ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

โดย

พริ้มไพร วงค์ชมภู

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยนวัตกรรมดิจิทัลเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต

ปีการศึกษา 2566

A COMPUTER'S COURSE GUIDANCE SYSTEM BASED ON LEARNER CHARACTERISTIC ANALYSIS BY ONTOLOGY: CASE STUDY OF FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, RAJABHAT CHIANG MAI UNIVERSITY

BY

PHRIMPHRAI WONGCHOMPHU

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

A DISSERTATION SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR

THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY IN

INFORMATION TECHNOLOGY

COLLEGE OF DIGITAL INNOVATION TECHNOLOGY

GRADUATE SCHOOL, RANGSIT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2023

ดุษฎีนิพนธ์เรื่อง

ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคล ด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

โดย

พริ้มไพร วงค์ชมภู

ได้รับการพิจารณาให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยรังสิต
ปีการศึกษา 2566

----------	----------
ดร.เทพชัย ทรัพย์นิธิ ประธานกรรมการสอบ	รศ.ดร.เชฏฐเนติ ศรีสอ้าน กรรมการ
----------	----------
รศ.ดร.คริชณะ ฉิมมณี กรรมการ	รศ.ดร.สิริพร ศุภราทิตย์ กรรมการ

ผศ.ดร.ชุติมา เบี้ยวไข่มุข
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(ผศ.ร.ต.หญิง ดร.วรรณี ศุขสาตร)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
30 พฤศจิกายน 2566

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Dissertation entitled

A COMPUTER'S COURSE GUIDANCE SYSTEM BASED ON LEARNER CHARACTERISTIC ANALYSIS BY ONTOLOGY: CASE STUDY OF FACULTY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, RAJABHAT CHIANG MAI UNIVERSITY

by

PHRIMPHRAI WONGCHOMPHU

was submitted in partial fulfillment of the requirements
for the degree of Doctor of Philosophy in Information Technology

Rangsit University
Academic Year 2023

Thepchai Supnithi, Ph.D.
Examination Committee Chairperson

Assoc. Prof. Chetneti Srisa-an, Ph.D.
Member

Assoc. Prof. Krishna Chimmanee, Ph.D.
Member

Assoc. Prof. Siriporn Supratid, Ph.D.
Member

Asst. Prof. Chutima Beokhaimook, Ph.D.
Member and Advisor

Approved by Graduate School

(Asst.Prof.Plt.Off. Vannee Sooksatra, D.Eng.)
Dean of Graduate School
November 30, 2023

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผศ.ดร.ชุติมา เบี้ยวไข่มุข ผู้ซึ่งให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจแก้ไขจนดุษฎีนิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ท่านผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านดังรายนามเหล่านี้ เป็นอย่างสูงยิ่งที่ให้ความกรุณารับเป็นกรรมการตรวจสอบดุษฎีนิพนธ์ และให้คำแนะนำ คำปรึกษา เป็นอย่างดีตลอดมาได้แก่ ประธานกรรมการสอบ อ.ดร.เทพชัย ทรัพย์นิธิ คณะกรรมการสอบ รศ.ดร.เชฎฐเนติ ศรีสอ้าน รศ.ดร.คริชณะ ฉิมมณี และ ผศ.ดร.สิริพร ศุภราทิตย์

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.คริชณะ ฉิมมณี ท่านผู้อำนวยการหลักสูตร อย่างสูงยิ่งที่ให้การดูแล ช่วยเหลือ และสนับสนุนการดำเนินงานดุษฎีนิพนธ์นี้จนสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณท่านผู้ทรงคุณวุฒิ/ท่านผู้เชี่ยวชาญ ทั้ง 7 ท่าน ดังนี้ รศ.แสงสุรีย์ สำอางค์กูล ดร.ญาณินท์ คุณา ผศ.ดร.นงลักษณ์ เขียนงาน ดร.เสรี ใหม่จันทร์ ดร.บุญเลิศ คำปัน ดร.อดุลย์ ปัญญา และ ผศ.ดร.เสรี ปานซาง ที่ให้ความอนุเคราะห์รับเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ ท่านผู้ทรงคุณวุฒิ ผศ.ดร.มารุต บูรณรัช และ ผศ.ดร.นพดล ชลอธรรม ที่ให้คำปรึกษาและช่วยตรวจสอบความถูกต้องด้านฐานความรู้เชิงความหมาย(ออนโทโลยี)

ท้ายสุดขอขอบคุณ คุณมารุต เปี่ยมเกตุ ผู้อำนวยการสำนักดิจิทัลเพื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์จัดทำพื้นที่บนเซิร์ฟเวอร์ จัดหา URL และติดตั้งระบบจนสำเร็จ

พริ้มไพร วงค์ชมภู

ผู้วิจัย

5906949 : พริ้มไพร วงค์ชมภู

ชื่อดุษฎีนิพนธ์ : ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

หลักสูตร : ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.ชุติมา เบี้ยวไข่มุข

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 4 ประการ คือ 1) เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตรคอมพิวเตอร์ 3 หลักสูตร ได้แก่ วิทยาการคอมพิวเตอร์ (CS) เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) และ การโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ (WEB) ของภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 2) เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน 3) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย (CCL-Guidance System) และ 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจในการเข้าใช้งานระบบ CCL-Guidance System งานวิจัยนี้มี 4 เครื่องมือวิจัยหลัก ได้แก่ ออนโทโลยีคุณลักษณะเฉพาะหลักสูตรคอมพิวเตอร์, ออนโทโลยีคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน, ระบบ CCL-Guidance System และแบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในการเข้าใช้ระบบ CCL-Guidance System ผลการวิจัยพบว่า โมดูลคุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร (Computer Course Module) แสดงธรรมชาติของ 3 หลักสูตรข้างต้น ซึ่งแยกเป็น 7 กลุ่มรายวิชา (7-SubjectGroups) โดยวิเคราะห์ทักษะเบื้องต้น (Skill) ความรู้เบื้องต้น (Knowledge) และคุณลักษณะนิสัย (Characteristic) ส่วนโมดูลคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน (Learner Profile Module) แสดงกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียนที่ถูกสกัดออกมาได้ 7 กลุ่ม (LCG1-LCG7) และแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคล 21 ข้อ (LCG-TEST-21) สำหรับระบบ CCL-Guidance System จะประกอบด้วยเว็บฐานข้อมูล (Web Database) และ เว็บสืบค้นเชิงความหมาย (Semantic Ontology Search หรือ SOS) ค่าความพึงพอใจในภาพรวมของการเข้าใช้งานระบบแนะนำ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.15, S.D.=0.44)

(ดุษฎีนิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 160 หน้า)

คำสำคัญ: ระบบแนะนำการศึกษาต่อคอมพิวเตอร์, ออนโทโลยีคุณลักษณะนิสัยเฉพาะผู้เรียน, ออนโทโลยีคุณลักษณะเฉพาะหลักสูตรคอมพิวเตอร์, ฐานความรู้เชิงความหมาย

ลายมือชื่อนักศึกษา.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

5906949 : Phrimphrai Wongchomphu

Dissertation Title : A Computer's Course Guidance System based on Learner Characteristic Analysis by Ontology: Case study of Faculty of Science and Technology, Rajabhat Chiang Mai University.

Program : Doctor of Philosophy Program in Information Technology

Dissertation Advisor : Asst. Prof. Chutima Beokhaimook, Ph.D.

Abstract

This research has four main objectives which include 1) to synthesize specific characteristics of three computer curricula, which are Computer Science (CS), Information Technology (IT), and Web Programming and Security (WEB) of the Department of Computer, Rajabhat Chiang Mai University, 2) to synthesize learner characteristics, 3) to design and develop the Computer's Course Guidance System based on Learner Characteristic Analysis by Ontology or the CCL-Guidance System, and 4) to assess the satisfaction of accessing the CCL-Guidance System. This research has four main research tools, which are computer course ontology, learner profile ontology, the CCL-Guidance System, and the assessment form for the satisfaction of the sample in accessing the CCL-Guidance System. The research results reveal that the Computer Course Module represents the three-curriculum nature, which categorized into 7-SubjectGroups, by analyzing basic skills, knowledge and characteristics. The Learner Profile Module represents the extracted seven groups of learners' characteristics (LCG1 -LCG7) and the 21-item learner character test or LCG-TEST-21. The CCL-Guidance System consists of web database and semantic ontology search or SOS. The overall satisfaction level of accessing to the CCL-Guidance System is at a high level ($\bar{X}$=4.15, S.D.=0.44).

(Total 160 pages)

Keywords: Computer Course Guidance System, Learner Profile Ontology, Computer Course Ontology, Semantic Web.

Student's Signature..... Dissertation Advisor's Signature.....

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย		**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		**ค**
สารบัญ		**ง**
สารบัญตาราง		**ช**
สารบัญรูป		**ฌ**
บทที่ 1	**บทนำ**	**1**
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	4
	1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย	5
	1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย	5
	1.5 นิยามศัพท์	6
บทที่ 2	**ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง**	**8**
	2.1 ระบบแนะนำ	8
	2.2 ระบบแนะนำทางการศึกษา	11
	2.3 ระบบแนะนำทางการศึกษาด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย	12
	2.4 ฐานความรู้เชิงความหมาย หรือ ออนโทโลยี	13
	2.5 คุณลักษณะเฉพาะของหลักสูตรคอมพิวเตอร์	29
	2.6 คุณลักษณะนิสัยนักเรียน	39
	2.7 การประเมินค่าความพึงพอใจ	46
	2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	48
บทที่ 3	**ระเบียบวิธีการวิจัย**	**56**
	3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	56
	3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	56

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล	60
	3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	66
บทที่ 4	**ผลการวิจัย**	**82**
	4.1 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร	82
	4.2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน	84
	4.3 ผลการพัฒนาและทดสอบระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่	85
	4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจการใช้ the CCL- Guidance System	88
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	**94**
	5.1 สรุปผลการวิจัย	94
	5.2 อภิปรายผล	96
	5.3 ข้อเสนอแนะ	100
บรรณานุกรม		**101**
ภาคผนวก		**114**
ภาคผนวก ก	รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย	115
ภาคผนวก ข	ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจการเข้าใช้ระบบแนะนำฯ	123
ภาคผนวก ค	UI ของ www.courseguidance.cmru.ac.th/lcg/	126
ภาคผนวก ง	Database “Courseguidance”	128
ภาคผนวก จ	UI ของ http://localhost:8080/searching/	130

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ฉ	The Proceeding of the Joint International Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (iSAI-NLP 2017) / Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology”	132
ภาคผนวก ช	Journal of Information and Communication Convergence Engineering (J. Inf. Commun. Converg. Eng., JICCE) / E-mail ตอบรับ / Manuscript “SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior”	147
ประวัติผู้วิจัย		**160**

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สรุปองค์ประกอบของออนโทโลยี	14
2.2	สรุปขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี 7 ขั้นตอน	16
2.3	รูปแบบของภาษาสำหรับนิยามออนโทโลยี 3 รูปแบบ	18
2.4	รายละเอียดสถาปัตยกรรมของ Semantic Web	21
2.5	การจัดการความรู้เชิงความหมาย สำหรับเทคโนโลยีเว็บยุค 1.0 - 3.0	24
2.6	รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ (CS)	30
2.7	รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพเลือก (CS)	31
2.8	รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ (IT)	33
2.9	รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพเลือก (IT)	34
2.10	รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ (WEB)	36
2.11	รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพเลือก (WEB)	37
2.12	บุคลิกภาพตามหลักของ MBTI 16 ไทป์ย่อย	40
2.13	แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 6 ระดับ	42
2.14	เปรียบเทียบการวิเคราะห์ EFA กับ CFA	44
2.15	แสดงเกณฑ์ของค่า Goodness of Fit Statistics	45
2.16	แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ของฐานคำศัพท์	51
3.1	แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบรายวิชาของทั้ง 3 หลักสูตร	60
3.2	แสดงนิยามเชิงปฏิบัติการของกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน 9 กลุ่ม (LCGD1-LCGD9)	63
3.3	แสดงซอฟต์แวร์พื้นฐานและสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต่อการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์	66
3.4	แสดงตัวอย่างการสังเคราะห์ Knowledge Skill และ Characteristics วิชา COM 2402	67
3.5	แสดงจำนวนข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ IOC ของ LCGD-Tests-138	69
3.6	แสดงค่าพิจารณา, เกณฑ์ของแต่ละตัวแปรและผลการวิเคราะห์ EFA โดยใช้เทคนิค PCA ของกลุ่มทดสอบสำรวจกับแบบวัด LCG-Test-97	70

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.7	แสดงจำนวนข้อคำถามในแต่ละ Factor แบบ Varimax 9 Factor and Varimax 8 Factor	71
3.8	แสดงความหมายของทั้ง 5 โมเดล	72
3.9	แสดงจำนวนข้อคำถามของแต่ละกลุ่ม LCG ที่ผ่านการวิเคราะห์ CFA	72
3.10	สรุปเกณฑ์ที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์	76
3.11	ผลการตัดสินค่าดัชนีความกลมกลืนของโมเดลทั้ง 5 โมเดล	77
3.12	แสดงผลการวิเคราะห์กลุ่ม LCG ซึ่งถูกปรับจาก 9 กลุ่ม เหลือ 7 กลุ่ม	78
3.13	แสดงผลการประเมินความถูกต้องของระบบแนะนำ	82
4.1	แสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของ Concept ทั้ง 3 แบบ	84
4.2	แสดงผลการทดสอบระบบเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง	90
4.3	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	91
4.4	แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 70 คน	91

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แสดงกรอบการวิจัยของ The CCL-Guidance System.	5
2.1	แสดงสถาปัตยกรรมของ Semantic Web	22
2.2	สเปคตรัมของความรู้ (Knowledge spectrum)	23
2.3	แนวคิดของ OAM	25
2.4	เปรียบเทียบแนวทางการพัฒนาเว็บเชิงความหมายโดยใช้/ไม่ใช้ OAM Framework	27
2.5	ภาพรวมองค์ประกอบของแพล็ตฟอร์ม OAM	28
3.1	ขั้นตอนการสร้างกลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน	57
3.2	แสดงขั้นตอนการพัฒนาระบบ The CCL-Guidance System	58
3.3	คุณสมบัติความสัมพันธ์ของ Result_Learner_Recommend Ontology	59
3.4	แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และรหัสรายวิชาของ “SubjectGroups” 7 กลุ่ม	61
3.5	แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ CFA	71
3.6	แสดงการประเมินความถูกต้องของระบบ	81
4.1	รายละเอียดรูปแบบความสัมพันธ์ของ 'Computer Course Ontology'	85
4.2	รายละเอียดรูปแบบความสัมพันธ์ของ 'Learner Profile Ontology'	86
4.3	ภาพรวมของ CCL Ontology	87
4.4	ภาพรวมของ The CCL-Guidance System	88
4.5	หน้าจอการใช้งานระบบ http://www.courseguidance.cmru.ac.th/LCG/	89
4.6	หน้าจอการใช้งานระบบ http://localhost:8080/searching/	89

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบแนะนำ (Recommender System) (Melville and Sindhwani, 2010, pp.1-14) เป็นระบบที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีเป้าหมายหลักเพื่อช่วยในการตัดสินใจของมนุษย์ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วย่อมมีความต้องการที่แตกต่างกัน ดังนั้นจุดเริ่มต้นของระบบแนะนำจึงเริ่มต้นกับวงการพาณิชย์ก่อน โดยการแนะนำผู้ใช้จากสินค้า ผลิตภัณฑ์ หรือข้อมูลที่ผู้ใช้ชอบหรือให้ความสนใจในช่วงเวลานั้น เช่น ระบบแนะนำหนังสือของเว็บไซต์อเมซอน.คอม (www.Amazon.com) เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าเทคนิควิธีการของระบบแนะนำที่ถูกใช้บ่อยสามารถแบ่งเป็นสี่กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่ *กลุ่มที่หนึ่ง* คือ การใช้เทคนิคพื้นฐานของระบบแนะนำ (Basic-Technique Recommender System) (Melville and Sindhwani, 2010, pp.1-14; O'Mahony and Smyth, 2007, pp.133-136; Elbadrawy and Karypis, 2016, pp.183-190) ประกอบด้วยเทคนิคแบบคัดกรองร่วม (Collaborative Filtering), เทคนิคแบบแนะนำเนื้อหา (Content-Based Recommending) (De Pessemier, Dooms & Martens, 2012; Lerdsakooljinda and Utakrit, 2011, pp.854-859) และเทคนิคแบบวิธีผสม (Hybrid Approaches) (Maneeroj & Takasu, 2009, pp.661-666; Tyagi & Bharadwaj, 2012, pp.586-590) *กลุ่มที่สอง* คือ การใช้เทคนิคระบบแนะนำแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Recommender System) (Lakiotaki, Matsatsinis & Tsoukias, 2011, pp.64-76; Akhtarzada, Calude & Hosking, 2011) *กลุ่มที่สาม* คือ การใช้เทคนิคระบบแนะนำโดยใช้ตัวแบบ (Model-Based Recommender System) (Butthijak & Nuchitprasitchai, 2009) และ *กลุ่มที่สี่* คือ การใช้ระบบแนะนำด้วยออนโทโลยี (Recommender System by Ontology) (Oprea, 2015, pp.1-7; Terziev, Wickner, Brückmann & Gruhn, 2015, pp.1-8; Sharma & Ahuja, 2016, pp.1-5; Buranarach, Thein & Supnithi, 2012, pp.306-312; Hurrell & Smeaton, 2013, pp.26-32) แต่ในปัจจุบันนักวิจัยหลายท่านในแวดวงทางการศึกษาได้ทำการพัฒนาระบบแนะนำที่สามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ได้อย่างอัตโนมัติ ให้หลากหลายกับทุกวงการมากขึ้น เช่น ระบบแนะนำด้านสาธารณสุขและสุขภาพ (Terziev et al., 2015, pp.1-8; Suksom, Buranarach, Supnithi & Phornrhudee, 2010) ระบบแนะนำด้านการท่องเที่ยวและการคมนาคม (Srimontree, 2011) ระบบแนะนำด้านการสื่อสารและเทคโนโลยีสารสนเทศ (Hurrell &

Smeaton, 2013, pp.26-32) ระบบแนะนำด้านงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (Sriprasert, 2011) ระบบแนะนำด้านงานสังคมและวัฒนธรรม (Meecharoen, 2011) และ ระบบแนะนำด้านการศึกษา (O'Mahony & Smyth, 2007, pp.133-136; Sharma & Ahuja, 2016, pp.1-5; Elbadrawy & Karypis, 2016, pp.183-190; Oprea, 2015, pp.1-7; Martínez, G-Bustelo, Crespo & Franco, 2006, pp.67-70) ระบบแนะนำการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา (Education Recommender System) (Lerdsakooljinda & Utakrit, 2011) เป็นเครื่องมือที่ช่วยสนับสนุนการตัดสินใจให้ผู้เรียนได้เลือกศึกษาในคณะวิชา สาขาวิชาและหลักสูตร ที่เหมาะสมกับตนเอง โดยข้อมูลที่นำมาใช้พิจารณาเบื้องต้นสำหรับระบบแนะนำการศึกษาต่อระดับ อุดมศึกษาประกอบด้วยข้อมูลของผู้เรียนเช่น รหัส อายุ เพศ เกรดเฉลี่ยรวม สถานศึกษาเดิม เงินเดือน ความถนัดพิเศษ สถานะการทำงาน ความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ จำนวนพี่น้อง อาจรวมถึงข้อมูลของผู้ปกครอง และข้อมูลพื้นฐานที่มาจากสถาบันการศึกษาและมหาวิทยาลัยต่างๆ อันประกอบด้วย ข้อมูลคณะ ข้อมูลหลักสูตร ข้อมูลค่าใช้จ่ายในการศึกษาเล่าเรียน ข้อมูลสภาพแวดล้อมทางการเรียน ข้อมูลอาคาร ข้อมูลสถานที่ ข้อมูลผลคะแนนสูง–ต่ำย้อนหลังของแต่ละคณะที่นักศึกษาใช้สำหรับสอบเข้ามหาวิทยาลัยในแต่ละปีการศึกษา จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นผู้เรียนได้รับข้อมูลและระบบแนะนำการศึกษาต่อสามารถช่วยในการตัดสินใจเพื่อเลือกเรียนในหลักสูตรต่างๆให้กับผู้เรียนได้ดีพอสมควร แต่หากย้อนกลับไปดูข้อมูลสถิติการพ้นสภาพกลางคันของนักศึกษาทั้งการพ้นสภาพตามระเบียบวัดผลหรือการพ้นสภาพด้วยเหตุผลอื่นๆ พบว่าเกือบทุกสถาบันการศึกษา (Ubon Ratchathani Rajabhat University, 2011; Valaya Alongkorn Rajabhat University under the royal patronage, 2013; Surindra Rajabhat University, 2016) ล้วนแล้วแต่มีข้อมูลสถิติการพ้นสภาพกลางคันของนักศึกษาเหมือนกันทุกที่ซึ่งจำนวนมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการหลักสูตร ณ สถาบันการศึกษานั้น ซึ่งนั่นหมายความว่ามีผู้เรียนจำนวนมากที่เลือกเรียนหลักสูตรที่ไม่เหมาะสมกับตนเอง เนื่องจากผู้เรียนยังขาดประสบการณ์และความเข้าใจในธรรมชาติของสาขาวิชาที่ตนเองเลือก ขาดความเข้าใจในสารสนเทศด้านอาชีพ ขาดความเข้าใจในคุณลักษณะเฉพาะของตนเอง ซึ่งกว่าที่ผู้เรียนจะค้นพบว่า หลักสูตรนั้นไม่เหมาะสมกับความสามารถและคุณลักษณะเฉพาะของตน ก็ภายหลังจากที่ตนได้เข้ามาศึกษาในหลักสูตรนั้นจริงๆแล้ว ซึ่งผลกระทบที่เกิดกับการเรียนการสอนตามมา โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มตามเกรดเฉลี่ยได้แก่ กลุ่มแรกคือกลุ่มที่มีเกรดเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ กลุ่มนี้เมื่อเข้ามาเรียนแล้ว เรียนไม่ได้เพราะไม่เข้าใจในเนื้อหาหลักสูตร ไม่เข้าใจในธรรมชาติของสาขาวิชา ไม่เข้าใจในคุณลักษณะ เฉพาะของตน ส่งผลให้พ้นสภาพกลางคัน เสียเวลา เสียค่าใช้จ่ายสูง และกลุ่มที่สองคือกลุ่มที่มีเกรดเฉลี่ยพอดีเกณฑ์และสูงกว่าเกณฑ์ 25% กลุ่มนี้คล้ายกับกลุ่มแรก แต่มีความพยายาม เพิ่มความขยันและความตั้งใจที่จะเรียนให้จบ แต่หลังจากสำเร็จการศึกษาแล้วส่วนใหญ่จะได้ทำงานไม่ตรงกับสายที่เรียน เนื่องจาก

ผู้ใช้บัณฑิตเล็งเห็นว่าผู้เรียนได้เกรดเฉลี่ยน้อย ซึ่งหากรับเข้าทำงานอาจทำให้คุณภาพงานของผู้ใช้บัณฑิตลดลงได้และผลกระทบนี้ก่อให้เกิดปัญหากับการบริหารจัดการของสาขาวิชาอย่างต่อเนื่อง

ในปัจจุบันนักศึกษาไทยยังคงให้ความสนใจกับสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์อยู่เป็นจำนวนมากซึ่งมีการสร้างหลักสูตรคอมพิวเตอร์ขึ้นมากมาย อาทิ เช่น หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรการโปรแกรมและรักษาความปลอดภัยบนเว็บ หลักสูตรคอมพิวเตอร์ศึกษา หลักสูตรคอมพิวเตอร์ธุรกิจ (Chiang Mai Rajabhat University, 2017) หลักสูตรวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ หลักสูตรการจัดการระบบสารสนเทศ หลักสูตรมัลติมีเดียและแอนิเมชันฯลฯ และปัญหาที่ผู้วิจัยพบครั้งนี้คือ “จะแนะนำผู้เรียนให้เข้าเรียนหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับตนเองได้อย่างไร” ซึ่งในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้กรณีศึกษาจากภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่เป็นสถาบันการศึกษาของภาครัฐ ที่มีเป้าหมายในการพัฒนาทักษะพื้นฐานของนักศึกษา เพราะผู้เรียนส่วนใหญ่ที่เข้ามาศึกษามีผลการเรียนและทักษะอยู่ในระดับปานกลาง จึงทำให้ไม่ทราบจุดแข็งในด้านการเรียนของตน หลักสูตรปริญญาตรีด้านคอมพิวเตอร์ที่เปิดในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่โดยความรับผิดชอบของภาควิชาคอมพิวเตอร์ มีจำนวนทั้งสิ้น 3 หลักสูตร ประกอบด้วยหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science: CS) หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) และ หลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ (Web Programming and Security: WEB) ซึ่งใช้เป็นกรณีศึกษา เพราะจากสถิติที่ผ่านมา 4 ปี (ปี 2554-2557) (Chiang Mai Rajabhat University, 2016) อัตราการพ้นสภาพกลางคันซึ่งมีสาเหตุหลักจากการออกโดยระเบียบวัดผลของนักศึกษาทั้ง 3 หลักสูตร (รวมภาคปกติภาคเสาร์-อาทิตย์และภาคจันทร์-ศุกร์) คิดเป็นอัตราการพ้นสภาพเฉลี่ยดังนี้ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์คิดเป็น 43.52% หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศคิดเป็น 59.32% และหลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บคิดเป็น 53.47% และจากที่ผู้วิจัยได้สอบถามเบื้องต้นทางวาจากับนักศึกษาที่มีปัญหาการพ้นสภาพกลางคัน นักศึกษาที่พ้นสภาพกลางคันส่วนใหญ่กล่าวว่า การที่เข้ามาเรียนในหลักสูตรคอมพิวเตอร์นั้น เข้าใจว่า เข้ามาเรียนการใช้โปรแกรมประยุกต์ต่างๆ เช่น MS-Office โปรแกรมตกแต่งภาพ โปรแกรมสำหรับการบันเทิง ดูหนัง ฟังเพลง หรือ เกม รวมถึงการใช้งานโปรแกรมต่างๆ ที่มีอยู่ในอินเทอร์เน็ต แต่โดยธรรมชาติของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ในเบื้องต้นนั้น ผู้เรียนต้องเขียนโปรแกรมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์อย่างน้อย 1 ภาษา และ

ต้องเข้าใจการทำงานพื้นฐานของระบบคอมพิวเตอร์ทั้งในส่วนฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) บุคลากรคอมพิวเตอร์ (People Ware) ข้อมูล (Data) และ สารสนเทศ (Information) ด้วย

จากสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นที่มาของการวิจัยเรื่อง “ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่” โดยกรณีศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลหลักสูตรคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 หลักสูตรจากภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ และนำหลักการของฐานความรู้เชิงความหมาย (Ontology) มาใช้ในการออกแบบและพัฒนาระบบ ซึ่งผลของการศึกษาคาดว่าจะสามารถแก้ปัญหาให้กับผู้เรียนที่ต้องการเรียนคอมพิวเตอร์ได้เข้าใจในธรรมชาติของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่ตนเลือกไว้ รวมทั้งได้เรียนรู้และเข้าใจในคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของตนเอง ทั้งนี้หากคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของตนเองไม่สอดคล้องกับหลักสูตรคอมพิวเตอร์ก็สามารถนำไปเทียบกับธรรมชาติของหลักสูตรอื่นๆ และเลือกเรียนที่ตรงกับความถนัดและคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของตนเองมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร (Computer Course Module) ของ 3 หลักสูตรคอมพิวเตอร์ (CS, IT, WEB)

1.2.2 เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน (Learner Profile Module)

1.2.3 เพื่อออกแบบ และ พัฒนาระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (A Computer's Course Guidance System based on Learner Characteristic Analysis by Ontology: Case study of Faculty of Science and Technology, Rajabhat Chiang Mai University)

1.2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของการเข้าใช้ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย

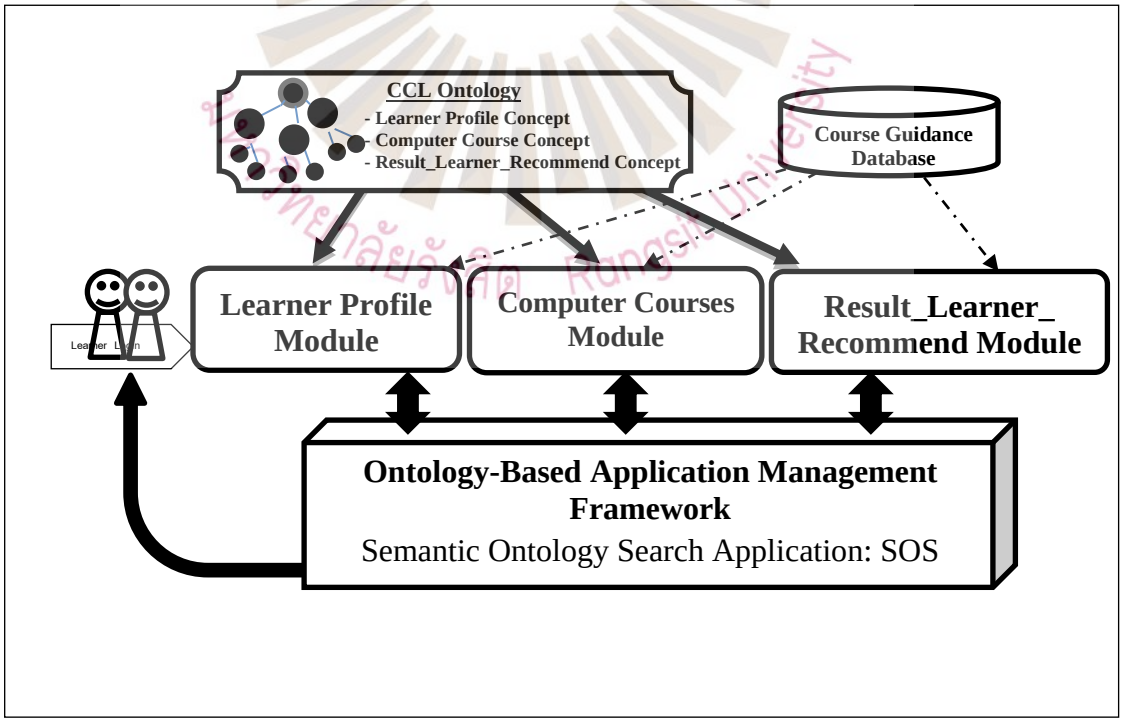
1.3 คำถามการวิจัย / สมมติฐานการวิจัย

คำถามการวิจัย: “เราจะแนะนำผู้เรียนให้เข้าเรียนหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับตนเองได้อย่างไร”

สมมติฐานของการวิจัย: ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (ผู้วิจัยขอใช้ชื่อย่อของระบบว่า: The CCL- Guidance System) ที่พัฒนาขึ้นจะทำการแนะนำหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่ตรงกับคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนมากที่สุด

1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

กรอบการวิจัย (Research Framework)



รูปที่ 1.1 แสดงกรอบการวิจัยของ The CCL-Guidance System.

1.5 นิยามศัพท์

The CCL-Guidance System คือ ตัวย่อของระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษาคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

Computer Course คือ หลักสูตรด้านคอมพิวเตอร์ที่กำลังเปิดสอนในมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ อยู่ภายใต้การดูแลของภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประกอบด้วย 3 หลักสูตร คือ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science: CS) หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) และหลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ (Web Programming and Security: WEB)

CCL-Ontology คือ หลักการที่นำมาใช้ในการพัฒนาและจัดเก็บข้อมูลเชิงความหมายของระบบแนะนำการศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย

Learner Characteristics Groups: LCG คือ กลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนที่ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขึ้นมา

Learner Profile Module คือ โมดูลที่ใช้ในการสร้าง Learner Profile

Computer Courses Module คือ โมดูลที่ใช้ในการสร้าง Computer Course Profile

Result_Learner_Recommend Module คือ โมดูลที่ใช้แนะนำผลลัพธ์ให้กับ Learner

Ontology-Based Application Management Framework คือ เฟรมเวิร์คที่ใช้พัฒนาระบบ The CCL-Guidance System.

Course Profile คือ คุณลักษณะเฉพาะของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 หลักสูตร

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Learner Profile คือ คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนที่ได้ผ่านการทำแบบวัดคุณลักษณะเฉพาะบุคคล (LCG-Test-21) แล้ว

Skill คือ ทักษะของผู้เรียนที่ 3 หลักสูตรคอมพิวเตอร์ต้องการให้ผู้เรียนมี

Knowledge คือ ความรู้ที่ 3 หลักสูตรคอมพิวเตอร์ต้องการให้ผู้เรียนมี

Characteristics คือคุณลักษณะเฉพาะของผู้เรียนที่ 3 หลักสูตรคอมพิวเตอร์ต้องการให้ผู้เรียนมี

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง / ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเรื่อง “ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์พฤติกรรมนักเรียนด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่” มีกรอบแนวคิดทฤษฎี วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 8 หัวข้อหลักดังนี้

2.1 ระบบแนะนำ (Recommendation Systems: RS)

2.2 ระบบแนะนำทางการศึกษา (Education Recommender System)

2.3 ระบบแนะนำทางการศึกษาด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย (Ontology-based Recommender in Education)

2.4 ฐานความรู้เชิงความหมาย หรือ ออนโทโลยี (Ontology)

2.5 คุณลักษณะเฉพาะของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ (Computer Curricula)

2.6 คุณลักษณะนิสัยนักเรียน (Leraner Characteristic) (วิเคราะห์ค่าสถิติ ด้วย IOC, EFA, CFA, Osgood 6 level)

2.7 การประเมินค่าความพึงพอใจ (Satisfaction)

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review Literatures)

2.1 ระบบแนะนำ (Recommendation Systems: RS)

การสร้าง RS มีเทคนิคต่างๆ หลากหลายที่ถูกใช้เพื่อการสร้างระบบแนะนำ แต่อย่างไรก็ตาม เทคนิคที่ได้รับความนิยมสามารถแบ่งออกเป็นสองกลุ่มใหญ่ คือ กลุ่มเทคนิคหลัก และกลุ่มเทคนิคอิงฐานความรู้เชิงความหมาย

2.1.1 กลุ่มเทคนิคหลัก (Core Techniques)

เทคนิคหลักหลายประการถูกนำมาใช้สำหรับระบบผู้แนะนำ โดยวิธีการเหล่านี้มีแนวคิดเพื่อแนะนำผู้ใช้โดยใช้การวิเคราะห์จากแหล่งข้อมูลเพื่อกำหนดความสัมพันธ์ที่ตรงกันระหว่างโปรไฟล์รายการและโปรไฟล์ผู้ใช้ เราพบว่าการกรองการทำงานร่วมกัน Collaborative Filtering (CF) และการกรองตามเนื้อหา Content-Based filtering (CB) เป็นเทคนิคพื้นฐานของ RS ซึ่ง CF ขึ้นอยู่กับการตั้งค่าของผู้ใช้ที่คล้ายกันเพื่อให้คำแนะนำแก่ผู้ใช้เฉพาะกิจ CF เป็นวิธีการทำนายอัตโนมัติเกี่ยวกับความสนใจของผู้ใช้โดยรวบรวมข้อมูลการตั้งค่าหรือรสนิยมจากผู้ใช้จำนวนมาก โดยตัวอย่างสมมติฐานพื้นฐานของ CF คือ ถ้าบุคคล A มีความคิดเห็นเหมือนกับบุคคล B ในประเด็น A มีแนวโน้มที่จะมีความคิดเห็นที่แตกต่างจากบุคคล B มากกว่าบุคคลที่ B สุ่มเลือก และอีกตัวอย่างหนึ่งของงาน CF คือ คำแนะนำในการลงทะเบียนออนไลน์ตามข้อมูลการลงทะเบียนที่เก็บถาวร สามารถแนะนำผู้เรียนใหม่ให้ลงทะเบียนหลักสูตรที่เหมาะสมได้ (O'Mahony & Smyth, 2007)

การกรองตามเนื้อหา (CB) พยายามคาดเดาสิ่งที่ผู้ใช้อาจชอบจากกิจกรรมของพวกเขา และใช้ความคล้ายคลึงกันในผลิตภัณฑ์ บริการ หรือคุณลักษณะของเนื้อหา ตลอดจนข้อมูลที่สะสมเกี่ยวกับผู้ใช้เพื่อสร้างคำแนะนำ โปรไฟล์ผู้ใช้ถูกสร้างขึ้นเพื่อระบุประเภทของรายการที่เขา/เธอชอบ เทคนิคนี้พยายามแนะนำรายการซึ่งคล้ายกับที่ผู้ใช้ชอบในอดีตหรือที่กำลังพิจารณาอยู่ในปัจจุบัน รายการตัวเลือกต่างๆ จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับรายการที่ผู้ใช้ให้คะแนนก่อนหน้านี้ จากนั้นจึงแนะนำรายการที่ตรงกันที่สุด ดังตัวอย่าง ระบบแนะนำการศึกษาระดับปริญญาของอินเดียที่คำนวณความคล้ายคลึงกันระหว่างความชอบของผู้ใช้และความสนใจในมหาวิทยาลัยที่เหมาะสมซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่แนะนำสำหรับพวกเขา (De Pessemier et al., 2012)

การพัฒนา RS ได้นำข้อดีของ CF และ CB มารวมกัน ดังระบบผู้แนะนำตามเซสชัน (SB) จะดึงข้อมูลการโต้ตอบของผู้ใช้ภายในเซสชันเพื่อสร้างคำแนะนำ (Hidasi, Karatzoglou, Baltrunas & Tikk, 2016) ให้โดเมนที่เกี่ยวข้องกับ SB โดยเฉพาะรวมถึงวิดีโอ อีคอมเมิร์ซ การเดินทาง เพลง และอื่นๆ ที่อาศัยลำดับของการโต้ตอบล่าสุดภายในเซสชันโดยไม่มีรายละเอียดเพิ่มเติม เช่น ประวัติหรือข้อมูลประชากรของผู้ใช้ สำหรับระบบแนะนำการเรียนรู้เสริมแรง (Reinforcement Learning: RL) ระบบแนะนำจะรวม ผู้ใช้เป็นตัวแทนสิ่งแวดล้อม ในขณะที่แบบจำลองหรือนโยบายสามารถ

เรียนรู้ได้โดยการให้รางวัลกับโอกาสที่ตัวแทนได้เลือกไว้ ดังนั้น โมเดลฝึกฝนการเรียนรู้เสริมแรงจึงถูกปรับให้เข้ากับเมตริกการมีส่วนร่วมและความสนใจของผู้ใช้โดยตรง (Chen et al., 2018)

ระบบแนะนำแบบหลายเกณฑ์ (MC) นั้นถูกขยายหรือรวมอัลกอริทึมแบบเกณฑ์เดียวจากดั้งเดิมที่หลากหลาย (เช่น CF, CB, SB, RL) โดยกรอบงาน MC ที่ได้รับความนิยม ได้แก่ การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (MCDM) และการให้คะแนนแบบหลายเกณฑ์ (Adomavicius, Manouselis & Kwon., 2010) ในแนวทาง MCDM ประกอบด้วยสี่ขั้นตอนในการวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจ ขั้นตอนที่ 1) การกำหนดชุดของทางเลือกในการตัดสินใจ (หรือรายการ) และเหตุผลสำหรับทางเลือกในการตัดสินใจแต่ละครั้ง ขั้นตอนที่ 2) การกำหนดและระบุชุดของฟังก์ชันที่ประกาศการตั้งค่าของผู้ตัดสินใจ (ผู้ใช้ที่เป็นเป้าหมาย) ต่อทางเลือกต่างๆ ขั้นตอนที่ 3) การพัฒนารูปแบบการกำหนดลักษณะโดยการกำหนดฟังก์ชันที่สังเคราะห์ การตั้งค่าบางส่วนตามเกณฑ์แต่ละเกณฑ์และระบุการตั้งค่าโดยรวมของผู้มีอำนาจตัดสินใจเกี่ยวกับทางเลือกของผู้สมัคร และ*ขั้นตอนที่* 4) การเลือกการตัดสินใจที่สนับสนุนผู้มีอำนาจตัดสินใจตามผลของก่อนหน้านี้

กรอบงาน MCDM สามารถจำแนกขั้นตอนเพิ่มเติมเป็นสามประเภททั่วไป สำหรับระบบผู้แนะนำ ดังนี้; ขั้นตอนที่ 1) การสร้างแบบจำลองการกำหนดลักษณะเนื้อหาแบบหลายแอตทริบิวต์ซึ่งใช้การให้คะแนนแบบเกณฑ์เดียว (เช่น การให้คะแนนแบบตัวเลขหรือแบบไบนารี) ของผู้ใช้ใดๆ เพื่อสร้างแบบจำลองของเนื้อหาที่มีแอตทริบิวต์ร่วมกันในหลายรายการที่ผู้ใช้ต้องการในอดีตเพื่อแนะนำผู้ใช้ รายการที่ตรงกับเนื้อหาที่ต้องการนี้มากที่สุด (เช่น ผู้แนะนำภาพยนตร์ที่แสดงประเภทเฉพาะ นักแสดง ผู้กำกับ ฯลฯ โดยภาพยนตร์ที่ผู้ใช้ต้องการมีเหมือนกัน) ขั้นตอนที่ 2) การค้นหาเนื้อหาแบบหลายแอตทริบิวต์และการกรองที่อนุญาตให้ผู้ใช้ระบุความชอบทั่วไปของเขา/เธอในทุกรายการผ่านการค้นหาหรือเงื่อนไขการกรอง และ ขั้นตอนที่ 3) การแสดงการตั้งค่าตามการให้คะแนนแบบหลายเกณฑ์ ซึ่งทำให้ผู้ใช้สามารถระบุความชอบส่วนบุคคลของตนโดยให้คะแนนแต่ละรายการตามเกณฑ์หลายเกณฑ์ (เช่น การจัดเรตภาพยนตร์ของพล็อตที่ต้องการเป็น 2, เอฟเฟกต์ภาพเป็น 5 และอื่น ๆ) เพื่อแนะนำผู้ใช้รายการที่สามารถสะท้อนถึงความชอบส่วนบุคคลของผู้ใช้ได้ดีที่สุดตามการให้คะแนนแบบหลายเกณฑ์ที่มีให้ y นี้และผู้ใช้รายอื่น

2.1.2 กลุ่มเทคนิคอิงฐานความรู้เชิงความหมาย (Ontology-Based Techniques)

การใช้เทคนิคแบบอิงฐานความรู้เชิงความหมาย หรือออนโทโลยี (Ontology) ในการแก้ปัญหานั้น เนื่องมาจากการขาดความสามารถในการตีความของ CF และ CB ดังนั้นเทคนิค

แบบ Ontology จึงใช้ประโยชน์จากการจัดลำดับชั้นของผู้ใช้และรายการเพื่อปรับปรุงการสืบค้น การแนะนำ และการสร้างโปรไฟล์ ด้วยเทคนิคนี้สามารถทำการจัดการข้อมูล สารสนเทศ และความรู้ในปริมาณมากได้ แม้ว่าจะมีวิธีการของ RS ที่สร้างโดยเทคนิคแบบ Ontology ที่มีความหลากหลายมาก แต่องค์ประกอบหลักยังคงเป็นโปรไฟล์ผู้ใช้ โปรไฟล์เนื้อหา และแนวทางที่แนะนำ ซึ่งเน้นที่การให้คำแนะนำส่วนบุคคล สำหรับการปรับเปลี่ยนในแบบของคุณ ระบบการแนะนำแบบอิงออนโทโลยีจะเน้นที่การรวบรวมคุณลักษณะส่วนบุคคล และพัฒนาตามออนโทโลยีซึ่งให้ผลลัพธ์ที่ตรงกับโปรไฟล์ส่วนบุคคลมากที่สุด โดยมีการใช้ในขอบเขตที่หลากหลาย เช่น ระบบแนะนำอาหารและโภชนาการ ให้ความรู้ด้านโภชนาการส่วนบุคคลสำหรับผู้ใช้ทุกคน (Suksom et al., 2010) ระบบนี้ประกอบด้วยออนโทโลยีส่วนบุคคล ออนโทโลยีด้านอาหาร-โภชนาการ และออนโทโลยีบนฐานความรู้, ระบบแนะนำวิดีโออิงตามออนโทโลยีส่วนบุคคลและเครือข่ายสังคมออนไลน์ (Chen et al., 2015) ซึ่งข้อมูลผู้ใช้และเพื่อนถูกเพิ่มไปยังออนโทโลยี ผลลัพธ์ของคำแนะนำถูกคำนวณสำหรับความคล้ายคลึงของความสนใจตามความชอบของผู้ใช้และเพื่อน, สำหรับการค้นหาและระบบแนะนำส่วนประกอบตามออนโทโลยีที่ต้องทำด้วยตัวเอง (DIY-CDR) สนับสนุนให้ผู้ใช้สร้างแอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ของตนเอง ซึ่งผลลัพธ์ที่แนะนำ คือข้อมูลของการค้นหาและแนะนำส่วนประกอบที่พร้อมใช้งานโดยอัตโนมัติให้กับผู้ใช้ (Tang & Meersman, 2012). นอกจากนี้เรายังพบระบบแนะนำความรู้เกี่ยวกับออนโทโลยีที่เป็นเครื่องมือค้นหาส่วนบุคคลบนเว็บความหมายสำหรับช่างฝีมือ (Sriprasert, 2011) และพบว่ามีการปรับแต่งข้อมูลการเดินทางที่น่าสนใจบนเว็บที่มีความหมายสำหรับนักท่องเที่ยวแต่ละคนด้วย (Srimontree, 2011)

2.2 ระบบแนะนำทางการศึกษา (Education Recommender System)

มีการวิจัยอย่างกว้างขวางเกี่ยวกับ ระบบแนะนำในด้านการศึกษา การวิจัยจำแนกตามงานในกระบวนการศึกษา เริ่มจากกระบวนการเตรียมการก่อนเข้าโรงเรียน (Wu & Wu, 2020, pp.79-82) ได้นำเสนอระบบแนะนำที่สามารถจัดชุดหลักสูตรที่นักเรียนควรเรียนรู้โดยการเปรียบเทียบเส้นโค้งการเรียนรู้ของตนเองกับเส้นโค้งการเรียนรู้ของนักเรียนในอดีต เส้นโค้งการเรียนรู้ถูกสร้างขึ้นจากชุดข้อมูลเกรดจำนวนมาก, สำหรับการศึกษาระดับอุดมศึกษาในอินเดีย (Lerdsakooljinda & Utakrit, 2011) มีระบบที่ใช้เทคนิคการกรองตามเนื้อหาเพื่อแนะนำมหาวิทยาลัยที่เหมาะสมสำหรับผู้ใช้โดยการคำนวณความชอบและความสนใจของผู้ใช้ที่คล้ายกัน, สำหรับในประเทศออสเตรเลีย (De Pessemier et al., 2012) มีระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการศึกษาที่ใช้เทคนิคแผนผังการตัดสินใจกับข้อมูลของผู้สมัครเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาของผู้ใช้และนำเสนอผลงานแต่ละ

มหาวิทยาลัยในออสเตรเลียที่ผู้ใช้สมัครได้ ถัดมาเป็นกระบวนการเตรียมตัวระหว่างเรียน ระบบแนะนำได้รับการพัฒนาเพื่อช่วยให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการศึกษา Oprea (2015) ได้แนะนำกรอบวิธีการพัฒนา Ontology ร่วมกันสำหรับระบบการศึกษาที่เรียกว่า “EduOntoFrame” เวิร์กโฟลว์ของกรอบงานประกอบด้วยข้อกำหนดของวัตถุประสงค์ Ontology แนวความคิดเกี่ยวกับความรู้โดเมนความเชี่ยวชาญ การรวม Ontology ส่วนบุคคล การนำ Ontology และการทดสอบ Ontology ตามลำดับตัวอย่างผลลัพธ์ที่แนะนำคือ โปรแกรมภาษา C++ ที่ควรศึกษาในหลักสูตร OOP และต่อไปเป็นกระบวนการระหว่างการประเมินผลและสำเร็จการศึกษา คือ ระบบการประเมินเกรดของนักเรียน แนะนำการวัดผล การประเมินและการสำเร็จการศึกษา Elbadrawy & Karypis (2016) แสดงคำแนะนำการจัดอันดับหลักสูตรชั้นนำผ่านการทำนายเกรดที่ทราบโดเมน โดย ระบบแนะนำนี้สามารถช่วยให้ที่ปรึกษาแนะนำหลักสูตรที่เหมาะสมกับระดับของนักเรียนและตัดสินใจเกี่ยวกับการลงทะเบียนหลักสูตรอย่างชาญฉลาดเพื่อให้ได้ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ดีขึ้น และ โดเมนเกรดที่ทราบคือชุดข้อมูลเกรดที่วิเคราะห์โดยการแยกตัวประกอบเมทริกซ์ การกรองการทำงานร่วมกันตามผู้ใช้และการจัดอันดับตามความนิยม นักเรียนและกลุ่มหลักสูตรกำหนดโดยโครงสร้างของข้อมูลเกรดและลักษณะทางวิชาการของนักเรียน

2.3 ระบบแนะนำทางการศึกษาด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย (Ontology-based Recommender in Education)

ระบบแนะนำทางการศึกษาด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย มีคุณลักษณะที่สำคัญ ได้แก่ 1) ข้อมูลผู้เรียน เช่น เพศ อายุ เกรดเฉลี่ย ทักษะ สมรรถนะ ความรู้ด้านคอมพิวเตอร์ ข้อมูลครอบครัว และ 2) ข้อมูลของมหาวิทยาลัย เช่น คณะ โปรแกรม หลักสูตร ค่าใช้จ่าย สิ่งแวดล้อม , สิ่งอำนวยความสะดวก และเกรด (สูง-ต่ำ) ระบบแนะนำทางการศึกษาแบบอิง Ontology ในการศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อให้คำแนะนำตามคุณลักษณะเหล่านี้ที่เกี่ยวข้องกับโปรไฟล์ของผู้เรียนแต่ละคนมากที่สุด ระบบแนะนำหลักสูตรหรือมหาวิทยาลัยที่เหมาะสมกับข้อมูลส่วนบุคคล ความสนใจ ความชอบ และความสามารถของนักเรียนแต่ละคน (Obeid, Lahoud, Khoury & Champin, 2018) แนวคิดของระบบต้องการ Ontology-ผู้เรียน Ontology-หลักสูตร และวิธีการเปรียบเทียบความเหมือนระหว่างข้อมูลและ Ontology เพื่อให้ได้ผลลัพธ์การแนะนำที่ดีที่สุด สำหรับงานวิจัยบางชิ้นเน้นที่ Ontology-ผู้เรียน บางส่วนเน้น Ontology-หลักสูตร Ontology-ผู้เรียน หรือบางครั้งเรียกว่า Ontology-โปรไฟล์นักเรียนเป็นที่นิยมในการสร้างฐานความรู้เนื่องจากความเข้าใจเกี่ยวกับโดเมนของผู้เรียน ซึ่งสามารถแชร์และนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โปรไฟล์ของนักเรียน ความสัมพันธ์ เงื่อนไข

และข้อจำกัดของ Ontology สามารถใช้ซ้ำเพื่อเป็นพื้นฐานในการอนุมานคุณลักษณะเพิ่มเติมของนักเรียนได้ โปรไฟล์นักเรียนมีข้อมูลนักเรียนที่นักเรียนให้ไว้อย่างชัดเจน ซึ่งแบ่งออกเป็นสามประเภทกว้างๆ คือ ข้อมูลส่วนบุคคล ข้อมูลวิชาการ และข้อมูลทั่วไป (Ameen, Khan & Rani, 2012) สำหรับ Sharma & Ahuja (2016) ได้กล่าวถึงระบบที่แนะนำเนื้อหาอีเลิร์นนิงที่เหมาะสมที่สุดในโดเมนวิทยาการคอมพิวเตอร์ให้กับผู้เรียน มันรวมสอง Ontology ที่เป็น Ontology-ผู้เรียน และ Ontology-การเรียนรู้ Ontology-ผู้เรียน แสดงถึงข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนและความสัมพันธ์ของเขา/เธอกับ Ontology-การเรียนรู้ โดยโดเมนการเรียนรู้นี้ได้อธิบายแนวคิดการเรียนรู้ที่สนใจ แนวคิดการเรียนรู้ที่เสร็จสมบูรณ์ และหลักสูตรการเรียนรู้ที่เชี่ยวชาญ อีกส่วนหนึ่งคือ Ontology-หลักสูตร หรือหลักสูตรแนะนำแบบอิง Ontology ได้รับการออกแบบมาเพื่อรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของหลักสูตรและหลักสูตรที่แนะนำซึ่งตรงกับความต้องการที่แตกต่างกันของผู้เรียน (Ibrahim et al., 2019) อีกทั้งการเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูลหลักสูตรด้วย Ontology เป็นข้อมูลป้อนเข้าสำหรับครูเพื่อสะท้อนและใช้เป็นสื่อในการฝึกอบรมในห้องเรียน นอกจากนี้ยังมีระบบแนะนำหลักสูตรอิง Ontology ที่จะแนะนำการเรียนรู้แบบปรับตัวโดยแนะนำหลักสูตรเพื่อเรียนรู้และฝึกฝนทักษะเพื่อเพิ่มความสามารถในการแข่งขันที่จำเป็นสำหรับงานในอนาคต (Huang, Chen & Chen, 2013)

2.4 ฐานความรู้เชิงความหมาย (ออนโทโลยี)

2.4.1 หลักการออนโทโลยี (Ontology Principle)

2.4.1.1 ความหมายของออนโทโลยี

ออนโทโลยี คือ การศึกษาและหาคำตอบในสิ่งที่ต้องการรู้ภายใต้ขอบเขตที่สนใจ โดยการนิยามตัวแทนของข้อมูลในองค์ความรู้นั้น ซึ่งสามารถแสดงออกมา ในรูปของระบบสัญลักษณ์ (Notation) ยกตัวอย่าง เช่น คลาส (Class) อินสแตนซ์ (Instance) ความสัมพันธ์ (Relationship) คุณสมบัติ (Property) และ กฎ (Rule) โดยใช้ภาษาสำหรับแสดงความรู้ (Knowledge Representation Language) ทั้งนี้การใช้ระบบสัญลักษณ์จะช่วยสื่อความหมาย (Semantics) ให้ซอฟต์แวร์และเครื่องมือ สามารถแปลความเข้าใจและอนุมานบริบท โดยอาศัยคลาส ความสัมพันธ์ระหว่างคลาส คุณสมบัติ ลำดับชั้นของคลาสในการสื่อสารและการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างกัน นอกจากนี้คำจำกัดความของออนโทโลยี ยังหมายถึง การอธิบายความสัมพันธ์โครงสร้างความรู้ให้อยู่ในรูปแบบลำดับชั้นเชิงวัตถุ (Hierarchical Data Structure) เพื่ออธิบายขอบเขตขององค์ความรู้ที่สนใจ (Noy & McGuinness, 2001; Buranarach, 2016)

2.4.1.2 องค์ประกอบของออนโทโลยี

ออนโทโลยีเป็นการแสดงโครงสร้างของแนวคิด ที่บรรยายขอบเขตขององค์ความรู้ที่สนใจ ออนโทโลยีประกอบไปด้วยการนิยาม ความหมายหรือแนวคิด (Concepts) ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญในการสร้างฐานความรู้ โดยแนวคิดเหล่านี้จัดเรียงอยู่ในลำดับชั้นการถ่ายทอดความสัมพันธ์ (Relationships) และมีคุณสมบัติเฉพาะ (Properties) (Noy & McGuinness, 2001; Buranarach, 2016) ในแต่ละแนวคิดโดยสรุปองค์ประกอบของออนโทโลยีประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สรุปองค์ประกอบของออนโทโลยี

องค์ประกอบออนโทโลยี	**คำอธิบาย**
แนวคิด (Concepts) หรือ คลาส (Class)	การอธิบายข้อมูลที่อยู่ในขอบเขตที่สนใจโดยมุ่งเน้นนิยามคลาสเพื่ออธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมในขอบเขต เช่น คลาสแสดงหลักสูตร คลาสแสดงแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียน
คุณสมบัติของคลาส (Property) หรือ สล็อต (Slot)	การอธิบายคุณลักษณะของคลาส ว่ามีลักษณะอย่างไร หรือมีความสัมพันธ์กับคลาสอื่นอย่างไรโดยคุณสมบัติของคลาสจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Domain และ Range โดย Domain จะเป็นคลาสที่มีคุณลักษณะ และ Range คือค่าของคุณสมบัติ ซึ่งคุณสมบัติของคลาส สามารถแบ่งได้สองชนิด 1) Data type Property คือ คุณสมบัติของคลาสที่มีค่าของคุณสมบัติเป็นตัวอักษร ตัวเลข วันที่ ซึ่งค่าของคุณสมบัติจะต้องไม่เป็นสมาชิกของคลาส 2) Object type Property คือ คุณสมบัติของคลาสที่มีค่าของคุณสมบัติสมาชิกของคลาส
สมาชิกของคลาส (Instance)	สมาชิกที่อยู่ภายในคลาสต่างๆ ซึ่งมีความสามารถในการใช้คุณสมบัติของคลาสที่ระบุในคลาสนั้น
ความสัมพันธ์ (Relationship) แบบลำดับชั้น (Subclass of หรือ is-a hierarchy)	รูปแบบของความสัมพันธ์กันระหว่างแนวคิด โดยมีการระบุความสัมพันธ์ไว้เป็น 5 รูปแบบต่างๆ ได้แก่ คือ ความสัมพันธ์ที่มีคุณสมบัติการถ่ายทอด คุณสมบัติของแนวคิดแม่ไปยังแนวคิดลูก เช่น Computer is-a Science ซึ่งอธิบายได้ว่าคอมพิวเตอร์เป็นสาขาวิทยาศาสตร์ (Science)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.1 สรุปองค์ประกอบของออนโทโลยี (ต่อ)

องค์ประกอบออนโทโลยี	คำอธิบาย
แบบเป็นส่วนหนึ่ง (Part-of)	คือ ความสัมพันธ์ที่หมายถึงการเป็นส่วนประกอบ เช่น Computer Science part-of Computer Course ซึ่งอธิบายได้ว่า หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science) เป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ (Computer Course)
แบบเชิงความหมาย (Syn-of)	คือ ความสัมพันธ์ที่แสดงถึงแนวคิดที่มีความเหมือนเชิงความหมายต่อกัน เช่น Degree Syn-of Education ซึ่งอธิบายได้ว่า ระดับการศึกษา (Degree) มีความหมายเดียวกันกับ การศึกษา (Education) สามารถใช้แทนกันได้
แบบการเป็นตัวแทน (Instance-of)	คือ ความสัมพันธ์ที่แสดงถึงการเป็นตัวแทน หรือสมาชิกของแนวคิด
แบบเชื่อมโยงออนโทโลยีในมุมมองของเว็บสื่อความหมาย	คือ ความสัมพันธ์ระหว่างออนโทโลยีในมุมมองของเว็บสื่อความหมาย ซึ่งออนโทโลยีเป็นเสมือนองค์ความรู้ของแต่ละแหล่งข้อมูลโดยการเชื่อมโยงออนโทโลยีเพื่อประโยชน์ในการใช้องค์ความรู้ร่วมกันและสามารถนำออนโทโลยีที่แตกต่างกันกลับมาใช้ซ้ำ การเชื่อมโยงสามารถทำได้สามแบบดังนี้ 1) Ontology Alignment เป็นการใช้งานออนโทโลยีที่ได้สร้างความสัมพันธ์เอาไว้แล้วอันใดอันหนึ่งมาใช้เท่านั้น 2) Ontology Merging เป็นการรวมออนโทโลยีที่มีขนาดเล็กเข้าหาขนาดใหญ่ 3) Ontology Mapping เป็นการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงการเชื่อมโยงออนโทโลยี และจะสามารถนำออนโทโลยีกลับมาใช้ใหม่ได้

