



การวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมกรอหนังสือในห้องสมุด

วิทยานิพนธ์

ของ

วงศ์นรินทร์ สุขวิชัย

พหุ ภัณฑิโต ชิเว

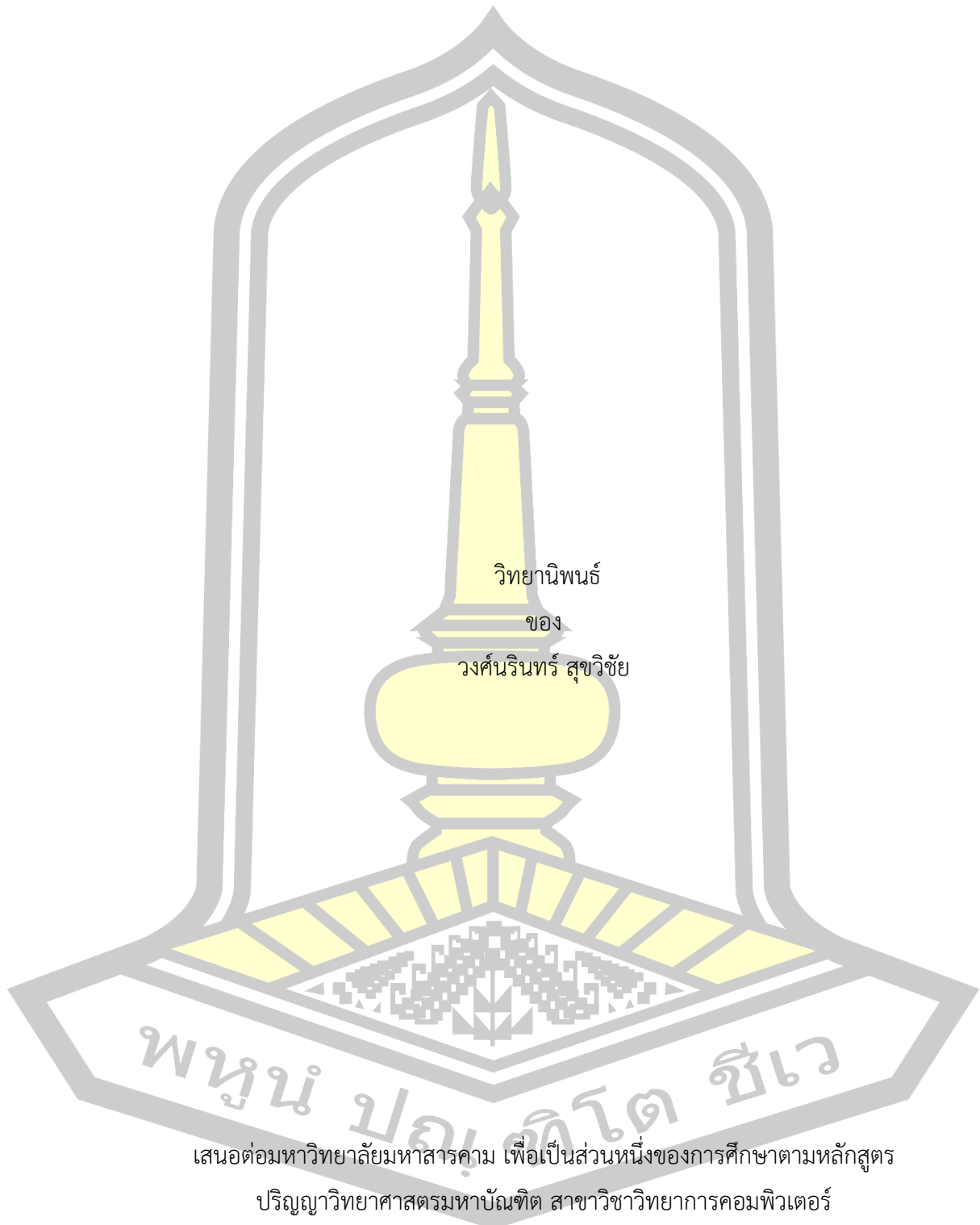
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

สิงหาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมกรรมการยืมหนังสือในห้องสมุด



