

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

นายปิยะ ธิรพันธุ์เมธี

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

ชื่อ : นายปิยะ ธิรพันธุ์เมธี
ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์ค
ธนาคารข้อสอบ
สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์
ปีการศึกษา : 2557

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. สังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ 2. พัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ 3. ทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ และ 4. ศึกษาผลการใช้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ วิธีดำเนินการวิจัยประกอบด้วย การสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบโดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาของเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การพัฒนาระบบโดยออกแบบตามหลักสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซีและหลักการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คและคุณลักษณะธนาคารข้อสอบ และการศึกษาผลการใช้งานระบบธนาคารข้อสอบในด้านการคัดกรองข้อสอบมาตรฐานและระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆในด้านการปรับเปลี่ยนและแบ่งปันทรัพยากรร่วมกันรวมถึงสภาพความพร้อมใช้งานตลอดเวลา

ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ (1) ส่วนจัดการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (2) ส่วนเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ (3) ส่วนผู้เกี่ยวข้องกับระบบ โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน 2. ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้นแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ (1) ส่วนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆประกอบด้วย เครื่องผู้ขอใช้บริการ เครื่องบริการแปลชื่อ โดเมนเป็นหมายเลข ไอพี เครื่องบริการเว็บ เครื่องควบคุมการเข้าถึง เพิ่มข้อมูล เครื่องจัดเก็บเพิ่มข้อมูล และเครื่องบริการฐานข้อมูล (2) ส่วนซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบประกอบด้วย ส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน ส่วนเชื่อมต่อฐานข้อมูล และส่วนบริการเว็บ (3) ส่วนโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบประกอบด้วย ระบบปฏิบัติการเซนต์โอเอส โพรโทคอลทีซีพี/ไอพี อาปาเช่เว็บเซิร์ฟเวอร์ เว็บเซอร์วิส และโปรแกรมบริหารจัดการ

ฐานข้อมูลมายเอสคิวแอล 3.ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคาร
ข้อสอบมีประสิทธิภาพในด้านการทำงานตามคุณลักษณะซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คและด้านการทำงาน
ตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบอยู่ในระดับมากที่สุด 4. ผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบ
กลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารแบ่งเป็น 2 ด้านคือ (1) ด้านธนาคารข้อสอบ สามารถทำการ
คัดกรองข้อสอบตามเกณฑ์ข้อสอบมาตรฐาน โดยตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาจากค่า
สัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบจากค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนก
และตรวจสอบความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบจากค่าความคงที่ภายใน (2) ด้านระบบประมวลผลแบบ
กลุ่มเมฆ ระบบมีสภาพความพร้อมใช้งานตลอดเวลา สามารถปรับเปลี่ยนแบ่งปันใช้งานทรัพยากร
ร่วมกันและสามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบผ่าน โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ
(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 211 หน้า)

คำสำคัญ : การพัฒนาระบบ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เฟรมเวิร์ค ธนาคารข้อสอบ

Name : Mr.Piya Thirapanmethee
Thesis Title : Cloud Computing System for Item Bank Framework as a Service
Major Field : Information and Communication Technology for Education
King Mongkut's University of Technology North Bangkok
Thesis Advisor : Assistant Professor Dr.Pallop Piriyasurawong
Academic Year : 2014

Abstract

The aim of the research study can be described as follows: 1. to synthesize the framework of the Item Bank as a Service (IBaaS) in terms of cloud computing systems, 2. to develop the framework of the IBaaS in terms of cloud computing systems, 3. to evaluate the proficiency of the IBaaS in terms of cloud computing systems, 4. to study the results of the IBaaS in terms of cloud computing systems. The methodology of the research study is composed of an analysis of the contents, and a review of the relevant literature in terms of the framework of the IBaaS. The cloud computing IBaaS can be developed through the use of the System Development Life Cycle (SDLC), according to both the Model-View-Controller Architecture (MVC) and Object Oriented Analysis and Design (OOAD).

The results of the research study indicate that an analysis of the contents can be divided into four sections. The first part is concerned with the format of cloud computing systems for the framework of the item bank, and is sub-divided into three sections: the management of cloud computing systems, the framework of the item bank, and the people related to the system. The development of the research study indicates the highest appropriate results were achieved. The second part is concerned with the Cloud Computing processing system, which can be sub-divided into six sections: Client, Domain Name Server (DNS), Web Server, Name Node, Data Node, and Database Management Server (DBMS). Furthermore, there are three basic characteristics of the framework of the software section, including user interface, database connection, and web service. The third part, concerning the infrastructure, deals with support functions, and the use of the Cents Operating System (CentOS), TCP/IP Protocols, Apache Web Server, Web Service, and MySQL. The third part concerns the development of the characteristics of both the item bank framework and the software system, and also indicates that the highest appropriate results were

achieved. Finally, the findings of the research study were divided into two sections. The item bank was examined with increased refinement for the purpose of establishing higher standards. Moreover, the content of this study can be validated in terms of difficulty, discrimination, reliability, standard deviation, and confidence intervals through statistical analysis. The findings reveal that as part of the process, users could use any item at any time, share their resources, and gain access to the system from any network via web application.

(Total 211 Pages)

Keywords : Item Bank, Software Framework, Cloud Computing System

Advisor

กิตติกรรมประกาศ

กิตติกรรมประกาศนี้ขอขอบพระคุณผู้ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ และการให้กำลังใจ ในการดำเนินงานวิจัยระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคล และหน่วยงานดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิพนธ์ สุขปรีดี ประธานกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ไพบูลย์ เกียรติโกมล กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ความอนุเคราะห์ความเห็นและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่องานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ซึ่งเป็นผู้ให้ความรู้และคำปรึกษาอันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ ดร.ณมน จิรังสุวรรณ ประธานหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ปรัชญนันท์ นิลสุข และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปณิดา วรรณพิรุณ อาจารย์ประจำสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา ที่ได้ให้ความรู้และชี้แนะแนวทางพร้อมทั้งมุมมองอันเป็นประโยชน์ในการทำวิจัยซึ่งช่วยให้งานวิจัยได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อุ๋นใจ ลิมตระกูล อธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิตยา สำเร็จผล อธิการบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้การสนับสนุนและส่งเสริมในการศึกษาต่อในระดับดุษฎีบัณฑิต และขอขอบคุณอาจารย์ นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี บุคลากรของสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนในการดำเนินการวิจัย

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขออำนาจคุณพระศรีรัตนตรัย สิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายโปรดบันดาลให้บุคคล และหน่วยงาน ตามที่ข้าพเจ้าได้กล่าวมาข้างต้นนี้ จงประสบแต่ความสุข ความสำเร็จ ทั้งในด้านชีวิตส่วนตัว ครอบครัวและหน้าที่การงาน ตลอดจนขอให้มีความสุขกายที่แข็งแรงตลอดไป

ปิยะ ธีรพันธุ์เมธี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย	4
1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ	6
1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
2.1 ระบบธนาคารข้อสอบ	9
2.2 การพัฒนาข้อสอบ	11
2.3 การประเมินข้อสอบ	12
2.4 สถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี	17
2.5 ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค	18
2.6 เว็บบเซอร์วิส	20
2.7 ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	23
2.8 ความพร้อมใช้งานตลอดเวลา	26
2.9 ระบบจัดการเพิ่มข้อมูลแบบกระจาย	28
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	30
2.11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	47
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	49
3.1 สังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์ค ธนาคารข้อสอบ	49

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 พัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร ข้อสอบ	52
3.3 ทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรม เวิร์กธนาคารข้อสอบ	69
3.4 ศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรม เวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น	71
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย	74
บทที่ 4 ผลการวิจัย	75
4.1 ผลการสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการ เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	75
4.2 ผลการพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์ค ธนาคารข้อสอบ	95
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการ เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	100
4.4 ผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์ค ธนาคารข้อสอบ	111
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	129
5.1 สรุปผล	129
5.2 อภิปรายผล	131
5.3 ข้อเสนอแนะ	135
บรรณานุกรม	139
ภาคผนวก ก	145
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	146
ภาคผนวก ข	149
แบบประเมินรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผล แบบกลุ่มเมฆ	150
แบบประเมินประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการ เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	160

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ก	171
คู่มือการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์ค	
ธนาคารข้อสอบ	172
เจ้าหน้าที่ดูแลระบบ (Admin)	172
อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลัก (Primary Instructor)	178
ผู้ออกข้อสอบ (Item maker)	195
กรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor)	199
นักศึกษา (Student)	201
ภาคผนวก ง	205
อภิธานศัพท์และดัชนีสืบค้นเรื่อง	206
ประวัติผู้วิจัย	211

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4-1	โมดูลในส่วนโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้งานของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	79
4-2	ผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	82
4-3	ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	86
4-4	ผลการประเมินความเหมาะสมของหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	87
4-5	ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	88
4-6	ผลการประเมินความเหมาะสมของส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	90
4-7	ผลการประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	91
4-8	สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	95
4-9	หน้าที่การทำงานของแฟ้มข้อมูลของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	98
4-10	การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กในด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์ก (System Test)	101
4-11	การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กในด้านการใช้งานเฟรมเวิร์ก (Usability Test)	102
4-12	การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กในด้านการทำงานโดยรวมของเฟรมเวิร์ก (Performance Test)	103
4-13	การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบแยกตามหน่วยการทำงาน (Module Test)	104
4-14	การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบในด้านความสามารถในการใช้งานธนาคารข้อสอบ (Usability Test)	108
4-15	การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบในด้านการทำงานโดยรวมของธนาคารข้อสอบ (Performance Test)	109

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4-16	สรุปการทดสอบประสิทธิภาพของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับ บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	110
4-17	เวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 10 Kbyte	119
4-18	เวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 1 MByte	120
4-19	เวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte	121
4-20	เวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 10 MByte	122
4-21	เวลาในการตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 Kbyte เข้าสู่ระบบ	124
4-22	เวลาในการตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 1 MByte เข้าสู่ระบบ	125
4-23	เวลาในการตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte เข้าสู่ระบบ	126
4-24	เวลาในการตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 MByte เข้าสู่ระบบ	127
ก-1	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ	146

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	กรอบแนวคิดการพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์ก ธนาคารข้อสอบ	7
2-1	สถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี	17
2-2	รูปแบบเว็บเซอร์วิส (Web Service Model)	21
2-3	สถาปัตยกรรมระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	25
2-4	แสดงโครงสร้างของระบบที่ใช้ฮาร์ดบีท	27
2-5	ความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วยภายในริมุส (Remus)	28
2-6	ความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบของแมพรีดิวซ์	30
2-7	ขั้นตอนการสร้างชุดข้อสอบโดยใช้ซีเอสโมเดล	34
2-8	ขั้นตอนการทำงานของเว็บเซอร์วิสในระบบฝึกอบรมและการสอบออนไลน์	35
2-9	สถาปัตยกรรมระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการฝึกอบรมและการสอบออนไลน์	36
2-10	ห้องปฏิบัติการเสมือนด้านระบบเครือข่าย บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	40
2-11	สถาปัตยกรรมห้องปฏิบัติการระบบเครือข่ายเสมือนบนระบบประมวลผล แบบกลุ่มเมฆ	40
2-12	สถาปัตยกรรมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	44
2-13	การสื่อสารระหว่างโมดูลในระบบบริการเฟรมเวิร์กห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์	45
3-1	การนำโปรแกรมเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบขึ้นสู่ระบบที่จัดสภาพการทำงาน แบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	53
3-2	การนำข้อมูลขึ้นสู่ระบบและแยกข้อมูลออกเป็นชุดย่อยเพื่อกระจายการจัดเก็บ	55
3-3	การใช้บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในสภาพการทำงานแบบระบบประมวลผล แบบกลุ่มเมฆ	55
3-4	แผนภาพยูสเคสระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร ข้อสอบ	58
3-5	แผนภาพคลาสระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร ข้อสอบ	59
3-6	แผนภาพกิจกรรมระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร ข้อสอบ	60

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า	
3-7	แผนภาพลำดับขั้นการเข้าสู่ระบบ	61
3-8	แผนภาพลำดับขั้นการกำหนดหน่วยเรียน	62
3-9	แผนภาพลำดับขั้นการสร้างข้อสอบ	62
3-10	แผนภาพลำดับขั้นการสร้างชุดข้อสอบ	63
3-11	แผนภาพลำดับขั้นการกำหนดเงื่อนไขชุดข้อสอบ	63
3-12	แผนภาพลำดับขั้นการสร้างข้อสอบตามเงื่อนไขของชุดข้อสอบ	64
3-13	แผนภาพลำดับขั้นการทำข้อสอบ	64
3-14	แผนภาพลำดับขั้นการแสดงผลการสอบแบบรายบุคคล	65
3-15	แผนภาพลำดับขั้นการแสดงผลการสอบทั้งชุดข้อสอบ	65
3-16	แผนภาพองค์ประกอบของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	66
3-17	แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลในเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	67
3-18	ซอฟต์แวร์สำหรับโครงสร้างพื้นฐานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	68
3-19	การทดสอบความสามารถในการเรียกใช้หรือการอ่านเพิ่มข้อมูล	72
3-20	การทดสอบการนำข้อมูลแบบเพิ่มข้อมูลหรือการเขียนข้อมูลเข้าสู่ระบบ	73
3-21	การทดสอบความคงทนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น	73
4-1	รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	78
4-2	ขั้นตอนและกิจกรรมในการนำระบบธนาคารข้อสอบไปใช้งาน	83
4-3	คอมพิวเตอร์ในระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น	96
4-4	สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	97
4-5	การคัดเลือกข้อสอบเพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง	112
4-6	การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบในการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556	113
4-7	การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบในการสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557	114
4-8	ผลการประเมินคุณภาพของข้อสอบ	115
4-9	ความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบที่ใช้ในการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556	116
4-10	ความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบที่ใช้ในการสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557	116

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-11 จำนวนข้อสอบในฐานข้อมูลข้อสอบก่อนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556	117
4-12 จำนวนข้อสอบในฐานข้อมูลข้อสอบก่อนสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557	118
4-13 เวลาตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 10 KByte	119
4-14 เวลาตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 1MByte	120
4-15 เวลาตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte	121
4-16 เวลาตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 10MByte	122
4-17 เวลาตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 Kbyte เข้าสู่ระบบ	124
4-18 เวลาตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 1 MByte เข้าสู่ระบบ	125
4-19 เวลาตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte เข้าสู่ระบบ	126
4-20 เวลาตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 MByte เข้าสู่ระบบ	127
ค-1 หน้าจอการเข้าสู่ระบบของเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ	172
ค-2 หน้าแสดงผลข้อมูล หลังจากเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว	173
ค-3 การจัดการข้อมูลคณะ	173
ค-4 การเพิ่มข้อมูลคณะ	174
ค-5 การเพิ่มข้อมูลสาขา	174
ค-6 การเพิ่มบัญชีผู้ใช้	174
ค-7 การบันทึกบัญชีผู้ใช้งาน	175
ค-8 การจัดการบัญชีผู้ใช้งาน	175
ค-9 การเลือกเพิ่มกลุ่มผู้ใช้งาน	175
ค-10 การเพิ่มกลุ่มผู้ใช้งาน	176
ค-11 การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงระบบ	176
ค-12 การเพิ่มข้อมูลรายวิชา	176
ค-13 การแสดงผลข้อมูลรายวิชา	177
ค-14 การจัดการข้อมูลรายวิชา	177
ค-15 การกำหนดอาจารย์ประจำวิชาตามคณะ สาขาและรายวิชา	177
ค-16 การลงทะเบียนนักศึกษาของรายวิชา	178
ค-17 การออกจากระบบ	178

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค-18 การเข้าสู่ระบบของอาจารย์ผู้รับชอบหลัก	178
ค-19 การแสดงผลหน้าจอหลัก เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว	179
ค-20 การกำหนดอาจารย์ผู้ออกข้อสอบ	179
ค-21 การกำหนดอาจารย์ผู้ออกข้อสอบใหม่	179
ค-22 การกำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ	180
ค-23 การแสดงผลข้อมูลหน่วยเรียน	180
ค-24 การเพิ่มหัวข้อข้อมูลหน่วยเรียน	181
ค-25 การเพิ่มหัวข้อภายในหน่วยเรียน	181
ค-26 การแสดงข้อสอบทั้งหมด ตามหัวข้อ	182
ค-27 การแสดงข้อสอบทั้งหมด	182
ค-28 การสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก	183
ค-29 การสร้างคำถาม	183
ค-30 การสร้างตัวเลือก	184
ค-31 การสร้างชุดข้อสอบ	185
ค-32 การเพิ่มชุดข้อสอบ	185
ค-33 การกำหนดเงื่อนไขของชุดข้อสอบ	185
ค-34 การเลือกเงื่อนไขของชุดข้อสอบ	186
ค-35 บันทึกเงื่อนไขของชุดข้อสอบ	186
ค-36 การสุ่มข้อสอบ	186
ค-37 การสุ่มข้อสอบใหม่	187
ค-38 การเลือกแสดงผลข้อมูลชุดข้อสอบ	187
ค-39 การแสดงผลข้อมูลชุดข้อสอบ	187
ค-40 การแสดงข้อมูลข้อสอบของแต่ละเงื่อนไขชุดข้อสอบ	188
ค-41 การแสดงผลข้อมูลข้อสอบของแต่ละเงื่อนไขชุดข้อสอบ	188
ค-42 การออกรายงานชุดข้อสอบ	189
ค-43 รายงานชุดข้อสอบ	189
ค-44 เฉลยข้อสอบ	190

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค-45 การเลือกแสดงผลข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ	190
ค-46 รายงานค่าสถิติของชุดข้อสอบ	191
ค-47 การออกรายงานผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ	191
ค-48 การอัปโหลดรายชื่อนักศึกษา	192
ค-49 การเลือกไฟล์อัปโหลดรายชื่อนักศึกษา	192
ค-50 รายชื่อนักศึกษา	193
ค-51 การแสดงรายชื่อนักศึกษาสำหรับชุดข้อสอบ	193
ค-52 รายชื่อนักศึกษาสำหรับชุดข้อสอบ	193
ค-53 การแสดงผลการสอบ	194
ค-54 ผลการสอบ	194
ค-55 การยกเลิกแบบทดสอบ	194
ค-56 เลือยกยกเลิกแบบทดสอบ	195
ค-57 การเข้าสู่ระบบของผู้ออกข้อสอบ	195
ค-58 การแสดงผลหน้าจอหลัก เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว	195
ค-59 การแสดงผลข้อมูลรายวิชาพร้อมแถบเมนู หลังจากเลือกชื่อรายวิชาที่ต้องการ	196
ค-60 การเลือกแสดงผลข้อมูลข้อสอบ	196
ค-61 การแสดงผลข้อมูลข้อสอบ	196
ค-62 การสร้างข้อสอบ	197
ค-63 การสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก	197
ค-64 การเลือกปรับแก้ข้อสอบ	198
ค-65 ปรับแก้ข้อสอบ	198
ค-66 การปรับแก้ข้อสอบสำเร็จ	198
ค-67 การลบข้อสอบ	199
ค-68 ยืนยันการลบข้อสอบ	199
ค-69 การเข้าสู่ระบบของกรรมการประเมินข้อสอบ	199
ค-70 การแสดงผลหน้าจอหลัก เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว	200
ค-71 การแสดงผลข้อมูลรายวิชาพร้อมแถบเมนู หลังจากเลือกชื่อรายวิชาที่ต้องการ	200

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ค-72 การแสดงรายงานการประเมินของแต่ละหน่วยเรียน	200
ค-73 การประเมินข้อสอบ	200
ค-74 เลือกวิชาข้อสอบที่ต้องการประเมิน	201
ค-75 ประเมินข้อสอบ	201
ค-76 การเข้าสู่ระบบของนักศึกษา	201
ค-77 การทดสอบการทำงานของเมาส์ (Mouse)	201
ค-78 การทดสอบการทำงานของคีย์บอร์ด (Keyboard)	202
ค-79 การทดลองทำแบบทดสอบออนไลน์	202
ค-80 การแสดงรายละเอียดการสอบของแต่ละรายวิชา	202
ค-81 การแสดงรายละเอียดการสอบ หลังจากเลือกเข้าสู่อการสอบ	203
ค-82 การสอบแบบปรนัย	203

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถาบันการศึกษาเป็นหน่วยงานหนึ่งที่ได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาเป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการดำเนินกิจกรรมที่สำคัญในการจัดการศึกษา เทคโนโลยีสารสนเทศจัดได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วดังจะเห็นได้จากพัฒนาการของรูปแบบการให้บริการในอดีตที่การประมวลผลด้วยระบบคอมพิวเตอร์มีใช้เพียงในมหาวิทยาลัยหรือบริษัทขนาดใหญ่ที่มีงบประมาณในการลงทุนสูงเท่านั้น ระบบที่ให้บริการในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นการประมวลผลแบบรวมศูนย์โดยผู้ใช้งานต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทางด้านเทคนิคในการใช้งานรวมถึงต้องมีเจ้าหน้าที่ซึ่งมีความรู้เฉพาะด้านในการดูแลบำรุงรักษาระบบ แต่ในปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานเพิ่มมากขึ้นโดยไม่จำกัดอยู่เพียงภายในมหาวิทยาลัยหรือบริษัทขนาดใหญ่เท่านั้นและผู้ใช้งานทั่วไปที่ทำงานในระดับโปรแกรมประยุกต์ไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์เป็นพิเศษอีกต่อไป

สถาบันการศึกษาหลายแห่งใช้งบประมาณลงทุนจำนวนมากกับการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อสร้างระบบเครือข่ายข้อมูลสารสนเทศ สร้างระบบฐานข้อมูล จัดหาเครื่องคอมพิวเตอร์ให้บริการงานประมวลผลสำหรับระบบสารสนเทศภายในสถาบัน ระบบสารสนเทศเหล่านี้จำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง โดยการบำรุงรักษานี้เป็นค่าใช้จ่ายที่ติดตามมาหลังทำการติดตั้งระบบในครั้งแรก ซึ่งเมื่อพิจารณาแล้วพบว่าการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้งานส่งผลให้สถาบันการศึกษาต้องมีภาระค่าใช้จ่ายจำนวนมากติดตามมาโดยที่มีอาจหลีกเลี่ยงได้ (Sultan, 2010 : 109-116)

ปัจจุบันสถาบันอุดมศึกษาหลายแห่งได้มีการนำระบบสารสนเทศเข้ามาใช้ในเป็นเครื่องมือช่วยในการดำเนินกิจการของสถาบัน โดยระบบสารสนเทศที่สถาบันอุดมศึกษาใช้งานส่วนใหญ่เป็นระบบที่มีการติดตั้งแยกตามหน่วยงานที่เป็นผู้รับผิดชอบระบบ ซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถนำทรัพยากรที่มีอยู่ในแต่ละหน่วยงานมาแบ่งปันใช้งานร่วมกันได้ ทั้งนี้ระบบสารสนเทศของบางหน่วยงานมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการประมวลผลแต่มีความถี่ในการใช้งานน้อย ซึ่งการลงทุนกับระบบลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดความไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนเนื่องจากไม่ได้ใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างเต็มประสิทธิภาพ

หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของสถาบันอุดมศึกษาจึงมีความพยายามในการนำทรัพยากรทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ตามหน่วยงานในสถาบันมาแบ่งปันใช้งานร่วมกันเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งานและเป็นการประหยัดงบประมาณในการลงทุน

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) เป็นรูปแบบใหม่ของการให้บริการทางเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยเป็นระบบที่ให้บริการตั้งแต่ระดับโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศไปจนถึงชุดคำสั่งงานประยุกต์ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเป็นระบบที่ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ร่วมกันเพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการใช้งาน (ศรีสมรค์, 2553 : 14-21) ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเป็นการปรับเปลี่ยนครั้งสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามหลักการของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ โดยการทำงานทั้งหมดอยู่ในรูปแบบระบบเสมือนที่สามารถปรับเปลี่ยนองค์ประกอบได้ตามความต้องการของผู้ใช้บริการ (Guang and Guisheng, 2011 : 526-529) คุณลักษณะดังกล่าวทำให้มีสถาบันการศึกษาหลายแห่งดำเนินการลงทุนพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเพื่อใช้งานบริการทางการศึกษา โดยคาดหวังว่าระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจะเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียน เนื่องจากเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้ใช้รวมถึงสามารถนำทรัพยากรทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ในสถาบันมาแบ่งปันใช้งานร่วมกันซึ่งเป็นการช่วยทำให้เกิดความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่และช่วยลดงบประมาณในการลงทุนในระยะยาว (Wang, Li and Zheng, 2010 : 80-83)

นอกจากการใช้ทรัพยากรเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่ร่วมกันเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด สถาบันอุดมศึกษายังต้องให้ความสำคัญกับมาตรฐานการจัดการศึกษา โดยการจัดการเรียนการสอนมีปัจจัยที่สำคัญ 3 ประการที่ต้องประสานสัมพันธ์ซึ่งกันและกันเสมอจึงทำให้ผลที่เกิดขึ้นบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ได้ กล่าวคือ จุดมุ่งหมายของรายวิชา (Course Objectives) เนื้อหาของรายวิชา (Course Content) และ เนื้อหาของการทดสอบ (Examination Content) สำหรับในประเทศไทยนั้น โดยทั่วไปปัจจัยสำคัญข้อที่ 3 คือการประเมินผลการเรียนการสอนนั้นยังคงมีปัญหาอยู่ตลอดเวลาทุกระดับการศึกษา กล่าวคือ ข้อทดสอบด้อยคุณภาพ ข้อทดสอบมักไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมในการเรียนการสอน ขาดการพัฒนาข้อทดสอบให้เป็นข้อทดสอบที่ดียิ่งขึ้น ขาดวิธีการที่เหมาะสมในการเทียบมาตรฐานคะแนนต่างแบบทดสอบ การสร้างชุดข้อสอบที่มีคุณภาพเป็นสิ่งที่ทำได้ยากเนื่องจากข้อสอบที่ดีต้องมีการวัดผู้เรียนในหลายด้าน การสร้างชุดข้อสอบที่มีคุณภาพทำได้โดยการกำหนดรูปแบบและวิธีการในการออกข้อสอบ การจัดเก็บข้อสอบ การคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสม ทั้งนี้การออกข้อสอบในกลุ่มวิชาที่มีผู้เรียนเป็นจำนวนมากส่วนใหญ่เป็นแบบปรนัย

มากกว่าอัตรานี้เนื่องจากการเป็นารสอบของนักศึกษาจำนวนมากและข้อสอบแบบปรนัยสามารถออกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาได้มากกว่า แต่การออกข้อสอบแบบปรนัยต้องใช้เวลาานและประกอบกับการจัดเก็บข้อสอบส่วนใหญ่ยังอยู่ในรูปแบบของกระดาษ (Paper Base) ทำให้สิ้นเปลืองพื้นที่ในการจัดเก็บและยากต่อการค้นหา (Tang, 2010 : 80-82)

ปัจจุบันสถาบันการศึกษานิยมจัดเก็บข้อสอบไว้ในเครื่องคอมพิวเตอร์เพราะช่วยประหยัดเนื้อที่สำหรับการจัดเก็บมากกว่าการจัดเก็บในรูปแบบของกระดาษซึ่งทำให้การค้นหาข้อสอบทำได้รวดเร็ว การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการบันทึกข้อสอบ ผลการสอบสามารถ และการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีทางการศึกษา เป็นแนวทางที่สามารถนำไปสู่การพัฒนาข้อสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น (Deng, 2010 : 1-2)

ธนาคารข้อสอบ เป็นระบบการสร้างและจัดเก็บสะสมข้อสอบที่ดีมีคุณภาพมาตรฐานจำนวนมากให้สามารถเลือกมาใช้ตามต้องการหรืออาจหมายถึงแหล่งเก็บรวบรวมข้อสอบที่มีการจัดเก็บและการใช้อย่างเป็นระบบ รวมถึงข้อสอบที่ได้วิเคราะห์ว่ามีคุณสมบัติตามลักษณะของข้อสอบที่ดี ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการที่จะนำไปใช้ในโอกาสต่อไป ธนาคารข้อสอบจึงเป็นเครื่องมือในการช่วยลดระยะเวลาในการจัดทำชุดข้อสอบ ลดปริมาณการจัดเก็บที่เป็นกระดาษ โดยการคัดเลือกจากข้อสอบจากฐานข้อมูล ทำให้สะดวกต่อการค้นหา รวมถึงช่วยในการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ และการนำข้อสอบกลับมาใช้ใหม่อย่างมีประสิทธิภาพ (บุญชม, 2533 : 44-48)

ดังนั้น เพื่อเป็นการตอบสนองต่อนโยบายการใช้ทรัพยากรสารสนเทศร่วมกันในสถาบันอุดมศึกษา โดยอาศัยเทคโนโลยีระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ และการพัฒนามาตรฐานการจัดการเรียนการสอน การวัดและประเมินผลที่ต้องการพัฒนาระบบธนาคารข้อสอบเพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเก็บไว้ใช้ในการสอบวัดและประเมินผลการเรียนของนักศึกษา งานวิจัยนี้จึงนำเสนอแนวคิดการพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ โดยเป็นการสร้างต้นแบบที่รวมคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆและคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบเข้าด้วยกัน

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

1.2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

1.2.4 เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร
ข้อสอบ

1.3 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อให้ได้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร
ข้อสอบ ซึ่งได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ดังนี้

1.3.1 ขอบเขตด้านการพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร (Private Cloud) ที่ใช้
ภายในสถาบันอุดมศึกษา โดยเป็นบริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service: SaaS) และบริการ
แพลตฟอร์ม (Platform as a Service: PaaS) เท่านั้น

1.3.2 ขอบเขตด้านธนาคารข้อสอบ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาธนาคารข้อสอบเพื่อเป็นเครื่องมือสร้างชุดข้อสอบและวิเคราะห์
ข้อสอบตามหลักการสร้างข้อสอบมาตรฐาน ซึ่งประกอบด้วย ระบบบริหารจัดการ ระบบวิเคราะห์
ข้อสอบ ระบบจัดการและดำเนินการสอบ และระบบจัดการข้อสอบ

1.3.3 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ตัวแปรตาม

ประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ผลการใช้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

1.3.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

กลุ่มตัวอย่าง

นักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์
ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

1.4 นิยามศัพท์เฉพาะ

ธนาคารข้อสอบ (Item Bank) หมายถึง ระบบจัดเก็บข้อมูลข้อสอบบนระบบคอมพิวเตอร์ที่มีคุณลักษณะในด้านการบริหารจัดการระบบ การวิเคราะห์ข้อสอบ การจัดการและดำเนินการสอบ การจัดการข้อสอบ โดยผู้ใช้งานสามารถร่วมกันพัฒนาข้อสอบและสามารถสร้างชุดข้อสอบที่มีการวิเคราะห์ข้อสอบตามหลักการสร้างข้อสอบ

ข้อสอบที่บันทึกในธนาคารข้อสอบ หมายถึง ข้อสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพเป็นรายข้อ โดยมีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับ 0.2 ถึง 0.8 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ระดับ 0.2 ขึ้นไป

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing) หมายถึง บริการทางเทคโนโลยีสารสนเทศโดยเป็นระบบที่ให้บริการตั้งแต่ระดับโครงสร้างพื้นฐานทางเทคโนโลยีสารสนเทศไปจนถึงชุดคำสั่งงานประยุกต์ โดยประกอบด้วยคุณลักษณะของการให้บริการ 5 ด้าน คือ ปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ (On-demand Self-service) เข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ (Broad Network Access) แบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน (Resource Pooling) ปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว (Rapid Elasticity) และตรวจสอบปริมาณการใช้งานทรัพยากร (Measured Service)

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร (Private Cloud) หมายถึง ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่ติดตั้งบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในหน่วยงาน (Private Network) ผู้ใช้บริการต้องเป็นบุคลากรหรือบุคคลที่ผู้ดูแลระบบเครือข่ายอนุญาตให้เข้าใช้งานเท่านั้น

บริการเฟรมเวิร์ค (Framework) หมายถึง การให้บริการซอฟต์แวร์ในรูปแบบโครงสร้างซอฟต์แวร์หรือชุดคำสั่งที่สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถนำไปเขียนโปรแกรมเพิ่มเพื่อตอบสนองความต้องการอย่างใดอย่างหนึ่งในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บโดยการประมวลผลกระทำที่เครื่องของผู้ให้บริการและผู้ใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์หรือชุดคำสั่งดังกล่าวบนเครื่องของผู้ใช้บริการ

รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ หมายถึง แนวคิดในการพัฒนาระบบสารสนเทศที่รวมคุณลักษณะในการให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆและธนาคารข้อสอบเข้าด้วยกัน ซึ่งประกอบด้วย ส่วนจัดการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ส่วนเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ และส่วนผู้เกี่ยวข้องกับระบบ

ประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ หมายถึง การประเมินผลการทำงานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค โดยทำการประเมินในด้านการทำงานระบบเฟรมเวิร์ค (System Test) การใช้งานเฟรมเวิร์ค (Usability Test)

การทำงานโดยรวมของเฟรมเวิร์ค (Performance Test) และในด้านการทำงานตามคุณลักษณะ
 ธนาคารข้อสอบ ทำการประเมินในด้านการทำงานของหน่วยการทำงาน (Module Test) การใช้งาน
 ธนาคารข้อสอบ (Usability Test) และการทำงานโดยรวมของธนาคารข้อสอบ (Performance Test)

ผลการใช้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ หมายถึง
 การศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ
 แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านธนาคารข้อสอบศึกษาถึงความสามารถในการคัดกรอง
 ข้อสอบเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) มีคุณภาพ (Quality) และมีความ
 เชื่อมั่น (Reliability) และด้านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆการศึกษาถึงโครงสร้างของระบบที่มี
 ความความพร้อมใช้งานตลอดเวลา (Availability) สามารถเข้าใช้งานได้หลายช่องทางผ่านทาง
 ระบบเครือข่าย (Accessibility) และสามารถปรับเปลี่ยนขนาดของระบบ (Scalability)

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.5.1 ทำให้เกิดความร่วมมือในการพัฒนาข้อสอบมาตรฐานผ่านบริการเฟรมเวิร์คธนาคาร
 ข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

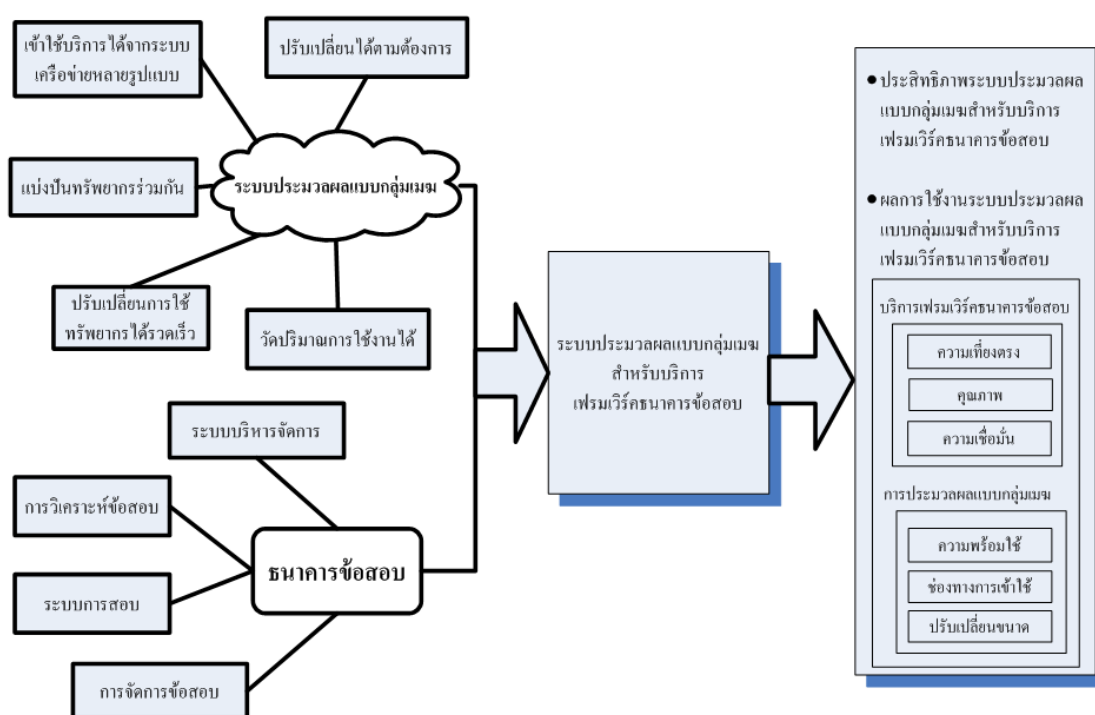
1.5.2 ทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรสารสนเทศที่มีประสิทธิภาพในการให้บริการเฟรมเวิร์ค
 ธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

1.5.3 เป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆกับการ
 ให้บริการทางการศึกษา

1.6 กรอบแนวคิดการวิจัย

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบเป็นการพัฒนา
 ระบบที่รวมความสามารถและคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเข้ากับระบบธนาคาร
 ข้อสอบ โดย ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมีความสามารถและคุณลักษณะในการให้บริการ 5
 ด้านคือ ปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ (On-demand Self-Service) เข้าใช้บริการจาก
 ระบบเครือข่ายหลากหลายรูปแบบ (Broad Network Access) แบ่งปันการใช้ทรัพยากรในระบบ
 ร่วมกัน (Resource Pooling) ปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว (Rapid Elasticity) และ
 สามารถวัดปริมาณการใช้งานทรัพยากรในระบบ (Measured Service) ระบบธนาคารข้อสอบมี
 คุณลักษณะสำคัญ 4 ด้านคือ ด้านการจัดการภาพรวมการทำงานทั้งระบบ (System Management)
 ด้านการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบ (Statistic Analysis) ด้านการจัดและดำเนินการสอบ (Examination
 Management) และด้านการจัดการข้อสอบ (Item Management)

จากความสามารถและคุณลักษณะในการให้บริการ 5 ด้านของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆและคุณลักษณะสำคัญ 4 ด้านของธนาคารข้อสอบจึงสามารถสรุปกรอบแนวคิดของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ดังแสดงในภาพที่ 1-1 ที่แสดงกรอบแนวคิดของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบแสดงให้เห็นถึงการรวมระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆและระบบธนาคารข้อสอบเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันในการออกข้อสอบ ซึ่งส่งผลให้ได้ระบบธนาคารข้อสอบที่มีความสามารถในด้านการคัดกรองข้อสอบเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) มีคุณภาพ (Quality) และมีความเชื่อมั่น (Reliability) รวมถึงได้ระบบสารสนเทศที่มีความพร้อมใช้งานตลอดเวลา (Availability) เข้าใช้งานได้หลายช่องทางผ่านทางระบบเครือข่าย (Accessibility) และสามารถปรับเปลี่ยนขนาดของระบบ (Scalability) ได้ตามต้องการ



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการพัฒนาประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการนำเสนอการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ โดยแบ่งรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 2.1 ระบบธนาคารข้อสอบ
- 2.2 การพัฒนาข้อสอบ
- 2.3 การประเมินข้อสอบ
- 2.4 สถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี
- 2.5 ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค
- 2.6 เว็บเซอร์วิส
- 2.7 ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
- 2.8 ความพร้อมใช้งานตลอดเวลา
- 2.9 ระบบจัดการเพิ่มข้อมูลแบบกระจาย
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2.11 บทสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบธนาคารข้อสอบ

ธนาคารข้อสอบ คือ การรวบรวมข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบมาแล้วเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ทั้งนี้ธนาคารข้อสอบที่จัดทำขึ้นต้องเป็นที่รวบรวมข้อสอบที่มีคุณภาพและมีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบและสามารถนำมาใช้ได้อย่างสะดวก ข้อสอบที่ทำการจัดเก็บนั้นต้องมีการจัดการและการใช้งานอย่างเป็นระบบรวมถึงต้องครอบคลุมเนื้อหาวิชาทุกจุดประสงค์ (กนก, 2534) และสามารถนำข้อสอบที่จัดเก็บไว้ใช้ในการปรับปรุงพัฒนาข้อสอบเพื่อใช้ในโอกาสต่อไป (อุทัย, 2535)

ดังนั้น การพัฒนาระบบธนาคารข้อสอบจึงมีประโยชน์ดังนี้ (สุพัฒน์, 2539 อ้างถึงใน นุชจรี, 2551 : 25-26)

2.1.1 ทำให้เนื้อหาของ การทดสอบมีความเป็นไป ได้มากขึ้นที่จะสอดคล้องสัมพันธ์กับ จุดมุ่งหมายและเนื้อหาของรายวิชา อันจะทำให้กระบวนการของการเรียนการสอนรายวิชาต่าง ๆ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

2.1.2 ทำให้แบบทดสอบ (Test) มีคุณภาพและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น อันทำให้ผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือมากขึ้นด้วย

2.1.3 เป็นการพัฒนาข้อทดสอบ (Item) ให้มีมาตรฐานสูงยิ่งขึ้น เช่น มีความเที่ยงตรง (Validity) และความเชื่อมั่น (Reliability) มากขึ้น ไม่มีอคติ (Unbiased) หรือทำให้มีการเดา (Guessing) น้อยลง เป็นต้น

2.1.4 สามารถสร้างแบบทดสอบที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้เป้าหมาย (Target Examinees) ได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้องตามหลักการทดสอบ ทั้งแบบทดสอบสัมฤทธิ์ผล (Achievement Test) แบบทดสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) และแบบทดสอบคัดเลือก (Screening Test) เป็นต้น

2.1.5 สามารถใช้ข้อทดสอบข้อเดียวกันได้หลายครั้ง และเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายในการทดสอบแต่ละครั้งได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งถือได้ว่าเป็นการประหยัดทรัพยากรและค่าใช้จ่าย

2.1.6 ทำให้ข้อทดสอบและแบบทดสอบมีความปลอดภัย (Security) มากที่สุดจากปัญหาเรื่องข้อทดสอบรั่วไหล

2.1.7 ทำให้กระบวนการทดสอบรายวิชาต่าง ๆ หรือการทดสอบต่าง ๆ มีความพร้อมตลอดเวลา และสามารถสร้างแบบทดสอบเพื่อการทดสอบได้ทุกเวลาตามที่ผู้บริหารการทดสอบต้องการ

2.1.8 ทำให้แบบทดสอบมีลักษณะคู่ขนานทั้งเชิงเนื้อหาและเชิงสถิติ (Content and Statistical Parallel Test Forms) ได้ง่าย ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเทียบคะแนน (Score Equating) ของแบบทดสอบต่างชุดกัน แต่มีจุดมุ่งหมายเหมือนกัน

2.1.9 เป็นการลดพื้นที่สำหรับเก็บรักษาแบบทดสอบจำนวนมากและสามารถนำมาใช้ได้ใหม่ในอนาคต เพื่อการพัฒนาคุณภาพให้ดีขึ้น

2.1.10 เป็นประโยชน์ในการสร้างแบบทดสอบสำหรับการทดสอบรายบุคคล หรือแบบทดสอบที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ในอนาคตได้

2.1.11 อำนวยความสะดวกให้แก่ครูอาจารย์ที่ประสงค์จะใช้แบบทดสอบสำหรับการเรียนการสอนรายวิชาต่าง ๆ

2.1.12 ช่วยกระตุ้นและเปิดโอกาสให้ครูอาจารย์ได้ใช้ความรู้ และความสามารถในการสร้างปรับปรุง และพัฒนาข้อสอบหรือแบบทดสอบให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ เพื่อให้ครูอาจารย์ได้มีประสบการณ์ตรงในเรื่องดังกล่าว ซึ่งจะทำให้เกิดความรู้และความชำนาญในภายหลัง

ดังนั้นการนำเครื่องมือทางเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาทำการพัฒนาระบบธนาคารข้อสอบ เพื่อให้ได้ระบบสารสนเทศที่มีความสามารถในการเก็บรวบรวมข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วว่ามีความคุณภาพ ซึ่งช่วยให้ประหยัดเนื้อที่ในการเก็บข้อมูลและสามารถช่วยรักษาความลับของข้อสอบได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังมีความสะดวกรวดเร็วในการสร้างแบบทดสอบชุดใหม่ ให้มีคุณลักษณะตามเกณฑ์ที่อาจารย์หรือผู้ออกข้อสอบต้องการ

2.2 การพัฒนาข้อสอบ

การวางแผนสร้างแบบทดสอบนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะแบบทดสอบที่มีคุณภาพดีที่สามารถวัดผลประเมินผลการสอนได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย ที่ต้องการและเชื่อถือได้ นั้น ควรต้องมีการวางแผนสร้างแบบทดสอบมาก่อน กระบวนการสร้างแบบทดสอบมีรายละเอียดแต่ละขั้นตอนมีดังนี้ (มนต์ชัย, 2544)

2.2.1 ศึกษาวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ในบทเรียนประกอบด้วย พฤติกรรมที่ให้ผู้เรียนแสดงออกในหลายลักษณะ เช่น ทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย หรือจิตพิสัย ซึ่งแต่ละด้านก็ยิ่งแบ่งออกเป็นระดับต่างกัน ผู้สร้างข้อสอบจะต้องทำการวิเคราะห์พฤติกรรมนั้น เพื่อสรุปพฤติกรรมที่ต้องการทั้งหมด แล้วทำการเลือกพฤติกรรมที่เด่นชัดและเหมาะสม นำออกไปออกข้อทดสอบต่อไป

2.2.2 กำหนดรูปแบบของข้อสอบ พฤติกรรมของผู้เรียนที่ได้จากการศึกษาในข้อแรก จะทำให้ทราบวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมว่าเน้นทางด้านใด พุทธิพิสัย ทักษะพิสัยหรือจิตพิสัย รูปแบบของข้อสอบในแต่ละด้านจึงแตกต่างกัน เช่น ด้านพุทธิพิสัยอาจจะสอบทางแบบข้อเขียน ด้านทักษะพิสัยอาจสอบทั้งข้อเขียนและทักษะปฏิบัติ นอกจากนี้ในแต่ละด้านยังแบ่งระดับความยากง่าย รูปแบบของข้อสอบจึงต้องกำหนดหลายรูปแบบ เช่น แบบให้อธิบาย แบบให้เติมคำ แบบเลือกตอบ แบบถูก-ผิด เป็นต้น เพื่อให้ผู้เข้าสอบได้แสดงพฤติกรรม ตามสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

รูปแบบของข้อสอบที่เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากที่สุดคือ ข้อสอบแบบเลือกตอบ เนื่องจากง่ายต่อการตัดสินใจผล อย่างไรก็ตามข้อสอบรูปแบบอื่น ๆ ก็สามารถใช้ได้กับระบบนิพนธ์บทเรียนสมัยใหม่

2.2.3 เตรียมงานและลงมือเขียนข้อสอบฉบับร่าง เมื่อได้รูปแบบของข้อสอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการเตรียมงานเขียนข้อสอบ โดยเขียนเป็นฉบับร่างก่อน จะต้องเขียนให้มากกว่าที่ต้องการจริง จากนั้นคัดเลือกข้อที่คาดว่าถูกต้องและเหมาะสมไปใช้สอบจริง แล้วต้องวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบอีกครั้งหนึ่งหลังจากสอบเสร็จแล้ว

2.2.4 วิเคราะห์ข้อสอบ เมื่อสร้างข้อสอบเสร็จแล้วควรมี การทบทวนตรวจทาน ในด้านความยากง่ายของข้อคำถามเบื้องต้น ตรวจสอบรูปแบบภาษาที่ใช้ เนื้อหาในข้อสอบ คำสั่งถูกต้องเข้าใจง่ายหรือไม่เฉลยถูกต้องหรือไม่ ผู้ออกแบบข้อสอบจะต้องทำการแก้ไขปรับปรุงข้อสอบก่อนนำไปใช้จริงและจะต้องผ่านการวิเคราะห์ เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบก่อน โดยกลุ่มเป้าหมายที่จะเป็นผู้ใช้ข้อสอบก็คือกลุ่มประชากร ที่เคยผ่านการศึกษาหัวเรื่องนี้มาแล้วในจำนวนที่เหมาะสม สำหรับการหาคุณภาพของข้อสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิจารณาค่าทางสถิติต่าง ๆ ดังนี้ ค่าความเที่ยงตรง (Validity) ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ค่าความยากง่าย (Difficulty) ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ค่าความเป็นปรนัย (Objectivity)

2.2.5 ดำเนินการจัดพิมพ์ข้อสอบ การดำเนินการจัดพิมพ์เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับกระบวนการสร้างข้อสอบสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งรวมถึงการสร้างข้อสอบในลักษณะของธนาคารข้อสอบ โดยจัดการให้มีการรวบรวมข้อสอบ ระบบการตรวจวัดผล และการรายงานผล

2.3 การประเมินข้อสอบ

การวัดผลการศึกษาจะมีความตรงและความเที่ยงมากน้อยเพียงใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับคุณภาพของเครื่องมือเป็นสำคัญ ถ้าเครื่องมือมีคุณภาพไม่ดี ผลการวัดที่ได้ก็就会有ความคลาดเคลื่อนสูงหรือไม่ตรงกับสภาพความเป็นจริง ดังนั้นในการสร้างแบบทดสอบจำเป็นจะต้องตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งก่อนที่จะนำไปใช้และหลังจากใช้แล้วทุกครั้ง ในการตรวจข้อสอบหลังจากนำไปใช้นั้นเป็นการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ โดยอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์ (Empirical Data) มาคำนวณเพื่อหาค่าทางสถิติที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของแบบทดสอบนั้น ซึ่งดัชนีตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบหลังจากนำไปใช้แล้ว สรุปเป็น 2 ลักษณะ คือ การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อและการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ (มณฑชัย, 2544)

2.3.1 ความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึง ความถูกต้องของแบบทดสอบในสิ่งที่ต้องการจะวัดหรือความถูกต้องแม่นยำที่แบบทดสอบวัดได้ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้หรืออาจกล่าวได้อีกนัยหนึ่งว่าเป็นความสามารถของแบบทดสอบที่สะท้อนความหมายที่แท้จริงของแนวคิดที่ต้องการศึกษาออกมาได้อย่างสมบูรณ์และถูกต้อง แบบทดสอบจะไม่ได้มีความเที่ยงตรงโดยตัวเองแต่จะมีความเที่ยงตรงในจุดมุ่งหมายเฉพาะกับกลุ่มที่ต้องการวัดเท่านั้น

ความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) หมายถึง ระดับความสามารถของแบบทดสอบที่วัดในเนื้อหาที่ต้องการจะวัด เช่น หากต้องการวัดเรื่องความสนใจ ข้อคำถามในแบบทดสอบหรือข้อสอบก็ต้องเป็นเรื่องของความสนใจ โดยการพิจารณาว่าเนื้อหาของแบบทดสอบสะท้อน

แนวความคิดที่ตามที่ต้องการหรือไม่ความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจึงมีความสำคัญยิ่งในการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การวัดผลการเรียนการสอนที่ใช้แบบทดสอบไม่ตรงหรือไม่ครอบคลุมเนื้อหาที่เรียนจึงเป็นการวัดผลที่ขาดความเที่ยงตรงตามเนื้อหา การทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาทำได้โดยพิจารณาจากกระบวนการสร้างแบบทดสอบหรือข้อสอบว่าวัดได้จริงตามที่ต้องการจะวัดหรือไม่หรือโดยการตรวจสอบคำตอบกับข้อเท็จจริงที่ปรากฏ เช่น การสังเกตจากพฤติกรรมที่เกิดขึ้นว่าสอดคล้องกับพฤติกรรมที่ตอบในแบบทดสอบหรือไม่กระบวนการทดสอบดังกล่าวนี้ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาเพื่อตรวจสอบกระบวนการสร้างแบบทดสอบ เพื่อช่วยตัดสินใจว่าข้อคำถามในแบบทดสอบว่าสามารถใช้เป็นตัวแทนของเนื้อหาที่จะถามได้หรือไม่โดยเปรียบเทียบสิ่งที่ปรากฏในแบบทดสอบกับสิ่งที่ควรจะถามว่ามีความสอดคล้องกันมากเพียงใด การทดสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญในลักษณะนี้ เรียกว่า การหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบหรือเรียกว่า การหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence: IOC) ดังสมการที่ (2-1)

สูตรสำหรับหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง IOC

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (2-1)$$

เมื่อ

IOC = ความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ

$\sum R$ = ผลรวมของคะแนนการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ

N = จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

การพิจารณาความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบจะเป็นการพิจารณาแบบทดสอบรายชื่อจากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้แบบสอบถามที่แนบไปพร้อมกับแบบทดสอบที่ต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความสอดคล้อง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญกำหนดเป็น 3 ระดับ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่า แบบทดสอบวัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

-1 หมายถึง แน่ใจว่า แบบทดสอบไม่ได้วัดตรงตามวัตถุประสงค์หรือตรงตามเนื้อหา

แบบทดสอบหรือข้อสอบที่ถือว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาในระดับดี สามารถนำไปวัดผลได้จะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องเกินกว่า 0.5 เป็นต้นไป

2.3.2 คุณภาพของข้อสอบ (Quality) ข้อสอบที่มีคุณภาพจะสามารถนำไปวัดและประเมินผลได้อย่างเที่ยงตรงและเชื่อมั่นได้ ในการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบสามารถดำเนินการโดยพิจารณาข้อสอบเป็นรายชื่อว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นมีระดับความยากหรือค่าความง่าย (Difficulty

Index or Easiness) และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discriminant Index) เพียงใด รวมทั้งพิจารณาถึงประสิทธิภาพของตัวลงในข้อเลือกตอบของข้อสอบข้อนั้นด้วย ผลการวิเคราะห์จะทำให้ทราบว่าข้อสอบแต่ละข้อมีความเหมาะสมมากน้อยเพียงใด

ความยากง่าย (Difficulty) มีความหมายตรงตัว หมายถึง ระดับความยากง่ายของแบบทดสอบหรือข้อสอบ โดยปกติแบบทดสอบที่ควรรหาค่าความยากง่ายนั้นจะเป็นแบบทดสอบที่วัดทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ของผู้เรียน เช่น แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความถนัด เป็นต้น แบบทดสอบประเภทนี้จะต้องมีคุณภาพทางด้านความยากง่าย (P) พอเหมาะ กล่าวคือ ผู้เรียนต้องทำได้ถูกต้อง 50% และทำผิด 50% หรือคิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ .50 ($P = .50$) แต่การที่ออกแบบทดสอบให้มีค่าความยากง่ายพอดี คือ $P = .50$ นั้นเป็นเรื่องยากมากต้องนำไปทดสอบซ้ำหลายครั้งและทำการปรับปรุงจนกว่าข้อคำถามในแบบทดสอบมีค่าระดับความยากง่ายใกล้เคียง $P = .50$ ในทางปฏิบัติข้อคำถามที่ถือว่ามีความยากง่ายใช้ได้มีค่าอยู่ระหว่าง .20 - .80 ถ้า P มีค่าต่ำกว่า .20 ถือว่าข้อคำถามนั้นยากเกินไป แต่ถ้าค่า P สูงกว่า .80 แสดงว่าง่ายเกินไป ค่าความยากง่ายจึงเป็นองค์ประกอบที่สำคัญด้านคุณภาพของแบบทดสอบที่ใช้วัดทางด้านสติปัญญา โดยเฉพาะการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มักหาประสิทธิภาพของตัวบทเรียนด้วยคะแนนของผู้เรียนที่ทำได้จากแบบทดสอบก่อนและหลังบทเรียนแม้ว่าตั้งเกณฑ์ไว้สูงมาก เช่น 95/95 หากแต่แบบทดสอบที่ใช้ตัดสินเกณฑ์มีค่าความยากง่ายอยู่สูงเกินไป (P เกินกว่า .80) การที่จะเข้าถึงเกณฑ์กำหนดก็ไม่ใช่ว่าเรื่องยากอีกต่อไปซึ่งเป็นเรื่องที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นแบบทดสอบที่ใช้ในการเรียนการสอนจึงต้องผ่านการหาค่าความยากง่ายมาก่อนและคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายพอเหมาะเพื่อนำไปใช้งาน ดังสมการที่ (2-2)

$$P = \frac{R}{N} \quad (2-2)$$

เมื่อ

P = ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ

R = จำนวนผู้เรียนที่ตอบข้อคำถามข้อนั้นถูกต้อง

N = จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

ความยากง่าย จัดว่าเป็นเกณฑ์การหาคุณภาพของแบบทดสอบหรือข้อสอบที่มีความหมายตรงตัวและหาได้ง่ายแต่มีประโยชน์ต่อการนำไปใช้โดยพิจารณาจากสัดส่วนของผู้ตอบถูกและตอบผิด หากแบบทดสอบข้อใดมีผู้ตอบผิดมากกว่าตอบถูกก็แสดงว่ายากหากตอบถูกมากกว่าตอบผิดแสดงว่าง่าย

อำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง ความสามารถของแบบทดสอบในการจำแนกกลุ่มตัวอย่างซึ่งอาจหมายถึงผู้เรียนหรือผู้ตอบแบบทดสอบ ออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ เช่น กลุ่มเก่งและกลุ่ม

อ่อน กลุ่มที่เห็นด้วยและกลุ่มที่ไม่เห็นด้วย เป็นต้น ค่าอำนาจจำแนกแทนด้วยสัญลักษณ์ D ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง +1.00 ถึง -1.00 ถ้าค่าถามข้อใดมีค่า D เป็นบวกสูง แสดงว่าข้อคำถามนั้นสามารถจำแนกกลุ่มเก่งออกจากกลุ่มอ่อนได้ดี ซึ่งมีการแจกแจงระดับของค่าอำนาจจำแนกสำหรับแบบทดสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไว้ดังนี้

- D > .40 หมายถึง มีอำนาจจำแนกดีมาก
- D .30 - .39 หมายถึง มีอำนาจจำแนกดี
- D .20 - .29 หมายถึง มีอำนาจจำแนกพอใช้ได้แต่ควรนำไปปรับปรุงใหม่
- D < .19 หมายถึง มีอำนาจจำแนกไม่ดีต้องตัดทิ้งไป

จุงเตฟาน (Chung Teh Fan) ได้คิดค้นตารางสำเร็จเพื่อแก้ปัญหาการคำนวณที่ซับซ้อนของวิธีการหาค่าอำนาจจำแนก โดยวิธีคำนวณตารางสำเร็จรูปของจุงเตฟานจะใช้วิธีแบ่งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้วิธี 27% โดยถือว่าการกระจายของคะแนนอยู่ในลักษณะของเส้นโค้งปกติ วิธีการนี้จึงเหมาะสำหรับการวิเคราะห์แบบทดสอบที่มีผู้เข้าสอบเป็นจำนวนมาก โดยมีข้อกำหนดเบื้องต้นว่า ถ้าผู้ทำถูกได้ 1 และทำผิดได้ 0 เช่นเดียวกับแบบพอยท์ไบซีเรียลจากนั้นจึงนำคะแนนมาเรียงลำดับจากสูงไปยั้งต่ำแล้วคัดเลือก 27% ของกลุ่มที่ได้คะแนนสูงเป็นกลุ่มเก่ง และคัดเลือก 27% ของกลุ่มที่ได้คะแนนต่ำเป็นกลุ่มอ่อน ต่อจากนั้นนำมาแจกแจงแต่ละข้อคำถามของแบบทดสอบนั้นว่ากลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนทำถูกจำนวนเท่าใด (Chung, 1952)

เมื่อแจกแจงกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนว่าทำแบบทดสอบถูกจำนวนเท่าใด แล้วจึงเปลี่ยนเป็นสัดส่วนของ PH และ PL และนำค่าทั้งสองตรวจสอบกับตารางสำเร็จของจุงเตฟาน ซึ่งแสดงค่าอำนาจจำแนกเป็นจุดทศนิยมพร้อมทั้งบอกค่าความยากง่ายของแบบทดสอบอีกด้วย

ค่าอำนาจจำแนกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่ส่งผลต่อคุณภาพของแบบทดสอบ โดยเฉพาะแบบทดสอบที่ใช้ในการเรียนการสอน ถ้าค่าอำนาจจำแนกต่ำมีผลให้ประสิทธิภาพในการพยากรณ์มีค่าต่ำตามไปด้วย ในทางปฏิบัติจึงต้องออกแบบทดสอบให้มีคุณภาพโดยพยายามให้มีค่าอำนาจจำแนกสูงเนื่องจากยิ่งค่าสูงสามารถจำแนกผู้เรียนได้ดี แต่ถ้าค่าอำนาจจำแนกติดลบแสดงว่าแบบทดสอบข้อนั้นผู้เรียนอ่อนตอบถูกมากกว่าผู้เรียนเก่ง ซึ่งเป็นข้อคำถามที่ไม่เหมาะสมต้องตัดทิ้งไป

2.3.3 ความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง ความคงที่ ความมั่นคง หรือความสม่ำเสมอของผลการวัด เช่น ถ้านำแบบทดสอบไปวัดสิ่งเดียวกันสองครั้งแล้วได้ผลไม่แตกต่างกันถือว่ามีความคงที่ของผลคะแนนที่ได้สูง อีกกรณีหนึ่งก็คือถ้าให้ทำแบบทดสอบฉบับเดียวกันสองครั้งในเวลาต่างกัน และได้คะแนนเกือบเท่ากันทั้งสองครั้งก็จะหมายความว่าแบบทดสอบนั้นมีความเชื่อมั่นสูง ค่าของ

ความเชื่อมั่นแสดงเป็นตัวเลขที่มีค่าไม่เกิน 1.00 หรือ 100% ซึ่งเรียกว่า สัมประสิทธิ์ (Coefficient) ถ้าแบบทดสอบมีค่าสัมประสิทธิ์สูงก็แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูง

การทดสอบโดยวิธีหาความคงที่ภายใน โดยใช้ KR-20 และ KR-21 สำหรับหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 และ KR-21 นั้น มิได้หาโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ แต่เป็นการทดสอบว่าแบบทดสอบแต่ละข้อมีความสัมพันธ์กับข้ออื่นในฉบับเดียวกันหรือไม่ และมีความสัมพันธ์กับแบบทดสอบทั้งฉบับอย่างไร โดยใช้สูตร KR-20 ดังสมการที่ (2-3) หรือ KR-21 ดังสมการที่ (2-4) ซึ่งค่าที่ได้จากการใช้สูตร KR-21 มีค่าต่ำกว่าสูตร KR-20 เล็กน้อย แต่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้เช่นเดียวกัน ปัญหาของการทดสอบโดยวิธีการหาค่าความคงที่ภายในคือต้องแปลงผลคำตอบก่อนนำไปแทนค่าในสูตร โดยกำหนดข้อที่ตอบถูกมีค่าเท่ากับ 1 และตอบผิดมีค่าเท่ากับ 0 จึงมีข้อจำกัดในการใช้งานที่ใช้ได้เฉพาะแบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) หรือแบบทดสอบอื่น ๆ ที่ให้คะแนนเป็น 0 และ 1 เท่านั้น สำหรับสูตร KR-20 และ KR-21 มีดังนี้

สูตรการหาค่าความคงที่ภายใน KR-20

$$r_t = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{\delta_t^2} \right] \quad (2-3)$$

เมื่อ

r = สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n = จำนวนข้อของแบบทดสอบ (ไม่ควรน้อยกว่า 20 ข้อ)

p = อัตราส่วนของผู้ที่ตอบแบบทดสอบข้อนี้ถูก

(หาได้จากจำนวนผู้ที่ตอบถูกหารด้วยจำนวนทั้งหมด)

q = อัตราส่วนของผู้ที่ตอบข้อนี้ผิด (เท่ากับ $1 - p$)

δ_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้ทั้งฉบับ

สูตรการหาค่าความคงที่ภายใน KR-21

$$r_t = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\bar{x}(n-\bar{x})}{n\delta_t^2} \right] \quad (2-4)$$

เมื่อ

r = สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ

n = จำนวนข้อของแบบทดสอบ

\bar{x} = ค่าเฉลี่ยคะแนน

δ_t^2 = ความแปรปรวนของคะแนนที่สอบได้ทั้งฉบับ

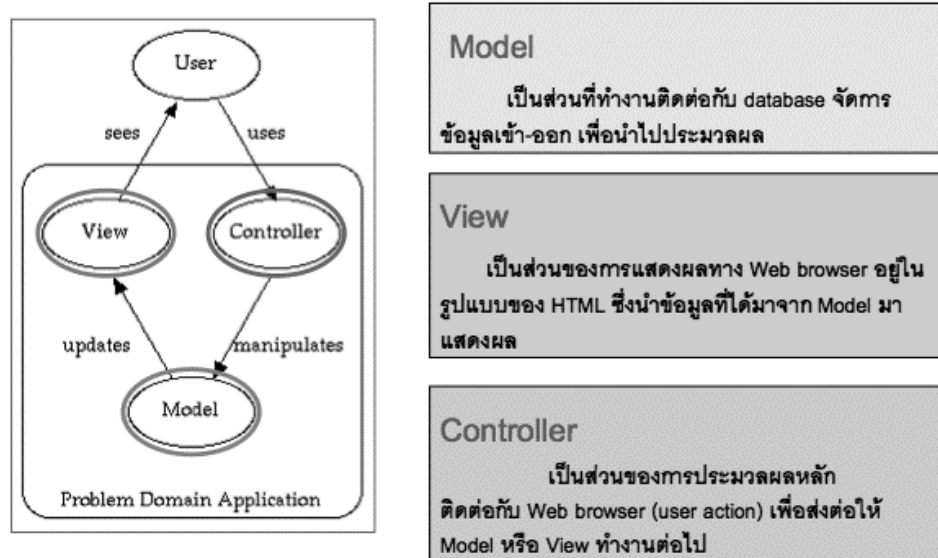
2.4 สถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี

สถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี (Model-View-Controller: MVC) คือ สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ (Software Architecture) ที่มีการแบ่งแยกระบบออกเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ ได้แก่ ดาตาโมเดล (Data Model) ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ (User Interface) และส่วนควบคุมตรรกะการทำงาน (Control Logic) โดยรูปแบบเอ็มวีซี ใช้เพื่อแยกส่วนซอฟต์แวร์ในส่วน ตรรกะเนื้อหา (Domain Logic) ซึ่งได้แก่ ความเข้าใจในระบบของผู้ใช้ และส่วนการป้อนข้อมูลและแสดงผล ซึ่งช่วยให้การพัฒนา ทดสอบ และการดูแลรักษาซอฟต์แวร์ แยกออกจากกัน (บรรจง และญาณวรรณ, 2542 : 184-198)

โมเดล (Model) หมายถึง ส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการแปลงการทำงานของระบบ ไปสู่สิ่งที่ระบบซอฟต์แวร์ได้ถูกออกแบบเอาไว้ ตรรกะเนื้อหาใช้เพื่อให้ความหมายแก่ข้อมูลดิบ เมื่อโมเดลมีการเปลี่ยนแปลง จะมีการส่งคำเตือนให้แก่ วิว ที่เกี่ยวข้องเพื่อปรับค่าระบบซอฟต์แวร์หลายระบบ ใช้การเก็บข้อมูลถาวร เช่น ฐานข้อมูล เพื่อเก็บข้อมูลเหล่านี้ เอ็มวีซีไม่ได้กำหนดถึงระดับการเข้าถึงข้อมูล เพราะเป็นที่เข้าใจกันว่าส่วนนี้อยู่ภายใต้ หรือถูกครอบคลุมด้วยโมเดล โมเดลไม่ได้เป็นเพียงออบเจกต์ที่ใช้เข้าถึงข้อมูล แต่ในระบบซอฟต์แวร์ขนาดเล็ก ซึ่งมีความซับซ้อนน้อยจะไม่เห็นความแตกต่างมากนัก (Chambers, 2014)

วิว (View) แสดงผลค่าใน โมเดลในรูปแบบที่เหมาะสมต่อการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ในแต่ละโมเดลสามารถมีวิวได้หลายแบบเพื่อใช้ในจุดประสงค์ที่ต่างกัน

คอนโทรลเลอร์ (Controller) รับค่าเข้ามาและทำการตอบสนอง โดยประมวลผลก่อนจากนั้นจึงเรียกใช้ออบเจกต์ใน โมเดลแอปพลิเคชันที่ใช้เอ็มวีซี ซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มของ โมเดล วิว หรือคอนโทรลเลอร์ โดยแต่ละกลุ่มใช้ในงานต่างกันไป



ภาพที่ 2-1 สถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี (บรรจง และญาณวรรณ, 2542)

