญหาที่ได้ จากผู้เรียนกับคำตอบที่ได้ จากระบบเพื่อดูว่าผู้เรียนมีปัญหาในการทำความเข้าใจในเนื้อหาส่วนใดของบทเรียน

พินันทา (2557:45) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

1. ส่วนของผู้เรียน (Student Model) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลคุณลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อให้ระบบสามารถติดตามและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. ส่วนของขบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลและสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการสอนเพื่อจะเลือกมาใช้สอนผู้เรียน

3. ส่วนการสอน (Pedagogical Module) ทำหน้าที่จัดเก็บโมดูลของกระบวนการสอน เช่น ข้อมูลว่าเมื่อใดระบบควรทบทวนบทเรียน เมื่อใดควรเริ่มบทเรียนใหม่รวมถึงการเลือกหัวข้อใหม่ โดยส่วนการสอนนี้จะรับข้อมูลจากส่วนตัวแบบผู้เรียน แล้วนำมาใช้ตัดสินใจเลือกตัวแบบการสอนที่เหมาะสมกับผู้เรียนให้มากที่สุด ส่วนตัวแบบการสอนจึงเป็นหัวใจสำคัญที่ทำให้ ITS แตกต่างจาก

CAI และ CBT เพราะส่วนตัวแบบการสอนจะนำคุณลักษณะของ ผู้เรียนมาเป็นข้อมูลสำคัญในการเลือกกระบวนการสอนที่เหมาะสมที่สุด

4. ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) ทำหน้าที่คล้ายส่วนความรู้ คือ จัดการความรู้ต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้สอน แต่ส่วนตัวแบบผู้เชี่ยวชาญต้องมีความสามารถเพิ่มขึ้นคือสามารถตรวจสอบความถูกต้องหรือสร้างตัวแบบสำหรับความรู้ต่าง ๆ ได้ เช่น ส่วนตัวแบบผู้เชี่ยวชาญต้องสามารถตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบจากแบบฝึกหัดที่ให้ผู้เรียนทำโดยทั่วไปส่วนผู้เชี่ยวชาญจะประกอบด้วยกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งระบบสามารถนำกฎหลาย ๆ ข้อมาประกอบกันเพื่อนำไปใช้ตัดสินหรือตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่ได้จากผู้เรียน

5. ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Model) ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้เรียนโดยตรงการติดต่อนั้นจะรวมถึงการทำการสอนและการรับผลป้อนกลับจากผู้เรียน

อภิสิทธิ์ (2556:26) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะในการพัฒนาบทเรียนการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยแบบอัจฉริยะจะแยกองค์ประกอบที่ชัดเจนซึ่งองค์ประกอบในที่นี้หมายถึงองค์ประกอบของข้อมูลและกลไกที่เกี่ยวข้องและจำเป็นในการใช้ระบบการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะ มีนักวิจัยด้านระบบการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะ หลายท่าน ได้นำเสนอองค์ประกอบและแบบจำลองระบบการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะไว้หลายรูปแบบแต่ทุกรูปแบบจะมีโครงสร้างต่างกันแต่องค์ประกอบย่อยภายในระบบ โดยที่จะไม่มีความแตกต่างกัน

1. ส่วนเก็บเนื้อหาบทเรียน (Knowledge Domain) ในส่วนนี้จะทำหน้าที่เก็บเนื้อหาบทเรียนที่เอาไว้สอน ซึ่งเนื้อหาของบทเรียนจะถูกนำไปใช้ในส่วนจัดรูปแบบการสอน (Teaching Strategies)

2. ส่วนเก็บข้อมูลผู้เรียน (Student Module) ส่วนนี้จะเก็บข้อมูลเฉพาะของผู้เรียนแต่ละคนซึ่งทำให้ระบบสามารถแยกแยะความแตกต่างของผู้เรียนได้ โดยปกติข้อมูลเหล่านี้จะสะท้อนระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคน ณ เวลานี้ว่าเข้าใจการเรียนการสอนมากน้อยระดับใด

3. ส่วนจัดรูปแบบการสอน (Teaching Strategies) เป็นส่วนประกอบที่อ้างถึงเทคนิคการสอนโดยระบบจะทำการตัดสินใจจากข้อมูลความเหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียน ณ ขณะนั้น

4. ส่วนติดต่อกับผู้เรียน (User interface) เป็นส่วนประกอบที่เอาไว้ติดต่อกับผู้เรียนจะอยู่ในรูปของข้อความหรือหน้าจอ

Beck, Stem, and Haugsjaa (1996) ได้นำเสนอองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะประกอบด้วย 5 ส่วน ดังนี้

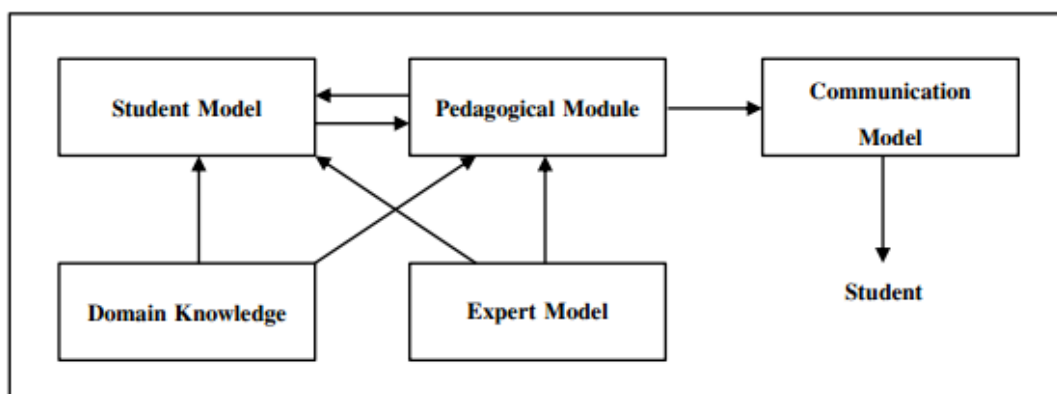
1. ส่วนของผู้เรียน (Student Model) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลทั่วไปของผู้เรียนเก็บความรู้และทักษะของผู้เรียนแต่ละคน

2. ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลและสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนและข้อมูลทั้งหมด

3. ส่วนการสอน (Pedagogical Module) ทำหน้าที่จัดเก็บโมดูลของกระบวนการสอน เช่น การวางแผนกระบวนการสอน การสร้างเนื้อหา บทเรียน แบบทดสอบ

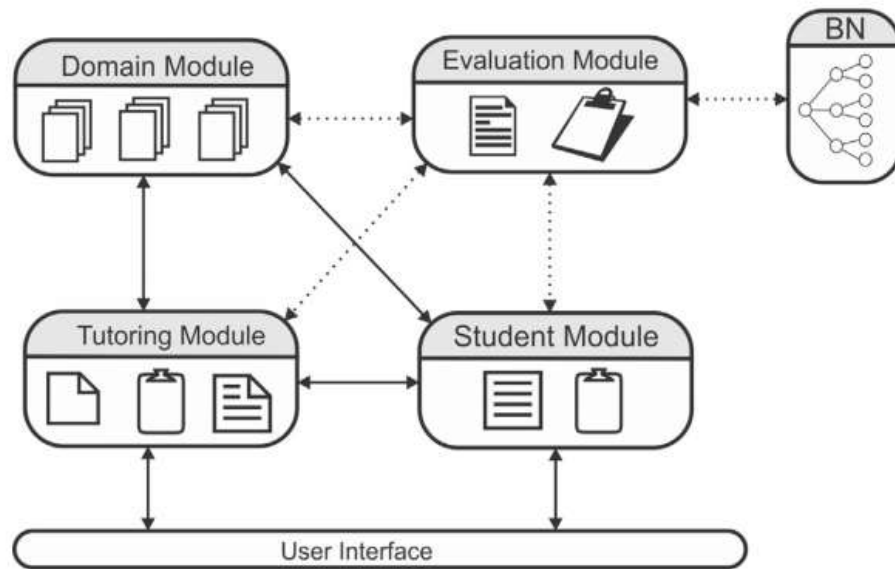
4. ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) ทำหน้าที่คล้ายส่วนความรู้ คือ จัดการความรู้ต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้สอนแต่ส่วนตัวแบบผู้เชี่ยวชาญต้องมีความสามารถเพิ่มขึ้น สามารถวิเคราะห์และประเมินผู้เรียนได้

5. ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Model) ทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อผู้ใช้งานโดยตรง การติดต่อนั้นจะรวมถึงการทำการสอนและการรับผลป้อนกลับจากผู้เรียน ตามภาพที่ 2-1



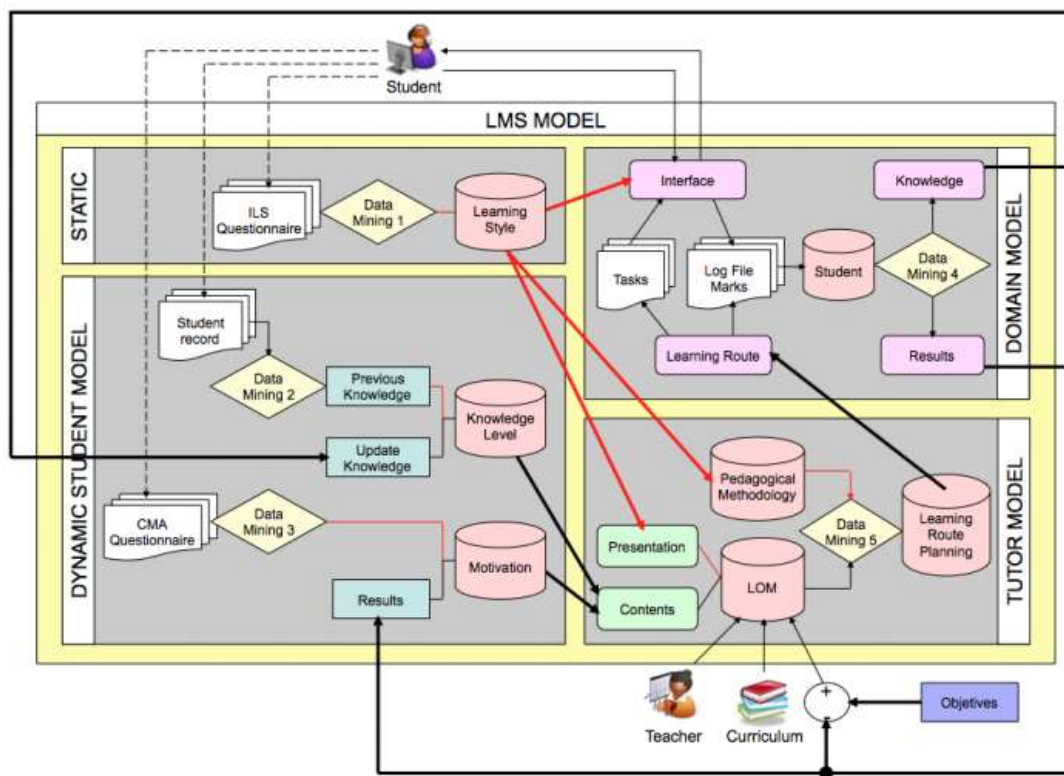
ภาพที่ 2--1 องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ

Ramirez-Noriega, Juarez-Ramirez, and Martinez-Ramirez (2017) ได้อธิบายองค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ไว้ดังนี้ 1) Domain Module เป็นองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ในการเก็บองค์ความรู้ที่จะนำไปใช้ในการเรียนซึ่งจะประกอบไปด้วยความรู้ทางด้าน แนวคิด ข้อคำถาม กิจกรรมหรือแบบฝึกหัด และปัญหา จากนั้นก็จะมีการทำสำเนาองค์ความรู้และการทำงานของนักเรียนเพื่อนำไปประเมินผลเพื่อปรับปรุงความรู้ของผู้เรียนให้เพิ่มขึ้น 2) Student module ในส่วนนี้จะแสดงถึงความรู้ที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนด้วย Intelligent Tutoring System และสามารถกำหนดวิธีการให้ความรู้ของผู้เรียนจากการทำงานหรือแบบฝึกหัด 3) Tutoring Module ทำหน้าที่ในการกำหนดการสอนและแผนการสอนให้กับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการวางแผนและกำหนดเนื้อหาให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของแต่ละคนและมีส่วนของการร้องขอความช่วยเหลือในกรณีที่ผู้เรียนต้องการอยากจะขอคำแนะนำ เป็นต้น 4) Evaluation Module จะทำหน้าที่ในการประเมินผลจากโมดูลต่าง ๆ เพื่อนำข้อมูลผู้เรียนมาวิเคราะห์และปรับปรุงเพื่อเปลี่ยนแปลงวิธีการสอน เนื้อหาและกลยุทธ์ในการสอนให้กับผู้เรียนตามภาพที่ 2-2



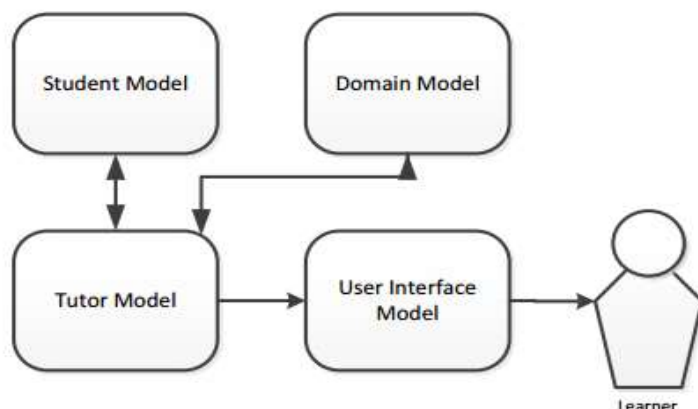
ภาพที่ 2-2 แสดงองค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Ramirez-Noriega, Juarez-Ramirez, and Martinez-Ramirez (2017)

Amela, Díez, Vallés (2011) ได้มีการออกแบบโครงสร้างสถาปัตยกรรมของระบบ Intelligent Tutoring System โดยมีองค์ประกอบของระบบดังนี้ 1) Student Model ทำหน้าที่ในการประเมินความสามารถของนักเรียนแต่ละคนเพื่อที่จะได้กำหนดระดับความรู้ให้ตรงกับทักษะการรับรู้ของนักเรียนแต่ละคนได้เหมาะสม 2) Domain model เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเก็บทรัพยากรทางการเรียนการสอนของหลักสูตรและกำหนดเส้นทางการเรียน มีกิจกรรมเพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเรียนและมีการเก็บบันทึกข้อมูลเป็นรายงานในรูปแบบ (Log Files) เพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อติดตามความก้าวหน้าของผู้เรียน 3) Tutor Model ในส่วนนี้จะทำหน้าที่กำหนดกระบวนการสอนให้กับผู้เรียนโดยผู้เรียนแต่ละคนจะได้กระบวนการเรียนและเนื้อหาที่แตกต่างกันตามความเหมาะสมของระดับผู้เรียน อีกทั้งยังกำหนดเนื้อหาที่เป็นสื่อแบบต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียนอีกด้วย ตามภาพที่ 2-3



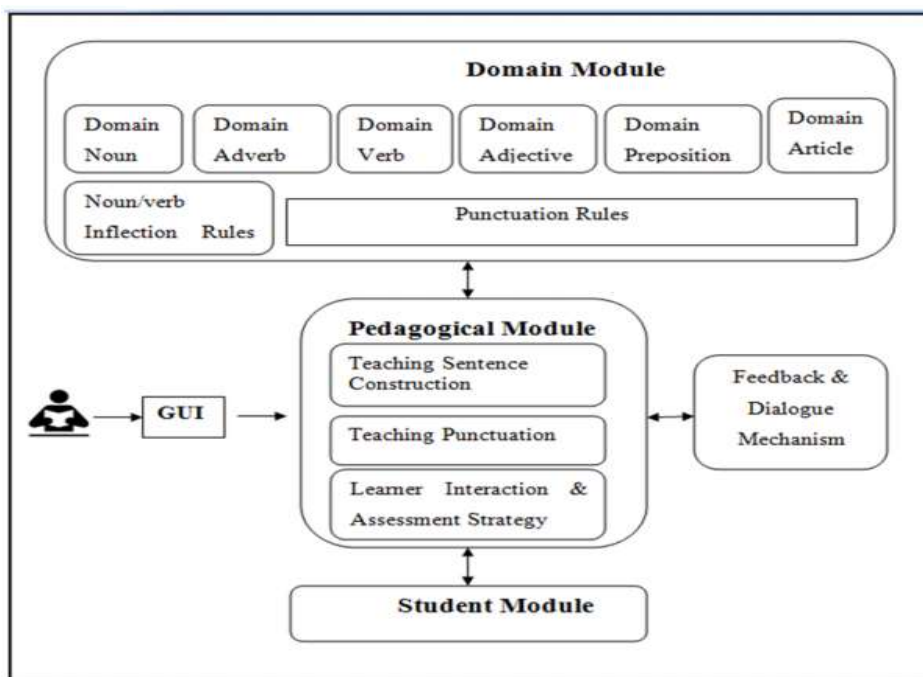
ภาพที่ 2-3 องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ  
Amela, Díez, Vallés (2011)

Jimenez, Juarez-Ramirez, Navarro, Coronel, and Castillo (2016) ได้ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ Intelligent Tutoring System โดยมีองค์ประกอบของระบบดังนี้ 1) Student Model เป็นส่วนที่แสดงความรู้ คุณลักษณะ ทักษะ และความสามารถของผู้เรียน บอกได้ว่าใครเป็นผู้สอน สถานการณ์ในการเรียน ผู้เรียนรู้สึกอย่างไรและต้องการอะไร 2) Domain Model ทำหน้าที่เป็นส่วนผู้เชี่ยวชาญในด้านการให้ความรู้และวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับผู้เรียน 3) The Tutor Model เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการจัดกระบวนการเรียนการสอนแบบโต้ตอบกับผู้เรียนและสามารถที่จะป้อนข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) อธิบายชี้แจง และสามารถให้คำปรึกษาได้และโมดูลนี้จะตัดสินใจเกี่ยวกับสิ่งที่จะนำเสนอให้ผู้เรียนได้เรียนต่อไป 4) User Interface Model เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อประสานงานกับผู้ใช้ซึ่งอยู่ในรูปแบบเว็บไซต์ที่พัฒนาด้วย HTML5, AJAX, PHP และ MySQL ตามภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Jimenez, Juarez-Ramirez, Navarro, Coronel, and Castillo (2016)

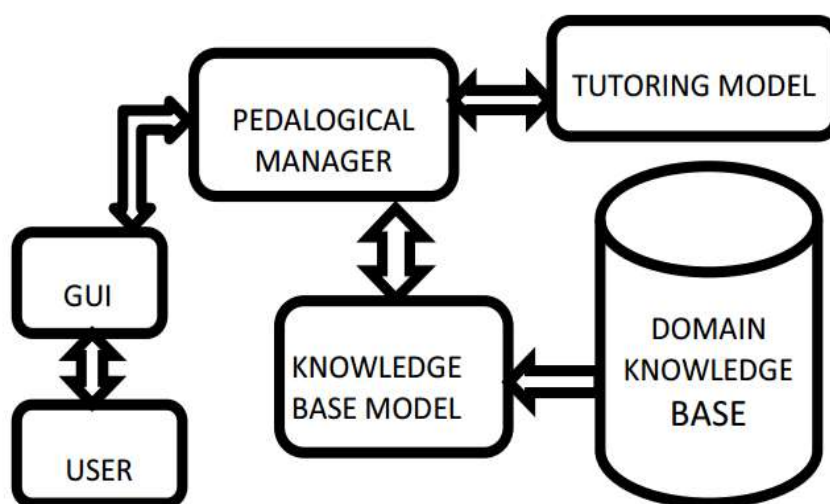
Kurup, Joshi and Shekhokar (2016) ได้อธิบายสถาปัตยกรรมของระบบ ITS ดังนี้ 1) Domain Knowledge ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเรียนภาษาอังกฤษ 2) Student Module ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลของผู้เรียน 3) Tutor Module ทำหน้าที่เป็นหน่วยจัดการกระบวนการเรียนและการมอบหมายงานให้กับผู้เรียน 4) User Interface เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ติดต่อประสานงานกับผู้เรียน โดยแสดงผลเป็นเว็บไซต์ ตามภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-5 องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Kurup, Joshi and Shekhokar (2016)

Vinchurkar and Sasikumar (2015) ได้นำระบบ ITS มาพัฒนาเป็นระบบอัจฉริยะสำหรับการอ่านออกเสียงภาษาอังกฤษซึ่งจะเรียกระบบนี้ว่า ITALIC และกล่าวถึงภาพรวมของระบบดังนี้

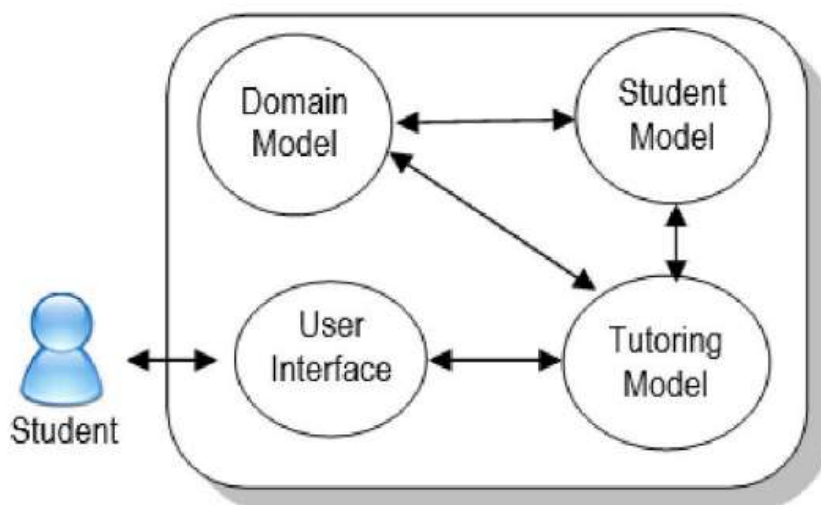
- 1) Pedagogical Manager เป็นการเรียนการสอนของวิชาภาษาอังกฤษซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูลที่เป็นประธาน กริยา รูปประโยคที่ถูกหลักไวยากรณ์
- 2) Domain Knowledge Base ทำหน้าที่เป็นแม่แบบสำหรับการสร้างประโยค โดยขั้นตอนี้จะมีข้อมูลประเภทของคำ กริยาและประโยค
- 3) Knowledge Base Model ทำหน้าที่ในการเก็บกฎสำหรับการสร้างประโยค
- 4) Tutoring Model ในส่วนนี้จะทำหน้าที่ในการตรวจข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในกระบวนการเรียนการสอน เช่น ตรวจสอบคำกริยาที่ผิดพลาด ประโยคที่ผิด จากนั้นระบบก็จะมีการเสนอแนะหรือให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและยังสามารถอธิบายวิธีการแก้ไขได้อีกด้วย ตามภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Vinchurkar, and Sasikumar (2015)

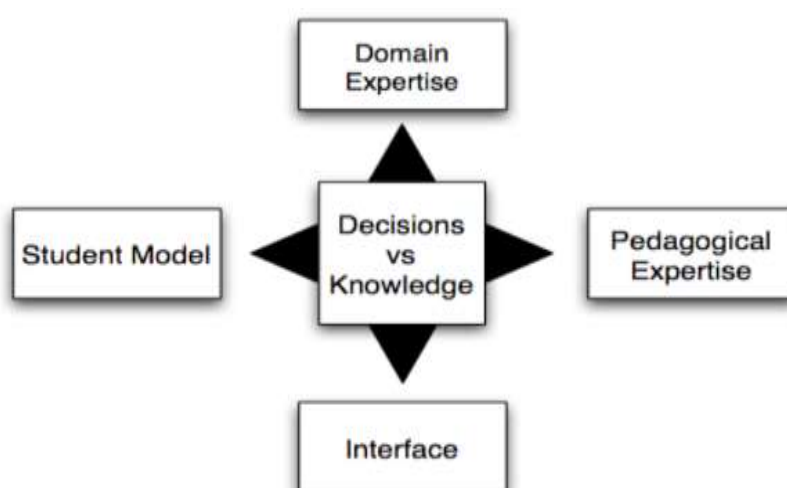
Thai-Nghe, and Schmidt-Thieme (2015) ได้อธิบายองค์ประกอบหลักของระบบ Intelligent Tutoring System ไว้ทั้งหมด 4 องค์ประกอบดังนี้

- 1) Domain Model ทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลและกระบวนการที่ใช้ในการเรียนการสอน คำนิยามหรือทักษะคำนวณ
- 2) Student Model ทำหน้าที่ในการติดตามข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน และสามารถให้คำแนะนำ วิธีแก้ไขปัญหา อีกทั้งยังสามารถที่จะความเชี่ยวชาญและทักษะของผู้เรียนในแต่ละด้านได้อีกด้วย
- 3) Tutoring Model เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นกระบวนการสอน กลยุทธ์การสอน
- 4) User interface เป็นส่วนที่นำเสนอสภาพแวดล้อมทางการเรียนและโต้ตอบกับผู้เรียนให้ได้ประสิทธิภาพมากที่สุด ตามภาพที่ 2-7



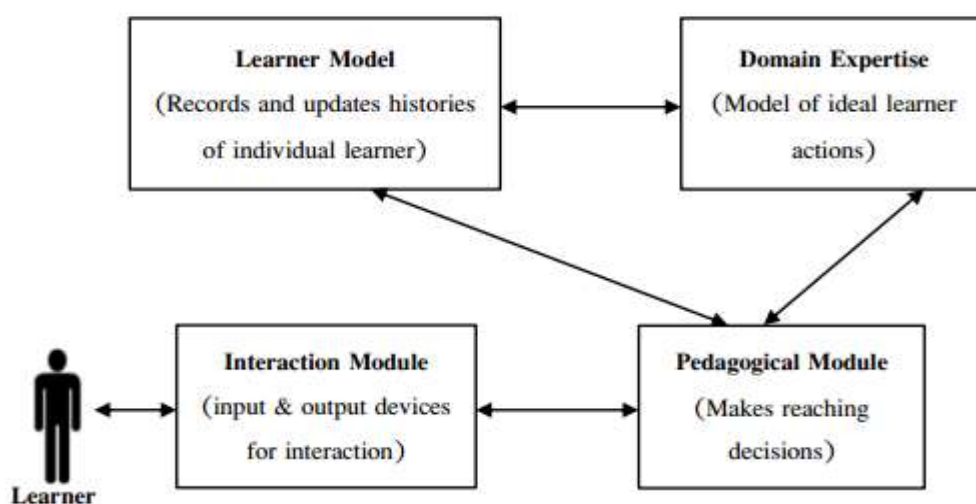
ภาพที่ 2-7 องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Thai-Nghe, and Schmidt-Thieme (2015)

Si Allal Zarouk and Khaldi (2015) ได้อธิบายสถาปัตยกรรมของระบบ ITS ไว้ทั้งหมด 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) Domain Expertise มีไว้สำหรับการแสดงความรู้ความเชี่ยวชาญของระบบ 2) Student Model การสร้างความรู้ให้กับผู้เรียนในเวลาที่กำหนด 3) Pedagogical Expertise เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการเลือกรูปแบบการเรียนการสอนให้กับผู้เรียนโดยจะเลือกตามพฤติกรรมและรูปแบบให้เข้ากับผู้เรียน 4) Interface มีไว้สำหรับเป็นส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบกับผู้ใช้ ตามภาพที่ 2-8



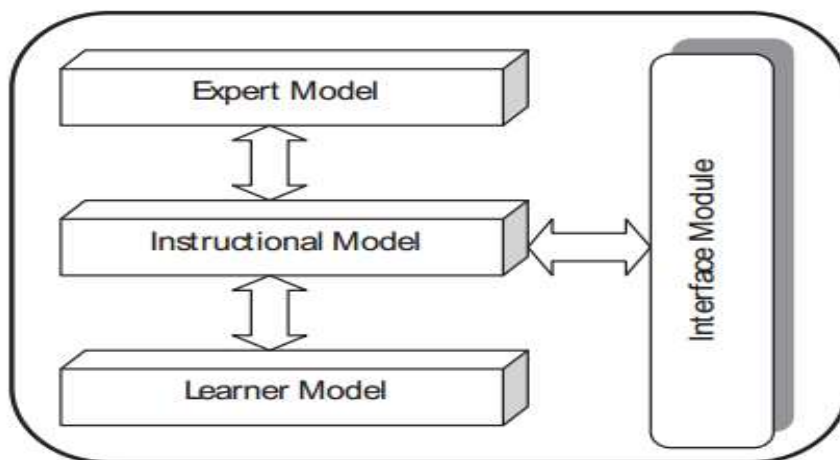
ภาพที่ 2-8 องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Si Allal Zarouk and Khaldi (2015)

McArthur, Lewis and Bishay (1993: 5) ได้นำเสนอองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ส่วนผู้เรียน (Learner Model) สำหรับบันทึกข้อมูลของผู้เรียนแต่ละคน ส่วนรูปแบบการสอน (Pedagogical Module) เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการสอนสำหรับผู้เรียนที่แตกต่างกันส่วนเชี่ยวชาญ (Domain Expertise) ถือเป็นหัวใจของบทเรียนเนื่องจากเป็นส่วนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผู้เรียนและส่วนการสื่อสาร (Interaction Module) เป็นส่วนที่สำหรับผู้เรียนใช้ติดต่อกับบทเรียน ตามภาพที่ 2-9



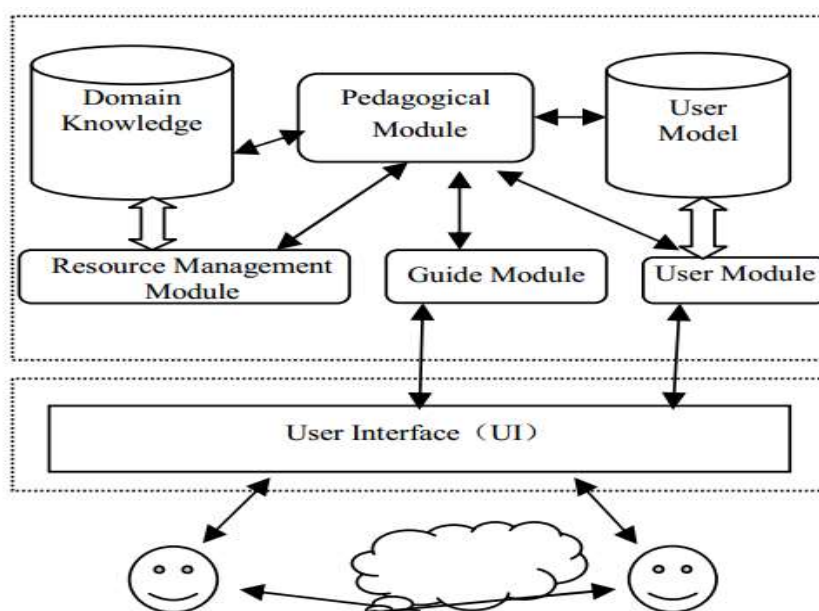
ภาพที่ 2-9 องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ ของ McArthur, Lewis and Bishay (1993: 5)

Phobun and Vicheanpanya (2010) ได้นำเสนอองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะไว้ ดังนี้ 1) โมเดลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) เป็นการให้คอมพิวเตอร์นำความรู้เกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญและความสามารถในการแก้ปัญหา (การรู้ขั้นตอน) ซึ่งความรู้นี้จะช่วยให้ระบบ ITS เปรียบเทียบการกระทำและการเลือกข้อมูลของผู้เรียนกับตรงกับความรู้หรือทักษะที่มี 2) โมเดลผู้เรียน (Learner Model) เป็นระดับความรู้ของผู้เรียนที่มีการโต้ตอบกับระบบการสอน และประเมินผลการปฏิบัติงานของผู้เรียนแต่ละคนจากพฤติกรรมในระหว่างการโต้ตอบกับระบบการสอนเพื่อกำหนดความรู้ความสามารถในการรับรู้และทักษะการใช้เหตุผลของผู้เรียนเพื่อให้คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับผู้เรียนแต่ละคน 3) โมเดลการสอน (Instructional Model) รูปแบบการเรียนการสอนมีไว้ใช้ความรู้สำหรับการตัดสินใจเกี่ยวกับกลยุทธ์การสอนให้กับผู้เรียน มันขึ้นอยู่กับกระบวนการวิเคราะห์ผู้เรียนเพื่อตัดสินใจนำเสนอข้อมูลให้กับผู้เรียน 4) โมเดลอินเทอร์เฟซ (Interface Model) รูปแบบการติดต่อมีความสำคัญในฐานะสื่อกลางการสื่อสารและสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่สามารถรองรับผู้เรียนให้สามารถพูดคุยหรือโต้ตอบกัน ตามภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 องค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ของ Phobun and Vicheanpanya (2010)

Li et al., (2008) ได้พัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะโดยมีองค์ประกอบของระบบ ดังนี้ 1) โมดูลผู้ใช้งาน (The User Module) 2) โมดูลการจัดการทรัพยากร (Resource Management Module) 3) โมดูลกระบวนการสอน (Pedagogical Module) และ 4) โมดูลการให้คำแนะนำ (Guide Module) ตามภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 องค์ประกอบของระบบระบบการสอนอัจฉริยะ ของ Li et al., (2008)

Bakeer and Abu-naser (2018) ได้สรุปองค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ไว้ดังนี้ (1) Domain Model คือรูปแบบโดเมนเกี่ยวข้องกับบทเรียนการจัดเรียงและองค์ประกอบต่าง ๆ มี 2 องค์ประกอบพื้นฐาน องค์ประกอบแรก คือ Domain Organization Model เกี่ยวข้องกับการจัดการจัดบทเรียนและเนื้อหาองค์ประกอบที่สอง เกี่ยวข้องกับสื่อการสอน (2) Student Model เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลของผู้เรียนและมีการเก็บบันทึกข้อมูลการเรียนรู้ตลอดการเรียนรู้ (3) Teaching Module คือการจัดลำดับการดำเนินการสอนที่จะต้องเป็นไปตามกระบวนการสอนที่ตั้งไว้ กระบวนการเหล่านี้จะจัดลำดับการเรียนรู้ให้เป็นไปตามความสามารถ และความต้องการของผู้เรียน (4) User Interfaces เป็นส่วนเชื่อมต่อเป็นส่วนสำคัญของระบบซึ่งจะมีใช้ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน โดยผู้ใช้จะเห็นอินเทอร์เฟซที่แตกต่างกัน

Marouf and Abu-naser (2019) ได้อธิบายองค์ประกอบของระบบ Intelligent Tutoring System ไว้ทั้งหมด 4 ส่วนดังนี้ (1) Domain Model เป็นส่วนที่เก็บสื่อการสอน องค์ความรู้ข้อมูลที่ใช้สำหรับการเรียนการสอน (2) Student Model เป็นส่วนที่ใช้ในการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน และเก็บข้อมูลหรือประวัติของผู้เรียนแล้วนำไปวิเคราะห์เพื่อสร้างข้อมูลป้อนกลับไปเป็นส่วนของกระบวนการสอน (3) Pedagogical Model คือส่วนที่เรียกว่ารูปแบบการสอนจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐานความรู้เพื่อเลือกและวางแผนองค์ประกอบการสอนตามความสามารถของผู้เรียนให้เหมาะสม (4) User Interface Model ส่วนติดต่อการใช้งานที่ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับระบบและใช้สำหรับการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและระบบ

### 2.1.3 ประโยชน์ของระบบการสอนอัจฉริยะ

พินันทา (2557:45) ประโยชน์ของระบบการสอนอัจฉริยะมีเป้าหมายหลักคือ เพื่อช่วยการสอนวิชาทางสายวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะสามารถสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวัดผลผู้เรียนหรือสร้างตัวแบบของผู้เรียนได้ง่ายกว่า ระบบ ITS มีส่วนช่วยผู้สอนอย่างมาก ในกรณี ที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้ช้ากว่าผู้เรียนส่วนใหญ่ เพราะ ITS เป็นเสมือนผู้สอนแบบตัวต่อตัว สามารถเลือกใช้วิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับผู้เรียนได้โดยทั่วไปแล้ว ITS มีประโยชน์ในหลายด้าน คือ

1. การสอนพิเศษ (Micro-Tutoring) จุดแข็งของ ITS คือความสามารถที่จะวิเคราะห์คำตอบจากการแก้ปัญหาของผู้เรียนทำให้สามารถเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เหมาะสม จุดแข็งนี้เป็นส่วนที่ทำให้ ITS แตกต่างจากระบบ CBT หรือ CAI ซึ่งไม่มีการนำข้อมูลต่าง ๆ จากผู้เรียนไปปรับการทำงาน ของระบบ

2. การควบคุมการเรียนรู้จากผู้สอน (Tutor Control of Learning) ในการใช้งานระบบ ITS ส่วนใหญ่ ระบบทำหน้าที่วิเคราะห์คำตอบและเสนอบทเรียนต่อไปให้กับผู้เรียน แต่ผู้เรียนก็ยังสามารถเลือกหรือบอกสิ่งที่ตัวเองต้องการรู้ได้ ซึ่งตัวแบบผู้เรียนในระบบจะเก็บข้อมูลระดับความรู้ของผู้เรียน สิ่งที่ต้องเรียนต่อไปหรือสิ่งที่ควรตัดออกเนื่องจากมีเวลาอันจำกัดทำให้สามารถควบคุมการเรียนรู้ของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างเหมาะสมได้

3. การฝึกให้เรียนผ่านได้ (Impasse-Driven Coaching) คุณสมบัติหนึ่งของระบบ ITS คือสามารถเสนอวิธีการเรียนจากการวิเคราะห์ปัญหาหรือความผิดพลาดของผู้เรียน โดยไม่จำเป็นต้องให้ผู้เรียนวางแผนการเรียนไว้ก่อน

4. บูรณาการความง่ายสู่ห้องเรียน (Easy Integration to Classroom) มีเหตุผลสนับสนุน 2 ข้อคือ ระบบ ITS ได้รับการออกแบบให้มีเป้าหมายเช่นเดียวกับเป้าหมายของการสอนในชั้นเรียนอยู่แล้ว และส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการสอนในลักษณะเดียวกัน คือ การใช้แบบฝึกหัดทำให้สามารถนำมาใช้แทนแบบฝึกหัดในชั้นเรียนได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลง

วัฒนา, (2547: 14) กล่าวว่าเบื้องต้นระบบไอทีเอสมีเป้าหมายเพื่อช่วยการสอนวิชาทางสายวิทยาศาสตร์ ทั้งนี้เพราะ สามารถสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวัดผลผู้เรียน หรือสร้างตัวแบบของผู้เรียนได้ง่ายกว่า ระบบ ไอทีเอสมีส่วนช่วยผู้สอนอย่างมากในกรณีที่ผู้เรียนเรียนรู้ได้ช้ากว่านักเรียนส่วนใหญ่ เพราะ ไอทีเอสเป็นเสมือนผู้สอนแบบตัวต่อตัว สามารถเลือกใช้วิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับ ผู้เรียนได้ โดยทั่วไปแล้วไอทีเอสมีประโยชน์ในหลายด้าน คือ 1) การสอนพิเศษ (Micro-Tutoring) จุดแข็งของไอทีเอส คือความสามารถที่จะวิเคราะห์คำตอบจากการแก้ปัญหาของผู้เรียนโดย ละเอียด ทำให้สามารถเลือกวิธีการหรือแนวทางที่เหมาะสม จุดแข็งนี้เป็นส่วนที่ทำให้ไอทีเอส แตกต่างจากระบบซีบีที หรือซีเอไอ ซึ่งไม่มีการนำข้อมูลต่าง ๆ จากผู้เรียนไปปรับการทำงานของระบบ 2) การควบคุมการเรียนจากผู้สอน (Tutor Control of Learning) ในการใช้งานระบบไอทีเอสส่วนใหญ่ระบบทำหน้าที่วิเคราะห์คำตอบ และเสนอบทเรียน ต่อไปให้กับผู้เรียน แต่ผู้เรียนก็ยังสามารถเลือกหรือบอกสิ่งที่ตัวเองต้องการรู้ได้ ซึ่งตัวแบบนักเรียน ในระบบจะเก็บข้อมูลระดับความรู้ของผู้เรียน สิ่งที่ต้องเรียนต่อไป หรือสิ่งที่ควรตัดออกเนื่องจากมี เวลาอันจำกัด ทำให้สามารถควบคุมการเรียนของผู้เรียนให้เป็นไปอย่างเหมาะสมได้ 3) การฝึกให้เรียนผ่านได้ (Impasse-Driven Coaching) คุณสมบัติอีกส่วนหนึ่งของระบบไอทีเอส คือ สามารถเสนอวิธีการเรียนจากการวิเคราะห์ปัญหา หรือความผิดพลาดของผู้เรียน โดยไม่จำเป็นต้องให้ผู้เรียน วางแผนการเรียนไว้ก่อน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ จะสามารถสรุปองค์ประกอบทั่วไปของระบบการสอนอัจฉริยะได้ทั้งหมด 5 องค์ประกอบ ดังนี้ 1. ส่วนของผู้เรียน (Student Model) 2. ส่วนขอบข่ายเนื้อหาสาระ (Domain Knowledge) 3. ส่วนการสอน (Pedagogical Module) 4. ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Model) 5. ส่วนติดต่อสื่อสาร (Communication Model )

#### 2.1.4 ข้อจำกัดของระบบการสอนอัจฉริยะ

พินันทา ฉัตรวัฒนา (2557:46) ข้อจำกัดของระบบการสอนอัจฉริยะ ระบบ ITS มีข้อจำกัดต่าง ๆ 2 ประการคือ

1. ข้อจำกัดในส่วนความรู้ระบบความรู้ใน ITS ในปัจจุบันนั้นยังมีขนาดจำกัดไม่สามารถครอบคลุมความรู้ในวงกว้างได้ ดังนั้นในทุกกระบวนจึงเหมือนมี สมมติฐานว่าความรู้ทั้งหมดเพียงที่ระบุไว้ในระบบทำให้บางครั้งระบบ ITS อาจจะทำงานไม่ได้ดีพอ ดังนั้น ITS ในปัจจุบันจึงมีเป้าหมายอยู่ที่การสอนซึ่งความรู้มีลักษณะเป็นระบบปิดจึงทำให้สามารถสร้างฐานความรู้ได้ง่าย

2. ข้อจำกัดในส่วนผู้เชี่ยวชาญ ข้อจำกัดนี้ถือว่ามี ความสำคัญกว่าข้อจำกัดแรก เพราะตัวแบบผู้เชี่ยวชาญในปัจจุบันยังคงอยู่ในกรอบที่ผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์กำหนดขึ้นแม้ว่าจะมีความยืดหยุ่นสามารถประยุกต์เข้ากับสถานการณ์ส่วนใหญ่ได้ แต่ก็ยังคงมี สถานการณ์ ซึ่งอยู่นอกเหนือจากสิ่งที่กำหนดไว้ ทำให้ ITS ไม่สามารถทำงานในสถานการณ์เหล่านั้นได้ดี

## 2.2 การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์

### 2.2.1 ความหมายการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์

หลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ ซึ่งกำลังได้รับความนิยมจากผู้เขียน โปรแกรมได้พัฒนาซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนวินโดวส์ ก็จะมีหลักการที่เข้าใจได้ไม่ยาก และสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก แต่ก็ยังเป็นการพัฒนาโปรแกรมที่ผู้เขียนโปรแกรมต้องลงมือสร้างส่วนโปรแกรมเองหลายส่วน ต้องมีความรู้ความชำนาญ ในการสร้างซอฟต์แวร์สูง อีกทั้งต้องใช้เวลาค่อนข้างมาก ในการพัฒนาโปรแกรม แกะไขโปรแกรมให้มีความถูกต้อง ซึ่งอาจทำให้ผู้เพิ่งเริ่มต้นเรียนรู้การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เกิดความท้อแท้ในการเขียนโปรแกรมได้ จึงได้มีการพัฒนาหลักการเขียนโปรแกรมแบบใหม่ที่น่าหลักการของการเขียนโปรแกรมแบบเชิงวัตถุมาใช้ และทำให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้นมีอุปกรณ์ ช่วยอำนวยความสะดวก ให้แก่ผู้พัฒนาซอฟต์แวร์มากขึ้นโดยผู้พัฒนาโปรแกรมไม่ต้องใช้ความรู้ที่ลึกซึ้งในการสร้างงาน อีกทั้งสามารถเห็นผลงานของตนเองได้ตั้งแต่ขณะที่กำลังสร้าง หลักการเขียนโปรแกรมที่ว่านี้ คือการเขียนโปรแกรมแบบจินตภาพ

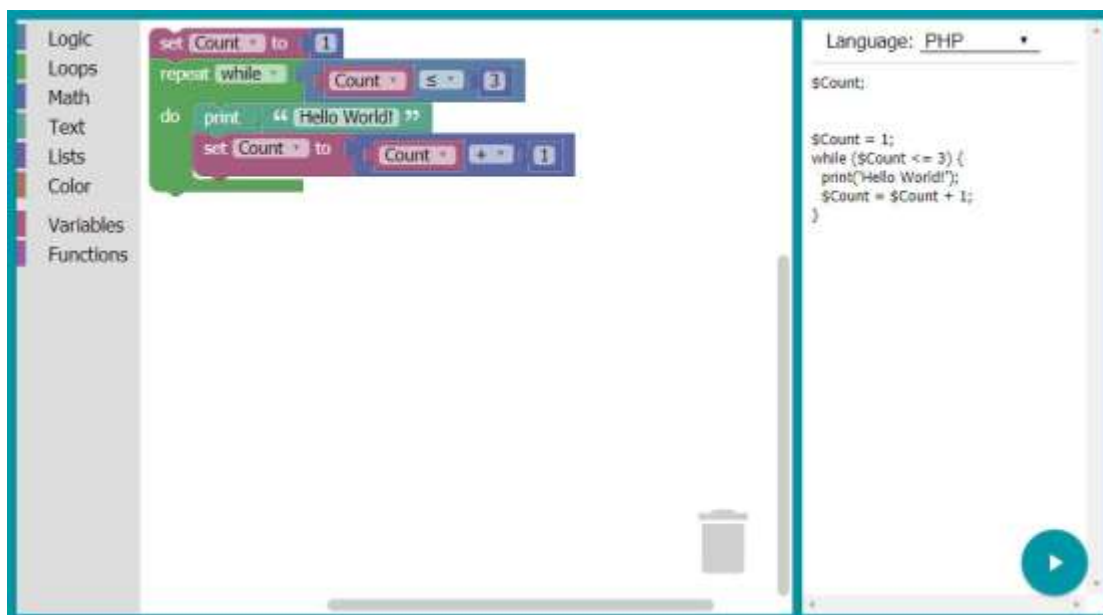
อุไรวรรณ (มปป.) กล่าวว่า การเขียนโปรแกรมแบบจินตภาพ (Visual Programming) ภาษานี้พัฒนาขึ้นโดยบริษัทไมโครซอฟต์ออกแบบเพื่อเขียนโปรแกรมที่สามารถใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการแบบจียูไอ เช่น ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์ มีการติดต่อกับผู้ใช้โดยใช้รูปภาพ การเขียนโปรแกรมทำได้ง่ายกว่าการเขียนโปรแกรมแบบเก่ามาก

การเขียนโปรแกรมแบบจินตภาพ (Visual Programming) คือ การพัฒนาโปรแกรมที่ผู้เขียนโปรแกรมสามารถมองเห็นผลลัพธ์ของงานเมื่อมีการกระทำการโปรแกรมได้ตั้งแต่ขณะพัฒนาโปรแกรมโดยไม่จำเป็นต้องรอให้การพัฒนาเสร็จสมบูรณ์ โดยตัวแปลภาษาได้เตรียมสิ่งแวดล้อมในการทำงาน (Development Environment) และเครื่องมือหรือชิ้นส่วนที่ผู้พัฒนาต้องใช้ในการสร้างงานไว้ให้สามารถเรียกใช้งานได้โดยไม่ต้องลงมือสร้างเอง เครื่องมือหรือชิ้นส่วนที่ระบบเตรียมให้ไว้นี้เรียกว่า “คอมโพเนนต์” (Component) ซึ่งอาจเป็นปุ่ม (Button) ข้อความ (Label) ช่องสำหรับกรอกข้อความ (Edit Box) รูปภาพ (Image) ผู้พัฒนาเพียงกำหนดคุณลักษณะเฉพาะและการกระทำของวัตถุแต่ละชิ้นเพื่อนำมาสร้างเป็นซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่สามารถทำงานตามที่เราต้องการ โดยการประกอบชิ้นส่วนเหล่านั้นทำได้โดยการนำชิ้นส่วนมาวางบนฟอร์มที่มีลักษณะคล้ายหน้าต่างหรือวินโดวส์ (Windows) ที่เคลฟายเตรียมไว้ให้ ผู้พัฒนาโปรแกรมสามารถกำหนดคุณสมบัติเพิ่มเติมให้กับคอมโพเนนต์ได้ เช่น การกำหนดขนาด กำหนดตำแหน่ง กำหนดชื่อคอมโพเนนต์นั้น ผ่านระบบติดต่อที่ตัวภาษาเตรียมไว้ให้ โดยไม่ต้องเขียนรหัสคำสั่งเอง ผู้ใช้จะเกี่ยวข้องกับภาษาเพียงการกำหนดตัวแปรที่ใช้งานเพิ่มเติม และการเขียนคำสั่งภายในการกระทำหรือโปรแกรมย่อยของคอมโพเนนต์เท่านั้น (งานเทคโนโลยีสารสนเทศ โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช)

การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ (Graphical Programming) คือ การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิก ที่เป็นการเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกโดอะแกรมหรือแผนภาพสัญลักษณ์แทนการเขียนโปรแกรมด้วยโค้ดหรือชุดคำสั่งซึ่งจะมีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้และสามารถมองเห็นถึงผลลัพธ์ของโปรแกรมที่เขียนไว้ทันที มีหลักการที่เข้าใจได้ไม่ยากและสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก

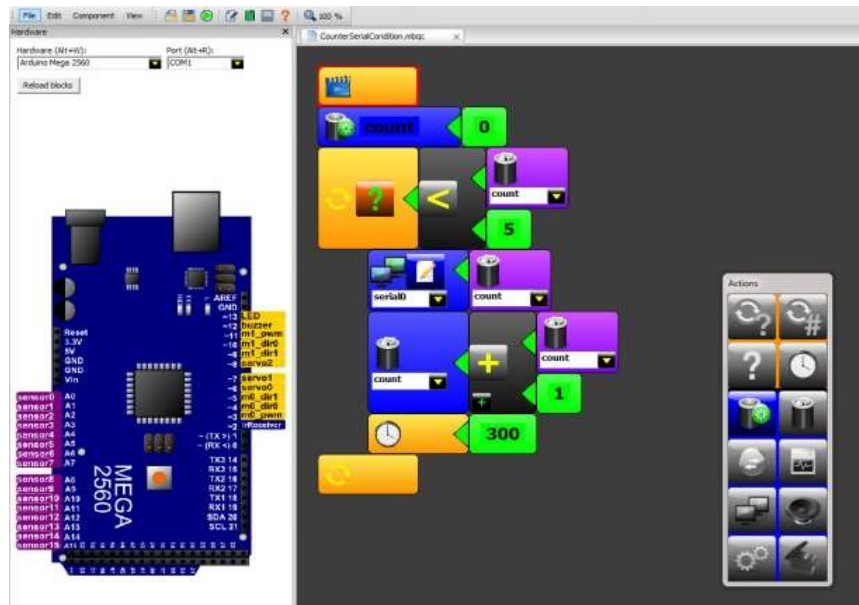
### 2.2.2 ประเภทการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์

การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ได้มีการพัฒนาการเขียนโปรแกรม โดยใช้สัญลักษณ์ภาพหรือบล็อกแบบจิ๊กซอว์ แทนคำสั่งมาเรียงต่อกันตามเงื่อนไขที่ต้องการอีกทั้งยังสามารถแปลงจากบล็อกคำสั่งไปเป็นภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้หลายภาษา เช่น JavaScript, PHP, Python, Lua, Dart เป็นต้น ตามภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 การเขียนโปรแกรมแบบ Graphical Programming

Rahul, Whitchurch and Rao (2014) ได้ใช้เครื่องมือการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิก miniBlog ที่เป็นสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกที่เป็นแบบโอเพนซอร์สที่ใช้กับอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์สำหรับ Arduino, Multipo, Physical Computing ซึ่งการเขียนโปรแกรมจะเป็นในลักษณะการลากและวางบล็อกคำสั่งสำหรับโครงสร้างในการเขียนโปรแกรม เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากนั้นจึงทำการส่งออกไฟล์ไปที่หุ่นยนต์ผ่านทางสายส่งข้อมูล ประโยชน์จากการใช้งาน miniBlog สามารถเพิ่มบล็อกคำสั่งที่ทำงานได้เฉพาะกับฮาร์ดแวร์ที่ต้องการซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทดลองการเขียนโปรแกรมโดยใช้ miniBlog เพื่อควบคุมการทำงานของเซ็นเซอร์ หน้าจอแสดงผล ของ Ray Robot ตามภาพที่ 2-13



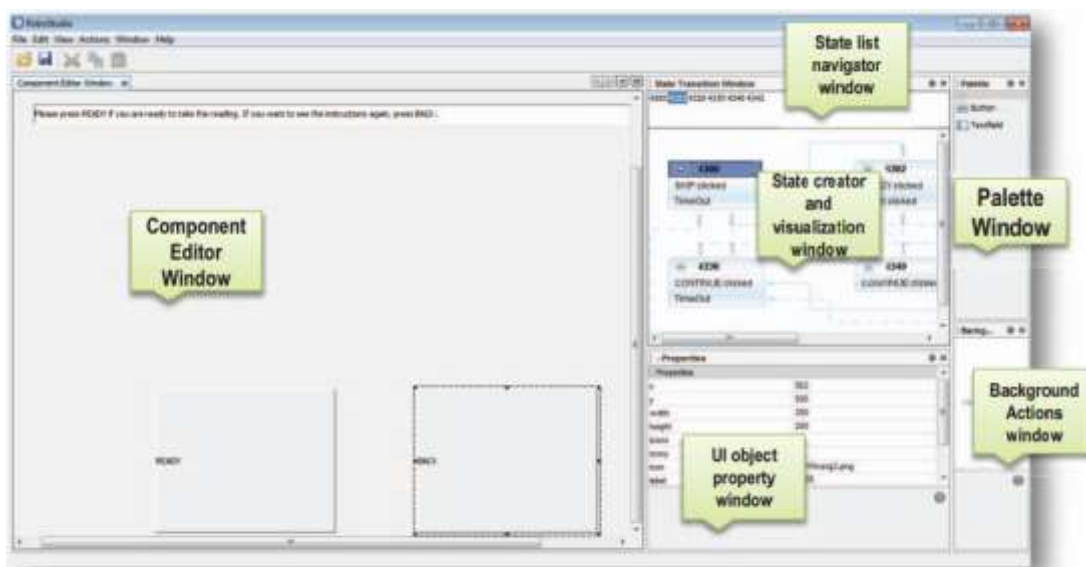
ภาพที่ 2-13 โปรแกรมแบบกราฟิก miniBlog

Chia-Yin, Chih-Kai and Ya-Fei (2015) ได้ทำการศึกษาและวิจัยโดยใช้การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกเพื่อลดภาระทางปัญญาของผู้เรียนระบบการศึกษาขั้นพื้นฐานโดยใช้โปรแกรม StarLogo TNG ซึ่งเป็นโปรแกรมแบบกราฟิกที่พัฒนามาจากการเขียนโปรแกรมแบบโลโก้ ซึ่งรูปแบบการทำงานจะเป็นการจำลองเหตุการณ์แบบ 3 มิติ แล้วควบคุมการทำงานด้วยบล็อกคำสั่ง ตามภาพที่ 2-14



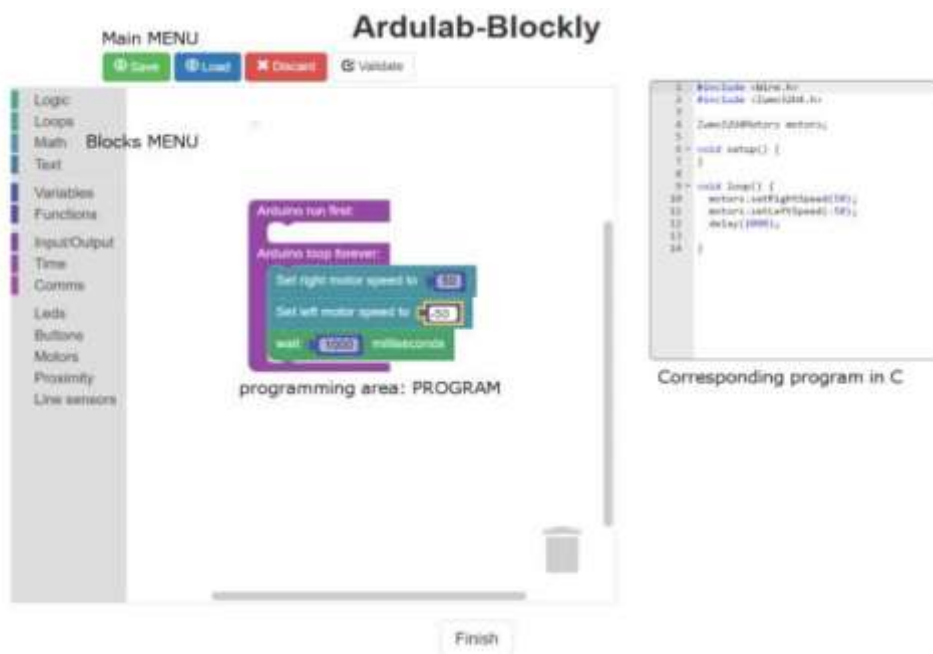
ภาพที่ 2-14 โปรแกรมแบบกราฟิก StarLogo TNG

Chandan and Bruce (2017) ได้กล่าวถึงสถาปัตยกรรมของโปรแกรมแบบกราฟิก RoboStudio ในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ เพื่อสนองความต้องการในการออกแบบและเขียนโปรแกรมใช้งานหุ่นยนต์ได้หลายฝ่าย ซึ่งตัวโปรแกรมสามารถใช้งานง่าย พัฒาร่วมกันได้ ปรับแต่งหุ่นยนต์ได้อย่างรวดเร็ว ตามภาพที่ 2-15



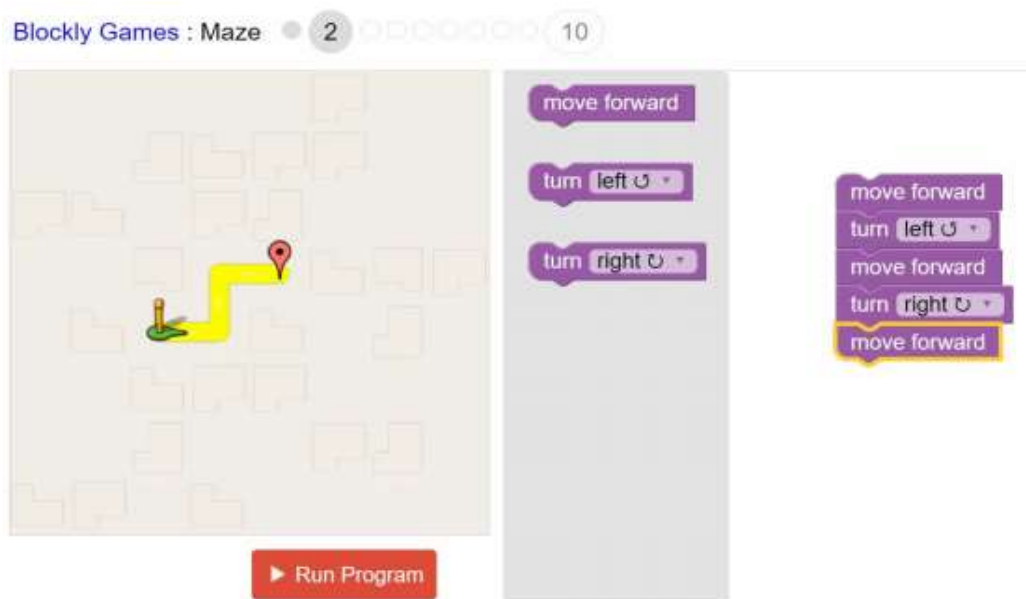
ภาพที่ 2-15 โปรแกรมแบบกราฟิก RoboStudio

Ignacio, Javier, Unai, Iñigo, Luis, Pablo and Gabriel (2017) ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการเรียนที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์ที่กำลังเป็นที่นิยมในปัจจุบันเพราะเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์การเรียนที่แปลกใหม่และน่าตื่นเต้นดังนั้นทางผู้สอนจะต้องมีห้องปฏิบัติการที่มีหุ่นยนต์แต่เนื่องจากการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์นั้นค่อนข้างยาก จึงทำให้ผู้เรียนไม่ยอมเรียนดังนั้นจึงได้มีการนำ การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกโดยใช้ RoboBlock เข้ามาใช้ในการเขียนโปรแกรมแบบเดิมซึ่ง ลักษณะการใช้งานจะเป็นการนำบล็อกคำสั่งต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์ มอเตอร์ เป็นต้นมาเรียงต่อกัน เพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานตามที่ต้องการ ซึ่งมีภาพการทำงานดังภาพที่ 2-16



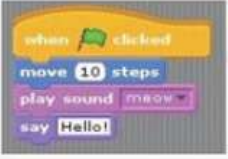

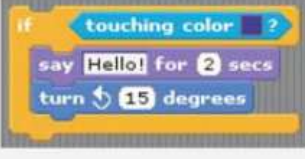



ภาพที่ 2-16 โปรแกรม Ardublockly

Shih (2017) ได้ทำการศึกษาการใช้ Blockly Games มาเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนการสอน สำหรับผู้เรียนที่เริ่มการเขียนโปรแกรม โดยจะให้ผู้เรียนฝึกแนวคิดของการวนลูป ผ่านโปรแกรม Blockly Game: Maze ตามภาพที่ 2-17



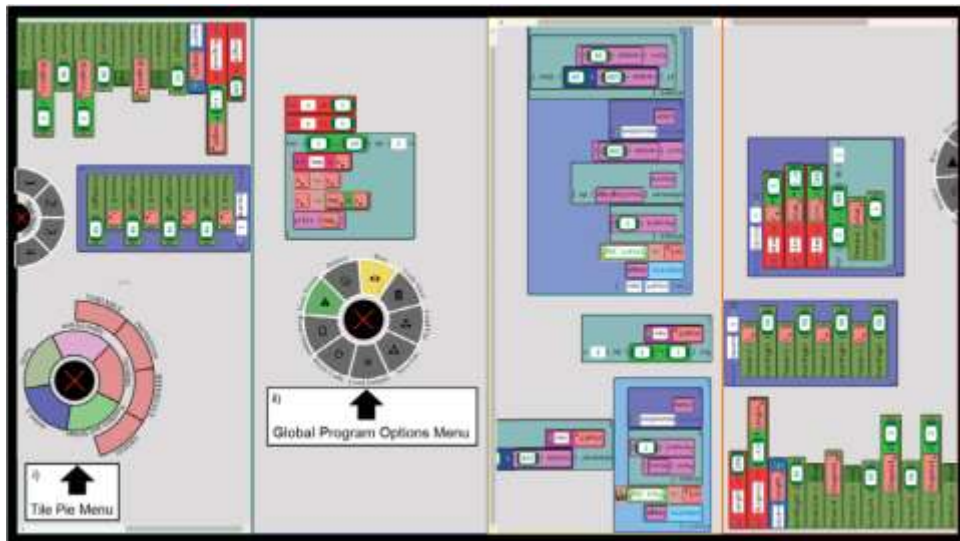
ภาพที่ 2-17 โปรแกรม Google Blockly Game : Maze

Chang (2014) ได้โปรแกรมการเขียนคำสั่งด้วยภาพมาเป็นเครื่องการเรียนสอนให้กับนักเรียน โดยที่จะเลือกใช้ในรายวิชาการเขียนโปรแกรม ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความสนใจ และสนุกกับการต่อบล็อกคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของโปรแกรม ซึ่งโปรแกรมที่ใช้คือ Scratch เพื่อช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจโครงสร้างของภาษาที่ใช้เขียนผ่านบล็อกคำสั่งที่แยกเป็นสี แล้วทำให้นักเรียนได้รู้หลักการในการนำบล็อกไปใช้อีกด้วย ตามภาพที่ 2-18

Sequence	Iteration	Condition
Do the codes in sequential order	Execute some codes many times or infinite	Executing statements only if some condition is met
		
Event handling	Parallel execution	
Responding to events triggered	Execute some codes at the same time	
		

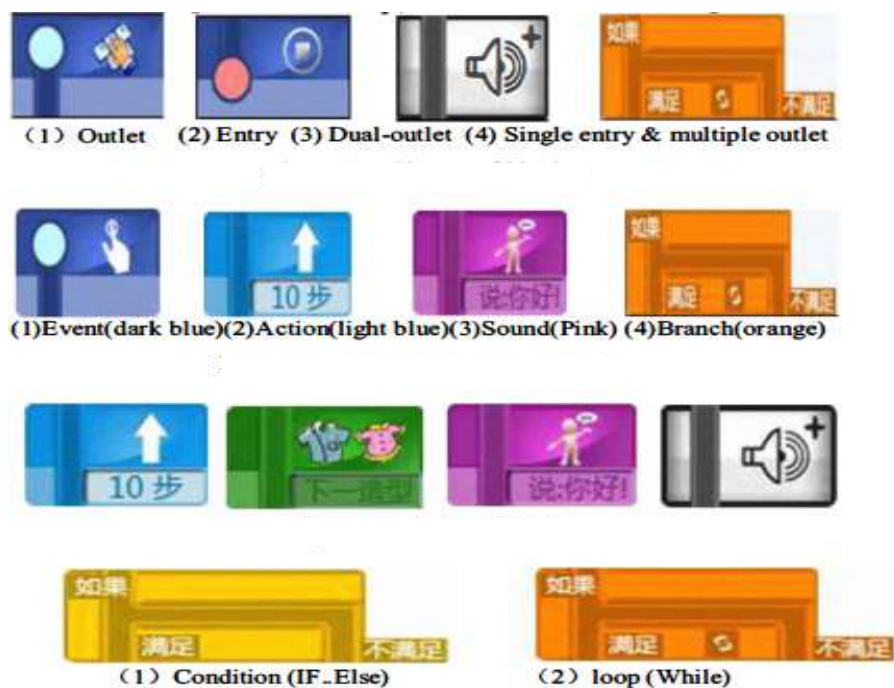
ภาพที่ 2-18 โปรแกรม Scratch

Selwyn-smith, et al. (2019) ในงานวิจัยนี้ได้้นำการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งมาใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เครื่องมือที่เป็นการเขียนโปรแกรมแบบ Blockly มาใช้เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมร่วมกัน ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ แสดงความคิดเห็น ให้คำปรึกษา ร่วมกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการสอนการเขียนโปรแกรม โดยใช้วิธีการทำงานร่วมกัน เช่น การเขียนโปรแกรมคู่ และเป็นการเขียนแบบ Multi-Device Grace คือ การเขียนโปรแกรมแบบบล็อกในสภาพแวดล้อมแบบข้ามอุปกรณ์ประกอบด้วยหน้าจอแบบดิจิทัล แท็บเล็ต มือถือ และแล็ปท็อป ตามภาพที่ 2-19



ภาพที่ 2-19 การเขียนบล็อกแบบ Multi-Device Grace

Xiajian, et al. (2011) ได้ออกแบบและพัฒนาการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ที่มีชื่อว่า KidPipe เพื่อใช้สำหรับการศึกษาของ โดยตัวโปรแกรมจะแสดงเป็นบล็อกคำสั่งในรูปแบบต่าง ๆ โดยไม่มีการกำหนดสีให้กับบล็อกคำสั่งแต่ละประเภทเพื่อจะได้เลือกใช้ได้ง่ายขึ้นตามภาพที่ 2-20



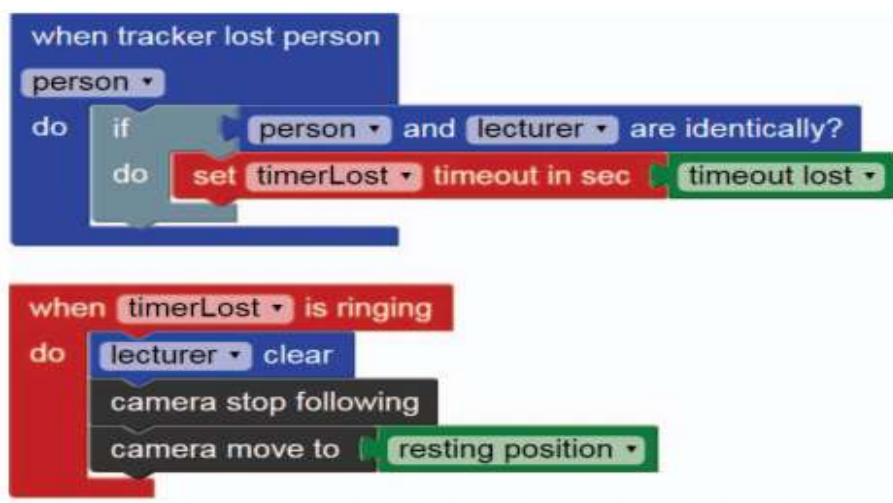
ภาพที่ 2-20 Logical block ของ KidPipe

Wulff, et al. (2016) ได้ศึกษาและวิจัยเกี่ยวกับการนำโปรแกรมแบบกราฟิกส์มาประยุกต์ใช้ทำระบบ LectureSight เพื่อความสะดวกสำหรับการควบคุมกล้องเพื่อบันทึกภาพระหว่างการนำเสนอในหน้าชั้นเรียน ตามภาพที่ 2-21



ภาพที่ 2-21 การแสดงผลจากการใช้บล็อกคำสั่งของระบบ LectureSight

ในบทความนี้ได้นำเสนอระบบ LectureSight ที่พัฒนามาจากภาษา JavaScript และ XML เพื่อใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของบล็อกคำสั่ง ซึ่งจะเป็นตัวที่ให้ผู้ใช้งานได้ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของกล้องได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ตามภาพที่ 2-22



ภาพที่ 2-22 บล็อกของระบบ LectureSight

Ray (2017) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับโปรแกรมทางด้านการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ที่มีในปัจจุบัน แล้วนำมาเปรียบเทียบความสามารถของโปรแกรมระหว่างโปรแกรมโอเพนซอร์สและโปรแกรมแบบมีลิขสิทธิ์ ซึ่งมีการค้นหาข้อมูลงานวิจัยจากฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์การวิจัยที่ได้รับ ความนิยม เช่น IEEE Xplore, Science Direct, Springer Link, Google Scholar, Web of Science และ Postscapes เป็นต้น จากนั้นนำข้อมูลโปรแกรมที่ได้ไปเปรียบเทียบคุณลักษณะสำคัญสู่ประการ เช่น สภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรม ลิขสิทธิ์ พื้นที่เก็บข้อมูล และแพลตฟอร์มรองรับ และโปรแกรมที่นำมาเปรียบเทียบจะเป็นโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเชื่อมต่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) เพื่อดูว่าโปรแกรมไหนจะมีความยืดหยุ่นในการใช้งานง่าย และสามารถรองรับการใช้งานที่หลากหลาย และเหมาะสมสำหรับเทคโนโลยีเชื่อมต่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) ตามภาพที่ 2-23

Type of VPLs	Name of VPLs	Programming environment	License	Project repository	Platforms supported
Open source	Node-Red	Web	Open Source- Apache 2.0	Github	Raspberry Pi, BeagleBone Black, Docker, Arduino, Android, IBM Bluemix, Amazon Web Services, Microsoft Azure under
	NETLab Toolkit	Web	GPL	Self	Arduino and latest Linux embedded systems like the Raspberry Pi, Intel Galileo, and Arduino
	Ardublock	Web	GPL	Self	Arduino
	Scratch for Android (s4a)	Web	GPL2	Self	Arduino
	Modkit	Desktop	GPL2	Self	Arduino, littleBits, Particle Photon, MSP340, Tiva C
	miniBloq	Desktop	RMPL	Self	Multiplo, Arduino, RedBot, and RedBoard
	NooDL	Web	NEUL	Self	Arduino, Android
Proprietary	DGLux5	Desktop	DGLux Engineering License	Self	Raspberry Pi, BeagleBone, DGBox
	AT&T Flow Designer	Desktop	GPL3	Github	AT&T IoT SIM
	Reactive Blocks	Desktop	EPL	Self	Modbus, Raspberry Pi and USB Camera
	GraspIO	Desktop	BSD	Self	Arduino, Raspberry Pi, GIO Arm, GIO TetraPod, and GraspIO boards, Android
	Wylodrin	Web	GPL3	Self	Arduino, BeagleBone Black, Raspberry Pi, Intel Galileo, Intel Edison, UDOO, ZedBoard and Red Pitay
	Zenodys	Desktop	—	Self	Raspberry Pi, Zenobox

ภาพที่ 2-23 การเปรียบเทียบโปรแกรมแบบกราฟิกส์

จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ นั้นมีหลากหลายโปรแกรมที่มีความสามารถเฉพาะตัวและบางตัวไม่สามารถนำมาใช้ได้ แต่ในงานวิจัยนี้จะมีเนื้อหาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้อุปกรณ์สมองกลฝังตัวและเทคโนโลยีเชื่อมต่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) ทำงานให้ได้ตามที่กำหนด ดังนั้นผู้วิจัยจึงจะเลือกใช้โปรแกรม Ardublockly ที่มีความสามารถในการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ สำหรับอุปกรณ์เทคโนโลยีเชื่อมต่อสรรพสิ่ง (Internet of Things) ของ Aduino โดยเฉพาะในงานวิจัยนี้

## 2.3 ระบบสมองกลฝังตัว

### 2.3.1 ความหมายระบบสมองกลฝังตัว

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2009) ได้ให้ความหมายของระบบสมองกลฝังตัว Embedded System คือ ระบบที่ทำงานร่วมกันระหว่างซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์หนึ่ง ๆ มีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางทุก ๆ วงการ เช่น อุปกรณ์เครื่องใช้ประจำบ้าน เครื่องซักผ้า เต้าไมโครเวฟ วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องมือทางการแพทย์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องเล่นเกม ฯลฯ

ศุภชัย (มปป.) Embedded Systems Technology หรือ คือการประยุกต์ไมโครโพรเซสเซอร์ร่วมกับซอฟต์แวร์ฝังตัว (Embedded Software) ในการสร้างหน่วยควบคุมของอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้า ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เทคโนโลยีด้านนี้และมักพบอยู่ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ กล้องดิจิทัล โทรศัพท์แอลซีดี โทรศัพท์มือถือ และเครื่องดูดฝุ่น ซึ่งต่างเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ที่อาศัยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในการควบคุมการทำงาน การปรับปรุงให้ผลิตภัณฑ์เหล่านี้สามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคในยุคนี้ เช่น มีขนาดเล็ก เบา หลากหลายฟังก์ชัน ประหยัดพลังงาน และราคาถูก ก็ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวในการสร้างหน่วยควบคุมที่มีความสามารถเพิ่มขึ้น เทคโนโลยีด้านนี้จึงมีความสำคัญอย่างมากต่อภาคอุตสาหกรรมการผลิต โดยภาคอุตสาหกรรมที่ถูกจัดเป็นยุทธศาสตร์สำคัญของประเทศไทย ได้แก่ อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ และอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า ต่างก็มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวในผลิตภัณฑ์อย่างกว้างขวาง

ฝ่ายวิจัยกลยุทธ์และดัชนีอุตสาหกรรม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2550) กล่าวว่า ระบบสมองกลฝังตัว (Embedded Systems) หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ใช้ อุปกรณ์ควบคุม ได้แก่ ไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโพรเซสเซอร์ โดยนำไปฝังไว้ในอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าและเครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความฉลาดและความสามารถต่าง ๆ ให้กับอุปกรณ์เหล่านั้น โดยใช้ซอฟต์แวร์ที่ฝังไว้ภายใน อาจกล่าวได้ว่าระบบสมองกลฝังตัว เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับงานควบคุม รวมถึง การแสดงผลการทำงานต่าง ๆ โดยที่ระบบเหล่านี้ถูกใช้เป็นส่วนหนึ่งของระบบและอุปกรณ์ควบคุมเครื่องมือ เครื่องจักรต่าง ๆ การที่ใช้คำว่า “ระบบแบบฝังตัว หรือ ระบบสมองกลฝังตัว” เนื่องจากระบบเหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่ ในหลายกรณีที่ใช้ทั่วไปอาจไม่ทราบว่าอุปกรณ์ควบคุมเครื่องมือ เครื่องจักร รวมถึงระบบใดที่ใช้งานเป็นประจำเหล่านั้นเป็นระบบแบบฝังตัว ระบบสมองกลฝังตัว นี้แม้ไม่ใช่เครื่องคอมพิวเตอร์ก็มีระบบคอมพิวเตอร์อยู่ภายในอาจจะเป็น เพียงไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) หรือชิป (chip) ธรรมดาหรือโพรเซสเซอร์ (Processor) ที่ประกอบด้วย ชิป (Chips) ที่มีวงจรซับซ้อน โดยจะมีหลักการทำงาน คือ มีสัญญาณข้อมูลเข้า (Input) จากอุปกรณ์เซ็นเซอร์ (Sensor) เข้าสู่ระบบและมีสัญญาณผลลัพธ์ (Output) ของระบบไปควบคุมบังคับ (Actuator) สวิตช์ของเครื่องควบคุมต่าง ๆ เช่น สวิตช์เครื่องจักร หรือ วาล์ว ควบคุมทิศทางการไหลของท่อทางต่าง ๆ ในส่วนของไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) หรือ ชิป (Chip) จะมีทั้งที่ออกแบบมา เพื่อให้สามารถเพิ่มโปรแกรมเข้าไปในระบบฝังตัวได้และไม่ได้แต่ที่พบเห็นโดยทั่วไปเป็นแบบที่ควบคุม ด้วยคำสั่งโปรแกรมซึ่งจะไม่สามารถแก้ไขได้อีก ถ้าต้องการแก้ไขก็ต้องเอาชิปดังกล่าวออกและเปลี่ยน ชิปตัวใหม่ที่บรรจุคำสั่งโปรแกรมที่แก้ไขแล้ว

### 2.3.2 องค์ประกอบของระบบสมองกลฝังตัว

องค์ประกอบของสมองกลฝังตัวอาจแยกได้เป็นกลุ่มตามหน้าที่การทำงาน กระบวนการและการพัฒนาระบบย่อย ดังต่อไปนี้ ฮาร์ดแวร์ (Hardware) อาทิเช่น

1. System On Chip (SOC), Application-Specific Standard Product (ASSP), ASIP, Mixed Signal, FPGA, Flash Memory
2. I/O Interface อาทิเช่น Image, Optical Sensor, MEMS, LCD, USB, PCI
3. Communications อาทิเช่น 2.5G, 3G, Bluetooth, WiFi, Internet, IPv6, M2M
4. ซอฟต์แวร์ (Software) อาทิเช่น Embedded Linux, RTOS, Firmware, Distributed Objects, Java (J2ME), VoIP, GIS/GPS, Video Streaming
5. การออกแบบระบบ (System Design) อาทิเช่น
  - o System level design: SpecC, SystemC, RT-UML, VHDL, Verilog
  - o Virtual (simulation) design: Comet, Matlab
6. DSP (Digital Signal Processing) Technology อาทิเช่น Compression (MPEG, Turbo Code), Cryptography (3DES, PKI), Image processing, CODEC
7. Content อาทิเช่น Voice calls, video, MP3 Music, Video on demand, DVD, Mobile Apps.

ศุภชัย (มปป) หัวใจหลักของเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวคือ ซอฟต์แวร์ฝังตัวหรือที่มักเรียกว่า “เฟิร์มแวร์” (Firmware) ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ควบคุมการทำงานของทั้งระบบเฟิร์มแวร์จะมีความแตกต่างจากซอฟต์แวร์ของระบบคอมพิวเตอร์ขององค์กรหรือส่วนบุคคลสรุปได้เป็น 3 ประเด็นคือ

1. เฟิร์มแวร์ถูกออกแบบให้ทำงานจำเพาะหน้าที่ โดยปรับเปลี่ยนได้ยากหรือไม่ได้เลย ในขณะที่ตัวอุปกรณ์อาจถูกใช้งานตลอด 24 ชั่วโมงเป็นเวลาต่อเนื่องหลายปี ทำให้เฟิร์มแวร์ต้องมีความน่าเชื่อถือสูงมาก

2. เฟิร์มแวร์จะทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อกับฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เช่น เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ มอเตอร์ ทำให้นักพัฒนาต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะและหลักการทำงานขององค์ประกอบเหล่านั้น ซึ่งเป็นกรอบความรู้ที่กว้างและครอบคลุมไปยังสาขาต่าง ๆ นอกเหนือจากคอมพิวเตอร์

3. การพัฒนาเฟิร์มแวร์มีข้อจำกัดมากเมื่อเทียบกับการพัฒนาซอฟต์แวร์ทั่วไป ทั้งในแง่ของทรัพยากรของหน่วยประมวลผลที่จำกัด เช่น ความเร็วในการประมวลผล ขนาดหน่วยความจำ และความยุ่งยากในขั้นตอนการพัฒนาแบบข้ามแพลตฟอร์ม (Cross-platform Development) ที่ต้องสั่งการแบบรีโมทไปยังบอร์ดประมวลผลในขณะพัฒนาซอฟต์แวร์

Emilio (2015) เสนอแนวคิดเกี่ยวกับส่วนประกอบของระบบสมองกลฝังตัวประกอบด้วย 4 อย่าง คือ 1. หน่วยประมวลผล (Processor) 2. หน่วยความจำ (Memory) 3. ระบบเวลา (System Clock) และ 4. อุปกรณ์ต่อพ่วง (Peripherals) โดยแต่ละอย่างมีรายละเอียดดังนี้

1. หน่วยประมวลผล (Processor) คือส่วนหลักของระบบสมองกลฝังตัวเป็นตัวประมวลผลข้อมูล ซึ่งอาจเป็นไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ทั่วไปหรือโปรแกรมควบคุมและได้รับการติดตั้งโปรแกรมเพื่อดำเนินการเฉพาะตามที่ได้มีการออกแบบระบบรวมไว้

2. หน่วยความจำ (Memory) หน่วยความจำอิเล็กทรอนิกส์เป็นส่วนสำคัญของระบบสมองกลฝังตัว ซึ่งประกอบด้วย (1) RAM เป็นหนึ่งในส่วนประกอบฮาร์ดแวร์ที่เก็บข้อมูลไว้ชั่วคราวระหว่างการดำเนินงานของระบบ (2) ROM เป็นหน่วยความจำถาวรมีขั้นตอนการป้อนข้อมูลเข้าข้อมูลออก

ที่จำเป็นสำหรับระบบเวลาปูดเป็นประจำ และ (3) Cache คือหน่วยความจำอย่างหนึ่ง ที่จัดเก็บข้อมูลชั่วคราวระหว่างการประมวลผลและการถ่ายโอนข้อมูล จึงทำให้มีความเร็วในการเข้าถึงและการถ่ายโอนข้อมูลที่สูง

3. ระบบเวลา (System Clock) เป็นระบบที่ใช้สำหรับทุกกระบวนการทำงานบนระบบสมองกลฝังตัวและต้องการข้อมูลเวลาที่แม่นยำ โดยระบบนี้จะประกอบด้วยตัวสร้างความถี่สัญญาณนาฬิกาและวงจรถอดที่เกี่ยวข้อ

4. อุปกรณ์ต่อพ่วง (Peripherals) อุปกรณ์ต่อพ่วงจะถูกรวมไว้ในบอร์ดระบบสมองกลฝังตัวสำหรับอุปกรณ์ทั่วไปเช่นพอร์ตเครือข่าย แป้นพิมพ์ เม้าส์ พอร์ตหน่วยความจำและพอร์ตจอภาพ และสำหรับบอร์ดระบบสมองกลฝังตัวเฉพาะบางชนิด เช่น CAN-bus

การทำงานในฐานะนักพัฒนาซอฟต์แวร์ฝังตัวจึงต้องการความรู้และทักษะที่นอกเหนือจากองค์ความรู้ทางด้านคอมพิวเตอร์ (Joint Task Force for Computing Curricula, 2005) ซึ่งได้เปิดสอนเป็นหลักสูตรต่าง ๆ ในสถาบันการศึกษา การศึกษาในระดับปริญญาตรีหรือประกาศนียบัตรวิชาชีพ จึงไม่ใช่แนวทางหลักของการพัฒนาบุคลากรในสายอาชีพนี้ ส่งผลกระทบให้จำนวนบุคลากรที่เหมาะสมกับตำแหน่งงานนี้มีจำกัด รวมทั้งมีช่วงเวลาในการฝึกอบรมยาวหรือเรียนรู้ที่นานกว่าตำแหน่งงานอื่น ๆ

### 2.3.3 การประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัว

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2013) ได้การประยุกต์ใช้คลัสเตอร์ซอฟต์แวร์ ไมโครชิป และอิเล็กทรอนิกส์ มีเป้าหมายวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีออกแบบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และระบบ Advanced Automation Manufacturing ให้บริการวิเคราะห์ทดสอบกำหนดมาตรฐาน RFID ภายในประเทศ และการออกแบบ UHF RFID พัฒนาเทคโนโลยี Agritronic สำหรับอุตสาหกรรมเกษตรและสิ่งแวดล้อม พัฒนาเทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวและเทคโนโลยีเซ็นเซอร์ พัฒนาสารคดีดิจิทัลภาษาไทย และพัฒนามาตรฐานความมั่นคงปลอดภัยระดับชาติเรื่องการสื่อสารไร้สายความเร็วสูง โดยมีเป้าหมายผลผลิต/เทคโนโลยี/ผลลัพธ์ ระบบสมองกลฝังตัว Agritronics ให้เกิดต้นแบบระบบประเมินความชื้นลำไยด้วยคลื่นไมโครเวฟต้นแบบสมองกลฝังตัวสำหรับเตาอบแห้งแบบสลับทิศทางลมร้อนเย็นจุดสิทธิบัตรระบบสมองกลฝังตัวสำหรับเตาอบแห้งแบบสลับทิศทางลมร้อนต้นแบบเครือข่ายเซนเซอร์ไร้สายสำหรับระบบเฝ้าระวังตรวจสอบสวนยางพาราต้นแบบตู้อบแห้งลำไยสีทองขนาดเล็ก ขนาดเล็กสำหรับชุมชนเย็นจุดสิทธิบัตรหลอดไฟกำเนิดแสงพืชที่ปรับเลือกความยาวคลื่น ปรับเปลี่ยนความเข้มแสงและระยะเวลาการให้แสงได้เย็นจุดสิทธิบัตรเครื่องอบแห้งชนิดบีบความร้อนประสิทธิภาพสูงควบคุมโดยระบบสมองกลฝังตัว Consumer Electronic ต้นแบบฮาร์ดแวร์สำหรับโปรแกรมระบบตรรกแบบฟิชซีที่โปรแกรมได้ เย็นจุดสิทธิบัตรชุดทดลองสำหรับช่วยออกแบบระบบตรรกแบบฟิชซีอย่างรวดเร็ว ต้นแบบชุดควบคุมและมอเตอร์สวิตช์รีลัคแตนซ์ และชุดขับเคลื่อนติดตั้งใน อุปกรณ์จริงเช่น พัดลม บีมน้ำ หรือคอมเพรสเซอร์ เย็นจุดสิทธิบัตรการควบคุมกระแสแบบจำกัดความถี่การสับสวิตซ์ของมอเตอร์สวิตช์รีลัคแตนซ์

ภาสกร (มปป.) ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัวไว้ดังนี้ชุดควบคุมการทำงานหลักใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM-7 เป็นซีพียูแบบ RISC ขนาด 32 บิต ภายในมีบัสขนาด 32 บิต

ตัวเดียวใช้ สำหรับรับส่งข้อมูลและคำสั่งซึ่งชุดคำสั่งจะมีขนาด 32 บิตคงที่ ในขณะที่ข้อมูลสามารถเลือกได้ว่าจะมีขนาด 8,16 หรือ 32 บิต โดยแสดงสถาปัตยกรรมซีพียู ARM7 เบอร์ LPC2368 สถาปัตยกรรมของ ARM7 จะเป็นแบบ Load-and-store ในการประมวลผลข้อมูลใด ๆ ต้องกระทำผ่านรีจิสเตอร์ เริ่มต้นด้วยการโหลดค่าจากหน่วยความจำเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ แล้วจึงนำค่ามาประมวลผล เสร็จแล้วจะเขียนค่าเก็บใน หน่วยความจำดั้งเดิม โดยรีจิสเตอร์ของ ARM7 ที่ใช้งานได้สำหรับผู้ใช้มีทั้งหมด 16 ตัว คือ R0-R15 โดยทุกตัวมีขนาด 32 บิต โดย R0-R12 เป็นรีจิสเตอร์ทั่วไปที่ไม่ได้กำหนดหน้าที่การทำงานพิเศษ ส่วน R12 ทำหน้าที่เป็น Stack Pointer (SP) R14 ทำหน้าที่เป็น link Register (LR) และ R15 ทำหน้าที่เป็น Program Counter (PC)

ภาสกร (มปป.) ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัวไว้ดังนี้ การออกแบบระบบโครงสร้างการส่งข้อมูลและรับข้อมูล ขั้นตอนการทำงานของระบบชุดพกข้อมูลเริ่มจากการเครื่อง Client Computer ส่งข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบของไฟล์ data.txt ที่สร้างขึ้นจากโปรแกรม Notepad หรือ Application Program และส่งเข้าไปในระบบอินเทอร์เน็ต โดยที่ชุดควบคุมการทำงานหลักหรือ Embedded Board จะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลที่ส่งมานั้นเป็นข้อมูลของเครื่องพิมพ์เครื่องไหนโดยตรวจสอบจากหมายเลข IP จะทำการแปลงข้อมูลที่ส่งมาให้อยู่ในรูปแบบที่เครื่องพิมพ์เข้าใจแล้วทำการส่งออกให้เครื่องพิมพ์ความร้อนชนิดอุตสาหกรรม เพื่อพิมพ์รหัสบาร์โค้ด การออกแบบแสดงให้เห็นถึงการนำชุด Embedded Board มาต่อเข้ากับระบบเครือข่ายแลนและแสดงให้เห็นถึงระบบของการส่งและรับข้อมูลตั้งแต่การ สร้างไฟล์ข้อมูลจนถึงการพิมพ์ข้อมูลออกมาอยู่ในรูปของบาร์โค้ดผลจากการสร้างและส่งไฟล์ข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตไปยังชุดพกข้อมูล จากการสร้างไฟล์ Data.txt จากโปรแกรม Notepad แล้วทำการส่งไฟล์ข้อมูลจาก Client Computer ไปยังชุดควบคุมการทำงานหลักซึ่งสามารถส่งได้ครบถ้วนและชุดควบคุมการทำงานหลักทำการแทรกข้อมูล รูปแบบไฟล์ใหม่ได้อย่างถูกต้องโดยอยู่ในรูปแบบข้อมูลที่เครื่องพิมพ์ความร้อนชนิดอุตสาหกรรมเข้าใจแสดงใน และเมื่อทำการส่งต่อไปยังเครื่องพิมพ์ความร้อนชนิดอุตสาหกรรมเพื่อทำการพิมพ์ก็ได้รหัสบาร์โค้ดออกมาอย่างถูกต้อง

## 2.4 เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

### 2.4.1 ความหมายเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

เสกสรรค์ (2559) เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพ คือ การที่สิ่งต่าง ๆ รอบตัวเราถูกเชื่อมโยงเข้าด้วยกันบนโลกของอินเทอร์เน็ต ซึ่งทำให้เราสามารถควบคุมหรือสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ไม่ว่าจะเป็น การเปิดปิดไฟ แอร์ โทรทัศน์ ฯลฯ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยสมาร์ทโฟน คอมพิวเตอร์ หรือ อุปกรณ์พกพาอื่น ๆ นอกจากสิ่งต่าง ๆ รอบตัวแล้วเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ยังถูกนำไปใช้กับทางการแพทย์การเกษตร เครื่องจักรกลในโรงงานอุตสาหกรรมและอื่นๆ อีกมากมาย

ประภาพร (2559) กล่าวถึงสาระสำคัญของ Internet of Things หรือ IoT ซึ่งเป็นรูปแบบใหม่ของการสื่อสารระหว่างคน กับอุปกรณ์และระหว่างอุปกรณ์กับอุปกรณ์การเชื่อมต่อสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันโดยผ่านอินเทอร์เน็ตแนวคิดหลักของ IoT เกิดจากการเข้ามามีบทบาทสูงของการใช้อุปกรณ์อำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวัน บทความนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ ความรู้พื้นฐานของ IoT และการ

นำ IoT ไปใช้ประโยชน์ในงานด้านต่าง ๆ อาทิเช่น ระบบบ้านอัจฉริยะ วิทยาการด้านการแพทย์ ระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ ระบบฟาร์มอัจฉริยะ เป็นต้น

มหศักดิ์ (2559) กล่าวว่า เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หมายถึง การที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการแพทย์ เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือนเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อม ๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้น การพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

Gubbi, Buyya, Marusic and Palaniswami (2013) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) หมายถึง การที่สิ่งของสามารถสื่อสารและเชื่อมต่อกันผ่าน โพรโทคอลของระบบเครือข่ายทั้งแบบมีสายและแบบไร้สาย ทำให้สามารถควบคุม ตรวจสอบการทำงาน บริหารจัดการ และสามารถระบุตัวตนของสิ่งของนั้นผ่านเครือข่ายท้องถิ่น หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ทั้งนี้ฟังก์ชันในการทำงานของ อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง อาจจะมีเพียงฟังก์ชันเดียวหรือมี หลากหลายฟังก์ชันก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หรือ สสวท. (2559) ที่กล่าวถึง Internet of Things คือ สภาพแวดล้อมที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ มีการถ่ายโอนข้อมูลร่วมกันผ่านเครือข่าย โดยไม่จำเป็นต้องใช้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลกับบุคคลหรือระหว่างบุคคลกับคอมพิวเตอร์ ซึ่ง Internet of Things พัฒนามาจากเทคโนโลยีไร้สาย (Wireless Technology) ระบบเครื่องกลไฟฟ้าจุลภาค (Micro Electro Mechanical Systems : MEMS) และอินเทอร์เน็ต ซึ่งคำว่า Things ใน Internet of Things นั้นหมายถึง อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อ้างอิงได้ด้วยเลขไอพี (IP address) และมีความสามารถในการถ่ายโอนข้อมูลระหว่างกันได้ผ่านทางระบบเครือข่าย

Aledhari and Karimipour (2020) กล่าวว่า Internet of Things (IoT) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มการเติบโตมากที่สุดที่มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงคุณภาพชีวิตของมนุษย์ (QoL) ให้มีบทบาทสำคัญในหลาย ๆ ด้าน เช่น การดูแลสุขภาพ, อุตสาหกรรมยานยนต์, การเกษตร, การศึกษา และการใช้งานทางธุรกิจที่หลากหลาย โดยกลไกการทำงานของ IoT นั้นสามารถเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์กับอินเทอร์เน็ต ให้สามารถรับส่งข้อมูลผ่านระบบออนไลน์ทำให้สามารถเก็บข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์สำหรับงานที่ต้องการ

#### 2.4.2 องค์ประกอบอินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

Al-Fuqaha and Guizani (2015) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบในการรับส่งข้อมูลของเทคโนโลยี Internet of Things ซึ่งจะถูกส่งได้ก็ต่อเมื่อมีการเชื่อมต่อระหว่างสรรพสิ่งที่สามารถจับต้องได้ ทำให้เกิดการสื่อสารระหว่างกันผ่านทางอินเทอร์เน็ต ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกล่าวถึง องค์ประกอบของ Internet of Things โดยมีองค์ประกอบตามภาพที่ 2-24



ภาพที่ 2-24 องค์ประกอบการรับส่งข้อมูลของ Internet of Things

1. Identification เป็นการระบุตัวตนของอุปกรณ์ เพื่อนำมายืนยันตัวตนและใช้ในการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์

2. Sensing เป็นหน่วยรับข้อมูลแบบเซ็นเซอร์ ซึ่งจะมีหลายแบบอย่างเช่น ความชื้น อุณหภูมิ ความเข้มแสง คิว้น เป็นต้น

3. Communication การเชื่อมต่อเครือข่ายเพื่อให้ Sensor สามารถส่งข้อมูลไปยังระบบประมวลผลได้ อาจจะเป็นเครือข่ายภายใน เครือข่ายภายนอก หรืออินเทอร์เน็ตก็ได้

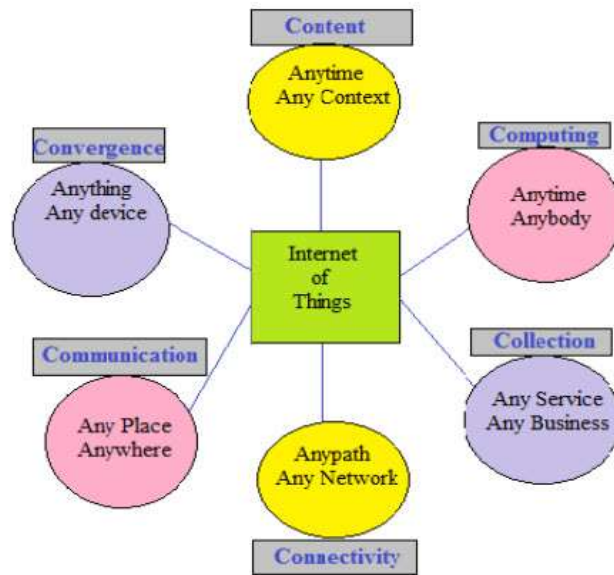
4. Computation ระบบประมวลผล สำหรับรับข้อมูลจาก Sensor ชนิดเดียวกันหลาย ๆ ตัว หรือหลาย ๆ ชนิดหลาย ๆ ตัวก็ได้ เพื่อนำมาประมวลผล และส่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลให้กับผู้ใช้งาน หรือส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ใด ๆ ก็ตาม

5. Service ทำหน้าที่ด้านการให้บริการข้อมูลสารสนเทศและใช้ข้อมูลที่ได้รับเพื่อทำการตัดสินใจและตอบสนองต่อระบบบริหารจัดการ สำหรับการเพิ่มอุปกรณ์ Sensor และระบบประมวลผลเข้ามาภายในระบบ Internet of Things และการติดตามการทำงาน การดูแลรักษา และการกำหนดค่าต่าง ๆ

6. Semantics เป็นส่วนที่สามารถค้นหาและดึงข้อมูลเพื่อมาให้บริการ

A. W. Burange and H. D. Misalkar (2015) ได้อธิบายองค์ประกอบของคุณสมบัติ Internet of Things ที่ดีควรมีดังนี้ 1) Content สามารถที่จะรับส่งข้อมูลได้ตลอดเวลา 2) Computing การประมวลผลสามารถทำได้ทุกที่ ทุกเวลา และสามารถประมวลผลที่อุปกรณ์ใดก็ได้ 3) Collection สามารถให้บริการได้หลากหลายรูปแบบ 4) Connectivity การเชื่อมต่อสามารถเชื่อมต่อได้ทุกเส้นทาง ทุกเครือข่าย 5) Communication การสื่อสารทำได้ทุกที่ 6) Convergence ความเข้ากันได้ คือสามารถรับส่งข้อมูลในอุปกรณ์ที่แตกต่างกันได้ ตามภาพที่ 2-22

Anup, Burange and Misalkar (2015) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบของ Internet of Things มีดังนี้ ตามภาพที่ 2-25