วิทยานิพนธ์  
ของ  
วงศ์นรินทร์ สุขวิชัย

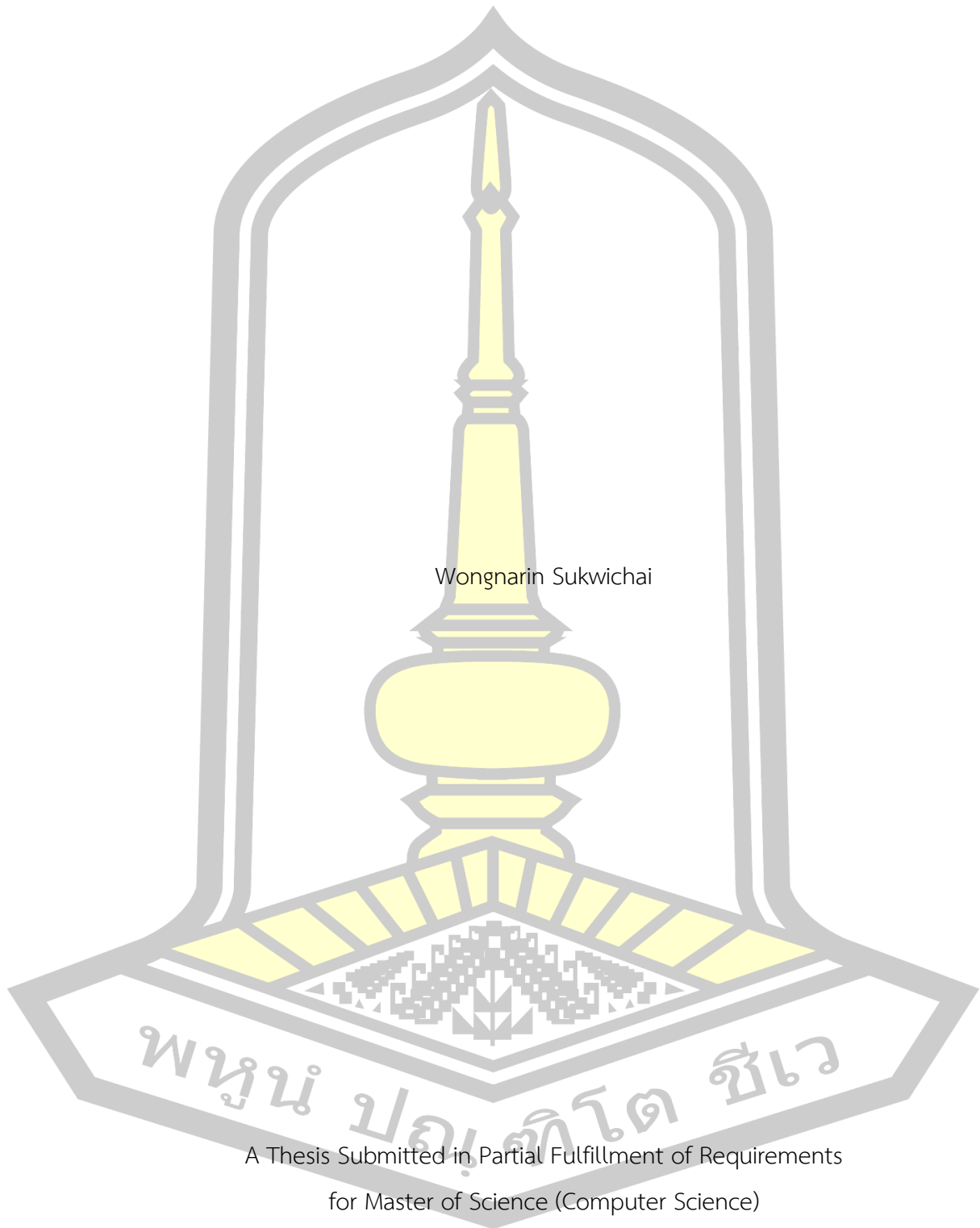
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์

สิงหาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Analysis of book borrowing behavior patterns in the library



Wongnarin Sukwichai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements  
for Master of Science (Computer Science)

August 2021

Copyright of Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนายวงศ์นรินทร์ สุขวิชัย  
แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ประธานกรรมการ

(รศ. ดร. สิทธิชัย บุขหมั่น )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผศ. ดร. มนัสวี แก่นอำพรพันธ์ )

กรรมการ

(ผศ. ดร. จันทิมา พลพินิจ )

กรรมการ

(ผศ. ดร. พนิดา ทรงรัมย์ )

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

(ผศ. ศศิธร แก้วมั่น )

คณบดีคณะวิทยาการสารสนเทศ

(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง	การวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการยืมหนังสือในห้องสมุด		
ผู้วิจัย	วงศันรินทร์ สุขวิชัย		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนัสวี แก่นอำพรพันธ์		
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต	สาขาวิชา	วิทยาการคอมพิวเตอร์
มหาวิทยาลัย	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	ปีที่พิมพ์	2564

### บทคัดย่อ

การวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการยืมหนังสือในห้องสมุด เป็นการศึกษาพฤติกรรมและรูปแบบความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูล เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่สามารถนำมาปรับปรุงการให้บริการให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลและการสืบค้นรูปแบบลำดับมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลประวัติการยืมหนังสือของนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 1,044 คน พบว่าเทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับด้วย RuleGrowth สามารถทำงานได้ดีกับชุดข้อมูลห้องสมุด และจากผลการทดลองพบว่าที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.1 และ 0.2 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.5 และ 0.6 ได้ค่าระลอกมากที่สุดที่ 95.7 % โดยค้นพบกฎความสัมพันธ์เชิงลำดับจำนวน 12 กฎ จากกฎที่ได้พบว่าหนังสือหมวดย่อยที่ถูกยืมมากที่สุด คือ (400), (420) และ (490) ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุม ภาษาศาสตร์ ปณานุกรม ไวยากรณ์ และข้อสอบภาษาอังกฤษ ห้องสมุดควรแนะนำหนังสือและวางแผนจัดซื้อหนังสือในหมวดย่อยดังกล่าวให้เพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้บริการ