ดังนั้นการพัฒนาซอฟต์แวร์โดยทำการออกแบบให้อยู่ในรูปแบบสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี จึงช่วยให้เกิดประโยชน์ในการแบ่งส่วนงานในการพัฒนาของซอฟต์แวร์ จากปกติที่อาจมีนักพัฒนา โปรแกรมหลายคนช่วยกันทำงานในส่วนเดียว การออกแบบโดยอาศัยหลักการของสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี ช่วยทำให้เกิดความชัดเจนว่าใครรับผิดชอบดำเนินการส่วนไหน มีหน้าที่อย่างไร เช่น การออกแบบส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ ส่วนจัดการข้อมูล คำนวณ ประมวลผล สั่งการทำงาน และสุดท้ายคือส่วนที่จัดการเกี่ยวกับข้อมูลในฐานข้อมูล และเมื่อการพัฒนากระบวนการดำเนินการไปมากแล้วแต่ต้องการกลับมาแก้ไขงานในบางส่วน ซึ่งในกรณีการออกแบบตามหลักของสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี ช่วยให้สามารถแก้ไขได้บางส่วน โดยที่ไม่กระทบกับส่วนอื่นเนื่องมาจาก ส่วนของการพัฒนาแยกกันมาตั้งแต่ต้นแล้วเท่านั้น

2.5 ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค

การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (Object-Oriented Programming) ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในการออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์ โดยทำให้สามารถออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นส่วน ๆ ได้ดีขึ้น โดยส่วนประกอบซอฟต์แวร์ (Software Component) เหล่านี้ช่วยให้ไม่จำเป็นต้องเขียนซ้ำสำหรับส่วนที่มีการใช้งานเป็นประจำ โดยสามารถนำส่วนประกอบซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) และช่วยให้การปรับปรุง บำรุงรักษาโปรแกรมทำได้ง่าย (กริพพณ์, 2545)

เฟรมเวิร์ค หมายถึง โครงร่างในการให้กำเนิดของโปรแกรมประยุกต์ โดยผู้ออกแบบโปรแกรมประยุกต์ทำการกำหนดรายละเอียดหรือเงื่อนไขเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โปรแกรมประยุกต์ที่สร้างไม่ขึ้นอยู่กับรูปแบบ จุดมุ่งหมายของเฟรมเวิร์คคือ ต้องการให้นักวิเคราะห์ระบบหรือนักพัฒนาโปรแกรมทำหน้าที่เพียงออกแบบความสัมพันธ์ระหว่างฐานข้อมูลและการติดต่อเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล แต่ที่เหลือในส่วนของ การสอบถาม (Query) ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้ ส่วนประมวลผล (Process) ควบคุม (Control) และการติดต่อ (Communication) เป็นหน้าที่ของเฟรมเวิร์ค (McArthur, 2008)

เฟรมเวิร์คสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ ไคลเอนต์เฟรมเวิร์ค (Framework on Client) เป็นส่วนต่อประสานงานกราฟิกของผู้ใช้ที่แสดงได้ทั้งในรูปแบบ 2 มิติ และแบบ 3 มิติ สื่อซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแทนในการแสดงความสามารถทั้งหมดของเฟรมเวิร์ค และเฟรมเวิร์คสำหรับเครื่องให้บริการ (Framework on Server) เป็นเฟรมเวิร์คที่เตรียมการจัดการกระบวนการ (Process) ควบคุม (Control) และการติดต่อ (Communication) เฟรมเวิร์คทั้ง 2 ประเภทสามารถทำงานได้บนคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกัน โดยจะลดความสามารถในการติดต่อระหว่างเฟรมเวิร์คเพื่อให้ทำงานเป็นแบบบนเครื่องเดียวได้ (Mahmood, 2013)

2.5.1 ฟิเชซพี เฟรมเวิร์ค (PHP Framework)

หมายถึง ชุดกลุ่มคำสั่งของภาษาคอมพิวเตอร์ ที่รวมระบบพื้นฐานเอาไว้เพื่อให้เรียกใช้งาน ได้ทันที ยกตัวอย่างเช่น การตรวจสอบรูปแบบหรือประเภทข้อมูลที่ใช้ป้อนข้อมูลเข้ามาในเว็บว่ามีความถูกต้องหรือไม่ สามารถทำได้ด้วยชุดคำสั่งเดียวที่เฟรมเวิร์คนั้นเตรียมเอาไว้ให้โดยไม่ต้องจำเป็นต้องเขียน โปรแกรมขึ้นเองทั้งหมดช่วยให้ลดเวลาการทำงาน หรือสามารถนำไปเขียนโปรแกรมเพื่อเชื่อมต่อกับเฟรมเวิร์คซึ่งทำให้ได้โปรแกรมที่สมบูรณ์แล้วหลายชุดให้เรียกใช้งานได้ทันที ตัวอย่าง ฟิเชซพีเฟรมเวิร์ค เช่น เซนเฟรมเวิร์ค (Zend Framework) โค้ดอิกนิเตอร์ (CodeIgniter) เค้กฟิเชซพี (CakePHP) จูมลาเฟรมเวิร์ค (Joomla Framework) เป็นต้น (Trucchia, 2010)

2.5.2 เซนเฟรมเวิร์ค (Zend Framework)

เซนเฟรมเวิร์ค คือ ส่วนขยายของภาษาฟิเชซพีซึ่งพัฒนามาบนพื้นฐานของการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุโดยมุ่งพัฒนาให้เกิดความปลอดภัย มีเสถียรภาพและรองรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ในแบบเว็บรุ่นที่ 2 (Web 2.0) และบริการเว็บ (Web Service) นอกจากนี้ยังสามารถเรียกใช้ เอพีไอ (APIs) จากบริษัทต่าง ๆ เช่น กูเกิล อามะซอน ยาฮู และ เอพีไอ สำหรับระบบแคตตาล็อกสินค้าอย่าง สติกไอรอน (Strike Iron) และ โปรแกรมเอเบิลเว็บ (Programmable Web) เป็นต้น

เซนเฟรมเวิร์ค พัฒนาโดยอาศัยหลักคิดแบบเรียบง่าย เพื่อให้สามารถนำไปพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่ไม่ใช้ทรัพยากรในระบบมากนักรวมถึงมีไม่จำเป็นต้องทำการเขียน โปรแกรมจำนวนมากเนื่องจากได้มีการจัดเตรียมไลบรารีและส่วนประกอบที่จำเป็นเอาไว้แล้วซึ่งช่วยทำให้เพิ่มความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรม (Valles, 2013)

2.5.3 โค้ดอิกนิเตอร์ (Code Igniter)

โค้ดอิกนิเตอร์ หมายถึง เฟรมเวิร์ค ที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วย ภาษาฟิเชซพี โค้ดอิกนิเตอร์เฟรมเวิร์ค (Code Igniter Framework) เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยพัฒนาเว็บไซต์และ โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ โดยมีโครงสร้างการพัฒนาโปรแกรมอย่างเป็นระบบและรวมคำสั่งต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการพัฒนาเว็บไซต์ด้วยภาษาฟิเชซพีไว้ภายใน โค้ดอิกนิเตอร์มีลิขสิทธิ์เป็น โอเพนซอร์ส (Open Source) ซึ่งมีการพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 2006 โค้ดอิกนิเตอร์เฟรมเวิร์ค รองรับการเขียนแบบเอ็มวีซี และยังสามารถติดต่อกับฐานข้อมูลได้ง่ายอีก ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนชนิดของฐานข้อมูลได้ เพียงแก้ไขการกำหนดค่าควบคุมเท่านั้น ส่วนระบบยูอาร์แอล (URL) ของระบบโค้ดอิกนิเตอร์สามารถสร้างให้สามารถทำงานร่วมกับกลไกการค้นหา (Search Engine) ทำให้สามารถนำไปพัฒนาได้ทั้งเว็บไซต์ และ โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Porebski, 2011)

ดังนั้นการสร้างและพัฒนาโปรแกรมให้อยู่ในรูปของโครงร่างซอฟต์แวร์หรือเฟรมเวิร์คจึงช่วยทำให้ได้ซอฟต์แวร์ที่นักพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถนำไปพัฒนาต่อโดยไม่ต้องเขียน

โปรแกรมขึ้นใหม่ทั้งหมด หากแต่สามารถใช้สิ่งที่เฟรมเวิร์คได้จัดเตรียมไว้ให้ โดยทำการเขียนโปรแกรมตามรูปแบบและแนวทางที่เฟรมเวิร์คกำหนด ซึ่งวิธีนี้ช่วยประหยัดเวลาในการพัฒนาโปรแกรมและช่วยให้การปรับปรุง บำรุงรักษาโปรแกรมทำได้ง่าย

2.6 เว็บเซอร์วิส

เว็บเซอร์วิส (Web Service) คือโปรแกรมที่ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่ง ในลักษณะให้บริการ โดยถูกเรียกใช้งานจากโปรแกรมประยุกต์อื่นในรูปแบบการเรียกใช้งานจากระยะไกล (Remote Procedure Call : RPC) ซึ่งการให้บริการจะมีเอกสารที่อธิบายคุณสมบัติของบริการกำกับไว้ ภาษาที่ถูกใช้เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนคือเอกซ์เอ็มแอล (XML) ทำให้สามารถเรียกใช้ส่วนประกอบ (Component) ใดก็ได้ในแพลตฟอร์ม (Platform) ใดก็ได้ บน โพรโทคอลชนิดเอชทีทีพี (Hyper Text Transfer Protocol : HTTP) ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับระบบเว็บอันเป็นช่องทางที่ได้รับการยอมรับทั่วโลกในการติดต่อสื่อสารกันระหว่างโปรแกรมประยุกต์ในปัจจุบัน (Bosworth, 2001 : 477-481) เว็บเซอร์วิสช่วยให้การเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศจากโปรแกรมประยุกต์ที่ต่างกันเป็นไปได้โดยง่าย ทั้งนี้โปรแกรมประยุกต์นั้นสามารถเขียนด้วยภาษาจาวาและทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการโซลาริส (Solaris) หรืออาจเขียนด้วยภาษาซีพลัสพลัส (C++) และทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการไมโครซอฟต์วินโดวส์หรือเขียนด้วยภาษาเพิร์ล (Perl) และทำงานบนเครื่องที่ใช้ระบบปฏิบัติการลินุกซ์ ซึ่งมาตรฐานของเว็บเซอร์วิสทำให้อินเทอร์เฟซของโปรแกรมประยุกต์เหล่านี้อธิบายโดยเอกสารอธิบายเว็บเซอร์วิส (Web Services Description Language : WSDL) และทำให้อยู่ในมาตรฐานของไคเรกทอรีที่เก็บหรือลงทะเบียนเว็บเซอร์วิส (Universal Description Discovery and Integration: UDDI) หลังจากนั้นจึงสามารถติดต่อสื่อสารโดยส่งเอกสารเอกซ์เอ็มแอลโดยอาศัยผ่านโพรโทคอลเอสโอเอพี (Simple Object Access Protocol : SOAP)

เว็บเซอร์วิสสามารถถูกเรียกใช้ได้ทั้งจากภายในหรือภายนอกองค์กร โดยไม่ติดการป้องกันจากไฟร์วอลล์ เนื่องจากสามารถเพิ่มศักยภาพในการทำงานขององค์กร อีกทั้งช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดการทรัพยากร นอกจากนี้ยังสามารถใช้ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ โดยการส่งข้อมูลผ่านทางโพรโทคอล เอชทีทีพี

2.6.1 การเรียกใช้เว็บเซอร์วิส

ขั้นตอนการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสประกอบด้วยส่วนประกอบการทำงานหลัก 3 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนบริการริจิสทรี (Service Registry) ทำหน้าที่เป็นส่วนตัวกลางให้ผู้ให้บริการ (Service Provider) มาลงทะเบียนไว้ โดยใช้แฟ้มข้อมูลของดับเบิลยูเอสดีแอลบอกรายละเอียดของบริษัทและบริการที่มีให้ซึ่งอาจใช้หรือไม่ใช้ก็ได้ ส่วนควบคุมการให้บริการ (Service Requestor) เป็นใครก็ตามที่ต้องการ

ไคเรททอรีที่เก็บหรือลงทะเบียนเว็บเซอร์วิสซึ่งส่วนให้บริการที่เป็นสาธารณะ (Service Publication)

2.6.2 คุณสมบัติของเว็บเซอร์วิส (McGregor and Schiefer, 2004)

รายละเอียดในการสร้างและพัฒนาเว็บเซอร์วิสจะถูกรวบรวมไว้ (Encapsulated) เพื่อไม่ให้มองเห็นได้จากภายนอก ผู้เรียกใช้เว็บเซอร์วิสจะรู้จักเพียงอินเทอร์เฟซ (Interface) ที่ผู้ให้บริการประกาศเอาไว้เท่านั้น กล่าวคือ เว็บเซอร์วิสจะเป็นประตูกั้นระบบงานภายในกับผู้ใช้จากภายนอก คล้ายกับเอกซ์เอ็มแอลที่แยกตัวข้อมูล ออกจากส่วนที่ให้ความหมายว่าข้อมูลนั้นคืออะไรด้วยกรรมวิธีทางวัตถุ ตัวอย่างเช่น การใช้ภาษาซีพลัสพลัส ภาษาจาวา และส่วนประกอบ ดังนั้นจึงง่ายต่อการเรียกใช้งาน

ซอฟต์แวร์ที่ทำงานบนระบบเว็บเซอร์วิส สามารถนำมาแก้ไขรายละเอียดภายในได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อออกไปเป็นลูกโซ่ ทำให้การออกแบบซอฟต์แวร์เป็นไปโดยง่าย และผู้ใช้ปลายทางไม่จำเป็นต้องโหลดซอฟต์แวร์ไว้มากเกินความจำเป็น

โปรแกรมที่เรียกใช้เว็บเซอร์วิสสามารถรับรู้ได้เองว่าเซอร์วิสที่กำลังจะเรียกใช้นั้นมีการกำหนดพารามิเตอร์คืนกลับอย่างไร

เว็บเซอร์วิสมีคำอธิบายอยู่ในตัวเอง (Self-Defining) ซึ่งถูกเรียกใช้ในขณะที่กำลังจะทำงานเท่านั้น หรืออีกนัยหนึ่งคือ โค้ดของเอกสารอธิบายเว็บเซอร์วิสที่ใช้ประกาศว่าเว็บเซอร์วิสแลกเปลี่ยนข้อมูลกันอย่างไร สามารถนำมาแก้ไขได้ตลอดเวลา การอัปเดตจึงเป็นไปอย่างรวดเร็วและไม่จำเป็นต้องเรียกโปรแกรมประยุกต์ที่แก้ไขแล้วมาทำงานใหม่

เว็บเซอร์วิสสนับสนุนการค้นหาและเรียกใช้แบบไดนามิก (Dynamic Discovery and Invocation) ด้วยเทคโนโลยีการใช้ไคเรททอรีที่เก็บหรือลงทะเบียน โปรแกรมประยุกต์แบบเว็บเซอร์วิสจึงค้นหาและเรียกใช้เว็บเซอร์วิสได้ในขณะทำงานใหม่ ซึ่งเพิ่มความยืดหยุ่นให้กับนักพัฒนาซอฟต์แวร์ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องกำหนดการเรียกใช้เว็บเซอร์วิสไว้ก่อน ซึ่งเรียกคุณสมบัติข้อนี้กันว่าการทำงานแบบทันเวลา (Just-in-Time : JIT)

การไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์ม เนื่องจากเว็บเซอร์วิสเป็นระบบที่พัฒนาตามมาตรฐานทำให้เครื่องต่างระบบปฏิบัติการสามารถเข้าถึงเว็บเซอร์วิสได้รวมทั้งสามารถใช้ภาษาในการใช้งานเว็บเซอร์วิส

ดังนั้นเว็บเซอร์วิสจึงเป็นเทคโนโลยีที่เป็นมาตรฐานที่ช่วยให้การทำงานเพื่อแลกเปลี่ยนหรือใช้ข้อมูลร่วมกันบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เป็นอิสระจากแพลตฟอร์ม โดยที่ภาษาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ คือเอกซ์เอ็มแอล จึงทำให้เกิดการทำงานร่วมกันระหว่างโปรแกรมประยุกต์บนเว็บเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.7 ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ คือการพัฒนาการของการประมวลผลแบบกริด (Grid Computing) การประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Computing) และการประมวลผลแบบสาธารณูปโภค (Utility Computing) แต่ได้เพิ่มคุณสมบัติในเชิงพาณิชย์มากกว่าระบบที่ได้กล่าวมา (Shuai et al., 2011 : 72-75) หลักการพื้นฐานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆคือการกระจายการประมวลผลไปยังคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อในระบบเครือข่ายโดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน

2.7.1 คุณลักษณะของขอบเขตการให้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Smoot, 2012)

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะ (Public Cloud) เป็นการให้บริการสำหรับผู้ใช้ทั่วไปโดยไม่จำกัดว่าต้องเป็นบุคลากรในหน่วยงานหรือไม่ การให้บริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบบนี้เป็นการให้บริการในระดับโครงสร้างพื้นฐาน บริการจัดเก็บข้อมูล บริการชุดคำสั่งสำหรับนำไปประยุกต์ใช้งานตามความต้องการของผู้ใช้ และบริการซอฟต์แวร์ประยุกต์ที่ผ่านการพัฒนามาแล้วและในบางครั้งอาจอาศัยเทคโนโลยีเสมือนในการทำงาน ทั้งนี้ผู้ใช้บริการจ่ายค่าบริการตามปริมาณการใช้งานที่เกิดขึ้นจริง

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร (Private Cloud) เป็นระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่ติดตั้งบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในหน่วยงาน (Private Network) ผู้ใช้บริการต้องเป็นบุคลากรหรือบุคคลที่ผู้ดูแลระบบเครือข่ายอนุญาตให้เข้าใช้งานเท่านั้น ส่วนใหญ่มักอาศัยเทคโนโลยีเสมือนในการให้บริการ โดยผู้ใช้บริการสามารถควบคุมและจัดการระบบได้ด้วยตนเอง ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบบนี้ช่วยแก้ปัญหาในเรื่องความมั่นคงปลอดภัยและความน่าเชื่อถือในการใช้งานให้สูงขึ้น ซึ่งทำให้หน่วยงานที่มีความต้องการใช้งานอุปกรณ์หรือเทคโนโลยีสารสนเทศที่ต่างสภาพแวดล้อมหรือต่างรุ่นกันให้สามารถทำงานร่วมกันได้โดยอาจสามารถนำแนวคิดของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาใช้ในการบริหารจัดการอุปกรณ์ทางเทคโนโลยีสารสนเทศภายในของตนเอง โดยการสภาพแวดล้อมให้เป็นการทำงานบนระบบเสมือนที่องค์กรจัดทำขึ้น

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบบผสม (Hybrid Cloud) เป็นการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่เชื่อมโยงหรือผสมกันระหว่างระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กรและระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการประมวลผลในบางช่วงเวลาให้สูงขึ้นแต่ยังคงอยู่ภายใต้การควบคุมภายในองค์กรเช่นเดิม

2.7.2 รูปแบบการให้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Celesti et al., 2011 : 607-611)

การให้บริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service : SaaS) เป็นการให้บริการซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมประยุกต์ที่พร้อมใช้งาน โดยทำการประมวลผลที่เครื่องของผู้ให้บริการ สามารถใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ดังกล่าวบนเครื่องของผู้ใช้บริการ ซึ่งทำให้ผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาโปรแกรมประยุกต์ดังกล่าว

การให้บริการแพลตฟอร์ม (Platform as a Service : PaaS) เป็นการให้บริการประมวลผล ซึ่งประกอบด้วยระบบปฏิบัติการและชุดคำสั่งที่สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ผู้ใช้บริการสามารถปรับขนาดการใช้ทรัพยากรที่ต้องการได้อย่างอัตโนมัติตามการเติบโตของการใช้ชุดคำสั่ง เช่น ขนาดของหน่วยความจำ ขนาดของพื้นที่จัดเก็บข้อมูล

การให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service : IaaS) เป็นการให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน เช่น หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล โดยทรัพยากรเหล่านี้อยู่บนระบบเสมือนที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้บริการสามารถกำหนดขนาดของทรัพยากรได้ตามความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไป การบริการดังกล่าวมีประโยชน์สำหรับการประมวลผลที่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรจำนวนมากแต่เป็นการใช้เพียงบางช่วงเวลาไม่ได้ทำเป็นประจำ

2.7.3 ความสามารถในการให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National Institute of Standards and Technology : NIST) ได้กำหนดคุณลักษณะของการให้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆดังนี้ (Mell and Grance, 2011)

2.7.3.1 สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ (On-demand self-service) หมายถึง ผู้ใช้สามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้งานความสามารถของหน่วยประมวลผล (Processor) ขนาดหน่วยความจำ (Main Memory) และพื้นที่ในการบันทึกข้อมูล (Data Storage) ได้ตามความต้องการของตนเอง

2.7.3.2 สามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ (Broad Network Access) หมายถึง เป็นระบบที่สามารถเข้าใช้บริการได้จากระบบเครือข่ายที่เป็นมาตรฐานโดยไม่สนใจว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามาขอใช้บริการจะอยู่ในรูปแบบใด เช่น สมาร์ทโฟน (Smartphone) คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรือแท็บเล็ต (Tablet) เป็นต้น

2.7.3.3 สามารถแบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน (Resource Pooling) หมายถึง เป็นระบบที่มีการใช้ทรัพยากรการประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ร่วมกัน

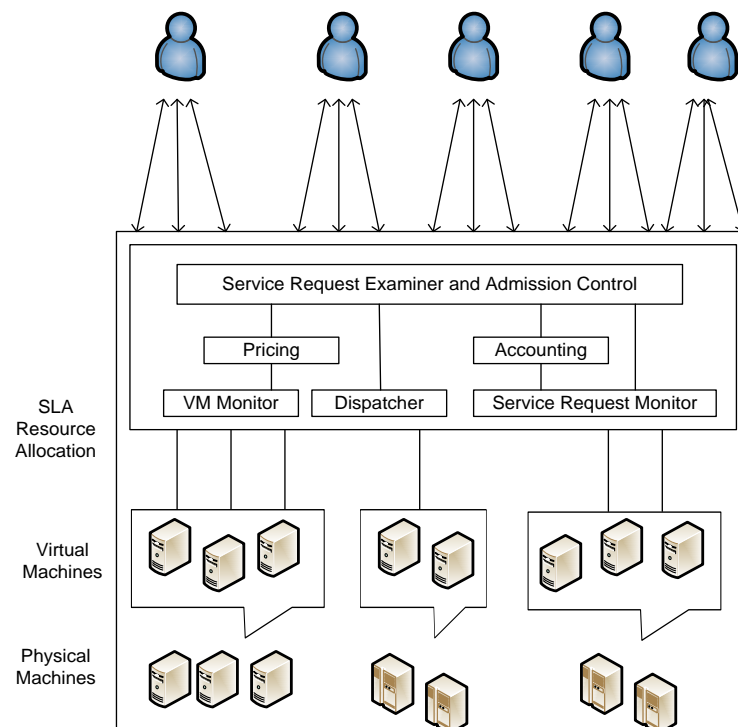
2.7.3.4 สามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้ตามความต้องการ (Rapid Elasticity) หมายถึง เป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ในระบบ ได้อย่างทันทีทันตามความต้องการของผู้ใช้บริการ

2.7.3.5 สามารถวัดปริมาณการใช้งานทรัพยากร (Measured Service) หมายถึง เป็นระบบที่สามารถตรวจสอบและควบคุมปริมาณการใช้งานรวมถึงสามารถนำปริมาณการใช้งาน ที่ได้มาทำการคำนวณคิดค่าการใช้บริการระบบ ทั้งนี้รูปแบบในการคิดค่าบริการมิได้หลายรูปแบบ แล้วแต่ข้อตกลงระหว่างผู้ให้บริการกับผู้ให้บริการ

2.7.4 สถาปัตยกรรมของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 4 ส่วนดังนี้ (Buyya, Yeo and Venugopal, 2009 : 5-13)

2.7.4.1 ผู้ใช้ (User) ในกรณีนี้หมายถึงผู้ที่กระทำการส่งคำร้องขอใช้บริการซึ่งถูกส่งมาจากที่ใดก็ได้

2.7.4.2 ข้อตกลงระดับการให้บริการ (Service Level Agreement Resource Allocator) เปรียบเสมือนส่วนเชื่อมประสานระหว่างผู้ให้บริการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆกับผู้ให้บริการ ดังแสดงในภาพที่ 2-3 โดยการทำงานข้อตกลงระดับการให้บริการประกอบด้วย 6 ส่วนย่อยคือ



ภาพที่ 2-3 สถาปัตยกรรมระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Buyya, Yeo and Venugopal, 2009 : 8)

2.7.4.2.1 ส่วนทำหน้าที่ในการแปลความหมายคำร้องขอใช้บริการที่ส่งมาจากผู้ให้บริการ (Service Request Examiner and Admission Control) คำร้องขอใช้บริการจะถูกนำไปเทียบกับคุณภาพการให้บริการ โดยคุณภาพการให้บริการ (Quality of Service : QoS) เป็นข้อตกลงในการใช้บริการที่ทำความตกลงไว้ก่อนหน้า (Service Level Agreement : SLA) จากนั้นจึงส่งคำร้องขอใช้บริการไปยังเครื่องเสมือน (Virtual Machine)

2.7.4.2.2 ส่วนค่าใช้จ่าย (Pricing) กลไกส่วนนี้ทำหน้าที่คำนวณค่าใช้จ่ายของการให้บริการตามเงื่อนไขการให้บริการที่ได้ตกลงไว้

2.7.4.2.3 ส่วนติดตามและบันทึกการใช้งาน (Accounting) ทำการบันทึกการใช้ทรัพยากรที่ถูกร้องขอใช้บริการและมีการคิดค่าใช้จ่ายกับผู้ให้บริการ

2.7.4.2.4 ส่วนตรวจสอบการใช้งานเครื่องเสมือน (Virtual Machine Monitor) ทำหน้าที่จัดเก็บการใช้เครื่องเสมือน (VM) ที่จัดให้พร้อมใช้งานรวมทั้งทรัพยากรที่นำมาจัดเป็นเครื่องเสมือน

2.7.4.2.5 ส่วนจัดสรรภาระงาน (Dispatcher) ทำหน้าที่ในการจ่ายงานตามคำร้องขอใช้บริการที่ได้รับการยอมรับให้ทำงานบนเครื่องเสมือนที่จัดสรรไว้กับงานนั้น

2.7.4.2.6 ส่วนติดตามการดำเนินงานตามคำร้องขอใช้บริการ (Service Request Monitor) ทำหน้าที่บันทึกความก้าวหน้าในการดำเนินการตามคำร้องขอบริการ

2.7.4.2.7 เครื่องเสมือน (Virtual Machine : VM) เครื่องเสมือนที่ทำงานอยู่บนเครื่องที่มีอยู่จริง โดยเครื่องที่มีอยู่จริงหนึ่งเครื่องอาจมีเครื่องเสมือนได้หลายเครื่องทำงานอยู่โดยที่เครื่องเสมือนแต่ละเครื่องมีการทำงานที่เป็นอิสระจากกัน

2.7.4.2.8 เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่จริง (Physical Machine) คือ คอมพิวเตอร์จริงจำนวนมากที่จัดเตรียมเอาไว้ให้บริการ

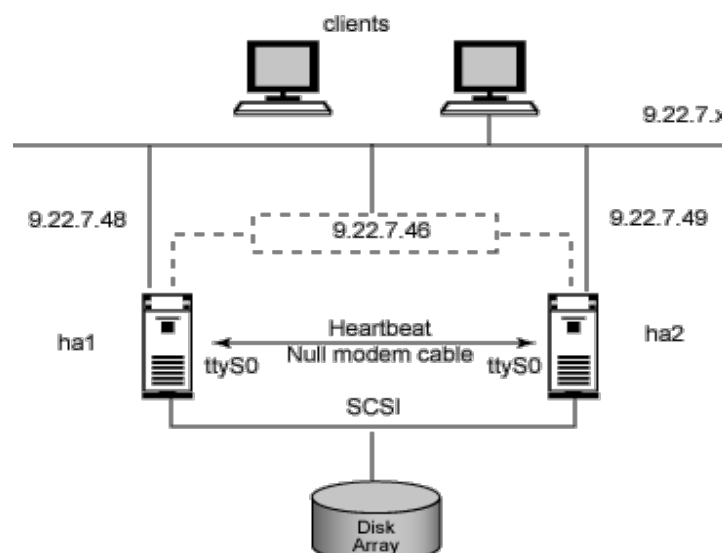
2.8 ความพร้อมใช้งานตลอดเวลา

สภาพความพร้อมใช้งานตลอดเวลาเป็นบทบาทในงานระบบเครือข่าย (Network) อย่างมาก สภาพความพร้อมใช้งานตลอดเวลาเป็นโครงสร้างหรือการออกแบบระบบ เพื่อใช้สำหรับเป็นตัวชี้วัดเพื่อตรวจสอบระบบให้บริการบนเครือข่าย เกี่ยวข้องกับการตรวจสอบความผิดพลาด หรือความล้มเหลวของระบบให้บริการ เพื่อให้ระบบยังคงสามารถให้บริการต่อไปได้ แม้ว่าเกิดความล้มเหลวขึ้น หรือแม้ว่าระบบนั้นทำงานได้เป็นปกติแต่ผู้ใช้ไม่สามารถเข้าใช้งานได้อาจเนื่องด้วยความผิดพลาดของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรือเกิดจากการที่ช่องสัญญาณนั้นเต็ม ซึ่งระบบเหล่านี้ถือว่ามีช่วงเวลาที่คอมพิวเตอร์หยุดทำงานหรือ ดาวน์ไทม์ ซึ่งสภาพความพร้อมใช้งาน

ตลอดเวลา เป็นการลดช่วงเวลาที่ระบบจะไม่สามารถให้บริการได้ การกู้คืนการทำงานของระบบได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดความผิดพลาดขึ้นเป็นความต้องการในการเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบให้กับผู้ให้บริการ และเป็นการสร้างระบบให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน ทนต่อสภาพปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ในระบบ กล่าวคือเป็นการทำให้เพิ่มความมั่นคงในการทำงานได้สูง แม้ว่าระบบนั้นเกิดความผิดพลาดขึ้นในส่วนของฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ ซีพียู หรือแม้แต่อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุต (Schmidt, 2010)

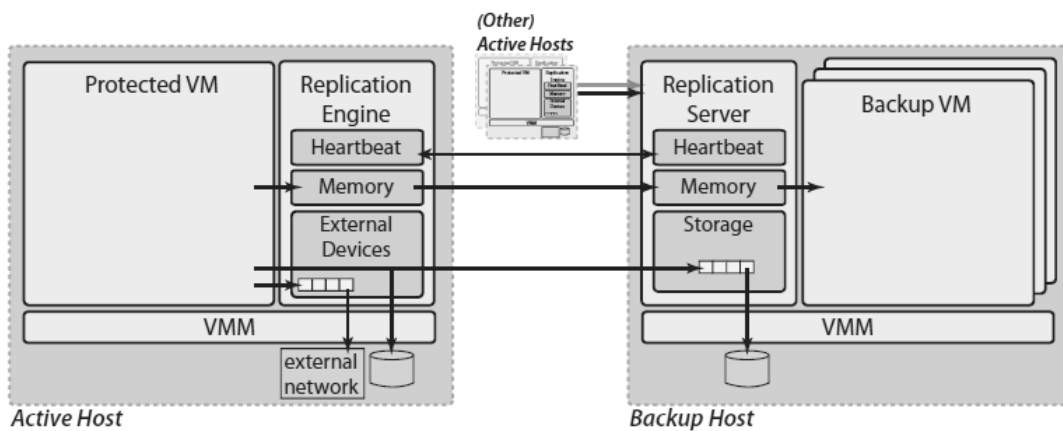
สภาพความพร้อมใช้งาน (Availability) เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญสำหรับการใช้งานระบบบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในปัจจุบัน โดยเฉพาะผู้ใช้ที่ต้องการตอบสนองตลอดเวลา ในการรับบริการเมื่อตนร้องขอ ถึงแม้ว่าโอกาสล้มเหลวของระบบผู้ให้บริการจะมีบ้างไม่มากก็น้อย เช่น โอกาสที่ไฟฟ้าดับทั้งระบบซึ่งเป็นที่ยอมรับไม่ได้ เหตุการณ์นี้แสดงว่าผู้ให้บริการไม่ได้ใส่ใจในเรื่องนี้ ซึ่งอย่างน้อยควรมีเครื่องสำรองไฟไว้ใช้ยามฉุกเฉิน ยกตัวอย่างของผู้ให้บริการที่ควรนำระบบควบคุมความพร้อมใช้งานตลอดเวลาเข้ามาใช้ เช่น ธนาคาร และ ผู้ให้บริการระบบเครือข่ายทั่วไปควรมีการนำเทคโนโลยีหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงเข้ามาใช้งาน (Marcus and Stern, 2003)

ฮาร์ทบีท (Heartbeat) เป็นวิธีการที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มสภาพความพร้อมใช้งานตลอดเวลาให้กับระบบที่ทำคลัสเตอร์ (Cluster) กล่าวคือ คลัสเตอร์จะจำลองที่อยู่ไอพี สำหรับเครื่องผู้ให้บริการเข้ามาให้บริการ โดยความจริงแล้วเครื่องผู้ให้บริการอาจมีเซิร์ฟเวอร์มากกว่าหนึ่งเครื่อง และนอกจากทำการจำลองไอพีแล้ว ฮาร์ทบีทยังทำหน้าที่ในการตรวจสอบการทำงานของเครื่องเซิร์ฟเวอร์อีกด้วย ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 แสดงโครงสร้างของระบบที่ใช้ฮาร์ทบีท (Laan, 2001)

จากภาพที่ 2-4 เครื่องให้บริการมีเครื่องเซิร์ฟเวอร์หลักหนึ่งเครื่อง เมื่อทำการตรวจสอบแล้วพบว่า เครื่องเซิร์ฟเวอร์หลักเกิดความเสียหายหรือไม่สามารถให้บริการได้ หลักการทำงานของระบบฮาร์ทบีท คือ ทำการดึงหมายเลขไอพีจำลองที่ผู้ใช้บริการทั่วไปเข้าถึงได้นั้นมากำหนดเป็นหมายเลขไอพีของเครื่องเซิร์ฟเวอร์รองทันที ฮาร์ทบีท จะทำการตรวจสอบ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง (Laan, 2011) การใช้ฮาร์ทบีทในการตรวจสอบสภาพพร้อมใช้งานของเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในเครือข่าย หากตรวจพบความล้มเหลวขึ้นจะทำการย้ายการทำงานของคอมพิวเตอร์เสมือนไปยังเครื่องสำรองในทันที



ภาพที่ 2-5 ความสัมพันธ์ของแต่ละหน่วยภายในริมุส (Remus) (Minhas, et al., 2013 : 30)

จากภาพที่ 2-5 เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องที่ติดตั้งใช้งานริมุส ซึ่งใช้เทคนิคการทำ ไลฟ์เช็คพอยน์ (Live Checkpoint) ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์สำรอง ซึ่งเป็นการสำเนาหน่วยความจำที่เรียกว่าไครตี้เพจ (Dirty Page) ไปยังเครื่องสำรองอย่างต่อเนื่อง โดยมีฮาร์ทบีท เป็นตัวตรวจสอบการคงอยู่ของเครื่องหลัก (Active Host) กรณีเครื่องหลักล้มลง เครื่องสำรองสามารถทำงานแทนได้ทันที งานวิจัยนี้นักวิจัยได้พัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคไลฟ์เช็คพอยน์ ให้รองรับการสร้างระบบที่มีสภาพพร้อมใช้งานตลอดเวลาให้เกิดความอัตโนมัติขึ้น กล่าวคือระบบสามารถค้นหาเครื่องสำรองได้อย่างต่อเนื่อง (Minhas, et al., 2013 : 29-45)

2.9 ระบบจัดการแฟ้มข้อมูลแบบกระจาย

ระบบจัดการแฟ้มข้อมูลแบบกระจาย (Distributed File System : DFS) เป็นระบบแฟ้มข้อมูลซึ่งอาศัยการทำงานแบบไคลเอนต์ เซิร์ฟเวอร์ โดยอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลมีการกระจายอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่องบนระบบเครือข่าย ซึ่งทำให้การใช้งานระบบจัดการแฟ้มข้อมูลแบบกระจายต้องมีการทำงานผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งในทางอุดมคติแล้วเครื่อง

คอมพิวเตอร์ที่ขอใช้บริการในระบบที่มีการจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลแบบกระจาย ต้องสามารถเข้าถึงและใช้งานแฟ้มข้อมูลเหมือนระบบจัดเก็บแฟ้มข้อมูลตามปกติ

ฮาร์ดแวร์เป็น โปรแกรมในรูปแบบเฟรมเวิร์คที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาจาวาเพื่อใช้สำหรับประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่บนระบบคลัสเตอร์ (Cluster) ซึ่งมีการใช้คอมพิวเตอร์หลายเครื่องในการประมวลผลร่วมกันมีความสามารถในการเพิ่มจำนวนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลร่วมกันได้หลายเครื่องสามารถตรวจสอบและแก้ปัญหาเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานผิดพลาดได้เองโดยอัตโนมัติ ฮาร์ดแวร์ทำการจัดเก็บข้อมูลด้วยระบบกระจายแฟ้มข้อมูลแบบฮาร์ดแวร์ (Hadoop Distribute File System : HDFS) ซึ่งอาศัยแนวคิดระบบแฟ้มข้อมูลของกูเกิล (Google File System) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยบริษัทกูเกิล โดยมีความสามารถในการประมวลผลด้วยการทำแมพรีดิวซ์ (Map Reduce) ซึ่งเป็นรูปแบบการทำงานที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัทกูเกิลเช่นเดียวกัน (White, 2014)

2.9.1 ระบบกระจายแฟ้มข้อมูลแบบฮาร์ดแวร์ (Hadoop Distribute File System : HDFS)

เป็นระบบจัดการแฟ้มข้อมูลแบบกระจายรูปแบบหนึ่งที่ถูกสร้างขึ้นด้วยภาษาจาวาและออกแบบมาเพื่อใช้งานกับสำหรับจัดเก็บข้อมูลขนาดใหญ่ ระดับเทรา (Tera Byte) หรือเพตะ (Peta Byte) ขึ้นไป การจัดเก็บข้อมูลอยู่ในรูปแบบของการกระจายการจัดเก็บข้อมูล โดยทำการกระจายข้อมูลไปเก็บยังเครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องที่อยู่ในคลัสเตอร์เดียวกัน นอกจากนั้นยังสามารถทำการสำเนาข้อมูล (Data Replication) ได้เองแบบอัตโนมัติ ทำให้สามารถช่วยป้องกันความผิดพลาดของข้อมูลที่สามารถเกิดขึ้นได้เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำการจัดเก็บข้อมูลเครื่องใดเครื่องหนึ่งไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ สถาปัตยกรรมของระบบกระจายแฟ้มข้อมูลแบบฮาร์ดแวร์ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ เนมโนด (Name Node) และดาตาโนด (Data Node)

เนมโนด ทำหน้าที่ บริหารจัดการระบบชื่อแฟ้มข้อมูล (File System Namespace) คลัสเตอร์ ควบคุมการเข้าถึงแฟ้มข้อมูล บริหารจัดการดาตาโนด จัดเก็บเมตาดาตา (Meta Data) เช่น เก็บข้อมูลหมายเลขประจำตัวของชุดข้อมูล (Block Data ID) เพื่อให้ทราบว่าข้อมูลชุดนี้เก็บไว้ที่ดาตาโนดใด และทำหน้าที่ในการสำเนาข้อมูลไปยังดาตาโนดอื่นในคลัสเตอร์

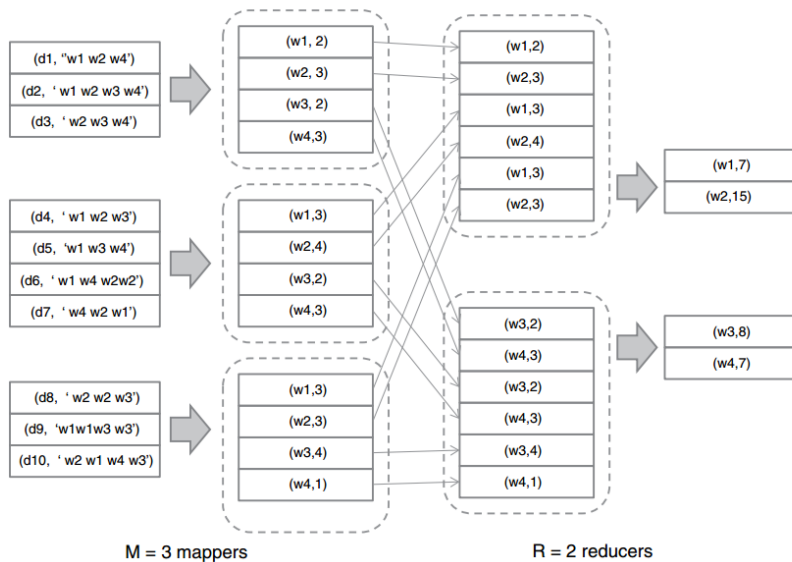
ดาตาโนด ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลที่แท้จริงของระบบฮาร์ดแวร์ โดยเมื่อผู้ใช้ต้องการอ่านหรือเขียนข้อมูลในระบบฮาร์ดแวร์ ผู้ใช้ต้องทำการติดต่อผ่านเนมโนดก่อนจึงสามารถเข้าถึงข้อมูลแท้จริงที่เก็บอยู่ในดาตาโนดได้ (Liu, Xu and Yuan, 2013 : 2816-2822)

2.9.2 แมพรีดิวซ์ (Map Reduce)

แมพรีดิวซ์ เป็นเฟรมเวิร์คหนึ่งที่จะช่วยในการเขียน โปรแกรมแบบหนึ่งที่ใช้ในงานประมวลผลที่มีข้อมูลจำนวนมาก โดยหลักการการทำงานเป็นการทำงานแบบขนาน (Parallel) ซึ่งอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์หลาย ๆ เครื่องช่วยกันทำงาน โดยที่ผู้ใช้งานนั้นไม่ต้องสนใจเบื้องหลังการทำงานเช่น

การประมวลผลแบบขนาน (Parallelization) การกระจายข้อมูล (Data Distribution) การแบ่งและจัดสรรภาระงาน (Loads Balancing) และการรักษาสภาพความคงทนและพร้อมใช้งาน (Fault Tolerance) ในการทำงานระบบจะทำการแมปเพื่อจับคู่ระหว่างคีย์และแวลู (Key/Value) ที่ต้องการ แล้วจากนั้นจึงส่งไปให้รีดิวซ์ทำการประมวลผลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ (Gautam, 2010)

หลักการการทำงานของแมพรีดิวซ์ คือการกระจายงานต่าง ๆ ไปให้แมพเวิร์กเกอร์ (Map-Worker) ที่อยู่บนแต่ละเครื่องทำงาน ซึ่งผู้ที่ควบคุมการกระจายงานก็คือดาตาโหนด โดยหลังจากที่เวิร์กเกอร์ ทำงานเสร็จจะแจ้งให้ดาตาโหนด เพื่อที่ดาตาโหนด ทำการส่งต่อผลของการจับคู่เพื่อทำงานให้ได้ผลลัพธ์ต่อไป



ภาพที่ 2-6 ความสัมพันธ์ของข้อมูลในรูปแบบของแมพรีดิวซ์ (Gautam , 2010)

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.10.1 พันธ์รี (2554 : 728-735) นำเสนองานวิจัยการพัฒนาโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประเมินผลการศึกษา โดยทำการพัฒนาโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยภาษาพีเอชพีและใช้โปรแกรมมายเอสคิวแอลเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นแบ่งการใช้งานออกเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนผู้ดูแลระบบ เป็นส่วนที่จัดการกับหลักสูตรที่เปิดสอน ส่วนอาจารย์ เป็นส่วนแสดงข้อมูลเกี่ยวกับวิชาที่ผู้สอนรับผิดชอบซึ่งประกอบด้วย วัตถุประสงค์ รายวิชา บทเรียน รายละเอียดข้อสอบ การสร้างชุดข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ และส่วนนักศึกษา เป็นส่วนการเข้าทำแบบทดสอบตามที่อาจารย์เป็นผู้กำหนดให้

การวิจัยนี้แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและผู้เชี่ยวชาญทางการวัดและประเมินผลการศึกษา กลุ่มอาจารย์ประจำเลือกใช้อาจารย์ประจำสถาบันการพลศึกษา วิทยาเขตเพชรบูรณ์ และกลุ่มนักศึกษาเลือกใช้นักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนวิชาวัดและประเมินผลการศึกษา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2553 โดยทำการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย โปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบประเมินประสิทธิภาพของโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งพบว่าโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี

ผลการวิจัยสรุปได้ว่าโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีประสิทธิภาพในการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสอบช่วยให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพเก็บไว้ใช้งาน อีกทั้งยังอำนวยความสะดวกให้กับอาจารย์ผู้สอนในการเรียกใช้สอบที่ได้เก็บไว้ในคลังข้อสอบทำให้ประหยัดเวลาในการสร้างชุดข้อสอบและประหยัดวัสดุสิ้นเปลือง เช่น หมึกพิมพ์ และกระดาษสำหรับพิมพ์ข้อสอบ แต่ทั้งนี้โปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่พัฒนาขึ้นเป็นการทำงานโปรแกรมประยุกต์บนเว็บโดยทำการจัดเก็บข้อมูลทั้งระบบโปรแกรมและฐานข้อมูลไว้บนเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับให้บริการเพียงเครื่องเดียวเท่านั้นซึ่งหากเกิดปัญหาเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับให้บริการไม่สามารถทำงานได้จะส่งผลกระทบต่อระบบทั้งหมดไม่สามารถดำเนินการได้

2.10.2 Deng and Liu (2010 : 1-2) นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาระบบธนาคารข้อสอบบนระบบเว็บ (Research on Web-Based Test Item Bank System) งานวิจัยดังกล่าวพบว่าระบบคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการช่วยพัฒนาทางเลือกในการสร้างข้อสอบจากเดิมที่เขียนตอบในกระดาษ การนำระบบคอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการบันทึกข้อสอบและผลการสอบสามารถนำไปสู่การพัฒนาข้อสอบที่มีคุณภาพมากขึ้นเนื่องจากสามารถนำข้อสอบและผลการทำข้อสอบมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพของข้อสอบตามทฤษฎีทางการศึกษาได้ ทั้งนี้การนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการทำธนาคารข้อสอบมีจุดเด่น 2 ข้อ คือ 1. เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายและมีความยืดหยุ่นรวมถึงสามารถรักษาความลับได้ 2. สามารถนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์เพื่อสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพได้

ระบบธนาคารข้อสอบที่ทำการพัฒนาขึ้นประกอบด้วย การจัดรูปแบบของข้อสอบ สิทธิในการเข้าถึง การรักษาความลับของข้อสอบ การนำเข้าข้อสอบสู่ระบบ การรองรับจำนวนข้อสอบที่มีหลายรูปแบบและหลายวิชา ทั้งนี้ระบบมีการแบ่งแยกระหว่างระบบจัดการการเรียนการสอนและ

ระบบข้อสอบเพื่อเป็นการป้องกันข้อมูลที่สำคัญ ในงานวิจัยนี้ทำการพัฒนาธนาคารข้อสอบบนระบบเว็บโดยใช้เอเอสพีคอตเน็ต เวอร์ชัน 2.0 (Asp.Net 2.0) ซึ่งเขียนด้วยภาษาซีชาร์ป ทั้งนี้เนื่องจาก เอเอสพีคอตเน็ตมีเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับช่วยในการพัฒนาโปรแกรมบนระบบเว็บ นอกจากนี้ยังได้มีการใช้เทคโนโลยีการติดต่อแบบอซิงโครนัสของจาวาสคริปต์และเอกซ์เอ็มแอล (Asynchronous JavaScript and XML : AJAX) เข้าร่วมในการทำงานของ โปรแกรมการจัดเก็บข้อมูลอาศัยไมโครซอฟต์เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ (Microsoft SQL Server) เป็นระบบฐานข้อมูล

การทำงานของธนาคารข้อสอบโดยทั่วไปผู้ใช้ต้องสามารถทำการเพิ่มข้อสอบเข้าสู่ระบบแก้ไข หรือลบข้อสอบออกจากระบบได้ อย่างไรก็ตามการสร้างระบบธนาคารข้อสอบที่ดีไม่มีแค่การทำงานดังกล่าว ปัญหาที่สำคัญคือทำอย่างไรจึงสามารถสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพจากข้อสอบที่ทำการจัดเก็บไว้ได้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าวในระบบธนาคารข้อสอบบนระบบเว็บที่พัฒนาขึ้นนี้ได้มีการสร้างระบบฐานข้อมูลขึ้น 2 ชุด โดยฐานข้อมูลชุดแรกเป็นข้อมูลสำหรับผู้บริหารหรือผู้ที่หน้าทีในการพิจารณาความเหมาะสมของข้อสอบ และฐานข้อมูลอีกชุดเป็นฐานข้อมูลสำหรับให้ผู้ใช้นำข้อมูลข้อสอบเข้าสู่ระบบ ทั้งนี้ในการทำงานเมื่อผู้ใช้นำข้อสอบเข้าสู่ระบบข้อสอบดังกล่าวจะยังไม่เข้าสู่ระบบโดยทันที ทั้งนี้ต้องให้ผู้บริหารหรือผู้ที่มีหน้าที่พิจารณาความเหมาะสมของข้อสอบทำการตรวจสอบก่อน โดยที่ถ้าพบว่าข้อสอบดังกล่าวมีคุณภาพและมีความเหมาะสมจึงทำการบันทึกข้อสอบดังกล่าวเข้าสู่ธนาคารข้อสอบ

หลังจากทำการบันทึกข้อสอบที่ผ่านการพิจารณาแล้วนั้นขั้นตอนที่สำคัญต่อมาคือการสร้างชุดข้อสอบเพื่อทำการทดสอบ การสร้างชุดข้อสอบอาจทำได้ 2 วิธีคือ วิธีแรกให้อาจารย์พิจารณาเลือกข้อสอบจากระบบด้วยตนเอง หรือวิธีที่สองให้ระบบทำการสร้างชุดข้อสอบให้ การสร้างชุดข้อสอบมีองค์ประกอบที่ต้องพิจารณาดด้วยกันหลายประการเช่น องค์ความรู้ที่วัด ข้อสอบสำหรับทดสอบย่อยรายหน่วย หรือ ข้อสอบปลายภาค ความยากหรือง่ายของข้อสอบที่เหมาะสมกับผู้เข้าสอบ ช่วงเวลาที่ดำเนินการทำข้อสอบ สำหรับการสร้างชุดข้อสอบให้มีอัลกอริทึมที่ได้รับการยอมรับและนำมาใช้เพื่อสร้างชุดข้อสอบ 2 อัลกอริทึมด้วยกันคือ การหาค่าความยากของข้อสอบ (Question Difficulty) และการกำหนดคะแนน (Indicators for Scores) แต่ทั้งนี้การให้ระบบสร้างชุดข้อสอบให้อาจไม่ได้ชุดข้อสอบที่ตรงตามความต้องการของอาจารย์ทั้งหมด ดังนั้นหลังจากระบบสร้างชุดข้อสอบให้แล้วยังต้องยอมให้มีการปรับแก้ข้อสอบเพิ่มเติมได้อีก ดังนั้นจึงต้องมีการเตรียมเครื่องมือสำหรับช่วยในการทำงานดังกล่าวเช่น ระบบค้นหาข้อมูลจากฐานข้อมูลที่เก็บไว้โดยใช้ค่าทางตรรกะ เพื่อช่วยในการค้นหาข้อมูล เป็นต้น

2.10.3 Tang and Zhan (2010 : 80-82) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างธนาคารข้อสอบโดยใช้ซีเอส โมเดล (Research on Test Taper making-up Strategies of C/S Model General Item

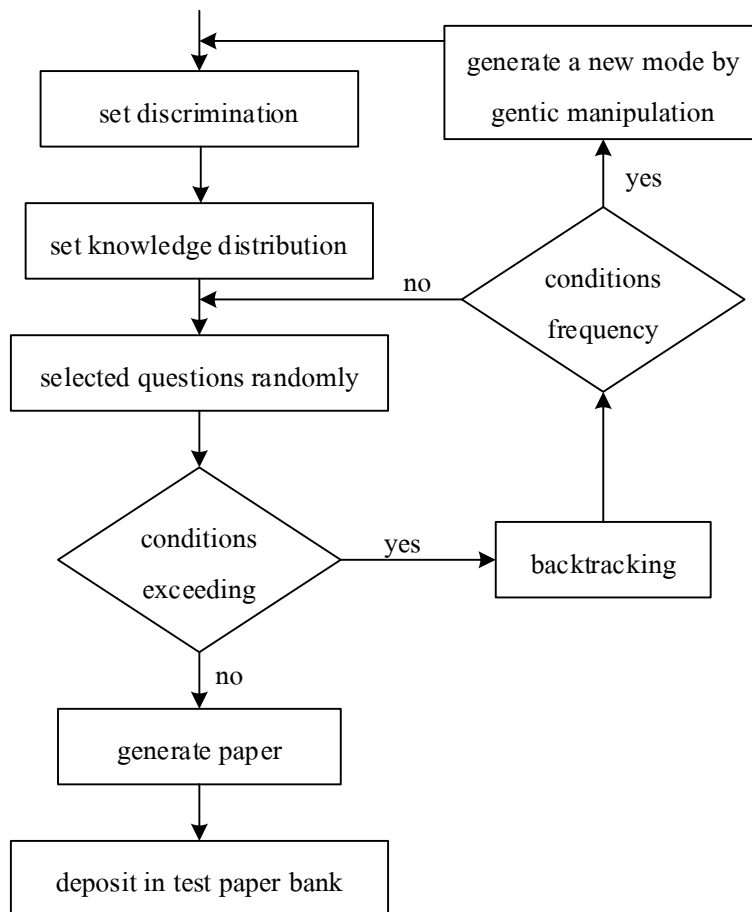
Bank Test System) งานวิจัยพบว่าการจัดสร้างข้อสอบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญต่อการจัดการเรียนการสอน การคัดเลือกข้อสอบจากธนาคารข้อสอบที่ทำการเก็บบันทึกไว้แล้วนำมาสร้างข้อสอบใหม่เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการจัดสร้างข้อสอบ แต่การสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพเป็นสิ่งที่ทำได้ยากเนื่องจากข้อสอบที่ดีต้องมีการวัดผู้เรียนในหลายด้าน ดังนั้นหากต้องการสร้างข้อสอบโดยคัดเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบที่เก็บไว้ต้องมีวิธีการคัดเลือกที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ข้อสอบที่ดี มีคุณภาพ การสร้างข้อสอบจากธนาคารข้อสอบโดยอาศัยอัลกอริธึมที่นิยมใช้ทางคอมพิวเตอร์สามารถทำได้ 3 วิธีการคือ วิธีการแบบสุ่ม (Random) วิธีการแบบย้อนรอย (Backtracking Algorithm) และวิธีแบบจenetik (Genetic Algorithm)

วิธีการแบบสุ่ม เป็นวิธีการที่สามารถดำเนินการได้รวดเร็วที่สุดซึ่งทำได้โดยการให้คอมพิวเตอร์สุ่มเลือกข้อสอบจากคลังข้อสอบตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้และนำมาสร้างเป็นข้อสอบใหม่ ทั้งนี้การกระทำดังกล่าวจะนำไปจนกว่าจะได้ข้อสอบครบตามต้องการหรือจำนวนข้อสอบในคลังไม่เพียงพอต่อการนำมาสร้างข้อสอบ การใช้วิธีแบบสุ่มเพื่อสร้างข้อสอบนี้อาจแบ่งออกได้เป็น 3 กรณีคือ แบบแรกใช้วิธีการระบุจำนวนข้อและหัวข้อหรือองค์ความรู้ที่ต้องการออกข้อสอบ และทำการสุ่มตามเงื่อนไขที่ระบุจนกว่าจะได้ข้อสอบครบตามที่ต้องการ แบบที่สองระบุความต้องการรูปแบบของข้อสอบที่ต้องการสร้าง เช่น ชนิดของข้อสอบ ระดับความยากง่ายของข้อสอบ และรูปแบบการกระจายความยากง่ายและเนื้อหาในข้อสอบ ระบบจะทำการสุ่มตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้กำหนด แบบที่สามผู้ใช้นำข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ในคลังข้อสอบออกมาทำการคัดเลือกโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญโดยผู้เชี่ยวชาญที่ทำการคัดเลือกจะเป็นผู้กำหนดถึงรูปแบบการกระจายและความยากง่ายที่เหมาะสมเอง

วิธีการแบบย้อนรอย เป็นวิธีการที่ทำการกำหนดรูปแบบข้อสอบที่ต้องการสุ่มจากนั้นระบบจึงทำการสุ่มข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบ โดยทุกครั้งที่ทำการสุ่มต้องทำการบันทึกค่าเงื่อนไขในการสุ่มเอาไว้ เมื่อการสุ่มดำเนินการไปจนถึงระดับที่ไม่สามารถสุ่มต่อไปได้อีก ระบบจึงยกเลิกการสุ่มตามรูปแบบที่กำหนดและเปลี่ยนไปใช้รูปแบบใหม่ในการสุ่ม ทั้งนี้ระบบดำเนินการไปเช่นนี้จนกว่าสามารถได้ข้อสอบครบตามที่ต้องการ

วิธีการแบบจenetik เป็นวิธีการคัดเลือกข้อสอบโดยอาศัยหลักการทฤษฎีการคัดเลือกยีนส์ของมนุษย์มาเป็นแนวคิดในการเขียนโปรแกรม วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ดีที่โปรแกรมสามารถปรับเปลี่ยนการคัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสมได้ด้วยโปรแกรมเอง แต่อย่างไรก็ตามวิธีการดังกล่าวนี้ยังมีความยากลำบากในการพัฒนาแนวคิดให้อยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานได้ตามแนวคิดอย่างแท้จริง

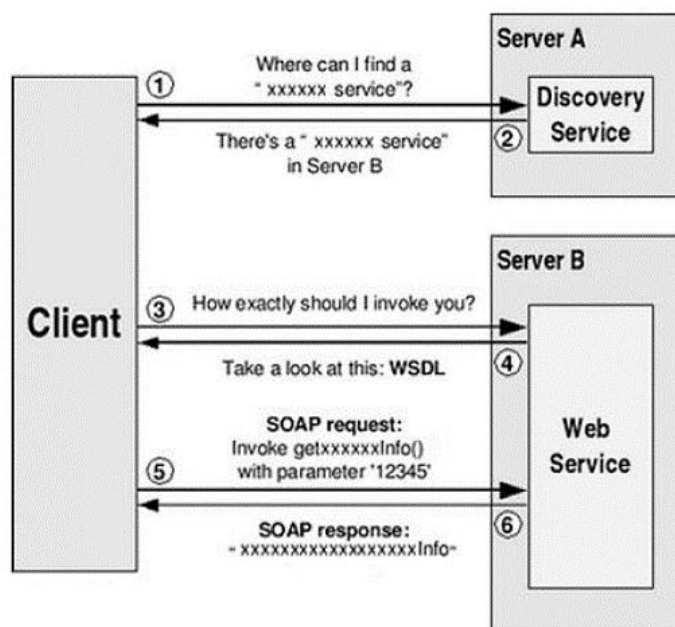
จากวิธีการที่ได้กล่าวมาข้างต้นพบว่าการคัดเลือกข้อสอบโดยวิธีการสุ่มเป็นวิธีที่ทำได้ง่ายที่สุด แต่ในด้านการควบคุมขอบเขตของเนื้อหาและการกระจายความยากง่ายของข้อสอบทำได้ยากสำหรับวิธีการแบบย้อนรอยพบว่าการเขียนโปรแกรมตามวิธีการนี้ต้องใช้หน่วยความจำเป็นจำนวนมากในการทำงานและต้องใช้เวลาในการประมวลผลนานมาก และวิธีแบบเจเนติกเป็นแนวความคิดที่ดีในการคัดเลือกข้อสอบ ทั้งในด้านการสุ่มข้อสอบและความเร็วในการทำงานเนื่องจากเป็นการทำงานแบบขนาน แต่อย่างไรก็ตามพบว่ายังไม่มียุติวิธีใดที่ดีที่สุดในการนำมาใช้งานทั้งนี้รูปแบบที่เหมาะสมในการนำมาใช้งานอาจเป็นการทำงานในแบบผสมกันทั้ง 3 วิธีการดังแสดงในภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 ขั้นตอนการสร้างชุดข้อสอบโดยใช้ฮีเอสโมเดล (Tang and Zhan, 2010 : 80)

โดยสรุปวิธีการที่น่าเสนอในงานวิจัยนี้เป็นแนวคิดที่ดีในการออกแบบแต่อาจพบปัญหาสำหรับการนำมาใช้งานได้จริง เนื่องจากประสิทธิภาพการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่ในปัจจุบันยังไม่พร้อมอย่างเต็มที่ในการรองรับวิธีการทำงานของโปรแกรมที่เขียนตามแนวคิดดังกล่าว เนื่องจากใช้เวลานานในการประมวลผล

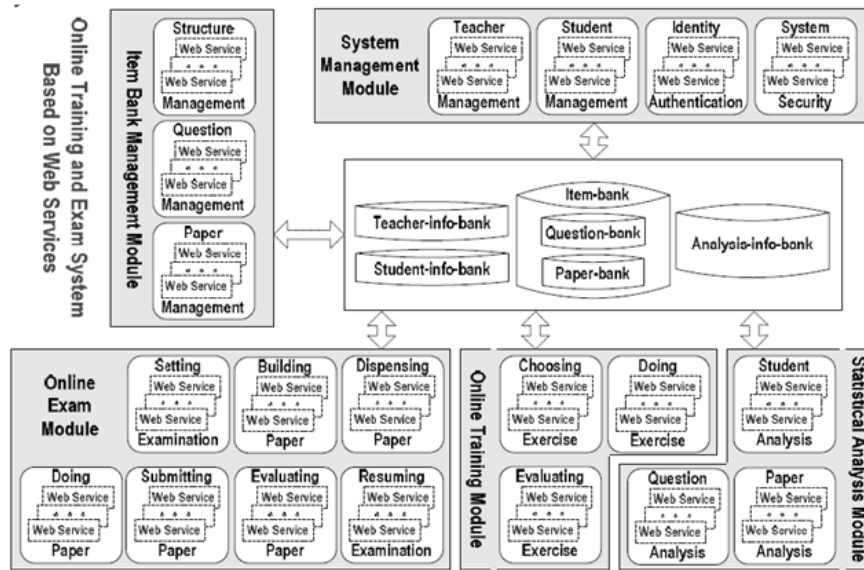
2.10.4 Hua, Shu and Liying, (2008 : 1-4) ได้นำเสนองานวิจัยระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับฝึกอบรมและสอบออนไลน์ (A Web Service Base Online Training and Exam System) จากงานวิจัยพบว่าสถาบัน- การศึกษาหลายแห่งมีความต้องการในการจัดการศึกษาที่อยู่ในรูปแบบที่ไม่จำเป็นต้องเข้าชั้นเรียนตลอดเวลาหรืออาจจัดการศึกษาในรูปแบบของการศึกษาทางไกล ดังนั้น เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทำการพัฒนาระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการฝึกอบรมและการสอบออนไลน์ ทั้งนี้การเลือกใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสเนื่องจากต้องการให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือการใช้ข้อมูลร่วมกันโดยไม่จำเป็นต้องขึ้นกับโครงสร้างของฮาร์ดแวร์หรือระบบปฏิบัติการ เนื่องจากเว็บเซอร์วิสมีความสามารถในการทำงานแบบไดนามิกและง่ายต่อการบำรุงรักษาหรือทำการปรับปรุงระบบ รูปแบบการทำงานของเว็บเซอร์วิสสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 ขั้นตอนการทำงานของเว็บเซอร์วิสในระบบฝึกอบรมและการสอบออนไลน์

(Hua, Shu and Liying, 2008 : 1)

ระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการฝึกอบรมและสอบออนไลน์ที่พัฒนาขึ้นประกอบไปด้วยโมดูลหลักในการทำงาน 5 ส่วน คือ ส่วนบริหารจัดการระบบ ส่วนบริหารจัดการข้อสอบ ส่วนฝึกอบรมออนไลน์ ส่วนสอบออนไลน์ และส่วนวิเคราะห์และประเมินผลทางสถิติ โดยสามารถแสดงรายละเอียดสถาปัตยกรรมระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการฝึกอบรมและการสอบออนไลน์ ดังแสดงในภาพที่ 2-9



ภาพที่ 2-9 สถาปัตยกรรมระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการฝึกอบรมและการสอบออนไลน์
(Hua, Shu and Liying., 2008 : 2)

ระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการฝึกอบรมและการสอบออนไลน์ มีจุดเด่น 4 ด้าน คือ ความเป็นอิสระ เนื่องจากระบบที่พัฒนาขึ้นอาศัยการทำงานแบบเว็บเซอร์วิสจึงช่วยให้ไม่มีการยึดติดกับโครงสร้างฮาร์ดแวร์หรือระบบปฏิบัติการ การแลกเปลี่ยนข้อมูลอาศัยการส่งผ่านทางเอกสารเอกซ์เอ็มแอล

ความยืดหยุ่นในการใช้งาน เนื่องจากการใช้เทคโนโลยีเว็บเซอร์วิสจึงช่วยทำให้ระบบมีความสามารถให้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่อยู่บนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์สามารถเข้ามาขอใช้ข้อมูลจากบริการที่จัดเตรียมไว้ให้เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้งานหรือไปประมวลผลยังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ขอใช้บริการ

ความมีเสถียรภาพของระบบ เนื่องจากเว็บเซอร์วิสอาศัยเอชทีทีพีในการส่งข้อมูล ซึ่งเอชทีทีพีเป็นบริการหลักที่ต้องมีบนระบบอินเทอร์เน็ต ดังนั้นการที่เว็บเซอร์วิสอาศัยช่องทางนี้สำหรับการส่งข้อมูลจึงทำให้ไม่จำเป็นต้องทำการปรับแต่งค่าข้อกำหนดของผ่านระบบป้องกันเครือข่ายเช่น ไฟร์วอลล์

ความมั่นคงปลอดภัย เนื่องจากเว็บเซอร์วิสใช้การส่งข้อมูลโดยอาศัยการทำงานของเอสไอเอพี ซึ่งการทำงานดังกล่าวช่วยป้องกันการโจมตีที่อาจเกิดขึ้นหากอาศัยการทำงานผ่านเอชทีทีพีเพียงอย่างเดียว ซึ่งทำให้ระบบที่พัฒนาขึ้นมีความมั่นคงปลอดภัยในระดับสูง

โดยสรุประบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการฝึกอบรมและการสอบออนไลน์ เป็นระบบที่มีความมั่นคงปลอดภัยและสะดวกในการใช้งาน รวมถึงสะดวกในการบำรุงรักษาและเป็นการใช้ทรัพยากร

ที่มีได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้ระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการฝึกอบรมและการสอบออนไลน์มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้งานกับสถาบันการศึกษาทั้งในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา

2.10.5 Guang and Guisheng (2011 : 526-529) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการนำระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาประยุกต์เพื่อเพิ่มความสามารถในการจัดการศึกษา (A novel enhanced education application of Cloud computing) จากงานวิจัยพบว่าปัจจุบันแนวคิดของการใช้ทรัพยากรทางการศึกษาที่มีอยู่ร่วมกันเป็นสิ่งที่กำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากในวงการศึกษาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆซึ่งเป็นระบบประมวลผลแบบกระจายที่รวมความสามารถของระบบหลายรูปแบบเข้าด้วยกัน ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆยังอยู่ในช่วงระยะของการพัฒนาโดยมีรากฐานจากระบบการทำงานแบบเสมือนและเทคโนโลยีเว็บ ทั้งนี้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมีเป้าหมายในการพัฒนาระบบการทำงานให้อยู่ในรูปแบบของระบบสาธารณูปโภค โดยผู้ใช้บริการไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างที่แท้จริงของระบบ ผู้ใช้สามารถใช้งานระบบโดยการเรียกผ่านบริการที่ได้รับการจัดเตรียมไว้ให้ รูปแบบการให้บริการดังกล่าวอาศัยกลไกของระบบสถาปัตยกรรมบริการเป็นกลไกหลักในการดำเนินการ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆประกอบด้วยทรัพยากรต่าง ๆ ในระบบเช่น หน่วยบันทึกข้อมูล ระบบเครือข่าย ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยทรัพยากรเหล่านี้มีความยืดหยุ่นในการใช้งานและสามารถเปลี่ยนได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆถือได้ว่าเป็นสิ่งที่ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนครั้งสำคัญในการพัฒนาซอฟต์แวร์ตามหลักการของวิศวกรรมซอฟต์แวร์ซึ่งการทำงานทั้งหมดของระบบอยู่ในรูปของระบบเสมือนที่ง่ายต่อการปรับเปลี่ยนองค์ประกอบซึ่งคือสิ่งที่ทำให้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแตกต่างจากระบบการทำงานแบบเดิมที่มีอยู่ในปัจจุบัน จากคุณลักษณะดังกล่าวทำให้มีสถาบันการศึกษาและภาคธุรกิจเอกชนจำนวนมากตัดสินใจลงทุนและพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ทั้งนี้พบว่าระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมีการทำงานที่เป็นการแบ่งปันและใช้ทรัพยากรร่วมกันผ่านทางระบบเครือข่ายซึ่งทำให้หน่วยงานขนาดกลางและเล็กสามารถนำระบบไปใช้กับเนื่องจากเป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุน

ระบบการศึกษาสมัยใหม่เป็นระบบที่เน้นเรื่องการใช้ทรัพยากรร่วมกัน ดังนั้นระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ จึงสามารถตอบสนองต่อความต้องการดังกล่าวได้เป็นอย่างดีเนื่องจากเทคโนโลยีแบบอื่นที่เคยใช้ในอดีตที่ผ่านมาล้วนแต่มีข้อจำกัดในการดำเนินการเช่น ระบบกริดเนื่องจากถึงระบบกริดเป็นระบบที่มีการประมวลผลเชิงกระจายแต่มีข้อจำกัดในเรื่องปัญหาความหวาดในการประมวลผลรวมถึงผู้ใช้งานต้องเป็นผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในทางเทคนิค รวมถึงข้อจำกัดเรื่องความเข้ากันได้ของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ประกอบกับระบบกริดไม่ได้มีการออกแบบในส่วนของการควบคุมคุณภาพการให้บริการจึงทำให้ยากในการคำนวณถึงค่าใช้จ่ายในการใช้งานระบบ

ทั้งนี้หากต้องการนำไปใช้งานจริงในเชิงพาณิชย์จะต้องมีการควบคุมคุณภาพการให้บริการและความพร้อมใช้งาน ซึ่งจากข้อจำกัดของระบบกริดจึงทำให้ระบบนี้ไม่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน อย่างไรก็ตามถึงแม้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมีข้อจำกัดน้อยกว่าระบบกริด แต่ระบบยังมีข้อจำกัดเช่นการใช้งานทรัพยากรข้ามกลุ่มเมฆ

รูปแบบที่เป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆกับการศึกษาสามารถทำได้หลายรูปแบบเช่น การแบ่งปันทรัพยากรเพื่อใช้งานร่วมกัน การใช้งานและแบ่งปันข้อมูลเพื่อช่วยเหลือกันในการทำวิจัย การสร้างเครือข่ายสังคมบนระบบอินเทอร์เน็ต และการติดต่อหรือการใช้งานผ่านอุปกรณ์ในรูปแบบต่าง ๆ แต่ทั้งนี้ยังมีประเด็นที่ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆต้องพิสูจน์ว่าสามารถทำงานได้เพื่อทำให้เกิดการยอมรับและนำไปใช้งานได้จริง เช่น รูปแบบวิธีการบริหารจัดการทรัพยากรและบริการต่าง ๆ ในระบบ รูปแบบที่ง่ายต่อการใช้งานของผู้ใช้ทั่วไปที่ไม่ต้องมีความรู้ด้านเทคนิค วิธีการรักษาความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูล ทรัพยากรและบริการทางการศึกษาที่นำมาให้บริการในระบบ กรอบแนวคิดและมาตรฐานการแลกเปลี่ยนข้อมูล และการควบคุมคุณภาพการให้บริการ เป็นต้น

2.10.6 Wang, Li and Zheng (2010 : 80-83) ได้นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆและสภาพแวดล้อมการเรียนผ่านระบบเว็บ (Cloud computing and its application to construction of web-based learning environment) การจัดการศึกษาทางไกลโดยอาศัยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตนับว่าเป็นวิธีการที่มีความทันสมัยซึ่งการอาศัยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตช่วยในการจัดการศึกษาทางไกลนี้ทำให้สามารถเพิ่มจำนวนผู้เรียนและพื้นที่การให้บริการให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามการบริหารจัดการเกี่ยวกับการใช้ทรัพยากรร่วมกันบนระบบอินเทอร์เน็ตยังคงเป็นปัญหาต่อการใช้งาน ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเป็นเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มจะถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

สภาพแวดล้อมในการจัดการศึกษาเป็นเงื่อนไขและข้อจำกัดอย่างหนึ่งในการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนผ่านทางเว็บเป็นการจัดการศึกษาในสภาพแวดล้อมบนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งการเรียนดังกล่าวเป็นการสื่อสารระหว่างผู้เรียนและข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จัดเตรียมไว้ การจัดการเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าวอาจสามารถทำได้โดยผ่านเครื่องมือหลายอย่างไม่ว่าจะเป็นเครื่องคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์เคลื่อนที่ต่าง ๆ ซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถทำการเรียนได้ในจากหลากหลายสถานที่โดยขอแต่เพียงสถานที่ดังกล่าวสามารถเชื่อมต่อระบบอินเทอร์เน็ตได้ การจัดการเรียนผ่านระบบอินเทอร์เน็ตมีคุณลักษณะที่สำคัญคือ 1. ข้อมูลและทรัพยากรที่สนับสนุนการเรียนรู้มีเป็นจำนวนมากและสามารถค้นหาข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นได้อย่างรวดเร็ว 2. มีทรัพยากรสนับสนุนการเรียนรู้ที่หลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นในรูปแบบของเอกสารหรือสื่อมัลติมีเดีย 3. ทรัพยากรในระบบ

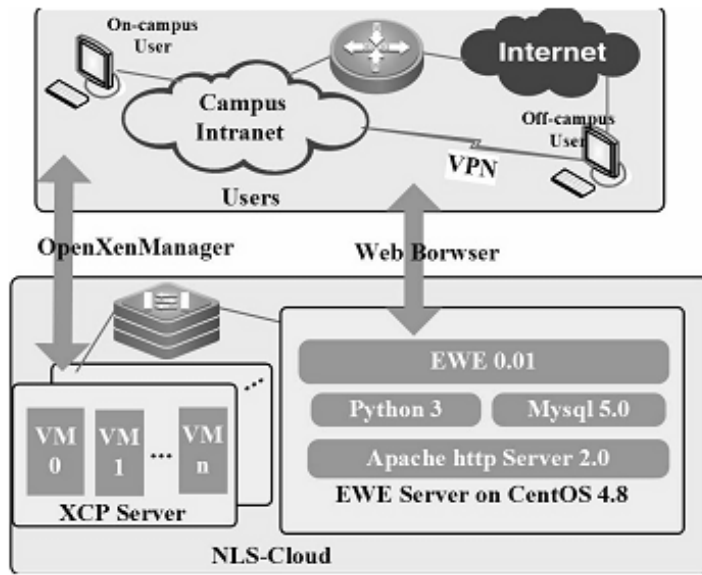
หลายอย่างอยู่ในสภาพของระบบเสมือนซึ่งทำให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หรือสามารถนำมาใช้ร่วมกันในกลุ่มผู้เรียนทำให้สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ 4. ผู้เรียนสามารถจัดรูปแบบการเรียนรู้ได้ตามความต้องการของตนเองมากกว่าการจัดการศึกษาในรูปแบบเดิมซึ่งขึ้นอยู่กับจัดการของอาจารย์ผู้สอนเป็นหลัก 5. ผู้เรียนสามารถจัดสร้างกลุ่มสำหรับแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้กับผู้ที่หลากหลายโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงสถานที่อันแท้จริงของผู้ร่วมกลุ่ม

จากคุณลักษณะดังกล่าวพบว่าการจัดการเรียนการสอนผ่านระบบอินเทอร์เน็ต หรือ ในสภาพแวดล้อมแบบเว็บมีจุดเด่นจำนวนมาก แต่ภายในจุดเด่นเหล่านี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรและความสามารถของระบบเครือข่ายที่ต้องรองรับผู้เรียนเป็นจำนวนมาก เนื่องจากในปัจจุบันจำนวนการจัดการเรียนการสอนในรูปแบบดังกล่าวมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจึงเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการคาดหวังว่าสามารถเข้ามาช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ในอนาคต

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมีการวิจัยและพัฒนาจากหลายหน่วยงานเนื่องจากหลายหน่วยงานได้พิจารณาเห็นว่าระบบดังกล่าวมีศักยภาพที่จะทำการพัฒนาเพื่อนำไปใช้งานทางธุรกิจได้ เช่น อเมซอน กูเกิล ไมโครซอฟต์ ไอบีเอ็ม ซัน ยาฮู เป็นต้น

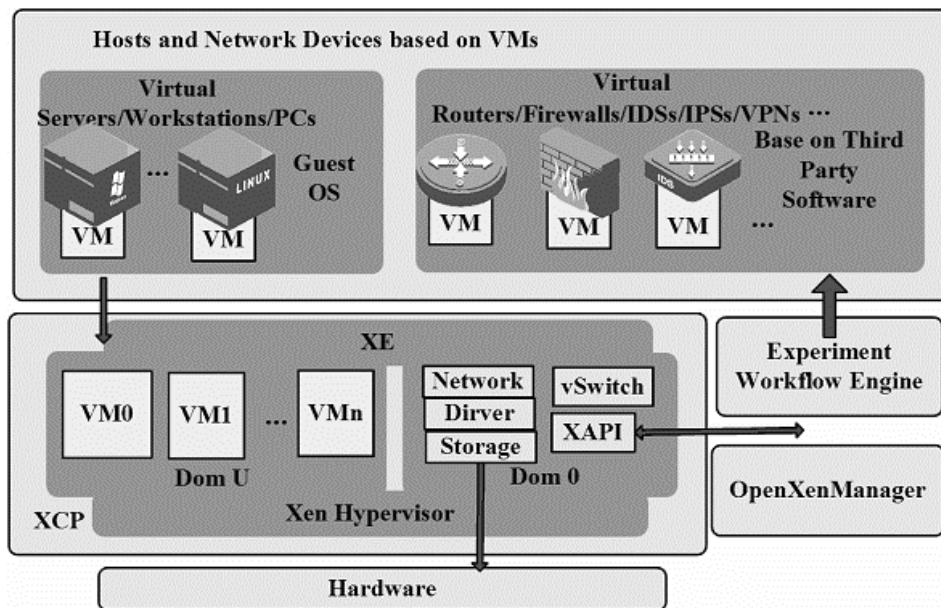
ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเป็นระบบที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้ โดยระบบดังกล่าวจะเป็นเครื่องมือที่สามารถช่วยพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนเนื่องจากเป็นระบบที่สามารถใช้งานร่วมกันได้จึงทำให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับผู้เรียนได้จากหลายแห่งในโลก รวมถึงมีเครื่องมือต่าง ๆ ที่อำนวยความสะดวกในการทำงานร่วมกัน อีกทั้งยังสามารถเข้าถึงระบบได้จากอุปกรณ์ที่หลากหลายรูปแบบ และยังสามารถช่วยประหยัดต้นทุนในการลงทุนเกี่ยวกับโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

2.10.7 Chenyang (2011 : 1013-1018) นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาห้องปฏิบัติการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เสมือนด้านบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Bulid A Laboratory Cloud for Computer Network Education) โดยมีจุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหาความไม่เพียงพอของเครื่องมือและห้องปฏิบัติการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ งานวิจัยใช้โปรแกรมสร้างระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆของเซิน (Xen) ซึ่งระบบนี้ช่วยให้นักศึกษาสามารถทำการทดลองผ่านระบบเสมือนนี้จากทุกที่หากสามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัย โครงสร้างของระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-10 ห้องปฏิบัติการเสมือนด้านระบบเครือข่าย บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Chenyang, 2011 : 1014)

โครงสร้างของระบบที่ได้จัดสร้างขึ้นประกอบด้วยระบบเซนคลาวด์แพลตฟอร์ม (Xen Cloud Platform : XCP) โอเพนเซนเมนเจอร์ (Open Xen Manager : OXM) เอกซ์เพอริเมนต์เวิร์กโฟลว์เอนจิน (Experiment Workflow Engine : EWE) เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายจำลองที่ทำงานบนระบบเสมือนส่วนประกอบทั้งหมดนี้สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 สถาปัตยกรรมห้องปฏิบัติการระบบเครือข่ายเสมือนบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Chenyang, 2011 : 1014)

เซนต์คลาวด์แพลตฟอร์ม ทำหน้าที่สร้างระบบเสมือน โดยรับผิดชอบระบบบันทึกข้อมูลระบบเครือข่าย ชุดคำสั่งที่ใช้ในการทำงานของระบบเสมือน รวมถึงการจัดสรรทรัพยากรในระบบเสมือนที่จัดสร้างขึ้น โอเพนเซนแมนเจอร์ ทำหน้าที่บริหารจัดการและสร้างระบบติดต่อกับผู้ใช้งานให้อยู่ในสภาพแวดล้อมการทำงานแบบกราฟิก เอนเตอร์ไพรส์เวอร์โพลเอนจิน เป็นส่วนที่ทำหน้าที่บริหารจัดการและสนับสนุนการจัดการเรียนการสอนที่เป็นการทดลอง เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เครือข่ายจำลองที่ทำงานบนระบบเสมือน เป็นส่วนของระบบที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการจำลองอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายที่ใช้ในระบบเสมือนที่จัดสร้างขึ้นรวมถึงส่วนที่รองรับระบบปฏิบัติการที่ทำการติดตั้งลงบนระบบเสมือนโดยใช้โปรแกรมเวียต้าคอร์ 6 (Vyatta Core 6.0) ทำหน้าที่สร้างอุปกรณ์ระบบเครือข่ายจำลอง ได้แก่ อุปกรณ์ค้นหาเส้นทาง (Router) อุปกรณ์ป้องกันระบบเครือข่ายและระบบเครือข่ายส่วนตัวเสมือน (Virtual Private Network : VPN) สำหรับระบบปฏิบัติการที่สามารถติดตั้งบนระบบเสมือนที่สร้างขึ้น ได้แก่ ไมโครซอฟต์วินโดวส์ เซิร์ฟเวอร์ 2003 และเซนต์โอเอส (CentOS)

ในการวิจัยได้ทำการทดลองสร้างระบบเสมือนจำนวน 120 ระบบ ในสภาพการทำงานแบบปกติและได้ทดลองสร้างระบบการทำงานเสมือนจำนวน 220 ถึง 240 ชุด เพื่อทดสอบการทำงานที่รับภาระงานปริมาณมาก ซึ่งพบว่าในกรณีสร้างระบบเสมือนเพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ระบบสามารถในการช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ของนักศึกษาเนื่องจากนักศึกษาสามารถทำการทดลองจำลองระบบเครือข่ายได้ทุกสถานที่ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และช่วยแก้ปัญหาในเรื่องความไม่เพียงพอของเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง งานวิจัยนี้ขาดในส่วนของแบบจำลองระบบเครือข่ายที่พร้อมใช้ทดลองประกอบการเรียนจึงควรมีการจัดเตรียมแบบจำลองระบบเครือข่ายเพื่อใช้ในการทดลองเอาไว้หลายรูปแบบเพื่อให้ไม่ต้องเสียเวลาในการสร้างแบบจำลองขึ้นใหม่ทุกครั้ง ที่ทำการเรียนรวมถึงควรปรับปรุงเกี่ยวกับระบบการเชื่อมต่อกับผู้ใช้ให้ มีการใช้งานที่เหมาะสมเพิ่มมากขึ้น

2.10.8 Tan and Kim (2011 : 641-644) ได้ทำการวิจัยการประยุกต์ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆกับการศึกษา กรณีศึกษาการใช้โปรแกรมเอกสารกูเกิล กับนักศึกษา ระดับปริญญาโท หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิตในการทำงานร่วมกัน (Cloud Computing for Education : A Case of Using Google Docs in MBA Group Projects) โดยโปรแกรมเอกสารกูเกิล เป็นรูปแบบการให้บริการแบบซอฟต์แวร์ของบริษัทกูเกิล ซึ่งชุดโปรแกรมเอกสารกูเกิลทำการติดตั้งอยู่บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยมีความสามารถในการทำงานคล้ายกับชุดโปรแกรมไมโครซอฟต์ออฟฟิศ ซึ่งประกอบด้วย โปรแกรมประมวลผลคำ โปรแกรมคำนวณ โปรแกรมนำเสนอผลงาน โปรแกรม

ทั้งหมดอนุญาตให้ใช้งานโดยไม่คิดค่าใช้จ่ายไม่ว่าเป็นการใช้งานของบุคคลทั่วไปหรือการใช้งานโดยหน่วยงาน

การวิจัยนี้ทดลองได้มอบหมายงานให้นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต ที่เรียนวิชาการจัดการระบบสารสนเทศ ใช้ชุดโปรแกรมเอกสารคู่มือในการทำงานและนำเสนองาน โดยก่อนเริ่มใช้งานได้ทำการอบรมและอธิบายถึงหลักการพื้นฐานในการใช้งานเอกสารคู่มือให้ทุกคนทราบ พบว่าการใช้งานเอกสารคู่มือช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและการเรียนรู้ร่วมกันของกลุ่มนักศึกษา

กรณีศึกษานี้ได้ใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการวัด โดยทำการวัดทั้งในด้านเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ทั้งนี้พบว่าข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามชนิดปลายเปิด นักศึกษาที่ใช้งานเอกสารคู่มือ ในการทดลองนี้มีความต้องการให้บริษัทคู่มือ เพิ่มคุณสมบัติการทำงานอย่างอื่นเพิ่มขึ้นอีกสำหรับชุดโปรแกรมดังกล่าว นอกจากนี้ นักศึกษาส่วนใหญ่มีความประสงค์ใช้งาน โปรแกรมเอกสารคู่มือ ต่อไปและจากการสัมภาษณ์พบว่านักศึกษามีความเข้าใจในการใช้งาน โปรแกรมเอกสารคู่มือ เพิ่มมากขึ้นจากการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

2.10.9 Tang, et al. (2011 : 329-334) ได้ศึกษาการพัฒนา วงจรการพัฒนาที่โปรแกรมประยุกต์เป็นศูนย์กลางบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Application Centric Lifecycle Framework in Cloud) จากการศึกษาพบว่าบริการ โครงสร้างพื้นฐานและบริการแพลตฟอร์ม เป็น 2 บริการบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่เป็นพื้นฐานของการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ บริการโครงสร้างพื้นฐานเป็นการให้บริการ โครงสร้างพื้นฐานที่อยู่ในรูปของเครื่องจักรเสมือน บริการแพลตฟอร์มเป็นการจัดเตรียมสภาพแวดล้อมและเครื่องมือเพื่อใช้พัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ทั้งนี้วงจรการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมีความแตกต่างกับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์โดยทั่วไปซึ่งในการศึกษาได้แบ่งขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเป็น 5 ขั้นตอนคือ

2.10.9.1 การออกแบบโปรแกรม เป็นการวิเคราะห์ความต้องการของลูกค้าทั้งในส่วนฟังก์ชัน (Function) และไม่ใช่ฟังก์ชัน (Non-Function) รวมถึงการเลือกแพลตฟอร์มและผู้ให้บริการ โดยการออกแบบต้องพิจารณาถึงข้อจำกัดของผู้ให้บริการประกอบด้วย

2.10.9.2 การพัฒนาโปรแกรมและการย้ายโปรแกรม เนื่องจากการสร้างส่วนประกอบของโปรแกรมบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆตามที่ได้จากขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมต้องคำนึงถึงความมั่นคงปลอดภัยและเทคโนโลยีที่นำมาใช้

2.10.9.3 การติดตั้ง แบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ การติดตั้งเครื่องจักรเสมือนและการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องจักรเสมือนที่สร้างขึ้น การติดตั้งเครื่องจักรเสมือนสามารถทำได้โดยตรงหรือ

อาศัย Third Party ช่วยในการทำงาน และสำหรับการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องเสมือนสามารถทำได้เหมือนกับการติดตั้งโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป

2.10.9.4 การบำรุงรักษา ทั้งนี้การนำโปรแกรมไปทำงานอยู่บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ต้องมีการทำข้อตกลงหรือข้อกำหนดของความสามารถในการให้บริการ

2.10.9.5 การถอนโปรแกรม เป็นการยกเลิกการใช้งานหรือถอนโปรแกรมที่ติดตั้งไว้บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ทั้งนี้สิ่งที่ต้องระวังคือข้อมูลที่ใช้งานอยู่อาจสูญหายได้

ในการวิจัยนี้ทำการออกแบบเฟรมเวิร์คเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนโมเดลสำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Model) และ เฟรมเวิร์คของวงรอบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Centric Lifecycle Framework)

ส่วนโปรแกรมประยุกต์ ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. ส่วนสำหรับการติดตั้งโปรแกรมซึ่งประกอบด้วย

เครื่องจักรเสมือนซึ่งหมายถึงโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์เสมือนและระบบปฏิบัติการที่รองรับหมายเลขไอพี เนื่องจากหลังจากการสร้างเครื่องจักรเสมือนแล้วการติดต่อกับเครื่องจักรเสมือนดังกล่าวต้องทำผ่านทางหมายเลขไอพี ทั้งนี้หมายเลขไอพีอาจมีได้มากกว่า 1 หมายเลขได้แต่ควรมีอย่างน้อย 1 หมายเลขที่กำหนดเอาไว้ตายตัวสำหรับใช้ในการติดต่อกับเครื่องจักรเสมือนดังกล่าว

ซอฟต์แวร์สแตค คือส่วนที่โปรแกรมประยุกต์นำไปใช้ในการสร้างส่วนประกอบต่าง ๆ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ โดยในส่วนนี้จะประกอบด้วย ฐานข้อมูล เว็บ และ ไลบรารี ที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม

รูปแบบทางกายภาพ (Topology) คือส่วนที่เก็บโครงสร้างและความสัมพันธ์ของเครื่องจักรเสมือนและทรัพยากรเสมือนต่าง ๆ ที่ผู้ออกแบบได้จัดเตรียมไว้สำหรับพัฒนาโปรแกรมประยุกต์หรือสำหรับการขยายตัวของระบบในอนาคต

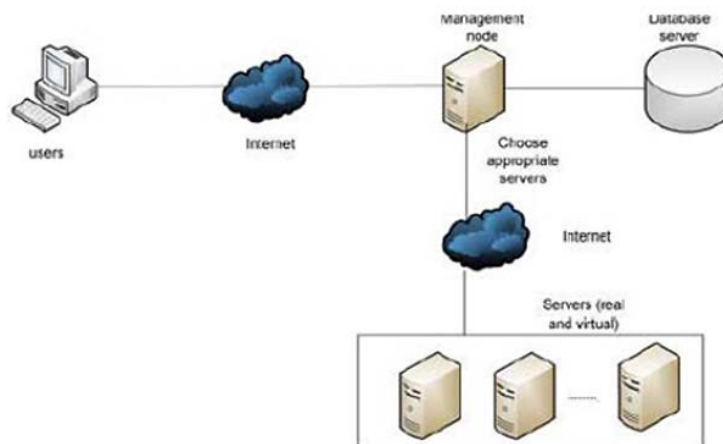
2. ส่วนประกอบในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ เป็นส่วนที่สร้างขึ้นเพื่อตอบสนองต่อความต้องการใช้งานทางธุรกิจหรือความต้องการของเจ้าของโปรแกรมโดยในส่วนของส่วนประกอบที่สร้างขึ้นนี้จะไม่ผูกติดอยู่กับเครื่องจักรเสมือนโดยตรง ดังนั้นจึงทำให้สามารถย้ายส่วนประกอบที่สร้างขึ้นนี้ไปติดตั้งยังเครื่องจักรเสมือนอื่นได้

3. ส่วนสำหรับดูแลบำรุงรักษาโปรแกรม โดยทำหน้าที่ในการตรวจสอบการใช้ทรัพยากรในระบบทั้งนี้เพื่อป้องกันในกรณีที่มีการใช้งานในปริมาณมากและทรัพยากรที่จัดเตรียมไว้ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน

เฟรมเวิร์คของวงรอบการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ คือขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมที่สามารถทำได้โดยใช้ ชุดเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยเครื่องมือที่

ใช้ในการออกแบบ พัฒนา ทดสอบการทำงาน เคลื่อนย้ายและติดตั้งโปรแกรม ทั้งนี้ในการติดตั้งโปรแกรมบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ต้องคำนึงถึงรูปแบบทางกายภาพที่ออกแบบไว้และทำการติดตั้งให้สอดคล้องกับโครงสร้างดังกล่าว

2.10.10 Qayyum, et al., (2011 : 474-479) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาเฟรมเวิร์คห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Implementing and Managing Framework for PaaS in Cloud Computing) เพื่อเป็นแก้ปัญหาความไม่เพียงพอต่อการใช้งานของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์โดยบริการเฟรมเวิร์คที่พัฒนาขึ้นช่วยให้นักศึกษาสามารถเข้าใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ได้ทุกที่ตลอดเวลาผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งทำให้เป็นการช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านฮาร์ดแวร์รวมถึงปัญหาเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์ โดยสามารถแสดงสถาปัตยกรรมบริการเฟรมเวิร์คที่พัฒนาขึ้นได้ดังภาพที่ 2-12 แสดงให้เห็นถึงสถาปัตยกรรมระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โดยขั้นตอนของการทำงานเริ่มจากผู้ใช้บริการส่งคำขอใช้บริการผ่านระบบอินเทอร์เน็ตไปยัง ส่วนบริหารจัดการ โหนดซึ่งอาจเป็นได้ทั้งเครื่องที่มีอยู่จริงหรือเครื่องที่เป็นระบบเสมือน เมื่อได้รับคำขอระบบจะทำการตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้โดยตรวจสอบจากข้อมูลในฐานข้อมูลผู้ใช้ เมื่อผ่านการตรวจสอบแล้วระบบจะทำการตรวจสอบทรัพยากรที่มีอยู่ในระบบเพื่อนำมาสร้างระบบและจัดสรรทรัพยากรตามที่ผู้ใช้อยู่ขอ



ภาพที่ 2-12 สถาปัตยกรรมห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

(Qayyum, et al., 2011 : 476)

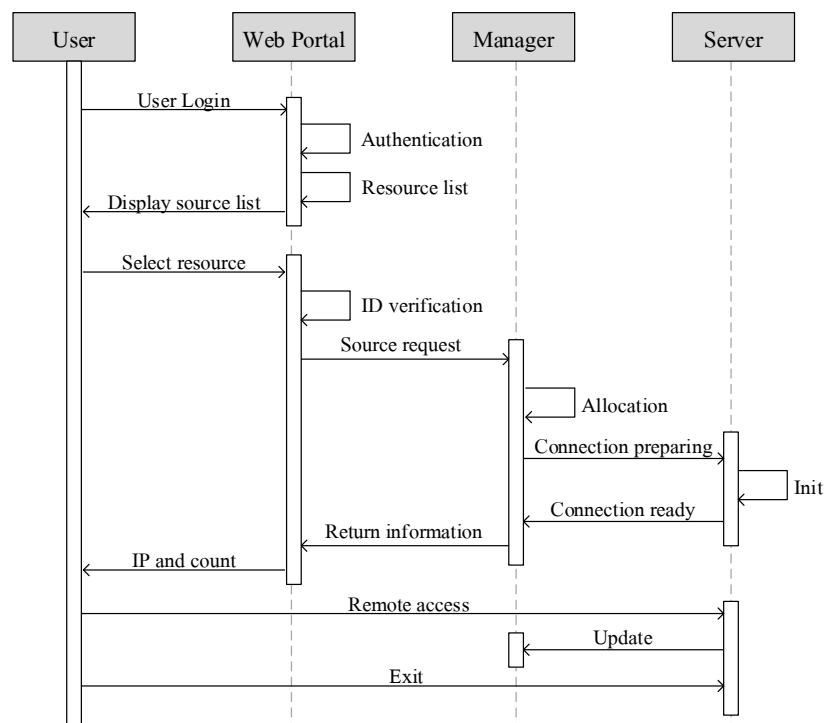
ระบบที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ส่วนด้วยกันคือ ระบบบริหารจัดการผู้ใช้ (User Management) ระบบการจองทรัพยากร (Resource Allocation) และระบบการใช้ระบบจากภายนอก (Connection Management)

ระบบบริหารจัดการผู้ใช้ เป็นการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลผู้ใช้บริการเช่น การเปลี่ยนแปลงข้อมูลและการบันทึกข้อมูลในระบบฐานข้อมูล การตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้ในการเข้าสู่ระบบ รูปแบบการติดต่อกับผู้ใช้

ระบบการจัดสรรทรัพยากร เป็นการทำงานเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรโดยถือได้ว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของการบริหารจัดการระบบ โดยประกอบด้วย การจัดสรรเพื่อขอใช้ทรัพยากรในระบบ การจัดสรรการใช้ทรัพยากรในอนาคต การตรวจสอบสถานะของทรัพยากรที่ใช้งานภายในระบบ และการขอใช้ทรัพยากรเพิ่มเติมจากที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน

ระบบการเข้าใช้งานระบบจากภายนอก เป็นระบบที่ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลและขอใช้ทรัพยากรได้จากระยะไกล

ระบบบริหารจัดการสำหรับบริการแบบแพลตฟอร์ม เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานใน 4 ระดับด้วยกัน คือ ผู้ใช้ทั่วไป ผู้ที่สามารถจัดการเกี่ยวกับการจองและการเข้าใช้ทรัพยากรในระบบ ผู้สร้างแพลตฟอร์มเพื่อให้บริการ และผู้พัฒนาเฟรมเวิร์คที่ทำงานบนแพลตฟอร์มที่สร้างขึ้น ผู้ใช้สามารถเข้าใช้บริการระบบนี้ได้ทางเว็บโดยผ่านโพรโทคอลสำหรับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (SSH) และสามารถเลือกแพลตฟอร์มจากเมนูที่ได้จัดเตรียมไว้ให้ ในเมนูที่ผู้ใช้สามารถเลือกได้ประกอบด้วยระบบปฏิบัติการและโปรแกรมสำหรับพัฒนาระบบ



ภาพที่ 2-13 การสื่อสารระหว่างโมดูลในระบบบริการเฟรมเวิร์คห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์

(Qayyum, et al., 2011 : 476)

จากภาพที่ 2-13 เมื่อผู้ใช้ต้องการใช้งานจะทำการเข้าใช้ระบบโดยผ่านเว็บไซต์ท่า (Portal Website) จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบสิทธิ์ในการใช้งาน เมื่อผ่านการตรวจสอบสิทธิ์ระบบทำการตรวจสอบบริการที่พร้อมให้บริการ จากนั้นจะส่งรายการทรัพยากรที่สามารถให้บริการได้กลับไปแจ้งยังผู้ขอใช้บริการ ผู้ใช้จะทำการเลือกทรัพยากรที่ต้องการใช้งานแล้วส่งข้อมูลกลับไปเว็บไซต์ท่า ระบบจะทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนจัดการ เพื่อทำการจองทรัพยากรและสร้างช่องทางการสื่อสารไปยังผู้ให้บริการในระบบ จากนั้นระบบทำการจองทรัพยากรตามที่ได้รับกรร้องขอซึ่งสามารถแสดงการสื่อสารระหว่างโมดูลต่าง ๆ ในการทำงาน

2.10.11 Zhiyun (2010 : 729-732) ได้วิจัยการพัฒนาเฟรมเวิร์คสำหรับการประยุกต์ใช้งานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (A Framework of Enterprise Cloud Application) โดยจากการวิจัยพบว่าปัจจุบันการพัฒนาหรือการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้งานใช้งานในบริษัทขนาดใหญ่เริ่มมีแนวโน้มไปสู่การทำงานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเพิ่มมากขึ้น แต่ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวยังไม่สามารถดำเนินการไปได้อย่างรวดเร็วทั้งนี้เนื่องจากความไม่มีมาตรฐานอย่างชัดเจนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆจึงทำให้ผู้ให้บริการแต่ละรายมีรูปแบบหรือข้อกำหนดที่แตกต่างกัน จึงทำให้การย้ายระบบโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันให้ขึ้นไปทำงานอยู่บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆยังเป็นเรื่องที่ไม่สามารถดำเนินการได้ทันทีโดยที่ทั้งนี้เพราะต้องมีการปรับปรุงโปรแกรมบางส่วนก่อนจึงจะสามารถดำเนินการได้ นอกจากนี้ปัญหาเรื่องความเสี่ยงเกี่ยวกับระบบความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลที่ต้องนำขึ้นไปอยู่บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆก็ยังเป็นอุปสรรคต่อการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว

สถาปัตยกรรมเชิงบริการเป็นหนึ่งในเทคนิคการทำงานที่สามารถช่วยสนับสนุนการทำงานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เนื่องจากความสามารถในการปรับเปลี่ยนการทำงานเพื่อรองรับการให้ใช้บริการในรูปแบบต่าง ๆ รวมถึงการบริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆอย่างไรก็ตามการพัฒนาาระบบสถาปัตยกรรมเชิงบริการเพื่อรองรับการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆยังเป็นสิ่งที่ยังอยู่ระหว่างการดำเนินการเพื่อให้สามารถรองรับรูปแบบการบริการในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการบริการในระดับโปรแกรมประยุกต์ ระดับเฟรมเวิร์ค หรือระดับโครงสร้างพื้นฐาน ในเอกสารการวิจัยนี้เป็นการมุ่งเน้นไปที่การนำระบบสถาปัตยกรรมเชิงบริการมาใช้กับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆในระดับการทำงานของโปรแกรมประยุกต์

การวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาเฟรมเวิร์คบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยแบ่งโครงสร้างออกเป็น 3 ส่วนที่สำคัญคือ

1. ส่วนทำหน้าที่เป็นช่องทางเชื่อมต่อ โดยส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำการเชื่อมระหว่างศูนย์ข้อมูลในหน่วยงานกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยต้องประกอบด้วยส่วนหน้าที่บริหารจัดการทั้งในส่วนการเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์และส่วนจัดเก็บข้อมูล

2. คลาวด์อินสแตน (Cloud Instance) คือส่วนอยู่บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยเป็นส่วนสำหรับเชื่อมต่อระหว่างอิมิเจอ์กับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มีหน้าที่บริหารจัดการโครงสร้างพื้นฐานและการจัดเก็บข้อมูล

3. คลาวด์ไอโซเลชัน (Cloud Isolation) ทำหน้าที่ให้บริการและทรัพยากรบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยที่ส่วนนี้จะเป็นการทำงานของผู้ให้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

การประยุกต์ใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นหนึ่งในแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสำหรับการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้งานในหน่วยงานต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม ภัยพิบัติเกี่ยวกับความมั่นคงปลอดภัยของระบบและข้อมูลบนระบบยังคงเป็นประเด็นที่ต้องมีการพิจารณาและพัฒนาอย่างต่อเนื่อง แต่เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติความสามารถเทียบกับค่าใช้จ่ายที่หน่วยงานต้องจ่ายให้กับการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆยังคงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีแนวโน้มในการนำมาใช้งานเพิ่มมากขึ้นต่อไปในอนาคต

2.11 สรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสร้างข้อสอบที่มีคุณภาพนั้นมีปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง 2 ส่วนด้วยกันคือ วิธีการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพเพื่อนำมาสร้างเป็นชุดข้อสอบและความเหมาะสมของข้อสอบต่อผู้ที่เข้าทำการทดสอบ จากปัจจัยทั้ง 2 ส่วน พบว่าวิธีการหนึ่งที่สามารถทำให้ได้มาซึ่งปัจจัยดังกล่าวคือการพัฒนาสร้างระบบธนาคารข้อสอบที่มีประสิทธิภาพเพื่อเป็นเครื่องมือในการรวบรวมและวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบและนำไปสร้างชุดข้อสอบที่มีคุณภาพเหมาะสมต่อการทดสอบความรู้ผู้เข้าสอบ

การนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างข้อสอบจากเดิมที่ใช้การเขียนตอบในกระดาษมาเป็นการนำระบบสารสนเทศเข้ามาช่วยในการบันทึกข้อสอบและประมวลผลการสอบ ซึ่งเป็นเป็นการนำไปสู่การพัฒนาข้อสอบที่มีคุณภาพมากขึ้น เนื่องจากสามารถทำการวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อคัดเลือกและจัดเก็บข้อสอบที่มีคุณภาพไว้และสามารถนำข้อสอบดังกล่าวกลับมาใช้ได้ใหม่ ซึ่งนอกจากได้ข้อสอบที่มีคุณภาพแล้วยังช่วยประหยัดเวลาในการสร้างชุดข้อสอบ ทั้งนี้จากวิธีการและรูปแบบในการพัฒนาโปรแกรมในปัจจุบันพบว่าการพัฒนาโปรแกรมให้อยู่ในรูปแบบของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คจะเป็นการช่วยให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนั้น

นอกจากสามารถทำงานได้ตามความต้องการแล้วยังสามารถช่วยให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถนำเฟรมเวิร์คที่พัฒนาขึ้นไปใช้งานได้โดยไม่ต้องทำการเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ทั้งหมดซึ่งเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต

ปัจจุบันรูปแบบของการให้บริการทางสารสนเทศมีแนวโน้มในการพัฒนาไปสู่การทำงานในรูปแบบของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ซึ่งคือการพัฒนาการของการประมวลผลแบบกริด การประมวลผลแบบกระจาย และการประมวลผลแบบสาธารณูปโภค แต่ได้เพิ่มคุณสมบัติในเชิงพาณิชย์มากกว่าระบบที่ได้กล่าวมา หลักการพื้นฐานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ คือกระจายการประมวลผลไปยังคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อในระบบเครือข่ายโดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มีการให้บริการใน 3 รูปแบบคือ การให้บริการซอฟต์แวร์ การให้บริการแพลตฟอร์ม การให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน และมีคุณลักษณะเฉพาะของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ 5 ประการ คือ ปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ เข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ แบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน ยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้ทันที สามารถวัดและติดตามควบคุมปริมาณการใช้งาน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบธนาคารข้อสอบและระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆพบว่า งานวิจัยทางเทคโนโลยีสารสนเทศที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาส่วนใหญ่เป็นการพัฒนาในระดับโปรแกรมประยุกต์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมให้บริการเฉพาะงาน โดยโปรแกรมมีการเขียนขึ้นเพื่อใช้ทำงานเฉพาะตามที่ต้องการและผู้ใช้ไม่สามารถปรับเปลี่ยนองค์ประกอบของโปรแกรมได้รวมถึงโปรแกรมส่วนใหญ่ไม่มีการออกแบบให้สามารถนำโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นไปเป็นฐานในการพัฒนาต่อโดยไม่ต้องทำการเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ทั้งหมด ซึ่งทำให้หากผู้ใช้ต้องการขยายระบบหรือพัฒนาระบบเสริมขึ้นจากระบบที่มีอยู่แล้วอาจทำได้ยากหรือทำไม่ได้เลย นอกจากนั้นแล้วงานวิจัยที่มีการนำระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาประยุกต์กับบริการทางการศึกษาในประเทศไทยยังมีน้อย

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นในการพัฒนาระบบธนาคารข้อสอบให้อยู่ในรูปแบบของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คที่สามารถทำงานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เพื่อสร้างโปรแกรมที่ผู้ใช้สามารถนำไปปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งานได้ตามความต้องการ สามารถนำไปพัฒนาต่อโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ทั้งหมดและรวมถึงมีคุณลักษณะในการให้บริการและทำงานได้ตามรูปแบบของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบอาศัยโมเดลในการพัฒนาแบบน้ำตก (Waterfall Model) ตามหลักวัฏจักรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ทำการออกแบบตามแนวทางของสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี (Model-View-Controller) วิเคราะห์และออกแบบตามแนวคิดการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented Analysis and Design : OOAD) ทั้งนี้ได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนได้แก่

3.1 การสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

3.2 การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

3.3 การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

3.4 การศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการวิจัยมีดังนี้

3.1 สังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

การดำเนินการวิจัยในขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาเอกสาร (Documentary Study) เพื่อทำการวิเคราะห์ สังเคราะห์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค และธนาคารข้อสอบ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) เพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการกำหนดคุณลักษณะของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบจากนั้นจึงดำเนินการสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ ดังนั้นการดำเนินการในขั้นตอนนี้จึงประกอบด้วย การศึกษาเอกสาร การพัฒนารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ และการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

3.1.1 การศึกษาเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เฟรมเวิร์ค และธนาคารข้อสอบ เพื่อนำมาสังเคราะห์สรุปเป็นกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เอกสาร และใช้ผลจากการสังเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว กำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิเคราะห์เอกสาร

3.1.1.1 วิธีการศึกษาเอกสาร

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล ประกอบด้วย เอกสาร ตำรา งานวิจัย บทความ สารนิพนธ์ และวิทยานิพนธ์ทั้งในระดับคุณวุฒิบัณฑิตและมหาบัณฑิต ซึ่งจัดเป็นเอกสารปฐมภูมิ ในประเด็นเกี่ยวกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสรุปเป็นประเด็นหลักเกี่ยวกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบตามกรอบแนวคิดการวิจัย และได้ทำการศึกษาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตโดยการศึกษาวิเคราะห์บทความหรือข้อความเกี่ยวกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบซึ่งจัดเป็นเอกสารทุติยภูมิ เพื่อนำความรู้ที่ได้มาสรุปเป็นประเด็นหลักตามกรอบแนวคิดในการศึกษาเอกสาร

3.1.1.2 เอกสารที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารโดยการคัดเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) และมีเกณฑ์ในการคัดเลือกเอกสารที่ใช้ในการศึกษา โดยเป็นเอกสารหรือบทความที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการออกแบบ พัฒนา และประยุกต์ใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค การพัฒนาข้อสอบ ธนาคารข้อสอบหรือคลังข้อสอบ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อสอบ การออกแบบและการประยุกต์ใช้ธนาคารข้อสอบ

3.1.1.3 การสรุปและสังเคราะห์เอกสาร

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร โดยทำการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารตามเกณฑ์การคัดเลือกเอกสารแล้วทำการวิเคราะห์สรุปประเด็น โดยพิจารณาเฉพาะเนื้อหาในเอกสารส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับกรอบแนวคิดในการศึกษาเอกสารในการเลือกเอกสารที่นำมาศึกษา จากนั้นตรวจสอบข้อมูลโดยการพิจารณาความน่าเชื่อถือของแหล่งที่มาของเอกสาร ปีที่พิมพ์ สถานที่พิมพ์ หน่วยงานที่พิมพ์ และชื่อผู้พิมพ์โฆษณา ว่ามีความครบถ้วนสมบูรณ์น่าเชื่อถือหรือไม่

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาเอกสาร ผู้วิจัยใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) โดยการนำข้อมูลมาเรียบเรียงและจำแนกอย่างเป็นระบบ จากนั้นตีความหมายเชื่อมโยงความสัมพันธ์และสรุปโดยยึดหลักการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสร้างข้อสรุปโดยการจำแนกชนิดข้อมูลแบบไม่ใช้ทฤษฎี (Typological Analytic) คือ จำแนกข้อมูลที่วิเคราะห์ตามความเหมาะสมของข้อมูล

โดยจำแนกข้อมูลชนิดง่ายก่อนแล้วพิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยยึดกรอบแนวคิดในการศึกษาเอกสารเป็นหลัก (สุภางค์, 2549)

3.1.2 การพัฒนารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ผู้วิจัยทำการพัฒนารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ เพื่อการออกแบบซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กและระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆโดยออกแบบให้เป็นการทำงานแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร (Private Cloud) และแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนจัดการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing Management) ส่วนเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ (Item Bank Framework) และส่วนผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ (User)

3.1.3 การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น

ดำเนินการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น โดยผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษา จำนวน 15 ท่าน กำหนดเกณฑ์การประเมินเป็น 5 ระดับและมีคำถามให้เลือกตอบ 5 ระดับ ตั้งแต่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับความเหมาะสม	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

ค่าเฉลี่ย	ระดับ	ความหมาย
4.51 – 5.00	มากที่สุด	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	มาก	มีความเหมาะสมในระดับมาก
2.51 – 3.50	ปานกลาง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	น้อย	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00 – 1.50	น้อยที่สุด	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด (บุญชม, 2545)

3.2 พัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ การพัฒนาซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบและการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

3.2.1 การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

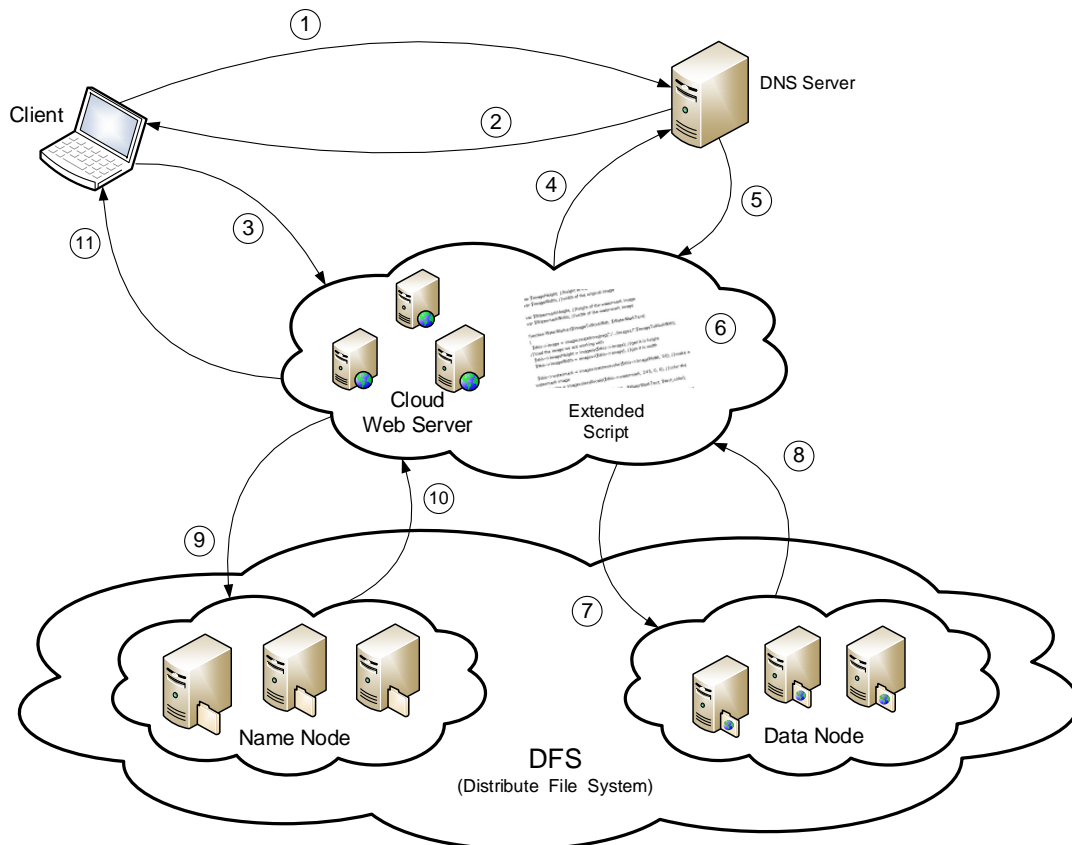
การพัฒนาสภาพการทำงานตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆคือ การจัดสภาพการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นให้สามารถทำงานตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ได้แก่ สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ สามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ สามารถใช้ทรัพยากรในระบบร่วมกัน มีความยืดหยุ่นสามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้อย่างรวดเร็วและสามารถวัดปริมาณการใช้งาน

การจัดสภาพการทำงานแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเพื่อให้สามารถรองรับการทำงานตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ที่พัฒนาขึ้น โดยแบ่งส่วนการทำงานเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนการนำโปรแกรมเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบขึ้นสู่ระบบที่จัดสภาพการทำงานแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ และส่วนการขอใช้บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในสภาพการทำงานแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์จำนวน 6 กลุ่ม ดังนี้

1. เครื่องผู้ขอใช้บริการ (Client) หมายถึงเครื่องของผู้ใช้งานที่ขอใช้บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ
2. เครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพี (DNS Server) ทำหน้าที่ให้บริการแปลงชื่อโดเมนที่ส่งมาจากเครื่องผู้ขอใช้บริการให้เป็นหมายเลขไอพี
3. เครื่องบริการเว็บแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Web Server) ทำหน้าที่รับคำขอใช้บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบจากเครื่องผู้ให้บริการ
4. เครื่องเนมโนด (Name Node) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลและควบคุมการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบของแฟ้มข้อมูลที่มีการแบ่งแยกออกจากกันและกระจายจัดเก็บอยู่ตามเครื่องต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เป็นดาตาโนด
5. เครื่องดาตาโนด (Data Node) ทำหน้าที่จัดเก็บชิ้นส่วนของแฟ้มข้อมูลที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนเล็ก ๆ และกระจายจัดเก็บ
6. เครื่องบริการฐานข้อมูล (Database Server) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เป็นส่วนเนื้อหาของข้อสอบ

3.2.1.1 ส่วนการนำโปรแกรมเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบขึ้นสู่ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น

การนำโปรแกรมเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบขึ้นสู่ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น แสดงได้ดังภาพที่ 3-1 โดยอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้



ภาพที่ 3-1 การนำโปรแกรมเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบขึ้นสู่ระบบที่จัดสภาพการทำงานแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ขั้นที่ 1 เครื่องผู้ขอใช้บริการทำการร้องขอใช้บริการระบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์โดยระบุชื่อโดเมนของระบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ เครื่องผู้ขอใช้บริการจะทำการส่งชื่อโดเมนไปยังเครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพี เพื่อขอหมายเลขไอพีของเครื่องบริการเว็บ

ขั้นที่ 2 เครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพี นำชื่อโดเมนที่ได้รับการร้องขอจากเครื่องผู้ขอใช้บริการไปทำการค้นหาหมายเลขไอพี ซึ่งอาจมีหมายเลขไอพีมากกว่า 1 หมายเลขในกรณีที่มีผู้ให้บริการมากกว่า 1 เครื่องและไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน

ขั้นที่ 3 เครื่องผู้ขอใช้บริการทำการส่งแฟ้มข้อมูลที่ต้องการนำเข้าสู่ระบบไปยังเครื่องให้บริการเว็บ

ขั้นที่ 4 เครื่องบริการเว็บส่งค่าของกลับไปยังเครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพีเพื่อขอหมายเลขไอพีของเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเนมโหนด

ขั้นที่ 5 เครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพี ทำการส่งหมายเลขไอพีของเครื่องที่เป็นเนมโหนดกลับไปยังเครื่องบริการเว็บ

ขั้นที่ 6 เครื่องบริการเว็บเรียกใช้ส่วนขยายที่ติดตั้งไว้เพื่อทำการแบ่งแยกเพิ่มข้อมูลออกเป็นชุดย่อยตามขนาดที่กำหนด

ขั้นที่ 7 นำข้อมูลที่แบ่งแยกเป็นชุดย่อยตามขนาดที่กำหนดไปจัดเก็บที่ดาตาโหนด

ขั้นที่ 8 ดาตาโหนดส่งผลการบันทึกข้อมูลกลับไปยังเครื่องบริการเว็บ

ขั้นที่ 9 เครื่องบริการเว็บส่งตำแหน่งของชุดข้อมูลที่จัดเก็บในดาตาโหนดให้กับเนมโหนดเพื่อบันทึกข้อมูลและรอการเรียกใช้

ขั้นที่ 10 เนมโหนด ส่งผลการบันทึกข้อมูลตำแหน่งชุดข้อมูลในดาตาโหนด กลับไปให้กลุ่มเครื่องบริการเว็บ ส่วนขยายการทำงานบนเครื่องบริการเว็บที่พัฒนาขึ้นจะวนทำซ้ำขั้นที่ 6 ถึง 10 จำนวน 3 รอบ เพื่อให้ข้อมูล 1 ชุดกระจายการจัดเก็บอยู่ 3 ตำแหน่ง

ขั้นที่ 11 เครื่องให้บริการเว็บทำการส่งผลการทำงานที่ได้แจ้งกลับไปยังเครื่องผู้ขอใช้บริการทราบ

ส่วนของขั้นที่ 6 ถึงขั้นที่ 10 คือการนำข้อมูลขึ้นสู่ระบบและทำการแยกข้อมูลออกเป็นชุดย่อยเพื่อกระจายการจัดเก็บ โดยมีกำหนดทำวนซ้ำ 3 รอบเพื่อให้ข้อมูลที่นำขึ้นสู่ระบบมีการกระจายการจัดเก็บอยู่ 3 ตำแหน่ง สามารถแสดงรายละเอียดขั้นตอนการทำงานได้ดังภาพที่ 3-2 และสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 นำข้อมูลขึ้นสู่ระบบและผ่านขั้นตอนในการดำเนินการถึงขั้นที่เครื่องบริการเว็บได้รับหมายเลขไอพีของเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเนมโหนด

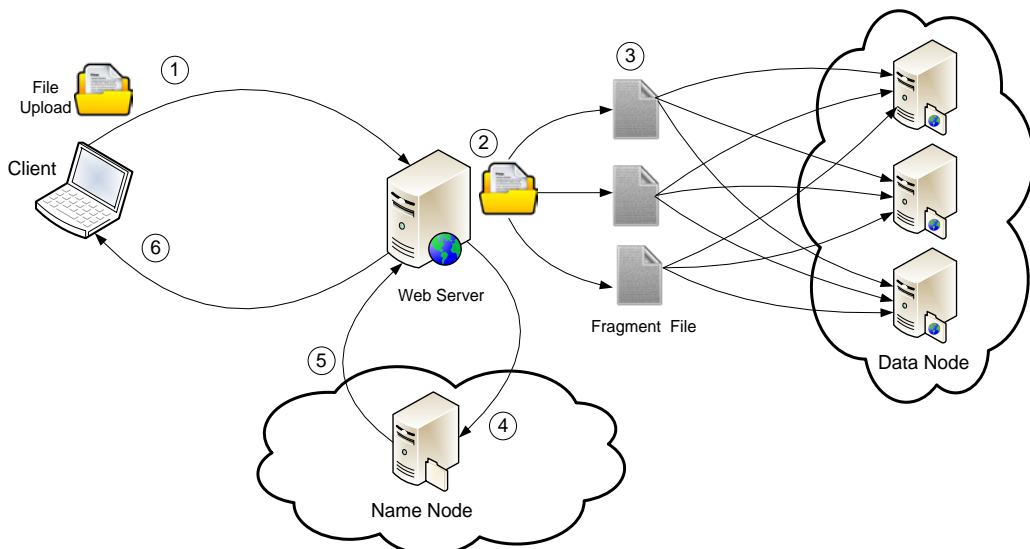
ขั้นที่ 2 เครื่องบริการเว็บเรียกใช้ส่วนขยายที่พัฒนาขึ้นและติดตั้งไว้ที่เครื่องบริการเว็บเพื่อทำหน้าที่แยกข้อมูลออกเป็น 3 ส่วน

ขั้นที่ 3 ข้อมูลแต่ละส่วนถูกสำเนาเป็น 3 ชุด เพื่อกระจายการจัดเก็บให้อยู่ในดาตาโหนดที่ไม่ซ้ำกันจำนวน 3 เครื่อง

ขั้นที่ 4 เมื่อดำเนินการสำเนาและจัดเก็บข้อมูลในดาตาโหนดครบเรียบร้อย เครื่องบริการเว็บจะทำการแจ้งตำแหน่งการจัดเก็บข้อมูลแต่ละส่วนมายังเนมโหนด

ขั้นที่ 5 เนมโหนดบันทึกตำแหน่งที่ข้อมูลได้รับการจัดเก็บและเมื่อดำเนินการเรียบร้อยแล้วจึงส่งข้อมูลผลการดำเนินการให้กับเครื่องบริการเว็บ

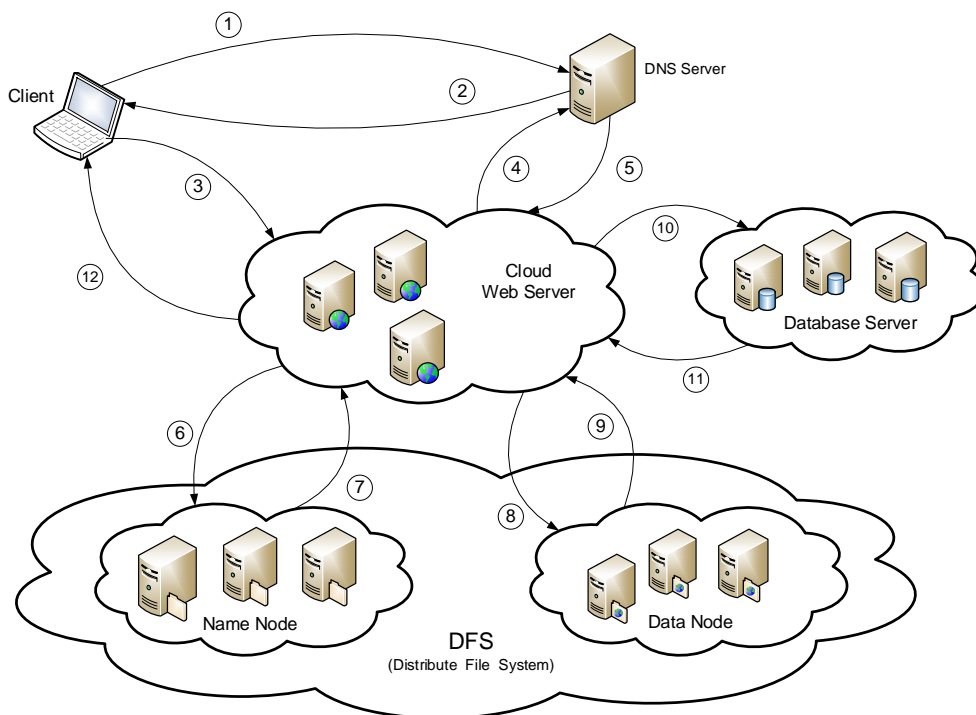
ขั้นที่ 6 เครื่องบริการเว็บส่งข้อมูลการทำงานเสร็จสิ้นกลับไปยังเครื่องผู้ขอใช้บริการ



ภาพที่ 3-2 การนำข้อมูลขึ้นสู่ระบบและแยกข้อมูลออกเป็นชุดย่อยเพื่อกระจายการจัดเก็บ

3.2.1.2 ส่วนการขอใช้บริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบในระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

การขอใช้บริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบในสภาพการทำงานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ แสดงได้ดังภาพที่ 3-3 อธิบายขั้นตอนการทำงานได้ดังนี้



ภาพที่ 3-3 การใช้บริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบในสภาพการทำงานแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ขั้นที่ 1 เครื่องผู้ขอใช้บริการร้องขอใช้บริการระบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ โดยระบุชื่อโดเมนของระบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ เครื่องผู้ขอใช้บริการจะทำการส่งชื่อโดเมนไปยังเครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพีเพื่อขอหมายเลขไอพีของเครื่องบริการเว็บ

ขั้นที่ 2 เครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพี นำชื่อโดเมนที่ได้รับการร้องขอจากเครื่องผู้ขอใช้บริการไปทำการค้นหาหมายเลขไอพี ซึ่งอาจมีหมายเลขไอพีมากกว่า 1 หมายเลขในกรณีที่มีผู้ให้บริการมากกว่า 1 เครื่องและไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน

ขั้นที่ 3 เครื่องผู้ขอใช้บริการส่งคำขอใช้บริการผ่านไปยังเครื่องบริการเว็บ

ขั้นที่ 4 เครื่องบริการเว็บ ส่งคำขอกลับไปยังเครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพีเพื่อขอหมายเลขไอพีของเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นเนมโนด (Name Node)

ขั้นที่ 5 ในขั้นตอนนี้เครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพี ทำการส่งหมายเลขไอพีของเครื่องที่เป็นเนมโนดกลับไปยังเครื่องบริการเว็บ

ขั้นที่ 6 เครื่องบริการเว็บส่งคำขอการเรียกใช้เพิ่มข้อมูลต่าง ๆ ไปยังเนมโนด

ขั้นที่ 7 เนมโนด ส่งข้อมูลตำแหน่งการจัดเก็บเพิ่มข้อมูลที่ร้องขอซึ่งกระจายอยู่ตามเครื่องที่ทำหน้าที่เป็นดาตาโนด

ขั้นที่ 8 เครื่องบริการเว็บทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับจากเนมโนดและทำการขอข้อมูลไปยังดาตาโนด

ขั้นที่ 9 ดาตาโนด ทำการส่งข้อมูลที่ถูกร้องขอกลับไปให้ยังเครื่องบริการเว็บ

ขั้นที่ 10 ในกรณีที่การขอข้อมูลนั้นไม่ได้มีแค่การขอข้อมูลที่อยู่ในรูปของเพิ่มข้อมูลเท่านั้น แต่มีการขอข้อมูลที่อยู่ในระบบฐานข้อมูลประกอบด้วย เครื่องให้บริการเว็บจะทำการส่งคำขอค้นคืนข้อมูลไปยังเครื่องให้บริการจัดเก็บฐานข้อมูล

ขั้นที่ 11 เครื่องบริการจัดเก็บฐานข้อมูล ทำการค้นคืนข้อมูลตามที่ร้องขอและส่งรายละเอียดของข้อมูลที่ได้กลับไปให้เครื่องบริการเว็บ

ขั้นที่ 12 เครื่องให้บริการเว็บส่งข้อมูลที่ได้รับทั้งส่วนที่เป็นเพิ่มข้อมูลและข้อมูลจากฐานข้อมูลกลับไปให้ยังเครื่องผู้ขอใช้บริการ

3.2.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

การพัฒนาซอฟต์แวร์เป็นขั้นตอนการทำให้เกิดผล (Implementation) และการสร้างระบบ (Construction) ซึ่งอาศัยการออกแบบที่ได้จากสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ทำการพัฒนาโปรแกรมตามสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี และหลักการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุซึ่งทำการแบ่งส่วนของระบบออกเป็น โมเดล (Model) หรือส่วนจัดการเกี่ยวกับข้อมูลทั้งหมดซึ่งได้แก่ การเพิ่ม ลบ แก้ไข และค้นคืนข้อมูล วิว (View) หรือส่วนจัดการเกี่ยวกับการแสดงผลทางหน้าจอ (User Interface) ทั้งหมด ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และคอนโทรลเลอร์ (Controller) หรือส่วนจัดการเกี่ยวกับฟังก์ชันควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นส่วนเชื่อมระหว่างส่วนของโมเดลและวิว

จากแนวคิดการออกแบบตามหลักการสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี ที่มีการแบ่งส่วนของระบบออกเป็น 3 ส่วน สามารถนำไปสู่การพัฒนาตามหลักการของการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ โดยสามารถแบ่งขั้นตอนการพัฒนาเป็น 2 ชั้น คือ การออกแบบเชิงตรรกะ (Logical Design) ซึ่งเป็นการออกแบบตามแนวคิดและรูปแบบสัญลักษณ์การออกแบบทางคอมพิวเตอร์โดยยังไม่มี การระบุลงไปอย่างชัดเจนถึงอุปกรณ์ที่นำมาทำงานจริง หลังจากได้การออกแบบเชิงตรรกะแล้วจึงนำไปสู่การออกแบบทางกายภาพ (Physical Design) ซึ่งเป็นการออกแบบที่ระบุรายละเอียดของสถาปัตยกรรมอย่างละเอียด รวมถึงซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการดำเนินการ

การออกแบบเชิงตรรกสำหรับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ อาศัยแผนภาพภาษาแสดงแบบการทำงาน (Unified Modeling Language : UML) ในการออกแบบโดยแผนภาพที่ใช้ประกอบด้วย

3.2.2.1 แผนภาพยูสเคส (Use Case Diagram)

แผนภาพยูสเคสเป็นเครื่องมือในการออกแบบภาพรวมของระบบ โดยแสดงภาพความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับระบบงานย่อย (Use Case) ประกอบด้วยผู้ใช้งาน (Actor) และระบบงานย่อย (Use Case) สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานและระบบงานย่อยได้ดังนี้

เจ้าหน้าที่ดูแลการทำงานของระบบ (Administrator) ทำหน้าที่กำหนดสิทธิ์ให้กลุ่มผู้ใช้งาน (Set User Permission) สร้างวิชา (Set Course) อาจารย์หลักประจำวิชา (Set Primary Instructor) และกำหนดกลุ่มผู้ใช้งาน (Set User Group)

อาจารย์หลักประจำวิชา (Primary Instructor) ทำหน้าที่สร้างชุดข้อสอบ (Set Paper) ลบชุดข้อสอบ (Delete Paper) แก้ไขปรับปรุงชุดข้อสอบ (Update Paper) วิเคราะห์ข้อสอบทั้งแบบรายข้อ (Item Analysis Report) และแบบทั้งฉบับ (Paper Analysis Report) กำหนดอาจารย์ประจำวิชา (Set Instructor) รวมถึงการรายงานผลการสอบทั้งหมด (Examination Report)

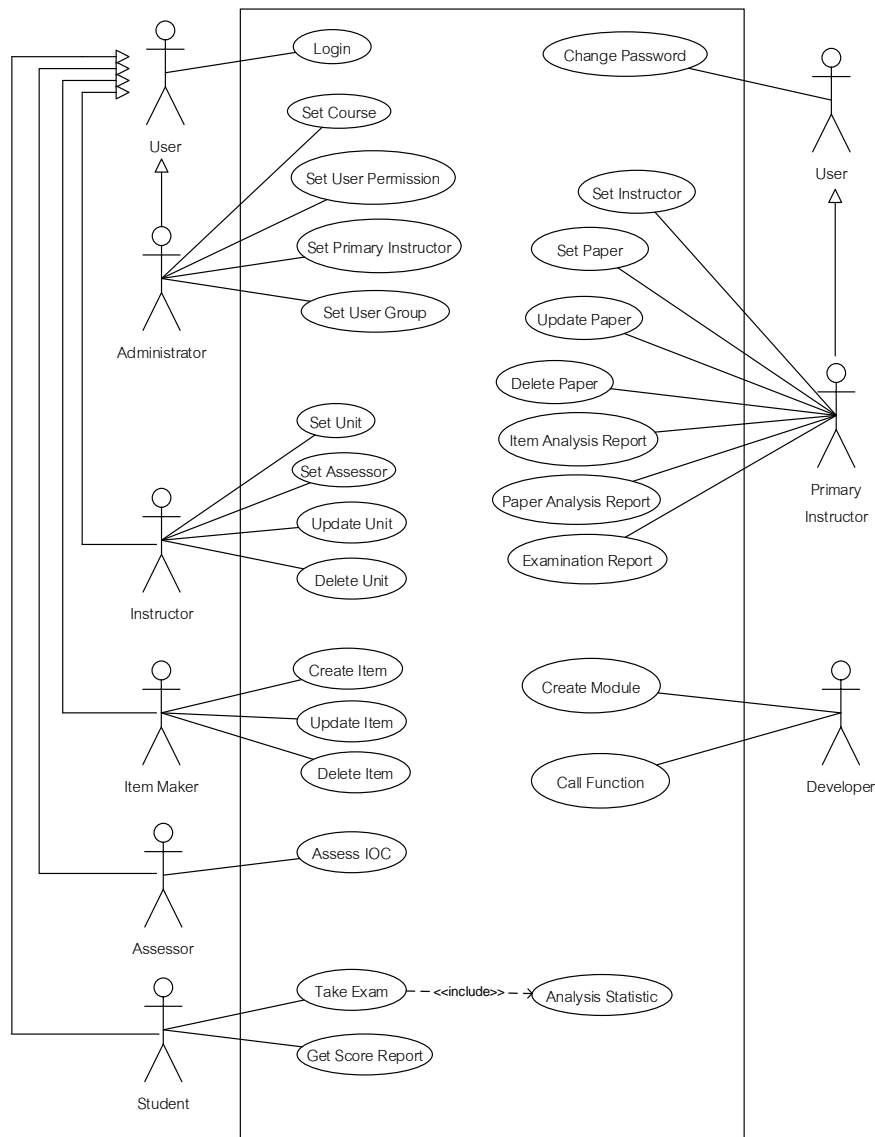
อาจารย์ประจำวิชา (Instructor) ทำหน้าที่สร้างหน่วยเรียน (Set Unit) ปรับปรุงหน่วยเรียน (Update Unit) ลบหน่วยเรียน (Delete Unit) และกำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ (Set Assessor)

อาจารย์ผู้ออกข้อสอบ (Item Maker) ทำหน้าที่สร้างข้อสอบ (Create Item) ลบข้อสอบ (Delete Item) และปรับปรุงแก้ไขข้อสอบ (Update Item)

กรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor) ทำหน้าที่ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Assess IOC)

นักพัฒนาระบบ (Developer) ใช้งานฟังก์ชัน (Call Function) และสร้างโมดูล (Create Module) เพิ่มเติมสำหรับเฟรมเวิร์ค

