

การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัคร
ตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม

สห ธิติถามวัต

TNI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2562

DEVELOPMENT OF JOB RECOMMENDATION MODEL FOR ORGANIZATIONS
AND APPLICANTS ACCORDING TO LEARNING SKILLS
WITH RANDOM FOREST TECHNIQUES

Saha Thitithamawat

TNI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Information Technology
Graduate School
Thai-Nichi Institute of Technology
Academic Year 2019

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและ
ผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบส้ม

โดย

สห ธิติถามวัต

สาขาวิชา

เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ เฉิดโฉม

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. พิชิต สุขเจริญพงษ์)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรภัทร ไพรไกร)

.....กรรมการ

(ดร. สะพรั่งสิทธิ์ มฤตสาร)

.....กรรมการ

(ดร. ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ เฉิดโฉม)

การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัคร
ตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม

สท ธิตินามวัต

TNI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

บัณฑิตวิทยาลัย สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ

สถาบันเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น

ปีการศึกษา 2562

SAHA THITITHAMAWAT : DEVELOPMENT OF JOB RECOMMENDATION MODEL FOR ORGANIZATIONS AND APPLICANTS ACCORDING TO LEARNING SKILLS WITH RANDOM FOREST TECHNIQUES. ADVISOR : ASST. PROF. DR. PRAJAK CHERTCHOM, 70 PP.

From the work situation survey of the population from the National Statistical Office In the year 2562 B.E. Reflecting the circumstances in which people of working age are unable to find work Which is considered as an indicator of economic conditions Consistent with the criteria for job applicant selection Which gives more importance to skills and experience than diplomas The researcher is interested to develop a job recommendation model for organizations and candidates based on the learning skills using random forest techniques. Which saw that Learning styles are one of the ways to quickly create an aptitude based on learning experience. By presenting the modeling techniques from the synthesis and comparing the techniques by dividing, the comparison into the first time is the synthesis of the model with 120 workers and the second is the synthesis of the model with 1,115 predicted student data. By comparing the model performance, Gradient Boosted Trees have Most accurate (76.95%) but not suitable for writing conditions in the job recommendation system, while Random Forest (74.17%) has similar accuracy and is easy to apply. Naïve Bays and Deep Learning were not suitable for predicting in this research. Because there is very little accuracy when there is a database with low variances and small data spans

Graduate School

Field of Study Information Technology

Academic Year 2019

Student's Signature.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ เฉิดโฉม ดร. สะพรั่งสิทธิ์ มฤตุสาธร และดร. ภาสกร อภิรักษ์วรพินิต ที่ท่านทั้งสามได้สละเวลาในการช่วยให้คำแนะนำและชี้แนะแก้ไขจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดี ซึ่งท่านได้ให้ความสนใจที่เป็นประโยชน์ต่อการนำไปแก้ไขและปรับปรุงอยู่ตลอดเวลาจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความเรียบร้อยเป็นไปได้อย่างดี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจจะศึกษาต่อไป

ขอขอบคุณประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรภัทร ไพรเกรง และคณะกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ที่กรุณาสละเวลามาให้คำแนะนำรวมทั้งเสนอแนะเพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพ่อ คุณแม่และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจในการเรียน และการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยให้กำลังใจ และทำให้งานสำเร็จ

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเกิดประโยชน์ต่อผู้ที่มีความสนใจ สามารถนำไปต่อยอด องค์ความรู้เพื่อประยุกต์ใช้งานกับระบบการแนะนำการศึกษาเพื่อให้เกิดคุณค่าและสามารถใช้งานได้จริง

สห ธิติถามวัต

TNI

TAHITI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญรูป.....	ญ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
1.5 สมมติฐานการวิจัย.....	5
2 หลักการพื้นฐาน ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 ปัจจัยในการเลือกผู้สมัครเข้าทำงาน.....	6
2.2 ปัจจัยในการเลือกงานของผู้สมัครงาน.....	7
2.3 ทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT.....	9
2.4 ระบบผู้แนะนำ (Recommender System).....	12
2.5 ทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining).....	13
2.6 เทคนิค Random Forest.....	16
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านระบบแนะนำงาน.....	17
3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	20
3.1 การวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลในงานวิจัย.....	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
3	3.2 ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องตามรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และแบ่งกลุ่ม ตำแหน่งงาน.....	22
	3.3 สังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากการวิเคราะห์ค่าทักษะการเรียนรู้..	26
	3.4 วิเคราะห์และปรับปรุงข้อมูล.....	30
	3.5 นำเสนอต้นแบบจำลองการแนะนำงาน.....	32
4	ผลการวิจัย	35
	4.1 การสังเคราะห์รูปแบบ.....	35
	4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล.....	45
	4.3 วิเคราะห์ผลการแนะนำงานของโมเดลเพิ่มเติมจากข้อมูลนักศึกษา.....	49
	4.4 ผลการทดสอบสมมติฐาน.....	55
	4.5 ต้นแบบและการแสดงผลรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และการแนะนำงาน.....	57
5	บทสรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	61
	5.1 สรุปผลการวิจัย.....	61
	5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	63
	5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานวิจัย.....	64
	5.4 ข้อเสนอแนะงานวิจัย.....	64
	บรรณานุกรม.....	66
	ประวัติย่อผู้วิจัย.....	71

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 รายการสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	18
3.1 แผนการดำเนินงานวิจัย.....	20
3.2 ตัวอย่างแบบฟอร์มในการหาความสอดคล้อง.....	23
3.3 กลุ่มงานและตำแหน่งที่ใช้ในงานวิจัย.....	25
3.4 ตัวแปรและค่าทางสถิติที่ใช้ในการสร้างโมเดล.....	27
3.5 รายละเอียดการตั้งค่าเทคนิคป่าแบบสุ่ม.....	29
3.6 อธิบายคุณสมบัติในการเลือกเทคนิคในการเปรียบเทียบ.....	31
4.1 สรุปจำนวนข้อมูลที่ใช้การจัดเตรียมสำหรับใช้ในงานวิจัย.....	35
4.2 ประสิทธิภาพของรูปแบบแนะนำงานครั้งต้น.....	37
4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยการปรับแต่งการตั้งค่าพารามิเตอร์.....	45
4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึม.....	49
4.5 จำนวนทำนายตามช่วงค่าความเชื่อมั่น.....	50
4.6 เปรียบเทียบการปรับแต่งการตั้งค่าพารามิเตอร์เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของข้อมูล.....	51
4.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึมเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของข้อมูล.....	54
4.8 เปรียบเทียบจำนวนโมเดลและจำนวนเงื่อนไขของเทคนิค RF และ GBT.....	55

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 อัตราการว่างงานตามระดับการศึกษา เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562.....	1
2.1 แสดงรูปแบบทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT.....	9
2.2 แสดงตัวอย่างการจำแนกข้อมูล.....	14
2.3 แสดงหลักการทำให้ Random Forest.....	16
3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลในงานวิจัย.....	21
3.2 กรอบการทำงานรูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัคร.....	22
3.3 ขั้นตอนการศึกษาตัวแปรตามรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และแบ่งกลุ่มตำแหน่งงาน.....	23
3.4 ขั้นตอนการสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากการวิเคราะห์ค่าทักษะการเรียนรู้.....	26
3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์และปรับปรุงรูปแบบการแนะนำงาน.....	30
3.6 ต้นแบบหน้าแรกของระบบ.....	32
3.7 ต้นแบบหน้าการบันทึกข้อมูลผู้สมัครงานและหน้าการแนะนำงาน.....	33
3.8 ต้นแบบหน้าประกาศงานของผู้สรรหาและแนะนำผู้สมัครงาน.....	34
4.1 ขั้นตอนการสังเคราะห์โมเดลด้วยโปรแกรม RapidMiner.....	36
4.2 ขั้นตอนการสังเคราะห์โมเดลส่วนปฏิบัติการ 5 Cross Validation.....	36
4.3 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 1 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ.....	37
4.4 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 2 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ.....	38
4.5 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 3 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ.....	41
4.6 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 4 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ.....	43
4.7 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 5 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ.....	44
4.8 ค่าความแม่นยำตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์ของกลยุทธ์แบบ Confidence.....	47
4.9 ค่า F-Measure ตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์ Information gain.....	47
4.10 ค่าความแม่นยำตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์ Information gain.....	48
4.11 ความแม่นยำตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์ของกลยุทธ์แบบ Majority Vote.....	48
4.12 ขั้นตอนการทำนายผลการแนะนำกลุ่มงานของนักศึกษา.....	49
4.13 ผลรวมการแนะนำกลุ่มงานของนักศึกษา.....	50
4.14 ค่าความแม่นยำตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์การคำนวณของกลยุทธ์.....	53
4.15 ค่า F-Measure ตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์การคำนวณของกลยุทธ์.....	53
4.16 ค่าความแม่นยำเปรียบเทียบตามปริมาณข้อมูลในการสร้างโมเดล.....	54

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.17 หน้าแรกของระบบแนะนำงาน.....	57
4.18 ตัวอย่างหน้าการบันทึกข้อมูลผู้สมัครงาน.....	58
4.19 ตัวอย่างการลงข้อมูลของผู้สมัครงาน.....	58
4.20 ตัวอย่างผลรูปแบบการเรียนรู้และแนะนำงาน.....	59
4.21 ตัวอย่างหน้าประกาศงานของผู้สรรหา.....	60
4.22 ตัวอย่างการลงข้อมูลหน้าประกาศและแนะนำของผู้สรรหา.....	60

THAI

TNI

NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

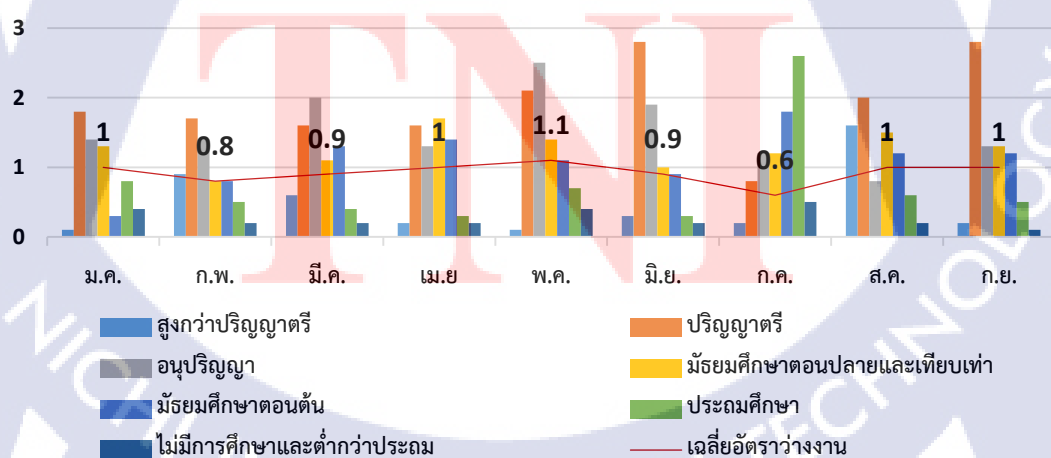
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การว่างงาน (Unemployment) หรือภาวะการณ์ที่บุคคลในวัยแรงงานที่พร้อมจะทำงานแต่ไม่สามารถหางานทำได้หรือเจ็บป่วย รองานใหม่ หางานที่เหมาะสมไม่ได้ บุคคลในวัยแรงงานจะพิจารณาผู้ที่มีอายุ 13 ปีขึ้นไป โดยตัวเลขการว่างงาน นอกจากเป็นเครื่องมือที่บ่งชี้อัตราการว่างงานในประเทศหรือเป็นเครื่องมือช่วยในการจัดทำงบประมาณการจ่ายเงินชดเชยการว่างงาน ยังเป็นเครื่องชี้วัดภาวะเศรษฐกิจซึ่งถือเป็นปัจจัยอย่างหนึ่ง เช่น ในช่วงเศรษฐกิจตกต่ำ อัตราการว่างงานค่อนข้างสูงหรือในช่วงภาวะเศรษฐกิจขยายตัว อัตราการว่างงานจะลดลง อย่างไรก็ตาม แม้ในช่วงที่เศรษฐกิจรุ่งเรือง การจ้างงานขยายตัวมากจนถึงระดับการจ้างงานเต็มที่ (Full Employment) อัตราการว่างงานก็ยังมีความสูงกว่าศูนย์ เรียกอัตราการว่างงาน ณ ระดับการจ้างงานเต็มที่ จะถือว่าการว่างงานดังกล่าวไม่เป็นปัญหาทางเศรษฐกิจ

จากสรุปผลการสำรวจภาวะการทำงานของประชากร สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายนในปีพุทธศักราช 2562 [1] เมื่อจำแนกตามการศึกษาที่สำเร็จพบว่า จำนวนผู้ว่างงานที่สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาตรีมีอัตราการว่างงานมากกว่าค่าเฉลี่ยอัตราการว่างงานในทุกๆ เดือน และเมื่อเทียบตามระดับการศึกษาพบว่า ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายนมีจำนวนถึง 5 เดือนที่มีอัตราการว่างงานของผู้ที่จบปริญญาตรีมากที่สุด โดยแสดงผลตามรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 อัตราการว่างงานตามระดับการศึกษา เดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562

สอดคล้องกับมุมมองขององค์กร หลักเกณฑ์ในการคัดเลือกผู้สมัครงาน [2] ซึ่งให้ความสำคัญกับการรับพนักงานจากทักษะและประสบการณ์มากกว่าวุฒิการศึกษา โดยเฉพาะบริษัทด้านเทคโนโลยี จะให้ความสำคัญกับผู้สมัครที่มีผลงานและมีประสบการณ์ด้วยตัวเองมากกว่าวุฒิปริญญาตรี และในมุมมองของผู้สมัครที่เป็นนักศึกษาจบใหม่ การรู้จักประเมินตนเอง ในด้านบุคลิกภาพ ทักษะ ประสบการณ์อาจยังไม่สามารถแสดงให้องค์กรได้รับรู้มากนัก หรือก็คือการสร้างโปรไฟล์กับเว็บไซต์หางานต่างๆ เพื่อให้ผู้สมัครงานและผู้ว่าจ้างพบกันได้ง่ายขึ้นช่วยเพิ่มโอกาสให้ได้กับงานใหม่ทางานที่ชอบ เพราะผู้ประกอบการจะสามารถค้นหาโปรไฟล์ของผู้สมัครงานได้ เพียงตั้งสถานะโปรไฟล์ให้ผู้ประกอบการสามารถดูข้อมูลได้ โดยเมื่อกล่าวถึงบุคลิกภาพ (Personality) คือ ผลรวมของอิทธิพลที่อธิบายว่าทำไมบุคคลถึงกระทำการพฤติกรรมใดๆ ในสถานการณ์หนึ่ง โดยการประเมินบุคลิกภาพจึงเป็นกระบวนการของการวัดอิทธิพลเหล่านั้นในเชิงปริมาณ [3] เช่นเดียวกับรูปแบบความต้องการในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycles) และรูปแบบการเรียนรู้ในฐานะปัจจัยทางจิตวิทยาสำคัญในการช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งการวิเคราะห์ผู้เรียน จะทำให้ทราบถึงพฤติกรรมของผู้เรียน ความสนใจ และความต้องการต่างๆ โดยยึดหลักว่าเมื่อบุคคลพร้อมที่จะทำแล้วได้ทำจะย่อมเกิดความพอใจและพร้อมที่จะปฏิบัติตาม

ระบบผู้แนะนำ (Recommender System) เป็นประเภทย่อยของระบบการกรองข้อมูล (Information Filtering System) ที่พยายามทำนายอันดับหรือสิ่งที่ชอบจากผู้ใช้ที่มอบให้กับรายการนั้นๆ โดยส่วนใหญ่จะใช้งานเชิงพาณิชย์และในหลายๆ ด้าน เช่น ใช้งานในการสมัครของผู้สมัครงานออนไลน์เพื่อช่วยคาดการณ์ความเกี่ยวข้องของงานที่มีประกาศผ่านเว็บไซต์สมัครงานจำนวนมาก [4] เนื่องจากจำนวนงานที่ประกาศโดยองค์กร ต้องใช้เวลาในการคัดเลือกอย่างมากในการระบุบุคคลที่เหมาะสมที่สุด อันมีลักษณะโดยทั่วไปว่า “สร้างคำแนะนำที่มีความหมายต่อกลุ่มผู้ใช้” [5] คุณลักษณะการแนะนำดังกล่าวเป็นคุณลักษณะที่ทำให้การทำงานและการปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งานง่ายขึ้น และลดความยุ่งยากในการใช้งานของผู้ใช้ และสนับสนุนผู้ใช้ในกระบวนการตัดสินใจต่างๆ โดยระบบจะจัดทำคำแนะนำขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้สมัครรวมถึงพฤติกรรม ประวัติการทำงานของผู้สมัครหรือความชอบ โดยวิธีการทำเหมืองข้อมูลในระบบผู้แนะนำมีการใช้กันแพร่หลายในหลายรูปแบบธุรกิจ [6] เฉพาะอย่างยิ่งในด้านพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (E-Commerce) โดยประเภทของคำแนะนำ อาจแตกต่างกันไปตามรูปแบบของการใช้งาน ตัวอย่างเช่น เว็บไซต์ช้อปปิ้งออนไลน์สำหรับเสื้อผ้า ระบบแนะนำจะมีประโยชน์ในการให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวโน้มความนิยมทางด้านแฟชั่น ซึ่งมีความแตกต่างกันในเว็บไซต์การรับสมัครงาน ในระบบแนะนำงานที่มีส่วนประกอบไปด้วยความหลากหลายของข้อมูลความต้องการ ข้อมูลผู้สมัครที่มีระดับการศึกษา ประสบการณ์และทักษะที่แตกต่างกัน ซึ่งแต่ละฝ่ายต่างคาดหวังจะได้รับคำแนะนำงานที่มีความเหมาะสมกับความต้องการ โดยปัญหาของระบบแนะนำโดยทั่วไป สามารถแบ่งออกได้ 2 อย่าง ได้แก่ 1. ปัญหาด้านปริมาณของข้อมูล

(Data Sparsity) ที่ส่งผลให้มีข้อมูลไม่เพียงพอต่อการสร้างคำแนะนำและ 2. ปัญหาการมีสินค้าใหม่หรือผู้ใช้งานใหม่ (Cold Start) ส่งผลในการคำนวณอันดับ (Rating) สำหรับวัตถุที่ยังไม่เคยได้รับการประเมิน โดยการคำนวณจำเป็นต้องอาศัยผลที่ผู้ใช้ได้ให้อันดับกับวัตถุและอาศัยข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม อย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการปรับปรุงกระบวนการแนะนำให้มีประสิทธิภาพความแม่นยำ ความน่าเชื่อถือและความถูกต้องให้มากขึ้น จึงได้มีการนำเทคนิคต่างๆ มาผสมผสานเพื่อพัฒนาระบบ ซึ่งเหล่านักวิจัยจะให้ความสนใจกับรายละเอียดผู้สมัครงานและเทคนิคสำหรับการพัฒนาระบบ

อย่างไรก็ตาม เมื่อข้อมูลผู้สมัครสองคนมีรายละเอียดที่คล้ายกันอาจมีประสิทธิภาพในการทำงานที่แตกต่างกันไปตามปัจจัยอื่นๆ ด้วยเหตุนี้ เมื่อก้าวถึงแนวความคิดการจัดการรูปแบบการศึกษาที่จะตอบสนองต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน [7] โดยประกอบด้วย มุมมองต่างๆ คือ 1. การศึกษาจะต้องตอบสนองความต้องการของอุตสาหกรรม ซึ่งมนุษย์และเครื่องจักรสามารถทำงานร่วมกันอย่างสร้างสรรค์ และบูรณาการความรู้เพื่อพัฒนาหรือสร้างนวัตกรรม 2. การใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยี ข้อมูลจากบุคคลต่างๆ และ เนื้อหาความรู้ที่เชื่อมต่อกันทั่วทุกมุมโลกอย่างมีประสิทธิภาพ โดยจำเป็นจะต้องมีทักษะทางด้านภาษาเข้ามาเกี่ยวข้องและ 3. การเรียนรู้ด้วยตนเองที่สามารถนำไปใช้ได้ตลอดชีวิต (Life Long Learning) ตั้งแต่การศึกษาในวัยเด็ก ตลอดจนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องในการทำงาน เพื่อสามารถบูรณา ความรู้ไปสู่การคิดและพัฒนา ต่อยอด สินค้าหรือบริการ รวมทั้งการคิดนวัตกรรมใหม่ๆ ได้ ซึ่งจากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน 4MAT [8] ที่ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนขึ้นจากแนวคิดของโคลบ (Kolb) ที่ว่าแนวคิดรูปแบบการเรียนรู้ จะเกิดขึ้นจากความสัมพันธ์ของ 2 มิติ คือการรับรู้ และกระบวนการจัดกระทำ การรับรู้ของบุคคลมี 2 ช่องทางคือผ่านทางประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม และผ่านทางความคิดที่เป็นนามธรรม ส่วน การจัดกระทำกับข้อมูลที่รับรู้ นั้น มี 2 ลักษณะคือการลงมือปฏิบัติ และการสังเกตโดยใช้ความคิดอย่างไตร่ตรอง ซึ่งจากแนวความคิดนี้พบว่าทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาและส่งเสริมความคิดให้สามารถบูรณาการความรู้มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยมีความประสงค์ในการนำเสนอวิธีการพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะบุคลิกภาพในการเรียนรู้ (Personality Skills) โดยการผสมผสานเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) เครื่องมือการทำนายที่มีประสิทธิภาพในการทำเหมืองข้อมูลเพื่อพัฒนาระบบผู้แนะนำจากข้อมูลผลเกรดเฉลี่ยในระดับอุดมศึกษา มาใช้ในการสนับสนุนวิเคราะห์นักศึกษาจบใหม่หรือลดจำนวนผู้ว่างงานที่ไม่เคยทำงานมาก่อนให้มียานทำด้วยรูปแบบการเรียนรู้ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานสำหรับวิเคราะห์ศักยภาพของผู้ว่างงานที่ไม่เคยทำงานมาก่อนและนักศึกษาจบใหม่ จากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้ให้มีประโยชน์มาใช้ในการองค์กรอย่างมีประสิทธิภาพและผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 สังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล

1.2.2 เปรียบเทียบเทคนิควิธีการทางด้านการทำเหมืองข้อมูลในการสังเคราะห์โมเดล

1.2.3 วิเคราะห์ผลการแนะนำงานของโมเดลที่สังเคราะห์จากข้อมูลนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่จบการศึกษา

1.2.4 นำเสนอต้นแบบระบบการแนะนำงานด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

1.3.1.1 ผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการหาค่าความสอดคล้องระหว่างรายวิชาและรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย 1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการศึกษาที่มีประสบการณ์การทำงานด้านการศึกษาของสถาบันเอกชนและผู้ออกแบบหลักสูตรคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ 1 ท่าน และ 2. ผู้ทำงานในสายงานเทคโนโลยีที่จบการศึกษาระดับอุดมศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ 2 ท่าน

1.3.2 กลุ่มข้อมูลตัวอย่าง

1.3.2.1 กลุ่มข้อมูลนักศึกษาระดับอุดมศึกษาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่จบการศึกษาแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 - พ.ศ. 2555 จำนวน 995 ราย และข้อมูลรายวิชาอีก 779 รายวิชา ซึ่งมีข้อมูลเกรดเฉลี่ยของแต่ละวิชาในภาคการศึกษา

1.3.2.2 กลุ่มข้อมูลพนักงานที่มีตำแหน่งทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ จากบริษัทเอกชนแห่งหนึ่งและระบบทะเบียนนักศึกษาของสถาบันศึกษา ซึ่งมีข้อมูลเกรดเฉลี่ยของแต่ละวิชาในภาคการศึกษา จำนวน 120 คน

1.3.2.3 กลุ่มข้อมูลตำแหน่งงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ โดยแบ่งเป็น 7 กลุ่ม จำนวน 26 ตำแหน่งงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เพื่อช่วยลดเวลาในการคัดเลือกผู้สมัครงานจำนวนมากบนเครือข่ายออนไลน์

1.4.2 ช่วยคัดเลือกนักศึกษาจบใหม่ที่เหมาะสมกับความต้องการขององค์กรและมีแนวโน้มในการทำงานที่มีประสิทธิภาพในแต่ละตำแหน่งงาน

1.4.3 สามารถลดจำนวนผู้ว่างงานที่เป็นนักศึกษาจบใหม่ ให้มีโอกาสดำเนินการได้อย่างเหมาะสม

1.5 สมมติฐานการวิจัย

- 1.5.1 ปริมาณข้อมูลในการสังเคราะห์โมเดล มีผลต่อค่าความแม่นยำของโมเดล
- 1.5.2 จำนวนของต้นไม้ มีผลต่อค่าความแม่นยำของโมเดล
- 1.5.3 การสร้างโมเดลด้วยเทคนิคแบบรวมกลุ่ม ได้แก่ Random Forest และ Gradient Boosted Trees มีค่าประสิทธิภาพโมเดลมากกว่าเทคนิคอื่น
- 1.5.4 จำนวนตัวแปรที่ใช้ในการทำนาย มีผลต่อค่าความแม่นยำของโมเดล
- 1.5.5 ข้อมูลเกรดเฉลี่ยเพียงอย่างเดียว มีผลต่อการคัดเลือกผู้สมัครงาน
- 1.5.6 จำนวนและความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญ มีผลต่อความน่าเชื่อถือของโมเดล