คำสำคัญ : การทำเหมืองข้อมูล, การสืบค้นรูปแบบลำดับ

พจนัน ปณฺ ทิโต ชีเว

**TITLE** Analysis of book borrowing behavior patterns in the library  
**AUTHOR** Wongnarin Sukwichai  
**ADVISORS** Assistant Professor Manasawee Kaenampornpan , Ph.D.  
**DEGREE** Master of Science **MAJOR** Computer Science  
**UNIVERSITY** Mahasarakham **YEAR** 2021  
University

### ABSTRACT

Analysis of book borrowing behavior patterns in the library is the study of behavior and relationship patterns hidden in the dataset. In order to obtain the results that can be used to improve the service to be more efficient, the data mining and sequential searching techniques are applied to the history of borrowing books of the Faculty of Education students at Mahasarakham University, a total of 1,044 students. From the research, it was found that the sequential query technique with RuleGrowth works well with library datasets. After the experiment, we found that the values of Minimum Support at 0.1 and 0.2 and the Minimum Confidence value at 0.5 and 0.6 gave the best recall value of 95.7 % and the total of twelve rules of sequential relation were discovered. The rules found that the most borrowed subsections were (400), (420) and (490). These subsections are covering international languages, England dictionaries, grammar and language tests respectively. The relationship rules can be used to analyze and plan for purchasing or recommending books to students in the future.

Keyword : Data mining, Sequential Pattern Mining

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยการให้ความช่วยเหลือแนะนำของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มนัสวี แก่นอำพรพันธ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำข้อคิดเห็น ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สิทธิชัย บุขหมั่น ที่กรุณาให้เกียรติเป็นประธาน โดยมี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนิดา ทรงรัมย์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จันทิมา พลพินิจ เป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และขอขอบคุณบุคลากรของสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้คำปรึกษา และอนุเคราะห์ข้อมูล รวมถึงเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ทุกท่านที่ให้ความสะดวกด้านอำนวยความสะดวกและประสานงาน ในการทำวิทยานิพนธ์ให้ผู้วิจัยตลอดมา

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอให้เป็นกตเวทิตาแต่บิดา มารดา ครอบครัวของผู้วิจัย ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้วิจัยจนสามารถให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

วงศันรินทร์ สุขวิชัย



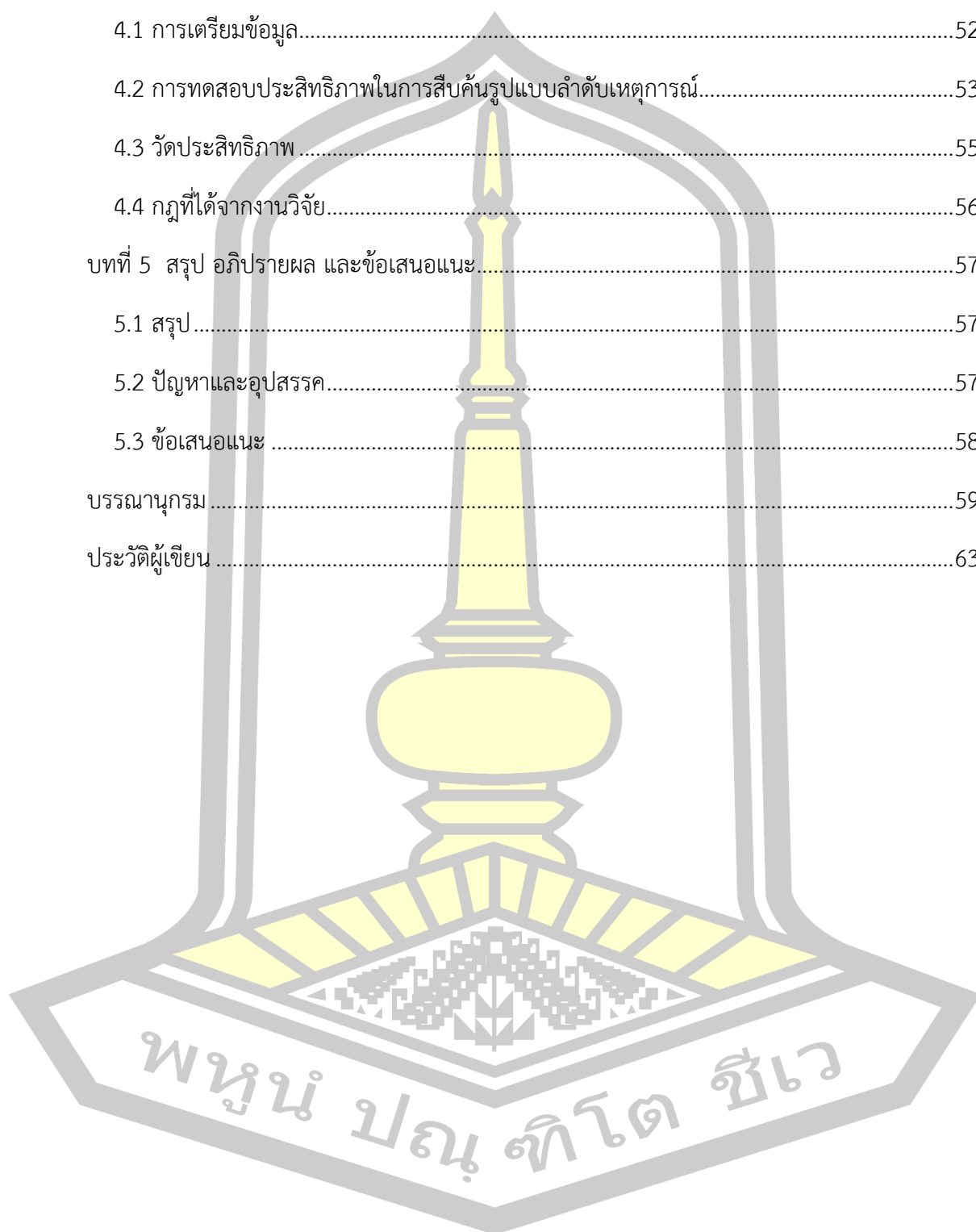
## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ความสำคัญของการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 สภาพการใช้หนังสือของผู้ใช้บริการ สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.....	4
2.2 การจัดเก็บหนังสือของสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยใช้ระบบทศนิยมของดิวอี้ (Dewey Decimal Classification).....	11
2.2.1 การบันทึกข้อมูลทรัพยากรสารสนเทศและประวัติการยืมหนังสือโดยใช้ระบบห้องสมุดอัตโนมัติของสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัย.....	14
2.2.2 การบันทึกข้อมูลผู้ใช้บริการ.....	16
2.2.3 การบันทึกข้อมูลการยืมหนังสือ.....	18
2.3 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining).....	19
2.3.1 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล.....	20