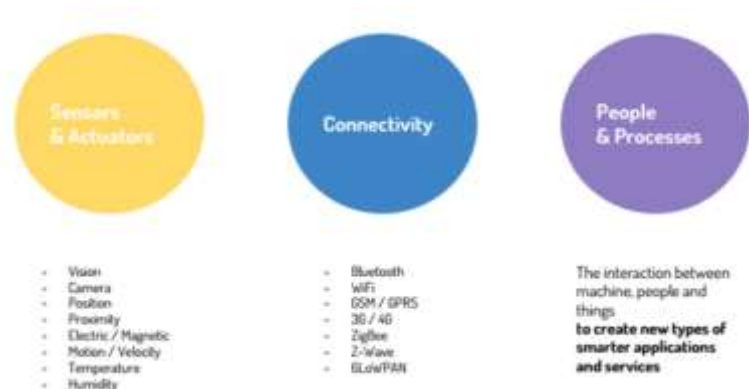


ภาพที่ 2-25 Internet of Things

จากภาพที่ 2-25 แสดงองค์ประกอบของ Internet of Things ได้ดังนี้

1. Content สามารถที่จะรับส่งข้อมูลได้ทุกเวลา
2. Computing การประมวลผลสามารถทำได้ทุกที่ ทุกเวลา และสามารถประมวลผลที่อุปกรณ์ใดก็ได้
3. Collection สามารถให้บริการได้หลากหลายรูปแบบ
4. Connectivity การเชื่อมต่อสามารถเชื่อมต่อได้ทุกเส้นทาง ทุกเครือข่าย
5. Communication การสื่อสารทำได้ทุกที่
6. Convergence ความเข้ากันได้คือสามารถรับส่งข้อมูลในอุปกรณ์ที่แตกต่างกันได้

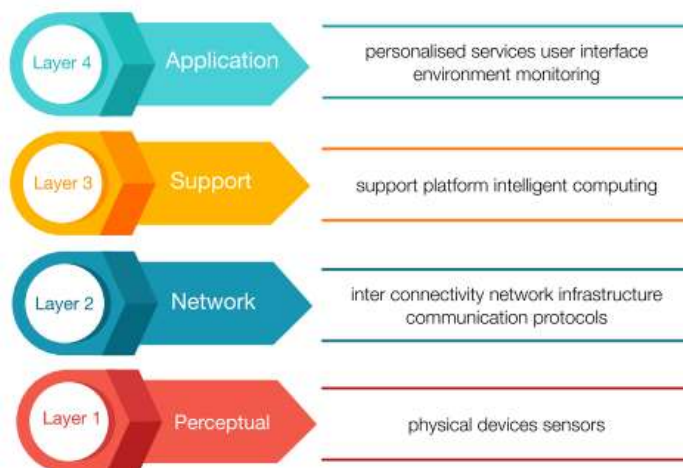
Nicharee Chows (2559) กล่าวถึง องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) ที่สำคัญ 3 องค์ประกอบ ดังภาพที่ 2-26



ภาพที่ 2-26 องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง

จากภาพที่ 2-26 พบว่า องค์ประกอบของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things) ประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ 1) Sensors and Actuators เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมตามที่หน้าของอุปกรณ์นั้น ๆ ทำงานอยู่ และสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงเหล่านั้นตามรูปแบบที่มีการกำหนดไว้ ยกตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น เป็นต้น 2) Connectivity เป็นการเชื่อมต่อสัญญาณรูปแบบต่าง ๆ เพื่อใช้สำหรับการส่งข้อมูล อาทิ Bluetooth, Wi-Fi, GSM/GPRS, 3G/4G, เป็นต้น 3) People and Processes เป็นส่วนที่ใช้สำหรับปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลและควบคุมการสั่งการอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางแอปพลิเคชันบนเครื่องคอมพิวเตอร์และโทรศัพท์มือถือ

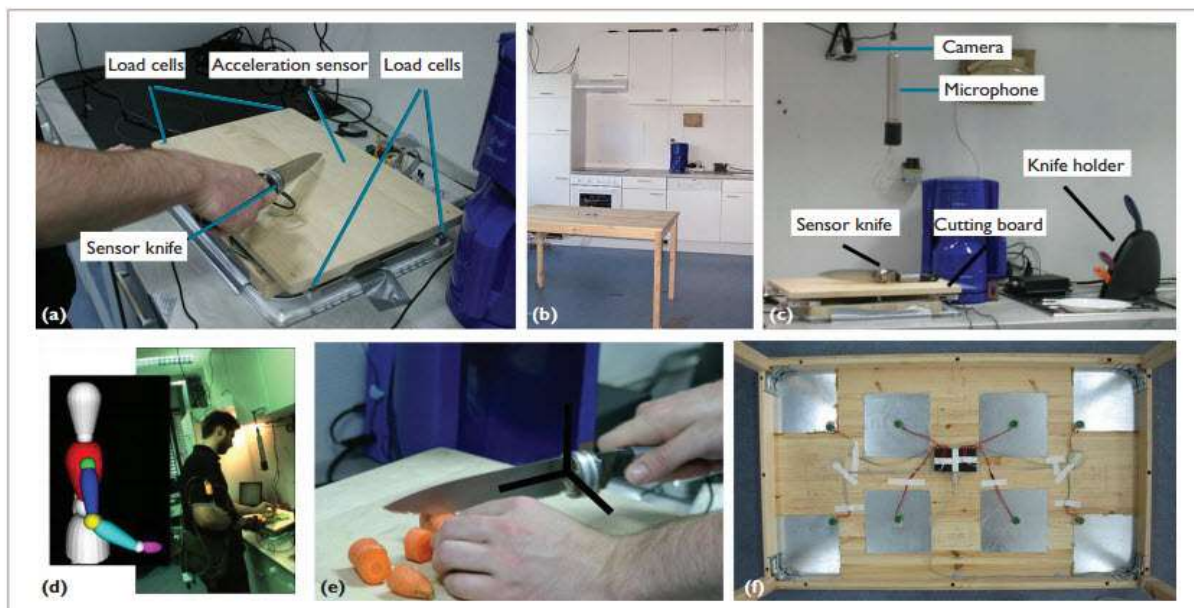
da Costa, Papa, Lisboa and Roberto Munoz (2019) ได้ระบุเกี่ยวกับองค์ประกอบของ Internet of Things ไว้ทั้งหมด 4 ชั้น ประกอบด้วย (1) Perceptual Layer คือ ส่วนของอุปกรณ์เซ็นเซอร์ (2) Network Layer คือ ส่วนของโครงสร้างพื้นฐานที่เป็นระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (3) Support Layer คือ ส่วนของระบบคอมพิวเตอร์อัจฉริยะที่รองรับอุปกรณ์ของเทคโนโลยี Internet of Things (4) Application Layer คือ ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้ตามภาพที่ 2-27



ภาพที่ 2-27 องค์ประกอบทั่วไปของ Internet of Things

#### 2.4.3 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

Kranz (2010) ได้นำเทคโนโลยี The Internet of Things มาใช้ในการทำงานแบบดิจิทัลที่มีความสามารถในการติดตามหรือระบุตัวตนอัตโนมัติโดยเป้าหมายของการเป็นอุปกรณ์แบบฝังตัวคือสามารถทำงานแบบโต้ตอบกับผู้ใช้ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทันทีได้ทันทีและสามารถทำให้ผู้ใช้มีปฏิสัมพันธ์กับคอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชัน โดยเราสามารถนำ Internet of Things มาประยุกต์ใช้งานกับชีวิตประจำวันของเราได้หลากหลาย โดยมีกรณีศึกษาดังนี้ ตามภาพที่ 2-28



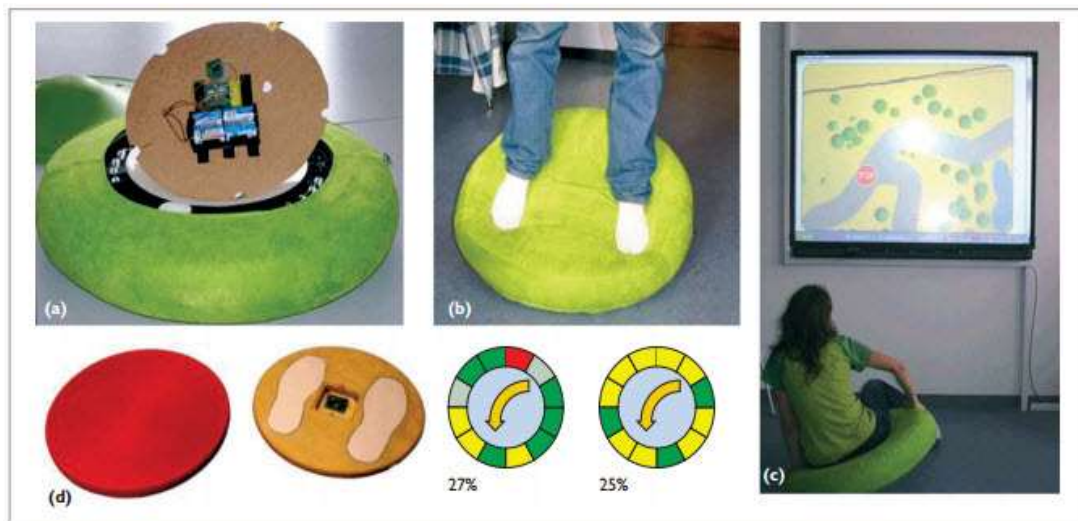
ภาพที่ 2-28 Context-Aware Kitchen Utilities

จากภาพที่ 2-28 เป็นการนำอุปกรณ์ในห้องครัวมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ อย่างเช่น มีดทำครัวก็มีการติดเซ็นเซอร์ (Sensor Knife) เพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของผู้ใช้งานโดยหลังการทำงานจะใช้การแรงหันและแรงบิดที่ผู้ใช้กระทำกับการหันผัก เนื้อ และ อื่น ๆ โดยอาศัยการทำงานเหมือนแขนหุ่นยนต์เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากผู้ใช้งาน, เซียงไม้จะมีการติดอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงไปที่ใต้เซียงไม้ อย่างเช่น Load Cells คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการวัดน้ำหนักจากการที่ผู้ใช้งานนำผลไม้ เนื้อสัตว์ มาวาง, Acceleration Sensor จะทำการตรวจจับทิศทางในการใช้มีดให้มีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น



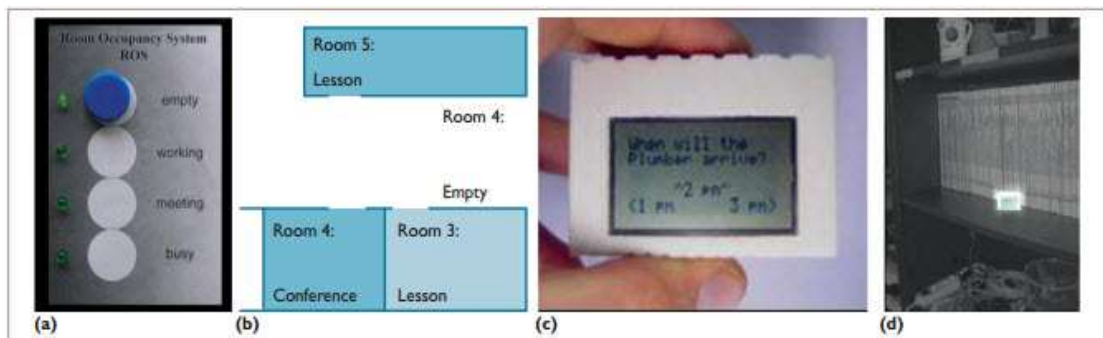
ภาพที่ 2-29 Capacitive Touch Input on Clothes

จากภาพที่ 2-29 ในการศึกษาเกี่ยวกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ ที่เน้นการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตไว้กับวัตถุต่าง ๆ อย่างเช่น เสื้อผ้า หมวกปั่นจักรยาน กระเป๋าใส่โทรศัพท์ เป็นต้นเพื่อใช้ในการรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์หนึ่งไปอีกอุปกรณ์หนึ่ง ผ่านแพลตฟอร์มที่ต่างกัน



ภาพที่ 2-30 Embedded Computing for Entertainment and Sports

จากภาพที่ 2-30 การใช้อุปกรณ์แบบฝังสำหรับการใช้งานแบบ Entertainment และ Sport โดยการประยุกต์ใช้งานจะนำ Acceleration Sensor มาติดตั้งไว้ที่เบาะนั่งเล่นจากนั้นก็นำเบาะที่ติดตั้งเซ็นเซอร์เรียบร้อยแล้วนั้นไปเชื่อมต่อกับ เกมส์ หรือ แอปพลิเคชันที่สร้างขึ้นมาแล้วก็ใช้งานโดยการยืนและนั่งบนเบาะแล้วใช้น้ำหนักกดไปที่เบาะเพื่อควบคุมทิศทางของแอปพลิเคชันผ่านเซ็นเซอร์

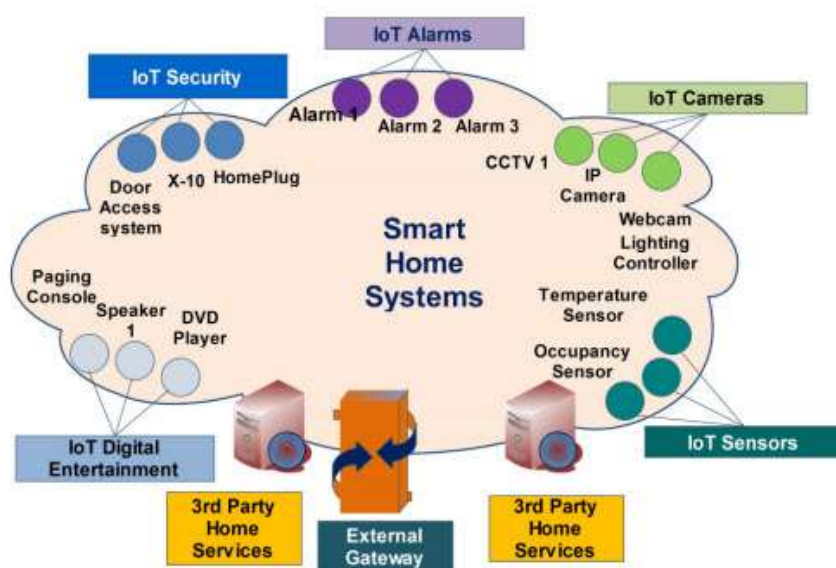


ภาพที่ 2-31 Small Embedded Objects

จากภาพที่ 2-31 การใช้งานอุปกรณ์แบบฝังขนาดเล็กมาประยุกต์ใช้งานกับการตรวจสอบสถานะของห้องประชุม เพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าตอนนี้ห้องไหนกำลังทำอะไรอยู่ โดยหลักการทำงานมีอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนแรกจะเป็นตัวของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้เช็คสถานะของห้องประชุมโดยใช้ RFID-Tag ไปแตะกับสัญลักษณ์ที่ตัวอุปกรณ์ (สถานะของห้องประชุมจะมี 4 สถานะ คือ ห้องว่าง, กำลังทำงาน, กำลังประชุม, ไม่ว่างมีธุระ) ถ้า RFID-Tag แตะกับสถานะอันไหนตัวอุปกรณ์จะส่ง

สัญญาณไปที่ ส่วนที่สองคือการแสดงผลทางหน้าจอแบบพกพาขนาดเล็กกว่าห้องโถงมีสถานะการใช้งานอย่างไร

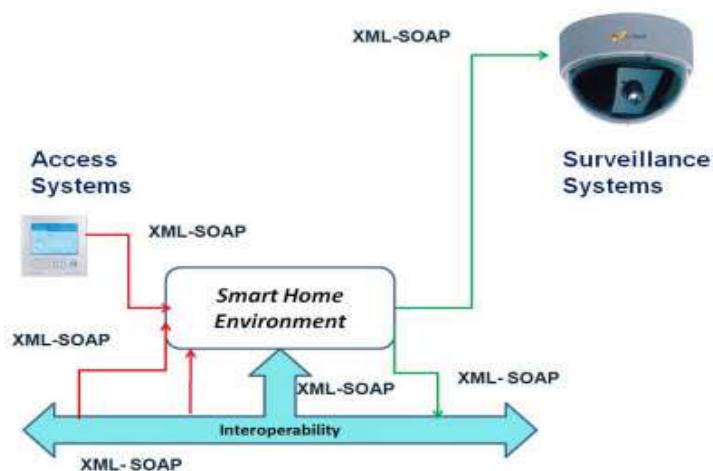
Perumal (2014) ได้ประยุกต์ใช้ Internet of Things กับ Smart Homes เพื่อส่งเสริมความสะดวกสบายและความปลอดภัยของผู้ใช้ผ่านเทคโนโลยี Internet of Things โดยออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงรุกที่ทำการผสมผสานอุปกรณ์ภายในบ้านให้ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพตามภาพที่ 2-32



ภาพที่ 2-32 IoT systems in Smart Homes

ภาพที่ 2-32 แสดงองค์ประกอบของระบบ Internet of Things ในสภาพแวดล้อมของ Smart Home โดยมีการออกแบบระบบ Internet of Thing แบ่งออกเป็น 5 ส่วนดังนี้

1. IoT Security จะทำหน้าที่ในส่วนของการรักษาความปลอดภัยภายในบ้านอย่างเช่น การปิดเปิดประตู หน้าต่าง และดูแลในเรื่องของปลั๊กไฟด้วย
2. IoT Alarms เป็นการใช้งานในส่วนของการเตือนภัยในรูปแบบต่าง ๆ
3. IoT Cameras ใช้ในการส่งสัญญาณภาพจากกล้องวงจรปิดให้กับเจ้าของบ้านผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
4. IoT Sensors เป็นเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้เพื่อใช้ในการวัดค่าต่าง ๆ ภายในบ้าน เช่น วัดอุณหภูมิภายในบ้าน เป็นต้น
5. IoT Digital Entertainment เป็นการใช้ควบคุมการใช้งานระบบ โฮมเธียเตอร์ ภายในบ้านในส่วนของการนำไปใช้จะแสดงในภาพที่ 2-33



ภาพที่ 2-33 Application Scenario with IoT Based Surveillance Systems

โดยมีการออกแบบสถาปัตยกรรมเชิงรุกของ Internet of things ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

1. IoT Surveillance Device เป็น Internet of things แบบอุปกรณ์เฝ้าระวังคอยสังเกตเหตุการณ์ภายในบ้านผ่านกล้องวงจรปิด
2. IoT Audio Device เป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์กระจายเสียง หรืออุปกรณ์ประเภท Entertainment
3. IoT Alarm Device เป็นอุปกรณ์ไว้ใช้ในการแจ้งเตือนภัยเมื่อเกิดการบุกรุกเข้ามาในบ้านก็จะส่งสัญญาณเตือนไปยังเจ้าของบ้านทันที

Anup W. Burange and Harshal D. Misalkar. (2015) นำเทคโนโลยี Internet of Things มาประยุกต์ใช้ เป็นองค์ประกอบของ Smart Cities มีดังนี้

SMART ENERGY พลังงานที่สะอาด มั่นคง ปลอดภัย มีคุณภาพ พร้อมใช้งานตลอดเวลาและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

SMART GRID เป็นใช้เทคโนโลยีโครงข่ายไฟฟ้าที่ใช้งานอุปกรณ์และระบบอัจฉริยะเพื่อสนับสนุนการผลิตไฟฟ้า การจัดส่งและจ่ายไฟฟ้าให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นและมีความเชื่อถือได้มากขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีแบบดิจิทัล

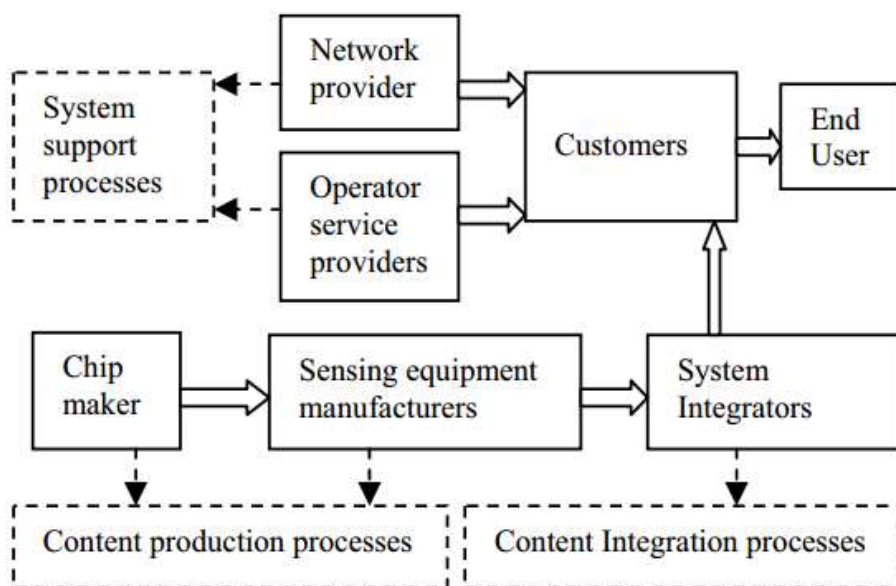
SMART BUILDINGS สิ่งปลูกสร้างอัจฉริยะจะเน้นการจัดการพลังงานภายในอาคาร

SMART HOME บ้านอัจฉริยะที่ใช้เทคโนโลยีมาควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในบ้าน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้อยู่อาศัย, มีระบบการจัดการพลังงาน ระบบรักษาความปลอดภัยอัตโนมัติทั้งภายในและรอบตัวบ้านส่วนใหญ่จะควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์

SMART HEALTH การนำเทคโนโลยีสารสนเทศ อิเล็กทรอนิกส์คอมพิวเตอร์และการสื่อสารมาประยุกต์ใช้ทางด้านการแพทย์และสุขภาพ โดยมุ่งเน้นที่เป้าหมายสุดท้าย คือ เพื่อให้ประชากรของประเทศ มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ด้วยการมีสุขภาพที่ดี อยู่อย่างมีความสุข โดยมีคุณสมบัติของ Smart Cities ประกอบด้วยดังนี้

1. Smart Parking ที่จอดรถอัจฉริยะสามารถแสดงผลทางหน้าจอได้และสามารถตรวจสอบได้ว่ามีที่จอดที่ใดบ้าง
2. Structural Health การตรวจสอบสภาพของโครงสร้างตามระยะเวลาที่กำหนด
3. Noise Urban Maps การตรวจสอบเสียงรบกวนจากสถานบันเทิงต่าง ๆ ผ่านการตรวจจับของเซ็นเซอร์
4. Traffic Overcrowding การควบคุมยานพาหนะเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการขับขี่
5. Smart Illumination การปรับสภาพแวดล้อมภายในเมืองอย่างอัจฉริยะสามารถปรับแสงสว่าง ไฟถนน ได้อัตโนมัติ
6. Squander Management ติดตั้งที่ตรวจวัดปริมาณของขยะเพื่อสามารถวางแผนการเก็บขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ
7. Intelligent Transportation System ระบบขนส่งอัจฉริยะ สามารถวางแผนการเดินทางและหลีกเลี่ยงเส้นทางที่การจราจรติดขัดและเหตุการณ์อุบัติเหตุได้

Peng-fei Fan and Guang-zhao Zhou (2011) ได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยี internet of thing มาใช้ในการขนส่งไปรษณีย์ โดยแนวโน้มของเทคโนโลยี internet of thing ในระบบโลจิสติกของไปรษณีย์จะมีผลต่อการดำเนินธุรกิจซึ่งอาจจะทำให้ลดต้นทุนจากการขนส่งแบบเดิมและสามารถจัดการด้านการขนส่งได้ดีขึ้น โดยงานนี้จะศึกษาคุณลักษณะของรูปแบบธุรกิจของการใช้ internet of thing ในโลจิสติกของไปรษณีย์ องค์ประกอบของโครงสร้าง Internet of Things ในการใช้งานในไปรษณีย์ โดยมีองค์ประกอบดังนี้ ตามภาพที่ 2-34



ภาพที่ 2-34 องค์ประกอบของโครงสร้าง Internet of Things ในการใช้งานในไปรษณีย์

**A. Chip Makers** เป็นการผลิตชิปในด้านโลจิสติกมาติดกับพัสดุของไปรษณีย์โดยจะใช้ อุปกรณ์การติดตามที่เป็น ชิปที่ผลิตจากโรงงาน อย่างเช่น RFID Tags, Sensor, เครื่องมือหรืออุปกรณ์ สื่อสาร มาใช้ทำงานร่วมกับ internet of Things เพื่อให้สามารถระบุตำแหน่งของพัสดุได้

**B. Sensing Equipment Manufacturers** ผลิตภัณฑ์เครื่องมือในการเก็บข้อมูล อย่างเช่น Tags, เครื่องอ่าน Tags, เซาอากาศ จะถูกพัฒนาให้เข้ากับ Internet of Things เพื่อให้สามารถรับส่ง ข้อมูลไปถึงผู้ให้บริการและผู้รับได้

**C. System Integrator** การบูรณาการระบบจะเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า โดยที่ ลูกค้าสามารถที่จะเลือกอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์หรือซอฟต์แวร์ของ Internet of Things ได้ตามความต้องการเพื่อความสมบูรณ์ของระบบ

**D. Network Provider** ผู้ให้บริการเครือข่ายการสื่อสารที่จะใช้กับ Internet of Things อย่างเช่น Cable Broadband Wireless and Internet จะต้องสามารถประมวลผลหรือรับส่งข้อมูล ได้อย่างรวดเร็ว

**E. Operating Service Providers** ผู้ให้บริการระบบปฏิบัติการ จะต้องเลือกใช้ผู้ให้บริการ ให้เหมาะสมกับระบบโลจิสติกของไปรษณีย์

**F. Client** Internet of Things มีแนวโน้มการใช้ในวงกว้างมากรวมทั้งการขนส่ง การก่อสร้าง การขนส่ง การดูแลสุขภาพ พลังงาน ไฟฟ้า การเงิน ฯลฯ และก็มีจำนวนมากของลูกค้าที่มีศักยภาพ บทความนี้กล่าวถึง โลจิสติกไปรษณีย์เป็นลูกค้าหลัก

**G. Final User** เป็นผู้ที่เลือกใช้บริการระบบโลจิสติกของไปรษณีย์

## 2.5 สมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว

### 2.5.1 ความหมายของสมรรถนะวิชาชีพ

ความหมายของคำว่า “สมรรถนะวิชาชีพ” หรือ “ขีดความสามารถ” สามารถแบ่งได้ตาม วัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ สมรรถนะตามแนว British approach ซึ่งมี วัตถุประสงค์เพื่อให้ประกาศนียบัตรรับรองวิทยฐานะของพนักงานหรือบุคลากร โดยจะกำหนดจาก มาตรฐานผลการปฏิบัติงานที่สามารถยอมรับได้ของงานหรือบุคลากร โดยจะกำหนดจากมาตรฐานผล การปฏิบัติงานที่สามารถยอมรับได้ของงานและวิชาชีพนั้น สมรรถนะในแนวคิดจึงเป็นการกำหนด เฉพาะงานและเป็นไปตามวิชาชีพ ส่วนสมรรถนะตามแนว America Approach จะมีวัตถุประสงค์ เพื่อการพัฒนาบุคลากร กำหนดจากพฤติกรรมของผู้ที่มีผลการปฏิบัติงานดี ซึ่งการพัฒนาบุคลากรนี้ จะต้องเป็นไปตามแนวองค์การต้องการจะเป็น สมรรถนะตามแนวคิดนี้จึงไม่สามารถลอกเลียนกันได้ เพราะแต่ละองค์การย่อมมีความต้องการบุคลากรที่มีลักษณะแตกต่างกัน

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน (ก.พ.) กล่าวว่า “สมรรถนะคือ คุณลักษณะเชิง พฤติกรรมที่เป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ/ความสามารถและคุณลักษณะอื่น ๆ ที่ทำให้บุคคลสามารถ สร้างผลงานได้โดดเด่นกว่าเพื่อนร่วมงานอื่น ๆ ในองค์กร” กล่าวคือ การที่บุคคลจะ แสดงสมรรถนะใด สมรรถนะหนึ่งได้ มักจะต้องมีองค์ประกอบของทั้งความรู้/ทักษะ/ความสามารถ และคุณลักษณะอื่น ๆ ตัวอย่างเช่น สมรรถนะการบริการที่ดี ซึ่งอธิบายว่า “สามารถให้บริการที่ ผู้รับบริการต้องการได้” นั้น หากขาดองค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ความรู้ในงานหรือทักษะที่เกี่ยวข้อง เช่น อาจต้องหาข้อมูลจาก

คอมพิวเตอร์และคุณลักษณะของบุคคลที่เป็นคนใจเย็น อดทน ชอบ ช่วยเหลือผู้อื่น แล้วบุคคลก็ไม่อาจจะแสดงสมรรถนะของการบริการที่ดีด้วยการให้บริการที่ ผู้รับบริการต้องการได้

สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (2554) “สมรรถนะ” นั้นต้องวัดได้อย่างมี “มาตรฐาน” เป็นระบบเพื่อที่สามารถจะใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนากำลังคนของประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะเป็นการส่งเสริมและช่วยส่วนราชการหรือหน่วยงานภาครัฐในการพัฒนากำลังคนให้สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของตลาดแรงงานมากยิ่งขึ้นนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศอย่างมีประสิทธิภาพ

McClelland (1973) กล่าวว่า สมรรถนะคือ บุคลิกลักษณะที่ซ่อนอยู่ในปัจเจกบุคคลสามารถผลักดันให้ปัจเจกบุคคลนั้นสามารถสร้างผลการปฏิบัติงานที่ดี หรือตามเกณฑ์ที่กำหนดในงานที่ตนรับผิดชอบ

ณรงค์วิทย์ (2547) ให้ความหมายของสมรรถนะ แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ บุคลิกลักษณะที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) ทักษะ (Attitude) ความเชื่อ (Belief) และอุปนิสัย (Trait) และกลุ่มของความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และคุณลักษณะของบุคคล (Attributes) หรือเรียกว่า KSAs แสดงให้เห็นได้จากพฤติกรรมการทำงานที่แสดงออกของแต่ละบุคคลที่สามารถวัดและสังเกตได้

ธำรงค์ (2548) ได้ให้ความหมายของ Competency หมายถึง คุณลักษณะ เช่น ความรู้ ความสามารถ ความชำนาญ ทักษะ ทักษะ ทักษะ ความเชื่อตลอดจนพฤติกรรมของบุคคลที่จะสามารถปฏิบัติงานให้ประสบผลสำเร็จ

ธัญย์ (2553) สมรรถนะ หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรม เป็นกลุ่มพฤติกรรมที่องค์กรต้องการจากข้าราชการ เพราะเชื่อว่าหากข้าราชการมีพฤติกรรมการทำงานในแบบที่องค์กรกำหนดแล้วจะส่งผลให้ข้าราชการผู้นั้นมีผลการปฏิบัติงานดี และส่งผลให้องค์กรบรรลุเป้าประสงค์ที่ต้องการไว้อย่างเช่น การกำหนดสมรรถนะการบริการที่ดี เพราะหน้าที่หลักของข้าราชการคือการให้บริการแก่ประชาชน ทำให้หน่วยงานของรัฐบรรลุวัตถุประสงค์ คือการทำให้เกิดประโยชน์สุขแก่ประชาชน

ชูลีพร (2550) สมรรถนะ (Competencies) หมายถึง คุณลักษณะเชิงพฤติกรรมที่ทำให้บุคลากร ในองค์กรปฏิบัติงานได้ผลโดดเด่นกว่าคนอื่นโดยบุคคลนั้นแสดงคุณลักษณะเชิงพฤติกรรมมากกว่าคนอื่น ๆ การนำแนวคิดเรื่องสมรรถนะมาใช้ในการบริหารทรัพยากรบุคคลเชื่อว่า จะทำให้การบริหารทรัพยากรบุคคลมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เพราะเชื่อว่าข้าราชการที่มีพฤติกรรมทำงานตามแบบที่กำหนด (สมรรถนะ) จะส่งผลให้ผู้นั้นปฏิบัติงานมีผลงานดี ส่งผลให้องค์กรบรรลุเป้าประสงค์ที่องค์กรต้องการ ในปัจจุบันสำนักงานข้าราชการพลเรือน ได้นำเอสมรรถนะมาใช้ในการพัฒนา ระบบบริหารงานบุคคลหลายเรื่อง เช่น ไซในการสรรหา คัดเลือกข้าราชการ การกำหนดลักษณะงานของทีมงาน (Job Family) การจ่ายค่าตอบแทน การประเมินและการบริหารงานบุคคลระบบอื่นๆ ด้วย

ดังนั้น อาจสรุปได้ว่า สมรรถนะ เป็นส่วนหนึ่งของการพิจารณาความสามารถของบุคคลในการที่จะดำเนินงานตามที่ได้รับมอบหมายให้บรรลุตามความต้องการขององค์กร ซึ่งความสามารถในการปฏิบัติงานนั้นเป็นผลมาจากความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะของบุคคลที่ จะนำไปสู่การปฏิบัติงานให้สำเร็จมาตรฐานที่ได้ตั้งไว้หรือสูงกว่า

### 2.5.2 ประเภทของสมรรถนะวิชาชีพ

การจัดแบ่งประเภทของสมรรถนะนั้นมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ทรรศนะที่แตกต่างกันออกไป โดย ฌรงควิทย์ (2547 : 10-11) ได้ทำการสมรรถนะออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. สมรรถนะหลัก (Coer Competency) หมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ ทักษะ ทักษะ ทักษะ ทักษะ และความเชื่อ และอุปนิสัยของคนในองค์กรโดยรวมที่จะช่วยสนับสนุนให้องค์กรบรรลุเป้าหมายตามวิสัยทัศน์ได้

2. สมรรถนะตามสายงาน (Job Competency) หมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ ความเชื่อ และอุปนิสัยที่จะช่วยส่งเสริมให้คนนั้น ๆ สามารถสร้างผลงานในการปฏิบัติงานตำแหน่งนั้น ๆ ได้สูงกว่ามาตรฐาน

3. สมรรถนะส่วนบุคคล (Personal Competency) หมายถึง บุคลิกลักษณะของคนที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ ทักษะ ทักษะ และความเชื่อ และอุปนิสัยที่ทำให้บุคคลนั้นมีความสามารถในการทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้โดดเด่นกว่าคนทั่วไป เช่น สามารถอาศัยกับแมงป่องหรืออสรพิษได้ เป็นต้น ซึ่งเรามักจะเรียกสมรรถนะส่วนบุคคลว่าความพิเศษส่วนบุคคล

อาภรณ์ (2547) แบ่ง Competency ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้ (1) ขีดความสามารถหลัก (Core Competency) หมายถึง บุคลิกลักษณะหรือการแสดงออกของพฤติกรรมของพนักงานทุกคนในองค์กร ที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ ทักษะ ทักษะ และความเชื่อและอุปนิสัยของคนในองค์กรโดยรวม ถ้าพนักงานทุกคนในองค์กรมีความสามารถประเภทนี้ ก็จะมีส่วนช่วยสนับสนุนให้องค์กรบรรลุเป้าหมายตามวิสัยทัศน์ได้ ขีดความสามารถชนิดนี้จะถูกกำหนดจากวิสัยทัศน์ พันธกิจ เป้าหมายหลักหรือกลยุทธ์ขององค์กร (2) ขีดความสามารถด้านการบริหาร (Managerial Competency) หมายถึง ความรู้ความสามารถด้านการบริหารจัดการเป็นขีดความสามารถที่มีได้ทั้งในระดับผู้บริหาร และระดับพนักงาน โดยจะแตกต่างกันตามบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบ (Role-Based) แตกต่างตามตำแหน่งทางการบริหารงานที่รับผิดชอบ ซึ่งบุคลากรในองค์กรทุกคนจำเป็นต้องมีในการทำงานเพื่อให้ทำงานสำเร็จและต้องสอดคล้องกับแผนกลยุทธ์ วิสัยทัศน์ พันธกิจขององค์กร (3) ขีดความสามารถตามตำแหน่งงาน (Functional Competency) หมายถึง ความรู้ความสามารถในงานที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะและคุณลักษณะเฉพาะของงานต่าง ๆ (Job-Based) หน้าที่งานที่ต่างกัน ความสามารถในงานย่อมแตกต่างกันตามอาชีพ ซึ่งอาจจะเรียกว่าขีดความสามารถตำแหน่งงาน Functional Competency หรือ Job Competency เป็น Technical Competency และอาจกล่าวได้ว่า ขีดความสามารถนี้เป็นความสามารถเฉพาะบุคคลที่สะท้อนให้เห็นถึงความรู้ ทักษะ พฤติกรรมและคุณลักษณะของบุคคลที่เกิดขึ้นจริงตามหน้าที่หรืองานที่ได้รับมอบหมายที่ได้รับมอบหมาย แม้ว่าหน้าที่งานเหมือนกัน ไม่จำเป็นว่าคนที่ปฏิบัติหน้าที่นั้นจะต้องมีความสามารถเหมือนกัน

สรุปได้ว่า สมรรถนะสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ สมรรถนะหลัก (Core Competency) ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่พนักงานทุกคนในองค์กรจำเป็นต้องมี ทั้งนี้เพื่อให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้บรรลุเป้าหมายขององค์กร

## 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงษ์ศักดิ์ (2551) ได้ทำการพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยนำแนวคิดระบบการสอนอัจฉริยะ (ITS) มาสนับสนุนกับการเรียนการสอนแบบร่วมมือกันบนเว็บเพื่อให้ตรงตามศักยภาพทางการเรียนของผู้เรียนและให้การเรียนการสอนเกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยประยุกต์ในการทำวิจัยและเพิ่มในส่วนการเรียนรู้ร่วมมือกัน โดยใช้คอมพิวเตอร์สนับสนุนหรือ CSCL ผนวกกับรูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือกันโดยใช้รูปแบบ STAD และในส่วนของเนื้อหาสาระได้นำแนวคิดของพัลลภ (2542, 122-126) ซึ่งได้ออกแบบบทเรียนตามรูปแบบการควบคุมการเรียนรู้ (Locus Of Control) ไว้ 2 รูปแบบ คือ รูปแบบการควบคุมการเรียนรู้ภายใน (Internal LOC) และรูปแบบการควบคุมการเรียนรู้ภายนอก (External LOC) มาใช้สำหรับพัฒนางานวิจัย ผลการวิจัยพบว่า

1. ระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างผู้เรียนที่มีศักยภาพทางการเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนด้วยระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่แตกต่างกัน

3. ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อระบบอยู่ในระดับมากที่สุดแสดงว่า ระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาศักยภาพทางการเรียนของผู้เรียนได้และช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิไลรัตน์ และจิตติมนต์ (2556) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ: นวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ยุคใหม่สำหรับการเรียนรู้ที่ได้รับการออกแบบโดยคำนึงถึงผู้เรียนในการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียน และเนื้อหาทางการเรียนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ยัง ช่วยเหลือผู้เรียนในการจัดสื่อเพื่อการเรียนรู้ติดตามและประเมินกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยความสามารถทางปัญญาประดิษฐ์ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะประกอบด้วยโมดูลมาตรฐาน 4 องค์ประกอบ คือ โมดูลฐานความรู้ โมดูลผู้เรียน โมดูลการสอนและโมดูลส่วนต่อประสานสำหรับการวิจัยและพัฒนาระบบการสอนเสริมอัจฉริยะถือเป็นการรวมวิทยาการในหลายสาขาซึ่งในปัจจุบันมีแนวโน้มไปสู่การสอนเสริมสำหรับเนื้อหาการปฏิบัติโดยการนำเสนอความรู้ที่ขาดหายไประหว่างการเรียนภาคปฏิบัติเพื่อเป็นส่วนเติมเต็มของการเรียนการสอนในห้องเรียน นอกจากนี้การเพิ่มความสามารถของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะยังมีการนำเทคนิคการช่วยเสริมศักยภาพทางการเรียนเข้ามาใช้ซึ่งเทคนิคนี้จะให้คำแนะนำตามคุณลักษณะของผู้เรียนโดยอัตโนมัติเพื่อช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามที่คาดหวังสำหรับการประเมินผลระบบนั้นได้ใช้รูปแบบของการประเมินผลย่อยและการประเมินผลรวม ตลอดจนคำนึงถึง ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อผู้เรียนและวงการศึกษา

อภิสิทธิ์ (2556) งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อนำเสนอรูปแบบ วิธีพัฒนาและหาประสิทธิภาพของระบบ ช่วยสอนเสริมแบบปรับเหมาะระบบบริหารจัดการการเรียนรู้ (Adaptive Tutoring System on Learning Management System) เพื่อใช้ในกิจกรรมเสริมการเรียนการสอนของวิชาการระบบเครือข่าย เบื้องต้น สำหรับนักเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ สาขางานคอมพิวเตอร์ธุรกิจ โดยระบบจะจัดรูปแบบการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับความรู้และความสามารถของผู้เรียนแต่ละบุคคล วิเคราะห์ผู้เรียนควรได้รับบทเรียนเมื่อใดรูปแบบไหน หรือควรที่จะได้รับบทเรียนเสริมเพิ่มเติม

จากหรือไม่ผู้เรียนศึกษาบทเรียนด้วยตนเองขึ้นอยู่กับความสามารถของแต่ละบุคคลการทำงานของระบบนำแนวคิดระบบการสอนทบทวนแบบอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System: ITS) มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนามีองค์ประกอบหลัก 5 ส่วน คือ 1) ส่วนผู้เรียน 2) ส่วนเนื้อหา 3) ส่วนจัดรูปแบบการสอน 4) ส่วนวิเคราะห์ผู้เรียน 5) ส่วนติดต่อผู้ใช้งานระบบถูกพัฒนาขึ้นในลักษณะของแฟ้มส่วนขยายเสริม (External Extension Module) ชื่อ “adaptive\_menu” สามารถติดต่อเพิ่มเติมในระบบบริหารจัดการเรียนรู้ ATutor ได้ง่าย สะดวก รวดเร็วและไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้างหลักของระบบเดิม การทำงานจะเริ่ม จากการทดสอบก่อนเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เรียนเลือกรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style) ได้ด้วยตนเอง จากนั้นจะทดสอบท้ายบทของแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อประเมินความสามารถของผู้เรียนแล้วพิจารณาว่าควรนำเสนอรูปแบบการเรียนรู้ในหัวข้อถัดไปอย่างไร รูปแบบไหนกรณีที่ค่าระดับความสามารถของผู้เรียนต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดระบบจะทำการนำเสนอบทเรียนสอนเสริมพิเศษเพิ่มเติมเป็นการช่วยเหลือผู้เรียนในกลุ่มอ่อนให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาบทเรียนให้มากขึ้นเป็นพิเศษ ผลการวิจัยพบว่าคุณภาพของระบบ อยู่ในระดับดีด้วยค่าเฉลี่ย 8.43 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ภายหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ 0.05 ผู้เรียนมีความพึงพอใจ ต่อระบบโดยรวมอยู่ในระดับมาก ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.98 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.672

พินันทา และ พัลลภ (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ เพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาเพื่อ (1) เพื่อศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (2) เพื่อออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (3) เพื่อพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (4) เพื่อศึกษาผลของการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (5) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษาต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ (6) เพื่อรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ศึกษาผลการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 2 สาขาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือจำนวน 33 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มระยะเวลาในการทดลอง 16 สัปดาห์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติค่าที (t-test Dependent) และการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ผลการวิจัยพบว่า 1. กรอบแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ประกอบด้วย 2 กรอบแนวคิดหลักคือ 1.1 กรอบแนวคิดการสอนเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ ประกอบด้วย การเรียนการสอนบนเว็บการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มแบบกลุ่มสัมฤทธิ์ และกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์

1.2 กรอบแนวคิดการสอนอัจฉริยะ ประกอบด้วย ระบบการสอนอัจฉริยะ เนื้อหาแบบปรับตัว การทดสอบแบบปรับเปลี่ยน และการช่วยเสริมศักยภาพ 2.รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลักดังนี้ 1. กำหนดปัจจัยนำเข้า 2. กระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ 3. ประเมินผลผลิต และ 4. ป้อนกลับผลผลิตสำหรับผลการประเมินรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้น โดยผู้เชี่ยวชาญพบว่าค่าความเหมาะสมของรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ระดับมาก 3. ผลการประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมากที่สุด 4. ผลการเปรียบเทียบคะแนนการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์จากการทำแบบวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่านักศึกษาที่มีคะแนนเฉลี่ยการวัดทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 5. ผลการเปรียบเทียบคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนพบว่านักศึกษาที่มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 6. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างจากคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนพบว่าคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของผู้เรียนทั้ง 3 กลุ่มไม่แตกต่างกันสรุปได้ว่าระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถทำให้ผู้เรียนที่มีความสามารถทางการเรียนแตกต่างกัน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน 7. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนต่อการใช้งานระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่านักศึกษามีความพึงพอใจต่อการใช้งานระบบการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์ระดับมากที่สุด 8. ผลการประเมินรับรองรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่าผลการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิที่มีต่อรูปแบบการสอนที่พัฒนาขึ้นอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมระดับมากที่สุด

พินันทา และ พัลลภ (2558) ได้ทำการวิจัยเรื่องรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยแบ่ง ขั้นตอนการวิจัยออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ 1) ศึกษาและสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) พัฒนารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) ประเมินความเหมาะสมรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ และสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา จำนวน 10 ท่านเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ

ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก ดังนี้

1. ด้านปัจจัยนำเข้า ได้แก่ กำหนดเป้าหมาย วิเคราะห์ผู้เรียน ออกแบบรูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บที่เหมาะสมต่อ ความสามารถของผู้เรียน กำหนดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และเตรียมเครื่องมือและสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้

2. ด้านกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นเตรียมและขั้นการเรียนการสอนบนเว็บโดยมีขั้นการนำเสนอเนื้อหาแบบอัจฉริยะมาใช้ในการปรับรูปแบบการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถทางการเรียนโดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามรูปแบบที่ตนเองถนัด และกำหนดกิจกรรมการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของ Torrance 5 ขั้น ในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ 8 ด้านของผู้เรียน

3. ด้านผลผลิต ได้แก่ การประเมินผลด้านทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และการประเมินผลด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4. ด้านข้อมูลป้อนกลับ ได้แก่ ข้อมูลป้อนกลับเพื่อปรับปรุงในกระบวนการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บ

Brian, Michael and Susan (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบอัจฉริยะช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอินเทอร์แอ็กทีฟ (The Interactive Multimedia Intelligent Tutoring System: IMITS) โดยออกแบบระบบเพื่อให้นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าระดับปริญญาตรี เรียนรู้ในวิชาวงจรไฟฟ้า (Circuits Course) ซึ่งสร้างสถานการณ์ด้านวิศวกรรมในชีวิตประจำวันและนัก ศึกษาเป็นเสมือนวิศวกรที่แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงภายในบริษัท IMITS ที่จำลองขึ้นมาและส่งอีเมลไปยังผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมอีกทีหนึ่ง จากการศึกษาพบว่า IMITS ทำให้เกิด

(1) การเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center) ซึ่งผู้เรียนเรียนรู้ที่จะตัดสินใจแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย

(2) วิธีการสอนรูปแบบ Guided Constructivism

(3) เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ (The Expert System) จะมุ่งเน้นมาที่กลุ่มนักศึกษาที่มีการเรียนรู้ก่อนและแก้ไขโดยการใช่วิธีการสอนแบบลงมือปฏิบัติ (A Learn-By-Doing)

(4) นักศึกษามีโอกาสใช้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นมาในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง

Brian P. Butz et al. (2006) ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบอัจฉริยะช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอินเทอร์แอ็กทีฟ (The Interactive Multimedia Intelligent Tutoring System : IMITS) โดยออกแบบระบบ เพื่อให้นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้าระดับปริญญาตรี เรียนรู้ในวิชาวงจรไฟฟ้า (Circuits Courses) ซึ่งสร้างสถานการณ์ด้านวิศวกรรมในชีวิตประจำวัน และนักศึกษาเป็นเสมือนวิศวกรที่แก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นจริงภายในบริษัท IMITS ที่จำลองขึ้นมาและส่งอีเมลไปยังผู้เชี่ยวชาญทางด้านวิศวกรรมอีก ทีหนึ่ง จากการศึกษาพบว่า IMITS ทำให้เกิด 1) การเรียนรู้โดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student Center) ซึ่งผู้เรียนเรียนรู้ที่จะตัดสินใจแก้ปัญหาที่ได้รับมอบหมาย 2) วิธีการสอนรูปแบบ Guided Constructivism 3) เกิดการเรียนรู้มีร่วมกัน โดยระบบผู้เชี่ยวชาญ (The Expert System) จะมุ่งเน้น มาที่กลุ่มนักศึกษาที่มีการเรียนรู้ก่อน และแก้ไขโดยการใช่วิธีการสอนแบบลงมือปฏิบัติ (A learnby-doing) 4) นักศึกษามีโอกาสใช้สถานการณ์ที่สร้างขึ้นมาในการแก้ปัญหาสถานการณ์จริง

Kularbphetong et al. (2015) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับระบบติวแบบอัจฉริยะบนเว็บแบบปรับเหมาะโดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบเชิงวิชาตามระดับความรู้ของผู้เรียน เพื่อสร้างบทเรียนและแบบทดสอบสำหรับผู้เรียนและระบบจะปรับบทเรียนและแบบทดสอบให้เหมาะสมโดยอัตโนมัติสำหรับผู้เรียนเมื่อพวกเขาสามารถผ่านการทดสอบที่กำหนด งานต้นแบบนี้ถูกออกแบบมาเพื่อปรับปรุงหลักสูตรการเขียนโปรแกรมภาษา JAVA ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาประเทศไทย สำหรับนักศึกษาที่เข้าใหม่ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการสร้างโปรไฟล์แบบอิงกฎและสามารถช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้และลดเวลาในการศึกษา ในการประเมินระบบต้นแบบเบื้องต้นแบบสอบถามถูกนำมาใช้เพื่อความพึงพอใจของผู้ใช้โดยผู้สอนและผู้เรียนเรียน ผลการวิจัยมีความพึงพอใจดังนี้หมายถึงผู้สอนและผู้เรียนเรียนเท่ากับ 4.15 และ 4.23 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้เท่ากับ 0.645 และ 0.714 ตามลำดับ