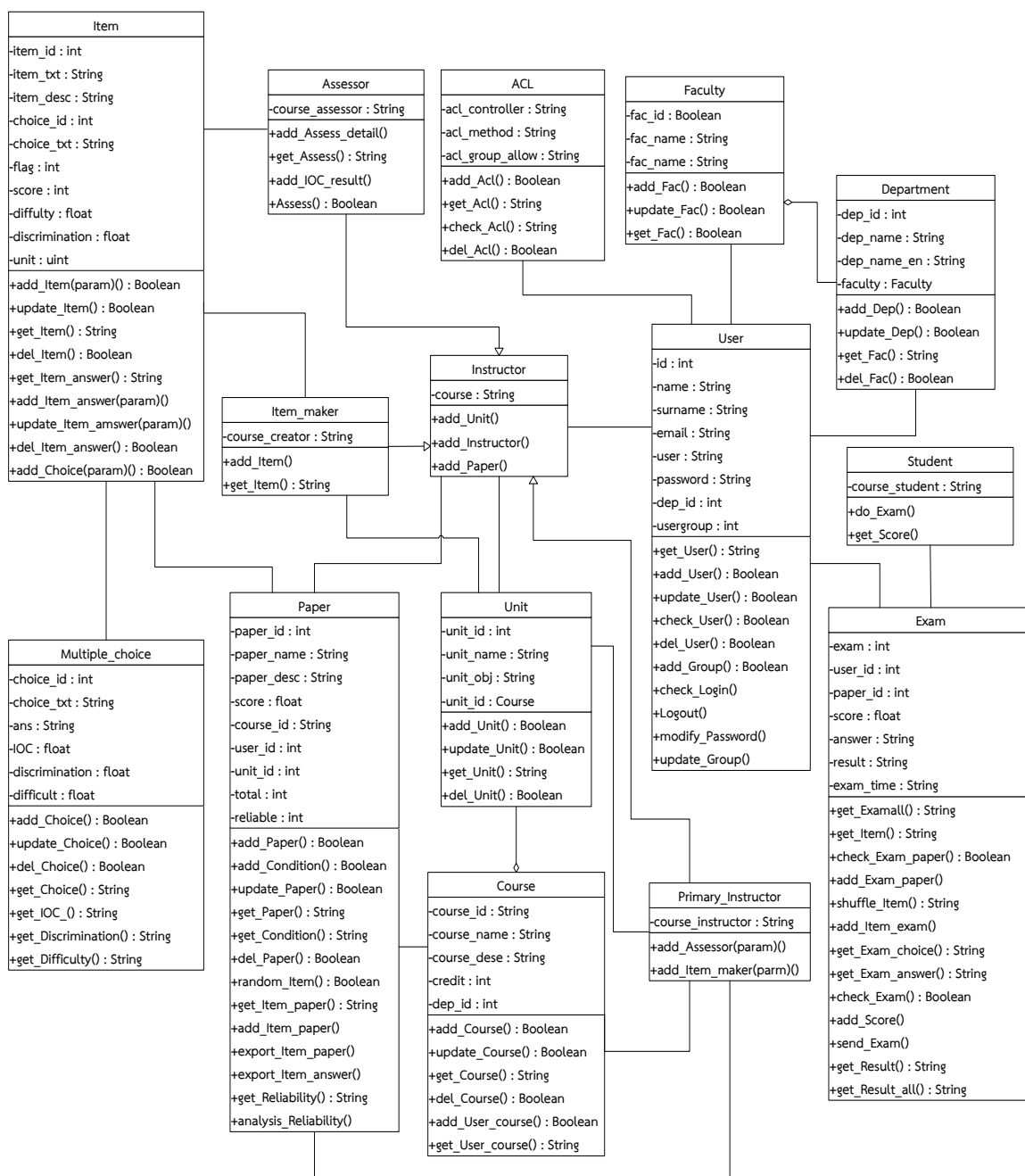
นักศึกษา (Student) ทำแบบทดสอบออนไลน์ (Take Exam) และรายงานผลการสอบ (Score Report) ดังแสดงในภาพที่ 3-4



ภาพที่ 3-4 แผนภาพยูสเคสระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคาร
ข้อสอบ

3.2.2.2 แผนภาพคลาส (Class Diagram)

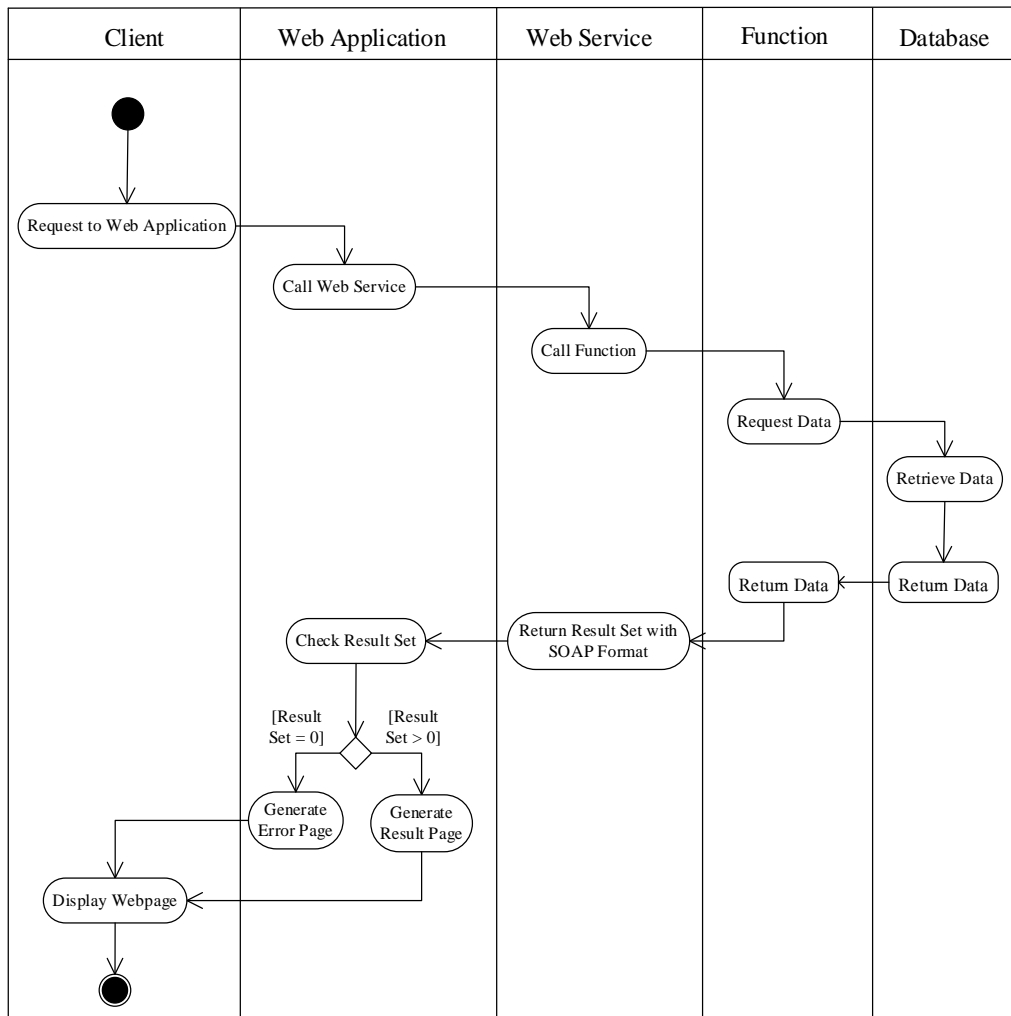
นำแผนภาพยูสเคสมาเป็นแนวทางในการออกแบบคลาสโดยใช้สถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี และสร้างเป็นแผนภาพคลาสเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับระบบงานย่อย โดยระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบประกอบด้วยคลาสจำนวน 16 คลาส ดังแสดงในภาพที่ 3-5



ภาพที่ 3-5 แผนภาพคลาสระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

3.2.2.3 แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram)

จากแผนภาพยูสเคสและแผนภาพคลาส ทำการออกแบบขั้นตอนและกิจกรรมการทำงานของระบบโดยใช้แผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) เพื่อแสดงลำดับการเรียกใช้ฟังก์ชันของเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 แผนภาพกิจกรรมระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

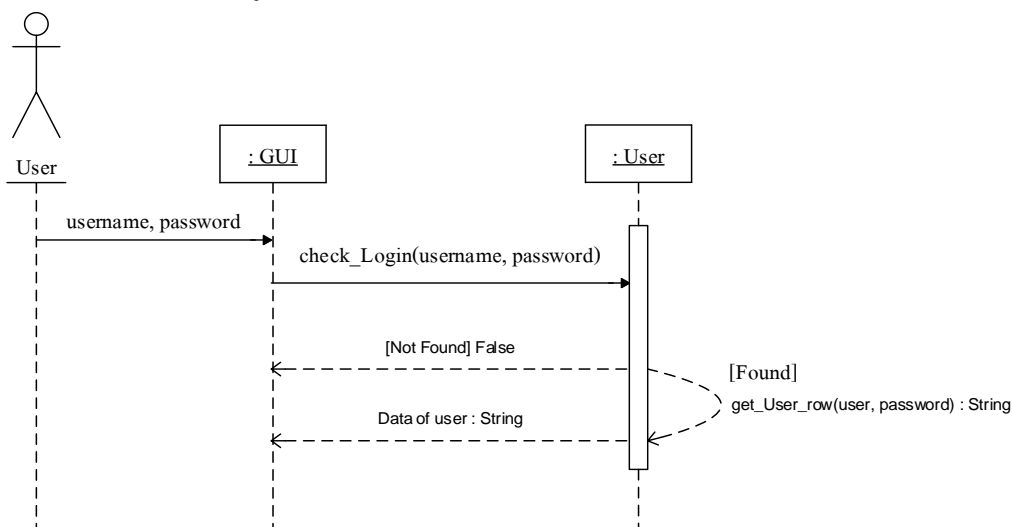
ภาพที่ 3-6 แสดงถึงกิจกรรมของระบบในการส่งคำร้องขอใช้บริการจากเครื่องผู้ให้บริการ (Client) ส่วนโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ (Web Application) ส่วนบริการเว็บ (Web Service) ส่วนฟังก์ชัน (Function) และส่วนฐานข้อมูล (Database) โดยการทำงานเริ่มต้นจากเครื่องผู้ให้บริการส่งคำร้องขอใช้บริการไปยังโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ เมื่อทำการตรวจสอบคำร้องขอใช้บริการแล้ว

โปรแกรมประยุกต์บนเว็บ ทำการเรียกใช้ส่วนบริการเว็บ โดยส่วนบริการเว็บจะทำการเรียกใช้งานฟังก์ชันตามที่ได้รับกรร็องขอ โดยฟังก์ชันจะทำการติดต่อกับฐานข้อมูลหรือทำส่วนอื่น ๆ ตามคำร้องขอ จากนั้นเมื่อการทำงานตามคำร้องขอเสร็จสิ้นฟังก์ชันจะทำการส่งผลลัพธ์ที่ได้ให้ส่วนบริการเว็บและจากนั้นส่วนบริการเว็บทำการส่งผลที่ได้ไปยังโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ เพื่อนำผลไปแสดงยังเครื่องผู้ให้บริการ

3.2.2.4 แผนภาพลำดับขั้นการทำงาน (Sequence Diagram)

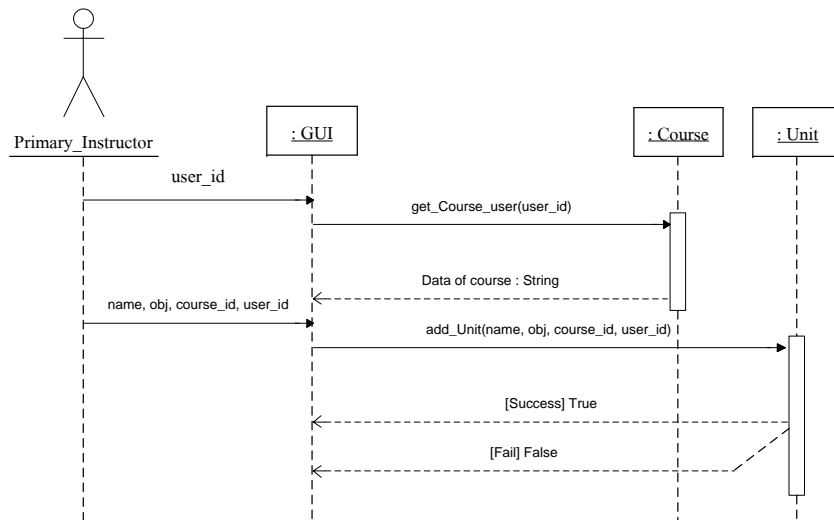
จากขั้นตอนและกิจกรรมของระบบสามารถทำการออกแบบความสัมพันธ์และการส่งค่าพารามิเตอร์ โดยใช้แผนภาพลำดับขั้นการทำงาน (Sequence Diagram) เพื่อแสดงข้อมูลการติดต่อสื่อสารกันระหว่างวัตถุ (Object) โดยมีรายละเอียดดังนี้

การเข้าสู่ระบบ สามารถอธิบายให้อยู่ในรูปแบบของแผนภาพลำดับขั้นการทำงานได้ดังนี้ ผู้ใช้งานทำการระบุข้อมูลชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบ และระบบทำการตรวจสอบชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่าน ถ้าข้อมูลถูกต้องจึงสามารถเข้าใช้งานระบบได้ตามปกติ หากไม่ถูกต้องระบบให้ทำการป้อนข้อมูลชื่อผู้ใช้งานและรหัสผ่านใหม่อีกครั้ง ซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบแผนภาพลำดับขั้นการทำงานเข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ 3-7



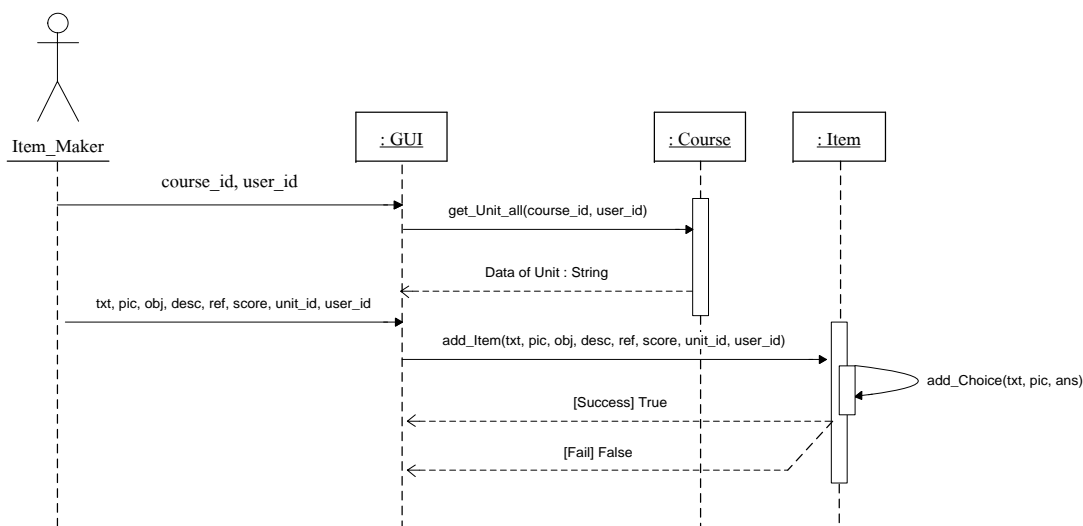
ภาพที่ 3-7 แผนภาพลำดับขั้นการทำงานเข้าสู่ระบบ

การกำหนดหน่วยเรียนมีขั้นตอนการทำงานคือ อาจารย์หลักประจำวิชา ทำการเลือกรายวิชาที่ต้องการกำหนดหน่วยเรียน จากนั้นทำการกำหนดหน่วยเรียนโดยบันทึกรายละเอียดของหน่วยเรียนซึ่งประกอบด้วย ชื่อหน่วยเรียนและวัตถุประสงค์ เพื่อทำการเพิ่มข้อมูลหน่วยเรียนเข้าสู่ระบบ หากการกำหนดหน่วยเรียนไม่สำเร็จระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนเพื่อให้แก้ไขส่วนผิดพลาดซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบแผนภาพลำดับขั้นการทำงานกำหนดหน่วยเรียน ดังภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 แผนภาพลำดับขั้นการกำหนดหน่วยเรียน

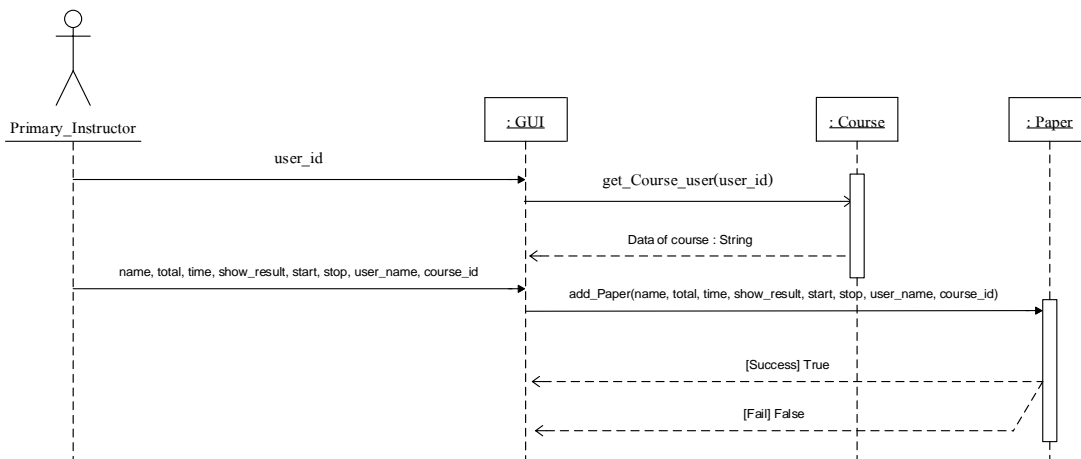
การสร้างข้อสอบ อาจารย์ผู้ออกข้อสอบต้องทำการเลือกหน่วยเรียนที่ต้องการสร้างข้อสอบ จากนั้นสร้างข้อสอบโดยบันทึกรายละเอียดของข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วยโจทย์หรือคำถาม คะแนน รูปภาพประกอบ แหล่งอ้างอิงและคำอธิบายข้อสอบ เพื่อทำการเพิ่มข้อมูลข้อสอบเข้าสู่ระบบ หากการสร้างข้อสอบสำเร็จ สามารถทำงานอื่นได้ปกติ หากการสร้างข้อสอบไม่สำเร็จระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนเพื่อให้แก้ไขส่วนผิดพลาดสามารถแสดงในรูปแบบแผนภาพลำดับขั้นการสร้างข้อสอบ ดังภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 แผนภาพลำดับขั้นการสร้างข้อสอบ

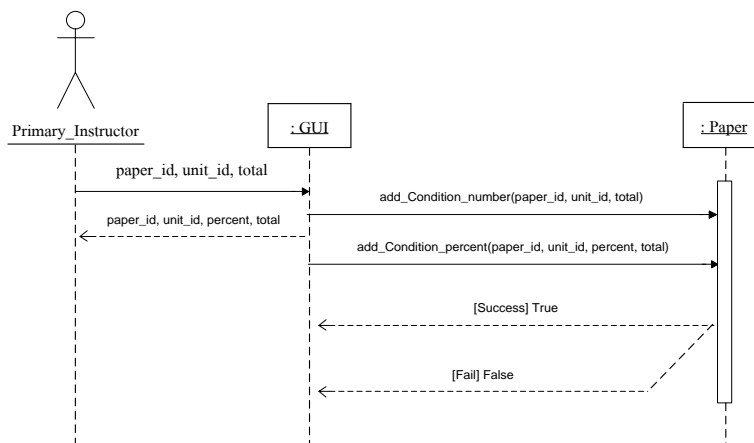
การสร้างชุดข้อสอบ อาจารย์หลักประจำวิชาทำการเลือกรายวิชาที่ต้องการสร้างชุดข้อสอบ จากนั้นทำการสร้างชุดข้อสอบโดยบันทึกรายละเอียดของชุดข้อสอบ ประกอบด้วย ชื่อ จำนวนข้อ

ทั้งหมด เวลาในการสอบ การแสดงผลลัพธ์ เวลาเริ่มต้นการสอบ เพื่อทำการเพิ่มข้อมูลชุดข้อสอบเข้าสู่ระบบ หากการสร้างชุดข้อสอบสำเร็จจะสามารถทำงานอื่นได้ปกติหากการสร้างชุดข้อสอบไม่สำเร็จจะมีข้อความแจ้งเตือนเพื่อให้แก้ไขส่วนผิดพลาด ซึ่งสามารถแสดงในรูปแบบแผนภาพลำดับชั้นการสร้างชุดข้อสอบ ดังภาพที่ 3-10



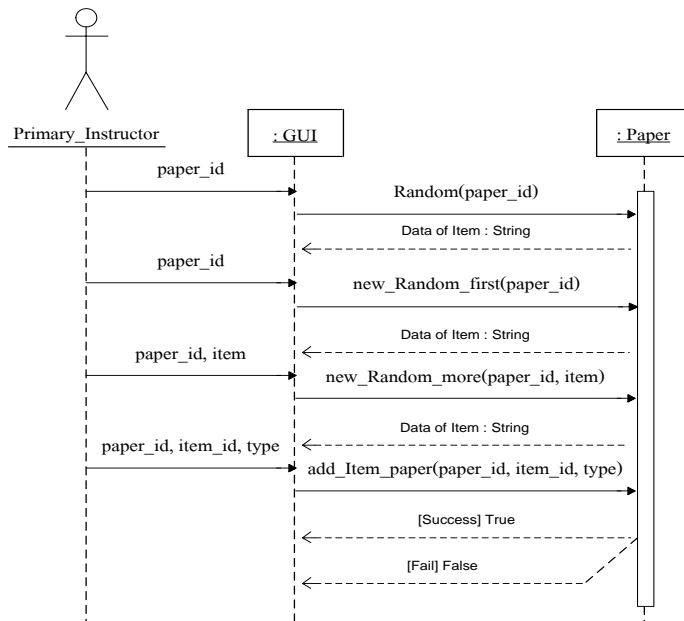
ภาพที่ 3-10 แผนภาพลำดับชั้นการสร้างชุดข้อสอบ

การกำหนดเงื่อนไขของชุดข้อสอบ อาจารย์หลักประจำวิชาทำการกำหนดเงื่อนไขของชุดข้อสอบ โดยประกอบด้วย จำนวนข้อสอบทั้งหมดในชุดข้อสอบ หน่วยเรียนที่ต้องการนำข้อสอบมาสร้างชุดข้อสอบ เงื่อนไขการเลือกข้อสอบซึ่งสามารถกำหนดเงื่อนไขได้ 2 แบบคือ จำนวนข้อสอบในแต่ละหน่วยเรียนหรือจำนวนเปอร์เซ็นต์ของข้อสอบที่เลือกมาจากแต่ละหน่วยเรียน หลังการกำหนดเงื่อนไขของชุดข้อสอบสำเร็จและไม่มีข้อผิดพลาดระบบจะสามารถทำงานในขั้นต่อไปได้ แต่หากการกำหนดเงื่อนไขของชุดข้อสอบไม่สำเร็จ ระบบจะแสดงข้อความแจ้งเตือนเพื่อให้แก้ไขส่วนผิดพลาด ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3-11



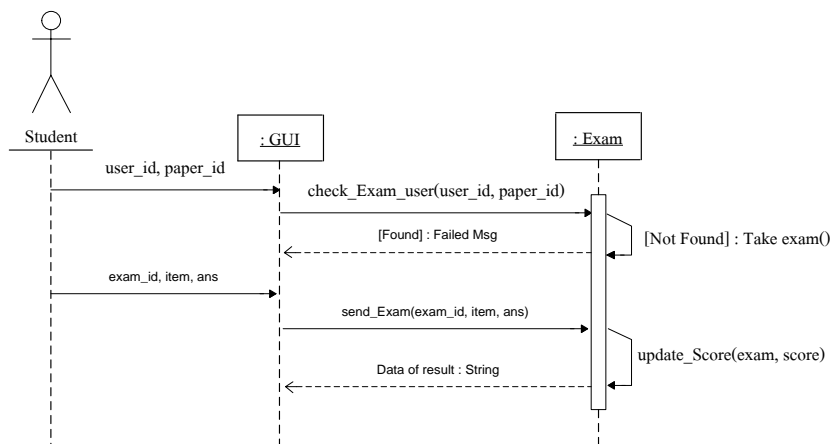
ภาพที่ 3-11 แผนภาพลำดับชั้นการกำหนดเงื่อนไขชุดข้อสอบ

การสร้างข้อสอบตามเงื่อนไขของชุดข้อสอบ อาจารย์หลักประจำวิชาทำการเลือกชุดข้อสอบที่ต้องการสร้าง ระบบจะทำการสร้างชุดข้อสอบโดยทำการสุ่มเลือกข้อสอบมาจากแต่ละหน่วยเรียนตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้และแสดงผลที่ได้ เพื่อให้ตรวจสอบและยืนยันการสร้างชุดข้อสอบ ซึ่งในขั้นตอนนี้หากมีข้อสอบข้อใดที่ไม่ต้องการสามารถกำหนดให้ระบบทำการสุ่มข้อสอบจากหน่วยเรียนเพื่อทดแทนข้อที่ไม่ต้องการได้และหากการสร้างข้อสอบมีข้อผิดพลาดระบบจะทำการแสดงข้อความแจ้งเตือนเพื่อให้แก้ไข ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 แผนภาพลำดับขั้นการสร้างข้อสอบตามเงื่อนไขของชุดข้อสอบ

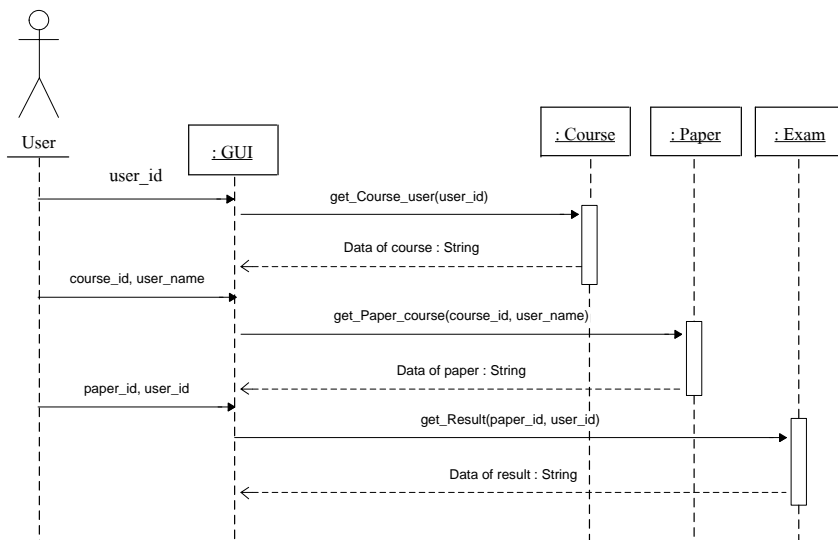
การทำข้อสอบ นักศึกษาทำการเลือกวิชาและชุดข้อสอบที่ต้องการสอบ ทั้งนี้ นักศึกษาสามารถเข้าสู่การทำข้อสอบได้เฉพาะภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้สำหรับการทำชุดข้อสอบที่นักศึกษามีสิทธิในการสอบเท่านั้น ดังแสดงภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 แผนภาพลำดับขั้นการทำข้อสอบ

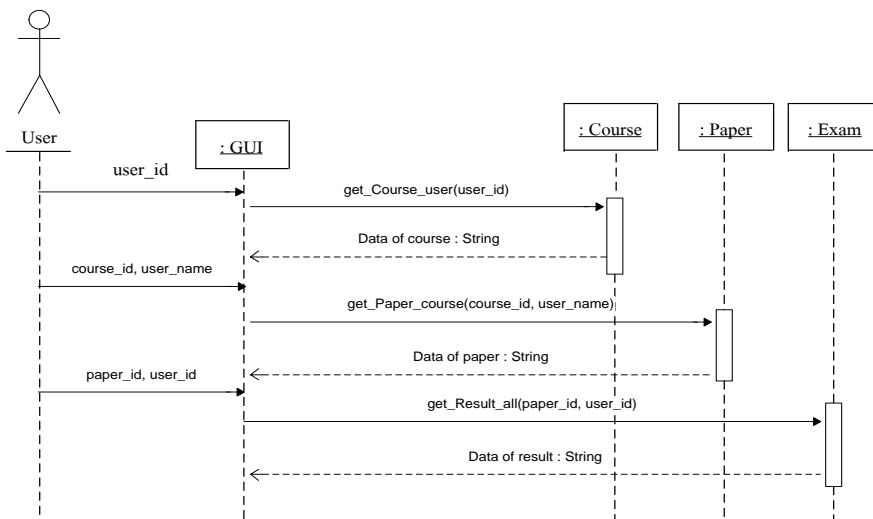
จากภาพที่ 3-13 นักศึกษาต้องทำการส่งข้อสอบเมื่อทำข้อสอบเสร็จหรือกรณีที่หมดเวลาในการสอบระบบจะทำการส่งข้อสอบอัตโนมัติ หลังจากส่งข้อสอบระบบจะทำการประมวลผลเพื่อตรวจข้อสอบและนำผลคะแนนที่ได้แสดงให้นักศึกษาทราบ

การแสดงผลการสอบแบบรายบุคคล ผู้ใช้งานทำการเลือกวิชาและเลือกชุดข้อสอบที่ต้องการแสดงผลหากพบการทำข้อสอบเสร็จสิ้นแล้วระบบจะแสดงผลการสอบที่ได้แต่หากพบว่ายังไม่มีการทำชุดข้อสอบที่ต้องการแสดงผลระบบจะแสดงข้อความไม่พบการสอบดังแสดงในภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 แผนภาพลำดับขั้นการแสดงผลการสอบแบบรายบุคคล

การแสดงผลการสอบทั้งชุดข้อสอบ ผู้ใช้ทำการเลือกวิชาและชุดข้อสอบที่ต้องการแสดงผลการสอบ ระบบดำเนินการตรวจสอบชุดข้อสอบที่เลือกไว้ ดังภาพที่ 3-15



ภาพที่ 3-15 แผนภาพลำดับขั้นการแสดงผลการสอบทั้งชุดข้อสอบ

จากภาพที่ 3-15 หากพบว่าชุดข้อสอบดังกล่าวผ่านการส่งข้อสอบแล้ว ระบบจะทำการประมวลผลคะแนนและแสดงผลที่ได้ แต่หากพบว่าชุดข้อสอบดังกล่าวยังไม่มีการดำเนินการสอบ หรือยังไม่มีการส่งข้อสอบระบบจะแสดงข้อความแจ้งให้ผู้ใช้ทราบว่ายังไม่สามารถแสดงผลการสอบทั้งหมดได้

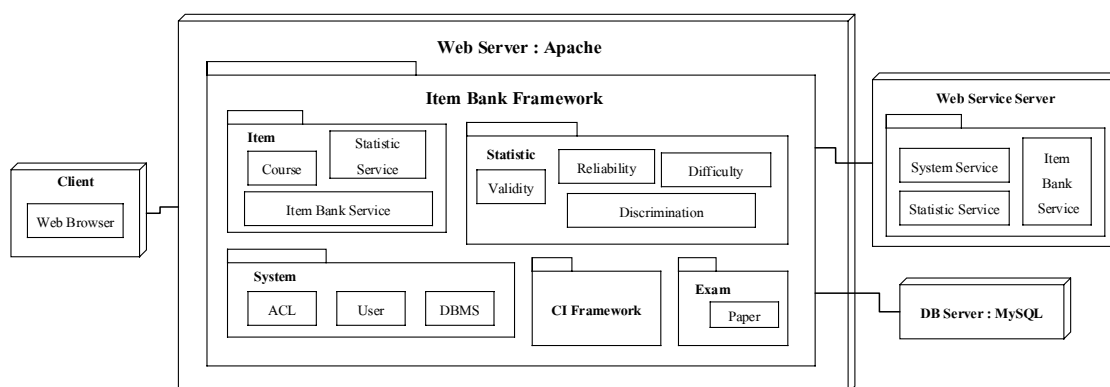
3.2.2.5 แผนภาพองค์ประกอบของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ออกแบบองค์ประกอบของระบบในการพัฒนาซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบประกอบด้วย

ส่วนเครื่องผู้ขอใช้งานที่ทำการใช้งานเว็บเบราว์เซอร์เพื่อทำการเชื่อมต่อระบบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ส่วนผู้ให้บริการเว็บ คือส่วนที่เก็บชุดคำสั่งเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น โดยทำการพัฒนาโปรแกรมตามสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี ซึ่งแยกส่วนออกเป็น ส่วนทำหน้าที่รับข้อมูล (Model) ส่วนควบคุมตรวจสอบเงื่อนไขการทำงาน (Controller) ส่วนแสดงผลและเชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน (View)

ส่วนบริการเว็บ เป็นส่วนของเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่ใช้แลกเปลี่ยนข้อมูลในระบบ และส่วนฐานข้อมูล โดยทำหน้าที่บริหารจัดการฐานข้อมูล ซึ่งสามารถใช้แผนภาพแสดงองค์ประกอบของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบได้ดังภาพที่ 3-16

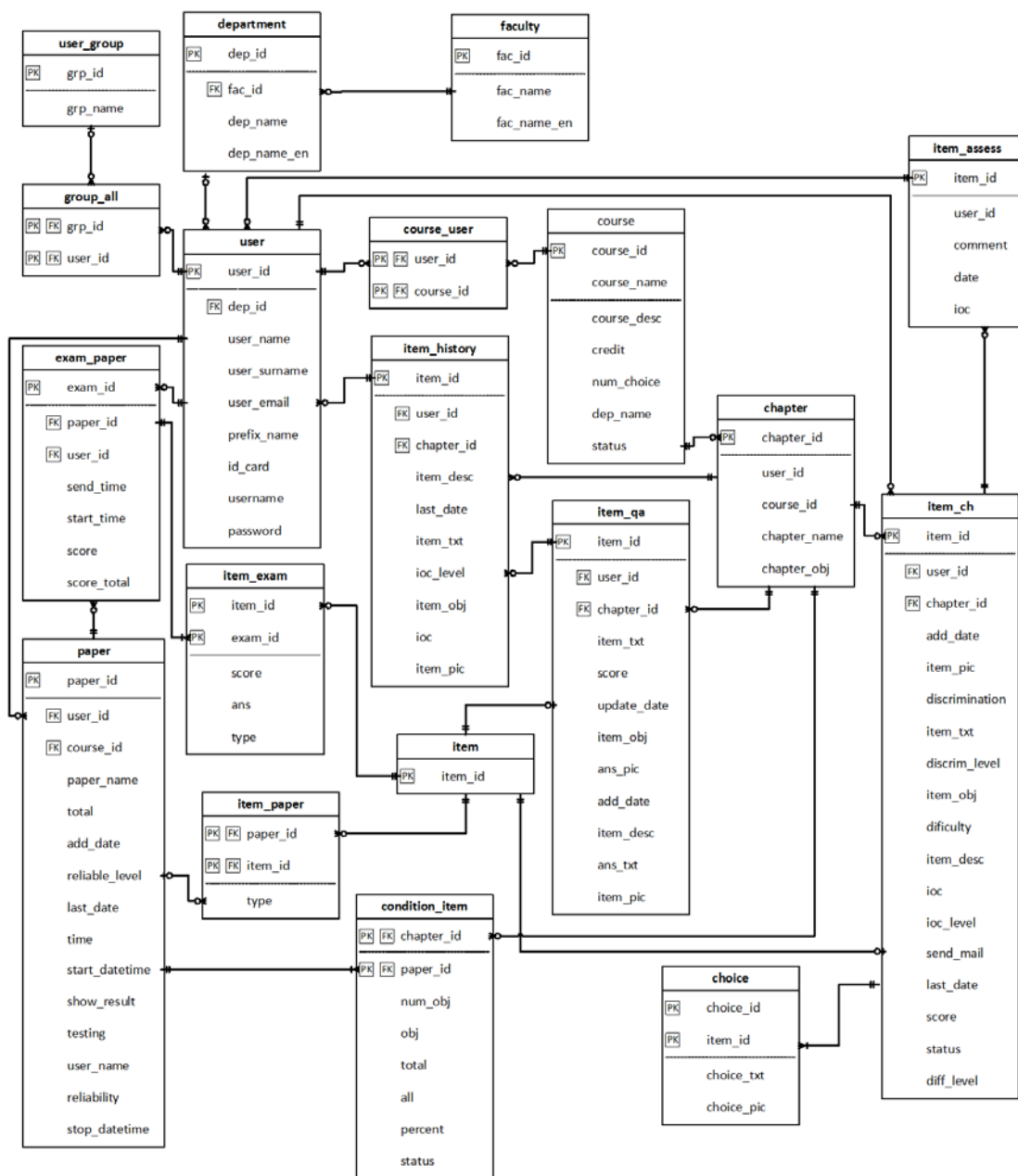


ภาพที่ 3-16 แผนภาพองค์ประกอบของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

3.2.2.6 แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (Entity-Relation Diagram : ERD)

จากการสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ เมื่อพิจารณาถึงข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับระบบสามารถทำการออกแบบฐานข้อมูลเชิง

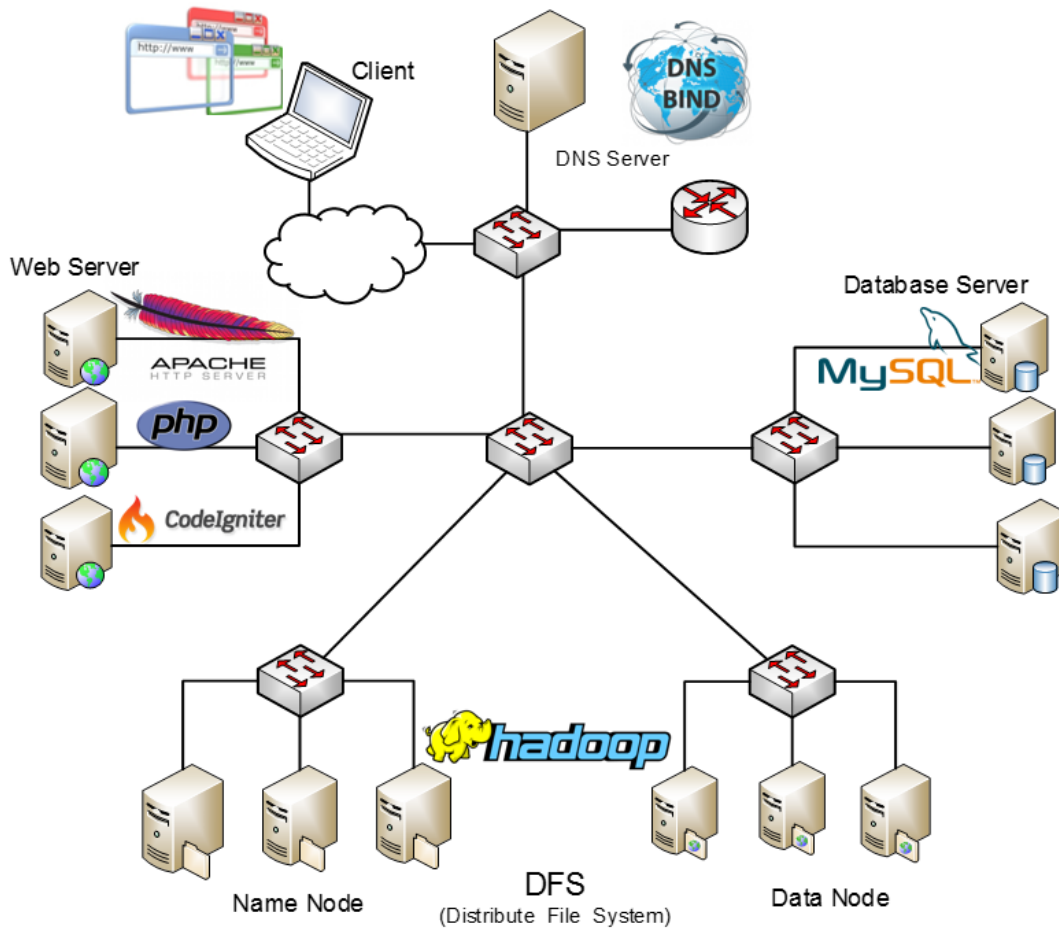
สัมพันธ์ (Relational Database) โดยอาศัยภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งหมดที่มีในระบบ โดยมีรายละเอียดดังภาพที่ 3-17



ภาพที่ 3-17 แผนภาพความสัมพันธ์ของข้อมูลในเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

3.2.3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นการนำผลที่ได้จากการออกแบบเชิงตรรกมาดำเนินการ เพื่อจัดเตรียมในการติดตั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3-18



ภาพที่ 3-18 ซอฟต์แวร์สำหรับโครงสร้างพื้นฐานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ภาพที่ 3-18 แสดงซอฟต์แวร์ต่าง ๆ ที่นำมาพัฒนาเป็นร่วมกันเพื่อเป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

คอมพิวเตอร์สำหรับทำหน้าที่เป็นเครื่องขอใช้บริการ ติดตั้ง โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์

คอมพิวเตอร์สำหรับทำหน้าที่แปลงชื่อโดเมนเป็นไอพี ติดตั้งโปรแกรมบาย (BIND) เพื่อทำหน้าที่เป็นดีเอ็นเอส

คอมพิวเตอร์สำหรับทำหน้าที่บริการเว็บ ติดตั้งโปรแกรมอาปาเช่เว็บเซิร์ฟเวอร์ (Apache Web Server) ที่รองรับการทำงานของภาษาพีเอชพี และติดตั้งโปรแกรมโค้ดอิกนิตอร์

คอมพิวเตอร์สำหรับทำหน้าที่บริการฐานข้อมูล ใช้โปรแกรมมายเอสคิวแอล (MySQL) เพื่อทำหน้าที่บริหารจัดการระบบฐานข้อมูล

คอมพิวเตอร์สำหรับทำหน้าที่เนม โหนด และดาตา โหนด เพื่อทำการจัดการแฟ้มข้อมูลกระจายโดยอาศัยการทำงานตามหลักการของฮาร์ดดิสก์

คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องติดตั้งระบบปฏิบัติการเซนต์โอเอส

อุปกรณ์กระจายสัญญาณ ที่รองรับการทำงานที่ความเร็วแบบ 10/100/1000 Mbps และอาศัยโปรโตคอลทีซีพี/ไอพีสำหรับการสื่อสารข้อมูล

3.3 ทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบประสิทธิภาพในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค และในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ

3.3.1 การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค อาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษาที่มีประสบการณ์ในการสอนระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 5 ปีและเป็นผู้สำเร็จการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในระดับปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 10 ท่าน ทำการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค โดยเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วย แบบประเมินการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คซึ่งประกอบด้วยการทดสอบด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์ค (System Test) ด้านการใช้งานเฟรมเวิร์ค (Usability Test) ด้านประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเฟรมเวิร์ค (Performance Test)

3.3.2 การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร
 ข้อสอบในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ อาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้าน
 เทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษาที่มีประสบการณ์ในการสอนระดับอุดมศึกษาไม่น้อยกว่า 5 ปี
 และเป็นผู้สำเร็จการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในระดับ
 ปริญญาโทขึ้นไป จำนวน 10 ท่าน ทำการทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานตาม
 คุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ก โดยทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานตาม
 คุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินประกอบด้วยแบบประเมินการ
 ทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ ซึ่งทำการทดสอบด้านภาพรวมของความสามารถใน
 การใช้งานธนาคารข้อสอบ (Usability Test) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของธนาคารข้อสอบ
 โดยรวม (Performance Test) และการประเมินแยกตามโมดูลการทำงานซึ่งแบ่งออกเป็น 5 โมดูล
 คือ โมดูลการจัดการบัญชีผู้ใช้งาน โมดูลการจัดการวิชาและหน่วยเรียน โมดูลการจัดการข้อสอบ
 โมดูลการจัดการชุดข้อสอบ และ โมดูลการจัดการสอบผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การประเมินผลการทดสอบประสิทธิภาพการทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบ
 กลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์
 เฟรมเวิร์กและการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การประเมิน
 ออกเป็น 5 ระดับและมีคำถามให้เลือกตอบ 5 ระดับ ตั้งแต่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และ
 น้อยที่สุด โดยมีหลักเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

ระดับประสิทธิภาพ	คะแนน
มากที่สุด	5
มาก	4
ปานกลาง	3
น้อย	2
น้อยที่สุด	1

ค่าเฉลี่ย	ระดับ	ความหมาย
4.51 – 5.00	มากที่สุด	มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	มาก	มีประสิทธิภาพ ในระดับมาก
2.51 – 3.50	ปานกลาง	มีประสิทธิภาพ ในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	น้อย	มีประสิทธิภาพ ในระดับน้อย
1.00 – 1.50	น้อยที่สุด	มีประสิทธิภาพ ในระดับน้อยที่สุด (บุญชม, 2545 : 103)

3.4 ศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น

การศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านธนาคารสอบและด้านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

3.4.1 ศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในด้านธนาคารข้อสอบ

การศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในด้านธนาคารข้อสอบ เป็นการศึกษาถึงความสามารถในการคัดกรองข้อสอบเพื่อให้ได้ข้อสอบมาตรฐานที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) คุณภาพ (Quality) และความเชื่อมั่น (Reliability) โดยพิจารณาจากผลการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

3.4.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาคำนวณจากค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) โดยการคัดเลือกข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาเพื่อเก็บในระบบฐานข้อมูลของธนาคารข้อสอบ

3.4.1.2 คุณภาพ

คุณภาพของข้อสอบดำเนินการโดยพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาข้อสอบมาตรฐานหรือข้อสอบที่มีคุณภาพสามารถพิจารณาได้จากค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบ ซึ่งข้อสอบที่มีคุณภาพนั้นต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับ 0.2 ถึง 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ระดับ 0.2 ขึ้นไป

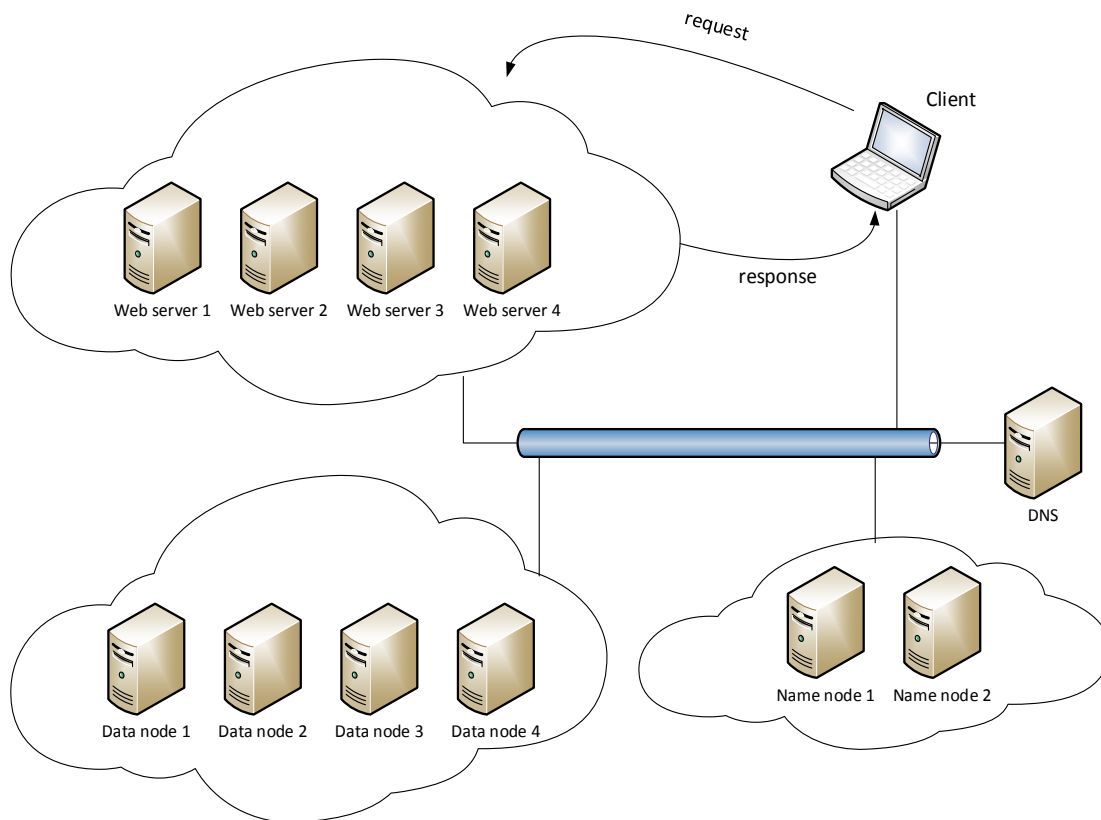
3.4.1.3 ความเชื่อมั่น

ความเชื่อมั่นของข้อสอบสามารถพิจารณาจากค่าความคงที่ภายในโดยใช้สูตร KR-20 สำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ค่าของความเชื่อมั่นแสดงเป็นตัวเลขที่มีค่าไม่เกิน 1.00 ทั้งนี้เนื่องจากการมีค่าความเชื่อมั่นสูงหมายความว่าในการทำแบบทดสอบชุดเดียวกันสองครั้งในเวลาต่างกันผลคะแนนที่ได้ควรเกือบเท่ากันทั้งสองครั้ง

3.4.2 ศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในด้านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

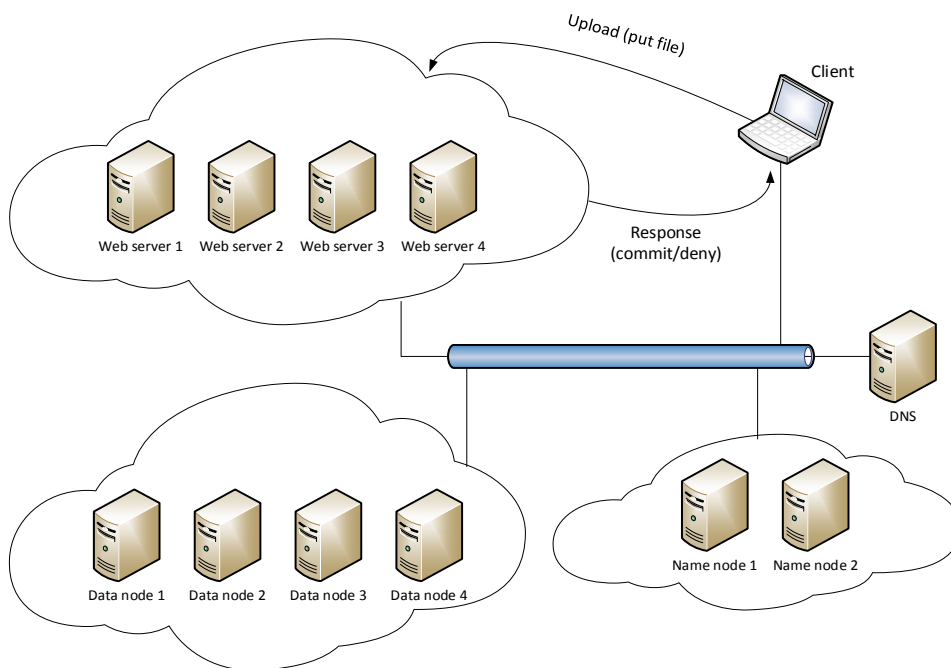
การศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคาร
 ตรวจสอบในด้านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นการศึกษาถึงโครงสร้างของระบบที่มี
 ความสามารถในการด้านความพร้อมใช้งานตลอดเวลา สามารถเข้าใช้งานได้หลายช่องทางผ่านทาง
 ระบบเครือข่าย และสามารถปรับเปลี่ยนขนาดของระบบ โดยใช้โปรแกรมเจมิเตอร์ (J-Meter)
 จำลองสถานการณ์การทำงานภายใต้การจำลองสภาพแวดล้อมการทำงานใน 3 รูปแบบดังนี้

3.4.2.1 ทดสอบความสามารถในการเรียกใช้หรือการอ่านเพิ่มข้อมูลจากระบบ
 ประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น โดยเครื่องผู้ขอใช้บริการทำการส่งคำขอใช้บริการ (Request)
 เข้าสู่ระบบและรับผลการตอบกลับ (Response) โดยสามารถแสดงแบบจำลองการทดลองได้ดัง
 ภาพที่ 3-19



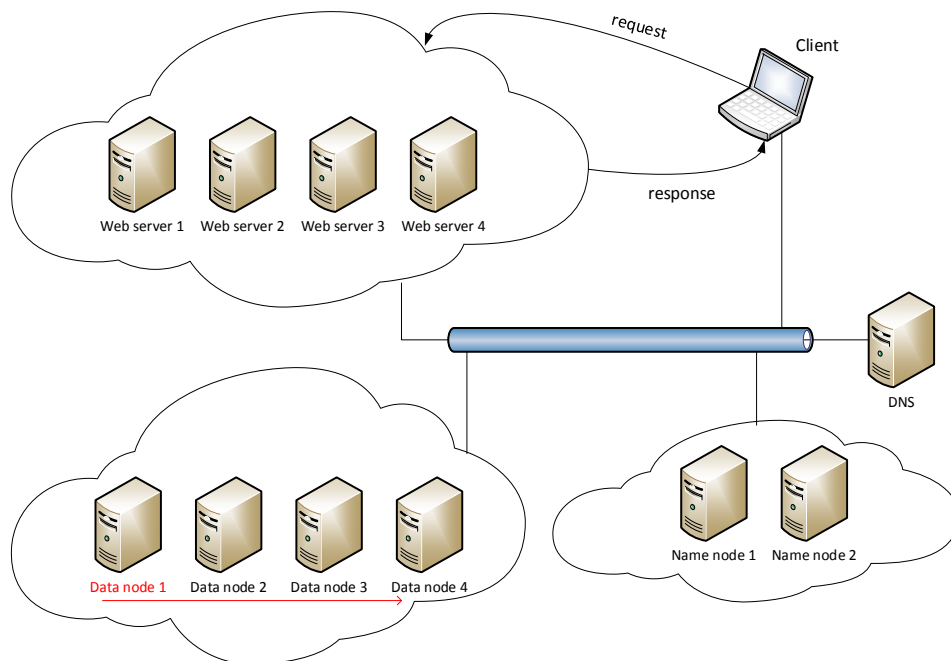
ภาพที่ 3-19 การทดสอบความสามารถในการเรียกใช้หรือการอ่านเพิ่มข้อมูล

3.4.2.2 ทดสอบการนำข้อมูลแบบเพิ่มข้อมูลหรือการบันทึกข้อมูลเข้าสู่ระบบ
 ประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น โดยเครื่องผู้ขอใช้บริการทำการส่งข้อมูลเข้าสู่ระบบและรับ
 ผลการตอบกลับ (Response) ว่าดำเนินการสำเร็จหรือไม่ (Commit/Deny) โดยสามารถแสดง
 แบบจำลองการทดลองได้ดังภาพที่ 3-20



ภาพที่ 3-20 การทดสอบการนำข้อมูลแบบเพิ่มข้อมูลหรือการเขียนข้อมูลเข้าสู่ระบบ

3.4.2.3 ทดสอบความคงทนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น โดยเครื่องผู้ขอใช้บริการส่งคำขอใช้บริการเข้าสู่ระบบ จากนั้นทำการปิดเครื่องดาตาโหนดซึ่งทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลในระบบทีละเครื่องเพื่อสังเกตผลลัพธ์ที่ได้ โดยสามารถแสดงแบบจำลองการทดลองได้ดังภาพที่ 3-21



ภาพที่ 3-21 การทดสอบความคงทนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) ดังสมการที่ (3-1)

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{N} \quad (3-1)$$

เมื่อ

- \bar{x} = ค่าเฉลี่ยเลขคณิต
- Σx = ผลรวมของข้อมูลทุกค่า
- N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ดังสมการที่ (3-2)

$$S.D. = \sqrt{\frac{N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{N(N-1)}} \quad (3-2)$$

เมื่อ

- S.D. = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- Σx^2 = ผลรวมของข้อมูลแต่ละค่ายกกำลังสอง
- $(\Sigma x)^2$ = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง
- N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

บทที่ 4

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยและพัฒนาระบบสารสนเทศโดยอาศัยแนวคิดและคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆกับการออกแบบซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค เพื่อพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบโดยอาศัยโมเดลในการพัฒนาแบบน้ำตก (Waterfall Model) ตามหลักวัฏจักรการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle : SDLC) ทำการออกแบบตามแนวทางของสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี (Model-View-Controller : MVC) วิเคราะห์และออกแบบตามแนวคิดการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ (Object Oriented Analysis and Design : OOAD) เพื่อให้ได้รูปแบบและระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบโดยสามารถนำเสนอผลการดำเนินงานดังนี้

- 4.1 รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ
- 4.2 ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ
- 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ
- 4.4 ผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1 รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

การสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ ดำเนินการโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเอกสารแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับธนาคารข้อสอบ ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค และการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เพื่อสรุปคุณลักษณะนำไปสู่การสังเคราะห์รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

4.1.1 ผลการศึกษาเอกสาร

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค และ ธนาคารข้อสอบ โดยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาเพื่อเป็นจุดเริ่มต้นในการกำหนดคุณลักษณะของการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ สามารถ

สรุปองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์ค
 ธนาคารข้อสอบ เป็น 3 ส่วนคือ ธนาคารข้อสอบ ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค และ การประมวลผลแบบ
 กลุ่มเมฆ โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.1.1.1 ธนาคารข้อสอบ คือ การรวบรวมข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาคุณภาพของ
 ข้อสอบมาแล้ว โดยมีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบเพื่อให้สามารถนำมาทำการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อ
 ใช้ในโอกาสต่อไป ระบบธนาคารข้อสอบมีคุณลักษณะสำคัญ 4 ด้านคือ

4.1.1.1.1 การจัดการภาพรวมการทำงานทั้งระบบ (System Management)
 ประกอบด้วยการจัดการข้อมูลผู้ใช้งาน เช่น ประวัติ ระดับของสิทธิ์ในการใช้งาน การจัดการ
 เกี่ยวกับการจัดเก็บข้อสอบในฐานข้อมูลข้อสอบ และจัดการด้านความมั่นคงปลอดภัยของระบบ

4.1.1.1.2 การวิเคราะห์ข้อสอบ (Statistical Analysis) ตามหลักการทางการวัด
 และประเมินผลการศึกษา เป็นการอาศัยค่าทางสถิติเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพของแบบทดสอบแบ่งได้เป็น
 2 ลักษณะ คือ การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ซึ่งประกอบด้วย การหาความ
 เทียบตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-
 Objective Congruence : IOC) ความยากง่าย (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination) และการ
 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบทั้งฉบับ ซึ่งประกอบด้วย การหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
 แบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยอาศัยการทดสอบค่าความคงที่ภายในโดยใช้สูตร
 KR-20

4.1.1.1.3 การจัดการและดำเนินการสอบ (Examination Management) เป็นการ
 กำหนดรูปแบบการสอบ เช่น เวลาในการเริ่มต้นและสิ้นสุดการสอบ การเรียงลำดับข้อในชุด
 ข้อสอบ ประกาศข้อกำหนดสำหรับการสอบ

4.1.1.1.4 การจัดการข้อสอบ (Item Management) เป็นการกำหนดโครงสร้าง
 หน่วยเรียน เพื่อนำไปอ้างอิงสำหรับการออกข้อสอบ จัดการรูปแบบของข้อสอบ จัดการโครงสร้าง
 ของชุดข้อสอบ เช่น กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละหน่วยเรียนที่นำมาสร้างชุดข้อสอบ

4.1.1.2 ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค คือ แนวคิดการพัฒนาโปรแกรมให้อยู่ในรูปของโปรแกรม
 ที่เป็นโครงร่างซอฟต์แวร์หรือเฟรมเวิร์ค (Framework) เพื่อให้ได้ซอฟต์แวร์ที่สามารถนำไปใช้งาน
 ตามความต้องการและนำไปพัฒนาต่อ โดยผู้นำเฟรมเวิร์คไปพัฒนาต่อไม่จำเป็นต้องเขียน
 โปรแกรมขึ้นใหม่ทั้งหมด หากแต่สามารถใช้สิ่งที่เฟรมเวิร์คได้จัดเตรียมไว้ให้ โดยทำการเขียน
 โปรแกรมตามรูปแบบและแนวทางที่เฟรมเวิร์คกำหนด ซึ่งวิธีนี้เป็น การช่วยในด้านความมั่นคง
 ปลอดภัยของระบบและประหยัดเวลาในการพัฒนาโปรแกรม

4.1.1.3 ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ คือระบบที่มีหลักการกระจายการประมวลผลข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อในระบบเครือข่ายโดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์เหล่านั้นไม่จำเป็นต้องอยู่ในสถานที่เดียวกัน ทั้งนี้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเป็นพัฒนาการของการประมวลผลแบบกริด (Grid Computing) การประมวลผลแบบกระจาย (Distributed Computing) และการประมวลผลแบบสาธารณูปโภค (Utility Computing) (Shuai et al., 2011 : 72-75) โดยระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสามารถจัดแบ่งได้ตามขอบเขตการให้บริการ รูปแบบการให้บริการ และความสามารถในการให้บริการ

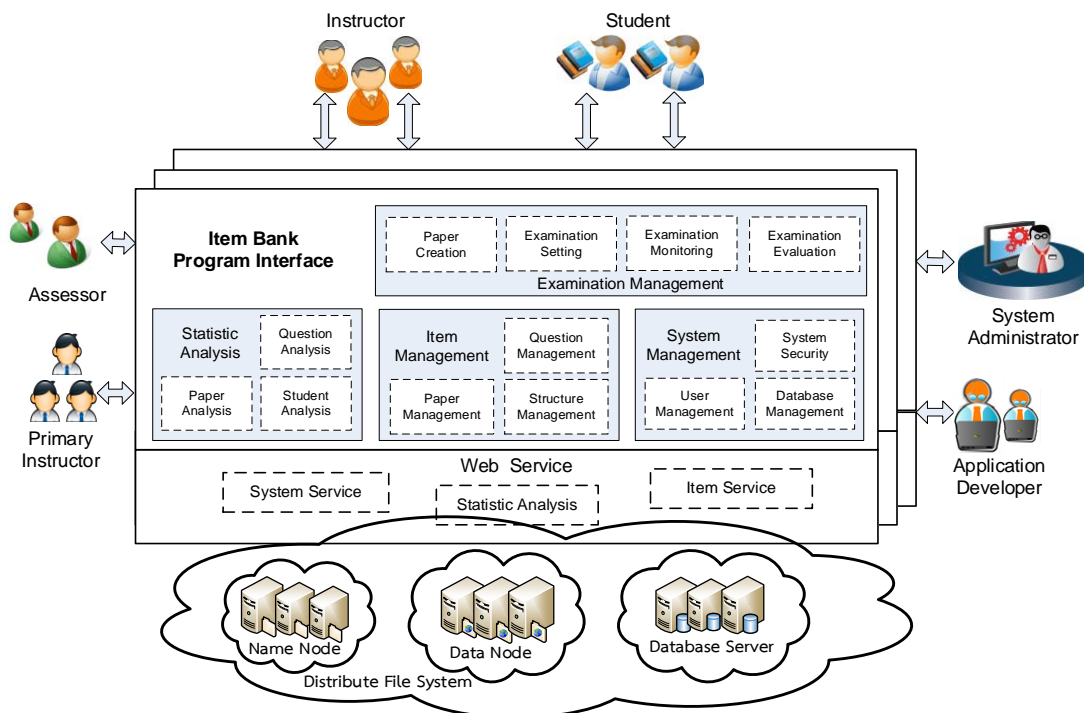
ขอบเขตการให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะ (Public Cloud) ซึ่งเป็นการให้บริการสำหรับผู้ทั่วไปโดยไม่จำกัดว่าต้องเป็นบุคลากรในหน่วยงานหรือไม่ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร (Private Cloud) เป็นระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่ติดตั้งบนระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในหน่วยงาน ผู้ให้บริการต้องเป็นบุคลากรภายในหน่วยงานหรือผู้ดูแลระบบเครือข่ายยอมให้เข้าใช้งานเท่านั้น และระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบบผสม (Hybrid Cloud) เป็นการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่เชื่อมโยงหรือผสมกันระหว่างระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กรและระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการประมวลผลในบางช่วงเวลาให้สูงขึ้นแต่ยังคงอยู่ภายใต้การควบคุมภายในองค์กรเช่นเดิม

รูปแบบการให้บริการในระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ การให้บริการซอฟต์แวร์ (Software as a Service : SaaS) เป็นการให้บริการซอฟต์แวร์หรือโปรแกรมประยุกต์ที่พร้อมใช้งานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งซอฟต์แวร์ดังกล่าวบนเครื่องของผู้ให้บริการ การให้บริการแพลตฟอร์ม (Platform as a Service : PaaS) เป็นการให้บริการที่ประกอบด้วยระบบปฏิบัติการและชุดคำสั่งที่สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมในรูปแบบของโปรแกรมประยุกต์บนเว็บ และการให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน (Infrastructure as a Service : IaaS) เป็นการให้บริการโครงสร้างพื้นฐาน เช่น หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ พื้นที่ในการจัดเก็บข้อมูล โดยทรัพยากรเหล่านี้ติดตั้งอยู่บนระบบเสมือนที่สามารถเข้าถึงได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

ความสามารถในการให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมีคุณลักษณะที่สำคัญในการให้บริการ 5 ด้าน (Mell and Grance, 2011) คือ สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ (On-demand Self-service) โดยผู้ให้บริการสามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้งานความสามารถของหน่วยประมวลผล (Processor) ขนาดหน่วยความจำ (Memory) และพื้นที่ในการบันทึกข้อมูล (Data Storage) ได้ตามความต้องการ สามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลาย

รูปแบบ (Broad Network Access) โดยผู้ใช้บริการสามารถเข้าใช้บริการได้จากระบบเครือข่ายที่เป็นมาตรฐานโดยไม่สนใจว่าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อเข้ามาขอใช้บริการจะอยู่ในรูปแบบใด สามารถแบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน (Resource Pooling) หมายถึงระบบสามารถทำการขอใช้ทรัพยากรการประมวลผลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่ออยู่ร่วมกันในระบบได้ สามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้ทันตามความต้องการ (Rapid Elasticity) หมายถึงเป็นระบบที่มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรในระบบได้ทันตามความต้องการของผู้ใช้บริการ สามารถวัดปริมาณการใช้งานได้ (Measured Service) หมายถึงระบบที่สามารถตรวจสอบปริมาณการใช้งานได้

4.1.2 การพัฒนารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ



ภาพที่ 4-1 รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

จากภาพที่ 4-1 แสดงรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบเป็นการทำงานแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนจัดการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Computing Management) ส่วนเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ (Item Bank Framework) และส่วนผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ (User)

เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมของรูปแบบที่พัฒนาขึ้นพบว่า ส่วนผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบคือผู้ใช้งานกลุ่มต่าง ๆ ที่สามารถเข้าใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับ

บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ผ่านทางส่วนเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน of ธนาคารข้อสอบและจัดเตรียมบริการเว็บสำหรับบริการข้อมูลผ่านทางระบบเครือข่าย โดยระบบทั้งหมดทำงานบนส่วนจัดการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของโครงสร้างในระบบให้เป็นที่ไปตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

4.1.2.1 ส่วนจัดการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นส่วนจัดรูปแบบการทำงานให้ระบบสามารถทำงานตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ซึ่งได้แก่ สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานทรัพยากรได้ตามความต้องการ สามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ สามารถแบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน มีความยืดหยุ่นและสามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว และสามารถวัดปริมาณการใช้งานทรัพยากรได้ โดยเพื่อให้การทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นที่ไปตามคุณลักษณะดังกล่าวข้างต้นและป้องกันปัญหาเกี่ยวกับความมั่นคงปลอดภัยและความน่าเชื่อถือในการใช้งาน รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบจึงเป็นระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร และจัดการระบบเพิ่มข้อมูลตามแนวคิดการจัดการเพิ่มข้อมูลแบบกระจายซึ่งควบคุมการเข้าถึงเพิ่มข้อมูลด้วยเนมโหนดและจัดเก็บเพิ่มข้อมูลในดาตาโหนด

4.1.2.2 ส่วนเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบแบ่งเป็น 2 ส่วน คือส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ (Item Bank Program Interface) และส่วนบริการเว็บ (Web Service)

ส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ เป็นส่วนที่ออกแบบมาเพื่อเชื่อมประสานการทำงานระหว่างผู้ใช้งานกับระบบธนาคารข้อสอบ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้ชุดโปรแกรมที่จัดเตรียมไว้ให้ (Application Program Interface : API) ซึ่งประกอบด้วย 4 โมดูลหลัก ดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 โมดูลในส่วนโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้งานของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