2.3.2 ประโยชน์ของการทำเหมืองข้อมูล มีดังนี้ .....	21
2.4 การทำเหมืองข้อมูลห้องสมุด (Bibliomining) .....	22
2.4.1 การนำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลห้องสมุด .....	22
2.4.2 การนำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับงานด้านห้องสมุด .....	23
2.5 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ (Sequential Pattern Mining).....	25
2.5.1 GSP (Generalized Sequential Pattern).....	25
2.5.2 PrefixSpan .....	27
2.6 กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ (Sequential Rules).....	29
2.6.1 CMRules .....	29
2.6.2 RuleGrowth.....	30
2.7 การวัดประสิทธิภาพ.....	31
2.7.1 การแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบ.....	31
2.7.2 การวัดประสิทธิภาพ.....	32
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	32
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	40
3.1 การเก็บข้อมูลและการคัดเลือกข้อมูล (Data Collection & Data Selection).....	41
3.1.1 การเก็บข้อมูล (Data Collection).....	41
3.1.2 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) มีการคัดเลือกข้อมูลดังนี้ .....	42
3.2 การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing).....	43
3.2.1 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning).....	43
3.2.2 การผสานข้อมูล (Data Integration).....	44
3.2.3 การแปลงข้อมูล (Data Transformation).....	45
3.3 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ (Sequence Pattern Mining).....	45
3.4 กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ (Sequential Rules).....	51

บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย .....	52
4.1 การเตรียมข้อมูล.....	52
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์.....	53
4.3 วัดประสิทธิภาพ.....	55
4.4 กฎที่ได้จากงานวิจัย.....	56
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	57
5.1 สรุป.....	57
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	57
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	58
บรรณานุกรม.....	59
ประวัติผู้เขียน.....	63



## สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 จำนวนและร้อยละของหนังสือจำแนกตามประเภทของหนังสือ .....	5
ตารางที่ 2.2 จำนวนร้อยละของหนังสือที่ถูกยืม อัตรากายืม และหนังสือที่ไม่ถูกยืมจำแนกตามหมวด 000 – 900 และภาษา.....	6
ตารางที่ 2.3 จำนวนและร้อยละของหนังสือแนะนำสั่งซื้อที่ถูกยืม อัตรากายืม และหนังสือที่ไม่ถูกยืม ตามคณะ/หน่วยงาน และภาษา.....	8
ตารางที่ 2.4 หมวดหมู่หนังสือ .....	11
ตารางที่ 2.5 หมวดย่อยหนังสือ .....	12
ตารางที่ 2.6 ประเภทของทรัพยากรสารสนเทศ.....	15
ตารางที่ 2.7 การเก็บข้อมูลคณะ/หน่วยงาน.....	17
ตารางที่ 2.8 การเก็บข้อมูลประเภทผู้ใช้บริการ.....	18
ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างข้อมูลลำดับเหตุการณ์.....	27
ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างการค้นหาความถี่.....	27
ตารางที่ 2.11 การแบ่งข้อมูลแบบ 5-fold cross validation .....	31
ตารางที่ 2.12 ตารางประเมินผลการทำงาน (Confusion Matrix) .....	32
ตารางที่ 2.13 ตารางสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	37
ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการ.....	42
ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลประเภทหนังสือ.....	43
ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการคัดแยกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์.....	44
ตารางที่ 3.4 การลดรูปข้อมูลหนังสือด้วยบาร์โค้ดหนังสือ (Barcode).....	44
ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างรูปแบบลำดับเหตุการณ์.....	45
ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างข้อมูลของนิสิตสาขาวิชาภาษาอังกฤษ.....	46
ตารางที่ 3.7 การค้นหาความถี่ของรายการหนังสือทั้งหมด.....	46
ตารางที่ 3.8 การสร้าง Candidate ลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2.....	47