ที่มา : Noy & McGuinness, 2001; Buranarach, 2016

2.4.1.3 ขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี (Step to Ontology building)

ขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี ประกอบด้วยทั้งสิ้น 7 ขั้นตอน (Noy & McGuinness, 2001; Buranarach, 2016) ซึ่งได้สรุปกระบวนการ/ วิธีการ หรือ องค์ประกอบของแต่ละขั้นตอนในตารางที่ 2.2 ดังนี้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.2 สรุปขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี 7 ขั้นตอน

ขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี	กระบวนการ/ วิธีการ/ องค์ประกอบ
ขั้นตอนที่ 1 : กำหนดขอบเขตและจุดประสงค์ (Domain & Scope) สิ่งที่ควรให้ความสนใจในขั้นตอนนี้ได้แก่	1.1) อะไรคือขอบเขตที่เราสนใจ? 1.2) เราต้องการใช้ Ontology นี้เพื่อจุดประสงค์อะไร? 1.3) อะไรคือสิ่งคาดหวังของคำถาม? 1.4) ใครเป็นผู้ใช้และบำรุง Ontology นี้
ขั้นตอนที่ 2 : การนำ Ontology ที่มีอยู่แล้วมาใช้ (Re-Use Existing Ontology) มีข้อสังเกต คือ	1) ถ้าสามารถเข้ากับ Ontology ใหม่ก็สามารถใช้ได้แน่นอน 2) ถ้ามีปัญหาในการ Merging Ontology ก็ตรวจสอบว่ามี (1) รูปแบบขัดแย้ง? (2) แนวคิดเดียวกัน การนำเสนอต่างกัน?
ขั้นตอนที่ 3 : วิเคราะห์ความสำคัญของ term (Enumerate Terms) ดังนี้	1) Terms คืออะไรบ้าง? 2) Properties ของ Terms คืออะไร? 3) Relationships ของ terms คืออะไร? 4) ตัวอย่าง: (1) Animal, elephant, lion (2) ความสูง, น้ำหนัก, อาหารที่กิน (3) ช้างกับควาญช้าง, ช้างผสมพันธุ์กันเองได้, ช้างรวมกันเป็นกลุ่ม
ขั้นตอนที่ 4 : กำหนด Class และ Class Hierarchy (Define Classes & Hierarchy)	1) วิธีการสร้างทั่วไปมีหลายแบบ (1) Top-down Approach สร้างจากบนลงล่าง ตัวอย่างเช่น เริ่มสร้างจาก Animal ต่อไปยัง Elephant และ Lion (2) Bottom-up Approach สร้างจากล่างขึ้นบน ตัวอย่างเช่น เริ่มที่ข้อมูลจำเพาะอย่าง African_elephant, Indian_elephant ก่อนแล้วจึงต่อขึ้นไปยัง Elephant และ Animal (3) Combination เป็นแบบผสมระหว่างสองแบบข้างต้น โดยสร้างจากส่วนที่สำคัญที่สุดก่อน แล้วต่อๆ กันจนกลายเป็นโครงสร้าง 2) อะไรที่เราจะได้รับ? (1) การจัดเรียง Hierarchical ของ concepts (2) ถ้า class P is a super-class of class Q, และทุกๆ กรณีของ Q คือ หนึ่งในกรณีของ P (3) หมายความว่า: class Q represents a “kind-of” P

ตารางที่ 2.2 สรุปขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี 7 ขั้นตอน (ต่อ)

ขั้นตอนการสร้างออนโทโลยี	กระบวนการ/ วิธีการ/ องค์ประกอบ
ขั้นตอนที่ 5 : กำหนด Properties ของ classes–Slots (Properties of Classes–Slots)	Properties โดยทั่วไปจะเป็นดังนี้ 1) "intrinsic" Properties เช่น ความสูง น้ำหนัก สีผิว 2) "extrinsic" Properties เช่น ชื่อของช้าง ที่อยู่ของช้าง 3) Part ถ้า object เป็นรูปแบบ Structured สามารถกำหนดให้เป็น physical และ abstract parts ได้ เช่น: เวลาหากินช่วงเช้าของช้าง 4) Relationships ระหว่างสมาชิกของ class เช่น: ช้าง กับ ควาญช้าง, สามารถแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ช้าง อ้างอิงถึงที่อยู่ของช้าง ผ่านทางควาญช้างได้
ขั้นตอนที่ 6 : กำหนด facet ของ slot (Define Slots)	1) จำนวน values ของ Slot ตั้งค่า ว่า slot ควรจะมี values ได้กี่ค่า? 2) ใส่ค่าของ Slot (1) กำหนดว่า slot จะใส่ค่าอะไรลงไปได้? (2) ค่ามาตรฐานทั่วไป ■ String ■ Number ■ Boolean ■ Enumeration ■ Instance
ขั้นตอนที่ 7 : สร้าง instances (Create Instances)	ยกตัวอย่างการสร้าง instance ชื่อ african_elephant ซึ่งเป็น instance ของ class elephant 1) High: 400 cm 2) Weight: 6,500 Kg 3) Eat: fruit, leaf (instance of food class) 4) Behavior: aggressive 5) Kind: Herbivore (instance of animal_type class)

ที่มา : Noy & McGuinness, 2001; Buranarach, 2016

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.4.2 ภาษานิยามออนโทโลยี (Definition Ontology Language)

ภาษาสำหรับการพัฒนาออนโทโลยี จะบอกคุณลักษณะและความสัมพันธ์ของวัตถุหรือข้อมูลซึ่งอยู่ในขอบเขตที่เราต้องการจะพัฒนาองค์ความรู้ ซึ่งสามารถแบ่งตามรูปแบบของภาษาได้ 3 แบบ คือ First order logic based, Frame logic based และ Web based โดยแต่ละรูปแบบสามารถอธิบายได้ (Welty, 2005; Gasonpan, 2012) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 รูปแบบของภาษาสำหรับนิยามออนโทโลยี 3 รูปแบบ

รูปแบบภาษานิยามออนโทโลยี	คำอธิบาย
First Order Logic Based	รูปแบบภาษาที่อธิบายออนโทโลยี โดยการใช้ตรรกะเพื่อการอนุมานความรู้โดยมีส่วนประกอบ คือ ภาคแสดง (Predicate) อาร์กิวเมนต์ (Argument) และตัวบ่งปริมาณ (Quantifier) คุณสมบัติของภาษาออนโทโลยีที่พัฒนาแบบลอจิคเบส คือ วากยสัมพันธ์ (Syntax) มีความชัดเจน และมีรูปแบบเป็นทางการ จึงสามารถสร้างกฎอนุมานได้ (Reference Rule) ตัวอย่างภาษา เช่น CYCL, CLASSIC, LOOM เป็นต้น
Frame Logic Based	รูปแบบภาษาที่อธิบายออนโทโลยี โดยใช้หลักการของการคิดเชิงปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์เมื่อนึกถึงวัตถุ หรือสิ่งใดจะเชื่อมโยงกับคุณลักษณะเด่นของวัตถุหรือสิ่งนั้น เฟรม (Frame) จึงประกอบไปด้วย เซตของคุณสมบัติ (Attribute) หรือ สล็อต (Slot) และ ฟาเซ็ต (Facets) คุณสมบัติของเฟรมเบส คือ เข้าใจได้ง่าย ตัวอย่างภาษาที่พัฒนาแบบเฟรมเบส เช่น OKBC, F-Logic
Web Based	รูปแบบภาษาที่อธิบายออนโทโลยีซึ่งพัฒนาจากภาษาที่ใช้สำหรับอธิบายทรัพยากรบนเว็บ ภาษาที่นิยมใช้ได้แก่ RDF, RDFS และ OWL เป็นต้น (Obitko, 2007a; บรรเจิด วิโรจน์วุฒิกุล, 2555)
Resource Description Framework (RDF)	เป็นภาษาเชิงโครงสร้างถูกพัฒนาขึ้นโดย World Wide Web Consortium (W3C) เป็นมาตรฐานที่อิงมาจากภาษา XML ภาษา RDF จะใช้อธิบาย Metadata ในลักษณะของคลาส (Class) และคุณสมบัติของคลาส (Property) นอกจากนี้ภาษา RDF ยังเป็นแบบจำลองข้อมูลเพื่ออธิบายคุณลักษณะของข้อมูลเป็นรูปประโยคซึ่งเรียกว่า Tripleโดย Triple มีองค์ประกอบดังนี้ 1) Subject คือ สิ่งที่ต้องการอธิบาย 2) Predicate คือ คุณสมบัติของ Subject 3) Object หรือ Literal คือ ค่าของคุณสมบัติในกรณีที่มีค่าของคุณสมบัติเป็นของคลาสใดคลาสหนึ่งจะเรียกค่าของคุณสมบัติว่า Object ในกรณีที่ค่าของคุณสมบัติเป็นตัว อักษรจะเรียกว่า Literal

ตารางที่ 2.3 รูปแบบของภาษาสำหรับนิยามออนโทโลยี 3 รูปแบบ (ต่อ)

รูปแบบภาษานิยามออนโทโลยี	คำอธิบาย
Resource Description Framework Schemas (RDFS)	ภาษาในการอธิบายโครงสร้างของข้อมูลในขอบเขต ซึ่งการอธิบายดังกล่าวจะเป็นการบังคับว่าคลาสในขอบเขต ต้องมีคุณสมบัติ อย่างไร มีความสัมพันธ์กับคลาสอื่นอย่างไร การสืบทอดคุณสมบัติจากคลาสแม่อย่างไรทั้งนี้ยังรวมถึงข้อบังคับด้านคุณสมบัติของคลาสด้วย เช่น การจำเพาะเจาะจง Domain และ Range ของ Property เป็นต้น
(Web Ontology Language (OWL)	เป็นภาษาที่ใช้อธิบายคลาส คุณสมบัติของคลาส และความ สัมพันธ์โดยบอกคุณลักษณะของคลาสอย่างละเอียดต่างกับ RDF และ RDFS และเน้นการใช้อรรถประโยชน์ของคลาสแบบสื่อความหมาย ประกอบด้วยอรรถประโยชน์ของ Property, Restricts Class และการคุมจำนวนของ Property

ที่มา : Welty, 2005; Gasonpan, 2012

อรรถประโยชน์ด้านการสื่อความหมายของภาษา OWL (Gasonpan, 2012) ประกอบ ด้วยอรรถประโยชน์ของ Property, Restricts Class และการคุมจำนวนของ Property

1) อรรถประโยชน์ของ Property

Property จะถูกนิยามให้มี Domain และ Range เป็นคลาส 2 คลาสที่สามารถอ้างถึงกันได้ซึ่งอรรถประโยชน์ของ Property สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

1.1) Inverse Property คือ การที่ Property แต่ละ Property จะสลับ Domain และ Range ของกันและกัน

1.2) Symmetric Property คือ การกำหนดคุณสมบัติของ Property ซึ่งมี Domain และ Range สมมาตรกันอัตโนมัติ

1.3) Transitive Property คือ การกำหนดคุณสมบัติของ Property ที่สามารถอ้างอิง Range ข้ามไปยัง Triple อื่นโดย Range ของ Transitive Property ที่เป็น ของ Triple หลักนั้นเป็น Domain ของอีกหนึ่ง Triple

1.4) Functional Property คือ การนิยาม Property ที่ค่า ของ Range ได้แค่เพียงค่าเดียว หากมี Range หลายค่า เครื่องคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมประยุกต์จะสามารถอนุมานได้โดยอัตโนมัติว่า Range เหล่านั้นเป็น Instance ตัวเดียวกัน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.5) Inverse Functional Property คือ การนิยาม Property ที่ค่าของ Domain ได้แค่เพียงค่าเดียวหากมี Domain หลายค่าเครื่องคอมพิวเตอร์หรือโปรแกรมประยุกต์จะสามารถอนุมานได้โดยอัตโนมัติว่า Domain เหล่านั้นเป็น Instance ตัวเดียวกัน

2) อรรถประโยชน์ของ Restriction Class

2.1) All Value From คือ การกำหนดคุณสมบัติของ Property เพื่อให้ Range ทุกค่าจะต้องเป็นสมาชิกของคลาสที่กำหนด

2.2) Some Value From คือการกำหนดคุณสมบัติของ Property เพื่อให้ Range อย่างน้อยหนึ่งค่าเป็นสมาชิกของคลาสที่กำหนด

2.3) Has Value คือการระบุค่าของ Property แบบจำเพาะเจาะจง

3) อรรถประโยชน์ของการควบคุมจำนวน Property

3.1) Cardinality คือ การกำหนดจำนวน Property ที่สามารถมีได้

3.2) Min Cardinality คือ การกำหนดจำนวน Property ที่น้อยที่สุดที่สามารถมีได้ซึ่งสามารถใช้ได้ร่วมกับ Max Cardinality

3.3) Max Cardinality คือ การกำหนดจำนวน Property ที่มากที่สุดที่สามารถมีได้ซึ่งสามารถใช้ได้ร่วมกับ Min Cardinality

2.4.3 การพัฒนาออนโทโลยีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Ontology-based Application Development)

2.4.3.1 เว็บสื่อความหมาย (The Semantic Web)

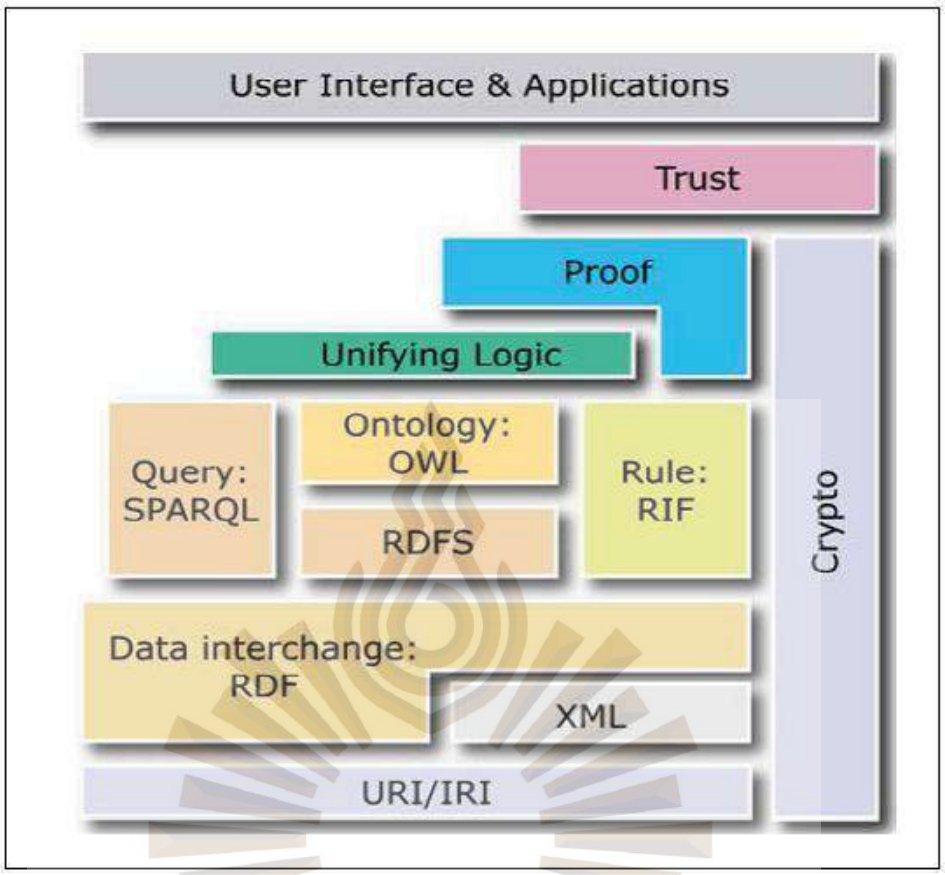
เทคโนโลยีเว็บสื่อความหมายหรือเทคโนโลยีเว็บ 3.0 เป็นเว็บที่ข้อมูลมีการเชื่อมโยงกันมากยิ่งขึ้น ในลักษณะของเครือข่ายเชิงความหมาย (Semantic Network) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่มีความชาญฉลาดมากยิ่งขึ้น เช่น โปรแกรมตัวแทนอัจฉริยะ (Intelligent Agent) การสืบค้นข้อมูลที่อิงตามความหมาย (Semantic Search) เป็นต้น โดยเกิดจากการค้นคว้าและวิจัยขององค์กร W3C (WWW.Consortium) ซึ่งเป็นผู้กำหนดมาตรฐานในการพัฒนาเว็บไซต์ มีการอธิบายโครงสร้างสถาปัตยกรรมของเว็บสื่อความหมายในแต่ละเลเยอร์ (Semantic Web Architecture) (Obitko, 2007a; Buranarach, 2016) ดังแสดงในรูปที่ 2.1 ซึ่งอธิบายรายละเอียดของแต่ละเลเยอร์ไว้ในตารางที่ 2.4 ดังต่อไปนี้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.4 รายละเอียดสถาปัตยกรรมของ Semantic Web

เลเยอร์	รายละเอียด
URI-Uniform Resource Identifier	คือตำแหน่งของเว็บไซต์หรือชื่อที่อ้างถึงทรัพยากรบนอินเทอร์เน็ตเพื่อสร้างความเป็นเอกภาพให้กับข้อมูลที่ต้องการ
XML และ XML Schema	เป็นมาตรฐานขั้นต้นใน Semantic Web เพื่อใช้ในการเก็บบันทึกข้อมูล และเป็นภาษาที่กำหนดโครงสร้างและรายละเอียดของเอกสารบนเว็บไซต์ ยังไม่มีส่วนในการอธิบายโครงสร้างของข้อมูลด้านการสื่อความหมาย
Resource Description Framework (RDF)	เป็นภาษาสำหรับการบรรยายข้อมูลสารสนเทศที่มีการจัดเรียงโครงสร้างเอาไว้เช่นเดียวกับ XML แต่ RDF นั้นจะเป็น Framework ที่ใช้อธิบายสิ่งต่างๆ ที่อยู่บนเว็บไซต์ โดยจะเก็บคำอธิบายลักษณะของข้อมูลเอาไว้เพื่ออธิบายรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูล
Resource Description Framework Schema (RDFS)	คือภาษาที่ใช้ในการอธิบายโครงสร้างของ RDF ในรูปแบบของคลาส (Class) และคุณสมบัติของคลาส (Property) และความสัมพันธ์ต่างๆ ของคลาส เช่น Subclass, Relations, Domain, Range เป็นต้น โดย RDFS จะมีรูปแบบที่ถูกพัฒนาเพิ่มเติมจากมาตรฐานของ RDF
Web Ontology Language (OWL)	เป็นภาษาที่รวมกันระหว่างเนื้อหาข้อความและโครงสร้างข้อมูล กฎข้อบังคับ ของข้อมูล ที่เพิ่มเติมต่อจาก RDF และ RDFS โดย OWL จะมีแบบแผนอย่างเป็นทางการเพื่ออธิบายลำดับชั้นและความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล OWL จะทำงานอยู่บน RDF และ RDFS ซึ่ง OWL จะมีความสามารถเพิ่มเติมคือกฎข้อกำหนดต่างๆ ของข้อมูลและมีความสามารถในการสื่อความหมายของข้อมูลมากขึ้น
Logical และ Proof	เหตุผลทางตรรกศาสตร์เพื่อใช้สำหรับการสร้างความสอดคล้องและความถูกต้องของชุดข้อมูลและเพื่อใช้สรุปการตัดสินสถานะที่สอดคล้องกับเซตของข้อมูล
Trust	การจัดเตรียมความน่าเชื่อถือของเอกลักษณ์และหลักฐานของข้อมูลการบริการของตัวแทนที่น่าเชื่อถือ

ที่มา : Obitko, 2007b; Buranarach, 2016

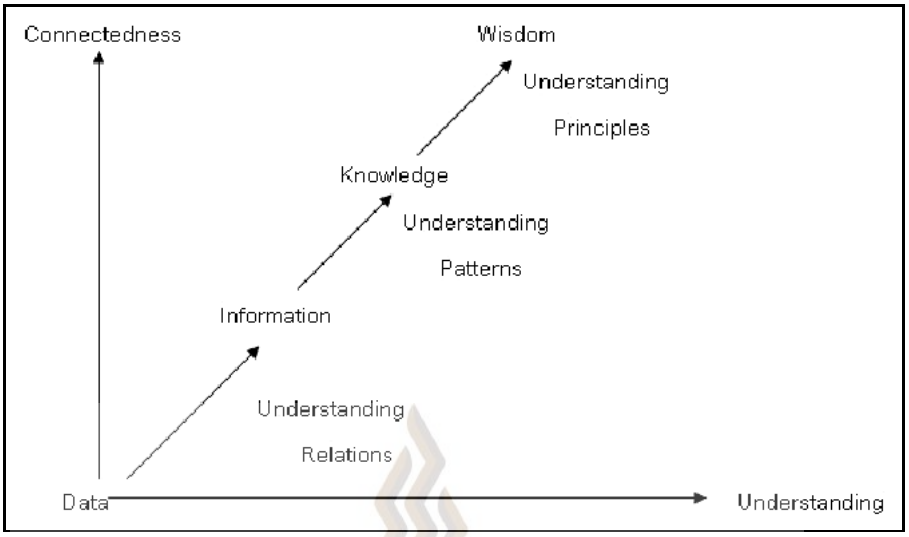


รูปที่ 2.1 แสดงสถาปัตยกรรมของ Semantic Web

ที่มา: Obitko, 2007a

2.4.3.2 การจัดการความรู้เชิงความหมาย (Semantic Knowledge Management)

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2012) กล่าวว่า ความรู้ (Knowledge) คือ “ผลสรุปของการสังเคราะห์สารสนเทศ (Information) โดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ของสารสนเทศเทียบเคียงกับความรู้เดิมที่มีอยู่ จนได้ผลสรุปที่ชัดเจน ถูกต้อง สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกิจกรรมต่างๆ ต่อไปได้อย่างเหมาะสม” จากนิยามดังกล่าวอาจสรุปได้ว่า สิ่งสำคัญที่ทำให้ความรู้ แตกต่างจากสารสนเทศ ก็คือ ความรู้ เกิดจากการสั่งสม และสังเคราะห์จากสารสนเทศปริมาณมากจนเกิดเป็นข้อสรุปที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้นั่นเอง ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 สเปคตรัมของความรู้ (Knowledge Spectrum)
ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ , 2012

รูปแบบของการจัดการความรู้ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1) การจัดการความรู้ที่ชัดแจ้ง หรือ ความรู้สาธารณะ (Explicit Knowledge) มักอยู่ในรูปแบบของการจัดเก็บ และสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร หรือ ฐานข้อมูลที่มีอยู่

2) การจัดการความรู้ที่ซ่อนเร้น หรือ ความรู้ที่อยู่ในตัวบุคคล (Tacit Knowledge) มักอยู่ในรูปแบบของการส่งเสริมให้เกิดการบันทึก ถ่ายทอดข้อมูลความรู้ของแต่ละบุคคลให้กับผู้อื่น เช่น ในรูปแบบของการเขียนบล็อก หรือ วิกิ เป็นต้น

การจัดการความรู้เชิงความหมาย จึงเป็นรูปแบบการจัดการความรู้ในอีกรูปแบบหนึ่ง ที่มุ่งเน้นการจัดเก็บองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้งานในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ ในรูปแบบของฐานความรู้สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือออนโทโลยี (Ontology) ซึ่งวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาคือการใช้กระบวนการทางวิศวกรรมความรู้ (Knowledge Engineering) และจำเป็นต้องอาศัยแหล่งความรู้ที่มีอยู่ ทั้งที่อยู่ในรูปแบบของเอกสารอ้างอิง (Reference Documents) และจากผู้เชี่ยวชาญเฉพาะสาขา (Domain Experts)

ดังนั้นการจัดการความรู้เชิงความหมายจึงต้องมีการผสมผสานทั้งการจัดการความรู้ที่ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) และการจัดการความรู้ที่อยู่ในตัวบุคคล (Tacit Knowledge) เข้าด้วยกัน หากพิจารณาตามทิศทางการพัฒนาเทคโนโลยีเว็บแล้ว จะพบว่าเทคโนโลยีเว็บในยุคเริ่มต้นมุ่งเน้นที่

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

การจัดการความรู้ที่ชัดแจ้ง ในรูปแบบของการจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลจากเอกสาร HTML และฐานข้อมูลจากเว็บไซต์ต่างๆ เป็นหลัก ในขณะที่เว็บยุคที่ 2 มุ่งเน้นที่การจัดการความรู้ที่อยู่ในตัวบุคคลมากยิ่งขึ้น ในรูปแบบของการเขียนบล็อก และวิกิ รวมทั้งเว็บไซต์เครือข่ายสังคม ดังเช่น เว็บ Instagram, Facebook และ Twitter เป็นต้น ในเว็บยุคที่ 3 ยุคถัดไปจะมุ่งเน้นที่การจัดการความรู้เชิงความหมายมากยิ่งขึ้น เพื่อนำไปสู่การพัฒนาโปรแกรมตัวแทนที่มีความชาญฉลาด (Intelligent Agents) เพื่อมาช่วยในการประกอบกิจกรรมและสืบค้นข้อมูลของผู้ใช้ได้ดียิ่งขึ้น (Buranarach et al., 2012) ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การจัดการความรู้เชิงความหมาย สำหรับเทคโนโลยีเว็บยุค 1.0 - 3.0

เทคโนโลยี	การจัดการความรู้	การประยุกต์ใช้งาน
Web 1.0	Explicit Knowledge Management	HTML Documents, Web-Database
Web 2.0	Tacit Knowledge Management	Wiki, Blogs, Social Networks
Web 3.0	Semantic Knowledge Management	Intelligent Agents, Question-Answering

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ , 2012

2.4.3.3 ฐานความรู้สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือออนโทโลยี (Ontology)

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (2012) กล่าวถึงฐานความรู้สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือออนโทโลยี (Ontology) เป็นรูปแบบองค์ความรู้เฉพาะทาง (Domain Knowledge) ซึ่งเกิดจากวิศวกรความรู้ (Knowledge Engineers) ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง (Domain Experts) โดยมีเป้าหมายหลัก คือ เพื่อให้สามารถนำความรู้เฉพาะทาง ไปประยุกต์ใช้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้หลากหลายช่องทาง สามารถทำงานได้อย่างชาญฉลาดและมีความเป็นอัตโนมัติมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ประโยชน์ของการพัฒนาและประยุกต์ใช้งานฐานความรู้สำหรับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาจสรุปได้เป็น 4 ประการหลัก คือ

1) เพิ่มความอัตโนมัติของกระบวนการ (Automation)

2) ลดภาระของมนุษย์ (Reduced Workloads)

3) เพิ่มความแม่นยำ ลดข้อผิดพลาดในกระบวนการทำงาน (Reduced Errors)

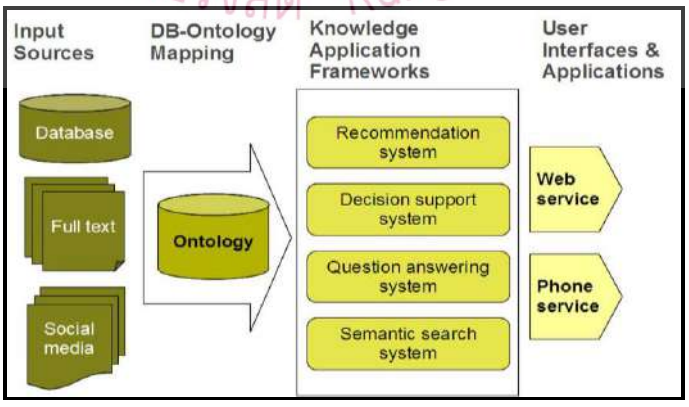
4) สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในโปรแกรมและระบบสารสนเทศต่างๆ ได้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น (Interoperability) เนื่องจากฐานความรู้สามารถแบ่งปัน และใช้ซ้ำได้ (Share and Reuse)

2.4.3.4 เครื่องมือสนับสนุนการจัดการความรู้เชิงความหมาย (Ontology Application Management Framework: OAM)

1) จุดเด่นของ OAM Framework

Buranarach (2016) ได้ศึกษาและอธิบายถึง OAM ว่าเป็น Application Framework มีวัตถุประสงค์ เพื่อลดงานของโปรแกรมเมอร์ โดยส่วนฟังก์ชันที่ใช้งานบ่อยๆ จะทำให้อยู่ในแบบของซอฟต์แวร์โมดูลที่ใช้ซ้ำได้ (Reusable Module) ประหยัดเวลาในการเขียนโปรแกรมโดยไม่ต้องเริ่มเขียนเองใหม่ทุกครั้ง และช่วยให้การดูแลรักษาโปรแกรมได้ง่ายขึ้น โดยแยกส่วนข้อมูลที่ปรับเปลี่ยนได้ (Customize) ออกจากโปรแกรม เช่น มีส่วนการตั้งค่า (Config File) อยู่นอกโปรแกรม ซึ่งทำให้โปรแกรมที่เขียนครั้งเดียว สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลายสาขา โดยการเปลี่ยนค่าในไฟล์การตั้งค่าได้ตามการใช้งาน เป็นต้น

ดังนั้น OAM จึงเป็น เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ความรู้ในการตัดสินใจ (Knowledge-Based Application) ได้ง่ายยิ่งขึ้น ลดเวลาพัฒนา โดยมิจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมในการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบ ผู้พัฒนาเพียงเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่เข้ากับโครงสร้างข้อมูลแบบออนโทโลยี (Ontology) เท่านั้น ก็จะสามารถใช้โปรแกรมประยุกต์สำเร็จรูป (Application Template) ในการเข้าถึงข้อมูลได้ในหลากหลายรูปแบบ ซึ่งในปัจจุบัน OAM Framework สนับสนุนโปรแกรมประยุกต์ในแบบของ ระบบสืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Search System) ระบบแนะนำข้อมูล (Recommender System) เป็นหลัก ดังรูปที่ 2.3 แสดงแนวคิดของการพัฒนา Application Framework สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ของออนโทโลยี (Ontology-Based Application)



รูปที่ 2.3 แนวคิดของ OAM

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ , 2012

2) เทคโนโลยีที่ใช้ใน OAM

OAM Framework ได้นำซอฟต์แวร์สำหรับการประมวลผลข้อมูลตามมาตรฐานเว็บเชิงความหมายที่มีอยู่ในปัจจุบัน มาบูรณาการการทำงานกันภายใต้ Application Framework ที่กำหนดขึ้น ซอฟต์แวร์หลักที่ใช้งาน (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2012; Buranarach, 2016) ได้แก่

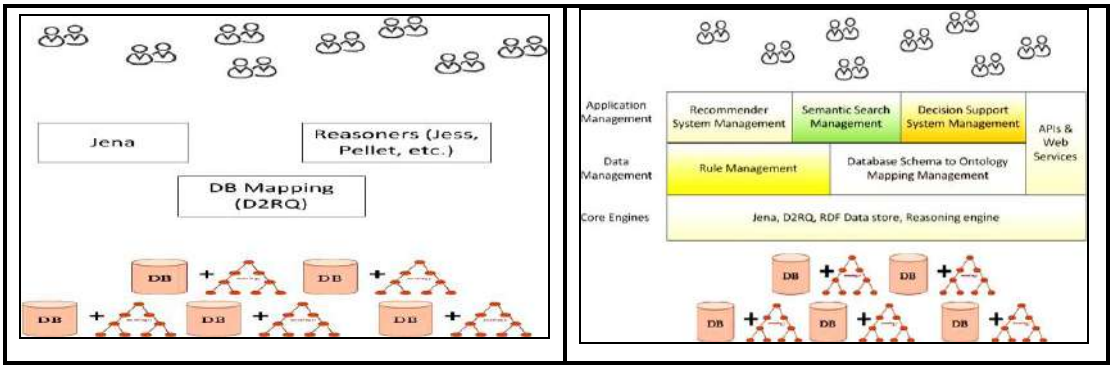
2.1) Apache Jena เป็น Java Framework สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ของเว็บเชิงความหมาย

2.2) D2RQ เป็นซอฟต์แวร์ที่ประกอบด้วยภาษาสำหรับการแปลงข้อมูลระหว่างโครงสร้างข้อมูลของฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database Schema) กับข้อมูลในแบบของออนโทโลยีตามมาตรฐาน OWL และ RDF Schema ที่พัฒนาขึ้นโดย University of Berlin ประเทศเยอรมัน

2.3) Apache Jena TDB เป็นซอฟต์แวร์การจัดการฐานข้อมูลชนิด RDF (RDF Database Management System) ที่รองรับการจัดเก็บและค้นคืนข้อมูล RDF ด้วยภาษา SPARQL ผ่าน Jena API และ Jena Fuseki (เป็นส่วนหนึ่งของ Apache Jena)

2.4) Apache Jena Inference Engine เป็นซอฟต์แวร์สำหรับประมวลผลเชิงอนุมานตามข้อมูลฐานกฎ (Rule-based Inference Engine) ที่ใช้สำหรับข้อมูลชนิด RDF (เป็นส่วนหนึ่งของ Apache Jena)

OAM Framework จะช่วยให้นักพัฒนาไม่จำเป็นต้องมีทักษะในการเขียนโปรแกรมติดต่อกับซอฟต์แวร์เหล่านี้ด้วยตนเอง และไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับมาตรฐาน RDF, SPARQL, OWL แต่สามารถใช้งานซอฟต์แวร์เหล่านี้ผ่าน การตั้งค่าในส่วนต่างของ OAM Framework รูปที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบแนวทางการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ของเว็บเชิงความหมายโดยไม่ใช้ OAM Framework กับ การพัฒนาโดยผ่าน OAM Framework



a) พัฒนาโดยไม่ใช้ OAM Framework b) พัฒนาโดยใช้ OAM Framework

รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบแนวทางการพัฒนาเว็บเชิงความหมายโดยใช้/ไม่ใช้ OAM Framework

ที่มา: Buranarach et al., 2012

3) องค์ประกอบของระบบ OAM

OAM ประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลัก (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ , 2012; Buranarach et al., 2012) ได้แก่

3.1) ส่วนจัดการข้อมูลจากฐานข้อมูลผู้ใช้ (Data Management Component) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่แปลงข้อมูลจากฐานข้อมูลผู้ใช้ให้อยู่ในแบบ RDF โดยมีโครงสร้างตามออนโทโลยีของโดเมนที่กำหนด (Domain Ontology) โดยการทำงานในระดับโมเดลจะประกอบไปด้วยการกำหนดตั้งค่า 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนตั้งค่าการแปลงโครงสร้างข้อมูล (Schema Mapping) และ ส่วนตั้งค่าการแปลงคำศัพท์ (Vocabulary Mapping) ที่อิงกับออนโทโลยี

3.2) ส่วนจัดการข้อมูลคำแนะนำ (Recommendation Management Component) เป็นส่วนจัดการข้อมูลฐานกฎเพื่อใช้ในการสร้างคำแนะนำข้อมูล (Recommendation Rules)

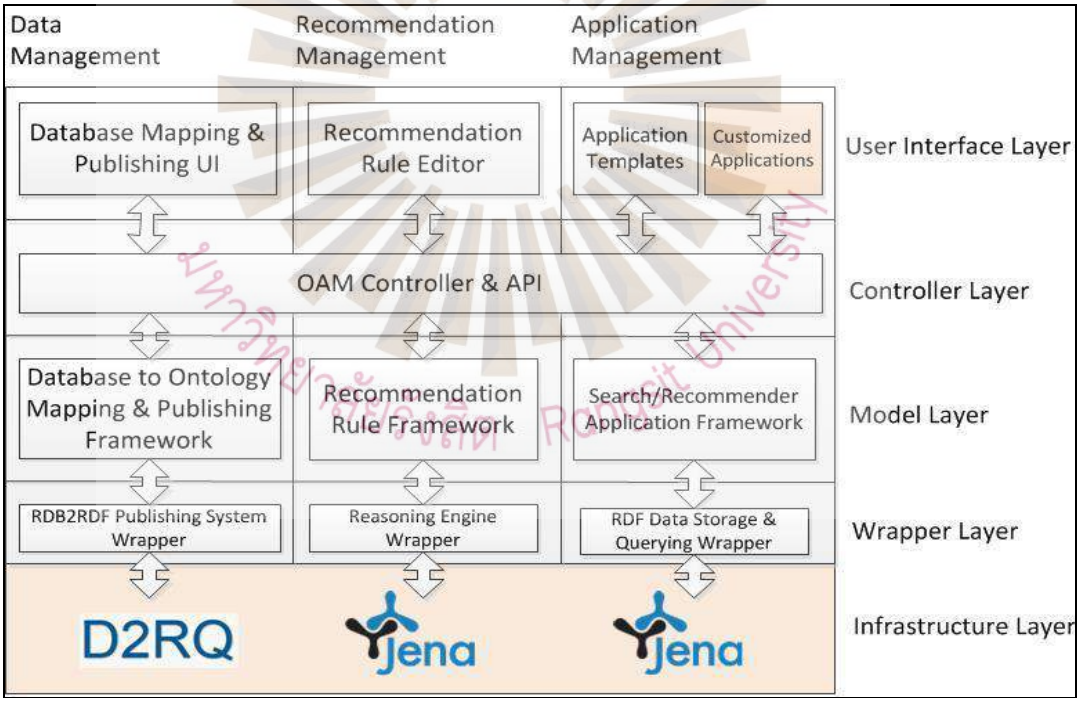
3.3) ส่วนจัดการโปรแกรมประยุกต์ (Application Management Component) เป็นส่วนของแม่แบบโปรแกรมประยุกต์ (Application Template) ที่จัดเตรียมไว้ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดเฉพาะในส่วนการตั้งค่า (Application Configuration) ประโยชน์ของ Application Template ที่สำคัญคือ ช่วยให้นักวิจัยสามารถใช้ในการทำต้นแบบอย่างรวดเร็ว (Rapid Prototyping) โดยหลังจากขั้นตอนนี้แล้ว นักวิจัยสามารถใช้ OAM API ในการพัฒนาต่อยอด Application Template ให้เป็นโปรแกรมประยุกต์ที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นได้

โดยแนวทางการออกแบบแบ่งเป็นลำดับชั้น (Layer) ของการทำงานเพื่อให้ระบบมีความยืดหยุ่น สะดวกต่อการปรับเปลี่ยนซอฟต์แวร์ โดยแต่ละลำดับชั้นมีหน้าที่ดังนี้

1) ระดับโมเดล (Model Layer) เป็นส่วนของโครงสร้างข้อมูลการตั้งค่า (Config) ที่ไม่ขึ้นกับซอฟต์แวร์ที่อยู่ในระดับพื้นฐาน (Infrastructure Layer) ที่จะมารองรับ จึงทำให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้น โดยจะต้องพัฒนาส่วนแปลงข้อมูลระหว่างโมเดลกับแต่ละซอฟต์แวร์ที่อยู่ในระดับฐาน (Wrapper Layer)

2) ระดับตัวควบคุม (Controller Layer) เป็นส่วนที่เชื่อมโยงข้อมูลและการทำงานในส่วนโมเดลของแต่ละส่วนของระบบให้สามารถทำงานร่วมกันได้ รวมถึงการออกแบบเป็น OAM API เพื่อให้ส่วนของโปรแกรมเครื่องมือและโปรแกรมประยุกต์สามารถเชื่อมต่อเพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดการข้อมูลภายในระบบได้

3) ระดับส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (UI Layer) เป็นส่วนที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถจัดการข้อมูลการตั้งค่าและใช้งานข้อมูลภายในระบบผ่านตัวอย่างโปรแกรมประยุกต์ (Application Template) หรือ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นใหม่เอง (Customized Application) โดยการพัฒนา UI ดังกล่าวจะเรียกใช้ฟังก์ชันการจัดการผ่าน OAM API ดังมีรายละเอียดแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ภาพรวมองค์ประกอบของแพล็ตฟอร์ม OAM

ที่มา: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2012

2.5 คุณลักษณะเฉพาะของหลักสูตรคอมพิวเตอร์

หลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในกรณีศึกษาครั้งนี้มีจำนวนทั้งสิ้น 3 หลักสูตร เป็นหลักสูตรคอมพิวเตอร์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ โดยภาควิชาคอมพิวเตอร์เป็นผู้รับผิดชอบ ซึ่ง ข้อมูลเฉพาะหลักสูตรที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ประกอบด้วย ข้อมูลวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และ ข้อมูลวัตถุประสงค์รายวิชา จากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ และกลุ่มวิชาชีพเลือก (เนื่องจากเป็นหมวดวิชาที่แสดงถึงธรรมชาติของหลักสูตรนั้น) ได้แก่

2.5.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558) (Bachelor of Science Program in Computer Science) (มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558)

2.5.1.1 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร (สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์)

เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ ความสามารถ มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้

1) เป็นพลเมืองดี มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณในวิชาชีพ

2) มีความรู้ ความสามารถในสาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ และนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และแก้ไขปัญหาด้านการจัดการในองค์กรธุรกิจและองค์กรภาครัฐได้เป็นอย่างดี รวมทั้งศึกษาต่อในระดับสูง

3) มีเป้าหมาย หลักการในการดำเนินชีวิต มีพลังความมุ่งมั่นในการพัฒนาตน ส่วนรวม ชุมชนและท้องถิ่น

4) มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่อง มีทักษะการใช้วิทยาการคอมพิวเตอร์ และงานด้านการศึกษาอิสระด้านคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข

5) มีทักษะชีวิต คิดอย่างมีเหตุผล ใช้ปัญญาในการแก้ปัญหา การเผชิญสถานการณ์และรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง

6) มีความเข้าใจและสามารถดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงได้

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.5.1.2 รายวิชา จากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ และกลุ่มวิชาชีพเลือก

1) กลุ่มบังคับต้องเรียนจำนวน 45 หน่วยกิต

ตารางที่ 2.6 รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ (CS)

กลุ่มประเด็นด้านองค์การและระบบสารสนเทศ		
COM 3103	กฎหมายและจริยธรรมทางคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์		
COM 2602	ระบบฐานข้อมูล	3(2-2-5)
COM 4401	ปัญญาประดิษฐ์	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีและวิธีการทางซอฟต์แวร์		
COM 1304	หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 1305	การโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์	3(2-2-5)
COM 3401	ระบบปฏิบัติการ	3(3-0-6)
COM 3503	วิศวกรรมซอฟต์แวร์	3(3-0-6)
COM 4902	การศึกษาอิสระด้านคอมพิวเตอร์	3(270)
กลุ่มโครงสร้างพื้นฐานของระบบ		
COM 1601	โครงสร้างข้อมูล	3(3-0-6)
COM 2303	การวิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนวิธี	3(3-0-6)
COM 2402	คอมพิวเตอร์กราฟิก	3(3-0-6)
COM 2702	การสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย	3(3-0-6)
กลุ่มฮาร์ดแวร์และสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์		
COM 2701	ระบบคอมพิวเตอร์และสถาปัตยกรรม	3(3-0-6)
กลุ่มภาษาอังกฤษและการสื่อสาร		
ENG 1601	ภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาศาสตร์	3(3-0-6)
ENG 1603	ภาษาอังกฤษเพื่อการทำงาน	3(3-0-6)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558

2) กลุ่มเลือกเรียนไม่น้อยกว่า 33 หน่วยกิต

ตารางที่ 2.7 รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพเลือก (CS)

กลุ่มประเด็นด้านองค์การและระบบสารสนเทศ		
COM 3901	การสัมมนาทางคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 4903	หัวข้อพิเศษเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์		
COM 2202	เทคโนโลยีสื่อประสม	3(2-2-5)
COM 3212	ระเบียบวิธีวิจัยทางคอมพิวเตอร์	3(2-2-5)
COM 3502	การวิจัยการดำเนินงาน	3(3-0-6)
COM 3601	การทำเหมืองข้อมูล	3(3-0-6)
COM 4204	ระบบภูมิสารสนเทศ	3(2-2-5)
กลุ่มเทคโนโลยีและวิธีการทางซอฟต์แวร์		
COM 2501	การวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ	3(3-0-6)
COM 3301	การโปรแกรมบนเวิลด์ไวด์เว็บ	3(2-2-5)
COM 3304	การพัฒนาเว็บสมัยใหม่	3(2-2-5)
COM 3501	การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	3(3-0-6)
COM 4304	การพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	3(2-2-5)
กลุ่มโครงสร้างพื้นฐานของระบบ		
COM 1501	ทฤษฎีการคำนวณ	3(3-0-6)
COM 3302	การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ	3(2-2-5)
COM 3408	การรักษาความมั่นคงบนคอมพิวเตอร์และเครือข่าย	3(3-0-6)
COM 4302	การโปรแกรมภาษาทางเลือก	3(2-2-5)
COM 4303	หลักการและการเขียนโปรแกรมเกม	3(2-2-5)
COM 4407	การประมวลผลภาพดิจิตอล	3(3-0-6)
กลุ่มฮาร์ดแวร์และสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์		
COM 4702	การประมวลผลข้อมูลแบบขนาน	3(3-0-6)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558

2.5.2 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558)(Bachelor of Science Program in Information Technology) (มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558)

2.5.2.1 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร (สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ)

เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ ความสามารถ มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้

1) เป็นพลเมืองดี มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณในวิชาชีพ

2) มีความรู้ ความสามารถในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ และนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และแก้ไขปัญหาด้านการจัดการในองค์กรธุรกิจและองค์กรภาครัฐได้เป็นอย่างดี รวมทั้งศึกษาต่อในระดับสูง

3) มีเป้าหมาย หลักการในการดำเนินชีวิต มีพลังความมุ่งมั่นในการพัฒนาตนส่วนรวม ชุมชนและท้องถิ่น

4) มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่อง มีทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการศึกษาอิสระด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข

5) มีทักษะชีวิต คิดอย่างมีเหตุผล ใช้ปัญญาในการแก้ปัญหา การเผชิญสถานการณ์และรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง

6) มีความเข้าใจและสามารถดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงได้

2.5.2.2 รายวิชา จากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ และกลุ่มวิชาชีพเลือก

1) กลุ่มบังคับต้องเรียนจำนวน 45 หน่วยกิต

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.8 รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ (IT)

กลุ่มประเด็นด้านองค์การและระบบสารสนเทศ		
COM 3101	ระบบสารสนเทศเชิงกลยุทธ์	3(3-0-6)
COM 3104	การออกแบบและการจัดการโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	3(3-0-6)
COM 4106	การบริหารโครงการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์		
COM 2202	เทคโนโลยีสื่อประสม	3(2-2-5)
COM 2401	ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ	3(2-2-5)
COM 2602	ระบบฐานข้อมูล	3(2-2-5)
COM 3209	การพัฒนาระบบสารสนเทศในงานธุรกิจ	3(2-2-5)
COM 3212	ระเบียบวิธีวิจัยทางคอมพิวเตอร์	3(2-2-5)
COM 4902	การศึกษาอิสระด้านคอมพิวเตอร์	3(250)
กลุ่มเทคโนโลยีและวิธีการทางซอฟต์แวร์		
COM 1304	หลักการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 1305	การโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์	3(2-2-5)
COM 3501	การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	3(3-0-6)
COM 4304	การพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	3(2-2-5)
กลุ่มโครงสร้างพื้นฐานของระบบ		
COM 1601	โครงสร้างข้อมูล	3(3-0-6)
COM 2604	การบริหารฐานข้อมูลและสารสนเทศ	3(2-2-5)
กลุ่มภาษาอังกฤษและการสื่อสาร		
ENG 1601	ภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาศาสตร์	3(3-0-6)
ENG 1603	ภาษาอังกฤษเพื่อการทำงาน	3(3-0-6)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558

2) กลุ่มเลือกเรียน ไม่น้อยกว่า 33 หน่วยกิต

ตารางที่ 2.9 รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพเลือก (IT)

กลุ่มประเด็นด้านองค์การและระบบสารสนเทศ		
COM 3103	กฎหมายและจริยธรรมทางคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 3106	เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการโลจิสติกส์	3(3-0-6)
COM 3107	ระบบการวางแผนทรัพยากรในองค์กร	3(3-0-6)
COM 3901	การสัมมนาทางคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 4403	ระบบฐานความรู้	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์		
COM 2403	การบริการบนระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย	3(2-2-5)
COM 3206	การพัฒนาเว็บด้วยเครื่องมือช่วยสร้างเว็บ	3(2-2-5)
COM 3211	การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์	3(2-2-5)
COM 3704	การซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์	3(2-2-5)
COM 4202	ธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์	3(2-2-5)
COM 4204	ระบบภูมิสารสนเทศ	3(2-2-5)
COM 3601	การทำเหมืองข้อมูล	3(3-0-6)
COM 4409	เทคโนโลยีสารสนเทศสมัยใหม่	3(3-0-6)
COM 4903	หัวข้อพิเศษเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีและวิธีการทางซอฟต์แวร์		
COM 1303	การพัฒนาเว็บเบื้องต้น	3(2-2-5)
COM 2501	การวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ	3(3-0-6)
COM 3302	การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ	3(2-2-5)
COM 3303	การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน	3(2-2-5)
COM 3504	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 4302	การโปรแกรมภาษาทางเลือก	3(2-2-5)
กลุ่มโครงสร้างพื้นฐานของระบบ		
COM 2701	ระบบคอมพิวเตอร์และสถาปัตยกรรม	3(3-0-6)
COM 2702	ระบบการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย	3(3-0-6)
COM 3408	การรักษาความมั่นคงบนคอมพิวเตอร์และเครือข่าย	3(3-0-6)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558

2.5.3 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558) (Bachelor of Science Program in Web Programming and Security) (มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558)

2.5.3.1 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร (สาขาวิชาการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ)

เพื่อผลิตบัณฑิตให้มีความรู้ ความสามารถ มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีลักษณะที่พึงประสงค์ ดังนี้

1) เป็นพลเมืองดี มีคุณธรรม จริยธรรม และจรรยาบรรณในวิชาชีพ

2) มีความรู้ ความสามารถในสาขาวิชาการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ และนำไปประยุกต์ใช้ในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย และแก้ไขปัญหาด้านการจัดการในองค์กรธุรกิจและองค์การภาครัฐได้เป็นอย่างดี รวมทั้งศึกษาต่อในระดับสูง

3) มีเป้าหมาย หลักการในการดำเนินชีวิต มีพลังความมุ่งมั่นในการพัฒนาตน ส่วนรวม ชุมชนและท้องถิ่น

4) มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนอย่างต่อเนื่อง มีทักษะการใช้การโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บและการศึกษาอิสระด้านเว็บเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้และการดำเนินชีวิตในสังคมอย่างมีความสุข

5) มีทักษะชีวิต คิดอย่างมีเหตุผล ใช้ปัญญาในการแก้ปัญหา การเผชิญสถานการณ์และรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง

6) มีความเข้าใจและสามารถดำเนินชีวิตตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงได้

2.5.3.2 รายวิชา จากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ และกลุ่มวิชาชีพเลือก

1) กลุ่มบังคับต้องเรียนจำนวน 45 หน่วยกิต

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 2.10 รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพบังคับ (WEB)

กลุ่มประเด็นด้านองค์การและระบบสารสนเทศ		
COM 2501	การวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ	3(3-0-6)
COM 3103	กฎหมายและจริยธรรมทางคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 3501	การวิเคราะห์และออกแบบระบบ	3(3-0-6)
COM 4902	การศึกษาอิสระด้านคอมพิวเตอร์	3(250)
กลุ่มเทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์		
COM 2602	ระบบฐานข้อมูล	3(2-2-5)
COM 3407	การรักษาความมั่นคงบนเว็บแอพพลิเคชัน	3(2-2-5)
COM 3408	การรักษาความมั่นคงบนคอมพิวเตอร์และเครือข่าย	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีและวิธีการทางซอฟต์แวร์		
COM 1303	การพัฒนาเว็บเบื้องต้น	3(2-2-5)
COM 1306	หลักการและการเขียนโปรแกรมเบื้องต้น	3(2-2-5)
COM 3302	การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ	3(2-2-5)
COM 3303	การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชัน	3(2-2-5)
กลุ่มโครงสร้างพื้นฐานของระบบ		
COM 1601	โครงสร้างข้อมูล	3(3-0-6)
กลุ่มฮาร์ดแวร์และสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์		
COM 2701	ระบบคอมพิวเตอร์และสถาปัตยกรรม	3(3-0-6)
กลุ่มภาษาอังกฤษและการสื่อสาร		
ENG 1601	ภาษาอังกฤษสำหรับวิทยาศาสตร์	3(3-0-6)
ENG 1603	ภาษาอังกฤษเพื่อการทำงาน	3(3-0-6)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558

2) กลุ่มเลือกเรียนไม่น้อยกว่า 33 หน่วยกิต

ตารางที่ 2.11 รายวิชาจากหมวดวิชาเฉพาะกลุ่มวิชาชีพเลือก (WEB)

กลุ่มประเด็นด้านองค์การและระบบสารสนเทศ		
COM 3901	การสัมมนาทางคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 1102	หลักสำคัญเทคโนโลยีสารสนเทศ	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีเพื่องานประยุกต์		
COM 1402	กราฟฟิกและมัลติมิเดียสำหรับเว็บไซต์	3(2-2-5)
COM 2403	การบริการบนระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่าย	3(2-2-5)
COM 3212	ระเบียบวิธีวิจัยทางคอมพิวเตอร์	3(2-2-5)
COM 3409	พื้นฐานการประมวลผลแบบกลุ่มเมฆ	3(3-0-6)
COM 4202	ธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์	3(2-2-5)
COM 4903	หัวข้อพิเศษเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
กลุ่มเทคโนโลยีและวิธีการทางซอฟต์แวร์		
COM 3304	การพัฒนาเว็บสมัยใหม่	3(2-2-5)
COM 3401	ระบบปฏิบัติการ	3(3-0-6)
COM 3503	วิศวกรรมซอฟต์แวร์	3(3-0-6)
COM 3504	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 4101	การควบคุมและตรวจสอบงานคอมพิวเตอร์	3(3-0-6)
COM 4303	หลักการและการเขียนโปรแกรมเกม	3(2-2-5)
COM 4304	การพัฒนาโปรแกรมบนอุปกรณ์เคลื่อนที่	3(2-2-5)
กลุ่มโครงสร้างพื้นฐานของระบบ		
COM 1501	ทฤษฎีการคำนวณ	3(3-0-6)
COM 2303	การวิเคราะห์และออกแบบขั้นตอนวิธี	3(3-0-6)
COM 2702	ระบบการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย	3(3-0-6)
COM 4401	ระบบปัญญาประดิษฐ์	3(3-0-6)
COM 4408	ศาสตร์การเข้ารหัสและการถอดรหัส	3(3-0-6)
กลุ่มฮาร์ดแวร์และสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์		
COM 3704	การซ่อมบำรุงไมโครคอมพิวเตอร์	3(2-2-5)

ที่มา: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล, 2558

2.5.4 คุณลักษณะเฉพาะของหลักสูตร (Unique Features Courses)

คุณลักษณะเฉพาะของหลักสูตร คือ คุณลักษณะเฉพาะของแต่ละหลักสูตรที่ต้องการให้ผู้เรียนหรือบัณฑิตเป็นไปตามประสงค์ของหลักสูตรนั้นๆ ดังนั้น แนวคิดสำคัญที่จะใช้ในการวิเคราะห์ธรรมชาติของหลักสูตรถึงความต้องการด้านคุณลักษณะเฉพาะของผู้เรียนที่เหมาะสมกับแต่ละหลักสูตรนั้น ได้แก่ การวิเคราะห์สมรรถนะหรือขีดความสามารถในการเรียนของผู้เรียน ซึ่งได้จากการรวบรวมจากผู้เขียนหลายท่าน (Mitrani, Dalziel & Fitt, 1992; Spencer, M. & Spencer, M.S., 1993; McClelland, 1975; Boyatzis, 1982; อธิพงศ์ ฤทธิชัย, 2555; สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน, 2548) ทั้งนี้สามารถกล่าวความหมายของสมรรถนะโดยสรุปว่า “สมรรถนะ” หมายถึง คุณลักษณะพื้นฐาน (Underlying Characteristic) ที่มีอยู่ภายในตัวบุคคลได้แก่ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) คุณลักษณะของบุคคล (Attributes) แรงจูงใจ (Motive) อุปนิสัย (Trait) อัตมโนทัศน์ (Self-Concept) จินตภาพส่วนตน (Self-Image) บทบาททางสังคม (Social Role) และพฤติกรรม (Behavior) ต่างๆ ซึ่งคุณลักษณะเหล่านี้จะเป็นตัวผลักดันให้บุคคลสามารถปฏิบัติงานหรือสร้างผลงานที่โดดเด่นกว่าคนอื่น หรือสูงกว่าเกณฑ์/ เป้าหมายที่กำหนดไว้ ภายใต้สถานการณ์ที่เหมือนกัน หรือ ในระยะเวลาที่เท่ากัน

ส่วนในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำ 3 คุณลักษณะพื้นฐานที่มีภายในตัวบุคคลประกอบด้วย ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skill) และคุณลักษณะเฉพาะบุคคล (Characteristic) มาใช้ในการวิเคราะห์และสร้างคุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร ของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 หลักสูตร ซึ่งให้ความหมายของ 3 คุณลักษณะพื้นฐานดังนี้

2.2.4.1 ความหมายของความรู้ (Knowledge)

ความรู้ หมายถึง องค์ความรู้พื้นฐาน จากรายวิชาต่างๆ ในแต่ละหลักสูตรประกอบด้วยวิชาชีพเฉพาะและวิชาชีพเลือก ซึ่งต้องการให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ จดจำ เข้าใจ และนำไปประยุกต์ใช้ได้

2.2.4.2 ความหมายของทักษะ (Skill)

ทักษะ หมายถึง ความสามารถทางร่างกายและสติปัญญาของผู้เรียนที่ได้รับการฝึกฝนและสามารถปฏิบัติอย่างคล่องแคล่ว ซึ่งตรงหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่แต่ละหลักสูตรต้องการให้ผู้เรียนได้นำมาใช้กับการเรียนในรายวิชาต่างๆ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.2.4.3 ความหมายของคุณลักษณะเฉพาะบุคคล (Characteristic)

คุณลักษณะเฉพาะบุคคล หมายถึง บุคลิกภาพ คุณลักษณะนิสัย จิตใจ อารมณ์ หรือคุณสมบัติเฉพาะของผู้เรียนที่ต้องการให้มีในแต่ละหลักสูตรคอมพิวเตอร์

2.6 คุณลักษณะนิสัยเฉพาะผู้เรียน (Learner Characteristics)

2.6.1 ทฤษฎีสำหรับการสังเคราะห์กลุ่มพฤติกรรมนักเรียน

ทฤษฎีพฤติกรรมนักเรียนที่เกี่ยวกับด้านการเรียนรู้จะพิจารณามาจากทฤษฎีพื้นฐาน 2 กลุ่ม ได้แก่

2.6.1.1 ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligences)

ทฤษฎีพหุปัญญา ของ Dr. Howard Gardner ซึ่งมีพื้นฐานจากการแบ่งตามลักษณะความสามารถทางปัญญา ทั้ง 8 ประการ ได้แก่ (Armstrong, 2013)

1) ปัญญาด้านภาษา (Linguistic Intelligence)
2) ปัญญาด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence)
3) ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Visual-Spatial Intelligence)
4) ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily Kinesthetic Intelligence)
5) ปัญญาด้านดนตรี (Musical Intelligence)
6) ปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence)
7) ปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence)
8) ปัญญาด้านธรรมชาติวิทยา (Naturalist Intelligence)

2.6.1.2 ทฤษฎีพฤติกรรมนักเรียน (Characteristics)

1) ทฤษฎี Myers-Briggs Type Indicator (MBTI)

บุคลิกนิสัยของบุคคลตาม Myers-Briggs (Myers-Briggs Type Indicator: MBTI) Myers & Briggs, (2012) กล่าวว่า คนเราทุกคนเกิดมาจะมีความคุ้นชินกับ 4 สิ่งต่อไปนี้แตกต่างกัน