โมดูลหลัก	โมดูลย่อย	หน้าที่
1. การจัดการข้อสอบ (Item Management)	1.1 ส่วนจัดการ โครงสร้างรายวิชา (Structure Management)	กำหนดโครงสร้างหน่วยเรียน เพื่อนำไปอ้างอิงสำหรับการออกข้อสอบ
	1.2 ส่วนจัดการข้อสอบ (Question Management)	จัดการรูปแบบของข้อสอบ
	1.3 ส่วนจัดการชุดข้อสอบ (Paper Management)	จัดการโครงสร้างของชุดข้อสอบ เช่น กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละหน่วยเรียนที่นำมาสร้างชุดข้อสอบ

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

โมดูลหลัก	โมดูลย่อย	หน้าที่
2. การวิเคราะห์ทางสถิติ (Statistical Analysis)	2.1 วิเคราะห์ผลการสอบของนักศึกษา (Student Analysis)	วิเคราะห์คะแนนผลการสอบของนักศึกษา
	2.2 วิเคราะห์ข้อสอบ (Question Analysis)	วิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อสอบเป็นรายข้อ ได้แก่ ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความยากง่าย (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination)
	2.3 วิเคราะห์ชุดข้อสอบ (Paper Analysis)	วิเคราะห์ค่าทางสถิติของชุดข้อสอบ เช่น ความเชื่อมั่น (Reliability) โดยหาค่าความคงที่ภายใน
3. การจัดการสอบ (Examination Management)	3.1 สร้างชุดข้อสอบ (Paper Creation)	สร้างชุดข้อสอบตามโครงสร้างตามที่อาจารย์หลักประจำวิชากำหนด
	3.2 จัดการสอบ (Examination Setting)	กำหนดรูปแบบการสอบ เช่น เวลาในการเริ่มต้นและสิ้นสุดการสอบ การเรียงลำดับข้อในชุดข้อสอบ ประกาศข้อกำหนดสำหรับการสอบ
	3.3 ตรวจสอบและควบคุมการสอบ (Examination Monitoring)	ตรวจสอบและควบคุมการสอบ เช่น ตรวจสอบการเปิดโปรแกรมต่าง ๆ ที่ "ไม่"ได้รับอนุญาตระหว่างการสอบ
	3.4 ประเมินการจัดการสอบ (Examination Evaluating)	สรุปรายงานและประเมินผลการสอบ เช่น ระยะเวลาที่ใช้ในการทำข้อสอบ จำนวนผู้เข้าสอบ
4. การจัดการระบบ (System Management)	4.1 ระบบจัดการบัญชีผู้ใช้ (User Account Management)	จัดการข้อมูลผู้ใช้งาน เช่น ประวัติระดับของสิทธิ์ในการใช้งาน
	4.2 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management)	จัดการเกี่ยวกับการจัดเก็บข้อสอบในฐานข้อมูลข้อสอบ

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

โมดูลหลัก	โมดูลย่อย	หน้าที่
	4.3 ระบบความมั่นคงปลอดภัย (System Security)	จัดการด้านความมั่นคงปลอดภัยของระบบ

บริการเว็บ (Web Service) เป็นส่วนบริการที่จัดเตรียมไว้สำหรับบริการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องให้บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ (Node) และฐานข้อมูล (Database) ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยอาศัยเอสโอเอพี (Simple Object Access Protocol : SOAP) ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งส่วนบริการเว็บสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ

บริการเกี่ยวกับการทำงานของระบบ (System Service) เป็นส่วนที่จัดเตรียมบริการเกี่ยวกับการทำงานของระบบในส่วนที่เป็น Non-Function เช่น การบันทึกการทำงานต่าง ๆ (Log File) การสำรองและกู้คืนข้อมูล (Data Backup and Recovery)

บริการเกี่ยวกับการประมวลผลทางสถิติ (Statistical Service) เป็นส่วนที่จัดเตรียมบริการเกี่ยวกับการประเมินผลทางสถิติ เช่น การหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ (Index of Item-Objective Congruence) การหาคุณภาพ (Quality) ข้อสอบโดยทำการวัดเป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยอาศัยตารางสำเร็จของ จุง เดห์ ฟาน ซึ่งแบ่งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้วิธี 27% และการหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยคำนวณหาค่าความคงที่ภายใน (KR-20)

บริการเกี่ยวกับข้อสอบ (Item Service) เป็นส่วนที่จัดเตรียมบริการเกี่ยวกับการจัดการข้อสอบ เช่น โครงสร้างข้อสอบ การสร้างชุดข้อสอบ รูปแบบการจัดสอบ ข้อกำหนดในการสอบ

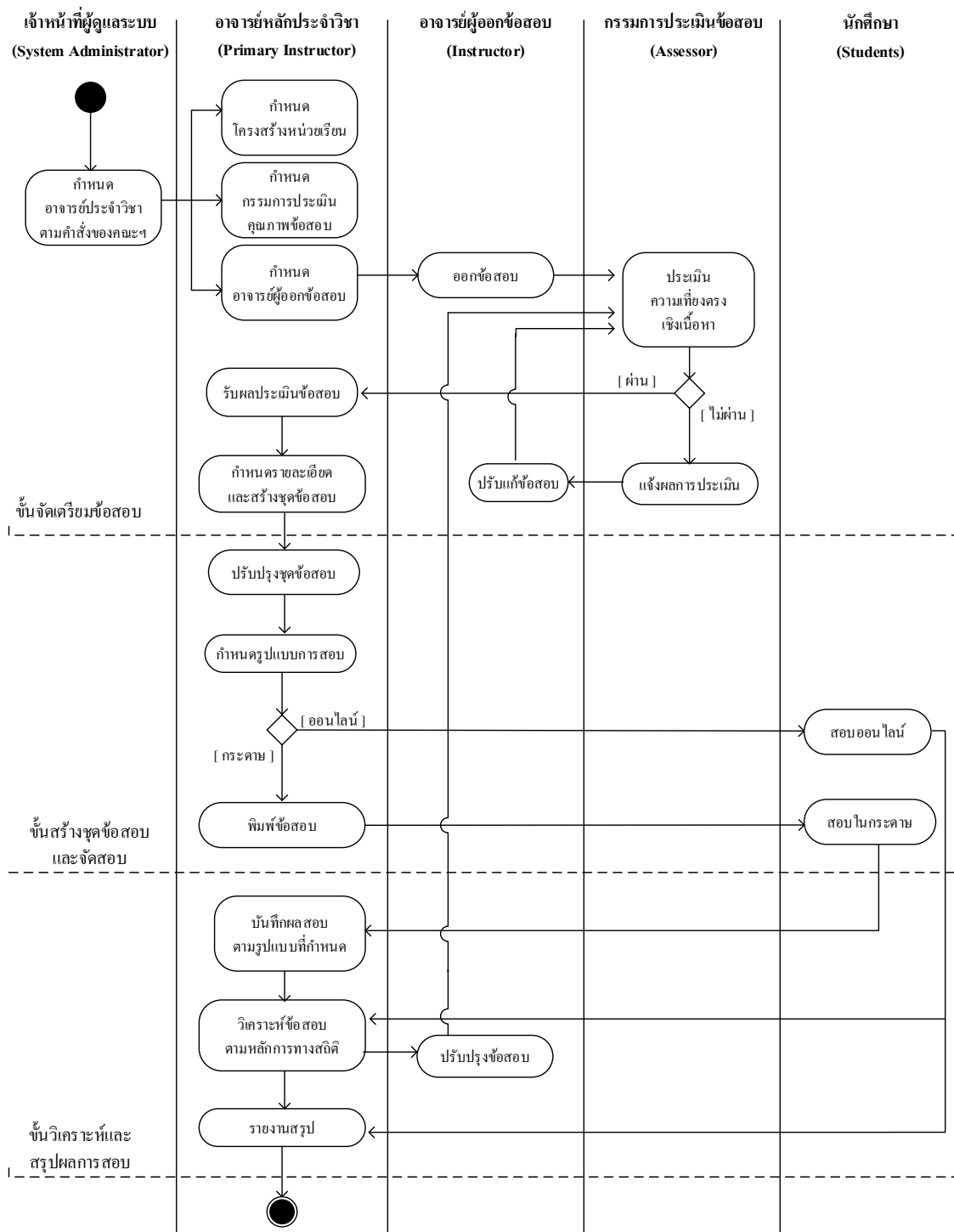
4.1.2.3 ผู้เกี่ยวข้องกักระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ประกอบด้วยผู้เกี่ยวข้อง 6 กลุ่ม คืออาจารย์หลักประจำวิชา (Primary Instructor) อาจารย์ประจำวิชา (Instructor) กรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor) นักศึกษา (Students) เจ้าหน้าที่ดูแลการทำงานของระบบ (System Administrator) นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Developer) โดยแต่ละกลุ่มมีหน้าที่และความรับผิดชอบ ดังแสดงในตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคาร ข้อสอบ	หน้าที่ความรับผิดชอบ
1. อาจารย์หลักประจำวิชา (Primary Instructor)	- กำหนดโครงสร้างหน่วยเรียน - กำหนดอาจารย์ประจำวิชา - กำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ
2. อาจารย์ประจำวิชา (Instructor)	- ออกข้อสอบ - ปรับปรุงแก้ไขข้อสอบ
3. กรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor)	- ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อสอบ (Content Validity)
4. นักศึกษา (Students)	- สอบโดยชุดข้อสอบที่สร้างขึ้นจากระบบ ข้อสอบ
5. เจ้าหน้าที่ดูแลการทำงานของระบบ (System Administrator)	- บริหารจัดการบัญชีผู้ใช้งาน - กำหนดระดับสิทธิ์การใช้งาน - จัดการระบบฐานข้อมูล - บริหารจัดการความมั่นคงปลอดภัยของระบบ
6. นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Developer)	- นำเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบไปใช้งาน - พัฒนาส่วนต่อขยายการทำงาน โดยเขียน โปรแกรมตามที่เฟรมเวิร์กจัดเตรียมไว้

จากตารางที่ 4-2 สามารถออกแบบขั้นตอนเพื่อแสดงภาพรวมของขั้นตอนและกิจกรรมในการนำระบบไปใช้งาน โดยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆและขั้นตอนกิจกรรมที่ดำเนินการ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนเตรียมข้อสอบ ขั้นตอนสร้างข้อสอบและจัดสอบ และขั้นวิเคราะห์และสรุปผลการสอบ ทั้งนี้รายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานและกิจกรรมในการทำงานของระบบธนาคารข้อสอบสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของแผนภาพกิจกรรม (Activity Diagram) ดังภาพที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 ขั้นตอนและกิจกรรมในการนำระบบธนาคารข้อสอบไปใช้งาน

ขั้นจัดเตรียมข้อสอบ

1. อาจารย์ผู้สอนและอาจารย์ผู้ออกข้อสอบทำการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาตามคำอธิบายรายวิชาร่วมกันเพื่อนำมาแบ่งหน่วยเรียนและกำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละหน่วยเรียน รวมถึงลำดับความสำคัญของแต่ละหน่วยเรียน จากนั้นทำการเลือกผู้ทำหน้าที่อาจารย์หลักประจำวิชาเพื่อบริหารจัดการ โครงสร้างและการทำงานในระบบธนาคารข้อสอบ

2. เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบดูแลการทำงานของเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ (System Administrator) รับคำสั่งจากคณะในการกำหนดสิทธิ์อาจารย์หลักประจำวิชา (Primary Instructor)

3. อาจารย์หลักประจำวิชากำหนดโครงสร้างหน่วยเรียน กำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor) และกำหนดอาจารย์ประจำวิชา (Instructor)

4. อาจารย์ประจำวิชาทำการออกข้อสอบตามหน่วยเรียนและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

5. ประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยกรรมการประเมินข้อสอบ

6. ระบบนำผลจากกรรมการประเมินข้อสอบมาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ของข้อสอบ

7. บันทึกข้อสอบที่ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ในฐานข้อมูลธนาคารข้อสอบและไม่อนุญาตให้ทำการแก้ไขข้อสอบที่บันทึกลงฐานข้อมูลธนาคารข้อสอบ

8. ระบบทำการแจ้งผลการประเมินเฉพาะข้อที่ไม่ผ่านการประเมินให้อาจารย์ผู้ออกข้อสอบทราบผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้อาจารย์ผู้ออกข้อสอบสามารถทำการปรับแก้ข้อสอบให้กรรมการทำการประเมินข้อสอบที่ปรับแก้แล้วใหม่ได้ แต่หากไม่ทำการปรับแก้ภายในเวลาที่กำหนดข้อสอบดังกล่าวจะถูกลบออกจากระบบ

ขั้นสร้างข้อสอบและจัดสอบ

1. อาจารย์หลักประจำวิชาทำการสร้างชุดข้อสอบโดยกำหนดหน่วยเรียนและจำนวนข้อสอบของแต่ละหน่วยเรียนเพื่อให้ระบบทำการสุ่มเลือกข้อสอบจากฐานข้อมูลเพื่อนำมาสร้างชุดข้อสอบ

2. อาจารย์หลักประจำวิชาตรวจสอบชุดข้อสอบ และเลือกข้อสอบที่ไม่เหมาะสมจากนั้นระบบทำการสุ่มเลือกข้อสอบใหม่จากฐานข้อมูลเพื่อนำมาแทนที่ข้อสอบข้อที่ไม่เหมาะสม จากนั้นทำการตรวจสอบซ้ำจนได้ชุดข้อสอบที่เหมาะสม

3. อาจารย์หลักประจำวิชาทำการกำหนด วันสอบ เวลาเริ่มสอบ เวลาสิ้นสุดการสอบ เวลาขั้นต่ำที่ต้องใช้ในการสอบ กฎและประกาศที่ต้องการแจ้งให้ผู้เข้าสอบทราบ

4. อาจารย์หลักประจำวิชาเลือกรูปแบบการสอบ โดยสามารถเลือกได้ 2 แบบ คือ การสอบแบบทำข้อสอบบนกระดาษคำตอบ และการสอบผ่านทางระบบคอมพิวเตอร์

5. กรณีเลือกเป็นการทำข้อสอบบนกระดาษคำตอบระบบจะทำการพิมพ์ชุดข้อสอบเพื่อเป็นต้นฉบับในการจัดพิมพ์ข้อสอบ

6. กรณีเลือกสอบผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ อาจารย์หลักประจำวิชาเลือกรูปแบบการแสดงผลข้อสอบว่าต้องการให้เป็นข้อสอบที่มีการเรียงลำดับข้อเหมือนกันทุกชุด หรือให้มีการสลับลำดับในการจัดเรียงลำดับข้อในข้อสอบแต่ละชุด

ขั้นวิเคราะห์และสรุปผลการสอบ

1. ระบบทำการอ่านไฟล์ข้อมูลผลการทำข้อสอบของผู้เข้าสอบเพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติและหลักการวัดผล ทั้งนี้ในกรณีเป็นการทำข้อสอบบนกระดาษคำตอบ ต้องนำผลที่ได้มาจัดเป็นไฟล์โดยมีรูปแบบตามข้อกำหนด

2. ระบบทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามหลักการวัดผล โดยอาจารย์หลักประจำวิชาเป็นผู้เลือกค่าทางสถิติที่เหมาะสมกับการวิเคราะห์ชุดข้อสอบ

3. ระบบทำการทำการคัดแยกข้อสอบที่ไม่เหมาะสมออกจากฐานข้อมูลธนาคารข้อสอบและแจ้งให้อาจารย์ผู้ออกข้อสอบข้อดังกล่าวทราบเพื่อให้ทำการปรับปรุงข้อสอบ โดยข้อสอบที่ทำการปรับปรุงต้องนำกลับไปผ่านการประเมินจากกรรมการประเมินข้อสอบใหม่ หากไม่ดำเนินการในเวลาที่กำหนดระบบจะทำการลบข้อสอบดังกล่าว

4. บันทึกข้อมูลผลการใช้ชุดข้อสอบที่สร้างขึ้นและออกรายงานสรุปผลการใช้ชุดข้อสอบที่สร้างขึ้น

4.1.3 การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ผู้วิจัยทำการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษาจำนวน 15 คน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 5 ด้านคือ องค์ประกอบของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ หน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ และขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 4-3 ถึงตารางที่ 4-8

ตารางที่ 4-3 ผลการประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร
ข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

รายละเอียดการประเมิน	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. หลักการและแนวคิดที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	4.75	0.62	มากที่สุด
2. รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์	4.66	0.49	มากที่สุด
3. ผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	4.58	0.66	มากที่สุด
4. การทำงานตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	4.66	0.49	มากที่สุด
5. ขั้นตอนและกิจกรรมการนำระบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบไปใช้งาน	4.41	0.51	มาก
6. รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ สามารถนำไปใช้ได้จริง	4.58	0.66	มากที่สุด
รวม	4.65	0.50	มากที่สุด

ตารางที่ 4-3 พบว่าองค์ประกอบของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.5) เมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านแล้วพบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน ยกเว้นด้านขั้นตอนและกิจกรรมการนำระบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบไปใช้งาน มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.41$, S.D. = 0.51) เมื่อพิจารณาตามลำดับพบว่า หลักการและแนวคิด ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.62) รองลงมาคือรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบมีความสอดคล้องกับ

วัตถุประสงค์และการทำงานตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.49) และผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบและรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบสามารถนำไปใช้ได้จริง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.66)

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความเหมาะสมของหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

รายละเอียดของรูปแบบ	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. อาจารย์หลักประจำวิชา (Primary Instructor)	4.62	0.50	มากที่สุด
2. อาจารย์ประจำวิชา (Instructor)	4.56	0.72	มากที่สุด
3. กรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor)	4.56	0.72	มากที่สุด
4. นักศึกษา (Students)	4.68	0.47	มากที่สุด
5. เจ้าหน้าที่ดูแลการทำงานของระบบ (System Administrator)	4.68	0.47	มากที่สุด
6. นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Developer)	4.62	0.50	มากที่สุด
รวม	4.67	0.48	มากที่สุด

ตารางที่ 4-4 พบว่ามีความเหมาะสมของหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องกับระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบมีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$, S.D. = 0.48) และเมื่อพิจารณาตามลำดับพบว่า เจ้าหน้าที่ดูแลการทำงานของระบบและนักศึกษามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) รองลงมาคือ อาจารย์หลักประจำวิชาและนักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.50) โดยที่อาจารย์ประจำวิชาและกรรมการประเมินข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.72) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

รายละเอียดของรูปแบบ	ผลการประเมิน		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ชุดโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ (Item Bank Program Interface)			
1.1 การจัดการเกี่ยวกับข้อสอบ (Item Management)			
1.1.1 ส่วนจัดโครงสร้างรายวิชา (Structure Management)	4.50	0.51	มาก
1.1.2 ส่วนจัดการข้อสอบ (Question Management)	4.75	0.44	มากที่สุด
1.1.3 ส่วนจัดการชุดข้อสอบ (Paper Management)	4.75	0.44	มากที่สุด
1.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ (Static Analysis)			
1.2.1 วิเคราะห์ผลการสอบนักศึกษา (Student Analysis)	4.62	0.50	มากที่สุด
1.2.2 วิเคราะห์ข้อสอบ (Question Analysis)	4.56	0.51	มากที่สุด
1.2.3 วิเคราะห์ชุดข้อสอบ (Paper Analysis)	4.56	0.51	มากที่สุด
1.3 การจัดการสอบ (Examination Management)			
1.3.1 สร้างชุดข้อสอบ (Paper Creation)	4.68	0.47	มากที่สุด
1.3.2 การจัดการข้อสอบ (Setting Examination)	4.75	0.44	มากที่สุด
1.3.3 ติดตามและควบคุมการสอบ (Examination Monitoring)	4.81	0.40	มากที่สุด
1.3.4 ประเมินการจัดสอบ (Examination Evaluating)	4.68	0.47	มากที่สุด
1.4 การจัดการระบบ (System Management)			
1.4.1 ระบบจัดการบัญชีผู้ใช้ (User Account Management)	4.75	0.44	มากที่สุด
1.4.2 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management)	4.56	0.51	มากที่สุด
1.4.3 ระบบความมั่นคงปลอดภัย (System Security)	4.56	0.51	มากที่สุด
รวมชุดโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ	4.66	0.36	มากที่สุด
2. ส่วนบริการเว็บ (Web Service)			
2.1 บริการเกี่ยวกับการทำงานของส่วน Non-Function (System Service)	4.68	0.47	มากที่สุด

ตารางที่ 4-5 (ต่อ)

รายละเอียดของรูปแบบ	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2.2 บริการเกี่ยวกับการประเมินผลทางสถิติ (Statistical Service)	4.62	0.50	มากที่สุด
2.3 บริการเกี่ยวกับการจัดการข้อสอบ (Item Service)	4.75	0.44	มากที่สุด
รวมส่วนบริการเว็บ	4.68	0.44	มากที่สุด
รวม	4.69	0.35	มากที่สุด

ตารางที่ 4-5 แสดงการประเมินความเหมาะสมของโครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ โดยในภาพรวม โครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = 0.35) โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนชุดโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ และส่วนบริการเว็บ

ส่วนชุดโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ ทำการประเมินความเหมาะสมใน 4 ส่วนคือ การจัดการเกี่ยวกับข้อสอบ การวิเคราะห์ทางสถิติ การจัดการสอบ และการจัดการระบบ ซึ่งพบว่าความเหมาะสมในภาพรวมของส่วนชุดโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.66$, S.D. = 0.36)

การจัดการเกี่ยวกับข้อสอบพบว่า ส่วนจัดการข้อสอบและส่วนจัดการชุดข้อสอบมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.44) และส่วนจัดการโครงสร้างรายวิชา มีความเหมาะสมในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.51)

การวิเคราะห์ทางสถิติ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน เมื่อพิจารณาตามลำดับพบว่า การวิเคราะห์ผลการสอบนักศึกษา มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.50) รองลงมาคือ การวิเคราะห์ข้อสอบ และการวิเคราะห์ชุดข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.51)

การจัดการข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน เมื่อพิจารณาตามลำดับพบว่า ระบบติดตามและควบคุมการสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, S.D. = 0.40) รองลงมาคือ ระบบจัดการข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.44) ระบบสร้างชุดข้อสอบ และระบบประเมินการจับสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47)

การจัดการระบบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน เมื่อพิจารณาตามลำดับพบว่า ระบบจัดการผู้ใช้ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.44) รองลงมาคือ ระบบจัดการฐานข้อมูลและระบบความมั่นคงปลอดภัย มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.51)

ส่วนบริการเว็บมีความเหมาะสมโดยรวมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.44) เมื่อพิจารณาความเหมาะสมตามลำดับพบว่า บริการเกี่ยวกับการจัดการข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.44) รองลงมาคือ บริการเกี่ยวกับการทำงานของส่วน Non-Function มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) และบริการเกี่ยวกับการประเมินผลทางสถิติ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.50)

ตารางที่ 4-6 ผลการประเมินความเหมาะสมของส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

รายละเอียดของรูปแบบ	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. การใช้ระบบดีเอ็นเอส (DNS) เพื่อช่วยกระจายการทำงานและการใช้ทรัพยากร	4.75	0.44	มากที่สุด
2. การใช้เอชทีทีพีรีเควส (http request) เพื่อช่วยหาสภาพความพร้อมใช้งาน	4.75	0.44	มากที่สุด
3. การใช้เอสโอเอพี (SOAP) ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเมื่อมีการปรับปรุงข้อมูล	4.75	0.44	มากที่สุด
4. ความสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ (On-demand Self-service)	4.62	0.50	มากที่สุด
5. ความสามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ (Broad Network Access)	4.81	0.40	มากที่สุด
6. ความสามารถแบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน (Resource Pooling)	4.81	0.40	มากที่สุด
7. ความยืดหยุ่นและสามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว (Rapid Elasticity)	4.50	0.51	มาก
8. ความสามารถวัดและควบคุมปริมาณการใช้งานทรัพยากร (Measured Service)	4.37	0.50	มาก
รวม	4.68	0.33	มากที่สุด

ตารางที่ 4-6 พบว่าส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.33) เมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านแล้วพบว่า มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน ยกเว้นด้านความสามารถวัดและควบคุมปริมาณการใช้งานทรัพยากร มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.37$, S.D. = 0.50) และด้านความยืดหยุ่นและสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.51) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมตามลำดับพบว่า 3 ลำดับแรกคือ ด้านความสามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ ด้านความสามารถแบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, S.D. = 0.40) รองลงมาคือ ด้านการใช้ระบบดีเอ็นเอส (DNS) เพื่อช่วยกระจายการทำงานและการใช้ทรัพยากร ด้านการใช้เซชที่ทีพี รีควีส (HTTP Request) หรือ ไอซีเอ็มพี (ICMP) เพื่อช่วยหาสภาพความพร้อมใช้งาน ด้านการใช้เอสโอเอพี (SOAP) ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเมื่อมีการปรับปรุงข้อมูล มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.44) และด้านความสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.50)

ตารางที่ 4-7 ผลการประเมินความเหมาะสมของขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

รายละเอียดของรูปแบบ	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ขั้นตอนเตรียมข้อสอบ			
1.1 เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบดูแลการทำงานของเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ (System Administrator) รับคำสั่งจากคณะในการกำหนดสิทธิ์อาจารย์หลักประจำวิชา (Supervisor)	4.75	0.44	มากที่สุด
1.2 อาจารย์หลักประจำวิชากำหนดโครงสร้างหน่วยเรียน	4.62	0.71	มากที่สุด
1.3 อาจารย์หลักประจำวิชากำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor)	4.50	0.81	มาก

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

รายละเอียดของรูปแบบ	ผลการประเมิน		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ ความเหมาะสม
1.4 การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยกรรมการประเมินข้อสอบ	4.50	0.73	มาก
1.5 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) ของข้อสอบที่ผ่านการประเมินจากกรรมการประเมินข้อสอบก่อนบันทึกผลงานข้อมูลวิชาการข้อสอบ	4.56	0.51	มากที่สุด
1.6 ไม่นุญาตให้ทำการแก้ไขข้อสอบที่ผ่านการประเมินและบันทึกผลงานข้อมูลวิชาการข้อสอบ	4.50	0.63	มาก
1.8 แจ้งผลการประเมินข้อสอบที่ไม่ผ่านการประเมินให้อาจารย์ประจำวิชาทราบผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์	4.75	0.44	มากที่สุด
1.9 อาจารย์ประจำวิชาสามารถทำการปรับแก้ข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน ให้กรรมการทำการประเมินข้อสอบที่ปรับแก้แล้วใหม่ได้	4.56	0.51	มากที่สุด
รวมชั้นจัดเตรียมข้อสอบ	4.59	0.50	มากที่สุด
2. ชั้นสร้างชุดข้อสอบ			
2.1 อาจารย์หลักประจำวิชาสร้างชุดข้อสอบโดยกำหนดหน่วยเรียนและจำนวนข้อสอบของแต่ละหน่วยเรียนเพื่อนำมาสร้างชุดข้อสอบ	4.75	0.44	มากที่สุด
2.2 อาจารย์หลักประจำวิชาตรวจสอบชุดข้อสอบที่สร้างขึ้นและเลือกตัดข้อสอบที่ไม่เหมาะสมจากนั้นทำการเลือกข้อสอบใหม่จากฐานข้อมูลมาแทนที่	4.75	0.44	มากที่สุด

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

รายละเอียดของรูปแบบ	ผลการประเมิน		
	\bar{x}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
2.3 อาจารย์หลักประจำวิชาทำการกำหนด วันสอบ เวลาเริ่มสอบ เวลาสิ้นสุดการสอบ เวลาขั้นต่ำที่ต้องใช้ในการสอบ กฎและประกาศต่าง ๆ ที่ต้องการแสดงให้ผู้เข้าสอบทราบ	4.75	0.44	มากที่สุด
2.4 สามารถเลือกรูปแบบการแสดงข้อสอบว่า ต้องการให้เป็นข้อสอบที่มีการเรียงลำดับข้อเหมือนกันทุกชุด หรือ ให้มีการสลับลำดับในการจัดเรียงลำดับข้อในข้อสอบแต่ละชุด	4.87	0.34	มากที่สุด
รวมขึ้นสร้างชุดข้อสอบ	4.78	0.39	มากที่สุด
3. ชั้นวิเคราะห์ผลการสอบ			
3.1 วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงก์กับแบบทดสอบ) Index of Item-Objective Congruence: IOC)	4.81	0.40	มากที่สุด
3.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คำนวณหาค่าความคงที่ภายใน (KR-20)	4.75	0.44	มากที่สุด
3.3 วิเคราะห์หาคุณภาพ (Quality) ของข้อสอบโดยทำการวัดเป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยอาศัยตารางสำเร็จของ จุง เตห์ ฟาน (Chung Teh Fan) ซึ่งแบ่งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้วิธี 27%	4.75	0.44	มากที่สุด
รวมชั้นวิเคราะห์ข้อสอบ	4.77	0.41	มากที่สุด
รวม	4.72	0.39	มากที่สุด

ตารางที่ 4-7 แสดงการประเมินความเหมาะสมของการประเมินความเหมาะสมของขั้นตอน และกิจกรรมของรูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ซึ่งมีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.39) และแบ่งการประเมินเป็น 3 ชั้นคือ ชั้นจัดเตรียมข้อสอบ ชั้นสร้างชุดข้อสอบ และชั้นวิเคราะห์ผลการสอบ

ชั้นจัดเตรียมข้อสอบ เมื่อพิจารณาความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.5) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า กิจกรรมที่มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด 3 ลำดับแรกคือ เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบดูแลการทำงานของเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบรับคำสั่งจากคณะในการกำหนดสิทธิ์อาจารย์หลักประจำวิชา และการแจ้งผลการประเมินข้อสอบที่ไม่ผ่านการประเมินให้อาจารย์ประจำวิชาทราบผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.47) รองลงมาคือ อาจารย์หลักประจำวิชากำหนดโครงสร้างหน่วยเรียน ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.71) อาจารย์หลักประจำวิชากำหนดอาจารย์ประจำวิชา ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.5) และชั้นการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องของข้อสอบที่ผ่านการประเมินจากกรรมการประเมินข้อสอบก่อนบันทึกลงฐานข้อมูลธนาคารข้อสอบและอาจารย์ประจำวิชาสามารถทำการปรับแก้ข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ประเมิน ให้กรรมการทำการประเมินข้อสอบที่ปรับแก้แล้วใหม่ได้ ($\bar{X} = 4.56$, S.D. = 0.51) ตามลำดับ

ชั้นสร้างชุดข้อสอบ มีความเหมาะสมโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.78$, S.D. = 0.39) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า การสามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลข้อสอบว่าต้องการให้เป็นข้อสอบที่มีการเรียงลำดับข้อเหมือนกันทุกชุดหรือให้มีการสลับลำดับในการจัดเรียงลำดับข้อในข้อสอบแต่ละชุด มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.87$, S.D. = 0.34) รองลงมาคือ อาจารย์หลักประจำวิชาตรวจสอบชุดข้อสอบที่สร้างขึ้นและเลือกตัดข้อสอบที่ไม่เหมาะสมจากนั้นทำการเลือกข้อสอบใหม่จากฐานข้อมูลมาแทนที่ อาจารย์หลักประจำวิชาทำการกำหนด วันสอบ เวลาเริ่มสอบ เวลาสิ้นสุดการสอบ เวลาขั้นต่ำที่ต้องใช้ในการสอบ กฎและประกาศต่าง ๆ ที่ต้องการแสดงให้ผู้เข้าสอบทราบ และอาจารย์หลักประจำวิชาสร้างชุดข้อสอบโดยกำหนดหน่วยเรียนและจำนวนข้อสอบของแต่ละหน่วยเรียนเพื่อนำมาสร้างชุดข้อสอบ ($\bar{X} = 4.75$, S.D. = 0.47)

ชั้นการวิเคราะห์ข้อสอบ มีความเหมาะสมโดยรวมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.77$, S.D. = 0.41) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า การวิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.403) รองลงมาคือ วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น คำนวณหาค่าความคงที่ภายใน และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบโดยทำการวัดเป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่ายและอำนาจจำแนก โดยอาศัยตารางสำเร็จของ จุง เดห์ ฟาน ซึ่งแบ่งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้วิธี 27% ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.50) ตามลำดับ

ตารางที่ 4-8 สรุปผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

รายละเอียดของรูปแบบ	ผลการประเมิน		
	\bar{X}	S.D.	ระดับความเหมาะสม
1. ขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	4.72	0.39	มากที่สุด
2. โครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ	4.69	0.35	มากที่สุด
3. ส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	4.68	0.33	มากที่สุด
4. หน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	4.67	0.48	มากที่สุด
5. องค์ประกอบของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	4.62	0.44	มากที่สุด
รวม	4.65	0.50	มากที่สุด

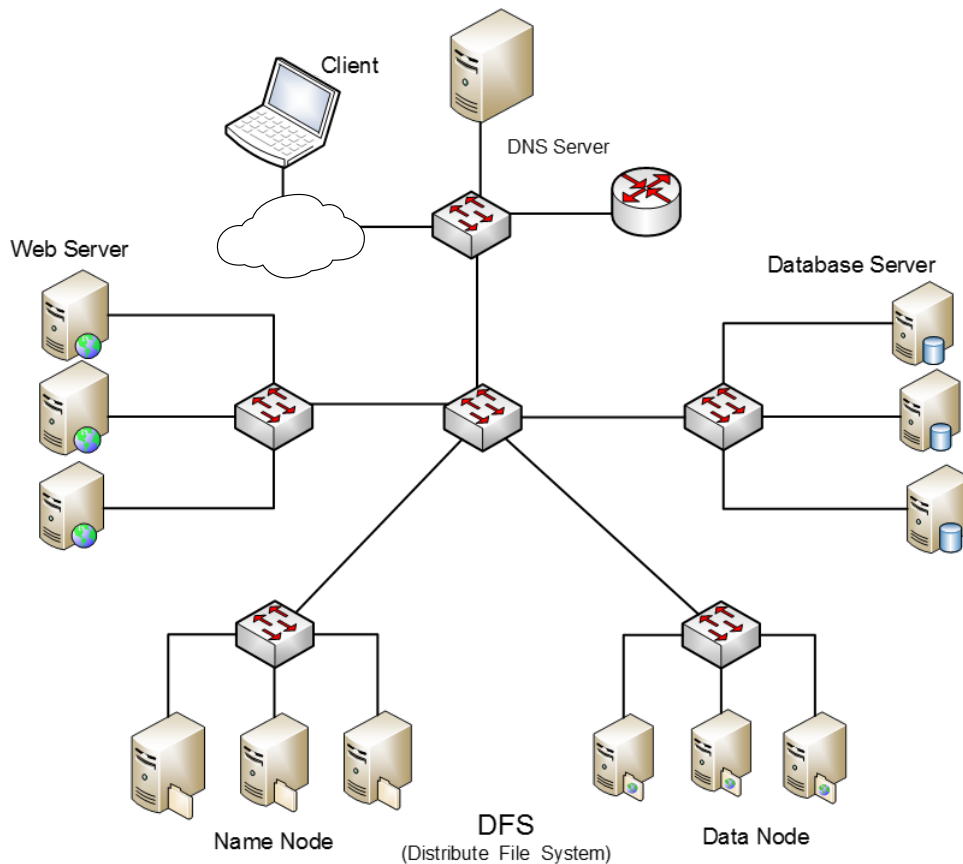
จากตารางที่ 4-8 พบว่าในภาพรวมของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.5) โดยเมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 ลำดับแรกที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดคือ ด้านขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.39) รองลงมาคือ โครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = 0.35) และส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.33) ตามลำดับ โดยลำดับสุดท้ายคือ ด้านองค์ประกอบของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.44)

4.2 ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบแบ่งการพัฒนาเป็น 3 ส่วน คือ การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ การพัฒนาซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ และการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

4.2.1 การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานร่วมกัน เพื่อให้การทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ได้แก่ สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ สามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ สามารถใช้ทรัพยากรในระบบร่วมกัน มีความยืดหยุ่นสามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้ทันตามความต้องการและสามารถวัดปริมาณการใช้งาน ทั้งนี้สามารถแสดงรายละเอียดและโครงสร้างของระบบที่พัฒนาขึ้นได้ดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 คอมพิวเตอร์ในระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น

ภาพที่ 4-3 แสดงถึงคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการให้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้

เครื่องผู้ขอใช้บริการ (Client) หมายถึงเครื่องของผู้ใช้งานที่ขอใช้บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

เครื่องบริการแปลงชื่อโดเมนเป็นหมายเลขไอพี (DNS Server) ทำหน้าที่ให้บริการแปลงชื่อโดเมนที่ส่งมาจากเครื่องผู้ขอใช้บริการให้เป็นหมายเลขไอพี

เครื่องบริการเว็บแบบกลุ่มเมฆ (Cloud Web Server) ทำหน้าที่รับคำขอใช้บริการเฟรมเวิร์ก
ธนาคารข้อสอบจากเครื่องผู้ใช้บริการ

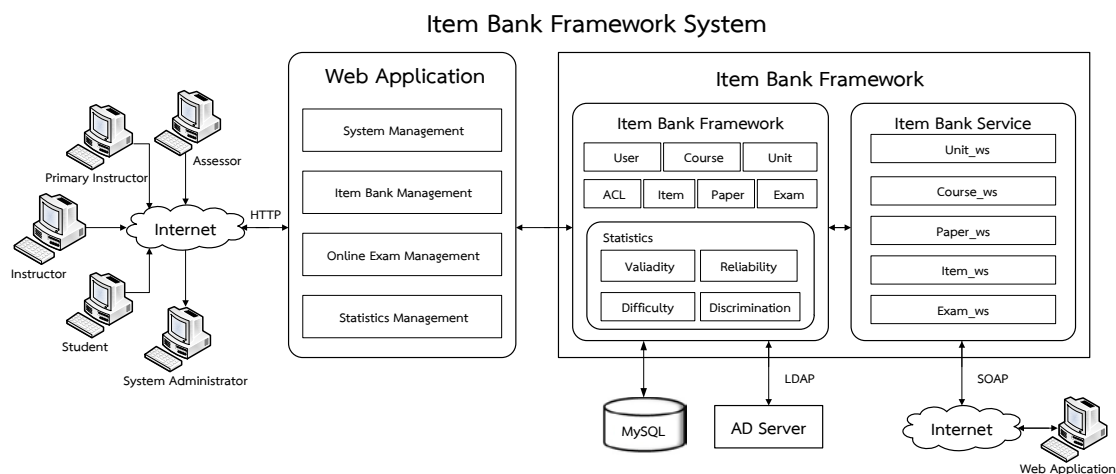
เครื่องเนมโนด (Name Node) ทำหน้าที่บริหารจัดการระบบชื่อเพิ่มข้อมูลและควบคุมการ
เข้าถึงเพิ่มข้อมูล

เครื่องดาตาโนด (Data Node) ทำหน้าที่จัดเก็บชิ้นส่วนของเพิ่มข้อมูลที่ถูกแบ่งออกเป็น
ส่วนเล็กๆ และกระจายจัดเก็บ

เครื่องบริการฐานข้อมูล (Database Server) ทำหน้าที่เก็บข้อมูลที่เป็นส่วนเนื้อหาของข้อสอบ

4.2.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบสามารถเขียนให้อยู่ในรูปของสถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์
ได้ดังแสดงในภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วนคือ

ส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งานผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ ทำหน้าที่แสดงผลการทำงานของระบบ
ผ่านทางระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยอาศัยโพรโทคอลเอชทีทีพี

ส่วนการเชื่อมต่อฐานข้อมูล ทำหน้าที่เชื่อมต่อโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับฐานข้อมูล โดยเป็น
ช่องทางที่ระบบใช้ในการส่งผ่านข้อมูลไปจัดเก็บในฐานข้อมูล

ส่วนชุดคำสั่งสำหรับเฟรมเวิร์กที่พัฒนาขึ้น เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้
นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สามารถนำชุดคำสั่งเหล่านี้ไปพัฒนาต่อขยายโดยทำการเขียน
โปรแกรมตามรูปแบบและวิธีการที่จัดเตรียมไว้

ส่วนบริการเว็บสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล เป็นส่วนบริการที่จัดเตรียมไว้ให้บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเครื่องให้บริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบและฐานข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยเว็บเซอร์วิสโดยใช้เอสโอเอพี (Simple Object Access Protocol : SOAP) ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูล

จากสถาปัตยกรรมของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบในภาพที่ 4-4 ทำการพัฒนาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยมีตำแหน่งและโครงสร้างโคเรกทอรีในการติดตั้งซอฟต์แวร์ตามหลักสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี ซึ่งทำการแบ่งส่วนของระบบออกเป็น โมเดล (Model) หรือส่วนจัดการเกี่ยวกับข้อมูลทั้งหมดซึ่งได้แก่ การเพิ่ม ลบ แก้ไข และค้นคืนข้อมูล วิว (View) หรือส่วนจัดการเกี่ยวกับการแสดงผลทางหน้าจอ (User Interface) ทั้งหมด ซึ่งเป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้ และคอนโทรลเลอร์ (Controller) หรือส่วนจัดการเกี่ยวกับฟังก์ชันควบคุมการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นส่วนกลางเชื่อมระหว่างส่วนของโมเดลและวิว โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-9 หน้าที่การทำงานของแฟ้มข้อมูลของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ตำแหน่งในการติดตั้งไฟล์	หน้าที่การทำงาน
/Itembank/application/controllers/	Controller
/Itembank/application/controllers/assessor_cl	ฟังก์ชันประเมินข้อสอบ
/Itembank/application/controllers/item_cl	ฟังก์ชันควบคุมข้อสอบ
/Itembank/application/controllers/exam_cl	ฟังก์ชันควบคุมการสอบ
/Itembank/application/controllers/paper_cl	ฟังก์ชันควบคุมชุดข้อสอบ
/Itembank/application/controllers/faculty_cl	ฟังก์ชันจัดการเกี่ยวกับคณะ
/Itembank/application/controllers/department_cl	ฟังก์ชันจัดการเกี่ยวกับสาขาวิชา
/Itembank/application/controllers/course_cl	ฟังก์ชันจัดการวิชา
/Itembank/application/controllers/unit_cl	ฟังก์ชันจัดการหน่วยเรียน
/Itembank/application/controllers/person	ฟังก์ชันควบคุมการเข้าใช้งาน
/Itembank/application/controllers/user_cl	ฟังก์ชันจัดการเกี่ยวกับผู้ใช้งาน
/Itembank/application/controllers/Email	ฟังก์ชันจัดการเกี่ยวกับไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 4-9 (ต่อ)

ตำแหน่งในการติดตั้งไฟล์	หน้าที่การทำงาน
/Itembank/application/models/	Model
/Itembank/application/models/aclmodel	จัดการข้อมูลสิทธิ์การใช้งาน
/Itembank/application/models/chaptermodel	จัดการข้อมูลหน่วยเรียน
/Itembank/application/models/coursemodel	จัดการข้อมูลสิทธิ์ของวิชา
/Itembank/application/models/departmentmodel	จัดการข้อมูลสาขาวิชา
/Itembank/application/models/facultymodel	จัดการข้อมูลคณะ
/Itembank/application/models/	Model
/Itembank/application/models/itemmodel	จัดการข้อมูลข้อสอบ
/Itembank/application/models/papermodel	จัดการข้อมูลชุดข้อสอบ
/Itembank/application/models/exammodel	จัดการข้อมูลการสอบ
/Itembank/application/models/usermodel	จัดการข้อมูลผู้ใช้งาน
/Itembank/application/models/loginmodel	จัดการข้อมูลการเข้าสู่ระบบ
/Itembank/application/views/	Views
/Itembank/application/views/assessment	ส่วนแสดงผลของการประเมินข้อสอบ
/Itembank/application/views/chapter	ส่วนแสดงผลของหน่วยเรียน
/Itembank/application/views/course	ส่วนแสดงผลวิชา
/Itembank/application/views/department	ส่วนแสดงผลสาขาวิชา
/Itembank/application/views/faculty	ส่วนแสดงผลคณะ
/Itembank/application/views/item	ส่วนแสดงผลข้อสอบ
/Itembank/application/views/exam	ส่วนแสดงผลการสอบ
/Itembank/application/views/paper	ส่วนแสดงผลชุดข้อสอบ
/Itembank/application/views/Statistics	ส่วนแสดงผลสถิติการวิเคราะห์ข้อสอบ
/Itembank/application/views/template	ส่วนแสดงผลโครงร่าง
/Itembank/application/views/user	ส่วนแสดงผลผู้ใช้งาน

4.2.3 การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นเป็นการนำผลที่ได้จากการออกแบบเชิงตรรกะมาทำการออกแบบทางกายภาพเพื่อจัดเตรียมการติดตั้งฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และอุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เพื่อรองรับการทำงานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆและซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น โดยโครงสร้างของระบบแบ่งเป็นทางด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ดังนี้

4.2.3.1 ด้านฮาร์ดแวร์

คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ขอใช้บริการ	1 เครื่อง
คอมพิวเตอร์บริการแปลงชื่อโดเมนเป็นไอพี	1 เครื่อง
คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่บริการเว็บ	2 เครื่อง
คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่บริการฐานข้อมูล	4 เครื่อง
คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เนมโหนด	2 เครื่อง
คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ดาตาโหนด	3 เครื่อง
อุปกรณ์กระจายสัญญาณแบบ 10/100/1000 Mbps	

4.2.3.2 ด้านซอฟต์แวร์

ระบบปฏิบัติการเซนต์โอเอส (CentOS)
 โพรโทคอลทีซีพี/ไอพี (TCP/IP Protocol)
 ภาษาพีเอชพี (PHP) สำหรับพัฒนาโปรแกรม
 โปรแกรมมายเอสคิวแอล (MySQL) บริหารจัดการฐานข้อมูล
 ระบบเว็บเซอร์วิสสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล
 โปรแกรมอาปาเช่เว็บเซิร์ฟเวอร์สำหรับการให้บริการเว็บ

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้น แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ การทดสอบประสิทธิภาพในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ก และในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ

4.3.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ก

การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคาร
 ขั้สอบ ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค โดยผู้เชี่ยวชาญทางด้าน
 เทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษา จำนวน 10 ท่าน ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงาน
 ตามคุณลักษณะการทำงานของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ
 ประกอบด้วย แบบทดสอบการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค ซึ่งประกอบด้วย
 การทดสอบ ด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์ค (System Test) ด้านการใช้งานเฟรมเวิร์ค
 (Usability Test) ด้านประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของเฟรมเวิร์ค (Performance Test) ดังแสดง
 ในตารางที่ 4-10 ถึงตารางที่ 4-12

ตารางที่ 4-10 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คใน
 ด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์ค (System Test)

ประสิทธิภาพด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์ค (System Test)	ผลการประเมิน		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1. ความสะดวกในการเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานของ เฟรมเวิร์ค (Framework)	4.60	0.51	มากที่สุด
2. ความสะดวกในการเรียกใช้คลาสของเฟรมเวิร์ค	4.60	0.51	มากที่สุด
3. ความสามารถในการเพิ่มฟังก์ชันใหม่	4.70	0.48	มากที่สุด
4. การลดจำนวนคำสั่งของฟังก์ชันในการปรับปรุงหรือพัฒนา ระบบเพิ่มเติม	4.80	0.42	มากที่สุด
5. ความครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงาน	4.50	0.52	มาก
6. ความเป็นระเบียบของโปรแกรมที่มีการแยก ส่วนข้อมูล (Model) การแสดงผล (View) และส่วนตรรกะการทำงาน (Control) ตามหลักของเอ็มวีซี	4.70	0.48	มากที่สุด
7. การออกแบบและการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล	4.70	0.48	มากที่สุด
8. ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก	4.70	0.48	มากที่สุด
9. การสำเนาข้อมูลเพื่อกระจายการจัดเก็บบนระบบประมวลผล แบบกลุ่มเมฆ	4.50	0.52	มาก
10. การกระจาย การจัดเก็บ และการเรียกใช้เพิ่มข้อมูล	4.40	0.51	มาก
รวม	4.61	0.26	มากที่สุด

ตารางที่ 4-10 พบว่าประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คในด้านการงานแบบเฟรมเวิร์ค ในภาพรวมด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์คมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.61$, S.D. = 0.26) โดยเมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 ลำดับแรกที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุดคือ การลดจำนวนคำสั่งของฟังก์ชันในการปรับปรุงหรือพัฒนาระบบเพิ่มเติม ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) รองลงมาคือความสามารถในการเพิ่มฟังก์ชันใหม่ ความเป็นระเบียบของโปรแกรมที่มีการแยกส่วนข้อมูล การแสดงผลและส่วนตรรกะการทำงานตามหลักของเอ็มวีซี การออกแบบและการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลและความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.48) และความสะดวกในการเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานของเฟรมเวิร์ค และความสะดวกในการเรียกใช้คลาสของเฟรมเวิร์ค ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.51) ตามลำดับ โดยลำดับสุดท้ายคือ การกระจาย การจัดเก็บและการเรียกใช้เพิ่มข้อมูล มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.51)

ตารางที่ 4-11 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คในด้านการใช้งานเฟรมเวิร์ค (Usability Test)

ประสิทธิภาพด้านการใช้งานเฟรมเวิร์ค (Usability Test)	ผลการทดสอบ		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1. ความเข้าใจง่ายและการสื่อความหมายในการตั้งชื่อคลาสและฟังก์ชันของเฟรมเวิร์ค	4.10	0.56	มาก
2. รูปแบบการใช้งานคลาสและฟังก์ชันของเฟรมเวิร์ค	4.70	0.48	มากที่สุด
3. ความเป็นระเบียบของการจัดรูปแบบเฟรมเวิร์ค	4.60	0.51	มากที่สุด
4. ส่วนอธิบายหรือคู่มือในการใช้งาน	4.40	0.51	มาก
5. ความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusable)	4.70	0.48	มากที่สุด
6. ความสามารถในการเพิ่มส่วนเพิ่มเติม (Plug-in)	4.80	0.42	มากที่สุด
7. ความยืดหยุ่นในการปรับใช้งานเฟรมเวิร์ค	4.60	0.69	มากที่สุด
รวม	4.57	0.26	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-11 พบว่าประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คในด้านการใช้งานเฟรมเวิร์ค ในภาพรวมด้านการใช้งานเฟรมเวิร์คมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด

($\bar{X} = 4.57$, S.D. = 0.26) โดยเมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 ลำดับแรกที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุดคือความสามารถในการเพิ่มส่วนเพิ่มเติม ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) รองลงมาคือรูปแบบการใช้งานคลาสดและฟังก์ชันของเฟรมเวิร์ค ความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.48) และความเป็นระเบียบของการจัดรูปแบบเฟรมเวิร์ค และความยืดหยุ่นในการปรับใช้งานเฟรมเวิร์ค ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.51) ตามลำดับ โดยลำดับสุดท้ายคือความเข้าใจง่ายและการสื่อความหมายในการตั้งชื่อคลาสดและฟังก์ชันของเฟรมเวิร์ค มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.56)

ตารางที่ 4-12 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คในด้านการทำงานโดยรวมของเฟรมเวิร์ค (Performance Test)

ประสิทธิภาพด้านการทำงานโดยรวมของเฟรมเวิร์ค (Performance Test)	ผลการทดสอบ		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1. ความสะดวกในการติดตั้งเฟรมเวิร์ค (Framework)	4.40	0.51	มาก
2. การประหยัดเวลาในการพัฒนา	4.90	0.31	มากที่สุด
3. การช่วยลดขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม	4.60	0.51	มากที่สุด
4. การวางโครงสร้างโฟลเดอร์ (Folder) อย่างเหมาะสม	4.20	0.42	มาก
5. การรักษาความปลอดภัยของการเชื่อมต่อระบบ	4.60	0.51	มากที่สุด
6. ความสามารถในการเพิ่มทรัพยากรในระบบตามความต้องการใช้งาน (On Demand Self Service)	4.80	0.42	มากที่สุด
7. ความสามารถในการเข้าใช้งานระบบผ่านระบบเครือข่ายโดยอุปกรณ์หลากหลายประเภท (Broad Network Access) เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต	4.60	0.51	มากที่สุด
8. การจัดเก็บและกระจายการทำงานเพื่อใช้ทรัพยากรร่วมกัน (Resource Polling)	4.90	0.31	มากที่สุด
9. ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรในระบบ (Rapid Elasticity)	4.60	0.51	มากที่สุด
10. ความสามารถในการแสดงผลการวัดและแสดงรายงานการใช้ทรัพยากรในระบบ (Measured Service)	3.90	0.31	มาก
รวม	4.55	0.26	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-12 พบว่าประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คในด้านภาพรวมประสิทธิภาพการทำงานของเฟรมเวิร์ค มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$, S.D. = 0.26) โดยเมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 ลำดับแรกที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุดคือ การประหยัดเวลาในการพัฒนาและการจัดเก็บและกระจายการทำงานเพื่อใช้ทรัพยากรร่วมกัน ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = 0.31) รองลงมาคือ ความสามารถในการเพิ่มทรัพยากรในระบบตามความต้องการใช้งาน ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) และการช่วยลดขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม การรักษาความปลอดภัยของการเชื่อมต่อระบบ ความสามารถเข้าใช้งานระบบผ่านระบบเครือข่ายหลากหลายประเภท และความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรในระบบ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.51) ตามลำดับ โดยลำดับสุดท้ายคือความสามารถในการแสดงผลการวัดและแสดงรายงานการใช้ทรัพยากรในระบบมีประสิทธิภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.31)

4.3.2 ทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคาร
ข้อสอบ ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ

การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ อาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษา จำนวน 10 ท่าน ทำการทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบคือแบบทดสอบการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ ซึ่งประกอบด้วย การทดสอบแยกตามหน่วยการทำงาน (Module Test) ความสามารถในการใช้งานธนาคารข้อสอบ (Usability Test) และการทำงานโดยรวมของธนาคารข้อสอบ (Performance Test) ดังแสดงในตารางที่ 4-13 ถึงตารางที่ 4-15

ตารางที่ 4-13 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบแยกตามหน่วยการทำงาน (Module Test)

ประสิทธิภาพการทำงานแยกตามหน่วยการทำงาน (Module Test)	ผลการทดสอบ		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1. การจัดการผู้ใช้งาน			
1.1 การกำหนดผู้ออกข้อสอบ	4.68	0.47	มากที่สุด
1.2 การกำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ	4.20	0.42	มาก
1.3 การยกเลิกผู้ออกข้อสอบ	4.40	0.51	มาก
1.4 การยกเลิกกรรมการประเมินข้อสอบ	4.40	0.51	มาก

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ประสิทธิภาพการทำงานแยกตามหน่วยการทำงาน (Module Test)	ผลการทดสอบ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
รวมการจัดการผู้ใช้งาน	4.37	0.13	มาก
2. การจัดวิชาและหน่วยเรียน			
2.1 การสร้างวิชาเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อสอบ	4.60	0.51	มากที่สุด
2.2 การกำหนดหน่วยเรียนในวิชาที่สร้างขึ้น	4.40	0.51	มาก
2.3 การยกเลิกและลบวิชาออกจากธนาคารข้อสอบ	4.80	0.42	มากที่สุด
2.4 การลบหรือแก้ไขหน่วยเรียน	4.90	0.31	มากที่สุด
รวมการจัดวิชาและหน่วยเรียน	4.68	0.26	มากที่สุด
3. การจัดการข้อสอบ			
3.1 การบันทึกข้อสอบแบบตัวเลือก	4.80	0.42	มากที่สุด
3.2 การปรับแก้ข้อสอบแบบตัวเลือก	4.50	0.52	มาก
3.3 การลบข้อสอบแบบตัวเลือก	4.70	0.48	มากที่สุด
3.4 การเพิ่มรูปภาพประกอบของข้อสอบ	4.50	0.52	มาก
3.5 การแสดงผลรูปภาพประกอบของข้อสอบ	4.60	0.69	มากที่สุด
3.6 ความถูกต้องของการแสดงผลข้อสอบแบบตัวเลือก	5.00	0.00	มากที่สุด
รวมการจัดการข้อสอบ	4.68	0.49	มากที่สุด
4. การจัดการชุดข้อสอบ			
4.1 การสร้างชุดข้อสอบเพื่อนำไปใช้งาน	4.90	0.31	มากที่สุด
4.2 การปรับแก้ข้อมูลชุดข้อสอบ	4.70	0.48	มากที่สุด
4.3 การลบข้อมูลชุดข้อสอบ	4.90	0.31	มากที่สุด
4.4 การสร้างชุดข้อสอบแบบกำหนดเงื่อนไขจำนวนข้อของแต่ละหน่วยเรียน	4.90	0.31	มากที่สุด
4.5 การสร้างชุดข้อสอบแบบกำหนดเงื่อนไขจำนวนเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน่วยเรียน	4.90	0.31	มากที่สุด

ตารางที่ 4-13 (ต่อ)

ประสิทธิภาพการทำงานแยกตามหน่วยการทำงาน (Module Test)	ผลการทดสอบ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
4.6 ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลชุดข้อสอบในรูปแบบไฟล์ Portable Document Format (PDF)	4.70	0.48	มากที่สุด
4.7 ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Rich Text Format (RTF) ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปแก้ไขเพิ่มเติมได้	4.70	0.48	มากที่สุด
รวมการจัดการชุดข้อสอบ	4.81	0.38	มากที่สุด
5. การทดสอบผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์			
5.1 ความถูกต้องของระบบการสอบออนไลน์จากชุดข้อสอบที่ระบบสร้างขึ้นตามเงื่อนไขที่กำหนด	4.70	0.48	มากที่สุด
5.2 การตรวจคำตอบของแบบทดสอบ	4.90	0.31	มากที่สุด
5.3 รายงานผลการสอบในรูปแบบแผนภูมิ (Graph)	4.30	0.48	มาก
5.4 รายงานการวิเคราะห์ข้อสอบแบบรายข้อ	4.60	0.51	มากที่สุด
5.5 แบบรายงานการวิเคราะห์ชุดข้อสอบแบบรายฉบับ	4.50	0.52	มาก
5.6 ความสามารถในการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Values (CSV)	4.30	0.48	มาก
5.7 ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Portable Document Format (PDF)	4.70	0.48	มากที่สุด
5.8 รายงานผลคะแนนสอบ	4.60	0.51	มากที่สุด
5.9 รายงานผลการวิเคราะห์ข้อสอบ	4.60	0.51	มากที่สุด
รวมการทดสอบผ่านระบบเครือข่าย	4.58	0.30	มากที่สุด
รวม	4.65	0.21	มากที่สุด

ตารางที่ 4-13 แสดงการประเมินประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบแยกตามหน่วยการทำงาน โดยแบ่งการประเมินเป็น 5 หน่วยการทำงานคือ การจัดการบัญชี

ผู้ใช้งาน การจัดการวิชาและหน่วยเรียน การจัดการข้อสอบ การจัดการชุดข้อสอบและการจัดสอบผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

การทดสอบประสิทธิภาพหน่วยการจัดการผู้ใช้งาน พบว่าภาพรวมการจัดการผู้ใช้งานมีประสิทธิภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.37$, S.D. = 0.13) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า การกำหนดผู้ออกข้อสอบ มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.47) รองลงมาคือการยกเลิกผู้ออกข้อสอบ การยกเลิกกรรมการประเมินข้อสอบ ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.51) และการกำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ ($\bar{X} = 4.20$, S.D. = 0.51) มีประสิทธิภาพในระดับมาก ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพหน่วยการจัดการรายวิชาและหน่วยเรียน พบว่าภาพรวมการจัดการรายวิชาและหน่วยเรียน มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.26) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุดทุกด้าน ยกเว้นการกำหนดหน่วยเรียนในวิชาที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$, S.D. = 0.51) และเมื่อพิจารณาตามลำดับพบว่า การลบหรือแก้ไขหน่วยเรียน มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = 0.31) รองลงมาคือการยกเลิกและลบวิชาออกจากธนาคารข้อสอบ ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) และการสร้างวิชาเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อสอบ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.51) มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุดตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการข้อสอบ พบว่าภาพรวมการจัดการข้อสอบ มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.49) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าทุกด้านมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ยกเว้นการปรับแก้ข้อสอบแบบตัวเลือกและการเพิ่มรูปภาพประกอบของข้อสอบ มีประสิทธิภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.52) เมื่อพิจารณาตามลำดับพบว่า ความถูกต้องของการแสดงผลข้อสอบแบบตัวเลือก ($\bar{X} = 5$, S.D. = 0.00) การบันทึกข้อสอบแบบตัวเลือก ($\bar{X} = 4.80$, S.D. = 0.42) และการลบข้อสอบแบบตัวเลือก ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.48) ประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพของหน่วยการจัดการชุดข้อสอบ พบว่าภาพรวมการจัดการชุดข้อสอบ มีประสิทธิภาพในภาพรวมระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.81$, S.D. = 0.38) และเมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านตามลำดับพบว่า การสร้างชุดข้อสอบเพื่อนำไปใช้งาน การลบข้อมูลชุดข้อสอบ การสร้างชุดข้อสอบแบบกำหนดเงื่อนไขจำนวนข้อของแต่ละหน่วยเรียน การสร้างชุดข้อสอบแบบกำหนดเงื่อนไขจำนวนเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน่วยเรียน ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = 0.31) รองลงมาคือ การปรับแก้ข้อมูลชุดข้อสอบ ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลชุดข้อสอบในรูปแบบไฟล์ Portable Document Format (PDF) ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Rich Text Format (RTF) ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปแก้ไขเพิ่มเติมได้ มี ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.48) ประสิทธิภาพในระดับมากที่สุดตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพของหน่วยการจัดสอบผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ พบว่า ภาพรวมการจัดการแบบทดสอบ มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, S.D. = 0.30) และเมื่อพิจารณาเป็นรายได้ตามลำดับพบว่า 3 ลำดับแรกที่มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุดคือ การตรวจคำตอบของแบบทดสอบ ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = 0.31) รองลงมาคือ ความถูกต้องของระบบการสอบออนไลน์จากชุดข้อสอบที่ระบบสร้างขึ้นตามเงื่อนไขที่กำหนด ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Portable Document Format (PDF) ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.48) และรายงานการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของข้อสอบแบบรายข้อ รายงานผลคะแนนสอบ รายงานผลการวิเคราะห์ข้อสอบ ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.51) ตามลำดับ โดยลำดับสุดท้ายคือความสามารถในการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Values (CSV) มีประสิทธิภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.30$, S.D. = 0.48)

ตารางที่ 4-14 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบในด้านความสามารถในการใช้งานธนาคารข้อสอบ (Usability Test)

ประสิทธิภาพการใช้งานธนาคารข้อสอบ (Usability Test)	ผลการทดสอบ		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1. การเข้าใช้งานระบบสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก	4.70	0.48	มากที่สุด
2. เมนูสามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน	4.20	0.42	มาก
3. การจัดวางตำแหน่งส่วนต่าง ๆ ของหน้าจอ	4.20	0.42	มาก
4. ขนาด สี และรูปแบบตัวอักษร แต่ละหน้าจอแสดงผล	4.60	0.51	มากที่สุด
5. การจัดหมวดหมู่การแสดงผลทางจอภาพมีความชัดเจนสามารถเข้าใจได้ง่าย	4.70	0.48	มากที่สุด
6. การใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพเพื่อสื่อความหมาย	4.50	0.52	มาก
7. การใช้ข้อความอธิบายในการสื่อความหมาย	4.40	0.51	มาก
8. ส่วนให้ความช่วยเหลือผู้ใช้งาน (Help) มีความเหมาะสม	4.10	0.31	มาก
9. การแจ้งเตือนการทำงาน เมื่อการทำงานเสร็จสิ้น หรือเกิดข้อผิดพลาด	4.60	0.51	มากที่สุด
รวม	4.44	0.19	มาก

จากตารางที่ 4-14 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ ในด้านการใช้งานธนาคารข้อสอบโดยรวม พบว่าประสิทธิภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.19) และเมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 ลำดับแรกคือ การเข้าใช้งานระบบสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก การจัดหมวดหมู่การแสดงผลทางจอภาพมีความชัดเจนสามารถเข้าใจได้ง่าย มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.48) รองลงมาคือ ขนาด สี และรูปแบบตัวอักษรแต่ละหน้าจอแสดงผล การแจ้งเตือนการทำงาน เมื่อการทำงานเสร็จสิ้นหรือเกิดข้อผิดพลาด มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, S.D. = 0.51) และการใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพเพื่อสื่อความหมาย มีประสิทธิภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.52) โดยลำดับสุดท้ายคือส่วนให้ความช่วยเหลือผู้ใช้งาน มีประสิทธิภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.10$, S.D. = 0.316)

ตารางที่ 4-15 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบในด้านการทำงาน โดยรวมของธนาคารข้อสอบ (Performance Test)

ประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของธนาคารข้อสอบ (Performance Test)	ผลการทดสอบ		
	\bar{X}	S.D.	ระดับ ประสิทธิภาพ
1. ความรวดเร็วในการตอบสนองผู้ใช้งาน	4.50	0.52	มาก
2. ความมั่นคงของระบบ ที่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง	4.90	0.31	มากที่สุด
3. การทำงานของระบบ	4.70	0.38	มากที่สุด
รวม	4.70	0.36	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-15 การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบพบว่า ประสิทธิภาพการทำงาน โดยรวมของระบบมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.36) และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า การทำงานของระบบ มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.38) รองลงมาคือความมั่นคงของระบบที่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.90$, S.D. = 0.31) และความรวดเร็วในการตอบสนองผู้ใช้งาน มีประสิทธิภาพในระดับมาก ($\bar{X} = 4.50$, S.D. = 0.52)

ตารางที่ 4-16 สรุปการทดสอบประสิทธิภาพของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพ	ผลการทดสอบ		
	\bar{x}	S.D.	ระดับประสิทธิภาพ
1. การทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบในด้านประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของธนาคารข้อสอบ (Performance Test)	4.70	0.36	มากที่สุด
2. การทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบแยกตามหน่วยการทำงาน (Module Test)	4.65	0.21	มากที่สุด
3. การทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์ค (System Test)	4.62	0.25	มากที่สุด
4. การทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คด้านการใช้งานเฟรมเวิร์ค (Usability Test)	4.55	0.25	มากที่สุด
5. การทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คด้านการทำงานโดยรวมของเฟรมเวิร์ค (Performance Test)	4.55	0.24	มากที่สุด
6. การทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบในด้านภาพรวมของความสามารถในการใช้งานธนาคารข้อสอบ (Usability Test)	4.44	0.198	มากที่สุด
รวม	4.59	0.48	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-16 สรุปการทดสอบประสิทธิภาพของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบพบว่า มีประสิทธิภาพโดยรวมในระดับมากที่สุดทุกด้าน ($\bar{X} = 4.59$, S.D. = 0.48) เมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 ลำดับแรกคือ ด้านประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของธนาคารข้อสอบ ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.36) รองลงมาคือด้านการทำงานแยกตามโมดูลการทำงาน ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.21) และการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์ค ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.25) โดยลำดับสุดท้ายคือด้านภาพรวมของความสามารถในการใช้งานธนาคารข้อสอบ ($\bar{X} = 4.44$, S.D. = 0.19)

4.4 ผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

การใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ สามารถแบ่งผลการใช้งานออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านการทำงานตามคุณลักษณะของระบบธนาคารข้อสอบ และด้านการทำงานตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

4.4.1 ผลการทำงานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะการทำงานของธนาคารข้อสอบ

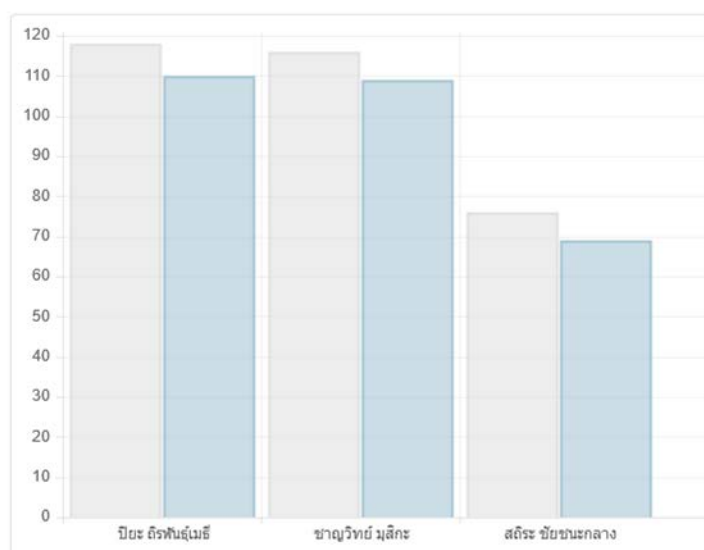
ศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ในด้านธนาคารข้อสอบ เป็นการศึกษาถึงความสามารถในการคัดกรองข้อสอบเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) คุณภาพ (Quality) และความเชื่อมั่น (Reliability) โดยทำการทดลองใช้งานกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จำนวน 120 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 และภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ในวิซาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์โดยมีอาจารย์ 3 ท่านทำการสร้างข้อสอบรวมทั้งสิ้นจำนวน 310 ข้อ และทำการหาสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) เพื่อคัดเลือกข้อสอบบันทึกในฐานข้อมูลจากนั้นทำการสุ่มเพื่อนำมาใช้สร้างชุดข้อสอบจำนวน 80 ข้อ โดยในการสอบนักศึกษาทุกคนจะได้ข้อสอบชุดเดียวกันแต่การเรียงลำดับข้อสอบจะแตกต่างกัน