ตารางที่ 3.9 การสร้าง Candidate ลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 3.....47

ตารางที่ 3.10 ผลการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ทั้งหมดด้วย CMRules.....48

ตารางที่ 3.11 การค้นหาความถี่ของรายการหนังสือ.....48

ตารางที่ 3.12 การแบ่งพื้นที่สืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2.....49

ตารางที่ 3.13 การค้นหาความถี่ของรายการหนังสือลำดับที่ 2.....49

ตารางที่ 3.14 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2 (length-2 Sequence patterns).....49

ตารางที่ 3.15 การค้นหาความถี่ของรายการหนังสือลำดับที่ 3.....50

ตารางที่ 3.16 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 3 (length-3 Sequence patterns).....50

ตารางที่ 3.17 ผลการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ของหมวดย่อยหนังสือ (400)..... 50

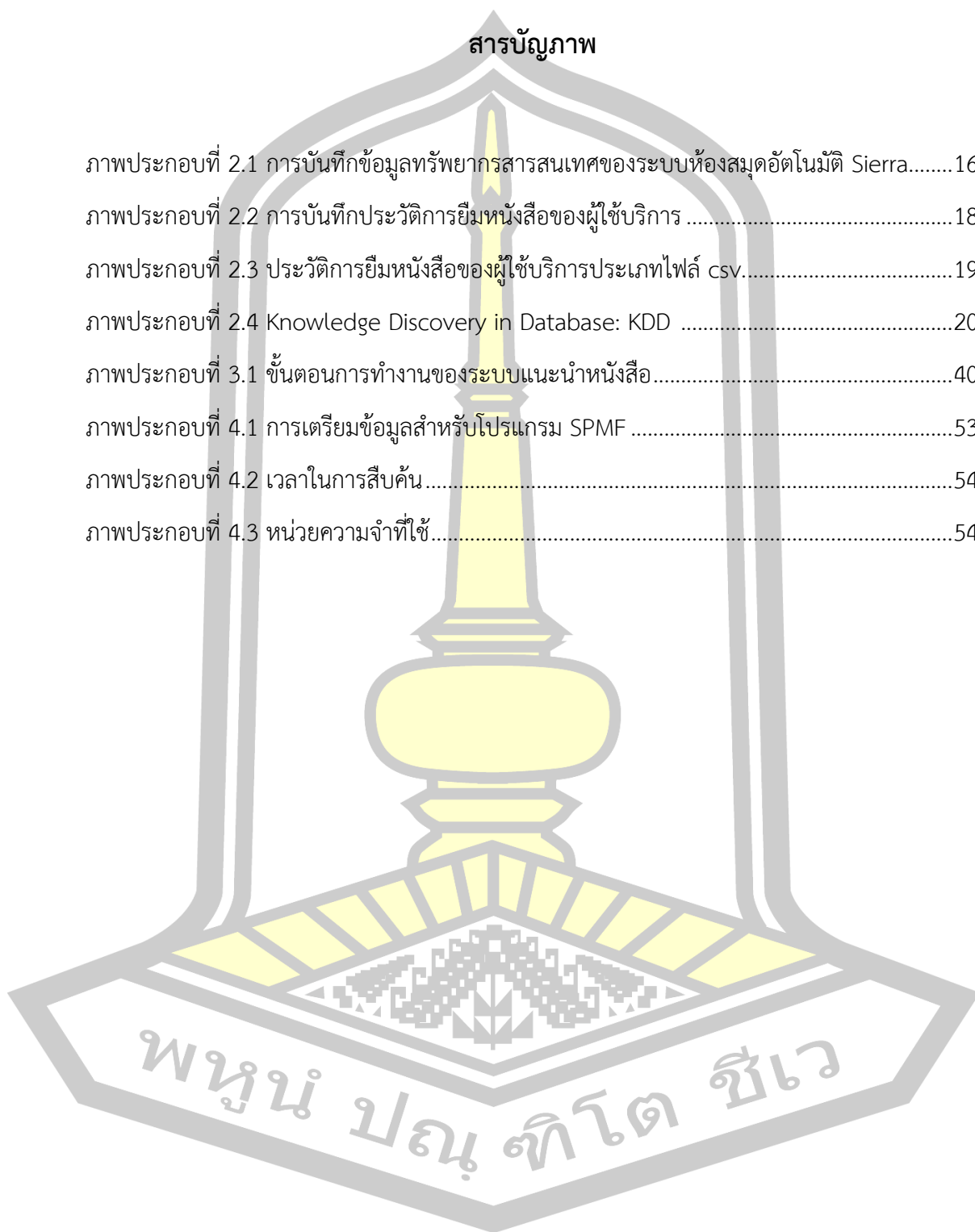
ตารางที่ 3.18 ผลการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ทั้งหมดด้วย RuleGrowth.....51