TNi

บทที่ 2

หลักการพื้นฐาน ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาหลักการพื้นฐาน ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อันเป็นแนวทางในการทำงานวิจัย และค้นคว้าเทคนิควิธีการทำเหมืองข้อมูลแบบจำแนกเพื่อการทำนายและเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดล สำหรับนำไปสังเคราะห์รูปแบบที่ช่วยคัดกรองผู้สมัครงาน โดยได้มีการศึกษาทฤษฎี หรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็นหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 ปัจจัยในการเลือกผู้สมัครเข้าทำงาน
- 2.2 ปัจจัยในการเลือกงานของผู้สมัครงาน
- 2.3 ทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT
- 2.4 ระบบผู้แนะนำ (Recommender System)
- 2.5 ทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)
- 2.7 เทคนิค Random Forest
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านระบบแนะนำงาน

2.1 ปัจจัยในการเลือกผู้สมัครเข้าทำงาน

จากงานวิจัยของ Caldwell และคณะ [9] ได้อธิบายถึงความสำคัญของการเลือก ปัจจัยหรือความแตกต่างของคุณลักษณะส่วนบุคคลที่ทำให้เกิดความแตกต่างที่สำคัญในการบรรลุผลลัพธ์ในองค์กรสมัยใหม่ ซึ่งเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงกระบวนการสรรหาบุคลากรไว้ 6 ปัจจัยดังนี้

1. ความรักและความอดทน (Passion and Perseverance) ได้ระบุถึงความสำคัญของความรักและความอดทน ในฐานะที่เป็นผู้มีพรสวรรค์ที่มีคุณภาพแทนการแสวงหาผลงานที่โดดเด่น แม้ว่าพรสวรรค์โดยปกติแล้วจะเป็นสิ่งสำคัญ แต่ในท้ายที่สุดก็คือความพยายามอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งที่ดีกว่า

2. การตีความกระบวนการสู่การปฏิบัติ (Translating Strategy into Action) ความสามารถในการเปลี่ยนแผนสู่การปฏิบัติ คือสินค้าจำเป็นที่ทำให้นักคิดแตกต่างจากผู้มีความรู้ โดยอธิบายว่าการดำเนินการต้องใช้ในการแปลความหมายเชิงกว้างเกี่ยวกับกลยุทธ์ของบริษัท ด้วยความคุ้นเคยของประสบการณ์

3. พื้นฐานความรู้ (General Intelligence the Core Foundation) หนึ่งในลักษณะส่วนใหญ่ในการเลือกผู้สมัครงานคือสติปัญญาทั่วไปหรือการศึกษา โดยได้กำหนดสติปัญญาทั่วไปว่าเป็น

ความสามารถทางจิตที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการวางแผนวางแผนแก้ปัญหาความคิด เข้าใจแนวคิดที่ซับซ้อน เรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วและเรียนรู้จากประสบการณ์ ซึ่งงานส่วนใหญ่ต้องมีการปัญหาการแก้ปัญหาการวางแผนการเรียนรู้และการปรับตัว

4. ความฉลาดทางอารมณ์ (Emotional Intelligence Relating Effectively and Understanding Self) โดยในการศึกษาเกี่ยวกับความฉลาดทางอารมณ์ของ ได้ระบุถึงความสำคัญของการแสดงออก การตอบสนอง การติดตามผล การเอาใจใส่ต่อผู้อื่นและการตอบสนองต่อสถานการณ์ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลอย่างเหมาะสม การเอาใจใส่ส่งผลต่อความสามารถในการสร้างความสัมพันธ์กับคนอื่น ๆ อันได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในทักษะที่สำคัญที่สุดที่นายจ้างต้องการ และจำเป็นในการปฏิบัติต่อผู้อื่นเป็นคู่ค้าที่มีค่า

5. ความซื่อสัตย์ (Personal Integrity) ความซื่อสัตย์ส่วนบุคคล ครอบคลุมถึงความซื่อสัตย์ในการติดต่อกับผู้อื่น และความสามารถในการรับรู้อย่างเป็นธรรม ความซื่อสัตย์ส่วนบุคคลเกี่ยวข้องกับคำพูดของบุคคลที่ตรงกับการกระทำของบุคคลนั้นๆ ในโลกที่มีข้อความว่า "The Cheating Culture" ความซื่อสัตย์เป็นสินค้าที่มีมูลค่า

6. ประสิทธิภาพการสื่อสาร (Communication Effectiveness) ตามหลักฐาน สัมภาษณ์พบว่า ประสิทธิภาพการสื่อสาร คาดการณ์ เป็นประสิทธิภาพของผู้นำมากกว่าผู้ตาม โดยการสื่อสารเป็นตัวกลางความสัมพันธ์ระหว่างวัฒนธรรมองค์กรกับการรับรู้การดำเนินงานขององค์กรที่ดี

โดยทั่วไป เจ้าของธุรกิจในยุคดิจิทัล ให้ความสำคัญกับการว่าจ้างผู้มีความสามารถมาก Lisa Mooney นักเขียนมืออาชีพ [10] ได้อธิบายว่าประสิทธิภาพและความสามารถในการทำกำไรของบริษัท ขึ้นอยู่กับคุณภาพของพนักงาน เมื่อกล่าวถึงประสบการณ์การทำงาน (Work Experience) อาจเป็นหนึ่งในข้อพิจารณาที่สำคัญที่สุด ความเชื่อในตนเอง (Self-Confidence) เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการเผชิญหน้าและประสบความสำเร็จในการทำขาย บุคลิกภาพ (Personality Compatibility) เป็นหนึ่งในคุณสมบัติที่สำคัญที่สุดของพนักงานที่มุ่งเน้นไปยังลูกค้า ทักษะที่เหมาะสม (Skills Set) ช่วยกำหนดตัวตนหรือบทบาทหน้าที่ในองค์กรและวุฒิการศึกษาของพนักงาน เป็นสิ่งสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถและการทำงานที่แต่ละคนมี

2.2 ปัจจัยในการเลือกงานของผู้สมัครงาน

ในปัจจุบัน นักศึกษาหลายๆ คนที่กำลังมองหางานจะต้องมีหลักการในการเลือกอาชีพ และสถานที่ทำงานของตน โดยแต่ละคนย่อมมีเหตุผลต่างกันไป ซึ่งแต่ละองค์กรเองก็มีการนำเสนอสิทธิประโยชน์พิเศษที่ดึงดูดผู้สมัครให้อยากร่วมงานกับองค์กร อย่างไรก็ตามจากผลสำรวจของการหางาน มี 8 ปัจจัยที่ถือว่าเป็นหลักเกณฑ์ที่ผู้สมัครนิยมมาเป็นตัวตัดสินใจในการสมัครงาน [11], [12] คือ

1. เงินเดือน ปัจจัยแรกที่ผู้สมัครงานนึกถึงเป็นอันดับแรกในการตัดสินใจเลือกงาน เพราะเมื่อพนักงานทุ่มเทให้กับงานอย่างเต็มกำลังและความสามารถ พวกเขาต้องการผลตอบแทนที่เหมาะสม เพื่อเป็นตัวกระตุ้นประสิทธิภาพในการทำงานได้ดียิ่งขึ้น

2. สิทธิประโยชน์และผลตอบแทนอื่นๆ นอกเหนือจากสวัสดิการพื้นฐานแล้ว สิทธิประโยชน์และผลตอบแทนอื่นๆ ก็ถือเป็นอีกปัจจัยที่หลายบริษัท จะหยิบยกมาเป็นจุดดึงดูดความน่าสนใจให้กับองค์กรมากขึ้น เช่น สิทธิในการรักษาพยาบาล, ค่าอาหาร, เงินสนับสนุนที่พักอาศัย หรือ การเดินทาง, กองทุนสำรองเลี้ยงชีพ เป็นต้น

3. สถานที่ตั้ง ปัจจุบันคนส่วนใหญ่มักนิยมหาสถานที่ทำงานใกล้บ้าน เพื่อลดภาระในเรื่องของค่าเดินทาง หรือ หากใครใช้ยานพาหนะส่วนตัว ก็ต้องแบกรับในเรื่องของค่าน้ำมันรถ ดังนั้นหากได้สถานที่ใกล้บ้าน หรือ สะดวกในการเดินทาง ก็จะช่วยประหยัดเวลา และ ค่าใช้จ่ายได้

4. ความมั่นคงในงาน คนรุ่นใหม่ในปัจจุบันเริ่มหันมาให้ความสำคัญกับการเลือกบริษัท หรือ องค์กรที่มีชื่อเสียง เพื่อเป็นหลักประกันความมั่นคงในหน้าที่การงาน ยิ่งถ้าเป็นองค์กรขนาดใหญ่ที่มีชื่อเสียงมายาวนาน จะยังสามารถดึงดูดให้ผู้คนสนใจที่จะมาร่วมงานง่ายขึ้น

5. โอกาสความก้าวหน้าในสายอาชีพ หากที่ไหนน่าจะมีแนวโน้มในการเติบโตได้ดีกว่ากัน เช่น โอกาสการปรับตำแหน่ง, การขึ้นเงินเดือนประจำปี, สายงานที่จะไปต่อในตำแหน่งนั้นๆ เป็นต้น เพื่อสร้างความมั่นใจในการตัดสินใจของผู้สมัครนั่นเอง

6. เพื่อนร่วมงาน สามารถมีผลต่อการทำงาน หากพนักงานใหม่ไม่สามารถเข้ากันได้หรือมีความแตกต่างกันมากเกินไป สุดท้ายแล้วก็จะเกิดความเครียดสะสมและเบื่องานต้องเปลี่ยนงานเช่นเดียวกัน

7. ค่านิยมขององค์กร โดยหลายๆ คนอาจคิดไม่ถึง ซึ่งเป็นเรื่องของรูปแบบในการทำงานขององค์กร รวมถึงการให้ความสำคัญในเรื่องต่างๆ ที่เกี่ยวกับการทำงานภายในองค์กร บางบริษัทอาจมีกฎระเบียบที่เคร่งครัดแต่ในขณะที่บางที่อาจมีการยืดหยุ่นในพนักงานได้มากกว่า

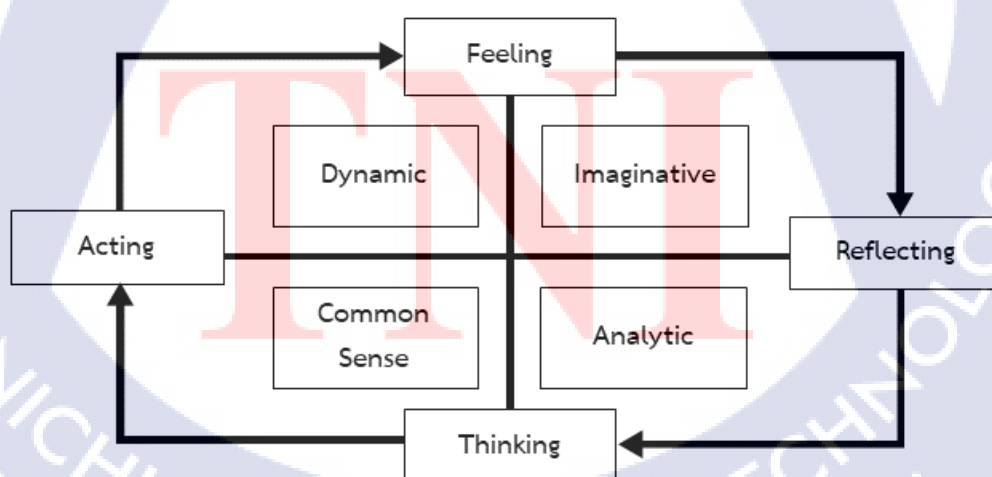
8. ผู้บังคับบัญชาหรือหัวหน้างาน สำหรับเด็กจบใหม่ โดยในข้อนี้มาเป็นลำดับสุดท้าย อาจด้วยยังไม่เคยมีประสบการณ์ทำงานมาก่อน ทำให้การสั่งงานหรือบังคับงานจากหัวหน้าจึงมีผลเป็นลำดับถัดไป

ซึ่งการตัดสินใจเลือกงานนับเป็นขั้นตอนสำคัญสำหรับผู้สมัครงาน หากเลือกได้ถูกต้อง ก็จะทำให้มีความสุขในการทำงาน รวมถึงโอกาสสร้างความก้าวหน้า และมั่นคงให้กับตัวเอง โดยเมื่อทำงานมาจนมีประสบการณ์แล้ว ผู้สมัครงานเหล่านี้ มักต้องการความสมดุลในการใช้ชีวิตหลังการทำงานมากยิ่งขึ้นกว่าเดิม ถือเป็นอีกปัจจัยในการพิจารณาการเลือกบริษัทร่วมงานแห่งใหม่ที่สำคัญเช่นกัน เพราะคือสิ่งที่ทำให้ผู้ทำงานสามารถเติมเต็มอีกด้านของชีวิตหลังการทำงานได้เป็นอย่างดี

2.3 ทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT

รูปแบบความต้องการในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์ (Experiential Learning Cycles) รูปแบบการเรียนรู้ที่มีอิทธิพลมากที่สุดทฤษฎีหนึ่งที่ได้รับการพัฒนาโดย David Kolb ในช่วงต้นทศวรรษ 1970 ทฤษฎีการเรียนรู้จากประสบการณ์และเครื่องมือที่คิดค้นขึ้นเพื่อทดสอบทฤษฎี LSI (Learning Style Inventory) [13] จากการตั้งข้อสังเกตว่าผู้เรียนบางคนมีความชอบที่แน่นอนสำหรับกิจกรรมบางอย่าง จากแนวคิดนี้ได้มีการคิดค้นสิ่งของที่สามารถระบุความต้องการได้โดยการจับความแตกต่างในการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล จนรูปแบบการเรียนรู้ที่ได้มีลักษณะคงที่ และพบว่าความถนัดที่แตกต่างกันสำหรับการเรียนรู้ซึ่งเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยจากสถานการณ์หนึ่งไปสู่อีกสถานการณ์หนึ่ง

ขั้นตอนการเรียนรู้เชิงประสบการณ์เริ่มจาก การสร้างประสบการณ์ (Concrete Experience), การสะท้อนการเรียนรู้และทบทวนการเรียนรู้ (Reflective Observation), การสรุปองค์ความรู้ (Abstract Conceptualization) และการประยุกต์ใช้ความรู้ (Active Experimentation) คือขั้นตอนของวงจรการเรียนรู้ อันเป็นรูปแบบหลักที่สร้างแรงบันดาลใจสำหรับนักทฤษฎีและผู้ปฏิบัติงานจำนวนมากที่ใช้แนวคิดนี้ในการสร้างแบบสอบถามและวิธีการสอนของตนเอง โดย McCarthy ผู้ได้พัฒนาวิธีการสอนที่เรียกว่า 4MAT [14] ที่อิงตามทฤษฎีของ Kolb's cycle of learning โดยมุ่งส่งเสริมความถนัดของผู้เรียนและส่งเสริมการใช้สมอง 2 ซีกอย่างสมดุลกัน อันจะส่งผลให้การเรียนรู้เกิดประสิทธิภาพและผู้เรียนได้เกิดการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพ โดยโมเดล 4MAT เสนอแนวคิดทางการศึกษา โดยเสนอกิจกรรมและรูปแบบพฤติกรรมที่บุคคลสามารถใช้การเรียนรู้ไปบูรณาการอย่างประสบความสำเร็จ โดยเสนอประเภทรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนตามรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT [15]

ผู้เรียนแบบที่ 1 ผู้เรียนถนัดการใช้จินตนาการ (Imaginative Learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสและความรู้สึกและสามารถประมวลกระบวนการเรียนรู้ได้ดียิ่งในภาวะที่ตนเองได้มีโอกาสเฝ้ามอง หรือการได้รับการสะท้อนกลับทางความคิดจากที่ต่างๆ สมองชิกขาของพวกนี้ทำหน้าที่เสาะหาความหมายของสิ่งต่างๆ จากประสบการณ์ สมองชิกข้ายุดค้นเหตุผลและความเข้าใจจากการวิเคราะห์ เป็นบุคคลที่ชอบถามเหตุผล คำถามที่คิดจะพุดขึ้นมาเสมอๆ คือ “ทำไม” ผู้เรียนที่อยู่ในรูปแบบนี้ต้องเข้าใจก่อนว่าทำไมต้องเรียนรู้และจะเกี่ยวข้องกับตัวเขาหรือสิ่งที่เขาสนใจอย่างไร โดยเฉพาะเรื่องค่านิยม ความเชื่อ ความคิด คตินิยม ความรู้สึก ชอบขบคิดปัญหาต่างๆ ค้นหาเหตุผล และสร้างความหมายเฉพาะของตนเอง ผู้เรียนต้องหาเหตุผลที่จะต้องเรียนรู้ก่อนสิ่งอื่นๆ จะเรียนรู้ได้ดี หากมีการถกเถียง อภิปราย ได้ว่าที่ กิจกรรมกลุ่ม

ผู้เรียนแบบที่ 2 ผู้เรียนถนัดการวิเคราะห์ (Analytic Learners) จะรับรู้ในลักษณะรูปธรรม และนำสิ่งที่รับรู้มาประมวลในลักษณะของการมองสังเกต สมองชิกขาเสาะหาประสบการณ์ที่จะสามารถผสมผสานการเรียนรู้ใหม่ๆ และต้องการความกระจ่างในเรื่องคำตอบขององค์ความรู้ที่ได้มา ในขณะนี้สมองชิกขามุ่งวิเคราะห์จากความความรู้ใหม่ เป็นพวกที่ชอบถามหาข้อเท็จจริง คำถามที่สำคัญที่สุดของบุคคลกลุ่มนี้ คือ “อะไร” ผู้เรียนแบบนี้ชอบการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ต้องการศึกษาค้นคว้า ความรู้ ความจริง ต้องการข้อมูลที่เหมาะสม ถูกต้อง แม่นยำโดยอาศัยข้อเท็จจริง ข้อมูล ข่าวสาร มีความสามารถสูงในการนำความรู้ไปพัฒนาเป็นแนวความคิด ทฤษฎีหรือจัดระบบหมวดหมู่ของความคิดได้อย่างดี จะยอมรับนับถือเฉพาะผู้เชี่ยวชาญ ผู้รู้จริง หรือผู้มีอำนาจสั่งการเท่านั้น จะเรียนต่อเมื่อรู้ว่าจะต้องเรียนอะไรและอะไรที่เรียนได้ การจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนกลุ่มนี้จึงควรใช้วิธีบรรยายและการทดลอง การวิจัยหรือการทำรายงาน การวิเคราะห์ข้อมูล เป็นต้น

ผู้เรียนแบบที่ 3 ผู้เรียนถนัดใช้สามัญสำนึก (Commonsense Learners) รับรู้ผ่านกระบวนการความคิดและสิ่งที่เป็นนามธรรมผ่านการทดลองหรือกระทำจริง สมองชิกขามองหากลยุทธ์ในการปรับเปลี่ยนรูปแบบขององค์ความรู้ไปสู่การนำไปใช้ ในขณะที่ยังมองหากสิ่งที่จะเป็นข้อมูลเพิ่มเติม คำถามที่ใช้อยู่ คือ “อย่างไร” ผู้เรียนสนใจกระบวนการปฏิบัติจริงและทดสอบทฤษฎีโดยการแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยการวางแผนจากข้อมูล ข่าวสาร ความรู้ที่เป็นนามธรรมมาสร้างเป็นรูปธรรมเพื่อประโยชน์ในชีวิตประจำวัน พวกเขาเฝ้ามองหาสิ่งที่ทำในสิ่งที่มองแล้วว่าเป็นประโยชน์และตรวจสอบว่าข้อมูลที่ได้นั้นสามารถใช้ได้ในโลกแห่งความจริงและสนใจที่จะนำความรู้มาสู่การปฏิบัติจริงและอยากรู้อีกถ้าจะทำสิ่งนั้น สิ่งที่ได้ ทำได้อย่างไร รูปแบบการเรียนการสอนที่ดีที่สุด คือ การทดลองให้ปฏิบัติจริง ลงมือทำจริง

ผู้เรียนแบบที่ 4 ผู้เรียนที่สนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง (Dynamic Learners) ผู้เรียนจะรับรู้ผ่านสิ่งที่เป็นรูปธรรมและผ่านการกระทำ สมองชิกขาทำงานในการถกทอดความคิดให้ขยายกว้างขวางยิ่งขึ้น ในขณะที่ยังมองหากการวิเคราะห์เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนและ

โดดเด่นขึ้น เป็นผู้เรียนที่ชอบตั้งเงื่อนไข คำถามที่ใช้บ่อย คือ “ถ้า” ผู้เรียนแบบนี้ชอบเรียนรู้โดยการได้สัมผัสกับของจริง ลงมือทำในสิ่งที่ตนเองสนใจและค้นพบความรู้ด้วยตัวเอง ชอบรับฟังความคิดเห็นหรือคำแนะนำแล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาประมวลเป็นความรู้ใหม่ ผู้เรียนมีความสามารถที่จะมองเห็นโครงสร้างของความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ แล้วกลั่นกรองออกมาเป็นรูปแบบของความคิดที่แปลกใหม่เพื่อตนเองหรือผู้อื่น มองเห็นอะไรที่ซับซ้อนและลึกซึ้ง จะเรียนได้ดีที่สุดโดยใช้วิธีการสอนแบบค้นพบด้วยตนเอง (Self-Discovery Method)

อีกทั้งยังเสนอแนวทางการพัฒนาวิธีการสอนให้เอื้อต่อผู้เรียนทั้ง 4 แบบ โดยกำหนดวิธีการใช้เทคนิคพัฒนาสมองซีกซ้ายซีกขวา แต่ละช่วงจะแบ่งเป็น 2 ชั้น โดยจะเป็นกิจกรรมที่มุ่งให้ผู้เรียนได้ใช้สมอง ทั้งซีกซ้ายและขวาสลับกัน [16] ตามขั้นตอนการเรียนรู้ 8 ขั้นตอนดังนี้

1. สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน กระตุ้นสมองซีกขวา โดยการสร้างประสบการณ์ตรงที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยครูสร้างประสบการณ์จำลองให้เชื่อมโยงกับความรู้และประสบการณ์เก่าของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนสร้างเป็นความหมายเฉพาะของตนเอง และกระตุ้นสมองซีกซ้าย วิเคราะห์ไตร่ตรองประสบการณ์การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนคิดไตร่ตรอง วิเคราะห์ประสบการณ์จำลองจากกิจกรรม

2. พัฒนาความคิดรวบยอดของผู้เรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนได้รวบรวมประสบการณ์และความรู้เพื่อสร้างความเข้าใจพื้นฐาน เช่น การสอนให้ผู้เรียนเข้าใจลึกซึ้งถึงแนวคิดของการใช้อักษรตัวใหญ่ในภาษาอังกฤษ ต้องหาวิธีอธิบายให้ผู้เรียนเข้าใจในเรื่องนั้น เพื่อเน้นถึงความสำคัญ และสะท้อนประสบการณ์เป็นแนวคิด และกระตุ้นสมองซีกซ้าย ให้ผู้เรียนได้วิเคราะห์และไตร่ตรองแนวคิดที่ได้และถ่ายทอดเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดที่ได้ พยายามสร้างกิจกรรมกระตุ้นให้ผู้เรียนกระตือรือร้นในการเก็บรวบรวมข้อมูล และการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อพัฒนาทฤษฎีและแนวคิด

3. การปฏิบัติและการพัฒนาแนวคิดออกมาเป็นการกระทำ กระตุ้นสมองซีกซ้าย ดำเนินตามแนวคิด และลงมือปฏิบัติหรือทดลอง ผู้เรียนเรียนรู้จากการใช้สามัญสำนึก ซึ่งได้จากแนวคิดพื้นฐาน จากนั้นนำมาสร้างเป็นประสบการณ์ตรง เช่น การทดลองในห้องปฏิบัติการ หรือการทำแบบฝึกหัดเพื่อส่งเสริมความรู้ และกระตุ้นสมองซีกขวา ต่อเติมเสริมแต่ง และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้เกิดจากการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองซีกขวา นักเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีการลงมือปฏิบัติ แก้ปัญหา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาค้นพบองค์ความรู้ด้วยตนเอง

4. เชื่อมโยงการเรียนรู้จากการทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง จนเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ กระตุ้นสมองซีกซ้าย โดยการวิเคราะห์แนวทางที่จะนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อให้ผู้เรียนนำสิ่งที่เรียนรู้มาแล้วมาประยุกต์ใช้อย่างสร้างสรรค์ โดยนักเรียนเป็นผู้วิเคราะห์และเลือกทำกิจกรรมอย่างหลากหลาย และกระตุ้นสมองซีกขวา โดยการลงมือปฏิบัติ และแลกเปลี่ยนประสบการณ์ ผู้เรียน