4.4.1.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity)

การคัดเลือกข้อสอบเพื่อจัดเก็บข้อสอบเข้าสู่ฐานข้อมูลธนาคารข้อสอบ ดำเนินการโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง ในการคัดเลือกเฉพาะข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ก่อนทำการจัดเก็บในฐานข้อมูลของธนาคารข้อสอบ โดยข้อสอบที่ทำการจัดเก็บในฐานข้อมูลต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องมากกว่า 0.5 ขึ้นไป ซึ่งสามารถแสดงผลการทำงานของระบบได้ดังภาพที่ 4-5

วิชา เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (รหัสวิชา: 2235302)

จำนวนข้อสอบทั้งหมด 310 ข้อ
 ผ่านการประเมิน IOC 288 ข้อ
 จำนวนผู้ออกข้อสอบ 3 คน



ภาพที่ 4-5 การคัดเลือกข้อสอบเพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูลโดยอาศัยค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง

ภาพที่ 4-5 แสดงการทดลองใช้งานระบบกับวิชาระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยมีอาจารย์ผู้ออกข้อสอบ 3 ท่าน ข้อสอบรวมทั้งสิ้น 310 ข้อ และผ่านการประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องที่มากกว่า 0.5 เพื่อจัดเก็บในฐานข้อมูลจำนวน 288 ข้อ คิดเป็น 92.9 เปอร์เซ็นต์

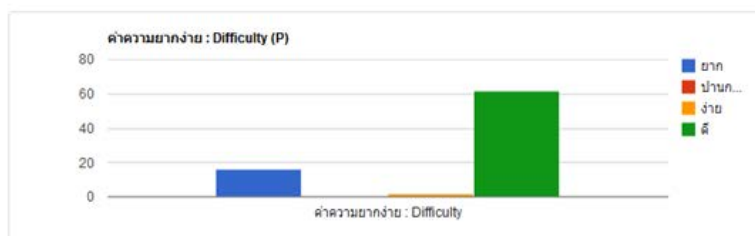
4.4.1.2 คุณภาพของข้อสอบ (Quality)

การหาคุณภาพของข้อสอบดำเนินการโดยพิจารณาข้อสอบเป็นรายข้อ ซึ่งเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาว่าข้อสอบนั้นเป็นข้อสอบมาตรฐานหรือข้อสอบที่มีคุณภาพสามารถพิจารณาได้จากค่าความยากง่าย (Difficulty) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของข้อสอบ ซึ่งข้อสอบที่มีคุณภาพนั้นต้องมีค่าความยากง่ายอยู่ในระดับ 0.2 ถึง 0.8 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ระดับ 0.2 ขึ้นไป ในการทดลองใช้งานได้ทำการสุ่มข้อสอบจากฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการสอบจำนวน 80 ข้อ พบว่าหลังจากการสอบ ระบบสามารถแสดงค่าการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ P และค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ D โดยในภาพที่ 4-6 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบจากการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 และภาพที่ 4-7 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบจากการสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

วิชา เครือข่ายคอมพิวเตอร์
ข้อสอบ ปีกการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 กลางภาค ชุดที่ 1 จำนวน 80 ข้อ

ค่าสถิติ ทั้งหมด

ออกรายงานค่าสถิติ

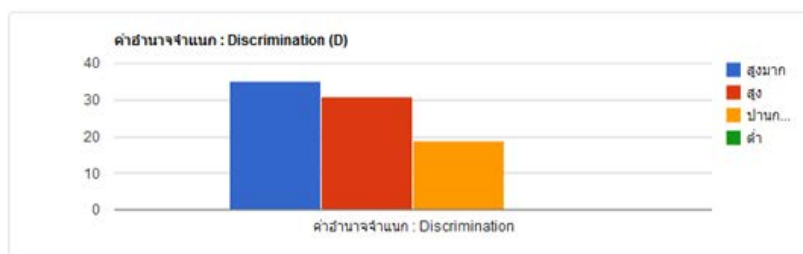


ค่าความยากง่าย : Difficulty (P)

ระดับยาก (< 0.20)	คือ ข้อ 1 6 13 17 20 24 26 28 30 32 40 48 56 66 67 77
ระดับง่าย (> 0.80)	คือ ข้อ 3 9
ระดับดี (>= 0.20 และ <= 0.80)	คือ ข้อ 2 4 5 7 8 10 11 12 14 15 16 18 19 21 22 23 25 27 29 31 33 34 35 36 37 38 39 41 42 43 44 45 46 47 49 50 51 52 53 54 55 57 58 59 60 61 62 63 64 65 68 69 70 71 72 73 74 75 76 78 79 80

สรุป

ข้อสอบที่มีระดับยาก	มีจำนวน 16 ข้อ
ข้อสอบที่มีระดับง่าย	มีจำนวน 2 ข้อ
ข้อสอบที่มีระดับดี	มีจำนวน 62 ข้อ



ค่าอำนาจจำแนก : Discrimination (D)

ระดับสูงมาก (> 0.40)	คือ ข้อ 2 3 5 8 9 12 15 16 18 22 29 31 37 39 42 46 49 50 52 55 58 63 64 65 67 70 71 73 76 79 80
ระดับสูง (> 0.30 และ < 0.39)	คือ ข้อ 4 7 11 13 19 21 24 26 27 34 35 36 41 43 47 51 53 54 56 57 59 62 74
ระดับปานกลาง (> 0.20 และ < 0.29)	คือ ข้อ 1 14 17 20 23 28 30 33 40 44 48 60 69 77 78
ระดับต่ำ (< 0.19)	คือ ข้อ 6 10 25 32 38 45 61 66 68 72 75

สรุป

อำนาจจำแนกสูงมาก	มีจำนวน 31 ข้อ
อำนาจจำแนกสูง	มีจำนวน 23 ข้อ
อำนาจจำแนกปานกลาง	มีจำนวน 15 ข้อ
อำนาจจำแนกระดับต่ำ	มีจำนวน 11 ข้อ

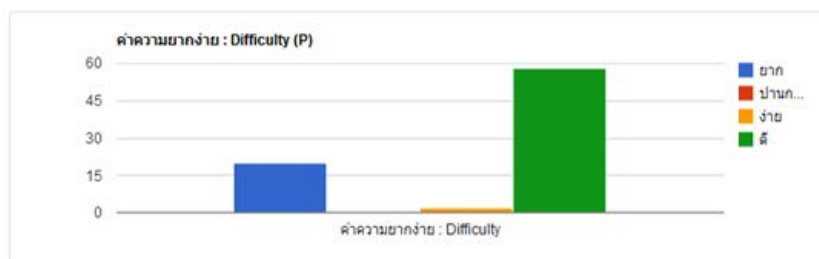
ภาพที่ 4-6 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบในการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ภาพที่ 4-6 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบในการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งมีข้อสอบทั้งหมด 80 ข้อ พบว่า การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย พบว่ามีข้อสอบที่อยู่ในระดับยาก จำนวน 16 ข้อ ระดับดี 62 ข้อ ระดับง่าย 2 ข้อ และการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงมาก 31 ข้อ อำนาจจำแนกสูง 23 ข้อ อำนาจจำแนกปานกลาง 15 ข้อ และอำนาจจำแนกต่ำ 11 ข้อ

วิชา เครื่องช่วยคอมพิวเตอร์
ข้อการสอบ ปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 1 กลางภาค ชุดที่ 2 จำนวน 80 ข้อ

คำสั่งดี ทั้งหมด

ออกรายงานคำสั่งดี

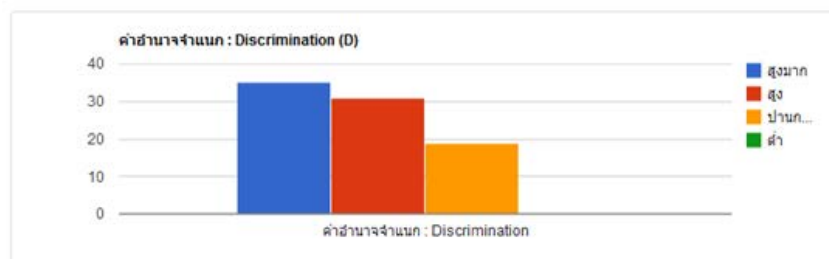


ค่าความยากง่าย : Difficulty (P)

ระดับยาก (< 0.20)	คือ ข้อ 1 2 4 5 7 6 13 17 20 24 26 28 30 32 40 48 56 66 67 77
ระดับง่าย (> 0.80)	คือ ข้อ 3 9
ระดับดี (>= 0.20 และ <= 0.80)	คือ ข้อ 8 10 11 12 14 15 16 18 19 21 22 23 25 27 29 31 33 34 35 36 37 38 39 41 42 43 44 45 46 47 49 50 51 52 53 54 55 57 58 59 60 61 62 63 64 65 68 69 70 71 72 73 74 75 76 78 79 80

สรุป

ข้อสอบที่มีระดับยาก	มีจำนวน 20 ข้อ
ข้อสอบที่มีระดับง่าย	มีจำนวน 2 ข้อ
ข้อสอบที่มีระดับดี	มีจำนวน 58 ข้อ



ภาพที่ 4-7 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบในการสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ค่าอำนาจจำแนก : Discrimination (D)	
ระดับสูงมาก (> 0.40)	คือ ข้อ 2 15 16 18 22 29 31 37 39 42 46 49 50 52 55 58 63 64 65 67 70 71 73 76 79 80
ระดับสูง (> 0.30 และ < 0.39)	คือ ข้อ 4 3 5 8 9 12 7 11 13 19 21 24 26 27 34 35 36 41 43 47 51 53 54 56 57 59 61 66 68 72 75 62 74
ระดับปานกลาง (> 0.20 และ < 0.29)	คือ ข้อ 1 6 10 25 32 38 45 14 17 20 23 28 30 33 40 44 48 60 69 77 78
ระดับต่ำ (< 0.19)	คือ ข้อ -
สรุป	
อำนาจจำแนกสูงมาก	มีจำนวน 26 ข้อ
อำนาจจำแนกสูง	มีจำนวน 33 ข้อ
อำนาจจำแนกปานกลาง	มีจำนวน 21 ข้อ
อำนาจจำแนกระดับต่ำ	มีจำนวน 0 ข้อ

ภาพที่ 4-7 (ต่อ)

ภาพที่ 4-7 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบในการสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งมีข้อสอบทั้งหมด 80 ข้อ การวิเคราะห์ค่าความยากง่าย พบว่ามีข้อสอบที่อยู่ในระดับยาก จำนวน 20 ข้อ ระดับดี 58 ข้อ ระดับง่าย 2 ข้อ และการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก พบว่ามีข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงมาก 26 ข้อ สูง 33 ข้อ ปานกลาง 21 ข้อ และไม่มีข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำ

วิชา เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (รหัสวิชา : 2235302)

ลำดับ	ข้อสอบ	ปีการศึกษา 2556 สอบกลางภาคเรียนที่ 2 ข้อสอบชุดที่ 1		ปีการศึกษา 2557 สอบปลายภาคเรียนที่ 1 ข้อสอบชุดที่ 1	
		P	D	P	D
1.	เครื่องคอมพิวเตอร์ ๒ เครื่อง เมื่อเข้ามาเชื่อมต่อกันผ่าน HUB โดยใช้สาย UTP ช่องก ทรานซิวเวอร์ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ๒ เครื่องสามารถอยู่ห่างกันได้สูงสุด เป็นระยะทางเท่าใด	0.87	0.22	-	-
2.	ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดยอาศัย HUB ใน ๑ Segment จะสามารถเชื่อมต่อ HUB ผ่านทาง Port Up Link ได้สูงสุดกี่ตัว	0.11	0.13	-	-
3.	เครื่องคอมพิวเตอร์ ๒ เครื่อง เมื่อเข้ามาเชื่อมต่อกันผ่าน HUB โดยใช้สาย UTP ช่องก ทรานซิวเวอร์ที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ๒ เครื่องสามารถอยู่ห่างกันได้สูงสุด เป็นระยะทางเท่าใด	0.20	0.35	0.78	0.34
4.	ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดยอาศัย HUB ใน ๑ Segment จะสามารถเชื่อมต่อได้ระยะทางยาวที่สุดเท่าใด	0.88	0.88	0.49	0.33
5.	สายสัญญาณใดต่อไปนี้ที่สามารถส่งสัญญาณแบบจุดต่อจุด (Point to Point) ได้ระยะทางไกลที่สุด	1.00	0.87	0.๖8	0.35
6.	Protocol ใดต่อไปนี้ถือว่าเป็นมาตรฐานระบบเน็ตเวิร์กที่ใช้ร่วมกันในการอธิบายการทำงานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์	0.75	0.93	0.72	0.32
7.	ระบบ Internet อาศัยการทำงานของ Protocol ใดเป็นหลัก	0.49	0.16	0.๒7	0.37
8.	ข้อใดคือจำนวน Collision Domain ของรูปที่กำหนดไว้	0.86	0.๐2	-	-
9.	ข้อใดคือสิ่งที่อยู่ใน Layer ๒ ของ OSI	0.60	0.๒9	0.63	0.36
10.	การสื่อสารแบบใดที่จะมีการทำ 3-Way Hand-check ก่อนจึงจะสามารถส่งข้อมูลได้	0.68	0.73	0.42	0.33
11.	ข้อใดคือจำนวน Broadcast Domain ของรูปที่กำหนดไว้	0.58	0.84	0.32	0.33
12.	ข้อใดต่อไปนี้แตกต่างจากข้ออื่น	0.69	0.45	0.๒6	0.38

ภาพที่ 4-8 ผลการประเมินคุณภาพของข้อสอบ

ผลที่ได้จากการคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบส่งผลให้ระบบทำการคัดกรองข้อสอบโดยทำการคัดข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพออกจากฐานข้อมูล ดังแสดงในภาพที่ 4-8 แสดงผลสรุปของการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) เพื่อแสดงความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Validity) ของข้อสอบแต่ละข้อ และเปรียบเทียบค่าความยากง่าย ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ P ค่าอำนาจจำแนก ซึ่งแทนด้วยสัญลักษณ์ D ในการสอบทั้ง 2 ครั้ง ซึ่งพบว่าข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดไว้จะไม่ถูกนำมาใช้อีกเพื่อเป็นการคัดกรองให้เหลือแต่ข้อสอบที่มีคุณภาพอยู่ในระบบ

4.4.1.3 ความเชื่อมั่น (Reliability)

ความเชื่อมั่นของข้อสอบพิจารณาจากค่าความคงที่ภายใน โดยใช้สูตร KR-20 สำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ค่าของความเชื่อมั่นแสดงเป็นตัวเลขที่มีค่าไม่เกิน 1.00 ทั้งนี้เนื่องจากการมีค่าความเชื่อมั่นสูงหมายความว่าในการทำแบบทดสอบชุดเดียวกันสองครั้งในเวลาต่างกันผลคะแนนที่ได้ควรเกือบเท่ากันทั้งสองครั้ง

ในการทดลองได้ทำการหาความความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบในการสอบ 2 ครั้งคือการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 และการสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 โดยใช้สัญลักษณ์ R แทนค่าความเชื่อมั่น ซึ่งแสดงในภาพที่ 4-9 และ 4-10

ค่าความเชื่อมั่น : Reliability (R)	
แบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นระดับสูง 0.95 (> 0.70 และ <= 1.00)	
สรุป	อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่ดี

ภาพที่ 4-9 ความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบที่ใช้ในการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

ภาพที่ 4-9 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบที่ใช้ในการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 ซึ่งพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง ($R = 0.95$)

ค่าความเชื่อมั่น : Reliability (R)	
แบบทดสอบชุดนี้มีความเชื่อมั่นระดับสูง 0.95 (> 0.70 และ <= 1.00)	
สรุป	อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่ดี

ภาพที่ 4-10 ความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบที่ใช้ในการสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ภาพที่ 4-10 แสดงการวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบที่ใช้ในการสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 ซึ่งพบว่ามีค่าความเชื่อมั่นอยู่ในระดับสูง ($R = 0.95$)

ทั้งนี้หลังจากการผ่านการสอบในแต่ละครั้งพบว่าระบบได้ทำการคัดกรองข้อสอบที่คุณภาพไม่เป็นไปตามเกณฑ์ออกจากฐานข้อมูลข้อสอบ ดังแสดงในภาพที่ 4-11 และ 4-12

จากภาพที่ 4-11 และ 4-12 เมื่อทำการเปรียบเทียบข้อมูลจำนวนข้อสอบในฐานข้อมูลก่อนการสอบก่อนการสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 และจำนวนข้อสอบในฐานข้อมูลก่อนสอบก่อนสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557 พบว่าจำนวนข้อสอบในฐานข้อมูลลดลงจาก 288 ข้อ เหลือ 276 ข้อ ทั้งนี้เนื่องจากระบบทำการแยกข้อสอบที่คุณภาพไม่ผ่านเกณฑ์คุณภาพออกจากฐานข้อมูลธนาคารข้อสอบ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

ข้อมูลวันที่ : 15 ตุลาคม 2556

จำนวนหน่วยเรียนทั้งหมด 2 หน่วยเรียน
 จำนวนข้อสอบทั้งหมด 288 ข้อ

หน่วยเรียนที่ 1 ระบบเครือข่าย กลางภาค

จำนวนข้อสอบทั้งหมด (ปรนัย) 161 ข้อ

หัวข้อที่1 Introduction to Computer Network

วัตถุประสงค์:	เข้าใจ (Understanding)	ข้อสอบ
จำนวนข้อสอบ	(ปรนัย) 47 ข้อ	สร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

หัวข้อที่2 Data Link Layer

วัตถุประสงค์:	วิเคราะห์ (Analysing)	ข้อสอบ
จำนวนข้อสอบ	(ปรนัย) 52 ข้อ	สร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

หัวข้อที่3 Network Layer

วัตถุประสงค์:	วิเคราะห์ (Analysing)	ข้อสอบ
---------------	-----------------------	--------

ภาพที่ 4-11 จำนวนข้อสอบในฐานข้อมูลข้อสอบก่อนสอบกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

ข้อมูลวันที่ : 23 พฤศจิกายน 2557

จำนวนหน่วยเรียนทั้งหมด 2 หน่วยเรียน
จำนวนข้อสอบทั้งหมด 275 ข้อ

หน่วยเรียนที่ 1 ระบบเครือข่าย กลางภาค

จำนวนข้อสอบทั้งหมด (ปรนัย) 161 ข้อ

หัวข้อที่: Introduction to Computer Network

วัตถุประสงค์:	เข้าใจ (Understanding)	ข้อสอบ
จำนวนข้อสอบ	(ปรนัย) 47 ข้อ	สร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

หัวข้อที่: Data Link Layer

วัตถุประสงค์:	วิเคราะห์ (Analysing)	ข้อสอบ
จำนวนข้อสอบ	(ปรนัย) 52 ข้อ	สร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

หัวข้อที่: Network Layer

วัตถุประสงค์:	วิเคราะห์ (Analysing)	ข้อสอบ
---------------	-----------------------	--------

ภาพที่ 4-12 จำนวนข้อสอบในฐานข้อมูลข้อสอบก่อนสอบกลางภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

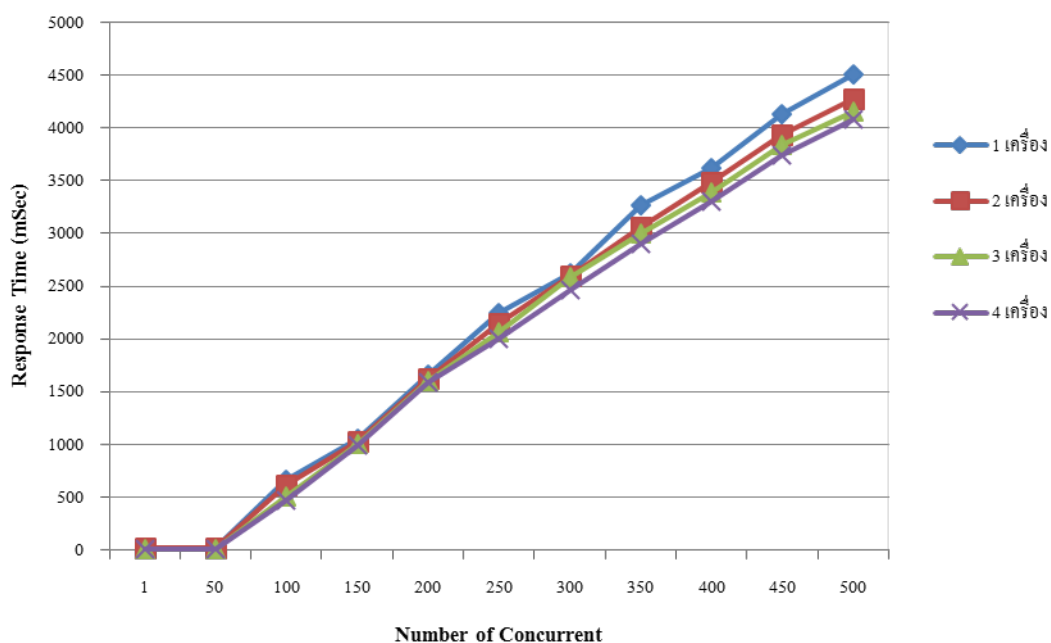
4.4.2 ผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ
ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะการทำงานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ศึกษาผลการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะการทำงานของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เพื่อให้ได้ระบบที่มีความสามารถในด้านความพร้อมใช้งานตลอดเวลา โดยพิจารณาจากการปรับเปลี่ยนการทรัพยากรและแบ่งปันใช้ทรัพยากรร่วมกัน ด้านปรับเปลี่ยนขนาดของระบบ พิจารณาจากความยืดหยุ่นและปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้ทันตามความต้องการและตรวจวัดปริมาณการใช้งานได้ด้านการเข้าใช้งานได้หลายช่องทางผ่านทาง พิจารณาจากการเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ ทั้งนี้ในการศึกษาใช้โปรแกรมเจมิเตอร์ (J-Meter) ทำการจำลองสภาพแวดล้อมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานใน 3 กรณีคือ การทดสอบความสามารถในการขอใช้เพิ่มข้อมูลจากระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น การทดสอบการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น และ การทดสอบความคงทนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น

4.4.2.1 ผลการทดสอบความสามารถในการขอใช้เพิ่มข้อมูลจากระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น โดยทำการทดสอบจำลองการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกันตั้งแต่ 1 ถึง 500 ครั้งและตรวจสอบระยะเวลาที่ระบบสามารถตอบสนองเพื่อให้บริการ ซึ่งทำการทดสอบกับเพิ่มข้อมูล 4 ขนาดคือ 10 Kbyte, 1 MByte, 5 MByte และ 10 MByte และทำการทดสอบปรับเพิ่มจำนวนเครื่องที่ใช้ในการกระจายการจัดเก็บข้อมูลบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้นตั้งแต่ 1 ถึง 4 เครื่อง โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 4-17

ตารางที่ 4-17 เวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 10 Kbyte

จำนวนขอใช้ บริการ จำนวน เครื่อง	เวลาในการตอบสนองการขอใช้บริการ (mSec)										
	1	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	19	15	670	1052	1658	2250	2624	3265	3625	4129	4504
2	15	14	620	1028	1630	2152	2603	3062	3489	3935	4278
3	13	13	508	1010	1599	2065	2589	3001	3385	3841	4151
4	13	13	468	995	1583	2003	2459	2903	3299	3746	4086

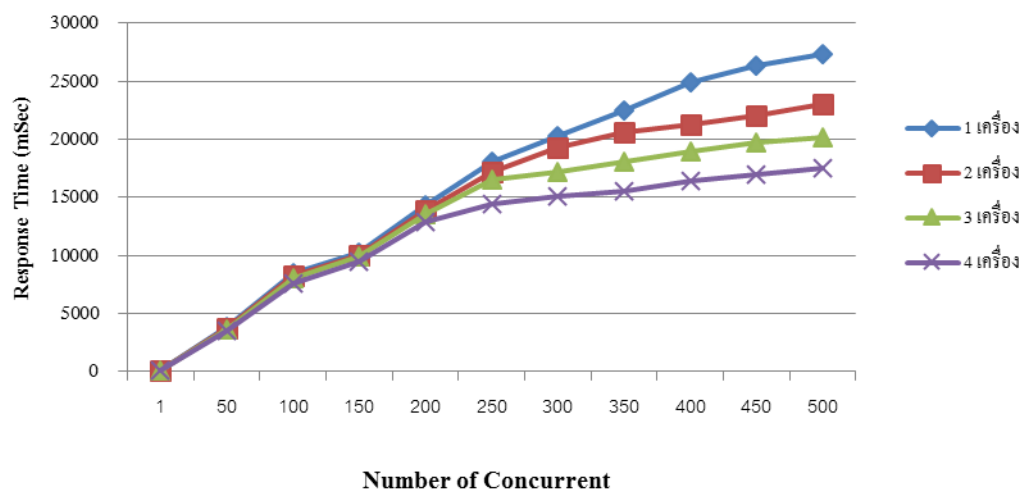


ภาพที่ 4-13 เวลาตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 10 KByte

ตารางที่ 4-17 และภาพที่ 4-13 แสดงถึงเวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลขนาด 10 KByte พบว่าเมื่อจำนวนการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกันเพิ่มมากขึ้นเวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการจะใช้เวลาเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการพบว่าเวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการจะใช้เวลาดลดลง แต่ทั้งนี้เนื่องจากเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 10 KByte ค่าเวลาที่ใช้ในการตอบสนองจึงมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 4-18 เวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 1 MByte

จำนวนขอใช้ บริการ จำนวน เครื่อง	เวลาในการตอบสนองการขอใช้บริการ (mSec)										
	1	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	104	3784	8513	10231	14273	18032	20325	22429	24903	26363	27322
2	102	3673	8270	10004	13842	17234	19240	20580	21240	22024	23054
3	102	3628	8012	9850	13528	16530	17235	18093	18993	19734	20215
4	102	3524	7623	9456	12890	14403	15053	15521	16374	16936	17521



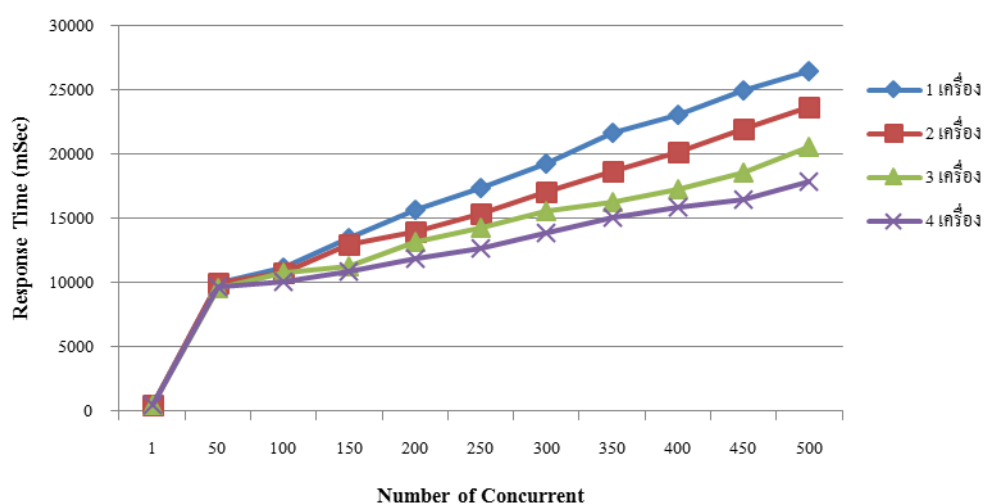
ภาพที่ 4-14 เวลาตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 1MByte

ตารางที่ 4-18 และภาพที่ 4-14 แสดงถึงเวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลขนาด 1 MByte พบว่าเมื่อจำนวนการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกันเพิ่มมากขึ้นเวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการจะใช้เวลาเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการพบว่าเวลาในการ

ตอบสนองต่อการขอใช้บริการจะใช้เวลาดลดลง และพบว่าในช่วงจำนวนการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกันที่มากกว่า 200 ครั้ง ความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลเพิ่มมากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการส่งผลให้เวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลเร็วกว่าระบบที่มีจำนวนเครื่องให้บริการน้อย

ตารางที่ 4-19 เวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte

จำนวนขอใช้ บริการ จำนวน เครื่อง	เวลาในการตอบสนองการขอใช้บริการ (mSec)										
	1	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	465	9974	11148	13436	15623	17355	19257	21650	23054	24931	26478
2	465	9976	10801	12942	13934	15323	17023	18623	20123	21953	23643
3	466	9683	10743	11234	13143	14255	15523	16231	17234	18523	20564
4	468	9620	10044	10892	11834	12647	13823	15023	15832	16423	17832



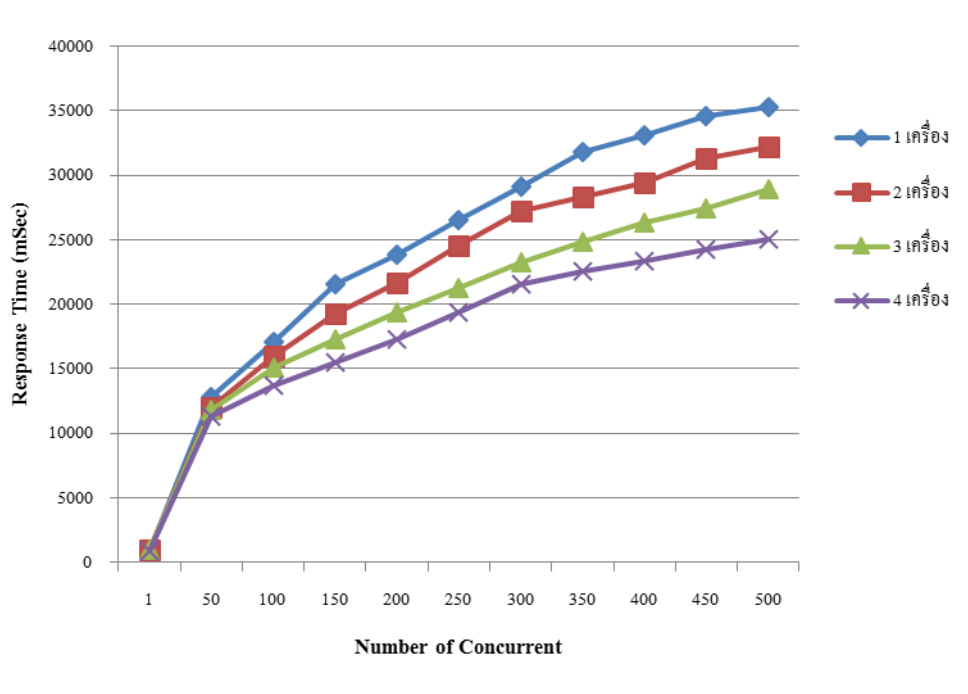
ภาพที่ 4-15 เวลาตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte

ตารางที่ 4-19 และภาพที่ 4-15 แสดงถึงเวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte พบว่าเมื่อจำนวนการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกันเพิ่มมากขึ้นเวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการจะใช้เวลาเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการพบว่าเวลาในการ

ตอบสนองต่อการขอใช้บริการจะใช้เวลาดลดลง โดยพบว่าในช่วงจำนวนการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกันที่มากกว่า 50 ครั้งจะพบความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลเพิ่มมากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการส่งผลให้เวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลเร็วขึ้นกว่าระบบที่มีจำนวนเครื่องให้บริการน้อย

ตารางที่ 4-20 เวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 10 MByte

จำนวนขอใช้ บริการ จำนวน เครื่อง	เวลาในการตอบสนองการขอใช้บริการ (mSec)										
	1	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	925	12785	17065	21564	23860	26544	29124	31753	33124	34632	35231
2	945	12034	16023	19232	21675	24562	27232	28311	29454	31256	32151
3	946	11793	15092	17325	19352	21255	23251	24862	26325	27456	28943
4	924	11359	13754	15463	17325	19362	21526	22543	23321	24235	25012



ภาพที่ 4-16 เวลาตอบสนองต่อการขอใช้บริการเพิ่มข้อมูลขนาด 10MByte

ตารางที่ 4-20 และภาพที่ 4-16 แสดงถึงเวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลขนาด 10 MByte พบว่าเมื่อจำนวนการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกันเพิ่มมากขึ้นเวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการจะใช้เวลาเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการพบว่าเวลาในการตอบสนองต่อการขอใช้บริการจะใช้เวลาลดลง โดยพบว่าในช่วงจำนวนการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกันที่มากกว่า 50 ครั้งจะพบความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลเพิ่มมากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการส่งผลให้เวลาที่ใช้ตอบสนองในการขอใช้เพิ่มข้อมูลเร็วขึ้นกว่าระบบที่มีจำนวนเครื่องให้บริการน้อย แต่เนื่องจากเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในการทดลองมีขนาดใหญ่จึงส่งผลให้เวลาที่ตอบสนองต่อการขอใช้เพิ่มข้อมูลในกรณีที่มีจำนวนเครื่องให้บริการเท่ากันใช้เวลามากกว่าการทดลองกับเพิ่มข้อมูลขนาดเล็ก

ผลการทดสอบความสามารถในการขอใช้เพิ่มข้อมูลจากระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้นสามารถสรุปได้ดังสมการ (4-1)

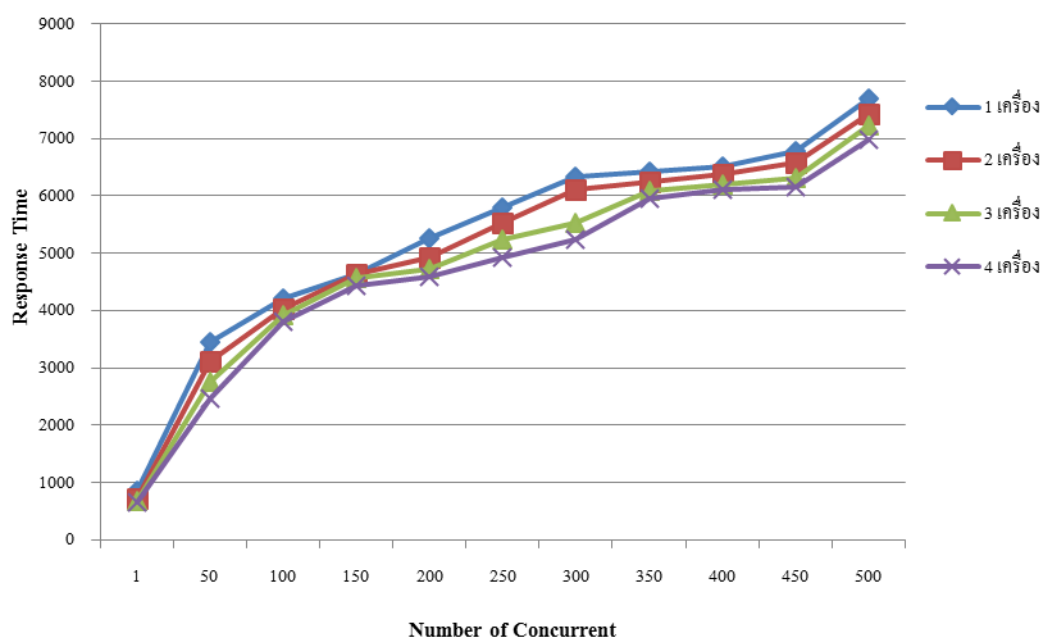
$$T = W_{rt} + \left[\frac{(D_{rt} + N_{rt})}{N} \right] C \cdot F_s \quad (4-1)$$

เมื่อ	T	=	เวลาที่ใช้ในการตอบสนองการขอใช้เพิ่มข้อมูล
	W_{rt}	=	เวลาที่เครื่องบริการเว็บใช้ในการตอบสนองการขอใช้เพิ่มข้อมูล
	D_{rt}	=	เวลาที่เครื่องดาตาโหนดใช้ในการตอบสนองการขอใช้เพิ่มข้อมูล
	N_{rt}	=	เวลาที่เครื่องเนมโหนดใช้ในการตอบสนองการขอใช้เพิ่มข้อมูล
	N	=	จำนวนเครื่องดาตาโหนดในระบบ
	C	=	จำนวนการขอใช้เพิ่มข้อมูลในเวลาเดียวกัน
	F_s	=	ขนาดของเพิ่มข้อมูลที่ขอใช้

4.4.2.2 ผลการทดสอบการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น โดยทำการทดสอบจำลองการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบในเวลาเดียวกันตั้งแต่ 1 ถึง 500 ครั้ง และตรวจสอบระยะเวลาที่ระบบสามารถตอบสนองเพื่อให้บริการ ซึ่งทำการทดสอบกับเพิ่มข้อมูล 4 ขนาดคือ 10 Kbyte, 1 MByte, 5 MByte และ 10 MByte และทำการทดสอบปรับเพิ่มจำนวนเครื่องที่ใช้ในการกระจายการจัดเก็บข้อมูลบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้นตั้งแต่ 1 ถึง 4 เครื่อง โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 4-21

ตารางที่ 4-21 เวลาในการตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 Kbyte เข้าสู่ระบบ

จำนวนการนำ ข้อมูลเข้า จำนวน เครื่อง	เวลาในการตอบสนองการขอใช้บริการ (mSec)										
	1	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	863	3453	4213	4625	5252	5785	6325	6423	6516	6782	7686
2	713	3124	4023	4635	4923	5523	6100	6253	6385	6578	7432
3	679	2764	3925	4567	4723	5236	5534	6083	6201	6320	7221
4	646	2473	3813	4422	4591	4923	5230	5948	6120	6159	6980

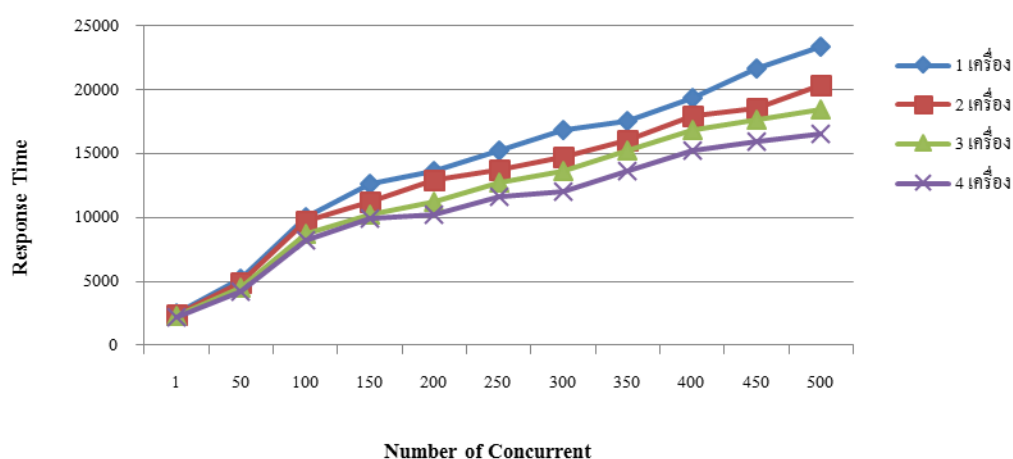


ภาพที่ 4-17 เวลาตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 Kbyte เข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 4-21 และภาพที่ 4-17 แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 KByte เข้าสู่ระบบซึ่งพบว่าเวลาที่ใช้ในการดำเนินการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีจำนวนเหตุการณ์ที่ดำเนินการพร้อมกันเพิ่มมากขึ้น แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของระยะเวลาในการดำเนินการในกรณีที่มีจำนวนเครื่องให้บริการแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องจากเพิ่มข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบมีขนาดเพียง 10 KByte เท่านั้น

ตารางที่ 4-22 เวลาในการตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 1 MByte เข้าสู่ระบบ

จำนวนการนำ ข้อมูลเข้า จำนวน เครื่อง	เวลาในการตอบสนองการขอใช้บริการ (mSec)										
	1	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	2523	5164	10023	12643	13634	15236	16865	17567	19323	21642	23309
2	2423	4899	9684	11234	12902	13685	14764	15999	17948	18563	20312
3	2353	4523	8750	10234	11234	12713	13623	15230	16875	17662	18465
4	2231	4230	8228	9895	10234	11643	12023	13645	15230	15902	16523

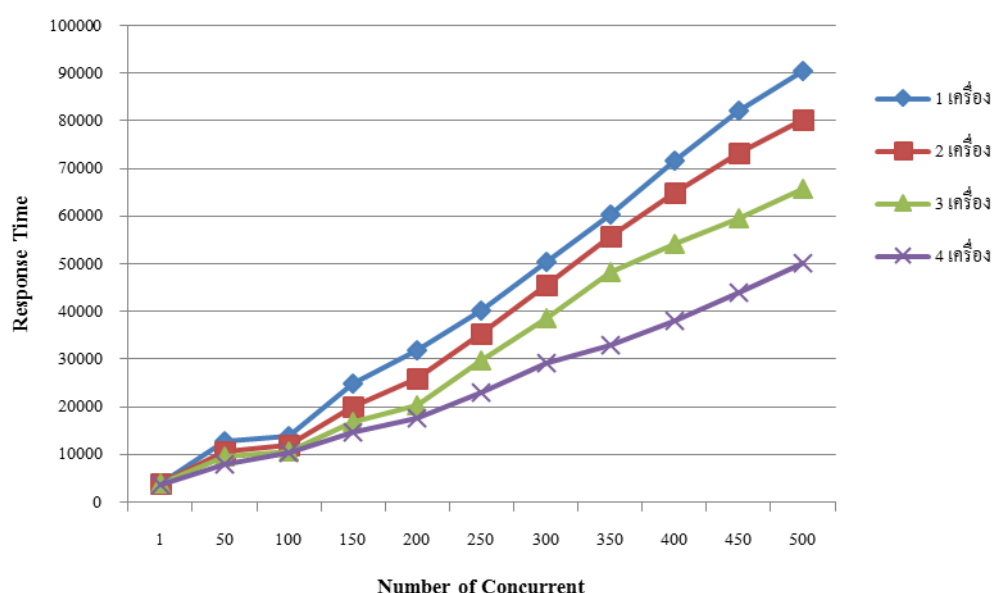


ภาพที่ 4-18 เวลาตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 1 MByte เข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 4-22 และภาพที่ 4-18 แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 1 MByte เข้าสู่ระบบซึ่งพบว่าเวลาที่ใช้ในการดำเนินการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีจำนวนเหตุการณ์ที่ดำเนินการพร้อมกันเพิ่มมากขึ้น แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงความแตกต่างของระยะเวลาในการดำเนินการ ในกรณีที่จำนวนเครื่องให้บริการมากเวลาที่ใช้ในการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบจะเร็วกว่ากรณีที่จำนวนเครื่องให้บริการน้อย โดยเมื่อมีจำนวนการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบพร้อมกันมากกว่า 100 เหตุการณ์เป็นต้นไป ความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการเมื่อจำนวนเครื่องให้บริการมีจำนวนที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อเวลาในการดำเนินการอย่างชัดเจน

ตารางที่ 4-23 เวลาในการตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte เข้าสู่ระบบ

จำนวนการนำ ข้อมูลเข้า จำนวน เครื่อง	เวลาในการตอบสนองการขอใช้บริการ (mSec)										
	1	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	4023	12694	13801	24987	31936	40234	50525	60321	71537	82125	90342
2	3902	10758	11988	20124	25945	35312	45632	55732	64935	73130	80251
3	3821	9589	10571	16723	20364	29674	38634	48248	54040	59575	65832
4	3712	7823	10483	14633	17491	22902	29110	33060	38000	44000	50124

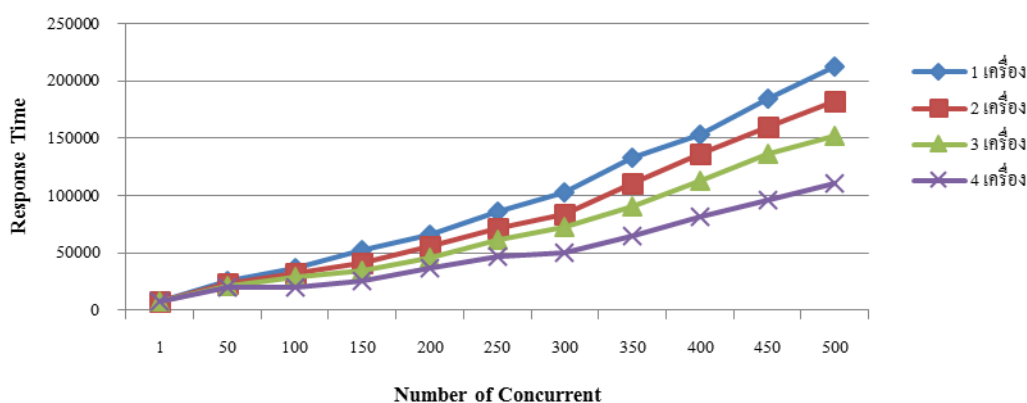


ภาพที่ 4-19 เวลาตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte เข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 4-23 และภาพที่ 4-19 แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 5 MByte เข้าสู่ระบบ โดยพบว่าเมื่อจำนวนการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบในเวลาเดียวกันเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เวลาในการดำเนินการใช้เวลาเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการพบว่าเวลาในการนำข้อมูลเข้าสู่ระบบใช้เวลาลดลง โดยพบว่าในช่วงจำนวนนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบในเวลาเดียวกันที่มากกว่า 150 เหตุการณ์จะพบความแตกต่างของระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการเพิ่มมากขึ้น โดยการเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการส่งผลให้ได้เวลาที่ใช้ในการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบเร็วขึ้นกว่าระบบที่มีจำนวนเครื่องให้บริการน้อย

ตารางที่ 4-24 เวลาในการตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 MByte เข้าสู่ระบบ

จำนวนการนำ ข้อมูลเข้า จำนวน เครื่อง	เวลาในการตอบสนองการขอใช้บริการ (mSec)										
	1	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
1	8025	25132	36234	51837	65225	86256	102524	133260	153267	184780	212031
2	7923	23121	32055	40973	55231	71265	83124	110241	135856	160256	182312
3	7712	21256	29124	34124	45945	61200	72302	90214	112647	136543	152362
4	7521	19748	20215	25643	37127	46432	50251	64240	81252	96423	110321



ภาพที่ 4-20 เวลาตอบสนองต่อการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 MByte เข้าสู่ระบบ

ตารางที่ 4-24 และภาพที่ 4-20 แสดงถึงเวลาที่ใช้ในการนำเพิ่มข้อมูลขนาด 10 MByte เข้าสู่ระบบ ซึ่งพบว่าเมื่อจำนวนการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบในเวลาเดียวกันเพิ่มมากขึ้นเวลาที่ใช้ในการดำเนินการจะเพิ่มมากขึ้นตาม และเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการพบว่าเวลาในการดำเนินการจะลดลง โดยพบว่าในช่วงจำนวนการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบในเวลาเดียวกันที่มากกว่า 50 เหตุการณ์จะพบความแตกต่างของระยะเวลาที่ในการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบเพิ่มมากขึ้น และเมื่อเพิ่มจำนวนเครื่องให้บริการส่งผลให้ใช้เวลาที่ใช้ในการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบจะเร็วขึ้นกว่าระบบที่มีจำนวนเครื่องให้บริการน้อย

ผลการทดสอบการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้นสามารถสรุปได้ดังสมการ (4-2)

$$T = Wrt + \left[\frac{3(Drt + Nrt)}{N} \right] \cdot Fs \quad (4-2)$$

- เมื่อ T = เวลาที่ใช้ในการตอบสนองการขอใช้เพิ่มข้อมูล
 Wrt = เวลาที่เครื่องบริการเว็บใช้ในการตอบสนองการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ
 Drt = เวลาที่เครื่องดาตาโหนดใช้ในการตอบสนองการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ
 Nrt = เวลาที่เครื่องเนมโหนดใช้ในการตอบสนองการนำเพิ่มข้อมูลเข้าสู่ระบบ
 N = จำนวนเครื่องดาตาโหนดในระบบ
 F_s = ขนาดของเพิ่มข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบ

4.4.2.3 ผลการทดสอบความคงทนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น

ทำการจำลองสภาพแวดล้อมในการทำงานเพื่อทดสอบความคงทนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้น โดยทำการจัดเตรียมเครื่องดาตาโหนดจำนวน 4 เครื่อง โดยมีการกำหนดหมายเลขไอพีเป็น 192.168.277.157/24 192.168.277.158/24 192.168.277.159/24 และ 192.168.277.160/24 ตามลำดับ

เมื่อเครื่องผู้ขอใช้บริการทำการร้องขอใช้บริการระบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) เมื่อเครื่องดาตาโหนด 4 เครื่องอยู่ในสถานะพร้อมให้บริการ ทั้งนี้พบว่าเครื่องผู้ขอใช้บริการสามารถทำการร้องขอใช้บริการได้ตามปกติ จากนั้นทำการทดสอบความคงทนของระบบโดยทำการลดเครื่องดาตาโหนดออกจากระบบครั้งละ 1 เครื่องตามลำดับ หมายเลขไอพี

เมื่อทดลองปิดเครื่องดาตาโหนดบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบทีละ 1 เครื่อง ซึ่งพบว่าการร้องขอใช้บริการระบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ (Web Browser) ของเครื่องผู้ขอใช้บริการทำการยังสามารถทำงานได้ตามปกติ ทั้งนี้จากการทดสอบพบว่าในกรณีที่เครื่องดาตาโหนดที่ให้บริการมีจำนวนที่อยู่ในสภาพพร้อมให้บริการมากกว่า 3 เครื่อง ระบบยังคงสามารถทำงานได้แต่หากเครื่องให้บริการที่อยู่ในสภาพพร้อมให้บริการมีจำนวนเหลืออยู่น้อยกว่า 3 เครื่องระบบจะไม่สามารถทำงาน

ผลการทดสอบความคงทนของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้นสามารถสรุปได้ดังสมการ (4-3)

$$FT = \begin{cases} 0; N < 3 \\ 1; N \geq 3 \end{cases} \quad (4-3)$$

- เมื่อ FT = ค่าความคงทนของระบบ
 0 = ระบบไม่สามารถให้บริการได้
 1 = ระบบสามารถให้บริการได้
 N = จำนวนเครื่องดาตาโหนด

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1. ศึกษาหารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ 2. เพื่อพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ 3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ 4. เพื่อศึกษาผลการใช้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ โดยจากการวิจัยมีข้อสรุปและข้อค้นพบที่ได้จากงานวิจัยตามลำดับดังนี้

5.1 สรุป

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ โดยสามารถสรุปผลการวิจัยตามลำดับวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ดังนี้

5.1.1 การศึกษารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

การศึกษารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบประกอบด้วย การศึกษาเอกสาร การพัฒนารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ และการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบที่พัฒนาขึ้น

รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนจัดการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ส่วนเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ และส่วนผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบแบ่งเป็น 5 ด้านคือ ด้านองค์ประกอบของรูปแบบ ด้านหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้อง ด้านโครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ด้านส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ และด้านขั้นตอนและกิจกรรมการทำงาน ผลการประเมินพบว่ารูปแบบ

การประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้าน โดยเมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 ลำดับแรกที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดคือ ด้านขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ($\bar{X} = 4.72$, S.D. = 0.39) รองลงมาคือ ด้านโครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ($\bar{X} = 4.69$, S.D. = 0.35) และด้านส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ($\bar{X} = 4.68$, S.D. = 0.33) ตามลำดับ โดยลำดับสุดท้ายคือด้านองค์ประกอบของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.44)

5.1.2 การพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบแบ่งการพัฒนาเป็น 3 ส่วน คือ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ และโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้น

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ 6 กลุ่มที่ทำงานร่วมกันเพื่อให้มีความสามารถตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยประกอบด้วย เครื่องผู้ขอใช้บริการ เครื่องบริการแปลชื่อ โดเมนเป็นหมายเลขไอพี เครื่องบริการเว็บแบบกลุ่มเมฆ เครื่องเนม โหนด เครื่องดาตา โหนด และเครื่องบริการฐานข้อมูล

ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้นจึงประกอบด้วย 4 ส่วนคือ ส่วนเชื่อมต่อผู้ใช้งาน ส่วนการเชื่อมต่อฐานข้อมูล ส่วนชุดคำสั่งสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ และส่วนบริการเว็บสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล

โครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับให้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆโดยทุกเครื่องติดตั้งระบบปฏิบัติการ เซนต์โอเอส โพรแกรมมายเอสคิวแอลสำหรับบริหารจัดการฐานข้อมูล โพรแกรมอาปาเช่เว็บ-เซิร์ฟเวอร์สำหรับการให้บริการเว็บ ระบบเว็บเซอร์วิสที่ใช้โพรโทคอลเอสไอเอพีในการแลกเปลี่ยนข้อมูล ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์แบบอีเทอร์เน็ตที่รองรับการทำงานความเร็วแบบ 10/100/1000 Mbps และโพรโทคอลทีซีพี/ไอพี สำหรับเป็นมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูล

5.1.3 การทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพในระดับมากที่สุดทุกด้าน เมื่อทำการพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 3 ลำดับแรกคือ ด้านประสิทธิภาพการทำงาน โดยรวมของธนาคารข้อสอบ ($\bar{X} = 4.70$, S.D. = 0.36) รองลงมาคือด้านการทำงานแยกตามโมดูลการทำงาน ($\bar{X} = 4.65$, S.D. = 0.21) และการทำงานตามคุณลักษณะของ

ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กด้านระบบการทำงานแบบเฟรมเวิร์ก ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.25) โดยลำดับสุดท้ายคือด้านภาพรวมของความสามารถในการใช้งานธนาคารข้อสอบ ($\bar{X} = 4.4$, S.D. = 0.19)

5.1.4 การศึกษาผลการใช้ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้นแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านธนาคารสอบและด้านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

ด้านธนาคารข้อสอบพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในการคัดกรองข้อสอบเพื่อให้ได้ข้อสอบมาตรฐาน ที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องที่มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปในการคัดเลือกข้อสอบเก็บเข้าฐานข้อมูลของธนาคารข้อสอบ ประเมินคุณภาพข้อสอบด้วยการวิเคราะห์ค่าความยากง่ายโดยค่าความยากง่ายต้องอยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 ค่าอำนาจจำแนกต้องมีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไปและวิเคราะห์ความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบโดยการหาความคงที่ภายในสำหรับการหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ ริชาร์ด (KR-20)

ด้านระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆพบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถในด้านความพร้อมใช้งานตลอดเวลา สามารถปรับเปลี่ยนและแบ่งปันใช้ทรัพยากรร่วมกันได้ตามความต้องการ สามารถตรวจวัดปริมาณการใช้งานและสามารถเข้าใช้งานได้หลายช่องทางผ่านทางระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

5.2 อภิปรายผล

รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบมีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้งานในหน่วยงาน เนื่องจากสามารถทำให้เกิดมูลค่าเพิ่มจากทรัพยากรที่มีอยู่โดยทำให้เกิดการแบ่งปันและใช้ทรัพยากรที่มีร่วมกันรวมถึงสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานทรัพยากรในระบบได้ตามความต้องการใช้งานที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะ และพัลลภ (2556 : 996-1001) ที่ได้ทำการศึกษารูปแบบการให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษาโดยระบบธนาคารข้อสอบเป็นหนึ่งในระบบที่เหมาะสมในการพัฒนาให้สามารถทำงานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ รวมถึง Guang and Guisheng (2011 : 526-529) ได้ทำการวิจัยการนำระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆมาประยุกต์เพื่อเพิ่มความสามารถในการจัดการศึกษา ซึ่งพบว่าสถาบันการศึกษาจำนวนมากมีแนวโน้มในการนำการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเข้ามาประยุกต์ใช้ในหน่วยงานเพื่อให้สามารถนำทรัพยากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่มีอยู่มาแบ่งปันใช้งานร่วมกัน ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีแบบอื่นที่เคยใช้

ผ่านมาในอดีต เช่น ระบบประมวลผลแบบกริด ระบบประมวลผลแบบขนาน หรือการประมวลผลเชิงกระจาย ล้วนแต่มีข้อจำกัดในการดำเนินการทั้งสิ้น

การพัฒนาาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ดำเนินการตามหลักวงจรการพัฒนาซอฟต์แวร์ที่มีการกำหนดขั้นตอนและกิจกรรมที่มีรายละเอียดชัดเจน โดยเริ่มจากการวิเคราะห์สักระยะหนึ่งเพื่อให้ได้กรอบแนวคิดของรูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ จากนั้นทำการพัฒนารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ แล้วจึงดำเนินการพัฒนาระบบสารสนเทศในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำไปใช้งาน การดำเนินการตามขั้นตอนดังกล่าวเพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบความถูกต้องและความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบขึ้นใช้งานจริง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chitra (2005) ที่ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและการใช้งานเอกสารออนไลน์สำหรับการบริหารหลักสูตรระบบสารสนเทศ และงานวิจัยของ Indriasari (2006) ที่ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์และออกแบบระบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บสำหรับสถาบันเทคโนโลยีแห่งอินโดนีเซีย ซึ่งงานทั้งสองพบว่าหากมีการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลก่อนแล้วจึงนำข้อมูลที่มีความถูกต้องเชื่อถือได้มาทำการวิเคราะห์และวางแผนในการพัฒนาระบบสารสนเทศ จะส่งผลไปสู่การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่มีประสิทธิภาพและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานซึ่งทำให้เกิดการยอมรับและใช้งานระบบสารสนเทศที่พัฒนาขึ้น

ส่วนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆได้ทำการพัฒนาให้มีคุณลักษณะในการให้บริการที่สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ สามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ สามารถใช้ทรัพยากรในระบบร่วมกันมีความยืดหยุ่นสามารถปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้ตามความต้องการและสามารถวัดปริมาณการใช้งาน ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดคุณลักษณะการให้บริการบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆของสถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (Mell and Grance, 2011) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Yan (2011 : 1013-1018) ที่นำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาห้องปฏิบัติการระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์เสมือนบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ และงานวิจัยของ Qayyum (2011 : 474-479) ในการพัฒนาเฟรมเวิร์กห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยงานทั้งสองเป็นงานวิจัยและพัฒนาเพื่อแก้ปัญหาความไม่เพียงพอของทรัพยากรที่มีอยู่ของหน่วยงาน โดยทำการพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับห้องปฏิบัติการเสมือนเพื่อนำทรัพยากรที่มีในหน่วยงานมาแบ่งปันใช้งานร่วมกันซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาความไม่เพียงพอของทรัพยากรในหน่วยงานและช่วยเพิ่มช่องทางการเข้าถึงบทเรียนให้กับนักศึกษา

ซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบออกแบบตามหลักสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซีและในการพัฒนาซอฟต์แวร์อาศัยหลักการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุเป็นแนวทางในการพัฒนาส่วนประกอบซอฟต์แวร์ (Software Components) โดยเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบแยกส่วนตามหน้าที่การทำงานเพื่อให้ได้โครงร่างซอฟต์แวร์สำหรับนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปซึ่งการพัฒนาระบบโดยใช้โครงร่างซอฟต์แวร์เป็นการช่วยประหยัดเวลาในการพัฒนาระบบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tang, et al. (2011 : 329 – 334) ซึ่งได้ทำการวิจัยวงจรการพัฒนาแบบโปรแกรมประยุกต์เป็นศูนย์กลางบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ โดยงานวิจัยดังกล่าวพบว่าการพัฒนาซอฟต์แวร์บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆควรอยู่ในลักษณะของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ซึ่งต้องไม่ผูกติดกับฮาร์ดแวร์และควรมีการแยกส่วนของโปรแกรมตามหน้าที่การทำงานและการติดตั้งเพื่อให้ง่ายต่อการปรับเปลี่ยนที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต

โครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับการทำงานของระบบที่พัฒนาขึ้นออกแบบให้มีสภาพความพร้อมใช้งานตลอดเวลาโดยอาศัยแนวคิดของการกระจายเพิ่มข้อมูลแบบฮาร์ดดิสก์ ซึ่งทำให้ระบบสามารถให้บริการได้ตลอดไม่ว่าจะเกิดปัญหาการล้มเหลวในการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์หรือปัญหาความหนาแน่นในการใช้งานระบบเครือข่าย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Schmidt (2010) ที่วิจัยเกี่ยวกับการออกแบบระบบที่มีสภาพความพร้อมใช้งานสูงเพื่อป้องกันปัญหาและผลกระทบอันเกิดจากภัยธรรมชาติ โดยงานวิจัยพบว่าสภาพความพร้อมใช้งานตลอดเวลาเป็นโครงสร้างพื้นฐานของการออกแบบระบบที่มีความสำคัญเนื่องจากผู้ใช้ต้องการระบบที่สามารถตอบสนองความต้องการใช้งานได้ตลอดเวลาทันทีที่ต้องการใช้บริการ และงานวิจัยของ Liu, Xu and Yuan (2013 : 2816-2822) ที่วิจัยการพัฒนาอัลกอริทึมระบบสมดุลภาระงานบนฮาร์ดดิสก์ ซึ่งพบว่ากลไกการทำงานของฮาร์ดดิสก์ช่วยให้สามารถป้องกันความผิดพลาดของระบบที่อาจเกิดขึ้นเมื่อคอมพิวเตอร์ที่จัดเก็บข้อมูลเครื่องใดเครื่องหนึ่งไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบมีประสิทธิภาพในการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค เนื่องจากมีการจัดตำแหน่งและโครงสร้างไดเรกทอรีในการติดตั้งซอฟต์แวร์ตามหลักสถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี และทำการพัฒนาซอฟต์แวร์ในรูปของส่วนประกอบซอฟต์แวร์ซึ่งเป็นการแยกส่วนการทำงานตามหน้าที่ การพัฒนาซอฟต์แวร์ลักษณะนี้ช่วยให้นักพัฒนาซอฟต์แวร์สามารถนำชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นกลับมาใช้ใหม่ได้ซึ่งช่วยประหยัดเวลาในการพัฒนาโปรแกรมและทำให้การบำรุงรักษาโปรแกรมทำได้ง่าย ซึ่งการทำงานได้ตามคุณลักษณะนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ กิรพัฒน์ (2545) ที่ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาส่วนประกอบซอฟต์แวร์ของรูปแบบการออกแบบด้วยจาวาบิน และนิเวศน์ (2541) ทำการวิจัยโครงร่างและแบบอย่างการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ ซึ่งพบว่าส่วนประกอบ

ซอฟต์แวร์ช่วยให้สามารถนำชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นกลับมาใช้ได้ใหม่และการใช้เฟรมเวิร์กช่วยให้ใช้เวลาในการออกแบบและสร้างชุดคำสั่งโดยรวมน้อยกว่าการไม่ใช้เฟรมเวิร์กเนื่องจากการใช้เฟรมเวิร์กคือการนำกลับมาใช้ใหม่แบบหนึ่งย่อมทำให้การพัฒนาเร็วขึ้นไม่จำเป็นต้องทำการออกแบบและเขียนชุดคำสั่งที่เฟรมเวิร์กจัดเตรียมให้รวมถึงการบำรุงรักษาทำได้ง่ายกว่าไม่ใช้เฟรมเวิร์ก

ในด้านการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบพบว่าระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบมีประสิทธิภาพในการทำงานเนื่องจากทำให้เกิดการเก็บรวบรวมข้อสอบที่ผ่านการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบมาแล้วอย่างเป็นระบบและช่วยให้เกิดความร่วมมือในการพัฒนาข้อสอบที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กิตติมา (2550 : 5-12) ที่ทำการวิจัยการพัฒนากระบวนการวิเคราะห์และการสร้างคลังข้อสอบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับมหาวิทยาลัยเอกชน พัชรี (2554 : 728-735) ได้ทำการวิจัยการพัฒนาโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประเมินผลการศึกษาและสุรินทร์ทิพ (2555 : 74-84) ศักดิ์ภูวดล ทำการวิจัยระบบการทำข้อสอบออนไลน์ กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยพะเยา ซึ่งทั้งหมดพบว่าระบบธนาคารข้อสอบช่วยในจัดสร้างชุดข้อสอบได้หลายรูปแบบ มีความรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำในการตรวจข้อสอบ และช่วยวิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบเพื่อนำไปสู่การพัฒนาข้อสอบที่มีมาตรฐาน

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบเป็นบริการในระดับแพลตฟอร์มและระดับซอฟต์แวร์เนื่องจากการพัฒนาชุดคำสั่งที่สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรมโดยนักพัฒนาโปรแกรมสามารถนำชุดคำสั่งที่เตรียมไว้ให้ไปใช้เขียนโปรแกรมเพื่อพัฒนาระบบเพิ่มเติมโดยไม่จำเป็นต้องทำการเริ่มต้นเขียนโปรแกรมขึ้นมาใหม่ทั้งหมด ในขณะที่หากไม่นำชุดคำสั่งที่จัดเตรียมไว้ไปใช้ในการพัฒนาระบบผู้ใช้สามารถใช้ระบบธนาคารข้อสอบในรูปแบบโปรแกรมประยุกต์บนเว็บที่พร้อมใช้งานโดยทำงานผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งการบริการในรูปแบบดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Celesti, et al. (2011 : 607-611) ที่วิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการให้บริการของผู้ให้บริการระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆผ่านระบบโครงสร้างพื้นฐานเสมือน ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวพบว่ารูปแบบการให้บริการของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่มีผู้ให้บริการในปัจจุบันแบ่งเป็นการให้บริการระดับซอฟต์แวร์ บริการระดับแพลตฟอร์ม และบริการระบบโครงสร้างพื้นฐาน โดยการให้บริการขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของผู้ใช้โดยสามารถเลือกรูปแบบการให้บริการได้ตามต้องการ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบสามารถคัดกรองข้อสอบเพื่อให้ได้ข้อสอบมาตรฐาน โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้องในการประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกในการประเมินคุณภาพข้อสอบ และ

ประเมินความเชื่อมั่นของชุดข้อสอบจากค่าความคงที่ภายใน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ประดิษฐ์ ทรเทพ ที่วิจัยการพัฒนาระบบคลังข้อสอบออนไลน์ด้วยเทคนิคในการวิเคราะห์ตาม แนวคิดอิงเกณฑ์สำหรับมหาวิทยาลัยพาร์อีสเตอร์น ซึ่งการวิเคราะห์ข้อสอบในงานวิจัยดังกล่าวได้ ใช้ค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกในการวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ (ประดิษฐ์, 2554) การสร้างชุดข้อสอบระบบทำการสุ่มข้อสอบตามที่คุณสร้างชุดข้อสอบกำหนดแต่ทำการสลับลำดับ ของข้อสอบสำหรับผู้เข้าสอบแต่ละคนเพื่อให้การสอบแต่ละครั้งได้ข้อสอบที่แตกต่างกันซึ่ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Tang and Zhan (2010 : 80-82) ที่ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับการสร้างธนาคาร ข้อสอบโดยใช้ซีเอสโมเดล ซึ่งทำการเปรียบเทียบอัลกอริทึม 3 แบบได้แก่ การเลือกแบบสุ่มเป็น วิธีการย้อนรอย และวิธีการแบบเจเนติก พบว่าวิธีการเลือกแบบการสุ่มวิธีการที่สร้างชุดข้อสอบได้ เหมาะสมที่สุดและประหยัดเวลาในการดำเนินการที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากข้อสรุปที่ได้จากผลการวิจัยระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์ค ธนาคารข้อสอบ สามารถพิจารณาข้อเสนอแนะได้ 2 ประการคือ

5.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

5.3.1.1 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายจากการวิจัย

รูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุดทุกด้านซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้บริหารควรให้การสนับสนุนสำหรับการ พัฒนารูปแบบการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆเพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานกับระบบสารสนเทศอื่น ๆ ในหน่วยงาน เนื่องจากช่วยทำให้เกิดการแบ่งปันและใช้ทรัพยากรสารสนเทศที่มีอยู่ให้คุ้มค่าต่อการ ลงทุน

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ มีประสิทธิภาพใน การทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบในด้านประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของ ธนาคารข้อสอบในระดับมากที่สุด ดังนั้นผู้บริหารควรส่งเสริมให้เกิดการนำระบบธนาคารข้อสอบ เข้ามาใช้เพื่อช่วยทำให้เกิดการทำงานร่วมกันในการบริหารจัดการข้อสอบและการจัดการสอบได้อย่าง มีประสิทธิภาพ

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ มีประสิทธิภาพใน การทำงานแยกตามโมดูลการทำงานและการทำงานตามคุณลักษณะด้านการทำงานแบบเฟรมเวิร์ค ในระดับมากที่สุด ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงการพัฒนาซอฟต์แวร์ภายในหน่วยงานควรดำเนินการ

พัฒนาในรูปแบบซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์คเนื่องจากช่วยให้สามารถนำสิ่งที่พัฒนาขึ้นแล้วไปปรับปรุงขยายการใช้งานต่อไปได้โดยไม่ต้องทำการเขียนโปรแกรมขึ้นใหม่ตั้งแต่ต้นทุกครั้ง

5.3.1.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการปรับปรุงงานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ระบบธนาคารข้อสอบที่พัฒนาขึ้นรองรับการออกข้อสอบแบบเลือกตอบเท่านั้นทำให้มีข้อจำกัดในเรื่องของความหลากหลายของรูปแบบข้อสอบซึ่งสามารถพัฒนาเพิ่มให้สามารถรองรับข้อสอบในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น ข้อสอบแบบจับคู่ ข้อสอบแบบเติมคำ ข้อสอบแบบเลือกตอบที่มีคำตอบถูกมากกว่า 1 ตัวเลือก หรือข้อสอบแบบเลือกตอบที่แต่ละข้อมีคะแนนไม่เท่ากัน เป็นต้น

การปรับปรุงข้อมูลที่กระจายจัดเก็บในเครื่องดาตาโหนดบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆที่พัฒนาขึ้นจำเป็นต้องมีการป้องกันไม่ให้เกิดการปรับปรุงข้อมูลชุดเดียวกันจากผู้ใช้หลายคนพร้อมกันเนื่องจากทำให้เกิดการเขียนข้อมูลทับซ้อนกันได้ ดังนั้นเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าวควรมีการกำหนดสิทธิของผู้ใช้ในการปรับปรุงข้อมูล

การปรับปรุงข้อมูลในฐานข้อมูลระบบต้องทำการตรวจสอบบันทึกเอสคิวแอลล็อก (SQL Log) ทุกครั้งเพื่อให้ฐานข้อมูลมีความเป็นปัจจุบันซึ่งการทำงานดังกล่าวส่งผลกระทบต่อความเร็วในการทำงานของระบบ จึงควรหาวิธีที่สามารถทำให้ข้อมูลในฐานข้อมูลมีความเป็นปัจจุบันโดยไม่มีอาศัยการตรวจสอบบันทึกเอสคิวแอล

การเรียกใช้งานเพิ่มข้อมูลทุกครั้งต้องมีการสร้างการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องบริการเว็บและเครื่องเนมโหนดจึงสามารถเข้าถึงข้อมูลที่เก็บอยู่ในเครื่องดาตาโหนดได้ การสร้างการเชื่อมต่อทุกครั้งเช่นนี้ส่งผลกระทบต่อความเร็วในการทำงานของระบบ ดังนั้นอาจมีการสร้างบัฟเฟอร์ (Buffer) สำรองข้อมูลที่เคยมีการเรียกใช้แล้วเพื่อลดเวลาในการเรียกใช้เพิ่มข้อมูล

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางการวิจัยในครั้งต่อไป ได้แก่

5.3.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพข้อสอบโดยอาศัยวิธีการวัดแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) มีข้อจำกัดภายใต้บริบทของทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม การพัฒนาระบบในอนาคตควรเพิ่มการวิเคราะห์และการจัดสอบผ่านระบบโดยใช้ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (Item Response Theory : IRT) ที่มีความเชื่อว่าค่าพารามิเตอร์ของข้อสอบจะไม่แปรเปลี่ยนไปตามกลุ่มตัวอย่าง เพื่อพัฒนาไปสู่ระบบที่สามารถทำการสร้างข้อสอบแบบปรับเหมาะกับความสามารถของผู้สอบ

5.3.2.2 รูปแบบของข้อคำถามและคำตอบยังเป็นแบบตัวอักษรและรูปภาพเท่านั้น จึงทำให้มีข้อจำกัดในการสร้างข้อสอบ ดังนั้นควรมีการปรับปรุงให้ระบบสามารถรองรับการสร้างข้อสอบที่อยู่ในรูปแบบภาพเคลื่อนไหวหรือมัลติมีเดีย

5.3.2.3 ระบบที่พัฒนาขึ้นอาศัยภาษาพีเอชพีในการเขียนโปรแกรมซึ่งภาษาพีเอชพีมีข้อจำกัดในด้านการประสานการทำงาน (Synchronize) ซึ่งส่งผลกระทบต่อเวลาในการทำงานเมื่อต้อง

ปรับปรุงข้อมูลที่จัดเก็บกระจายบนเครื่องคอมพิวเตอร์หลายเครื่อง ดังนั้นหากต้องการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานควรเปลี่ยนภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโดยเลือกภาษาที่มีความสามารถในการประสานการทำงาน

5.3.2.4 เนื่องจากระบบธนาคารข้อสอบเป็นการจัดเก็บข้อสอบมาตรฐานในฐานข้อมูล โดยเป็นการสะสมจำนวนข้อสอบให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นและเนื่องจากระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ไม่เหมาะกับข้อมูลที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้นจึงควรปรับปรุงระบบฐานข้อมูลที่ใช้ในการจัดเก็บข้อสอบเป็นแบบ โนเอสคิวแอล (NoSQL) ซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลสำหรับจัดการข้อมูลที่มีขนาดใหญ่หรือมีปริมาณมากและมีการจัดเก็บแบบกระจายหลากหลายรูปแบบ

5.3.2.5 การจัดเก็บข้อสอบในระบบที่พัฒนาขึ้นยังขาดระบบการรักษาปลอดภัยของข้อมูล ดังนั้นจึงควรพัฒนาการรักษาปลอดภัยของข้อสอบที่ทำการจัดเก็บในระบบโดยควรทำการเข้ารหัส (Encryption) ข้อสอบก่อนทำการจัดเก็บในฐานข้อมูล

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- กนก จันทร์ขจร. (2534). คู่มือการจัดทำคลังข้อสอบ การวิเคราะห์ข้อสอบ การวิเคราะห์ผลการสอบ. กรุงเทพฯ : พีเอ็น การพิมพ์.
- กิตติมา เจริญหิรัญ. (2550). “การพัฒนากระบวนการวิเคราะห์และการสร้างคลังข้อสอบผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับมหาวิทยาลัยเอกชน.” วารสารศรีปทุมปริทัศน์. ปีที่ 7 ฉบับที่ 2 : 5-12.
- กิริพัฒน์ วิเชียรกิจ. (2545). การออกแบบและพัฒนาส่วนประกอบซอฟต์แวร์ของรูปแบบการออกแบบด้วยจาวาปีน. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิเวศน์ จรัสดำรงค์. (2541). โครงสร้างและแบบอย่างการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บรรจง ทรัพย์สิน และญาณวรรณ สีนุกัญญา. (2542). “แนะนำ UML เบื้องต้น.” NECTEC Technical Journal. ปีที่ 1 ฉบับที่ 5 : 184-198.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545) การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- _____. (2533). “ธนาคารข้อสอบ.” วารสารการวัดผลการศึกษามศว.มหาสารคาม. ปีที่ 1 ฉบับที่ 1 : 44-48.
- ประดิษฐ์ ทรเทพ. (2554). การพัฒนาระบบคลังข้อสอบออนไลน์ด้วยเทคนิคในการวิเคราะห์ตามแนวคิดอิงเกณฑ์สำหรับมหาวิทยาลัยฟาร์อีสเทิร์น. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ปิยะ ถิรพันธุ์เมธีและพัลลภ พิริยะสุวรรณค์. (2556). “รูปแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับสถาบันการศึกษา.” ใน การประชุมทางวิชาการระดับชาติด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ, 996-1001.
- พัชรี ย่ำเที่ยง. (2554). “การพัฒนาโปรแกรมคลังข้อสอบและระบบวิเคราะห์ข้อสอบอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประเมินผลการศึกษา.” ใน การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ. กรุงเทพฯ, 728-735.