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

1.1) การหันเข้าหาคน คนจำพวกหนึ่งมัก

1.1.1) หันเข้าหาคนอื่นหรือโลกภายนอก (Extroversion: E)

1.1.2) ส่วนคนอีกพวกหนึ่งหันเข้าหาตัวเอง (Introversion: I)

1.2) การรับข้อมูล คนจำพวกหนึ่งถนัด

1.2.1) การรับรู้ด้วยผัสสะ (Sensing: S)

1.2.2) อีกพวกหนึ่งรับรู้ด้วยญาณทัศนะ (Intuition: N)

1.3) การประเมินสถานการณ์ คนจำพวกหนึ่งตัดสิน

1.3.1) ด้วยความคิด (Thinking: T) ในขณะที่

1.3.2) อีกพวกหนึ่งตัดสินด้วยความรู้สึก (Feeling: F)

1.4) การดำเนินชีวิต พวกหนึ่งชอบ

1.4.1) ความเป็นระบบและชอบรวบรัด (Judging: J)

1.4.2) อีกพวกหนึ่งปล่อยไปตามธรรมชาติและเปิดทางเลือกไว้เสมอ (Perceiving: P)

อักษรภาษาอังกฤษตัวแรกของแนวโน้มทั้งแปดอย่างเมื่อนำมารวมกัน สามารถใช้แทนบุคลิกภาพแบบหนึ่งๆ ของคนได้ และทำให้เกิดบุคลิกภาพที่แตกต่างกันถึง 16 แบบ เช่น ESTJ หมายถึงคนที่มีแนวโน้มเป็น Extrovert, Sensor, Thinker และ Judger (สังเกตว่า Intuition ใช้ตัวย่อ N เพื่อมิให้ซ้ำกับ Introversion) บุคลิกภาพตามหลักของ MBTI จึงแบ่งออกได้เป็นสี่กลุ่มหลัก หรือ 16 ไทป์ย่อยดังนี้

ตารางที่ 2.12 บุคลิกภาพตามหลักของ MBTI 16 ไทป์ย่อย

	นักอนุรักษ์นิยม (SJ)	**นักปฏิบัติ (SP)**	**ผู้รู้ (NT)**	**ผู้ค้นหาตัวเอง (NF)**
Extroverts (E)	ESTJ	ESTP	ENTJ	ENFJ
	ESFJ	ESFP	ENTP	ENFP
Introverts (I)	ISTJ	ISTP	INTJ	INFJ
	ISFJ	ISFP	INTP	INFP

ที่มา: Myers & Briggs, 2012

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2) ทฤษฎีนพลักษณ์ (Enneagram)

นพลักษณ์ เป็นศาสตร์โบราณที่ใช้ศึกษาบุคลิกลักษณะนิสัยของมนุษย์ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 9 ประเภทหลักซึ่งเป็นศาสตร์ที่ให้เข้าใจตนเองและผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง (Riso & Hudson, 1997; แดเนียลส์ และไพรซ์, 2545; พาล์มเมอร์, 2548) ได้แก่

ลักษณ์ 1 The Perfectionist (คนเนี้ยบ)

ลักษณ์ 2 The Giver (ผู้ให้)

ลักษณ์ 3 The Performer (นักแสดง)

ลักษณ์ 4 The Romantic (ผู้สร้างสรรค์)

ลักษณ์ 5 The Observer (นักสังเกตการณ์)

ลักษณ์ 6 The Questioner (นักปุจฉา)

ลักษณ์ 7 The Adventure (นักผจญภัย)

ลักษณ์ 8 The Protector (เจ้านายหรือคนกล้า)

ลักษณ์ 9 The Peacemaker (ผู้ประสานไมตรี)

3) ทฤษฎีการเลือกอาชีพฮอลแลนด์ (John L. Holland's Theory)

คุณลักษณะเฉพาะบุคคลซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มอาชีพตามบุคลิกภาพได้ 6 แบบ ตามทฤษฎีของจอห์น ฮอลแลนด์ ดังนี้ (Career Key, 1987-2023; ฮอลแลนด์, 2557)

กลุ่มที่ 1 บุคลิกภาพแบบจริงจังไม่คิดฝัน นิยมความจริง (Realistic)

กลุ่มที่ 2 บุคลิกภาพแบบใช้เชาว์ปัญญาและความคิดเข้าแก้ปัญหาแสวงหาความรู้ (Investigation)

กลุ่มที่ 3 บุคลิกภาพแบบศิลปะ (Artistic)

กลุ่มที่ 4 บุคลิกภาพแบบชอบสมาคม ช่วยเหลือผู้อื่น (Social)

กลุ่มที่ 5 บุคลิกภาพแบบกล้าคิดกล้าทำ ชอบกิจกรรมวางแผนเกี่ยวกับด้านเศรษฐกิจ (Enterprise)

กลุ่มที่ 6 บุคลิกภาพแบบทำตามระเบียบแบบแผน (Conventional)

2.6.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบวัดพฤติกรรมนักเรียนของผู้เรียน

2.6.2.1 การสร้างแบบวัดพฤติกรรมนักเรียนของผู้เรียน

แบบวัดพฤติกรรมนักเรียนของผู้เรียน (Learner Characteristic Test) เป็นแบบวัดเชิงพฤติกรรมเพื่อใช้สำหรับวัดคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน โดยผู้วิจัยทำการสร้างข้อคำถามขึ้นมาเองให้สอดคล้องตามนิยามเชิงปฏิบัติการของกลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่สร้างขึ้นทั้ง 9 กลุ่ม ซึ่งแบบวัดคุณลักษณะนิสัยที่สร้างนั้นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 6 ระดับ โดยเรียงจากพฤติกรรมเชิงบวกที่สุดไปยังพฤติกรรมเชิงลบที่สุดตาม C.E.Osgood โดยค่าความเชื่อมั่นควรอยู่ระหว่าง 0.70-1.00 (Osgood, Suci & Tannenbaum, 1957) มีลักษณะดังนี้

ตารางที่ 2.13 แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 6 ระดับ

จริงที่สุด	จริง	ค่อนข้างจริง	ค่อนข้างไม่จริง	ไม่จริง	ไม่จริงเลย

ที่มา: Osgood et al., 1957

ซึ่งสอดคล้องกับ ปัญญฎา ประดิษฐบันทุกา (2556) และ ญาณินท์ คุณา (2556) ที่ใช้เครื่องมือวิจัยเป็นแบบวัดพฤติกรรมมีมาตรวัด 6 ระดับซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.78-0.96

2.6.2.2 การตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น

แบบวัดพฤติกรรมนักเรียนของผู้เรียนที่ได้จากข้อ 2.6.2.1 จะถูกนำไปตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นด้านความตรงเชิงเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยวิเคราะห์ค่า Index of Item Objective Congruence: IOC (Turner & Carlson, 2003; ธานินทร์ ศิลป์จารุ, 2550) ใช้เกณฑ์พิจารณาของผู้เชี่ยวชาญที่มีความเห็นสอดคล้องกัน 5 คน ด้วยวิธีคำนวณค่าดัชนีของความสอดคล้อง โดยตั้งเกณฑ์ค่าดัชนี IOC อยู่ระหว่าง 0.60–1.00

2.6.2.3 การวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบของแบบวัดพฤติกรรมนักเรียนของผู้เรียนเพื่อเป็นการตรวจสอบว่าข้อคำถามที่ได้สร้างขึ้นมีคุณภาพหรือไม่ ซึ่งมีการวิเคราะห์อยู่ 2 วิธี คือ

1) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis)

วรรณี แกมเกตุ (2557) กล่าวว่าการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) เป็นการสำรวจและระบุองค์ประกอบร่วมที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสังเกตได้และไม่มีการกำหนดองค์ประกอบไว้ก่อนล่วงหน้า ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ผลที่ได้คือสามารถลดจำนวนตัวแปรสังเกตได้ ข้อตกลงเบื้องต้นในการกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่าง คือ อย่างน้อย 50 กรณีหรือ 5 กรณีต่อ 1 ตัวแปร (Hair, 1998) สำหรับขั้นตอนในการวิเคราะห์ (Kittipong, 2017) มีดังนี้

1.1) การตรวจสอบเมทริกซ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรก่อนวิเคราะห์องค์ ประกอบ โดยค่าสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบ คือ

1.1.1) Bartlett's test of Sphericity (ใช้ทดสอบว่าเมทริกซ์เป็นเอกลักษณ์หรือไม่)

1.1.2) Kaiser–Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy (MSA) ค่าที่ได้ (.80 ขึ้นไปดีมาก; .70-.79 ดี; .60-.69 ปานกลาง; .50-.59 น้อย; ต่ำกว่า .50 ใช้ไม่ได้)

1.2) เลือกวิธีการวิเคราะห์ส่วนประกอบ (Select Factor Extraction)

1.2.1) การวิเคราะห์ส่วนประกอบสำคัญ (Principal Component Analysis: PCA) : ไม่มีสมมติฐานกระจาย

1.2.2) การวิเคราะห์องค์ประกอบร่วม (Common Factor Analysis: CA): ถือว่ากระจายปกติ

1.3) กำหนดจำนวน Factor โดยพิจารณา

1.3.1) ค่า Eigen Values (Variance) เป็นตัวบอกว่า Factor นั้นดึง Information ได้มากน้อยแค่ไหน

1.3.2) Screen Plot of Eigen Values

1.3.3) Goodness of Model Fit

1.4) เลือก Original variables ใส่ในแต่ละ Factor

1.5) Rotate Axis of Factor หมุนแกนของ Factor เพื่อให้เลือก Original Variables ใส่ในแต่ละ Factor ได้

วิธีการหมุนแกนแบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่

1.5.1) Orthogonal Rotation เป็นการหมุนแกนแบบตั้งฉาก กำหนดนิยามว่าองค์ประกอบที่ได้เป็นอิสระต่อกัน จะได้ 1 Rotated Factor Matrix (Structural)

1.5.1.1) Varimax (Kaiser)

1.5.1.2) Quartimax

1.5.1.3) Equimax

1.5.2) Oblique Factor Rotation เป็นการหมุนแกนแบบมุมแหลมด้วยวิธี Direct Oblimin กำหนดนิยามว่าองค์ประกอบที่ได้มีความสัมพันธ์กันจะได้ Factor Matrix ได้แก่ 2 Rotated Pattern Matrix และ Structural Matrix

1.6) การประเมินและการแปลผล Factor

Click Analyze -> Data Reduction -> Factor…

ตารางที่ 2.14 เปรียบเทียบการวิเคราะห์ EFA กับ CFA

การวิเคราะห์ EFA	การวิเคราะห์ CFA
1) ตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์ยังไม่มีทฤษฎีเบื้องหลังชัดเจน	1) ตัวแปรมีกรอบความคิดชัดเจน หรือมีหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนอยู่เบื้องหลัง
2) หาจำนวนองค์ประกอบว่ามีจำนวนเท่าใด	2) จำนวนองค์ประกอบถูกกำหนดไว้แล้ว
3) หาแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างตัวประกอบกับตัวแปรสังเกตได้	3) มีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบกับตัวแปรสังเกตไว้แล้ว
4) ตัวแปรสังเกตมีความสัมพันธ์กับตัวประกอบใดก็ได้	4) ตัวแปรสังเกตมีความสัมพันธ์กับบางตัวประกอบเท่านั้น

ที่มา: ศจีมาศ ณ วิเชียร, 2555

2) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmative Factor Analysis)

สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และ รัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์ (2554) กล่าวว่า Confirmative Factor Analysis (CFA) เป็นการยืนยันความถูกต้องของสมการและประเมินค่า Parameters ซึ่งผู้วิเคราะห์ทราบโครงสร้างของสมการมาก่อน ดังนั้นขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วยโปรแกรม LISREL ดังนี้

2.1) Review ทฤษฎีความสัมพันธ์ของตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้

2.2) กำหนดโมเดลเชิงทฤษฎี (Model Conceptualization)

2.3) วาดภาพโครงสร้างประกอบ (Factor Diagram Construction)

2.4) กำหนดโมเดลเฉพาะ (Model Specification)

2.5) ระบุความเป็นได้ค่าเดียวของโมเดล (Model Identification)

2.6) ประมาณค่าพารามิเตอร์ (Parameter Estimate)

2.7) ตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Assessment of Model Fit)

2.8) ปรับโมเดล (Model Modification)

2.9) ตรวจสอบความตรงของโมเดลกับข้อมูลข้ามกลุ่ม (Model Cross-Validation)

ผลการวิเคราะห์ที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับแรก คือ โมเดลความสอดคล้อง กลมกลืน (Fit) กับข้อมูลเชิงประจักษ์หรือไม่ โดยการวิเคราะห์จากโปรแกรม LISREL จะแสดงค่า Goodness of Fit Statistics ซึ่งเกณฑ์ที่นำมาใช้ดังตารางที่ 2.15 ประกอบด้วย

ตารางที่ 2.15 แสดงเกณฑ์ของค่า Goodness of Fit Statistics

ดัชนีความสอดคล้อง	เกณฑ์
1. Absolute Fit Indices	
Chi-Square (χ^2)	P<0.05
χ^2 / df	$\chi^2 / df \leq 5$
RMSEA	≤ 0.08
GFI	≥ 0.90
2. Comparative Fit Indices	
CFI	≥ 0.90
NFI	≥ 0.90
NNFI	≥ 0.90
3. Parsimonious Fit Indices	
PGFI	≥ 0.50
PNFI	≥ 0.50
AIC	$AIC_{model} < AIC_{saturated}$
CAIC	$CAIC_{model} < CAIC_{saturated}$

ที่มา: สุภมาส อังศุโชติ และ คณะ, 2554

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.7 การประเมินค่าความพึงพอใจ

2.7.1 ความหมายของความพึงพอใจ

นักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจ ไว้หลายความหมาย ดังนี้

Hornby (2000) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกที่ดีเมื่อประสบความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเป็นความรู้สึกที่พอใจ

Vroom (1990) ได้กล่าวว่าความพึงพอใจกับทัศนคติเป็นคำที่มีความหมายคล้ายคลึงกันมากจนสามารถใช้แทนกันได้โดยให้คำอธิบายความหมายของทั้งสองคำนี้ว่า หมายถึง ผลจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้นและทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็นสภาพความไม่พึงพอใจ

Good (1973, p.320) ได้อธิบายความพึงพอใจว่าหมายถึง สภาพ คุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่างๆ และทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น

สมศักดิ์ คงเที่ยง และ อัญชลี โพธิ์ทอง (2542, น. 278-279) อธิบายความพึงพอใจว่า

1) ความพึงพอใจเป็นผลรวมของความรู้สึกของบุคคลเกี่ยวกับระดับความชอบหรือไม่ชอบต่อสภาพต่างๆ

2) ความพึงพอใจเป็นผลของทัศนคติที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบต่างๆ

3) ความพึงพอใจในการทำงานเป็นผลมาจากการปฏิบัติงานที่ดี และสำเร็จจนเกิดเป็นความภูมิใจ และได้ผลตอบแทนในรูปแบบต่างๆ ตามที่หวังไว้

กล่าวโดยสรุปแล้ว ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของแต่ละบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เช่น สภาพแวดล้อม บุคคล การทำงาน เป็นต้น ซึ่งจะส่งผลให้แสดงออกถึงพฤติกรรมของบุคคลนั้นๆ

2.7.2 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

แบบสอบถามความพึงพอใจ โดยทั่วไปมีขั้นตอนการสร้างคล้ายคลึงกันแบ่งออกเป็น 9 ขั้นตอน (Likert, 1961) ดังนี้

2.7.2.1 กำหนดจุดมุ่งหมายของแบบสอบถาม ผู้สร้างแบบสอบถามต้องระบุจุดมุ่งหมายของแบบสอบถามให้ชัดเจน ระบุให้ได้ว่าแบบสอบถามจะถูกนำไปใช้ในเรื่องอะไร

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2.7.2.2 กำหนดประเด็นหลัก หรือพฤติกรรมหลักที่จะวัดให้ครบถ้วนครอบคลุมว่าจะมีประเด็นอะไรบ้าง หรือเรียกว่าเป็นการกำหนดกรอบแนวคิดหรือโครงสร้างของแบบสอบถาม

2.7.2.3 กำหนดชนิด หรือรูปแบบของแบบสอบถาม โดยเลือกให้เหมาะสมกับเรื่องที่จะ วัด และลักษณะของกลุ่มผู้เรียน

2.7.2.4 กำหนดจำนวนข้อคำถาม โดยอาจจะกำหนดในเบื้องต้นว่าต้องการจะให้แบบสอบถามมีความยาวมากน้อยเพียงใด และคลุมประเด็นหลัก ประเด็นย่อยอย่างไรบ้าง

2.7.2.5 สร้างข้อคำถามตามจุดมุ่งหมาย ชนิดหรือรูปแบบ จำนวนข้อในประเด็นต่างๆ ที่กำหนดไว้ตามโครงสร้างของแบบสอบถาม

2.7.2.6 ตรวจทานเพื่อการแก้ไข ปรับปรุง แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ ตอนแรกตรวจทานโดยผู้สร้างแบบสอบถามเอง ตอนที่สองตรวจสอบ พิจารณาให้คำแนะนำและวิจารณ์โดยผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ชำนาญการ

2.7.2.7 นำแบบสอบถามไปทดลอง การนำไปทดลองใช้ (Try Out) ควรนำไปทดลองกับกลุ่มที่มีลักษณะเหมือน หรือใกล้เคียงกับกลุ่มที่จะไปเก็บรวบรวมข้อมูลจริง

2.7.2.8 วิเคราะห์แบบสอบถาม โดยการนำผลจากการไปทดลองมาวิเคราะห์เพื่อหาคุณภาพ และปรับปรุงแบบสอบถามในส่วนที่ยังมีข้อบกพร่องต่างๆ

2.7.2.9 จัดพิมพ์แบบสอบถาม เพื่อเตรียมนำไปใช้จริงต่อไป

2.7.3 ลักษณะของแบบสอบถามความพึงพอใจด้วยมาตราวัดแบบประมาณค่า

การใช้มาตราวัดแบบประมาณค่า (Rating Scale) ช่วยให้การวัดด้านจิตพิสัยมีความละเอียดมากขึ้น เพราะให้ผู้ตอบได้ระบุความเข้ม (Degree) ของความรู้สึก เช่น ความดี ความซื่อสัตย์ ค่านิยม เจตคติ ความเชื่อ ความสะอาด ความเหมาะสมและการปฏิบัติต่างๆ เป็นต้น (Osgood et al., 1957) แบบสอบถามชนิดมาตราวัดประมาณค่ามีหลายรูปแบบจำแนกตามลักษณะของการสร้างและการใช้ ประโยชน์ของการวัดความพึงพอใจ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบวัดความพึงพอใจแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของ เร็นสิส เอ.ลิเคิร์ท (Likert, 1961) ดังนี้

5 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก

3 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง

2 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย

1 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

จากนั้นกำหนดเกณฑ์ในการแปลงค่าของคะแนนดังนี้

ค่าเฉลี่ยระหว่าง 4.50-5.00 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 3.50-4.49 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับมาก
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 2.50-3.49 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.50-2.49 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.01-1.49 หมายถึง ความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Review Literature)

2.8.1 ด้านระบบแนะนำ (Guidance System)

ระบบแนะนำเป็นระบบที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานอย่างมากมายในปัจจุบันซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการให้ผู้ใช้งานสามารถตัดสินใจบนพื้นฐานของข้อมูลได้อย่างถูกต้อง โดยเริ่มต้นจากระบบแนะนำในงานทางด้านธุรกิจหรือการพาณิชย์ซึ่งมุ่งไปยังการแนะนำสินค้าหรือผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้และเป็นการเพิ่มยอดขายให้กับผู้จำหน่าย (Melville & Sindhwani, 2010) ต่อมาระบบแนะนำก็ถูกขยายวงกว้างเพิ่มขึ้นและมีความสำคัญกับงานต่างๆ ในอีกหลายวงการซึ่งขอยกตัวอย่าง 3 ด้านดังนี้ 1) ด้านการท่องเที่ยว จุดประสงค์ก็คือจะแนะนำข้อมูลการท่องเที่ยวอย่างไรให้สอดคล้องกับความสนใจส่วนบุคคลของผู้ใช้หรือนักท่องเที่ยวให้ได้มากที่สุด เช่น ระบบ E-Tourism (Srimontree, 2011) ที่มีเทคนิคการสืบค้นข้อมูลการท่องเที่ยวโดยใช้ออนโทโลยีเป็นฐานซึ่งได้ข้อมูลตามที่ผู้ใช้ต้องการ อันประกอบด้วยข้อมูลสถานที่ท่องเที่ยว ที่พัก การเดินทางและการประมาณการค่าใช้จ่าย 2) ด้านการแพทย์และการสาธารณสุข มีเป้าหมายหลัก คือจะแนะนำข้อมูลอย่างไรให้สอดคล้องกับสุขภาพของบุคคลนั้นมากที่สุด เช่น ระบบให้คำแนะนำการบริโภคอาหารตามโภชนาการเฉพาะบุคคล (Suksom et al., 2010) เป็นระบบที่จะแนะนำให้ผู้บริโภคสามารถรับประทานอาหารที่ถูกต้องตามหลักทางโภชนาการได้อย่างต่อเนื่อง และ 3) ด้านการศึกษา มีวัตถุประสงค์ที่สำคัญยิ่ง คือ เพื่อต้องการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในทุกระดับให้มีขีดความสามารถที่สูงยิ่งขึ้น ฉะนั้นจะแนะนำข้อมูลด้วยวิธีการอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะของตนเองมากที่สุด ระบบแนะนำจึงกลายเป็นเครื่องมือที่ดีที่ช่วยแนะนำข้อมูลซึ่งตรงตามความสนใจของผู้เรียนแต่ละบุคคล เช่น ระบบแนะนำการลงทะเบียนออนไลน์สำหรับผู้เรียนที่เข้ามาเริ่มต้นใหม่ (O'Mahony & Smyth, 2007) หรือจะเป็นระบบทำนายเกรดและแนะนำหลักสูตรที่

เหมาะสมให้กับผู้เรียนแต่ละคน (Elbadrawy & Karypis, 2016) เป็นต้น จากการศึกษาพบว่าระบบแนะนำที่ถูกสร้างขึ้นสำหรับใช้แนะนำข้อมูลในงานแต่ละด้านนั้นมีเทคนิคและวิธีการสร้างระบบแตกต่างกันหลายรูปแบบโดยสามารถจัดกลุ่มเทคนิควิธีได้ 4 รูปแบบ ประกอบด้วย

1) การใช้เทคนิคพื้นฐานของระบบแนะนำ (Basic-Technique Recommender System) คือเทคนิคพื้นฐานที่ใช้สำหรับการสร้างระบบแนะนำ ประกอบด้วย 3 เทคนิคย่อย ได้แก่ เทคนิคแรกคือ Collaborative Filtering (CF) เป็นเทคนิคการกรองข้อมูลโดยไม่สนใจเนื้อหา แต่อาศัยคุณลักษณะของ User หลายคนในการช่วยกันกรอง วิธีการคือ การกรองข้อมูลจากคนที่มีพฤติกรรมคล้ายๆ กัน ซึ่งคนจะมีลักษณะการชอบเหมือนๆ เดิม โดยทำการดูจากประวัติความชอบที่คล้ายกันและไม่ต้องสนใจเนื้อหาของ Content แต่อย่างใด เป็นการใช้ User จำนวนมากในการ Ranking และจะทำให้สามารถกรองข้อมูลได้ ซึ่ง 2 สิ่งที่ได้รับจาก CF-based คือการได้กลุ่มของ User ที่มีความชอบคล้ายคลึงกันและการจัดกลุ่มของ User ที่มีความชอบรายการสินค้าที่เหมือนกัน (Melville & Sindhwani, 2010, pp.1-14; Lakiotaki, Matsatsinis, & Tsoukias, 2010, pp.64-67) เทคนิคที่สอง คือ Content-based Filtering (CB) เป็นเทคนิคการกรองข้อมูลโดยพิจารณาเนื้อหาของ Content ซึ่งหลักของ CB ขึ้นอยู่กับความชอบของบุคคลและความคล้ายคลึงกันของรายการสินค้า เป็นการคำนวณหาค่าความคล้ายคลึงระหว่างรายการสินค้ากับโพรไฟล์ของผู้ใช้ ส่วนมากอัลกอริทึมที่นิยมนำมาใช้ในการจัดกลุ่มรายการนั้นมี 4 วิธี คือ 1) Naïve Bayes อาศัยหลักการของความ น่าจะเป็น Byes' Theorem 2) k-Nearest Neighbor ใช้การวัดระยะห่างระหว่าง รายการด้วยวิธี Euclidian Distance 3) Rocchio สร้างตัวแยกรายการโดยคิดน้ำหนัก ของเทอม $<w_1,\ldots,w_n>$ กับกลุ่ม c_i และ 4) Support Vector Machine หรือ SVM สร้างเส้นตรงเพื่อแบ่งเขตข้อมูล 2 กลุ่มออกจากกัน และเทคนิคที่สามคือ Hybrid approaches เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลโดยผสมผสานวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่น Collaborative Filtering (CF) และ Content-based Filtering (CB) ดังตัวอย่างจาก Melville & Sindhwani, (2010), Lerdsakooljinda & Utakrit, (2011), and De Pessemier et al., (2012)

2) การใช้เทคนิคระบบแนะนำแบบหลายเกณฑ์ (Multi-Criteria Recommender System) คือ วิธีการวิเคราะห์แบบหลายหลักเกณฑ์ ได้แก่ Multi-criteria Decision Analysis: MCDA เป็นวิธีการวิเคราะห์การตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์ใช้สำหรับคัดทางเลือกที่เหมาะสมจากทางเลือกที่มีอยู่แล้วจำนวนหนึ่ง โดยการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแต่ละทางเลือกว่าตรงตามหลักเกณฑ์ (Criteria) มากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงทำการเรียงลำดับทางเลือก เพื่อให้ผู้ตัดสินใจใช้ทางเลือกที่เหมาะสมต่อไป และ Analytic Hierarchy Process: AHP คือ การวิเคราะห์แบบลำดับขั้น

โดยมีหลักการคือ แบ่งโครงสร้างของปัญหาออกเป็นชั้นๆ ชั้นแรก คือ การกำหนดเป้าหมาย (Goal) แล้วจึงกำหนดเกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) และทางเลือก (Alternatives) ตามลำดับ แล้วจึงวิเคราะห์หาทางเลือกที่ดีที่สุด โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ (Trade off) เกณฑ์ในการคัดเลือกทางเลือกที่ละคู่ (Pair Wse) เพื่อให้ง่ายต่อการตัดสินใจ ว่าเกณฑ์ไหนสำคัญกว่ากัน (Adomavicius et al., 2010; Lakiotaki et al., 2010; Akhtarzada et al., 2011)

3) การใช้เทคนิคระบบแนะนำโดยใช้ตัวแบบ (Model-Based Recommender System) คือ เทคนิค Model-Based ใน DSS ได้แก่ ตัวแบบทางสถิติที่เกิดขึ้นบ่อยๆ หรือเกิดขึ้นเป็นเฉพาะกรณี เช่น ตัวแบบในการพยากรณ์ ตัวแบบเชิงปริมาณอื่นๆ เป็นต้น ที่มีความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (DSS) แบ่งลักษณะตัวแบบออกเป็น 1) ตัวแบบเชิงกลยุทธ์ (Strategic Models) 2) ตัวแบบเชิงยุทธวิธี (Tactical Models) 3) ตัวแบบเชิงปฏิบัติการ (Operational Models) และ 4) ตัวแบบสำเร็จรูป (Model-Building Blocks) โดยมีขั้นตอนในการทำตัวแบบ ดังนี้ 1) ระบุปัญหา และ วิเคราะห์สภาพแวดล้อม 2) ระบุตัวแปร และ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และ 3) การพยากรณ์ผลของการตัดสินใจที่จะได้จากตัวแบบ (Butthijak & Nuchitprasitcha, 2009)

4) การใช้ระบบแนะนำด้วยออนโทโลยี (Recommender System by Ontology) คือ การ Design Ontology เป็นการสร้างโมเดลของเรื่องราวใดๆ ก็ได้ที่เราสนใจผ่านเว็บ ภาษาที่ใช้คือ OWL (Sharma & Ahuja, 2016; Hurrell & Smeaton, 2013; Suksom et al., 2010)

2.8.2 ด้านออนโทโลยีและเว็บเชิงความหมาย (Ontology and Semantic Web)

จากการทบทวนงานวิจัยด้านออนโทโลยีและเว็บเชิงความหมายพบว่า ออนโทโลยีถูกนิยามเป็น “ข้อมูลจำเพาะที่ชัดเจนของแนวความคิด (An Ontology is an Explicit Specification of a Conceptualization)” (Obitko, 2007b; Horrocks, 2009; Napoli, 2005) โดยให้ความหมายคำว่า “แนวความคิด (Conceptualization)” คือ โมเดลนามธรรมของบางแง่มุมบนโลกนี้ โดยทำการนิยามคำจำกัดความคุณสมบัติหรือคุณลักษณะของแนวคิดที่สำคัญและความสัมพันธ์ของแนวคิด ส่วนคำว่า “ข้อมูลจำเพาะที่ชัดเจน (Explicit Specification)” นั้นหมายถึง โมเดลควรมีการระบุภาษาที่ใช้ให้ชัดเจนซึ่งจะทำให้โมเดลสามารถประมวลผลด้วยเครื่องจักรเช่นเดียวกับมนุษย์

ออนโทโลยีจึงกลายเป็นความสำคัญที่มีมากขึ้นในสาขาต่างๆ อย่างเช่น การจัดการความรู้, การบูรณาการข้อมูล, ระบบการใช้ข้อมูลร่วมกัน, การดึงข้อมูล และ การพาณิชย์อิเล็กทรอ- นิกส์ สำหรับโปรแกรมประยุกต์ที่นำมาใช้ คือ เว็บสื่อความหมาย (Semantic Web) ซึ่งออนโทโลยีได้ทำการตั้งค่าบทบาทที่สำคัญในขณะสร้างศัพท์บัญญัติระหว่างตัวแทน (Agent) ด้วยกันจึงมั่นใจได้เลยว่าตัวแทนที่แตกต่างกันก็มีความเข้าใจในการใช้ความหมายของคำร่วมกัน ดังนั้นแล้วการใช้งานออนโทโลยีอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ไม่เพียงต้องการการออกแบบที่ดีและการกำหนดภาษาออนโทโลยีที่ดีเท่านั้น แต่ยังต้องสนับสนุนเครื่องมือเหตุผล (Reasoning Tools) ด้วย ดังนั้นวิธีการสร้าง ซึ่งสอดคล้องกับ Miller (2013) ได้แก่ Semantic Modeling เป็นการสร้างโมเดลเปรียบเทียบกราฟจากข้อมูล Resource Description Framework: RDF กับโมเดลอื่นๆ (เช่น โมเดลเชิงวัตถุ, โมเดลเชิงสัมพันธ์ เป็นต้น) และเมื่อเราให้ความหมายหรือบริบท (Semantic) ลงไปใน RDF ก็จะเรียกโมเดลว่า “Knowledge Model” สิ่งสำคัญที่ต้องมีคือ ฐานคำศัพท์ (Vocabulary) เป็นคำที่มีความหมายดีที่กำหนดให้ครอบคลุมบริบท และฐานออนโทโลยี (Ontology-Base) จะช่วยกำหนดความสัมพันธ์ของฐานคำศัพท์ที่ตั้งไว้ ดังแสดงตัวอย่างในตารางที่ 2.16 ดังนี้

ตารางที่ 2.16 แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ของฐานคำศัพท์

Vocabulary	Ontology-based	objective
Kirjasampo	The “Semantically Enriched” Ideal Model	เป็นระบบแนะนำหนังสืออ่านเล่นที่รวมถึงวรรณกรรมร้อยแก้วและการอ้างอิง Intertextual ในการงานอื่นๆ, นักเขียน, งานเลี้ยงรับรองของผู้อ่านและนักวิจารณ์ (Hypén & Mäkelä, 2011)
Bibliographic Dataset	“SemCiR”	เพื่อพัฒนาระบบแนะนำการอ้างอิงนวนิยายโดยคำนวณระยะทางความคล้ายของชุดข้อมูลบรรณานุกรมที่มีความสัมพันธ์จากทั้งสองสิ่งพิมพ์ (Zarrinkalam & Kahani, 2013)
The Expertise Domain	A Collaborative Ontology	เป้าหมายคือการพัฒนา Collaborative ออนโทโลยีกิจกรรม Didactical ของหลักสูตรมหาวิทยาลัย (การเรียน การสอนและการสอบ) โดย Mapping กับออนโทยีของครูผู้สอนที่แตกต่างกันในลักษณะของการทำงานร่วมกัน (Oprea, 2015)
The OHSUMED Document	Ontology-Based Support in Knowledge-Intensive Processes	เพื่อพัฒนาระบบแนะนำที่สนับสนุนกระบวนการทำงานของคนงานที่อยู่ในพื้นที่และนำไปใช้งานได้จริง (Terziev et al., 2015, pp.1-8)

ตารางที่ 2.15 แสดงตัวอย่างความสัมพันธ์ของฐานคำศัพท์ (ต่อ)

Vocabulary	Ontology-based	objective
Appropriate Content	Ontology-Based Integrated	เพื่อสร้างระบบแนะนำสำหรับการเรียนแบบ E-Learning โดยใช้ออนโทโลยีแบบรวมระหว่าง Learner Ontology และ Learning Domain Ontology โดยมี 3 ขั้นตอน คือ เริ่มจาก 1) แนะนำหลักสูตรทั้งหมดให้ตรงตามลักษณะของผู้เรียน 2) ทำการแนะนำรายวิชาที่เป็น Prerequisite–Recursion ของหลักสูตร และ 3) ระบบตรวจสอบแล้วก็แนะนำรายวิชาที่เหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด (Sharma & Ahuja, 2016)
Examination of Contextual Priorities from the Social Web	Context Ontologies	เพื่อสร้างระบบแนะนำที่ให้การตรวจสอบลำดับความสำคัญของบริบทจากเว็บสังคมซึ่งพิสูจน์ว่ามีประโยชน์เพื่อสำหรับการลงวิจัยในพื้นที่ (Hurrell & Smeaton, 2013)
User and Friend's Preferences	Personalized Ontology	เป็นระบบแนะนำภาพยนตร์ตามความสนใจของบุคคล โดยทำการคำนวณความคล้ายระหว่างออนโทโลยีที่ออกแบบ social network หรือ video เข้าด้วยกัน กับข้อมูลของผู้ใช้และผองเพื่อน (Chen, Shih, Lin & Hendry, 2015)
DIY	DIY-CDR: an Ontology-Based	เป็นระบบสนับสนุนสำหรับผู้ใช้ DIY ที่ชอบใช้อุปกรณ์ IoT โดยระบบจะแนะนำส่วนประกอบของ DIY ตามที่ผู้ใช้นั้นสนใจ (Tang & Meersman, 2012)
Customers' Ideas Effectively	Ontology-Based Co-Creation Enhancing System (OnCES)	นำเสนอระบบการร่วมสร้างไอเดียด้วยออนโทโลยี (Onces) และพัฒนาโดยใช้เทคนิคการทำเหมืองเว็บเชิงความหมาย ซึ่งสามารถจัดการกับความคิดของลูกค้าเป็นจำนวนมากได้อย่างมีประสิทธิภาพ สกัดแนวความคิด และใช้ประโยชน์จากแนวความคิดเพื่อรับมือกับปัญหา (Yoo, Choi, Lee & Suh, 2015)

ที่มา : รวบรวมโดย พริ้มไพร วงค์ชมภู, 2566

2.8.3 ด้านระบบแนะนำทางการศึกษา (Education Recommendation System)

เป็นระบบที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจในด้านการศึกษา เป็นเครื่องมือช่วยในกระบวนการเรียนการสอนของบทเรียนอิเลคทรอนิกส์ทั้งแบบออนไลน์และออฟไลน์ และยังเป็นเครื่องมือช่วยเหลือการดำเนินงานภายในส่วนต่างๆ ของระบบ

การศึกษา ตั้งแต่เริ่มกระบวนการเข้าเรียนจนถึงสิ้นสุดกระบวนการเรียน ผลจากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่ามี 2 ส่วนดังนี้ ส่วนแรก ระบบแนะนำทางการศึกษาด้วยเทคนิคทั่วไป ลักษณะนี้ผู้วิจัยได้ทำการสร้างระบบแนะนำขึ้นมาด้วยเทคนิควิธีที่แตกต่างกันเพื่อใช้สำหรับเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนให้สูงขึ้น เช่น ระบบงานแนะนำการพยากรณ์ประสิทธิภาพของผู้เรียน (Thai-Nghe, Horváth & Schmidt-Thieme, 2011) และระบบแนะนำเกรดพร้อมกับคอร์สที่ควรลงทะเบียน (Elbadrawy & Karypis, 2016) ซึ่งใช้เทคนิค Collaborative Filtering and Matrix Factorization, ระบบแนะนำการคาดการณ์ผลการศึกษาในรายวิชาที่นักศึกษาต้องการลงทะเบียนเรียน ใช้เทคนิคการคำนวณอัจฉริยะหรือ Neuro Fuzzy Logic โดยใช้ข้อมูลจากผลการเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องซึ่งนักศึกษาได้เคยเรียนผ่านมา และจะช่วยให้นักศึกษาสามารถวางแผนการเรียนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนให้สูงขึ้น, ระบบแนะนำที่ใช้เทคนิคการเชื่อมต่อประสานแบบหลายสื่อ (Hyper Many Media) (Zhuhadar and Nasraoui, 2010) ซึ่งระบบนี้จะช่วยให้ผู้เรียนอีเลิร์นนิงแบบออนไลน์ ได้ทำการฝึกฝนและเรียนรู้จริงจากประสบการณ์ของตนเอง, ระบบแนะนำการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษา กรณีศึกษาเมืองบังกาลอร์ เมืองมายซอร์ รัฐกรณาฏกะและรัฐเดลีของประเทศอินเดีย (Lerdsakooljinda & Utakrit, 2011) ซึ่งใช้ข้อมูลความพึงพอใจในการศึกษาต่อประเทศอินเดียของผู้เรียน ใช้เทคนิคการกรองเนื้อหา (Content Base Filtering Technique) และการหาค่าที่ใกล้เคียงที่สุด (Nearest Neighbor Algorithm) กับตารางข้อมูลที่เก็บไว้ในระบบ, ระบบแนะนำทางการศึกษาเชิงความหมาย (Semantics Education Guidance System) (Santos & Boticario, 2011) เป็นระบบที่ใช้กรณีศึกษาจากอีเลิร์นนิ่งโดยพยายามพัฒนาระบบ ให้มีกระบวนการการจัดการการเรียนรู้ การแนะนำการศึกษา และการมุ่งเน้นการบริการทางการศึกษาที่หลากหลายมากยิ่งขึ้นสำหรับผู้เรียนและ ส่วนที่สองระบบแนะนำทางการศึกษาด้วยออนโทโลยี ลักษณะนี้ผู้วิจัยได้ทำการสร้างออนโทโลยีสำหรับแนะนำทางการศึกษาไว้หลากหลายรูปแบบ เช่น (Oprea, 2015) กล่าวถึงการพัฒนาออนโทโลยีบูรณาการกระบวนการระบบทางการศึกษา ได้แก่ กระบวนการสอน กระบวนการเรียน และกระบวนการสอบ, (Sharma & Ahuja, 2016) กล่าวถึงระบบแนะนำการใช้งาน E-Learning ประกอบด้วยสองออนโทโลยี คือ Learner Ontology และ Learning domain Ontology โดยที่ระบบจะแนะนำคอร์สที่เหมาะสมกับผู้เรียน (Gueffaz, Deslis & Moissinac, 2014) นำเสนอออนโทโลยีเพิ่มปริมาณหลักสูตรฝรั่งเศสเพื่อขยายข้อมูลทางการศึกษา

จากการทบทวนวรรณกรรมทั้งสองลักษณะที่กล่าวข้างต้นเป็นวิธีการที่ใช้สำหรับการสร้างระบบแนะนำทางการศึกษาที่มุ่งเน้นให้กับการเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนการสอนและการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่ในงานวิจัยชิ้นนี้พยายามที่จะสร้างระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้าน

คอมพิวเตอร์ให้กับผู้เรียนด้วยออนโทโลยี โดยหลักสูตรที่นำมาใช้เป็นกรณีศึกษา คือ หลักสูตรคอมพิวเตอร์ ของภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จำนวน 3 หลักสูตร ซึ่งผลการแนะนำของระบบที่จะให้กับผู้เรียน คือ ผู้เรียนได้รู้จักคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของตนเอง ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่ตรงกับตนเองมากที่สุดและแนะนำทักษะพื้นฐานที่นักเรียนควรมีในการเข้าเรียนหลักสูตรนั้น ซึ่งจะประกอบด้วยสามออนโทโลยี คือ ออนโทโลยีผู้เรียน (Learner Ontology) ออนโทโลยีหลักสูตรคอมพิวเตอร์ (Course Ontology) และ ออนโทโลยีแนะนำ (Guidance Ontology)

2.8.4 ด้านการวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียน (Learner Characteristic Analysis)

จากการทบทวนงานวิจัยด้านคุณลักษณะของผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ช่วยสร้างกลุ่มผู้เรียนก่อนที่จะนำไปสร้างออนโทโลยีผู้เรียนนั้น สามารถแบ่งกลุ่มการวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ *กลุ่มแรก* การวิเคราะห์ลักษณะผู้เรียนเพื่อพัฒนาสื่อของแต่ละรูปแบบการเรียนรู้ได้แก่ การออกแบบสื่อที่หลากหลายสำหรับนักเรียนที่เรียนแบบการศึกษาทางไกล, แบบ Web Base, แบบ Adaptive learning, แบบผสมผสาน และ แบบอีเลิร์นิง (Aziz, Rozaid, Ibrahim & Hasrol, 2014; Mustafa, 2005; Flores, Ari, Inan & Arslan-Ari, 2012; Rezaei-Zadeh et al., 2012-2013; Sawang, Newton & Jamieson, 2013; Kim, Pederson & Baldwin, 2012) *กลุ่มที่สอง* การวิเคราะห์ลักษณะผู้เรียนเพื่อหาปัจจัยความสำเร็จในการศึกษา กลุ่มนี้เน้นหาปัจจัยที่จะส่งผลให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนสูงสุดเช่น ปัจจัยการรับรู้ ปัจจัยการเรียนรู้ ปัจจัยด้านความสำเร็จ (Scheitera, Gerjetsb, Vollmannb & Catrambone, 2009; Masa'deh, Tarhini, Mohammed & Maqableh, 2016) และ*กลุ่มสุดท้าย* การวิเคราะห์ลักษณะผู้เรียนเพื่อหาปัจจัยที่ลดอัตราการออกกลางคัน กลุ่มนี้เน้นการหาปัจจัยที่จะลดอัตราการพ้นสภาพของนักเรียน เช่นปัจจัยใดที่มีอิทธิพลกับการตัดสินใจออกกลางคันทั้งแบบเรียนปกติและแบบเรียนออนไลน์ (Park & Choi, 2009, pp.207-217; Tan & Shao, 2014; Onah, Sinclair & Boyatt, 2015; Santana et al., 2515; Yukselturk, Ozeke & Türel, 2014)

2.8.5 ด้านการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis)

จากการทบทวนงานวิจัยด้านการวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อนำไปใช้ช่วยสร้างกลุ่มผู้เรียนก่อนที่จะนำไปสร้างออนโทโลยีผู้เรียนนั้น กล่าวได้ว่าการวิเคราะห์ปัจจัยที่นิยมใช้กันมากได้แก่ การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) ซึ่งเป็นวิธีการพื้นฐานที่ทำให้นักวิจัยได้ปัจจัยต่างๆ ที่ต้องการ

รวมถึงมีการตั้งชื่อชุดของปัจจัยเหล่านั้นด้วย และการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน (CFA) เป็นวิธีการสร้างโมเดลเพื่อยืนยันปัจจัยที่ได้มาจาก EFA ทั้งนี้ CFA จะถูกวิเคราะห์ก็ต่อเมื่อนักวิจัยต้องการยืนยันชุดของปัจจัยที่ตนได้สร้างขึ้นนั่นเอง ทั้งนี้สามารถแสดงตัวอย่างของงานวิจัยได้ทั้งสิ้น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่มแรก คือ กลุ่มที่ใช้การวิเคราะห์แบบ EFA อย่างเดียว (Beavers et al., 2013; Gaskin & Happell, 2013) กลุ่มสอง คือ กลุ่มที่ใช้การวิเคราะห์แบบ CFA อย่างเดียว (Kalliath, O' Driscoll & Brough, 2004; Muenjohn, 2008) และ กลุ่มสาม คือ กลุ่มที่ใช้การวิเคราะห์ทั้งแบบ EFA และ CFA ด้วยกัน (Justicia et al., 2008; Percy, McCrystal & Higgins, 2008; Yusof, Ang & Oei, 2016; Demo, Neiva, Nunes & Rozzett, 2012; Liu, Ritzhaupt & Cavanaugh, 2013; Tang, 2010; Lin, Meng, Yu, Chen & Li, 2014; Burt & Donnellan, 2008)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 3

ระเบียบวิธีการวิจัย

The CCL-Guidance System ได้นำหลักการของออนโทโลยี (Ontology) และอรรถประโยชน์ของเว็บสื่อความหมาย (Semantic Web) มาใช้ในการพัฒนาระบบ โดยออนโทโลยีที่สร้างขึ้นนั้นจะครอบคลุมเนื้อหาการแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนที่ต้องการศึกษาต่อในหลักสูตรคอมพิวเตอร์ได้เรียนในหลักสูตรที่เหมาะสมและตรงกับคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนมากที่สุด ซึ่งมีระเบียบวิธีการวิจัย ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

สถานที่ในการเก็บข้อมูล คือ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ประชากร คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เข้าศึกษาในภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ของปีการศึกษา 1/2559

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งเป็นนักศึกษาเฉพาะใน 3 หลักสูตรคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ปีการศึกษา 1/2559 เป็นวิธีการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 หลักสูตรร่วมกันมีจำนวนทั้งสิ้น 71 คน ประกอบด้วย (CS=25 คน, IT=36 คน และ WEB=10 คน) โดยความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยยอมรับได้ 5%

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร (Computer Course Module)

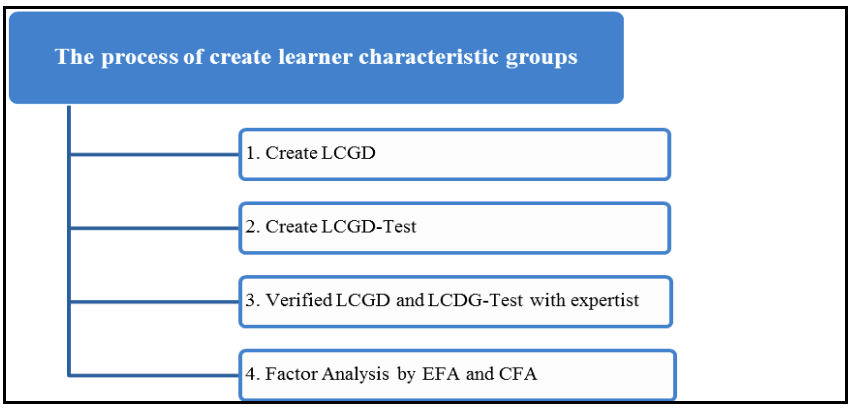
คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตรที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยหลักสูตรคอมพิวเตอร์ 3 หลักสูตรของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ได้แก่ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ (Computer Science Course: CS) หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Course: IT) และหลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ (Web

Programming and Security Course: WEB) ถูกสังเคราะห์ธรรมชาติของหลักสูตรแต่ละหลักสูตร โดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของหลักสูตร และ วัตถุประสงค์ของรายวิชา พบว่าสิ่งที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของแต่ละหลักสูตรสามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge: K) ด้านทักษะ (Skill: S) และด้านคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคล (Characteristics: C)

3.2.2 คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน (Learner Profile Module)

การสังเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนแต่ละคนนั้น ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ผู้เรียน ต้องเริ่มจากการสร้างกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนและสร้างแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลก่อน ซึ่งเมื่อผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แล้วพบว่า มีกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียนจำนวนเพียง 7 กลุ่ม (LCG1-LCG7) พร้อมทั้งได้แบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลสำหรับใช้ค้นหากลุ่ม LCG ดังกล่าวข้างต้น จำนวน 21 ข้อ (LCG-TEST-21) จากนั้นจึงให้ผู้เรียนทำการกรอกประวัติส่วนตัวและทำแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคล สุดท้ายระบบก็จะทำการสรุปว่าผู้เรียนแต่ละคนมีคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของตนอยู่ในกลุ่มใด

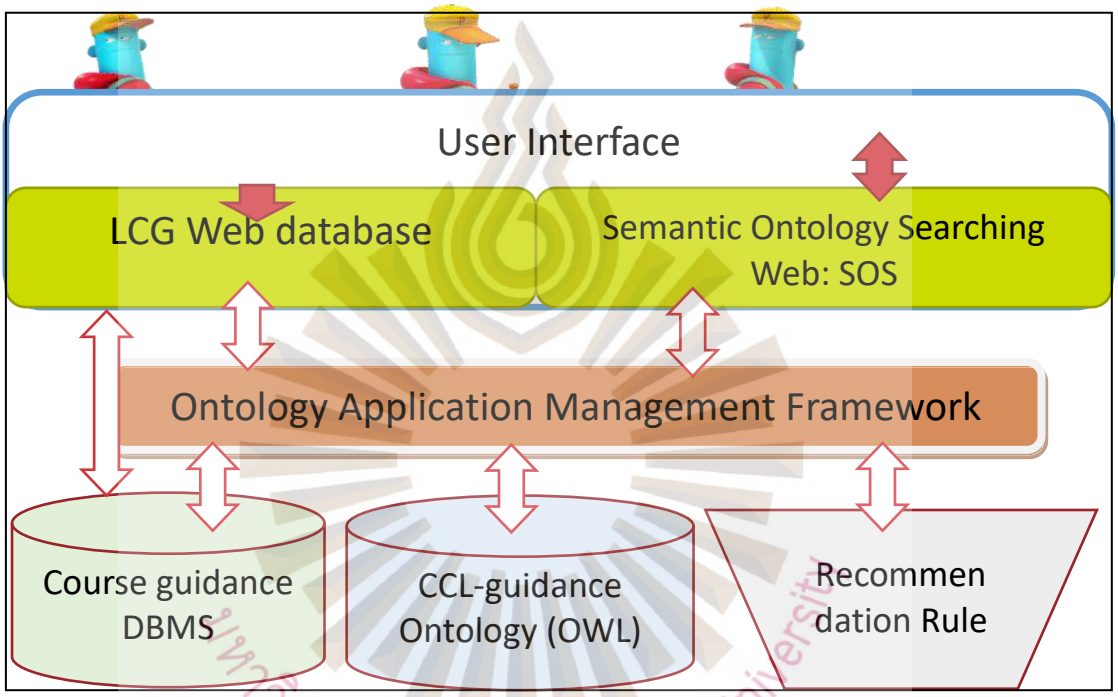
โดยกระบวนการในการสร้างกลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน และแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคล จะมีขั้นตอนย่อยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการกลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน (Learner Characteristics Group: LCGD) ขั้นตอนที่ 2 สร้างแบบวัดให้สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการของ LCGD (LCGD-Test) โดยรวบรวมและคัดเลือกจากแบบสอบถามตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาไว้ ได้แก่ แบบทดสอบ Enneagram, แบบทดสอบ MBTI, แบบทดสอบ Career choice และ แบบทดสอบพหุปัญญา (MI) และ ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสอบ LCGD และ LCDG-Test ขั้นต้นด้วยผู้เชี่ยวชาญ และ ขั้นตอนที่ 4 การหาค่าทางสถิติด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis) มีรายละเอียด ดังรูปที่ 3.1 ดังนี้



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการสร้างกลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน

3.2.3 ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย (The CCL- Guidance System)

การพัฒนาระบบ The CCL-Guidance System ใช้แนวคิดของ Application Framework สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ของออนโทโลยี (Ontology-based Application) (ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, 2012) แบ่งออกได้ 4 ขั้นตอน ดังรูปที่ 3.2



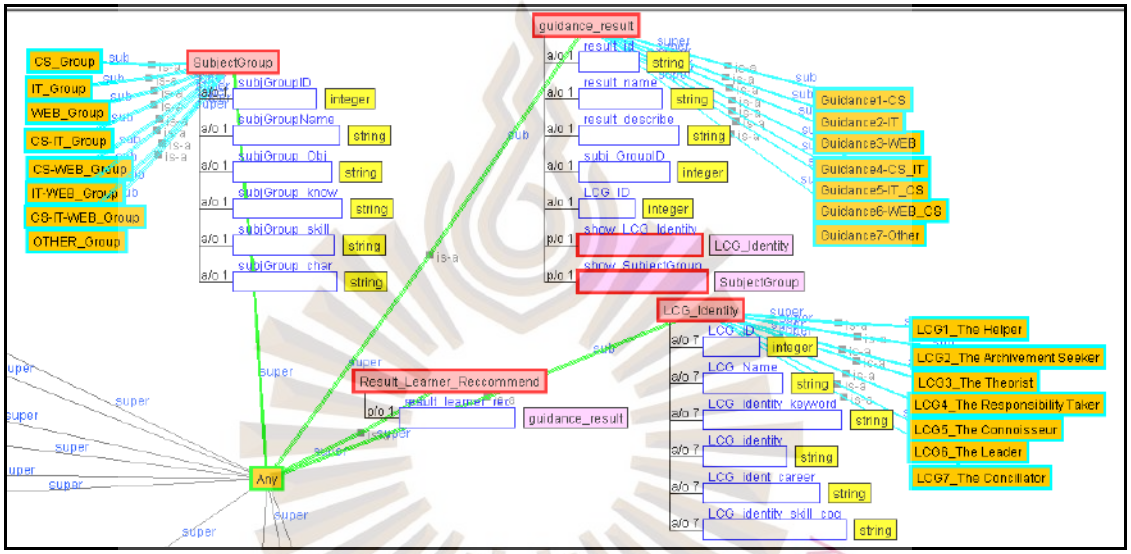
รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการพัฒนาระบบ The CCL-Guidance System

การพัฒนาระบบ The CCL-Guidance System ดังแสดงขั้นตอนการพัฒนาในรูปที่ 3.2 ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

1) Input Sources เป็นการสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบโดยตั้งชื่อว่า “Courseguidance Database”

2) DB-Ontology Mapping เป็นส่วนที่ทำการ Mapping ฟิลด์ระหว่าง “Courseguidance Database” ที่สร้างไว้กับออนโทโลยี CCL_Ontology (ทั้งนี้ส่วนประกอบของ Result_Learner_ Recommend Ontology จะถูกอธิบายไว้ตอนท้ายนี้) รวมถึงการสร้างกฎต่างๆ ที่ใช้สำหรับการแนะนำสำหรับ Concept ที่อยู่ในส่วนของ Result_Learner_Recommend Ontology

ประกอบด้วย result_learner_recommend, LCG_Identity, Guidance_result และ SubjectGroup, โดย Concept หลัก “result_learner_recommend” มีการกำหนดคุณสมบัติความสัมพันธ์ของ IS-A และ Part-of ดังนี้ : IS-A | LCG1 to LCG7 is-a “LCG_Identity”, cs_group to other-group is-a “SubjectGroup” และ guidance1 to guidance7 is-a “guidance_ result”, Part-of | “guidance_result” part-of “result_learner_recommend”, และ “LCG_Identity”, “Subject_group” part-of “guidance_ result” ดังเสนอคุณสมบัติความสัมพันธ์ของ Result_Learner_Recommend Ontology ในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 คุณสมบัติความสัมพันธ์ของ Result_Learner_Recommend Ontology

3) Knowledge Application Frameworks เป็นการเลือกพัฒนา User Interfaces โดยใช้ Application Frameworks สำหรับ The CCL-Guidance System เลือกใช้ Frameworks แบบ Recommendation และ Semantic Search

4) User Interfaces & Application เป็นการแสดงหน้าจอของระบบทั้งนี้ The CCL-Guidance System เลือกนำเสนอเป็นแบบ Webpage

3.2.4 แบบประเมินความพึงพอใจของการเข้าใช้ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย

แบบสอบถามความพึงพอใจการใช้ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย แบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ (ตัวอย่างอยู่ในภาคผนวก ข)

ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 แบบวัดความพึงพอใจการใช้ระบบ จำนวนรายการประเมิน 14 ข้อ ซึ่งครอบคลุมการทำงานของ The CCL-Guidance System

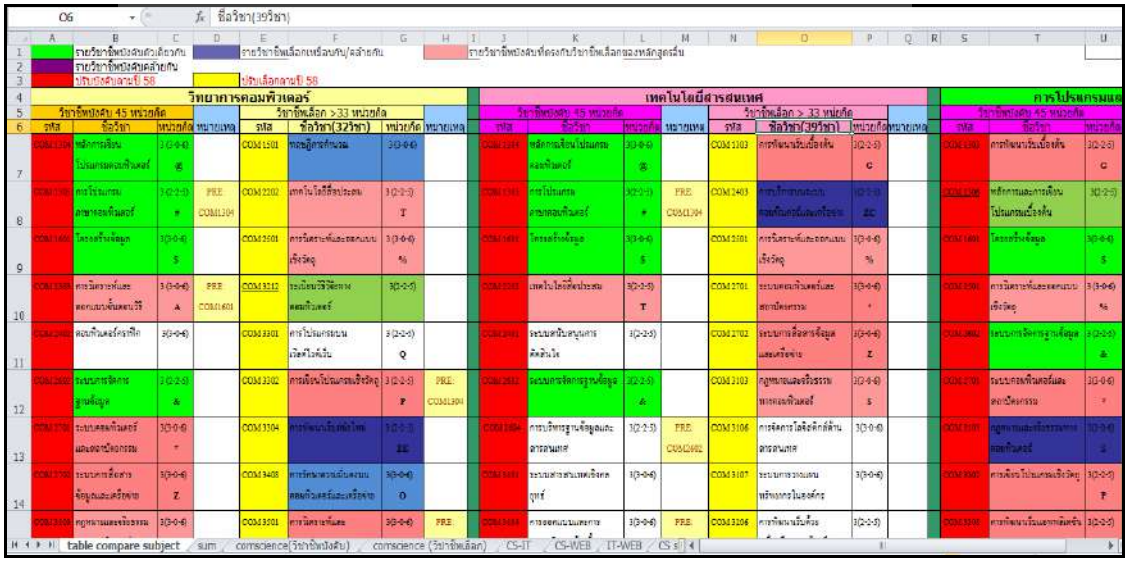
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี)

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

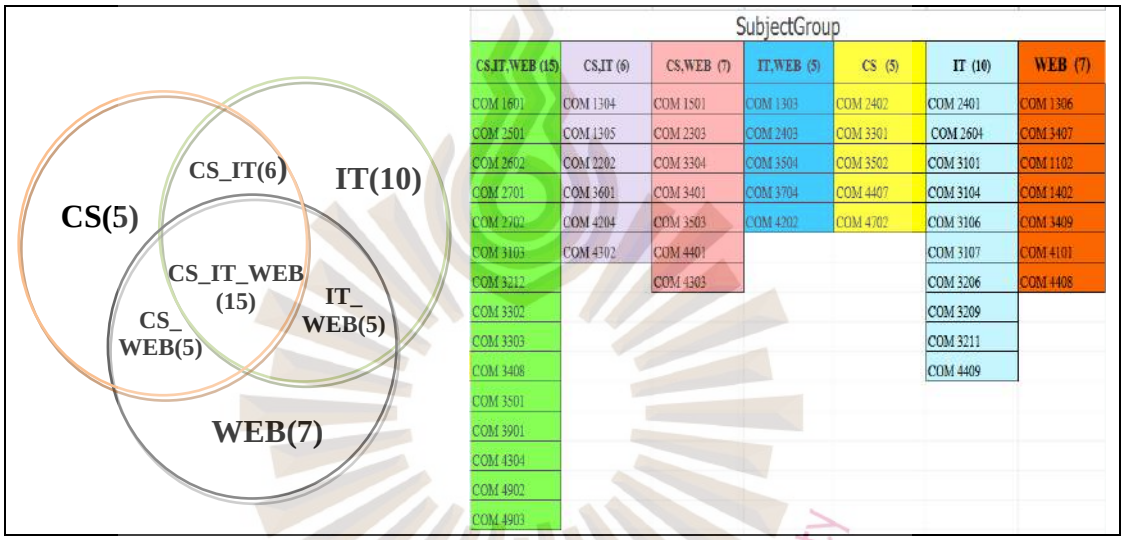
3.3.1 การรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร (Computer Course Module)