Rahul et al. (2015) ทำวิจัยเกี่ยวกับการนำเครื่องมือเขียนโปรแกรมกราฟิกมาพัฒนาเพื่อที่จะช่วยให้ผู้เริ่มต้นตระหนักถึงความสำคัญของการเคลื่อนไหวทางกายภาพของหุ่นยนต์ และแนะนำการเขียนโปรแกรมกับผู้เรียนที่ไม่มีพื้นฐานของการเขียนภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมถึงโครงสร้าง ไวยากรณ์และการควบคุมการไหลของโปรแกรม ในงานวิจัยนี้จะกล่าวถึงการเขียนโปรแกรมกราฟิกโอเพนซอร์สที่ใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นบนแพลตฟอร์ม Minibloq ที่ให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจหลักการ โครงสร้าง กระบวนการ ด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิก ที่ผู้เรียนไม่ต้องจำโครงสร้างของภาษาการเขียนโปรแกรมใด ๆ แต่อาศัยในแนวทางการแก้ไข และใช้พัฒนา Arduino เพื่อควบคุมหุ่นยนต์

Baneres and Saiz (2016) ได้นำระบบ Intelligent Tutoring System มาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนแบบ Massive Open Online Courses (MOOCs) เนื่องจากมีผู้เข้าใช้งานเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงหลายปีที่ผ่านมาดังนั้นจึงได้นำระบบ Intelligent Tutoring System มาดัดแปลงให้เหมาะสมกับ MOOCs แล้วนำไปใช้เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้มากขึ้น

Mahmoud and Abo El-Hamayed (2016) ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบ Intelligent Tutoring System เพื่อจำลองพฤติกรรมของกระบวนการศึกษา งานวิจัยนี้นำเสนอระบบที่สามารถทำงานควบคู่ไปกับการสอนภาษาอาหรับ ซึ่งทำงานภายใต้โมดูลเหล่านี้ ได้แก่ Tutor Module, Question Selector Module, และ Expert Module นอกจากนี้ยังมีการจัดทำฐานความรู้และมีการใช้งานและทดสอบ หลักสูตรไวยากรณ์ภาษาอาหรับของชั้นประถมศึกษาปีที่สี่ โรงเรียนประถมศึกษาในอียิปต์

Angulo et al. (2017) ได้ทำงานวิจัยโดยการทำการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่ง (RoboBlock) สอนเกี่ยวกับวิทยาการหุ่นยนต์ เพราะเป็นเรื่องที่น่าตื่นเต้นและสร้างสรรค์ เพราะการเรียนเกี่ยวกับหุ่นยนต์เป็นเรื่องที่ยากเพราะต้องมาทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมให้หุ่นยนต์นั้นทำงานตามคำสั่ง ซึ่งในสถานการณ์นี้จึงจำเป็นต้องมีการใช้งานเครื่องมือที่ให้ความช่วยเหลือสำหรับผู้เรียนให้มีการเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น ลดความซ้ำซ้อน และใช้งานได้ง่ายขึ้น

Britto et al. (2017) ได้นำระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้เทคนิคปัญญาประดิษฐ์เพื่อสนับสนุนผู้เรียนในการเรียนรู้ ระบบนี้มีประโยชน์ในด้านการศึกษาที่มีพื้นที่แตกต่างกันสามารถเรียนจากที่ใดก็ได้ เวลาใดก็ได้ และเหมาะสำหรับผู้เรียน

ในรายวิชา การสอนวิชาอิเล็กทรอนิกส์ขั้นพื้นฐาน โดยระบบจะช่วยแนะนำ ช่วยเหลือ และเลือกเนื้อหาให้ผู้เรียนตามความเหมาะสมของผู้เรียนแต่ละคน

Elazhary (2017) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับระบบ Intelligent Tutoring Systems บนมือถือบนคลาวด์ เพื่อเพิ่มทักษะทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกออกแบบมาเป็นแอปพลิเคชันมือถือที่เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีค่าที่สามารถใช้งานได้หลายเนื่องจากธรรมชาติของทักษะทางเทคนิคที่ต้องการระบบการสอนอัจฉริยะ จึงได้รับการออกแบบบนพื้นฐานคลาวด์คอมพิวเตอร์เพื่อรับประโยชน์จากทรัพยากรคลาวด์ นอกจากนี้ยังอำนวยความสะดวกในการให้บริการและบำรุงรักษาข้อมูลความก้าวหน้าของนักเรียนจำนวนมาก โดยระบบนั้นคำนึงถึงบริบทและสามารถให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องและอาจเป็นวิดีโอสาธิตตามระดับความรู้ที่ประเมิน นอกจากนี้ยังมีระบบการช่วยเหลือ (Scaffolding) และสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง ซึ่งนักเรียนสามารถเลือกหัวข้อหรือทักษะเพื่อเรียนรู้หรือค้นหาคำหลักสำหรับวิดีโอสาธิต ตามทักษะที่นักเรียนต้องการเพื่อให้นักเรียนทำให้สำเร็จ

Ramírez-Noriega et al. (2017) ได้ทำระบบการสอนอัจฉริยะมาใช้ในการประเมินความรู้ของนักเรียน โดยหลักการการทำงานของระบบการสอนอัจฉริยะ จึงจำเป็นต้องมีการประเมินเพื่อปรับเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสามารถของผู้เรียน ในบทความวิจัยนี้จะเสนอโครงสร้างทั่วไปของระบบการสอนอัจฉริยะ โมดูลส่วนใหญ่จากการทดสอบจะใช้เพื่อรู้ว่าคุณเรียนรู้อะไร ในระหว่างการทดสอบระบบซอฟต์แวร์เลือกคำถามใหม่ตามการตอบกลับของคำถามก่อนหน้านี้ นั่นคือระบบซอฟต์แวร์ทำให้การปรับตัว โมดูลการประเมินสามารถสรุปคำถาม แนวคิด และความสามารถของผู้เรียนได้

Bakeer and Abu-naser (2018) ได้ทำการวิจัยโดยได้นำระบบ Intelligent Tutoring System ที่เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในชุมชนวิชาการเนื่องจากประโยชน์จากการเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งระบบ Intelligent Tutoring System เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้คำแนะนำหรือข้อเสนอแนะแก่ผู้เรียนโดยทันทีโดยไม่ต้องมีการแทรกแซงจากผู้สอนที่เป็นมนุษย์ โดยระบบจะเป็นตัวสร้างกระบวนการสอนซึ่งออกแบบและปรับปรุงเพื่อช่วยผู้สอนในการสร้างระบบการสอนที่ชาญฉลาดในหลาย ๆ ด้าน ในบทความนี้จะนำเสนอในการสร้างระบบการสอนที่ชาญฉลาดสำหรับการสอน TOEFL โดยใช้ระบบ Intelligent Tutoring System

Mohamed and Lamia (2018) ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียนให้เพิ่มมากขึ้นจากวิธีการสอนแบบดั้งเดิม โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ตและอุปกรณ์อัจฉริยะอื่น ๆ มาเป็นส่วนหนึ่งเพื่อเพิ่มความสนใจของผู้เรียน โดยมีการใช้ระบบ Intelligent Tutoring System ที่เป็นระบบอัจฉริยะใช้เป็นเครื่องมือเสริมสำหรับวิธีการสอนที่ทันสมัย มาใช้กับห้องเรียนกลับด้านที่สามารถทำให้ผู้เรียนได้เรียนผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากที่ใดก็ได้ ซึ่งระบบจะมีวิธีการสอนและมีตัวช่วยสำหรับผู้เรียนเหมือนกับผู้เรียนได้เรียนกับผู้สอนจริง โดยเป็นหนึ่งในวิธีของนวัตกรรมใหม่ที่ขับเคลื่อนการแก้ปัญหาในห้องเรียนผ่านเทคโนโลยีและต่อยอดการแก้ปัญหาในห้องเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ ในบทความนี้ได้ใส่เนื้อหาที่เป็นองค์ประกอบของ Internet of Things (IOT) ในกระบวนการเรียนรู้

Beyyoudh et al. (2019) ในบทความนี้จะเสนอวิธีการใหม่ของระบบ Intelligent Tutoring Systems ซึ่งมีพื้นฐานมาจากเวิร์กโฟลว์การปรับตัวและเกม วัตถุประสงค์คือ ใช้เวิร์กโฟลว์สำหรับการ

เรียนรู้และกระบวนการประเมินผลในบริบทการเรียนรู้ตามกิจกรรมของผู้เรียน โดยมุ่งมั่นที่จะใช้ระบบช่วยให้การอยู่ร่วมกันของระบบผู้สอนที่ชาญฉลาดและผู้สอนที่เป็นมนุษย์ สามารถควบคุมและติดตามการดำเนินการของกระบวนการเรียนรู้และการแทรกแซงในการปิดกั้นสถานการณ์ เกมที่จริงจังจะเป็นเสาหลักของกระบวนการประเมินผล จุดประสงค์คือจัดเตรียมวิธีการประเมินผลแบบใหม่ที่เพิ่มแรงจูงใจของผู้เรียนและกระตุ้นให้พวกเขาเรียนรู้

Marouf and Abu-naser (2019) ได้พัฒนาระบบการเรียนการสอน โดยใช้ระบบการสอนอัจฉริยะ Intelligent Tutoring System เป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนกับผู้เรียนโดยไม่ต้องมีหรือมีผู้สอนที่เป็นมนุษย์ เป้าหมายหลักของระบบ คือทำให้กระบวนการเรียนการสอนราบรื่นโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงสุดในสาขาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ระบบที่นำเสนอจะดำเนินการโดยใช้การเรียนรู้เรื่อง "รู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิทยาการคอมพิวเตอร์" สอนในมหาวิทยาลัย Al-Azhar ในงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้สร้างระบบการติวที่ชาญฉลาดสำหรับการสอนวิชาดังกล่าวข้างต้น ซึ่งจะลดความยากในการเรียนวิชาการเขียนโปรแกรม โดยระบบจะมีการประเมินและตรวจสอบระหว่างการเรียนในแต่ละหน่วย ถ้าผู้เรียนมีคะแนนการประเมินไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดระบบก็จะนำผู้เรียนวนกลับไปเรียนซ้ำอีกครั้ง และระบบจะมีกระบวนการและเนื้อหาเพิ่มเติมเพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนให้เข้าใจอีกครั้ง

Rodriguez et al. (2019) การเขียนโปรแกรมแบบบล็อกส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการสอนผู้เรียนมือใหม่ที่น่าสนใจในการเขียนโปรแกรมทุกคนรวมถึงในระดับปริญญาตรี ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้จะมีความเรียบง่าย แต่นักศึกษาระดับปริญญาตรีก็ยังคงต้องการการสนับสนุนเพิ่มเติม และมักจะเรียนรู้การเขียนโปรแกรมด้วยตัวเองหรือในหลักสูตรส่วนใหญ่ที่มีการสนับสนุนการเรียนการสอนน้อย และการเขียนโปรแกรมนั้นก็มีความยาก ดังนั้นงานวิจัยนี้เสนอการออกแบบและการนำ PRIME มาใช้ในการเรียนรู้ที่ให้การสนับสนุนกับผู้เริ่มต้นในการเขียนโปรแกรม โดย PRIME จะเป็นการเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกคำสั่งและสามารถใช้งานได้เหมือนการเขียนโปรแกรมด้วยโค้ดทั่วไป แต่ในงานนี้จะการเขียนโปรแกรมแค่นำบล็อกคำสั่งมาเรียงต่อกัน จากนั้นก็จะแสดงผลลัพธ์ให้เห็นได้ทันที

Selwyn-smith et al. (2019) ในงานวิจัยนี้ได้้นำการเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งมาใช้ในการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เครื่องมือที่เป็นการเขียนโปรแกรมแบบ Blockly มาใช้เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมร่วมกัน ซึ่งจะทำให้ผู้เขียนมีปฏิสัมพันธ์ แสดงความคิดเห็น ให้คำปรึกษา ร่วมกัน ซึ่งในงานวิจัยนี้ออกแบบโปรแกรมที่ใช้ในการสอนการเขียนโปรแกรม โดยใช้วิธีการทำงานร่วมกัน เช่น การเขียนโปรแกรมคู่ และเป็นการเขียนแบบ Multi-Device Grace คือ การเขียนโปรแกรมแบบบล็อกในสภาพแวดล้อมแบบข้ามอุปกรณ์ประกอบด้วยหน้าจอแบบดิจิทัล แท็บเล็ต มือถือ และแล็ปท็อป ผลลัพธ์งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่รู้สึกว่าคุณสามารถทำงานร่วมกันได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายและการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการการศึกษาต่อไป

Mougiakou et al. (2019) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับระบบ Intelligent Tutoring Systems ที่สามารถใช้ AI มาทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาเฉพาะบุคคลซึ่งนำไปสู่ความสนใจของผู้เรียนและสร้างแรงบันดาลใจจึงส่งผลให้การเรียนรู้มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับผู้เรียน ระบบ Intelligent Tutoring Systems ได้รับการยอมรับมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนี้ เป็นระบบที่มีการศึกษามีประสิทธิภาพ แอปพลิเคชัน

ดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายในการจัดการกับผู้ใช้แต่ละคนในลักษณะที่เป็นส่วนตัวโดยใช้การปรับบริบทด้าน การศึกษาให้เหมาะสมตามผู้เรียน ความสนใจในการตั้งใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

Emerson et al. (2020) ได้วิจัยเกี่ยวกับการนำการเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกคำสั่ง เพื่อให้ สามารถพัฒนาสภาพแวดล้อมการเขียนโปรแกรมสำหรับโปรแกรมเมอร์มือใหม่ ซึ่งตอนนี้ได้รับความนิยมมากขึ้นโดยเฉพาะในหลักสูตรการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น อีกทั้งยังช่วยกำจัดข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น เกี่ยวข้องกับไวยากรณ์ของโครงสร้างภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้สภาพแวดล้อมการ เขียนโปรแกรมของผู้สอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถโต้ตอบกับผู้เรียน โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ การเขียนโปรแกรมแบบบล็อกคำสั่งในการศึกษาวิทยาการคอมพิวเตอร์เบื้องต้น

Schez-sobrinio et al. (2020) ได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ระบบ Intelligent Tutoring System สำหรับการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะ ที่ช่วยในระหว่างการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมโดยใช้ สัญกรณ์บนพื้นฐานของถนนและสัญญาณไฟจราจรที่แสดงด้วยกราฟิก 3 มิติ ในสภาพแวดล้อม เสมือนจริง การสร้างภาพกราฟิกเหล่านี้สามารถสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติจากซอร์สโค้ดของโปรแกรมด้วย การออกแบบแยกส่วนและปรับขนาดได้ โดยผู้เรียนสามารถใช้ประโยชน์จากระบบป้อนกลับที่มีอยู่ และผู้สอนสามารถอธิบายแนวคิดการเขียนโปรแกรมในระหว่างชั้นเรียน งานนี้เน้นถึงความยืดหยุ่น และความสามารถในการเรียนผ่านแอปพลิเคชัน เพื่อแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถใช้ประโยชน์ ในสถานการณ์การเรียนรู้ที่เสมือนจริง

Subchi et al. (2020) ได้นำแนวคิดในการใช้ระบบ Intelligent Tutoring System มาใช้ สำหรับการสร้างกระบวนการเรียนรู้ที่สามารถเอาชนะจุดอ่อนของการเรียนรู้ทั่วไป เช่น ระยะเวลา พื้นที่จำกัด และเวลาโดยที่ระบบการเรียนนี้จะจัดเตรียมสื่อการสอนสำหรับผู้เรียนทุกคน โดยไม่ คำนึงถึงความสามารถและระดับความเข้าใจของนักเรียน เป็นผลให้นักเรียนที่ไม่เข้าใจเนื้อหาถูกบังคับ ให้เข้าร่วมการเรียนและสอนแบบรายบุคคลที่ครูสามารถควบคุมการสอนได้และเข้าใจลักษณะของ ผู้เรียนผลการศึกษาพบว่าระบบการสอนอัจฉริยะด้วยกระบวนการประมวลผลภาษาธรรมชาติสามารถ ช่วยนักเรียนในการตั้งคำถามและตอบคำถามกับผู้สอนและสามารถระบุลักษณะของผู้เรียนแต่ละคน เพื่อประเมินระดับความสามารถของผู้เรียนได้ด้วย

## 2.7 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะ แบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว พบว่า ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง สามารถแบ่งได้เป็น 6 โมดูล ประกอบด้วย 1) โมดูลนักศึกษา (Student Module) 2) โมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module) 3) โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) 4) โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module) 5) โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) 6) โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) โดยสามารถนำมาประยุกต์เข้ากับระบบการสอนอัจฉริยะ การเขียนโปรแกรม แบบกราฟิกส์ เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง และสมองกลฝัง ซึ่งทำให้กิตระบบการเรียนการที่มี การ

ผสมผสานกิจกรรมการเรียนรู้กับการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ที่นำเนื้อหาเกี่ยวกับเทคโนโลยี เชื่อมโยงสรรพสิ่งมาใช้เป็นบทเรียน ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในขั้นตอนหลักการทำงาน โครงสร้าง องค์ประกอบ วิธีการเขียนโปรแกรม โดยระบบจะมีแบบช่วยเหลือผู้เรียนเมื่อผู้เรียนมีการทดสอบใน หน่วยการเรียนรู้ไม่ผ่านเกณฑ์ นั้นจะทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ซ้ำด้วยเนื้อหาใหม่และทำให้เกิดความ เข้าใจมากขึ้น



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัย เรื่อง ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว ครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 5 ระยะ ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

3.1 ระยะที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

3.2 ระยะที่ 2 ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

3.3 ระยะที่ 3 พัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

3.4 ระยะที่ 4 ประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัวของนักศึกษาปริญญาตรีที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

#### 3.1 ระยะที่ 1 การสังเคราะห์องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

การศึกษาการสังเคราะห์องค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว ในวัตถุประสงค์ ข้อที่ 1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการ ศึกษา วิเคราะห์ และสังเคราะห์เอกสาร บทความทางวิชาการ และบทความวิจัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

##### 3.1.1 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 1

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอน คือ 1. สังเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการ และบทความวิจัย 2. สรุปผลการสังเคราะห์โมเดลองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว 3. การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 สังเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการ และบทความวิจัย ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องทั้งแนวคิด ทฤษฎี โดยทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจากการศึกษาในลักษณะของการวิเคราะห์เอกสาร ประกอบด้วย

- 1) ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System)
- 2) ระบบสมองฝิ่งตัว (Embedded System)
- 3) การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ (Graphical Programming)



จากตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์เอกสารและงานวิจัย โดยเฉพาะในส่วนขององค์ประกอบ โมดูล การสอน (Tutoring Module) นั้นผู้วิจัยจะทำการผสมผสานการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์เข้าไป จึงมีการเปลี่ยนชื่อเป็นโมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module) ดังนั้นผู้วิจัยได้สรุปองค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) ดังนี้

- 1) โมดูลนักศึกษา (Student Module)
- 2) โมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module)
- 3) โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module)
- 4) โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module)
- 5) โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module)
- 6) โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว มีรายละเอียดการทำงานในแต่ละโมดูล สามารถสรุปได้ ดังนี้

1) โมดูลผู้เรียน (Student Module) เป็นส่วนที่เก็บสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เรียน ความสามารถในการเรียน การทำแบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ

2) โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) เป็นส่วนที่ระบบการสอนอัจฉริยะใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งานระบบซึ่งอาจเป็นผู้สอนหรือผู้เรียน โดยการนำเสนอสื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน แบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ ผลการทดสอบ และผลการประเมินผู้เรียน

3) โมดูลการสอนแบบกราฟิกส์ (Tutoring Graphical Module) เป็นส่วนของการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติของผู้สอนที่ได้จัดเตรียมแผนการสอนเอาไว้และมีการสอนเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมแบบ Graphical Programming ที่ให้ผู้เรียนสามารถเขียน Code แบบบล็อกคำสั่ง

4) โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module) เป็นโมดูลสำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับองค์ความรู้ เอกสารประกอบการเรียน เนื้อหา และทรัพยากรการเรียนในรูปแบบมัลติมีเดีย

5) โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) โดยโมดูลนี้จะทำหน้าที่ประเมินผลความรู้ของผู้เรียนในแต่ละหัวข้อแล้วทำการเลือกกระบวนการเรียนและเนื้อหาให้ตรงกับความสามารถของผู้เรียน

6) โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการวัดผลการประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัวของผู้เรียน

ในส่วนของ Graphical Programming จะใช้เป็นเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือ Embedded System เพื่อที่จะสามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทางด้านเทคโนโลยี Internet of Things ทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมและมีสมรรถนะสมองฝิ่งตัว

ขั้นตอนที่ 3 นำองค์ประกอบของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

### 3.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 1

#### 3.1.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านอินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และด้านสมองกลฝังตัว สำหรับประเมินรับรององค์ประกอบของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้ อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

#### 3.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านอินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงสรรพสิ่ง จำนวน 2 ท่าน ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 2 ท่าน และด้านสมองกลฝังตัว จำนวน 1 ท่าน รวมทั้งหมด 5 ท่าน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ปี

### 3.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1

3.1.3.1 องค์ประกอบของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

3.1.3.2 แบบประเมินรับรองความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

### 3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 1

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมประมวลผลทางสถิติ เพื่อหาผลการประเมินรับรองความเหมาะสมขององค์ประกอบของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของระบบ ตามมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ประกอบ (2542) ได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

### 3.1.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 1

การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{X}$ ) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ของความคิดเห็น การพิจารณาค่าของความคิดเห็นจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย (ประคอง, 2542)

### 3.2 ระยะที่ 2 ออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

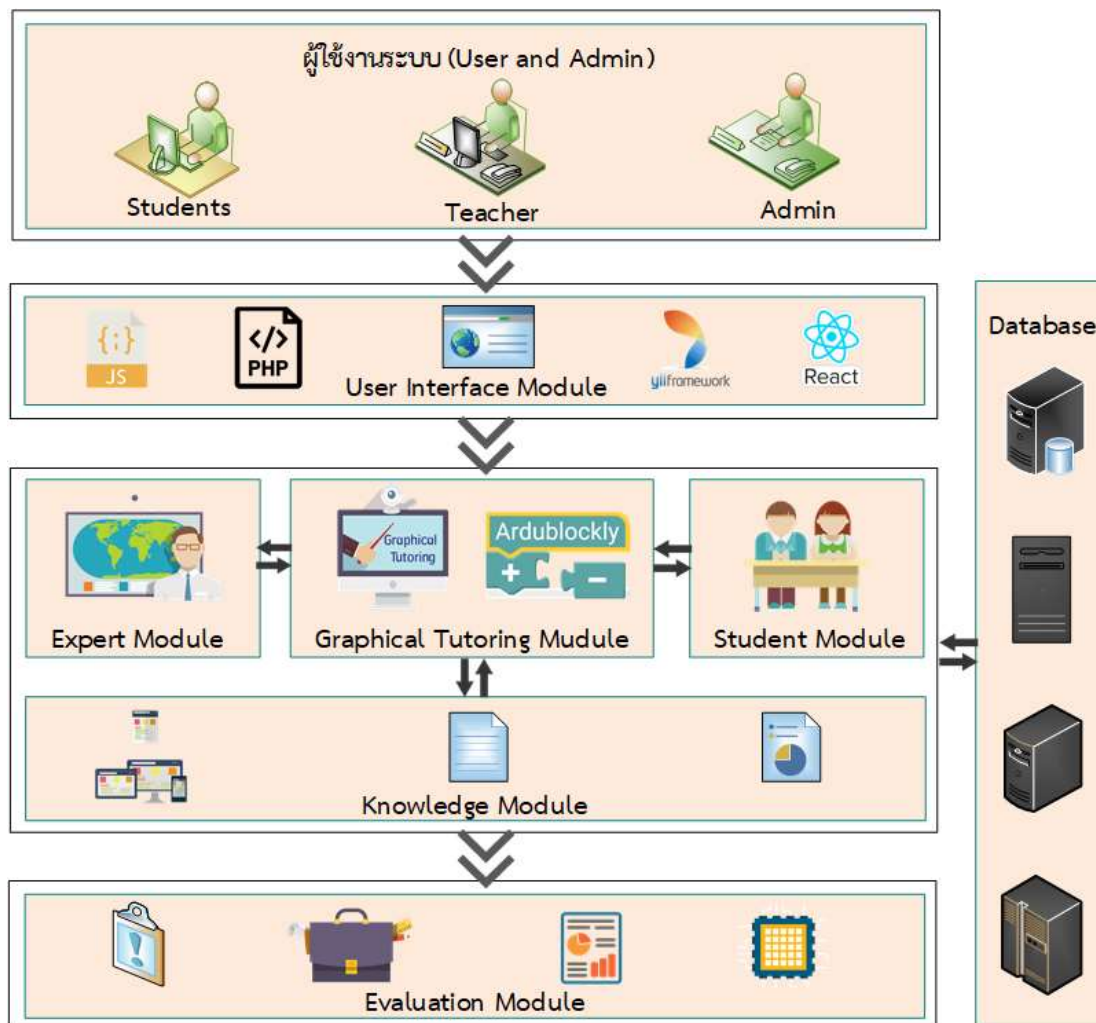
การวิจัยระยะที่ 2 เป็นการนำผลวิจัยที่ได้จากการวิจัยระยะที่ 1 ซึ่งได้ผลการสังเคราะห์โมดูลองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว มาเป็นแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรม โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

#### 3.2.1 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 2

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนการทำงาน 3 ขั้นตอน คือ 1. ศึกษาข้อมูลผลการสังเคราะห์โมดูลองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว 2. ออกแบบภาพรวมการทำงานของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว 3. พัฒนาสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว 4. การประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยแต่ละขั้นมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาข้อมูลผลการสังเคราะห์โมดูลองค์ประกอบเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ศึกษาหลักการ แนวคิดการทำงานของระบบ และนำมาออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบให้สอดคล้องกัน

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบภาพรวมการทำงานของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว แสดงตามภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ภาพรวมการทำงานของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว

จากภาพที่ 3-1 ภาพรวมการทำงานของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว นั้นสามารถอธิบายองค์ประกอบภายในของสถาปัตยกรรมระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักซึ่งทำงานเชื่อมโยงกันประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ดูแลระบบ โดยจะทำการเข้าใช้ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ก็ได้

ส่วนที่ 2 ระบบการสอนอัจฉริยะ ประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งเป็นส่วนการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ เพื่อรองรับการนำข้อมูลหรือคำสั่งเข้าไปสู่ระบบ ตลอดจนนำเสนอสารสนเทศกลับมายังผู้ใช้ ส่วนการสอนแบบกราฟิกส์ (Graphical Tutoring Module)

เป็นส่วนของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนให้เรียนไปตามแผนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมให้ ซึ่งภายในส่วนนี้จะมียังประกอบของชุดฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของบล็อกคำสั่ง (Graphical Programming) โดยเนื้อหาที่เรียนจะเกี่ยวข้องกับสมองกลฝังตัว (Embedded System) และเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) ส่วนผู้เรียน (Student Module) จะเป็นส่วนที่เก็บบันทึกข้อมูลของผู้เรียน ข้อมูลการเรียน ผลการเรียน ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ ประเมินผู้เรียน จากการทดสอบแล้วนำผลการประเมินไปเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ถ้าผู้เรียนมีคะแนนไม่ผ่านการประเมิน ระบบผู้เชี่ยวชาญตัวนี้จะนำเสนอตัวช่วยการเรียนให้กับผู้ซ้ำอีกครั้ง ส่วนองค์ความรู้ (Knowledge Module) จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่เป็นทรัพยากรที่ใช้ในการเรียนการสอน ส่วนการประเมินผล (Evaluation Module) ทำหน้าที่ในการประเมินผลสมรรถนะสมองกลฝังตัว และสรุปรายงาน

ส่วนที่ 3 ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ขั้นตอนที่ 3 พัฒนาสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบภาพรวมการทำงานของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว มาพัฒนาสถาปัตยกรรมของระบบ

ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

### 3.2.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 2

#### 3.2.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านอินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านสมองกลฝังตัว และด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ สำหรับประเมินการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

#### 3.2.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านอินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านสมองกลฝังตัว และด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ ด้านละ 3 ท่าน รวมทั้งหมด 12 ท่าน โดยการใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ปี

### 3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2

3.2.3.1 สถาปัตยกรรมระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

3.2.3.2 แบบประเมินรับรองความเหมาะสมสถาปัตยกรรมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

#### 3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 2

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมประมวลผลทางสถิติ เพื่อหาผลการประเมินรับรองความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของระบบ ตามมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ประกอบ (2542) ได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

#### 3.2.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 2

การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{X}$ ) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ของความคิดเห็น การพิจารณาค่าของความคิดเห็นจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย (ประกอบ, 2542)

### 3.3 การพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

การพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว เป็นการนำสถาปัตยกรรมที่ได้ออกแบบไว้มาดำเนินการพัฒนาระบบ โดยมีการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

#### 3.3.1 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 3

ดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง โดยผู้วิจัยดำเนินการออกแบบและพัฒนาระบบตามหลักวงจรการพัฒนาระบบ (Software Development Life Cycle) แบบ Adapted Waterfall เพราะกระบวนการ

ออกแบบระบบ SDLC แบบ Adapted Waterfall นี้จะมีความยืดหยุ่นมาก สามารถปรับปรุง แก้ไข และเพิ่มฟังก์ชันหรือโมดูลการทำงานได้อย่างเหมาะสมและสอดคล้องกับกระบวนการดำเนินงาน ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ 1) การวิเคราะห์ 2) ออกแบบระบบ 3) การพัฒนา 4) การทดสอบ และ 5) การนำไปใช้ โดยแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังนี้

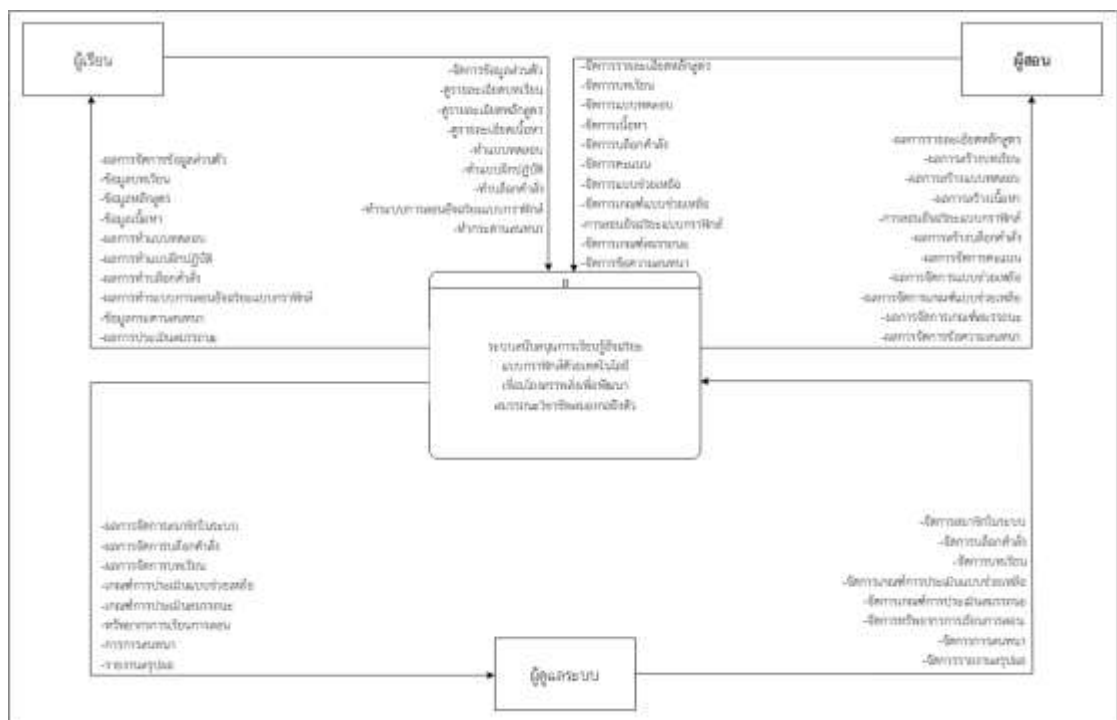
ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง โดยผู้วิจัยทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงผลการสังเคราะห์องค์ประกอบและสถาปัตยกรรมของระบบ

ขั้นตอนที่ 2 ออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1) คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) 2) แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow Diagram) 3) แผนภาพของผู้ใช้งานกับระบบ (Use Case Diagram) 4) แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลระบบ (Entity Relationship Diagram) 5) พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary) โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) การวิเคราะห์และออกแบบระบบนั้นจะสามารถแสดงรายละเอียดภาพรวมของระบบโดยการนำเสนอในรูปแบบของแผนการไหลของข้อมูล (Context Diagram) ได้ดังนี้



ภาพที่ 3-2 คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) ของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

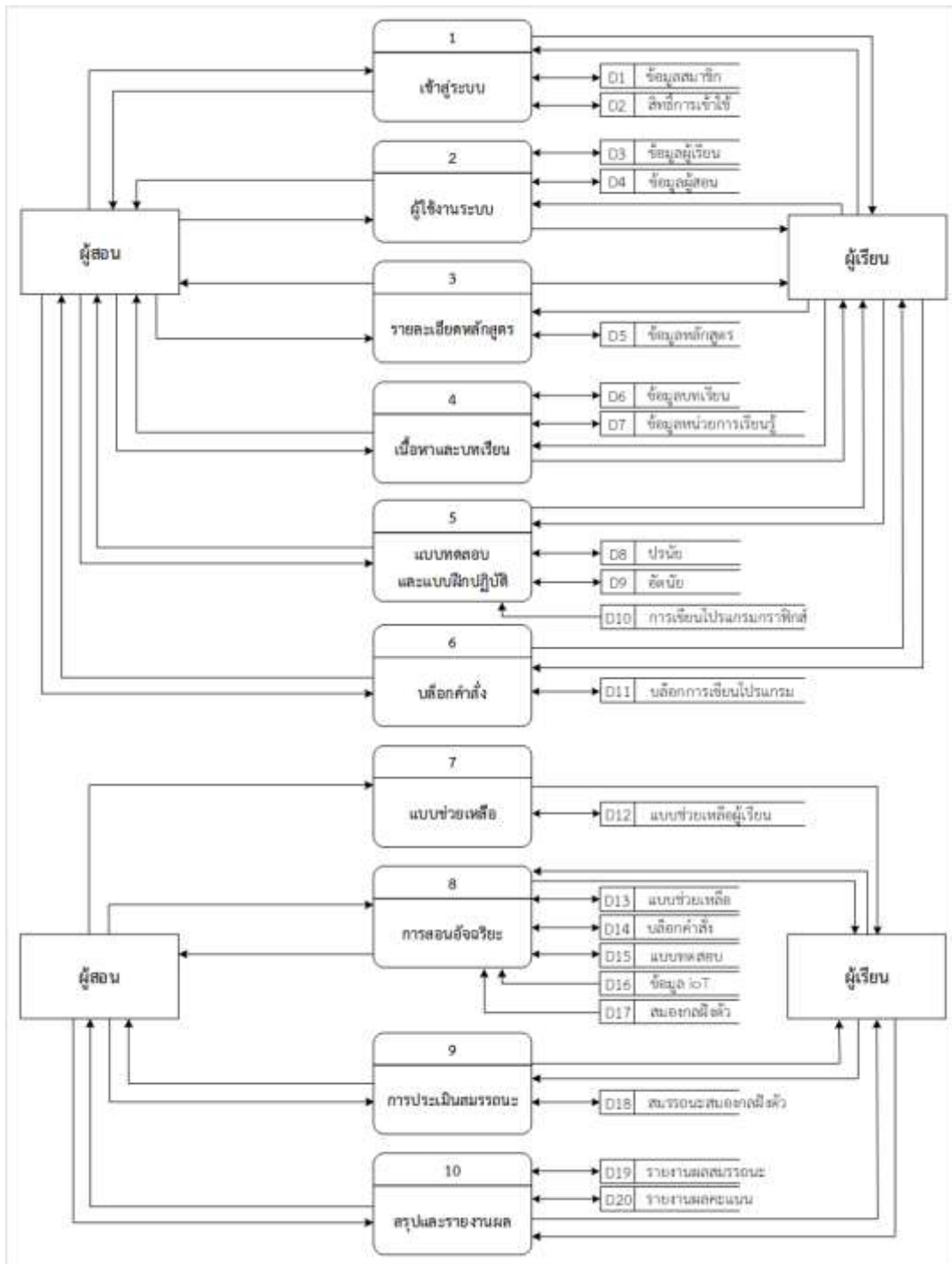
จาก Context Diagram ของระบบที่แสดงความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยมีทั้งหมด 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้เรียน คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้เรียน สามารถจัดการข้อมูลส่วนตัว ดูรายละเอียด บทเรียน รายละเอียดหลักสูตร รายละเอียดเนื้อหา ทำแบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ การสอนอัจฉริยะ แบบกราฟิกส์และบล็อกคำสั่ง สามารถโต้ตอบผ่านกระดานสนทนา

ส่วนที่ 2 ผู้สอน คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้สอน สามารถกำหนดรายละเอียดหลักสูตร สร้างบทเรียน แบบทดสอบ เพิ่มเนื้อหา การสอนอัจฉริยะแบบกราฟิกส์ สร้างบล็อกคำสั่ง การให้คะแนน การสร้างแบบช่วยเหลือ การกำหนดเกณฑ์แบบช่วยเหลือ การกำหนดเกณฑ์สมรรถนะ การแสดงความคิดเห็นแบบข้อความสนทนา

ส่วนที่ 3 ผู้ดูแลระบบ คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้ดูแลระบบ สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข และหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานให้กับสมาชิกในระบบ สามารถสร้าง เพิ่มลบ แก้ไข บล็อกคำสั่ง บทเรียน เกณฑ์ การประเมินแบบช่วยเหลือ เกณฑ์การประเมินสมรรถนะ ทรัพยากรการเรียนการสอน การสนทนา รายงานสรุปผล และสามารถจัดการทุกข้อมูลภายในระบบ

2) แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow Diagram) การออกแบบแผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลจาก Context Diagram สามารถเขียนกระแสการไหลของข้อมูลเพื่อแสดงการทำงานของแต่ละระดับได้ ดังนี้



ภาพที่ 3-3 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow Diagram) ระดับ 0 ของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

จากภาพที่ 3-3 เป็นการแสดงแผนภาพแสดงการไหลของข้อมูลของสนับสนุนการเรียนรู้ อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว โดยแต่ละกระบวนการมีการไหลของข้อมูลตามตาราง ดังนี้

**ตารางที่ 3-2** แสดงรายละเอียดของกระบวนการเข้าสู่ระบบ

กระบวนการ :	การเข้าสู่ระบบ
อธิบาย :	เป็นส่วนในการให้ผู้ใช้งานทำการล็อกอินเพื่อเข้าสู่ระบบ
ข้อมูลนำเข้า :	-ชื่อผู้ใช้ -รหัสผู้ใช้ -สิทธิ์การเข้าใช้
ข้อมูลนำออก :	-ข้อมูลผู้ใช้ -ประเภทสิทธิ์การเข้าใช้

**ตารางที่ 3-3** แสดงรายละเอียดของกระบวนการผู้ใช้งานระบบ

กระบวนการ :	ผู้ใช้งานระบบ
อธิบาย :	เป็นส่วนในการเก็บข้อมูลผู้ใช้งานระบบ
ข้อมูลนำเข้า :	-ข้อมูลผู้เรียน -ข้อมูลผู้สอน -สิทธิ์การเข้าใช้
ข้อมูลนำออก :	-ข้อมูลผู้เรียน -ข้อมูลผู้สอน

**ตารางที่ 3-4** แสดงรายละเอียดของกระบวนการรายละเอียดหลักสูตร

กระบวนการ :	รายละเอียดหลักสูตร
อธิบาย :	เป็นส่วนในการเก็บข้อมูลรายละเอียดหลักสูตร
ข้อมูลนำเข้า :	-ข้อมูลชื่อวิชา -คำอธิบายรายวิชา -ค่าใช้จ่าย -แผนการเรียน
ข้อมูลนำออก :	-ข้อมูลหลักสูตร

**ตารางที่ 3-5** แสดงรายละเอียดของกระบวนการเนื้อหาและบทเรียน

กระบวนการ :	เนื้อหาและบทเรียน
อธิบาย :	เป็นส่วนในการเก็บข้อมูลเนื้อหาและบทเรียน
ข้อมูลนำเข้า :	-เนื้อในรายวิชา -หน่วยการเรียนรู้ -บทเรียน
ข้อมูลนำออก :	-ข้อมูลบทเรียน

**ตารางที่ 3-6** แสดงรายละเอียดของกระบวนการแบบทดสอบและแบบฝึกปฏิบัติ

กระบวนการ :	แบบทดสอบและแบบฝึกปฏิบัติ
อธิบาย :	เป็นส่วนในการเก็บข้อมูลแบบทดสอบและแบบฝึกปฏิบัติ
ข้อมูลนำเข้า :	-แบบทดสอบปรนัย -แบบทดสอบอัตนัย -การเขียนโปรแกรมกราฟิกส์
ข้อมูลนำออก :	-ข้อมูลแบบทดสอบปรนัย -ข้อมูลแบบทดสอบอัตนัย -ข้อมูลการเขียนโปรแกรมกราฟิกส์

**ตารางที่ 3-7** แสดงรายละเอียดของกระบวนการบล็อกคำสั่ง

กระบวนการ :	บล็อกคำสั่ง
อธิบาย :	เป็นส่วนในการเก็บข้อมูลบล็อกคำสั่ง
ข้อมูลนำเข้า :	-บล็อกคำสั่ง
ข้อมูลนำออก :	-ข้อมูลบล็อกคำสั่ง

**ตารางที่ 3-8** แสดงรายละเอียดของกระบวนการแบบช่วยเหลือ

กระบวนการ :	แบบช่วยเหลือ
อธิบาย :	เป็นส่วนในการเก็บข้อมูลแบบช่วยเหลือ
ข้อมูลนำเข้า :	-แบบช่วยเหลือ
ข้อมูลนำออก :	-ข้อมูลแบบช่วยเหลือ

ตารางที่ 3-9 แสดงรายละเอียดของกระบวนการสอนอัจฉริยะ

กระบวนการ :	การสอนอัจฉริยะ
อธิบาย :	การสอนอัจฉริยะเป็นส่วนที่มีหน้าที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาและบทเรียนตามกิจกรรมที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ ซึ่งจะแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ โดยที่ผู้เรียนได้ศึกษาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้เสร็จเรียบร้อยแล้วนั้นก็จะมีการทดสอบหรือแบบฝึกปฏิบัติมาให้ผู้เรียนได้ทดสอบเพื่อประเมินความรู้ จากนั้นระบบก็จะสรุปคะแนน ถ้าคะแนนที่ผู้เรียนทำได้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดระบบก็จะมีแบบช่วยเหลือที่ทางผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาอีกรอบ จากนั้นผู้เรียนก็จะทำแบบทดสอบอีกครั้งจนกว่าจะผ่าน
ข้อมูลนำเข้า :	-กิจกรรมการเรียนรู้ -แบบช่วยเหลือ -บล็อกคำสั่ง -แบบทดสอบ -ข้อมูล IoT -สมองกลฝังตัว
ข้อมูลนำออก :	-ข้อมูลแบบช่วยเหลือ -ข้อมูลบล็อกคำสั่ง -ข้อมูลแบบทดสอบ -ข้อมูลข้อมูล IoT -ข้อมูลสมองกลฝังตัว

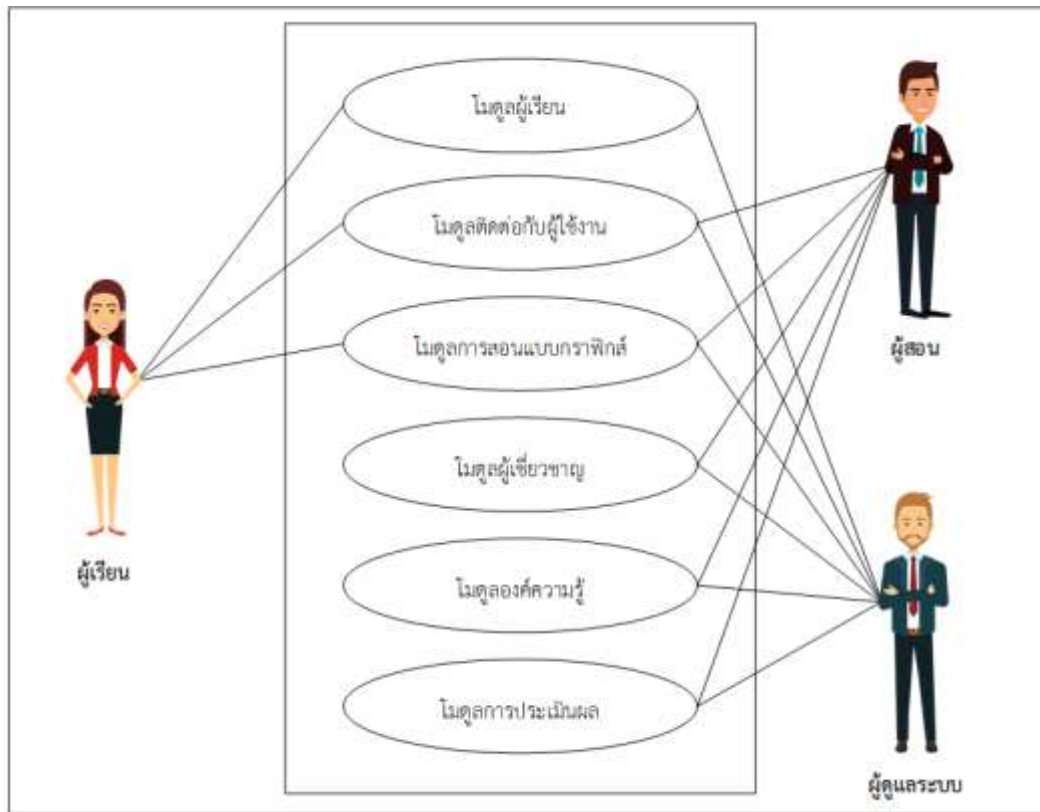
ตารางที่ 3-10 แสดงรายละเอียดของกระบวนการประเมินสมรรถนะ

กระบวนการ :	การประเมินสมรรถนะ
อธิบาย :	เป็นส่วนในการเก็บข้อมูลการประเมินสมรรถนะ
ข้อมูลนำเข้า :	-สมรรถนะสมองกลฝังตัว
ข้อมูลนำออก :	-เกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว

ตารางที่ 3-11 แสดงรายละเอียดของกระบวนการสรุปและรายงานผล

กระบวนการ :	สรุปและรายงานผล
อธิบาย :	เป็นส่วนในการเก็บข้อมูลการสรุปและรายงานผล
ข้อมูลนำเข้า :	-คะแนนสมรรถนะสมองกลฝังตัว -คะแนน
ข้อมูลนำออก :	-รายงานสมรรถนะสมองกลฝังตัว -รายงานผลคะแนน

3) แผนภาพของผู้ใช้งานกับระบบ (Use Case Diagram) สนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว



ภาพที่ 3-4 แผนภาพของผู้ใช้งานกับระบบ (Use Case Diagram) ของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

จากภาพที่ 3-4 แผนภาพยูสเคสของผู้ใช้งานระบบ ( Use Case Diagram) ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัวสามารถแสดงบทบาทผู้ใช้งานระบบ แบ่งออกเป็นกลุ่มผู้ใช้งาน ได้ตามตารางที่ 3-12

ตารางที่ 3-12 แสดงบทบาทของผู้ใช้งานระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ผู้ใช้งานระบบ	โมดูลของระบบ	บทบาท
ผู้เรียน	โมดูลผู้เรียน	เก็บข้อมูลของผู้เรียน
	โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน	เป็นส่วนติดต่อประสานระหว่างผู้เรียนกับระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง
	โมดูลการสอนแบบกราฟิกส์	เข้าถึงระบบการเรียนการสอน แบบทดสอบแบบฝึกปฏิบัติ การใช้งานการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์
ผู้สอน	โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน	เป็นส่วนติดต่อประสานระหว่างผู้สอนกับระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง
	โมดูลการสอนแบบกราฟิกส์	สร้างเนื้อหา บทเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ เลือกใช้บล็อกคำสั่ง
	โมดูลผู้เชี่ยวชาญ	กำหนดเกณฑ์การประเมินให้กับผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
	โมดูลองค์ความรู้	เก็บข้อมูลและทรัพยากรของการเรียนการสอนในรูปแบบเอกสารประกอบการเรียน ภาพ วีดีโอ
	โมดูลการประเมินผล	รายงานสรุปผลการเรียน ประเมินผลสมรรถนะสมองกลฝังตัว
ผู้ดูแลระบบ	โมดูลผู้เรียน	เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลของผู้เรียน
	โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน	เป็นส่วนติดต่อประสานระหว่างผู้ดูแลระบบกับระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง
	โมดูลการสอนแบบกราฟิกส์	เพิ่ม ลบ แก้ไข บทเรียน เนื้อหา แบบทดสอบแบบฝึกปฏิบัติ บล็อกคำสั่ง
	โมดูลผู้เชี่ยวชาญ	กำหนดเกณฑ์การประเมินให้กับผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้
	โมดูลองค์ความรู้	เพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลและทรัพยากรของการเรียนการสอนในรูปแบบเอกสารประกอบการเรียน ภาพ วีดีโอ
	โมดูลการประเมินผล	สามารถตรวจสอบรายงานสรุปผลการเรียน ประเมินผลสมรรถนะสมองกลฝังตัว



ตารางที่ 3-14 โครงสร้างตารางข้อมูลรหัสบทเรียน (ingratu\_exam\_status)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสสถานะแบบทดสอบ
2	code_lesson	VARCHAR	255	รหัสบทเรียน
3	unit	VARCHAR	100	หน่วยการเรียนรู้
4	ex_status	VARCHAR	255	สถานะ
5	block_name	VARCHAR	20	ชื่อบล็อก