คิดค้นความรู้ด้วยตนเองอย่างซับซ้อนมากขึ้น เพื่อให้เกิดเป็นความคิดที่สร้างสรรค์ จากนั้นนำมาเสนอ แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน

2.4 ระบบผู้แนะนำ (Recommender System)

ระบบผู้แนะนำถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาเรื่องข้อมูลจำนวนมากและได้ถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายๆ ด้าน [17] ระบบแนะนำงานสำหรับส่วนการสรรหางานได้เกิดขึ้นและมีการเติบโตอย่างรวดเร็ว รายละเอียดข้อมูลผู้สมัครงานและเทคโนโลยีในการแนะนำงานได้รับความสนใจ อีกทั้งยังได้รับการตรวจสอบในสถาบันการศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยคำแนะนำ (Recommend) คือขั้นตอนการกรองข้อมูลด้วยวิธีการเฉพาะตัว กล่าวถึงกระบวนการรับสมัครงานต่างๆ และเทคนิคสำหรับการสร้างระบบแนะนำงาน [18] ซึ่งเหล่านักวิจัยจะให้ความสนใจกับรายละเอียดผู้สมัครงานและเทคนิคการแนะนำสำหรับการพัฒนาระบบแนะนำโดยมีข้อดี ข้อเสียและมีเทคนิคการแนะนำที่แตกต่างกัน ซึ่งเทคนิคในการทำระบบผู้แนะนำแบ่งได้ดังนี้

1. การแนะนำแบบอิงเนื้อหา (Content-Based Recommender) โดยมีหลักการแนะนำรายการที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกับที่ผู้ใช้เป้าหมายต้องการ [19] ที่ให้ความสนใจกับคุณภาพของข้อมูลจากการจับคู่ระหว่างคนและความต้องการของลักษณะงาน กระบวนการแนะนำจะเลือกประเภทคุณลักษณะเดียวกันและเปรียบเทียบโดยการคำนวณความคล้ายกันสำหรับคนและงาน ผลการแนะนำคือรายชื่อตำแหน่งงานหรือผู้สมัครที่จัดเรียงตามดัชนีความคล้ายกัน และยังพิจารณาถึงอิทธิพลที่มีต่อคำแนะนำตามความต้องการของผู้ใช้เป้าหมายหรือการวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ในตลาดการสรรหางาน จากนั้นคุณลักษณะที่เลือกควรแสดงในรูปแบบที่เหมาะสม ซึ่งมีระบบแนะนำงานจำนวนมากอยู่บนพื้นฐานของการกรองเนื้อหา ข้อดีของระบบแนะนำแบบอิงเนื้อหา [20] คือการที่ไม่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลมหาศาลในการประมวลผล และข้อเสียคือวัตถุที่แนะนำนั้นค่อนข้างเจาะจง ซึ่งขึ้นอยู่กับการคำนวณความใกล้เคียงของวัตถุนั้นๆ

2. การแนะนำแบบมีส่วนร่วม (Collaborative Filtering Recommender) เป็นวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับผู้ที่ใช้คล้ายกัน ซึ่งมีสมมติฐานเดียวกันกับผู้เป้าหมายและแนะนำรายการตามสิ่งที่ผู้ใช้อื่นชอบ โดยใช้ข้อมูลของสินค้าและผู้ใช้จำนวนมากเพื่อคาดการณ์ว่า ผู้ใช้ที่ไม่เคยใช้สินค้านั้นจะชอบสินค้านั้นหรือไม่ ขั้นตอนสำคัญคือการคำนวณความคล้ายกันระหว่างผู้ใช้ แต่ระบบการแนะนำแบบมีส่วนร่วม มีข้อเสียคือการทำต้องมีข้อมูลเยอะพอสมควรเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการแนะนำ และนอกจากนั้นระบบแบบนี้จะแนะนำการกระทำที่เป็นกระแส โดยไม่แนะนำการกระทำนอกกระแส

3. การแนะนำซึ่งกันและกัน (Reciprocal Recommender) เป็นระบบแนะนำพิเศษ [21] ของระบบความพึงพอใจของทั้งสองผู้ใช้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจะถูกนำเข้าไปบัญชีและความพึงพอใจในเวลา

เดียวกัน เป็นผลให้เกิดความได้เปรียบสำหรับทั้งผู้ใช้และปรับปรุงความถูกต้องของระบบแนะนำ
เหมาะสำหรับระบบแนะนำที่ตรงกับผู้คนและได้รับการออกแบบมาสำหรับการนัดหมายออนไลน์ และ
เสนอขั้นตอนต่างๆเพื่อแก้ปัญหาข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน จุดยากของระบบแนะนำซึ่งกันและกันคือ
การตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ทั้งสองในเวลาเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ในแง่ของระบบแนะนำงาน
ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการตั้งค่าของผู้หางานและความต้องการของตำแหน่งงานจะถูกเก็บไว้ใน
ฐานข้อมูลด้วยรูปแบบข้อความซึ่งเป็นการยากที่จะแสดงข้อมูลทั้งหมดลงในลักษณะเดียวกัน เนื่องจาก
มีความแตกต่างทางความหมายและข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

4. การแนะนำแบบผสม (Hybrid Filtering) ที่รวมเอาสองระบบคือ การแนะนำแบบอิง
เนื้อหา และการแนะนำแบบมีส่วนร่วม มาทำงานช่วยกัน [22] โดยระบบแบบผสมนี้ไม่มีขั้นตอน
ตายตัว ซึ่งช่วยเลี่ยงข้อจำกัดของเทคนิคทั้งสองได้ แต่มีความซับซ้อนและการใช้ทรัพยากรสูง สามารถ
แบ่งวิธีการได้ดังนี้

1) Combining Separate Recommenders คือการแยกส่วนระบบการแนะนำ โดย
นำผลลัพธ์ของทั้งสองมาใช้วิธีการ linear หรือ Vote ซึ่งจะเลือกจากผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

2) Adding Content-Based Characteristics to Collaborative Models คือการนำ
คุณสมบัติเฉพาะของเทคนิคการแนะนำแบบอิงเนื้อหา มาใช้ในวิธีแบบมีส่วนร่วม

3) Adding Collaborative Characteristics to Content-Based Models คือการนำ
คุณสมบัติเฉพาะของเทคนิคการแนะนำแบบมีส่วนร่วม มาใช้ในวิธีแบบอิงเนื้อหา โดยนิยมใช้ในการลด
มิติของกลุ่มข้อมูลผู้ใช้ที่อ้างอิงตามเนื้อหา

4) Developing a Single Unifying Recommendation Model คือการสร้างโมเดล
ทางคณิตศาสตร์ จากคุณสมบัติเฉพาะของเทคนิคการแนะนำทั้งสองวิธี

แม้ว่าจะมีระบบผู้แนะนำงานจำนวนมากที่ใช้กลยุทธ์ที่แตกต่างกัน แต่ก็มี ความพยายามใน
การจัดทำคำแนะนำงานบนพื้นฐานของการจับคู่โปรไฟล์ของผู้สมัครรวมถึงการศึกษาพฤติกรรมหรือ
ความชอบของผู้สมัครและมีการใช้ระบบผู้แนะนำในเกือบทุกเว็บไซต์อีคอมเมิร์ซที่ใช้อินเทอร์เน็ต

2.5 ทฤษฎีการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data analytics) เป็นศาสตร์ของการวิเคราะห์ ข้อมูลต่างๆ เพื่อช่วย
ในด้านธุรกิจ หรือตามวัตถุประสงค์อื่นๆ ซึ่งเริ่มต้น จากความสามารถในการนำข้อมูลมาใช้ให้อยู่ใน
รูปแบบที่พร้อมจะประมวลผลได้โดยเทคโนโลยีหรือชุดคำสั่ง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ผ่านการวิเคราะห์แล้ว
มาใช้หรือแปลความหมาย

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือกระบวนการที่กระทำกับข้อมูลจำนวนมากเพื่อ
ค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลในปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไป

2.5.2 การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Clustering)

กล่าวเป็นการจำแนกกลุ่มหรือตัวแปรของข้อมูลที่คล้ายกันรวมไว้ด้วยกัน และกลุ่มที่ต่างกันจะมีลักษณะหรือตัวแปรที่ต่างกัน รวมถึงความสัมพันธ์ภายในกลุ่มที่มีค่าความสัมพันธ์มากกว่าตัวแปรที่อยู่ต่างกลุ่ม ซึ่งกระบวนการจำแนกจะต้องจำแนกตั้งแต่ 2 กลุ่มขึ้นไป การแบ่งข้อมูลที่มีลักษณะคล้ายกันออกเป็นกลุ่ม การจัดระเบียบข้อมูลลงในการจัดกลุ่มที่สมเหตุสมผลถือเป็นหนึ่งในรูปแบบพื้นฐานของความเข้าใจและการเรียนรู้ [24] โดยการจัดกลุ่มถูกใช้อย่างกว้างขวางในการระบุกลุ่มลูกค้าในทางการตลาด (Customer Segmentation) การจัดกลุ่มลักษณะประชากรในทางสังคมศาสตร์ การค้นหาข้อมูลผิดปกติ (Outlier) การจัดกลุ่มเป็นเทคนิคแรกๆ ที่วิเคราะห์ข้อมูลที่ยังไม่มีโครงสร้าง เพื่อค้นหากลุ่มทางธรรมชาติ (Natural Group)

2.5.3 เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลแบบรวมกลุ่ม (Ensemble Method)

คือเทคนิคของ advanced machine learning model ที่ช่วยทำให้ประสิทธิภาพการทำนายผล (prediction performance) โดยการใช้เทคนิคที่ใช้โมเดล classification หลายๆ โมเดล [25] มาช่วยในการหาคำตอบ ซึ่งเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพสูง โดยมีอัลกอริทึมที่พัฒนามาบนแนวคิดเทคนิค Ensemble ที่ถูกใช้กันมาก มีดังนี้

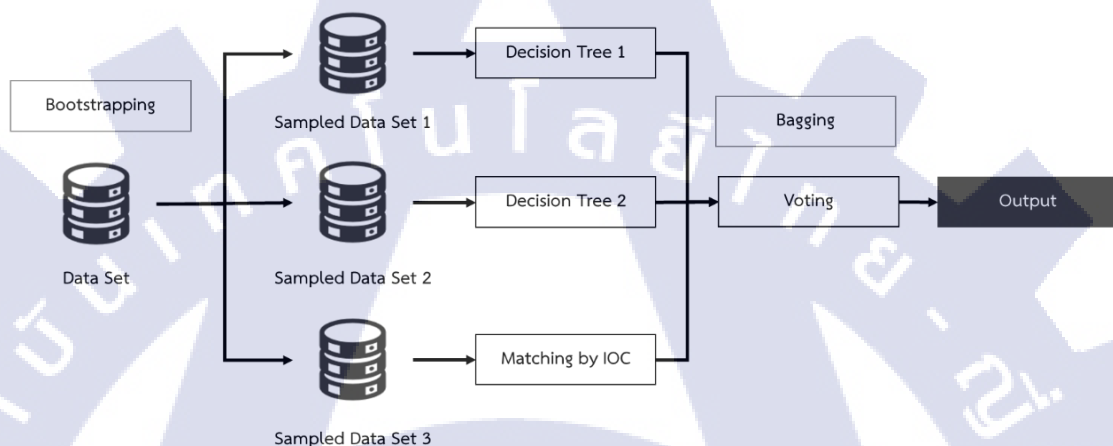
1) Vote Ensemble เป็นการนำ Training Data ชุดเดียวกันแต่สร้างโมเดลด้วยเทคนิคหลากหลายต่าง ๆ จึงเป็นการเลือกที่จะสร้างโมเดลด้วยเทคนิคการจำแนกข้อมูล (Classification) ที่ต่างกัน คือหลังจากได้โมเดลมาชุดหนึ่งแล้วจะทำการนำไปทำนายข้อมูลและนำคำตอบมารวมกันเพื่อหาคำตอบไหนเหมาะสมที่สุด โดยใช้วิธีการโหวต (vote) เลือกคำตอบที่ตอบตรงกันมากที่สุด

2) Bootstrap Aggregating (Bagging) เป็นการสุ่ม Training Data ให้เป็นหลายชุด แต่สร้างโมเดลด้วยเทคนิคเดียวกันทั้งหมด เช่น ใช้เทคนิค Decision Tree หรือ เทคนิค Neural Networks ทั้งหมด ซึ่งมีข้อดีคือ ค่าความแปรปรวน (Variance) จะลดลง ค่าความเที่ยงตรง (Precision) เพิ่มขึ้น เนื่องจากค่าทำนายที่ได้จากแต่ละ Tree จะถูกเฉลี่ย อาจสรุปได้ว่ายิ่งสร้าง Tree มาก ค่าความแปรปรวนก็ยิ่งลดลง ข้อเสียคือยังคงมีค่า bias อยู่

3) Gradient Boosting Tree (GBT) เป็นการสร้างโมเดล decision แบบลำดับขั้น (Sequence) โดย input แต่ละ Tree จะเป็น output จาก Tree ก่อนหน้า โดย concept คือ GBT จะทำการสร้างแต่ละ Tree เพื่อลดค่า error ที่เกิดจาก Tree ก่อนหน้า ก่อนนำผลลัพธ์ที่ได้มารวมกัน ซึ่งมีข้อดีคือ bias และ variance ลดลง เนื่องจาก Error ถูกแก้ไข ข้อเสีย มีค่าตัวแปรหลายตัวที่ต้องปรับเพื่อให้ได้ค่า performance ที่ดี และเสี่ยงการเกิด over-fitting

2.6 เทคนิค Random Forest

Random Forest เป็นการสุ่มเลือกแอตทริบิวต์ต่างๆ ออกมาเป็นหลายๆ ชุดด้วย และสร้างโมเดลด้วยเทคนิค Decision Tree หลายๆ โมเดล ตั้งแต่ 10 โมเดลถึงมากกว่า 1,000 โมเดล มีวิธีการที่คล้ายกับ Bagging แต่เพิ่มการสร้างความหลากหลายของโมเดลด้วยการสุ่มแอตทริบิวต์แทนที่จะเป็นการสุ่มเฉพาะข้อมูลตัวอย่างเพียงอย่างเดียวและเทคนิคที่ใช้ในการสร้างโมเดลก็เป็นเพียงแค่ Decision Tree อย่างเดียว ซึ่งมีข้อดีคือลดค่า correlation ระหว่าง Tree อธิบายหลักการตามรูปที่ 2.3 ดังนี้



รูปที่ 2.3 แสดงหลักการทำ Random Forest [26]

เริ่มจากการสุ่มตัวอย่างชุดใหม่จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด (Bootstrapping) ใช้วิธีสุ่มแบบแทนที่ให้ได้ออกมาชุดจำนวนที่ต้องการโดยมีลักษณะไม่เหมือนกันมาสร้างโมเดลต้นไม้ตัดสินใจ (Decision Tree) [27] สำหรับแต่ละชุดข้อมูลเพื่อทำนายชุดข้อมูลใหม่ โดยการสร้างต้นไม้ตัดสินใจโดยนิยามเอนโทรปี (Entropy) หรือปริมาณที่บอกถึงความไม่แน่นอนของข้อมูลในเซตของตัวอย่าง S คือ $E(S)$ ดังนี้

$$E(S) = - \sum_{j=1}^n Ps(j) \log_2 Ps(j)$$

เมื่อ S คือตัวอย่างที่ประกอบด้วยชุดของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม
 $Ps(j)$ คืออัตราส่วนของกรณีใน S ที่ตัวแปรตามหรือผลลัพธ์มีค่า j

หลักจากนั้น ทำการหาผลลัพธ์ (Aggregation) จากแต่ละโมเดล (Bagging) เช่น การโหวต (Voting) ในกรณีเทคนิคการจำแนกหรือค่าเฉลี่ย (Mean) สำหรับการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องด้านระบบแนะนำงาน

Z. Siting และคณะ [28] ได้ทำการสำรวจระบบแนะนำงานซึ่งมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลผู้ใช้และเทคโนโลยีระบบแนะนำเพื่อเพิ่มความแม่นยำและประสิทธิภาพ โดยกล่าวว่าข้อมูลผู้ใช้เป็นรากฐานทางสถิติสำหรับระบบแนะนำงานและยังมีข้อมูลพฤติกรรมที่แสดงถึงความต้องการและความสนใจของผู้สมัครงาน ซึ่งสามารถนำมารวมไว้ในโปรไฟล์ผู้ใช้ อันมีเทคโนโลยีแนะนำด้วยวิธีการนำระบบแนะนำงานที่นอกเหนือจากเทคโนโลยีด้านการแนะนำทั่วไปอย่างการแนะนำแบบมีส่วนร่วม (Collaborative Filtering) โดยเทคนิคแนะนำซึ่งกันและกัน (Reciprocal Recommender) เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจมากขึ้นจากนักวิจัย เนื่องจากข้อได้เปรียบและประสิทธิภาพของผู้แนะนำจะถูกนำไปใช้ในโดเมนได้ทุกประเภทนอกเหนือจากโดเมนการสรรหางาน

P. Tripathi และคณะ [29] ได้ทำการสำรวจระบบแนะนำงานโดยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เกี่ยวกับระบบและช่องว่างระหว่างความสามารถในปัจจุบันและความต้องการใหม่ๆ กล่าวว่า ระบบแนะนำงานที่ผ่านมาทำงานร่วมกับชุดข้อมูลขนาดเล็กและมีโครงสร้าง แต่วันนี้เรามีข้อมูลจำนวนมากที่ไม่มีโครงสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีโครงสร้างซึ่งกำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว ระบบแนะนำงานที่ผ่านมาของระบบแนะนำงานไม่สามารถใช้งานได้กับ Big Data อย่างเพียงพอและเสนอกรอบคำแนะนำงานใหม่ที่สามารถจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีขั้นตอนคือ 1. แปลงเอกสารที่ไม่มีโครงสร้างเป็นเอกสารที่มีโครงสร้าง 2. ทำการประมวลผลข้อมูลที่เก็บไว้ก่อนนำไปใช้ 3. สร้างแบบจำลองข้อมูลโดยเทคนิคการแนะนำและเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล 4. กรองผลการค้นหาที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะส่วนบุคคล เช่น ผู้สมัครชอบบริษัทระดับสูงและนายจ้างต้องการผู้สมัครที่มีประสบการณ์มากกว่า 5 ปี เป็นต้น การกรองประเภทนี้ให้ผลที่เกี่ยวข้องมากขึ้น

M. L. Tran และคณะ [30] ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบแนะนำผู้สมัครงาน โดยทำการรวบรวมข้อมูลจาก 3 เว็บไซต์ผู้ให้บริการ ประกอบด้วย 7,623 งานที่แยกออกมาสำหรับการใช้งาน การทดสอบ มีผู้ใช้ทั้งหมด 59 รายที่มีส่วนร่วมในการจัดอันดับงานรวมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพื่อประเมินประสิทธิภาพของวิธีการต่างๆ ซึ่งได้ดำเนินการด้วยวิธีการที่เป็นที่นิยมเช่น Content-Based, Collaborative Filtering และ Linear Hybrid ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการ Content-Based ที่ใช้เนื้อหาเป็นแบบ ดีกว่าวิธีการอื่น ๆ

A. Maurya และ R. Telang [31] กล่าวถึงปัญหาการจับคู่สมาชิกกับงานและช่องว่างของทักษะในด้านต่างๆ ที่ถือว่าเป็นปัญหาสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยได้พัฒนารูปแบบจากเทคนิค Bayesian Bayes Match โดยใช้ข้อมูลสมาชิกและประกาศหางานจาก LinkedIn ซึ่งสามารถจับคู่สมาชิกกับสมาชิกคนอื่นๆ ที่คล้ายกันรวมถึงงานที่เกี่ยวข้องโดยใช้คุณสมบัติที่ใช้ร่วมกันและกล่าวถึงอัลกอริทึมในการทำงานมีลักษณะเส้นตรง (Linear) โดยการทำงานช้าๆ กันในชุดข้อมูล

J. Martinez-Gil และคณะ [32] นำเสนอคำแนะนำอัตโนมัติของข้อเสนอแนะ โดยมีความหมายคือความสามารถในการส่งมอบงานที่เหมาะสมแก่ผู้หางานที่อาจสนใจ จากการเปรียบเทียบเทคนิค Random Forest และเทคนิค Support Vector Machine การประเมินเชิงประจักษ์ ได้แสดงให้เห็นข้อเท็จจริงที่น่าสนใจ ได้แก่ 1. ทั้งสองเป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้ที่แม่นยำมากในบริบทของการแนะนำงานอัตโนมัติ 2. ทั้งสองมีความสามารถจัดการกับตัวแปรต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องพึ่งตัวแปรใดๆ และ 3. Random Forest สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์เพื่อทำความเข้าใจการโต้ตอบระหว่างตัวแปรต่างๆ ในทางกลับกัน SVM มีความแม่นยำมากกว่าแต่ยากต่อการตีความแบบจำลองโดยมนุษย์

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าในแต่ละงานวิจัยต่างมีข้อดี ข้อเสียซึ่งสามารถสรุปได้ตามตารางที่ 2.1 และมีเอกลักษณ์ในการนำไปประยุกต์ใช้ที่หลากหลาย ซึ่งเมื่อวิเคราะห์แล้ว ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) แก้ไขปัญหาโครงสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ และข้อจำกัดการแนะนำแบบมีส่วนร่วมในโดเมนสรรหางาน โดยเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพโมเดลแบบรวมกลุ่มที่มีความแม่นยำแต่อาจพบปัญหา Cold-Start เนื่องจากข้อมูลเริ่มต้นของงานวิจัยน้อยเกินไปและในมุมมองของทักษะบุคคลแล้วพบว่า ตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไม่ได้มีการสังเคราะห์ใช้ทฤษฎีทางด้านการเรียนรู้ที่บ่งบอกถึงคุณลักษณะผู้สมัครงาน นอกจากทักษะที่เกี่ยวข้องกับงานโดยตรง เช่น บทความว่าด้วยทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT ของ สห ธิติถาวร และคณะ [33] ในงานประชุมวิชาการระดับประเทศด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (National Conference on Information Technology: NCIT) ครั้งที่ 9 ที่นำทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT มาวิเคราะห์นักศึกษาด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล K-Mean จากผลการศึกษา

ตารางที่ 2.1 รายการสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดเมน	เทคนิค	ข้อดี	ข้อเสีย
การสรรหางาน [28]	Reciprocal Recommender	นำไปใช้ในโดเมนได้ทุกประเภท นอกเหนือจากโดเมนการสรรหางาน	เมื่อมีผู้ใช้ชั่วคราว จะทำให้เกิดปัญหา Cold-Start
ข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) [29]	Recommendation, Data Mining	สามารถจัดการกับข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data)	ขาดการวิเคราะห์ความถูกต้องและประสิทธิภาพ
การสรรหางาน (เปรียบเทียบเทคนิค) [30]	Content-Based, Collaborative Filtering, Linear Hybrid	Content-Based ที่ใช้เนื้อหาเป็นแบบ ดีกว่าวิธีการอื่นๆ	Collaborative Filtering แก้ปัญหาแบบเมทริกซ์กระจาย ไม่เหมาะกับโดเมนสรรหางาน
การสรรหางาน [31]	Bayesian Bayes, Data Mining	จับคู่สมาชิกกับสมาชิกคนอื่นๆ ที่คล้ายกันรวมถึงงานที่เกี่ยวข้องโดยใช้คุณสมบัติที่ใช้ร่วมกัน	อัลกอริทึมวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (linear)
การสรรหางาน (เปรียบเทียบเทคนิค) [32]	Random Forest, Support Vector Machine	ทั้งสองเป็นอัลกอริทึมการเรียนรู้ที่แม่นยำมากในบริบทของการแนะนำงาน และมีความสามารถจัดการกับตัวแปรต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องทิ้งตัวแปรใดๆ	Random Forest สามารถให้ข้อมูลเชิงลึกที่มีประโยชน์เพื่อทำความเข้าใจตัวแปรต่างๆ SVM มีความแม่นยำมากกว่า

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนหลัก ดังนี้

ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลในงานวิจัย

ขั้นที่ 2 ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องตามรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และแบ่งกลุ่มตำแหน่งงาน

ขั้นที่ 3 สังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากการวิเคราะห์ค่าทักษะการเรียนรู้

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์และปรับปรุงข้อมูล

ขั้นที่ 5 นำเสนอต้นแบบจำลองการแนะนำงาน

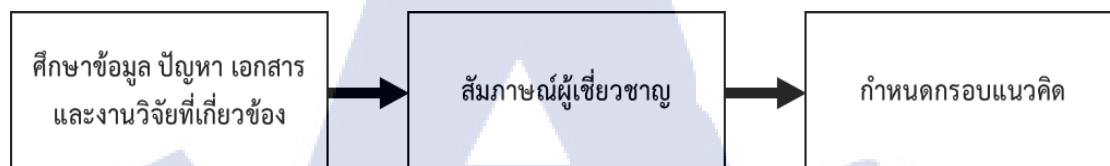
โดยขั้นตอนการดำเนินการวิจัยทั้ง 7 ขั้นตอน ตามตารางที่ 3.1 โดยมีวิธีและกระบวนการดำเนินงานแบ่งเป็นรายละเอียดของแต่ละขั้นตอน ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงาน	2562					
	เดือน					
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
1. หาหัวข้อที่ใช้ในงานวิจัย						
2. ทบทวนวรรณกรรม						
3. ร่างเค้าโครงวิทยานิพนธ์						
4. นำเสนอเค้าโครงวิทยานิพนธ์						
5. เก็บและจัดเตรียมข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย						
6. ประมวลผลข้อมูล						
7. ปรับปรุงและเปรียบเทียบประสิทธิภาพรูปแบบ						
8. สรุปผลงานวิจัย						
9. เขียนวิทยานิพนธ์เล่มสมบูรณ์						
10. สอบป้องกันวิทยานิพนธ์						