ข้อมูลของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 หลักสูตรที่ถูกรวบรวมเพื่อนำมาผ่านกระบวนการสังเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตรซึ่งสิ่งที่จะบ่งบอกความเป็นอัตลักษณ์หรือความเป็นธรรมชาติของแต่ละหลักสูตร คือ รายวิชาชีพบังคับ จำนวน 45 หน่วยกิต และ รายวิชาชีพเลือก จำนวน $\geq$ 33 หน่วยกิต ดังนั้นจึงสรุปจำนวนรายวิชาของทั้ง 3 หลักสูตร ดังนี้ 1) Computer Science: รายวิชาชีพบังคับ จำนวน 15 รายวิชา, รายวิชาชีพเลือก จำนวน 32 รายวิชา, 2) Information Technology: รายวิชาชีพบังคับ จำนวน 15 รายวิชา, รายวิชาชีพเลือก จำนวน 39 รายวิชา และ 3) Web Programming and Security: รายวิชาชีพบังคับ จำนวน 15 รายวิชา, รายวิชาชีพเลือก จำนวน 34 รายวิชา แต่เนื่องจากทั้ง 3 หลักสูตรเป็นหลักสูตรด้านคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกัน จึงทำการสร้างตารางเปรียบเทียบรายวิชา ดังตัวอย่างใน ตารางที่ 3.1 เพื่อตรวจสอบว่า รายวิชาไหนถูกใช้เป็นฐานของทั้ง 3 หลักสูตร รายวิชาไหนถูกใช้ร่วมใน 2 หลักสูตร และรายวิชาไหนถูกใช้เฉพาะหลักสูตรนั้นเท่านั้น ก็แสดงว่ารายวิชาเหล่านั้นสามารถเป็นตัวแทนของธรรมชาติหลักสูตรได้

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างการเปรียบเทียบรายวิชาของทั้ง 3 หลักสูตร



ผลที่ได้จากตารางเปรียบเทียบรายวิชาในตารางที่ 3.1 ได้ตั้งชื่อว่า “SubjectGroups” ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มรายวิชาที่มีจำนวนวิชาสอดคล้องกันจากทั้ง 3 หลักสูตรออกเป็นทั้งสิ้น 7 กลุ่ม ประกอบด้วย (กลุ่ม 1.CS_IT_WEB จำนวน 15 วิชา), (กลุ่ม 2.CS_IT จำนวน 6 วิชา), (กลุ่ม 3. CS_WEB จำนวน 7 วิชา), (กลุ่ม 4.IT_WEB จำนวน 5 วิชา), (กลุ่ม 5.วิชาเฉพาะของ CS จำนวน 5 วิชา), (กลุ่ม 6.วิชาเฉพาะของ IT จำนวน 10 วิชา), และ (กลุ่ม 7.วิชาเฉพาะของ WEB จำนวน 7 วิชา) ดังแสดงเป็นแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และรหัสรายวิชาของ “SubjectGroups” ทั้ง 7 กลุ่มในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 แผนภาพเวนน์-ออยเลอร์และรหัสรายวิชาของ “SubjectGroups” ทั้ง 7 กลุ่ม

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.3.2 การรวบรวมข้อมูลคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน (Learner Profile Module)

ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนที่ถูกรวบรวมเพื่อใช้สำหรับนิยามโพรไฟล์ของผู้เรียนนั้นประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างนิยามเชิงปฏิบัติการกลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน (Learner Characteristics Group Define: LCGD)

การสร้าง/กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ คือ การให้ความหมายของคำที่เป็นแนวคิดออกมาในลักษณะที่วัดและสังเกตได้โดยมีความหมายขอบเขตแน่นอน หรืออธิบายถึงพฤติกรรมว่าวัดได้ด้วยอะไร ซึ่งจะแสดงคุณสมบัตินั้นๆ โดยผลที่ได้เอามาใช้ปฏิบัติได้จริงจึงต้องมีตัวแปร

(Variables) หรือคำ (Terms) ศัพท์เฉพาะต่างๆ ที่จำเป็นต้องให้คำจำกัดความอย่างชัดเจน ในรูปที่สามารถสังเกต (Observation) หรือวัด (Measurement) ได้ ดังนั้นผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับบุคลิกภาพและคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคล ได้แก่

1) ทฤษฎีนพลักษณ์ (Enneagram) (Riso & Hudson, 1997; แดเนียลส์ และไพรซ์, 2545; พาล์มเมอร์, 2548) เป็นศาสตร์ที่ศึกษาถึงบุคลิกลักษณะนิสัยของมนุษย์ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 9 ประเภทหลักเพื่อให้มนุษย์ได้เข้าใจตนเองและผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง

2) ทฤษฎี Myers-Briggs Type Indicator: MBTI บุคลิกนิสัยของบุคคลตาม Myers-Briggs Myers & Briggs (2012) กล่าวว่า คนเราทุกคนเกิดมาจะมีความคุ้นชินกับ 4 สิ่งต่อไปนี้แตกต่างกัน ได้แก่ 1.Introversion: I 2.Sensing: S 3.Intuition: N และ 4.Perceiving: P

3) ทฤษฎี Lerwin, John L. Holland (Career Key, 1987-2023; ฮอลแลนด์, 2557) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะเฉพาะบุคคลซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มอาชีพตามบุคลิกภาพ 6 แบบดังนี้ ได้แก่ 1.Realistic 2.Investigation 3.Artistic 4.Social 5.Enterprise 6.Conventional

4) ทฤษฎีพหุปัญญาของโฮวาร์ด การ์ดเนอร์ (Armstrong, 2013) ที่กล่าวถึงลักษณะความสามารถทางปัญญาของคนไว้ 8 ประการคือ 1. Linguistic Intelligence 2.Logical-Mathematical Intelligence 3.Visual-Spatial Intelligence 4.Bodily Kinesthetic Intelligence 5.Musical Intelligence 6.Interpersonal Intelligence 7.Intrapersonal Intelligence 8.Naturalist Intelligence

ผู้วิจัยได้กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการของกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนโดยการอ่านวิเคราะห์เอาคำเหมือน, ความหมายเหมือนหรือสอดคล้องกันของทั้ง 4 ทฤษฎีข้างต้น ซึ่งทฤษฎีทั้ง 4 นั้นได้แสดงถึงคุณลักษณะนิสัยและบุคลิกภาพของบุคคลทั่วไป แต่เนื่องจากงานวิจัยนี้ต้องการจัดกลุ่มคุณลักษณะของผู้เรียน (Learner Characteristics Group Define: LCGD) ขึ้นใหม่จึงใช้ทฤษฎีนพลักษณ์เป็นตัวตั้งต้นและใช้ทฤษฎีอื่นๆ เป็นตัวเสริม ทำให้สามารถกำหนดกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนได้ทั้งสิ้น 9 กลุ่ม และกำหนดเป็นนิยามเชิงปฏิบัติการดังแสดงในตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงนิยามเชิงปฏิบัติการของกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน 9 กลุ่ม (LCGD1-LCGD9)

Learner Characteristics Group Define ID	Name	Description
LCGD1	The Idealist	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบ ด้วยการมีเหตุผล หลักการ ยึดมั่นอุดมการณ์ ฉลาด รอบคอบ เด็ดเดี่ยว ควบคุมตนเองได้ มีวินัยในตนเอง รักษากฎ ระเบียบ เป็นคนที่ช่างเลือก พอใจแต่สิ่งที่สมบูรณ์แบบ รวมทั้งเป็นนักวิพากษ์ วิจารณ์
LCGD2	The Helper	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบ ด้วยการเป็นผู้ที่มีความห่วงใย ชอบช่วยเหลือผู้อื่น ใจกว้าง ไม่เห็นแก่ตัว ใจดี มีเมตตา ช่างพูด ช่างเจรจา ยึดหลักปฏิบัติที่เห็นแก่ประโยชน์ของผู้อื่นเป็นที่ตั้ง แสดงออกความรู้สึกรักอย่างเปิดเผย เป็นที่ชื่นชอบของคนอื่น
LCGD3	The Achievement seeker	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การเป็นผู้มุ่งความสำเร็จ มุ่งปฏิบัติ ปรับตัวได้กับสถานการณ์ต่างๆ ขยันหมั่นเพียรเอาจริงเอาจัง ใส่ใจรายละเอียดทุกรูปแบบและติดตามผล มีปฏิภาณและแรงผลักดันเพื่อขับเคลื่อนไปให้ถึงเป้าหมาย วางตัวดูดีและโดดเด่น
LCGD4	The Individualist	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การไวต่อความรู้สึกอารมณ์ศิลปิน สร้างแรงบันดาลใจได้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการแบบไร้ขอบเขต ชอบคิดและหมกมุ่นอยู่กับตนเอง
LCGD5	The Theorist	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบ ด้วย การเป็นนักคิด นักทฤษฎี ชอบสังเกตการณ์ หยั่งรู้ มุ่งพัฒนาทักษะอย่างซับซ้อน มุ่งกำหนดวิสัยทัศน์ เป็นผู้นำ ชอบอยากรู้อยากเห็น เก็บความลับได้ดีและมีความเป็นส่วนตัวสูง
LCGD6	The Responsibility Taker	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การรักษาคำสัตย์ยุติธรรม รักษาคำมั่นสัญญา มีความเสมอต้นเสมอปลาย มุ่งรักษาความปลอดภัย รับผิดชอบต่อหน้าที่สูง กล้าหาญ เด็ดเดี่ยว เป็นนักแก้ไขปัญหาที่ยอดเยี่ยมที่สุด

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 3.2 แสดงนิยามเชิงปฏิบัติการของกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน 9 กลุ่ม (LCGD1-LCGD9) (ต่อ)

Learner Characteristics Group Define ID	Name	Description
LCGD7	The Enthusiast	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การเป็นผู้แสวงหาความรู้และแสวงหาประสบการณ์ใหม่ อยู่ตลอดเวลา ชอบผจญและเสี่ยงภัย มีความสามารถพิเศษ เลือกใช้ความสามารถพิเศษของตนได้ดี มีการวางแผนชีวิต และมีความสุข มองโลกด้านดี
LCGD8	The Leader	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การชอบทำในสิ่งที่ท้าทาย มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก กล้าเผชิญหน้า มีความกล้าหาญ แน่วแน่ ตัดสินใจเด็ดขาด กล้าคิด กล้าทำ ชอบปกป้องคนที่อ่อนแอกว่า
LCGD9	The Peacemaker	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วยการเป็นผู้ประนีประนอม เป็นนักไกล่เกลี่ย เป็นที่ยอมรับและไว้วางใจ มีความยุติธรรม ใฝ่สันติ ใช้ชีวิตเรียบง่าย ไม่ชอบความขัดแย้ง เป็นที่พึ่งให้คนอื่น ยอมรับฟังเหตุผล

เพื่อเป็นการยืนยันว่าการจัดกลุ่มของ Learner Characteristics Group Define ทำได้ถูกต้อง จึงต้องมีการทดสอบว่านิยามเชิงปฏิบัติการที่ได้วิเคราะห์ไว้เป็น LCGD1 LCGD2 LCGD3 LCGD4 LCGD5 LCGD6 LCGD7 LCGD8 LCGD9 นั้นสามารถใช้จำแนกคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนได้จริง กระบวนการหลักในการทดสอบคือ การสร้างแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลที่สอดคล้องกับ LCGD ที่จะกล่าวถึงในขั้นตอนที่ 2 สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลขององค์ประกอบแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลจะกล่าวถึงในหัวข้อ 3.4.2

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างแบบวัดให้สอดคล้องกับนิยามเชิงฏิบัติการของ LCGD (LCGD-Test) โดยรวบรวมและคัดเลือกจากแบบสอบถามตาม 4 ทฤษฎีที่ได้กล่าวข้างต้น

จากการรวบรวมแบบวัดพฤติกรรมที่มีแล้วอยู่หลากหลายทั่วไป เช่น แบบวัด Enneagram (The Enneagram Institute, 1998-2011; Testcafe, 2013) แบบวัด Multiple Intelligence: MI (Walter & McKenzie, 2014) แบบทดสอบบุคลิกภาพ (Team Technology, 2014) รวมจำนวนได้ 384 ข้อ ผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อคำถามที่สอดคล้องกับนิยามเชิงปฏิบัติการ LCGD ที่ได้นิยามไว้

แล้วดังตารางที่ 3.2 และปรับเนื้อความในข้อคำถามให้เหมาะสมกับแต่ละกลุ่มของ LCGD เพื่อสร้างเป็นต้นแบบของแบบวัดคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน โดยข้อคำถามที่ตั้งขึ้นจะต้องมีการวัดพฤติกรรมทั้งในทางบวกและทางลบ จึงเหลือข้อคำถามเพียง 138 ข้อ จึงตั้งชื่อแบบวัดคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน ชุดนี้ว่า LCGD-Tests-138 โดยข้อคำถามของแต่ละกลุ่มมีจำนวนข้อดังนี้ LCGD1-Test (15) LCGD2-Test (15) LCGD3-Test (15) LCGD4-Test (13) LCGD5-Test (15) LCGD6-Test (16) LCGD7-Test (17) LCGD8-Test (16) และ LCGD9-Test (15) โดยรูปแบบของแบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 6 ระดับ คือ

จริงที่สุด จริง ค่อนข้างจริง ค่อนข้างไม่จริง ไม่จริง ไม่จริงเลย

โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ ()

จริงที่สุด	ให้คะแนน	6 คะแนน
จริง	ให้คะแนน	5 คะแนน
ค่อนข้างจริง	ให้คะแนน	4 คะแนน
ค่อนข้างไม่จริง	ให้คะแนน	3 คะแนน
ไม่จริง	ให้คะแนน	2 คะแนน
ไม่จริงเลย	ให้คะแนน	1 คะแนน

3.3.3 การรวบรวมข้อมูลของระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย

1) ติดตั้งซอฟต์แวร์พื้นฐานและสิ่งแวดล้อมของระบบ เช่น HOZO-Ontology Editor, Microsoft Excel รวมทั้ง Inference Engine ที่ทำหน้าที่เป็นสิ่งแวดล้อมในการทำงานด้านการสืบค้นแบบสื่อความหมาย ได้แก่ Jena Semantic Web Framework

2) พัฒนารีเลชัน คาต้าเบส โดยใช้ซอฟต์แวร์ MySQL

3) พัฒนาระบบการบูรณาการข้อมูลของแต่ละแหล่งข้อมูลเพื่อใช้ในการสืบค้นแบบมีความหมายโดยวิธีการจับคู่ออนโทโลยีโดยใช้ซอฟต์แวร์ประยุกต์ D2RQ และสร้างกฎของระบบแนะนำด้วย Reasoner

4) พัฒนาระบบเว็บแนะนำแบบสื่อความหมายโดย Jena Semantic Web Framework ทั้งนี้ผลลัพธ์จากการดำเนินการด้วยโปรแกรมประยุกต์และวิธีการดำเนินการดังกล่าวจะแสดงไว้ในบทที่ 4

ตารางที่ 3.3 แสดงซอฟต์แวร์พื้นฐานและสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต่อการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ที่	หัวข้อการพัฒนา	ซอฟต์แวร์/ สิ่งแวดล้อม	หมายเหตุ
1	Integrated Development Environment	HOZO-Ontology Editor	เครื่องมือในการพัฒนาระบบออนโทโลยี
2	Input Database	My SQL	สร้างฐานข้อมูล
3	Mappings Between Relational Database Schemata and OWL/RDFS Ontologies	D2RQ	เป็นภาษาใช้ในการจับคู่ database กับ Ontology
4	A Java Framework for Building Semantic Web Application	Jena Semantic Web Framework	เป็นภาษาใช้ในการพัฒนาเว็บสื่อความหมาย
5	Jena's Inference Engine	Reasoner	เป็นการสร้างกฎสำหรับระบบ

3.3.4 การรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของการเข้าใช้ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย

เก็บข้อมูลจากแบบประเมินความพึงพอใจ จากผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของระบบแนะนำฯ ที่ได้เข้าทดลองระบบ โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บแบบประเมินเองทั้งสิ้น 70 ชุด

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร (Computer Course Module)

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งคุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร ของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 หลักสูตรนั้น จึงทำการนำรายวิชาของ “SubjectGroups” ทั้ง 7 กลุ่ม รวมทั้งหมดจำนวน 55 รายวิชา มาทำการวิเคราะห์วัตถุประสงค์รายข้อของแต่ละรายวิชา เช่น วิชา COM 1501 ทฤษฎีการคำนวณ เป็นวิชาที่อยู่ทั้งในหลักสูตร CS และหลักสูตร WEB ส่วนวิชา COM 2402 คอมพิวเตอร์กราฟิก อยู่ในกลุ่ม CS เพราะวิชานี้อยู่ในหลักสูตร CS เท่านั้นวัตถุประสงค์แต่ละข้อในแต่ละรายวิชาจะถูกนำมาวิเคราะห์ว่าการจะบรรลุวัตถุประสงค์ในข้อนั้นๆ ผู้เรียนควรมีความรู้ (Knowledge) มีทักษะ (Skill) และมีคุณลักษณะนิสัยเฉพาะ (Characteristics) อย่างไร ยกตัวอย่างการ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

วิเคราะห์วัตถุประสงค์รายข้อของวิชา COM 2402 พบว่า จากวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 “เพื่อ ให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์กราฟิก” นั้น ผู้เรียนควรมีความรู้ (Knowledge) คือ มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือด้านคอมพิวเตอร์กราฟิก มีทักษะ (Skill) คือทักษะการวาดเขียน และมีคุณลักษณะนิสัยเฉพาะ (Characteristics) คือ ชอบวาดเขียน วาดรูปผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ดังตารางที่ 3.4 แสดงเป็นตัวอย่างการสังเคราะห์ความรู้, ทักษะ และคุณลักษณะนิสัย ของแต่ละวัตถุประสงค์ในรายวิชา COM 2402

ตารางที่ 3.4 แสดงตัวอย่างการสังเคราะห์ Knowledge Skill และ Characteristics วิชา COM 2402

วิชาชีพบังคับ > 45 หน่วยกิต				หมายเหตุ	*objective*	*knowledge*	*skill*	*Characteristics*
ที่	รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต					
16	COM 2402	คอมพิวเตอร์กราฟิก	3(3-0-6)		16.1 เพื่อให้นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจหลักการทำงานของอุปกรณ์ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์กราฟิก	ทักษะการวาดเขียน	มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือคอมพิวเตอร์กราฟิก	ชอบวาดเขียนวาดรูปผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์
					16.2 เพื่อให้นักศึกษามีความเข้าใจวิธีการวาดภาพกราฟิก เช่น เส้นตรง วงกลม และรูปหลายเหลี่ยมเป็นต้น	ทักษะการวาดรูปทรงเรขาคณิต	มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการวาดภาพกราฟิก	ชอบงานศิลปะ ชอบการนำเสนอข้อมูลผ่านภาพมากกว่าสื่ออื่น
					16.3 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงการวาดภาพในพิกัด 2 มิติ และการแสดงภาพ 2 มิติ	ทักษะการวาดรูปทรงเรขาคณิตแบบ 2 มิติ	มีความรู้ในการวาดภาพ 2 มิติ	มีจินตนาการสูง มีความคิดสร้างสรรค์
					16.4 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงการวาดภาพในพิกัด 3 มิติ และการแสดงภาพ 3 มิติ	ทักษะการวาดรูปทรงเรขาคณิตแบบ 3 มิติ	มีความรู้ในการวาดภาพ 3 มิติ	มีความจำและความสามารถในการสื่อสารได้ดี

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 3.4 แสดงตัวอย่างการสังเคราะห์ Knowledge Skill และCharacteristics วิชา COM 2402 (ต่อ)

วิชาชีพบังคับ > 45 หน่วยกิต				หมายเหตุ	*objective*	*knowledge*	*skill*	*Characteristics*
ที่	รหัส	ชื่อวิชา	หน่วยกิต					
					16.5 เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจถึงระบบสี และการให้สีและลวดลายให้กับวัตถุ	ทักษะการลงสี แสง เงา	มีความรู้เกี่ยวกับสีและ แสง	ชอบวาดภาพและสร้างสรรค์ผลงานแบบมีมิติ

3.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน (Learner Profile Module)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเที่ยงตรง (IOC) ขั้นต้นด้วยผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบ LCGD และ LCDG-Test และ 2) การหาค่าทางสถิติด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

ขั้นตอนที่ 1 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความเที่ยงตรง (IOC) ขั้นต้นด้วยผู้เชี่ยวชาญเพื่อตรวจสอบ LCGD และ LCDG-Test

แบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนทั้ง 9 ชุดข้างต้นเป็นข้อคำถามที่สถาบันด้านบุคลิกภาพใช้เป็นแบบทดสอบด้านบุคลิกภาพมาเป็นระยะเวลาหลายปีย่อมแสดงให้เห็นว่าทุกข้อคำถามมีค่าความเชื่อมั่นที่เชื่อถือได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้นในด้านความตรงเชิงเนื้อหา โดยเริ่มจากการตรวจสอบเบื้องต้นจากอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และตรวจสอบคุณภาพของแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน โดยเชิญผู้ทรงคุณวุฒิซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านจิตวิทยา การศึกษา ด้านวิจัย และด้านวัดผลการศึกษา จำนวน 5 คน (ดังภาคผนวก ก) ตรวจสอบความถูกต้องครอบคลุมเชิงเนื้อหาสอดคล้องกับนิยามกลุ่มคุณลักษณะนิสัย โดยใช้เกณฑ์การประเมิน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามกลุ่มคุณลักษณะนิสัย

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามสอดคล้องกับนิยามกลุ่มคุณลักษณะนิสัย

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามไม่สอดคล้องกับนิยามกลุ่มคุณลักษณะนิสัย

นำผลการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิ คำนวณหาค่าความสอดคล้อง IOCโดยตั้งเกณฑ์ค่าดัชนี IOC อยู่ระหว่าง 0.60–1.00 และ ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวนข้อคำถามทั้งก่อนและหลังการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญแสดงรายละเอียดใน ตารางที่ 3.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์เหลืออยู่เพียง 97 ข้อ ผู้วิจัยจะนำข้อคำถามทั้ง 97 ข้อ มารวมเป็น ข้อคำถามใน 1 แบบวัดเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 6 ระดับและให้ชื่อว่า LCG-Test-97 ซึ่งจะต้องถูกนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบต่อไป

ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ IOC ของ LCGD-Tests-138

LCGD-Test	The number of Items before IOC	The number of Items after IOC	LCGD-Test	The number of Items before IOC	The number of Items after IOC
LCGD1-Test	15	5	LCGD6-Test	16	18
LCGD2-Test	15	5	LCGD7-Test	17	17
LCGD3-Test	15	8	LCGD8-Test	16	15
LCGD4-Test	13	3	LCGD9-Test	15	16
LCGD5-Test	15	10	**Total**	**138**	**97**

ขั้นตอนที่ 2 การหาค่าทางสถิติด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor Analysis)

การวิเคราะห์องค์ประกอบมี 2 ขั้นตอนคือ 1) Exploratory Factor Analysis: EFA และ 2) Confirmatory Factor Analysis: CFA โดยกลุ่มทดลองที่ใช้สำหรับทดสอบแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อคำถามของแต่ละ Factor มีจำนวน 2 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ 1 เรียกว่า กลุ่มทดสอบสำรวจเป็นนักเรียนชั้น ม.6 จำนวน 410 คน ประกอบด้วย โรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย จำนวน 90 คน โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา อ.ลี้ จ.ลำพูน จำนวน 90 คน โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม อ.ห้วยม้า จ.แพร่ จำนวน 70 คน โรงเรียนคีรีมาศพิทยา จ.สุโขทัย จำนวน 80 คน และโรงเรียนแม่แตงวิทยาคม อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ จำนวน 80 คน ซึ่งผลที่ได้จากกลุ่มนี้ใช้สำหรับ EFA และ กลุ่มที่ 2 เรียกว่า กลุ่มทดสอบยืนยันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 รวมจำนวน 300 คน (Comrey & Lee, 1992) จากหลักสูตร CS จำนวน 99 คน, IT จำนวน 135 คน และ WEB จำนวน 66 คน เพราะนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 ถือเป็นตัวแทนของผู้เรียนในหลักสูตร 3 หลักสูตรที่แตกต่างกัน ซึ่งผลที่ได้จากกลุ่มนี้ใช้สำหรับ CFA

1) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจเป็นการนำผลการทดสอบของกลุ่มทดสอบสำรวจที่ตอบแบบวัดคุณลักษณะนิสัย LCG-Test-97 ซึ่งมีข้อคำถามจำนวน 97 ข้อ มาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค Principal Component Analysis: PCA ด้วยโปรแกรม SPSS ใช้คำสั่ง Data Reduction วิเคราะห์ค่า Correlation Matrix กำหนด Eigen Value=1 และ กำหนดเป็น 9 Factor เพื่อให้สอดคล้องกับ LCG ทั้ง 9 กลุ่ม เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาองค์ประกอบ คือ 1) KMO and Bartlett's Test 2) Chi–square และ 3) Factor Loading เมื่อพิจารณาผลที่ได้พบว่า เกณฑ์ค่า KMO and Bartlett's Test ได้ 0.870 ซึ่งผ่านเกณฑ์ ≥ 0.60 แสดงว่าผลที่ได้จากกลุ่มทดสอบนี้ยอมรับได้ และค่า Chi–square ผ่านเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่า Factor Loading มีค่าขั้นต่ำ 0.30 ขึ้นไป (วิภาวี เวทวงศ์, 2545: น.76) ซึ่งค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ใช้ได้ คือ 0.302-0.823 ดังนั้นจึงมี 5 ข้อที่ต่ำกว่าเกณฑ์ ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าพิจารณา, เกณฑ์ของแต่ละตัวแปรและผลการวิเคราะห์ EFA โดยใช้เทคนิค PCA ของกลุ่มทดสอบสำรวจกับแบบวัด LCG-Test-97

ค่าพิจารณา	เกณฑ์	ผลที่ได้
ค่า KMO and Bartlett's Test	$\geq$0.60	0.870
ค่า Chi–square	มีนัยสำคัญ ($p<0.05$)	20784.3 ($p=0.00$)
ค่า Factor Loading	$\geq$0.30	0.302-0.823

ผลที่ได้พบว่าข้อคำถามหรือตัวแปรที่ผ่านเกณฑ์มีทั้งสิ้น 92 ข้อและกระจายตัวอยู่เพียง 8 Factor เท่านั้น เพื่อเป็นการตรวจสอบความชัดเจนของข้อคำถามผู้วิจัยจึงนำข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 92 ข้อมาทำการวิเคราะห์อีกครั้ง โดยใช้เทคนิค Principal Component Analysis: PCA ด้วยโปรแกรม SPSS ใช้คำสั่ง Data Reduction ทำการหมุนแกนองค์ประกอบแบบตั้งฉากด้วยวิธี Varimax 2 รูปแบบได้แก่ 1) Varimax 9 Factor และ 2) Varimax 8 Factor พบว่าจากข้อคำถามทั้ง 92 ข้อนั้นในแบบที่ 1 ถูกหมุนแกนโดยอัตโนมัติจำนวน 33 ครั้ง ส่วนแบบที่ 2 ถูกหมุนแกนโดยอัตโนมัติจำนวน 20 ครั้ง ซึ่งทั้งสองแบบถูกจัดจำนวนข้อคำถามให้อยู่ในแต่ละ Factor ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.7

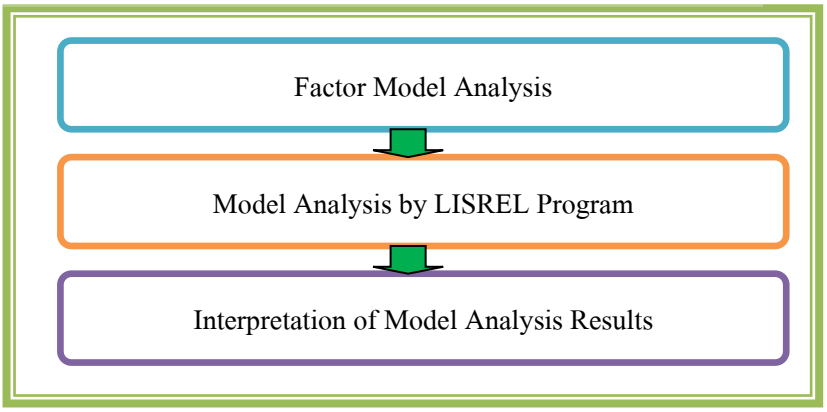
ตารางที่ 3.7 แสดงจำนวนข้อคำถามในแต่ละ Factor แบบ Varimax 9 Factor and Varimax 8 Factor

Factor	Varimax 9 Factor (Auto rotated 33)(ข้อ)	Varimax 8 Factor (Auto rotated 20) (ข้อ)
1	7	6
2	4	8
3	8	10
4	2	0
5	17	17
6	18	23
7	10	14
8	11	10
9	15	4
รวม	**92**	**92**

จากผลที่ได้แสดงว่าข้อคำถามทั้ง 92 ข้อสามารถนำมาใช้สร้างแบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลชุดใหม่ให้ชื่อว่า LCG-Test-92 เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) มี 6 ระดับ ซึ่งจะต้องถูกนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเพื่อหาข้อคำถามที่สามารถเป็นตัวแทนคัดเลือกของ LCG แต่ละกลุ่มในลำดับถัดไป

2) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันเป็นการนำผลการทดสอบของกลุ่มทดสอบยืนยันที่ตอบแบบวัดคุณลักษณะนิสัย LCG-Test-92 ซึ่งมีข้อคำถามจำนวน 92 ข้อ มาวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อคำถามที่เหมาะสมกับแต่ละองค์ประกอบ ดังแสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ CFA ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ CFA

ผู้วิจัยจึงทำโมเดลสำหรับยืนยันข้อมูลทั้งสิ้น 5 โมเดลประกอบด้วย Real-9LCG Real-8LCG Real-c4-8LCG Data-old-7LCG และ Data-old-c3-7LCG ดังรายละเอียดความหมายของแต่ละโมเดลในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 แสดงความหมายของทั้ง 5 โมเดล

โมเดล	ความหมาย
Real-9LCG	การยืนยันข้อคำถามตามองค์ประกอบทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ผลในแบบ Varimax 9 Factor
Real-8LCG	การยืนยันข้อคำถามตามองค์ประกอบทั้งหมดที่ได้จากการวิเคราะห์ผลในแบบ Varimax 8 Factor
Real-c4-8LCG	การยืนยันข้อคำถามตามองค์ประกอบโดยเลือกค่า factor loading สูงสุด 4 อันดับแรกที่ได้จากการวิเคราะห์ผลในแบบ Varimax 8 Factor เพื่อลดการ bias
Data-old-7LCG	การยืนยันข้อคำถามโดยคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่ตรงกับองค์ประกอบตามนิยามเชิงปฏิบัติการที่ตั้งไว้พบว่าเหลือเพียง 7 LCG เท่านั้น
Data-old-c3-7LCG	การยืนยันข้อคำถามโดยคัดเลือกเฉพาะข้อคำถามที่มีค่า factor loading สูงสุด 3 อันดับแรกซึ่งตรงกับองค์ประกอบตามนิยามเชิงปฏิบัติการที่ตั้งไว้

จากโมเดลทั้ง 5 แบบสามารถแยกจำนวนข้อคำถามที่ผ่านเกณฑ์ตามแต่ละ LCG ได้ตามตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 แสดงจำนวนข้อคำถามของแต่ละกลุ่ม LCG ที่ผ่านการวิเคราะห์ CFA

LCGID	Real-9LCG	Real-8LCG	Real-c4-8LCG	Data-old-7LCG	Data-old-c3-7LCG
LCG1	**7**	**6**	**4**	**1**	**0**
LCG2	**4**	**8**	**4**	**4**	**3**
LCG3	**8**	**10**	**4**	**3**	**3**
LCG4	**2**	**0**	**0**	**0**	**0**
LCG5	**17**	**17**	**4**	**6**	**3**
LCG6	**18**	**23**	**4**	**13**	**3**
LCG7	**10**	**14**	**4**	**8**	**3**
LCG8	**11**	**10**	**4**	**6**	**3**
LCG9	**15**	**4**	**4**	**4**	**3**
Total	**92**	**92**	**32**	**45**	**21**

นำข้อมูลในแต่ละโมเดลมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันอันดับสองเพื่อตรวจสอบว่าข้อคำถามที่เลือกนั้นมีความกลมกลืนกับแต่ละกลุ่ม LCG หรือไม่ โดยใช้โปรแกรม Lisrel 8.8 ที่พัฒนาขึ้นโดย Jereskog & Serbom (1996) สำหรับค่าสถิติในการตรวจสอบโมเดลสมการโครงสร้าง (Structural Equation Modeling: SEM) มีดัชนีวัดความสอดคล้องของโมเดล 3 ชุด ดังนี้ (Hair, 1998, pp.746-750; สุวิมล ติรกานันท์, 2553, น.240-249; สุภมาส อังศุโชติ และ คณะ, 2554, น.15-25)

1) ชุดดัชนีความสอดคล้องเชิงสัมบูรณ์ (Absolute Fit Indices) ประกอบด้วยค่าไค-สแควร์ (Chi-Square Statistics: χ^2) ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square Residual Error of Approximation: RMSEA) ค่าดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของแบบจำลอง (Goodness of Fit Index: GFI) ค่าดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) และค่าดัชนีวัดความประหยัดของระดับความเหมาะสมพอดี (Parsimony Goodness of Fit Index: PGFI) ซึ่งในแต่ละค่ามีรายละเอียดดังนี้

1.1) ค่าไค-สแควร์ (Chi-Square Statistics: χ^2) เป็นดัชนีที่ใช้แพร่หลายในการตรวจสอบความสอดคล้องของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์โดยภาพรวม ถ้าค่าไค-สแควร์มีค่านัยสำคัญอยู่ระหว่าง .01-.05 แสดงว่า โมเดลสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ หรือกลมกลืนกัน นอกจากนั้นค่าไค-สแควร์ยังขึ้นกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง กลุ่มตัวอย่างยิ่งใหญ่ค่าไค-สแควร์จะยิ่งสูงมากจนอาจทำให้สรุปผลได้ไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงควรทำการแก้ไขโดยการพิจารณาค่า χ^2/df ซึ่งควรมีค่าตั้งแต่ 2.00 ขึ้นไป แต่ไม่เกิน 5.00 (สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554, น.29; Diamantopoulos & Siguaw, 2000, p.98)

1.2) ค่ารากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนกำลังสองของการประมาณค่า (Root Mean Square Residual Error of Approximation: RMSEA) เป็นการวัดความแตกต่างต่อหน่วยขององศาความเป็นอิสระ (Discrepancy Per Degrees of Freedom) โดยไดแมนโทโพลอส และซิกควอร์ (Diamantopoulos) เสนอว่าค่า RMSEA ที่ดีมากๆ ควรมีค่าน้อยกว่า 0.05 ค่าระหว่าง 0.05-0.08 หมายถึงโมเดลค่อนข้างสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ค่าระหว่าง 0.08-0.10 แสดงว่าสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์เล็กน้อย และค่าที่มากกว่า 0.10 แสดงว่าโมเดลยังไม่สอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554, น.27; Diamantopoulos & Siguaw, 2000, p.85)

1.3) ดัชนีวัดระดับความสอดคล้องของแบบจำลอง (Goodness of Fit Index: GFI) เป็นการวัดปริมาณความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมที่อธิบายได้ด้วยโมเดล ทั้งนี้โดยทั่วไปค่า GFI มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 GFI ตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป แสดงว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Hair, 1998, p.747; สุวิมล ติรกานันท์, 2553, น.247; สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554, น.28-29)

1.4) ดัชนีวัดระดับความเหมาะสมพอดีที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted Goodness of Fit Index: AGFI) เป็นค่าที่คำนวณจากค่า GFI แต่จะพิจารณาถึงจำนวนตัวแปรที่วัดได้ และขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ทั้งนี้ค่า AGFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 และถ้าค่า AGFI มีค่าตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป แสดงว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Hair, 1998, p.747; สุวิมล ติรกานันท์, 2553, น.247; สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554, น.28-29)

1.5) ดัชนีวัดความประหยัดของระดับความเหมาะสมพอดี (Parsimony Goodness of Fit Index: PGFI) เป็นค่าที่แสดงถึงปริมาณความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วมที่อธิบายได้ด้วยโมเดลที่ปรับแก้ด้วยความซับซ้อนของโมเดล ซึ่งค่า PGFI ควรมีค่าต่ำ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (สุภมาส อังศุโชติ และ คณะ, 2554, น.28)

2) ชุดดัชนีวัดความสอดคล้องเชิงสัมพัทธ์ (Relative Fit Indices) ประกอบด้วย ค่า NFI (Normal Fit Index) ค่า CFI (Comparative Fit Index) ค่า TLI หรือ ค่า NNFI (Tucker Lewis Index or Non Normed Fit Index) และค่า PNFI (Parsimony Normed Fit Index) ซึ่งในแต่ละค่ามีรายละเอียดดังนี้

2.1) ค่า NFI (Normal Fit Index) เป็นดัชนีที่พัฒนาขึ้นโดย เบนท์เลอร์และโบเนทซึ่งค่า NFI มีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ค่า NFI ตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไปแสดงว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ทั้งนี้ค่า NFI มีค่าเข้าใกล้ 1 จะบอกถึง ความสอดคล้องของข้อมูลกับโมเดลมากขึ้นเท่านั้น และถ้ามีค่าเท่ากับ 1 แสดงว่า โมเดลมีความสอดคล้องโดยสมบูรณ์ (Hair, 1998, p.749; สุวิมล ติรกานันท์, 2553, น.246)

2.2) ค่า CFI (Comparative Fit Index) เป็นดัชนีที่ปรับปรุงมาจาก NFI ของเบนท์เลอร์ และโบเนทโดยค่า CFI มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ความซับซ้อนของโมเดลไม่มีผลต่อดัชนีนี้ เมื่อดัชนีนี้มีค่าตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป แสดงว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และถ้า

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ดัชนีนี้มีค่าต่ำกว่า 0.90 แสดงว่า โมเดลไม่มีความ (Hair, 1998, p.749; สุวิมล ติรกานันท์, 2553, น. 247)

2.3) ค่า TLI หรือค่า NNFI (Tucker Lewis Index or Non Normed Fit Index) เป็นดัชนีของทัคเคอร์ เลวิส โบเนท และ เบนท์เลอร์ ดัชนีตัวนี้สร้างขึ้นเพื่อลดปัญหาเกี่ยวกับค่าเฉลี่ยของการแจกแจงกลุ่มตัวอย่าง (Sampling Distribution) ค่า NNFI จะมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1 เมื่อดัชนีนี้มีค่าตั้งแต่ 0.90 ขึ้นไป แสดงว่า แบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ และโมเดลจะมีความสอดคล้องดีที่สุดเมื่อ NNFI มีค่าเท่ากับ 1 (สุวิมล ติรกานันท์, 2553, น.245-246; Diamantopoulos & Siguaw, 2000, p.87)

2.4) ค่า PNFI (Parsimony Normed Fit Index) เป็นดัชนีที่ปรับปรุงมาจาก NFI ของเบนท์เลอร์ และโบเนท แสดงถึงปริมาณความแปรปรวนซึ่งค่า PNFI ควรมีค่าต่ำ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป (สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554, น.28)

3) ชุดดัชนีวัดความสอดคล้องในรูปความคลาดเคลื่อน ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Residual: RMR) และค่ามาตรฐานรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Standardized Root Mean Square Residual: SRMR)

3.1) ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Root Mean Square Residual: RMR) เป็นดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย ทั้งนี้ค่า RMR ควรมีค่าที่น้อย ซึ่งอาจพิจารณาร่วมกับค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standardized Residual) ทั้งนี้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานไม่ควรมีค่ามากกว่า $|2.58|$ จึงจะแสดงว่าแบบจำลองมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554, น.29)

3.2) ค่ามาตรฐานรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (Standardized Root Mean Square Residual: SRMR) เป็นดัชนีวัดความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งถ้าค่า SRMR เกิน $|4.0|$ แสดงว่า โมเดลไม่สอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Hair, 1998, p.748; สุวิมล ติรกานันท์, 2553, น.242-243) หรือค่า SRMR ควรมีค่าน้อยกว่า 0.05 จึงจะสรุปได้ว่าแบบจำลองสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554, น.27)

ดังนั้นเกณฑ์ในการตรวจสอบความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้สรุปได้ตามตารางที่ 3.10 ดังนี้

ตารางที่ 3.10 สรุปเกณฑ์ที่ใช้ตรวจสอบความสอดคล้องกลมกลืนของโมเดลกับข้อมูลเชิงประจักษ์

ดัชนีความสอดคล้อง	เกณฑ์ที่ใช้ยอมรับว่าโมเดลมีความสอดคล้องกลมกลืน
1. ชุดดัชนีความสอดคล้องเชิงสัมบูรณ์ (Absolute Fit Indices)	
χ^2 **-test**	$p \geq 0.05$
χ^2 / df	$\chi^2 / df \leq 5$
RMSEA	≤ 0.00 RMSEA ≤ 0.08
GFI	GFI $\geq$ 0.90
AGFI	AGFI $\geq$ 0.90
PGFI	PGFI $\geq$ 0.50
2. ชุดดัชนีความสอดคล้องเชิงสัมพัทธ์ (Relative Fit Indices)	
CFI	CFI $\geq$ 0.90
NFI	NFI $\geq$ 0.90
NNFI	NNFI $\geq$ 0.90
PNFI	PNFI $\geq$ 0.50
3. ชุดดัชนีวัดความสอดคล้องในรูปความคลาดเคลื่อน	
RMR	0.00 $\leq$ RMR $\leq$ 0.08
SRMR	0.00 $\leq$ SRMR $\leq$ 0.08

ที่มา: สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554 อ้างถึงใน ญาณินท์ คุณา, 2556, น.130

โดยผลการตัดสินค่าดัชนีความกลมกลืนของโมเดลนั้นแสดงในตารางที่ 3.11 เมื่อพิจารณาผลที่ได้พบว่า โมเดล *old-c3-7LCGD* เป็นโมเดลที่ดีที่สุด

ตารางที่ 3.11 ผลการตัดสินค่าดัชนีความกลมกลืนของโมเดลทั้ง 5 โมเดล

Model ID	Goodness of fit Statistic results									Ranking
	Rules	Chi-Square		χ^2/df		RMSEA		CFI		
	Runtimes to Adaptive Model	χ^2, df, P<0.05	Result	$\chi^2/df \leq 5$	Result	$\leq$ 0.08	Result	$\geq$ 0.90	Result	
1. Real-9LCGD	1st	χ^2 = 10806.64, df = 4085, P=0.000	✓	2.64	✓	0.074	✓	0.86	✗	2
	10th	χ^2 = 9858.79, df = 4075 , P=0.000	✓	2.41	✓	0.069	✓	0.87	✗	
	20th	χ^2 = 9407.31, df = 4065 , P=0.000	✓	2.31	✓	0.066	✓	0.88	✗	
2. Real-8LCGD	1st	χ^2 = 11375.48, df = 3819, P=0.000	✓	2.97	✓	0.081	✗	0.84	✗	3
	10th	χ^2 = 10281.18 , df = 3809, P=0.000	✓	2.69	✓	0.075	✓	0.86	✗	
	20th	χ^2 = 9795.70, df = 3799, P=0.000	✓	2.57	✓	0.073	✓	0.86	✗	
3. Real-C4-8LCGD	1st	χ^2 = 1704.82 , df = 456 , P=0.000	✓	3.73	✓	0.096	✗	0.83	✗	5
	10th	χ^2 = 1482.24 , df = 446, P=0.000	✓	3.32	✓	0.088	✗	0.86	✗	
	20th	χ^2 = 1335.16, df = 434, P=0.000	✓	3.07	✓	0.083	✗	0.88	✗	
4. Old-7LCGD	1st	χ^2 = 2944.26, df = 812, P=0.000	✓	3.62	✓	0.094	✗	0.83	✗	4
	10th	χ^2 = 2463.03, df = 802 , P=0.000	✓	3.07	✓	0.083	✗	0.86	✗	
	20th	χ^2 = 2303.37, df = 792 , P=0.000	✓	2.90	✓	0.080	✓	0.87	✗	
5. Old-C3-7LCGD	1st	χ^2 = 594.88, df = 182, P=0.000	✓	3.26	✓	0.087	✗	0.087	✗	1
	10th	χ^2 = 406.66, df = 172, P=0.000	✓	2.36	✓	0.068	✓	0.92	✓	

*** ✓ Pass ✗ Fail

ที่มา: สุภมาส อังศุโชติ และคณะ, 2554 อ้างถึงใน ญาณินท์ คุณา, 2556, น.130

ผลที่ได้จากตารางที่ 3.11 พบว่า จากความสอดคล้องของโมเดลที่ดีที่สุดจึงควรปรับกลุ่มคุณลักษณะของผู้เรียนให้เหลือเพียง 7 กลุ่ม ดังนั้นจากเดิมที่ได้นิยามเชิงปฏิบัติการกลุ่มไว้ 9 กลุ่ม นั้นจึงต้องมีการปรับกลุ่มใหม่ให้คงเหลือ 7 กลุ่มดังรายละเอียดในตารางที่ 3.12 และ ทำการตั้งชื่อกลุ่มใหม่ดังนี้ LCG1 LCG2 LCG3 LCG4 LCG5 LCG6 และ LCG7 โดยทำการปรับนิยามเชิงปฏิบัติการของทั้ง 7 กลุ่ม ให้มีความเหมาะสมมากที่สุดกับ ข้อคำถามที่สอดคล้องกับ โมเดล Data-old-c3-7LCG

ตารางที่ 3.12 แสดงผลการวิเคราะห์กลุ่ม LCG ซึ่งถูกปรับจาก 9 กลุ่ม เหลือ 7 กลุ่ม

Learner Characteristics Group Define ID	Name	Description	Learner Characteristics Group ID	Name	Description
LCGD1	**The Idealist**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบ ด้วยการมีเหตุผลหลักการ ยึดมั่นอุดมการณ์ ฉลาด รอบคอบ เด็ดเดี่ยว ควบคุมตนเองได้ มีวินัยในตนเอง รักษากฎ ระเบียบ เป็นคนที่ช่างเลือก พอใจแต่สิ่งที่สมบูรณ์แบบ รวมทั้งเป็นนักวิพากษ์ วิจารณ์	**Fail Criteria**		
LCGD2	**The Helper**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบ ด้วยการเป็นผู้ที่มีความห่วงใย ชอบช่วยเหลือผู้อื่น ใจกว้าง ไม่เห็นแก่ตัว ใจดี มีเมตตา ช่างพูด ช่างเจรจา ยึดหลักปฏิบัติที่เห็นแก่ประโยชน์ของผู้อื่นเป็นที่ตั้ง แสดงออกความรู้สึกรักอย่างเปิดเผย เป็นที่ชื่นชอบของคนอื่น	**LCG1**	**The Helper**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบ ด้วยการเป็นผู้ที่มีความห่วงใย ชอบช่วยเหลือผู้อื่น ใจกว้าง ไม่เห็นแก่ตัว ใจดี มีเมตตา ช่างพูด ช่างเจรจา ยึดหลักปฏิบัติที่เห็นแก่ประโยชน์ของผู้อื่นเป็นที่ตั้ง แสดงออกความรู้สึกรักอย่างเปิดเผย เป็นที่ชื่นชอบของคนอื่น
LCGD3	**The Achievement seeker**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การเป็นผู้มุ่งความสำเร็จ มุ่งปฏิบัติ ปรับตัวได้กับสถานการณ์ต่างๆ ขยันหมั่นเพียรเอาจริงเอาจัง ใส่ใจรายละเอียดทุกรูปแบบและติดตามผล มีปฏิภาณและแรงผลักดันเพื่อขับเคลื่อนไปให้ถึงเป้าหมาย วางตัวดูดีและโดดเด่น	**LCG2**	**The Achievement seeker**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การเป็นผู้มุ่งความสำเร็จ มุ่งปฏิบัติ ปรับตัวได้กับสถานการณ์ต่างๆ ขยันหมั่นเพียรเอาจริงเอาจัง ใส่ใจรายละเอียดทุกรูปแบบและติดตามผล มีปฏิภาณและแรงผลักดันเพื่อขับเคลื่อนไปให้ถึงเป้าหมาย วางตัวดูดีและโดดเด่น

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตารางที่ 3.12 แสดงผลการวิเคราะห์กลุ่ม LCG ซึ่งถูกปรับจาก 9 กลุ่ม เหลือ 7 กลุ่ม (ต่อ)

Learner Characteristics Group Define ID	Name	Description	Learner Characteristics Group ID	Name	Description
LCGD4	**The Individualist**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัย ประกอบด้วย การไวต่อความรู้สึก อารมณ์ศิลปิน สร้างแรงบันดาลใจได้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการแบบไร้ขอบเขต ชอบคิดและหมกมุ่นอยู่กับตนเอง	**Fail Criteria**		
LCGD5	**The Theorist**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัย ประกอบ ด้วย การเป็นนักคิด นักทฤษฎี ชอบสังเกตการณ์ หยั่งรู้ มุ่งพัฒนาทักษะอย่างซับซ้อน มุ่งกำหนดวิสัยทัศน์ เป็นผู้นำ ชอบอยากรู้อยากเห็น เก็บความลับได้ดีและมีความเป็นส่วนตัวสูง	**LCG3**	**The Theorist**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัย ประกอบ ด้วย การเป็นนักคิด นักทฤษฎี ชอบสังเกตการณ์ หยั่งรู้ มุ่งพัฒนาทักษะอย่างซับซ้อน มุ่งกำหนดวิสัยทัศน์ เป็นผู้นำ ชอบอยากรู้อยากเห็น เก็บความลับได้ดีและมีความเป็นส่วนตัวสูง
LCGD6	**The Responsibility Taker**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัย ประกอบด้วย การรักษาคำสัตย์ยุติธรรม รักษาคำมั่นสัญญา มีความเสมอต้นเสมอปลาย มุ่งรักษาความปลอดภัย รับผิดชอบต่อหน้าที่สูง กล้าหาญ เด็ดเดี่ยว เป็นนักแก้ไขปัญหาที่ยอดเยี่ยมที่สุด	**LCG4**	**The Responsibility Taker**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัย ประกอบด้วย การรักษาคำสัตย์ยุติธรรม รักษาคำมั่นสัญญา มีความเสมอต้นเสมอปลาย มุ่งรักษาความปลอดภัย รับผิดชอบต่อหน้าที่สูง กล้าหาญ เด็ดเดี่ยว เป็นนักแก้ไขปัญหาที่ยอดเยี่ยมที่สุด
LCGD7	**The Enthusiast**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัย ประกอบด้วย การเป็นผู้แสวงหาความรู้และแสวงหาประสบการณ์ใหม่ อยู่ตลอดเวลา ชอบผจญ และเสี่ยงภัย มีความสามารถพิเศษ เลือกใช้ความสามารถพิเศษของตนได้ดี มีการวางแผนชีวิต และมีความสุข มองโลกด้านดี	**LCG5**	**The Enthusiast**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัย ประกอบด้วย การเป็นผู้แสวงหาความรู้และแสวงหาประสบการณ์ใหม่ อยู่ตลอดเวลา ชอบผจญ และเสี่ยงภัย มีความสามารถพิเศษ เลือกใช้ความสามารถพิเศษของตนได้ดี มีการวางแผนชีวิต และมีความสุข มองโลกด้านดี

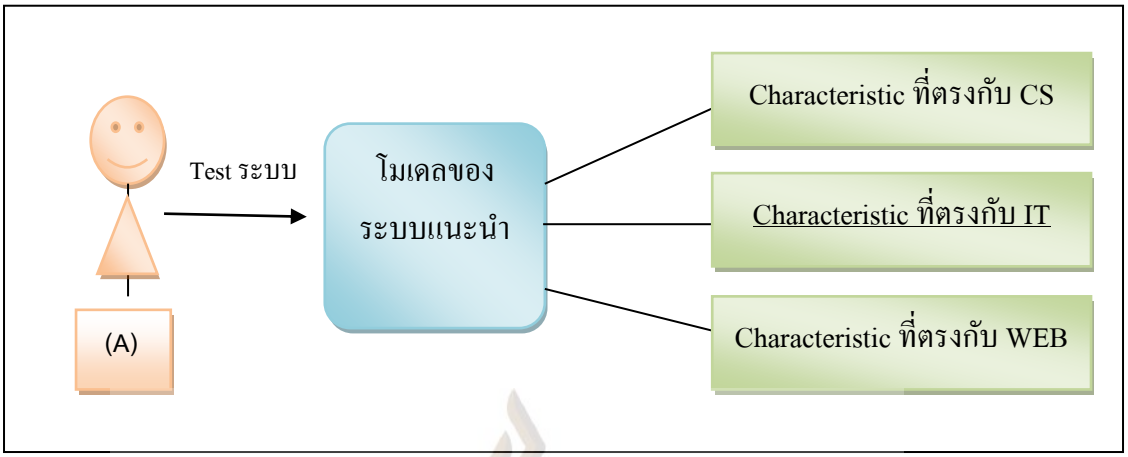
ตารางที่ 3.12 แสดงผลการวิเคราะห์กลุ่ม LCG ซึ่งถูกปรับจาก 9 กลุ่ม เหลือ 7 กลุ่ม (ต่อ)

Learner Characteristics Group Define ID	Name	Description	Learner Characteristics Group ID	Name	Description
LCGD8	**The Leader**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การชอบทำในสิ่งที่ท้าทาย มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก กล้าเผชิญหน้า มีความกล้าหาญ แน่วแน่ ตัดสินใจเด็ดขาด กล้าคิด กล้าทำ ชอบปกป้องคนที่อ่อนแอกว่า	**LCG6**	**The Leader**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วย การชอบทำในสิ่งที่ท้าทาย มีความเชื่อมั่นในตนเอง กล้าแสดงออก กล้าเผชิญหน้า มีความกล้าหาญ แน่วแน่ ตัดสินใจเด็ดขาด กล้าคิด กล้าทำ ชอบปกป้องคนที่อ่อนแอกว่า
LCGD9	**The Peacemaker**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วยการเป็นผู้ประนีประนอม เป็นนักไกล่เกลี่ย เป็นที่ยอมรับและไว้วางใจ มีความยุติธรรม ใฝ่สันติ ใช้ชีวิตเรียบง่าย ไม่ชอบความขัดแย้ง เป็นที่พึ่งให้คนอื่น ยอมรับฟังเหตุผล	**LCG7**	**The Peacemaker**	กลุ่มผู้เรียนที่มีคุณลักษณะนิสัยประกอบด้วยการเป็นผู้ประนีประนอม เป็นนักไกล่เกลี่ย เป็นที่ยอมรับและไว้วางใจ มีความยุติธรรม ใฝ่สันติ ใช้ชีวิตเรียบง่าย ไม่ชอบความขัดแย้ง เป็นที่พึ่งให้คนอื่น ยอมรับฟังเหตุผล

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

3.4.3 การทดสอบระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย

ขั้นตอนการทดสอบระบบและประเมินความถูกต้องของระบบนั้นหลังจากติดตั้งระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลลงบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ก็ดำเนินการทดลองระบบแนะนำกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งการประเมินความถูกต้องของระบบสามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการประเมินความถูกต้องของระบบ

จากรูปที่ 3.6 สามารถอธิบายความถูกต้องของระบบได้ดังนี้ โมเดลของระบบแนะนำต้นแบบนี้ถูกนำมาใช้ทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 หรือ 4 ที่เรียนในหลักสูตร CS IT และ WEB ซึ่งมีเกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.75 ขึ้นไป ทั้งนี้ระบบแนะนำที่ถูกต้องจะสามารถแสดง Characteristics นักศึกษาที่ตรงกับหลักสูตรนั้นได้ เช่นถ้านักศึกษาหลักสูตร IT ก็ต้องแนะนำ Characteristics ที่ตรงกับ IT ดังนั้นวิธีการประเมินความถูกต้องของระบบคือ ทดลองให้นักศึกษาชั้นปีที่ 3 หรือ 4 เข้ามาทดสอบระบบอีกครั้งถ้าค่าร้อยละของ Characteristics นักศึกษาที่ตรงกับหลักสูตรนั้นมีค่าสูงแสดงว่าโมเดลของระบบแนะนำมีความถูกต้อง แต่ถ้าค่าร้อยละของ Characteristics นักศึกษาที่ตรงกับหลักสูตรนั้นมีค่าต่ำแสดงว่าโมเดลของระบบแนะนำไม่ถูกต้อง

ผลการประเมินความถูกต้องของระบบ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบโดยทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ที่เรียนในหลักสูตร CS IT และ WEB ซึ่งมีเกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.75 ขึ้นไป รวมทั้งสิ้น 152 คน ประกอบด้วย หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์จำนวน 57 คน หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 72 คน และหลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ จำนวน 23 คน ผลลัพธ์ของระบบที่ได้คือ กลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียน(LCG) ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในอันดับที่ 1 และ ที่ 2 ซึ่งจะกลายเป็นตัวแทนของหลักสูตรคอมพิวเตอร์นั้นๆ ผลปรากฏว่า LCG1 เป็นตัวแทนของหลักสูตร IT, LCG2 เป็นตัวแทนของหลักสูตร CS และ LCG5 เป็นตัวแทนของหลักสูตร WEB ดังแสดงผลลัพธ์ในตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 แสดงผลการประเมินความถูกต้องของระบบแนะนำ

Computer Course	**(Testing Group) amount of student GPA ≥ 2.75**	**(Model 5) LCG-Test-21**	
		Mean 1st	**Mean 2rd**
CS: Computer Science	57	LCG2	LCG1
IT: Information Technology	72	LCG1	LCG2
WEB: Web Programming and Security	23	LCG5	LCG2

3.4.4 การวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของการเข้าใช้ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย

การวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) วิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของผู้ใช้ระบบแนะนำ โดยใช้ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และใช้ค่าพิสัยดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2548)

ค่าเฉลี่ย	4.51–5.00	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.51–4.50	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจมาก
ค่าเฉลี่ย	2.51–3.50	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.51–2.50	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00–1.50	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

2) ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนนใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2548, น.80)

$$\mu = \frac{\sum x}{N} \quad (3\text{-}1)$$

μ แทนค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

N แทนจำนวนคนทั้งหมด

3) ค่าร้อยละ (Percentage) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2548, น.80)

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \quad (3\text{-}2)$$

P แทนค่าร้อยละ

f แทนความถี่ที่ต้องการแปลงให้เป็นร้อยละ

N แทนจำนวนความถี่ทั้งหมด

4) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2548, น.80)

$$\sigma = \sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}} \quad (3\text{-}3)$$

σ แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ แทนผลรวมของคะแนนแต่ละตัว ยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทนผลรวมของคะแนนทั้งหมด ยกกำลังสอง