ตารางที่ 3-15 โครงสร้างตารางข้อมูลรหัสแบบฝึกปฏิบัติ (ingratu\_exercise)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสแบบฝึกปฏิบัติ
2	code_exercise	VARCHAR	255	รหัสบล็อก
3	name_exercise	VARCHAR	255	ชื่อบล็อก

ตารางที่ 3-16 โครงสร้างตารางข้อมูลแบบทดสอบ (ingratu\_guide)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสสถานะแบบทดสอบ
2	code_lesson	VARCHAR	100	รหัสหน่วยการเรียนรู้
3	unit	VARCHAR	100	หน่วยการเรียนรู้
4	guide_title	VARCHAR	255	หัวเรื่องย่อย
5	guide_details	TEXT		เนื้อหาย่อ
6	st	INT	2	สถานะ

ตารางที่ 3-17 โครงสร้างตารางข้อมูลแบบช่วยเหลือ (ingratu\_help)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสการช่วยเหลือ
2	code_lesson	VARCHAR	100	รหัสบทเรียน
3	unit	VARCHAR	10	หน่วยการเรียนรู้
4	data	TEXT	255	ข้อมูล
5	rank_help	VARCHAR	5	ตัวช่วยเริ่มทำงาน
6	st	INT	2	สถานะเปิดการใช้งาน

ตารางที่ 3-18 โครงสร้างตารางข้อมูลการเข้าใช้งาน (ingratu\_fast\_login)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสล็อกอิน
2	ip_addr	VARCHAR	100	IP Address
3	username	VARCHAR	255	ชื่อผู้ใช้งาน
4	time_login	VARCHAR	255	เวลาเข้าใช้งาน

ตารางที่ 3-19 โครงสร้างตารางข้อมูลบทเรียน (ingratu\_lesson)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสบทเรียน
2	code_lesson	VARCHAR	100	รหัสของบทเรียน
3	userMake	VARCHAR	255	ชื่อผู้สร้าง
4	number_lesson	VARCHAR	10	หมายเลขบทเรียน
5	name_lesson	VARCHAR	255	ชื่อบทเรียน
6	status_lesson	VARCHAR	2	สถานะบทเรียน

ตารางที่ 3-20 โครงสร้างตารางข้อมูลประวัติส่วนตัว (ingratu\_profile)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสประวัติ
2	username	VARCHAR	255	ชื่อผู้ใช้งาน
3	my_name	VARCHAR	255	ชื่อ
4	sur_name	VARCHAR	255	นามสกุล
5	major	VARCHAR	255	ชื่อสาขาวิชา
6	images	VARCHAR	255	รูปประจำตัว
7	state	VARCHAR	2	สถานะการใช้งาน

ตารางที่ 3-21 โครงสร้างตารางข้อมูลข้อความ (ingratu\_simple\_sub)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสคำถาม
2	ing_simp_test	VARCHAR	200	ข้อความคำถาม
3	ing_simp_sub	TEXT		ตอบ
4	ing_simp_point	VARCHAR	11	คะแนนที่ได้
5	ing_simp_username	VARCHAR	100	ชื่อผู้ตอบ
6	r	INT	1	อ่านคำตอบ

ตารางที่ 3-22 โครงสร้างตารางข้อมูลแบบทดสอบ (ingratu\_simple\_sub)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	ld	INT	11	รหัสแบบทดสอบ
2	code_unit	VARCHAR	11	หน่วยการเรียนรู้
3	simp_status	VARCHAR	2	สถานะแบบทดสอบ
4	simp_title	VARCHAR	255	หัวข้อแบบทดสอบ
5	seq_test	INT	10	ลำดับข้อสอบ
6	simp_type	VARCHAR	20	ประเภทคำถาม
7	simp_piont	INT	11	คะแนน

ตารางที่ 3-23 โครงสร้างตารางข้อมูลแบบทดสอบแบบตัวเลือก (ingratu\_simple\_test\_choice)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสแบบทดสอบแบบตัวเลือก
2	code_simp_test	VARCHAR	255	หมายเลขคำถาม
3	title_choice	VARCHAR	255	คำตอบ
4	point	INT	11	คะแนน
5	point_per	VARCHAR	255	เปอร์เซ็นต์
6	seq_point	VARCHAR	255	เรียงลำดับ

ตารางที่ 3-24 โครงสร้างตารางข้อมูลรวมคะแนนแบบทดสอบ (ingratu\_simple\_total)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสรวมคะแนนแบบทดสอบ
2	unit	VARCHAR	20	หน่วยการเรียนรู้
3	code_lesson	VARCHAR	50	รหัสสบทเรียน
4	username	VARCHAR	100	ชื่อผู้ใช้งาน
5	total	INT	5	รวม
6	before_after	VARCHAR	10	สถานะบทเรียน
7	updates	VARCHAR	30	อัปเดต

ตารางที่ 3-25 โครงสร้างตารางข้อมูลเกณฑ์การประเมิน (ingratu\_standard\_point)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสเกณฑ์การประเมิน
2	lower	INT	11	คะแนนต่ำสุด
3	max	INT	11	คะแนนสูงสุด
4	standard_name	VARCHAR	255	ชื่อมาตรฐาน

ตารางที่ 3-26 โครงสร้างตารางข้อมูลเกณฑ์ประเมินการให้ความช่วยเหลือ  
(ingratu\_standard\_unit)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสการให้ความช่วยเหลือ
2	code_lesson	VARCHAR	100	รหัสบทเรียน
3	unit	VARCHAR	100	หน่วยการเรียนรู้
4	low_min	INT	11	คะแนนต่ำสุด-low
5	low_max	INT	11	คะแนนสูงสุด-low
6	mid_min	INT	11	คะแนนต่ำสุด-mid
7	mid_max	INT	11	คะแนนสูงสุด-mid
8	hight_mid	INT	11	คะแนนต่ำสุด-hight
9	hight_max	INT	11	คะแนนสูงสุด-hight
10	st	INT	2	สถานะ

ตารางที่ 3-27 โครงสร้างตารางข้อมูลบทเรียนให้ความช่วยเหลือ (ingratu\_unit)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสบทเรียนให้ความช่วยเหลือ
2	code_les	VARCHAR	100	บทเรียน
3	status_unit	VARCHAR	2	สถานะหน่วยการเรียนรู้
4	status_simp	VARCHAR	2	สถานะแบบทดสอบ
5	status_guide	VARCHAR	2	สถานะตัวช่วย
6	unit	VARCHAR	10	หน่วยการเรียนรู้
7	name_unit	VARCHAR	255	ชื่อหน่วยการเรียนรู้
8	details	TEXT		เนื้อหา
9	exercise	VARCHAR	255	บล็อกการเรียนรู้

ตารางที่ 3-28 โครงสร้างตารางข้อมูลผู้ใช้งาน (ingratu\_user)

ลำดับ	ฟิลด์	ชนิด	ขนาด	คำอธิบาย
1	id	INT	11	รหัสผู้ใช้งาน
2	username	VARCHAR	255	ชื่อผู้ใช้งาน
3	fname	VARCHAR	200	ชื่อ
4	lname	VARCHAR	200	นามสกุล
5	auth_key	VARCHAR	32	คีย์
6	password_hash	VARCHAR	255	รหัสผ่าน
7	password_reset	VARCHAR	255	คีย์รีเซ็ต
8	email	VARCHAR	255	อีเมล
9	status	VARCHAR	6	สถานะ
10	created_at	INT	11	วันที่สร้าง
11	updated_at	INT	11	วันที่อัปเดต
12	permission	VARCHAR	255	สิทธิ์ในการเข้าใช้งาน

### ขั้นตอนที่ 3 การพัฒนา

เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำผลลัพธ์จากการออกแบบมาพัฒนาระบบตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยผู้วิจัยจะเลือกนำเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาระบบประเภทต่าง ๆ มาสร้างระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ให้มีประสิทธิภาพ มีความเหมาะสมและสามารถรองรับการใช้งานหลักของผู้สอนและผู้เรียนให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์และกระบวนการของงานวิจัยนี้

### ขั้นตอนที่ 4 การทดสอบ

การทดสอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาซีพสมองกลฝังตัว ใช้วิธีการทดสอบระบบแบบแบล็คบ็อกซ์ (Black-Box Testing) เป็นการตรวจสอบกระบวนการทำงานของฟังก์ชันระบบงานทั้งหมดเพื่อหาประสิทธิภาพของระบบ 5 ด้าน คือ

- 1) การประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test)
- 2) ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)
- 3) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)
- 4) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)
- 5) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) แล้วนำมาแก้ไขปรับปรุงให้ระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น

### ขั้นตอนที่ 5 การใช้งานและการบำรุงรักษา

การใช้งานและการบำรุงรักษาเป็นขั้นตอนสุดท้ายของวงจรพัฒนาระบบ จะมีการรวบรวมผลจากการทดสอบระบบ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้ประเมินระบบเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขให้ระบบมีความสมบูรณ์และถูกต้องตรงตามความต้องการและการออกแบบมากที่สุด

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว นำเสนอผู้เชี่ยวชาญ

### 3.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 3

#### 3.3.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านอินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านสมองกลฝังตัว และด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ สำหรับประเมินการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

#### 3.3.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านอินเทอร์เน็ตเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านสมองกลฝังตัว และด้านการออกแบบและพัฒนาระบบ ด้านละ 3 ท่าน รวมทั้งหมด 12 ท่าน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) โดยเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในด้านที่เกี่ยวข้องอย่างน้อย 3 ปี

### 3.3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

3.3.3.1 ระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

3.3.3.2 แบบประเมินประสิทธิภาพของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

3.3.3.3 แบบประเมินความเหมาะสมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

### 3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 3

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อหาผลการประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมของระบบ ตามมาตรฐานประมาณค่า (Rating Scale) ตามมาตรวัดของลิเคิร์ต (Likert) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์การประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

ประกอบ (2542) ได้กำหนดเกณฑ์การแปลความหมาย โดยมีรายละเอียดดังนี้

- 4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมากที่สุด
- 3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับมาก
- 2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับปานกลาง
- 1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อย
- 1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมระดับน้อยที่สุด

### 3.3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัยระยะที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินประสิทธิภาพและความเหมาะสมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean :  $\bar{X}$ ) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : S.D.) ของความคิดเห็น การพิจารณาค่าของความคิดเห็นจะเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ย (ประคอง, 2542)

## 3.4 ระยะที่ 4 ประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี

การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งาน โดยมีการดำเนินการ ดังนี้

การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้งานระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ควบคู่กับเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว โดยมีการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

### 3.4.1 ขั้นตอนการวิจัยระยะที่ 4

3.4.1.1 สร้างเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัวแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินรับรอง

3.4.1.2 นำระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งมาทดลองใช้กับนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.4.1.3 ประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง จากเกณฑ์ที่กำหนด

3.4.1.4 วิเคราะห์สมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวและสรุปผลการวิจัย

### 3.4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างระยะที่ 4

3.4.2.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

นักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ลงทะเบียนเรียนในปีการศึกษา 2562 จำนวน 3,303 คน

3.4.2.2 กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ที่ทำการลงทะเบียนในปีการศึกษา 2562 จำนวน 30 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

### 3.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยระยะที่

3.4.3.1 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

3.4.3.2 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

### 3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลระยะที่ 4

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากเกณฑ์การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของนักศึกษา จากการใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ในครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา นำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 4 ตอน ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ตอนที่ 2 ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ตอนที่ 4 ผลการประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว

#### 4.1 ตอนที่ 1 ผลการศึกษาองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ผลการศึกษาองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ผู้วิจัยแบ่งการประเมิน 2 ส่วน ประกอบด้วย

1. ผลประเมินองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

2. การประเมินความเหมาะสมของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ตารางที่ 4-1 ผลประเมินองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ความเหมาะสม
1	โมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module)	4.80	0.45	มากที่สุด
2	โมดูลผู้เรียน (Student Module)	4.20	0.45	มาก
3	โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module)	4.60	0.55	มากที่สุด
4	โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module)	4.20	0.45	มาก
5	โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module)	4.60	0.55	มากที่สุด
6	โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)	4.00	0.71	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		4.40	0.52	มาก

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ผลจากการประเมินองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ภาพรวมของความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 โดยโมดูลที่มีการประเมินมากที่สุด คือ โมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 รองลงมาคือโมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55

สรุปจากการประเมินองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยองค์ประกอบโมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module) เป็นส่วนที่มีความสำคัญในระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ซึ่งจะเป็นส่วนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สามารถเรียนการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Thing) ด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้บล็อกคำสั่ง ที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น ส่วนที่มีความสำคัญรองลงมาคือ โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) ซึ่งเป็นโมดูลที่ทำหน้าที่ในการประเมินผลการเรียนของผู้เรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ หลักการทำงานคือการเรียนในแต่ละหน่วยเมื่อผู้เรียนได้ทำการศึกษาจนจบหน่วยการเรียนรู้แล้วก็จะมีการประเมินความรู้ของผู้เรียน จากนั้นระบบจะนำคะแนนของผู้เรียนที่ได้จากการประเมินเข้าสู่โมดูลผู้เชี่ยวชาญแล้วทำการวิเคราะห์ว่าคะแนนที่ได้นั้น ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าผ่านผู้เรียนก็จะได้เรียนในหน่วยการเรียนรู้ถัดไป แต่ถ้าผู้เรียนได้คะแนนไม่ผ่านเกณฑ์ โมดูลผู้เชี่ยวชาญก็จะทำการดึงแบบช่วยเหลือผู้เรียน ซึ่งจะเป็นเนื้อหาหรือบทเรียน ให้ผู้เรียนได้ทำการศึกษาอีกครั้งแล้วจึงจะให้ผู้เรียนทำการประเมินความรู้อีกครั้ง

และโมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) มีหน้าที่ในการประเมินผลคะแนนของผู้เรียนจากการศึกษาทั้งหมดแล้ว ผู้เรียนจะมีสมรรถนะสมองกลฝังตัวอยู่ในระดับใด

**ตารางที่ 4-2** ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ความเหมาะสม
1	ความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยี Internet of Things มาเป็นเนื้อหา	4.80	0.45	มากที่สุด
2	ความเหมาะสมในการนำ Graphical Programming มาเป็นเครื่องเครื่องมือ	4.40	0.55	มาก
3	ความเหมาะสมประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว	4.20	0.45	มาก
4	ความเหมาะสมในการนำไปใช้จริง	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม		4.50	0.50	มาก

จากตารางที่ 4-2 ผลจากการประเมินความเหมาะสมของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ภาพรวมของความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.50 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.50 โดยความเหมาะสมที่มากที่สุดคือ การนำเทคโนโลยี Internet of Things มาเป็นเนื้อหา โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45 รองลงมาคือ ความเหมาะสมในการนำไปใช้จริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 และการนำ Graphical Programming มาเป็นเครื่องมือ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55

สรุปจากการประเมินความเหมาะสมองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยมีความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยี (Internet of Things) มาเป็นเนื้อหา มีความเหมาะสมมากที่สุดเพราะว่าในปัจจุบัน เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) เป็นสิ่งที่เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาและช่วยให้ชีวิตของมนุษย์นั้นสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น และมีการปลูกฝังให้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) ตั้งแต่มีวัยมตอนต้นเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วมีแนวคิดในการพัฒนาสิ่งประดิษฐ์ให้เป็นประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติต่อไป

#### 4.2 ตอนที่ 2 ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ผลการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะ  
แบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
1	<b>ผู้ใช้งานระบบ</b>			
	1.1 นักศึกษา (Student)	4.71	0.49	มากที่สุด
	1.2 อาจารย์ (Teacher)	4.43	0.79	มาก
	1.3 ผู้ดูแลระบบ (Administrator)	4.57	0.53	มากที่สุด
	<b>รวม</b>	<b>4.57</b>	<b>0.60</b>	<b>มากที่สุด</b>
2	<b>ระบบการสอนอัจฉริยะ</b>			
	2.1 การระบุตัวตนเข้าใช้งานระบบ	4.14	0.69	มาก
	2.2 ข้อมูลผู้เรียน	4.43	0.79	มาก
	2.3 กระบวนการเรียนการสอน	4.57	0.79	มากที่สุด
	2.4 เนื้อหาและการจัดการเนื้อหา	4.29	0.49	มาก
	2.5 ส่วนของการสื่อสาร	4.00	0.00	มาก
	2.6 ส่วนระบบให้ความช่วยเหลือ	4.57	0.53	มากที่สุด
	2.7 ส่วนของแบบทดสอบ	4.43	0.53	มาก
	2.8 ชุดฝึกปฏิบัติบล็อกคำสั่ง	4.86	0.38	มากที่สุด
	2.9 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน	4.71	0.49	มากที่สุด
	2.10 เกณฑ์การประเมินให้ความช่วยเหลือ	4.43	0.53	มาก
	2.11 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝั่งตัว	4.43	0.53	มาก
	2.12 การประเมินประเมินสมรรถนะสมองกลฝั่งตัว	4.57	0.53	มากที่สุด
	2.13 การสรุปผลรายงาน	4.57	0.53	มากที่สุด
	<b>รวม</b>	<b>4.46</b>	<b>0.52</b>	<b>มาก</b>
3	<b>ฐานข้อมูล (Database)</b>			
	3.1 การจัดเก็บข้อมูลผู้เรียน	4.14	0.38	มาก
	3.2 การจัดเก็บข้อมูลองค์ความรู้	4.86	0.38	มากที่สุด
	3.3 การจัดเก็บข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ	4.57	0.53	มากที่สุด
	3.4 การจัดเก็บข้อมูลการเรียนการสอน	4.43	0.53	มาก
	3.5 การจัดเก็บข้อมูลผลการประเมิน	4.43	0.53	มาก
	3.6 การจัดเก็บข้อมูลส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน	4.29	0.95	มาก
	<b>รวม</b>	<b>4.45</b>	<b>0.55</b>	<b>มาก</b>
4	<b>เว็บเซิร์ฟเวอร์และระบบฐานข้อมูล</b>	<b>4.71</b>	<b>0.49</b>	<b>มากที่สุด</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.48</b>	<b>0.54</b>	<b>มาก</b>

จากตารางที่ 4-3 ผลจากการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้ อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว ในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.48 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.54 เมื่อพิจารณาเป็นส่วนพบว่า ส่วนผู้ใช้งานระบบ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.57 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.60 ส่วนระบบการสอนอัจฉริยะ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.46 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52 ส่วนฐานข้อมูล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.45 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.55 และส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์และระบบฐานข้อมูล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.49

สรุปจากผลการประเมินสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว แสดงให้เห็นถึงการออกแบบระบบการสอนอัจฉริยะที่มีการออกแบบมาเพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนให้สามารถ เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ได้มากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีส่วนการเรียนแบบการเขียนโปรแกรมโดยใช้ชุดฝึกปฏิบัติบล็อกคำสั่ง เพื่อให้ผู้เรียนไม่ต้องศึกษาโครงสร้างของภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ทำให้ผู้เรียนมีความรู้และเข้าใจวิธีการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งมากยิ่งขึ้น

#### 4.3 ตอนที่ 3 ผลการพัฒนาพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว

ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{X}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
1	ด้านการประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test)			
	1.1 การพิสูจน์ตัวตนในการเข้าใช้งานระบบ	3.40	1.52	ปานกลาง
	1.2 การออกแบบและจัดวางองค์ประกอบในส่วนติดต่อผู้ใช้งาน	4.40	0.55	มาก
	1.3 การจัดเก็บข้อมูล	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.4 การแสดงเนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบ และแบบฝึกปฏิบัติ	4.20	0.45	มาก
	1.5 การใช้แบบช่วยเหลือผู้เรียนในระหว่างการเรียนการสอน	4.40	0.55	มาก
	1.6 การใช้บล็อกคำสั่งในการเขียนโปรแกรม	4.60	0.89	มากที่สุด

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
	1.7 การกำหนดเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.8 การรายงานสรุปผลการประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.9 การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน	4.40	0.89	มาก
	1.10 ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ	4.40	0.55	มาก
<b>รวม</b>		<b>4.36</b>	<b>0.70</b>	มาก
<b>2</b>	<b>การประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)</b>			
	2.1 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนของรายวิชา	4.40	0.55	มาก
	2.2 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลของผู้ใช้	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.3 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการสิทธิ์การใช้งานของผู้ใช้	4.40	0.55	มาก
	2.4 ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนของเนื้อหา แบบทดสอบแบบฝึกปฏิบัติของรายวิชา	4.40	0.55	มาก
	2.5 ความสามารถของระบบในการสนทนาโต้ตอบเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้	4.20	0.84	มาก
	<b>รวม</b>	4.44	0.59	มาก
<b>3</b>	<b>การประเมินด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)</b>			
	3.1 ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า	4.80	0.45	มากที่สุด
	3.2 ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบ	4.40	0.55	มาก
	3.3 ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล	4.80	0.45	มากที่สุด
	3.4 ความถูกต้องในการลบข้อมูล	4.40	0.55	มาก
	3.5 ความถูกต้องของระบบการช่วยเหลือผู้เรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
	3.6 ความถูกต้องในการตรวจคำตอบของแบบทดสอบ	5.00	0.00	มากที่สุด

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
	3.7 ความถูกต้องในการแสดงผลสื่อการเรียนการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
	3.8 การใช้เครื่องมือสร้าง แก๊ซ ปรับปรุง เนื้อหาบทเรียน	5.00	0.00	มากที่สุด
	3.9 การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนผ่านระบบ	4.20	0.84	มาก
	4.10 ความถูกต้องในการรายงานผลสมรรถนะสมองกลฝังตัว	5.00	0.00	มากที่สุด
	<b>รวม</b>	4.76	0.28	มากที่สุด
4	<b>การประเมินด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)</b>			
	4.1 ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ	5.00	0.00	มากที่สุด
	4.2 ความเหมาะสมในการเลือกใช้นิตตัวอักษรบนจอภาพ	4.40	0.55	มาก
	4.3 ความเหมาะสมในการเลือกใช้นิตขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ	4.60	0.55	มากที่สุด
	4.4 ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษร	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.5 ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย	5.00	0.00	มากที่สุด
	4.6 ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย	5.00	0.00	มากที่สุด
	4.7 ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่น่าเสนอ	4.60	0.55	มากที่สุด
	4.8 ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกับผู้ใช้	4.00	0.71	มาก
	4.9 ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.10 ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของบทเรียน	4.40	0.55	มาก
	<b>รวม</b>	4.66	0.38	มากที่สุด

ตารางที่ 4-4 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
5	การประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)			
	5.1 การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้กับผู้ใช้	4.20	0.84	มาก
	5.2 การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบ	3.80	1.10	มาก
	5.3 การเข้าถึงการจัดการข้อมูลในส่วนของนักเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	5.4 การควบคุมให้ใช้งานตามสิทธิ์ผู้ใช้ได้อย่างถูกต้อง	4.40	0.55	มาก
	5.5 การเข้าถึงการจัดการข้อมูลในส่วนของผู้สอน	4.60	0.55	มากที่สุด
	รวม	4.32	0.72	มาก
	ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.51	0.53	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-4 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพในภาพรวม อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53

สรุปจากผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว พบว่า การประเมินด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เนื่องจากผู้เชี่ยวชาญสังเกตเห็นถึงความสามารถ ความรวดเร็ว และความถูกต้องของระบบการช่วยเหลือผู้เรียน ความถูกต้องในการแสดงผลสื่อการเรียนการสอน ความถูกต้องในการตรวจคำตอบของแบบทดสอบ ของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง รวมถึงความง่าย และความสะดวกในการใช้งานระบบอีกด้วย

ตารางที่ 4-5 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ความเหมาะสม
1	ด้านการประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test)	4.36	0.70	มาก
2	การประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)	4.44	0.59	มาก

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ความเหมาะสม
3	การประเมินด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)	4.76	0.28	มากที่สุด
4	การประเมินด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)	4.66	0.38	มากที่สุด
5	การประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)	4.32	0.72	มาก
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>		<b>4.51</b>	<b>0.53</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4-5 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพระบบ โดยสรุปแยกทั้ง 5 ด้าน มีภาพรวมทั้งหมดอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.51 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.53 มีผลการประเมินในแต่ละด้านดังนี้ ด้านการประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70 ด้านการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59 ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28 ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38 ด้านการประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.72

ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว สามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
<b>1</b>	<b>ด้านประสิทธิภาพ</b>			
	1.1 การเข้าใช้งานระบบ	4.38	0.52	มาก
	1.2 การทำงานของระบบมีความรวดเร็วและถูกต้อง	4.63	0.52	มากที่สุด
	1.3 ข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วน	4.88	0.35	มากที่สุด
	1.4 ความสะดวกในการใช้งานระบบ	4.75	0.46	มากที่สุด
	1.5 ความน่าสนใจของการรายงานข้อมูลในระบบ	4.13	0.64	มาก
	1.6 การใช้ประโยชน์จากระบบ	4.88	0.35	มากที่สุด
	1.7 ระบบใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน	4.75	0.46	มากที่สุด
	1.8 ประสิทธิภาพ และความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ	4.75	0.46	มากที่สุด
	1.9 รองรับการทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	4.88	0.35	มาก
	1.10 ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ	4.25	0.46	มาก
	<b>รวม</b>	<b>4.63</b>	<b>0.46</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>2</b>	<b>ด้านการใช้ระบบ</b>			
	2.1 ระบบมีข้อความ คำสั่งชัดเจน เหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน	4.50	0.53	มาก
	2.2 ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้อง ทันสมัย	4.75	0.71	มากที่สุด
	2.3 ง่ายต่อการเรียนรู้	4.88	0.35	มากที่สุด
	2.4 ระบบสามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ	4.38	0.52	มาก
	2.5 การเข้าถึงระบบสามารถเข้าได้ทุกที่ทุกเวลา	5.00	0.00	มากที่สุด
	2.6 แบบทดสอบและแบบฝึกปฏิบัติใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.88	0.35	มากที่สุด
	2.7 สี ตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่ายเหมาะสม	5.00	0.00	มากที่สุด
	2.8 การออกแบบปฏิสัมพันธ์ใช้โปรแกรมง่ายและสะดวก	5.00	0.00	มากที่สุด
	2.9 ออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อใช้ สัดส่วนเหมาะสมสวยงาม	4.50	0.76	มาก
	2.10 การใช้งานระบบโดยภาพรวม	4.63	0.52	มากที่สุด
	<b>รวม</b>	<b>4.75</b>	<b>0.37</b>	<b>มากที่สุด</b>

ตารางที่ 4-6 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
3	ด้านการประมวลผล			
	3.1 การประมวลผลข้อมูลรวดเร็ว	4.63	0.52	มากที่สุด
	3.2 การประมวลผลถูกต้องแม่นยำ	4.63	0.52	มากที่สุด
	3.3 มีการจัดระดับความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล	4.75	0.46	มากที่สุด
	3.4 การกำหนดสิทธิ์เข้าถึงข้อมูล	4.38	0.52	มาก
	3.5 การประมวลผลของระบบโดยภาพรวม	4.63	0.52	มากที่สุด
	รวม	4.60	0.51	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด	4.67	0.43	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.67 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านประสิทธิภาพ มีความเหมาะสมอยู่ในระบบมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.63 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 ซึ่งมีความเห็นในการประมวลผลข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วนระบบใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน ด้านการใช้ระบบ มีความเหมาะสมอยู่ในระบบมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.37 ซึ่งมีการออกแบบปฏิสัมพันธ์ใช้โปรแกรมง่ายและสะดวก การเข้าถึงระบบสามารถเข้าได้ทุกที่ทุกเวลา และสี ตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย ด้านการประมวลผล มีความเหมาะสมอยู่ในระบบมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.60 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 ในส่วนนี้สามารถประมวลผลได้ถูกต้องและครบถ้วน

#### 4.4 ตอนที่ 4 ผลการประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว

ผลการประเมินเพื่อรับรองเกณฑ์สมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง โดยมีผลการประเมินดังนี้

ตารางที่ 4-7 ผลการประเมินรับรองสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
1	สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 1 พื้นฐานของสมองกลฝังตัว			
	1. ความหมายและความสำคัญของระบบสมองกลฝังตัว	4.80	0.45	มากที่สุด
	2. พื้นฐานระบบสมองกลฝังตัว	4.80	0.45	มากที่สุด
	3. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบสมองกลฝังตัว	4.60	0.55	มากที่สุด
	4. กระบวนการทำงานของระบบสมองกลฝังตัว	5.00	0.55	มากที่สุด

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น		
		$\bar{x}$	S.D.	ประสิทธิภาพ
2	<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 2 พื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์</b>			
	1. ความรู้พื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์	4.80	0.45	มากที่สุด
	2. หลักการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น	4.60	0.55	มากที่สุด
	3. โครงสร้างและสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์	4.80	0.45	มากที่สุด
	4. ประเภทและการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	4.80	0.45	มากที่สุด
3	<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 3 พื้นฐานทางด้านซอฟต์แวร์</b>			
	1. พื้นฐานและหลักการเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับระบบสมองกลฝังตัว	4.60	0.55	มากที่สุด
	2. โครงสร้างภาษาที่ใช้ในการพัฒนาของระบบสมองกลฝังตัว	4.80	0.45	มากที่สุด
	3. หลักการใช้คำสั่งและฟังก์ชันในการเขียนโปรแกรม	4.80	0.45	มากที่สุด
	4. การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบสมองกลฝังตัว	4.40	0.55	มาก
4	<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 4 พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบสมองกลฝังตัว</b>			
	1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมระบบสมองกลฝังตัว	5.00	0.00	มากที่สุด
	2. สามารถใช้คำสั่งและฟังก์ชันในการเขียนโปรแกรม	4.80	0.45	มากที่สุด
	3. สามารถทดสอบระบบโดยรวม	4.60	0.55	มากที่สุด
	4. สามารถแก้ไขปัญหาของซอร์สโค้ด โดยพิจารณาจากข้อความที่รายงาน	4.80	0.45	มากที่สุด
5	<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 5 ออกแบบและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว</b>			
	1. สามารถออกแบบการเชื่อมต่อทางด้านฮาร์ดแวร์ได้	4.80	0.45	มากที่สุด
	2. สามารถเขียนโปรแกรมสำหรับการสั่งงานระบบสมองกลฝังตัว	4.80	0.45	มากที่สุด
	3. สามารถใช้เครื่องมือในการสร้างระบบสมองกลฝังตัวทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์	4.80	0.45	มากที่สุด
	4. สามารถประยุกต์การใช้ระบบสมองกลฝังตัวกับงานด้านอื่นได้	4.60	0.55	มากที่สุด
6	<b>ความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง</b>	<b>4.80</b>	<b>0.45</b>	<b>มากที่สุด</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมด</b>	<b>4.75</b>	<b>0.43</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตารางที่ 4-7 จากการประเมินรับรองความเหมาะสมของสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 และในส่วนของความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45

การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ในวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสรุปผลการวิจัยตามเกณฑ์การประเมินสมรรถนะ โดยมีการดำเนินการตามลำดับ ดังนี้

ผลการประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว จากการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน ในการทำแบบทดสอบวัดความรู้ทางด้านสมองกลฝังตัวสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังนี้

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว

ลำดับ	ระดับ 1		ระดับ 2		ระดับ 3		ระดับ 4		ระดับ 5		ผลการประเมิน
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
1	17	85.00	16	80.00	14	70.00	15	75.00	11	55.00	ระดับ 4
2	14	70.00	15	75.00	15	75.00	12	60.00	8	40.00	ระดับ 3
3	15	75.00	14	70.00	15	75.00	15	75.00	12	60.00	ระดับ 4
4	16	80.00	15	75.00	16	80.00	15	75.00	10	50.00	ระดับ 4
5	16	80.00	15	75.00	14	70.00	15	75.00	13	65.00	ระดับ 4
6	18	90.00	16	80.00	15	75.00	16	80.00	9	45.00	ระดับ 4
7	15	75.00	14	70.00	16	80.00	11	55.00	8	40.00	ระดับ 3
8	16	80.00	15	75.00	15	75.00	16	80.00	12	60.00	ระดับ 4
9	15	75.00	16	80.00	15	75.00	16	80.00	11	55.00	ระดับ 4
10	15	75.00	15	75.00	15	75.00	13	65.00	7	35.00	ระดับ 3
11	16	80.00	15	75.00	15	75.00	16	80.00	10	50.00	ระดับ 4
12	16	80.00	15	75.00	14	70.00	15	75.00	12	60.00	ระดับ 4
13	14	70.00	15	75.00	15	75.00	10	50.00	7	35.00	ระดับ 3
14	15	75.00	14	70.00	14	70.00	9	45.00	8	40.00	ระดับ 3
15	14	70.00	14	70.00	15	75.00	11	55.00	9	45.00	ระดับ 3
16	14	70.00	15	75.00	14	70.00	13	65.00	8	40.00	ระดับ 3
17	15	75.00	16	80.00	14	70.00	12	60.00	7	35.00	ระดับ 3
18	15	75.00	16	80.00	14	70.00	8	40.00	6	30.00	ระดับ 3
19	16	80.00	17	85.00	16	80.00	17	85.00	10	50.00	ระดับ 4
20	16	80.00	15	75.00	14	70.00	15	75.00	11	55.00	ระดับ 4
21	18	90.00	17	85.00	18	90.00	18	90.00	15	75.00	ระดับ 5
22	15	75.00	14	70.00	15	75.00	12	60.00	10	50.00	ระดับ 3
23	16	80.00	15	75.00	14	70.00	15	75.00	12	60.00	ระดับ 4
24	15	75.00	16	80.00	15	75.00	16	80.00	10	50.00	ระดับ 4
25	19	95.00	18	90.00	19	95.00	19	95.00	17	85.00	ระดับ 5

## ตารางที่ 4-8 (ต่อ)

ลำดับ	ระดับ 1		ระดับ 2		ระดับ 3		ระดับ 4		ระดับ 5		ผลการประเมิน
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ	
26	19	95.00	19	95.00	18	90.00	18	90.00	18	90.00	ระดับ 5
27	18	90.00	17	85.00	19	95.00	18	90.00	15	75.00	ระดับ 5
28	15	75.00	16	80.00	15	75.00	16	80.00	10	50.00	ระดับ 4
29	16	80.00	17	85.00	16	80.00	15	75.00	12	60.00	ระดับ 4
30	15	75.00	16	80.00	16	80.00	15	75.00	11	55.00	ระดับ 4

จากตารางที่ 4-8 สามารถสรุปผลการประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว โดยระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ได้ดังนี้

สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 1 พื้นฐานของสมองกลฝังตัว จำนวน 0 คน

สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 2 พื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์ จำนวน 0 คน

สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 3 พื้นฐานทางด้านซอฟต์แวร์ จำนวน 10 คน

สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 4 พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 16 คน

สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 5 ออกแบบและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 4 คน

## บทที่ 5

# ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยง สรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว มีรายละเอียดดังนี้

### 5.1 บทนำ

5.2 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

5.3 การนำระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวไปใช้

### 5.1 บทนำ

ความเป็นมาเหตุผลและความจำเป็นในการพัฒนาระบบ ซึ่งปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อความสะดวกในการจัดรูปแบบการเรียนการสอน การประมวลผลข้อมูลและการจัดเก็บข้อมูลจนทำให้เกิดรูปแบบการเรียนรู้แบบใหม่ที่สามารถดึงดูดผู้เรียนให้มีความสนใจในการเรียนมากขึ้น และเป็นการถ่ายทอดเนื้อหาผ่านทางอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ว่าจะเป็น สื่อการสอนในรูปแบบดิจิทัลและใช้รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาสารสนเทศ ระบบการเรียนรู้แบบออนไลน์นี้ก็จะดำเนินกระบวนการและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนให้เป็นระบบตามแผนการสอนเหมือนกับการเรียนการสอนแบบปกติและเรียนจากที่ใดก็ได้ และจะเป็นประโยชน์กับผู้เรียนที่ส่วนใหญ่จะทำงานและเรียนไปด้วยจนทำให้บางครั้งต้องมีการขาดเรียนหรือไม่ก็เข้าเรียนไม่ทันเวลา ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนเครือข่ายสังคมออนไลน์จึงได้กลายมาเป็นส่วนหนึ่งในการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้ามาเรียนย้อนหลังได้และทำให้ผู้เรียนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ให้เป็นอย่างดีและมีประสิทธิภาพ และช่วยลดความเหลื่อมล้ำของโอกาสทางการศึกษาและมุ่งขยายโอกาสทางการศึกษาระดับอุดมศึกษาให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา

ระบบการสอนอัจฉริยะเป็นสื่อการเรียนรู้ประเภทหนึ่งที่น่าเสนอองค์ความรู้อย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนตามหลักการเรียนรู้ที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างผู้เรียนได้ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาจัดการเป็นบทเรียน อีกทั้งยังเป็นนวัตกรรมการเรียนรู้ที่ชาญฉลาดซึ่งสนับสนุนกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งในหลักสูตรห้องเรียนปกติและการเรียนรู้ทางไกลผ่านทางอินเทอร์เน็ตระบบดังกล่าวถือว่าเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ที่มีฐานความรู้ด้านเนื้อหาและกลยุทธ์การเรียนการสอน โดยมีจุดมุ่งหมาย คือการให้บริการสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และปรับวิธีการหรือเนื้อหาของบทเรียนให้ตรงตามความสามารถของผู้เรียน

การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์เป็นการเขียนโปรแกรมด้วยบล็อกไดอะแกรมหรือแผนภาพสัญลักษณ์แทนการเขียนโปรแกรมด้วยโค้ดหรือชุดคำสั่งซึ่งจะมีการสร้างปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้และสามารถมองเห็นถึงผลลัพธ์ของโปรแกรมที่เขียนไว้ทันที นอกจากนี้ยังมีการจำลองผลการทำงานจากการเขียนโปรแกรม เพื่อให้ผู้เรียนสามารถที่จะทำความเข้าใจผลของการทำงานจริงได้ก่อนในรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ เป็นการแสดงผลของโปรแกรมในทันทีที่หน้าจอภาพของโปรแกรมโดยยังไม่ต้องเชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอก มีหลักการที่เข้าใจได้ไม่ยากและสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากวิธีการเขียนโปรแกรม ทำได้โดยใช้สัญลักษณ์ภาพหรือบล็อกแบบจิกซอล แทนคำสั่งมาเรียงต่อกันตามเงื่อนไขที่ต้องการ

ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ได้แนวคิดในการพัฒนา โดยเป็นการใช้ระบบการสอนอัจฉริยะเป็นระบบหลักในการเรียนการสอน ซึ่งในงานวิจัยนี้จะใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสมองกลฝังตัวที่ไม่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานฮาร์ดแวร์ โดยการเขียนคำสั่งลงไป ซึ่งถือว่าในยุคปัจจุบันเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งก็เป็นเทคโนโลยีที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย สถานศึกษาหลายแห่งเริ่มให้ความสนใจและเริ่มมีการเรียนการสอน แต่เนื่องจากการเรียนเขียนโปรแกรมสำหรับสมองกลฝังตัวหรือเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งนั้น ค่อนข้างยากเพราะว่าต้องเรียนรู้ทั้ง 2 ด้าน คือ ด้านฮาร์ดแวร์ ที่เกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนชุดคำสั่ง เพื่อให้ควบคุมฮาร์ดแวร์ให้ทำในสิ่งที่เราต้องการ ดังนั้นผู้วิจัยได้นำการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์มาผสมผสานเข้ากับระบบการสอนอัจฉริยะ เพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าไปศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมสมองกลฝังตัวหรือเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง แล้วสามารถมองเห็นแบบจำลองของฮาร์ดแวร์ และสามารถเห็นผลลัพธ์ของคำสั่งที่เราเขียนได้ทันที หลังจากที่เราเรียนจนครบแผนการเรียนแล้วตอนท้ายจะมีการรายงานผลสมรรถนะสมองกลฝังตัวของผู้เรียนด้วยว่าอยู่ในระดับใด

## 5.2 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

### 5.2.1 องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

หลังจากที่ได้สังเคราะห์องค์ประกอบของระบบการสอนอัจฉริยะ สามารถสรุปองค์ประกอบของระบบได้ตามภาพที่ 5-1



ภาพที่ 5-1 องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝังตัว

จากภาพที่ 5-1 สามารถอธิบายหลักการและหน้าที่ในแต่ละโมดูลขององค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝังตัว ดังนี้

1. โมดูลการสอนแบบกราฟิกส์ (Graphical Tutoring Module) เป็นส่วนของการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้และแผนการสอนสำหรับผู้เรียน อีกทั้งยังเป็นการจัดการเรียนการสอนการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์

2. โมดูลผู้เรียน (Student Module) เป็นส่วนที่เก็บสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน เช่น ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เรียน ความสามารถในการเรียน ประสิทธิภาพทางการเรียน ความก้าวหน้าทางการเรียน ประวัติการเรียนและประวัติการทดสอบต่าง ๆ ของผู้เรียน เป็นต้น

3. โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) โดยโมดูลนี้จะเป็นวิธีการสอนที่ชาญฉลาดและกลยุทธ์การเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนซึ่งถือเป็นตัวแทนการสอนของระบบที่ทำการประมวลผลกระบวนการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นจริง และถือเป็นศูนย์กลางการทำงานของระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ โดยเป็นส่วนติดต่อสื่อสารกับโมดูลอื่นเพื่อจัดหาเนื้อหาการสอนให้สอดคล้องกับผู้เรียน

4. โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module) เป็นโมดูลสำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับองค์ความรู้ โดยใช้ฐานความรู้ในการสร้างปัญหาพร้อมกำหนดงานที่ทำให้เหมาะสมกับผู้เรียน และความต้องการรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียน โมดูลองค์ความรู้ยังสามารถนำไปสู่การแบ่งปันทรัพยากรการเรียนการสอนโดยมี 2 ส่วนที่สำคัญคือส่วนจัดความรู้ให้เป็นระบบ (Knowledge Organization) ที่เป็นส่วนตอบคำถามว่าจะสอน

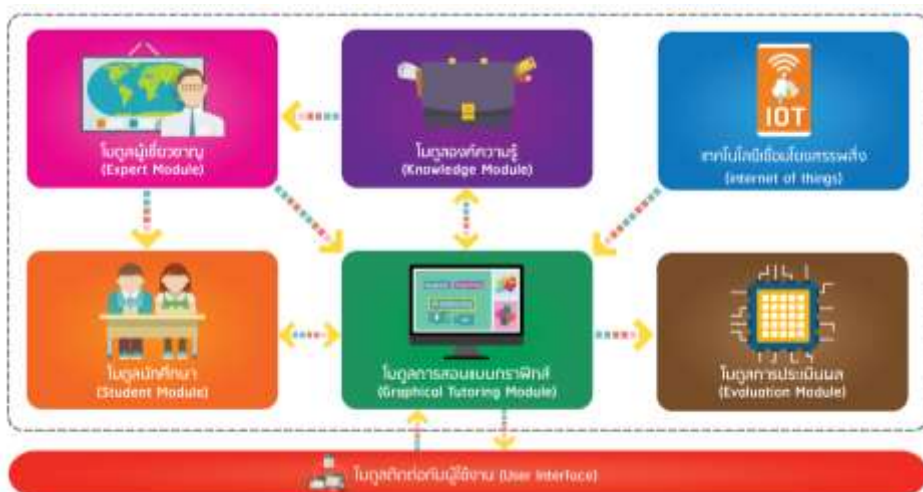
อะไร และส่วนที่เป็นพื้นที่เก็บความรู้ (Knowledge Repository) โดยจะเก็บสื่อสำหรับการเรียนรู้แก่ผู้เรียน และการทดสอบทั้งหมด (วิไลรัตน์ ยาทองไชย และจิตติมนต์ อังสกุล, 2556)

5. โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวของผู้เรียน

6. โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) เป็นส่วนที่ระบบการสอนอัจฉริยะใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งานระบบซึ่งอาจเป็นผู้สอนหรือผู้เรียน โดยการนำเสนอสื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน ผลการทดสอบ และผลการประเมินผู้เรียนหรือผู้สอนให้ผู้ใช้งานได้ทราบ โดยใช้ส่วนต่อประสานกับผู้ใช้งานแบบกราฟิก (Graphic User Interface: GUI) ซึ่งจะต้องออกแบบให้ผู้ใช้งานได้ง่ายสะดวก และแม่นยำ

5.2.2 ภาพรวมการทำงานของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ดังภาพที่ 5-2

จากภาพที่ 5-2 ภาพรวมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว มีส่วนประกอบ 3 ส่วนดังนี้



ภาพที่ 5-2 ภาพรวมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

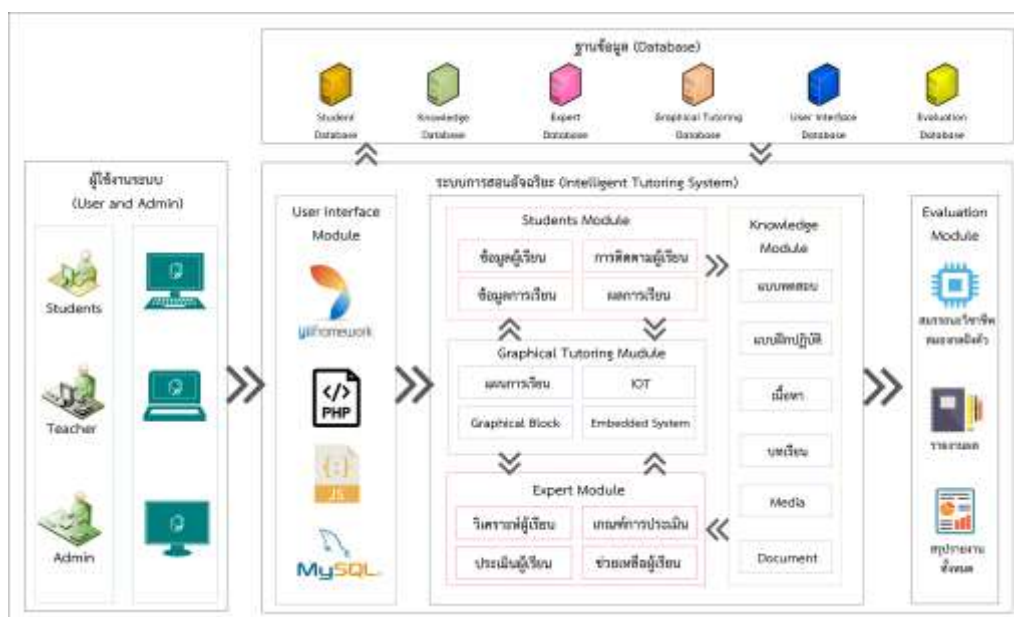
ส่วนที่ 1 ผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ดูแลระบบ โดยจะทำการเข้าใช้ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ก็ได้

ส่วนที่ 2 ระบบการสอนอัจฉริยะ ประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งเป็นส่วนการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ เพื่อรองรับการนำข้อมูลหรือคำสั่งเข้าไปสู่ระบบ ตลอดจนนำเสนอสารสนเทศกลับมายังผู้ใช้ ส่วนการสอนแบบกราฟิกส์ (Graphical Tutoring Module) เป็นส่วนของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนให้เรียนไปตามแผนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ ซึ่งภายในส่วนนี้จะมียุคประกอบของชุดฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของบล็อกคำสั่ง (Graphical Programming) โดยเนื้อหาที่เรียนจะเกี่ยวข้องกับสมองกลฝังตัว (Embedded System)

และเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) ส่วนผู้เรียน (Student Module) จะเป็นส่วนที่เก็บบันทึกข้อมูลของผู้เรียน ข้อมูลการเรียน ผลการเรียน ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ ประเมินผู้เรียน จากการทดสอบแล้วนำผลการประเมินไปเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ถ้าผู้เรียนมีคะแนนไม่ผ่านการประเมิน ระบบผู้เชี่ยวชาญตัวนี้จะนำเสนอตัวช่วยการเรียนให้กับผู้ซ้ำอีกครั้ง ส่วนองค์ความรู้ (Knowledge Module) จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่เป็นทรัพยากรที่ใช้ในการเรียนการสอน ส่วนการประเมินผล (Evaluation Module) ทำหน้าที่ในการประเมินผลสมรรถนะสมองกลฝังตัว และสรุปรายงาน

ส่วนที่ 3 ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

5.1.1 สถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว



ภาพที่ 5-3 สถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

จากภาพที่ 5-3 สถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว สามารถอธิบายรายละเอียดตามกระบวนการทำงานของระบบได้ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ดูแลระบบ โดยจะทำการเข้าใช้ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ก็ได้ ซึ่งเป็นกระบวนการเข้าสู่ ให้ผู้ใช้งานทำการล็อกอินเพื่อ

เข้าสู่ระบบ โดยระบบจะมีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าใช้งานซึ่งในแต่ละผู้ใช้ก็จะมีข้อมูลผู้ใช้และสิทธิ์การเข้าใช้ได้ด้วย