3.1 ขั้นที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลในงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการว่างงานของนักศึกษาจบใหม่ที่ไม่เคยผ่านประสบการณ์ทำงานและการคัดเลือกผู้สมัครงานของฝ่ายทรัพยากรบุคคล ตามรูปที่ 3.1 และอธิบายได้ดังต่อไปนี้



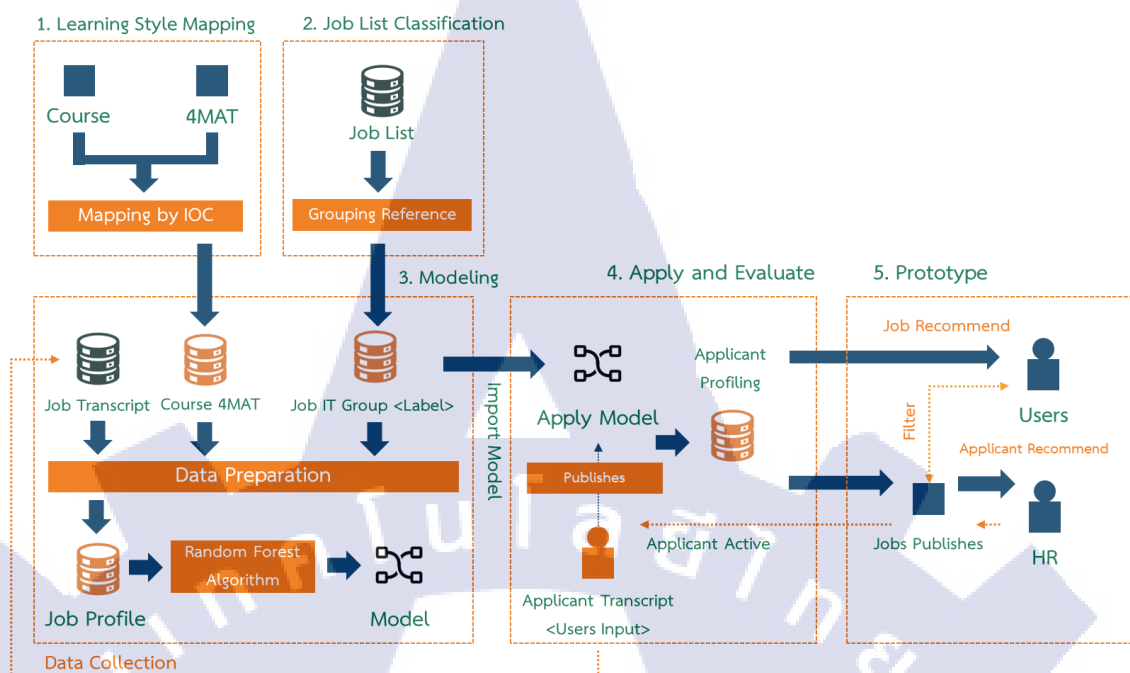
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาและข้อมูลในงานวิจัย

3.1.1 ศึกษาข้อมูล ปัญหา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูล ปัญหา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มาสรุปเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบแนะนำงานให้ผู้สมัครงานที่เป็นนักศึกษาจบใหม่ที่ไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำงาน โดยส่งผลประโยชน์ต่อองค์กรในการคัดเลือกผู้สมัครงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการศึกษาเรื่องต่างๆ เช่น รายงานภาวะการทำงานของประชากรเมื่อจำแนกตามประสบการณ์การทำงานและการศึกษาที่สำเร็จ ปัจจัยในการเลือกผู้สมัครเข้าทำงานในองค์กร ระบบผู้แนะนำ ทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และการทำเหมืองข้อมูล

3.1.2 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญที่ทำงานด้านบริหารทรัพยากรบุคคลเกี่ยวกับความคิดเห็น ปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกผู้สมัครงานและผู้ที่ทำงานในด้านการพัฒนาระบบจัดหางานให้ได้แนวคิดในการพัฒนาระบบการแนะนำงานที่มีความแม่นยำทั้งส่วนองค์กรและผู้สมัครงาน รวมถึงได้คัดเลือกผู้เชี่ยวชาญทางเพื่อช่วยในการหาค่าความสอดคล้องระหว่างหลักสูตรและรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT ซึ่งได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญในด้านการศึกษาและผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์การทำงานในด้านอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรวมจำนวน 3 ท่าน



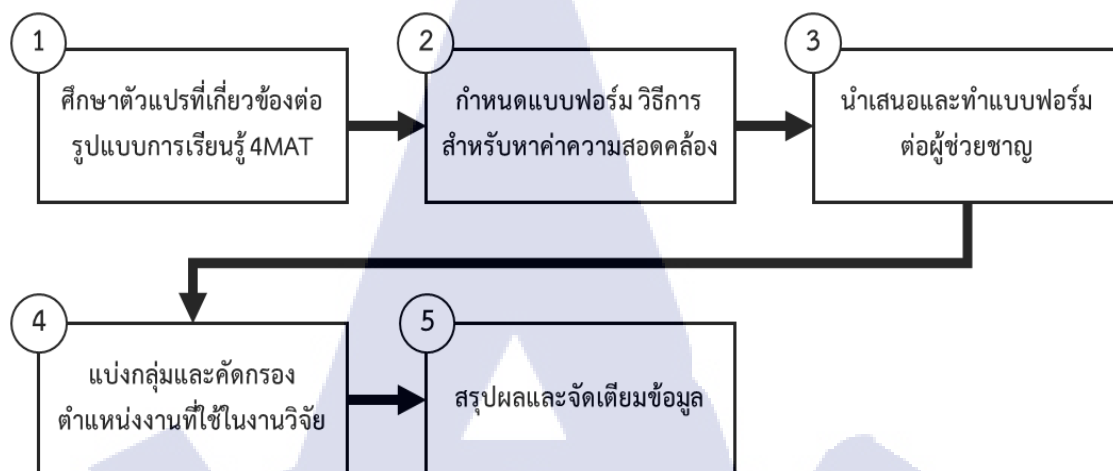
รูปที่ 3.2 กรอบการทำงานรูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัคร

3.1.3 กำหนดกรอบแนวคิด

หลังจากผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาข้อมูล ปัญหา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงสัมภาษณ์ถึงความต้องการต่างๆ ของผู้เชี่ยวชาญแล้วได้กำหนดกรอบแนวคิดเกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่มตามภาพที่ 3.2 ประกอบด้วยส่วนการดำเนินงานหลัก 4 ส่วนคือ 1. ส่วนการจับคู่วิชาและรูปแบบการเรียนรู้ 2. ส่วนการจำแนกตำแหน่งงาน 3. ส่วนการสร้างโมเดลและ 4. ส่วนการนำไปใช้และเพิ่มประสิทธิภาพ

3.2 ขั้นที่ 2 ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องตามรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และแบ่งกลุ่มตำแหน่งงาน

หลังจากผู้วิจัยทำการกำหนดกรอบแนวคิดและได้นำเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว จึงได้ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องตามรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT ด้วยการหาค่าความสอดคล้องของข้อมูลและแบ่งกลุ่มตำแหน่งงาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ตามรูปที่ 3.3 และอธิบายได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการศึกษาตัวแปรตามรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และแบ่งกลุ่มตำแหน่งงาน

3.2.1 ศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องต่อรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทฤษฎีรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT ที่ส่งผลต่อการพัฒนาศักยภาพการเรียนรู้และการทำงานในยุคดิจิทัลจากการศึกษาหาข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ให้ได้มาซึ่งคำจำกัดความที่เข้าใจง่ายเพื่อสร้างแบบฟอร์มและให้ผู้เชี่ยวชาญได้วิเคราะห์ จำแนกข้อมูลรายวิชาต่อรูปแบบการเรียนรู้ที่น่าเชื่อถือ

3.2.2 กำหนดแบบฟอร์ม วิธีการ สำหรับหาค่าความสอดคล้อง

ผู้วิจัยได้ออกแบบฟอร์มสอบถามด้วยเครื่องมือ Google Sheet ด้วยเหตุผลง่ายต่อการส่งแบบฟอร์มและใส่ค่าความสอดคล้องจากรายวิชาที่มีจำนวนมาก รวมถึงแบ่งกลุ่มอย่างง่ายจากคำสำคัญ โดยกำหนดค่าในการกรอกข้อมูลและแสดงตัวอย่างได้ตามตารางที่ 3.2

ใส่ค่า 1 สำหรับคำตอบที่แน่ใจว่ารายวิชานั้นตรงกับหมวดใดหมวดหนึ่ง

ใส่ค่า 0 สำหรับคำตอบไม่แน่ใจ ว่าอยู่ในหมวดใด

ใส่ค่า -1 สำหรับคำตอบที่แน่ใจว่าไม่ตรงกับหมวดใดเลย

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างแบบฟอร์มในการหาความสอดคล้อง

คำสำคัญ	ชื่อวิชา	IMG	ANA	COM	DYN
กฎหมาย	กฎหมายทั่วไป				
	กฎหมายธุรกิจและภาษีอากร				
	กฎหมายการค้าเพื่อการขนส่งระหว่างประเทศ				

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างแบบฟอร์มในการหาความสอดคล้อง (ต่อ)

กรรมวิธีและ กระบวนการ	กรรมวิธีการผลิต / กระบวนการผลิตขั้นสูง				
	กระบวนการผลิตและพัฒนาายนยนต์				
การเขียน โปรแกรม	การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น				
	การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ				
การจัดการ	การจัดการกระบวนการทางธุรกิจ				
	การจัดการกลยุทธ์ทางการตลาด				
	การจัดการการประชุมแบบญี่ปุ่น				
	การจัดการความเสี่ยง				
การตลาด	การตลาดทางตรง				
	การตลาดสากล				
บัญชี	บัญชีการเงิน				
	บัญชีทั่วไป				

3.2.3 นำเสนอและทำแบบฟอร์มต่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้วิจัยได้นำเสนอฟอร์มรายวิชาที่ทำการรวมกลุ่มรายวิชาจากคำสำคัญเพื่อลดจำนวนวิชาที่มีเนื้อหาทับซ้อนพร้อมทั้งรายละเอียดรูปแบบการเรียนรู้ โดยนำเสนอตามกรอบแนวคิดส่วนการจับคู่วิชา และรูปแบบการเรียนรู้ (Learning Style Mapping) โดยการหาค่าความสอดคล้องของข้อมูลโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ซึ่งกำหนดให้รูปแบบการเรียนรู้ 4MAT เป็นตัวแปรตาม (Dependent Variables) และค่าความสอดคล้องจากผู้ช่วยชาญเป็นตัวแปรอิสระ (Independent Variables)

3.2.4 แบ่งกลุ่มและจัดกรองตำแหน่งงานที่ใช้ในงานวิจัย

เทียบได้กับส่วนการจำแนกตำแหน่งงาน (Job List Classification) แสดงได้ตามหมายเลขที่ 2 ภาพที่ 3.2 จากการกำหนดขอบเขตตำแหน่งงานที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ตำแหน่งงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศโดยแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ กลุ่มงานและตำแหน่งงานเมื่อกรองจากฐานข้อมูลที่ใช้ [34] จำนวน 7 กลุ่ม 26 ตำแหน่งตามตารางที่ 3.3 และอธิบายรายละเอียดของแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1) ผู้เชี่ยวชาญและนักวิเคราะห์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network Specialists) มีหน้าที่กำหนด ออกแบบสร้างและดูแลรักษาระบบเครือข่ายและระบบสื่อสารข้อมูลที่หลากหลาย

2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสนับสนุนและผู้ดูแลระบบเครือข่าย (Computer Support Specialist) มีหน้าที่ช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้และองค์กรต่างๆ ผู้เชี่ยวชาญบางคนสนับสนุนเครือข่ายคอมพิวเตอร์ด้วยการทดสอบและประเมินระบบเครือข่ายและมั่นใจได้ว่าการ

ทำงานประจำวันจะทำงานได้ดี คนอื่นๆ ให้บริการลูกค้าด้วยการช่วยเหลือผู้ใช้ที่มีปัญหาเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์

3) ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูล (Database Administrator) ช่วยเก็บและจัดการข้อมูลของบริษัทและลูกค้า ปกป้องข้อมูลจากผู้ที่ไม่ได้รับอนุญาตหรือข้อมูลงานของบริษัทที่มีความสำคัญ

4) นักวิเคราะห์ความปลอดภัยข้อมูล (Information Security Specialist) ช่วยปกป้องเครือข่ายคอมพิวเตอร์และระบบคอมพิวเตอร์ขององค์กร วางแผนและดำเนินการด้วยมาตรการรักษาความปลอดภัยหลายอย่างเช่น การติดตั้งและใช้ซอฟต์แวร์ การจำลองการโจมตีทางไซเบอร์เพื่อทดสอบระบบ

5) นักวิเคราะห์ด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology Analysts) มีหน้าที่รับผิดชอบในการออกแบบและใช้เทคโนโลยีขององค์กรสำหรับธุรกิจ สร้างโซลูชันสำหรับการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลตลาดและข้อมูลลูกค้า

6) นักพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software/Application Developer) มีหน้าที่ออกแบบและทดสอบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ รวมถึงแอปพลิเคชันต่างๆ นักพัฒนาแอปพลิเคชันสร้างแอปพลิเคชันและโซลูชันโค้ดใหม่ๆ

7) นักพัฒนาเว็บออกแบบสร้างและแก้ไขเว็บไซต์ (Web Developer) มีหน้าที่รับผิดชอบในการรักษาผู้ใช้ที่เป็นมิตรและมีเสถียรภาพซึ่งมีฟังก์ชันการทำงานที่จำเป็นสำหรับความต้องการของลูกค้า

ตารางที่ 3.3 กลุ่มงานและตำแหน่งที่ใช้ในงานวิจัย

กลุ่มงาน	ตำแหน่งงาน
1. Computer Network Specialists	Computer Systems Analyst
	IT Analyst
	Network Engineer
	Computer and Information Systems Manager
2. Computer Support Specialist	Help Desk Technician
	Technical Support Engineer
	Systems Administrator
	Support Specialist
	IT Support Specialist
	Help Desk Specialist
3. Database Administrator	Database Administrator
4. Information Security Specialist	Security Specialist

ตารางที่ 3.3 กลุ่มงานและตำแหน่งที่ใช้ในงานวิจัย (ต่อ)

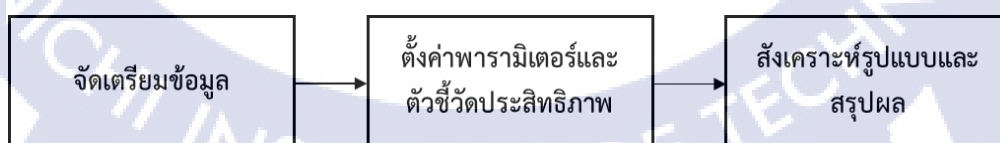
กลุ่มงาน	ตำแหน่งงาน
5. Information Technology Analysts	Application Support Analyst
	Systems Analyst
	Systems Designer
6. Software/Application Developer	Software Developer
	Programmer Analyst
	Programmer
	Application Developer
	Software Engineer
	Developer
	Systems Software Engineer
	Senior Programmer
	Software Quality Assurance Analyst
	Senior Software Engineer
7. Web Developer	Web Administrator
	Web Developer

3.2.5 สรุปผลและจัดเตรียมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมผลจากฟอร์มใ้การหาค่าความสอดคล้องระหว่างรายวิชากับรูปแบบการเรียนรู้ 4 MAT และนำเสนอผลลัพธ์ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบ ก่อนนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในการสร้างกฎพื้นฐานเพื่อใช้ในการคัดกรองหรือระบบแนะนำต่อไป

3.3 ขั้นที่ 3 สังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากการวิเคราะห์ค่าทักษะการเรียนรู้

เทียบได้กับส่วนการสร้างโมเดล (Modeling) แสดงตามหมายเลขที่ 3 ภาพที่ 3.2 ทำหน้าที่สร้างโมเดลสำหรับทำนายผลเพื่อนำค่าที่ทำนายไปแนะนำงาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ตามรูปที่ 3.4 และอธิบายได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากการวิเคราะห์ค่าทักษะการเรียนรู้

3.3.1 จัดเตรียมข้อมูล

โดยนำข้อมูลจากฐานทั้ง 3 ส่วนมาทำการจัดเตรียมข้อมูล (Data Preparation) เป็นฐานข้อมูลรายละเอียดงาน (Job Profile) จากการใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล 3 ส่วนได้แก่ 1) ฐานข้อมูลรายวิชาที่ระบุค่าความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT 2) ฐานข้อมูลตำแหน่งงานซึ่งกำหนดเป็นค่าทำนายและ 3) ฐานข้อมูลเกรดเฉลี่ยรายวิชาที่ได้จากการเก็บข้อมูลตั้งต้นจำนวน 120 รายและการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้สมัครงานที่ได้รับการตอบรับจากผู้จ้างงานเมื่อที่การใช้งานจริง อธิบายตัวแปรและค่าทางสถิติได้ตามตารางที่ 3.4 ก่อนนำไปสร้างโมเดลด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ซึ่งในงานวิจัยได้ใช้โปรแกรม Rapidminer เครื่องในการทำเหมืองข้อมูลในการสร้างโมเดลและวัดผลประสิทธิภาพ รวมถึงการนำผลลัพธ์ไปใช้ในการสร้างต้นแบบแสดงผล

ตารางที่ 3.4 ตัวแปรและค่าทางสถิติที่ใช้ในการสร้างโมเดล

ลำดับ	ตัวแปร	ค่าน้อยที่สุด	ค่ามากที่สุด
1	กลุ่มงาน (ป้ายกำกับ)	Database Administrator, Information Security Specialist, Information Technology Analysts (12)	Software/Application Developer (32)
2	เกรดเฉลี่ย (GPA)	2.130	3.980
3	ค่าเฉลี่ยรูปแบบการเรียนรู้ ประเภทนันทนาการใช้จินตนาการ (Imaginative)	2.045	4.000
4	ค่าเฉลี่ยรูปแบบการเรียนรู้ ประเภทนันทการวิเคราะห์ (Analytic)	1.333	4.000
5	ค่าเฉลี่ยรูปแบบการเรียนรู้ ประเภทนันทการใช้สามัญ สำนึก (Commonsense)	1.761	3.933
6	ค่าเฉลี่ยรูปแบบการเรียนรู้ ประเภทนันทการค้นพบความรู้ ด้วยตัวเอง (Dynamic)	1.500	4.000

3.3.2 ตั้งค่าพารามิเตอร์และตัวชี้วัดประสิทธิภาพ

ซึ่งได้เลือกตั้งค่าพารามิเตอร์ของเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ตามตารางที่ 3.5 และสามารถอธิบายรายละเอียด ดังนี้

1) จำนวนของต้นไม้ (Number of Trees) ตั้งค่าพารามิเตอร์ระบุจำนวนต้นไม้แบบสุ่มที่ต้องการสร้าง สำหรับต้นไม้แต่ละต้นจะถูกเลือกผ่านการ Bootstrapping

2) เกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณ (Criterion) ตั้งค่าเกณฑ์ในการคำนวณตัวแปร สำหรับแต่ละเกณฑ์มีการแยกเป็นไปตามการปรับให้เหมาะสมที่ได้ตั้งค่า โดยในงานวิจัยได้ใช้เกณฑ์ประเภท เกนความรู้ (Information gain) ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่สามารถนิยามลักษณะของตัวแปร โดยตัวแปรต้นจะดีได้ก็ต่อเมื่อหากแบ่งข้อมูลตัวอย่างออกเป็นชุดๆ ที่มีจำนวนชุดตามจำนวนค่าของตัวแปรต้นที่เป็นไปได้ เพื่อให้แต่ละกรณี (Instance) ในชุดนั้นมีค่าตามตัวแปรเพียงค่าเดียวและค่าเฉลี่ยของเอนโทรปีของชุดข้อมูลที่ถูกแบ่งออก (Partition) มีค่าต่ำที่สุด เรียกได้เป็นค่าความคาดหวังในการลดลงของเอนโทรปี หลังจากแบ่งข้อมูลด้วยตัวแปรว่า เกนความรู้

$$Gain(S, A) = E(S) - \sum_{v=value(A)} \frac{|S_v|}{|S|} E(S_v)$$

เมื่อ	S	คือ ตัวอย่างที่ประกอบด้วยชุดของตัวแปรต้นและตัวแปรตาม
	E	คือ เอนโทรปีของตัวอย่าง
	A	คือ ตัวแปรต้นที่พิจารณา
	$Value(A)$	คือ เซตค่าของ A ที่เป็นไปได้
	S_v	คือ ตัวอย่างที่ A มีค่า v ทั้งหมด

3) ความลึกของต้นไม้ (The Depth of Tree) โดยจะแตกต่างกันไปตามขนาดและลักษณะของชุดตัวอย่าง พารามิเตอร์นี้ใช้เพื่อจำกัดความลึกของต้นไม้สุ่มแต่ละต้น หากตั้งค่าเป็น '-1' พารามิเตอร์ความลึกสูงสุดจะไม่จำกัดความลึก ซึ่งต้นไม้ทั้งหมดจะถูกสร้างขึ้นจนกว่าจะถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้ หากตั้งค่าเป็น '1' จะมีการสร้างทรีที่มีโหนดเดียวเท่านั้น

4) กลยุทธ์การทำนาย (Voting Strategy) ในกรณีที่มีการคาดการณ์โมเดลต้นไม้ที่ไม่เห็นด้วย โดยสามารถกำหนดได้สองแบบคือ เลือกคลาสที่มีความเชื่อมั่นสะสมสูงสุด (Confidence Vote) และเลือกคลาสที่ทำนายโดยใช้ผลโหวตส่วนใหญ่ตามจำนวนต้นไม้ (Majority Vote)

ตารางที่ 3.5 รายละเอียดการตั้งค่าเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest)

หัวข้อการตั้งค่าพารามิเตอร์	รายละเอียดการตั้งค่าพารามิเตอร์
Number of trees	5
Criterion	Information gain
Maximal depth	10
Voting strategy	Majority vote

ได้กำหนดตัวชี้วัดที่ได้ดำเนินการตรวจสอบเพื่อประเมินประสิทธิภาพทางสถิติของรูปแบบการเรียนรู้ ด้วยวิธีการแบ่งข้อมูลเพื่อทำการทดสอบ Cross Validation วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมในการทำงานวิจัย เพื่อใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเนื่องจากผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ การวัดประสิทธิภาพจะทำได้โดยการแบ่งข้อมูลออกเป็นหลายส่วน เช่น 5-fold cross-validation คือการแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน หรือ 10-fold cross-validation คือการแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน หลังจากนั้นข้อมูลหนึ่งส่วนจะ用作เป็นตัวทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ทำวนไปเช่นนั้นจนครบจำนวนที่แบ่งไว้ ซึ่งได้เลือกรายการค่าเกณฑ์ประสิทธิภาพของงานการจำแนกประเภท ดังนี้

1) ความแม่นยำ (accuracy) ของผลการทำนาย บอกว่าโมเดลทำนายที่สังเคราะห์มีความถูกต้องทั้งหมดกี่เปอร์เซ็นต์ ด้วยตาราง Confusion Matrix ซึ่งใช้กันอย่างแพร่หลายในงานการเรียนรู้ของเครื่องระหว่างผลการทำนายของโมเดล (prediction) และค่าจริง (actual label) การคำนวณ metrics คือค่าที่ได้จากการคำนวณเปรียบเทียบว่าโมเดลทำนายได้มีความถูกต้องแค่ไหน โดยค่าความถูกต้องจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 โดยยิ่งเข้าใกล้ 1 แปลว่าโมเดลเราทำนายผลได้ดีมาก

$$\text{accuracy} = \frac{(\text{True Positive} + \text{True Negative})}{N}$$

2) ค่าเฉลี่ยความเที่ยง (Weighted mean precision) จำนวนที่ทำนายถูกจากข้อมูลที่ทำนายว่าเป็นคลาสที่พิจารณาอยู่

$$\text{precision} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Positive}}$$