N แทนจำนวนคน

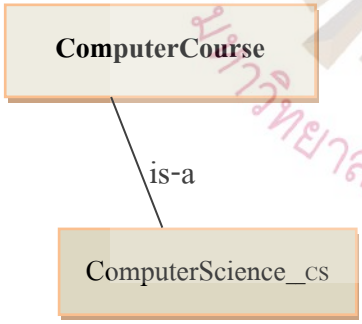
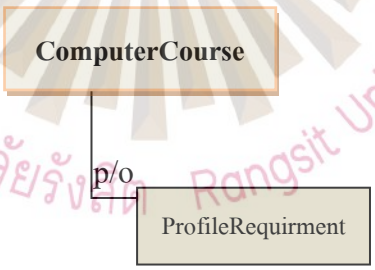
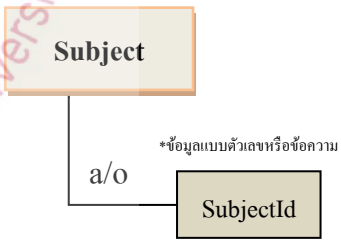
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 4

ผลการวิจัย

The CCL-Guidance System ได้ถูกพัฒนาขึ้นจากหลักการของออนโทโลยี (Ontology) และอรรถประโยชน์ของเว็บสื่อความหมาย (Semantic Web) ดังนั้นผลการวิจัยที่นำมาเสนอนี้ ก็คือ ออนโทโลยี ของ The CCL-Guidance System ซึ่งมีรายละเอียดประกอบด้วย 3 Concept ได้แก่ Computer_Course_Concept, Learner_Profile_Concept, Result_Learner_Recommend_Concept โดยการกำหนดคุณสมบัติ (Property) ของ Concept จะมีรูปแบบที่แสดงความสัมพันธ์ 3 แบบ ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงรูปแบบความสัมพันธ์ของ Concept ทั้ง 3 แบบ

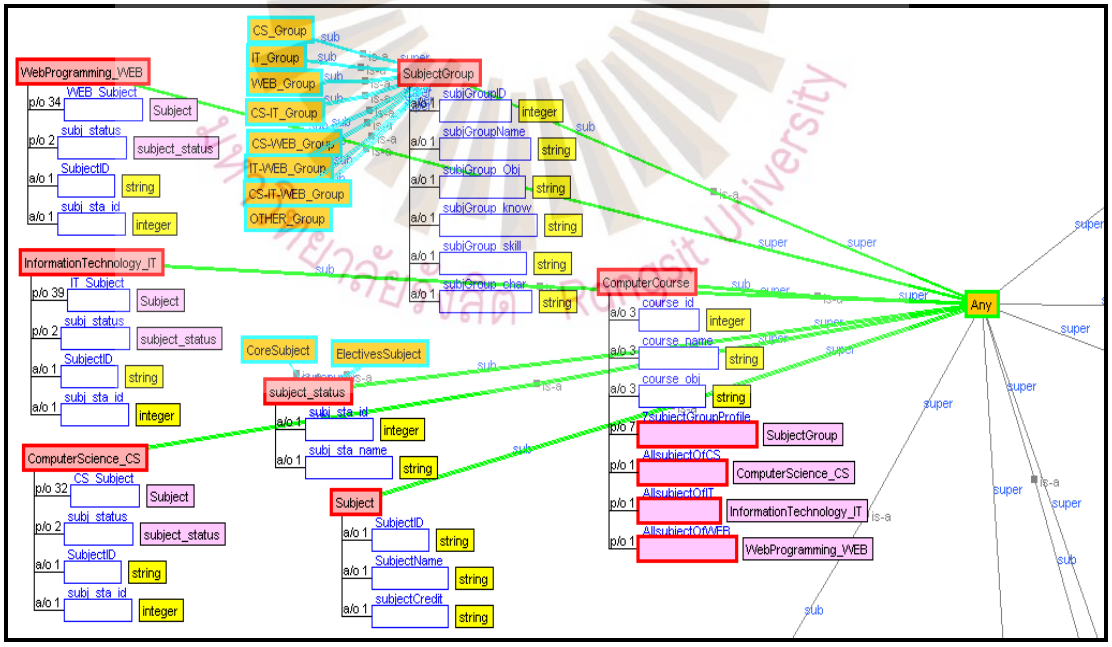
แบบ "จัดเป็น" (Is-a)	**แบบ "เป็นส่วนประกอบของ" (Part-of)**	**แบบ "เป็นคุณลักษณะของ" (Attribute-of)**
		
ComputerScience__CS จัดเป็นชนิดหนึ่งของ ComputerCourse	ProfileRequirment จัดเป็นส่วนประกอบของ ComputerCourse	SubjectId เป็นคุณลักษณะของ Subject

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตร (Computer Course Module)

ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะ/ธรรมชาติของหลักสูตรด้านคอมพิวเตอร์ทั้ง 3 หลักสูตร คือ CS, IT และWEB โดยใช้กรณีศึกษาของภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ซึ่งทำการวิเคราะห์ Knowledge Skill and Characteristic ของทั้ง 3 หลักสูตร ได้แก่ 'Computer Course Ontology' ประกอบด้วยรายละเอียด Concept ดังนี้

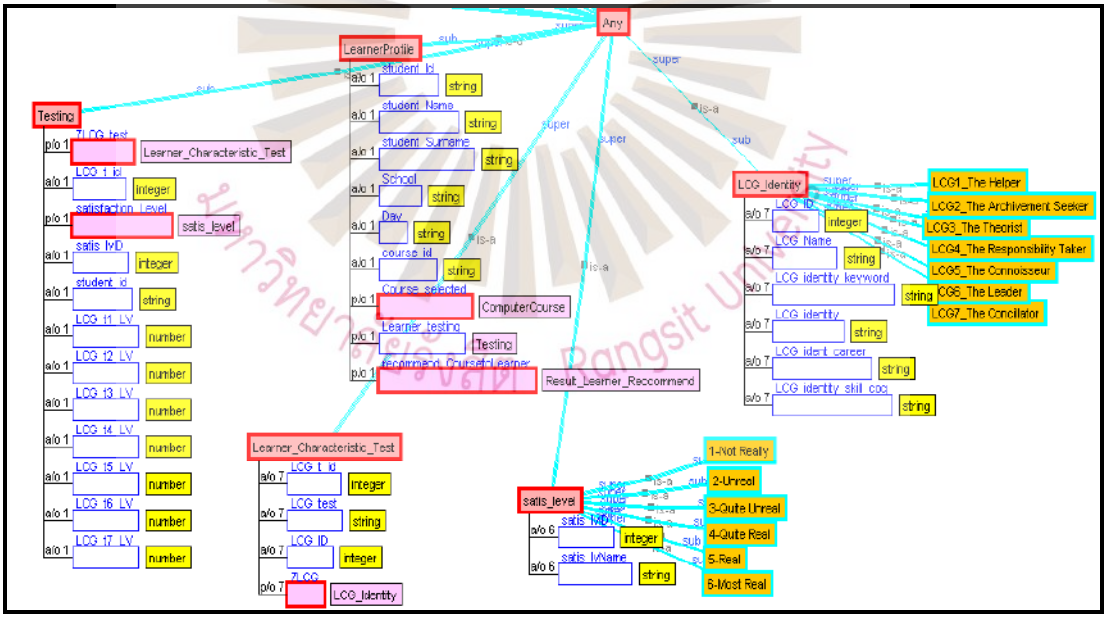
Computer Course, subject, subject_status, SubjectGroup, WebProgramming_WEB, Information-Technology_IT and Computer Science_CS, โดย Concept หลัก “Computer Course” มีการกำหนดคุณสมบัติความสัมพันธ์ ดังนี้: IS-A | cs-group to other-group is-a “SubjectGroup”, Part-of | “SubjectGroup”, “WebProgramming_WEB”, “InformationTechnology_IT” และ “ComputerScience_CS” part-of “ComputerCourse”, “Subject” และ “Subject_status” part-of “WebProgramming_WEB”,“Subject” และ “Subject_status” part-of “Information Technology_IT” และ “Subject” and “Subject_status” part-of “ComputerScience_CS”, ดังแสดงรายละเอียดความสัมพันธ์ของ 'Computer Course Ontology' ในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 รายละเอียดรูปแบบความสัมพันธ์ของ 'Computer Course Ontology'

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน (Learner Profile Module)

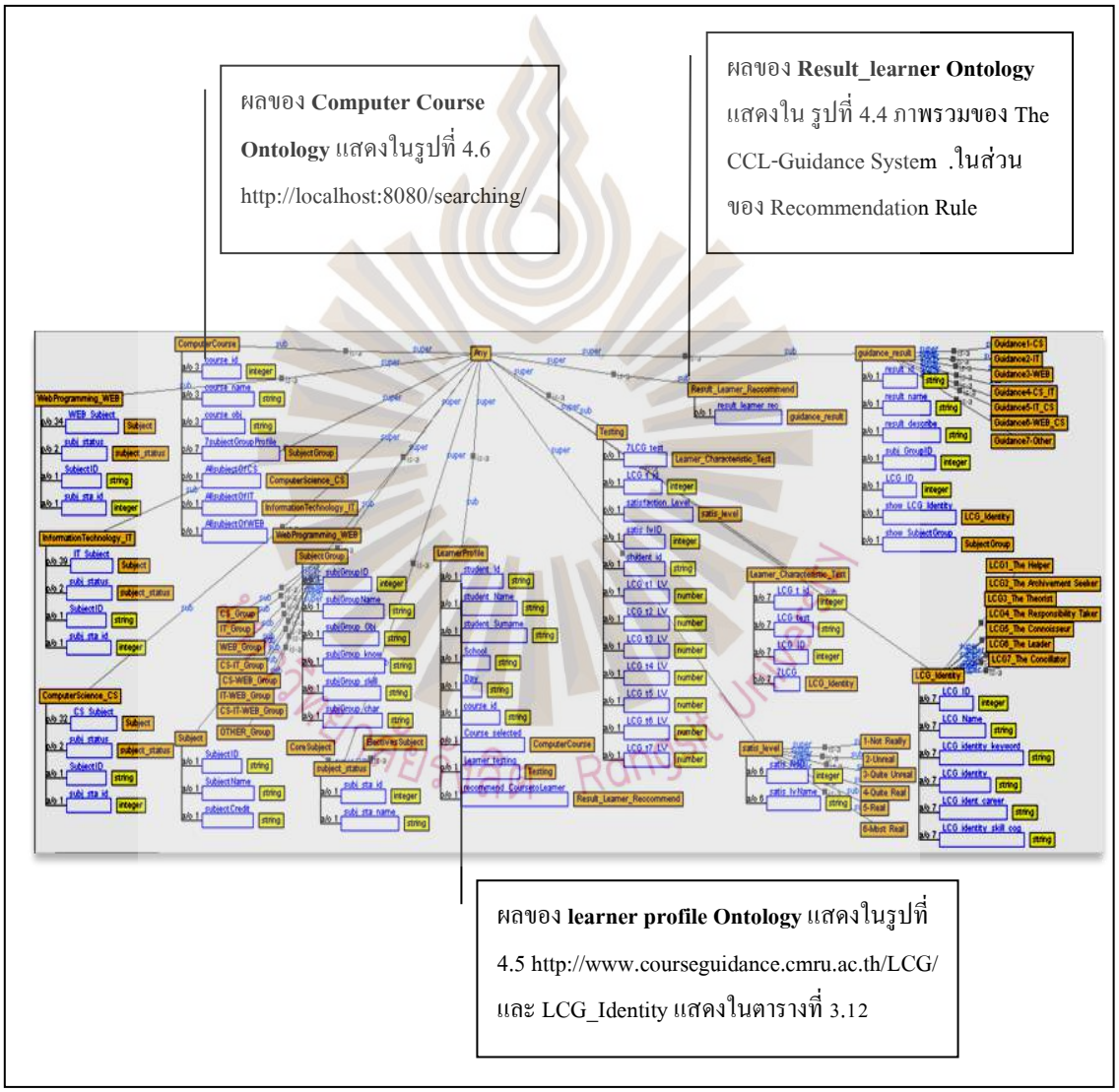
ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนได้แก่ 'Learner Profile Ontology' ถูกออกแบบสำหรับทำการวิเคราะห์ว่าคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนที่ต้องการเข้าเรียนหลักสูตรด้านคอมพิวเตอร์คนนั้นเป็นอย่างไร? โดยให้ผู้เรียนบันทึกโพรไฟล์พื้นฐานและทำแบบวัดคุณลักษณะนิสัย LCG-Test-21 ดังนั้น 'Learner Profile Ontology' จึงประกอบด้วยรายละเอียด Concept ดังนี้ LearnerProfile, Testing, Learner_characteristic_Test, LCG_Identity and satis_level, โดย Concept หลัก “LearnerProfile” มีการกำหนดคุณสมบัติความสัมพันธ์ของ IS-A และ Part-of ดังนี้: IS-A | LCG1-LCG7 is-a “LCG_Identity” และ 1-Not really to 6-Most Real is-a “satis_level”, part-of | “ComputerCourse”, “Testing” และ “Result_Learner_Recommend” part-of “ LearnerProfile” , “Learner_characteristic_Test” และ “satis_level” part-of “Testing” และ “LCG_Identity” part-of “Learner_characteristic_Test”, ดังแสดงรายละเอียดความสัมพันธ์ของ 'Learner Profile Ontology' ในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 รายละเอียดรูปแบบความสัมพันธ์ของ 'Learner Profile Ontology'

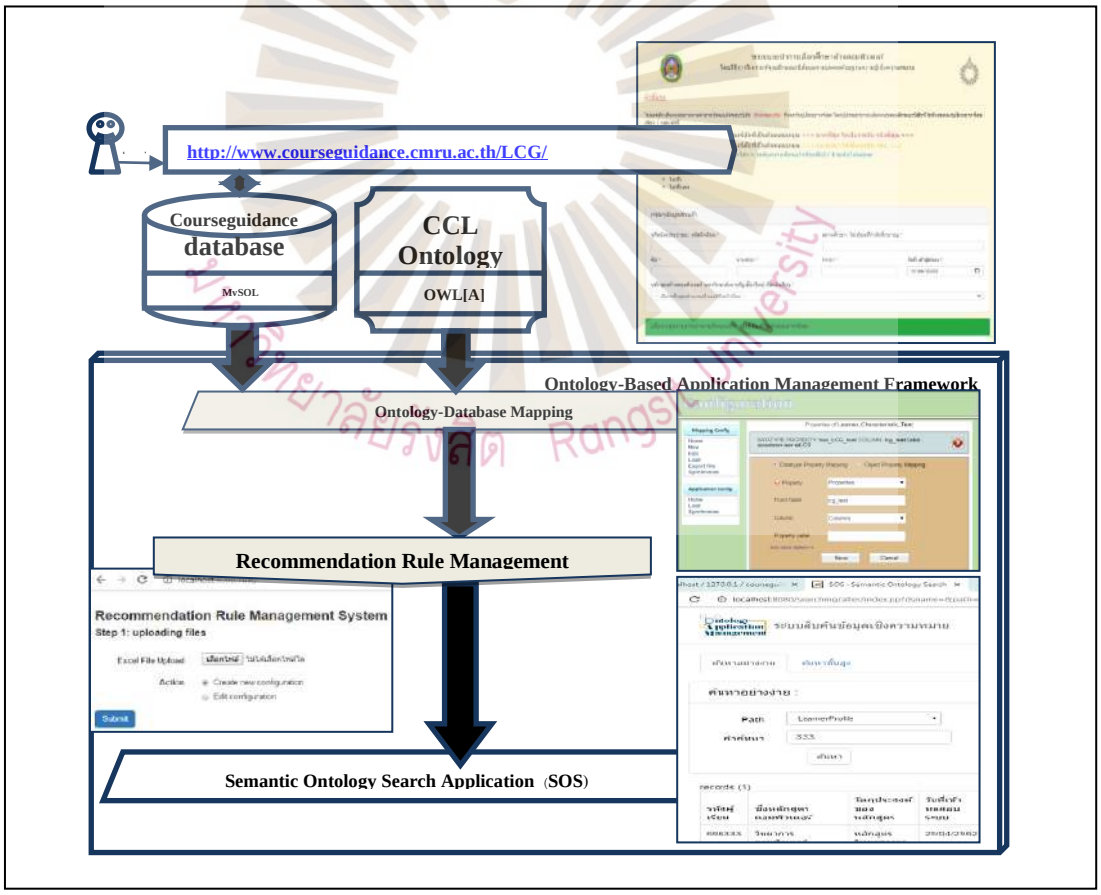
4.3 ผลการพัฒนาและทดสอบระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

ภาพรวมของ CCL Ontology เป็นภาพรวมของออนโทโลยีดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ภาพรวมของ CCL Ontology

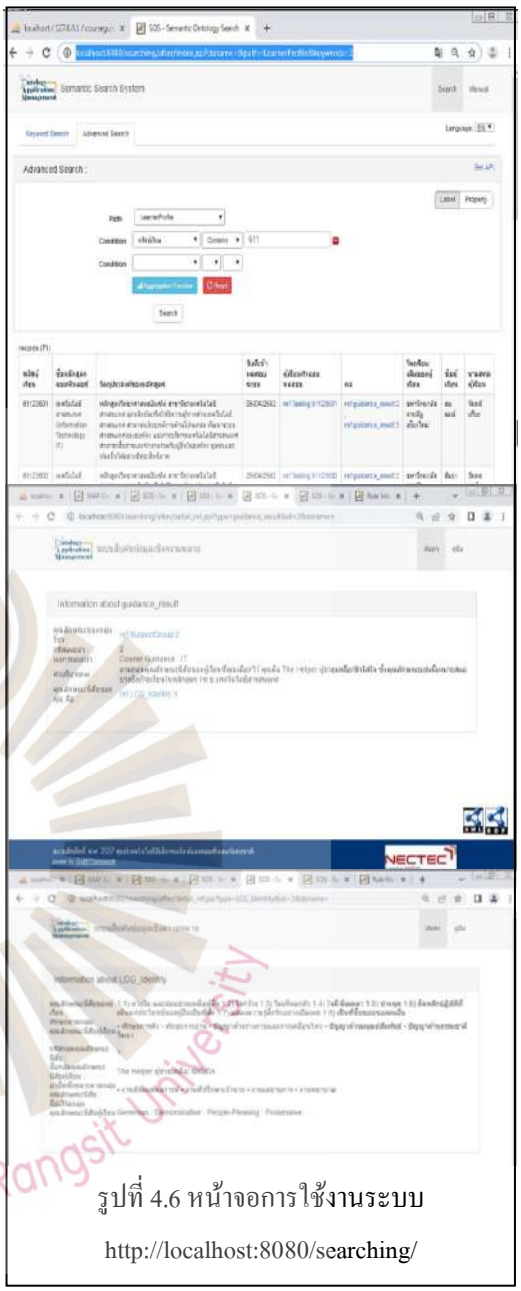
CCL Ontology ในรูปที่ 4.3 เป็นภาพรวมซึ่งใช้สำหรับสร้าง The CCL-Guidance system ดังแสดงในรูปที่ 4.4 นั้น โดยแต่ละออนโทโลยีจะมีการเชื่อมโยงกับดาต้าเบสซึ่งสามารถสร้างส่วนประสานงานกับผู้ใช้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1) เว็บไซต์ฐานข้อมูลที่พัฒนามาจากภาษา PHP และจัดเก็บฐานข้อมูลด้วย MySQL มีไว้เพื่อให้ผู้เรียนเข้ามากรอกข้อมูลโพรไฟล์ของตนเองและทำแบบวัดคุณลักษณะนิสัยซึ่งใช้เป็นข้อมูลสำหรับให้ระบบฯ ประมวลผลและแนะนำหลักสูตรคอมพิวเตอร์ให้กับผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถเข้าใช้งานได้ที่ http://www.courseguidance.cmru.ac.th/LCG/ ดังแสดงตัวอย่างในรูปที่ 4.5 ซึ่งในส่วนของแบบวัดคุณลักษณะนิสัยจะมีลักษณะเป็นชุดคำถามที่ให้ผู้เรียนเลือกระดับความพึงพอใจสูงสุดเพียงชุดคำถามเดียวเท่านั้นส่วนชุดคำถามอื่นๆ จะเลือกความพึงพอใจระดับใดก็ได้ และ ส่วนที่ 2) เว็บไซต์สืบค้นเชิงความหมาย (Semantic Ontology Search: SOS) พัฒนาขึ้นจากเฟรมเวิร์ค Ontology Application Management (OAM) ซึ่งก็คือส่วนของระบบแนะนำ และเข้าใช้งานได้ที่ http://localhost:8080/searching/ ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.4 ภาพรวมของ The CCL-Guidance System

รูปที่ 4.5 หน้าจอการใช้งานระบบ

http://www.courseguidance.cmru.ac.th/LCG/



รูปที่ 4.6 หน้าจอการใช้งานระบบ

http://localhost:8080/searching/

ผลการทดสอบ The CCL-Guidance system ด้วยกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบระบบโดยทดลองกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เรียนในหลักสูตร CS IT และ WEB รวมทั้งสิ้น 71 คน ประกอบด้วย หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์จำนวน 25 คน หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ จำนวน 36 คน และหลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ จำนวน 10 คน ผลลัพธ์ของระบบที่ได้คือ กลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียน (LCG) ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในอันดับที่ 1 และ ที่ 2 ซึ่งจะกลายเป็นตัวแทนของหลักสูตรคอมพิวเตอร์นั้นๆ ผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างปรากฏว่า

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

LCG1 เป็นตัวแทนของ IT, LCG2 เป็นตัวแทนของ CS และ LCG5 เป็นตัวแทนของ WEB ดังแสดงผลลัพธ์ในตารางที่ 4.2

ผลลัพธ์ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างแสดงให้เห็นว่า LCG1 เป็นตัวแทนของหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ, LCG2 เป็นตัวแทนของหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ และ LCG5 เป็นตัวแทนของหลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบระบบเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง

Computer Course	**(Testing Group) amount of student GPA ≥ 2.75**	**(Model 5) LCG-Test-21**		***(Sampling Group) amount of student 1st year***	***Sampling Group (Amount of student)***	
		Mean 1st	**Mean 2rd**		***Mean1st***	***Mean2rd***
CS: Computer Science	57	LCG2	LCG1	25	LCG2(***15***)	LCG1(***8***)
IT: Information Technology	72	LCG1	LCG2	36	LCG1(***26***)	LCG2(***19***)
WEB: Web Programming and Security	23	LCG5	LCG2	10	LCG5(***7***)	LCG2(***4***)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของการเข้าใช้ The CCL- Guidance System

ผลการวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติและค่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าใช้ระบบแนะนำดังต่อไปนี้

4.4.1 ผลการวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ จากแบบสอบถามความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าใช้ระบบแนะนำ จำนวนรวมทั้งสิ้น 70 คน

ผลการวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติแสดงดัง ตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ที่	รายการ	รายละเอียด	N = 70 (คน)	
			Frequency (คน)	Percentage (%)
1	เพศ	▫ ชาย	55	78.57
		▫ หญิง	15	21.43
2	หลักสูตรที่กำลังศึกษา	▫ วิทยาการคอมพิวเตอร์	25	35.71
		▫ เทคโนโลยีสารสนเทศ	35	50.00
		▫ การโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ	10	14.29

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าพื้นฐานทางสถิติ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 70 คน ผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศชาย (ร้อยละ 78.57) และ เพศหญิง (ร้อยละ 21.43) สถานะกำลังศึกษาของผู้ตอบประกอบด้วย ศึกษาหลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์คิดเป็น (ร้อยละ 35.71) ศึกษาหลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศคิดเป็น (ร้อยละ 50.00) และ ศึกษาหลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บคิดเป็น (ร้อยละ 14.29)

4.4.2 ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าใช้ระบบแนะนำ จำนวนรวมทั้งสิ้น 70 คน

ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 70 คน

ที่	รายการประเมิน	N = 70		ระดับความคิดเห็น
		$\bar{x}$	S.D.	
1) ความพึงพอใจด้านการเข้าใช้งาน The CCL-Guidance System		**4.23**	**0.78**	**มาก**
	1.1) ความสะดวกรวดเร็วในการเชื่อมโยงข้อมูลภายใน **www.courseguidance.cmru.ac.th/LCG/**	4.30	0.71	มาก
	1.2) ความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงระบบ SOS **http://localhost:8080/searching/**	4.24	0.79	มาก
	1.3) ความทันสมัย และเป็นปัจจุบันของข้อมูล	4.03	0.88	มาก

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง จำนวนทั้งสิ้น 70 คน(ต่อ)

ที่	รายการประเมิน	N = 70		ระดับความคิดเห็น
		$\bar{X}$	S.D.	
	1.4) ความสมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้อง และน่าเชื่อถือ	4.19	0.84	มาก
	1.5) คำแนะนำจากระบบด้านคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลมีประโยชน์ต่อตัวท่าน	4.46	0.63	มาก
	1.6) คำแนะนำจากระบบด้านหลักสูตรคอมพิวเตอร์นำมาใช้ประโยชน์ต่อตัวท่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ	4.24	0.77	มาก
	1.7) มีการจัดระดับความปลอดภัย รักษาข้อมูลส่วนตัวหรือกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึง	4.14	0.86	มาก
2) ความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ		**4.04**	**0.83**	**มาก**
	2.1) ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของหน้าจอ	4.19	0.84	มาก
	2.2) สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน	4.04	0.89	มาก
	2.3) ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม	4.13	0.80	มาก
	2.4) ความรวดเร็วในการแสดงผล มีการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล เมนูต่างๆ ทำให้สะดวกต่อการค้นหาและเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย	4.17	0.82	มาก
	2.5) สีสันในการออกแบบมีความเหมาะสม	3.84	0.83	มาก
	2.6) ภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกันและสามารถสื่อความหมายได้	3.87	0.80	มาก
3) ความพึงพอใจในภาพรวม		**4.27**	**0.74**	**มาก**
	โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในการเข้าใช้งาน The CCL-Guidance System ในระดับใด	4.27	0.74	มาก
ค่าเฉลี่ยรวม		**4.15**	**0.44**	**มาก**

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่เข้าใช้ระบบแนะนำ จำนวนรวมทั้งสิ้น 70 คน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$=4.15, S.D.=0.44) ซึ่งได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 3 หมวดย่อย โดยภาพรวมของทั้ง 3 หมวดย่อยมีค่าความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เช่นกัน ดังนี้ 1) ความพึงพอใจด้านการเข้าใช้งาน The CCL-Guidance System ($\bar{X}$=4.23, S.D.=0.78) ซึ่งรายการประเมิน 4 อันดับแรก คือ ด้านคำแนะนำจากระบบด้านคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลมีประโยชน์ต่อตัวท่าน ($\bar{X}$=4.46, S.D.=0.63) ด้านความสะดวกรวดเร็วในการเชื่อมโยง

ข้อมูลภายใน www.courseguidance.cmru.ac.th/LCG/ ($\bar{X}$=4.30, S.D.=0.71) ด้านคำแนะนำจากระบบด้านหลักสูตรคอมพิวเตอร์นำมาใช้ประโยชน์ต่อตัวท่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ ($\bar{X}$=4.24, S.D.=0.77) และ ด้านความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงระบบ SOS http://localhost:8080/searching/ ($\bar{X}$=4.24, S.D.=0.79) 2) ความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ ($\bar{X}$=4.04, S.D.=0.83) ซึ่งรายการประเมิน 3 อันดับแรก คือ ด้านความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของหน้าจอ ($\bar{X}$=4.19, S.D.=0.84) ด้านความรวดเร็วในการแสดงผล มีการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล เมนูต่างๆ ทำให้สะดวกต่อการค้นหาและเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย ($\bar{X}$=4.17, S.D.=0.82) ด้านขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม ($\bar{X}$=4.13, S.D.=0.88) และ 3) ความพึงพอใจในภาพรวม ($\bar{X}$=4.27, S.D.=0.84) ประเมินเพียงรายการเดียว คือ โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในการเข้าใช้ระบบงานในระดับใด

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ นี้ผู้วิจัยได้นำหลักการของออนโทโลยีและอรรถประโยชน์ของเว็บสื่อความหมายมาใช้ในการพัฒนาระบบ จึงขอสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลัก 4 ข้อ คือ 1) เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตรคอมพิวเตอร์ 3 หลักสูตร (CS, IT และ WEB) 2) เพื่อสังเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน 3) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย และ 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในการเข้าใช้ระบบแนะนำฯ ที่พัฒนาขึ้น ทั้ง 4 วัตถุประสงค์ผู้วิจัยใช้สำหรับตอบคำถามการวิจัยที่ตั้งไว้ว่า: “เราจะแนะนำผู้เรียนให้เข้าเรียนหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับตนเองได้อย่างไร” ซึ่งมีระเบียบวิธีการวิจัย ดังนี้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งเป็นนักศึกษาเฉพาะใน 3 หลักสูตรคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ปีการศึกษา 1/2559 เป็นวิธีการสุ่มอย่างง่าย ซึ่งขนาดกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 หลักสูตรร่วมกันมีจำนวนทั้งสิ้น 71 คน ประกอบด้วย (CS = 25 คน, IT = 36 คน และ WEB =10 คน) โดยความคลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยยอมรับได้ 5% จาก ประชากรทั้งหมด คือ นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่เข้าศึกษาในภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ของปีการศึกษา 1/2559 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยนี้มี 4 เครื่องมือหลัก ได้แก่ *เครื่องมือวิจัย (1)* คือ คุณลักษณะเฉพาะหลักสูตรคอมพิวเตอร์(Computer Course Module) 3 หลักสูตร (CS, IT, WEB) โดยใช้กรณีศึกษาจากมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ซึ่งถูกนำมาสังเคราะห์ธรรมชาติของหลักสูตรแต่ละหลักสูตรโดยพิจารณาจากวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและวัตถุประสงค์ของรายวิชาทุกรายวิชา (เฉพาะรายวิชาชีพบังคับและรายวิชาชีพเลือก)รวมทั้งสิ้น 55 รายวิชา พบว่าสิ่งที่บ่งบอกความเป็นเอกลักษณ์ของแต่

ละหลักสูตรสามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ (Knowledge: K) ด้านทักษะ (Skill: S) และด้านคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคล (Characteristics: C) ผลลัพธ์ที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยเครื่องมือนี้ คือ SubjectGroups รวม 7 กลุ่ม ที่มีข้อมูลคุณลักษณะเฉพาะของแต่ละกลุ่ม ซึ่งผลลัพธ์นี้จะถูกนำไปออกแบบระบบแนะนำในส่วนของ 'Computer Course Ontology' เครื่องมือวิจัย (2) คือ คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียน (Learner Profile Module) มีจุดมุ่งหมายเพื่อทำการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลของผู้เรียนแต่ละคน ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้จากเครื่องมือนี้ ประกอบด้วยกลุ่มคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียน จำนวนเพียง 7 กลุ่ม (LCG1-LCG7) พร้อมทั้งได้แบบวัดคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลที่ใช้ค้นหากลุ่ม LCG ดังกล่าวจำนวน 21 ข้อ (LCG-TEST-21) ซึ่งผลลัพธ์นี้จะถูกนำไปออกแบบระบบแนะนำในส่วนของ 'Learner Profile Ontology' เครื่องมือวิจัย (3) คือ ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย (The CCL-Guidance System) ใช้แนวคิดของ Ontology Application Framework สำหรับการพัฒนาระบบนี้ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1] Input Sources โดยทำสร้าง “Courseguidance Database” 2] DB-Ontology Mapping โดยทำการออกแบบ Result_Learner_Recommend_Ontology เพื่อ Mapping ฟิลด์ระหว่าง “Courseguidance Database” ที่สร้างไว้กับออนโทโลยี CCL_Ontology 3] Knowledge Application Frameworks โดยเลือกใช้ Frameworks แบบ Recommendation และ Semantic Search และ 4] User Interfaces & Application ซึ่งเลือกนำเสนอเป็นแบบ Webpage และ เครื่องมือวิจัย (4) คือ แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างในการเข้าใช้ The CCL-Guidance System แบบ 5 ระดับ จำนวนรายการประเมิน 14 ข้อ

ผลลัพธ์ของ The CCL-Guidance System แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เว็บไซต์ฐานข้อมูลพัฒนาจากภาษา PHP และใช้ฐานข้อมูล MySQL ซึ่งตั้งชื่อว่า “courseguidance”โดยใช้งานผ่าน URL “Http://www.courseguidance.cmru.ac.th/LCG/” และ ส่วนที่ 2 เว็บไซต์สืบค้นข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Ontology Search: SOS) พัฒนาจาก Ontology-Based Application Management Framework (OAM) โดยใช้งานผ่าน URL “https://localhost:8080/searching/” ผลของการทดสอบระบบแนะนำจากกลุ่มตั้งต้นและกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้ผลการทดสอบที่สอดคล้องในทิศทางเดียวกัน คือ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีคุณลักษณะนิสัยในกลุ่ม LCG2 หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ ผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีคุณลักษณะนิสัยในกลุ่ม LCG1 และหลักสูตรการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ ผู้เรียนส่วนใหญ่จะมีคุณลักษณะนิสัยในกลุ่ม LCG5 ท้ายที่สุด คือผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างจำนวนรวมทั้งสิ้น 70 คน ที่ได้เข้าใช้งานระบบแนะนำ พบว่า ระดับความพึงพอใจในภาพรวม อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$=4.15,

S.D.=0.44) ซึ่งได้แบ่งรายการประเมินออกเป็น 3 หมวดย่อย และได้รับระดับค่าความพึงพอใจในระดับมากเช่นกัน คือ 1) ความพึงพอใจด้านการเข้าใช้งาน The CCL-Guidance System ($\bar{x}$=4.23, S.D.=0.78) 2) ความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ ($\bar{x}$=4.04, S.D.=0.83) และ 3) ความพึงพอใจในภาพรวมของการเข้าใช้ระบบแนะนำ ($\bar{x}$=4.27, S.D.=0.84)

5.2 อภิปรายผล

THE CCL-Guidance System เป็นระบบแนะนำทางการศึกษาด้วยเทคนิคอิงฐานความรู้เชิงความหมาย (Ontology-Based) โดยมีวัตถุประสงค์ในการแนะนำหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสม กับคุณลักษณะนิสัยเฉพาะส่วนบุคคลของผู้เรียนชั้นมัธยม ศึกษาตอนปลายมากที่สุด ในการศึกษาครั้งนี้ เราทำการเลือกหลักสูตร คอมพิวเตอร์ที่มีความคล้ายกันจำนวนสามหลักสูตร ได้แก่ วิทยาการคอมพิวเตอร์ (CS) เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) และการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบน เว็บ(WEB) ซึ่ง THE CCL-Guidance System ได้รับ การพัฒนาเป็นระบบเว็บฐานความรู้เชิงความหมาย จึงมีการออกแบบองค์ประกอบหลัก 3 ส่วน คือ Learner Profile Module, Course Profile Module และ Result_learner_Recommend Module แนวคิดแรกของการพัฒนาระบบแนะนำนี้ขึ้นมาเพื่อแนะนำหลักสูตรคอมพิวเตอร์ให้กับนักเรียนชั้นม.ปลายที่ประสงค์อยากจะเรียนของมหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด ของการพัฒนาระบบแนะนำทางการศึกษาในช่วงของกระบวนการเตรียมการก่อนเข้าโรงเรียนของ (Wu & Wu, 2020) ที่ได้นำเสนอระบบแนะนำหลักสูตรที่นักเรียนควรเรียนรู้ตามองค์ความรู้ของนักเรียน โดยการเปรียบเทียบเส้นโค้งการเรียนรู้ของตนเองกับเส้นโค้งการเรียนรู้ของนักเรียนในอดีต โดยเส้นโค้งการเรียนรู้ถูกสร้างขึ้นจากชุดข้อมูลเกรดจำนวนมาก และสอดคล้องกับ Lerdsakooljinda and Utakrit (2011) ซึ่งทำการศึกษาเรื่อง ระบบแนะนำการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาในอินเดีย โดยใช้เทคนิคการกรองตามเนื้อหาเพื่อแนะนำมหาวิทยาลัยที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนโดยการคำนวณความชอบและความสนใจของผู้เรียนที่คล้ายกัน และ สำหรับในประเทศออสเตรเลีย De Pessemier et al. (2012) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบสนับสนุนการตัดสินใจด้านการศึกษาที่ใช้เทคนิคแผนผังการตัดสินใจกับข้อมูลของผู้สมัครเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาของผู้เรียนและนำเสนอผลงานแต่ละมหาวิทยาลัยในออสเตรเลียที่ผู้เรียนสมัครได้ รวมถึงการออกแบบและพัฒนาระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย ในแบบเว็บฐานความรู้เชิงความหมายและจัดตั้ง “CCL-Guidance” เป็นฐานคำศัพท์นั้นสอดคล้องกับการออกแบบของ Miller (2013) ที่ศึกษา Semantic Modeling เป็นการสร้างโมเดลเปรียบเทียบกราฟ

จากข้อมูล Resource Description Framework: RDF กับ โมเดลเชิงวัตถุ, โมเดลเชิงสัมพันธ์ เป็นต้น และเมื่อเราให้ความหมายก็จะเรียกโมเดลว่า “Knowledge Model” สิ่งสำคัญที่ต้องมีคือ ฐานคำศัพท์ (Vocabulary) เป็นคำที่มีความหมายดีที่กำหนดให้ครอบคลุมบริบท และฐานออนโทโลยี (Ontology-base) จะช่วยกำหนดความสัมพันธ์ของฐานคำศัพท์ที่ตั้งไว้ด้วย ทั้งนี้ THE CCL-Guidance System ได้นำเสนอวิธีการออกแบบ ออนโทโลจีของทั้งสามโมดูล ดังนี้

Learner Profile Ontology ถูกออกแบบมาเพื่อเก็บโปรไฟล์ของนักเรียนเพื่อให้ได้โปรไฟล์นักเรียนที่เหมาะสม เราได้ดำเนินการแยกประเภทคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนสำหรับ CS, IT และ WEB กระบวนการของงานนี้เริ่มต้นด้วย การสังเคราะห์คุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนจากทฤษฎีคลาสสิกสี่ทฤษฎีได้แก่ Enneagram, MBTI, John Holland และ Multiple Intelligence จากนั้นจึงประเมินประเภทคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนกับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตภาคเหนือจำนวน 410 คน ประกอบด้วย โรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย, โรงเรียนเวียงเจดีย์วิทยา อ.ลี้ จ.ลำพูน, โรงเรียนห้วยม้าวิทยาคม อ.ห้วยม้า จ.แพร่, โรงเรียนศรีมาศพิทยา จ.สุโขทัย และโรงเรียนแม่แตงวิทยาคม อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่ ด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) และถัดมาเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน (CFA) ด้วยกลุ่มทดสอบยืนยันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 รวมจำนวน 300 คน (Diamantopoulos & Siguaw, 2000) จากหลักสูตร CS จำนวน 99 คน, IT จำนวน 135 คน และ WEB จำนวน 66 คน เพราะนักศึกษาชั้นปีที่ 3 และ 4 ถือเป็นตัวแทนของผู้เรียนในหลักสูตร 3 หลักสูตรที่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่ามีคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนเจ็ดประเภทที่ยืนยันคือ 7-LCG ได้แก่ LCG -1: ผู้ช่วยเหลือ LCG -2: ผู้แสวงหาความสำเร็จ LCG -3: นักคิด LCG -4: ผู้รับผิดชอบ LCG -5: นักกระตือรือร้น LCG -6: ผู้นำ และ LCG -7: นักประนีประนอม ถัดมาได้ทำการวิเคราะห์ประเภทคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียนในหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่คล้ายกันทั้ง 3 หลักสูตร ได้ผลแล้ว พบว่า LCG-2, LCG -1 และ LCG -5 เป็นประเภทคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียนสำหรับนักเรียน CS, IT และ WEB ตามลำดับ ทั้งนี้ถูกจัดเก็บ ไว้ในสถาปัตยกรรม Learner Profile Ontology ประกอบด้วย Concept 5 ประการ ได้แก่ LearnerProfile, Testing, Learner_characteristic_Test, LCG_Identity and Satis_level แนวคิดในการนำเสนอ Learner Profile ด้วยการสังเคราะห์ 7 ประเภทคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียน (7-LCG) นั้น เราพบว่า Learner Profile Module แตกต่างจากงานวิจัยด้านคุณลักษณะของผู้เรียนเพื่อนำไปใช้ช่วยสร้างกลุ่มผู้เรียนก่อนที่จะนำไปสร้างออนโทโลยีผู้เรียนนั้นซึ่งจากการทบทวนงานวิจัย สามารถแบ่งกลุ่มการวิเคราะห์คุณลักษณะของผู้เรียนได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ *กลุ่มแรก* การวิเคราะห์ลักษณะผู้เรียนเพื่อพัฒนาสื่อของแต่ละรูปแบบการเรียนรู้ได้แก่ การออกแบบสื่อที่หลากหลายสำหรับนักเรียนที่

เรียนแบบการศึกษาทางไกล, แบบ Web Base, แบบ Adaptive Learning, แบบผสมผสาน และ แบบอีเลิร์นนิง (Aziz et al., 2014; Mustafa, 2005; Flores et al., 2012; Rezaei-Zadeh et al., 2012-2013) *กลุ่มที่สอง* การวิเคราะห์ลักษณะผู้เรียนเพื่อหาปัจจัยความสำเร็จในการศึกษา กลุ่มนี้เน้นหาปัจจัยที่จะส่งผลให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนสูงสุดเช่น ปัจจัยการรับรู้ ปัจจัยการเรียนรู้ ปัจจัยด้านความสำเร็จ (Masa'deh et al., 2016) และ*กลุ่มสุดท้าย* การวิเคราะห์ลักษณะผู้เรียนเพื่อหาปัจจัยที่ลดอัตราการออกกลางคัน กลุ่มนี้เน้นการหาปัจจัยที่จะลดอัตราการพ้นสภาพของนักเรียน เช่น ปัจจัยใดที่มีอิทธิพลกับการตัดสินใจออกกลางคันทั้งแบบเรียนปกติและแบบเรียนออนไลน์ (Park & Choi, 2009, pp.207-217; Tan & Shao, 2014; Onah et al., 2015; Santana et al., 2515; Yukselturk et al., 2014)

Course Profile Module ได้มีการออกแบบ Computer Course Ontology ซึ่งแสดงถึงคุณลักษณะหลักสูตรหรือธรรมชาติของหลักสูตรคอมพิวเตอร์ โดยนำเสนอถึง ทักษะพื้นฐาน (Skill) ความรู้พื้นฐาน (Knowledge) และลักษณะของผู้เรียน (Characteristic) ที่อยู่ในหลักสูตร เพื่อให้ได้อัตลักษณ์หลักสูตรของทั้งสามหลักสูตรคอมพิวเตอร์นั้น เราเริ่มต้นด้วยการวิเคราะห์ 55 วิชาของทั้งสามหลักสูตรและจัดกลุ่มเป็น 7 กลุ่มวิชา ได้แก่ CS_IT_WEB_group , CS_IT_group , CS_WEB_group , IT_WEB_group , CS_group , IT_group และ WEB_group จากนั้นจึงทำการสังเคราะห์ ทักษะพื้นฐาน ความรู้พื้นฐาน และคุณลักษณะของผู้เรียนจากวัตถุประสงค์รายวิชาทั้ง 7 กลุ่มและจัดเก็บไว้ใน Computer Course Ontology ประกอบด้วย Concept 7 ประการคือ Computer Course, subject, subject_status, SubjectGroup, WebProgramming¬_WEB, Information-Technology_IT and Computer Science_CS. ซึ่งการศึกษาครั้งนี้เราเน้นการแนะนำหลักสูตรคอมพิวเตอร์ 3 หลักสูตรที่มีความคล้ายกัน แต่ทั้งนี้ก็สอดคล้องกับแนวคิดในการแนะนำหลักสูตรสำหรับการเรียนแบบ E-Learningให้กับผู้เรียนด้วย Ontology-based Integrated ระหว่าง Learner Ontology และ Learning Domain Ontology ในการวิจัยของ Sharma & Ahuja, (2016) ที่มี 3 ขั้นตอน คือ เริ่มจาก 1) แนะนำหลักสูตรทั้งหมดให้ตรงตามลักษณะของผู้เรียน 2) ทำการแนะนำรายวิชาที่เป็น prerequisite–recursion ของหลักสูตร และ 3) ระบบตรวจสอบแล้วก็แนะนำรายวิชาที่เหมาะสมกับผู้เรียนมากที่สุด

Result_learner_Recommend Module ได้มีการออกแบบ Result_learner_Recommend Ontology ถูกสร้างขึ้นโดยการ Mapping ผลลัพธ์ระหว่าง Computer Course Ontology กับ Learner Profile Ontology เพื่อเก็บผลคำแนะนำของลักษณะหลักสูตรสำหรับ CS, IT และ WEB

ซึ่งได้รับการตั้งชื่อเป็น Guidance_CS , Guidance _IT และ Guidance _WEB ตามลำดับ ผลคำแนะนำ นำเสนอทักษะพื้นฐาน ความรู้พื้นฐาน และคุณลักษณะที่ผู้เรียนควรมีหรือควรจะเป็น นอกจากนี้ คำแนะนำเหล่านี้ยังได้รับการประเมินความสอดคล้อง (IOC)โดยผู้เชี่ยวชาญ และจัดเก็บไว้ในResult_learner_Recommend Ontology ประกอบด้วย Concept 1 ประการ คือ Result_learner_Recommend ทั้งนี้แนวคิดของการ Mapping ผลลัพธ์นั้น สอดคล้องกับ The Expertise Domain ของ Oprea (2015) ที่ได้ทำการพัฒนา Collaborative Ontology กิจกรรม Didactical ของหลักสูตรมหาวิทยาลัย (การเรียน การสอนและการสอบ) โดย Mapping กับออนโทยีของครูผู้สอนที่แตกต่างกันในลักษณะของการทำงานร่วมกัน

ผลการแนะนำหลักสูตรคอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมกับกลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน สรุปได้ดังนี้ Guidance_CS เหมาะสมสำหรับนักเรียนประเภท LCG-2 เป็นผู้แสวงหาความสำเร็จ นักเรียนประเภท LCG -2 มีแนวโน้มที่จะประสบความสำเร็จ ปฏิบัติจริง ยอมรับตนเอง ขยัน จริงจัง พัฒนาตนเอง ใส่ใจในรายละเอียด และติดตามผล และผลงานจะมีความสำคัญมากสำหรับพวกเขา กลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน LCG -2 ถูกจับคู่กับคุณลักษณะพื้นฐานที่ได้รับจาก Guidance _CS เป็นคนมีหลักการ คิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหา อย่างเป็นระบบ วางแผนและทำงานเป็นขั้นเป็นตอน กล้าเผชิญปัญหา กล้าตัดสินใจ กลายเป็น คนมีเหตุมีผล LCG -2 คือ สิ่งที่ถูกต้อง สำหรับนักเรียน CS นอกจากนี้ Guidance_CS ยังให้ทักษะและความรู้ ที่นักเรียน CS ควรมี เช่น ทักษะคอมพิวเตอร์ ผังงาน สัญลักษณ์ อัลกอริทึม ตรรกะ ชุด กราฟ ตลอดจนกฎหมาย และจริยธรรม ของคอมพิวเตอร์ Guidance_IT เหมาะสมสำหรับนักเรียนประเภท LCG -1 เป็นผู้ช่วยเหลือที่คอยห่วงใย ช่วยเหลือเอื้อเฟื้อเผื่อแผ่ ไม่เห็นแก่ตัว ใจดี เห็นอกเห็นใจ เป็นหลักการของผลประโยชน์ของผู้อื่นมากกว่าตัวเอง และ ความรู้สึกที่เปิดกว้าง กลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน LCG -1 ถูกจับคู่กับลักษณะพื้นฐานของนักศึกษา IT ที่ได้รับจากคำปรึกษา_IT ที่นักศึกษา IT มีศิลปะในการออกแบบและนำเสนอข้อมูล พวกเขามีระเบียบวินัย รอบคอบ และมีความสามารถในการทำงานเป็นทีม เช่นเดียวกับพวกเขาชอบที่จะสำรวจและทดลอง Guidance _IT ยังให้ทักษะและความรู้ที่นักศึกษา IT ควรมี เช่น ทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า ผังงาน/ทักษะอัลกอริทึม เทคโนโลยีมัลติมีเดีย กฎหมายคอมพิวเตอร์และจริยธรรม

Guidance_WEB เหมาะสมสำหรับนักเรียนประเภท LCG -5 กลุ่มคุณลักษณะนิสัยของผู้เรียน LCG -5 เป็นนักกระตือรือร้น พวกเขาเป็นคนที่แสวงหาความหลากหลาย มองโลกในแง่ดี อเนกประสงค์ ชอบการ แสวงหาความรู้และประสบการณ์ใหม่ ชอบการผจญภัยและความเสี่ยง

มีพรสวรรค์ นักวางแผนที่สนุกสนาน และมีความสุข ประเภทนี้ค่อนข้างเหมาะสมกับลักษณะพื้นฐานของนักเรียน WEB ที่ได้รับจาก Guidance_WEB ซึ่งเป็นบุคคลที่มีความกระตือรือร้นในการท้าทายและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ทักษะพื้นฐานสำหรับนักเรียน WEB ได้แก่ ทักษะการอ่านและสรุป ทักษะการออกแบบซอฟต์แวร์และการพัฒนาเว็บไซต์ ผังงาน และทักษะอัลกอริธึม คณิตศาสตร์ และทักษะเชิงตรรกะ ความรู้พื้นฐานที่ผู้เรียน WEB ควรเตรียม ได้แก่ อัลกอริธึม ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ และความปลอดภัยของข้อมูล

5.3 ข้อเสนอแนะ

ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย: กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ นี้ ควรได้รับการพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมทางด้าน Course Profile Module ในหลักสูตรสาขาวิชา หรือคณะ อื่นๆ นอกเหนือจากหลักสูตรคอมพิวเตอร์ โดยสามารถนำมา Matching กับ Learner Profile Module ที่มีอยู่แล้วได้ทันที เพื่อที่ระบบจะได้แนะนำการศึกษาต่อที่หลากหลายสาขาและตรงกับคุณลักษณะนิสัยเฉพาะของผู้เรียนมากที่สุด ประกอบกับ ควรมีคำแนะนำเพิ่มเติมหากนักศึกษาเลือกศึกษาในหลักสูตรอื่น ๆ

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม

ญาณินท์ คุณา. (2556). *รูปแบบการแนะแนวเชิงจิตวิทยาเพื่อพัฒนาพฤติกรรมความรับผิดชอบและการแก้ไขปัญหาอย่างสันติวิธีของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพในโรงเรียนอาชีวศึกษา* (Unpublished Doctoral Dissertation). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพฯ.

แดเนียลส์, เดวิด., และ ไพรซ์, เวอร์จิเนีย. (2545). *แก่นนพลักษณ์: คู่มือค้นหาและพัฒนาตนเอง*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิโกมลคีมทอง.

ธานินทร์ ศิลป์จารุ. (2550). *การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS*. กรุงเทพฯ: อินเตอร์ปริ้นท์.

บรรเจิด วิโรจน์วุฒิกุล. (2557). *Introduction to Ontology*. สืบค้นจาก bls.buu.ac.th/~f54361/12Aug23/Introduction%20to%20Ontology.ppt.

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น* (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ: สุรีวิยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. (2548). *การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล*. กรุงเทพฯ: สุรีวิยาสาส์น.

ปัญญฎา ประดิษฐบันทุกา. (2556). *ปัจจัยเชิงเหตุทางจิตสังคมที่มีอิทธิพลต่อสมรรถนะและพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้แบบวิจัยเป็นฐานของอาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล* (Unpublished Doctoral Dissertation). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

พาล์มเมอร์, เฮเลน. (2548). *เอ็นเนียแกรม-ศาสตร์เพื่อความเข้าใจตนเองและผู้อื่น*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิโกมลคีมทอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล. (2558). *หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558*. สืบค้นจาก http://www.academic.cmru.ac.th/web_curr58/pdf2558/COMSCI58.pdf

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล. (2558). *หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558*. สืบค้นจาก http://www.academic.cmru.ac.th/web_curr58/pdf2558/IT58.pdf

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ สำนักทะเบียนและประมวลผล. (2558). *หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2558*. สืบค้นจาก http://www.academic.cmru.ac.th/web_curr58/pdf2558/WEB58.pdf

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

ฤทธิไกร ไชยงาม. (2019). *มาตรวัดเจตคติแบบออสกูด (Osgood rating scale).* สืบค้นจาก https://www.gotoknow.org/posts/659230

วรรณี แกมเกตุ. (2557). *Factor Analysis*. สืบค้นจาก http://www.research.chula.ac.th/web/congratulation/file/55P136.pdf

ศจีมาศ ณ วิเชียร. (2555). *บทที่ 5 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและการหาคุณภาพ*. สืบค้นจาก netra.lpru.ac.th/~phaitoon/1statdes/tools.ppt.

ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ. (2012). *แพลตฟอร์มพัฒนาระบบฐานความรู้ด้วยออนโทโลยี*. สืบค้นจาก https://lst.nectec.or.th/oam/

สมศักดิ์ คงเที่ยง และ อัญชลี โพธิ์ทอง. (2542). *การบริหารบุคลากรและการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์*. กรุงเทพ ฯ: ภาควิชาการบริหารการศึกษาและอุดมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สุภมาส อังศุโชติ, สมถวิล วิจิตรวรรณา และรัชนีกูล ภิญโญภานุวัฒน์. (2554). *สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์: เทคนิคการใช้โปรแกรม LISREL* (พิมพ์ครั้งที่ 3 ฉบับปรับปรุง). กรุงเทพฯ: เจริญดีมั่นคงการพิมพ์.

สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน ก.พ.. (2548). *การปรับใช้สมรรถนะในการบริหารทรัพยากรมนุษย์*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

อธิพงศ์ ฤทธิชัย. (2555). *แนวคิดเรื่องสมรรถนะ*. สืบค้นจาก http://www.jobpub.com/articles/showarticle.asp?id=2213

ฮอลแลนด์, จอห์น แอล. (2557). *ทฤษฎีการเลือกอาชีพของฮอลแลนด์*. สืบค้นจาก http://www.novabizz.com/NovaAce/Personality/Theory_Holland.htm#ixzz23dnyPG1

Adler, A. (N.D). *Personality Theory***.** Retrieved from http://socialscience.igetweb.com/index.php?mo=3&art=41926354

Adomavicius, G., Manouselis, N., & Kwon, Y. (2010). *Multi-Criteria Recommender Systems.* Retrieved from http://ids.csom.umn.edu/faculty/gedas/NSFCareer/MCRS-chapter-2010.pdf

Akhtarzada, A., Calude, CS., & Hosking, J. (2011). *A Multi-Criteria Metric Algorithm for Recommender Systems.* Retrieved from http://www.cs.auckland.ac.nz/CDMTCS/researchreports/400ali.pdf

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Ameen, A., Khan, K.U., & Rani, B.P. (2012). Ontological student profile. *CCSEIT '12*. 466-471. DOI: 10.1145/2393216.2393294.

Armstrong, T. (2013). *Multiple Intelligences*. Retrieved from https://www.institute4learning .com/resources/articles/multiple-intelligences/

Aziz, A., Rozaid, C., Ibrahim, M., & Hasrol, M. (2014). Formulating e-Content Guidelines for Adult Learners in Distance Education Program. *International Journal of Education and Research, 2*(2), 1-12.

Beavers, S., Lounsbury, J.W., Richards, J.R., Huck, S.W., Skolits, G.J., & Esquivel, S.L. (2013). Practical Considerations for Using Exploratory Factor Analysis in Educational Research. *Practical Assessment, Research and Evaluation,* 18, 1-13.

Boyatzis, R.E. (1982). *The Competence manager: A model for effective performance*. New York: Wiley.

Boyatzis, R.E., Stubbs, E.C. & Taylor, S.N. (2002). Learning cognitive and emotional intelligence competencies through graduate management education. *Academy of Management Journal on Learning and Education*, *1*(2), 150–162.

Buranarach, M. (2016). Introduction to Ontology-based Application Development using OAM Framework. *Tutorial Session, JIST2016,* Retrieved from https://slidetodoc.com/ introduction-to-ontologybased-application-development-using-oam-framework/

Buranarach, M., Thein, Y.M., & Supnithi, T. (2013). A Community-Driven Approach to Development of an Ontology-Based Application Management Framework. *Semantic Technology (JIST 2012), 7774,* 306–312. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-37996-3_21

Burt, S.A., & Donnellan, M.B. (2008). Personality correlates of aggressive and non-aggressive antisocial behavior. *Personality and Individual Differences, 44*(1), (January 2008), 53–63.

Butthijak, L., & Nuchitprasitchai, S. (2009). *Further Education Decision Support System in Australian Universities.* Retrieved from http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_ files/NCCIT-20111404174747.pdf

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Career Key, Inc. (1987-2023). *Holland's Six Personality Types*. Retrieved from https://www.careerkey.org/choose-a-career/holland-personality-types.html#.VthykfmLTVR

Chen, M., Beutel, A., Covington, P., Jain, S., Belletti, F., & Chi, Ed. (2018). "Top-K Off-Policy Correction for a Reinforce Recommender System". *WSDM'19*, DOI: https://doi.org/10.1145/3289600.3290999

Chen, R., Shih, H., Lin, Y., & Hendry. (2015). Video Recommendation System Based on Personalized Ontology and Social Network. In *Proceedings of the ASE Bigdata & Social Informatics 2015 (ASE BD&SI'15). 6, 5.* DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2818869.2818921

Chiang Mai Rajabhat University. (2017). *Science Curriculum (edit 2015)*. Retrieved from http://www.academic.cmru.ac.th/web55/Stat.html

Chiang Mai Rajabhat University. (2016). *Report Statistic*. Retrieved from http://www.academic.cmru.ac.th/web55/Stat.html

Demo, G., Neiva, E., Nunes, I., & Rozzett, K. (2012). Human re-sources management policies and practices scale (HRMPPS): exploratory and confirmatory factor analysis, *Bar. Brazilian Administration Review, 9,* 395-420.

De Pessemier, T., Dooms, S., & Martens, L. (2012). Design and evaluation of a group recommender system. In *Proceedings of the sixth ACM conference on Recommender systems (RecSys'12).* 225-228. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2365952.2366000

Diamantopoulos, A., & Siguaw, A.D. (2000). *Introducing LISREL: A Guide for the uninitiated.* London: Sage Publications.

Elbadrawy, A., & Karypis, G. (2016). Domain-Aware Grade Prediction and Top-n Course Recommendation. In *Proceedings of the 10th ACM Conference on Recommender Systems (RecSys'16). 183-190.* DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2959100.2959133

Flores, R., Ari, F., Inan, F. A., & Arslan-Ari, I. (2012). The Impact of Adapting Content for Students with Individual Differences. *Educational Technology & Society, 15*(3), 251–261.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Gaskin, C.J., & Happell, B. (2013). On exploratory factor analysis: A review of recent evidence, an assessment of current practice, and recommendations for future use. *Int J Nurs Stud*, *51*(3), 511-521. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2013.10.005

Gasonpan, N. (2012). *Ontology Development for Research and Topics of Students Which Experts Recommend Systems* (Unplublished Master's thesis). Khon Kaen University, Khon Kaen.

Good, c. V. Ed. (1973). *Dictionary of education (*3rd ed). New York: McGraw-Hill.

Gueffaz, M., Deslis, J., & Moissinac, J. (2014). Curriculum data enrichment with ontologies. In *Proceedings of the 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS14). 44,* 6. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2611040.2611070

Hair, J.F. (1998). *Multivariate data Analysis* (5th ed*)*. London: Prentice-Hall International Inc.

Hidasi, B., Karatzoglou, A., Baltrunas, L. & Tikk, D. (2016). Session-based Recommendations with Recurrent Neural Networks. In *Proceedings of the 4th International Conference on Learning Representations, (ICLR2016),* 1-9. DOI: http://arxiv.org/abs/1511.06939

Hornby, A. F. (2000). *Advance learner's dictionary (*6th ed*)*. London, England: Oxford University.