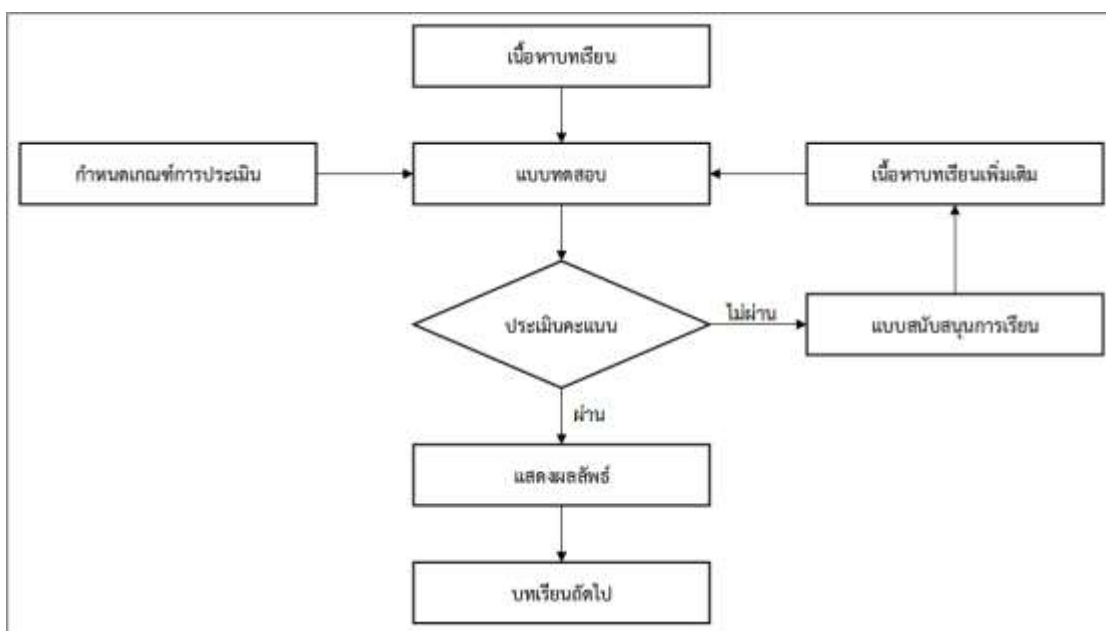
ส่วนที่ 2 ระบบการสอนอัจฉริยะ เป็นส่วนที่มีหน้าที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาและบทเรียนตามกิจกรรมที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ ซึ่งจะแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ โดยที่ผู้เรียนได้ศึกษาในแต่ละหน่วยการเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้นก็จะจะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกปฏิบัติมาให้ผู้เรียนได้ทดสอบเพื่อประเมินความรู้ จากนั้นระบบก็จะสรุปคะแนน ถ้าคะแนนที่ผู้เรียนทำได้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดระบบก็จะมีแบบช่วยเหลือที่ทางผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาอีกรอบ จากนั้นผู้เรียนก็จะทำแบบทดสอบอีกครั้งจนกว่าจะผ่าน จะประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งเป็นส่วนการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ เพื่อรองรับการนำข้อมูลหรือคำสั่งเข้าไปสู่ระบบ ตลอดจนนำเสนอสารสนเทศกลับมายังผู้ใช้ ส่วนการสอนแบบกราฟิกส์ (Graphical Tutoring Module) เป็นส่วนของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนให้เรียนไปตามแผนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมให้ ซึ่งภายในส่วนนี้ประกอบด้วย รายละเอียดหลักสูตร เนื้อหาและบทเรียน แบบทดสอบปรนัย อัตนัย แบบฝึกปฏิบัติที่เป็นบล็อกคำสั่ง แบบช่วยเหลือผู้เรียน และการเขียนโปรแกรมกราฟิกส์ โดยเนื้อหาและบทเรียนจะเกี่ยวกับสมองกลฝังตัว (Embedded System) และเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) อีกทั้งภายในระบบจะมีในส่วนของสารสนเทศสนทนาในกับผู้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกันในระบบระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้สอนก็ได้ เพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมและสามารถตั้งคำถามในกรณีที่ผู้เรียนสงสัยหรือไม่เข้าใจในการเรียน ส่วนผู้เรียน (Student Module) จะเป็นส่วนที่เก็บบันทึกข้อมูลของผู้เรียน ข้อมูลการเรียน ผลการเรียน ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) ทำหน้าที่ในการประเมินวิเคราะห์ โดยประเมินผู้เรียน จากการแบบทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วนำผลการประเมินไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ถ้าผู้เรียนมีคะแนนการประเมินไม่ผ่านการเกณฑ์ที่ระบุไว้ ระบบผู้เชี่ยวชาญตัวนี้จะมีการนำเสนอแบบช่วยเหลือหรือตัวช่วยที่เป็นลักษณะของเนื้อหา บทเรียน สื่อองค์ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ มาให้ผู้เรียนได้เรียนซ้ำอีกครั้ง ส่วนองค์ความรู้ (Knowledge Module) จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลและทรัพยากรที่ใช้ในการเรียนการสอน ส่วนการประเมินผล (Evaluation Module) ทำหน้าที่ในการประเมินผลสมรรถนะสมองกลฝังตัว สรุปและรายงานผล

ส่วนที่ 3 ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้งานทั้งหมดของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ส่วนที่ 4 เว็บเซิร์ฟเวอร์และระบบฐานข้อมูล ใช้สำหรับการติดตั้งระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์

ในงานวิจัยนี้ได้นำ ระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System) มาเป็นองค์ประกอบหลักในการพัฒนาระบบให้มีความสามารถในการติวเตอรให้กับผู้เรียน มีหลักการเพื่อที่จะนำเสนอเนื้อหาหรือบทเรียนที่ต้องการฝึกทักษะและให้ความรู้แก่ผู้เรียนเพื่อใช้เป็นส่วนเพิ่มเติมของการเรียนการสอนและระบบมีความสามารถในการทำหน้าที่สอนแทนผู้สอนได้อย่างสมบูรณ์ อีกทั้งยังมีจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องพัฒนาระบบให้สามารถนำเสนอข้อเสนอแนะหรือคำแนะนำ เพื่อแนะแนวทางการเรียนให้กับผู้เรียนได้

ดังนั้นระบบการสอนแบบอัจฉริยะสามารถจัดกระบวนการเรียนรู้ให้มีความยืดหยุ่น มีความสามารถในการวิเคราะห์การตอบสนองของผู้เรียนได้ สามารถจำลองแบบเนื้อหาความรู้ของผู้เรียนในขณะที่เรียน สามารถวิเคราะห์ว่าผู้เรียนรู้หรือยังไม่รู้เนื้อหาในส่วนไหน และระบบก็สามารถกำหนดว่าจะสอนอะไร เมื่อไรจึงจะเหมาะสมในการเรียกข้อมูลมาให้กับผู้เรียนแต่ละคน โดยหัวใจของระบบการสอนอัจฉริยะ คือ โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) ซึ่งรวบรวมเอา ข้อมูลและความรู้ทั้งหมดที่ต้องการทั้งหมดมาเก็บไว้ในโมดูลผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้ระบบสามารถอธิบายเพิ่มเติมให้กับผู้เรียนได้อย่างละเอียดและตรงตามที่ต้องการ อีกทั้งโมดูลผู้เชี่ยวชาญยังทำหน้าที่ประเมินผู้เรียนจากแต่ละขั้นของการเรียนรู้ ระบบสามารถดึงเนื้อหาหรือตัวช่วยสำหรับการเรียนการสอนมาถ่ายทอดความรู้เสมือนเป็นผู้สอนและสามารถที่จะเรียนรู้ว่าผู้เรียนมีจุดอ่อนตรงไหนต้องการคำอธิบายเพิ่มเติมเมื่อใด โดยโมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) จะมีหลักการทำงาน ตามภาพที่ 5-4



ภาพที่ 5-4 ขั้นตอนการทำงานของโมดูลผู้เชี่ยวชาญ

จากภาพที่ 5-4 เป็นขั้นตอนการทำงานของโมดูลผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งจะเป็นการควบคุมการให้คำแนะนำ และเสนอบทเรียนเพิ่มเติมให้อัตโนมัติกับผู้เรียนรายบุคคล ซึ่งระบบจะดำเนินการวิเคราะห์พิจารณาและประเมินคะแนนของผู้เรียนจากแบบทดสอบ ว่าผู้เรียนได้คะแนนตามเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดไว้หรือไม่ ถ้าผู้เรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์ที่กำหนดก็สามารถผ่านบทเรียนนี้ได้เลย แต่ถ้าผู้เรียนมีคะแนนไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด ระบบจะทำการเรียกบทเรียนเสริมขึ้นมาให้กับผู้เรียนได้ศึกษาอีกครั้ง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถได้รับความรู้เป็นไปอย่างทีละขั้นจนสามารถเข้าใจได้ตรงกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

5.2.4 หน้าจอการทำงานของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาซีพีสมองกลฝังตัว จะแสดงรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.2.4.1 หน้าจอหลัก (Homepage) ของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

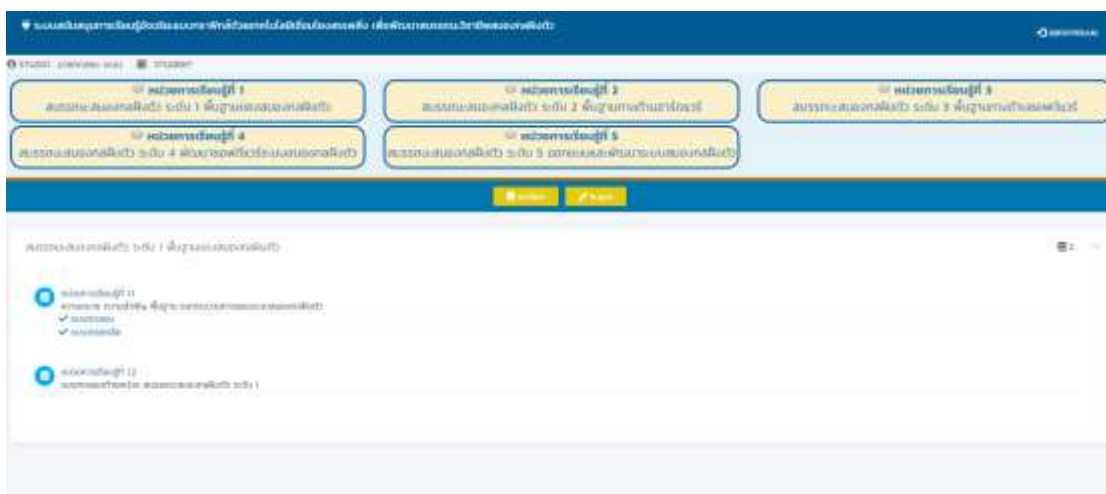


ภาพที่ 5-5 หน้าหลักของระบบ

5.2.4.2 หน้าจอสำหรับเข้าใช้งานระบบ ซึ่งให้ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ดูแลระบบ จะมี Username และ Password ในการเข้าใช้งาน

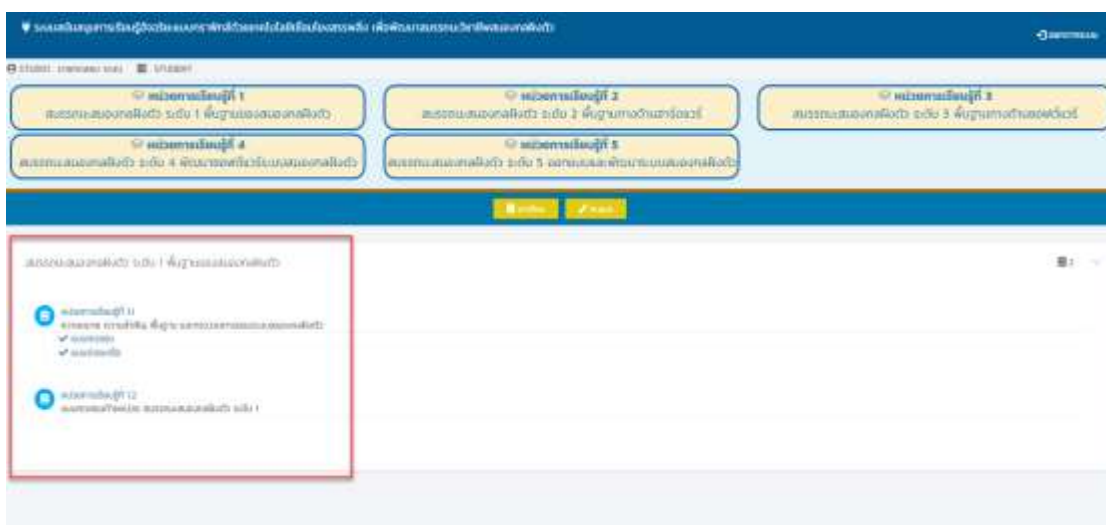
ภาพที่ 5-6 หน้า Login เพื่อเข้าสู่ระบบ

5.2.4.3 เมื่อผู้เรียนล็อกอินเข้าสู่ระบบแล้วจะเจอหน้าหลักคือ หน่วยการเรียนรู้ที่ผู้สอนได้สร้างขึ้นมา โดยจะเรียงตามลำดับของหน่วยการเรียนรู้



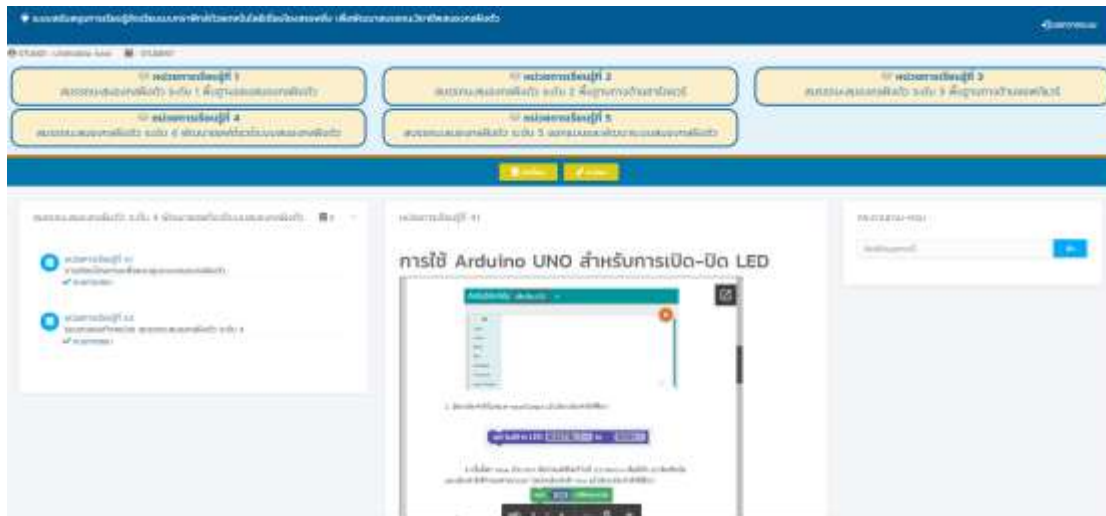
ภาพที่ 5-7 หน้าจอหลักสำหรับผู้เรียน

5.2.4.4 เมื่อคลิกเลือกที่บทเรียน ภายในจะประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบ แบบชุดปฏิบัติการเรียนรู้ โดยจะแบ่งไปตามหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วย



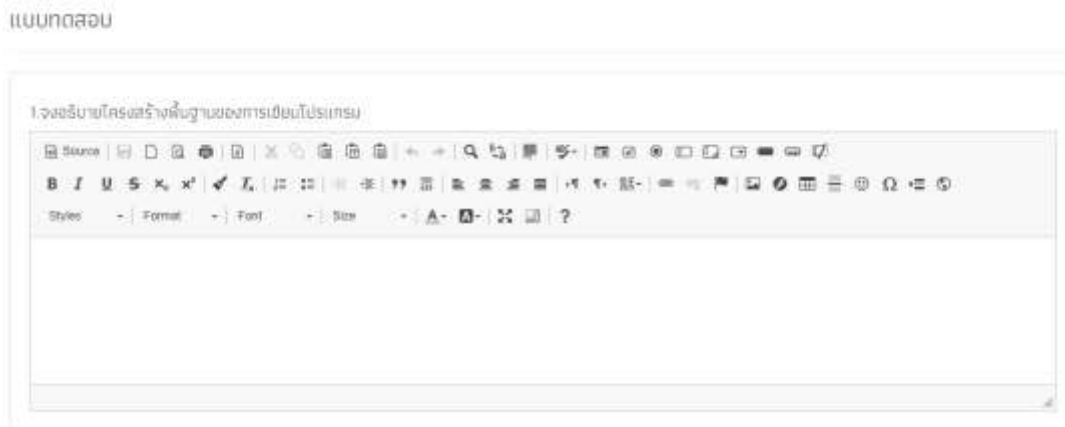
ภาพที่ 5-8 หน่วยการเรียนรู้ แบบทดสอบ แบบชุดปฏิบัติการเรียนรู้

5.2.4.5 เมื่อเราคลิกที่หน่วยการเรียนรู้ ภายในจะประกอบด้วยเนื้อหาและบทเรียน ที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้



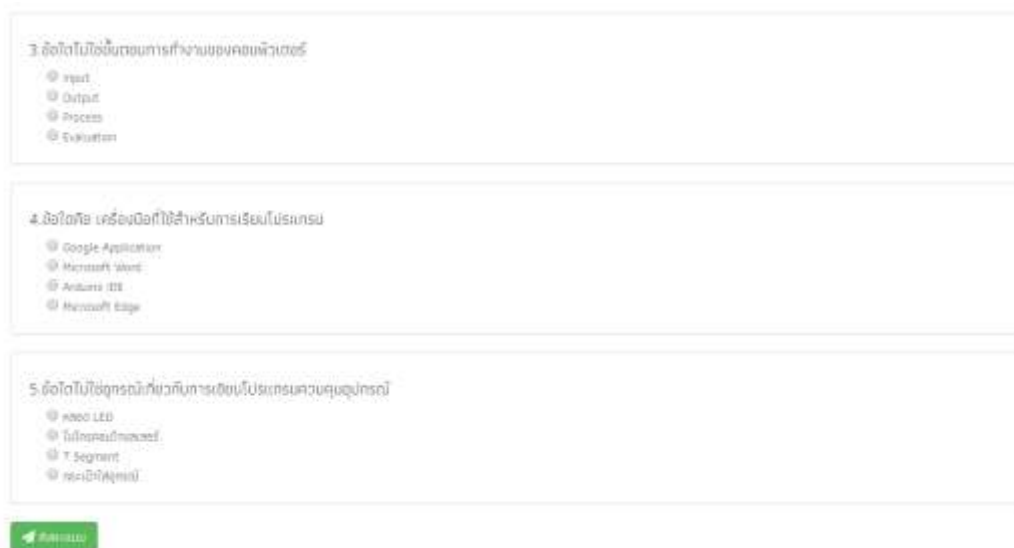
ภาพที่ 5-9 แสดงเนื้อหาและบทเรียนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้

5.2.4.6 เมนูแบบทดสอบหลังจากการเรียนตามบทเรียนแล้วก็จะมีแบบทดสอบให้ทำ โดยจะเป็นแบบอัตนัย



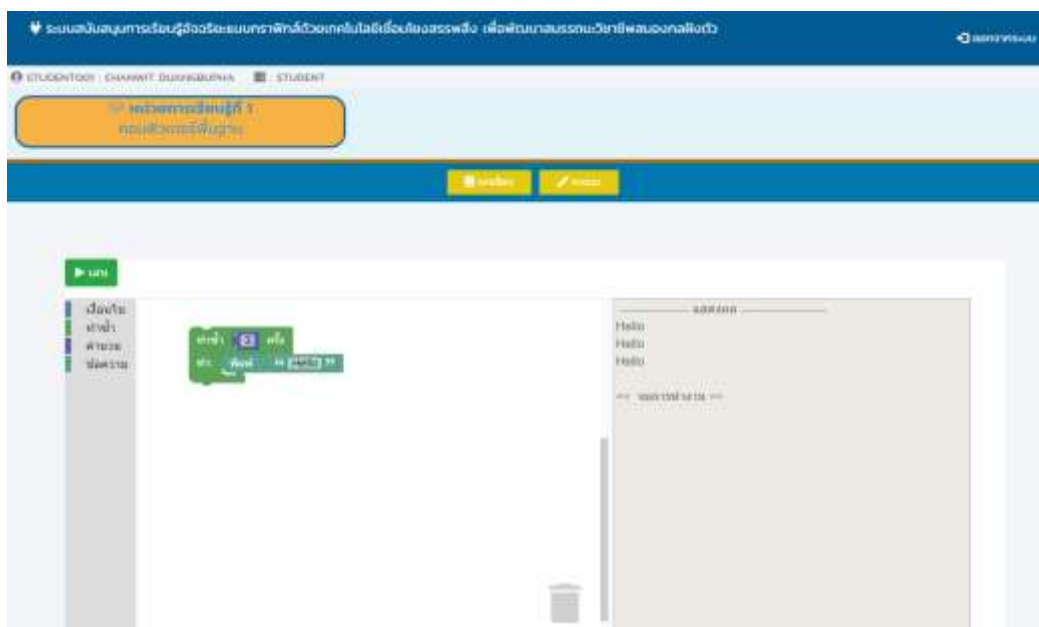
ภาพที่ 5-10 แบบทดสอบแบบอัตนัยสำหรับผู้เรียน

5.2.4.7 แบบทดสอบที่เป็นปรนัย



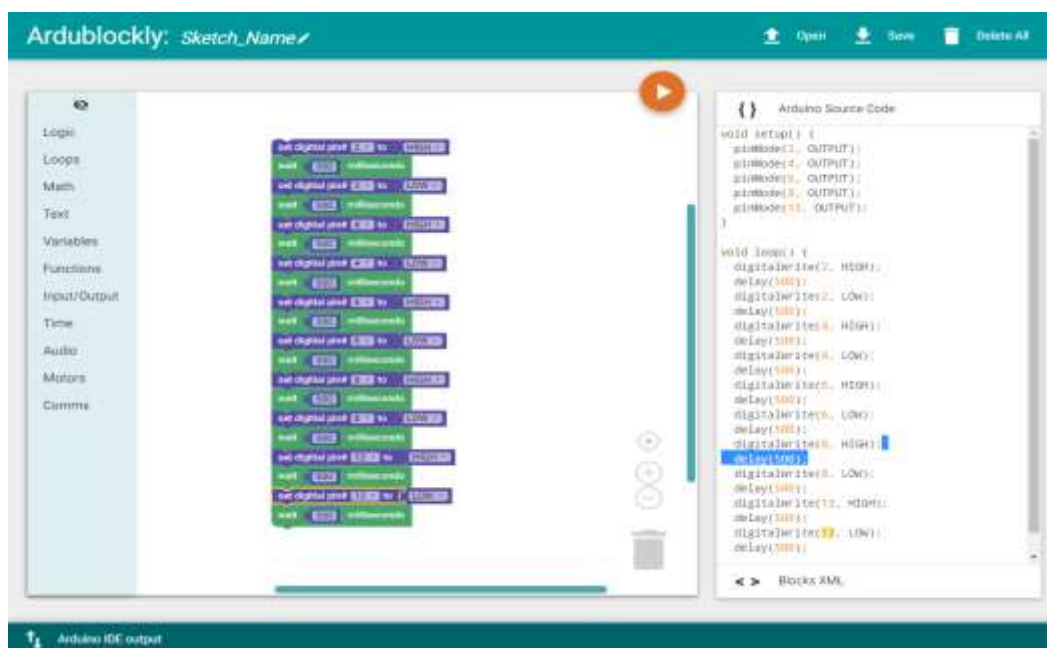
ภาพที่ 5-11 แบบทดสอบแบบปรนัยสำหรับผู้เรียน

5.2.4.8 ในกรณีที่มีการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมพื้นฐาน เมื่อถึงขั้นตอนการประเมิน ระบบก็จะมีแบบฝึกการเขียนรู้ ที่เป็นการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ ที่มีลักษณะเป็นบล็อกคำสั่งขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ทำ

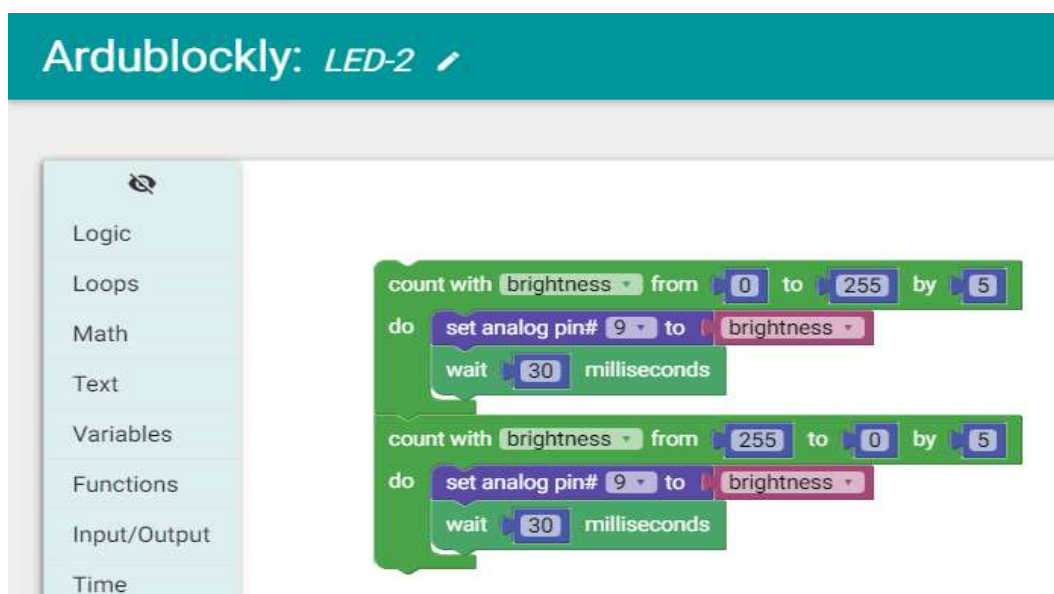


ภาพที่ 5-12 แบบฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์พื้นฐานสำหรับผู้เรียน

5.2.4.9 ในกรณีที่มีการเรียนเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับระบบสมองกลฝังตัวหรือเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ก็จะมีแบบฝึกปฏิบัติที่เป็นบล็อกคำสั่งที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนได้ทดสอบ

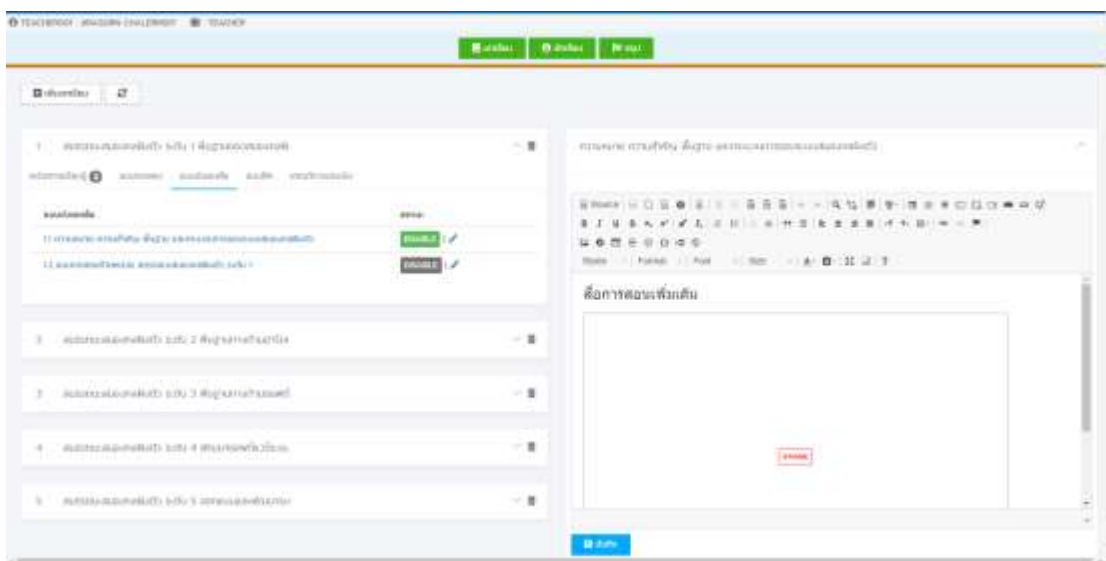


ภาพที่ 5-13 แบบฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์เกี่ยวกับสมองกลฝังตัวสำหรับผู้เรียน



ภาพที่ 5-14 บล็อกคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบสมองกลฝังตัว

5.2.4.10 เมื่อผู้เรียนได้ทำการเรียนและประเมินผลในแต่ละหน่วยแล้ว ระบบจะมีการประเมินคะแนนของผู้เรียนว่าผ่านเกณฑ์หรือไม่ผ่านระบบก็จะดึงแบบช่วยเหลือขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาเพิ่มเติมจากบทเรียนเดิม



ภาพที่ 5-15 แบบช่วยเหลือจะแสดง เมื่อผู้เรียนทำคะแนนไม่ผ่านเกณฑ์

5.2.4.11 เมื่อผู้เรียนได้ทำการเรียนครบหน่วยการเรียนรู้แล้วก็สามารถที่จะดูคะแนนแบบปรนัยและอัตนัยทั้งหมดได้ที่



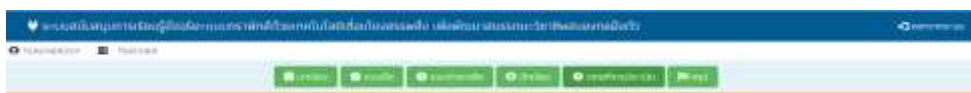
ภาพที่ 5-16 แสดงผลคะแนนในการทำแบบทดสอบทั้งแบบปรนัยและอัตนัย

5.2.4.12 นอกจากจะดูคะแนนจากการเรียนได้แล้ว ระบบยังสามารถประเมินผลสมรรถนะสมองกลฝังตัวของผู้เรียนได้ด้วยว่าอยู่ในระดับใด



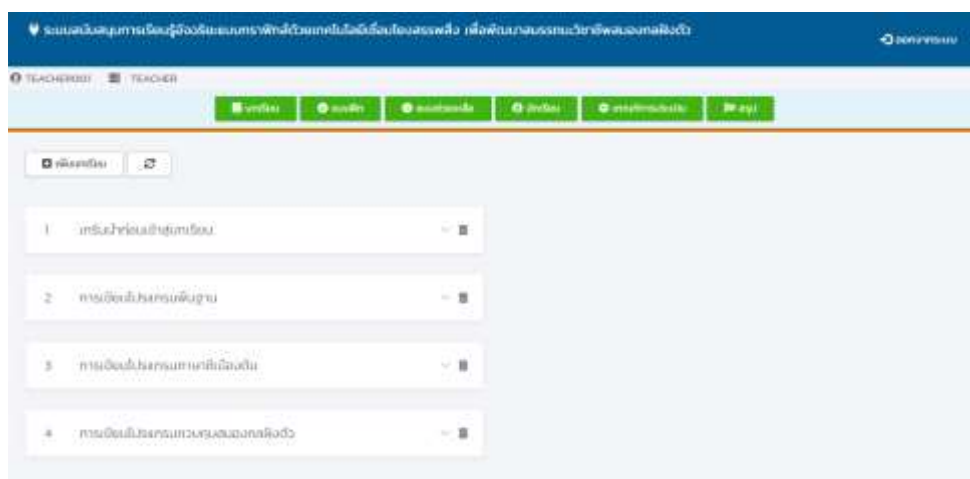
ภาพที่ 5-17 แสดงรายงานผลสมรรถนะสมองกลฝังตัวของนักเรียน

### 5.2.4.13 หน้าจอหลักของผู้สอน



ภาพที่ 5-18 หน้าจอหลักของผู้สอน

5.2.4.14 ในส่วนของบทเรียน ผู้สอนสามารถเข้าไปเพิ่มเติมรายละเอียดหลักสูตร เนื้อหา บทเรียน แบบทดสอบ แบบช่วยเหลือ และตรวจคำตอบแบบอัตโนมัติได้เลย



ภาพที่ 5-19 เมนู บทเรียน เป็นเมนู สร้างบทเรียน เนื้อหาการเรียนรู้แบบทดสอบ

5.2.4.15 ผู้สอนสามารถสร้างบทเรียน และสามารถกำหนดสถานการณ์เปิด และปิด บทเรียนได้

ระบบสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยระบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาระบบวิชาอาชีพของกสศ.จังหวัด

TEACHERODI - JIRAGORN CHALERMKIT - TEACHER

เพิ่มการเรียน

เพิ่มการเรียน

2

กรุณาระบุประเภทการเรียนที่ต้องการ

ประเภท

เปิด-เรียน

ปิด-เรียน

บันทึก

ภาพที่ 5-20 สร้างบทเรียน และสามารถกำหนดสถานการณ์เปิด และปิด บทเรียน

5.2.4.16 ผู้สอนสามารถสร้างหน่วยการเรียนรู้ ภายใต้บทเรียนได้ และสามารถกำหนดสถานการณ์เปิด และปิด หน่วยการเรียนรู้ได้

ระบบสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยระบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต เพื่อพัฒนาระบบวิชาอาชีพของกสศ.จังหวัด

TEACHERODI - JIRAGORN CHALERMKIT - TEACHER

เพิ่มการเรียน

1 คอมพิวเตอร์พื้นฐาน

หน่วยการเรียนรู้

เพิ่มหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ L1  
เรียนการสอนเชิงบูรณาการแบบโครงงาน

หน่วยการเรียนรู้ L1  
เรียนที่ 2

เพิ่มหน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้: L1

ประเภทการเรียนรู้: มาตรฐานการเรียนรู้/สาระการเรียนรู้

ประเภท

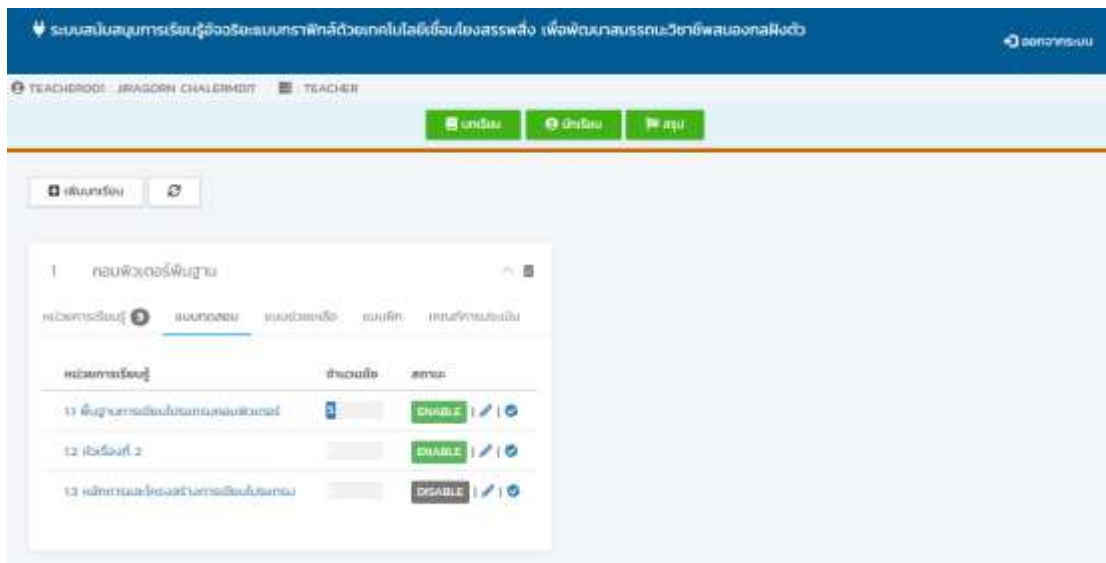
เปิด-เรียน

ปิด-เรียน

บันทึก

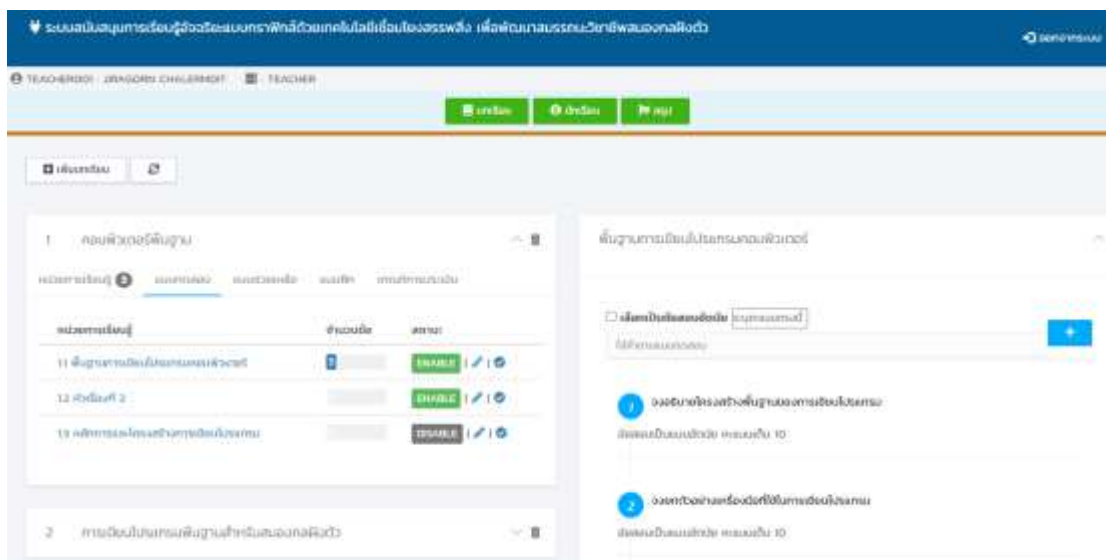
ภาพที่ 5-21 สร้างหน่วยการเรียนรู้ และสามารถกำหนดสถานการณ์เปิด และปิด หน่วยการเรียนรู้

5.2.4.17 ผู้สอนสามารถสร้างแบบทดสอบตามหน่วยการเรียนรู้ ได้ทั้งแบบปรนัย และอัตนัย



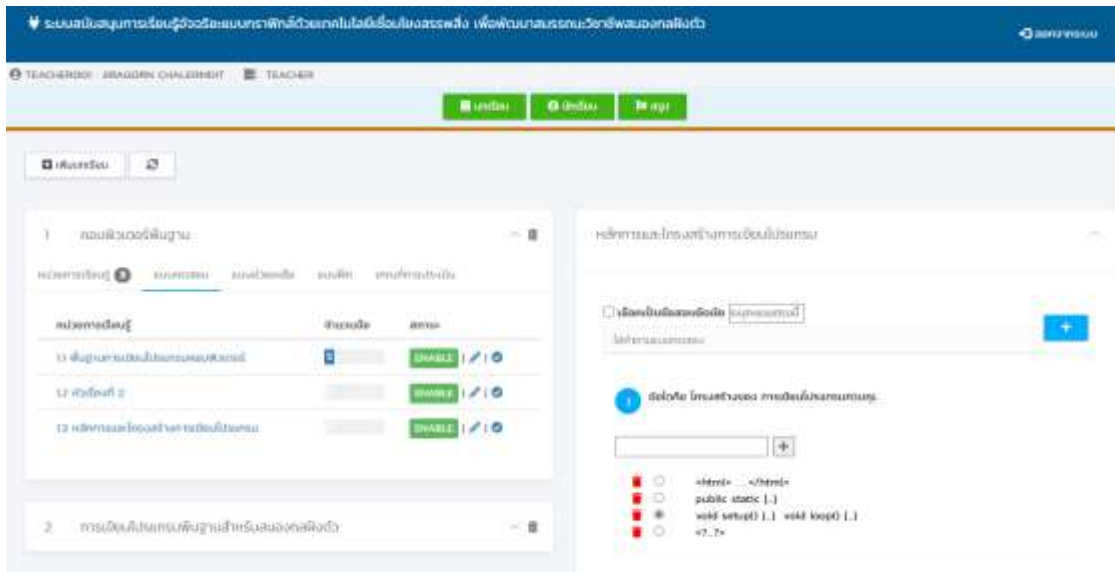
ภาพที่ 5-22 สร้างแบบทดสอบและสามารถกำหนดสถานการณ์เปิด และปิด หน่วยการเรียนรู้

5.2.4.18 การสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย สามารถตั้งถามและกำหนดคะแนนในแต่ละข้อได้



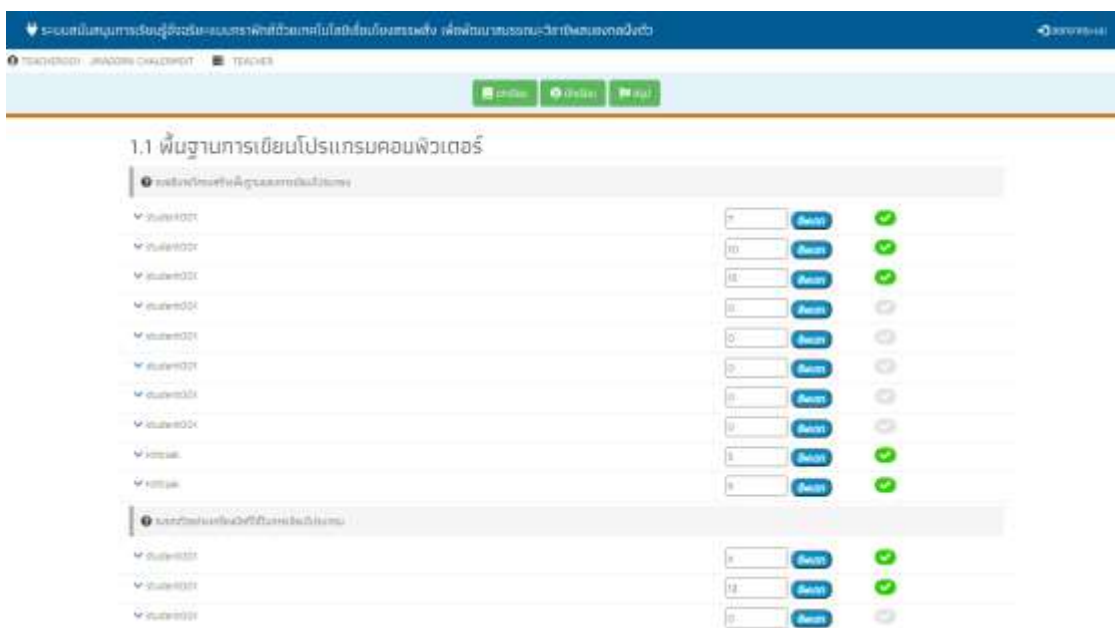
ภาพที่ 5-23 การสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัยและใส่คะแนนได้

5.2.4.19 สร้างแบบทดสอบปรนัย โดยสามารถพิมพ์คำถาม คำตอบ และกำหนดข้อมูลลงไปได้เลย



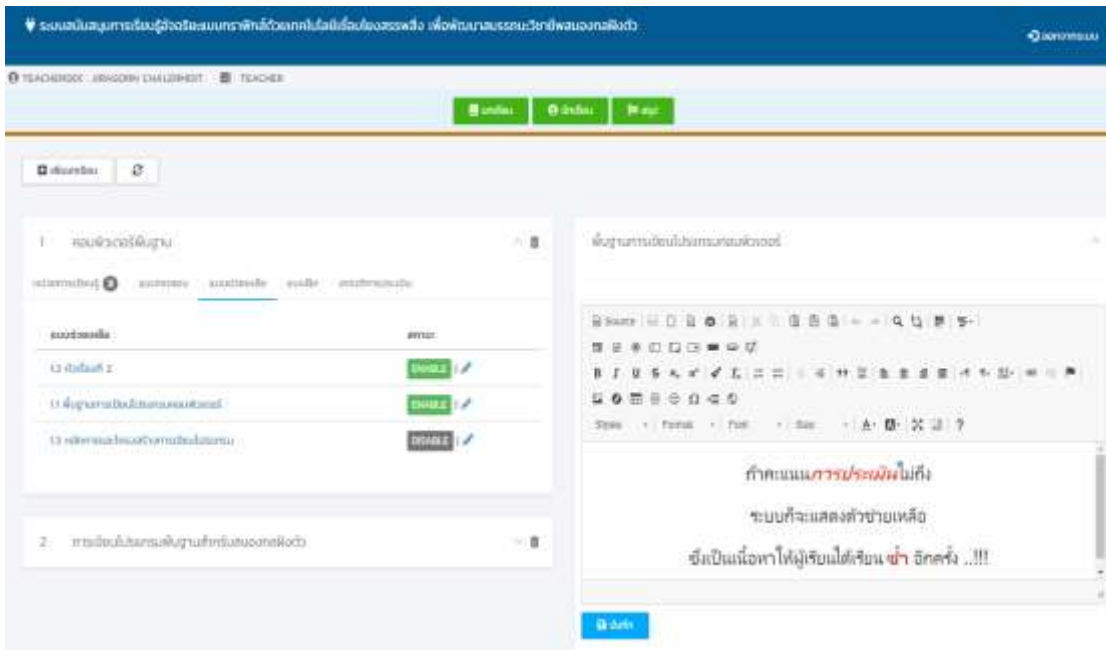
ภาพที่ 5-24 การสร้างแบบทดสอบแบบปรนัยและใส่คะแนนได้

#### 5.2.4.20 ผู้สอนสามารถตรวจแบบทดสอบปรนัย แล้วใส่คะแนนได้



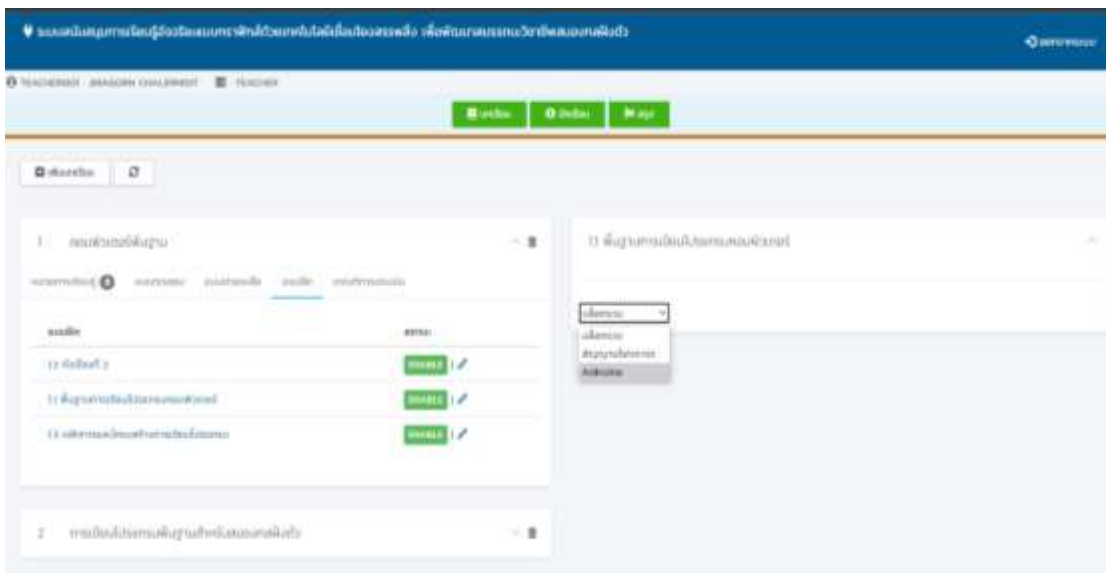
ภาพที่ 5-25 ผู้สอนสามารถตรวจแบบทดสอบปรนัย

#### 5.2.4.21 ผู้สอนกำหนดแบบช่วยเหลือให้นักศึกษา



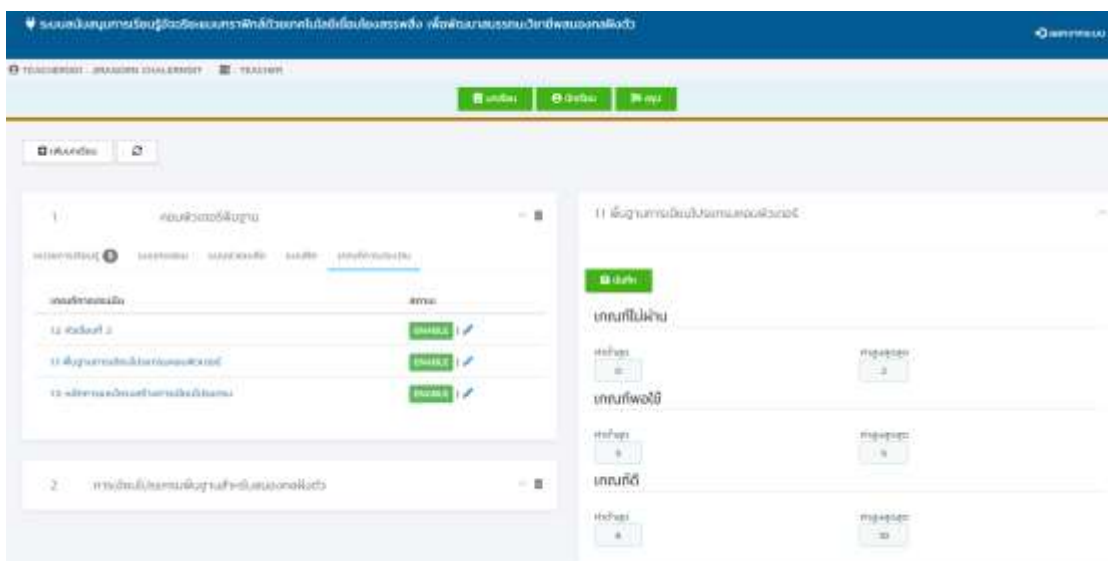
ภาพที่ 5-26 กำหนดแบบช่วยเหลือให้นักเรียน

5.2.4.22 ผู้สอนสามารถกำหนดแบบฝึกที่เป็นบล็อกคำสั่งได้



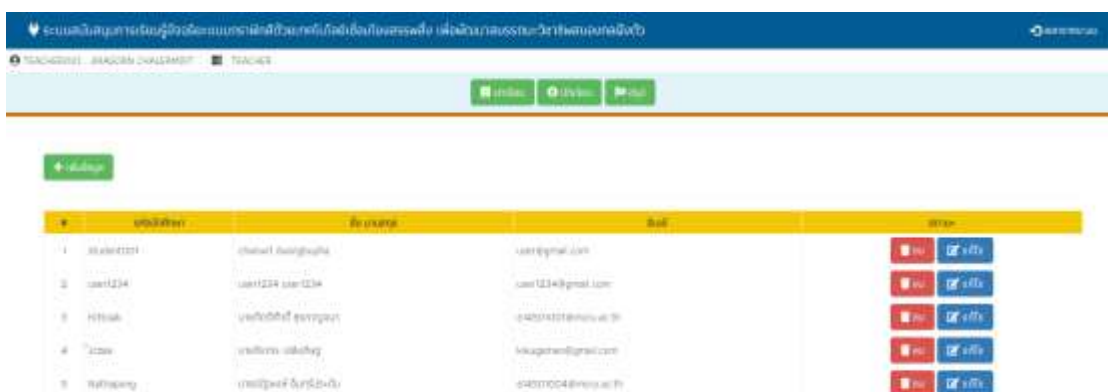
ภาพที่ 5-27 กำหนดแบบฝึกที่เป็นบล็อกคำสั่ง