3) ค่าเฉลี่ยความระลึก (Weighted mean recall) จำนวนข้อมูลที่ทำนายถูก

$$recall = \frac{True\ Positive}{True\ Positive + False\ Negative}$$

4) ค่าเฉลี่ยของค่าความเที่ยงและค่าความระลึก (F-Measure)

$$F - Measure = \frac{2 * precision * recall}{precision + recall}$$

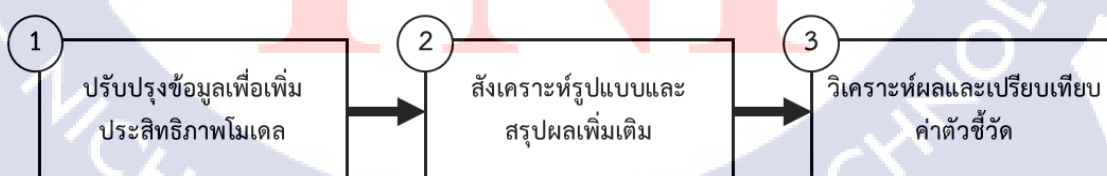
เมื่อ	<i>True Positive</i>	คือ จำนวนที่ทำนายตรงในคลาสที่กำลังพิจารณา
	<i>True Negative</i>	คือ จำนวนที่ทำนายตรงในคลาสที่ไม่ได้พิจารณา
	<i>False Positive</i>	คือ จำนวนที่ทำนายผิดในคลาสที่กำลังพิจารณา
	<i>False Negative</i>	คือ จำนวนที่ทำนายผิดในคลาสที่ไม่ได้พิจารณา

3.3.3 สังเคราะห์รูปแบบและสรุปผล

หลังจากได้กำหนดการตั้งค่าพารามิเตอร์และตัวชี้วัดประสิทธิภาพต่างๆ แล้วได้ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม Rapidminer แล้วนำผลที่ได้นำเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาก่อนการวิเคราะห์และปรับปรุงรูปแบบการแนะนำงานต่อไป

3.4 ขั้นที่ 4 วิเคราะห์และปรับปรุงข้อมูล

เทียบได้กับส่วนการนำไปใช้และเพิ่มประสิทธิภาพ (Apply and Evaluate) แสดงตามหมายเลขที่ 3 และ 4 ภาพที่ 3.2 ทำหน้าที่ในการวิเคราะห์และปรับปรุงประสิทธิภาพของโมเดลสำหรับทำนายผลเพื่อนำค่าที่ทำนายไปแนะนำงาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน ตามรูปที่ 3.5 และอธิบายได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการวิเคราะห์และปรับปรุงรูปแบบการแนะนำงาน

3.4.1 ปรับปรุงข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโมเดล

ผู้วิจัยได้นำผลการทำนายกลุ่มงานจากการนำข้อมูลนักศึกษาทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศมาทดลองในการเพิ่มข้อมูลสำหรับสังเคราะห์โมเดลด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) โดยตั้งค่าพารามิเตอร์ได้แก่ จำนวนต้นไม้ 5 ต้น เกณฑ์การคำนวณ Information Gain และกลยุทธ์ในการตัดสินใจ Majority Vote โดยวิเคราะห์ถึงผลทำนายที่บ่งบอกถึงความสอดคล้องของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 995 ราย กับประเภทกลุ่มงานทั้ง 7 กลุ่มในภาพรวม

3.4.2 สังเคราะห์รูปแบบและสรุปผลเพิ่มเติม

หลังจากได้ทำการวิเคราะห์และปรับปรุงโดยการเพิ่มข้อมูลจากผลการทำนายแล้ว ทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม Rapidminer อีกครั้งแล้วนำผลที่ได้นำเสนอกับอาจารย์ที่ปรึกษาก่อนการวิเคราะห์และปรับปรุงรูปแบบการแนะนำงานต่อไป อันมีประโยชน์ต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในการเลือกความสนใจในการฝึกงานหรือแนะนำการเรียนการสอนตามรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและนำผลที่ได้เสนอแนะกับอาจารย์ที่ปรึกษาก่อนนำไปสร้างเป็นกฎในการประมวลผลและต้นแบบจำลองการแนะนำงาน

3.4.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบค่าตัวชี้วัด

เมื่อได้จัดเตรียมข้อมูลเพิ่มเติมตามกรอบแนวคิดในการปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพโมเดล หลักจากนั้น ทำการเพิ่มข้อมูลจากเดิมแล้วทำการประมวลผลด้วยโปรแกรม Rapidminer อีกครั้ง โดยการนำเทคนิคต่างๆ ในการทำเหมืองข้อมูล 4 เทคนิค ได้แก่ Naïve Bayes, Decision Tree, Gradient Boosted Trees และ Deep Learning โดยมีคุณสมบัติในการเลือก เนื่องจากเป็นเทคนิคประเภทจำแนกข้อมูล (Classification) โดยอธิบายได้ตามตารางที่ 3.6 เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพก่อนหลังนำเข้าข้อมูลเพิ่มเติม รวมถึงเปรียบเทียบการปรับเปลี่ยนตั้งค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ จำนวนต้นไม้ เกณฑ์การคำนวณและกลยุทธ์ในการตัดสินใจ

ตารางที่ 3.6 อธิบายคุณสมบัติในการเลือกเทคนิคในการเปรียบเทียบ

เทคนิค	รายละเอียดการตั้งค่าพารามิเตอร์
Naïve Bayes	ทำงานได้ดีเมื่อข้อมูลรับเข้าถูกจัดหมวดหมู่ และใช้ข้อมูลในการฝึกค่อนข้างน้อย

ตารางที่ 3.6 อธิบายคุณสมบัติในการเลือกเทคนิคในการเปรียบเทียบ (ต่อ)

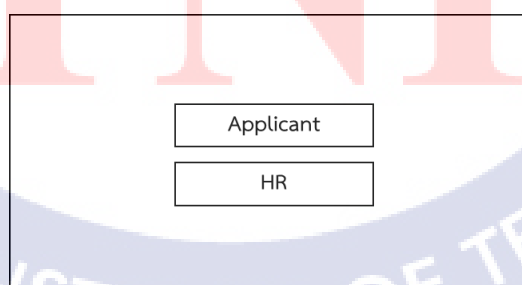
เทคนิค	รายละเอียดการตั้งค่าพารามิเตอร์
Decision Tree	เป็นแผนผังการตัดสินใจอย่างง่ายในรูปแบบการเลือกปฏิบัติ ใช้ได้ในรูปแบบเงื่อนไขและใช้เวลาในการประมวลผลที่รวดเร็ว
Random Forest	เป็นการเพิ่มจำนวน Decision Tree เพื่อลดค่า correlation ระหว่าง Tree จากฟังก์ชันในการสุ่มแอตทริบิวต์ และทำงานได้ อย่างมีประสิทธิภาพบนฐานข้อมูลขนาดใหญ่
Gradient Boosted Tree	เป็นการสร้าง Decision Tree แบบลำดับขั้น โดยข้อมูลรับเข้า แต่ละต้นไม้ จะมาจากข้อมูลส่งออกจากต้นไม้ก่อนหน้า เพื่อลด ค่า error ที่เกิดขึ้นจากต้นไม้ก่อนหน้า
Deep Learning	ใช้ได้ดีเมื่อมีปริมาณข้อมูลจำนวนมาก และไม่จำเป็นต้องเข้าใจ คุณลักษณะของข้อมูลที่นำมาประมวลผล ซึ่งเป็นเทคนิคที่ได้รับความ สนใจอย่างมากในปัจจุบัน

3.5 นำเสนอต้นแบบจำลองการแนะนำงาน

ผู้วิจัยได้เสนอกรอบกระบวนการทำงานและออกแบบส่วนการใช้งานต้นแบบที่สามารถใช้
งาน โดยแบ่งส่วนการทำงานระบบแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วย
เทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ดังนี้

3.5.1 หน้าการเข้าใช้งานระบบ (Homepage)

โดยเป็นหน้าแรกของระบบสำหรับการระบุสถานะและความต้องการของผู้ใช้งาน ได้แก่
1) ผู้สมัครงาน สำหรับเข้าหาประกาศงาน ลงข้อมูลผลการเรียนรายวิชาและแนะนำงาน 2) ผู้สรรหา
สำหรับประกาศรับสมัครงานและค้นหาผู้สมัครงานจากกลุ่มงาน แสดงตามรูปที่ 3.6



The image shows a rectangular box containing two buttons stacked vertically. The top button is labeled 'Applicant' and the bottom button is labeled 'HR'. Both buttons have a simple rectangular design with a thin border.

รูปที่ 3.6 ต้นแบบหน้าแรกของระบบ

3.5.2 หน้าสำหรับฝากประวัติและผลการเรียนรายวิชาของผู้สมัครงาน (Applicant Page)

เพื่อใช้เป็นข้อมูลรับเข้าในการประมวลผลในการแนะนำงาน โดยเมื่อรับเข้าข้อมูลแล้ว ระบบจะทำการแสดงค่าคะแนนรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT ทั้ง 4 ด้านและแนะนำกลุ่มงาน ตำแหน่งงานและบริษัทที่ประกาศรับสมัครงาน (Job Recommend Page) แสดงตามรูปที่ 3.7

3.5.3 หน้าสำหรับประกาศงานของผู้สรรหาและแนะนำผู้สมัครงาน

แสดงตัวเลือกตามกลุ่มงานและตำแหน่งงานเพื่อประกาศรับสมัครงานและแสดงผลการแนะนำผู้สมัครงาน โดยบอกค่าคะแนนแนะนำและค่าคะแนนรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT แสดงตามรูปที่ 3.8

Applicant Page			Job Recommend Page		
Job positions to apply			4MAT Results		
Job Group	Job Position		Imaginative		
Job Group	Job Position		Analytic		
Job Group	Job Position		Common Sense		
Job Group	Job Position		Dynamic		
Transcript			Job Recommend		
Code	Course Name	Grade	Job Group Recommend 1	Job Position Recommend 1	Point
Code	Course Name	Grade	Job Group Recommend 2	Job Position Recommend 2	Point
Code	Course Name	Grade	Job Group Recommend 3	Job Position Recommend 3	Point
Code	Course Name	Grade	Organization Recommend		
Code	Course Name	Grade	Organization Name 1	Job Group and Position 1	Point
Code	Course Name	Grade	Organization Name 2	Job Group and Position 2	Point
Code	Course Name	Grade	Organization Name 3	Job Group and Position 3	Point

รูปที่ 3.7 ต้นแบบหน้าการบันทึกข้อมูลผู้สมัครงานและหน้าการแนะนำงาน

Human Resource Page

Organization Detail

Name		
------	--	--

To apply for jobs in positions

Job Group 1	Job Position 1	Publish
Job Group 2	Job Position 2	Publish

Applicants Recommend

Applicants Recommend 1	4MAT Value Scale 1	Point
Applicants Recommend 2	4MAT Value Scale 2	Point
Applicants Recommend 3	4MAT Value Scale 3	Point
Applicants Recommend 4	4MAT Value Scale 4	Point
Applicants Recommend 5	4MAT Value Scale 5	Point

รูปที่ 3.8 ต้นแบบหน้าประกาศงานของผู้สรรหาและแนะนำผู้สมัครงาน

TNI

THAI - NICHI INSTITUTE OF TECHNOLOGY

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) มีวัตถุประสงค์หลักในการสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานสำหรับวิเคราะห์ศักยภาพของผู้ว่างานที่ไม่เคยทำงานมาก่อนและนักศึกษาจบใหม่จากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล สามารถแบ่งผลการดำเนินการและการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

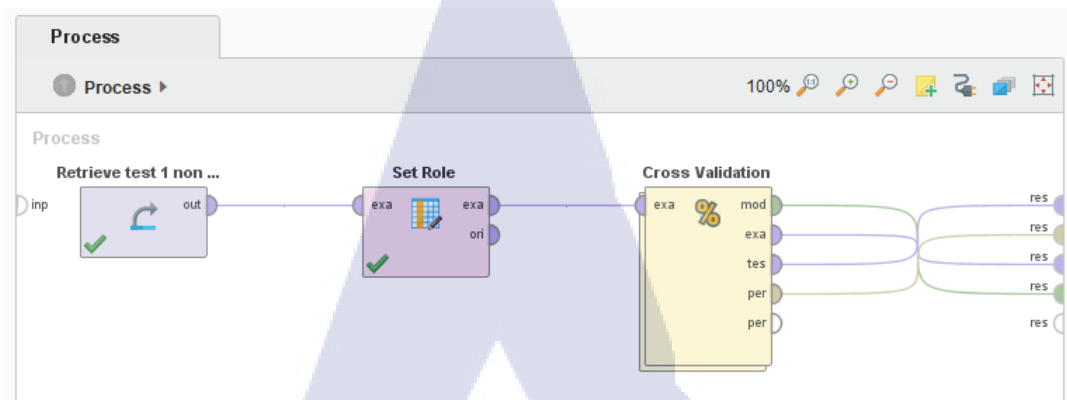
- 4.1 การสังเคราะห์รูปแบบแนะนำงาน
- 4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล
- 4.3 วิเคราะห์ผลการแนะนำงานของโมเดลเพิ่มเติมจากข้อมูลนักศึกษา
- 4.4 ผลการทดสอบสมมติฐาน
- 4.5 ต้นแบบและการแสดงผลรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และการแนะนำงาน

ตารางที่ 4.1 สรุปจำนวนข้อมูลที่ทำกรจัดเตรียมสำหรับใช้งานวิจัย

รายการ	จำนวนข้อมูล
รายวิชา	779
นักศึกษาที่จบการศึกษาระดับเทคโนโลยีสารสนเทศ	995
รายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียนนัดการใช้จินตนาการ	73
รายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียนนัดการวิเคราะห์	389
รายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียนนัดการใช้สามัญสำนึก	339
รายวิชาที่สอดคล้องกับผู้เรียนที่สนใจค้นพบความรู้ด้วยตนเอง	447
กลุ่มงาน	7
บุคคลที่ทำงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ	120

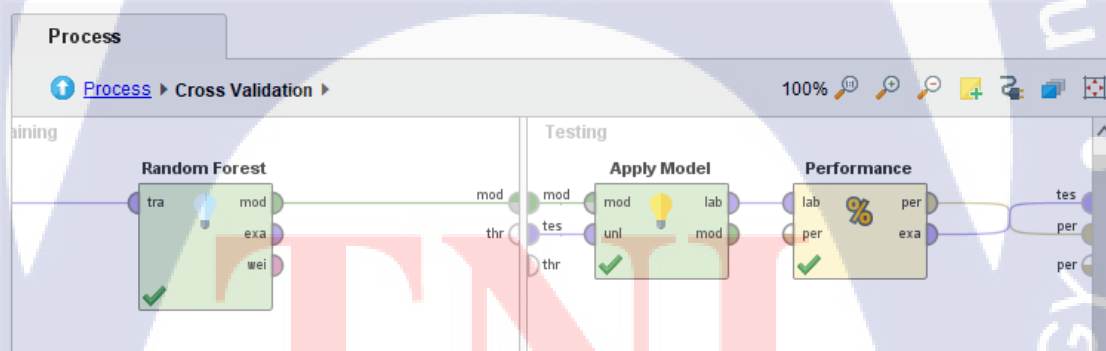
4.1 การสังเคราะห์รูปแบบแนะนำงาน

ผู้ทำวิจัยได้ใช้โปรแกรม Rapid miner ในการสังเคราะห์รูปแบบและวัดประสิทธิภาพของโมเดลการแนะนำงานด้วยอัลกอริทึมป่าแบบสุ่ม (Random Forest) โดยในขั้นตอนแรกเป็นการนำเข้าข้อมูลรายละเอียดงาน (Job Profile) ที่ได้ทำการจัดเตรียมจำนวน 120 รายการ ต่อไปกำหนดให้ กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับที่ใช้ในการทำนาย นำเข้าสู่กระบวนการ 5 Cross Validation แสดงขั้นตอนการสังเคราะห์โมเดลได้ตามภาพที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการสังเคราะห์โมเดลด้วยโปรแกรม RapidMiner

โดยในส่วนปฏิบัติการ 5 Cross Validation มีองค์ประกอบ 2 ส่วนได้แก่ 1. ส่วนการฝึก (Training) โดยใช้อัลกอริทึมในการทำนายป่าแบบสุ่ม (Random Forest) รับเข้าข้อมูลและส่งออกโมเดลสู่ส่วนที่ 2 คือส่วนการทดสอบ (Testing) โดยใช้ตัวปฏิบัติการ Apply Model สำหรับการนำโมเดลที่ได้ไปใช้ ซึ่งรับเข้าโมเดลและข้อมูลจากการแบ่งข้อมูล หลังจากนั้น ทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนวัดประสิทธิภาพโมเดล (Performance) แสดงตามภาพที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการสังเคราะห์โมเดลส่วนปฏิบัติการ 5 Cross Validation

เมื่อทำการประมวลผลจากขั้นตอนที่ได้เตรียมไว้ สามารถส่งออกผลลัพธ์ประสิทธิภาพโมเดลตามตารางที่ 4.2 อธิบายได้ว่า การสังเคราะห์โมเดลแนะนำงานจากข้อมูลผู้มีงานทำด้านเทคโนโลยีสารสนเทศจำนวน 7 กลุ่มงานด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) มีค่าประสิทธิภาพความแม่นยำ (Accuracy) 56.67% ค่าเฉลี่ยความเที่ยง (Precision) 47.10% ค่าเฉลี่ยความระลึก

(Recall) 53.21% และค่า F-Measure 49.97% แสดงตัวอย่างต้นไม้ทั้ง 5 ต้น ตามรูปที่ 4.3 4.4 4.5 4.6 และ 4.7 โดยกำหนดป้ายกำกับคือ กลุ่มงาน ที่ใช้ในการแนะนำ

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพของรูปแบบแนะนำงานครั้งต้น

	ตัวชี้วัดประสิทธิภาพโมเดล	ค่าประสิทธิภาพ
1	Accuracy	56.67%
2	Weighted mean precision	47.10%
3	Weighted mean recall	53.21%
4	F-Measure	49.97%

```

com > 3.869
| gpa > 3.965: Computer Network Specialists
| gpa ≤ 3.965
| | img > 3.854
| | | gpa > 3.920: Information Technology Analysts
| | | gpa ≤ 3.920: Database Administrator
| | | img ≤ 3.854: Computer Network Specialists
com ≤ 3.869
| img > 3.479
| | com > 3.675
| | | gpa > 3.690: Software/Application Developer
| | | gpa ≤ 3.690: Information Security Specialist
| | | com ≤ 3.675
| | | gpa > 3.305
| | | | ana > 3.657: Web Developer
| | | | ana ≤ 3.657: Computer Support Specialist
| | | gpa ≤ 3.305
| | | | dyn > 3.394
| | | | | img > 3.625: Computer Network Specialists
| | | | | img ≤ 3.625: Software/Application Developer
| | | | dyn ≤ 3.394
| | | | | img > 3.837: Web Developer
| | | | | img ≤ 3.837: Software/Application Developer
| | img ≤ 3.479
| | | dyn > 3.293
| | | | img > 3.417: Web Developer
| | | | img ≤ 3.417

```

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 1 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ

				ana > 3.529: Computer Network Specialists
				ana ≤ 3.529
				img > 3.170
				img > 3.312: Computer Support Specialist
				img ≤ 3.312: Computer Support Specialist
				img ≤ 3.170
				ana > 2.804
				dyn > 3.420
				gpa > 3.225: Computer Network Specialists
				gpa ≤ 3.225: Web Developer
				dyn ≤ 3.420: Web Developer
				ana ≤ 2.804: Computer Support Specialist
				dyn ≤ 3.293
				ana > 2.536
				img > 3.212
				img > 3.345: Information Technology Analysts
				img ≤ 3.345: Software/Application Developer
				img ≤ 3.212
				ana > 2.607
				com > 3.154
				img > 2.903: Information Security Specialist
				img ≤ 2.903: Web Developer
				com ≤ 3.154: Information Security Specialist
				ana ≤ 2.607: Information Technology Analysts
				ana ≤ 2.536
				img > 3.008
				gpa > 2.560: Computer Network Specialists
				gpa ≤ 2.560: Computer Support Specialist
				img ≤ 3.008
				gpa > 2.550
				com > 2.625: Software/Application Developer
				com ≤ 2.625: Software/Application Developer
				gpa ≤ 2.550: Database Administrator

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทํานายต้นที่ 1 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ (ต่อ)

				dyn > 3.419
				gpa > 3.700
				gpa > 3.835
				gpa > 3.895

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทํานายต้นที่ 2 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ

```

| | | | gpa > 3.925
| | | | | gpa > 3.965: Computer Network Specialists
| | | | | gpa ≤ 3.965: Information Technology Analysts
| | | | | gpa ≤ 3.925: Computer Network Specialists
| | | | gpa ≤ 3.895: Information Technology Analysts
| | | gpa ≤ 3.835
| | | gpa > 3.755: Software/Application Developer
| | | gpa ≤ 3.755: Database Administrator
| | gpa ≤ 3.700
| | com > 3.452
| | | gpa > 3.605
dyn > 3.419
| | gpa > 3.700
| | | gpa > 3.835
| | | | gpa > 3.895
| | | | | gpa > 3.925
| | | | | gpa > 3.965: Computer Network Specialists
| | | | | gpa ≤ 3.965: Information Technology Analysts
| | | | | gpa ≤ 3.925: Computer Network Specialists
| | | | | gpa ≤ 3.895: Information Technology Analysts
| | | | gpa ≤ 3.835
| | | | gpa > 3.755: Software/Application Developer
| | | | gpa ≤ 3.755: Database Administrator
| | | gpa ≤ 3.700
| | | com > 3.452
| | | | gpa > 3.605
| | | | | ana > 3.688: Information Security Specialist
| | | | | ana ≤ 3.688: Computer Support Specialist
| | | | gpa ≤ 3.605: Web Developer
| | | com ≤ 3.452
| | | | ana > 3.615: Computer Support Specialist
| | | | ana ≤ 3.615
| | | | | ana > 2.866
| | | | | gpa > 3.440: Computer Support Specialist
| | | | | gpa ≤ 3.440: Computer Network Specialists
| | | | | ana ≤ 2.866: Computer Support Specialist
dyn ≤ 3.419
| | gpa > 2.825
| | | img > 3.212
| | | gpa > 3.075

```

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำงานายต้นที่ 2 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ (ต่อ)

				gpa > 3.195
				img > 3.857: Web Developer
				img ≤ 3.857: Software/Application Developer
				gpa ≤ 3.195
				gpa > 3.105
				gpa > 3.160: Database Administrator
				gpa ≤ 3.160: Information Technology Analysts
				gpa ≤ 3.105: Software/Application Developer
				gpa ≤ 3.075
				gpa > 3: Software/Application Developer
				gpa ≤ 3: Web Developer
				img ≤ 3.212
				com > 3.099
				img > 2.758
				ana > 3.324: Web Developer
				ana ≤ 3.324: Information Security Specialist
				img ≤ 2.758: Web Developer
				com ≤ 3.099
				gpa > 2.930: Software/Application Developer
				gpa ≤ 2.930: Information Technology Analysts
				gpa ≤ 2.825
				dyn > 2.696
				ana > 2.203
				img > 2.997
				ana > 2.833: Web Developer
				ana ≤ 2.833
				ana > 2.444: Computer Support Specialist
				ana ≤ 2.444: Computer Support Specialist
				img ≤ 2.997: Database Administrator
				ana ≤ 2.203: Software/Application Developer
				dyn ≤ 2.696

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 2 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ (ต่อ)

				gpa > 3.105
				dyn > 3.419
				com > 3.723
				com > 3.869
				gpa > 3.895: Computer Network Specialists
				gpa ≤ 3.895: Information Technology Analysts

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 3 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ

```

| | | com ≤ 3.869
| | | | gpa > 3.695
| | | | | gpa > 3.755: Software/Application Developer
| | | | | gpa ≤ 3.755: Software/Application Developer
| | | | | gpa ≤ 3.695: Computer Support Specialist
| | | com ≤ 3.723
| | | | ana > 3.695
| | | | | gpa > 3.620: Information Security Specialist
| | | | | gpa ≤ 3.620: Computer Support Specialist
| | | | ana ≤ 3.695
| | | | | ana > 3.541
| | | | | img > 3.682: Computer Support Specialist
| | | | | img ≤ 3.682
| | | | | | img > 3.479: Web Developer
| | | | | | img ≤ 3.479: Database Administrator
| | | | | ana ≤ 3.541
| | | | | | img > 3.087
| | | | | | img > 3.760: Computer Support Specialist
| | | | | | img ≤ 3.760
| | | | | | | dyn > 3.482
| | | | | | | | ana > 3.465: Computer Network Specialists
| | | | | | | | ana ≤ 3.465: Web Developer
| | | | | | | | dyn ≤ 3.482: Computer Support Specialist
| | | | | | | | img ≤ 3.087: Computer Network Specialists
| | | | dyn ≤ 3.419
| | | | | dyn > 3.263
| | | | | | gpa > 3.195
| | | | | | gpa > 3.260: Web Developer
| | | | | | gpa ≤ 3.260: Software/Application Developer
| | | | | | gpa ≤ 3.195: Information Technology Analysts
| | | | | dyn ≤ 3.263
| | | | | | img > 3.212: Software/Application Developer
| | | | | | img ≤ 3.212: Information Security Specialist
| | | | gpa ≤ 3.105
| | | | | dyn > 3.341
| | | | | | gpa > 2.830: Computer Support Specialist
| | | | | | gpa ≤ 2.830: Computer Support Specialist
| | | | | dyn ≤ 3.341
| | | | | | dyn > 2.696
| | | | | | gpa > 2.700