Horrocks, I. (2009). *Ontology-Based Information Systems*. Retrieved from http://www.cs.ox.ac.uk/ian.horrocks/Seminars/download/NATO-stockholm.pdf

Huang, C., Chen, R.C., & Chen, L. (2013). Course-recommendation system based on ontology. *2013 International Conference on Machine Learning and Cybernetics, 03, 1168-1173.* DOI: 10.1109/ICMLC.2013.6890767

Hurrell, E., & Smeaton, AF. (2013). Context ontologies for recommending from the social web. In *Proceedings of the 3rd Workshop on Context-awareness in Retrieval and Recommendation (CaRR'13),* 26-32. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2442670.2442676.

Hypén, K., & Mäkelä, E. (2011). An ideal model for an information system for fiction and its application: Kirjasampo and Semantic Web. *LIBRARY REVIEW, 60*(4)*, 279-292*.

Ibrahim, M.E., Yang, Y., Lorater, D., Yang, G., & Al-Maliki, M. (2019). "Ontology-Based Per sonalized Course Recommendation Framework." *IEEE,* (7)*, 5180-5199*. Retrieved from https://pure.port.ac.uk/ws/portalfiles/portal/12740079/Ontology_Paper_Yang_1_.pdf

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Justicia, F., Pichardo, M., Cano, F., Berben, A., & De la Fuente, J. (2008). The revised two factor study process questionnaire (R-SPQ-2F): exploratory and confirmatory factor analyses at item level. *European Journal of Psychology of Education*, 23, 355-372. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/BF03173004

Kalliath, T. J., O'Driscoll, M. P., & Brough, P. (2004). A confirmatory factor analysis of the General Health Questionnaire-12. *Stress and Health, 20, 11–20*. DOI:10.1002/smi.993

Kim, H., Pederson, S., & Baldwin, M. (2012). Improving user satisfaction via a case-enhanced e-learning environment. *Education + Training, 54*(2/3), 204-218. DOI: https://doi.org/10.1108/00400911211210305

Kittipong, MD. (2017). *Factor Analysis*. Retrieved from http://med.swu.ac.th/preventive/images/CM.511/Factor_Analysis.pdf

Kleiweg, P. (1999). *Similar Text*. Retrieved from http://www.let.rug.nl/~kleiweg/lev/

Kretschmer, E. (N.D). *Personality Theory*. Retrieved from http://socialscience.igetweb.com/index.php?mo=3&art=41924898

Kruskal, J. B. (1999). *An overview of sequence comparison*. Retrieved from http://www.let.rug.nl/~kleiweg/lev/

Lakiotaki, K., Matsatsinis, N.F., & Tsoukias, A. (2011). "Multicriteria User Modeling in Recommender Systems." *IEEE Intelligent Systems, 26(2)*, 64–76. DOI: https://doi.org/10.1109/MIS.2011.33.

Lerdsakooljinda, B., & Utakrit, N. (2011). *Academic Degree Recommender System Case Study: Bangalore and Mysore District Karnataka and Delhi State of India By Content-Based Filtering Technique*. Retrieved from http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_files/NCCIT-2011080 6030216.pdf

Likert, R.A. (1961). *New Patterns of Management*. New York: McGraw-Hill Book Company Inc.

Lin, C., Meng, L., Yu, Y., Chen, C., & Li, K. (2014). Factor analysis of the Contextual Fine Motor Questionnaire in Children, *Research in Developmental Disabilities, 35*(2), (February 2014), 512–519.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Liu, F., Ritzhaupt, A., & Cavanaugh, C. (2013). " Leaders of school technology innovation: A confirmatory factor analysis of the Change Facilitator Style Questionnaire (CFSQ)" , *Journal of Educational Administration, 51*(5), 576 – 593.

Maneeroj, S., & Takasu, A. (2009). Hybrid Recommender System Using Latent Features. In *Proceedings. IEEE International Symposium on Mining and Web (MAW09)*, 661-666.

Martínez, O.S., G-Bustelo, B., Crespo, R., & Franco, E. (2006). "Using Recommendation System for E-Learning Environments at Degree Level." *International Journal of Artificial Intelligence and Interactive Multimedia, 1*(2), 67-70. Retrieved from https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4035673.pdf.

Masa'deh, R., Tarhini, A., Mohammed, A., & Maqableh, M. (2016). Modeling Factors Affecting Student's Usage Behaviour of E-Learning Systems in Lebanon. *International Journal of Business and Management, 11,* 299-312. DOI: 10.5539/ijbm.v11n2p299.

Clelland, D.C. (1975). *A Competency model for human resource management specialists to be used in the delivery of the human resource management* cycle. Retrieved from http://en. wikipedia.org/wiki/String_metric

Meecharoen, P. (2011). *Local community knowledge management for making gold product ancient sukhothai using ontology and semantic-based wiki*. Retrieved from http://dcms.thailis.or.th/tdc//browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=283312&query=Array&s_mode=Array&date_field=date_create&date_start=2555&date_end=2556&limit_lang=&limited_lang_code=tha&order=&order_by=title&order_type=ASC&result_id=45&maxid=63.

Melville, P., & Sindhwani, V. (2010). *Recommender Systems*. Retrieved from. http://www.vikas. sindhwani.org/recommender.pdf

Microsoft. (2012). *compare-two-tables-and-find-only-matching-data*. Retrieved from http://office.microsoft.com/en-us/access-help/compare-two-tables-and-find-only-matching-data-HA010205130.aspx

Miller, S.J. (2013). *Introduction to Ontology Concepts and Terminology DC-2013 Tutorial* (Lisbon, Portugal): Retrieved from http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/

บรรณานุกรม (ต่อ)

Mitrani, A., Dalziel, M., & Fitt, D. (1992). *Competency based human resource management: Value driven strategies for recruitment, development, and reward*. London: McGraw-Hill.

Morris, C. G., & Maisto, A.A. (2002). *Psychology an Introduction* (11th ed). New Jersey: Pearson Education, Inc.

Muenjohn, N. (2008). Evaluating the Structural Validity of the Multifactor Leadership Questionnaire (MLQ), Capturing the Leadership Factors of Transformational Transactional Leadership. *Contemporary Management Research, 4*(1), (March 2008), 3-14.

Mustafa, K. (2005). Individual Learner Differences in Web-based Learning Environments: from Cognitive, Affective and Social-cultural Perspectives. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE, 6* (4), 2.

Myers, I., & Briggs, K. (2012). *The 16 MBTI® Personality Types*. Retrieved from http://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/mbti-basics/the-16-mbti-types.htm

Napoli, A. (2005). *An introduction to ontologies.* Retrieved from http://cdsweb.u-strasbg.fr/meeting6/mda-ontology-251005.pdf

Noy, N.F., & McGuinness, D. (2001). *Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/302937543_Ontologies_Principles_methods_and_applications

Obeid, C., Lahoud, I., Khoury, H.E., & Champin, P. (2018). Ontology-based Recommender System in Higher Education. *Companion Proceedings of the The Web Conference 2018, n. page*. Retrieved from https://hal-univ-lyon1.archives-ouvertes.fr/hal-02288141/file/EKM0797s-champin.pdf

Obitko, M. (2007a). *Ontologies and Semantic Web*. Retrieved from http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/ontologies.html

Obitko, M. (2007b). *Resource Description Framework*. Retrieved from http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/resource-description-framework.html

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

O'Mahony, M., & Smyth, B. (2007). *A Recommender System for On-line Course Enrolment an InitialStudy*. Retrieved from https://www.macs.hw.ac.uk/~dwcorne/ACMRecSys07/p133-omahony.pdf

Onah, D.F.O., Sinclair, J., & Boyatt, R. (2015). *Dropout Rates of Massive Open Online Courses: Behavioural Patterns*. Retrieved from https://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/dcs/people/research/csrmaj/daniel_onah_edulearn14.pdf

Oprea, M. (2015). On the Design of a Collaborative Ontology Development Methodology for Educational Systems. In *Proceedings of the 7th Balkan Conference on Informatics Conference (BCI '15). 16,* 7. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2801081.2801103.

Osgood, C. E., Suci, G. J., & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning*. Univer: Illinois Press. Retrieved from https://psycnet.apa.org/record/1958-01561-000

Park, J.-H., & Choi, H. J. (2009). Factors Influencing Adult Learners' Decision to Drop Out or Persist in Online Learning. *Educational Technology & Society, 124,* 207–217.

Percy, A., McCrystal, P., & Higgins, K. (2008). Confirmatory Factor Analysis of the Adolescent Self-Report Strengths and Difficulties Questionnaire. *Euro-pean Journal of Psychological Assessment, 24*(1), 43-48.

Rezaei-Zadeh, M., O'Reilly, J., Cleary, B., Hogan, M., An-sari, M., & Murphy, E. (2012-2013). Fostering Students' Personal Development in e-Learning Environments through Designing an e-Progress File System. *International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, 3*(1), 78-82.

Riso, D., & Hudson, R. (1997). *The Nine Enneagram Personality Types*. Retrieved from https://www.enneagraminstitute.com/type-descriptions/

Sankoff, In D., and Joseph, K. (1999). *Time Warps, String Edits, and Macromolecules*: *The Theory and Practice of Sequence Comparison, chapter one*. Standford: CSLI Publications.

Santana, M.A., Costa, E. B., Neto, B., Silva, T., & Rego, J. (2015). *A predictive model for identifying students with dropout profiles in online course*s. Retrieved from http://ceur-ws.org/Vol-1446/smlir_submission3.pdf

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Santos, C., & Boticario, G. (2011). Requirements for Semantic Educational Recommender Systems in Formal E-Learning Scenarios. *Algorithms, 4,* 131-154. DOI: 10.3390/a4030131.

Sawang, S., Newton, CJ. & Jamieson, K. (2013). Increasing learners' satisfaction/intention to adopt more e-learning. *Education + Training, 55* (1), 83-105. DOI: https://dx.doi.org/10.1108/00400911311295031

Scheitera, K., Gerjetsb, P., Vollmannb, B., & Catrambone, R. (2009). The impact of learner characteristics on information utilization strategies, cognitive load experienced, and performance in hypermedia learning. *The Learning and Instruction Journal, 19*(5), 387–401.

Sharma, M., & Ahuja, L. (2016). A Novel and Integrated Semantic Recommendation System for E-Learning using Ontology. In *Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies (ICTCS '16),* 52, 5. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2905 055.2905110.

Sheldron, W.H. (N.D). *Personality Theory*. Retrieved from http://socialscience.igetweb.com /index.php?mo=3&art=41924898

Spencer, L.M., & Spencer, M.S. (1993). *Competence at work: Models for Superiors Performance.* New York: John Wiley & Sons.

Srimontree, C. (2011). *Personalize Information Discovery of E-Tourism Using Ontology-Base Metadata*. Retrieved from http://dcms.thailis.or.th/tdc//browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=275385&query=Array&s_mode=Array&date_field=date_create&date_start=2555&date_end=2556&limit_lang=&limited_lang_code=tha&order=&order_by=title&order_type=ASC&result_id=44&maxid=63

Sriprasert, A. (2011). *Knowledge Management System to Basic Machine Tools Using Ontology Technology.* Retrieved from http://dcms.thailis.or.th/tdc//browse.php?option=show&browse_type=title&titleid=306452&query=Array&s_mode=Array&date_field=date_create&date_start=2555&date_end=2556&limit_lang=&limited_lang_code=tha&order=&order_by=title&order_type=ASC&result_id=60&maxid=63

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Steven, J.P. (2009). *Applied multivariate statistics for the social sciences***.** New York: Routledge.

Surindra Rajabhat University. (2016). *QA@SRRU*. Retrieved from https://qa.srru.ac.th/car/

Suksom, N., Buranarach, M., Supnithi, T., & Phornrhudee, N. (2010). *Ontology Development for Personalized Food and Nutrition Recommender System*. Retrieved from http://text.hlt. nectec.or.th/marut/papers/food_ontology_ace2010_cr.pdf

Surveycan. (2012). *แบบสอบถามคือ Questionnaires.* Retrieved from https://surveycan.wordpress .com/2012/12/13/แบบสอบถามคือ-questionnaires/

Tang, J. (2010). Exploratory and Confirmatory Factor Analysis of Epistemic Beliefs Questionnaire about Mathematics for Chinese Junior Middle School Students, *Journal of Mathematics Education, 3*(2), (December 2010), 89-105.

Tang, Y., & Meersman, R. (2012). DIY-CDR: an ontology-based, Do-It-Yourself component discoverer and recommender. *Personal Ubiquitous Compute, 16,* 5 (June 2012), 581-595. DOI: http://dx.doi.org/10.1007/s00779-011-0416-y

Team Technology. (2014). *Free personality test*. Retrieved from http://www.teamtechnology.co .uk/mmdi/questionnaire/

Test cafe. (2013*). Enneagram Test*. Retrieved from http://www.testcafe.com/enn/enn.html

Terziev, Y., Wickner, M., Brückmann, T., & Gruhn, V. (2015). Ontology-based recommender system for information support in knowledge-intensive processes. In *Proceedings of the 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business (i-KNOW '15),* 22, 8. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2809563.2809600.

Thai-Nghe, N., Horváth, T., & Schmidt-Thieme, L. (2011). Factorization Models for Forecasting Student Performance. In *Proceedings of the 4th International Conference on Educational Data Mining,* 11-20.

The Enneagram Institute. (1998-2011). *Enneagram Personality Test.* Retrieved from http://www.enneagraminstitute.com/dis_sample_36.asp

Turner, R. C., & Carlson, L. (2003). Indexes of Item-Objective Congruence for Multidimensional Items. *International Journal of Testing, 3*(2), 163–171. Retrieved from https://doi.org/ 10.1207/S15327574IJT0302_5

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

บรรณานุกรม (ต่อ)

Tyagi, S., & Bharadwaj, KK. (2012). A Hybrid Recommender System Using Rule-Based and Case-Based Reasoning. *International Journal of Information and Electronics Engineering*, *2*(4), (July 2012), 586-590, Retrieved from http://www.ijiee.org/papers/166-A10086.pdf

Ubon Ratchathani Rajabhat University. (2011). *SAR*. Retrieved from http://www.ctw.ubru.ac.th/UserFiles/File/TASTU5401ok.pdf

Valaya Alongkorn Rajabhat University under the royal patronage. (2013). *SAR*. Retrieved from http://www.vru.ac.th/kb/KB10_58/5.1/%E0%B8%A3% E0%B8%A7%E0%B8%A1%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%A5%E0%B9% 8C-%E0%B8%A3%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87-SAR.pdf

Vroom, V. H. (1990). *Manage people not personnel: Motivation and performance appraisal*. Boston: Harvard Business School Press.

Walter, L. & McKenzie, Jr. (2014). *Multiple Intelligences in Education*. Retrieved from http://surfaquarium.com/MI/index.htm

Welty, C. (2005). *Semantic Web Ontologies - DAML*. Retrieved from www.daml.org/meetings/2005/04/pi/Ontologies.pdf

Wongchomphu, P., & Beokhaimook, C. (2017). *Analyze Learner Characteristic Groups by Factor Analysis to Learner Profile Ontology.* Retrieved from http://www.isainlp.org/pdf/iSAINLP %20Proceedings2.pdf

Wu, Y., & Wu, E.H. (2020). AI-based College Course Selection Recommendation System: Performance Prediction and Curriculum Suggestion. *2020 International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C)*, 79-82. DOI:10.1109/IS3C50286.2020.00028.

Yamane, T. (1967). *Statistics: An Introductory Analysis (*2 ed*)*. New York: Harper and Row.

Yoo, D., Choi, K., Lee, H., & Suh, Y. (2015). An Ontology-based Co-creation Enhancing System for Idea Recommendation in an Online Community. *SIGMIS Database, 46,* 3 (July 2015), 9-22. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2804075.2804077

บรรณานุกรม (ต่อ)

Yukselturk, E., Ozeke, S., & Türel, Y. (2014). Predicting Dropout Stu-dent: An Application of Data Mining Methods in an Online Education Program. *Euro-pean Journal of Open, Distance and E-Learning, 1,* 616.

Yusof, N., Ang, R. P., & Oei, T. P. S. (2017). The Psychometric Properties of the School Engagement Measure in Adolescents in Singapore. *Journal of Psychoeducational Assessment*, *35*(5), 521–533. DOI: https://doi.org/10.1177/0734282916639441

Slamet, Y., Sukardi, P. H., & Khairudin, M. (2020). Learning Model Higher Order Thinking Skills at Vocational High School: Achievement and Thinking Behavior. *International Journal of Advanced Science and Technology*, *29*(7s), 158 - 170. Retrieved from http://sersc.org/journals/index.php/IJAST/article/view/9424

Zarrinkalam, F., & Kahani, M. (2013). SemCiR: A citation recommendation system based on a novel semantic distance measure. *Program: electronic library and information systems, 47* (1), 92-112. Retrieved from https://doi.org/10.1108/00330331311296320

Zhuhadar, L.P., & Nasraoui, O. (2010). Performance and Scalability Testing Methodology for a Semantic Personalized Search Engine. *International Conference on Information and Knowledge Engineering,* 459-465.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

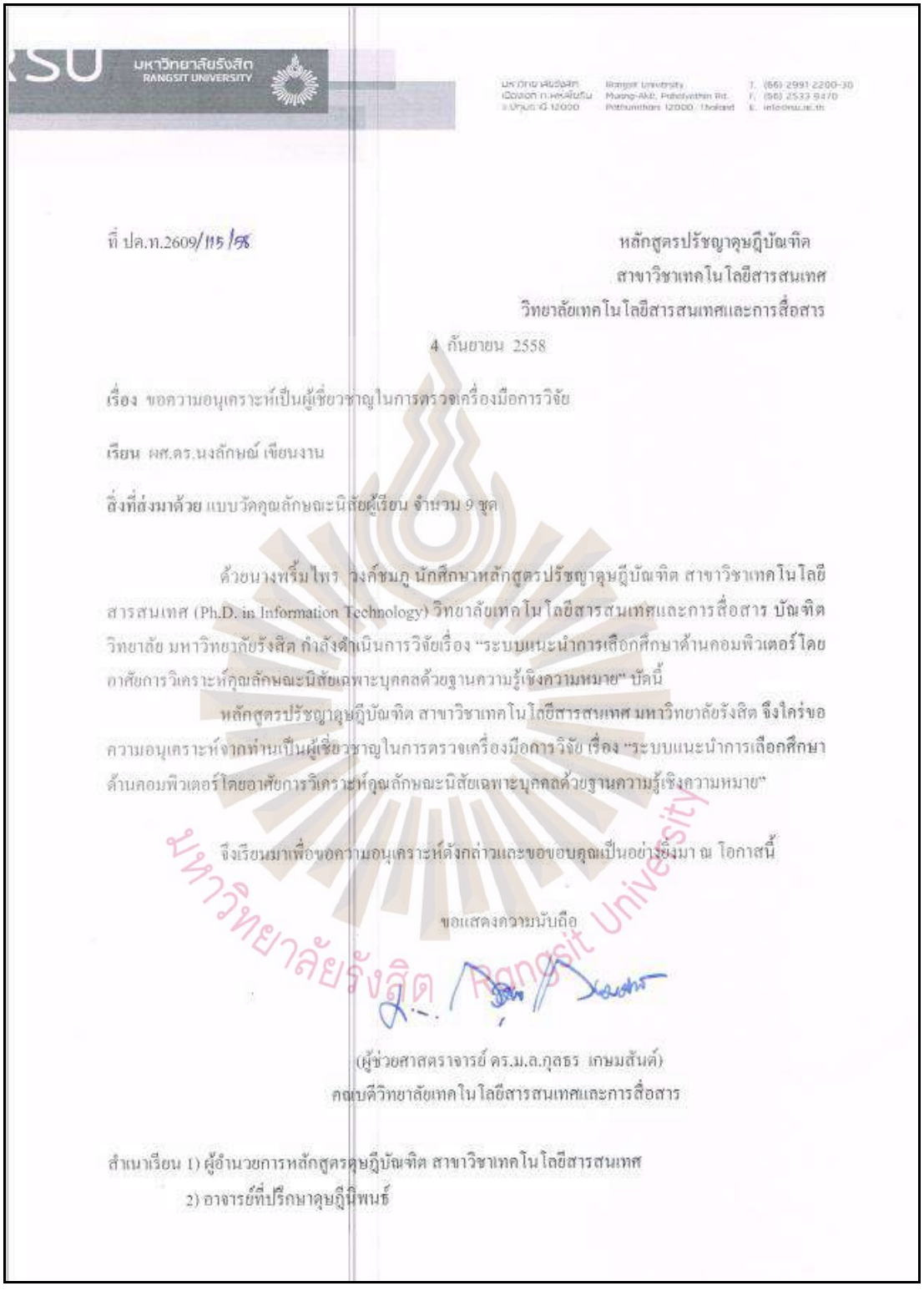
ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

ที่ ปค.ท.2609/115/58

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

4 กันยายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.นงลักษณ์ เขียนงาม

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดคุณลักษณะนิสัยผู้เรียน จำนวน 9 ชุด

ด้วยนางพริ้มไพร วังค์ชมภู นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ph.D. in Information Technology) วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย" บัดนี้

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการวิจัย เรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ดังกล่าวและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

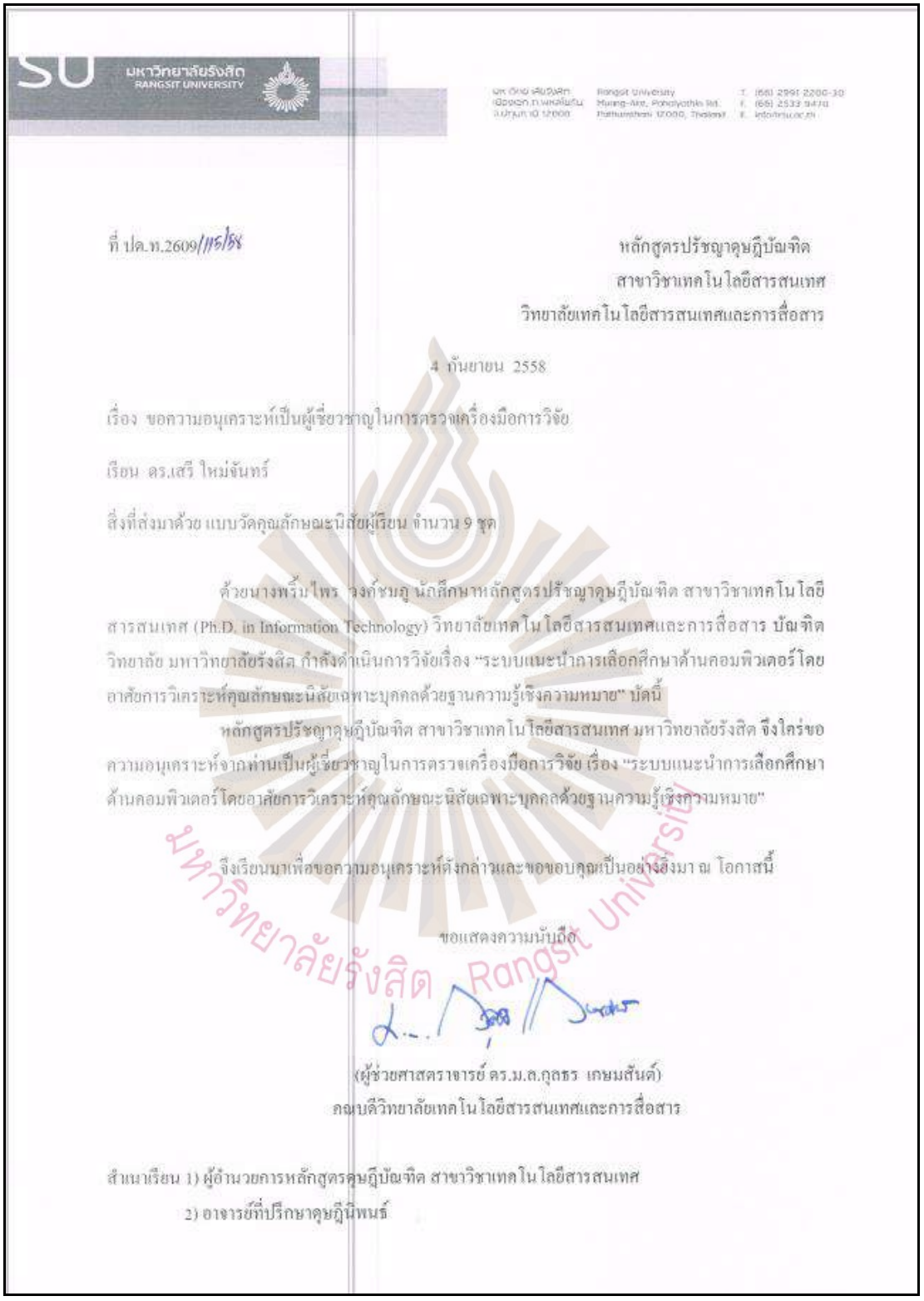
ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ล.กุลธร เกษมสันต์)
คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สำเนาเรียน 1) ผู้อำนวยการหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
2) อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ก.1 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

ที่ ปด.ท.2609/๒๕๕๘

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

4 กันยายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.เสรี ไหมจันทร์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดคุณลักษณะนิสัยผู้เรียน จำนวน 9 ชุด

ด้วยนางพริ้มไพร วงค์ชมภู นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ph.D. in Information Technology) วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย" นั้น

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการวิจัย เรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ดังกล่าวและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

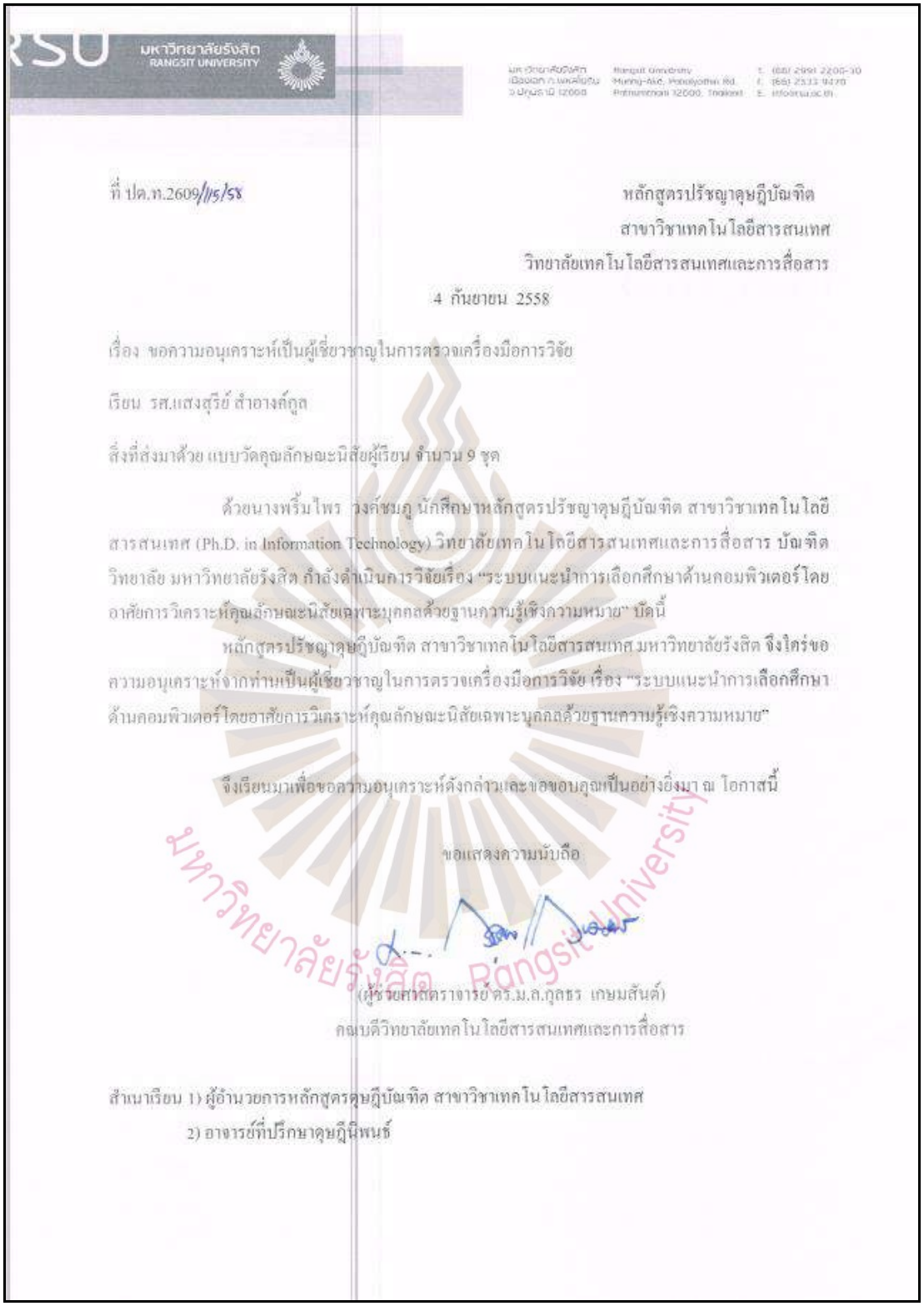
ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ล.กุลธร เกษมสันต์)
คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สำเนาเรียน 1) ผู้อำนวยการหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
2) อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ก.2 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

ที่ ปด.ท.2609/115/58

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

4 กันยายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.แสงสุรีย์ สำอางค์กูล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดคุณลักษณะนิสัยผู้เรียน จำนวน 9 ชุด

ด้วยนางพริ้มไพร วงค์ชมภู นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ph.D. in Information Technology) วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย" บัดนี้

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือการวิจัย เรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ดังกล่าวและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

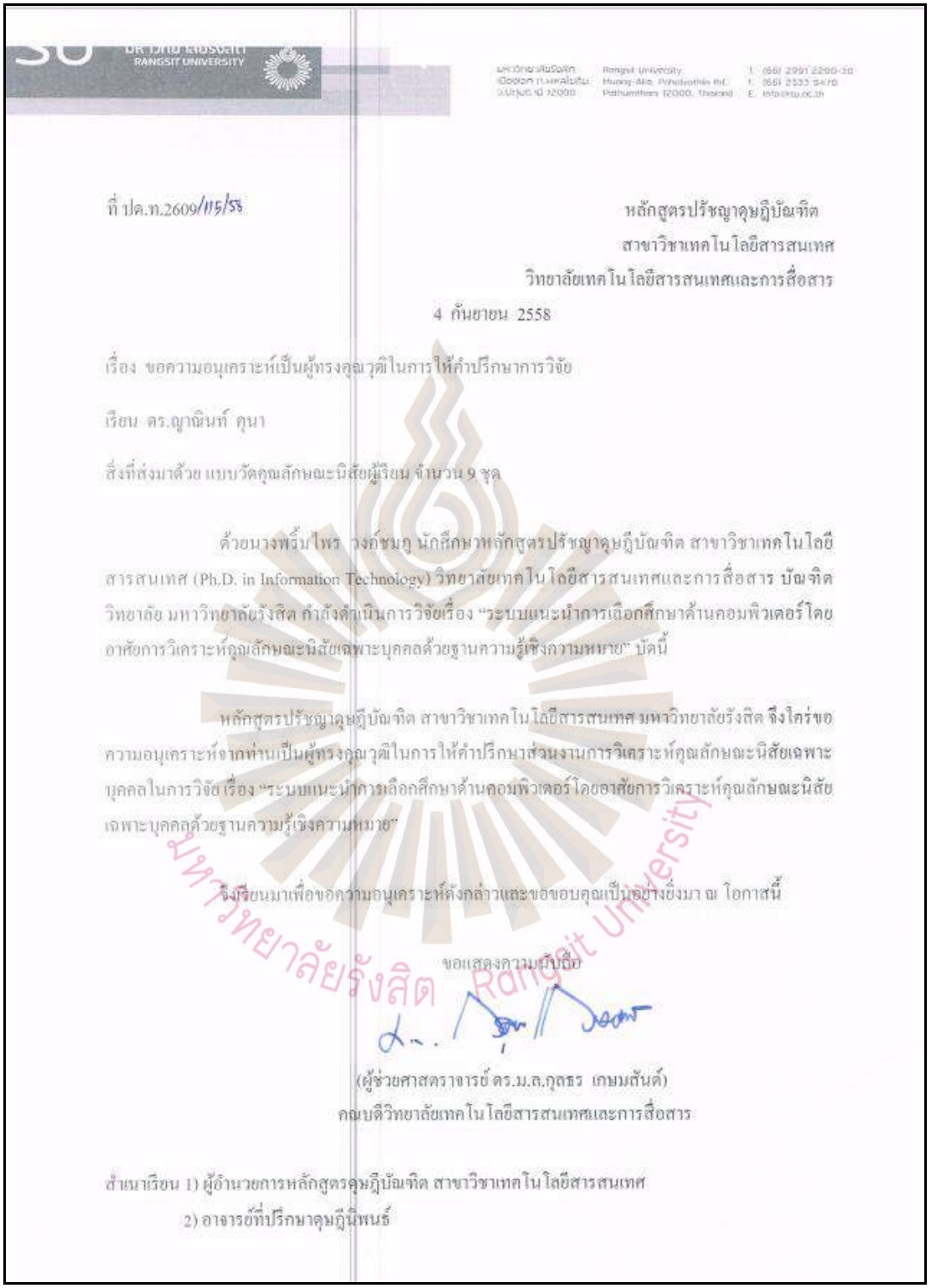
ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ล.กุลธร เกษมสันต์)
คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สำเนาเรียน 1) ผู้อำนวยการหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
2) อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ก.3 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย



RANGSIT UNIVERSITY

ที่ ปด.ท.2609/115/58

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

4 กันยายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษาการวิจัย

เรียน ดร.ญาณินท์ คุนา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดคุณลักษณะนิสัยผู้เรียน จำนวน 9 ชุด

ด้วยนางพริ้บไพร วงค์ชมภู นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ph.D. in Information Technology) วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย" บัดนี้

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษาส่วนงานการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลในการวิจัยเรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ดังกล่าวและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

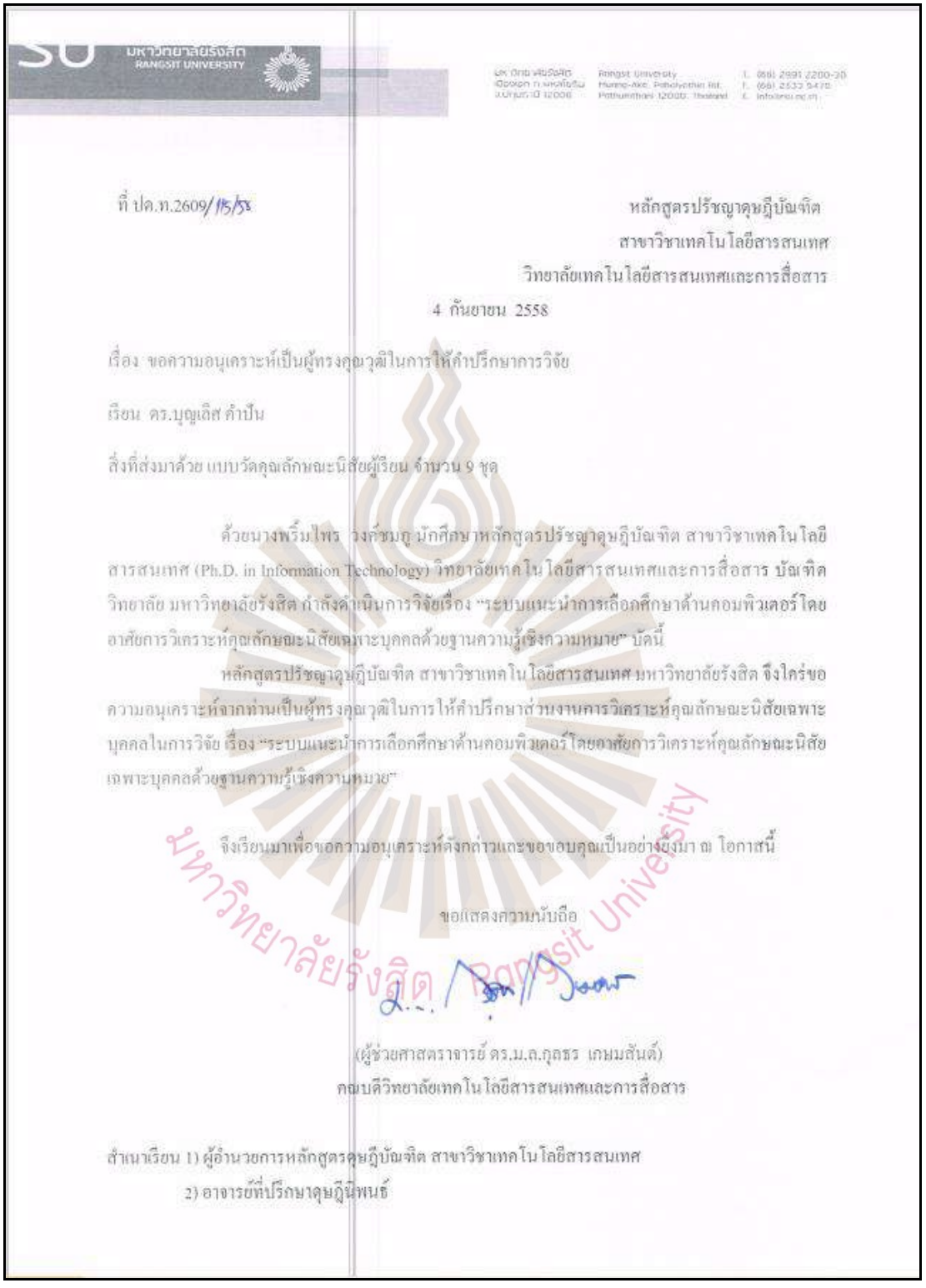
ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ล.กุลธร เกษมสันต์)
คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สำเนาเรียน 1) ผู้อำนวยการหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
2) อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ก.4 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

Rangsit University
Phahon Yothin Rd.
Pathumthani 12000, Thailand

ที่ ปด.ท.2609/๒๕๕๘

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

4 กันยายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษาการวิจัย

เรียน ดร.บุญเลิศ คำปัน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดคุณลักษณะนิสัยผู้เรียน จำนวน 9 ชุด

ด้วยนางพริ้มไพร วงค์ชมภู นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ph.D. in Information Technology) วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย" บัดนี้

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษาส่วนงานการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลในการวิจัย เรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ดังกล่าวและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

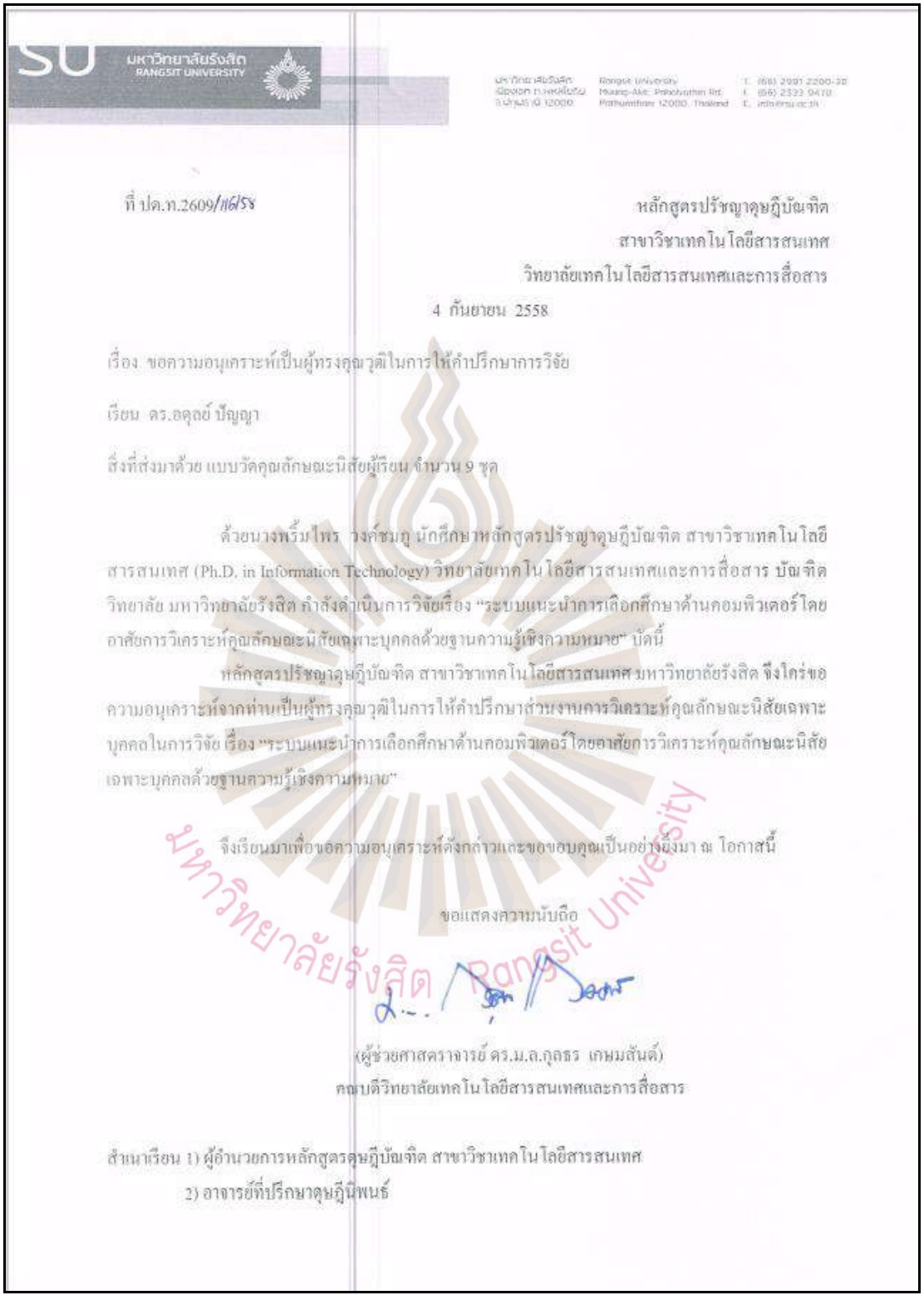
ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ล.กุลธร เกษมสันต์)
คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สำเนาเรียน 1) ผู้อำนวยการหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
2) อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ก.5 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

Rangsit University
Muang-Ake, Phaholyothin Rd.
Pathumthani 12000, Thailand

ที่ ปด.ท.2609/116/58

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

4 กันยายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษาการวิจัย

เรียน ดร.อดุลย์ ปัญญา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดคุณลักษณะนิสัยผู้เรียน จำนวน 9 ชุด

ด้วยนางพริ้มไพร วงค์ชมภู นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ph.D. in Information Technology) วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย" นั้นนี้

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษาส่วนงานการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลในการวิจัย เรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ดังกล่าวและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

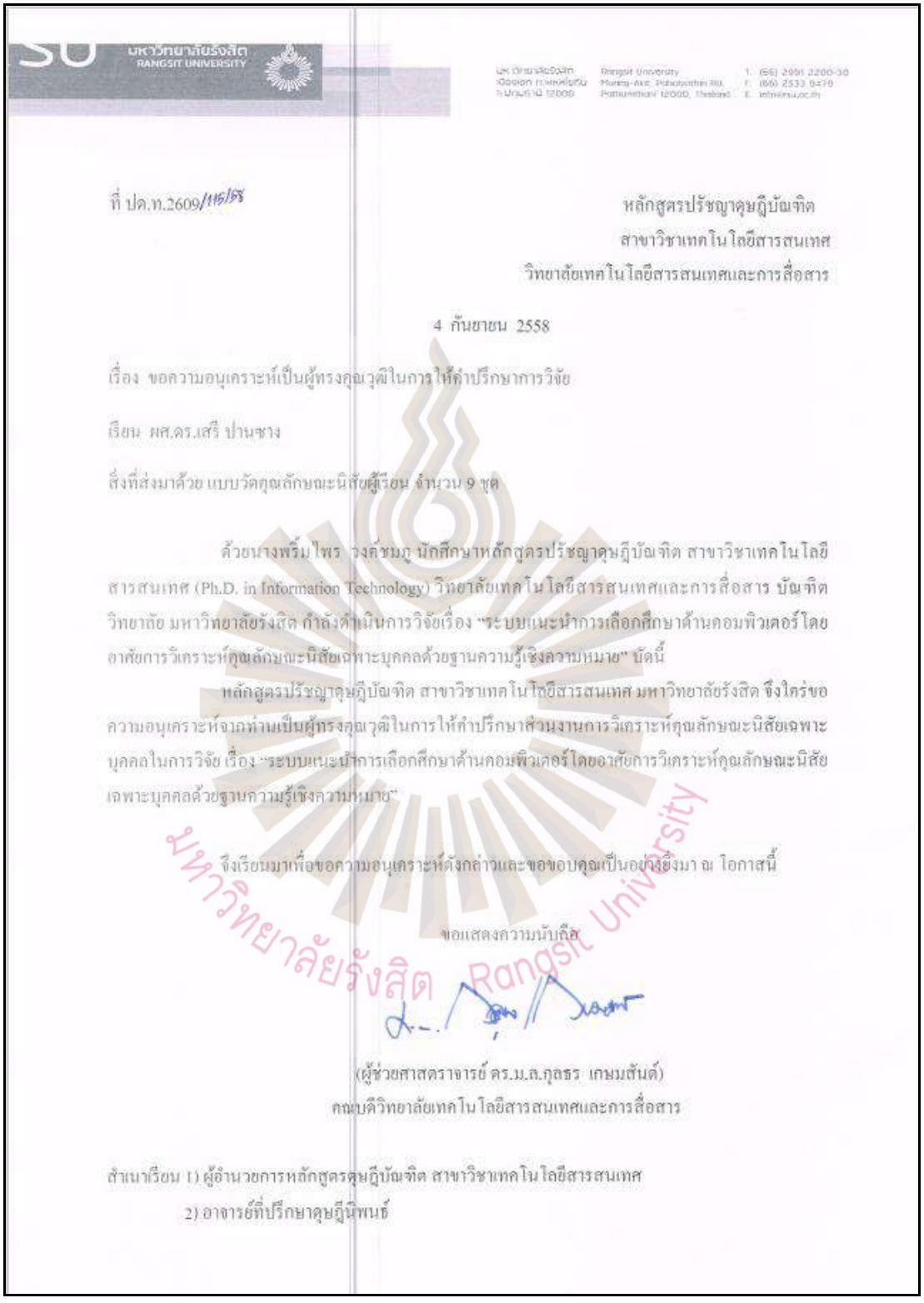
ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ล.กุลธร เกษมสันต์)
คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สำเนาเรียน 1) ผู้อำนวยการหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
2) อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ก.6 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย



มหาวิทยาลัยรังสิต
RANGSIT UNIVERSITY

ที่ ปด.ท.2609/๒๕๕๘

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

4 กันยายน 2558

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษาการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.เสรี ปานชาง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบวัดคุณลักษณะนิสัยผู้เรียน จำนวน 9 ชุด

ด้วยนางพริ้มไพร วงค์ชมภู นักศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (Ph.D. in Information Technology) วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต กำลังดำเนินการวิจัยเรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย" บัดนี้

หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต ขึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิในการให้คำปรึกษาส่วนงานการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลในการวิจัย เรื่อง "ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยอาศัยการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย"

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์ดังกล่าวและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ม.ล.กุลธร เกษมสันต์)
คณบดีวิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

สำเนาเรียน 1) ผู้อำนวยการหลักสูตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
2) อาจารย์ที่ปรึกษาดุษฎีนิพนธ์

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ก.7 รายนามผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือวิจัย

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างแบบสอบถามความพึงพอใจการเข้าใช้ระบบแนะนำฯ

แบบสอบถามความพึงพอใจ

ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย : กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (The CCL-Guidance System)

คำชี้แจง

แบบสอบถามความพึงพอใจสำหรับผู้ใช้ระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย : กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ (A Computer's Course Guidance System based on Learner Characteristic Analysis by Ontology : Case study of Faculty of Science and Technology, Rajabhat Chiang Mai University) มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความพึงพอใจของผู้เรียนซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ได้ทดลองเข้าใช้ระบบงาน โดยผลการสำรวจครั้งนี้ จะเป็นข้อมูลในการที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพและคุณภาพของระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น กรุณาตอบแบบสอบถามตามความจริง ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือไว้ ณ ที่นี้ด้วย

แบบสำรวจแบ่งออกเป็น 3 ตอน ได้แก่

1. ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
2. ระดับความพึงพอใจการใช้งานระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย : กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
3. ข้อเสนอแนะ (ถ้ามี)

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง ทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หน้าข้อความตามความจริง

ที่	รายการ	รายละเอียด
1	**เพศ**	☐ ชาย ☐ หญิง
2	**หลักสูตรที่กำลังศึกษา**	☐ *วิทยาการคอมพิวเตอร์* ☐ *เทคโนโลยีสารสนเทศ* ☐ *การโปรแกรมและการรักษาความปลอดภัยบนเว็บ* ☐ *อื่น ๆ*.....

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจการใช้งานระบบแนะนำการเลือกศึกษาด้านคอมพิวเตอร์โดยวิธีการวิเคราะห์คุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลด้วยฐานความรู้เชิงความหมาย : กรณีศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

คำชี้แจง เขียนเครื่องหมาย ✓ลงในช่องว่างระดับความพึงพอใจตามความเป็นจริง

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1) ความพึงพอใจด้านการเข้าใช้งาน The CCL-Guidance System					
1.1) ความสะดวกรวดเร็วในการเชื่อมโยงข้อมูลภายใน **www.courseguidance.cmru.ac.th/LCG/**					
1.2) ความสะดวกรวดเร็วในการเข้าถึงระบบ SOS **http://localhost:8080/searching/**					
1.3) ความทันสมัย และเป็นปัจจุบันของข้อมูล					
1.4) ความสมบูรณ์ ครบถ้วนถูกต้อง และน่าเชื่อถือ					
1.5) คำแนะนำจากระบบด้านคุณลักษณะนิสัยเฉพาะบุคคลมีประโยชน์ต่อตัวท่าน					
1.6) คำแนะนำจากระบบด้านหลักสูตรคอมพิวเตอร์นำมาใช้ประโยชน์ต่อตัวท่านได้อย่างมีประสิทธิภาพ					
1.7) มีการจัดระดับความปลอดภัย รักษาข้อมูลส่วนตัวหรือกำหนดสิทธิ์ในการเข้าถึง					
2) ความพึงพอใจด้านการออกแบบและการจัดรูปแบบ					
2.1) ความสวยงาม ความทันสมัย น่าสนใจของหน้าจอ					
2.2) สีพื้นหลังกับสีตัวอักษรมีความเหมาะสมต่อการอ่าน					
2.3) ขนาดตัวอักษร และรูปแบบตัวอักษร อ่านได้ง่ายและสวยงาม					
2.4) ความรวดเร็วในการแสดงผล มีการจัดหมวดหมู่ของข้อมูล เมนูต่าง ๆ ทำให้สะดวกต่อการค้นหาและเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย					
2.5) สีสันในการออกแบบมีความเหมาะสม					
2.6) ภาพกับเนื้อหามีความสอดคล้องกันและสามารถสื่อความหมายได้					
3) ความพึงพอใจในภาพรวม					
โดยภาพรวมท่านมีความพึงพอใจในการเข้าใช้งาน The CCL-Guidance System ในระดับใด					

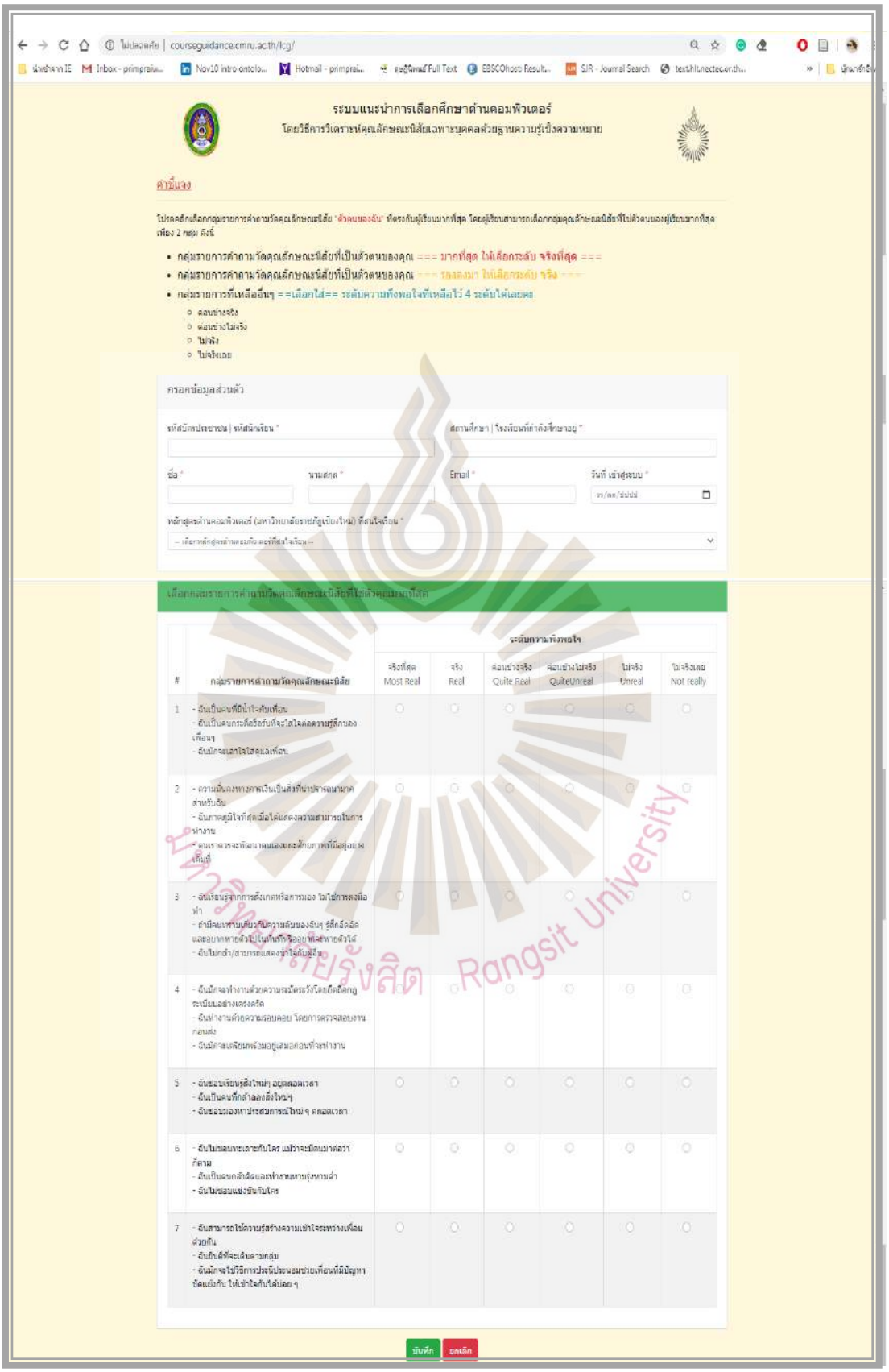
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่นๆ (ถ้ามี)

.....