5.2.4.23 ผู้สอนสามารถกำหนดเกณฑ์การประเมินแบบช่วยเหลือได้



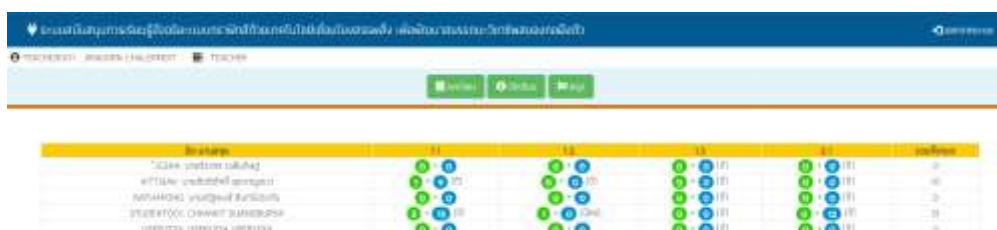
ภาพที่ 5-28 กำหนดเกณฑ์การประเมินแบบช่วยเหลือ

5.2.4.24 ผู้สอนสามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลผู้เรียนได้



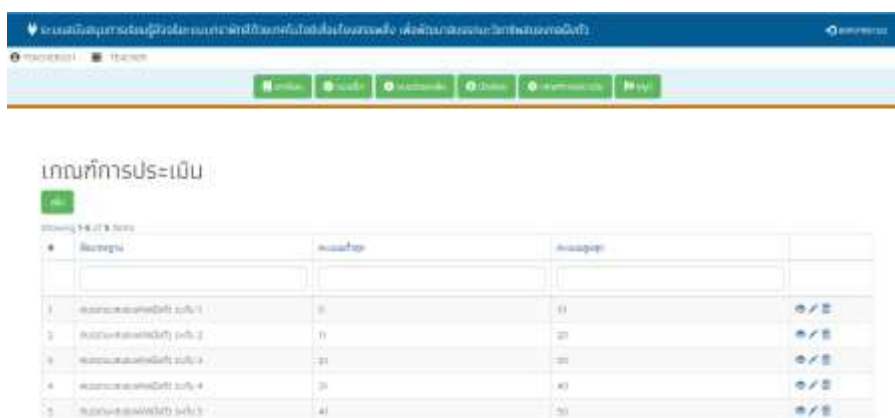
ภาพที่ 5-29 สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข ข้อมูลผู้เรียนได้

5.2.4.25 ผู้สอนสามารถดูการสรุปผลคะแนนของผู้เรียนได้



ภาพที่ 5-30 สรุปและรายงานผลการเรียน

5.2.4.26 ผู้สอนสามารถกำหนดเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว



ภาพที่ 5-31 การกำหนดเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว

5.2.4.26 ผู้สอนสามารถดูผลการประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว



ภาพที่ 5-32 รายงานสรุปผลสมรรถนะสมองกลฝังตัวของนักเรียน

5.3 การนำระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวไปใช้

แนวทางการนำระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวไปใช้ จำเป็นต้องมีการเตรียมความพร้อม ดังนี้

### 5.3.1 ด้านระบบเครือข่าย

ระบบเครือข่ายสำหรับการใช้งานระบบนั้น ในกรณีที่ใช้งานบนคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ ไม่ว่าจะใช้ในห้องปฏิบัติการของสถานการศึกษาหรือที่พักอาศัย ควรใช้ระบบเครือข่ายแลน (Local Area Network : LAN) ถ้าใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Notebook) หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต สามารถใช้อินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (WIFI) สัญญาณเครือข่าย 3G หรือ 4G

### 5.3.2 อุปกรณ์สำหรับการเข้าใช้งานระบบ

5.3.2.1 ผู้ใช้งานในส่วนของผู้เรียน สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คอมพิวเตอร์แบบพกพา สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต ถ้าจะให้สะดวกควรใช้เครื่องคอมพิวเตอร์แบบตั้งโต๊ะหรือแบบพกพา ก็ได้ เพราะจะได้ทำแบบฝึกปฏิบัติได้คล่องตัว

5.3.2.2 ผู้ใช้งาน ในส่วนของผู้ดูแลระบบและอาจารย์ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล, โน้ตบุ๊ก

5.3.3 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาซีพสมองกลฝั่งตัว สามารถเรียกใช้งานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และอุปกรณ์เคลื่อนที่ได้ทุกขนาดหน้าจอ เพราะออกแบบมาเพื่อรองรับขนาดหน้าจอของอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน





## บทที่ 6

### สรุปผล อภิปรายผล ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีวสมองกล้องฝักตัว ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 6.1 สรุป
- 6.2 อภิปรายผล
- 6.3 ข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุป

การวิจัยเรื่อง ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีวสมองกล้องฝักตัว สามารถสรุปผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

6.1.1 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีวสมองกล้องฝักตัว

6.1.1.1 ผลการสังเคราะห์องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีวสมองกล้องฝักตัว โดยมีทั้งหมด 6 องค์ประกอบดังนี้

6.1.1.1.1 โมดูลนักศึกษา (Student Module) เป็นส่วนที่เก็บสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน ข้อมูลเบื้องต้นของผู้เรียน ความสามารถในการเรียน การทำแบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ

6.1.1.1.2 โมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module) เป็นส่วนของการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ตามแนวปฏิบัติของผู้สอนที่ได้จัดเตรียมแผนการสอนเอาไว้และมีการสอนเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมแบบ Graphical Programming ที่ให้ผู้เรียนสามารถเขียน Code แบบบล็อกคำสั่ง

6.1.1.1.3 โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) โดยโมดูลนี้จะทำหน้าที่ประเมินผลความรู้ของผู้เรียนในแต่ละหัวข้อแล้วทำการเลือกกระบวนการเรียนและเนื้อหาให้ตรงกับความเหมาะสมของผู้เรียน

6.1.1.1.4 โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module) เป็นโมดูลสำหรับการเก็บบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับองค์ความรู้ เอกสารประกอบการเรียน เนื้อหา และทรัพยากรการเรียนในรูปแบบมัลติมีเดีย

6.1.1.1.5 โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการวัดผลการประเมินสมรรถนะวิชาชีวสมองกล้องฝักตัวของผู้เรียน

6.1.1.1.6 โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) เป็นส่วนที่ระบบการสอนอัจฉริยะใช้สำหรับติดต่อสื่อสารกับผู้ใช้งานระบบซึ่งอาจเป็นผู้สอนหรือผู้เรียน โดยการนำเสนอสื่อการ

เรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน แบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ ผลการทดสอบ และผลการประเมิน ผู้เรียน

ในส่วนของ Graphical Programming จะใช้เป็นเครื่องมือสำหรับในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์หรือ Embedded System เพื่อที่จะสามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ทางด้านเทคโนโลยี Internet of Things ซึ่งจะเป็นเนื้อหาสำหรับการเรียนการสอน ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมและมีสมรรถนะสมองกลฝังตัว

6.1.1.2 ผลประเมินองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ในภาพรวมของความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และผลการประเมินความเหมาะสมของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ในการนำไปใช้จริง ในภาพรวมของความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

6.1.2 ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ซึ่งผู้วิจัยได้รำข้อมูลที่ได้จากการสังเคราะห์องค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมของระบบสนับสนุนอัจฉริยะ มาพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยภาพรวมการทำงาน of ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวนั้น สามารถอธิบายองค์ประกอบภายในของสถาปัตยกรรมระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ซึ่งทำงานเชื่อมโยงกันประกอบด้วย

ส่วนที่ 1 ผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ดูแลระบบ โดยจะทำการเข้าใช้ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ก็ได้

ส่วนที่ 2 ระบบการสอนอัจฉริยะ ประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งเป็นส่วนการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบ เพื่อรองรับการนำข้อมูลหรือคำสั่งเข้าไปสู่ระบบ ตลอดจนนำเสนอสารสนเทศกลับมายังผู้ใช้ ส่วนการสอนแบบกราฟิกส์ (Graphical Tutoring Module) เป็นส่วนของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนให้เรียนไปตามแผนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมให้ซึ่งภายในส่วนนี้จะมีองค์ประกอบของชุดฝึกปฏิบัติการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของบล็อกคำสั่ง (Graphical Programming) โดยเนื้อหาที่เรียนจะเกี่ยวข้องกับสมองกลฝังตัว (Embedded System) และเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) ส่วนผู้เรียน (Student Module) จะเป็นส่วนที่เก็บบันทึกข้อมูลของผู้เรียน ข้อมูลการเรียน ผลการเรียน ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์ ประเมินผู้เรียน จากการทดสอบแล้วนำผลการประเมินไปเทียบกับเกณฑ์การประเมิน ถ้าผู้เรียนมีคะแนนไม่ผ่านการประเมิน ระบบผู้เชี่ยวชาญตัวนี้จะนำเสนอกระบวนการเรียนและเนื้อหาให้กับผู้เรียนซ้ำอีกครั้ง ส่วนองค์ความรู้ (Knowledge Module) จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลที่เป็นทรัพยากรที่ใช้ในการเรียนการสอน ส่วนการประเมินผล (Evaluation Module) ทำหน้าที่ในการประเมินผลสมรรถนะสมองกลฝังตัวและสรุปรายงาน

ส่วนที่ 3 ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพระดับสูง

ผลการประเมินความเหมาะสมของสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพระดับสูง พบว่าการประเมินความเหมาะสมในภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับ เมื่อพิจารณาเป็นส่วนพบว่า ส่วนผู้ใช้งานระบบมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนระบบการสอนอัจฉริยะ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ส่วนฐานข้อมูล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก และส่วนเว็บเซิร์ฟเวอร์และระบบฐานข้อมูล มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด

6.1.3 ผลการพัฒนาพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพระดับสูง

6.1.3.1 ผลการออกแบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพระดับสูง แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ดังนี้

6.1.3.1.1 คอนเท็กซ์ไดอะแกรม (Context Diagram) จาก Context Diagram ของระบบที่แสดงความสัมพันธ์ในแต่ละส่วนที่เกี่ยวข้อง โดยมีทั้งหมด 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้เรียน คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้เรียนสามารถจัดการข้อมูลส่วนตัว ดูรายละเอียดบทเรียน รายละเอียดหลักสูตร รายละเอียดเนื้อหา ทำแบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ การสอนอัจฉริยะแบบกราฟิกส์และบล็อกคำสั่ง สามารถโต้ตอบผ่านกระดานสนทนา

ส่วนที่ 2 ผู้สอน คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้สอน สามารถกำหนดรายละเอียดหลักสูตร สร้างบทเรียน แบบทดสอบ เพิ่มเนื้อหา การสอนอัจฉริยะแบบกราฟิกส์ สร้างบล็อกคำสั่ง การให้คะแนน การสร้างแบบช่วยเหลือ การกำหนดเกณฑ์แบบช่วยเหลือ การกำหนดเกณฑ์สมรรถนะ การแสดงความคิดเห็นแบบข้อความสนทนา

ส่วนที่ 3 ผู้ดูแลระบบ คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้ดูแลระบบ สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข และหนดยสิทธิ์ในการเข้าใช้งานให้กับสมาชิกในระบบ สามารถสร้าง เพิ่มลบ แก้ไข บล็อกคำสั่ง บทเรียน เกณฑ์ การประเมินแบบช่วยเหลือ เกณฑ์การประเมินสมรรถนะ ทรัพยากรการเรียนการสอน การสนทนา รายงานสรุปผล และสามารถจัดการทุกข้อมูลภายในระบบ

6.1.3.1.2 แผนภาพกระแสข้อมูล (Data flow Diagram)

6.1.3.1.3 แผนภาพของผู้ใช้งานกับระบบ (Use Case Diagram)

6.1.3.1.4 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลระบบ (Entity Relationship Diagram)

6.1.3.1.5 พจนานุกรมข้อมูล (Data Dictionary)

6.1.3.2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพระดับสูง ซึ่งมีการประเมินใน 5 ด้าน พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งในแต่ละด้านมีรายละเอียดดังนี้

6.1.3.2.1 ด้านการประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.36 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70

6.1.3.2.2 ด้านการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.44 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.59

6.1.3.2.3 ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.76 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.28

6.1.3.2.4 ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.66 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.38

6.1.3.2.5 ด้านการประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) อยู่ในระดับเหมาะสมมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.32 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.72

6.1.3.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของระบบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านประสิทธิภาพ มีความเหมาะสมอยู่ในระบบมากที่สุด ซึ่งมีความเห็นในการประมวลผลข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วน ระบบใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน ด้านการใช้ระบบ มีความเหมาะสมอยู่ในระบบมากที่สุด ซึ่งมีการออกแบบปฏิสัมพันธ์ผู้ใช้โปรแกรมง่ายและสะดวก การเข้าถึงระบบสามารถเข้าได้ทุกที่ทุกเวลา และสี ตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่าย ด้านการประมวลผล มีความเหมาะสมอยู่ในระบบมากที่สุด ในส่วนนี้สามารถประมวลผลได้ถูกต้องและครบถ้วน

#### 6.1.4 ผลการประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว

6.1.4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมและรับรองสมรรถนะสมองกลฝัง ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.75 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.43 และในส่วนของความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.80 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.45

6.1.4.2 ผลการประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว จากการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน พบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งมีสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ระดับ 3 จำนวน 10 คน ระดับ 4 จำนวน 16 คน ระดับ 5 จำนวน 4 คน

## 6.2 อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การเก็บรวบรวมผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ ประกอบด้วยบุคลากรสายวิชาการ ที่มีความรู้ความสามารถเชี่ยวชาญในด้านต่าง ๆ จนนำไปสู่การพัฒนาาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว สามารถอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.2.1 สรุปผลองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ผลงานวิจัย พบว่าองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง มีทั้งหมด 6 องค์ประกอบดังนี้ (1) โมดูลนักศึกษา (Student Module) (2) โมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module) (3) โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) (4) โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module) (5) โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) (6) โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) สอดคล้องกับงานวิจัยของ ฟินันทา (2557:45) Beck, Stem, and Haugsjaa (1996) Thai-Nghe, and Schmidt-Thieme (2015) Ramirez-Noriega, Juarez-Ramirez, and Martinez-Ramirez (2017)

ทั้งนี้ เนื่องมาจากผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร บทความทางวิชาการและบทความวิจัย ต่างประเทศ จำนวน 9 เรื่อง ที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะ โดยรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์และสังเคราะห์หาองค์ประกอบของระบบ จากนั้น ผู้วิจัยได้นำผลการสังเคราะห์องค์ประกอบที่ได้ซึ่งประกอบด้วย (1) โมดูลนักศึกษา (Student Module) (2) โมดูลการสอนแบบกราฟิก (Graphical Tutoring Module) (3) โมดูลผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) (4) โมดูลองค์ความรู้ (Knowledge Module) (5) โมดูลการประเมินผล (Evaluation Module) (6) โมดูลติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) จากนั้น ผู้วิจัยได้นำองค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะดังกล่าวไปให้กับผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ภาพรวมของความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย 4.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.52

6.2.2 การสร้างสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ผลการวิจัย พบว่า สถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว สามารถอธิบายรายละเอียดตามกระบวนการทำงานของระบบได้ ดังนี้

ส่วนที่ 1 ผู้ใช้งานระบบ ประกอบด้วย ผู้เรียน ผู้สอน และผู้ดูแลระบบ โดยจะทำการเข้าใช้ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ก็ได้ ซึ่งเป็นกระบวนการเข้าสู่ ให้ผู้ใช้งานทำการล็อกอินเพื่อเข้าสู่ระบบ โดยระบบจะมีชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านเพื่อเข้าใช้งานซึ่งในแต่ละผู้ใช้ก็จะมีข้อมูลผู้ใช้และสิทธิ์การเข้าใช้ได้ด้วย

ส่วนที่ 2 ระบบการสอนอัจฉริยะ เป็นส่วนที่มีหน้าที่ให้ผู้เรียนได้ศึกษาเนื้อหาและบทเรียนตามกิจกรรมที่ผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ ซึ่งจะแบ่งเป็นหน่วยการเรียนรู้ โดยที่ผู้เรียนได้ศึกษาในแต่ละหน่วยการเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้วนั้นก็จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกปฏิบัติมาให้ผู้เรียนได้ทดสอบเพื่อประเมินความรู้ จากนั้นระบบก็จะสรุปคะแนน ถ้าคะแนนที่ผู้เรียนทำได้ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ผู้สอนกำหนดระบบก็จะมีแบบช่วยเหลือที่ทางผู้สอนได้จัดเตรียมไว้ให้ขึ้นมาให้ผู้เรียนได้ศึกษาอีกรอบ จากนั้นผู้เรียนก็จะทำแบบทดสอบอีกครั้งจนกว่าจะผ่าน จะประกอบด้วย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) ซึ่งเป็นส่วนการติดต่อรหว่างผู้ใช้กับระบบ เพื่อรองรับการนำข้อมูลหรือคำสั่งเข้าไปสู่ระบบ ตลอดจน

นำเสนอสารสนเทศกลับมายังผู้ใช้ ส่วนการสอนแบบกราฟิกส์ (Graphical Tutoring Module) เป็นส่วนของการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้เรียนให้เรียนไปตามแผนที่ผู้สอนได้จัดเตรียมให้ซึ่งภายในส่วนนี้ประกอบด้วย รายละเอียดหลักสูตร เนื้อหาและบทเรียน แบบทดสอบปรนัย อัตนัย แบบฝึกปฏิบัติที่เป็นบล็อกคำสั่ง แบบช่วยเหลือผู้เรียน และการเขียนโปรแกรมกราฟิกส์ โดยเนื้อหาและบทเรียนจะเกี่ยวกับสมองกลฝังตัว (Embedded System) และเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง (Internet of Things) อีกทั้งภายในระบบจะมีในส่วนของการเล่นในกับผู้ใช้เรียนได้สื่อสารและมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันในระบบระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน หรือผู้เรียนกับผู้สอนก็ได้ เพื่อให้ทุกคนมีส่วนร่วมและสามารถตั้งคำถามในกรณีที่ผู้เรียนสงสัยหรือไม่เข้าใจในการเรียน ส่วนผู้เรียน (Student Module) จะเป็นส่วนที่เก็บบันทึกข้อมูลของผู้เรียน ข้อมูลการเรียน ผลการเรียน ส่วนผู้เชี่ยวชาญ (Expert Module) ทำหน้าที่ในการประเมินวิเคราะห์ โดยประเมินผู้เรียน จากการแบบทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้แล้วนำผลการประเมินไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ถ้าผู้เรียนมีคะแนนการประเมินไม่ผ่านการเกณฑ์ที่ระบุไว้ ระบบผู้เชี่ยวชาญตัวนี้จะมีการนำเสนอแบบช่วยเหลือหรือตัวช่วยที่เป็นลักษณะของเนื้อหา บทเรียน สื่อองค์ความรู้ในรูปแบบต่าง ๆ มาให้ผู้เรียนได้เรียนซ้ำอีกครั้ง ส่วนองค์ความรู้ (Knowledge Module) จะทำหน้าที่ในการเก็บข้อมูลและทรัพยากรที่ใช้ในการเรียนการสอน ส่วนการประเมินผล (Evaluation Module) ทำหน้าที่ในการประเมินผลสมรรถนะสมองกลฝังตัว สรุปและรายงานผล

ส่วนที่ 3 ฐานข้อมูล (Database) เป็นส่วนที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลที่ใช้งานทั้งหมดของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ส่วนที่ 4 เว็บไซต์เวเบอร์ ใช้สำหรับการติดตั้งระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ด้วยการประมวลผลแบบคลาวด์

โดยระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว พัฒนาด้วยภาษา PHP และ Yii2 Framework For php Development ติดตั้งบนเซิร์ฟเวอร์ Ubuntu พร้อมทั้งติดต่อกับฐานข้อมูลด้วยภาษา MySQL สอดคล้องกับงานวิจัยของ Amela, Díez, Vallés (2011) Kurup, Joshi, and Shekhokar (2016) Mougiakou et al., (2019)

6.2.3 การพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ผลการวิจัย พบว่า ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง ส่วนที่ 1 ผู้เรียน คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้เรียน สามารถจัดการข้อมูลส่วนตัวรายละเอียดบทเรียน รายละเอียดหลักสูตร รายละเอียดเนื้อหา ทำแบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติ การสอนอัจฉริยะแบบกราฟิกส์และบล็อกคำสั่ง สามารถโต้ตอบผ่านกระดานสนทนา

ส่วนที่ 2 ผู้สอน คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้สอน สามารถกำหนดรายละเอียดหลักสูตร สร้างบทเรียน แบบทดสอบ เพิ่มเนื้อหา การสอนอัจฉริยะแบบกราฟิกส์ สร้างบล็อกคำสั่ง การให้คะแนน การสร้างแบบช่วยเหลือในรูปแบบที่สามารถกำหนดได้ว่าสร้างกระบวนการ วิธีการสอน เนื้อหา

ให้ตรงตามความเหมาะสมกับผู้เรียน การกำหนดเกณฑ์แบบช่วยเหลือ การกำหนดเกณฑ์สมรรถนะ การแสดงความคิดเห็นแบบข้อความสนทนา

ส่วนที่ 3 ผู้ดูแลระบบ คือ ผู้ที่เข้าใช้งานในฐานะผู้ดูแลระบบ สามารถเพิ่ม ลบ แก้ไข และ กำหนดสิทธิ์ในการเข้าใช้งานให้กับสมาชิกในระบบ สามารถสร้าง เพิ่มลบ แก้ไข บล็อกคำสั่ง บทเรียน เกณฑ์การประเมินแบบช่วยเหลือ เกณฑ์การประเมินสมรรถนะ ทรัพยากรการเรียนการสอน การสนทนา รายงานสรุปผล และสามารถจัดการทุกข้อมูลภายในระบบ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Amela, Díez, Vallés (2011) Kurup, Joshi, and Shekhokar (2016)

ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร บทความทางวิชาการและบทความวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้ อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสังเคราะห์และสรุปผลการพัฒนาเกณฑ์การประเมินประสิทธิภาพของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว แบ่งได้ เป็น 5 ด้าน ประกอบด้วย (1) ด้านการประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test) (2) ด้านการประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test) (3) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test) (4) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test) (5) ด้านการประเมิน ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สถาพร, (2561)

6.2.4 การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัวของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ผลการวิจัย พบว่า นักศึกษาที่เรียนโดยใช้ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว จำนวน 30 คน โดยในแต่ละระดับจะต้องมีคะแนนผ่านเกณฑ์ในภาพรวมอยู่ในระดับร้อยละ 70 ขึ้นไป ซึ่งสรุปผลการประเมิน ดังนี้ ผู้ที่ได้ สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 1 พื้นฐานของสมองกลฝังตัว จำนวน 0 คน สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 2 พื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์ จำนวน 0 คน สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 3 พื้นฐานทางด้านซอฟต์แวร์ จำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 33.33 สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 4 พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 53.33 สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 5 ออกแบบและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว จำนวน 4 คน คิดเป็นร้อยละ 13.33

### 6.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัวมีข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัย ดังนี้

6.3.1 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งที่ได้พัฒนาขึ้นมีไว้ทดสอบกับนักศึกษาภายใน ดังนั้นควรจะมีการปรับปรุงเพื่อให้สามารถรองรับผู้เรียนได้มากกว่านี้

6.3.2 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งที่ได้พัฒนาขึ้น ยังไม่มีการยืนยันตัวบุคคลที่เข้ามาเรียนอย่างชัดเจน ดังนั้นควรมีการปรับปรุงแก้ไขให้ระบบให้มีความปลอดภัยและสามารถยืนยันตัวผู้เรียนได้

6.3.3 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งในส่วนของแบบทดสอบยังมีรูปแบบการสร้างแบบทดสอบน้อย ดังนั้นควรเพิ่มรูปแบบของแบบทดสอบ และควรให้มีการสร้างคลังข้อสอบเพื่อใช้ในการสุ่มให้ผู้เรียนด้วย

6.3.4 ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งมีส่วนของการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ได้ผ่านทางช่องทางสนทนาในบทเรียนได้เพียงช่องทางเดียว และในช่องทางสนทนาสามารถพิมพ์แต่ข้อความได้เพียงอย่างเดียว ดังนั้นควรจะพัฒนาเพิ่มให้สามารถแนบไฟล์เอกสาร รูปภาพ เพื่อที่จะให้ผู้เรียนได้ส่งภาพที่เป็นปัญหามาปรึกษาผู้สอน

6.3.5 ในส่วนของผู้สอนควรที่จะมีการปรับปรุงให้สามารถเพิ่มรายวิชาได้มากกว่า 1 วิชา และสามารถแบ่งแยกเป็นปีการศึกษา ภาคการศึกษาได้

6.3.6 ควรมีการประยุกต์ใช้การเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ร่วมกับรายวิชาอื่นเพื่อเป็นการสร้างเครื่องมือที่จะช่วยส่งเสริมผู้เรียนให้เรียนรู้สิ่งที่แปลกใหม่

6.3.7 ควรมีการปรับปรุงแก้ไขส่วนต่อประสาน (User Interface) ในหน้ากระบวนการเรียนให้ง่ายต่อการเรียนการสอน ซึ่งถ้ามีการเพิ่มขึ้นตอน เนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบ แบบฝึกปฏิบัติในจำนวนมากหน้าจอก็ควรปรับให้สามารถดูรายละเอียดได้ง่าย

6.3.8 ควรมีการสร้างแบบจำลอง (Simulation) เพื่อทดสอบผลการเขียนโปรแกรมแบบกราฟิกส์ และมีไว้สำหรับการแสดงผลลัพธ์ของระบบสมองกลฝังตัว

6.3.9 ควรปรับปรุงให้กระบวนการอัปโหลดบล็อกโค้ดลงสมองกลฝังตัว ให้สามารถอัปโหลดผ่านทางเครือข่ายไร้สายได้



## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- กิตติศักดิ์ ทองยวน และมหศักดิ์ เกตุฉ่ำ (2557). “อุปกรณ์ตรวจสอบช่องทางจราจรแบบเรียลไทม์ สำหรับการขับรถทำงานบนระบบสมองกลฝังตัว.” การประชุมวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 10. จังหวัดภูเก็ต (8-9 พฤษภาคม 2557).
- ชูลีพร ไชปัญญา. (2550). สมรรถนะของครูสุศึกษาที่สอนระดับประถมศึกษาโรงเรียนประถมศึกษา ในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาสุศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณรงค์วิทย์ แสันทอง. (2547). รู้จัก Competency กันเถอะ. กรุงเทพฯ : เอชอาร์ เซ็นเตอร์.
- ธนาย เนียมกฤษ. (2553). สมรรถนะและความต้องการพัฒนาบุคลากรสารสนเทศสนับสนุนตามทัศนะของ ผู้บริหารและบุคลากรสนับสนุนในสังกัดมหาวิทยาลัยราชภัฏเขตภาคเหนือตอนบน. วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารและพัฒนาประชาคม เมืองและชนบท บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ.
- ธำรง คงคาสวัสดิ์. (2548). เริ่มต้นอย่างไรเมื่อจะนำ Competency มาใช้ในองค์กร. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
- ฝ่ายวิจัยกลยุทธ์และดัชนีอุตสาหกรรม ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2550). “รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำแผนที่การวิจัยสำหรับสมองกลฝังตัว (Embedded Systems).” สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.nstda.or.th/prs/images/files/embedded-systems-trm-report.pdf>
- พงษ์ศักดิ์ มั่นหมาย. (2551). การพัฒนาระบบการสอนอัจฉริยะเพื่อการเรียนรู้แบบร่วมมือกันบน เทคโนโลยีสารสนเทศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- พินันทา ฉัตรวัฒนา และพัลลภ พิริยะสุรวงศ์. (2557). “รูปแบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บน เว็บเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา เชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.” วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยพาร์อีสเทอร์น. ปีที่ 8 ฉบับที่ 2 : 87.
- พินันทา ฉัตรวัฒนา. (2557). ระบบการสอนอัจฉริยะเชิงสร้างสรรค์บนเว็บเพื่อพัฒนาทักษะการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ภาสกร จินานุกุลวงศ์. (มปป.) “การประยุกต์ใช้ระบบสมองกลฝังตัวบน ARM-7 สำหรับชุดพักข้อมูล เครื่องพิมพ์ความร้อนอุตสาหกรรม.” ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2556/KC5011039.pdf>

- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). เทคโนโลยีการศึกษาทางไกล. กรุงเทพฯ : ศูนย์ผลิตตำราเรียน.  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ยุทธนา ไวประเสริฐ, พงษ์สวัสดิ์ อำนาจกิติกร และนราธิป วงษ์ปัน. (2559). “การพัฒนาชุดเชื่อมต่อดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ควบคุมด้วยระบบสมองกลฝังตัว.” วารสารวิชาการ. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง. ปีที่ 9 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม - ธันวาคม 2559
- วิทยา อารีราษฎร์. (2548). “การบูรณาการการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วมในระบบช่วยสอนปัญญาประดิษฐ์รูปแบบระบบช่วยสอนปัญญาประดิษฐ์แบบมีส่วนร่วมผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์.” วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 : 72-80.
- วิไลรัตน์ ยาทองไชย และจิตติมนต์ อังสกุล. (2556). “ระบบการสอนเสริมอัจฉริยะ : นวัตกรรมแห่งการเรียนรู้ยุคใหม่.” Suranaree Journal of Social Science. Vol.7 No.1 : 101-117.
- ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์. (2559). [วารสารออนไลน์]. “เทคโนโลยีระบบสมองกลฝังตัวคืออะไร.” Ecti e-magazine. [สืบค้นวันที่ 1 ธันวาคม 2559]. จาก <http://www.ecti-thailand.org/e-magazine>
- สถาพร อยู่สมบูรณ์. (2561). ระบบการเรียนรู้วิศวกรรมฝังตัวบนสังคมคลาวด์เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และผลงานสร้างสรรค์. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). [วารสารออนไลน์]. INTERNET OF THINGS (IOT): เมื่อทุกสิ่งอิงกับอินเทอร์เน็ต. Internet of Things. [สืบค้นวันที่ 25 ธันวาคม 2559]. จาก <http://oho.ipst.ac.th/internet-of-things/>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). ผู้บริหารสถานศึกษาต้นแบบ 2544. กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- สำนักนายกรัฐมนตรี. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2009). ระบบสมองกลฝังตัว. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.nstda.or.th/knowledge-analytic/49-knowledge-analytic/356-embedded-system> 2009
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2013). คลัสเตอร์ซอฟต์แวร์ ไมโครชิป และอิเล็กทรอนิกส์. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2559, จาก <http://www.nstda.or.th/industrial-research-spa1/546-software-microchip-electronic-cluster>
- สุรศักดิ์ มั่งสิงห์. (2551). ระบบสอนเสริมอัจฉริยะสำหรับการเรียนภาษาคอมพิวเตอร์. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2559, จาก <http://dllibrary.spu.ac.th:8080/dspace/bitstream/123456789/1474/7/07.pdf>
- อาภรณ์ ภูวิทย์พันธ์. Competency Dictionary. กรุงเทพฯ : เอชอาร์ เซ็นเตอร์, 2547.
- อภิสิทธิ์ คัมรักษา. (2556). การพัฒนาระบบช่วยสอนเสริมแบบปรับเหมาะระบบบริหารจัดการเรียนรู้. วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสารสนเทศศาสตร์เพื่อการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อุไรวรรณ โสภา.(มปป.). บทเรียนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 2 ด้วย WORDPRESS. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2559, จาก <https://goo.gl/3gMqT1>

### ภาษาอังกฤษ

- AbuEloun, N. N., & Abu Naser, S. S. (2017). "Mathematics intelligent tutoring system." International Journal of Advanced Scientific Research, 2(1), 11-16.
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., and Ayyash, M. (2015). "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies." Protocols, and Applications. IEEE Communications Surveys and Tutorials, 17(4), 2347–2376.
- Amela, V., Diez, J. L., & Vallés, M. (2011). "A new framework for the control of LMS in Intelligent Tutoring Systems." In IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline). 44(1). IFAC.
- Anup W. Burange and Harshal D. Misalkar. (2015). "Review of Internet of Things in Development of Smart Cities with Data Management & Privacy." Computer Engineering and Applications (ICACEA). DOI:10.1109/ICACEA.2015.7164693
- Angulo, I., García-Zubía, J., Hernández-Jayo, U., Uriarte, I., Rodríguez-Gil, L., Orduña, P., and Pieper, G. M. (2017). "RoboBlock: A remote lab for robotics and visual programming." Proceedings of 2017 4th Experiment at International Conference: Online Experimentation Exp.at 2017, : 109–110.
- Aledhari, M., and Karimipour, H. (2020). "challenges , and solutions." Internet of Things, xxx, 100129. <https://doi.org/10.1016/j.ijot.2019.100129>
- Bakeer, H. M. S., and Abu-naser, S. S. (2018). An Intelligent Tutoring System for Learning TOEFL. 2(12), 9–15.
- Baneres, D., and Saiz, J. (2016). Intelligent Tutoring System for Learning Digital Systems on MOOC Environments, 95–102. <https://doi.org/10.1109/CISIS.2016.47>
- Beck, J., Stem, M. and Haugsjaa, E., (1996). "Applications of AI in Education." ACM Crossroads. 3(1) : 11 –15.
- Beyyoudh, M., Idrissi, M. K., & Bennani, S. (2019). "Towards a new generation of intelligent tutoring systems." International Journal of Emerging Technologies in Learning, 14(14), 105–121. <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i14.10664>
- Brian, P.B., Michael, D. & Susan, M.M. An Intelligent Tutoring System for Circuits Analysis. IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION. 49 (2) (2006).
- Britto, R., De Oliveira Filho, W. G., Barros, C. G., and Lopes, E. C. (2017). "Intelligent tutor system model applied to basic electronics." Iberian Conference on Information Systems and Technologies, CISTI. <https://doi.org/10.23919/CISTI.2017.7975832>
- Burange, A. W., & Misalkar, H. D. (2015). "Review of Internet of Things in development of smart cities with data management and privacy." Conference Proceeding - 2015 International Conference on Advances in Computer Engineering and Applications, ICACEA 2015, 189–195. <https://doi.org/10.1109/ICACEA.2015.716>

- Chang, C., K. (2014). “Effects of using Alice and Scratch in an introductory programming course for corrective instruction.” Journal of Educational Computing Research, 51(2), 185–204. <https://doi.org/10.2190/EC.51.2.c>
- Chia-Yin T., Chih-Kai C., & Ya-Fei Y. (2015). “Cognitive load comparison of traditional and distributed pair programming on visual programming language.” International Conference of Educational Innovation through Technology, DOI: 10.1109/EITT.2015.37
- Chows, N. (2559). แฮร์รี่ประสบการณ์เรื่อง The Rising of IoT (Internet of Things). ค้นเมื่อ 2 มกราคม 2562 ค้นจาก <https://goo.gl/k4DpBX>
- Datta, C., & Macdonald, B. (2017). “Architecture of an Extensible Visual Programming Environment for Authoring Behaviour of Personal Service Robots.” First IEEE International Conference on Robotic Computing, DOI 10.1109/IRC.2017.60
- Dag and Erkan, 2003 itgenius .(2015). Programming คืออะไร? Itgenius. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2559, จาก <http://itgenius.co.th/webboard/index.php?topic=294.0> 2015
- Dağ, F., and Erkan, K. (2003). “Realizing of optimal curriculum sequences for a web based general purpose intelligent tutoring system.” Proceedings Turkish Symposium of Artificial Intelligence and Neural Networks 1:1-3.
- David, D. Dubois and William, J. Rothwell. (2004). Competency-Based Human Resource Management. California: Davies-Black Publishing.
- Elazhary, H. (2017). “Cloud-based context-aware mobile intelligent tutoring system of technical computer skills.” International Journal of Interactive Mobile Technologies, 11(4), 170–185. <https://doi.org/10.3991/ijim.v11i4.6852>
- Emerson, A., Smith, A., Rodriguez, F. J., Wiebe, E. N., Mott, B. W., Boyer, K. E., and Lester, J. C. (2020). Cluster-Based Analysis of Novice Coding Misconceptions in Block-Based Programming. 825–831. <https://doi.org/10.1145/3328778.3366924>
- Giuseppe Fenza and Francesco Orciuolic (2016), Building Pedagogical Models by Formal Concept Analysis, Springer International Publishing Switzerland, A. Micarelli et al. (Eds.): ITS 2016, LNCS 9684, : 144–153
- Han, J., Zhao, W., and Jiang, Q. (2019). “Intelligent Tutoring System Trends 2006-2018 : A Literature Review.” Eighth International Conference on Educational Innovation through Technology (EITT), 3, 153–159. <https://doi.org/10.1109/EITT.2019.00037>
- He, J. S., Lo, D. C., Xie, Y., and Lartigue, J. (2016). Integrating Internet of Things (IoT) into STEM Undergraduate Education : Case Study of a Modern Technology Infused Courseware for Embedded System Course.

- Ignacio A., Javier G. Z., Unai H. J., Iñigo U., Luis R. G., Pablo O., and Gabriel M. P. (2017). RoboBlock: A Remote Lab for Robotics and Visual Programming. Experiment@International Conference (exp.at'17), 2017 4th
- Jassas, M., Mathew, J., Azim, A., & Mahmoud, Q. H. (2017). A framework for extending resources of embedded systems using the Cloud. Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering.
- Jimenez, S., Juarez-Ramirez, R., Navarro, R., Coronel, A., & Castillo, V. H. (2016). "Architecting an intelligent tutoring system with an affective dialogue module." Proceedings - 2016 4th International Conference in Software Engineering Research and Innovation. CONISOFT 2016, : 122–129.  
<https://doi.org/10.1109/CONISOFT.2016.27>
- Jugo, I., Kovačić, B., & Slavuj, V. (2014). "Using data mining for learning path recommendation and visualization in an intelligent tutoring system." 2014 37th International Convention on Information and Communication Technology. Electronics and Microelectronics, MIPRO 2014 - Proceedings, May, 924–928.  
<https://doi.org/10.1109/MIPRO.2014.6859700>
- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., and M. Palaniswami. (2013). "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions." Future Generation Computer Systems. 29(7), : 1645-1660.
- Kelton A.P. da Costa, João P. Papa, Celso O. Lisboa, Roberto Munoz, V. H. C. de A. (2019). "Internet of Things : A survey on machine learning-based intrusion detection approaches." Computer Networks. 151, : 147–157.  
<https://doi.org/10.1016/j.comnet.2019.01.023>
- Kranz, M., Holleis, P., & Schmidt, A. (2010). Embedded interaction: Interacting with the internet of things. IEEE Internet Computing, 14(2), : 46–53.
- Kularbphetpong, K., Kedsiribut, P., & Roonrakwit, P. (2015). "Developing an Adaptive Web - Based Intelligent Tutoring System using Mastery Learning Technique." Procedia - Social and Behavioral Sciences, 191, : 686–691.
- Kurup, L., Joshi, A., and Shekhokar, N. (2016). "Intelligent Tutoring System for learning English punctuation." In Computing Communication Control and automation (ICCUBE). 2016 International Conference on : 1-6.
- Laukkarinen, T., Suhonen, J., & Hännikäinen, M. (2013). "An embedded cloud design for internet-of-things." International Journal of Distributed Sensor Networks, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/790130>

- Mahmoud, M. H., & Abo El-Hamayed, S. H. (2016). "An intelligent tutoring system for teaching the grammar of the Arabic language." Journal of Electrical Systems and Information Technology. 3(2), : 282–294.
- Marouf, A. M., & Abu-naser, S. S. (2019). "Intelligent Tutoring System for Teaching Computer Science I in Al-Azhar University." Gaza. 3(3), : 31–53.
- McClelland. (1973). อ้างถึงใน รินทร์ลภัส นิธิวัฒน์ชยากร. "การศึกษาสมรรถนะของผู้เรียนในหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศกับความต้องการของนายจ้างในยุคเศรษฐกิจดิจิทัล." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารเทคโนโลยี วิทยาลัยนวัตกรรมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2557.
- Mohamed, H., and Lamia, M. (2018). "Implementing flipped classroom that used an intelligent tutoring system into learning process." Computers and Education, 124 (December 2017), : 62–76.
- Mougiakou, E., Papadimitriou, S., & Virvou, M. (2019). "Intelligent tutoring systems and transparency: The case of children and adolescents." 2018 9th International Conference on Information, Intelligence. Systems and Applications, 4(7), : 1–8.
- M. Naghizadeh and H. Moradi, (2015). "A model for motivation assessment in intelligent tutoring systems." 2015 7th Conf. Inf. Knowl. Technol. IKT, 2015.
- Naser, S. S. A. (2016). "ITSB: An Intelligent Tutoring System Authoring Tool." Journal of Scientific and Engineering Research. 3(5), : 63-71.
- Neelu Jyothi Ahuja and Roohi Sille. (2013). "A Critical Review of Development of Intelligent Tutoring Systems : Retrospect, Present and Prospect." IJCSI International Journal of Computer Science
- Perumal, T., Sulaiman, M. N., Mustapha, N., Shahi, A., and Thinaharan, R. (2014). "Proactive architecture for Internet of Things (IoT) management in smart homes. 2014 IEEE 3rd Global Conference on Consumer Electronics, GCCE 2014, 16–17.
- Rahul, R., Whitchurch, A., and Rao, M. (2014). "An open source graphical robot programming environment in introductory programming curriculum for undergraduates. 2014 IEEE International Conference On MOOC, Innovation & Technology In Education (MITE), 96. doi:10.1109/MITE.2014.7020248
- Rahul, R., Whitchurch, A., and Rao, M. (2015). "An open source graphical robot programming environment in introductory programming curriculum for undergraduates." Proceedings of the 2014 IEEE International Conference on MOOCs, Innovation and Technology in Education, IEEE MITE 2014, : 96–100.

- Ramesh, V. M., Rao, N. J., and Ramanathan, C. (2015). "Implementation of an Intelligent Tutoring System using Moodle. Proceedings - Frontiers in Education Conference." FIE, 2015.
- Ramírez-Noriega, A., Juárez-Ramírez, R., and Martínez-Ramírez, Y. (2017). "Evaluation module based on Bayesian networks to Intelligent Tutoring Systems. International Journal of Information Management, 37(1), : 1488–1498.
- Ray, P. P. (2017). "A Survey on Visual Programming Languages in Hindawi Scientific Programming." : 1–6.
- Rodriguez, F. J., Smith, C. R., Smith, A., Boyer, K. E., Wiebe, E. N., Mott, B. W., & Lester, J. C. (2019). "Toward a Responsive Interface to Support Novices in Block-Based Programming." Proceedings - 2019 IEEE Blocks and Beyond Workshop. B and B 2019, 9–13.
- Schez-sobrino, S., Gmez-portes, C., Vallejo, D., Glez-morcillo, C., & Redondo, M. Á. (2020). applied sciences An Intelligent Tutoring System to Facilitate the Learning of Programming through the Usage of Dynamic Graphic Visualizations.
- Selwyn-smith, B., Anslow, C., Homer, M., & Wallace, J. R. (2019). "Co-located Collaborative Block-Based Programming." 2019 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC), : 107–116.
- Shih, W. C. (2017). "Mining Learners' Behavioral Sequential Patterns in a Blockly Visual Programming Educational Game." International Conference on Industrial Engineering, Management Science and Application, ICIMSA 2017, 0–1.
- Si Allal Zarouk, M. Y., & Khaldi, M. (2015). "Towards an Intelligent Tutoring System developing Metacognition : Cyclical model. 2015 10<sup>th</sup>." International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications, SITA 2015.
- Subchi, I., et al., (2020). The Development of E-Learning with Intelligent Tutoring System through Anthropological Approach (A Case Study at UIN Syarif Hidayatullah Jakarta). 1–6.
- Suebnu-karn, S. and Haddawy, P. (2001) A collaborative intelligent tutoring system for medical problem-based learning. In Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Intelligent User Interface. Madeira, Portugal, (2004) : 14-21.
- Techakosit, S., and Nilsook, P. (2018). "The development of STEM literacy using the learning process of scientific imagineering through AR." International Journal of Emerging Technologies in Learning. 13(1), : 230–238.
- Thai-Nghe, N., and Schmidt-Thieme, L. (2016). Multi-relational Factorization Models for Student Modeling in Intelligent Tutoring Systems. Proceedings - 2015 IEEE International Conference on Knowledge and Systems Engineering, KSE 2015, 61–66.

- Vinchurkar, D. P., and Sasikumar, M. (2015). Intelligent tutoring system for voice conversion in English. Proceedings - IEEE 15th International Conference on Advanced Learning Technologies: Advanced Technologies for Supporting Open Access to Formal and Informal Learning, ICALT 2015, : 314–316.
- Wulff, B., Wilson, A., Jost, B., and Ketterl, M. (2016). An Adopter Centric API and Visual Programming Interface for the Definition of Strategies for Automated Camera Tracking. Proceedings - 2015 IEEE International Symposium on Multimedia, ISM 2015, : 587–592.
- Xiajian, C., Danli, W., and Hongan, W. (2011). Design and implementation of a graphical programming tool for children. Proceedings - 2011 IEEE International Conference on Computer Science and Automation Engineering, CSAE 2011, 4, : 572–576.
- Zhai, W. (2018). Application of Data Mining Technology Based on Wireless Sensor Networks in Oceanographic Forecasting. 14(4), : 137–148.
- Zhihong, T., Liu, W., Libing, L., and Zeqing, Y. (2008). The Application of Ontology Model in Intelligent Tutoring System. Proceedings - International Conference on Computer Science and Software Engineering, CSSE 2008, 5, : 1176–1179.

ภาคผนวก ก

- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- ตัวอย่างหนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบ  
ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนา  
สมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

1. อาจารย์ ดร.บุรินทร์ นรินทร์

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิวรรณ จันทร์เทพย์

คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิจารย์ สงกรานต์

ผู้อำนวยการ  
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

4. อาจารย์ ดร.สุดจิต หมั่นตะคุ

อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

5. อาจารย์ ดร.ณัฐพล ธนเขวงสกุล

ตำแหน่ง ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
สังกัด คณะวิทยาการจัดการ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน**  
**สถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง**  
**เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว**

1. **อาจารย์ ดร.บุรินทร์ นรินทร์**  
 คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง
2. **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ สระอุบล**  
 ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
3. **อาจารย์ ดร.พิมพ์พัชร พรสวรรค์**  
 สังกัด สถาบันวิจัย พัฒนา และสาธิตการศึกษา  
 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
4. **อาจารย์ ดร.ปณมาภรณ์ ไทยโพธิ์ศรี**  
 ตำแหน่งอาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ศึกษา  
 สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
5. **อาจารย์ ดร.มณีรัตน์ ภารานันท์**  
 ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาระบบสารสนเทศ  
 สังกัด คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจักรพงษ์ภูวนารถ
6. **อาจารย์ ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช**  
 ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
 สังกัด แผนกวิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
7. **อาจารย์ ดร.สถาพร อยู่สมบูรณ์**  
 ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมการวัดคุมและอัตโนมัติ  
 สังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตระยอง
8. **อาจารย์ ดร.จารุมน หนูคง**  
 ตำแหน่ง รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ สำนักวิชาศึกษาทั่วไปและนวัตกรรมการเรียนรู้  
 อิเล็กทรอนิกส์ และอาจารย์ประจำสาขาวิชาสารสนเทศศาสตร์  
 สังกัด คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

**รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน  
ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง  
เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว**

**1. อาจารย์ ดร.บุรินทร์ นรินทร์**

ตำแหน่ง คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

**2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กอบเกียรติ สระอุบล**

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**3. อาจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ เปรมสมิทธิ์**

ตำแหน่ง หัวหน้าสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีการผลิตและสารสนเทศ  
สังกัด วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวัฒน์ เตชะเพชรไพบูลย์**

ตำแหน่ง คณบดีคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
สังกัด คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

**5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรรุต บุศราทิจ**

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์  
สังกัด คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

**6. อาจารย์ ดร.ณัฐพล ธนเขวงสกุล**

ตำแหน่ง ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ  
สังกัด คณะวิทยาการจัดการ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

**7. อาจารย์ ดร.วิจรรย์รัตน์ ควรรตี**

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน  
สังกัด คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์

**8. อาจารย์ ดร.นฤมล ชูเมือง**

ตำแหน่ง ผู้ช่วยอธิการบดี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิประเมินรับรอง  
สมรรถนะสมองกลฝังตัว

1. ผศ.ดร.ชัยพล ธงชัยสุรชัตกุล

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มจพ.

ค.อ.บ., ค.อ.ม. (ไฟฟ้า) Ph.D.(Electrical Engineering)

Vanderbilt University, Tennessee, USA

2. ผศ.ดร.ชูชาติ สีเทา

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มจพ.

ค.อ.บ., ค.อ.ม., ปร.ด. (ไฟฟ้า) มจพ.

3. อาจารย์ ดร.นำโชค วัฒนานัย

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มจพ.

ค.อ.บ., ค.อ.ม., ปร.ด. (ไฟฟ้า) มจพ.