ตารางที่ 3.19 กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ.....52



สารบัญภาพ

ภาพประกอบที่ 2.1 การบันทึกข้อมูลทรัพยากรสารสนเทศของระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Sierra.....	16
ภาพประกอบที่ 2.2 การบันทึกประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการ .....	18
ภาพประกอบที่ 2.3 ประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการประเภทไฟล์ csv.....	19
ภาพประกอบที่ 2.4 Knowledge Discovery in Database: KDD .....	20
ภาพประกอบที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบแนะนำหนังสือ.....	40
ภาพประกอบที่ 4.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับโปรแกรม SPMF .....	53
ภาพประกอบที่ 4.2 เวลาในการสืบค้น.....	54
ภาพประกอบที่ 4.3 หน่วยความจำที่ใช้.....	54



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันการกำหนดทิศทางและกลยุทธ์เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการเป็นสิ่งสำคัญ ความพึงพอใจของผู้ใช้ถือเป็นปัจจัยสำคัญที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพในการให้บริการ ห้องสมุดซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรสารสนเทศและองค์ความรู้หลักที่สำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้จึงต้องมีการเตรียมความพร้อมและปรับตัวเพื่อให้อสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งต้องจัดซื้อทรัพยากรสารสนเทศเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดปัญหาการค้นสารสนเทศที่ไม่ตรงกับความต้องการและใช้เวลามากในการค้นหา [1] ดังนั้นห้องสมุดจึงจำเป็นต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบในการให้บริการ โดยคำนึงถึงความแตกต่างและความต้องการของผู้ใช้บริการ เพื่อนำมาออกแบบบริการให้สามารถสนองความต้องการของผู้ใช้บริการมากที่สุด

สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เป็นหน่วยงานสนับสนุนการเรียนการสอน โดยการจัดรวบรวมหนังสือและสื่อความรู้อื่น ๆ ในหมวดวิชาต่าง ๆ ตามหลักสูตร ช่วยเหลือในการค้นคว้าวิจัยของอาจารย์ บุคลากร นิสิต และนักเรียนโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยได้รับการจัดสรรงบประมาณจากมหาวิทยาลัยเพื่อใช้ในการจัดซื้อหนังสือตามสาขาวิชา และดำเนินงานของห้องสมุดตามความจำเป็นและความเหมาะสม [2] จากข้อมูลสถิติการยืมหนังสือจากปี 2555 จนถึงปัจจุบัน พบว่าสถิติการยืมหนังสือลดลงทุกปี ซึ่งปริมาณการใช้หนังสือยังสามารถสะท้อนการใช้งบประมาณในการจัดหาว่ามีความสอดคล้องกับผู้ใช้บริการมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้ผลการสำรวจความพึงพอใจต่อการใช้บริการของสำนักวิทยบริการในปี 2560 ที่ผ่านมา พบว่าผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจ ด้านหนังสือมีจำนวนน้อยที่สุด (3.89) เมื่อเปรียบเทียบกับความพึงพอใจด้านอื่น ๆ [3] และจากผลการวิเคราะห์ การจัดซื้อและการใช้หนังสือ พบว่าสำนักวิทยบริการได้จัดซื้อหนังสือใหม่เข้ามาให้บริการ มากถึงปีละมากกว่า 3,000 ชื่อเรื่อง ครอบคลุมทุกหลักสูตร ทุกสาขาวิชา ถึงกระนั้นข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการสำรวจความพึงพอใจตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 จนถึงปัจจุบัน พบว่าผู้ใช้บริการยังคงระบุว่าอยากให้ห้องสมุดจัดซื้อหนังสือใหม่เข้ามาให้บริการมากกว่านี้ [4]

ปัจจุบันห้องสมุดในสถาบันการศึกษาได้นำระบบห้องสมุดอัตโนมัติเข้ามาช่วยบริหารจัดการห้องสมุดในด้านต่างๆ เช่น การยืมและคืนหนังสือ การค้นหาทรัพยากรสารสนเทศ ผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลในแต่ละวันไว้เป็นจำนวนมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความ

สนใจที่จะนำประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการมาศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการยืมหนังสือ โดยการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลห้องสมุด เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ซ่อนอยู่และนำผลลัพธ์ที่ได้มาออกแบบการให้บริการ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการของห้องสมุด