ภาคผนวก ค

UI ของ www.courseguidance.cmru.ac.th/lcg/

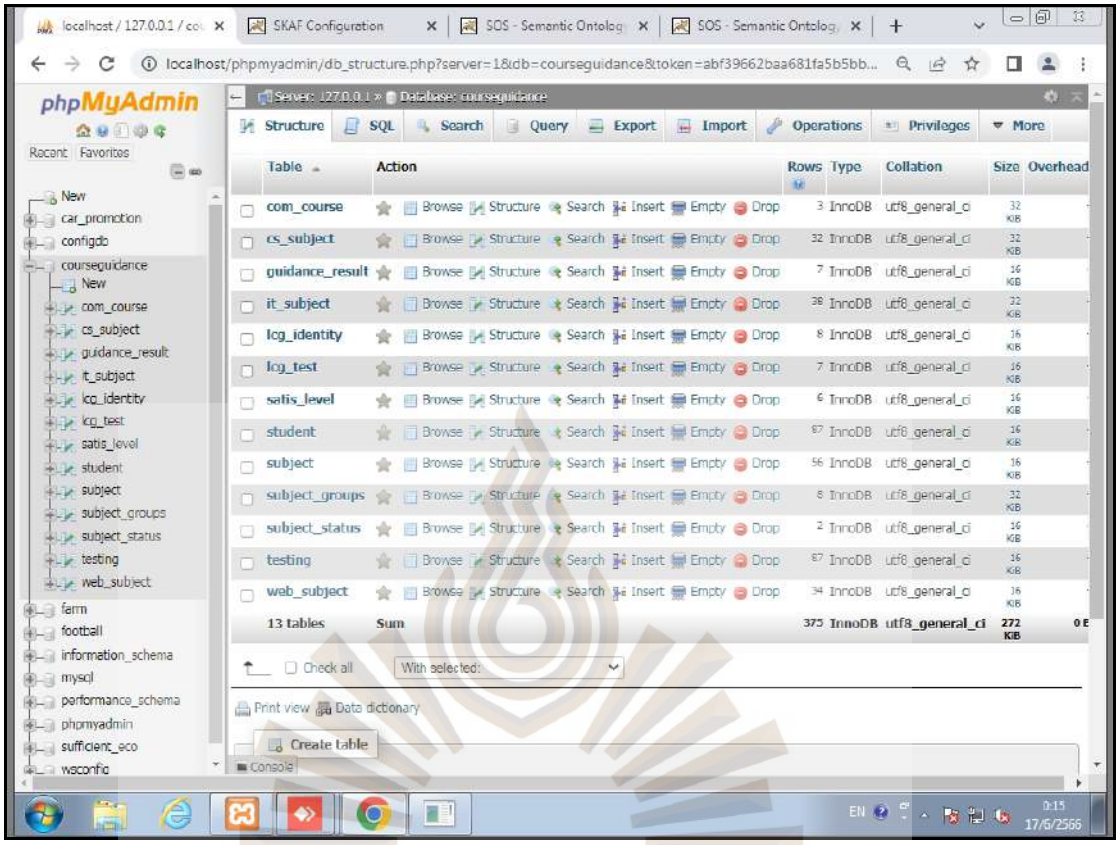
มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ ค.1 แสดง UI ของ www.courseguidance.cmru.ac.th/lcg/

ภาคผนวก ง

Database “Courseguidance”



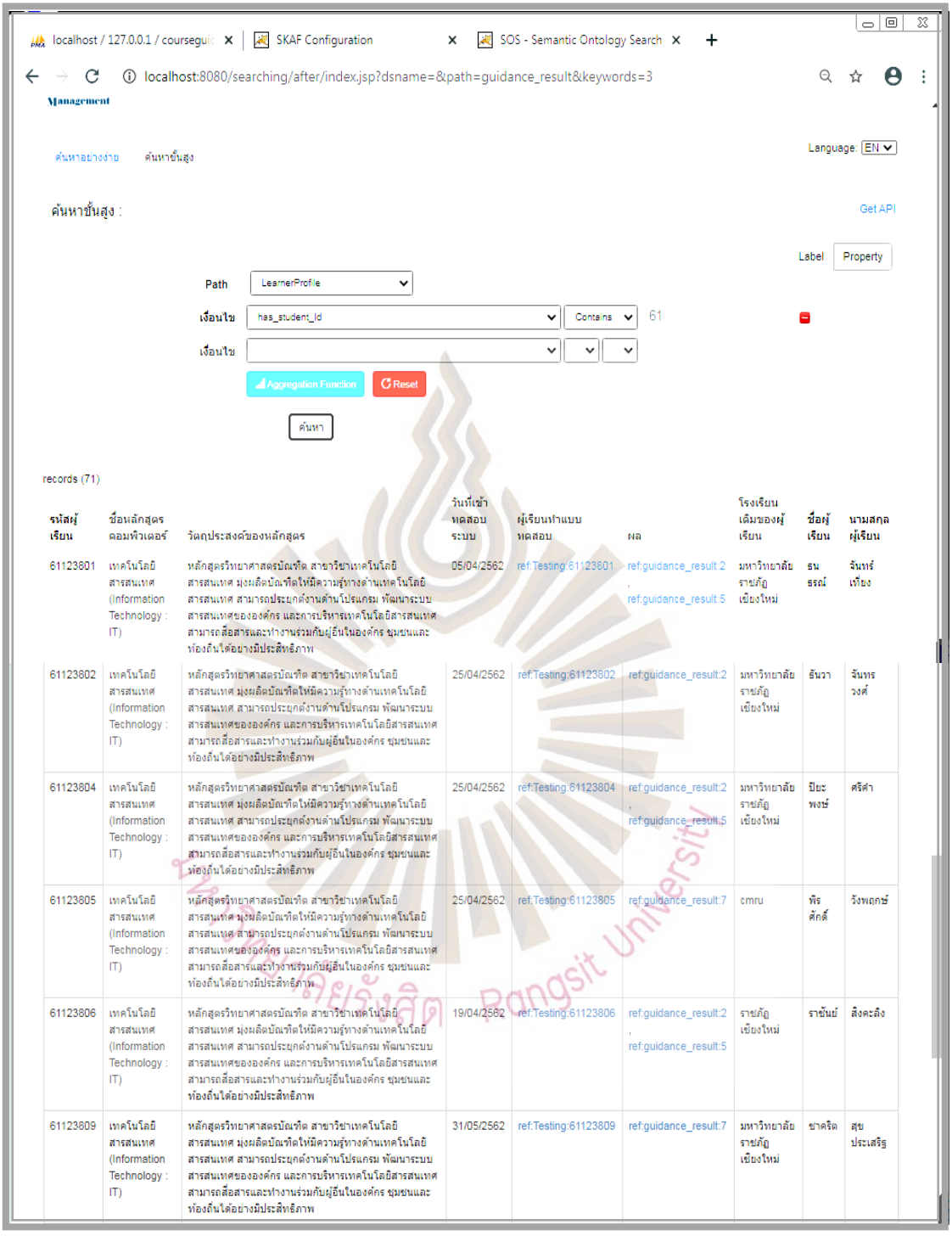
รูปที่ ง.1 แสดง Database “courseguidance”

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

ภาคผนวก จ

UI ของ http://localhost:8080/searching/

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



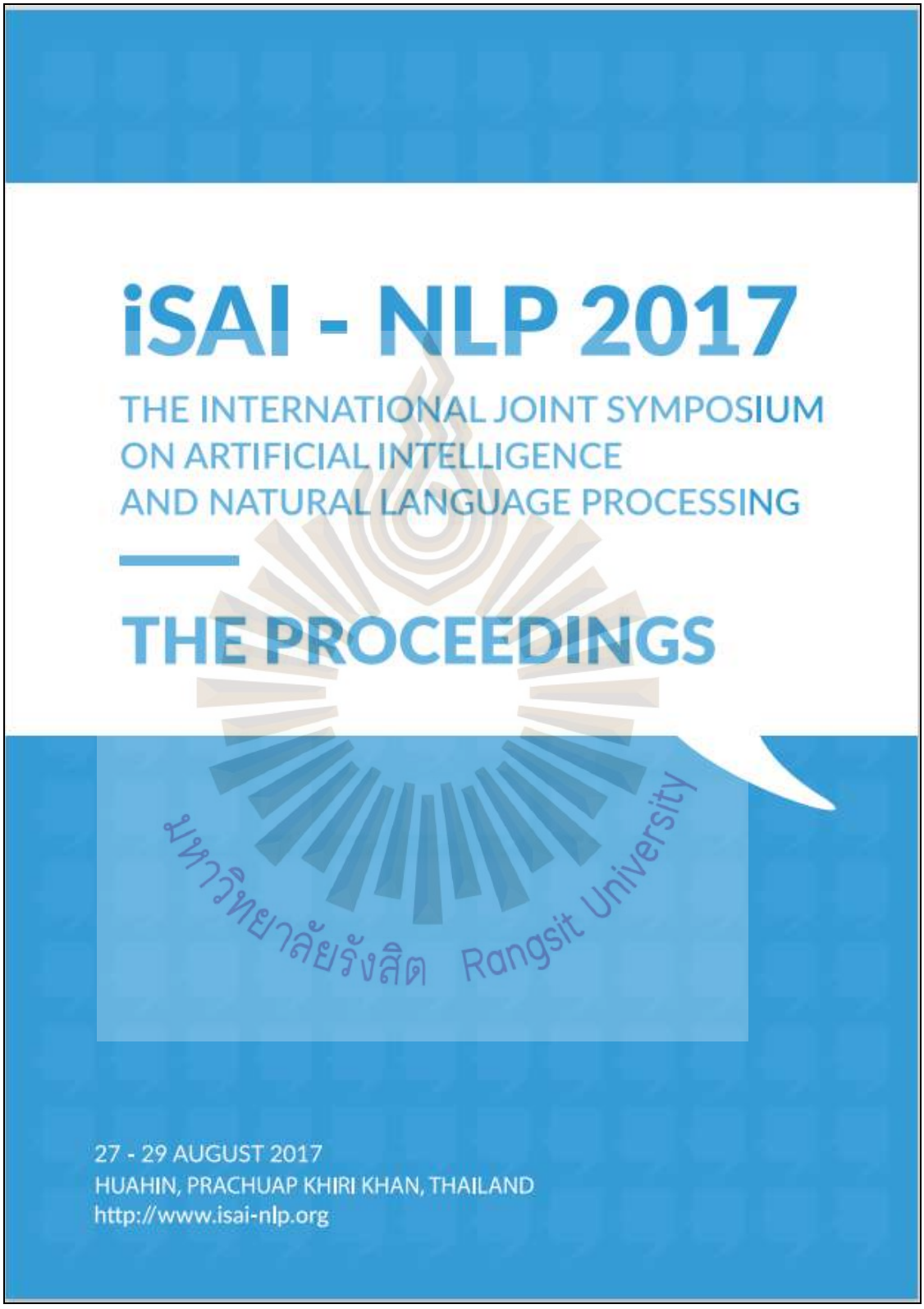
รูปที่ จ.1 แสดง UI ของ http://localhost:8080/searching/

ภาคผนวก ฉ

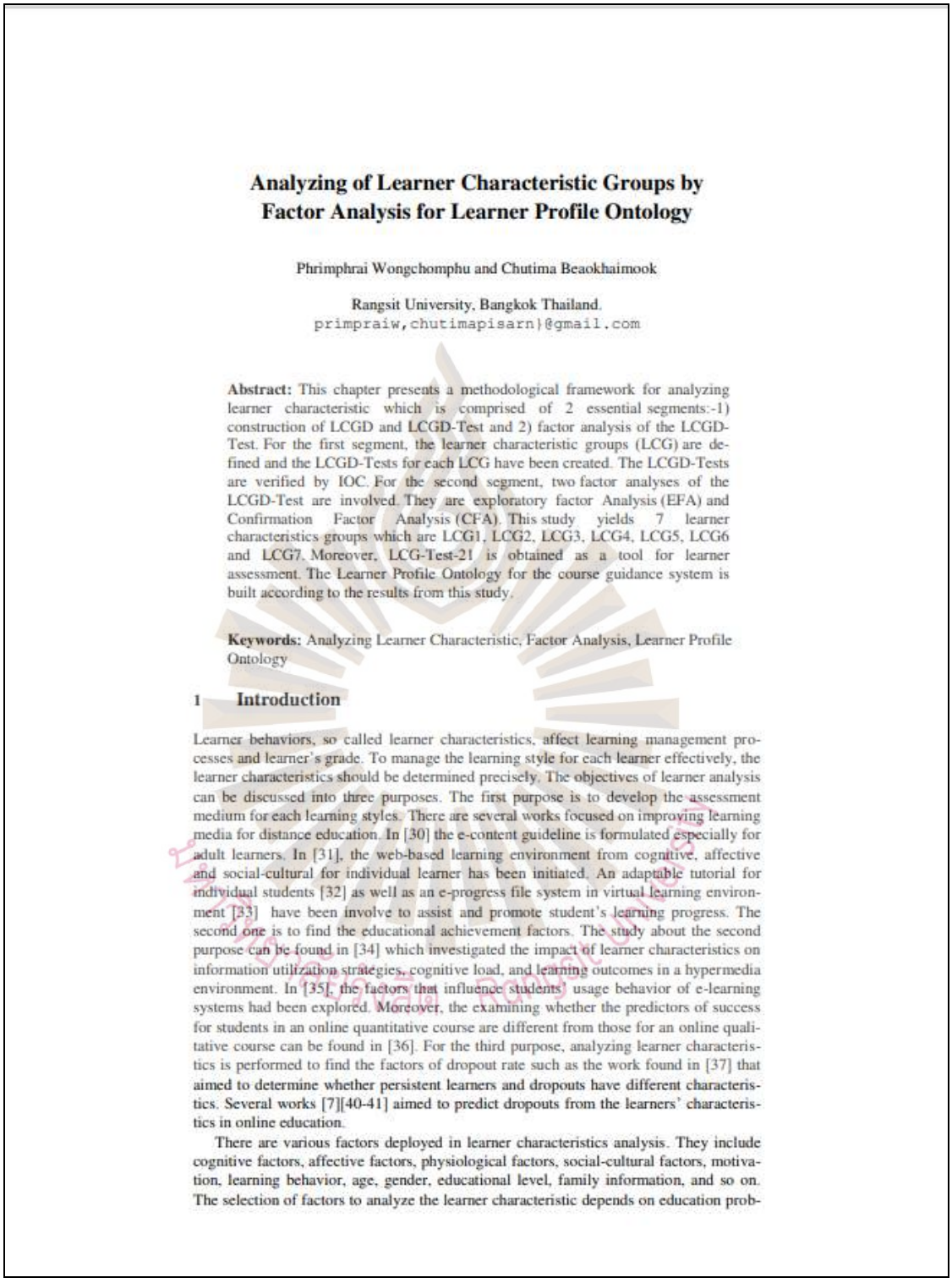
The Proceeding of the Joint International Symposium on Artificial Intelligence and Natural Language Processing (iSAI-NLP 2017)

Manuscript "Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology"

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ ฉ.1 แสดง Artificial Intelligence and Natural Language Processing (iSAI-NLP 2017)



Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology

Phrimphrai Wongchomphu and Chutima Beaokhaimook

Rangsit University, Bangkok Thailand.
primpraiw,chutimapisarn}@gmail.com

Abstract: This chapter presents a methodological framework for analyzing learner characteristic which is comprised of 2 essential segments:-1) construction of LCGD and LCGD-Test and 2) factor analysis of the LCGD-Test. For the first segment, the learner characteristic groups (LCG) are defined and the LCGD-Tests for each LCG have been created. The LCGD-Tests are verified by IOC. For the second segment, two factor analyses of the LCGD-Test are involved. They are exploratory factor Analysis (EFA) and Confirmation Factor Analysis (CFA). This study yields 7 learner characteristics groups which are LCG1, LCG2, LCG3, LCG4, LCG5, LCG6 and LCG7. Moreover, LCG-Test-21 is obtained as a tool for learner assessment. The Learner Profile Ontology for the course guidance system is built according to the results from this study.

Keywords: Analyzing Learner Characteristic, Factor Analysis, Learner Profile Ontology

1 Introduction

Learner behaviors, so called learner characteristics, affect learning management processes and learner's grade. To manage the learning style for each learner effectively, the learner characteristics should be determined precisely. The objectives of learner analysis can be discussed into three purposes. The first purpose is to develop the assessment medium for each learning styles. There are several works focused on improving learning media for distance education. In [30] the e-content guideline is formulated especially for adult learners. In [31], the web-based learning environment from cognitive, affective and social-cultural for individual learner has been initiated. An adaptable tutorial for individual students [32] as well as an e-progress file system in virtual learning environment [33] have been involve to assist and promote student's learning progress. The second one is to find the educational achievement factors. The study about the second purpose can be found in [34] which investigated the impact of learner characteristics on information utilization strategies, cognitive load, and learning outcomes in a hypermedia environment. In [35], the factors that influence students' usage behavior of e-learning systems had been explored. Moreover, the examining whether the predictors of success for students in an online quantitative course are different from those for an online qualitative course can be found in [36]. For the third purpose, analyzing learner characteristics is performed to find the factors of dropout rate such as the work found in [37] that aimed to determine whether persistent learners and dropouts have different characteristics. Several works [7][40-41] aimed to predict dropouts from the learners' characteristics in online education.

There are various factors deployed in learner characteristics analysis. They include cognitive factors, affective factors, physiological factors, social-cultural factors, motivation, learning behavior, age, gender, educational level, family information, and so on. The selection of factors to analyze the learner characteristic depends on education prob-

รูปที่ ฉ.2 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 36

lems. In this work, we focus on how to obtain the learner characteristics that match specific computer courses. This paper presents the methodologies to analyze and construct the groups of learner characteristics. The outcomes of this study include seven learner characteristics group (LCG):- LCG1, LCG2, LCG3, LCG4, LCG5, LCG6, and LCG7 as well as the LCG classifying tools named LCG-Test-21. In addition, the Learner Profile Ontology for the course guidance system is built according to the results from this LCG analysis.

2 Related Work

2.1 Factor Analysis

In a comprehensive study of factor analysis in order to construct the groups of learner characteristics, the most commonly used factors analysis are an exploratory factor analysis (EFA) and a confirmatory factor analysis (CFA). The EFA is the basic method to acquire the desired factors and naming the sets of them while the CFA is a modeling approach to confirm those factors derived from the EFA. Based on reviewing several researches regarding to the factor analysis, some works performed factor analysis by applying only EFA [42-43] that provide the output as a group of factors or variables under the given conditions. On the other hand, some works applied only CFA [44-45] and provide the result as a model used for confirming the existing factor. There are many works that focused on applying both EFA and CFA [10, 26-29, 36, 46-47] which the result is a model to confirm the factors or variables that have been created.

2.2 Ontology and Semantic Web

There is a large volume of published studies describing the role of ontology and semantic web. The definition of ontology is shown as "ontology is an explicit specification of a conceptualization" [1-3]. The term "conceptualization" is the abstract model of some aspects of this world. By define definitions, properties, or attributes of key ideas and their relationships. The term "explicit specification" is the model should specify a clear language that will process with machines like humans.

Ontologies become increasingly important in many areas such as knowledge management, data integration, information sharing, data retrieval and e-commerce [1]. Ontology has a pivotal role in recommender system. Such system provided the suitable functions to the users. There are Ontology-based recommendation systems developed to several areas i.e., educational area, business area, social area, medical area, etc. For education fields: it's introducing all process about learning, teaching, activity and socialization in online-offline study [49-50]. In business fields, it focuses on customer satisfaction of products and services [51]. Semantic Web is the application of ontology. Ontology plays an important role in creating terminologies between agents where the common terms on different agents represent different meanings. Thus, the efficient ontologies require good design, appropriate ontology language and support reasoning tools. Semantic Modeling [4] is a graphing model created from the Resource Description Framework: (RDF) and other models such as object-oriented models, relational models, etc. Once the semantic in RDF is defined, the model called knowledge model is obtained, it is very important that the defined vocabulary covers the overall context and the ontology-base determines the relationship among terminologies [5, 9].

รูปที่ ฉ.3 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 37

3 A Methodical Analysis of Learner Characteristics Groups.

The methodological framework for analyzing learner characteristic is comprised of 2 essential segments which are 1) construction of learner characteristics group definition (LCGD) and LCGD-Test and 2) factor analysis of the LCGD-Test. The first segment consists constructing the LCGD, LCGD-Test and LCGD-Test validation. LCGD is a set of definitions that describe specific characteristics of particular types of person. The tool, called LCGD-Test is designed according to the defined LCGD. In order to obtain the valid LCGD-Test, the test was basically examined by five experts. For the second segment, the statistical analysis of LCGD-Test using two factor analyses, EFA and CFA, are performed. The processes of two essential segments are shown in Fig.2 and will be discussed thoroughly in section 3.1 and 3.2.

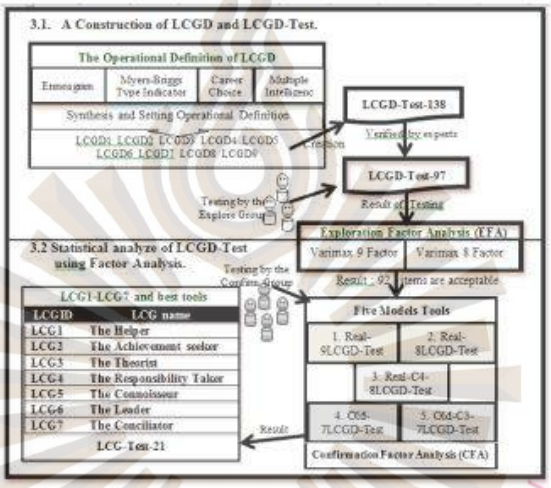


Fig. 1. A methodical analysis of Learner Characteristics Groups

3.1 A Construction of LCGD and LCGD-Test.

To define learner characteristic group definition or LCGD and LCGD-Test, three procedures were applied. Firstly, the operational definition of LCGD is defined and classified. Secondly, all those question contexts from Enneagram-test, MBTI-test, career choice-test and multiple intelligence-tests are collected and synthesized in accordance with defined LCGD resulting in the LCGD-test. Lastly, the LCGD-test was verified by five experts.

3.1.1 The Operational Definition of Learner Characteristic Groups.

The operational definition delimits concept of words and describes behaviors by observable and measurable variables [11]. For this study, learner characteristics can be classified into the defined groups, called LCGD. The operational definition of LCGD was defined and synthesized based on four theories. The first theory is Enneagram [15] which has nine different person characteristics:- reformer, helper, achiever, individualist, investigator, loyalist, enthusiast, challenger and peacemaker. The second theory is

รูปที่ ฉ.4 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 38

Myers-Briggs Type Indicator [16] or MBTI which explained sixteen distinctive personality types that result from the interactions among the preferences:- ESTJ, ESTP, ENTJ, ENFJ, ESFJ, ESFP, ENTP, ENFP, ISTJ, ISTP, INTJ, INFJ, ISFJ, ISFP, INTP and INFP. The third theory is Holland's Six Personality Types [17] which mentioned six personality types of career choices:- Realistic, Investigation, Artistic, Social, Enterprise and Conventional. The forth theory is Multiple Intelligences [18] that represented eight different types of intelligences that each individual has the capacity to possess:- Intelligence of Kinesthetic-Body Smart, Linguistic-Word Smart, Logical-Number Smart, Interpersonal-People Smart, Intrapersonal-Myself Smart, Musical-Music Smart, Visual/Spatial-Picture Smart and Naturalistic-Nature Smart.

From above 4 theories, the first, second and third theory show individual characteristic and personality of general person while the forth theory (Multiple Intelligences) showed a featured learning of the learners. However, this study desires to define new learner characteristics groups. Thus, Enneagram is selected as the initial theory and to create LCGD where the rest theories are supplementary. The importance is given to words found in four theories to define each type of persons. Words can be keywords, same words, words with the same meanings or corresponding meanings for each group of learners. Fig 2 shows the example of common words founded in 4 theories and uses them to synthesizing the LCGD when focusing on "reformer" characteristic group of Enneagram. So then, these common words are used to create LCGD1. The operational definitions of each learner characteristic group (LCGD1-LCDG9) are described in Table 2.

Enneagram [15] :Reformer	MBTI [16]	Career Choice [17]	Multiple intelligence [18]
Idealistic type	Idealistic		
They are teachers		Good at teaching	Teacher
Orderly		Orderly way	
Realistic		Realistic	
		Work with numbers	Number Smart

Fig. 2. Example of common words founded from 4 theories that used for synthesizing the definition of LCGD1

3.1.2 A Creation of LCGD-Test

By collecting the available tests of 4 theories which are MBTI-Tests [20-22], Enneagram-Tests [24-25], Career choice-Tests [19] and Multiple intelligence-Tests [23], 384 items can be compiled. However, from the analyzing those tests, the items that correspond to nine groups of LCGD yield only 138 items in total. This test is named LCGD-Tests-138. The numbers of items in LCGD-Tests-138 for LCGD1 to LCGD9 are 15, 15, 15, 13, 15, 16, 17, 16 and 15, respectively.

3.1.3 Verification of LCGD-Test by Using the Index of IOC

LCGD-Tests-138 contains both positive and negative behaviors items. LCGD-Tests-138 has been verified by five experts that specialized in four areas: professional research, education, psychology and educational measurement. By assessment based on calculating Item Objective Congruence (IOC) [48] with the accepted value range from 0.60 to 1.00, only 97 items from 138 items in LCGD-Test-138 are qualified as shown in Table 4. Those 97 items are combined as one LCGD-Test and then named LCGD-Test-97. The diagram of creating LCGD-Test-97 is expressed in Fig.3. The LCGD-Test-97 is designed as a rating scale with six levels [6] as shown in Table 5, which later becomes the input of statistical analysis in the next step.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ฉ.5 แสดง Manuscript "Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology" หน้า 39

Table 1. The operational definition of 9 Learner Characteristic Groups (LCGD1-LCGD9)

LCGDID	Name	The Operational Definition
LCGD1	The Idealist	This learner group who has characteristics, including: Orderly, Idealistic, Realistic, Rationale, Principles, Intelligent, Thoughtful, Purposeful, Self-control, The self-discipline, Keeping law and order, Completely and A reviewer.
LCGD2	The Helper	This learner group who has characteristics, including: Friendly, Caring, Helping, Generous, Unselfish, Kind, Compassionate, Talkative, Chatty, Interpersonal, Principle of others benefits rather than manually, Openly feelings, Favorite everyone.
LCGD3	The Achievement seeker	This learner group who has characteristics, including: Towards success, Pragmatic, Self-accepting, Adaptable, Excelling, Hardworking, Earnest, Always self-development, Attentive to detail and follow-up, Driven to reach goals, The results of the work is important, Good condescending and Distinctive.
LCGD4	The Individualist	This learner group who has characteristics, including: Sensitive, Introspective, Emotional artist, Inspired by themselves, Creative, Infinity Imagination, Think and Obsessed with themselves.
LCGD5	The Theorist	This learner group who has characteristics, including: Thinkers, Theorists, Cerebral, Esprit, Observation, Curiosity, Insightful, Innovative, Development complex skills, Focused visions, Academic Leadership, Well-kept secret, and High privacy.
LCGD6	The Responsibility taker	This learner group who has characteristics, including: Regulator, Self-discipline, Security-Oriented, Faithful, Justice, Commitment, Consistently, Trustworthy, High Responsibility and Best Problem Solver.
LCGD7	The Enthusiast	This learner group who has characteristics, including: Variety-Seeking, Extroverted, Optimistic, Versatile, Spontaneous, Always quest for knowledge and new experience, favor adventurous and risk, Talent, Joyous and Lives planner.
LCGD8	The Leader	This learner group who has characteristics, including: Powerful, Self-Confident, Leaders, Challenger, Willful, Straight-Talking, Brave, Resolute, Assertive, Decisive, Dare think, Dare do and Dislike wrangle.
LCGD9	The Peacemaker	This learner group who has characteristics, including: Conciliator, Mediator, Receptive, Agreeable, Acceptable and Trust, Love peace, Simple Life, Dislike conflict, Reliable to others, Listening reason and Sluggish.

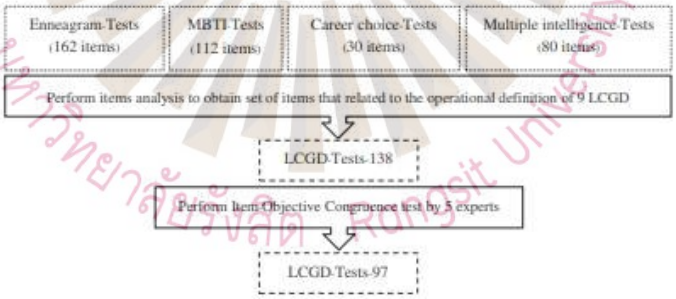


Fig. 3. A creation of LCGD-Test-97

รูปที่ ฉ.6 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 40

Table 4. The number of items in LCGD-Test before and after performing IOC test

LCGD-Test	The number of Items before IOC	The number of Items after IOC	LCGD-Test	The number of Items before IOC	The number of Items after IOC
LCGD1-Test	15	5	LCGD6-Test	16	18
LCGD2-Test	15	5	LCGD7-Test	17	17
LCGD3-Test	15	8	LCGD8-Test	16	15
LCGD4-Test	13	3	LCGD9-Test	15	16
LCGD5-Test	15	10	Total	138	97

Table 5. The example of LCGD-Test-97

Items	Characteristic Test	Rating Scale					
		Very Likely	Likely	Quite Likely	Quite Unlikely	Unlikely	Very Unlikely
1	I pay much attention to justice.						
2	I do not like people breaking rules.						
...	I have compassion for my friends.						
97	I will persuade my friends ...						

3.2 Statistical Analysis of LCGD-Test Using Factor Analysis

Statistical analysis is performed using factor analysis. There are three objectives of factor analysis. The first objective is to explore and identify common factors that can describe relationships between items. The second objective is to reduce the number of items. Lastly, the third objective is to determine the structural relationships among items [13]. At this point, two statistical analysis, Exploratory Factor Analysis (EFA) and Confirmatory Factor Analysis (CFA) are used to analyze LCGD-Test. EFA is used to extract the initial factor and analyze the items of the LCGD-Test-97 while CFA is used to confirm items yield from EFA and analyze data of the LCGD-Test-92. The detail explanation of EFA and CFA are discussed in section 3.2.1 and 3.2.1, respectively.

The data set are collected from two student groups by letting them do the test. The first student group is 410 students from grade 12 (high school) that do LCGD-Test-97 which later used for performing EFA. The second group is 300 3rd and 4th year undergraduate students [14] that have to do LCGD-Test-92 in order to confirm the results obtained from the first group by performing CFA. The reason that the data obtained from 3rd and 4th year undergraduate students are selected to be used in CFA because these group can represents the difference of three computer courses that are Computer Science (CS), Information Technology (IT) and Web Programming and Security (WEB). The numbers of students in second group that are CS, IT and WEB are 99, 135 and 66, respectively.

3.2.1 Exploratory Factor Analysis (EFA)

There are three steps for EFA. The first step is to validation matrix correlation between items. Using Kaiser-Meyer-Olkin measure of sampling adequacy (KMO) [8] and Bartlett's Test of Sphericity Bartlett's Test [8], the value of KMO is 0.870 which is greater than 0.60 and Bartlett's Test have significant Chi–square equals to 20784.3, with p-value equals to 0.00, as shown in Table 6. It indicates that the result is acceptable. The Second step is to perform factor extraction where the common factors are separated into minimum factors when using every item. Factor extraction was performed using SPSS software version 22 by applying the principal component analysis (PCA) [8] to analyze correlation matrix. The extracted Eigen values should be greater than 1.0 and the extracted number of factors equals to 9 according to 9 LCGD groups. The results of factor loading [14] are ranged from 0.302 to 0.823 which is greater or equal 0.30. By performing the EFA on LCGD-Test-97, the test remains 92 items and spreads over 8 factors as shown in Table 7. It represents that there are 92 acceptable items and 5 unacceptable items, later called LCGD-Test-92.

รูปที่ ฉ.7 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 41

Table 6. Statistics, consider values and results of validation matrix correlation and factor extraction

Statistics	Consider Values	Results
KMO	≥ 0.60	0.870
Bartlett's Test	Chi – square, sig.p < 0.05	20784.3 p=0.00
Factor Loading	≥ 0.30	0.302 - 0.823

The final step of EFA is the factor rotation to perform grouping the items clearly for each factor. This process was done using SPSS software version 22. There are two types of Varimax method to rotate the factors of 92 items in LCGD-Test-92. They are Varimax 9 factors and Varimax 8 factors. The Varimax method yield the numbers of items spread per factor and numbers of factor rotation. In this process we found Varimax 9 Factor was auto rotated 33 times and Varimax 8 Factor was auto rotated 20 times as shown in Table 7.

Table 7. Number of items spread per factor by Varimax 9 Factor and Varimax 8 Factor

Factor	number of items by Varimax 9 Factor Auto rotated 33	number of items by Varimax 8 Factor Auto rotated 20	Factor	number of items by Varimax 9 Factor Auto rotated 33	number of items by Varimax 8 Factor Auto rotated 20
1	7	6	6	18	23
2	4	8	7	10	14
3	8	10	8	11	10
4	2	0	9	15	4
5	17	17	Total	92	92

Table 7 indicates that Factor 4 should be cut off because the number of items is too low and 92 items will be forwarded to the CFA in the next step.

3.2.2 Confirmatory Factor Analysis (CFA)

The CFA is a procedure to verify the consistency of the results obtained from the EFA by data and factor loading analysis. There are 92 acceptable items obtained from the EFA and becomes the input to the CFA. The CFA has three steps. The first step is the factor model analysis which resulting the models to verify items in each LCGD. There are five models created in this step:- Real-9LCGD, Real-8LCGD, Real-C4-8LCGD, Old-7LCGD and Old-C3-7LCGD. The role for each model has provided in Table 8. According to the factor model analysis, each model has split the item numbers of each LCGD as shown in Table 9.

Table 8. Roles of five models.

Model ID	Roles
Real-9LCGD	Confirmation of items that corresponds to the factor analysis using Varimax 9 Factor method.
Real-8LCGD	Confirmation of items that corresponds to the factor analysis using Varimax 8 Factor method.
Real-C4-8LCGD	Confirmation of items according Factor to analysis from Varimax 8 Factor method and Select the items with the highest fourth factor loading ranked to reduce bias.
Old-7LCGD	Confirmation of items by selecting specific items that according the operational definition remaining 7 LCGD.
Old-C3-7LCGD	Confirmation of items by selecting specific items that according the operational definition remaining 7LCGD and Select the items with the highest third factor loading ranked to reduce bias.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ฉ.8 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 42

Table 9. Number of items of LCGD1-LCGD9 obtained from five models

ModelID / LCGDID	Real-9LCGD	Real-8LCGD	Real-C4-8LCGD	Old-7LCGD	Old-C3-7LCGD
LCGD1	7	6	4	~~1~~	~~0~~
LCGD2	4	8	4	4	3
LCGD3	8	10	4	(3)	3
LCGD4	~~2~~	~~0~~	~~0~~	~~0~~	~~0~~
LCGD5	17	17	4	6	3
LCGD6	18	23	4	13	3
LCGD7	10	14	4	8	3
LCGD8	11	10	4	6	3
LCGD9	15	(4)	4	4	3
Total	92	92	32	45	21

The numbers in Table 9 indicate the amount of items yielded for each LCGD when applying 5 different models. They are Real-9LCGD-Test, Real-8LCGD-Test, Real-C4-8LCGD-Test, Old-7LCGD-Test and Old-C3-7LCGD-Test. The data of these five LCGD-Tests collected from the second group of students. For confirming the test, LISREL Program version 8.8 are taken into account in the second step to recheck the coherent items in each LCGD. [12] The CFA statistics that indicate the goodness of fit include Chi-Square χ^2, df, P<0.05, $\chi^2/df \leq 5$, RMSEA ≤ 0.08 and CFI ≥ 0.90 [8][12]. All goodness of fit statistics for CFA analysis obtained from five models are shown in Table 10.

The third step is to interpret the goodness of fit statistics results of five models. Since the results are inconsistent with the empirical data. At this point, to obtain the best models, 10 more runtimes have been performed to adjust the models. After 10 more runtime of Old-C3-7LCGD, the result has passed the criteria (Chi-Square χ^2=406.66, df =172, P=0.00, χ^2/df = 2.36, RMSEA=0.068 and CFI=0.92). In order to search inferior models, 20 runtimes have been performed to adjust the models again and the models that are accorded to the empirical data are Real-9LCGD (Chi-Square χ^2 =9407.31, df =4065, P=0.00, χ^2/df =2.31, RMSEA=0.066 and CFI=0.88), Real-8LCGD (Chi-Square χ^2 =9795.70, df =3799, P=0.00, χ^2/df =2.57, RMSEA=0.073 and CFI=0.86), Old-7LCGD (Chi-Square χ^2 =2303.37, df =792, P=0.00, χ^2/df =2.90, RMSEA=0.08 and CFI=0.87), and Real-C4-8LCGD (Chi-Square χ^2 =1335.16, df =434, P=0.00, χ^2/df =3.07, RMSEA=0.083 and CFI=0.88). The best model which is Old-C3-7LCD indicates that there are 7 acceptable factors. Therefore, the initial operational definitions of LCGD groups has been reduced from 9 groups to only 7 groups and later named LCG1 (The Helper), LCG2 (The Achievement seeker), LCG3 (The Theorist), LCG4 (The Responsibility), LCG5 (The Connoisseur), LCG6 (The Leader) and LCG7 (The Conciliator). Moreover, from the analysis results of the best model show that best tools for assessing 7 group of LCG are Old-C3-7LCGD-Test and LCG-Test-21.

รูปที่ ฉ.9 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 43

Table 10. Goodness of fit test results of five models [8, 12]
Here, ☑ is the result with ✓ means Pass and × means Fail.

Model ID	Goodness of fit Statistic results										
	Rules	Chi-Square		χ^2/df		RMSEA		CFI		Ranking
	Runtimes to Adaptive Model	χ^2, df, P<0.05	☑	≤5	☑	≤ 0.08	☑	≥ 0.90	☑	
Real-9LCGD	1st	χ^2 = 10806.64, df = 4085, P=0.000	✓	2.64	✓	0.074	✓	0.86	×	2
	10th	χ^2 = 9858.79, df = 4075, P=0.000	✓	2.41	✓	0.069	✓	0.87	×	
	20th	χ^2 = 9407.31, df = 4065, P=0.000	✓	2.31	✓	0.066	✓	0.88	×	
Real-8LCGD	1st	χ^2 = 11375.48, df = 3819, P=0.000	✓	2.97	✓	0.081	×	0.84	×	3
	10th	χ^2 = 10281.18, df = 3809, P=0.000	✓	2.69	✓	0.075	✓	0.86	×	
	20th	χ^2 = 9795.70, df = 3799, P=0.000	✓	2.57	✓	0.073	✓	0.86	×	
Real-C4-8LCGD	1st	χ^2 = 1704.82, df = 456, P=0.000	✓	3.73	✓	0.096	×	0.83	×	5
	10th	χ^2 = 1482.24, df = 446, P=0.000	✓	3.32	✓	0.088	×	0.86	×	
	20th	χ^2 = 1335.16, df = 434, P=0.000	✓	3.07	✓	0.083	×	0.88	×	
Old-7LCGD	1st	χ^2 = 2944.26, df = 812, P=0.000	✓	3.62	✓	0.094	×	0.83	×	4
	10th	χ^2 = 2463.03, df = 802, P=0.000	✓	3.07	✓	0.083	×	0.86	×	
	20th	χ^2 = 2303.37, df = 792, P=0.000	✓	2.90	✓	0.080	✓	0.87	×	
Old-C3-7LCGD	1st	χ^2 = 594.88, df = 182, P=0.000	✓	3.26	✓	0.087	×	0.087	×	1
	10th	χ^2 = 406.66, df = 172, P=0.000	✓	2.36	✓	0.068	✓	0.92	✓	

4 The Experiment of Five Learners' Characteristics Measurement Tools

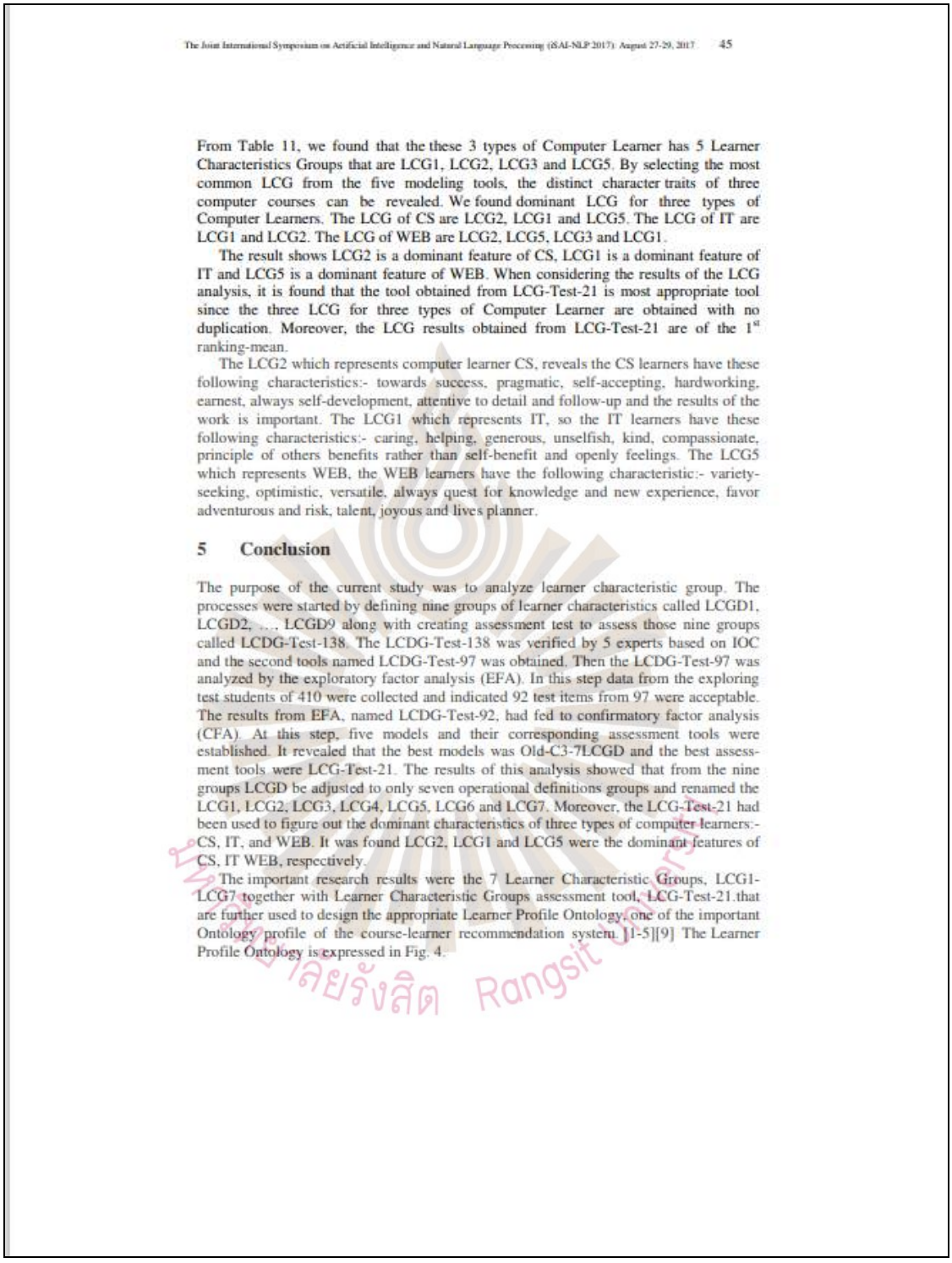
From the analysis of the five models obtained from section 3.2.2, we can obtain five learners' characteristics measurement tools that are Real-9LCGD-Test, Real- 8LCGD-Test, Real-C4-8LCGD-Test, Old-7LCGD-Test, and LCG-Test-21 which adapted from Old-C3-7LCGD-Test.

The tryouts of five assessment tools have been done with the testing group. The testing group have 152 students from 3rd year and 4th year of undergraduate with a grade point average (GPA) greater than or equal to 2.75. These student testing group are used to represent three learner characteristics groups:- computer science students (CS), information technology students (IT) and web programming and security students (WEB). The number of students in each learner characteristics groups are 57, 72 and 23 for CS, IT and WEB students, respectively. The tryout results of five models tools with the 1st ranking-mean and 2nd ranking-mean of 152 individuals are presented in Table 11.

Table 11. The LCG results of from five models tools to classify the characteristic group of three types of computer learners

Type of Computer Learner	Real-9LCGD-Test		Real-8LCGD-Test		Real-C4-8LCGD-Test		Old-7LCGD-Test		LCG-Test-21	
	Mean 1st	Mean 2nd	Mean 1st	Mean 2nd	Mean 1st	Mean 2nd	Mean 1st	Mean 2nd	Mean 1st	Mean 2nd
CS	LCG1	**LCG2** LCG5	LCG1	**LCG2** LCG5	**LCG2**	LCG1	**LCG2** LCG5	LCG1 LCG5	**LCG2**	LCG1
IT	**LCG1**	LCG1	**LCG1**	LCG1	**LCG1**	LCG1	**LCG1**	LCG2	**LCG1**	LCG2
WEB	LCG3	**LCG5**	LCG3	**LCG5**	LCG1	**LCG5**	LCG3	**LCG5**	**LCG5**	LCG2

รูปที่ ฉ.10 แสดง Manuscript "Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology" หน้า 44



From Table 11, we found that the these 3 types of Computer Learner has 5 Learner Characteristics Groups that are LCG1, LCG2, LCG3 and LCG5. By selecting the most common LCG from the five modeling tools, the distinct character traits of three computer courses can be revealed. We found dominant LCG for three types of Computer Learners. The LCG of CS are LCG2, LCG1 and LCG5. The LCG of IT are LCG1 and LCG2. The LCG of WEB are LCG2, LCG5, LCG3 and LCG1.

The result shows LCG2 is a dominant feature of CS, LCG1 is a dominant feature of IT and LCG5 is a dominant feature of WEB. When considering the results of the LCG analysis, it is found that the tool obtained from LCG-Test-21 is most appropriate tool since the three LCG for three types of Computer Learner are obtained with no duplication. Moreover, the LCG results obtained from LCG-Test-21 are of the 1st ranking-mean.

The LCG2 which represents computer learner CS, reveals the CS learners have these following characteristics:- towards success, pragmatic, self-accepting, hardworking, earnest, always self-development, attentive to detail and follow-up and the results of the work is important. The LCG1 which represents IT, so the IT learners have these following characteristics:- caring, helping, generous, unselfish, kind, compassionate, principle of others benefits rather than self-benefit and openly feelings. The LCG5 which represents WEB, the WEB learners have the following characteristic:- variety-seeking, optimistic, versatile, always quest for knowledge and new experience, favor adventurous and risk, talent, joyous and lives planner.

5 Conclusion

The purpose of the current study was to analyze learner characteristic group. The processes were started by defining nine groups of learner characteristics called LCGD1, LCGD2, …, LCGD9 along with creating assessment test to assess those nine groups called LCDG-Test-138. The LCDG-Test-138 was verified by 5 experts based on IOC and the second tools named LCDG-Test-97 was obtained. Then the LCDG-Test-97 was analyzed by the exploratory factor analysis (EFA). In this step data from the exploring test students of 410 were collected and indicated 92 test items from 97 were acceptable. The results from EFA, named LCDG-Test-92, had fed to confirmatory factor analysis (CFA). At this step, five models and their corresponding assessment tools were established. It revealed that the best models was Old-C3-7LCGD and the best assessment tools were LCG-Test-21. The results of this analysis showed that from the nine groups LCGD be adjusted to only seven operational definitions groups and renamed the LCG1, LCG2, LCG3, LCG4, LCG5, LCG6 and LCG7. Moreover, the LCG-Test-21 had been used to figure out the dominant characteristics of three types of computer learners:- CS, IT, and WEB. It was found LCG2, LCG1 and LCG5 were the dominant features of CS, IT WEB, respectively.

The important research results were the 7 Learner Characteristic Groups, LCG1-LCG7 together with Learner Characteristic Groups assessment tool, LCG-Test-21.that are further used to design the appropriate Learner Profile Ontology, one of the important Ontology profile of the course-learner recommendation system. [1-5][9] The Learner Profile Ontology is expressed in Fig. 4.

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

รูปที่ ฉ.11 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 45

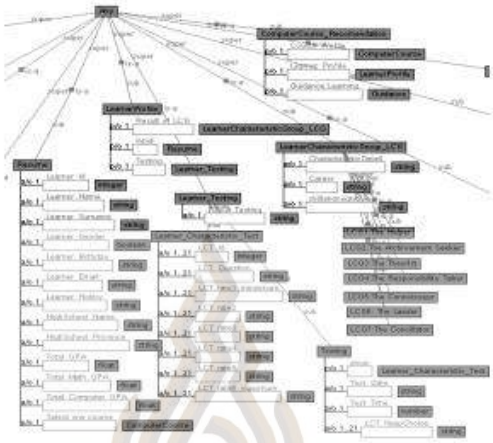
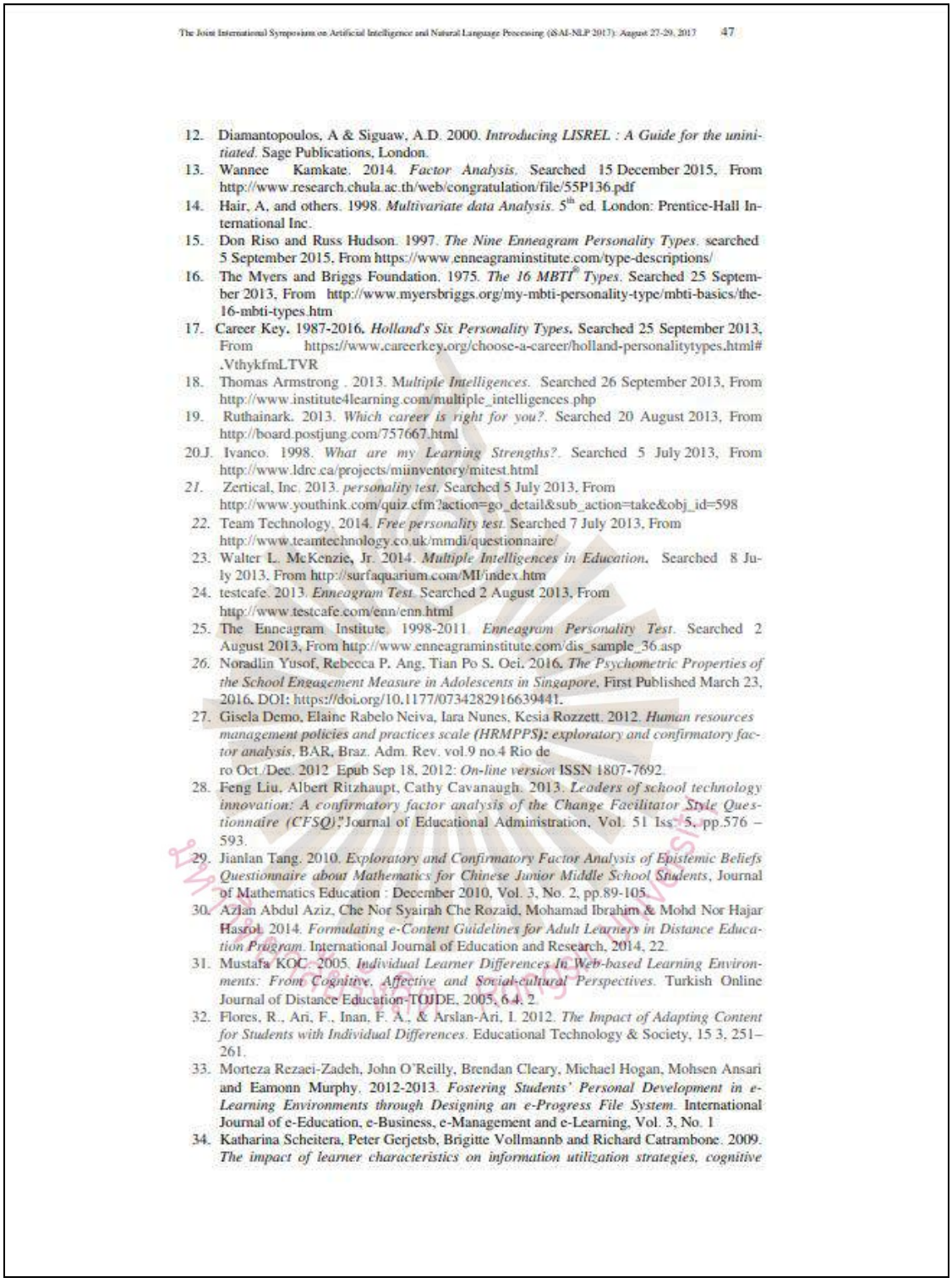


Fig. 4. Learner Profile Ontology by Hozo editor [38]

References

1. Marek Obitko. 2007. *Ontologies and Semantic Web*. Search from http://www.obitko.com/tutorials/ontologies-semantic-web/ontologies.html
2. Ian Horrocks. 2009. *Ontology-Based Information Systems*. Search from http://www.cs.ox.ac.uk/ian.horrocks/Seminars/download/NATO-stockholm.pdf
3. Amedeo Napoli. 2005. *An introduction to ontologies*. Search from http://cdsweb.u-strasbg.fr/meeting6/mda-ontology-251005.pdf
4. Steven J. Miller. 2013. *Introduction to Ontology Concepts and Terminology DC-2013 Tutorial (Lisbon, Portugal)*: http://creativecommons.org/licenses /by-nc/3.0/
5. Mihaela Oprea. 2015. *On the Design of a Collaborative Ontology Development Methodology for Educational Systems*. In *Proceedings of the 7th Balkan Conference on Informatics Conference* (BCI '15). ACM, New York, NY, USA, Article 16 , 7 pages. DOI=http://dx.doi.org/10.1145/2801081.2801103
6. Learning Innovation Center. 2014. *Attitude*. searched 2 January 2016, From http://www.lic.chula.ac.th/web/mediaflash/Ram2_3/11-12-19. pdf
7. D.F.O.Onah, J.Sinclair, R.Boyatt. 2015. *DROPOUT RATES OF MASSIVE OPEN ONLINE COURSES: BEHAVIOURAL PATTERNS*. Searched 28 march 2016, from ttps://www2.warwick.ac.uk/fac/sci/dcs/people/research/csrmaj/daniel_onah_edulearn14.pdf
8. Suppamas Angsuchot; Somtavil Vijitwanna; And Ratchaneekul pinyopanuwat. 2011. *Analytical Statistics for Social Science Research and Behavioral Sciences: Techniques for Using LISREL Program*. Bangkok: CharoenDeeMunkhong Printing.
9. Mugdha Sharma and Laxmi Ahuja. 2016. *A Novel and Integrated Semantic Recommendation System for E-Learning using Ontology*. In Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies (ICTCS '16). ACM, New York, NY, USA, Article 52, 5 pages. DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2905055.2905110
10. S. Alexandra Burt,M. Brent Donnellan. 2008. *Personality correlates of aggressive and non-aggressive antisocial behavior*, Personality and Individual Differences : Volume 44, Issue 1, January 2008, Pages 53-63
11. Woawmanee Kuekkhunthod. 2013. *Operational Definition*. Searched 5 March 2013, From http://kuekkhunthod.blogspot.com/2013/01/operational-defenition.html.

รูปที่ ฉ.12 แสดง Manuscript “Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology” หน้า 46



12. Diamantopoulos, A & Siguaw, A.D. 2000. *Introducing LISREL : A Guide for the uninitiated*. Sage Publications, London.
13. Wannee Kamkate. 2014. *Factor Analysis*. Searched 15 December 2015, From http://www.research.chula.ac.th/web/congratulation/file/55P136.pdf
14. Hair, A, and others. 1998. *Multivariate data Analysis*. 5th ed. London: Prentice-Hall International Inc.
15. Don Riso and Russ Hudson. 1997. *The Nine Enneagram Personality Types*. searched 5 September 2015, From https://www.enneagraminstitute.com/type-descriptions/
16. The Myers and Briggs Foundation. 1975. *The 16 MBTI® Types*. Searched 25 September 2013, From http://www.myersbriggs.org/my-mbti-personality-type/mbti-basics/the-16-mbti-types.htm
17. Career Key. 1987-2016. *Holland's Six Personality Types*. Searched 25 September 2013, From https://www.careerkey.org/choose-a-career/holland-personalitytypes.html#.VthykfmLTVR
18. Thomas Armstrong . 2013. *Multiple Intelligences*. Searched 26 September 2013, From http://www.institute4learning.com/multiple_intelligences.php
19. Ruthainark. 2013. *Which career is right for you?*. Searched 20 August 2013, From http://board.postjung.com/757667.html
20. J. Ivanco. 1998. *What are my Learning Strengths?*. Searched 5 July 2013, From http://www.ldrc.ca/projects/miinventory/mitest.html
21. Zertical, Inc. 2013. *personality test*. Searched 5 July 2013, From http://www.youthink.com/quiz.cfm?action=go_detail&sub_action=take&obj_id=598
22. Team Technology. 2014. *Free personality test*. Searched 7 July 2013, From http://www.teamtechnology.co.uk/mmdi/questionnaire/
23. Walter L. McKenzie, Jr. 2014. *Multiple Intelligences in Education*. Searched 8 July 2013, From http://surfaquarium.com/MI/index.htm
24. testcafe. 2013. *Enneagram Test*. Searched 2 August 2013, From http://www.testcafe.com/enn/enn.html
25. The Enneagram Institute. 1998-2011. *Enneagram Personality Test*. Searched 2 August 2013, From http://www.enneagraminstitute.com/dis_sample_36.asp
26. Noradlin Yusof, Rebecca P. Ang, Tian Po S. Oei. 2016. *The Psychometric Properties of the School Engagement Measure in Adolescents in Singapore*, First Published March 23, 2016, DOI: https://doi.org/10.1177/0734282916639441.
27. Gisela Demo, Elaine Rabelo Neiva, Iara Nunes, Kesia Rozzett. 2012. *Human resources management policies and practices scale (HRMPPS): exploratory and confirmatory factor analysis*, BAR, Braz. Adm. Rev. vol.9 no.4 Rio de ro Oct./Dec. 2012 Epub Sep 18, 2012: *On-line version* ISSN 1807-7692.
28. Feng Liu, Albert Ritzhaupt, Cathy Cavanaugh. 2013. *Leaders of school technology innovation: A confirmatory factor analysis of the Change Facilitator Style Questionnaire (CFSQ)*,"Journal of Educational Administration, Vol. 51 Iss: 5, pp.576 – 593.
29. Jianlan Tang. 2010. *Exploratory and Confirmatory Factor Analysis of Epistemic Beliefs Questionnaire about Mathematics for Chinese Junior Middle School Students*, Journal of Mathematics Education : December 2010, Vol. 3, No. 2, pp.89-105.
30. Azlan Abdul Aziz, Che Nor Syairah Che Rozaid, Mohamad Ibrahim & Mohd Nor Hajar Hasrol. 2014. *Formulating e-Content Guidelines for Adult Learners in Distance Education Program*. International Journal of Education and Research, 2014, 22.
31. Mustafa KOÇ. 2005. *Individual Learner Differences In Web-based Learning Environments: From Cognitive, Affective and Social-cultural Perspectives*. Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE, 2005, 6.4. 2.
32. Flores, R., Ari, F., Inan, F. A., & Arslan-Ari, I. 2012. *The Impact of Adapting Content for Students with Individual Differences*. Educational Technology & Society, 15 3, 251–261.
33. Morteza Rezaei-Zadeh, John O'Reilly, Brendan Cleary, Michael Hogan, Mohsen Ansari and Eamonn Murphy. 2012-2013. *Fostering Students' Personal Development in e-Learning Environments through Designing an e-Progress File System*. International Journal of e-Education, e-Business, e-Management and e-Learning, Vol. 3, No. 1
34. Katharina Scheitera, Peter Gerjetsb, Brigitte Vollmannb and Richard Catrambone. 2009. *The impact of learner characteristics on information utilization strategies, cognitive*

รูปที่ ฉ.13 แสดง Manuscript "Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology" หน้า 47

load experienced, and performance in hypermedia learning. The Learning and Instruction Journal, 2009, 19 5, 387–401.