4. อาจารย์ ดร.คมกฤษ ขำยัง

วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี

คอบ,คอม, (ไฟฟ้า) คอด, (บริหารอาชีพและเทคนิคศึกษา)

5. ผศ.ดร.อรอนงค์ วิริยานุรักษ์นคร

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ

ตัวอย่างแบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบ

ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนา  
สมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว



ที่ อว ๗๑๐๔/๑๕๓

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
๑๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง  
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๒๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะ  
แบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

เรียน ดร.บุรินทร์ นรินทร์ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
และการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ระบบสนับสนุน  
การเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว”  
โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน  
เครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อยุทธศาสตร์งานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูล  
ที่ได้มาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว  
เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์)

ผู้อำนวยการโครงการหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

ตัวอย่างแบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยี  
เชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว



ที่ ยว ๗๓๐๔/

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
๓๕๓๘ ถนนพระรามที่ ๑ แขวงวงศ์สว่าง  
เขตบางเขน กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยี  
เชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิจารณ์ สงกรานต์  
ผู้อำนวยการโรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาโทชั้นโท สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ระบบสนับสนุน การเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในกรณีนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน เครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูล ที่ได้มาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิชัยะสุวรรณค์)  
ผู้อำนวยการโครงการหลักสูตรปริญญาโทชั้นโท

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๗๒

ตัวอย่างแบบประเมินระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยี  
เชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว



ที่ อว ๗๓๐๘/๒๕๖๓

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ  
๓๕๓๘ ถนนประชาราษฎร์ ๑ แขวงวงศ์สว่าง  
เขตบางซื่อ กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๒๒ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยง  
สรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

เรียน อาจารย์ ดร.นฤมล ชูเมือง ผู้ช่วยอธิการบดี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์ นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
และการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ระบบสนับสนุน  
การเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว"  
โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ปณิดา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในกรณีนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน  
เครื่องมือเพื่อการวิจัย โดยนักศึกษาขอติดต่อบริษัทงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูล  
ที่ได้มาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว  
เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ ปิริยะสุรวงศ์)  
ผู้อำนวยการโครงการหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๖๒

ตัวอย่างแบบประเมินรับรองสมรรถนะสมองกลฝังตัว



ที่ อว ๗๓๐๘/๒๕๖๓

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

๓๕๑๘ ถนนประชาราษฎร์ ๓ แขวงวงศ์สว่าง

เขตบางเขน กรุงเทพฯ ๑๐๘๐๐

๒๖ พฤศจิกายน ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมินรับรองสมรรถนะสมองกลฝังตัว

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ช้อยพล อังชัยสุวัชต์กุล อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ด้วย นายจิรากร เถลิงดิษฐ์ นักศึกษาหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ระบบสนับสนุน การเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว" โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก และรองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์เชิญท่าน เป็นผู้เชี่ยวชาญในการประเมินรับรอง สมรรถนะสมองกลฝังตัว โดยนักศึกษาขอติดต่อประสานงานในรายละเอียดโดยตรงด้วยตนเอง ทั้งนี้จะนำข้อมูล ที่ได้มาพัฒนาเพื่อให้ได้เครื่องมือเพื่อการวิจัยที่เหมาะสม สำหรับประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญ จักขอบคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.พิชิต พิริยะสุรวงศ์)

ผู้อำนวยการโครงการหลักสูตรปริญญาตรีบัณฑิต

ศูนย์บูรณาการวิชาชีพครุศาสตร์อุตสาหกรรม

โทรศัพท์ ๐ ๒๕๕๕ ๒๐๐๐ ต่อ ๓๒๖๓๒





ภาคผนวก ข

- แบบประเมินต่าง ๆ ที่ใช้เกี่ยวข้องกับงานวิจัย



แบบประเมินองค์ประกอบระบบ

สนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบ

กราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

ชื่องานวิจัย	ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรณพิรุณ
ผู้วิจัย	นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**คำชี้แจง**

แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

- |   |         |                                    |
|---|---------|------------------------------------|
| 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด  |
| 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก        |
| 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง    |
| 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย       |
| 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

ชื่อ - นามสกุลผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

**ตอนที่ 2** แบบประเมินองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝ่งตัว

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ผลการวิเคราะห์ความต้องการ					
2. ผลการวิเคราะห์ผู้ใช้ระบบ					
3. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบของระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะด้วยรูปแบบการเรียนรู้แบบ MIAP เพื่อส่งเสริมทักษะวิชาชีพด้านคอมพิวเตอร์สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี					
3.1. โมดูล Knowledge Module					
3.2. โมดูล MIAP Tutoring Module					
3.3. โมดูล Student Module					
3.4. โมดูล Content module					
3.5. โมดูล Expert Module					
3.6. โมดูล Communication Module					
3.7. โมดูล User Interface					
4. ความเหมาะสมของระบบในการพัฒนาทักษะวิชาชีพด้านคอมพิวเตอร์					
5. ความเหมาะสมในการนำผลการวิเคราะห์ระบบไปใช้จริง					

### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเพิ่มเติม (ถ้ามี) เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงข้อมูลองค์ประกอบระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝ่งตัว

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

ลงชื่อ.....  
(.....)  
ผู้ประเมิน



แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบ

สนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบ

กราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว

ชื่องานวิจัย ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝั่งตัว

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข  
รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ

## ผู้วิจัย

นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

## คำชี้แจง

แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ - นามสกุลผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
1	ผู้ใช้งานระบบ						
	1.1 นักศึกษา (Student)						
	1.2 อาจารย์ (Teacher)						
	1.3 ผู้ดูแลระบบ (Administrator)						
2	ระบบการสอนอัจฉริยะ (Intelligent Tutoring System)						
	2.1 การระบุตัวตนเข้าใช้งานระบบ						
	2.2 ข้อมูลผู้เรียน						

ลำดับ	รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
		5	4	3	2	1	
	2.3 กระบวนการเรียนการสอน						
	2.4 เนื้อหาและการจัดการเนื้อหา						
	2.5 ส่วนของการสื่อสาร						
	2.6 ส่วนระบบให้ความช่วยเหลือ						
	2.7 ส่วนของแบบทดสอบ						
	2.8 ชุดฝึกปฏิบัติบล็อกคำสั่ง						
	2.9 ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน						
	2.10 เกณฑ์การประเมินให้ความช่วยเหลือ						
	2.11 เกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองฝ่งตัว						
	2.12 การประเมินประเมินสมรรถนะสมองฝ่งตัว						
	2.13 การสรุปผลรายงาน						
	<b>ฐานข้อมูล (Database)</b>						
	3.1 การจัดเก็บข้อมูลผู้เรียน						
	3.2 การจัดเก็บข้อมูลองค์ความรู้						
3	3.3 การจัดเก็บข้อมูลผู้เชี่ยวชาญ						
	3.4 การจัดเก็บข้อมูลการเรียนการสอน						
	3.5 การจัดเก็บข้อมูลผลการประเมิน						
	3.6 การจัดเก็บข้อมูลส่วนการติดต่อผู้ใช้งาน						
4	เว็บเซิร์ฟเวอร์และระบบฐานข้อมูล						

### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเพิ่มเติม (ถ้ามี) เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงข้อมูลสำหรับสถาปัตยกรรมระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝ่งตัว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

ลงชื่อ.....  
(.....)

ผู้ประเมิน



แบบประเมินระบบสนับสนุนการ

เรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วย

เทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง

เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝังตัว

ชื่องานวิจัย

ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง  
เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝังตัว

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข

**ผู้วิจัย**

รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ  
นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์  
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

**คำชี้แจง**

แบบประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหาระดับคุณภาพของระบบ ในฐานะที่ท่านเป็นผู้หนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 แบบประเมินระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

เป็นการสอบถามข้อมูลความคิดเห็นของผู้ตอบภายหลังจากที่ได้ทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นซึ่งการประเมินผลส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 5 ด้าน คือ

- 1.1 การประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test)
- 1.2 ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)
- 1.3 ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)
- 1.4 ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)
- 1.5 ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

**ตอนที่ 1** ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ - นามสกุลผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

**ตอนที่ 2** แบบประเมินระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝ่งตัว

**การประเมินด้านการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test)**

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การพิสูจน์ตัวตนในการเข้าใช้งานระบบ					
2. การออกแบบและจัดวางองค์ประกอบในส่วนติดต่อผู้ใช้งาน					
3. การจัดเก็บข้อมูล					
4. การแสดงเนื้อหาบทเรียน แบบทดสอบ และแบบฝึกปฏิบัติ					
5. การใช้แบบช่วยเหลือผู้เรียนในระหว่างการเรียนการสอน					
6. การใช้บล็อกคำสั่งในการเขียนโปรแกรม					
7. การกำหนดเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองฝ่งตัว					
8. การรายงานสรุปผลการประเมินสมรรถนะสมองฝ่งตัว					
9. การมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียน					
10. ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ					

**การประเมินด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (Functional Requirement Test)**

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนของรายวิชา					
2. ความสามารถของระบบในด้านการจัดการข้อมูลของผู้ใช้					
3. ความสามารถของระบบในด้านการจัดการสิทธิ์เข้าใช้งานของผู้ใช้					
4. ความสามารถของระบบในด้านการจัดการในส่วนของเนื้อหาแบบทดสอบแบบฝึกปฏิบัติของรายวิชา					
5. ความสามารถของระบบในการสนทนาโต้ตอบเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้					

### การประเมินด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (Functional Test)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องในการจัดเก็บข้อมูลนำเข้า					
2. ความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลของระบบ					
3. ความถูกต้องในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูล					
4. ความถูกต้องในการลบข้อมูล					
5. ความถูกต้องของระบบการช่วยเหลือผู้เรียน					
6. ความถูกต้องในการตรวจคำตอบของแบบทดสอบ					
7. ความถูกต้องในการแสดงผลสื่อการเรียนการสอน					
8. การใช้เครื่องมือสร้าง แก้ไข ปรับปรุง เนื้อหาบทเรียน					
9. การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนผ่านระบบ					
10. ความถูกต้องในการรายงานผลสมรรถนะสมองกล้องตัว					

### การประเมินด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (Usability Test)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความง่ายต่อการใช้งานของระบบ					
2. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดตัวอักษรบนจอภาพ					
3. ความเหมาะสมในการเลือกใช้ขนาดของตัวอักษรบนจอภาพ					
4. ความเหมาะสมในการใช้สีของตัวอักษร					
5. ความเหมาะสมในการใช้ข้อความเพื่ออธิบายสื่อความหมาย					
6. ความเหมาะสมในการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพในการสื่อความหมาย					
7. ความเหมาะสมของปริมาณข้อมูลที่นำเสนอ					
8. ความเหมาะสมในการปฏิสัมพันธ์ได้ตอบกับผู้ใช้					
9. ความเหมาะสมในการวางตำแหน่งของส่วนประกอบบนจอภาพ					
10. ความเหมาะสมในการจัดวางตำแหน่งของบทเรียน					

### การประเมินด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (Security Test)

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การกำหนดชื่อผู้ใช้และรหัสผ่านให้กับผู้ใช้					
2. การตรวจสอบสิทธิ์ก่อนการใช้งานของผู้ใช้ระบบ					



ลงชื่อ.....  
(.....)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินคุณภาพของระบบ  
อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก  
นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์ 087 367 5672  
jiragorncha@mcruc.ac.th



แบบประเมินความเหมาะสมของการออกแบบและพัฒนา  
ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง  
เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว

ชื่องานวิจัย	ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยง สรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองฝิ่งตัว
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรณพิรุณ
ผู้วิจัย	นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

### คำชี้แจง

แบบประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินหาระดับคุณภาพของระบบ ในฐานะที่ท่านเป็นผู้หนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับการใช้ระบบที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 แบบประเมินระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

เป็นการสอบถามข้อมูลความคิดเห็นของผู้ตอบภายหลังจากที่ได้ทดลองใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นซึ่งการประเมินผลส่วนนี้จะแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

- 1.1 ด้านประสิทธิภาพ
- 1.2 ด้านการใช้ระบบ)
- 1.3 ด้านการประมวลผลผล

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ – นามสกุลผู้ประเมิน.....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของการออกแบบและพัฒนาระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
ด้านประสิทธิภาพ					

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การเข้าใช้งานระบบ					
2. การทำงานของระบบมีความรวดเร็วและถูกต้อง					
3. ข้อมูลมีความถูกต้องสมบูรณ์และครบถ้วน					
4. ความสะดวกในการใช้งานระบบ					
5. ความน่าสนใจของการรายงานข้อมูลในระบบ					
6. การใช้ประโยชน์จากระบบ					
7. ระบบใช้งานง่าย และไม่ซับซ้อน					
8. ประสิทธิภาพ และความรวดเร็วในการตอบสนองของระบบ					
9. รองรับการทำงานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่					
10. ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ					
<b>ด้านการใช้ระบบ</b>					
1. ระบบมีข้อความ คำสั่งชัดเจน เหมาะสม ง่ายต่อการใช้งาน					
2. ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ถูกต้อง ทันสมัย					
3. ง่ายต่อการเรียนรู้					
4. ระบบสามารถให้บริการได้อย่างต่อเนื่อง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ					
5. การเข้าถึงระบบสามารถเข้าได้ทุกที่ทุกเวลา					
6. แบบทดสอบและแบบฝึกปฏิบัติใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน					
7. สี ตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่านง่ายเหมาะสม					
8. การออกแบบปฏิสัมพันธ์ใช้โปรแกรมง่ายและสะดวก					
9. ออกแบบหน้าจอเหมาะสม ง่ายต่อใช้ สัดส่วนเหมาะสม สวยงาม					
10. การใช้งานระบบโดยภาพรวม					
<b>ด้านการประมวลผล</b>					
1. การประมวลผลข้อมูลรวดเร็ว					
2. การประมวลผลถูกต้องแม่นยำ					
3. มีการจัดระดับความปลอดภัยในการเข้าถึงข้อมูล					
4. การกำหนดสิทธิ์เข้าถึงข้อมูล					
5. การประมวลผลของระบบโดยภาพรวม					

### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเพิ่มเติม (ถ้ามี) เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ผู้ประเมิน



แบบประเมินรับรองความเหมาะสม

ของเกณฑ์การประเมิน

สมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

ชื่องานวิจัย	ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกส์ด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่งเพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข รองศาสตราจารย์ ดร.ปณิตา วรรณพิรุณ
ผู้วิจัย	นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

คำชี้แจง

แบบประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นชุดนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้สอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินรับรองคุณภาพของเกณฑ์การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว ในฐานะที่ท่านเป็นผู้หนึ่งที่มีความเชี่ยวชาญประกอบด้วย 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 แบบประเมินเกณฑ์การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

เป็นการสอบถามข้อมูลความคิดเห็นและความเหมาะสมเกี่ยวกับการรับรองความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว โดยแบ่งสมรรถนะออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 1.1 สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 1 พื้นฐานของสมองกลฝังตัว
- 1.2 สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 2 พื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์
- 1.3 สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 3 พื้นฐานทางด้านซอฟต์แวร์
- 1.4 สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 4 พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบสมองกลฝังตัว
- 1.5 สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 5 ออกแบบและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับระดับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
- 3 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
- 1 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ - นามสกุลผู้ประเมิน.....  
ตำแหน่ง.....  
สถานที่ทำงาน.....

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของเกณฑ์การประเมินสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 1 พื้นฐานของสมองกลฝังตัว</b>					
1. ความหมายและความสำคัญของระบบสมองกลฝังตัว					
2. พื้นฐานระบบสมองกลฝังตัว					
3. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบสมองกลฝังตัว					
4. กระบวนการทำงานของระบบสมองกลฝังตัว					
<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 2 พื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์</b>					
1. ความรู้พื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์					

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
	5	4	3	2	1
2. หลักการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น					
3. โครงสร้างและสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์					
4. ประเภทและการเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์					
<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 3 พื้นฐานทางด้านซอฟต์แวร์</b>					
1. พื้นฐานและหลักการเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับระบบสมองกลฝังตัว					
2. โครงสร้างภาษาที่ใช้ในการพัฒนาของระบบสมองกลฝังตัว					
3. หลักการใช้คำสั่งและฟังก์ชันในการเขียนโปรแกรม					
4. การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบสมองกลฝังตัว					
<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 4 พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับระบบสมองกลฝังตัว</b>					
1. สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมระบบสมองกลฝังตัว					
2. สามารถใช้คำสั่งและฟังก์ชันในการเขียนโปรแกรม					
3. สามารถทดสอบระบบโดยรวม					
4. สามารถแก้ไขปัญหาของซอร์สโค้ด โดยพิจารณาจากข้อความที่รายงาน					
<b>สมรรถนะสมองกลฝังตัว ระดับ 5 ออกแบบและพัฒนาระบบสมองกลฝังตัว</b>					
1. สามารถออกแบบการเชื่อมต่อทางด้านฮาร์ดแวร์ได้					
2. สามารถเขียนโปรแกรมสำหรับการสั่งงานระบบสมองกลฝังตัว					
3. สามารถใช้เครื่องมือในการสร้างระบบสมองกลฝังตัวทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์					
4. สามารถประยุกต์การใช้ระบบสมองกลฝังตัวกับงานด้านอื่นได้					
<b>ความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง</b>					

### ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ

คำชี้แจง โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านเพิ่มเติม (ถ้ามี) เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงเกณฑ์การประเมินสมรรถนะสมองกลฝังตัว

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมิน  
อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก  
นายจिरากร เถลิมติษฐ์ นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์ 087 367 5672  
jiragorncha@mcru.ac.th

ภาคผนวก ค

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

[HOME](#) [ABOUT](#) [LOGIN](#) [REGISTER](#) [SEARCH](#) [CURRENT](#)  
[ARCHIVES](#) [ANNOUNCEMENTS](#)

[Home](#) > [Vol 15, No 04 \(2019\)](#) > [Chalermdit](#)

## Analysis of an Intelligent Graphical Tutoring System using the Internet of Things (IoT) to Develop the Competency of Embedded Systems

Jiragorn Chalermdit, Prachyanun Nilsook, Panita Wannapiroon

### Abstract

The objectives of this research are to analyse and assess an intelligent graphical tutoring system using the internet of things (IoT) to develop the efficiency of embedded systems. The research findings suggest that an intelligent system is composed of six modules: 1) student, 2) graphical tutoring, 3) expert, 4) knowledge, 5) evaluation and 6) user interface. The result of a composition assessment performed by experts indicates that the overall results are at a high level. The system suitability scored the highest level which can be applied to real life situations.

### Keywords

intelligent tutoring systems, internet of things, graphical programming, embedded system, embedded system competency

### Full Text:

[PDF](#)

International Journal of Online and Biomedical Engineering (iJOE) – eISSN: 2626-8493

Indexing:



**Scopus**  **IET Inspec** **DOAJ** DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS



FONT SIZE

USER

Username

Password

Remember me

JOURNAL  
CONTENT

Search

Search Scope

All

Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)
- [Other Journals](#)

INFORMATION

- [For Readers](#)
- [For Authors](#)
- [For Librarians](#)

## **Analysis of an Intelligent Graphical Tutoring System Using the Internet of Things (IoT) to Develop the Competency of Embedded Systems**

<https://doi.org/10.3991/ijoe.v15i04.9511>

Jiragorn Chalermdit <sup>(✉)</sup>, Prachyanun Nilsook, Panita Wannapiroon  
King Mongkut's University of Technology, Bangkok, Thailand  
✉\_jiragorn@hotmail.com

**Abstract**—The objectives of this research are to analyse and assess an intelligent graphical tutoring system using the internet of things (IoT) to develop the efficiency of embedded systems. The research findings suggest that an intelligent system is composed of six modules: 1) student, 2) graphical tutoring, 3) expert, 4) knowledge, 5) evaluation and 6) user interface. The result of a composition assessment performed by experts indicates that the overall results are at a high level. The system suitability scored the highest level which can be applied to real life situations.

**Keywords**—Intelligent tutoring systems, internet of things (IoT), graphical programming, embedded system, embedded system competency.

### **I Introduction**

The rapid development of information and communication technology (ICT) means that it is increasingly used in education to create innovative teaching materials and enable learners to acquire knowledge. The 21<sup>st</sup> century is an era of fast-paced technological development that requires different outcomes from students and affects the learning process [1] Technological change and innovation in the delivery of education provides students with easier access to information sources. As technology advances, it is used for building systems that facilitate students' learning and promote higher educational standards as well as improving the quality of students learning due to the ability embedded in the systems. Currently, this field of study focuses on embedded system programming and the internet of things (IoT) which are important for national development. This technology is also applied to the measurement of sport-related injuries [2] the monitoring of patients [3] as well as education [4]. After completing their studies, undergraduate students can apply their knowledge to innovative creation and standard testing of embedded system efficiency. Sharing news and information has gradually become easier, and knowledge exchange engages many audiences on websites [5] which means that it is possible to develop knowledge and skills in this way. Therefore, a learning management system is an essential component as students are already system users. It must be designed to attract and motivate students

to engage in the learning process [6]. The quality of student learning must be prioritized and facilities and learning methods provided that encourage students to become independent learners. Students should be able to set their own goals and improve their academic ability. A positive attitude should be fostered while developing students' behaviour towards computers [7]. These innovative learning processes will be effective after students have engaged in the learning activities.

An intelligent tutoring system (ITS) is an innovative learning platform that supports learning activities within classrooms and distance education via the internet. ITSs aim to provide learning support and customized instruction to help students personalize their learning [8]. This is a new way to supplement the best learning by using a computer database and teaching strategies that enable an authentic learning environment and suit the individual needs of students [9]. Additionally, activities should be provided during lessons to engage students and to develop their knowledge and skills [10].

One advantage of ITSs is the ability to generate knowledge and derive new knowledge in response to learner's questions according to their intelligence levels. The system assesses whether students lack a body of knowledge and identifies areas where their learning needs improvement. It does this by using visual block-based programming focused on the problem-solving process. The graphical programming method is described as a series of functions where the composition of a photo, colour or symbol is programmed instead of line of code which is more effective and efficient [11]. A program is integrated with the intelligent tutoring system to help students get a better understanding of microcontroller programming principles relating to the development of embedded systems.

Embedded systems are widely used in several sectors including industry, agriculture, transportation, safety and education. Today, educational institutions focus on embedded system learning to develop students' abilities and so they can create new technology or produce innovative ideas [12]. This is useful for problem solving or designing a wireless sensor network (WSN), which is an innovative technology using a prediction-based approach that transfers data through the embedded system [13]. WSNs are also used to transfer and store data in cloud computing via devices with the IoT [14]. Accordingly, the learning development of embedded system technology in educational institutions is associated with supporting and promoting research activities, developing embedded system technology as well as maximizing the potential of students and personnel.

Therefore, the researchers are interested in the analysis of graphical intelligent tutoring systems using IoT to develop and embed system efficiency and in employing the system as a tool to help develop knowledge and skills and provide intelligent and productive classroom activities. In addition, these systems provide a great opportunity to conduct independent research and review the success of the development of students' skills and technical knowledge in relation to embedded system efficiency.

## **2 Literature Reviews**

### **2.1 Intelligent tutoring system**

The intelligent tutoring system (ITS) is an innovative learning platform that uses electronic media to support students learning and provide course content, tests, exercises and learning activities. The system holds a body of knowledge and delivers effective presentations of lessons. It follows a thorough process in accordance with learning principles and aims to provide customized instructions that suit the individual needs and intelligence levels of students [15]. The ITS is an expert knowledge model with the capacity to make logical decisions [16]. It uses teaching methods such as pre-planning teaching or advanced topics teaching [17] and is as responsive to a student's needs as a human tutor would be. Not only does the system engage students in practice and collaborative learning but it also creates a conducive learning atmosphere [18] in a flexible and adaptive way that is suitable for individuals' needs [19]. Additionally, ITS provides immediate feedback for learners to personalize and optimize learning ability and make the teaching process easier [20]. It can be used both within the classroom and for distance education via the internet [21]. When developing ITSs a broad knowledge of the study area must be considered including topic and course content as well as an understanding of the students' knowledge base, ability and behaviour. The strategic skills of teachers relating to the presentation process and their lesson plans, methods and tests must also be applied to the expert knowledge-based system. The principles of the system are to provide questions for learners using an incremental mechanical method that rewards students for any correct responses to questions. Where students' answers are different to the correct response, the system will carry out a further assessment [22] to try to improve student learning outcomes. During the assessment process, the system also organizes a learning plan, future lessons and formalizes the learning. Then, the system generates new questions that are in keeping with student's learning management skills [23]. Teachers are not required to outline a plan since the system is able to provide timely feedback for the learners through the tutoring model and knowledge-based system [24]. This research can be applied to the field of education to produce intelligent tutoring systems as part of the technological revolution taking place in education [25]. It can also apply to the development of students' analytical skills and their understanding of the concept of independent learning which will help them to acquire knowledge and use technology to create future innovations.

### **2.2 Graphical programming**

Graphical programming is defined as a graphical approach to programming using diagrams and symbols instead of lines of code or a series of functions. It allows users to interact with a program and see the immediate results. It uses simple methods and features in a positive developmental setting and is divided into two parts: Open source platforms and proprietary platforms [26]. This allows developers to create a program without writing a single line of code and fix programming errors to improve the pro-

gram. However, beginners can find it difficult and tire of learning [27] so online graphic programming is developed by replacing text with block diagrams or symbols as well as converting commands back into a programming language.

During this research, a graphic programming tool is used to assist teaching in collaboration with an intelligent tutoring system to support learners according to their needs when creating programs connected to embedded systems [28]. This is suitable for beginners because the programming process includes the execution of a command block to create a script, which is a bit like a Lego programming block that cannot be redistributed without prior written permission from its author and to avoid data entry mistakes in its programming. According to the process, it makes a programming language easier for beginners to learn and design projects with creativity and imagination. Whereas course content involves graphical programming by employing a range of tools. These can include a microcontroller, sensor and other electronic devices such as motion controls, sensors, result displays and electric ray robot sound programming [29] using a miniblog, and an open source graphic program for Arduino, Multiplo, physical computing etc. [30].

### 2.3 Internet of Things

The Internet of Things (IoT) environment supports device-to-device communication and protocol with LAN and wireless connectivity. The IoT consists of a personal recognition system and is the basic ability of machines to recognize things, people, and movements in response to requests, collaboration and data exchange. Its ability can lead to innovation success in the industrial, agricultural, logistics [31], communication, safety [32] and education sectors. Such innovative products can improve the learning environment, encourage learners and increase efficiency in learning [33]. Furthermore, the IoT can be applied in daily life in items such as motion sensors, home security systems that detect movement, sending signals as a request for an auto on/off switch, medical monitors for patients and elders as well as medical data transmission.

Smart kitchen appliances such as sensor knives work using the IoT that monitors movement and uses sensing principles to detect the blade during cutting and chopping; it works like robotic hands and helps prevent user errors. Load cells are attached to smart chopping boards designed for fruit or meat. For safety reasons, when items are placed on the smart chopping board, the blade motion is detected by an acceleration sensor [34]. Data for processing is transmitted through an internet data centre server [35]. Crucial aspects of the IoT include:

- **Content**—Data transmission at any time
- **Computing**—Processing data at anytime and anywhere and on any device
- **Collection**—Providing a wide variety of services
- **Connectivity**—Can connect with all hosts and networks
- **Communication**—From anywhere in the world
- **Convergence**—Data transmission on different platforms [35].

Data transmission using the IoT is successful if the connected items, communications and backbone work seamlessly with the top layers. Therefore, the IoT must have the following aspects:

- **Identification**—Personal recognition system
- **Sensing**—The process of data collection by detecting a multitude of real-world attributes, such as humidity, temperature, light intensity, smoke and much more
- **Communication**—Connectivity enabling a sensor to transmit a signal for processing functions within internal or external servers or internet networks
- **Computation**—A processing system with the apparatus for distributed computing on the sensor data as well as for transmitting analytical data to users or any device
- **Service**—In terms of providing information technology services, data-driven decision making and response management systems for adding sensor devices and processing systems within IoT systems as well as the monitoring, maintenance and determination processes
- **Semantics**—The searching and downloading process as shown in Fig 1 [36]



Fig. 1. Composition of the Internet of Things (IoT) [36]

Based on the previous information, the IoT technology has multiple benefits which can be applied in many ways. The IoT technology is part of this research initiative to support intelligent tutoring systems that can encourage and increase learners' essential skills and give them a competitive edge. It seems obvious that the role of technology in education is vital to create a learning society and this could apply to many sectors.

#### 2.4 Embedded system competency

An embedded system is an electronic system within the central processing unit (CPU) and is used in household appliances and consumer electronics including mobile phones, digital cameras, washing machines, air conditioners and electronic systems for automotive control etc. Today, embedded systems are commonly found in devices and are constantly increasing. They are also used in several sectors including education, agriculture, industry, medicine, security as well as in electrical and electronic appliances and robot technology [37]. With significant growth in and minimal re-design of such devices, embedded systems can be integrated into sensors [38] which are easy to use due to their small physical size. Memory units in microcontrollers can be used for multiple purposes and meet many individual needs while increasing the capacity for such devices through software.

*Figure—Analysis of an Intelligent Graphical Tutoring System using the Internet of Things (IoT)...*

Embedded systems are continually growing, so they have become an important aspect of research as well as being an integral part of students' courses where they are tested for efficiency and used for self-assessment of knowledge.

### 3 Methodology

**Phase 1**—A synthesis of graphical intelligent tutoring systems using the IoT for developing the efficiency of embedded systems, as follows:

- A study of relevant research papers about intelligent tutoring systems to discover any synthesis in the composition of graphical intelligent tutoring systems [10], [39], [40], [41], [42], [43], [44].
- A study of relevant research papers and literature reviews relating to graphical programming for programming [27], [45], [30].
- A study of relevant research papers and literature reviews relating to the internet of things, [31], [32], [33], [34], [35], [36], supporting students learning with course content [46], [37], [38] as well as the development and assessment of embedded system efficiency.
- A synthesis of graphical intelligent tutoring systems using the internet of things for developing the efficiency of embedded systems.

**Phase 2**—Suitability assessment methods of graphic intelligent tutoring system composition using the internet of things for developing the efficiency of embedded systems as follows:

- Creating a suitability assessment tool for graphic intelligent tutoring system composition using the internet of things for developing the efficiency of embedded systems.
- Assessment of graphical intelligent tutoring system composition using the internet of things to develop the efficiency of embedded systems performed by ten experts with doctoral degrees and at least ten years teaching experience in higher education. Five experts have a comprehensive knowledge of teaching design and five have a comprehensive knowledge of technology.
- Analysis of suitability assessment results regarding graphical intelligent tutoring system composition using the internet of things for developing the efficiency of embedded systems using mean ( $\bar{x}$ ) and standard deviation (SD).

### 4 Result

The analytical approach of intelligent graphical tutoring system composition using the internet of things to develop the efficiency of embedded systems with concepts and related theories is described in the following research [6], [10], [23], [47], [48], [49], [50] and summarized in Table 1.

**Table 1.** Analysis of the composition of intelligent tutoring systems.

Intelligent Tutoring System	Zhibong Liu, Libing, Zeqing [43]	Jugo, Kovačić & Slavuj [44]	Naghizadeh & Moradi [3]	Ramesh Rao & Ramathan [7]	Si Allal Zarouk & Khaldi [47]	Thai Ngbe & Schmidt Thieme [48]	Vinchurkar & Susikumar [49]	Jimenez, Juarez, Ramirez, Navarro, Coronel and Castillo [21]	Ramirez-Noriega Juarez, Ramirez.
Domain Module	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓
Tutoring Module	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Student Module	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Expert Module	✓	✓		✓	✓				
User Interface	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Knowledge Module							✓		
Evaluation Module									✓

According to the analysis of documents and research papers derived from the composition of the tutoring module, the researchers integrated graphical programming into the module which resulted in a change to the graphic tutoring module. Therefore, the intelligent tutoring system could be summarized as

- Student module
- Graphical tutoring module
- Expert module
- Knowledge module
- Evaluation module
- User interface as shown in Fig 2

**Fig. 2.** Composition of an intelligent graphical tutoring system using the internet of things to develop efficiency in embedded systems.

**Table 2.** Mean and standard deviations relating to the analysis of the composition of an intelligent graphical tutoring system using the internet of things to develop efficiency in embedded systems

Assessment Description	Level of Proficiency		
	$\bar{x}$	S.D.	Result
Composition of a graphical intelligent tutoring system			
Graphical Tutoring Module	4.80	0.45	Very high
Student Module	4.20	0.45	High
Expert Module	4.60	0.55	Very high
Knowledge Module	4.20	0.45	High
Evaluation Module	4.60	0.55	Very high
User Interface	4.00	0.71	High
<b>Mean</b>	4.40	0.52	High

As illustrated in Table 2 the overall result was at a high level which indicates that the graphical tutoring module is the most suitable module for students since they can engage in the practice of graphical programming and gain a better understanding of its methods. This is followed by the expert module with an adaptive function for correcting responses to questions as well as being suitable for differing levels of student intelligence. Finally, the evaluation module includes a process of evaluation of students' learning and achievement and embedded system efficiency.

**Table 3.** Mean and standard deviation relating to the suitability of intelligent graphical tutoring system using the internet of things to develop the efficiency of embedded systems

Assessment Descriptions	Level of Proficiency		
	$\bar{x}$	S.D.	Result
Suitability for adding the IoT context to course content	4.80	0.45	Very high
Suitability for employing graphical programming as a tool	4.40	0.45	Very high
Embedded system efficiency	4.20	0.45	High
Suitability for practical application	4.60	0.55	Very high
Mean	4.50	0.50	Very high

The data in Table 3 reveals that the overall result regarding the suitability of intelligent graphical tutoring system using the IoT to develop the efficiency of embedded systems is at a high level. It indicates that adding the IoT context to course content is the most suitable method conforming to the modern-day role that IoT plays in our connected lives and it leads to students learning new and appropriate skills. Secondly, employing graphical programming as a tool is found to be difficult for students to understand because it requires programs to be written in lines of code, whereas in graphical programming, students can create command blocks instead.

## 5 Conclusion

The synthesis of intelligent graphical tutoring system using the IoT to develop efficiency in embedded systems is summarized as follows:

*Paper—Analysis of an Intelligent Graphical Tutoring System using the Internet of Things (IoT)...*

- The student module stores student information including their primary data, learning ability, learning effectiveness, learning improvement, study record and testing record etc.
- The user interface is an intelligent tutoring system used for interacting with users who can be teachers or learners by presenting educational media, learning activities, testing results, learning and teaching assessment results. The interface has elements that are easy to access and convenient navigation.
- The graphical tutoring module is a learning and management environment which uses graphical programming to allow students to create graphical programs without lines of code.
- The knowledge module is a data store for the body of knowledge containing articles that provide learners with questions and task resolutions to suit their individual needs. This module allows the sharing of educational materials and exams stored in the database.
- The expert module is an innovative teaching approach that uses teaching strategies adjusted to individual students' needs involving real world teaching and learning processes. It is also a central processing unit that supplements the intelligent tutoring system and assesses learners on completion of given topics, and then provides customized instructions to suit their needs.
- The evaluation module is an integral part of the learning achievement process and assessment of the efficiency of the embedded system.

The graphical programming program is employed as a tool for microcontrollers or for embedded system programming and enables the support of the IoT devices so that students can create innovative ideas and develop embedded system efficiency.

## 6 Acknowledgement

The researchers would like to thank the Faculty of Industrial Technology, Muban Chombueng Rajabhat University, Division of Information and Communication Technology for Education, Faculty of Technical Education, Vocational Education Technology Research Centre, Innovation and Technology Management Research Centre at the Science and Technology Research Institute and the King Mongkut's University of Technology North Bangkok, who all supported this research.

## 7 References

- [1] T. Somsak and N. Prachyanun, "The Learning Process of Scientific Imagineering through AR in Order to Enhance STEM Literacy," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 11, no. 7, pp. 57–63, 2016. <https://doi.org/10.3991/ijet.v11i07.5357>
- [2] P. Nilsook and P. Wannapiroon, "International distance consulting via web conferencing," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 9, no. 4, pp. 60–64, 2014. <https://doi.org/10.3991/ijet.v9i4.3736>

- [3] M. Naghizadeh and H. Moradi, "A model for motivation assessment in intelligent tutoring systems," 2015 7th Conf. Inf. Knowl. Technol. IKT 2015, 2015. <https://doi.org/10.1109/IKT.2015.7288774>
- [4] D. Wang, H. Han, Z. Zhan, J. Xu, Q. Liu, and G. Ren, "A problem solving oriented intelligent tutoring system to improve students' acquisition of basic computer skills," *Comput. Educ.*, vol. 81, pp. 102–112, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.10.003>
- [5] H. Victorio-Meza, M. Mejia-Lavalle, and G. R. Ortiz, "Advances on Knowledge Representation of Intelligent Tutoring Systems," 2014 Int. Conf. Mechatronics, Electron. Automot. Eng., pp. 212–216, 2014. <https://doi.org/10.1109/ICMEAE.2014.17>
- [6] J. Marciniak, "Building intelligent tutoring systems immersed in repositories of e-learning content," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 35, no. C, pp. 541–550, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2014.08.135>
- [7] V. M. Ramesh, N. J. Rao, and C. Ramanathan, "Implementation of an Intelligent Tutoring System using Moodle," *Proc. - Front. Educ. Conf. FIE*, vol. 2014, 2015. <https://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344313>
- [8] C.-K. Chang, "Effects of Using Alice and Scratch in an Introductory Programming Course for Corrective Instruction," *J. Educ. Comput. Res.*, vol. 51, no. 2, pp. 185–204, 2014. <https://doi.org/10.2190/EC.51.2.c>
- [9] S. Techakosit and P. Nilsook, "The development of STEM literacy using the learning process of scientific imagineering through AR," *Int. J. Emerg. Technol. Learn.*, vol. 13, no. 1, pp. 230–238, 2018. <https://doi.org/10.3991/ijet.v13i01.7664>
- [10] W. Zhai, "Application of Data Mining Technology Based on Wireless Sensor Networks in Oceanographic Forecasting," vol. 14, no. 4, pp. 137–148, 2018.
- [11] M. Jassas, J. Mathew, A. Azim, and Q. H. Mahmoud, "A framework for extending resources of embedded systems using the Cloud," *Can. Conf. Electr. Comput. Eng.*, 2017.
- [12] T. Laukkanen, J. Suhonen, and M. Hännikäinen, "An embedded cloud design for internet-of-things," *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 2013, 2013.
- [13] J. S. He, D. C. Lo, Y. Xie, and J. Lartigue, "Integrating Internet of Things ( IoT ) into STEM Undergraduate Education : Case Study of a Modern Technology Infused Courseware for Embedded System Course," 2016.
- [14] T. Murray, "An Overview of Intelligent Tutoring System Authoring Tools: Updated analysis of the state of the art," *Authoring Tools Adv. Technol. Learn. Environ.*, pp. 493–546, 2003.
- [15] K. vanLehn, "The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems," *Educ. Psychol.*, vol. 46, no. 4, pp. 197–221, 2011. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369>
- [16] M. Erdemir, Ş. I. Kandil, and A. Karaci, "Student View on Web-Based Intelligent Tutoring Systems About Success and Retention of Physics Education," *Int. J. Manag. Public Sect. Inf. Commun. Technol.*, vol. 7, no. 2, pp. 3–10, 2016. <https://doi.org/10.5121/ijmpict.2016.7201>
- [17] Y. Zhang and Z. Liu, "A model of Web oriented intelligent tutoring system for distance education," *Proc. - 5th Int. Conf. Comput. Intell. Multimed. Appl. ICCIMA 2003*, pp. 78–83, 2003. <https://doi.org/10.1109/ICCIMA.2003.1238104>
- [18] M. F. Caro and J. A. Jiménez, "MOF-based metamodel for pedagogical strategy modeling in Intelligent Tutoring Systems," 2014 9th Comput. Colomb. Conf. 9CCC 2014, pp. 1–6, 2014. <https://doi.org/10.1109/ColumbianCC.2014.6955365>
- [19] H. Gamboa and A. Fred, "Designing intelligent tutoring systems: a bayesian approach," *Enterp. Inf. Syst. III*, no. Fred 1994, p. 146, 2002.

- [20] D. Baneres and J. Saiz, "Intelligent Tutoring System for Learning Digital Systems on MOOC Environments," Proc. - 2016 10th Int. Conf. Complex, Intelligent, Softw. Intensive Syst. CISIS 2016, pp. 95–102, 2016. <https://doi.org/10.1109/CISIS.2016.47>
- [21] S. Jimenez, R. Juarez-Ramirez, R. Navarro, A. Coronel, and V. H. Castillo, "Architecting an intelligent tutoring system with an affective dialogue module," Proc. - 2016 4th Int. Conf. Softw. Eng. Res. Innov. CONISOFT 2016, pp. 122–129, 2016.
- [22] C. Conati, "Intelligent tutoring systems: new challenges and directions," Proc. 21st Int. joint Conf. Artificial Intell., vol. 9, pp. 2–7, 2009.
- [23] K. K. R. Koedinger and A. Corbett, "Cognitive Tutors: Technology Bringing Learning Sciences to the Classroom," Cambridge Handb. Learn. Sci., no. January 2006, pp. 135–168, 2006.
- [24] P. P. Ray, "A Survey on Visual Programming Languages in," Hindawi Sci. Program., vol. 2017, pp. 1–6, 2017.
- [25] C. Xiajian, W. Danli, and W. Hongan, "Design and implementation of a graphical programming tool for children," Proc. - 2011 IEEE Int. Conf. Comput. Sci. Autom. Eng. CSAE 2011, vol. 4, pp. 572–576, 2011. <https://doi.org/10.1109/CSAE.2011.5952915>
- [26] H. C. Lin, "An internet-based graphical programming tool for teaching power system harmonic measurement," IEEE Trans. Educ., vol. 49, no. 3, pp. 404–414, 2006. <https://doi.org/10.1109/TE.2006.879239>
- [27] E. Lunca, S. Ursache, and O. Neacsu, "Graphical programming tools for electrical engineering higher education," Int. J. Online Eng., vol. 7, no. 1, pp. 19–24, 2011. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v7i1.1403>
- [28] P. Fan and G. Zhou, "Analysis of the business model innovation of the technology of internet of things in postal logistics," 2011 IEEE 18th Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manag., pp. 532–536, 2011. <https://doi.org/10.1109/ICIEEM.2011.6035215>
- [29] M. Ghazal, F. Hancefa, S. Ali, Y. Al Khalil, and A. Swelch, "A Framework for Teaching Robotic Control Using a Novel Visual Programming Language," no. October, pp. 16–19, 2016. <https://doi.org/10.1109/MWSCAS.2016.7870095>
- [30] X. Xingmei, Z. Jing, and W. He, "Research on the basic characteristics, the key technologies, the network architecture and security problems of the Internet of things," Proc. 2013 3rd Int. Conf. Comput. Sci. Netw. Technol., pp. 825–828, 2013. <https://doi.org/10.1109/ICCSNT.2013.6967233>
- [31] J. Chin and V. Callaghan, "Educational living labs: A novel internet-of-things based approach to teaching and research," Proc. - 9th Int. Conf. Intell. Environ. IE 2013, pp. 92–99, 2013. <https://doi.org/10.1109/IE.2013.48>
- [32] M. Kranz, P. Holleis, and A. Schmidt, "Embedded interaction: Interacting with the internet of things," IEEE Internet Comput., vol. 14, no. 2, pp. 46–53, 2010. <https://doi.org/10.1109/MIC.2009.141>
- [33] A. W. Burange and H. D. Misalkar, "Review of Internet of Things in development of smart cities with data management & privacy," Conf. Proceeding - 2015 Int. Conf. Adv. Comput. Eng. Appl. ICACEA 2015, pp. 189–195, 2015. <https://doi.org/10.1109/ICACEA.2015.7164693>
- [34] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. M. S. & Tutorials, and undefined 2015, "Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications," Ieeeexplore.Ieee.Org, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015.
- [35] P. Peniak and M. Franekova, "Model of integration of embedded systems via CoAP protocol of Internet of Things," Int. Conf. Appl. Electron., vol. 2016–Septe, pp. 201–204, 2016. <https://doi.org/10.1109/AE.2016.7577273>

- [36] J. O. Hamblen and G. M. E. Van Bekkum, "An embedded systems laboratory to support rapid prototyping of robotics and the internet of things," *IEEE Trans. Educ.*, vol. 56, no. 1, pp. 121–128, 2013. <https://doi.org/10.1109/TE.2012.2227320>
- [37] R. Rolland and J. Grundspenkis, "Representation of study program as a part of graph based framework for tutoring module of intelligent tutoring system," 2012 2nd Int. Conf. Digit. Inf. Process. Commun. ICDIPC 2012, pp. 108–113, 2012. <https://doi.org/10.1109/ICDIPC.2012.6257276>
- [38] L. Kurup, A. Joshi, and N. Shekhar, "Intelligent tutoring system for learning english punctuation," *Proc. - 2nd Int. Conf. Comput. Commun. Control Autom. ICCUBEA 2016*, 2017.
- [39] S. Abu Naser, a Ahmed, N. Al Misri, and Y. Abu Sultan, "Human Computer Interaction Design of the LP-ITS: Linear Programming Intelligent Tutoring Systems," *Int. J. Artif. Intell. Appl.*, vol. 2, no. 3, pp. 60–70, 2011.
- [40] S. S. Priya, R. Subhashini, and J. Akilandeswari, "Learning agent based knowledge management in Intelligent Tutoring System," 2012 Int. Conf. Comput. Commun. Informatics, pp. 1–5, 2012. <https://doi.org/10.1109/ICCCI.2012.6158828>
- [41] K. Crockett, A. Latham, D. Mclean, and J. O'Shea, "A fuzzy model for predicting learning styles using behavioral cues in an conversational intelligent tutoring system," *IEEE Int. Conf. Fuzzy Syst.*, 2013. <https://doi.org/10.1109/FUZZ-IEEE.2013.6622382>
- [42] D. Hooshyar, R. B. Ahmad, M. Fathi, M. Yousefi, and M. Hooshyar, "Flowchart-based Bayesian Intelligent Tutoring System for computer programming," 2015 Int. Conf. Smart Sensors Appl. ICSSA 2015, pp. 150–154, 2015. <https://doi.org/10.1109/ICSSA.2015.7322528>
- [43] T. Zhihong, W. Liu, L. Libing, and Y. Zeqing, "The Application of Ontology Model in Intelligent Tutoring System," *Proc. - Int. Conf. Comput. Sci. Softw. Eng. CSSE 2008*, vol. 5, pp. 1176–1179, 2008.
- [44] I. Jugo, B. Kovačević, and V. Slavuj, "Using data mining for learning path recommendation and visualization in an intelligent tutoring system," 2014 37th Int. Conv. Inf. Commun. Technol. Electron. Microelectron. MIPRO 2014 - Proc., no. May, pp. 924–928, 2014.
- [45] R. Rahul, A. Whitchurch, and M. Rao, "An open source graphical robot programming environment in introductory programming curriculum for undergraduates," *Proc. 2014 IEEE Int. Conf. MOOCs, Innov. Technol. Educ. IEEE MITE 2014*, pp. 96–100, 2015.
- [46] J. Lee, M. Stanley, A. Spanias, and C. Tepedelenlioglu, "Integrating machine learning in embedded sensor systems for Internet-of-Things applications," 2016 IEEE Int. Symp. Signal Process. Inf. Technol. ISSPIT 2016, pp. 290–294, 2017.
- [47] M. Y. Si Allal Zarouk and M. Khaldi, "Towards an Intelligent Tutoring System developing Metacognition: Cyclical model," 2015 10th Int. Conf. Intell. Syst. Theor. Appl. SITA 2015, 2015. <https://doi.org/10.1109/SITA.2015.7358437>
- [48] N. Thai-Nghe and L. Schmidt-Thieme, "Multi-relational Factorization Models for Student Modeling in Intelligent Tutoring Systems," *Proc. - 2015 IEEE Int. Conf. Knowl. Syst. Eng. KSE 2015*, pp. 61–66, 2016.
- [49] D. P. Vinchurkar and M. Sasikumar, "Intelligent tutoring system for voice conversion in English," *Proc. - IEEE 15th Int. Conf. Adv. Learn. Technol. Adv. Technol. Support. Open Access to Form. Informal Learn. ICALT 2015*, pp. 314–316, 2015. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2015.147>
- [50] A. Ramirez-Noriega, R. Juárez-Ramírez, and Y. Martínez-Ramírez, "Evaluation module based on Bayesian networks to Intelligent Tutoring Systems," *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 37, no. 1, pp. 1488–1498, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2016.05.007>

## 8 Authors

**Jiragorn Chalermdit** is a PhD candidate in the Information and Communication Technology for Education, Faculty of Technical Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Bangkok, Thailand. His research interests focus on intelligent tutoring systems, the internet of things, embedded systems and graphical programming.

**Prachyanun Nilsook** is an associate professor at the Division of Information and Communication Technology for Education, King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Thailand. He currently works in the field of ICT for education and Vocational Education Technology Research Centre. He is a member of Professional Societies in the Association for Educational Technology of Thailand (AETT).

**Panita Wannapiroon** is an associate professor at the Division of Information and Communication Technology for Education, and the Director of Innovation and Technology Management Research Centre (ITMRC), Science and Technology Research Institute (STRI), King Mongkut's University of Technology North Bangkok (KMUTNB), Thailand. Presently, she works in the field of ICT in education.

Article submitted 09 September 2018. Final acceptance 08 December 2018. Final version published as submitted by the authors.

### ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายจิรากร เฉลิมดิษฐ์  
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบสนับสนุนการเรียนรู้อัจฉริยะแบบกราฟิกด้วยเทคโนโลยีเชื่อมโยงสรรพสิ่ง เพื่อพัฒนาสมรรถนะวิชาชีพสมองกลฝังตัว  
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

#### ประวัติ

##### ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์และ  
 โทรคมนาคม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

พ.ศ. 2552 สำเร็จการศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

##### ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลมีเดีย คณะเทคโนโลยี  
 อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

พ.ศ. 2552-2558 อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และ  
 เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง

พ.ศ. 2551-2552 บริษัท เวิร์คกรุ๊ป เทคโนโลยี จำกัด

##### ผลงานวิชาการ

จิรากร เฉลิมดิษฐ์. (2556). ระบบตรวจสอบรายชื่อการเข้าเรียนของนักเรียนโรงเรียนวัดบางกระ  
 โดยใช้ RFID. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง.  
 (จำนวน 58 หน้า)

จิรากร เฉลิมดิษฐ์. (2560). การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง  
 หน่วยความจำและหน่วยสำรองข้อมูล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิต  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้าน  
 จอมบึง. (จำนวน 70 หน้า)

จิรากร เฉลิมดิษฐ์. (2558). ระบบบริการนักศึกษาโดยใช้แนวคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมเชิง  
 บริการ (SOA) สำหรับสถาบันอุดมศึกษา. วารสารการอาชีวศึกษาและเทคโนโลยี. 5(10) : 9-17.

จิรากร เฉลิมดิษฐ์. (2561). การพัฒนาแอปพลิเคชันด้วยเทคโนโลยี Augmented Reality เรื่อง  
 หน่วยความจำและหน่วยสำรองข้อมูล สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นโรงเรียนสาธิต  
 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง  
 วิจัย ครั้งที่ 6 มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง. 1 มีนาคม 2561