## 1.2 จุดประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการยืมหนังสือในห้องสมุด จากข้อมูลประวัติการยืมหนังสือที่ถูกบันทึกจากระบบห้องสมุดอัตโนมัติ มาประยุกต์ใช้กับเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลและการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์เพื่อค้นหาความสัมพันธ์เชิงลำดับและทำนายหนังสือที่มีแนวโน้มว่านิสิตจะยืมเป็นลำดับต่อไป

## 1.3 ความสำคัญของการวิจัย

ด้วยงบประมาณที่มีอยู่อย่างจำกัดของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามและแนวโน้มพฤติกรรมการใช้หนังสือของผู้ใช้บริการลดลง การแนะนำหนังสือที่เหมาะสมกับผู้บริการจะช่วยให้ผู้ใช้บริการลดขั้นตอนในการสืบค้นหนังสือที่ต้องการ และยังเป็น การช่วยส่งเสริมการใช้หนังสือ เมื่อหนังสือถูกใช้งานมากเท่าไรก็จะทำให้เกิดความคุ้มค่าต่อการจัดซื้อหนังสือมาไว้ให้บริการมากขึ้นเท่านั้น และนอกจากนี้ผลจากการวิจัยยังสามารถนำไปประกอบการตัดสินใจในการจัดซื้อหนังสือที่สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้บริการ

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 คัดเลือกข้อมูลประวัติการยืมหนังสือจากระบบห้องสมุดอัตโนมัติ คณะศึกษาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำนวน 1,044 คน

1.4.2 เตรียมข้อมูลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล โดยข้อมูลประกอบไปด้วยคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องคือ รหัสนิสิต วันที่ยืม รหัสหมวดยอยหนังสือ

1.4.3 สืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ด้วยเทคนิค CMRules และ RuleGrowth

1.4.4 วัดประสิทธิภาพการค้นคืนกฎด้วยค่าระลึก (Recall) และนำเสนอกฎ

## 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ระบบทศนิยมของดิวอี่ หมายถึง การจัดหมวดหมู่หนังสือโดยใช้ตัวเลขสามหลักเป็นสัญลักษณ์แทนเนื้อหาของหนังสือ

1.5.2 การทำเหมืองข้อมูล หมายถึง กระบวนการขุดค้นและวิเคราะห์ข้อมูลในฐานข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ แนวโน้ม หรือความสัมพันธ์ของข้อมูล

1.5.3 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ หมายถึง การหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลโดยสนใจลำดับการเกิดของข้อมูล เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างทรานแซคชันที่มีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง





## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมและเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ประกอบการจัดทำวิจัยโดยนำเสนอ ดังนี้

- 2.1 สภาพการใช้หนังสือของผู้ใช้บริการ สำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 2.2 การจัดเก็บหนังสือของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- 2.3 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)
- 2.4 การทำเหมืองข้อมูลห้องสมุด (Bibliomining)
- 2.5 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ (Sequential Pattern Mining)
- 2.6 กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ (Sequential Rules)
- 2.7 การประเมินผลและการวัดประสิทธิภาพ
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 สภาพการใช้หนังสือของผู้ใช้บริการ สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

สำนักวิทยบริการสำนักวิทยบริการ [4] มีภารกิจหลักในการสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน และการวิจัย มุ่งพัฒนาและส่งเสริมให้มหาวิทยาลัยผลิตบัณฑิต การวิจัย การบริการวิชาการ และทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม ตามพันธกิจของสถาบันอุดมศึกษาไทย เพื่อให้การดำเนินงานสนับสนุนการจัดการเรียนการสอน การวิจัยและตอบสนองตามวิสัยทัศน์และพันธกิจของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เริ่มให้บริการตั้งแต่วันที่ 16 กรกฎาคม พ.ศ. 2512 จนถึงปัจจุบัน โดยมีหน่วยให้บริการ 4 แห่ง ได้แก่ 1) สำนักวิทยบริการตั้งอยู่ที่อาคารวิทยบริการ A ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 2) แหล่งเรียนรู้ Digital Learning Park (DLP) ตั้งอยู่ที่ชั้น 2 อาคารวิทยบริการ B ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 3) หน่วยบริการอาคารวิทย์พัฒนา ตั้งอยู่ที่คณะศึกษาศาสตร์ เขตพื้นที่ในเมือง ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 4) หน่วยบริการศรีสวัสดิ์ ตั้งอยู่ที่เขตพื้นที่ในเมือง ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม และมีพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์ ได้แก่ ห้องอ่านหนังสือ 24 ชม. พื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์สีเขียว เขตพื้นที่ในเมือง และศูนย์สุนทรียภาพ และพื้นที่เรียนรู้สร้างสรรค์บ้านสีเหลือง อยู่บริเวณหอพักนิสิตมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ทรัพยากรที่มีให้บริการในสำนักวิทยบริการ มีทั้งฐานข้อมูลออนไลน์, หนังสือทั้งภาษาไทยหนังสือภาษาต่างประเทศ, หนังสือพิมพ์, วารสาร, วิทยานิพนธ์ และหนังสืออ้างอิง เป็นต้น สำหรับสภาพการใช้หนังสือของผู้ใช้บริการสำนักวิทยบริการ ผลจากการวิเคราะห์การจัดซื้อหนังสือ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 และวิเคราะห์อัตราการใช้และไม่ใช้หนังสือ ระหว่าง ปี พ.ศ. 2558 - 2560 ของผู้ใช้บริการสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 5,010 ชื่อเรื่อง มีข้อมูล ดังนี้ [5]