```

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำงานายต้นที่ 3 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ (ต่อ)

				dyn > 3.225
				com > 2.615
				img > 3.167
				gpa > 3: Software/Application Developer
				gpa ≤ 3: Web Developer
				img ≤ 3.167: Software/Application Developer
				com ≤ 2.615: Web Developer
				dyn ≤ 3.225
				ana > 2.607: Software/Application Developer
				ana ≤ 2.607
				gpa > 2.790: Information Technology Analysts
				gpa ≤ 2.790: Software/Application Developer
				gpa ≤ 2.700
				img > 2.997

รูปที่ 4.5 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการให้นายต้นที่ 3 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ (ต่อ)

com > 2.453
dyn > 3.293
gpa > 3.710
gpa > 3.835
img > 3.854
gpa > 3.965: Computer Network Specialists
gpa ≤ 3.965: Information Technology Analysts
img ≤ 3.854: Computer Network Specialists
gpa ≤ 3.835
img > 3.670: Software/Application Developer
img ≤ 3.670: Web Developer
gpa ≤ 3.710
ana > 3.541
gpa > 3.575
ana > 3.695
img > 3.611: Information Security Specialist
img ≤ 3.611: Information Security Specialist
ana ≤ 3.695
gpa > 3.680: Web Developer
gpa ≤ 3.680: Computer Support Specialist
gpa ≤ 3.575: Database Administrator
ana ≤ 3.541

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการให้นายต้นที่ 4 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ

```

| | | | dyn > 3.394
| | | | com > 3.499
| | | | | dyn > 3.668: Computer Support Specialist
| | | | | dyn ≤ 3.668: Web Developer
| | | | | com ≤ 3.499
| | | | | ana > 3.143
| | | | | gpa > 3.440: Computer Support Specialist
| | | | | gpa ≤ 3.440: Computer Network Specialists
| | | | | ana ≤ 3.143
| | | | | img > 3.625
| | | | | gpa > 3.085: Computer Support Specialist
| | | | | gpa ≤ 3.085: Computer Network Specialists
| | | | | img ≤ 3.625: Software/Application Developer
| | | | dyn ≤ 3.394
| | | | | ana > 2.804
| | | | | dyn > 3.378
| | | | | gpa > 3.165: Software/Application Developer
| | | | | gpa ≤ 3.165: Information Technology Analysts
| | | | | dyn ≤ 3.378: Web Developer
| | | | | ana ≤ 2.804: Computer Support Specialist
| | | | dyn ≤ 3.293
| | | | | com > 2.641
| | | | | ana > 2.883
| | | | | img > 3.241: Information Technology Analysts
| | | | | img ≤ 3.241: Information Security Specialist
| | | | | ana ≤ 2.883
| | | | | gpa > 2.930: Software/Application Developer
| | | | | gpa ≤ 2.930
| | | | | gpa > 2.745: Information Technology Analysts
| | | | | gpa ≤ 2.745: Information Security Specialist
| | | | com ≤ 2.641
| | | | | img > 2.997
| | | | | gpa > 2.560: Computer Support Specialist
| | | | | gpa ≤ 2.560: Computer Support Specialist
| | | | | img ≤ 2.997: Software/Application Developer
com ≤ 2.453
| | | | dyn > 2.810
| | | | | dyn > 3.076: Software/Application Developer

```

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นที่ 4 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ (ต่อ)

```

dyn > 3.419
|  ana > 3.709
|  |  gpa > 3.835
|  |  |  gpa > 3.965: Computer Network Specialists
|  |  |  gpa ≤ 3.965
|  |  |  |  img > 3.854
|  |  |  |  |  img > 3.938: Information Technology Analysts
|  |  |  |  |  img ≤ 3.938: Information Technology Analysts
|  |  |  |  |  img ≤ 3.854: Computer Network Specialists
|  |  |  gpa ≤ 3.835
|  |  |  |  img > 3.811: Software/Application Developer
|  |  |  |  img ≤ 3.811: Information Security Specialist
|  |  ana ≤ 3.709
|  |  |  img > 3.417
|  |  |  |  com > 3.478
|  |  |  |  |  gpa > 3.615: Computer Support Specialist
|  |  |  |  |  gpa ≤ 3.615
|  |  |  |  |  |  img > 3.521: Web Developer
|  |  |  |  |  |  img ≤ 3.521: Web Developer
|  |  |  |  com ≤ 3.478
|  |  |  |  |  img > 3.719: Computer Support Specialist
|  |  |  |  |  img ≤ 3.719: Computer Support Specialist
|  |  |  |  img ≤ 3.417
|  |  |  |  |  gpa > 3.440
|  |  |  |  |  |  img > 3.312: Computer Network Specialists
|  |  |  |  |  |  img ≤ 3.312: Computer Support Specialist
|  |  |  |  |  gpa ≤ 3.440: Computer Network Specialists
dyn ≤ 3.419
|  dyn > 2.696
|  |  dyn > 3.195
|  |  |  dyn > 3.274
|  |  |  |  gpa > 2.935
|  |  |  |  |  com > 3.227: Information Technology Analysts
|  |  |  |  |  com ≤ 3.227
|  |  |  |  |  |  dyn > 3.364
|  |  |  |  |  |  |  gpa > 3.165: Software/Application Developer
|  |  |  |  |  |  |  gpa ≤ 3.165: Information Technology Analysts
|  |  |  |  |  |  dyn ≤ 3.364
|  |  |  |  |  |  |  img > 3.361

```

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการหานายต้นที่ 5 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ

								img > 3.909: Web Developer
								img ≤ 3.909: Software/Application Developer
								img ≤ 3.361: Software/Application Developer
								gpa ≤ 2.935
								dyn > 3.329: Computer Support Specialist
								dyn ≤ 3.329: Web Developer
								dyn ≤ 3.274
								com > 3.120
								gpa > 3.100: Web Developer
								gpa ≤ 3.100: Web Developer
								com ≤ 3.120: Information Security Specialist
								dyn ≤ 3.195
								gpa > 2.530
								img > 2.740
								img > 3.394
								gpa > 2.700: Software/Application Developer
								gpa ≤ 2.700: Computer Support Specialist
								img ≤ 3.394: Software/Application Developer
								img ≤ 2.740
								dyn > 2.942: Information Technology Analysts
								dyn ≤ 2.942: Software/Application Developer

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างผลลัพธ์เงื่อนไขการทำนายต้นไม้ 5 เมื่อมี กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ (ต่อ)

4.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของโมเดล

ในขั้นแรก ทำการวัดประสิทธิภาพของโมเดลด้วยการปรับแต่งการตั้งค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ จำนวนของต้นไม้ เกณฑ์ที่ใช้ในการคำนวณและกลยุทธ์การทำนาย โดยกำหนดให้ กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับ ซึ่งสามารถแสดงผลตามตารางที่ 4.3 อธิบายได้ว่า

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยการปรับแต่งการตั้งค่าพารามิเตอร์

Trees	Criterion	Strategy	Accuracy	Precision	Recall	F-Measure
5	Information gain	Majority	55.83%	45.33%	53.57%	49.11%
		Confidence	57.50%	46.86%	54.64%	50.45%
	Gain ratio	Majority	38.33%	25.54%	29.29%	27.29%
		Confidence	39.17%	29.58%	30.83%	30.19%
50	Accuracy	Majority	56.67%	41.57%	49.17%	45.05%
		Confidence	58.33%	48.14%	52.74%	50.34%
	Information gain	Majority	57.50%	45.48%	53.81%	49.30%
		Confidence	58.33%	48.14%	52.74%	50.34%

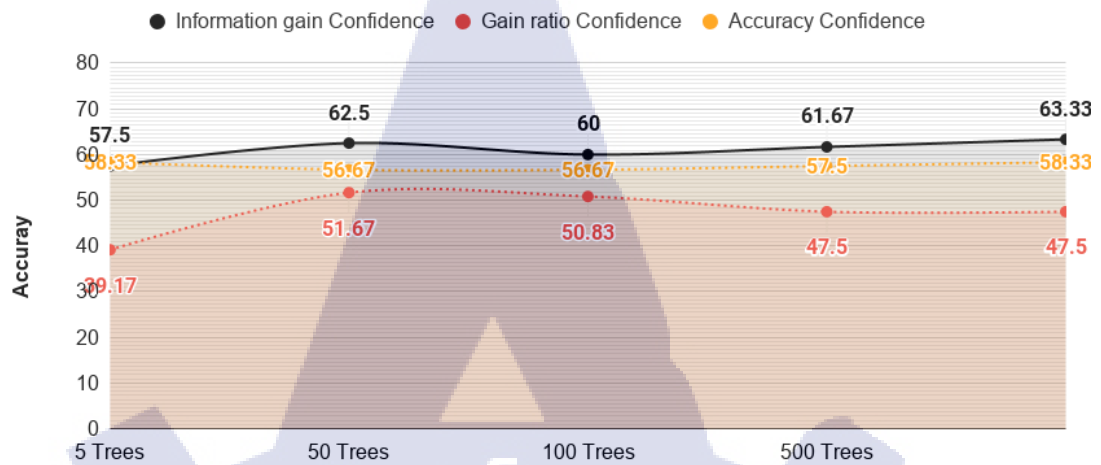
ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้วยการปรับแต่งการตั้งค่าพารามิเตอร์ (ต่อ)

50	Information gain	Confidence	62.50%	48.57%	57.14%	52.51%
	Gain ratio	Majority	39.17%	22.78%	26.67%	24.57%
		Confidence	51.67%	35.97%	41.67%	38.61%
	Accuracy	Majority	54.17%	38.74%	45.36%	41.79%
		Confidence	56.67%	40.41%	47.86%	43.82%
100	Information gain	Majority	58.33%	45.71%	55.24%	50.03%
		Confidence	60.00%	47.60%	55.48%	51.24%
	Gain ratio	Majority	40.83%	23.48%	28.81%	25.87%
		Confidence	50.83%	37.90%	41.67%	39.70%
	Accuracy	Majority	54.17%	37.70%	44.52%	40.83%
		Confidence	56.67%	40.22%	48.81%	44.10%
500	Information gain	Majority	57.50%	44.76%	54.52%	49.16%
		Confidence	61.67%	47.24%	56.67%	51.53%
	Gain ratio	Majority	40.00%	23.35%	28.81%	25.79%
		Confidence	47.50%	35.41%	38.45%	36.87%
	Accuracy	Majority	54.17%	37.62%	44.52%	40.78%
		Confidence	57.50%	40.44%	48.81%	44.23%
1,000	Information gain	Majority	57.50%	44.76%	54.52%	49.16%
		Confidence	63.33%	47.71%	57.38%	52.10%
	Gain ratio	Majority	41.67%	25.66%	30.00%	27.66%
		Confidence	47.50%	34.77%	37.74%	36.19%
	Accuracy	Majority	55.00%	37.28%	45.00%	40.78%
		Confidence	58.33%	40.53%	49.29%	44.48%

โดยมีหัวข้อที่น่าสนใจดังนี้

(1) การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าความแม่นยำ (Accuracy) มากที่สุดเท่ากับ 63.33% คือ จำนวนต้นไม้ 1000 เกณฑ์การคำนวณ Information gain และกลยุทธ์แบบ Confidence โดยมีค่าความแม่นยำมากขึ้นตามจำนวนต้นไม้ที่เพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 4.8

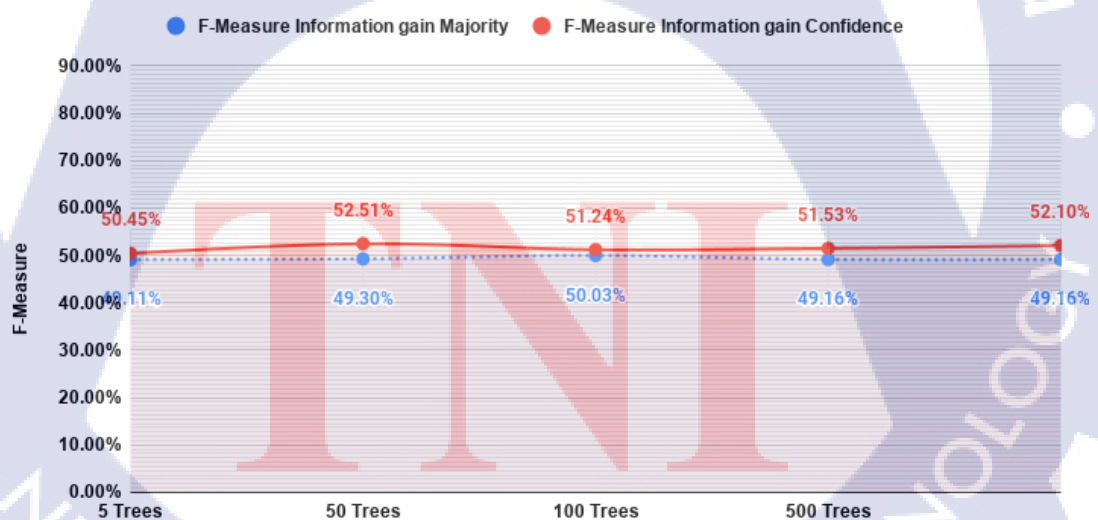
(2) เกณฑ์การคำนวณแบบ Gain ratio มีค่าความแม่นยำและค่า F-Measure น้อยที่สุดในทุกจำนวนต้นไม้และเกณฑ์การคำนวณ เมื่อเทียบกับแบบ Information gain และ Accuracy



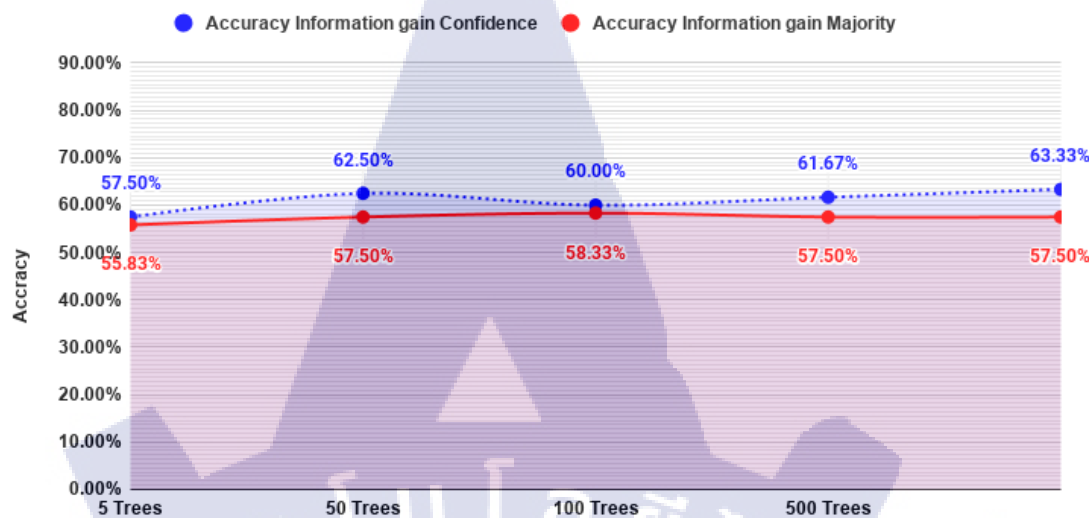
รูปที่ 4.8 ค่าความแม่นยำตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์ของกลยุทธ์แบบ Confidence

(3) การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่มีค่า F-Measure มากที่สุดเท่ากับ 52.51% คือ จำนวนต้นไม้ 50 เกณฑ์การคำนวณ Information gain และกลยุทธ์แบบ Confidence

(4) ค่าเฉลี่ยความแม่นยำและ F-Measure ของกลยุทธ์แบบ Confidence มีค่าสูงกว่า Majority vote ในทั้ง 3 แบบการคำนวณ แสดงตามรูปที่ 4.9 และ 4.10

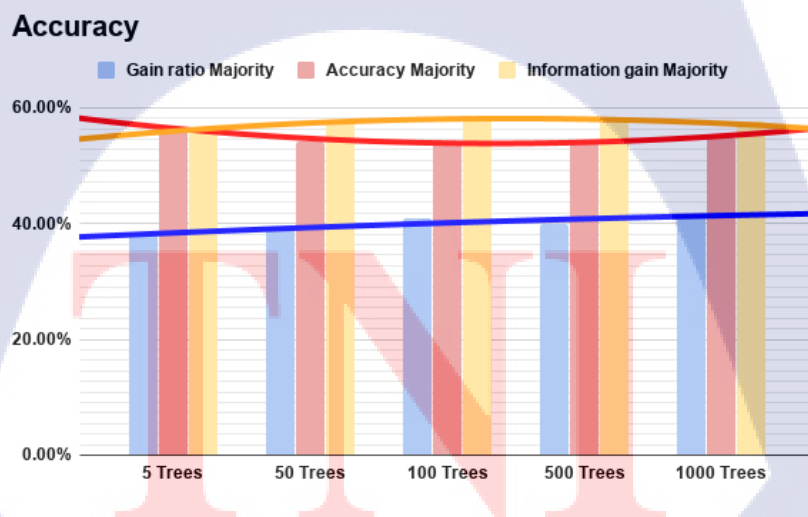


รูปที่ 4.9 ค่า F-Measure ตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์ Information gain



รูปที่ 4.10 ค่าความแม่นยำตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์ Information gain

(5) จำนวนของต้นไม้ ส่งผลควบคู่ต่อค่าความแม่นยำ เมื่อมีเกณฑ์คำนวณแบบ Gain ratio กลยุทธ์แบบ Majority vote ต่างจากการตั้งค่าแบบอื่นที่มีความแม่นยำในระยะคงที่ ตามรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ความแม่นยำตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์ของกลยุทธ์แบบ Majority Vote

หลังจากผู้วิจัยทำการวัดและเปรียบเทียบการตั้งค่าพารามิเตอร์ของโมเดลแล้ว จึงทำการสังเคราะห์โมเดลเพิ่มเติมด้วยอัลกอริทึมอื่นเพื่อนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ได้แก่ Naïve Bayes,

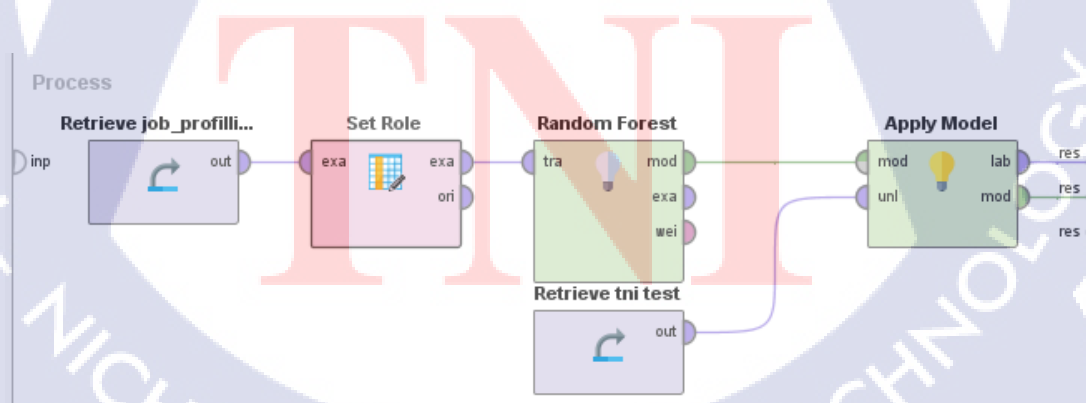
Decision Tree, Gradient Boosted Trees และ Deep Learning ซึ่งเป็นเทคนิคประเภทจำแนกข้อมูล ด้วยโปรแกรม Rapidminer โดยแสดงผลตามตารางที่ 4.4 อธิบายได้ว่า เมื่อกำหนดให้ กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับในการทำนาย พบว่าเทคนิค Gradient Boosted Trees มีค่าความแม่นยำมากที่สุดคือ 59.17% ลำดับสองคือเทคนิค Random Forest คือ 56.67% และเทคนิค Random Forest มีค่า F-Measure มากที่สุดคือ 49.97% ลำดับสองคือเทคนิค Gradient Boosted Trees คือ 49.10% ในขณะที่เทคนิค Naïve Bays มีค่าความแม่นยำและ F-Measure น้อยที่สุด

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึม

อัลกอริทึม	Accuracy	Precision	Recall	F-Measure
กลุ่มงาน				
Random Forest	56.67%	47.10%	53.21%	49.97%
Naïve Bayes	27.50%	09.20%	18.33%	12.25%
Decision Tree	50.83%	41.38%	46.79%	43.92%
Gradient Boosted Trees	59.17%	45.49%	53.33%	49.10%
Deep Learning	28.33%	11.25%	22.86%	15.08%

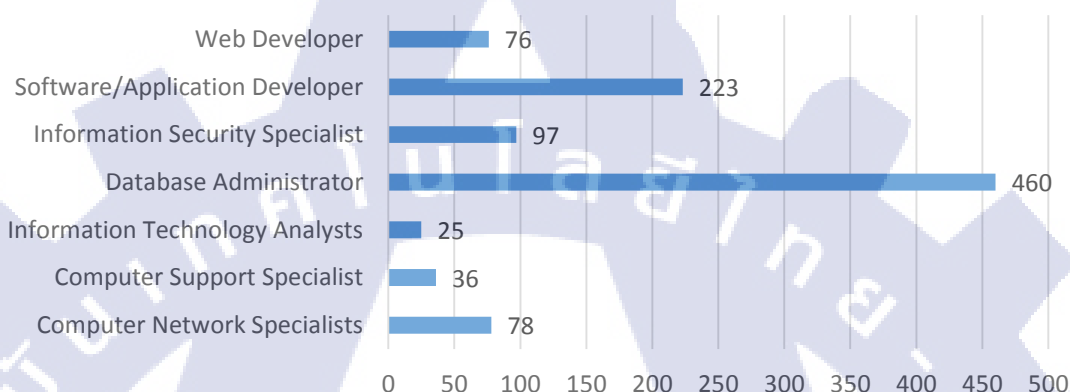
4.3 วิเคราะห์ผลการแนะนำงานของโมเดลเพิ่มเติมจากข้อมูลนักศึกษา

หลังจากวัดเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) และเทคนิคอื่นๆ แล้วพบว่าประสิทธิภาพของโมเดลยังมีค่าความแม่นยำในระดับน้อย โดยมีความสนใจในการนำเข้าสู่ข้อมูลนักศึกษาที่จบการศึกษาแล้วมาทำนายผลการแนะนำกลุ่มงานด้วยโปรแกรม Rapidminer ซึ่งมีกระบวนการตามรูปที่ 4.12 และอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการทำนายผลการแนะนำกลุ่มงานของนักศึกษา

ในขั้นตอนแรกเป็นการนำเข้าสู่ข้อมูลรายละเอียดงาน (Job Profile) ที่ได้ทำการจัดเตรียมจำนวน 120 รายการ ต่อไปกำหนดให้ กลุ่มงาน เป็นป้ายกำกับที่ใช้ในการทำนาย นำเข้าสู่อัลกอริทึมที่ใช้ในการสร้างโมเดลป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ส่งออกโมเดลโดยใช้ด้วยตัวปฏิบัติการ Apply Model และรับข้อมูลนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่จบการศึกษาจำนวน 995 ราย เพื่อแทนค่าข้อมูลรับเข้าและทำนาย กลุ่มงาน สำหรับแนะนำ โดยแสดงผลการทำนายตามรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ผลรวมการแนะนำกลุ่มงานของนักศึกษา

อธิบายได้ว่า โมเดลแนะนำงานด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ได้ทำนายผลจากข้อมูลนักศึกษาในกลุ่มงาน Database Administrator มากที่สุด 460 ราย กลุ่มงาน Software/Application Developer จำนวน 223 ราย กลุ่มงาน Information Security Specialist จำนวน 97 ราย กลุ่มงาน Computer Network Specialists จำนวน 78 ราย กลุ่มงาน Web Developer จำนวน 76 ราย กลุ่มงาน Computer Support Specialist จำนวน 36 ราย และกลุ่มงาน Information Technology Analysts จำนวน 25 ราย โดยแสดงจำนวนทำนายตามช่วงค่าความเชื่อมั่น ตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 จำนวนทำนายตามช่วงค่าความเชื่อมั่น

กลุ่มงาน	ค่าความเชื่อมั่น (%)				
	20	40	60	80	100
Computer Network Specialists	3	37	25	7	6
Computer Support Specialist	1	21	11	2	1

ตารางที่ 4.5 จำนวนทำนายตามช่วงค่าความเชื่อมั่น (ต่อ)

กลุ่มงาน	ค่าความเชื่อมั่น (%)				
	20	40	60	80	100
Information Technology Analysts	1	9	8	6	1
Database Administrator	5	383	57	12	3
Information Security Specialist	3	46	30	16	2
Software/Application Developer	2	93	83	29	13
Web Developer	2	45	20	7	2

อธิบายได้ว่า ผลการทำนายโดยส่วนใหญ่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 40 เปอร์เซนต์ จำนวน 634 ผลลัพธ์ และ 60 เปอร์เซนต์ จำนวน 234 ผลลัพธ์ โดยกลุ่มงานประเภท Information Technology Analysts และ Software/Application Developer มีผลลัพธ์ค่าความเชื่อมั่นส่วนใหญ่มากกว่า 60 เปอร์เซนต์

และเมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการทำนายมาใช้เพิ่มข้อมูลรายละเอียดงาน (Job Profile) สำหรับจำลองการเพิ่มขึ้นของข้อมูลจากการกระทำของผู้ว่าจ้าง แล้วนำมาสังเคราะห์โมเดลใหม่โดยเปรียบเทียบการตั้งค่าพารามิเตอร์และอัลกอริทึม แสดงตามตารางที่ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบการปรับแต่งการตั้งค่าพารามิเตอร์เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของข้อมูล

Trees	Criterion	Strategy	Accuracy	Precision	Recall	F-Measure
5	Information gain	Majority	74.17%	66.73%	63.19%	64.91%
		Confidence	73.99%	67.80%	63.54%	65.60%
	Gain ratio	Majority	58.30%	31.42%	40.83%	35.51%
		Confidence	60.37%	43.12%	34.01%	38.03%
	Accuracy	Majority	63.05%	54.47%	40.73%	46.61%
		Confidence	64.22%	56.68%	43.46%	49.20%
50	Information gain	Majority	78.21%	66.28%	73.79%	69.83%
		Confidence	78.29%	74.69%	66.94%	70.60%
	Gain ratio	Majority	57.67%	34.49%	29.30%	31.68%
		Confidence	59.29%	39.80%	32.47%	35.76%
	Accuracy	Majority	64.39%	56.92%	41.64%	48.10%

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบการปรับแต่งการตั้งค่าพารามิเตอร์เมื่อมีการเพิ่มขึ้นของข้อมูล (ต่อ)

50	Accuracy	Confidence	66.10%	59.46%	44.68%	51.02%
100	Information gain	Majority	78.02%	74.04%	66.01%	69.79%
		Confidence	78.03%	73.92%	66.68%	70.11%
	Gain ratio	Majority	57.41%	34.29%	28.45%	31.10%
		Confidence	59.20%	39.36%	31.97%	35.28%
	Accuracy	Majority	64.84%	58.21%	42.49%	49.12%
		Confidence	66.01%	58.89%	44.92%	50.97%
500	Information gain	Majority	78.12%	72.07%	66.10%	68.96%
		Confidence	78.12%	74.15%	67.03%	70.41%
	Gain ratio	Majority	57.31%	37.32%	28.67%	32.43%
		Confidence	58.39%	38.51%	31.12%	34.42%
	Accuracy	Majority	64.84%	58.39%	42.60%	49.26%
		Confidence	66.28%	58.32%	45.44%	51.08%
1,000	Information gain	Majority	77.94%	71.77%	65.64%	68.57%
		Confidence	78.12%	73.84%	67.12%	70.32%
	Gain ratio	Majority	57.32%	36.94%	28.67%	32.28%
		Confidence	58.48%	38.95%	31.15%	34.62%
	Accuracy	Majority	64.93%	58.60%	42.76%	49.44%
		Confidence	66.28%	58.81%	45.42%	51.25%

โดยมีหัวข้อที่น่าสนใจ สรุปตามภาพที่ 4.14 และภาพที่ 4.15 ดังนี้

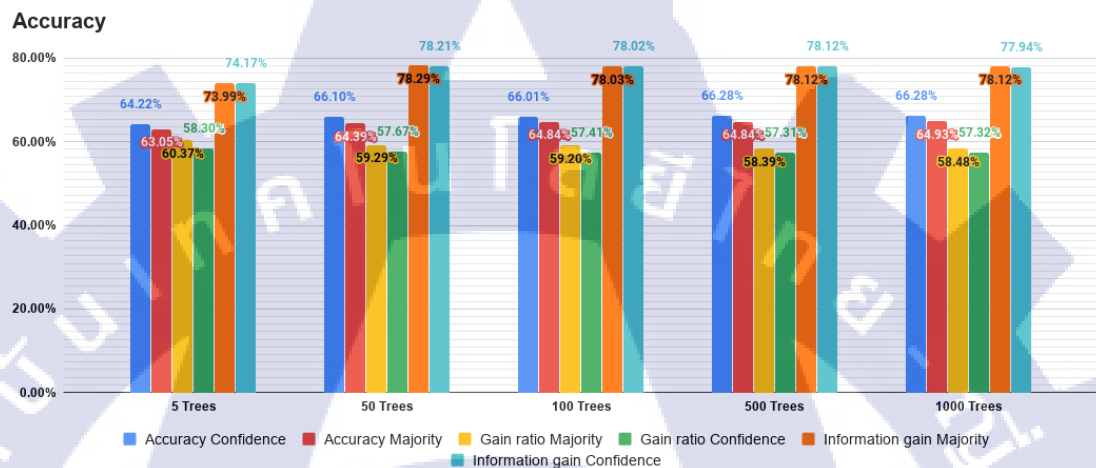
(1) การตั้งค่าพารามิเตอร์ที่มีค่าความแม่นยำ (Accuracy) มากที่สุด 2 ลำดับแรกเท่ากับ 78.29% และ 78.21% ด้วยเกณฑ์คำนวณแบบ Information gain กลยุทธ์แบบ Confidence และ Majority Vote ตามลำดับ

(2) เกณฑ์การคำนวณแบบ Accuracy มีค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้นตามจำนวนต้นไม้ ในขณะที่เกณฑ์การคำนวณแบบ Gain ratio จะได้ค่าความแม่นยำลดลงตามปริมาณต้นไม้ที่เพิ่มขึ้น

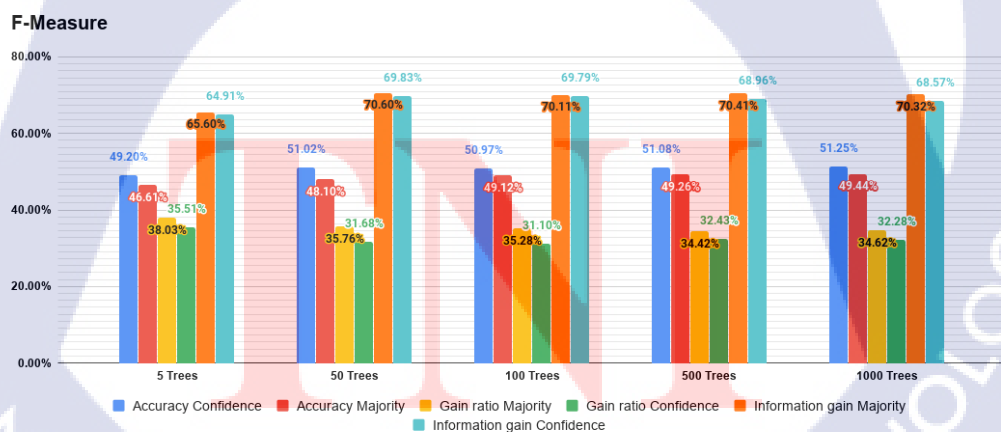
(3) เกณฑ์การคำนวณแบบ Information gain มีค่าความแม่นยำสูง เมื่อเทียบกับ Accuracy และ Gain ratio ที่มีค่าความแม่นยำน้อยที่สุด ในทุกจำนวนต้นไม้และกลยุทธ์ในการตัดสินใจ

(4) ค่า F-Measure มากที่สุด 4 ลำดับ ถูกคำนวณด้วยเกณฑ์ Information gain และกลยุทธิ์แบบ Confidence ด้วยจำนวนต้นไม้ 50 (70.60%) 500 (70.41%) 1,000 (70.32%) และ 100 (70.11%)

(5) กลยุทธิ์แบบ Confidence มีค่าความแม่นยำและ F-Measure เฉลี่ยรวมมากกว่ากลยุทธิ์แบบ Majority Vote ของทั้ง 3 แบบการคำนวณ



รูปที่ 4.14 ค่าความแม่นยำตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์การคำนวณของกลยุทธิ์

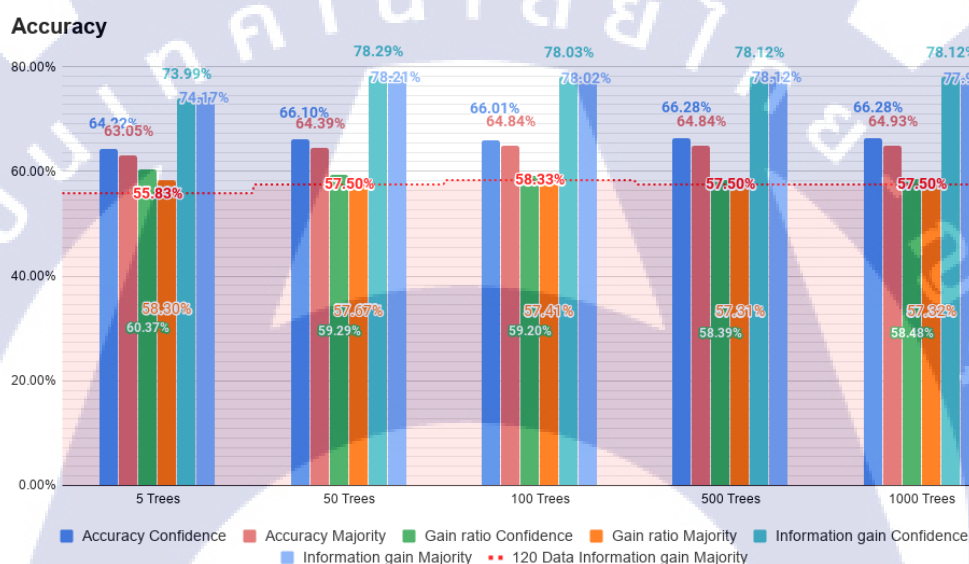


รูปที่ 4.15 ค่า F-Measure ตามจำนวนต้นไม้แยกตามเกณฑ์การคำนวณของกลยุทธิ์

โดยเมื่อเทียบการตั้งค่าพารามิเตอร์จากปริมาณข้อมูลในการทำโมเดล จากรูปที่ 4.16 แสดงการตั้งค่าพารามิเตอร์เกณฑ์ Information Gain และกลยุทธ์แบบ Confidence ที่มีค่าความแม่นยำมากที่สุดจากจำนวนข้อมูล 120 ราย เมื่อเทียบกับทุกการปรับตั้งค่าพารามิเตอร์จากจำนวนข้อมูล 1,115 ราย พบว่า

(1) ปริมาณข้อมูลที่เพิ่มขึ้น ส่งผลต่อความแม่นยำ ยกเว้นการตั้งค่าพารามิเตอร์แบบ Gain Ratio ทั้ง 2 กลยุทธ์ที่มีค่าความแม่นยำน้อยกว่าความแม่นยำของโมเดลจากข้อมูล 120 ราย

(2) การตั้งค่าพารามิเตอร์ด้วยเกณฑ์ Information Gain กลยุทธ์แบบ Confidence และ Majority มีค่าความแม่นยำเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อมีปริมาณข้อมูลที่เพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.16 ค่าความแม่นยำเปรียบเทียบตามปริมาณข้อมูลในการสร้างโมเดล

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแต่ละอัลกอริทึมเมื่อมีการเพิ่มขึ้นของข้อมูล

อัลกอริทึม	Accuracy	Precision	Recall	F-Measure
กลุ่มงาน				
Random Forest	74.17%	66.73%	63.19%	64.91%
Naïve Bayes	53.54%	29.53%	33.39%	31.34%
Decision Tree	71.58%	61.14%	60.21%	60.67%
Gradient Boosted Trees	76.95%	69.26%	64.50%	66.80%
Deep Learning	58.21%	33.96%	34.75%	34.35%

อธิบายตารางที่ 4.7 ได้ว่า ค่าความแม่นยำ ได้แก่ Gradient Boosted Trees (76.95%) Random Forest (74.17%) Decision Tree (71.58%) Deep Learning (58.21%) และ Naïve Bayes (53.54%) เช่นเดียวกับค่า F-Measure ได้แก่ Gradient Boosted Trees (66.80%) Random Forest (64.91%) Decision Tree (60.67%) Deep Learning (34.35%) และ Naïve Bayes (31.34%) ตามลำดับ

เห็นได้ว่าค่าความแม่นยำและ F-Measure ของเทคนิค Gradient Boosted Trees มากกว่าเทคนิค Random Forest ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลลัพธ์เพื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนโมเดลและจำนวนเงื่อนไขจากการตั้งค่าพารามิเตอร์ด้วยจำนวนต้นไม้เท่ากับ 5 เท่ากัน ตามตารางที่ 4.8 อธิบายได้ว่า เทคนิค Gradient Boosted Trees มีจำนวนโมเดลมากกว่า 30 และจำนวนเงื่อนไขมากกว่า 2,722 (51.43%) ดังนั้น แม้เทคนิค Gradient Boosted Trees จะมีค่าความแม่นยำและค่า F-Measure มากกว่าแต่มีจำนวนโมเดลและเงื่อนไขมากกว่าเทคนิค Random Forest ทำให้ไม่เหมาะกับการนำไปเขียนระบบแนะนำงานในลักษณะเงื่อนไข

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบจำนวนโมเดลและจำนวนเงื่อนไขของเทคนิค RF และ GBT

ต้นไม้	Random Forest		Gradient Boosted Trees		ความต่างของจำนวน เงื่อนไข
	จำนวน โมเดล	จำนวน เงื่อนไข	จำนวน โมเดล	จำนวน เงื่อนไข	
Tree 1	1	225	7	395	170 (27.42%)
Tree 2	1	257	7	899	642 (55.54%)
Tree 3	1	271	7	899	628 (53.68%)
Tree 4	1	277	7	909	632 (53.29%)
Tree 5	1	255	7	905	650 (56.03%)
รวม	5	1,285	35	4,007	2,722 (51.43%)

4.4 ผลการทดสอบสมมติฐาน

จากการตั้งสมมติฐาน โดยใช้การสังเคราะห์โมเดลด้วยเทคนิค Random Forest เหนือการคำนวณ Information Gain กลยุทธ์ Majority สามารถอธิบายแต่ละหัวข้อได้ ดังนี้

4.4.1 ปริมาณข้อมูลในการสังเคราะห์โมเดล มีผลต่อค่าความแม่นยำของโมเดล โดยยอมรับสมมติฐาน จากผลลัพธ์อธิบายได้ว่า การสังเคราะห์โมเดลในครั้งที่ 1 จากจำนวนข้อมูล 120 ราย มีค่าความแม่นยำ 56.67% และการสังเคราะห์โมเดลในครั้งที่ 2 จากจำนวนข้อมูล 1,115 ราย มีค่าความแม่นยำ 74.17% ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น 17.50%

4.4.2 จำนวนของต้นไม้ มีผลต่อค่าความแม่นยำของโมเดล โดย ปฏิเสธสมมติฐาน จากผลลัพธ์อธิบายได้ว่า การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์โมเดลด้วยจำนวนต้นไม้ 5, 50, 100, 500 และ 1,000 ต้น ในครั้งที่ 1 จำนวนข้อมูล 120 ราย มีค่าความแม่นยำ 55.83%, 57.50%, 58.33%, 57.50% และ 57.50% ตามลำดับ สังเกตได้ว่า โมเดลมีค่าความแม่นยำสูงสุดเมื่อมีจำนวนต้นไม้ 100 ต้นและลดลงเมื่อมีจำนวน 500 และ 1,000 ต้น ครั้งที่ 2 จำนวนข้อมูล 1,115 ราย มีค่าความแม่นยำ 74.17%, 78.21%, 78.02%, 78.12% และ 77.94% ตามลำดับ สังเกตได้ว่า โมเดลมีค่าความแม่นยำสูงสุดเมื่อมีจำนวนต้นไม้ 50 ต้นและลดลงเมื่อมีจำนวน 100 เช่นกัน

4.4.3 การสร้างโมเดลด้วยเทคนิคแบบรวมกลุ่ม ได้แก่ Random Forest และ Gradient Boosted Trees มีค่าประสิทธิภาพโมเดลมากกว่าเทคนิคอื่น โดย ยอมรับสมมติฐาน จากผลลัพธ์อธิบายได้ว่า จากการสังเคราะห์โมเดลทั้ง 2 ครั้ง ค่าความแม่นยำด้วยเทคนิคแบบรวมกลุ่ม Random Forest เท่ากับ 55.83% และ 74.17% ตามลำดับและเทคนิค Gradient Boosted Trees เท่ากับ 59.17% และ 76.95% ตามลำดับ ในขณะที่เทคนิคการจำแนกข้อมูลทั่วไปและเทคนิคที่ได้รับความสนใจ Deep Learning มีค่าความแม่นยำน้อยกว่าทั้ง 2 ครั้ง

4.4.4 จำนวนตัวแปรที่ใช้ในการทำนาย มีผลต่อค่าความแม่นยำของโมเดล โดย ยอมรับสมมติฐาน จากผลลัพธ์อธิบายได้ว่า ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานวิจัยอย่างหนึ่งได้แก่ ปัญหาปริมาณอาชีพที่ใช้ในการพยากรณ์แนะนำ โดยการทดลองจากจำนวนอาชีพ 26 ตำแหน่งงาน พบว่ามีค่าความแม่นยำเพียง 15.00% ในขณะที่การทดลองจากจำนวนกลุ่มอาชีพ 7 กลุ่มงาน มีค่าความแม่นยำ 56.67%

4.4.5 ข้อมูลเกรดเฉลี่ยเพียงอย่างเดียว มีผลต่อการคัดเลือกผู้สมัครงาน โดย ยอมรับสมมติฐาน ด้วยให้เหตุผลว่า สหสัมพันธ์ที่เพียงพอระหว่างผลการเรียนจากทรานสคริป (Transcript) กับทักษะและความรู้ที่สอดคล้องในการเลือกเข้าสัมภาษณ์ เนื่องจากกระบวนการคัดกรองตามปกติไม่ได้ดูเพียงแค่ทรานสคริป (Transcript) เท่านั้น แต่ดูจากเรซูเม่ (Resume) ด้วยซึ่งจะมีข้อมูลที่สำคัญนอกเหนือจากผลการเรียน

4.4.6 จำนวนและความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญ มีผลต่อความน่าเชื่อถือของโมเดล โดย ยอมรับสมมติฐาน ด้วยให้เหตุผลว่า งานวิจัยนี้มีผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของผลลัพธ์อย่างมากกับความเชี่ยวชาญของผู้เชี่ยวชาญ ดังนั้น ผู้เชี่ยวชาญที่ทำการให้ค่าความสอดคล้องระหว่างรายวิชาเรียนกับรูปแบบการเรียนรู้ ไม่มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับรายละเอียดวิชาต่างๆ จะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือของโมเดลและผลลัพธ์ในการแนะนำกลุ่มงาน

4.5 ต้นแบบและการแสดงผลรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT และการแนะนำงาน

ขั้นตอนสุดท้ายการพัฒนาตัวต้นแบบที่สนับสนุนการพัฒนาแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ตัวต้นแบบนี้สามารถนำเข้าข้อมูลเกี่ยวกับชื่อรายวิชาและเกรดเฉลี่ยของวิชานั้นๆ จากนั้นจะมีการประมวลผลเพื่อประเมินรูปแบบการเรียนรู้ 4 MAT ด้วยผลเฉลี่ยรวมถึงประเภทกลุ่มงานที่แนะนำ พัฒนาต้นแบบด้วยเครื่องมือ Visual Studio Code จากรูปที่ 4.17 หน้าแรกการเข้าใช้งานระบบ (Homepage) แสดงตัวเลือกให้ผู้เข้าใช้งานระบบตัวตน ได้แก่ ผู้สมัครงานและผู้สรรหาพนักงาน เพื่อเข้าสู่การใช้งานต่างๆ



รูปที่ 4.17 หน้าแรกของระบบแนะนำงาน

เมื่อเข้าผ่านตัวเลือก Applicant จะเป็นการระบุผู้ใช้งานเป็นผู้สมัครงาน โดยรูปที่ 4.18 จะเป็นฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. ส่วนของความต้องการสมัครงาน รับข้อมูลความต้องการกลุ่มงานและตำแหน่งงานและ 2. ส่วนการกรอกข้อมูลผลการเรียน โดยกรอกชื่อหรือรหัส แล้วทำการใส่ข้อมูลผลการเรียนทั้งหมดตามรหัสวิชาหรือจากรายชื่อวิชาที่มีในฐานข้อมูล สามารถแสดงตัวอย่างการกรอกข้อมูลได้ตามรูปที่ 4.19

Applicant Page

Job Position to Apply

Job Group	Job Position
Job Group	Job Position
Job Group	Job Position

Transcript

[+ Add One More](#) [Example](#)

student id		
course id	course name	grade
1		

[Submit](#)

รูปที่ 4.18 ตัวอย่างหน้าการบันทึกข้อมูลผู้สมัครงาน

Applicant Page

Job Position to Apply

Information Technology Analysts	Application Support Analyst
Software/Application Developer	Programmer
Software/Application Developer	Application Developer

Transcript

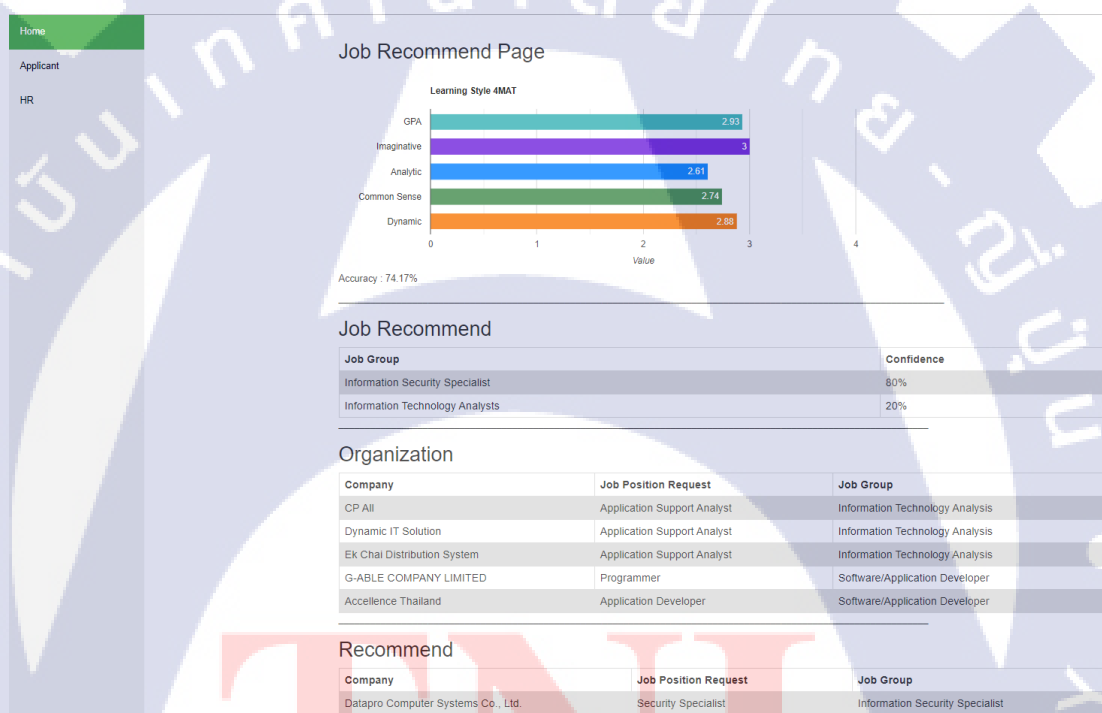
[+ Add One More](#)

53121008-6		
JPN-101	ภาษาญี่ปุ่นธุรกิจ 1	B
ENL-101	ภาษาอังกฤษเพื่อการสื่อสาร 1	B+
MSC-112	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	B+
MSC-107	คณิตศาสตร์ 1	C+
INT-105	เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต	B+

รูปที่ 4.19 ตัวอย่างการลงข้อมูลของผู้สมัครงาน

เมื่อทำการใส่ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะทำการประมวลผลตามเงื่อนไขโมเดลป่าแบบสุ่ม (Random Forest) จากฐานข้อมูลผู้มีงานทำและผู้ที่ได้รับการตอบรับจากผู้สรรหาพนักงาน โดยแสดงผลหลักเป็น 4 ส่วน คือ 1. ผลรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT แสดงเป็นค่าเฉลี่ยเต็ม 4.00 รวมถึงค่าความแม่นยำของโมเดล 2. ประเภทของกลุ่มงานที่แนะนำและค่าความเชื่อมั่นในการทำนาย 3. องค์กรที่เปิดรับผู้สมัครงานตามความต้องการของผู้สมัครงานและ 4. องค์กรและตำแหน่งงานที่แนะนำจากโมเดลการแนะนำงาน แสดงตามรูปที่ 4.20

เมื่อเข้าผ่านตัวเลือก HR จะเป็นการระบุผู้ใช้งานเป็นผู้สรรหาพนักงาน โดยรูปที่ 4.21 จะเป็นฟอร์มสำหรับกรอกข้อมูล ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ 1. ส่วนข้อมูลองค์กรที่ต้องการเปิดรับสมัครงานและส่วนความต้องการพนักงานตามกลุ่มงานและตำแหน่งงาน โดยสามารถปรับให้ดำเนินการหรือไม่ก็ได้ 2. ส่วนแนะนำผู้สมัครงานโดยจะเปลี่ยนไปตามความต้องการของผู้สรรหาที่แสดงผลจากโมเดลป่าแบบสุ่ม (Random Forest) และความต้องการของผู้สมัครงาน แสดงตัวอย่างตามรูปที่ 4.22 โดยระบุคุณสมบัติได้แก่ รหัสหรือชื่อผู้สมัครงาน ตำแหน่งงาน กลุ่มงานที่ผู้สมัครต้องการเข้าทำงาน ค่าเฉลี่ยรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT ทั้ง 4 ประเภท และค่าเฉลี่ยรวมรูปแบบการเรียนรู้



รูปที่ 4.20 ตัวอย่างผลรูปแบบการเรียนรู้และแนะนำงาน

ผลจากการดำเนินงาน มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์งานวิจัยในการสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานสำหรับวิเคราะห์ศักยภาพของนักศึกษาจบใหม่ จากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยการวิจัยนี้ทำให้ผู้วิจัยเข้าใจถึงกระบวนการในการทำเหมืองข้อมูลให้ได้มาถึงผลลัพธ์ที่ต้องการ ได้แก่ ค่าความสอดคล้องกับรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT กลุ่มงานที่แนะนำจากข้อมูลรูปแบบการเรียนรู้ของผู้มีงานทำทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ

รวมถึงการเปรียบเทียบเทคนิควิธีการและการตั้งค่าพารามิเตอร์ในค่าต่างๆ และวิเคราะห์ผลการแนะนำงานของโมเดลที่สังเคราะห์จากข้อมูลนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่จบการศึกษารวมถึงผลการแนะนำงานในภาพรวม เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบอย่างเป็นรูปธรรมต่อไป

Human Resource Page

Organization Detail

Company Name

To apply for jobs in positions

+ Add One More Example

Job Group	Job Position	
Job Group	Job Position	Publish
Job Group	Job Position	Publish
Job Group	Job Position	UnPublish

Recommend

Applicant Recommend	4MAT Value Scale	Submit
Applicant Name	4MAT Value Scale	Submit
Applicant Name	4MAT Value Scale	Submit
Applicant Name	4MAT Value Scale	Submit

รูปที่ 4.21 ตัวอย่างหน้าประกาศงานของผู้สรรหา

Human Resource Page

Organization Detail

Datapro Computer Systems Co., Ltd.