- มนต์ชัย เทียนทอง. (2544). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- สุพัฒน์ สุกมลสันต์. (2539). ธนาคารข้อทดสอบและการทดสอบปรับเปลี่ยนด้วยคอมพิวเตอร์. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์ อ้างถึง นุชจรี ปัดจ๊ะ. (2551). การพัฒนาระบบคลังข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ โรงเรียนลำปางพณิชยการและเทคโนโลยี. การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- สุภางค์ จันทวานิช. (2549). วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุรินทร์ทิพ ศักดิ์ภูวดล. (2555) “ระบบการทำข้อสอบออนไลน์ : กรณีศึกษามหาวิทยาลัยพะเยา.” วารสารนเรศวรพะเยา. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 : 74-84.
- ศรีสมรค์ อินทจันทร์ยัง. (2553). “การประมวลผลในกลุ่มเมฆ.” วารสารบริหารธุรกิจ. ปีที่ 33 ฉบับที่ 128 : 14-21.
- อุทัย บุญประเสริฐ. (2535). การจัดทำคลังข้อทดสอบ (แนวความคิดสำหรับผู้บริหารสถานศึกษาและผู้รับผิดชอบงานคลังข้อสอบของสถานศึกษา). กรุงเทพฯ : ศรีมงคลการพิมพ์.

ภาษาอังกฤษ

- Bosworth, A. (2001). “Developing Web Services.” In 17th International Conference on Data Engineering. Germany, 477-481.
- Buyya, R., Yeo, C.S. and Venugopal, S.. (2009). “Market-oriented cloud computing : Vision, hype, and reality of delivering IT services as computing utilities.” In The 10th IEE international conference on high performance computing and communications. China, 5-13.
- Celesti, A., Tusa, F., Villari, M., and Puliafito, A. (2011). “An Approach to Enable Cloud Service Providers to Arrange IaaS, PaaS, and SaaS Using External Virtualization Infrastructures”. In Services (SERVICES), 2011 IEEE World Congress. United States of America, 607–611.
- Cerami, Ethan. (2002). Web Services Essentials. United States of America : O'Reilly.
- Chambers J. (2014). Bootstrapping MVC: Using Bootstrap and the Mvc Framework to Build Web Applications : n.p.

- Chenyang Y. (2011). "Bulid A Laboratory Cloud for Computer Network Education." In The 6th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE 2011). Singaporen, 1013-1018.
- Chitra S. (2005). Design and Implement of an Online Document System – Case Study: ICARUS-Integrated Curriculum Information System. Switzerland : Swiss German University.
- Chung, Teh Fan. (1952). Note on Construction of an Item Analysis Table for the High-Low-27-Percent Group Method. (n.p) : ETS Research Bulletin.
- Deng Mengde and Liu Rui. (2010). "Research on Web-Based Test Item Bank System." In Management and Service Science (MASS) 2010 International Conference. China, 1–2.
- Gautam Shroff. (2010). Enterprise Cloud Computing Technology Architecture Application. United Kindom : Cambride University Press.
- Guang Li and Guisheng Chen. (2011). "A novel enhanced education application of Cloud computing." In Cloud Computing and Intelligence Systems (CCIS) 2011 IEEE International Conference. China, 526–529.
- Hua Pang, Shu Yang, Liying Bian. (2008). "A Web Services Based Online Training and Exam System." In 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. China, 1-4
- Indriasari, M. (2006). Analysis and Design of Information System as Web Based Academic Process at Indonesian Institute if Technology. Switzerland : Swiss German University.
- Laan, S. (2001). IT Infrastructure Architecture: Infrastructure building blocks and concepts. . Australia: Lulu.com.
- Liu, K., Xu, G. and Yuan, J. (2013). "An Improved Hadoop Data Load Balancing Algorithm". Journal of Networks, Vol.8 No.12 : 2816-2822.
- Mahmood, Z. and Saeed, S. (2013). Software Engineering Frameworks for the Cloud Computing Paradigm (2013 edition.). New York : Springer.
- Marcus E. and Stern, H. (2003). Blueprints for High Availability. 2nd ed. (n.p) : Wiley.
- McArthur, K. (2008). Pro PHP: Patterns, Frameworks, Testing and More. CA : APress.

- McGregor Carolyn and Schiefer Josef. (2004). A Framework for Analyzing and Measuring Business Performance with Web Services. Centre for Advanced Systems Engineering. University of Western Sydney.
- Mell, P. and Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. United state od America. National Institute of Standard and Technology.
- Minhas, U. et al. (2013). “RemusDB: transparent high availability for database systems.” VLDB Journal International Journal On Very Large Data Bases, Vol.22 No.1 : 29-45.
- Porebski, B, Przystalski, K. and Nowak L.. (2011). Building PHP Applications with Symfony, CakePHP, and Zend Framework. United States of America : Wrox.
- Qayyum J., et al. (2011). “Implementing and Managing framework for PaaS in Cloud Computing.” IJCSI International Journal of Computer Science. Vol.8 No.3 : 474-479.
- Schmidt, K. (2010). High Availability and Disaster Recovery: Concepts, Design, Implementation 1st ed. 2006 ed. [n.p.] : Springer.
- Shuai Zhang et al. (2011). “The comparison between cloud computing and grid computing.” In Computer Application and System Modeling (ICCASM) 2010 International Conference. China, 72-75.
- Smoot, S. R. (2012). Private cloud computing: consolidation, virtualization, and service-oriented infrastructure. Waltham, MA : Morgan Kaufmann.
- Sultan, Nabil. (2010). “Cloud computing for education: A new dawn?.” International Journal of Information Management. Vol.30 No.2 : 109-116.
- Tan, X. and Kim, Y. (2011) “Cloud Computing for Education: A Case of Using Google Docs in MBA Group Projects.” In Business Computing and Global Informatization (BCGIN) 2011 IEEE International Conference. China, 641–644.
- Tang Hengyao, and Zhan Xiaoyan. (2010) “Research on test paper making-up strategies of C/S model general item bank test system.” In Educational and Information Technology (ICEIT) 2010 International Conference. China, 80–82.
- Tang Kai et al.. (2011). “Application Centric Lifecycle Framework in Cloud.” In e-Business Engineering (ICEBE) 2011 8th IEEE International Conference. China, 329 - 334.
- Trucchia, F. (2010). Pro PHP refactoring with test driven design. New York : Apress.

- Valles, C. (2013). Zend Framework 2 Application Development. Birmingham : Packt Publishing.
- Wang Yuru, Li Xinfang and Zheng Xianchen. (2010) “Cloud computing and its application to construction of web-based learning environment.” In Computer Application and System Modeling (ICCASM) 2010 International Conference. China, 80-83.
- White, T. (2014). Hadoop: The Definitive Guide. 3rd Edition. Sebastopol, Calif. : O’Reilly Media, Inc.
- Yan, C. (2011). “Build a laboratory cloud for computer network education.” In Computer Science & Education (ICCSE) 2011 6th International Conference. Singapore, 1013–1018.
- Zhiyun Guo. (2010) “A Framework of Enterprise Cloud Application.” In Web Society (SWS) 2010 IEEE 2nd Symposium. China, 729-732.

ตารางที่ ก-1 รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ – สกุล	หน่วยงาน
1. รศ.ดร.ไพบุลย์ เกียรติโกมล	ประธาน โครงการร่วมบริหารหลักสูตร ศล.บ. สาขาวิชามีเดียอาตส์ และหลักสูตร วท.บ.สาขาวิชาเทคโนโลยีมีเดีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
2. รศ.ดร.อรุณี อินทรไพโรจน์	รองอธิการบดี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3. รศ.ดร.มนัส ประสงค์	หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ฯ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
4. ผศ.ดร.นิตยา สำเร็จผล	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
5. ผศ.ดร.สุรางคณา ธรรมลิขิต	ผู้อำนวยการสำนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
6. ผศ.ดร.ชัยวัฒน์ จงกุลสถิตชัย	ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์
7. ผศ.นิวัตร จารูวาระกุล	ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
8. ผศ.อนรรักษ์ นวพรไพศาล	สาขาวิชาสาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
9. ดร.ศศิพร อุยฉนวนิน	ภาควิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คอมพิวเตอร์ และการสื่อสาร สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
10. ดร.เชิงชาย สุวรรณภูมิ	สาขาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
11. ดร.จันทิมา เอกวงษ์	สาขาระบบสารสนเทศ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ
12. อ.เสกสรร สุวรรณฉวี	ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
13. นายเอกวิทย์ พิษณุวัฒน์	ผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายแผนรองรับการดำเนินธุรกิจต่อเนื่อง ธนาคาร ธนชาติ จำกัด (มหาชน)
14. นายปรัชญา ทองเดช	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานชำนาญการ สำนักผู้ฝึกและพัฒนาการฝึก กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม

ตารางที่ ก-1 (ต่อ)

ชื่อ – สกุล	หน่วยงาน
15. น.ส.อภิญา โกติรัมย์	ผู้จัดการโครงการ System Integration บริษัท Atos – IT Solution and Service
16. ดร.รัชชัย สารวงษ์	ผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
17. ผศ.ดร.พิลาพรรณ โพธิ์นรินทร์	สาขาระบบสารสนเทศทางคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
18. อ.นิติ วิทยาโรจน์	รองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
19. อ.สุริพร นวลนัม	รองผู้อำนวยการสำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
20. อ.สุเมธ ใจเย็น	รองคณบดีฝ่ายวิชาการ (อาจารย์ประจำสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ) คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
21. อ.ปรีชาพร มัชชิกะ	หัวหน้าสาขาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
22. อ.ศรีสุภา สรนนต์ศรี	สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
23. อ.ชนานทร อรรถยุกติ	สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
24. อ.ชาญวิทย์ มุสิกะ	สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

ภาคผนวก ข

แบบประเมินระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

แบบประเมินรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
Item Bank Framework as a Service on Cloud Computing System

ชื่องานวิจัย รูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผล
 แบบกลุ่มเมฆ
 Item Bank Framework Cloud Computing System

ผู้วิจัย นายปิยะ ธิรพันธุ์เมธี
 นักศึกษาปริญญาเอก
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.พัลลภ พิริยะสุวรรณค์
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย
 เพื่อพัฒนารูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

แบบประเมินรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
Item Bank Framework as a Service on Cloud Computing System

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ
 ตำแหน่ง
 สถานที่ทำงาน

คำชี้แจง

การพัฒนา รูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ เป็นการนำแนวคิดของ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ การพัฒนาซอฟต์แวร์ในรูปแบบเฟรมเวิร์ก และธนาคารข้อสอบ มาประยุกต์เข้าด้วยกัน โดยคาดหวังว่ารูปแบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้สามารถ นำไปสู่การพัฒนาบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่ทำงานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ได้จริง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบ รูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นว่ามีความสอดคล้องกับแนวคิดและวัตถุประสงค์ หรือไม่ รวมทั้งพิจารณาถึงความเหมาะสมของ รูปแบบเฟรมเวิร์กของธนาคารข้อสอบ ผู้เกี่ยวข้อง กับระบบเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ขึ้นตอนและกิจกรรมการนำระบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบไปใช้งาน และส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ทั้งนี้ท่านสามารถ พิจารณารูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ ตามเอกสารที่ ส่งมาพร้อมนี้

ตอนที่ 1 โปรดพิจารณาความเหมาะสมขององค์ประกอบของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์คธนาคาร

ข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. หลักการและแนวคิด ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ					
2. รูปแบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
3. ผู้เกี่ยวข้องกับระบบเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ					
4. การทำงานตามคุณลักษณะของระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ					
5. ขั้นตอนและกิจกรรมการนำบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบไปใช้งาน					
6. รูปแบบบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ สามารถนำไปใช้ได้จริง					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียดของรูปแบบ

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 โปรดพิจารณาความเหมาะสมของหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องกับระบบ
เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. อาจารย์หลักประจำวิชา (Supervisor)					
2. อาจารย์ประจำวิชา (Instructor)					
3. กรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor)					
4. นักศึกษา (Students)					
5. เจ้าหน้าที่ดูแลการทำงานของระบบ (System Administrator)					
6. นักพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ (Application Developer)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับรายละเอียดของหน้าที่และความรับผิดชอบของผู้เกี่ยวข้องกับระบบ
เฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 3 โปรดพิจารณาความเหมาะสมของโครงสร้างเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ชุดโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ (Item Bank Program Interface)					
1.1 การจัดการเกี่ยวกับข้อสอบ (Item Management)					
1.1.1 ส่วนจัดโครงสร้างรายวิชา (Structure Management)					
1.1.2 ส่วนจัดการข้อสอบ (Question Management)					
1.1.3 ส่วนจัดการชุดข้อสอบ (Paper Management)					
1.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ (Static Analysis)					
1.2.1 วิเคราะห์ผลการสอบนักศึกษา (Student Analysis)					
1.2.2 วิเคราะห์ข้อสอบ (Question Analysis)					
1.2.3 วิเคราะห์ชุดข้อสอบ (Paper Analysis)					
1.3 การจัดการสอบ (Examination Management)					
1.3.1 สร้างชุดข้อสอบ (Paper Creation)					
1.3.2 การข้อสอบ (Examination Setting)					
1.3.3 ติดตามและควบคุมการสอบ (Examination Monitoring)					
1.3.4 ประเมินการจัดสอบ (Examination Evaluating)					
1.4 การจัดการระบบ (System Management)					
1.4.1 ระบบจัดการบัญชีผู้ใช้ (User Account Management)					
1.4.2 ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management)					
1.4.3 ระบบความมั่นคง (System Security)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับโปรแกรมเชื่อมต่อผู้ใช้ระบบธนาคารข้อสอบ (Item Bank Program Interface)

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2. ส่วนบริการเว็บ (Web Service)					
2.1 บริการเกี่ยวกับการทำงานของส่วน Non-Function (System Service)					
2.2 บริการเกี่ยวกับการประเมินผลทางสถิติ (Statistic Service)					
2.3 บริการเกี่ยวกับการจัดการข้อสอบ (Item Service)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับส่วนบริการเว็บ (Web Service)

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 4 โปรดพิจารณาความเหมาะสมของส่วนจัดการทำงานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
- 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
- 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. การใช้ระบบ DNS เพื่อช่วยกระจายการทำงานและการใช้ทรัพยากร					
2. การใช้ http request เพื่อช่วยหาสภาพความพร้อมใช้งาน					
3. การใช้ SOAP ในการติดต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลเมื่อมีการปรับปรุงข้อมูล					
4. ความสามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ตามความต้องการ (On-demand Self-service)					
5. ความสามารถเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ (Broad Network Access)					
6. ความสามารถแบ่งปันทรัพยากรในระบบร่วมกัน (Resource Pooling)					
7. ความยืดหยุ่นและสามารถทำการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้ตามความต้องการ (Rapid Elasticity)					
8. ความสามารถวัดและควบคุมปริมาณการใช้งานทรัพยากร (Measured Service)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการจัดสภาพการทำงานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

.....

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 5 โปรดพิจารณาความเหมาะสมของ ขั้นตอนและกิจกรรมของรูปแบบบริการเฟรมเวิร์กธนาคาร

ข้อสอบในระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง เหมาะสมในระดับมากที่สุด
 4 หมายถึง เหมาะสมในระดับมาก
 3 หมายถึง เหมาะสมในระดับปานกลาง
 2 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อย
 1 หมายถึง เหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
1. ขั้นตอนเตรียมข้อสอบ					
1.1 เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบดูแลการทำงานของเฟรมเวิร์กธนาคาร ข้อสอบ (System Administrator) รับคำสั่งจากคณะในการกำหนด สิทธิ์อาจารย์หลักประจำวิชา (Supervisor)					
1.2 อาจารย์หลักประจำวิชากำหนด โครงสร้างหน่วยเรียน					
1.3 อาจารย์หลักประจำวิชากำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor)					
1.4 อาจารย์หลักประจำวิชากำหนดอาจารย์ประจำวิชา (Lecture)					
1.5 การประเมินความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดย กรรมการประเมินข้อสอบ					
1.6 คำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความสอดคล้อง (Index of Item – Objective Congruence: IOC) ข้อสอบที่ผ่านการประเมินจาก กรรมการประเมินข้อสอบก่อนบันทึกลงฐานข้อมูลธนาคาร ข้อสอบ					
1.7 ไม่อนุญาตให้ทำการแก้ไขข้อสอบที่ผ่านการประเมินและบันทึก ลงฐานข้อมูลธนาคารข้อสอบ					
1.8 แจ้งผลการประเมินข้อสอบที่ไม่ผ่านการประเมินให้อาจารย์ ประจำวิชาทราบผ่านทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์					
1.9 อาจารย์ประจำวิชาสามารถทำการปรับแก้ข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ ประเมิน ให้กรรมการทำการประเมินข้อสอบที่ปรับแก้แล้วใหม่ได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับกิจกรรมที่ใช้ในขั้นเตรียมข้อสอบ

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
2. ขั้นสร้างชุดข้อสอบ					
2.1 อาจารย์หลักประจำวิชาสร้างชุดข้อสอบ โดยกำหนดหน่วยเรียน และจำนวนข้อสอบของแต่ละหน่วยเรียนเพื่อนำมาสร้างชุดข้อสอบ					
2.2 อาจารย์หลักประจำวิชาตรวจสอบชุดข้อสอบที่สร้างขึ้น และตัดข้อสอบที่ไม่เหมาะสมและทำการเลือกข้อสอบใหม่จากฐานข้อมูลมาแทนที่					
2.3 อาจารย์หลักประจำวิชาทำการกำหนด วันสอบ เวลาเริ่มสอบ เวลาสิ้นสุดการสอบ เวลาขั้นต่ำที่ต้องใช้ในการสอบ กฎ และประกาศต่าง ๆ ที่ต้องการแสดงให้ผู้เข้าสอบทราบ					
2.4 สามารถเลือกรูปแบบการแสดงผลข้อสอบว่าต้องการให้เป็นข้อสอบที่มีการเรียงลำดับข้อเหมือนกันทุกชุด หรือ ให้มีการสลับลำดับในการจัดเรียงลำดับข้อในข้อสอบแต่ละชุด					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับกิจกรรมที่ใช้ในการสร้างชุดข้อสอบ

รายละเอียดของรูปแบบ	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
3. ขั้นวิเคราะห์ผลการสอบ					
3.1 วิเคราะห์หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับแบบทดสอบ (Index of Item-Objective Congruence: IOC)					
3.2 วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คำนวณหาค่าความคงที่ภายใน(KR-20)					
3.3 วิเคราะห์หาคุณภาพ (Quality) ของข้อสอบโดยทำการวัดเป็นรายข้อ เพื่อหาความยากง่าย (Difficulty) และอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยอาศัยตารางสำเร็จของ จุง เตห์ ฟาน (Chung Teh Fan) ซึ่งแบ่งกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้วิธี 27%					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับกิจกรรมที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการสอบ

.....

.....

ข้าพเจ้า..... ได้ทำการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบแฟรมเวิร์กธนาคาร
 ข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแล้วและเห็นควรว่า

- รูปแบบมีความเหมาะสมดีแล้ว
- รูปแบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ

(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินความเหมาะสมของ
 รูปแบบแฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
 อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมาก

**แบบประเมินประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
สำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ
Cloud Computing System for Item Bank Framework as a Service**

ชื่องานวิจัย	ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ Cloud Computing System for Item Bank Framework as a Service
ผู้วิจัย	นายปิยะ ธิรพันธุ์เมธิ นักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พัลลภ พิริยะสุรวงศ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	<ol style="list-style-type: none"> 1. เพื่อวิเคราะห์และออกแบบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆและธนาคารข้อสอบ 2. เพื่อพัฒนาระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ 3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

**แบบประเมินประสิทธิภาพระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ
สำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ
Cloud Computing System for Item Bank Framework as a Service**

ชื่อผู้ประเมินรูปแบบ

ตำแหน่ง

สถานที่ทำงาน

.....

คำชี้แจง

การพัฒนาประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ เป็นการนำแนวคิดของ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ การพัฒนาซอฟต์แวร์ในรูปแบบเฟรมเวิร์ค และธนาคารข้อสอบมาประยุกต์เข้าด้วยกัน โดยคาดหวังว่าระบบที่พัฒนาขึ้นจะช่วยให้สามารถนำไปสู่การพัฒนาบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบที่ทำงานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆได้จริง

แบบประเมินนี้จัดทำขึ้นเพื่อตรวจสอบระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นว่ามีความสอดคล้องกับแนวคิดและวัตถุประสงค์ หรือไม่ รวมทั้งพิจารณาถึงประสิทธิภาพของของ ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ในส่วนการทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบและการทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ค ทั้งนี้ท่านสามารถพิจารณา ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ ตามเอกสารที่ส่งมาพร้อมนี้

ตอนที่ 1 การประเมินระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบใน
การทำงานตามคุณลักษณะของซอฟต์แวร์เฟรมเวิร์ก

1.1 การประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบทั้งหมด (System Test)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมาก
- 3 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดการประเมิน (System Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความสะดวกในการเรียกใช้ฟังก์ชันการทำงานของเฟรมเวิร์ก (Framework)					
2. ความสะดวกในการเรียกใช้คลาสของเฟรมเวิร์ก (Framework)					
3. ความสามารถในการเพิ่มฟังก์ชันใหม่					
4. การลดจำนวนคำสั่งของฟังก์ชันในการปรับปรุงหรือพัฒนาระบบเพิ่มเติม					
5. ความครบถ้วนของฟังก์ชันการทำงาน					
6. ความเป็นระเบียบของโปรแกรมที่มีการแยก ส่วนข้อมูล(Model) การแสดงผล(View) และส่วนตรรกะการทำงาน(Control) ตามหลักของ MVC					
7. การออกแบบและการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล					
8. ความสามารถในการเชื่อมต่อกับระบบภายนอก					
9. การสำเนาข้อมูลเพื่อกระจายการจัดเก็บบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ					
10. การกระจายการจัดเก็บและการเรียกใช้เพิ่มข้อมูล					

ข้อเสนอแนะเพิ่ม

.....

.....

.....

.....

1.2 การประเมินประสิทธิภาพในการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น (Usability Test)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมาก
- 3 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดการประเมิน (Usability Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความเข้าใจง่ายและการสื่อความหมายในการตั้งชื่อคลาสและฟังก์ชันของเฟรมเวิร์ค (Framework)					
2. รูปแบบการใช้งานคลาสและฟังก์ชันของเฟรมเวิร์ค (Framework)					
3. ความเป็นระเบียบของการจัดรูปแบบเฟรมเวิร์ค (Framework)					
4. ส่วนอธิบายหรือคู่มือในการใช้งาน (เพื่อการพัฒนาเฟรมเวิร์คในอนาคต)					
5. ความสามารถในการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reusable)					
6. ความสามารถในการเพิ่มส่วนเพิ่มเติม (Plug-in)					
7. ความยืดหยุ่นในการปรับใช้งานเฟรมเวิร์ค					

ข้อเสนอแนะเพิ่ม

.....

.....

.....

.....

1.3 การประเมินประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของระบบ (Performance Test)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมาก
- 3 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดการประเมิน (Performance Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความสะดวกในการติดตั้งเฟรมเวิร์ก (Framework)					
2. ความประหยัดเวลาในการพัฒนา					
3. การช่วยลดขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม					
4. การวางโครงสร้างโฟลเดอร์ (Folder) อย่างเหมาะสม					
5. การรักษาความปลอดภัยของการเชื่อมต่อระบบ					
6. ความสามารถในการเพิ่มทรัพยากรในระบบตามความต้องการใช้งาน (On Demand Self Service)					
7. ความสามารถใช้งานระบบผ่านระบบเครือข่ายที่หลากหลายประเภท (Broad Network Access) เช่น PC , Smart Phone , Tablet					
8. การจัดเก็บและการกระจายการทำงานเพื่อใช้ทรัพยากรร่วมกัน (Resource Polling)					
9. ความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรในระบบ (Rapid Elasticity)					
10. ความสามารถในการแสดงผลการวัดและแสดงรายงานการใช้ทรัพยากรในระบบ (Measured Service)					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ตอนที่ 2 การประเมินระบบประมวผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ ใน
การทำงานตามคุณลักษณะของธนาคารข้อสอบ

2.1 การประเมินประสิทธิภาพการทำงานตามแต่ละหน่วยการทำงาน (Module Test)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมาก
- 3 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อยที่สุด

การจัดการผู้ใช้งาน

รายละเอียดการประเมิน (Module Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การกำหนดผู้ออกข้อสอบ					
2. การกำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ					
3. การลบผู้ออกข้อสอบ					
4. การยกเลิกกรรมการประเมินข้อสอบ					

การจัดการวิชาและหน่วยเรียน

รายละเอียดการประเมิน (Module Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การสร้างวิชาเพื่อใช้ในการจัดเก็บข้อสอบ					
2. การกำหนดหน่วยเรียนในวิชาที่สร้างขึ้น					
3. การยกเลิกและลบวิชาออกจากธนาคารข้อสอบ					
4. การลบหรือแก้ไขหน่วยเรียน					

การจัดการข้อสอบ

รายละเอียดการประเมิน (Module Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การบันทึกข้อสอบ					
2. การปรับแก้ข้อสอบ					
3. การลบข้อสอบ					
4. การเพิ่มรูปภาพประกอบของข้อสอบ					
5. การแสดงผลรูปภาพประกอบของข้อสอบ					
6. ความถูกต้องของการแสดงผลข้อสอบแบบตัวเล็ก					

การจัดการชุดข้อสอบ

รายละเอียดการประเมิน (Module Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การสร้างชุดข้อสอบเพื่อนำไปใช้งาน					
2. การปรับแก้ข้อมูลชุดข้อสอบ					
3. การลบข้อมูลชุดข้อสอบ					
4. การสร้างชุดข้อสอบแบบกำหนดเงื่อนไขจำนวนข้อของแต่ละหน่วยเรียน					
5. การสร้างชุดข้อสอบแบบกำหนดเงื่อนไขจำนวนเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน่วยเรียน					
6. ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลชุดข้อสอบในรูปแบบไฟล์ Portable Document Format (PDF)					
7. ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Rich Text Format (RTF) ซึ่งสามารถนำข้อมูลไปแก้ไขเพิ่มเติมได้					

การจัดสอบผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

รายละเอียดการประเมิน (Module Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความถูกต้องของระบบการสอบออนไลน์จากชุดข้อสอบที่ระบบสร้างขึ้นตามเงื่อนไขที่กำหนด					
2. การตรวจคำตอบของแบบทดสอบ					
3. รายงานผลการสอบในรูปแบบแผนภูมิ (Graph)					
4. รายงานการวิเคราะห์ข้อสอบแบบรายชื่อ					
5. รายงานการวิเคราะห์ชุดข้อสอบแบบรายฉบับ					
6. ความสามารถในการนำเข้าข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Comma Separated Values (CSV)					
7. ความถูกต้องในการส่งออกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ Portable Document Format (PDF)					
8. รายงานผลการคะแนนการสอบ					
9. รายงานผลการวิเคราะห์ข้อสอบ					

ข้อเสนอแนะเพิ่ม

.....

.....

.....

.....

.....

2.2 การประเมินประสิทธิภาพและความสามารถในการใช้งานระบบที่พัฒนาขึ้น (Usability Test)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมาก
- 3 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดการประเมิน (Usability Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. การเข้าใช้งานระบบสามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวก					
2. เมนูสามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน					
3. การจัดวางตำแหน่งส่วนต่าง ๆ ของหน้าจอ					
4. ขนาด สี และรูปแบบของตัวอักษร ของแต่ละหน้าจอการแสดงผล					
5. การจัดหมวดหมู่การแสดงผลทางจอภาพมีความชัดเจนสามารถเข้าใจได้ง่าย					
6. การใช้สัญลักษณ์หรือรูปภาพเพื่อสื่อความหมาย					
7. การใช้ข้อความอธิบายในการสื่อความหมาย					
8 ส่วนให้ความช่วยเหลือผู้ใช้งาน (Help) มีความเหมาะสม					
9. การแจ้งเตือนการทำงาน เมื่อการทำงานเสร็จสิ้น หรือเกิดข้อผิดพลาด					

ข้อเสนอแนะเพิ่ม

.....

.....

.....

.....

.....

2.3 การประเมินระบบประสิทธิภาพการทำงานโดยรวมของระบบที่พัฒนาขึ้น (Performance Test)

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- 5 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมากที่สุด
- 4 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับมาก
- 3 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับปานกลาง
- 2 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อย
- 1 หมายถึง ประสิทธิภาพในการใช้งานในระดับน้อยที่สุด

รายละเอียดการประเมิน (Performance Test)	ระดับประสิทธิภาพ				
	5	4	3	2	1
1. ความรวดเร็วในการตอบสนองผู้ใช้งาน					
2. ความมั่นคงของระบบที่สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง					
3. ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ					

ข้อเสนอแนะเพิ่ม

.....

.....

ข้าพเจ้า..... ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของระบบประมวลผลแบบ
กลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ แล้วและเห็นควรว่า

- ระบบมีความเหมาะสมดีแล้ว
- ระบบมีความเหมาะสม แต่ควรปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ

(.....)

วันที่.....

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูงที่กรุณาประเมินประสิทธิภาพของ
ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ
อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างมา

ภาคผนวก ค

คู่มือการใช้งานระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

คู่มือการใช้งาน

ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ

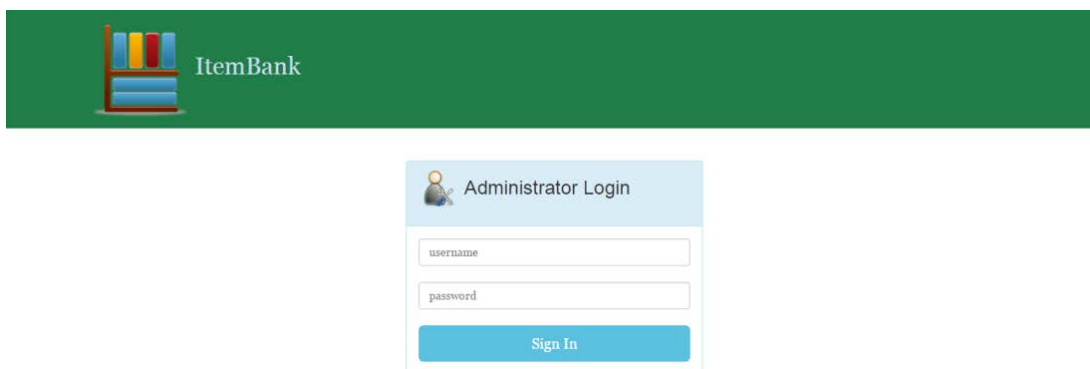
การใช้งาน โปรแกรมเฟรมเวิร์กธนาคารข้อสอบ สามารถจัดกลุ่มการเข้าถึงของผู้ใช้งานระบบ เป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. เจ้าหน้าที่ดูแลระบบ (Admin)
2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลัก (Primary Instructor)
3. อาจารย์ผู้ออกข้อสอบ (Item maker)
4. กรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor)
5. นักศึกษา (Student)

1. เจ้าหน้าที่ดูแลระบบ (Admin)

1.1 การเข้าใช้ระบบ

1.1.1 การเข้าใช้งานโดยการป้อนชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) จากนั้น กดปุ่ม Login เพื่อเข้าสู่ระบบดังภาพที่ ก-1



ภาพที่ ก-1 หน้าจอการเข้าสู่ระบบของเจ้าหน้าที่ดูแลระบบ

1.1.2 เมื่อเข้าสู่หน้าการเข้าสู่ระบบแล้ว ระบบจะพบหน้าแสดงผลข้อมูลพื้นฐาน ดังภาพที่

ก-2

The screenshot shows the 'รายการคณะ' (Department List) page. On the left is a navigation menu with options like 'จัดการข้อมูลคณะ', 'จัดการวิชา', 'จัดการบัญชีผู้ใช้', and 'ผลการประเมินความพึงพอใจ'. The main area displays a table of departments with columns for 'ลำดับ' (Order), 'ชื่อภาษาไทย' (Thai Name), 'ชื่อภาษาอังกฤษ' (English Name), 'เรียกดู' (View), 'แก้ไข' (Edit), and 'ลบ' (Delete). A '+ เพิ่มคณะ' (Add Department) button is in the top right.

ลำดับ	ชื่อภาษาไทย	ชื่อภาษาอังกฤษ	เรียกดู	แก้ไข	ลบ
1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	Science and Technology			
2	ศิลปศาสตร์	Liberty of Arts			
3	วิศวกรรมศาสตร์	Engineering			
4	บริหารธุรกิจ	Administrative of Business			
5	อุตสาหกรรมสิ่งทอ	Texttile Industry			

ภาพที่ ค-2 หน้าแสดงผลข้อมูล หลังจากเข้าสู่ระบบเรียบร้อยแล้ว

1.2 การจัดการข้อมูลคณะ

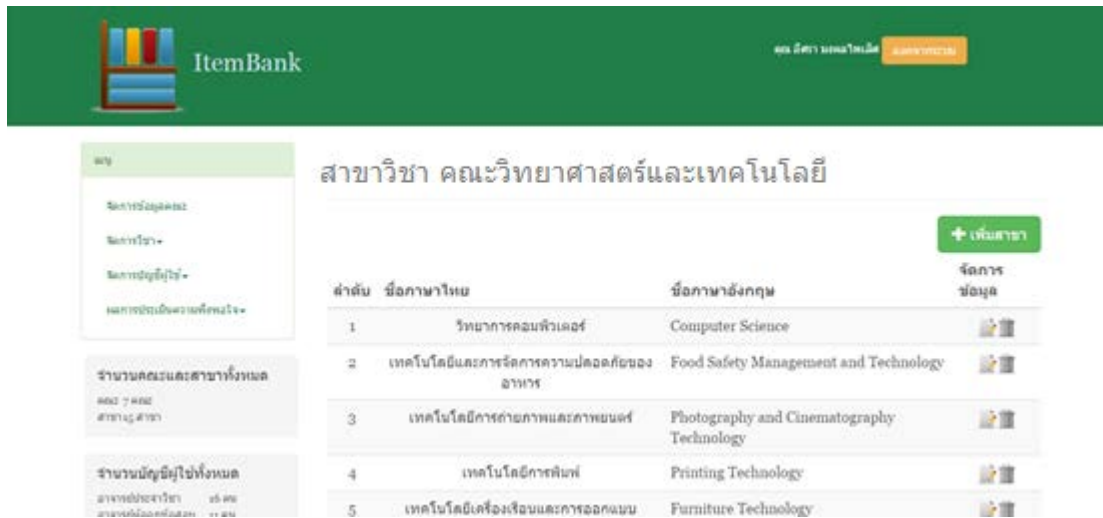
1.2.1 การจัดการคณะ หากต้องการเพิ่มข้อมูลคณะ ให้เลือกเพิ่มคณะ เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จ ให้เลือกเพิ่มข้อมูลคณะ ดังภาพที่ ค-3

The screenshot shows the 'เพิ่มข้อมูลคณะ' (Add Department) form. It includes a navigation menu on the left and a form with two input fields: 'ชื่อ (ภาษาไทย)' (Name in Thai) and 'Faculty (ภาษาอังกฤษ)' (Faculty in English). There are 'ตกลง' (OK) and 'ยกเลิก' (Cancel) buttons at the bottom right.

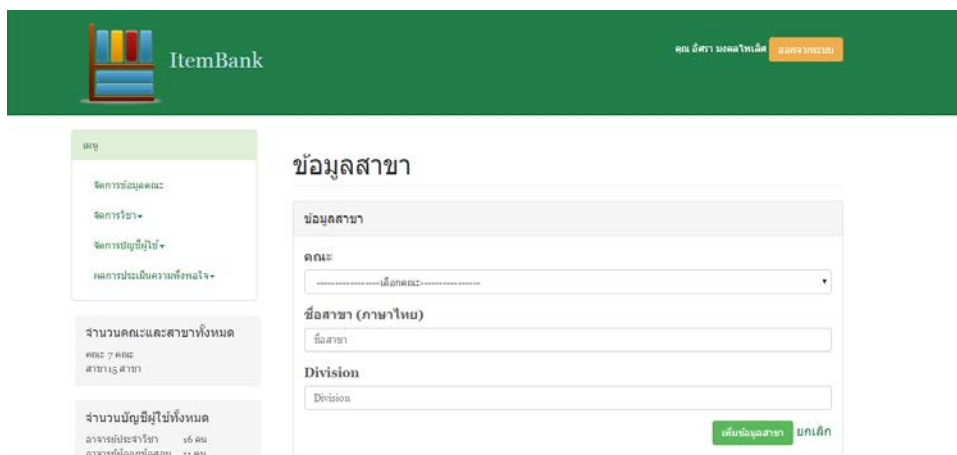
ภาพที่ ค-3 การจัดการข้อมูลคณะ

1.3 การจัดการข้อมูลสาขา

1.3.1 หากต้องการเพิ่มข้อมูลสาขา ให้เลือกที่เรียกดู (รูปแว่นขยายหลังชื่อภาษาอังกฤษ) จากนั้นเลือกปุ่มเพิ่มสาขา ดังภาพที่ ค-4 และ ค-5



ภาพที่ ค-4 การเพิ่มข้อมูลคณะ



ภาพที่ ค-5 การเพิ่มข้อมูลสาขา

1.4 การจัดการข้อมูลผู้ใช้

1.4.1 จัดการบัญชีผู้ใช้ หากต้องการเพิ่มข้อมูลผู้ใช้ ให้เลือกเพิ่มข้อมูลผู้ใช้ เพื่อเพิ่มข้อมูลเมื่อบันทึกข้อมูลเสร็จให้เลือกเพิ่มผู้ใช้ ดังภาพที่ ค-6 และ ค-7



ภาพที่ ค-6 การเพิ่มบัญชีผู้ใช้

ลงทะเบียนผู้ใช้

ข้อมูลผู้ใช้

คำนำหน้า
-----คำนำหน้า-----

ชื่อ
|

นามสกุล

รหัสบัตรประชาชน

E-mail

ภาพที่ ค-7 การบันทึกบัญชีผู้ใช้งาน

1.4.2 จัดการบัญชีผู้ใช้งาน หากต้องการแก้ไขหรือลบข้อมูลผู้ใช้งาน ให้เลือกปุ่มด้านหลังชื่อบัญชีผู้ใช้ เพื่อจัดการข้อมูล ดังภาพที่ ค-8

บัญชีผู้ใช้งาน

+ เพิ่มข้อมูลผู้ใช้

ลำดับ	ชื่อ	นามสกุล	E-mail	สาขา
1	ชกนันท	เสงโสด	eurn_dy_llsd_zaa@hotmail.com	การบัญชี
2	ธัญจิรา	สาราญพงษ์	fah@hotmail.com	ภาษาญี่ปุ่น
3	ชนินาท	เสงโสด	naruto_32469@hotmail.com	วิทยาการคอมพิวเตอร์
4	อิตรา	มงคลโพเสด	aitsara@hotmail.co.th	วิทยาการคอมพิวเตอร์
5	ปิยะ	ศิริพันธุ์เมธี	piya@rmutk.ac.th	วิทยาการคอมพิวเตอร์
6	พงศกร	พชชฎไพโรหผง	phongsakorn@hotmail.com	วิทยาการคอมพิวเตอร์
7	จงรัก	เนตรนวางแก้ว	g-goog@hotmail.com	วิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาพที่ ค-8 การจัดการบัญชีผู้ใช้งาน

1.4.3 หากต้องการเพิ่มกลุ่มผู้ใช้งาน ให้เลือกเพิ่มกลุ่มผู้ใช้งาน จากนั้นเลือกกลุ่มผู้ใช้งาน และชื่อผู้ใช้ เพื่อเพิ่มกลุ่มของผู้ใช้งานสำหรับเข้าถึงระบบ เมื่อเลือกผู้ใช้งานเสร็จให้เลือกกำหนดกลุ่มให้ผู้ใช้ที่เลือก ดังภาพที่ ค-9 และ ค-10

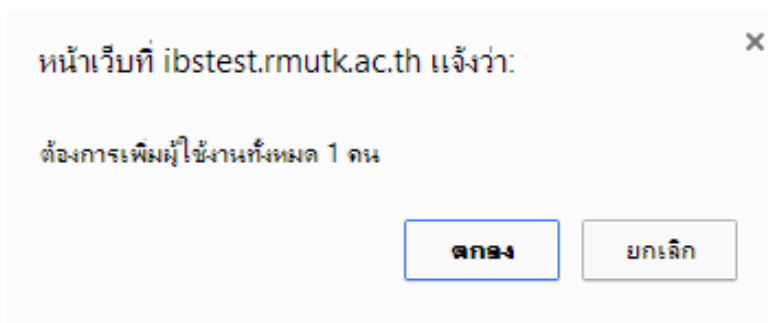
กำหนดกลุ่มผู้ใช้งาน

กลุ่มผู้ใช้งาน นักศึกษา

กำหนดกลุ่มให้ผู้ใช้ที่เลือก

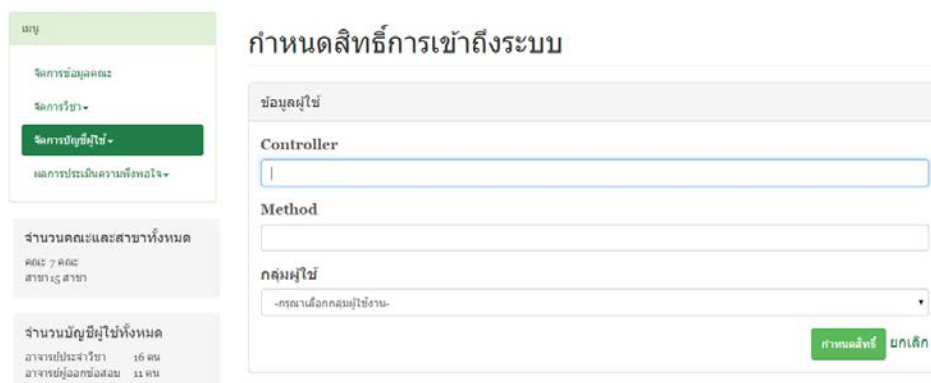
ชื่อ	นามสกุล	สาขา	ชื่อผู้ใช้	E-mail	
<input type="checkbox"/>	ชนินาท	เสงโสด	วิทยาการคอมพิวเตอร์	Chaninath	naruto_32469@hotmail.com
<input checked="" type="checkbox"/>	อิตรา	มงคลโพเสด	วิทยาการคอมพิวเตอร์	admin	aitsara@hotmail.co.th
<input type="checkbox"/>	ปิยะ	ศิริพันธุ์เมธี	วิทยาการคอมพิวเตอร์	piya	piya@rmutk.ac.th
<input type="checkbox"/>	ชานาเนตร	อรรถยุกดี	วิทยาการคอมพิวเตอร์	chananate	cnm@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	ศรีสุดา	สรนันต์ศรี	วิทยาการคอมพิวเตอร์	srisuda	srisuda@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	ธวัชชัย	สารวงษ์	วิทยาการคอมพิวเตอร์	thawatchai	thawatchai@hotmail.com
<input type="checkbox"/>	สศิริระ	ชัยชนะกลาง	วิทยาการคอมพิวเตอร์	sathira	sathira@hotmail.com

ภาพที่ ค-9 การเลือกเพิ่มกลุ่มผู้ใช้งาน



ภาพที่ ค-10 การเพิ่มกลุ่มผู้ใช้งาน

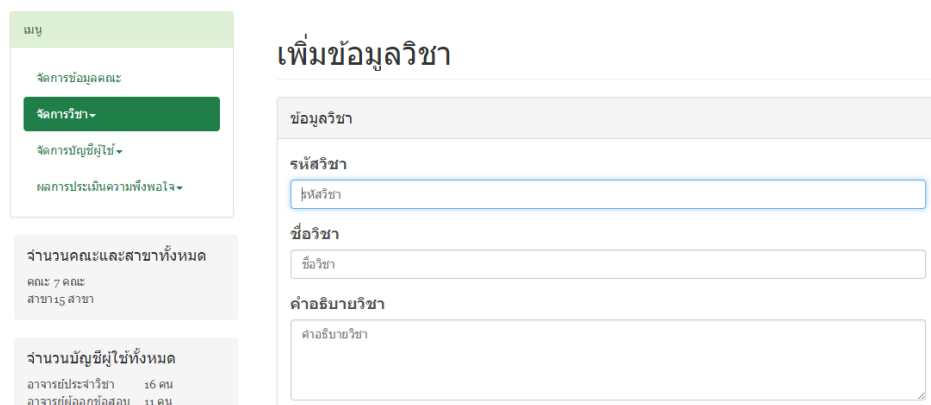
1.4.4 หากต้องการกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงระบบ ให้เลือกกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงระบบ จากนั้นกรอกข้อมูลชื่อ Controller ชื่อ Method และกลุ่มผู้ใช้ที่สามารถใช้งานได้ เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จให้เลือกกำหนดสิทธิ์ ดังภาพที่ ค-11



ภาพที่ ค-11 การกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงระบบ

1.5 การจัดการข้อมูลรายวิชา

1.5.1 หากต้องการเพิ่มข้อมูลรายวิชา ให้เลือกเพิ่มข้อมูลวิชา จากนั้นป้อนข้อมูลรหัสวิชา ชื่อรายวิชา คำอธิบายรายวิชา หน่วยกิตและจำนวนตัวเล็ก เมื่อป้อนข้อมูลเสร็จให้เลือกเพิ่มรายวิชา ดังภาพที่ ค-12



ภาพที่ ค-12 การเพิ่มข้อมูลรายวิชา

1.5.2 หากต้องการแสดงข้อมูลรายวิชาให้เลือกเมนูจัดการรายวิชา และเลือกรายการรายวิชาซึ่งสามารถแสดงผลดังภาพที่ ค-13

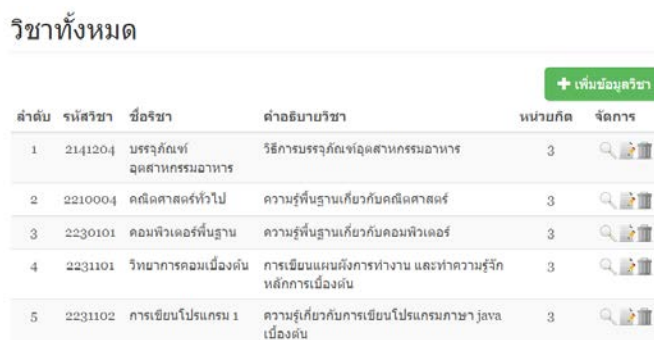


The screenshot shows a web interface for course management. On the left, there is a sidebar with navigation options: 'จัดการรายวิชา' (Manage Courses), 'จัดการรายวิชา' (Manage Courses), and 'ผลการประเมินความพึงพอใจ' (Evaluation Results). Below this, there are statistics for 'จำนวนคณะและสาขาทั้งหมด' (Total Faculties and Departments: 7 faculties, 15 departments) and 'จำนวนบัญชีผู้ใช้ทั้งหมด' (Total User Accounts: 16 lecturers, 11 students). The main area is titled 'วิชาทั้งหมด' (All Courses) and contains a table with the following data:

ลำดับ	รหัสวิชา	ชื่อวิชา	คำอธิบายวิชา	หน่วยกิต	จัดการ
1	2141204	บรรจุภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหาร	วิธีการบรรจุภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหาร	3	[Icons]
2	2210004	คณิตศาสตร์ทั่วไป	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์	3	[Icons]
3	2230101	คอมพิวเตอร์พื้นฐาน	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์	3	[Icons]
4	2231101	วิทยาการคอมพิวเตอร์เบื้องต้น	การเขียนแผนผังการทำงาน และทำความเข้าใจหลักการเบื้องต้น	3	[Icons]
5	2231102	การเขียนโปรแกรม 1	ความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมภาษา java เบื้องต้น	3	[Icons]

ภาพที่ ค-13 การแสดงผลข้อมูลรายวิชา

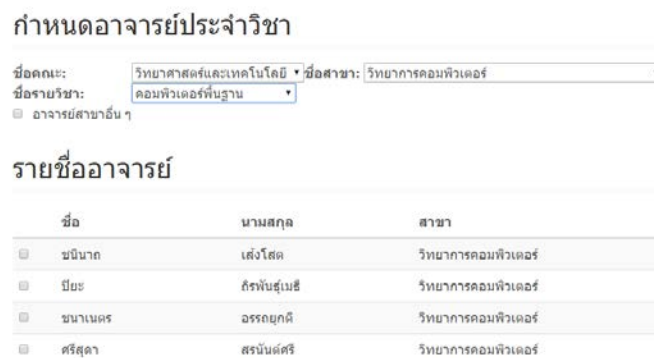
1.5.3 หากต้องการแก้ไขหรือลบข้อมูลรายวิชา ให้เลือกปุ่มด้านหลังชื่อวิชานั้น เพื่อจัดการข้อมูลวิชาตามต้องการ ดังภาพที่ ค-14



This screenshot is identical to the one in Figure C-13, showing the 'วิชาทั้งหมด' (All Courses) table. The 'จัดการ' (Manage) column for each row contains icons for search, edit, and delete, allowing for course management.

ภาพที่ ค-14 การจัดการข้อมูลรายวิชา

1.5.4 หากต้องการกำหนดอาจารย์ประจำวิชา ให้เลือกกำหนดอาจารย์ประจำวิชา และเลือกชื่อคณะ ชื่อสาขา ชื่อรายวิชา ชื่ออาจารย์ประจำวิชา เพื่อเพิ่มสิทธิ์สำหรับอาจารย์ประจำวิชา ดังภาพที่ ค-15



The screenshot shows the 'กำหนดอาจารย์ประจำวิชา' (Assign Lecturer to Course) form. The 'ชื่อคณะ' (Faculty) is 'วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี' (Science and Technology) and the 'ชื่อสาขา' (Department) is 'วิทยาการคอมพิวเตอร์' (Computer Science). The 'ชื่อรายวิชา' (Course Name) is 'คอมพิวเตอร์พื้นฐาน' (Basic Computer). Below this, there is a list of lecturers with checkboxes for selection:

ชื่อ	นามสกุล	สาขา
<input checked="" type="checkbox"/> ชนิ่นาก	แสงโตด	วิทยาการคอมพิวเตอร์
<input checked="" type="checkbox"/> มียะ	ภัทรพันธุ์เมธี	วิทยาการคอมพิวเตอร์
<input checked="" type="checkbox"/> ชนานดร	อรรถยุกดี	วิทยาการคอมพิวเตอร์
<input checked="" type="checkbox"/> ศรีสุดา	สรนันต์ศรี	วิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาพที่ ค-15 การกำหนดอาจารย์ประจำวิชาตามคณะ สาขาและรายวิชา

1.5.6 หากต้องการลงทะเบียนรายวิชาของนักศึกษา ให้เลือกลงทะเบียนนักศึกษา และเลือกเพิ่มนักศึกษา เพื่อเพิ่มสิทธิ์สำหรับนักศึกษาของวิชานั้น ดังภาพที่ ค-16

ลงทะเบียนรายวิชาของนักศึกษา

ชื่อคณะ: ชื่อสาขา:
 ชื่อรายวิชา:

รายชื่อนักศึกษา

ชื่อ	นามสกุล	สาขา
<input type="checkbox"/> ชนิษาก	เส็งโสด	วิทยาการคอมพิวเตอร์
<input type="checkbox"/> อิศรา	มงคลโพเดส	วิทยาการคอมพิวเตอร์
<input type="checkbox"/> พงศกร	พฤษญาไพรรณง	วิทยาการคอมพิวเตอร์
<input type="checkbox"/> จงรัก	เรรัตนางแก้ว	วิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาพที่ ค-16 การลงทะเบียนนักศึกษารายวิชา

1.6 การออกจากระบบ

1.6.1 การออกจากระบบ เลือกเมนูออกจากระบบ (มุมขวามบน) เลือกตกลง หากต้องการออกจากระบบ เลือยกยกเลิก หากต้องการใช้งานระบบต่อไป ดังภาพที่ ค-17

หน้าเว็บที่ `ibs.local:8080` แจ้งว่า:

Log out?

ภาพที่ ค-17 การออกจากระบบ

2. อาจารย์ผู้รับผิดชอบหลัก (Primary Instructor)

2.1 การเข้าใช้ระบบ

2.1.1 การเข้าใช้งานระบบของผู้ใช้งาน เข้าไปที่ URL ของระบบ จะปรากฏหน้าเมนูหลัก จากนั้นป้อนข้อมูล Username และ Password และเลือก Login เพื่อเข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ ค-18

ItemBank System

ภาพที่ ค-18 การเข้าสู่ระบบของอาจารย์ผู้รับผิดชอบหลัก

2.1.2 เมื่อเข้าสู่หน้าการเข้าสู่ระบบแล้ว จะพบหน้าแสดงผลข้อมูลรายวิชาของแต่ละกลุ่มที่ผู้ใช้งาน มีสิทธิ์ในการจัดการข้อมูล เลือกชื่อรายวิชาที่ต้องการจัดการข้อมูล ดังภาพที่ ค-19



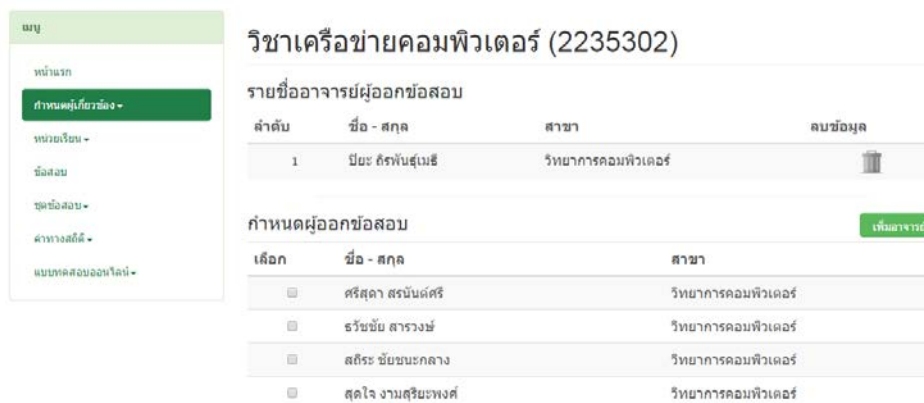
รายการหลัก

อาจารย์ประจำวิชา	อาจารย์ผู้ออกข้อสอบ	กรรมการประเมินข้อสอบ	การดำเนินการ
เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)	เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)	คณิตศาสตร์ทั่วไป (2210004)	✖ ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ
		วิทยาการคอมพิวเตอร์ (2231101)	✖ ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ
		การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (2231205)	✖ ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ

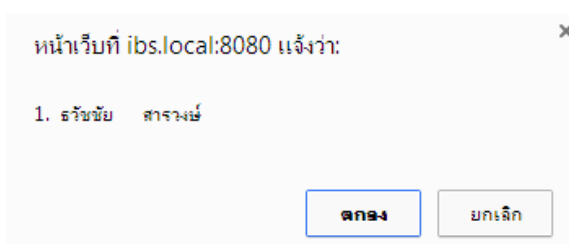
ภาพที่ ค-19 การแสดงผลหน้าจอหลัก เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว

2.2 การจัดการรายวิชา

2.2.1 หน้าจัดการรายวิชา หากต้องการกำหนดอาจารย์ผู้ออกข้อสอบ เลือกกำหนดอาจารย์ผู้ออกข้อสอบ จะแสดงผลรายชื่ออาจารย์ผู้ออกข้อสอบที่เคยถูกเพิ่มแล้วในรูปแบบตารางด้านบน และแสดงรายชื่ออาจารย์ของสาขาวิชานั้น หากต้องการเพิ่มอาจารย์สาขาอื่น ๆ Checkbox หน้าอาจารย์สาขาอื่น ๆ ให้ Checkbox และเลือกคณะ และสาขาที่ต้องการ เพื่อเพิ่มอาจารย์ผู้ออกข้อสอบ ดังภาพที่ ค-20 และ ค-21



ภาพที่ ค-20 การกำหนดอาจารย์ผู้ออกข้อสอบ



ภาพที่ ค-21 การกำหนดอาจารย์ผู้ออกข้อสอบใหม่

2.2.2 หากต้องการกำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ เลือกกำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ จะแสดงผลรายชื่ออาจารย์ผู้ออกข้อสอบที่เคยถูกเพิ่มแล้วในรูปแบบตารางด้านบน และแสดงรายชื่ออาจารย์ของ ดังภาพที่ ค-22

วิชาเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

รายชื่อกรรมการประเมินข้อสอบ

ลำดับ	ชื่อ - สกุล	สาขา	ลบข้อมูล
1	ชานาเนตร อรรถยุกดี	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
2	ศรีสุดา สรบันต์ศรี	วิทยาการคอมพิวเตอร์	

กำหนดกรรมการประเมินคุณภาพข้อสอบ เพิ่มอาจารย์

รายชื่ออาจารย์

เลือก	ชื่อ - สกุล	สาขา
<input type="checkbox"/>	ปิยะ ศิริพันธุ์เมธี	วิทยาการคอมพิวเตอร์
<input type="checkbox"/>	สสิระ ชัยชนะกลาง	วิทยาการคอมพิวเตอร์
<input type="checkbox"/>	สุดใจ งานสุริยะพงศ์	วิทยาการคอมพิวเตอร์

ภาพที่ ค-22 การกำหนดกรรมการประเมินข้อสอบ

2.3 การจัดการหน่วยเรียน

2.3.1 หากต้องการแสดงข้อมูลหน่วยเรียน เลือกแสดงผล หน้าจอจะแสดงผลข้อมูลหน่วยเรียนและหัวข้อของแต่ละหน่วยเรียน ดังภาพที่ ค-23

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

รายการหน่วยเรียน เพิ่มหน่วยเรียน

ลำดับ	ชื่อหน่วยเรียน	ชื่อหัวข้อ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบ	แก้ไขข้อมูล	ลบข้อมูล
1	ระบบเครือข่ายกลางภาค					
		Introduction to Computer Network	เข้าใจ (Understanding)	47 ข้อ		
		Data Link Layer	วิเคราะห์ (Analysing)	52 ข้อ		
		Network Layer	วิเคราะห์ (Analysing)	67 ข้อ		
2	ระบบเครือข่ายปลายภาค					
		Wireless LAN	ประยุกต์ใช้ (Applying)	24 ข้อ		
		IPv6	ประยุกต์ใช้ (Applying)	13 ข้อ		
		Routing Protocol	วิเคราะห์ (Analysing)	41 ข้อ		

ภาพที่ ค-23 การแสดงผลข้อมูลหน่วยเรียน

2.3.2 หากต้องการเพิ่มข้อมูลหน่วยเรียน เลือกเพิ่มหน่วยเรียน จากนั้นเพิ่มชื่อหน่วยเรียน เลือกจำนวนหัวข้อที่ต้องการเพิ่ม และกรอกข้อมูล ดังนี้ ชื่อหัวข้อและเลือกจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม (Bloom) และเลือกเพิ่มหน่วยเรียน ดังภาพที่ ค-24

เมนู

- หน้าแรก
- กำหนดหมู่เรียนห้อง -
- หน่วยเรียน -**
- ข้อสอบ
- ชุดข้อสอบ -
- คำถามสถิติ -
- แบบทดสอบออนไลน์ -

เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

เพิ่มข้อมูลหน่วยเรียน

หน่วยเรียนที่ 3 บันทึก

ชื่อหน่วยเรียน

หัวข้อ 3 หัวข้อ

ลำดับ	หัวข้อ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1		จำ (Remembering)
2		เข้าใจ (Understanding)
3		ประยุกต์ใช้ (Applying)

ภาพที่ ค-24 การเพิ่มหัวข้อข้อมูลหน่วยเรียน

2.3.3 หน้าจัดการหัวข้อภายในหน่วยเรียน หากต้องการเพิ่มข้อมูลหัวข้อของหน่วยเรียน เลือกเพิ่มหัวข้อของหน่วยเรียน จากนั้นเลือกชื่อหน่วยเรียน เลือกจำนวนหัวข้อที่ต้องการเพิ่ม และกรอกข้อมูล ดังนี้ ชื่อหัวข้อและเลือกจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและเลือกเพิ่มหัวข้อดังภาพที่ ค-25

เมนู

- หน้าแรก
- กำหนดหมู่เรียนห้อง -
- หน่วยเรียน -**
- ข้อสอบ
- ชุดข้อสอบ -
- คำถามสถิติ -
- แบบทดสอบออนไลน์ -

เครื่องข่ายคอมพิวเตอร์(2235302)

เพิ่มหัวข้อภายในหน่วยเรียน

หน่วยเรียน เพิ่มหัวข้อ

-เลือกหน่วยเรียน-

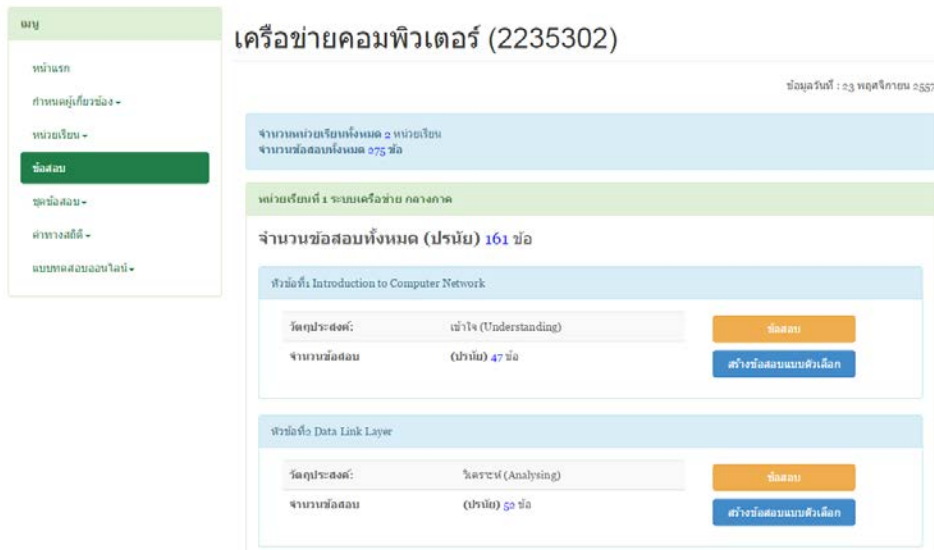
หัวข้อหน่วยเรียน 3 หัวข้อ

ลำดับ	หัวข้อ	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
1		ประยุกต์ใช้ (Applying)
2		จำ (Remembering)
3		เข้าใจ (Understanding)

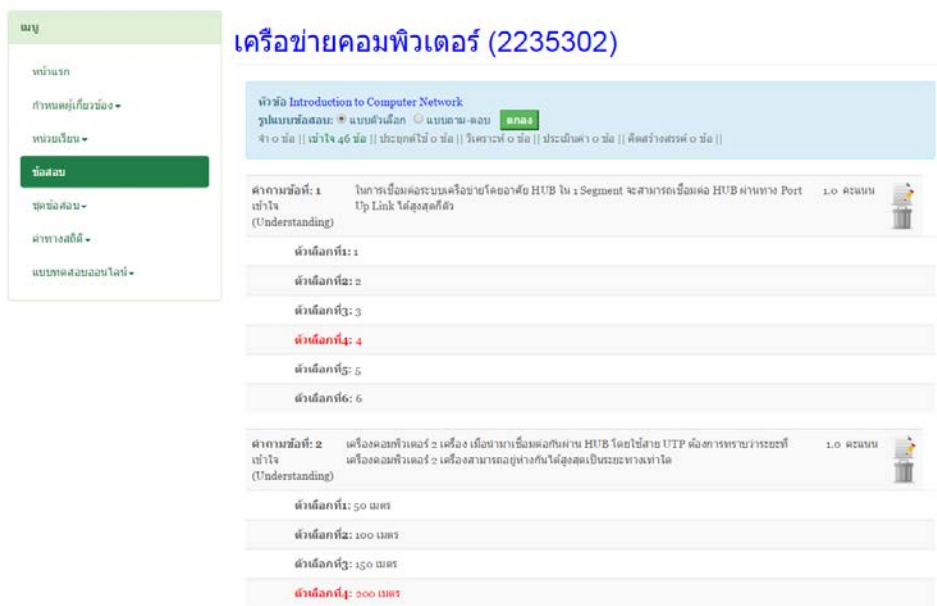
ภาพที่ ค-25 การเพิ่มหัวข้อภายในหน่วยเรียน

2.4 การจัดการข้อสอบ

2.4.1 หน้าจัดการข้อสอบ หากต้องการเรียกดูข้อสอบ ให้เลือกข้อสอบ จากนั้นเลือกปุ่มข้อสอบ เพื่อเข้าดูข้อสอบทั้งหมด สามารถเลือกแสดงผลได้จากจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม โดยเลือกตามลิ่งค์ด้านบน เช่น จำ เข้าใจ เป็นต้น ดังภาพที่ ค-26 และ ค-27



ภาพที่ ค-26 การแสดงข้อสอบทั้งหมด ตามหัวข้อ



ภาพที่ ค-27 การแสดงข้อสอบทั้งหมด

2.4.2 หากต้องการสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก ให้เลือกสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก หลังชื่อหน่วยเรียนที่ต้องการสร้างข้อสอบ จากนั้นกรอกข้อมูล ดังนี้ คำถาม รูปภาพวัตถุประสงค์ คำอธิบาย แหล่งอ้างอิง คะแนนตัวเลือก รูปภาพ จากนั้นเลือกปุ่มเพิ่มข้อสอบ เพื่อเพิ่มข้อมูลข้อสอบเข้าในระบบ ดังภาพที่ ค-28, ค-29 และ ค-30

เมนู

- หน้าแรก
- กำหนดผู้เกี่ยวข้อง ▾
- หน่วยเรียน ▾
- ข้อสอบ
- ชุดข้อสอบ ▾
- คำทางสถิติ ▾
- แบบทดสอบออนไลน์ ▾

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

ข้อมูลวันที่ : 23 พฤศจิกายน 2557

จำนวนหน่วยเรียนทั้งหมด 2 หน่วยเรียน
จำนวนข้อสอบทั้งหมด 275 ข้อ

หน่วยเรียนที่ 1 ระบบเครือข่าย กลางภาค

จำนวนข้อสอบทั้งหมด (ปรนัย) 161 ข้อ

หัวข้อที่: Introduction to Computer Network

วัตถุประสงค์:	เข้าใจ (Understanding)	ข้อสอบ
จำนวนข้อสอบ	(ปรนัย) 47 ข้อ	สร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

หัวข้อที่: Data Link Layer

วัตถุประสงค์:	วิเคราะห์ (Analysing)	ข้อสอบ
จำนวนข้อสอบ	(ปรนัย) 52 ข้อ	สร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

หัวข้อที่: Network Layer

ภาพที่ ค-28 การสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

เมนู

- หน้าแรก
- กำหนดผู้เกี่ยวข้อง ▾
- หน่วยเรียน ▾
- ข้อสอบ
- ชุดข้อสอบ ▾
- คำทางสถิติ ▾
- แบบทดสอบออนไลน์ ▾

เครือข่ายคอมพิวเตอร์

เพิ่มข้อสอบ

หัวข้อ Introduction to Computer Network
คำอธิบายรายวิชา ระบบเครือข่ายเบื้องต้น
จำนวนข้อสอบ 47

คำถาม 1 คะแนน

เลือกจากรูปภาพที่มีอยู่
 อัปโหลดรูปภาพใหม่

[เลือกไฟล์](#) ไม่ได้เลือกไฟล์ใด

แหล่งอ้างอิง: วัตถุประสงค์: เข้าใจ (Understanding) 47 ข้อ คำอธิบายข้อสอบ

ภาพที่ ค-29 การสร้างคำถาม

The image shows a vertical stack of five identical form sections, each representing a candidate selection step. Each section has a header with a title (ตัวเลือกที่ 2 to 6) and a 'คำตอบที่ถูกต้อง' (Correct Answer) indicator. Below the header is a large text input field. Underneath the input field are two radio buttons: 'เลือกจากรูปภาพที่มีอยู่' (Select from existing images) and 'อัปโหลดรูปภาพใหม่' (Upload new image). A 'เลือกไฟล์' (Select File) button is positioned below the radio buttons. The 'อัปโหลดรูปภาพใหม่' radio button is selected in all sections.