35. Ra'ed Moh'd Taisir Masa'deh, Ali Tarhini, Ashraf Bany Mohammed & Mahmoud Maqableh. 2016. *Modeling Factors Affecting Student's Usage Behavior of E-Learning Systems in Lebanon*. International Journal of Business and Management, 2016, 112.
36. Chin-Kai Lin,Ling-Fu Meng,Ya-Wen Yu,Che-Kuo Chen,Kuan-Hua Li. 2014. *Factor analysis of the Contextual Fine Motor Questionnaire in Children*, Research in Developmental Disabilities : Volume 35, Issue 2, January 2014, Pages 512-519
37. Park, J.-H., & Choi, H. J. 2009. *Factors Influencing Adult Learners' Decision to Drop Out or Persist in Online Learning*. Educational Technology & Society, 12 4, 207–217.
38. Mizoguch Lab. *Hozo-Ontology editor*. 2007. Searched 29 march 2016, from http://www.hozo.jp/ckc07demo/
40. Marcelo A. Santana, Evandro B. Costa, Baldoino F. S. Neto, Italo C. L. Silva & Joilson B. A. Rego. 2015. *A predictive model for identifying students with dropout profiles in online courses*. Searched 29 march 2016, from http://ceur-ws.org/Vol-1446/smlir_submission3.pdf
41. Erman Yukselturk, Serhat Ozekе & Yalın Kılıç Türel. 2014. *Predicting Dropout Student: An Application of Data Mining Methods in an Online Education Program*, European Journal of Open, Distance and E-Learning, 1: 616.
42. Amy S. Beavers, John W. Lounsbury, Jennifer K. Richards, Schuyler W. Huck, Gary J. Skolits, and Shelley L. Esquivel. 2013. *Practical Considerations for Using Exploratory Factor Analysis in Educational Research*. Practical Assessment, Research & Evaluation, Volume 18, Number 6, March 2013 : ISSN 1531-7714
43. Cadeyrn J. Gaskin, Brenda Happell. 2013. *On exploratory factor analysis: A review of recent evidence, an assessment of current practice, and recommendations for future use*, 51: 511-521, DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2013.10.005
44. Kalliath, T. J., O'Driscoll, M. P. and Brough, P. 2004. *A confirmatory factor analysis of the General Health Questionnaire-12. Stress and Health*, 20: 11–20. doi:10.1002/smi.993
45. Nuttawuth Muenjohn. 2008. *Evaluating the Structural Validity of the Multifactor Leadership Questionnaire (MLQ), Capturing the Leadership Factors of Transformational-Transactional Leadership*. Contemporary Management Research Pages 3-14, Vol. 4, No. 1, March 2008.
46. Justicia, F. Pichardo, M.C., Cano, F. et al. E ur J Psychol Educ. 2008. 23: 355. doi:10.1007/BF03173004 47
47. Andrew Percy, Patrick McCrystal, and Kathryn Higgins. 2008. *Confirmatory Factor Analysis of the Adolescent Self-Report Strengths and Difficulties Questionnaire*, European Journal of Psychological Assessment 2008 24:1, 43-48
48. Surapong Kongsut and Teerachart tammawong. 2008. *IOC*. [Online] Available : http://ncu.ac.th/site/articlecontent_desc.php?article_id=656&articlegroup_id=146.2551.
49. Tarus, J.K., Niu, Z. & Mustafa, G. Artif Intell Rev .2017. *Knowledge-based recommendation: a review of ontology-based recommender systems for e-learning*. doi:10.1007/s10462-017-9539-5[Online] Available : https://link.springer.com/article/10.1007/s10462-017-9539-5
50. Rohrer E., Motz R., Díaz A. 2010. *Modeling and Use of an Ontology Network for Website Recommendation Systems*. In: Meersman R., Dillon T., Herrero P. (eds) On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2010 Workshops. OTM 2010. Lecture Notes in Computer Science, vol 6428. Springer, Berlin, Heidelberg
51. de Paiva F.A.P., Costa J.A.F., Silva C.R.M. 2014. *An Ontology-Based Recommender System Architecture for Semantic Searches in Vehicles Sales Portals*. In: Polycarpou M., de Carvalho A.C.P.L.F., Pan JS., Woźniak M., Quintian H., Corchado E. (eds) Hybrid Artificial Intelligence Systems. HAIS 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol 8480. Springer, Cham

รูปที่ ฉ.14 แสดง Manuscript "Analyzing of Learner Characteristic Groups by Factor Analysis for Learner Profile Ontology" หน้า 48

ภาคผนวก ช

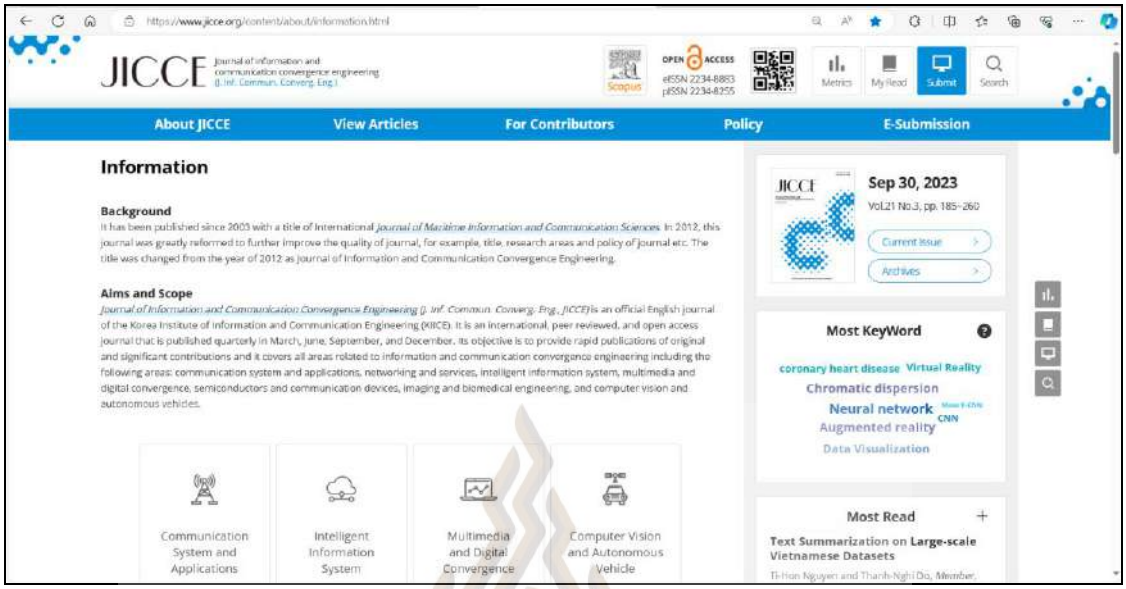
Journal of Information and Communication Convergence Engineering

(J. Inf. Commun. Converg. Eng., JICCE)

E-mail ตอบรับ

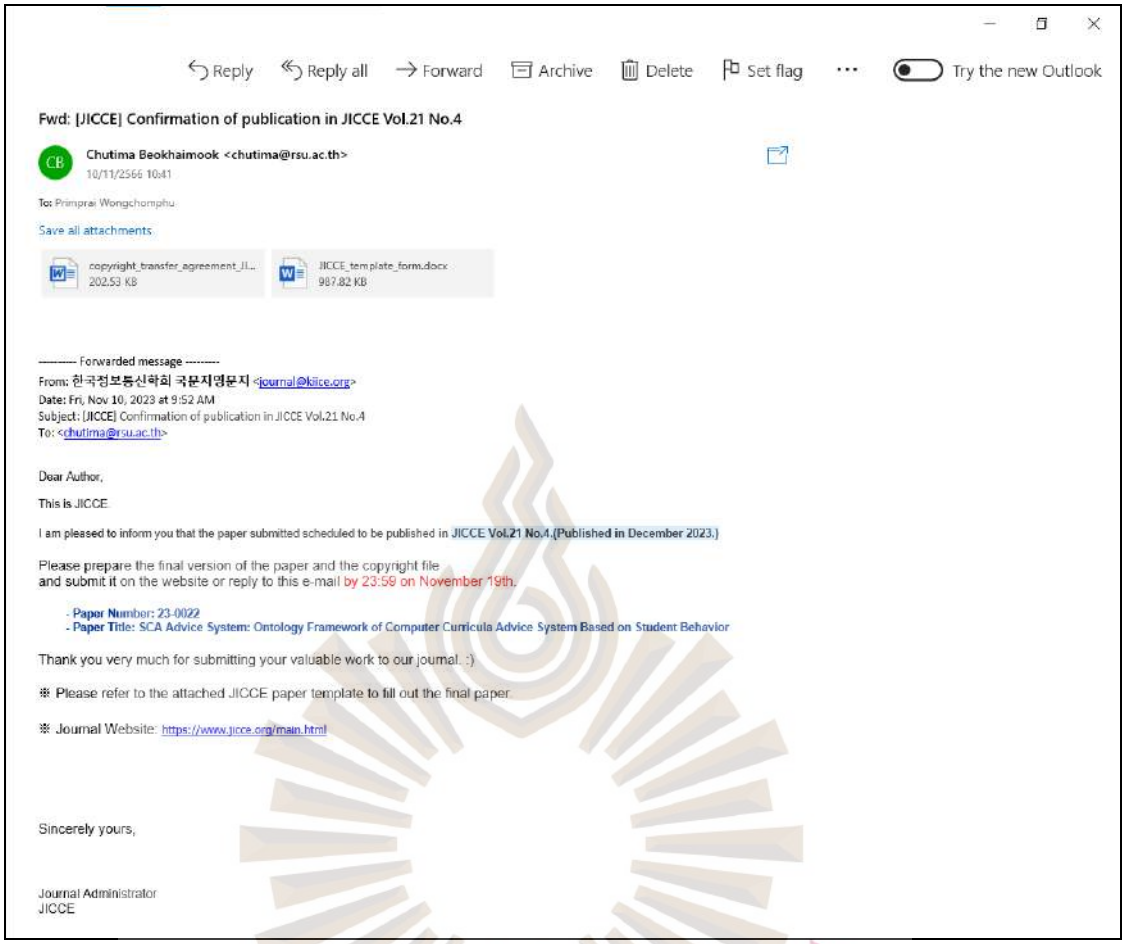
Manuscript "SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior"

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University



รูปที่ ช.1 แสดง Journal of Information and Communication Convergence Engineering (J. Inf. Commun. Converg. Eng., JICCE)

รูปที่ ช.2 แสดง Journal of Information and Communication Convergence Engineering (J. Inf. Commun. Converg. Eng., JICCE) Vol.21 No 3. Current Issue



Reply Reply all Forward Archive Delete Set flag ··· Try the new Outlook

Fwd: [JICCE] Confirmation of publication in JICCE Vol.21 No.4

Chutima Beokhaimook <chutima@rsu.ac.th>
10/11/2566 10:41

To: Primprai Wongchomphu

Save all attachments

copyright_transfer_agreement_JI... 202.53 KB

JICCE_template_form.docx 987.82 KB

---------- Forwarded message ---------
From: 한국정보통신학회 국문지명문지 <journal@kiice.org>
Date: Fri, Nov 10, 2023 at 9:52 AM
Subject: [JICCE] Confirmation of publication in JICCE Vol.21 No.4
To: <chutima@rsu.ac.th>

Dear Author,

This is JICCE.

I am pleased to inform you that the paper submitted scheduled to be published in JICCE Vol.21 No.4.(Published in December 2023.)

Please prepare the final version of the paper and the copyright file
and submit it on the website or reply to this e-mail by 23:59 on November 19th.

- Paper Number: 23-0022
- Paper Title: SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior

Thank you very much for submitting your valuable work to our journal. :)

※ Please refer to the attached JICCE paper template to fill out the final paper.

※ Journal Website: https://www.jicce.org/main.html

Sincerely yours,

Journal Administrator
JICCE

รูปที่ ช.3 แสดง E-mail ตอบรับการตีพิมพ์ลง Journal of Information and Communication Convergence Engineering (J. Inf. Commun. Converg. Eng., JICCE) Vol.21 No.4. (Published in December 2023.)

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University

Journal of information and communication convergence engineering
http://jicce.org

J. Inf. Commun. Converg. Eng. 21(4): 00-00, Dec. 2023 Regular Paper

SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior

Phrimphrai Wongchomphu[1], Chutima Beokhaimook[2*], *Member, KIICE*

[1,2] College of Digital Innovation Technology, Rangsit University, Pathum Thani, 12000, Thailand.

Abstract

The SCA advice system is an ontology-based recommender that provides advice on the appropriate computer curriculum according to the behavior types of high school students. The three computer curricula include computer science (CS), information technology (IT), and web programming and security (WEB) at Chiang Mai Rajabhat University. This study aimed to design an ontology framework for SCA advice systems. The three core ontologies are student ontology, computer-curriculum ontology, and advice ontology. Student behaviors were analyzed, and it was found that the behavior types of CS, IT, and WEB were SB-2, SB-1, and SB-5, respectively. All subjects in these three curricula were analyzed and grouped into seven subject groups. Their curricula were synthesized in terms of basic skills, basic knowledge, and characteristics. By consolidating the curriculum nature of CS, IT, and WEB, which correspond to behavior types SB-2, SB-1, and SB-5. The advice results for CS, IT, and WEB can be obtained.

Index Terms: Advice system, Education ontology, Student behavior types, Recommendation system

I. INTRODUCTION

Currently, various courses are available at many universities. Although these courses' information is provided on the websites, the difficulty of finding and choosing the right course that meets learners' expectations exists. In addition, students do not know what they like or want to do in the future. They should be assisted by guiding them to find an appropriate course for their higher education. The Recommendation System (RS) [1] assists human beings by providing appropriate advice that can be found in many domains. In the commercial domain, RS introduces products and services to customers by analyzing their behavior [2,3]. In the health domain, RS recommends healthcare for individuals, such as nutrition needed per day [4], as well as food, medicine, and healthcare methods. In the statistics domain, RS offers new statistical approaches based on multicriteria rating data [5,6,7,8,9,10]. In the technology domain, the RS supports a framework that builds online and offline applications [11,12,13,14]. In the tourism domain, RS enriches travel information by answering semantic questions that support personal data interesting [15,16]. In academia, RS is an important tool for the community of all learning lives, such as managing both online and on-site didactical activities (teaching, learning, and examination) [17,18], measuring learning outcomes and predicting grades, as well as examining how students' academic and course attributes influence their enrollment patterns, defining student groups and courses at different levels [19], providing recommendations for studying in higher education [20,21,22] and recommending suitable courses for students [23,24]. In the career domain, there are several career RSs [25,26] that try to match the most relevant careers to users. With the user profile module that stores users' information and their personalities together with the job-based knowledge module that contains relevant knowledge representing occupations such as abilities, skills, etc., the system can match and recommend occupations for users.

Received Date (18 May 2023), Revised Date (7 June 2023), Accepted Date (3 October 2023)
*Corresponding Author E-mail: chutima@rsu.ac.th
Open Access https://doi.org/10.6109/jicce.2018.16.1.000 print ISSN:2234-8255 online ISSN:2234-8883

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering

รูปที่ ช.4 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 “SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior” Page 1.

In fact, most universities have found an increase in the student dropout rate, which is reported in their self-assessment reports every year. It is blamed that this unsolved problem was caused by ineffective curriculum management. One of the root causes of this is the students themselves. They did not know or understand their characteristics or career preferences. This is because they have no experience or knowledge of the nature of the courses or career information.

Accordingly, they could not choose courses that met their actual needs, which caused students to drop out of their halfway study. This also resulted in low GPAs for those who continued their studies or some who had graduated but denied working in the same field of study. Moreover, although the number of computer curricula are diverse, they are quite similar, such as computer science (CS), information technology (IT), web programming (Web), computer engineering (CE), business computers (BC), computer animation (CA), and so on. Many universities have designed their own computer curricula, which are different from those of others, to create a strong selling point. Unfortunately, it turns out to be a problem for students who lack an understanding of the nature of each curriculum; thus, they might not know which one is suitable for them.

Therefore, finding ways to reduce the dropout rate of students as well as to ensure that students are enrolled in the right curricula that match their behaviors becomes a challenge. In this study, three computer curricula–CS, IT, and WEB from Chiang Mai Rajabhat University were selected and investigated. Although the bases of these three computer curricula are similar, the specific careers of their graduates are different. Those who graduated from CS, IT, and WEB are highlighted as programmers, analysts or system managers, and web developers, respectively.

Our study aimed to develop a semantic-based advice system for students who plan to study in the computer field. The system is designed as an ontology-based framework. It consists of three core ontologies: student ontology (S), computer-curriculum ontology (C), and advice ontology (A). Thus, we named the system as "SCA advice system." The system development process is divided into four main tasks. The first task is the construction of a student behavior test that considers the designed student ontology and the student's behavior analysis. In this task, seven types of student behaviors were extracted, and the elements of each type were composed as a behavior test. The second task is to enumerate and interpret the curriculum nature of the three computer curricula (CS, IT, and WEB) in the form of basic skills, basic knowledge, and characteristics. Basic skills refer to the fundamental skills that students need to take courses. Basic knowledge refers to the knowledge students should have from taking courses. Characteristics refer to the nature of a student according to the needs of the curriculum. Computer-curriculum ontology is designed to store these curriculum features. The third task is the compilation of student behavior in the student ontology and curriculum attributes in the computer-curriculum ontology as the advice chapters kept in the advice ontology. The SCA advice system is then constructed by applying an Ontology-based Application Management Framework (OAM).

This paper presents methodologies for designing these three ontologies. Ontology-based technologies will be described in Section II. Reviews of recommendation systems in education are presented in Section III. The methods and details of designing the student ontology, computer-curriculum ontology, and advice ontology are illustrated in Section IV. The discussion of this study is given in Section V. Lastly, the conclusions and further research are provided in the Section VI.

II. ONTOLOGY-BASED TECHNOLOGIES

One of the ontology-based technologies currently used is the web ontology language (OWL), which is designed for the semantic web. The semantic web reflects the idea that the web should be human-readable and workable with linked data rather than the scattered mess of https URLs pointing to one another. Data ontology is a key part of bringing this idea and improving web to life. In our study, we selected this technology to build an SCA advice system [27].

Digital twin definition language (DTDL) [28] is one of newly introduced examples of ontology-based technology for describing digital twin models of smart devices, assets, spaces, and environments. It can describe twin's abilities that enable platforms and solutions to leverage the implications of each digital twin. The ontology-based modeling and evolution of digital twin for the assembly workshop deployed variant of JSON called JSON-LD [29] is one of the applications of DLDT.

In this digital era, digital transformation has become popular in business. The organization transforms processes from non-digital or manual to digital processes, as well as integrates digital technologies into all parts of an organization. Ontology-based technology is also involved in digital transformation. Examples include digital transformation for supply chain resilience [30], identification of the digital transformation conceptual components required for designing a knowledge model [31], and the ontology for business process management (BPM) in digital transformation and innovation [32].

Digital transformation demands data transformation, which includes developing strategies to access information buried in text. Ontology-based technologies are emerging for data transformation. The most common data transformations are converting raw data into a clean and usable form, converting data types, removing duplicate data, and enriching the data to benefit the organization. During the

รูปที่ ช.5 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 "SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior" Page 2.

process of data transformation, an analyst determines the structure, performs data mapping, extracts data from the original source, executes the transformation, and stores the data in an appropriate database. An ontology-driven framework for data transformation in scientific workflows [33] described the reduction of an integrating heterogeneous data effort by providing data integration and transformation tools, allowing researchers to focus on "real science," that is, discovering new knowledge through analysis and modeling.

III. RECOMMENDATION SYSTEM IN EDUCATION

A. Education Recommender System

Extensive research on RS have been done in the field of education. The research was classified according to the tasks in the educational process. Starting from preparation before entering school, Wu and Wu [34] presented an RS system that can provide the set of courses the student should learn by comparing his/her learning curve with the learning curve of past students. A learning curve was created from a large number of grade datasets. For higher education in India [20], there is a system that employs content-based filtering techniques to recommend suitable universities for users by calculating similar users' preferences and interests. In Australia [21], there is an education decision support system that applies the decision tree technique with applicants' data to analyze the user's educational data and presents individual results of Australian universities where the user can apply.

The next step is preparation during the class. The RS was developed to help learners succeed in their studies. Michaela Oprea [17] introduced a collaborative ontology development methodology framework for educational systems called "EduOntoFrame". The workflow of the framework consists of a specification of the ontology purpose, expertise domain knowledge conceptualization, personal ontology unification, ontology implementation, and ontology testing. An example of the recommended result is the C++ programming language, which should be studied in the OOP course.

During the evaluation of students' grades, the RS recommends measurement, assessment, and graduation. Elbadrawy and Karypis [19] illustrated a top-n course ranking recommendation via domain-aware grade prediction. This RS can help advisors recommend courses that are suitable for the students' degrees and make informed decisions about course enrollments to produce better learning outcomes. Domain-aware grades are grade datasets analyzed using matrix factorization, user-based collaborative filtering, and popularity-based ranking. Students and course groups were defined by the structures of grade data and students' academic features.

B. Ontology-based Recommender in Education

Important attributes regarding recommendation systems in education both online and on-site [35] include 1) learners' data such as sex, age, GPA, gift, skill, special ability, computer literacy, and family information, and 2) universities' data such as faculty, program, curricula, cost, environment, facilities, and grades (high-low). An ontology-based recommender system in education is intended to provide guidance based on attributes that are most relevant to each learner's profile. The system suggests curricula or universities appropriate for the personal information, interests, preferences, and abilities of each student [36,22]. The concept of the system required learner-ontology, courses-ontology, and mapping methodologies between the data and ontologies to obtain the recommended results.

Some research has focused on learner-ontology, while others have focused on courses-ontology. Learner-ontology or some-times, called ontological student profiles, are popular in knowledge base construction because the learner's understanding of the domain can be shared and reused. Student profiles, relationships, conditions, and restrictions of the ontology can be reused as a basis for inferring additional student characteristics. Student profiles containing student information are given explicitly by students, and are divided into three broad categories: personal-information, academic-information, and general-information [37,38]. In [39], there was a recommender system that recommended the most appropriate e-learning content in the computer science domain for learners. It incorporates two ontologies: learner-ontology and learning-domain ontology [40,41]. The learner-ontology represents information about the learner and his/her relationship with the learning-domain ontology. The learning-domain ontology describes the learning concept of interest, the learning concept completed, and the learning course mastered.

Courses-ontology or Ontology-based recommended courses are designed to collect information about course qualifications and recommended courses that meet the different needs of learners [42,24]. Curriculum data enrichment with ontology is an input for teachers to reflect on and use as a training medium in the classroom. There is also an ontology-based curriculum recommendation system that guides adaptive learning by introducing courses to learn and practice skills to increase the competitiveness necessary for future jobs [43].

C. Ontology-based Application Management Framework

The ontology-based application management (OAM) framework [11,44] is a semantic-based knowledge management approach. Semantic-based knowledge

รูปที่ ช.6 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 "SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior" Page 3.

management is a method of organizing and linking both explicit and tacit knowledge to specialized knowledge or ontology for information systems or computer programs. An ontology is stored as a structure of specialized knowledge developed by knowledge engineers and domain experts. The OAM architecture consists of three layers. The first layer is an ontology development tool or a core engine. The second layer is a database-ontology mapping tool. The third layer comprises ontology applications, such as recommender systems and semantic search.

IV. METHODS AND RESULTS

A. Overall Framework

The overall framework of the SCA advice system is structured in two processes. The first step involved identifying the characteristics of each student. With this particular purpose, the seven-student behavior test, later called the 7-SB test, is introduced. The 7-SB test is a tool for judging students' behavioral categories from 7-SB types. Students began by logging in, filling out their profile information, and taking the 7-SB test. The system then analyzes and specifies the student's behavior type. The second process is to recommend a computer curriculum that matches a student's behavior type the most. Because the system is a semantic-based knowledge of three domains, the main components of the system are student ontology, computer-curriculum ontology, and advice ontology. The framework is shown in **Fig. 1.**

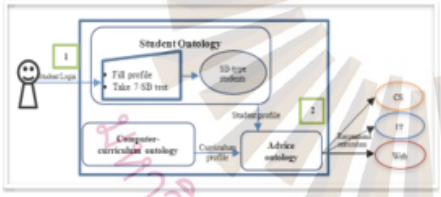


Fig. 1. The overall framework of SCA Advice System

B. Student Ontology and SB-Type of CS, IT and WEB

The student domain is the key element of ontology-based recommendation in education. The student ontology is used to store student profiles. Our preliminary study on student ontology [45] highlighted the problem of students choosing their majors in the computer field. Since the target university offers three similar computer curricula: computer science (CS), information technology (IT), and web programming and security (WEB), students who were interested in computer fields had difficulty deciding which curriculum they should select. Therefore, we extracted the learners' characteristic groups for each curriculum. Phrimphrai and Chutima [45] illustrated the processes of extracting learner characteristics and revealed that there were seven groups of learner characteristics for CS, IT and WEB students. The process of extraction started with the synthesis of human behaviors from four classical theories: Myers-Briggs type indicator (MBTI), Enneagram, Holland's six personality types, and multiple intelligences (MI). By matching synonymous keywords relevant to the behavior of learners from these four theories, nine special groups of learner characteristics were synthesized. Each group contained several attributes that represented the behavior of the learners in that group.

The next process was to confirm whether the nine synthesized learner characteristic groups represented the actual behavior of learners. Therefore, the tests were constructed and assessed using objective consistency of items (IOC), exploratory factor analysis (EFA), and confirmatory factor analysis (CFA), which were performed on more than 400-students test group. The experimental results in [36] reported that only seven learner characteristic groups were confirmed. Later, in this paper, they are referred to as the seven-student-behavior type or the 7-SB type depicted in **Fig. 2.** Moreover, a measuring tool for assessing the behavior type was constructed, which was later called the 7-SB test.

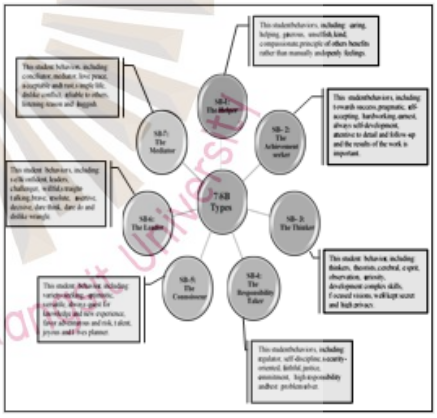


Fig. 2. The 7-SB Types and detail

รูปที่ ช.7 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 "SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior" Page 4.

After we have 7-SB types, we analyzed student behavior types for students in three similar computer curricula to obtain the behavior type of students in CS, IT, and WEB. The samples were third-year and fourth-year students with a GPA of more than 2.75 are selected and considered as the representatives of students in that curriculum. The participants were asked to perform the 7-SB test. The behavioral attributes of each type in the 7-SB test are a 1-6 rating scale to indicate the level of concordance of the test taker's behavior, where 1 means less concordant and 6 means most concordant. The most concordant type (1st) was the type with the largest number of students, who rated this type as six (6). The second most concordant type (2nd) was the type with the largest number of students rating this type as five (5). The results showed that SB-2 and SB-1 are 1st and 2nd concordant type of CS, SB-1 and SB-2 are 1st and 2nd concordant type of IT, and SB-5 and SB-2 are 1st and 2nd concordant type of WEB, as shown in **Table 1.**

Table 1. The most and second most concordant behavior types were third-year and fourth-year CS, IT, and WEB students.

Major	CS		IT		WEB	
No. of sample	57		72		23	
The most and the second most behavior type	1st SB-2	2nd SB-1	1st SB-1	2nd SB-2	1st SB-5	2nd SB-2

A student ontology was designed and created to analyze and store student profiles. The student ontology consisted of five concepts: *Student profile*, *7-SB Type*, *Level of concordance*, *7-SB Test*, and *Test result*. The Relationship of concepts is is-a, part-of (p/o), and attribute-of (a/o). The architecture of the student ontology is depicted in **Fig. 3.** The details are shown in **Fig. 4.**

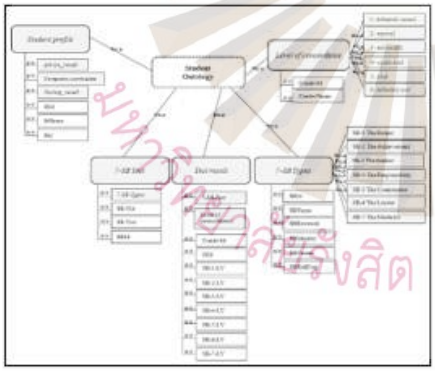


Fig. 3. Architecture of the student ontology.

Concepts	Relationship	Relationship details	
		Name	Description
Student profile	part-of	*Computer-curriculum* *Testing_result* *Advice_result*	It is the concept in Computer-curriculum ontology It is the concept in Student ontology It is the concept in Advice Ontology
	attribute-of	StId StName Day	Student ID Student name Login date
7-SB Types	IS-A	SB-1: The helper SB-2: The achievement seeker SB-3: The thinker SB-4: The responsibility taker SB-5: The connoisseur SB-6: The Leader SB-7: The Mediator	Seven types of student behavior
	attribute-of	SBId SBName SBKeyword SBIdentity SBCareer SBSkillCog	ID of the particular behavior type (ex. SB-1) name of the particular behavior type (ex. The helper) keyword of the particular behavior type identity description of the particular behavior type proper career of the particular behavior type skills and cognitive found in the particular behavior type
Level of concordance	IS-A	1- definitely unreal 2- unreal 3- not really 4- quite real 5- real 6- definitely real	Six level of concordances between each question in the test and the actual behavior of the test taker
	attribute-of	CordeId CordeName	Concordance level ID (ex. 1) Concordance level name (ex. definitely unreal)
7-SB Test	part-of	*7-SB Types*	It is the concept in Student ontology
	attribute-of	SB-TId SB-Test SBId	Question no. in 7-SB test Question sentence in 7-SB test This question indicates which SBId
Test result	part-of	*7-SB Types* *Level of concordance*	It is the concept in Student ontology It is the concept in Student ontology
	attribute-of	StId SB-1-LV SB-2-LV SB-3-LV SB-4-LV SB-5-LV SB-6-LV SB-7-LV	Student code Student's concordance level of question no.1 in 7-SB test Student's concordance level of question no.2 in 7-SB test Student's concordance level of question no.3 in 7-SB test Student's concordance level of question no.4 in 7-SB test Student's concordance level of question no.5 in 7-SB test Student's concordance level of question no.6 in 7-SB test Student's concordance level of question no.7 in 7-SB test

Fig. 4. The details of student ontology

C. Computer-curriculum ontology

To determine what kind of student characteristics this curriculum is suitable for, we analyzed the characteristics of these three curricula. There were 15 compulsory subjects and 32 elective subjects, 15 compulsory subjects and 39 elective subjects, and 15 compulsory subjects and 34 elective subjects for CS, IT and WEB, respectively. All 55 subjects of the three curricula were analyzed, and it was found that there were some subjects that served as the basis for all three curricula, some were shared in the two curricula, and few were specifically for the curriculum. Thus, we grouped them into seven groups, as shown in **Table 2.** The learners' basic skills, basic knowledge, and characteristics suitable for taking the subjects in each group were synthesized. Basic skills are the fundamental skills that students should have for taking a subject. Basic knowledge is the knowledge that students should prepare to take a subject. The characteristics are the nature of the student, according to the needs of the subject. We will later call basic skills, basic knowledge, and characteristics of the curriculum as "curriculum nature."

รูปที่ ช.8 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 "SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior" Page 5.

Table 2. Seven subject groups and the number of subjects in the group for CS, IT and WEB curricula

Name of subject group	No. of subjects	Description
CS_IT_WEB_group	15	Common subjects for CS, IT and WEB curricula.
CS_IT_group	6	Common subjects for CS and IT curricula.
CS_WEB_group	7	Common subjects for CS and WEB curricula.
IT_WEB_group	5	Common subjects for IT and WEB curricula.
CS_group	5	Subjects for CS curriculum
IT_group	10	Subjects for IT curriculum
WEB_group	7	Subjects for WEB curriculum

Computer-curriculum ontology was designed and created to store the curriculum natures of the seven subject groups. It comprises of seven concepts: *Computer-curriculum, Subject_group, Subject, Subject_type, Computer_science, Information_technology,* and *Web_programming*. The relationship between concepts was is-a, part-of (p/o), and attribute-of (a/o).

The architecture of the computer curriculum ontology is illustrated in **Fig. 5.** The details of the computer curriculum ontology are shown in **Fig. 6.**

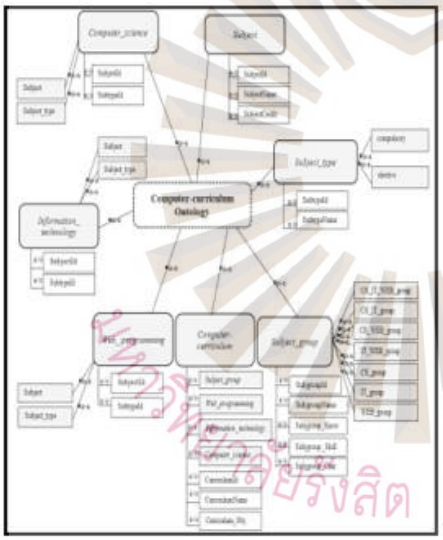


Fig. 5. The architecture of computer-curriculum

Concepts	Relationship	Relationship details	
		Name	Description
Computer-curriculum	Part-of	Subject_Groups Computer_science Information_technology Web_programming	They are concepts in Computer-curriculum ontology
	Attribute-of	CurriculumId CurriculumName CurriculumObj	Computer curriculum ID Computer curriculum name Computer curriculum objective
Subject_groups	IS-A	CS_IT_WEB_group CS_IT_group CS_WEB_group IT_WEB_group CS_group IT_group WEB_group	Seven subject groups
	Attribute-of	SubjectId SubjectName SubjectKnow SubjectSkill SubjectChar	Subject group ID Subject group name Basic knowledge of this particular subject group Basic skills of this particular subject group Basic characteristics of this particular subject group
Subject	Attribute-of	SubjectId SubjectName	Subject ID Subject Name
Subject_type	IS-A	compulsory elective	Two types of subjects
	Attribute-of	SubtypeId SubtypeName	Subject type ID Subject type name
Computer_science	Part-of	Subject Subject_type	They are concepts in Computer-curriculum ontology
	Attribute-of	SubjectId SubtypeId	Subject ID of the subject in CS curriculum Subject type ID of this particular subject.
Information_technology	Part-of	Subject Subject_type	They are concepts in Computer-curriculum ontology
	Attribute-of	SubjectId SubtypeId	Subject ID of the subject in IT curriculum Subject type ID of this particular subject.
Web_programming	Part-of	Subject Subject_type	They are concepts in Computer-curriculum ontology
	Attribute-of	SubjectId SubtypeId	Subject ID of the subject in WEB curriculum Subject type ID of this particular subject.

Fig. 6. The details of computer-curriculum ontology

D. Advice Ontology

Advice Ontology is constructed advice_CS, advice_CS, curriculum nature of CS, IT and WEB. This can be done by performing an intersection operation among the curriculum natures of the subject groups where the particular curriculum is composed. For example, the curriculum nature of CS is the intersection of the curriculum nature that appears in CS_group, CS_IT_group, CS_WEB_group, and CS_IT_WEB_group, which is referred to as advice_CS. The curriculum nature of IT is the intersection of the curriculum nature that appears in IT_group, IT_WEB_group, and CS_IT_WEB_group, referred to as advice_IT. The curriculum nature of WEB is the intersection of the curriculum nature that appears in WEB_group, CS_WEB_group, IT_WEB_group, and CS_IT_WEB_group, named advice_WEB.

Recalling the analysis of SB type for the students in CS, IT, and WEB, the SB-2 type is the main behavior type of CS student; therefore, the student who took the 7-SB test and got the SB-2 type will receive the recommendation that he/she should enroll in the CS curriculum. Then, the system provides advice_CS to that student. **Table 3.** shows three SB types: CS, IT, and WEB, and their corresponding advice.

Table 3. The SB-type and its corresponding advice

SB-type	Advice	The intersection of "curriculum nature" (basic skill, basic knowledge, and student characteristics) of these subject groups			
SB-2	advice_CS	CS_group	CS_IT_group	CS_WEB_group	CS_IT_WEB_group
SB-1	advice_IT	IT_group	CS_IT_group	IT_WEB_group	CS_IT_WEB_group
SB-5	advice_WEB	WEB_group	CS_WEB_group	IT_WEB_group	CS_IT_WEB_group

รูปที่ ช.9 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 “SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior” Page 6.

An advice ontology was designed and created to store advice_CS, advice_IT, and advice_WEB. It consists of *advice* concepts. The architecture of the advice ontology is illustrated in **Fig. 7.** The details are shown in **Fig. 8.**

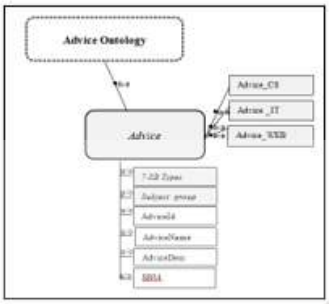


Fig. 7. The architecture of advice ontology

Concept	Relationship	Relationship details	
		Name	Description
Advice	Part-of	*7-SB Types* *Subject_Groups*	1. is the concept in student ontology 2. is the concept in computer-curriculum ontology
	IS-A	Advice_CS Advice_IT Advice_WEB	Three kinds of curriculum advice
	Attribute-of	AdviceId AdviceName AdviceDesc SBId	Advice ID Advice Name Advice mind, which summarized basic skill and knowledge the learner should have, as well as characteristic the learner should be. ID of the behavior type (ex. SB-1) from 7-SB Types

Fig. 8. The details of advice ontology

E. Assessment the SCA Advice System

First, we assessed the behavioral type of the target group. The target group of the SCA advice system is high school students about to enter the university system. According to the principles of adolescent behavior, the group of high school students and the group of first-year bachelor's students belong to the same group. Thus, SB-type tests were performed on first-year students who had just entered each curriculum. The number of students in each curriculum and SB-type results are shown in **Table 4.** They are exactly the same as the SB type for CS, IT, and WEB.

Table 4. The most and second most concordant behavior type of first-year CS, IT and WEB students.

Curriculum	CS		IT		WEB	
No. of sample	25		36		10	
The correct SB-type	1st SB-2	2nd SB-1	1st SB-1	2nd SB-2	1st SB-5	2nd SB-2
The SB test result of target group	1st SB-2	2nd SB-1	1st SB-1	2nd SB-2	1st SB-5	2nd SB-2

Second, the conformance assessment of the curriculum nature of CS, IT, and WEB was performed by experts. The summarized results are shown in **Fig. 9.**

Advice	advice_CS	advice_IT	advice_WEB
SB-type / Curriculum nature	SB-2: The achievement seeker (towards success, pragmatic, self-accepting, hardworking, earnest, always self-development, attentive to detail and follow-up, the results of the work is important)	SB-1: The helper (caring, helping, generous, unselfish, kind, compassionate, principle of others benefits rather than him/herself, openly feelings)	SB-5: The connoisseur (variety-seeking, optimistic, versatile, always quest for knowledge and new experience, favor adventurous and risk, talent, joyous and lives planner)
Basic skill	1. Computer skill	1. Advice problem-solving skill 2. Flowcharts/algorithms skill	1. Skill in reading and summarizing the main concepts 2. Software design and website development skill 3. Flowcharts/algorithms skill 4. Mathematical / logical skill
Common basic skill	1. Skills in comparing, analyzing, distinguishing, and applying data 2. Operating system and internet skills 3. Programming skill 4. Search skill 5. Communication skill 6. Presentation skill		
Basic knowledge	1. Flowcharts, symbols, and algorithms 2. Computer laws and ethics 3. Mathematical logic, sets, and graphs	1. Flowcharts, symbols, and algorithms 2. Computer laws and ethics 3. Technology mathematics	1. Principle of the algorithm 2. Information technology system 3. Information security 4. Mathematical logic, sets, and graphs
Common basic knowledge	1. Principles knowledge of information, computer components, database system, operating system, and the internet system. 2. Programming in one or more computer languages.		
Characteristic	A principled person who thinks, analyzes, and solves problems in a systematic way. A person who plans and works in a step-by-step manner. A person who dares to face problems and dare to decide. A person who is logical and rational.	A person who has the art of designing and presenting information. A disciplined and prudent person who has leadership, vision, and ability to work as a team. A person who likes to explore and experiment.	A principled person who thinks, analyzes, and solves problems in a systematic way. A person who plans and works in a step-by-step manner. A person who is diligent in practicing web development. A person who is passionate about challenging and creating new things.
Common characteristic	A diligent and patient person who always practice in programming, study, and search for new information and knowledge. A creative person who likes to analyze, observe, and remember.		

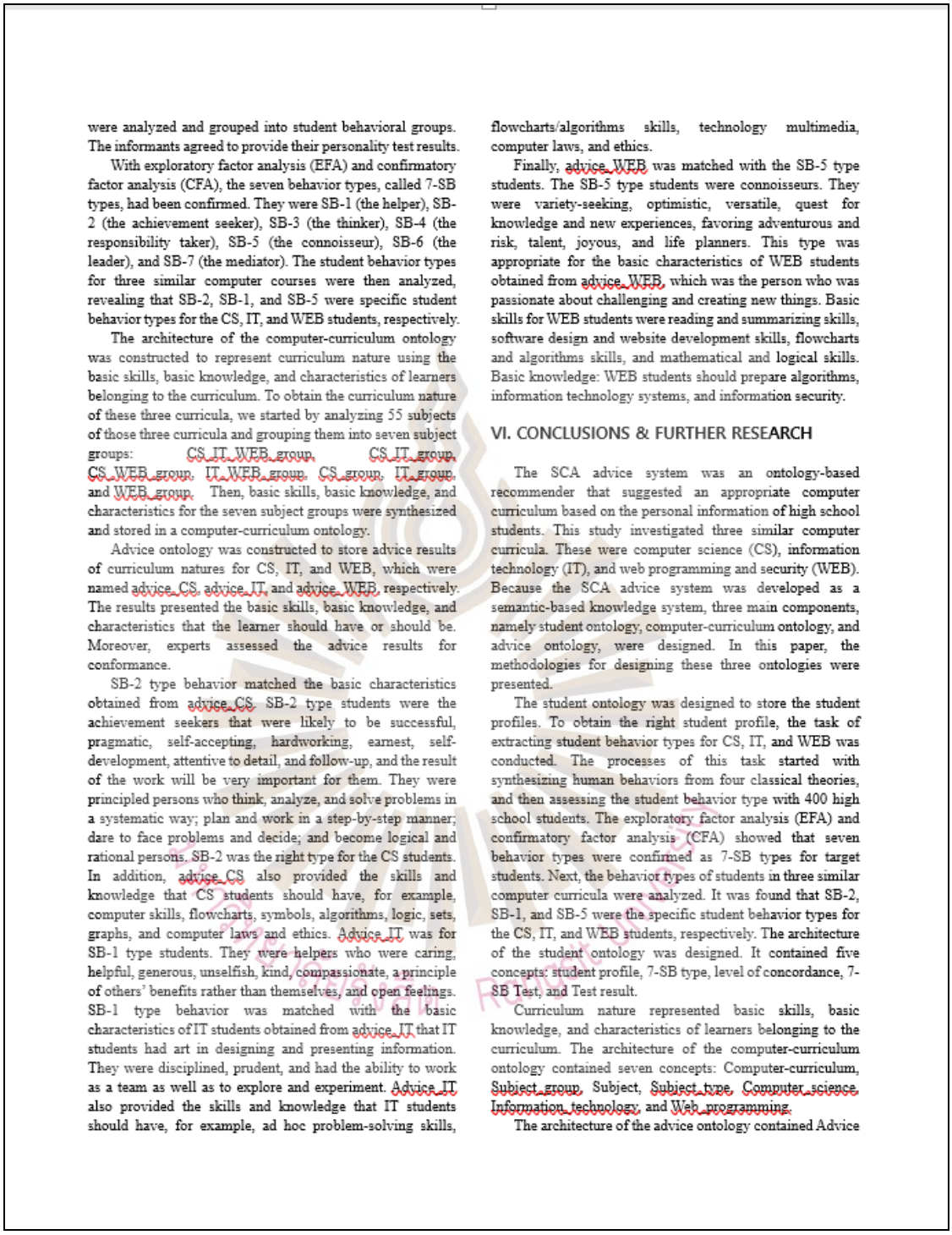
Fig. 9. Summary of advice results from the conformance assessment

V. DISCUSSION

The SCA advice system was developed as a semantic based knowledge system. Three ontologies were then constructed. They were student ontology, computer-curriculum ontology, and advice ontology.

The architecture of the student ontology was a concept designed to store student profiles. In this study, the stored profiles consisted of one type of 7-SB, which was analyzed from the test results in the 7-SB test. The 7-SB types [36] were extracted by synthesizing human behaviors from four classical theories and assessing the behavior types of 400 high-school students. The behavioral characteristics of 400 students were collected voluntarily. During data collection, we followed the guidelines of research ethics. The 400 informants, who were high school students under the supervision of trainee teachers of Chiang Mai Rajabhat University, were explained and informed of the research policy. The informants took only personality tests. Their personal information such as identification number, first name, last name, address, or any other identifying information were not be recorded. The personality test results

รูปที่ ช.10 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 “SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior” Page 7.



were analyzed and grouped into student behavioral groups. The informants agreed to provide their personality test results.

With exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA), the seven behavior types, called 7-SB types, had been confirmed. They were SB-1 (the helper), SB-2 (the achievement seeker), SB-3 (the thinker), SB-4 (the responsibility taker), SB-5 (the connoisseur), SB-6 (the leader), and SB-7 (the mediator). The student behavior types for three similar computer courses were then analyzed, revealing that SB-2, SB-1, and SB-5 were specific student behavior types for the CS, IT, and WEB students, respectively.

The architecture of the computer-curriculum ontology was constructed to represent curriculum nature using the basic skills, basic knowledge, and characteristics of learners belonging to the curriculum. To obtain the curriculum nature of these three curricula, we started by analyzing 55 subjects of those three curricula and grouping them into seven subject groups: CS_IT_WEB_group, CS_IT_group, CS_WEB_group, IT_WEB_group, CS_group, IT_group, and WEB_group. Then, basic skills, basic knowledge, and characteristics for the seven subject groups were synthesized and stored in a computer-curriculum ontology.

Advice ontology was constructed to store advice results of curriculum natures for CS, IT, and WEB, which were named advice_CS, advice_IT, and advice_WEB, respectively. The results presented the basic skills, basic knowledge, and characteristics that the learner should have or should be. Moreover, experts assessed the advice results for conformance.

SB-2 type behavior matched the basic characteristics obtained from advice_CS. SB-2 type students were the achievement seekers that were likely to be successful, pragmatic, self-accepting, hardworking, earnest, self-development, attentive to detail, and follow-up, and the result of the work will be very important for them. They were principled persons who think, analyze, and solve problems in a systematic way; plan and work in a step-by-step manner; dare to face problems and decide; and become logical and rational persons. SB-2 was the right type for the CS students. In addition, advice_CS also provided the skills and knowledge that CS students should have, for example, computer skills, flowcharts, symbols, algorithms, logic, sets, graphs, and computer laws and ethics. Advice_IT was for SB-1 type students. They were helpers who were caring, helpful, generous, unselfish, kind, compassionate, a principle of others' benefits rather than themselves, and open feelings. SB-1 type behavior was matched with the basic characteristics of IT students obtained from advice_IT that IT students had art in designing and presenting information. They were disciplined, prudent, and had the ability to work as a team as well as to explore and experiment. Advice_IT also provided the skills and knowledge that IT students should have, for example, ad hoc problem-solving skills, flowcharts/algorithms skills, technology multimedia, computer laws, and ethics.

Finally, advice_WEB was matched with the SB-5 type students. The SB-5 type students were connoisseurs. They were variety-seeking, optimistic, versatile, quest for knowledge and new experiences, favoring adventurous and risk, talent, joyous, and life planners. This type was appropriate for the basic characteristics of WEB students obtained from advice_WEB, which was the person who was passionate about challenging and creating new things. Basic skills for WEB students were reading and summarizing skills, software design and website development skills, flowcharts and algorithms skills, and mathematical and logical skills. Basic knowledge: WEB students should prepare algorithms, information technology systems, and information security.

VI. CONCLUSIONS & FURTHER RESEARCH

The SCA advice system was an ontology-based recommender that suggested an appropriate computer curriculum based on the personal information of high school students. This study investigated three similar computer curricula. These were computer science (CS), information technology (IT), and web programming and security (WEB). Because the SCA advice system was developed as a semantic-based knowledge system, three main components, namely student ontology, computer-curriculum ontology, and advice ontology, were designed. In this paper, the methodologies for designing these three ontologies were presented.

The student ontology was designed to store the student profiles. To obtain the right student profile, the task of extracting student behavior types for CS, IT, and WEB was conducted. The processes of this task started with synthesizing human behaviors from four classical theories, and then assessing the student behavior type with 400 high school students. The exploratory factor analysis (EFA) and confirmatory factor analysis (CFA) showed that seven behavior types were confirmed as 7-SB types for target students. Next, the behavior types of students in three similar computer curricula were analyzed. It was found that SB-2, SB-1, and SB-5 were the specific student behavior types for the CS, IT, and WEB students, respectively. The architecture of the student ontology was designed. It contained five concepts: student profile, 7-SB type, level of concordance, 7-SB Test, and Test result.

Curriculum nature represented basic skills, basic knowledge, and characteristics of learners belonging to the curriculum. The architecture of the computer-curriculum ontology contained seven concepts: Computer-curriculum, Subject_group, Subject, Subject_type, Computer_science, Information_technology, and Web_programming.

The architecture of the advice ontology contained Advice

รูปที่ ช.11 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 "SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior" Page 8.

concept named as advice_CS, advice_IT, and advice_WEB. The results presented basic skills, basic knowledge, and characteristics that the learner should have in curriculum nature.

Next, we plan to extend the scope of the SCA advice system to other curricula at the Chiang Mai Rajabhat University. We hope that our SCA advice system will be applied widely and will be able to assist high school students in choosing the right curriculum for their higher education.

REFERENCES

[1] P. Melville, and V. Sindhwani. Recommender Systems. *IBM T.J. Watson Research Center*, Yorktown Heights, New York: NY, 10598, 2010, [Internet], Available: http://www.vikas.sindhwani.org/recommend der.pdf

[2] T. De Pessemier, S. Dooms, and L. Martens, "Design and evaluation of a group recommender system," in *Proceedings of the sixth ACM conference on Recommender systems (RecSys '12)*. *ACM*, Dublin: IE, pp. 225-228, 2012, DOI: 10.1145/2365952.2366000.

[3] S. Maneeroj and A. Takasu, "Hybrid Recommender System Using Latent Features," in *Proceedings. IEEE International Symposium on Mining and Web (MAW09)*, Bradford: UK, pp. 661-666, 2009, DOI:10.1109/WAINA.2009.122.

[4] S. Napat, M. Buranarach, T. Supphthi, and N. Phornphudee, "Ontology Development for Personalized Food and Nutrition Recommender System," 2010, [Internet], Available: http://text.hlt.nectec.or.th/manut/papers/foodontologyace2010cr.pdf

[5] S. Tyagi, KK. Bharadwaj, "A Hybrid Recommender System Using Rule-Based and Case-Based Reasoning," *International Journal of Information and Electronics Engineering*, vol. 2, no.4, pp. 586-590, Jul, 2012, [Online] Available: http://www.ijiee.org/papers /166-A10086.pdf

[6] G. Adomavicius, N. Manouselis and Y. Kwon, "Multi-Criteria Recommender Systems," *Recommender systems handbook*, pp. 769-803, 2010, DOI: 10.1007/978-0-387-85820-3_24.

[7] G. Adomavicius, Y. Kwon, "New Recommendation Techniques for Multi-Criteria Rating Systems," *IEEE Intelligent Systems*, vol. 22, no. 3, pp. 48-55, 2006, DOI: 10.1109/MIS.2007.58.

[8] F. otaki, N. Matsatsipis, and A. Tsoukias, "Multi-Criteria User Modeling in Recommender Systems," 2010, [Internet], Available: http://www.lamsade.dauphine.fr/~tsoukias/papers/Lakiotakietal.pdf

[9] K. Palanivel, and R. Sivakumar, "Fuzzy multicriteria decision-making approach for Collaborative recommender systems," *International Journal of Computer Theory and Engineering*, vol. 2, no.1, pp. 1793-8201, Feb, 2010, [Online] Available: http://www.ijcte.org/papers/117-G607.pdf

[10] A. Akhtarzada, CS. Calude and J. Hosking, "A Multi-Criteria Metric Algorithm for Recommender Systems," 2011, [Internet], Available: http://www.cs.auckland.ac.nz/CDMTCS/researchreports/400ali.pdf

[11] M. Buranarach, T. Supphthi, Y. Thein, T. Ruangrajitpakorn, T. Ratta nasuwal, S.Wongpatikaseree, A.Lim, Y.Tan, and A. Assavamwa kin, "OAM: An Ontology Application Management Framework for Simplifying Ontology-Based Semantic Web Application Development," *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, vol. 26, no. 01, pp. 115-145, 2016.

[12] E. Hurrell, AF. Smeaton, "Context ontologies for recommending from the social web," in *Proceedings of the 3rd Workshop on Context-awareness in Retrieval and Recommendation (CaRR '13)*. *ACM*, New York: NY, USA, pp. 26-32, 2013, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2442670.2442676.

[13] A. Sriprasert, "Knowledge Management System to Basic Machine Tools Using Ontology Technology," M.S. An Independent Study Report, King Mongkut's University of Technology, North Bangkok, Bangkok: TH, 2011.

[14] M. Fumagalli, G. Bella, S. Conti, and F. Giunchiglia, "Ontology-Driven Cross-Domain Transfer Learning," Vol. 330: *Formal Ontology in Information Systems*, pp. 249 – 263, DOI: 10.3233/FAIA200676.

[15] C. Srimourae, "Personalize Information Discovery of E-Tourism Using Ontology-Base Metadata," M.S. An Independent Study Report, Khonkaen University, Khonkaen: TH 2011.

[16] W. Chotiyat, P. Boonrawd and S. NalWichian, "Developing an Ontology Knowledge Based for Automatic Online News Analysis," 2011, [Online] Available: http://suanpalm3.kmutnb.ac.th/journal/pdf/vol14/ch03.pdf

[17] M. Oprea, "On Design of a Collaborative Ontology Development Methodology for Educational Systems," in *Proceedings of the 7th Balkan Conference on Informatics Conference (BCI '15)*. *ACM*, New York: NY, USA, vol. 16, 7 pages, 2015, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2801081.2801103.

[18] Y. Terziev, M. Wickner, T. Brückmann, and V. Gruhn, "Ontology-based recommender system for information support in knowledge-intensive processes," in *Proceedings of the 15th International Conference on Knowledge Technologies and Data driven Business (i-KNOW'15)*. *ACM*, New York: NY, USA, vol. 22, 2015, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2809563. 2809600.

[19] A. Elbadrawy, and G. Karypis, "Domain-Aware Grade Prediction and Top-n Course Recommendation," in *Proceedings of the 10th ACM Conference on Recommender Systems (RecSys '16)*. *ACM*, New York: NY, USA, pp. 183-190, 2016, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2959100.2959133.

[20] B. Lerdsakooljinda, N. Utakrit, "Academic Degree Recommender System Case Study: Bangalore and Mysore District Karnataka and Delhi State of India By Content-Based Filtering Technique," 2011, [Online] Available: http://202.44.34.144/nccitedoc/nccit_files/NCCIT-20110806030216.pdf

[21] L. Butthijak, and S. Nuchitprasitchai, "Further Education, Decision Support System in Australian Universities," 2009, [Online] Available: http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_files/NCCIT-20111404174747.pdf

[22] C. Obeid, L. Inaya, H. Khoury and P. Champin, "Ontology-based Recommender System in Higher Education," in *Proceedings of The Web Conference*, 2018, n. pag. [Online] Available: https://hal-univ-lyon1.archives-ouvertes.fr/hal-02288141/file/EKM0797s-champin.pdf

[23] M. Ibrahim, Y. Yanyan and D. Ndzi, "Using ontology for personalised course recommendation applications," *ICCSA*, vol. 10404, pp. 426– 438, 2017, [Online] Available: https://pure.port.ac.uk/ws/portalfiles/portal/7355397/UsingOntologyforPersonalisedCourse_Recommendation_Applications.pdf

[24] M. Ibrahim, Y. Yanyan, D. Ndzi, Y. Guangquang and A. Murtadha, "Ontology-Based Personalized Course Recommendation Frame-work," *IEEE* Access 7: pp. 5180-5199, 2019, [Online] Available: https://pure.port.ac.uk/ws/portalfiles/portal/12740079/Ontology PaperXupg1.pdf

[25] M. A. Alimam, M. K.Alimam, and, H. Seghiouer, "Career Recommendation System for Scientific Students Based on Ontologies," *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, Vol. 4, No. 4, pp.29-41, 2019. DOI:10.25046/aj040404

[26] S. Shahsbchi, and, S.Y. Banihashem, "JRDP: A Job Recommender System Based on Ontology for Disabled People," *International Journal of Technology and Human Interaction (IJTHI)*, Vol. 15(1), pp.85-99, 2019, http://doi.org/10.4018/IJTHI.2019010106

[27] A. brJoury, "How Ontology and Data Go Hand-in-Hand", 2023, [Online] Available: https://builtin.com/data-science/ontology.

รูปที่ ช.12 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 “SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior” Page 9.

[28] J. Douceur, "Digital Twins Definition Language (DTDL)", 2023, [Online] Available: https://github.com/Azure/opendigitaltwins-dtdl/blob/master/DTDL/v3/DTDL.v3.md.

[29] Q. Bao, G. Zhao, Y. Yu, and, *et al.* "The ontology-based modeling and evolution of digital twin for assembly work shop," *Int J Adv Manuf Technol* 117, *395–411, 2021,* https://doi.org/10.1007/s00170-021-07773-1

[30] J. Yanchinda, and F. Xu., "Ontology Creation based on Digital Transformation for Supply Chain Resilience," 2023, In *Conference:2023 Joint International Conference on Digital Arts, Media and Technology with ECTI Northern Section Conference on Electrical, Electronics, Computer and Telecommunications Engineering (ECTI DAMT & NCON),* pp.165-170. *10.1109/ECTIDAMTNCON57770.2023.10139616.*

[31] F. Zaoui, and N. Souissi, "Onto-Digital: An Ontology-Based Model for Digital Transformation's Knowledge", *International Journal of Information Technology and Computer Science(IJITCS),* Vol.10, No.12, pp.1-12, 2018. DOI:10.5815/ijitcs.2018.12.01

[32] S. Bogaa Gomes, F. Santoro, and M. Mira da Silva, An Ontology for BPM in Digital Transformation and Innovation. *International Journal of Information System Modeling and Design,* Vol.11, pp.52-77, 2020. 10.4018/IJISMD.2020040103.

[33] B. Ludäscher, "An ontology-driven framework for data trans formation in scientific workflows.", 2018, [Online] Available: https://www.slideshare.net/ludaesch/an-ontology driven-framework-for-data-transformation-in-scientific-workflows.

[34] Y. Wu, and E. Wu, "AI-based College Course Selection Recommendation System: Performance Prediction and Curriculum Suggestion," 2020, *International Symposium on Computer, Consumer and Control (IS3C),* pp. 79-82, 2020.

[35] G. George., A.M. Lal, "Review of ontology-based recommender systems in e-learning. *Computers and Education,* Vol. 142,103642. 2019, DOI: https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103642

[36] M. Guffaz, J. Deslis, and J. Moissinac, "Curriculum data enrichment with ontologies," In *Proceedings of the 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS14) (WIMS '14). ACM, New York: NY, USA,* vol. 44, 6 pages, 2014, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/26110 40.2611070.

[37] N. Rodriguez, M. P. Cuéllar, J. Lilius, and M. Calvo-Flores, "A survey on ontologies for human behavior recognition," *ACM Comput Surv,* vol. 46, no. 4, Article 43, Mar 2014, 33 pages, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2523819.

[38] A. Ameen, K. U. Khan, and B. P. Rani, "Ontological student profile," *CCSEIT'12,* 2012.

[39] M. Sharma, and L. Ahuja, "A Novel and Integrated Semantic Recommendation System for E-Learning using Ontology," In *Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies (ICTC'16). ACM,* New York: NY, USA, Article 52, 5 pages. 2016, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/29050555110.

[40] R. Chen, H. Shih, Y. Lin, and Hendry, "Video Recommendation System Based on Personalized Ontology and Social Network," In *Proceedings of the ASE Big Data & Social Informatics 2015 (ASE BD&SI '15). ACM, New York: NY, USA,* Article 6, 5 pages. 2015, DOI: http://dx.doi.org/10.1145/2818869 .2818921

[41] E. Djuana, Y. Xu, and Y. Li, "Learning personalized tag ontology from user tagging information," in *Proceedings of the Tenth Australasian Data Mining Conference-Volume134 (AusDM'12),* Australia: AU, pp. 183-189, 2012,

[42] M. O'Mahony, and B. Smyth, "A Recommender System for Online Course Enrollment an Initial Study," 2007, [Online] Available: https://www.macs.hw.ac.uk/~dwcorne/ACMRecSys07/p133omahony.pdf

[43] C. Hung, R.C Chen, and L. Chen, "Course-recommendation system based on ontology," in *International Conference on Machine Learning and Cybernetics,* vol. 03, pp.1168-1173, 2013.

[44] M. Braunrath, Y. M. Thein and T. Supnithi, "A Community-Driven Approach o Development of an Ontology-Based Application Management Framework," H. Takeda et al. (Eds.): *JIST, 2013, LNCS 7774,* pp. 306–312, 2013. © *Springer-Verlag Berlin* Heidelberg 2013, [Online] Available: https://link.springer.com /chapter/10.1007/978-3-642-37996-3_

[45] P. Wongchomphu, and C. Beokhaimook, "Analyze Learner Characteristic Groups by Factor Analysis to Learner Profile Ontology," 2017, [Online] Available: http://www.isainlp.org /pdf/iSAINLP%20Proceedings2.pdf

Phrimphrai Wongchomphu is a Ph.D. student at the College of Digital Innovation Technology, Rangsit University, Thailand, under the supervision of assistant professor Chutima Beokhaimook. She works as a lecturer in the computer department of the Science and Technology faculty, Chiang Mai Rajab hat University. Her research interests mainly include developing and integrating domain ontologies into recommender and e-learning systems, designing domain analysis methods, designing multimedia, innovation and information technology management, and adjusting student behavior types. During Contact her at primpraiw@gmail.com

Chutima Beokhaimook is an Assistant Professor at College of Digital Innovation Technology, Rangsit University, Thailand. After receiving her Ph.D. in Technology in year 2006 from Sirindhorn International Institute of Technology. She joined College of Digital Innovation Technology, Rangsit University and became the director of Master of Science program in Digital Innovation Management. Her research interests include natural language processing, speech recognition, semantic-based knowledge representation, innovation and information technology management. She actively participates in several international projects. She has also served as Program Committee member of several international conferences. She is now the committee of Artificial Intelligence Association of Thailand (AIAT) and co-editor of Journal of Intelligent Informatics and Smart Technology (JIIST). During Contact her at chutima@rsu.ac.th.

รูปที่ ช.13 แสดง Manuscript Paper Number 23-0022 "SCA Advice System: Ontology Framework of Computer Curricula Advice System Based on Student Behavior" Page 10.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	พริ้มไพร วงค์ชมภู
วัน เดือน ปีเกิด	2 สิงหาคม 2521
สถานที่เกิด	จังหวัดเชียงใหม่ ประเทศไทย
ประวัติการศึกษา	สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์, 2542 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ, 2547
ที่อยู่ปัจจุบัน	343/1 ต.ป่าตัน อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50300 โทรศัพท์ 098-749-0779
สถานที่ทำงาน	ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ 202 ถนนโชตนา ต.เมือง อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50300
E-mail	primpraiw@gmail.com, phrimphrai@g.cmru.ac.th
ตำแหน่งปัจจุบัน	พนักงานมหาวิทยาลัยสายวิชาการ(อาจารย์) คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

มหาวิทยาลัยรังสิต Rangsit University