To apply for jobs in positions

+ Add One More Example

Information Security Specialist	Security Specialist	
Information Technology Analysts	Application Support Analyst	Publish
Software/Application Developer	Programmer	UnPublish

Recommend

Applicant Recommend	Job Position	Job Group	Imaginative	Analytic	Common Sense	Dynamic	Average	Submit
5652300027	Security Specialist	Information Security Specialist	3.79	3.70	3.85	3.86	3.80	Submit
53121008-6	Security Specialist	Information Security Specialist	3.00	2.61	2.74	2.88	2.81	Submit

รูปที่ 4.22 ตัวอย่างการลงข้อมูลหน้าประกาศและแนะนำของผู้สรรหา

บทที่ 5

บทสรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) ได้นำเสนอข้อสรุปตามลำดับดังนี้

- 5.1 สรุปผลการวิจัย
- 5.2 อภิปรายผลวิจัย
- 5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัย
- 5.4 ข้อเสนอแนะงานวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการสรุปผลของงานวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการสรุปผลตามวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นในบทที่ 1 ดังต่อไปนี้

การสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล มีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ 1. ข้อมูลจากระบบบริหารการศึกษาจากสถานศึกษา 2 แห่ง โดยแห่งแรกใช้ข้อมูลนักศึกษาที่บ่งบอกถึงเกรดเฉลี่ยจำแนกรายวิชาและสถานะทางการศึกษาจำนวน 995 รายและสถานศึกษาแห่งที่ 2 ได้รับข้อมูลเกรดเฉลี่ยจำแนกรายวิชา สถานะทางการศึกษาและอาชีพการงานที่ทำหลังจากจบการศึกษาจำนวน 120 รายและ 2. ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างรายวิชาและรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT จากผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ 3 ท่าน ได้แก่ วิชาที่มีความสอดคล้องกับผู้เรียนที่ถนัดการใช้จินตนาการ (Imaginative Learners) วิชาที่มีความสอดคล้องกับผู้เรียนที่ถนัดการคิด วิเคราะห์ (Analytic Learners) วิชาที่มีความสอดคล้องกับผู้เรียนที่ถนัดใช้สามัญสำนึกในการเรียนรู้ (Common Sense Learners) และวิชาที่มีความสอดคล้องกับผู้เรียนที่สนใจค้นหาความรู้และประยุกต์ใช้ด้วยตนเอง (Dynamic Learners) โดยการสังเคราะห์โมเดลได้ใช้โปรแกรม RapidMiner ซึ่งใช้เทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) มาใช้แนะนำกลุ่มงานของผู้สมัครงานหรือนักศึกษาจบใหม่

สรุปผลการเปรียบเทียบเทคนิควิธีการสังเคราะห์โมเดล โดยนำเสนอเทคนิควิธีการจำแนกข้อมูล 5 เทคนิค ได้แก่ Random Forest, Naïve Bays, Decision Tree, Gradient Boosted Trees และ Deep Learning โดยแบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ครั้ง ซึ่งในครั้งที่ 1 เป็นการสังเคราะห์โมเดลด้วยฐานข้อมูลผู้มีงานทำจำนวน 120 ราย และครั้งที่ 2 เป็นการสังเคราะห์โมเดลด้วยฐานข้อมูล

นักศึกษาที่ถูกพยากรณ์ด้วยโมเดลในครั้งที่ 1 รวมกับข้อมูลผู้งานทำจำนวน 1,115 ราย โดยการเปรียบเทียบประสิทธิภาพโมเดลจากตัวชี้วัด ดังนี้

1. ความแม่นยำ (Accuracy) ของผลการทำนาย โดยเทคนิคที่มีความแม่นยำมากที่สุดจากการสังเคราะห์โมเดลครั้งที่ 1 ได้แก่ Gradient Boosted Trees (59.17%) Random Forest (56.67%) Decision Tree (50.83%) Deep Learning (28.33%) และ Naïve Bays (27.50%) ตามลำดับและเทคนิคที่มีความแม่นยำมากที่สุดจากการสังเคราะห์โมเดลครั้งที่ 2 ได้แก่ Gradient Boosted Trees (76.95%) Random Forest (74.17%) Decision Tree (71.58%) Deep Learning (58.21%) และ Naïve Bays (53.54%) ตามลำดับ

2. ค่าเฉลี่ยความเที่ยง (Weighted mean precision) ของผลการทำนาย โดยเทคนิคที่มีค่าเฉลี่ยความเที่ยงมากที่สุดจากการสังเคราะห์โมเดลครั้งที่ 1 ได้แก่ Random Forest (47.10%) Gradient Boosted Trees (45.49%) Decision Tree (41.38%) Deep Learning (11.25%) และ Naïve Bays (09.20%) ตามลำดับและเทคนิคที่มีค่าเฉลี่ยความเที่ยงมากที่สุดจากการสังเคราะห์โมเดลครั้งที่ 2 ได้แก่ Gradient Boosted Trees (69.26%) Random Forest (66.73%) Decision Tree (61.14%) Deep Learning (33.96%) และ Naïve Bays (29.53%) ตามลำดับ

3. ค่าเฉลี่ยความระลึก (Weighted mean recall) ของผลการทำนาย โดยเทคนิคที่มีค่าเฉลี่ยความระลึกมากที่สุดจากการสังเคราะห์โมเดลครั้งที่ 1 ได้แก่ Gradient Boosted Trees (53.33%) Random Forest (53.21%) Decision Tree (46.79%) Deep Learning (22.86%) และ Naïve Bays (18.33%) ตามลำดับและเทคนิคที่มีค่าเฉลี่ยความระลึกมากที่สุดจากการสังเคราะห์โมเดลครั้งที่ 2 ได้แก่ Gradient Boosted Trees (64.50%) Random Forest (63.19%) Decision Tree (60.21%) Deep Learning (34.75%) และ Naïve Bays (33.39%) ตามลำดับ

4. ค่าเฉลี่ยของค่าความเที่ยงและค่าความระลึก (F-Measure) ของผลการทำนาย โดยเทคนิคที่มีค่าเฉลี่ยของค่าความเที่ยงและค่าความระลึกมากที่สุดจากการสังเคราะห์โมเดลครั้งที่ 1 ได้แก่ Random Forest (49.97%) Gradient Boosted Trees (49.10%) Decision Tree (43.92%) Deep Learning (15.08%) และ Naïve Bays (12.25%) ตามลำดับและเทคนิคที่มีค่าเฉลี่ยของค่าความเที่ยงและค่าความระลึกมากที่สุดจากการสังเคราะห์โมเดลครั้งที่ 2 ได้แก่ Gradient Boosted Trees (66.82%) Random Forest (64.91%) Decision Tree (60.67%) Deep Learning (34.35%) และ Naïve Bays (31.34%) ตามลำดับ

วิเคราะห์ผลการแนะนำงานของโมเดลที่สังเคราะห์จากข้อมูลนักศึกษาคณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่จบการศึกษา โดยโมเดลแนะนำงานได้ทำนายผลจากข้อมูลนักศึกษาในกลุ่มงาน Database Administrator มากที่สุด 460 ราย กลุ่มงาน Software/Application Developer จำนวน 223 ราย กลุ่มงาน Information Security Specialist จำนวน 97 ราย กลุ่มงาน Computer Network Specialists

จำนวน 78 ราย กลุ่มงาน Web Developer จำนวน 76 ราย กลุ่มงาน Computer Support Specialist จำนวน 36 ราย และกลุ่มงาน Information Technology Analysts จำนวน 25 ราย ผลการทำนายโดยส่วนใหญ่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 40 เปอร์เซนต์ จำนวน 634 ผลลัพธ์ และ 60 เปอร์เซนต์ จำนวน 234 ผลลัพธ์ โดยกลุ่มงานประเภท Information Technology Analysts และ Software/Application Developer มีผลลัพธ์ค่าความเชื่อมั่นส่วนใหญ่มากกว่า 60 เปอร์เซนต์

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากการทำวิทยานิพนธ์เพื่อการศึกษา เรื่อง การพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest)

5.2.1 จากการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนารูปแบบการแนะนำงานสำหรับองค์กรและผู้สมัครตามทักษะการเรียนรู้ด้วยเทคนิคป่าแบบสุ่ม (Random Forest) เนื่องจากรูปแบบความต้องการในการเรียนรู้เชิงประสบการณ์และวิธีการสอนโดยแบ่งผู้เรียนออกเป็น 4 แบบหรือ 4MAT ที่ถูกพัฒนาขึ้น ได้แสดงถึงรูปแบบที่บุคคลมีความถนัดในการหาความรู้ใหม่ๆ ในแบบต่างๆ เช่นเดียวกับในแต่ละอาชีพงานที่มีรูปแบบศึกษาที่มุ่งเน้นการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน แม้ว่า เจ้าของธุรกิจในยุคดิจิทัล ให้ความสำคัญกับการว่าจ้างผู้มีความสามารถโดยพิจารณาจากประสบการณ์การทำงาน (Work Experience) เพียงแต่รูปแบบการเรียนรู้ก็เป็นส่วนหนึ่งในการสร้างประสบการณ์ในแต่ละอาชีพงานได้อย่างรวดเร็วเช่นกัน

5.2.2 การสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงาน คำแนะนำ (Recommend) เป็นขั้นตอนการกรองข้อมูลด้วยวิธีการเฉพาะตัว ซึ่งนักวิจัยจะให้ความสนใจกับรายละเอียดผู้สมัครงานและเทคนิคการแนะนำสำหรับการพัฒนาระบบแนะนำโดยมีข้อดี ข้อเสียและมีเทคนิคการแนะนำที่แตกต่างกัน โดยในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยเพียงนำเสนอเทคนิคการสร้างโมเดลทางคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแนะนำเพื่อแก้ปัญหาข้อจำกัดต่างๆ ไม่มากนักน้อยและเพื่อสร้างความหลากหลายทางด้านวิธีการแนะนำที่มีประสิทธิภาพ

5.2.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพการการสังเคราะห์รูปแบบการแนะนำงานจากผลคะแนนทางการศึกษาและรูปแบบการเรียนรู้ พบว่า 1. Gradient Boosted Trees มีค่าความแม่นยำมากที่สุดแต่ไม่เหมาะในการเขียนเงื่อนไขในระบบแนะนำงาน เนื่องจาก เมื่อทำการเปรียบเทียบจำนวนโมเดลและจำนวนเงื่อนไขจากการตั้งค่าพารามิเตอร์จำนวนต้นไม้เท่ากับ 5 มีจำนวนโมเดลมากกว่า 30 โมเดล โดยนับตามจำนวนตัวแปรทำนายและจำนวนเงื่อนไขมากกว่า 2,722 (51.43%) ส่วน Random Forest จะมีความแม่นยำเพิ่มขึ้นจากจำนวนข้อมูล และจำนวนต้นไม้ เมื่อมีการตั้งค่าพารามิเตอร์แบบ Information gain แต่การสร้างเงื่อนไขจะเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย ยกเว้นเพียงแต่กำหนดจำนวนต้นไม้ที่เหมาะสมกับความยากในการเขียนเงื่อนไขลงในระบบปฏิบัติการและ 2. เทคนิค Naïve Bays และเทคนิค Deep Learning ไม่เหมาะกับการนำมาใช้ทำนายในงานวิจัยครั้งนี้ เนื่องจาก

มีค่าความแม่นยำน้อยมาก เมื่อมีฐานข้อมูลเป็นตัวเลखที่มีความแปรปรวนต่ำและระยะความกว้างของข้อมูลน้อย

5.2.4 การวิเคราะห์ผลของนักศึกษาจากการแนะนำงานของโมเดลป่าแบบสุ่ม (Random Forest) และรูปแบบการเรียนรู้ สามารถนำมาซึ่งการพัฒนาการเรียนการสอนเพื่อปรับเหมาะต่อความถนัดและประเภทอาชีพที่สอดคล้องได้

5.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำงานวิจัย

5.3.1 ปริมาณข้อมูลของผู้มีงานทำที่มีจำนวนน้อย ซึ่งเมื่อปริมาณข้อมูลน้อยแต่อาชีพงานเยอะ ประสิทธิภาพของโมเดลจะน้อยตาม โดยในงานวิจัยจึงใช้วิธีการทำนายกลุ่มงานเพื่อให้เหมาะสมในการสร้างโมเดล

5.3.2 การเพิ่มประสิทธิภาพของโมเดลด้วยการเพิ่มข้อมูล แต่เดิมจะใช้การแบ่งกลุ่มนักศึกษาจากความต้องการของผู้สรรหาพนักงานด้วยค่าความสอดคล้องกลุ่มงานกับรูปแบบการเรียนรู้ 4MAT พบว่า จำนวนของข้อมูลที่เพิ่มเป็นข้อมูลซ้ำกันและไม่มีความหลากหลายของค่าเฉลี่ยรูปแบบการเรียนรู้ ทำให้ประสิทธิภาพของโมเดลน้อยลงมากแม้จะมีข้อมูลเพิ่มขึ้น

5.4 ข้อเสนอแนะงานวิจัย

5.4.1 ชุดข้อมูลในการสร้างโมเดลตั้งต้นและทำนายเพื่อสังเคราะห์โมเดลในครั้งที่ 2 นำมาจากสถาบันการศึกษาเพียง 2 แห่งและมีขอบเขตของอาชีพด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเท่านั้น ดังนั้นความหลากหลายของกลุ่มงาน ตำแหน่งงานและความสอดคล้องรายวิชาต่อรูปแบบการเรียนรู้ อาจไม่สามารถนำไปใช้ในวงกว้างได้

5.4.2 กลุ่มงานที่ใช้ในงานวิจัย นำมาจากแหล่งอ้างอิงโดยเมื่อเทียบกับตำแหน่งงานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศแล้ว มีความหลากหลายอย่างมากและยากต่อการสร้างโมเดลแนะนำที่มีความแม่นยำ จึงแนะนำในการค้นหาเทคนิควิธีการอื่นมาประกอบการแนะนำในส่วนตำแหน่งงานเพิ่มเติม

5.4.3 ควรมีการทดสอบประสิทธิภาพ โดยการนำไปใช้จริงในเชิงพาณิชย์ เพื่อให้การเพิ่มจำนวนของฐานข้อมูลหรือผู้สมัครงานที่ได้รับการตอบรับ แสดงออกถึงความสนใจจากผู้สรรหาพนักงานจากรูปแบบการเรียนรู้ในแต่ละด้านอย่างมีนัยยะสำคัญ

5.4.4 ในงานวิจัย เป็นเพียงการแนะนำกลุ่มงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศเท่านั้น ซึ่งขาดความหลากหลายทางอาชีพในแต่ละกลุ่มงานที่ครอบคลุมรองรับผู้สมัครงานที่หลากหลาย โดยในงานต่อไป จึงแนะนำในการเพิ่มเติมการแนะนำงานในตำแหน่งงานหรือกลุ่มงานที่หลากหลายมากขึ้นเพื่อการนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.4.5 ในกระบวนการรับพนักงานเข้าทำงานจะมีกระบวนการ เช่น พิจารณาจากเรซูเม่ (Resume) ประกอบกับทรานสคริป (Transcript) ในลำดับต้น หลังจากนั้น จึงคัดกรองเพื่อนำเรียกเข้าสัมภาษณ์ โดยในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการคัดกรองก่อนการสัมภาษณ์ซึ่งเมื่อนำโมเดลไปประยุกต์ใช้งานจริงแล้ว ควรมีการเพิ่มส่วนอื่นๆ เพื่อใช้ในการพิจารณาผู้สมัครงานเข้าทำงานที่ตรงกับความต้องการขององค์กรมากที่สุด



บรรณานุกรม

TNI

บรรณานุกรม

- [1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, “ภาวะการทำงานของประชากร 2562,” [Online]. Available: <http://www.nso.go.th/sites/2014/DocLib13/ด้านสังคม/สาขาแรงงาน/ภาวะการทำงานของประชากร/ภาวะการทำงานของประชากร62> [Accessed: 28 ตุลาคม 2562].
- [2] ณัฐวุฒิ พงศ์สิริ, “ทิศทาง HR การบริหารงานปี 2559,” *HR Society Magazine*, ปีที่ 14, ฉบับที่ 162, หน้า 8-11, มิถุนายน 2559.
- [3] K. F. Geisinger et al. “APA handbook of testing and assessment in psychology, Vol. 2: Test theory and testing and assessment in industrial and organizational psychology,” *American Psychological Association*, vol.2, no. 1, pp. 9-15, January 2013.
- [4] J. M. Berg et al., “When callings are calling: crafting work and leisure in pursuit of unanswered occupational callings,” *Organization Science*, vol. 21, no. 5, pp. 973–994, October 2010.
- [5] P. Melville and V. Sindhvani, “Recommender systems,” *Encyclopedia of Machine Learning*, vol.1, no. 00338, pp. 829-838, April 2010.
- [6] M. Fellmann et al., “Business processes modeling recommender systems: user expectations and empirical evidence,” *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*, CSIMQ2018, vol. 14, no. 1, pp. 64-79, April 2018.
- [7] P. Fisk, “Education 4.0 the Future of Learning will be Dramatically Different, in *School and Throughout Life*,” [Online]. Available: <http://www.thegeniusworks.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together/> [Accessed: July 28, 2018].
- [8] B. McCarthy, “Using the 4MAT system to bring learning styles to schools,” *Educational Leadership*, vol.48, no.2, pp. 31-37, October 1990.
- [9] C. Caldwell et al. “Selecting for flair factors: improving the selection process,” *Business and Management Research*, vol.7, no.1, pp. 1-10, January 2018.
- [10] L. Mooney, “What Factors Would You Consider Most Important in Recruiting Employees,” [Online]. Available: <https://smallbusiness.chron.com/factors-would-consider-important-recruiting-employees-45486.html> [Accessed: July 29, 2018].

- [11] JobsDB, “5 ปัจจัยที่มีผลในการเลือกเปลี่ยนงานใหม่,” [Online]. Available: <https://th.jobsdb.com/th-th/articles/ปัจจัยในการเปลี่ยนงาน>, [Accessed: 27 ธันวาคม 2562].
- [12] Admin, “เจาะ 5 ปัจจัยในการเลือกองค์กรทำงานของ Gen Y และ Gen Z,” [Online]. Available: <https://www.brandbuffet.in.th/2018/07/genz-geny-job-apply> [Accessed: 27 ธันวาคม 2562].
- [13] D. A. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*, New Jersey: FT press, 2014.
- [14] B. McCarthy et al., *Teaching around the 4MAT® Cycle: Designing Instruction for Diverse Learners with Diverse Learning Styles*, Toronto: Corwin Press, 2006.
- [15] Micheal, “4MAT Overview,” [Online]. Available: <https://aboutlearning.com/about-us/4mat-overview/> [Accessed: September 29, 2018].
- [16] A. Paraskevas and M. Sigala, “4MAT-ting teaching for multiple learning styles,” *The 12th Council for Hospitality Management Education Annual Research Conference*, CHME 2003, Sheffield, South Yorkshire, England, April 23-24, 2003, pp. 1-14.
- [17] W. Chen et al., “Hybrid deep collaborative filtering for job recommendation,” *2017 2nd IEEE International Conference on Computational Intelligence and Applications*, ICCIA 2017, Beijing, China, September 8-11, 2017, pp. 275-280.
- [18] K. C. Kara et al., “Design and implemenatation of a job recommender system,” *2017 International Conference on Computer Science and Engineering*, UBMK 2017, Antalya, Turkey, November 2, 2017, pp. 729-733.
- [19] Z. Siting et al., “Advancement of personalized recommender systems,” *2012 7th International Conference on Computer Science & Education*, ICCSE 2012, Melbourne, VIC, Australia, July 14-17, 2012, pp. 920-924.
- [20] M. Fatourechi, “*The Evolving Landscape of Recommendation Systems*,” [Online]. Available: <https://techcrunch.com/2015/09/28/the-evolving-landscape-of-recommendation-systems/> [Accessed: August 3, 2018].
- [21] L. Pizzato et al., “Reciprocal recommender system for online dating,” *Proceedings of the fourth ACM conference on Recommender systems*, ACM RecSys 2010, Barcelona, Spain, September 21, 2010, pp. 353-354.

- [22] นลินี โสภัสสธิต, *การใช้ระบบแนะนำสนับสนุนการตัดสินใจ*, (รายงานการวิจัย), มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา, กรุงเทพฯ, 2555.
- [23] June, “Decision Tree in Stock Market,” [Online]. Available: <https://algoaddict.com/blog/89258/dtree-stock/> [Accessed: June 8, 2018].
- [24] A. Ahmad and L. Dey, “A k-mean clustering algorithm for mixed numeric and categorical data,” *Data & Knowledge Engineering*, vol. 63, Issue. 2, pp. 503-527, November 2007.
- [25] Data Mining Trend, “การสร้างโมเดล Ensemble แบบต่าง ๆ,” [Online]. Available: <http://dataminingtrend.com/2014/data-mining-techniques/ensemble-model/> [Accessed: 3 ตุลาคม 2561].
- [26] A. Chakure, “Random Forest Classification,” [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/random-forest-classification-and-its-implementation-d5d840d-bead0> [Accessed: July 11, 2018].
- [27] L. Breiman, “Random forests,” *Machine Learning*, vol. 45, no 1, pp. 5-32, January 2001.
- [28] Z. Siting et al., “Job recommender systems: a survey,” *2012 7th International Conference on Computer Science & Education, ICCSE 2012*, Melbourne, Australia, July 14-17, 2012, pp. 920-924.
- [29] P. Tripathi et al., “Review of job recommender system using big data analytics,” *2016 3rd International Conference on Computing for Sustainable Global Development, INDIACom 2016*, New Delhi, India, March 16-18, 2016, pp. 3,773-3,777.
- [30] M. L. Tran et al., “A comparison study for job recommendation,” *2017 International Conference on Information and Communications, ICIC 2017*, Hanoi, Vietnam, June 26-28, 2017, pp. 199-204.
- [31] A. Maurya and R. Telang, “Bayesian multi-view models for member-job matching and personalized skill recommendations,” *2017 IEEE International Conference on Big Data, IEEE Big Data 2017*, Boston, MA, USA, December 11-14, 2017, pp. 1,193-1,202.

- [32] J. Martinez et al., "Recommendation of job offers using random forests and support vector machines," *Proceedings of the Workshops of the EDBT/ICDT 2018 Joint Conference*, EDBT/ICDT 2018, Vienna, Austria, March 26, 2018, pp. 1-6.
- [33] สห จิตติถามวัด และคณะ, "การค้นหารูปแบบการเรียนรู้ตามทฤษฎี 4MAT เพื่อพัฒนาการศึกษา ยุค 4.0 ด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลแบบจัดกลุ่ม," *การประชุมวิชาการระดับประเทศด้าน เทคโนโลยีสารสนเทศ ครั้งที่ 9*, NCIT2017, กรุงเทพฯ, 1-2 พฤศจิกายน 2560, หน้า 63-68.
- [34] A. Doyle, "IT Jobs: Career Options, Job Titles, and Descriptions," [Online]. Available: <https://www.thebalancecareers.com/list-of-information-technology-it-job-titles-2061498> [Accessed: November 1, 2018].