ภาพที่ ค-30 การสร้างตัวเลือก

2.5 การจัดการชุดข้อสอบ

2.5.1 หากต้องการสร้างชุดข้อสอบ ให้เลือกชุดข้อสอบ จากนั้นเลือกรายการ เพิ่มข้อมูลชุดข้อสอบ และ กรอกข้อมูล ดังนี้ ชื่อการสอบ (อาจเลือกชื่อการสอบได้ดังนี้ กลางภาคปลายภาค หรือ ทดสอบย่อย) ภาคการศึกษา (อาจเลือกชื่อภาคการศึกษาได้ดังนี้ ภาคเรียนที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 หรือ ภาคเรียนที่ 3) หรือเลือกอื่น ๆ เพื่อเพิ่มชื่อการสอบนอกเหนือจากที่กำหนด วันเวลาในการทำข้อสอบ เวลาเริ่มต้นในการใช้งาน เวลาสิ้นสุดในการใช้งาน เวลาในการทำข้อสอบ คำชี้แจงข้อสอบ การแสดงผลลัพธ์และการทดสอบ (ทดสอบทั้งหมดคือ ทดสอบเมาส์และคีย์บอร์ด หรือ ไม่ทดสอบคือ ไม่ทดสอบทั้งหมด) จากนั้นเลือกปุ่มเพิ่มชุดข้อสอบเพื่อเพิ่มข้อมูลชุดข้อสอบเข้าในระบบ และ จะแสดงส่วนการเพิ่มเงื่อนไขชุดข้อสอบ ดังภาพที่ ค-31 และ ค-32

เครื่องขยายคอมพิวเตอร์ (2235302)

ชุดข้อสอบ

ลำดับ	ชื่อชุดข้อสอบ	จำนวน(ข้อ)	เรียกดู	พิมพ์	พิมพ์เพื่อชม	ใส่ตาราง	แก้ไข	ลบ
1	ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 กลางภาค ชุดที่ 1	80						
2	ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 ปลายภาค ชุดที่ 1	150						
3	ปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 1 กลางภาค ชุดที่ 2	80						

ภาพที่ ค-31 การสร้างชุดข้อสอบ

การเพิ่มชุดข้อสอบวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์เบื้องต้น (2231101)

ข้อมูลชุดข้อสอบ

การสอบ
 กลางภาค ปลายภาค

ชุดที่
 2

ทดสอบย่อย ครั้งที่
 1

ภาคการศึกษา
 ภาคเรียนที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ภาคเรียนที่ 3 อื่น ๆ

ปีการศึกษา
 2557

ภาพที่ ค-32 การเพิ่มชุดข้อสอบ

2.5.2 การกำหนดเงื่อนไขของชุดข้อสอบ ทำการเลือกรูปแบบการกำหนดเงื่อนไขชุดข้อสอบ คือ การกำหนดแบบจำนวนข้อของแต่ละหน่วยเรียน หรือ การกำหนดแบบจำนวนเปอร์เซ็นต์ของแต่ละหน่วยเรียน เมื่อเลือกรูปแบบการกำหนดจำนวนข้อสอบแล้ว จะแสดงชื่อหน่วยเรียนของวิชานั้น ๆ ทั้งหมด เพื่อกรอกจำนวนข้อหรือจำนวนเปอร์เซ็นต์ที่ต้องการสุ่ม หากต้องการกำหนดตามจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ให้ระบุจำนวนข้อในช่องนั้น แต่ถ้ากรอกตามช่องของแต่ละจุดมุ่งหมาย ระบบจะสุ่มจากข้อสอบทั้งหมดของหน่วยเรียนนั้น ดังภาพที่ ค-33 เมื่อเพิ่มเงื่อนไขเสร็จสิ้น จะแสดงแถบข้อความพร้อมกับแสดงตารางข้อมูลเงื่อนไขดังภาพที่ ค-34 หากต้องการสุ่มข้อสอบให้คลิกที่ลิงค์ สุ่มข้อสอบ ดังภาพที่ ค-35

การเพิ่มชุดข้อสอบวิชา เครื่องขยายคอมพิวเตอร์ (2235302)

วันที่รายละเอียดชุดข้อสอบสำเร็จ

กำหนดเงื่อนไขของชุดข้อสอบ
 รูปแบบการกำหนดจำนวนข้อสอบ: -เลือกประเภท-

ภาพที่ ค-33 การกำหนดเงื่อนไขของชุดข้อสอบ

ภาพที่ ค-34 การเลือกเงื่อนไขของชุดข้อสอบ

รายละเอียดเงื่อนไขที่เพิ่มแล้ว	จุดมุ่งหมาย	จำนวนข้อ
ชื่อหน่วยเรียน		
Introduction to Computer Network จำ (Remembering)		2
Introduction to Computer Network เข้าใจ (Understanding)		1
Data Link Layer จำ (Remembering)	จำ (Remembering)	1
Network Layer จำ (Remembering)	จำ (Remembering)	1
จำนวนข้อทั้งหมด		5

ภาพที่ ค-35 บันทึกเงื่อนไขของชุดข้อสอบ

2.5.3 การสุ่มข้อสอบสำหรับชุดข้อสอบ หากต้องการยอมรับข้อสอบที่ได้จากการสุ่ม เลือกยอมรับ หากต้องการสุ่มข้อสอบใหม่ เลือกสุ่มใหม่ เมื่อเลือกข้อสอบครบแล้ว หากต้องการส่งออกไฟล์ประเภท RTF เลือกออกรายงานไฟล์ประเภท RTF หากต้องการดำเนินการต่อ เลือกตกลง และหากต้องการยกเลิกการสุ่มข้อสอบ เลือกยกเลิก ดังภาพที่ ค-36 และ ค-37

ภาพที่ ค-36 การสุ่มข้อสอบ

2.5.4 การสุ่มข้อสอบใหม่สำหรับชุดข้อสอบ คอลัมน์ข้อสอบที่สุ่มเก่า คือ ข้อสอบที่สุ่มได้ในครั้งแรก และคอลัมน์ข้อสอบที่สุ่มใหม่ คือ ข้อสอบที่สุ่มมาแทนที่ข้อสอบเดิม หากต้องการยอมรับข้อสอบที่ได้จากการสุ่มใหม่ เลือกรับ หากต้องการสุ่มข้อสอบใหม่ เลือกรับใหม่ เมื่อเลือกข้อสอบครบแล้ว หากต้องการดำเนินการต่อ เลือกลง และหากต้องการยกเลิกการสุ่มข้อสอบ เลือกลบ ดังภาพที่ ค-37



ภาพที่ ค-37 การสุ่มข้อสอบใหม่

2.5.5 การแสดงผลข้อมูลชุดข้อสอบ หากต้องการแสดงผลเงื่อนไขของชุดข้อสอบเลือกรูปวงแหวนขยาย ดังภาพที่ ค-38 และ ค-39



ภาพที่ ค-38 การเลือกแสดงผลข้อมูลชุดข้อสอบ



ภาพที่ ค-39 การแสดงผลข้อมูลชุดข้อสอบ

2.5.6 การแสดงผลข้อมูลข้อสอบของแต่ละเงื่อนไขชุดข้อสอบ เลือกปุ่มแวนขยาย เพื่อเรียกดูข้อสอบของแต่ละเงื่อนไขชุดข้อสอบ ดังภาพที่ ก-40 และ ก-41

แสดงข้อมูลเงื่อนไขของชุดข้อสอบ

ชุดข้อสอบ ปีการศึกษา ๒๕๕๖ ภาคเรียนที่ ๒ กลางภาค ชุดที่ ๑

เพิ่มข้อสอบแบบถาม - ตอบ

ลำดับ	ชื่อหน่วยเรียน	จำนวนข้อ	จัดการข้อมูล
1	Introduction to Computer Network	20	 
2	Data Link Layer	35	 
3	Network Layer	45	 

ภาพที่ ก-40 การแสดงผลข้อมูลข้อสอบของแต่ละเงื่อนไขชุดข้อสอบ

ข้อสอบที่ได้จากการสุ่ม

- คำถาม: โดยการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดยอาศัย HUB ใน 1 Segment จะสามารถเชื่อมต่อได้ระยะทางยาวที่สุดเท่าใด
 - ตัวเลือกที่:1 10 เมตร
 - ตัวเลือกที่:2 100 เมตร
 - ตัวเลือกที่:3 200 เมตร
 - ตัวเลือกที่:4 500 เมตร
 - ตัวเลือกที่:5 1,000 เมตร
 - ตัวเลือกที่:6 1,500 เมตร
- คำถาม: สายสัญญาณใดต่อไปนี้ที่ส่งข้อมูลแบบจุดต่อจุด (Point to Point) ได้ระยะทางไกลที่สุด
 - ตัวเลือกที่:1 UTP Cat 5e
 - ตัวเลือกที่:2 UTP Cat 6
 - ตัวเลือกที่:3 STP
 - ตัวเลือกที่:4 Coaxial
 - ตัวเลือกที่:5 Fiber Optic Multi Mode
 - ตัวเลือกที่:6 Fiber Optic Single Mode
- คำถาม: ระบบ Internet มาตรฐานของ Protocol ใดเป็นหลัก
 - ตัวเลือกที่:1 TCP / IP
 - ตัวเลือกที่:2 IPX / SPX

ภาพที่ ก-41 การแสดงผลข้อมูลข้อสอบของแต่ละเงื่อนไขชุดข้อสอบ

2.6 การออกรายงานชุดข้อสอบ

2.6.1 การออกรายงานชุดข้อสอบในรูปแบบไฟล์ .PDF เลือกปุ่มเครื่องพิมพ์ในคอลัมน์พิมพ์ข้อสอบ หากต้องการออกรายงานเฉลยของชุดข้อสอบ เลือกปุ่มเครื่องพิมพ์ในคอลัมน์เฉลยข้อสอบ ดังภาพที่ ก-42, ก-43 และ ก-44

เมนู

- หน้าแรก
- กำหนดผู้เกี่ยวข้อง ▾
- หน่วยเรียน ▾
- ข้อสอบ
- ชุดข้อสอบ ▾
- คำทางสถิติ ▾
- แบบทดสอบออนไลน์ ▾

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

ชุดข้อสอบ +เพิ่มข้อมูลชุดข้อสอบ

ลำดับ	ชื่อชุดข้อสอบ	จำนวน(ข้อ)	เรียกดู	พิมพ์ข้อสอบ	พิมพ์เฉลยข้อสอบ	วิเคราะห์ข้อสอบ	แก้ไข	ลบ
1	ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 กลางภาค ชุดที่ 1	80						
2	ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 ปลายภาค ชุดที่ 1	150						
3	ปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 1 กลางภาค ชุดที่ 2	80						

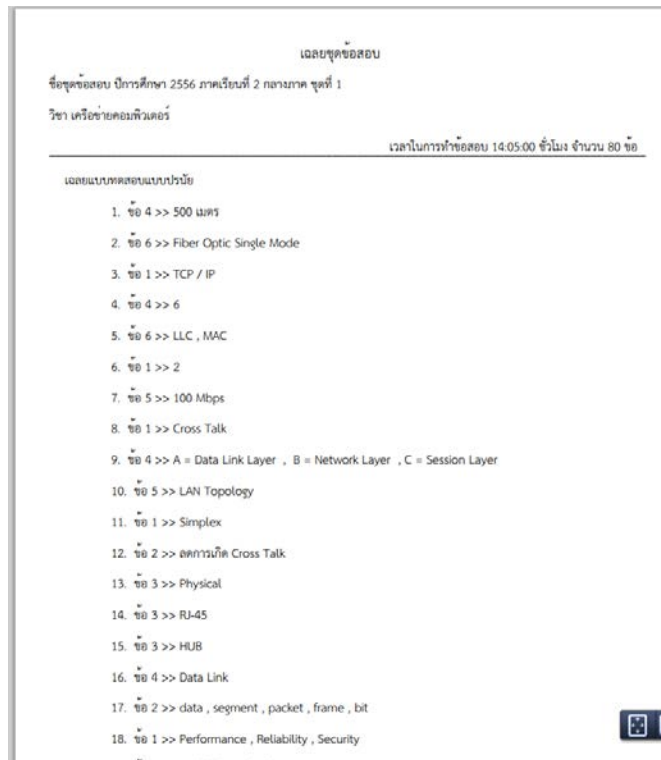
ภาพที่ ค-42 การออกรายงานชุดข้อสอบ

การสอบ ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 กลางภาค ชุดที่ 1
วิชา รหัส 2235302 ชื่อวิชา เครือข่ายคอมพิวเตอร์ จำนวน 80 ข้อ
วันที่ 12 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2557 เวลา 09:55:00 ถึง 23:40:00

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้อง

1. ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดยอาศัย HUB ใน 1 Segment จะสามารถเชื่อมต่อได้ระยะทางยาวที่สุดเท่าใด
 1. 10 เมตร
 2. 100 เมตร
 3. 200 เมตร
 4. 500 เมตร
 5. 1,000 เมตร
 6. 1,500 เมตร
2. สายสัญญาณใดต่อไปนี้ที่สามารถส่งสัญญาณแบบจุดต่อจุด (Point to Point) ได้ระยะทางไกลที่สุด
 1. UTP Cat 5e
 2. UTP Cat 6
 3. STP
 4. Coaxial
 5. Fiber Optic Multi Mode
 6. Fiber Optic Single Mode
3. ระบบ Internet อาศัยการทำงานของ Protocol ใดเป็นหลัก
 1. TCP / IP

ภาพที่ ค-43 รายงานชุดข้อสอบ



ภาพที่ ค-44 เฉลยข้อสอบ

2.7 การวิเคราะห์ค่าสถิติ

2.7.1 การเรียกดูผลการวิเคราะห์ค่าสถิติของชุดข้อสอบ เลือกปุ่มรูปภาพ จากนั้นเลือกค่าสถิติที่ต้องการ หากต้องการออกรายงานผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ เลือกออกรายงานค่าสถิติ ดังภาพที่ ค-45, ค-46 และ ค-47

เมนู

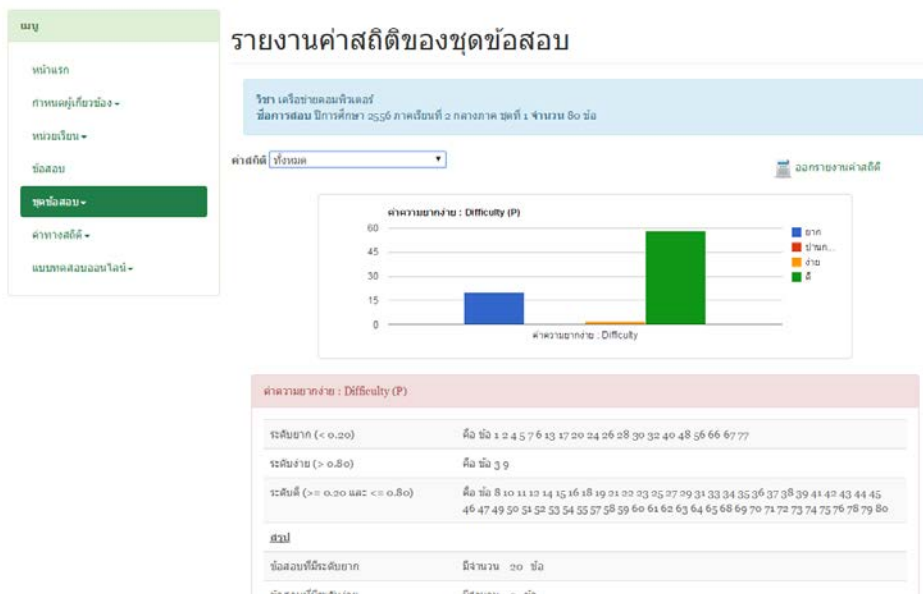
- หน้าแรก
- กำหนดผู้เกี่ยวข้อง -
- หน่วยเรียน -
- ข้อสอบ
- ชุดข้อสอบ -
- ค่าทางสถิติ -
- แบบทดสอบออนไลน์ -

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

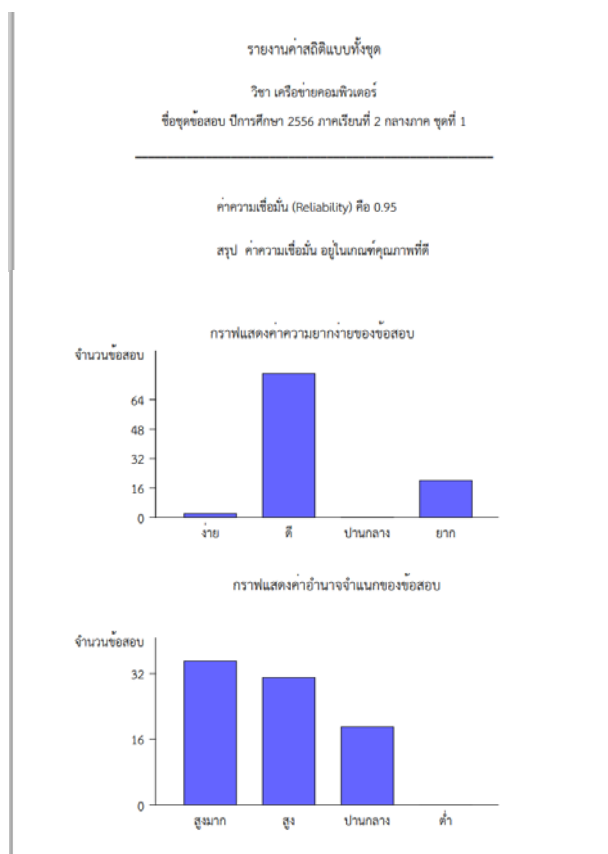
ชุดข้อสอบ +เพิ่มข้อมูลชุดข้อสอบ

ลำดับ	ชื่อชุดข้อสอบ	จำนวน(ข้อ)	เรียกดู	พิมพ์ข้อสอบ	พิมพ์เฉลยข้อสอบ	วิเคราะห์ข้อสอบ	แก้ไข	ลบ
1	ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 กลางภาค ชุดที่ 1	80						
2	ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 ปลายภาค ชุดที่ 1	150						
3	ปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 1 กลางภาค ชุดที่ 2	80						

ภาพที่ ค-45 การเลือกแสดงผลข้อมูลผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ



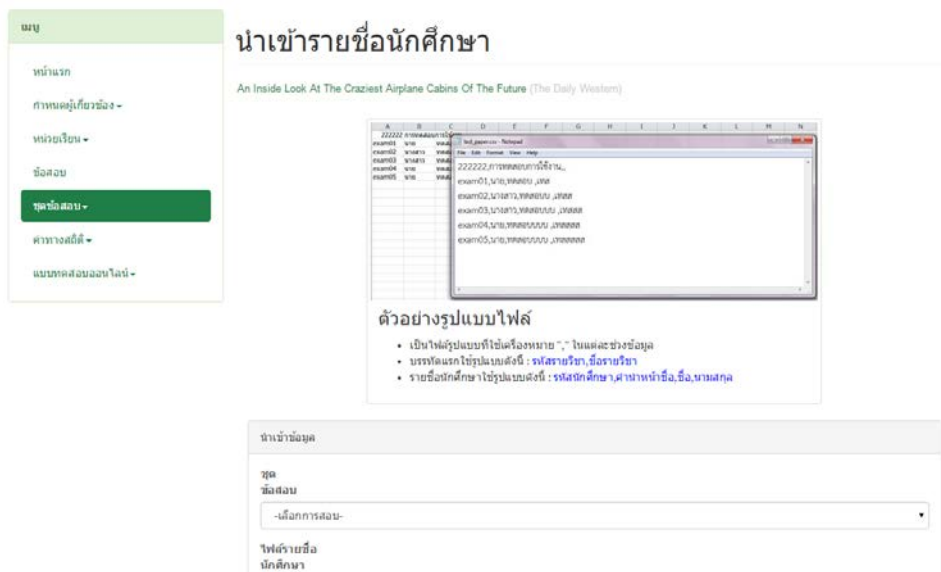
ภาพที่ ค-46 รายงานค่าสถิติของชุดข้อสอบ



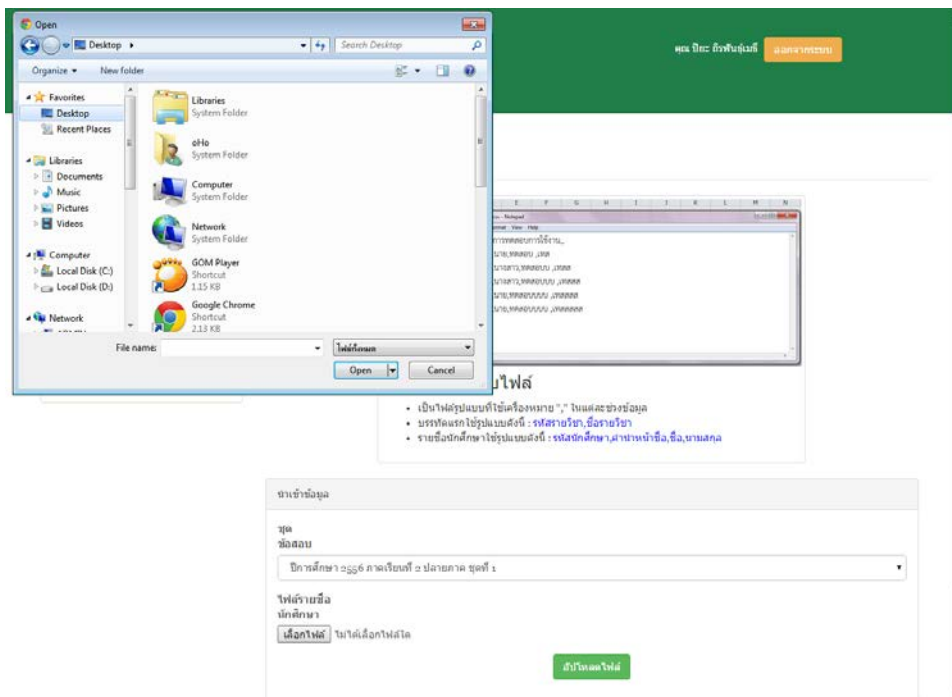
ภาพที่ ค-47 การออกรายงานผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ

2.8 การอัปโหลดรายชื่อของนักศึกษาของชุดข้อสอบ

2.8.1 หน้าจัดการชุดข้อสอบ หากต้องการอัปโหลดรายชื่อของนักศึกษาของชุดข้อสอบ เลือกอัปโหลดรายชื่อนักศึกษา จากนั้นเลือกไฟล์ข้อมูล .CSV และจัดรูปแบบข้อมูล ดังนี้ รหัสนักศึกษา, ลำนำหน้าชื่อ, ชื่อ,นามสกุล จากนั้นเลือกชื่อการสอบ และเลือก Upload File หน้าจอจะแสดงผลข้อมูลจากไฟล์ หากต้องการเพิ่มข้อมูล ให้กดปุ่มยืนยันเพิ่มข้อมูล หากไม่ต้องการเพิ่มข้อมูล ให้กลับสู่การ Upload ใหม่อีกครั้ง ดังภาพที่ ก-48, ก-49 และ ก-50



ภาพที่ ก-48 การอัปโหลดรายชื่อนักศึกษา

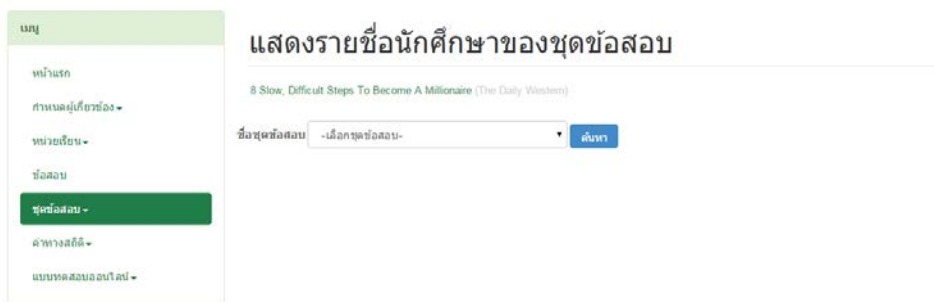


ภาพที่ ก-49 การเลือกไฟล์อัปโหลดรายชื่อนักศึกษา

เลขที่นั่ง	ตำแหน่ง	ชื่อ	นามสกุล
55502100040.00	นางสาว	ศิริภรณ์	ทีสิฎฐกุลภูมิ
555021000081.00	นางสาว	ตรีณี	สมยกุล
555021000107.00	นาย	ชนชัย	ทรงเจริญศักดิ์
555021000123.00	นาย	นฤภยศักดิ์	วงศ์วิวัฒน์
555021000156.00	นาย	นายพงษ์สรร	ทีดิสิฎฐ
555021000172.00	นาย	วิรัชพล	นฤกุล
555021000248.00	นาย	ชาญนท์	แสงจันทร์
555021000271.00	นาย	นพพงศ์	เพ็ญวิวัฒน์
555021000297.00	นางสาว	บุษมากร	นางไทย
555021000321.00	นางสาว	กนกพร	ฐานชัยชัย
555021000339.00	นาย	ศุภชญา	พิงพิงกรศิริกุล
555021000347.00	นางสาว	ทีดิยาภรณ์	คลองแก้ว
555021000354.00	นาย	สิริกรจันทร์	แก้วศักดิ์เกษม
555021000362.00	นาย	เฉลิมชัย	ศิริดารจันทร์
555021000370.00	นาย	สุศักดิ์กาญจน์	เฉลิมวัฒน์
555021000388.00	นาย	สิริพงษ์	ไชยชัยกุล
555021000404.00	นางสาว	สิริอุษาวิวัฒน์	นาถโร
555021000412.00	นาย	ธีรพงศ์	นวมบุญเรือง
555021000420.00	นาย	ไพรัช	ชินเช
555021000446.00	นางสาว	นิต	ตระกูลระดม

ภาพที่ ค-50 รายชื่อนักศึกษา

2.8.2 หากต้องการแสดงรายชื่อนักศึกษาของชุดข้อสอบ เลือกแสดงผลรายชื่อนักศึกษา สำหรับชุดข้อสอบจากนั้นเลือกชื่อชุดข้อสอบ ดังภาพที่ ค-51 และ ค-52



ภาพที่ ค-51 การแสดงรายชื่อนักศึกษาสำหรับชุดข้อสอบ

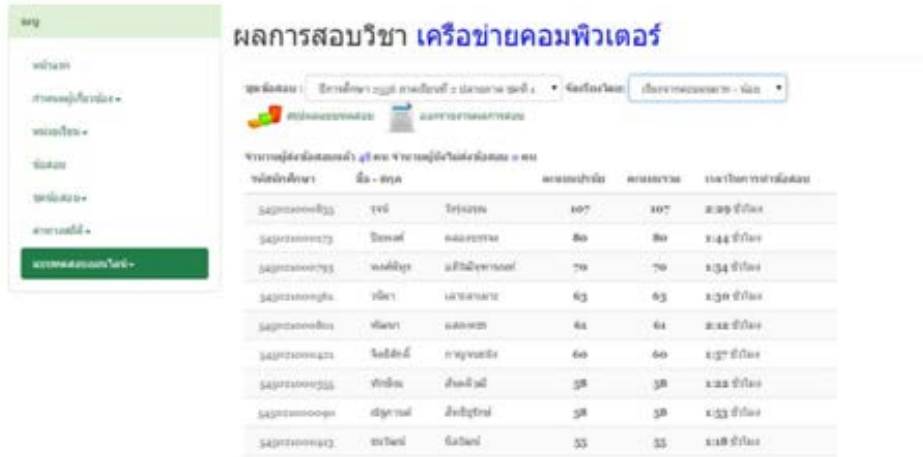
ลำดับ	ชื่อ	สกุล	สาขา	ลบข้อมูล
1	กนกพร	สาครศรี	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
2	ชดดี	ศิษย์ปฐม	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
3	ชนิศา	บัณฑิตไพรัช	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
4	สิริภรณ์	สิริชัยกุล	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
5	นงนิกขรณ์	ศิษย์ศึกษา	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
6	นพชัช	ศรีนิรม	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
7	นันทิพย์	หุดคง	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
8	นิตพงศ์	คลองบรรจง	วิทยาการคอมพิวเตอร์	
9	นิตระณิณี	พลอยสวัสดิ์	วิทยาการคอมพิวเตอร์	

ภาพที่ ค-52 รายชื่อนักศึกษาสำหรับชุดข้อสอบ

2.9 การจัดการแบบทดสอบออนไลน์

2.9.1 หน้าจัดการแบบทดสอบออนไลน์ หากต้องการแสดงผลการสอบ เลือกแสดงผลการสอบ จากนั้นเลือกชื่อการสอบ และการเรียงลำดับ (คะแนนมากไปน้อย หรือ คะแนนน้อยไปมาก)

หากต้องการแสดงผลทางสถิติของคะแนน (ค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน, ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด) เลือกสรุปผลแบบทดสอบ ดังภาพที่ ก-53 และ ก-54

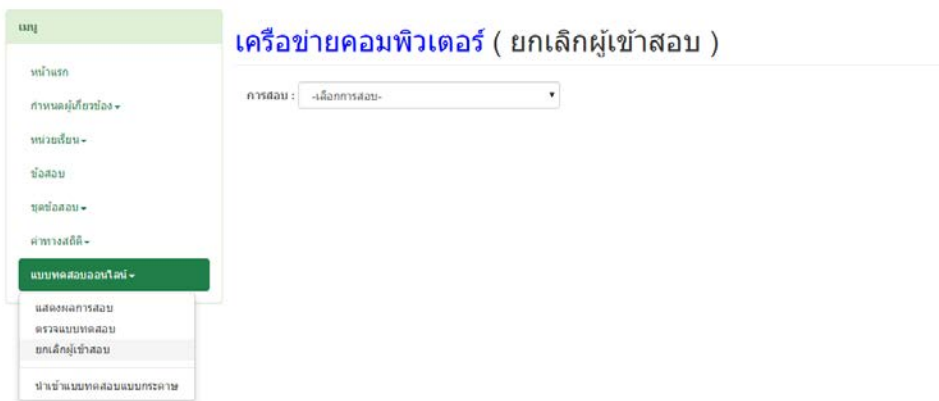


ภาพที่ ก-53 การแสดงผลการสอบ

ค่าเฉลี่ยของคะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คะแนนสูงสุด คะแนนต่ำสุด
 36.7018 17.1536 83 0

ภาพที่ ก-54 ผลการสอบ

2.9.2 หน้าจัดการแบบทดสอบออนไลน์ หากต้องการลบแบบทดสอบ เลือกยกเลิกแบบทดสอบ จากนั้นเลือกชื่อการสอบ และเลือกแบบทดสอบที่ต้องการลบในช่อง checkbox เมื่อเลือกครบตามต้องการแล้ว เลือก ดังภาพที่ ก-55 และ ก-56



ภาพที่ ก-55 การยกเลิกแบบทดสอบ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (ยกเลิกผู้เข้าสอบ)

การสอบ : ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 กลางภาค ชุดที่ 1

เด็ก	รหัสประจำตัว	ชื่อ - สกุล		คะแนนปรนัย	คะแนนอัตนัย	คะแนนรวม
<input type="checkbox"/>	545021000017	กนกรัตน์	สาครศรีณี	56	2	58
<input type="checkbox"/>	545021000074	ชคดี	ศิษย์ปฐม	45	1	46
<input type="checkbox"/>	545021000082	ชนิลา	ชินคามโกษก	35	3	38
<input type="checkbox"/>	545021000090	ณัฐกานต์	สิงธิชุกรักษ์	35	3	38
<input type="checkbox"/>	545021000132	นงลักษณ์	ตะสรีกา	42	1	43
<input type="checkbox"/>	545021000157	นพทศนัย	กรวิทย์	24	0	24

ภาพที่ ค-56 เลือยกยกเลิกแบบทดสอบ

3. ผู้ออกข้อสอบ (Item maker)

3.1 การเข้าใช้ระบบ

3.1.1 การเข้าใช้งานระบบของผู้ใช้งาน เข้าไปที่ URL ของระบบ จะปรากฏหน้าเมนูหลัก จากนั้นกรอกข้อมูล Username และ Password และเลือก Login เพื่อเข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ ค-57

ภาพที่ ค-57 การเข้าสู่ระบบของผู้ออกข้อสอบ

3.1.2 เมื่อเข้าสู่หน้าการเข้าสู่ระบบแล้ว จะพบหน้าแสดงผลข้อมูลรายวิชาที่มีสิทธิ์ในการออกข้อสอบ เลือกชื่อรายวิชาที่ต้องการจัดการข้อสอบ ดังภาพที่ ค-58 และ ค-59

รายการหลัก

อาจารย์ประจำวิชา	อาจารย์ผู้ออกข้อสอบ	กรรมการประเมินข้อสอบ	การดำเนินการ
เชือชานดลท้าวเคลง (2235302)	เชือชานดลท้าวเคลง (2235302)	คณิศาสตราทิป (2210004)	<input type="checkbox"/> ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ
		วิษยาการฉลงเบือจอนัน (2231101)	<input type="checkbox"/> ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ
		การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (2231205)	<input type="checkbox"/> ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ

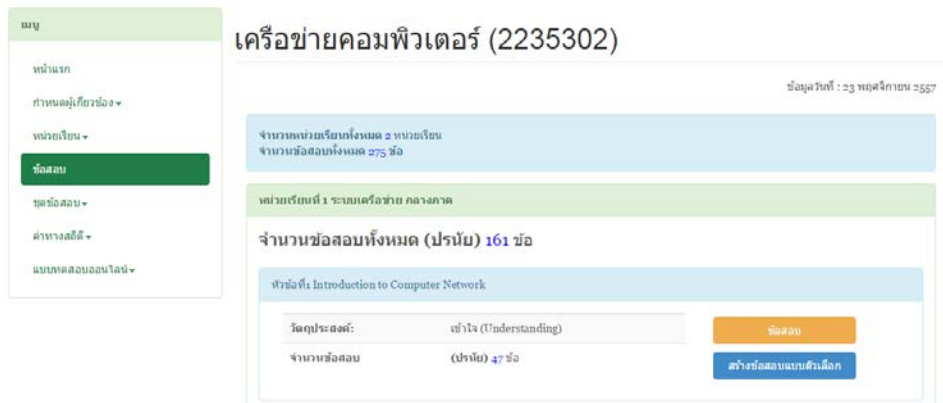
ภาพที่ ค-58 การแสดงผลหน้าจอหลัก เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว



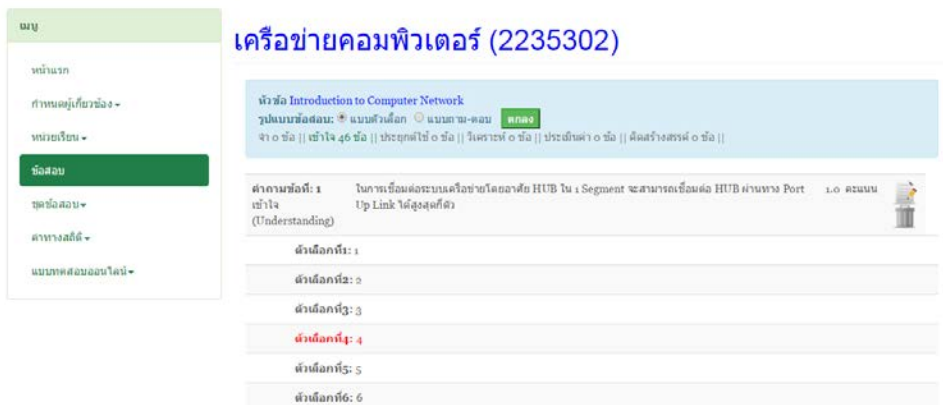
ภาพที่ ค-59 การแสดงผลข้อมูลรายวิชาพร้อมแถบเมนู หลังจากเลือกชื่อรายวิชาที่ต้องการ

3.2 การจัดการข้อสอบ

3.2.1 หากต้องการแสดงผลข้อมูลข้อสอบแบบตัวเลือก เลือกปุ่มข้อสอบ จากนั้นจะแสดงผลข้อมูลข้อสอบแบบตัวเลือก ดังภาพที่ ค-60 และ ค-61



ภาพที่ ค-60 การเลือกแสดงผลข้อมูลข้อสอบ



ภาพที่ ค-61 การแสดงผลข้อมูลข้อสอบ

3.2.2 การสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก ให้เลือกข้อสอบ จากนั้นเลือกสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก หลังชื่อหน่วยเรียนที่ต้องการสร้างข้อสอบ จากนั้นกรอกข้อมูล ดังนี้ คำถาม รูปภาพ

วัตถุประสงค์ คำอธิบาย แหล่งอ้างอิง คะแนนตัวเลือก รูปภาพ จากนั้นเลือกปุ่มเพิ่มข้อสอบ เพื่อเพิ่มข้อมูลข้อสอบเข้าในระบบ ดังภาพที่ ก-62 และ ก-63

เมนู

- หน้าแรก
- กำหนดผู้เกี่ยวข้อง
- หน่วยเรียน
- ข้อสอบ**
- ชุดข้อสอบ
- คำทางสถิติ
- แบบทดสอบออนไลน์

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

ข้อมูลวันที่ : 23 พฤศจิกายน 2557

จำนวนหน่วยเรียนทั้งหมด 2 หน่วยเรียน
จำนวนข้อสอบทั้งหมด 275 ข้อ

หน่วยเรียนที่ 1 ระบบเครือข่าย กลางภาค

จำนวนข้อสอบทั้งหมด (ปรนัย) 161 ข้อ

พินิจชื่อ Introduction to Computer Network

วัตถุประสงค์:	เข้าใจ (Understanding)	ข้อสอบ
จำนวนข้อสอบ	(ปรนัย) 47 ข้อ	สร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

พินิจชื่อ Data Link Layer

วัตถุประสงค์:	วิเคราะห์ (Analyzing)	ข้อสอบ
จำนวนข้อสอบ	(ปรนัย) 52 ข้อ	สร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

ภาพที่ ก-62 การสร้างข้อสอบ

เมนู

- หน้าแรก
- กำหนดผู้เกี่ยวข้อง
- หน่วยเรียน
- ข้อสอบ**
- ชุดข้อสอบ
- คำทางสถิติ
- แบบทดสอบออนไลน์

เครือข่ายคอมพิวเตอร์

เพิ่มข้อสอบ

พินิจ Introduction to Computer Network

คำอธิบายรายวิชา ระบบเครือข่ายเบื้องต้น

จำนวนข้อสอบ 47

คำถาม : คะแนน

เลือกจากภาพที่มีอยู่
 อัปโหลดรูปภาพใหม่

เลือกไฟล์

แหล่งอ้างอิง: วัตถุประสงค์: คำอธิบายข้อสอบ

ตัวเลือกที่ 1 สำหรับข้อสอบ

เลือกจากภาพที่มีอยู่
 อัปโหลดรูปภาพใหม่


เลือกไฟล์

ภาพที่ ก-63 การสร้างข้อสอบแบบตัวเลือก

3.3.3 การแก้ไขข้อสอบ ให้เลือกข้อสอบ จากนั้นเลือกข้อสอบ จากนั้นเลือกปุ่มกระดาษ ดินสอ หลังข้อสอบที่ต้องการแก้ไขข้อมูล ดังภาพที่ ก-64, ก-65 และ ก-66

เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)

หัวข้อ Introduction to Computer Network
 รูปแบบข้อสอบ: แบบตัวเลือก แบบตาม-ตอบ **ตกลง**
 จำนวนข้อ || เข้าใจ 46 ข้อ || ประยุกต์ใช้ 0 ข้อ || วิเคราะห์ 0 ข้อ || ประเมินค่า 0 ข้อ || คิดสร้างสรรค์ 0 ข้อ ||

คำถามข้อที่: 1 ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดยอาศัย HUB ใน 1 Segment จะสามารถเชื่อมต่อ HUB ผ่านทาง Port 1.0 คะแนน
 เข้าใจ Up Link ใต้สูงสุดกี่ตัว (Understanding) 

ตัวเลือกที่1: 1
 ตัวเลือกที่2: 2
 ตัวเลือกที่3: 3
ตัวเลือกที่4: 4
 ตัวเลือกที่5: 5
 ตัวเลือกที่6: 6

ภาพที่ ค-64 การเลือกปรับแก้ข้อสอบ

เครือข่ายคอมพิวเตอร์

แก้ไขข้อมูลข้อสอบ
 หัวข้อ Introduction to Computer Network
 คำอธิบายรายวิชา ระบบเครือข่ายเบื้องต้น

คำถาม คะแนน: 1.0

คำถาม
 ในการเชื่อมต่อระบบเครือข่ายโดยอาศัย HUB ใน 1 Segment จะสามารถเชื่อมต่อ HUB ผ่านทาง Port Up Link ใต้สูงสุดกี่ตัว

วัตถุประสงค์
 -กรุณาเลือกวัตถุประสงค์-

คำอธิบาย
 คำอธิบายข้อสอบ

เลือกจากรูปภาพที่มีอยู่
 อัปโหลดรูปภาพใหม่ แหล่งอ้างอิง:

ภาพที่ ค-65 ปรับแก้ข้อสอบ

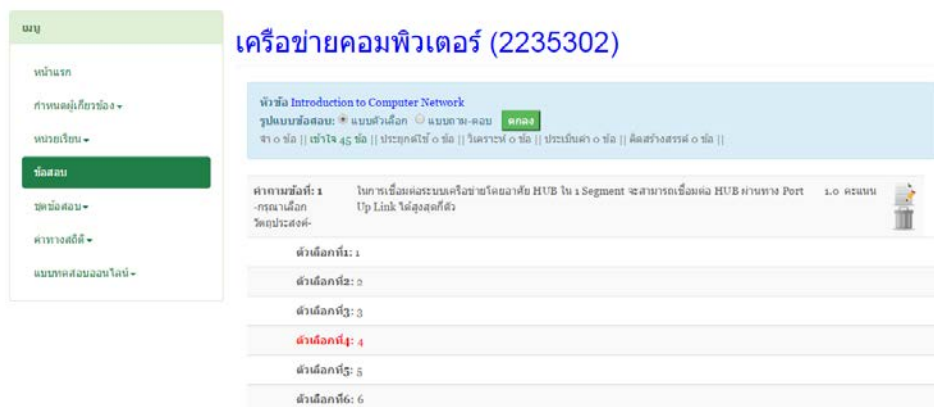
หน้าเว็บที่ ibstest.rmutk.ac.th แจ้งว่า: ×

แก้ไขข้อสอบเสร็จสิ้น

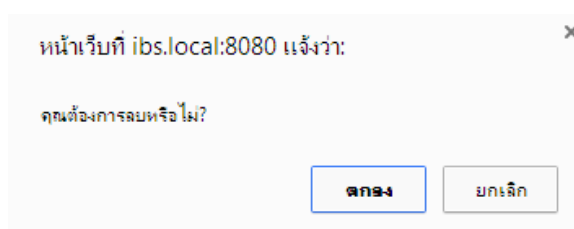
ตกลง

ภาพที่ ค-66 การปรับแก้ข้อสอบสำเร็จ

3.3.4 การลบข้อสอบ ให้เลือกข้อสอบ จากนั้นเลือกปุ่มข้อสอบ จากนั้นเลือกปุ่มล้างขยะ หลังข้อสอบที่ต้องการลบข้อมูล จากนั้นยืนยันการลบข้อสอบ หากต้องการยืนยันลบข้อสอบ เลือกตกลง หากไม่ต้องการยืนยันในการลบข้อสอบ เลือกยกเลิก ดังภาพที่ ค-67 และ ค-68



ภาพที่ ค-67 การลบข้อสอบ

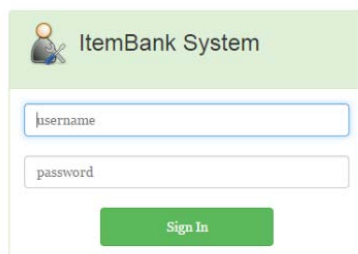


ภาพที่ ค-68 ยืนยันการลบข้อสอบ

4. กรรมการประเมินข้อสอบ (Assessor)

4.1 การเข้าใช้ระบบ

4.1.1 การเข้าใช้งานระบบของผู้ใช้งาน เข้าไปที่ URL ของระบบ จะปรากฏหน้าเมนูหลัก จากนั้นกรอกข้อมูล Username และ Password และเลือก Login เพื่อเข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ ค-69



ภาพที่ ค-69 การเข้าสู่ระบบของกรรมการประเมินข้อสอบ

4.1.2 เมื่อเข้าสู่หน้าการเข้าสู่ระบบแล้ว จะพบหน้าแสดงผลข้อมูลรายวิชาที่มีสิทธิ์ในการประเมินข้อสอบ เลือกชื่อรายวิชาที่ต้องการจัดการข้อมูล ดังภาพที่ ค-70 และ ค-71

รายการหลัก

อาจารย์ประจำวิชา เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)	อาจารย์ผู้ออกข้อสอบ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (2235302)	กรรมการประเมินข้อสอบ คณิตศาสตร์ทั่วไป (2210004) วิทยาการคอมพิวเตอร์ (2231101) การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (2231205)	การดำเนินการ ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ ยังประเมินข้อสอบไม่ครบ
--	---	---	--

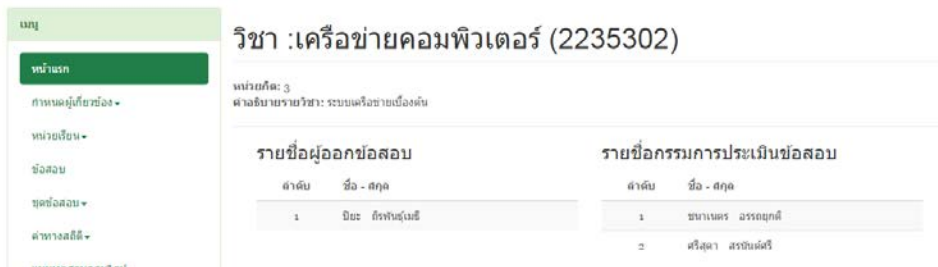
ภาพที่ ค-70 การแสดงผลหน้าจอหลัก เมื่อเข้าสู่ระบบแล้ว



ภาพที่ ค-71 การแสดงผลข้อมูลรายวิชาพร้อมแถบเมนู หลังจากเลือกชื่อรายวิชาที่ต้องการ

4.2 การเรียกดูรายการการประเมิน

4.2.1 การเรียกดูข้อมูลรายงานการประเมิน เลือกหน้าแรกในแถบเมนู ดังภาพที่ ค-72



ภาพที่ ค-72 การแสดงรายงานการประเมินของแต่ละหน่วยเรียน

4.3 การประเมินข้อสอบ

4.3.1 การประเมินข้อสอบของแต่ละหน่วยเรียน เลือกวิชาที่ต้องการ จากนั้นเลือกประเมินข้อสอบ และทำการประเมินข้อสอบแต่ละข้อ หากทำการประเมินเสร็จสิ้น เลือกประเมินข้อสอบ หากต้องการยกเลิก เลือยกยกเลิก ดังภาพที่ ค-73, ค-74 และ ค-75



ภาพที่ ค-73 การประเมินข้อสอบ

ลำดับ	หน่วยเรียน	ข้อสอบทั้งหมด	ข้อสอบที่ประเมินแล้ว	การดำเนินการ	ประเมินข้อสอบ
1.	การบวก ลบเลขพื้นฐาน	14	3	ยังไม่ประเมิน	ประเมิน
2.	การคูณ การหารพื้นฐาน	12	0	ยังไม่ประเมิน	ประเมิน

ภาพที่ ค-74 เลือกววิชาข้อสอบที่ต้องการประเมิน

ลำดับ	ข้อสอบ	ความเที่ยงตรงของเนื้อหา		
		ตรง	ไม่แน่ใจ	ไม่ตรง
1	<p>คำถาม: 2+3 มีค่าเท่ากับเท่าใด</p> <p>ตัวเลือก:</p> <p>4</p> <p>5(คำตอบ)</p> <p>66</p> <p>77</p> <p>วัตถุประสงค์ข้อสอบ: เข้าใจ (Understanding)</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ข้อเสนอแนะ

ภาพที่ ค-75 ประเมินข้อสอบ

5. นักศึกษา (Student)

5.1 การเข้าใช้ระบบ

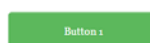
5.1.1 การเข้าใช้งานระบบของผู้ใช้งาน เข้าไปที่ URL ของระบบ จะปรากฏหน้าเมนูหลัก จากนั้นกรอกข้อมูล Username และ Password และเลือก Login เพื่อเข้าสู่ระบบ ดังภาพที่ ค-76

ภาพที่ ค-76 การเข้าสู่ระบบของนักศึกษา

5.2 การทดสอบการทำงานของระบบ

5.2.1 การทดสอบการทำงานของเมาส์ (Mouse) ว่าสามารถใช้งานได้ปกติดังภาพที่ ค-77

ทดสอบการทำงานของ Mouse



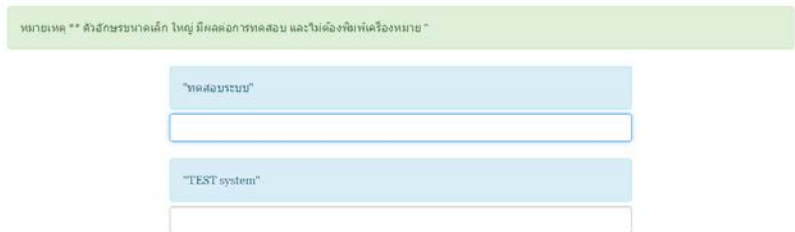
คลิกซ้ำที่ Button 1

ภาพที่ ค-77 การทดสอบการทำงานของเมาส์ (Mouse)

5.2.2 การทดสอบการทำงานของคีย์บอร์ด (Keyboard) ว่าสามารถใช้งานได้ปกติ ดังภาพที่

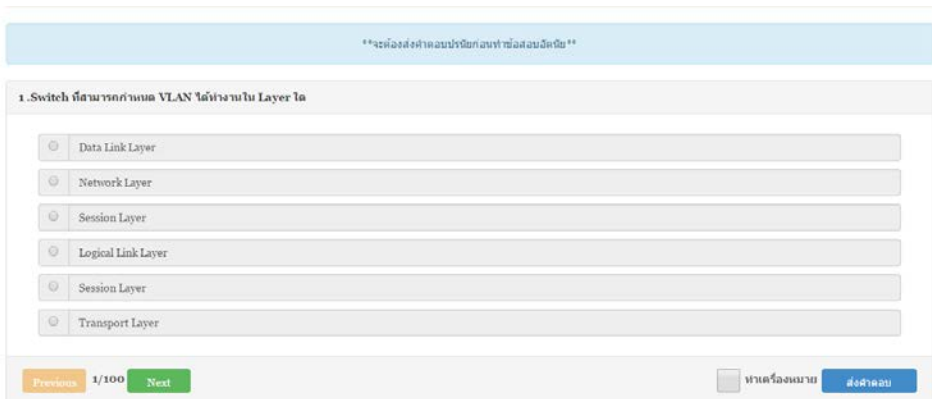
ค-78

ทดสอบการทำงานของ Keyboard



ภาพที่ ค-78 การทดสอบการทำงานของคีย์บอร์ด (Keyboard)

5.2.3 การทดลองทำแบบทดสอบออนไลน์ ว่ามีลำดับการทำงานอย่างไร หรือการใช้ปุ่มไป
ยังข้อถัดไป หรือการใช้ปุ่มไปยังข้อก่อนหน้า และการเลือกส่งข้อสอบ ดังภาพที่ ค-79



ภาพที่ ค-79 การทดลองทำแบบทดสอบออนไลน์

5.3 การแสดงรายละเอียดการสอบ

5.3.1 การแสดงรายละเอียดการสอบของแต่ละรายวิชาที่มีสิทธิ์ในการทำแบบทดสอบ
ออนไลน์ของนักศึกษา หากต้องการทำแบบทดสอบ เลือกเข้าสู่การสอบ ดังภาพที่ ค-80



ภาพที่ ค-80 การแสดงรายละเอียดการสอบของแต่ละรายวิชา

5.4 การทำแบบทดสอบ

5.4.1 การทำแบบทดสอบ หากต้องการเริ่มทำข้อสอบ เลือกเริ่มทำข้อสอบดังภาพที่
ค-81 หน้าจอจะแสดงข้อสอบ ถ้าเป็นข้อสอบแบบปรนัย ในกรณีที่ไม่แน่ใจในคำตอบ ให้เลือกทำ

เครื่องหมาย และแถบคำตอบจะแสดงตัวอักษรสีเหลือง หากแน่ใจ แถบคำตอบจะแสดงตัวอักษรสีเหลือง แต่ถ้าหากยังไม่ตอบคำตอบ จะแสดงตัวอักษรสีแดง ด้านล่างแถบคำตอบจะแสดงแถบเปอร์เซ็นต์การตอบคำตอบ และจำนวนข้อทั้งหมดที่ทำแล้ว ทำแล้วแต่ไม่แน่ใจ และยังไม่ทำข้อสอบ (โดยแบ่งเป็นสีเดียวกับแถบคำตอบ) หลังจากต้องการส่งคำตอบ ให้กดปุ่มส่งคำตอบ จะแสดงดังภาพที่ ค-82

วิชา:เครือข่ายคอมพิวเตอร์ รหัสวิชา:2235302

ข้อมูลการสอบ	
ชื่อชุด ข้อสอบ	ปีการศึกษา 2556 ภาคเรียนที่ 2 กลางภาค ชุดที่ 1
จำนวนข้อ	100
เวลาในการทำข้อสอบ(ช.ม.)	02:55:00

[เริ่มทำข้อสอบ](#)

ภาพที่ ค-81 การแสดงรายละเอียดการสอบ หลังจากเลือกเข้าสู่การสอบ

จะต้องส่งคำตอบปรนัยก่อนทำข้อสอบถัดไป

4. ค่า TTL ใน IP Header ของ IP.V6 คือข้อใด

Flow Table

Time Delay

Traffic Class

Hop Limit

Payload

ไม่มีข้อใดถูก

Previous 4/100 Next ทำเครื่องหมาย [ส่งคำตอบ](#)

ข้อ 1 ทำเครื่องหมายเพื่อตรวจสอบ
 ข้อ 2: ยังไม่ได้ตอบคำถาม
 ข้อ 3: ตอบ ข้อเลือกที่ 4
 ข้อ 4: ยังไม่ได้ตอบคำถาม
 ข้อ 5: ยังไม่ได้ตอบคำถาม

[แสดงกระดาษคำตอบ](#)

จำนวนข้อที่ทำ (2.5/100%)

จำนวนข้อที่ทำเครื่องหมาย (4 ข้อ)

ภาพที่ ค-82 การสอบแบบปรนัย

ภาคผนวก ง

อภิธานศัพท์และดัชนีสืบค้นเรื่อง

อภิธานศัพท์และดัชนีสืบค้นเรื่อง

A

Accessibility	การเข้าใช้งาน ได้หลายช่องทางผ่านทางระบบเครือข่าย (6) (7)
Activity Diagram	แผนภาพกิจกรรมที่เกิดขึ้นในระบบ (60)
Apache	เว็บเซิร์ฟเวอร์ (69)
Availability	ความพร้อมใช้งานตลอดเวลา (6) (7) (27)

B

BIND	โปรแกรมสำหรับแปลงชื่อ โดเมนเป็นหมายเลขไอพี (68)
Broad Network Access	การเข้าใช้บริการจากระบบเครือข่ายหลายรูปแบบ (5) (6) (24) (78)

C

C++	ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนาโปรแกรมตามที่ต้องการ (20)
CentOS	ระบบปฏิบัติการเซนต์ (41)
Class Diagram	แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างคลาส (59)
Cloud Computing	ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (2) (5)
Cluster	กลุ่มคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อและทำงานในแพลตฟอร์มเดียวกัน (27) (29)
Code Igniter	เฟรมเวิร์ค ที่ถูกพัฒนาขึ้นด้วยภาษาพีเอชพี (19)
Controller	ส่วนประมวลผลหลักตามหลักสถาปัตยกรรมเอ็มวีซี (17) (57) (66) (98)

D

Data Node	ทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลที่แท้จริงของระบบฮาร์ดแวร์ (29) (52) (97)
DFS	ระบบเพิ่มข้อมูลแบบกระจาย (28)
Distributed Computing	การประมวลผลแบบกระจาย (23) (77)
DNS	ระบบแปลงชื่อ โดเมนเป็นหมายเลขไอพี (91)

E

Encapsulated	การห่อหุ้มข้อมูล (22)
Encryption	การเข้ารหัส (137)
ERD	แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล (66)

F

Framework	โครงสร้างซอฟต์แวร์หรือชุดคำสั่งที่สนับสนุนการพัฒนาโปรแกรม (5)
Framework on Client	โครงสร้างส่วนต่อประสานงานกราฟิกของผู้ใช้ (18)

G

Grid Computing	การนำเครื่องคอมพิวเตอร์มาต่อรวมกันเพื่อช่วยในการประมวลผล (23) (77)
----------------	--

H

Hadoop	ระบบจัดการเพิ่มข้อมูลแบบกระจายรูปแบบหนึ่งที่กำลังขึ้นด้วยภาษาจาวา (29)
HDFS	ระบบกระจายเพิ่มข้อมูลแบบฮาร์ดดิสก์ (29)
Heartbeat	วิธีการที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มสภาพความพร้อมใช้งาน (27)
Hybrid Cloud	ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆแบบผสม (23) (77)

I

IaaS	การให้บริการ โครงสร้างพื้นฐานบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (24) (77)
Interface	การเชื่อมประสาน (22)
IRT	ทฤษฎีการตอบสนองข้อสอบ (136)

J

J-Meter	โปรแกรมจำลองสภาพแวดล้อมเพื่อทดสอบประสิทธิภาพ (72) (118)
---------	---

M

Map Reduce	เฟรมเวิร์คหนึ่งที่จะช่วยในการเขียนโปรแกรม (29)
Measured Service	การวัดปริมาณการใช้งานทรัพยากรในระบบ (5) (6) (25) (78)
Model	ส่วนที่ใช้ในการแปลงการทำงานตามหลักสถาปัตยกรรมเอ็มวีซี (17) (57) (66) (98)
MVC	สถาปัตยกรรมแบบเอ็มวีซี (17) (75)

N

Name Node	ส่วนบริหารจัดการระบบชื่อเพิ่มข้อมูล (29) (52) (56) (97)
NIST	สถาบันมาตรฐานและเทคโนโลยีแห่งชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา (24)
NoSQL	ฐานข้อมูลขนาดใหญ่ที่ไม่มีภาษาเอสคิวแอล (137)

O

On-demand self-service	การปรับเปลี่ยนหรือการจองทรัพยากรเพื่อการใช้งานได้ตามต้องการ (5) (6) (24) (77)
OOAD	การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุ (49) (75)

P

PaaS	การให้บริการแพลตฟอร์มบนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (24) (44) (77)
Perl	ภาษาเพิร์ล (20)
PHP Framework	โครงสร้างซอฟต์แวร์ ที่รวมระบบพื้นฐานเอาไว้ให้เรียกใช้งานได้ง่ายทันที (19)
Platform Independence	ระบบที่ไม่ขึ้นกับแพลตฟอร์ม (21)
Private Cloud	ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆภายในองค์กร (5) (23) (51) (77)
Public Cloud	ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสาธารณะ (23) (77)

R

Rapid Elasticity	การปรับเปลี่ยนการใช้ทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว (5) (6) (25) (78)
Request	การขอใช้บริการ (72)
Resource Pooling	การแบ่งปันทรัพยากรในระบบเพื่อใช้งานร่วมกัน (5) (6) (25) (78)
Response	การตอบรับคำร้องขอใช้บริการ (72)
Reuse	การนำส่วนที่ทำได้แล้วกลับมาปรับปรุงและใช้งานใหม่ (18)
RPC	รูปแบบการเรียกใช้งานจากระยะไกล (20)

S

SaaS	การให้บริการซอฟต์แวร์บนระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ (24) (77)
Scalability	ความสามารถปรับเปลี่ยนขนาดของระบบ (6) (7)
SDLC	วัฏจักรการพัฒนา (49) (75)
Sequence Diagram	แผนภาพลำดับขั้นตอนการทำงาน (61)
Service Discovery	การค้นหาค้นหาบริการ (21)
SLA	ข้อตกลงระดับการให้บริการ (25) (26)
SOAP	การติดต่อสื่อสารบนระบบบริการเว็บ โดยส่งเอกสารเอกซ์เอ็มแอล (20)
Software Components	ส่วนประกอบซอฟต์แวร์ (133)
Synchronize	การประสานการทำงาน (137)

U

UDDI	มาตรฐานของไดเรกทอรีที่เก็บหรือลงทะเบียนเว็บเซอร์วิส (20)
UML	แผนภาพภาษาแสดงแบบการทำงาน (57)
Use Case	แผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้งานกับระบบงานย่อย (57)
Utility Computing	การให้บริการประมวลผลตามความต้องการใช้งานของผู้ใช้ (23) (77)

V

Validity	ความเที่ยงตรง (6) (7) (10) (12) (71)
----------	--------------------------------------

View	ส่วนเชื่อมต่อกับผู้ใช้งานตามสถาปัตยกรรมเอ็มวีซี (17) (57) (66) (98)
Virtual Machine	เครื่องเสมือน (26)
VPN	ระบบเครือข่ายส่วนตัวเสมือน (41)
W	
Web 2.0	เว็บรุ่นที่ 2.0 (19)
Web Service	บริการแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านเว็บ (19)
WSDL	เอกสารอธิบายเว็บเซอร์วิส (20)
X	
XML	ภาษาเอ็กซ์เอ็มแอล (20)
Z	
Zend Framework	โครงสร้างซอฟต์แวร์ที่เป็นส่วนขยายของภาษาพีเอชพี (19)

ภาคผนวก ก

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายปิยะ ธิรพันธุ์เมธี
 ชื่อวิทยานิพนธ์ : ระบบประมวลผลแบบกลุ่มเมฆสำหรับบริการเฟรมเวิร์คธนาคารข้อสอบ
 สาขาวิชา : เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา

ประวัติ

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อการศึกษา
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
 สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
 คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- พ.ศ. 2540 สำเร็จการศึกษาปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
 สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
 ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม
 คณะวิศวกรรมศาสตร์
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2541 ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และ
 วิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