ตารางที่ 2.1 จำนวนและร้อยละของหนังสือจำแนกตามประเภทของหนังสือ

ประเภทหนังสือ	ภาษาไทย (ชื่อเรื่อง)	ร้อยละ	ภาษาต่างประเทศ (ชื่อเรื่อง)	ร้อยละ	รวม (ชื่อเรื่อง)	ร้อยละ
หนังสือและตำรา	2,226	77.53	2,118	99.02	43.34	86.72
หนังสืออ้างอิง	23	0.81	19	0.89	42	8.03
หนังสือวิจัย	5	0.17	-	-	5	0.20
หนังสือนวนิยาย	243	8.47	-	-	243	4.85
หนังสือเยาวชน	354	12.33	2	0.09	356	7.20
หนังสือเรื่องสั้น	20	0.69	-	-	20	0.40
รวม	2,871	100	2,139	100	5,010	100

จำนวนและร้อยละของหนังสือจำแนกตามประเภทของหนังสือที่ให้บริการในสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม [5]



ตารางที่ 2.2 จำนวนและร้อยละของหนังสือที่ดูก็ยม อัตราการยืม อัตราการยืมที่ไม่ดูก็ยมจำนวนตามหมวด 000 - 900 และภาษา

หมวดหนังสือ	ภาษาไทย										ภาษาอังกฤษประเทศ										รวม		
	จำนวนการยืม (เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวนการยืม (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวนที่ไม่ดูก็ยม (เรื่อง)	อัตราการยืม (เรื่อง)	จำนวนการยืม (เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวนการยืม (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวนการยืม (เรื่อง)	อัตราการยืม (เรื่อง)	จำนวนการยืม (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวนการยืม (เรื่อง)	อัตราการยืม (เรื่อง)	จำนวนการยืม (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวนการยืม (ครั้ง)	อัตราการยืม (เรื่อง)	จำนวนที่ไม่ดูก็ยม (เรื่อง)		
000 ความรู้ทั่วไป	57	75.43	216	2.53	3.79	14	24.56	125	28	22.40	4.03	42	77.60	182	71	39.01	258	2.69	1.42	111	60.99		
100 ปรัชญา	151	74.17	541	6.33	3.59	39	25.83	50	16	32.00	2.88	30	68.00	201	128	63.68	571	5.95	2.84	73	36.32		
200 ศาสนา	68	55.88	134	1.57	1.97	30	44.12	19	2	10.53	0.11	2	89.47	87	40	45.98	136	1.42	1.56	47	54.02		
300 สังคมศาสตร์	478	69.45	2,006	23.45	4.20	146	30.54	556	146	26.26	25.55	266	73.74	1,034	478	46.23	2,272	23.68	2.20	556	53.77		
400 ภาษา	148	83.10	863	9.97	5.76	25	16.89	53	26	49.06	8.26	86	50.94	201	109	74.13	939	9.79	4.67	52	25.87		
500 วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ	99	79.79	880	10.29	8.89	23	23.23	235	77	32.77	15.37	160	67.23	334	153	45.81	1,040	10.84	3.11	181	54.19		
600 วิทยาศาสตร์ประยุกต์	695	60.43	1,909	22.32	2.75	275	39.57	801	179	22.35	28.05	292	77.65	1,496	599	40.04	2,201	22.94	1.47	897	59.96		
700 ศิลปะ	227	52.42	453	5.30	2.00	108	47.58	222	67	30.18	13.35	139	69.82	449	186	41.43	592	6.17	1.32	263	58.57		
800 วรรณคดี	57	84.21	206	2.41	3.61	9	15.79	24	6	25.00	1.06	11	75.00	81	54	66.67	217	2.26	2.68	27	33.33		
900 ประวัติศาสตร์	246	76.42	1,355	15.84	5.51	58	23.58	33	7	21.21	1.25	13	78.79	279	195	69.89	1,368	14.26	4.90	84	30.11		
รวม	2,226	67.34	8,553	100	3.84	727	32.66	2,118	554	26.16	100	1,041	73.84	4,344	2,053	47.26	9,594	100	2.21	2,291	52.74		

จากตาราง 2.2 จำนวนและร้อยละของหนังสือถูกยืม อัตราการยืม และหนังสือที่ไม่ถูกยืม จำแนกตามหมวด 000 – 900 และภาษา เมื่อพิจารณาสัดส่วนจำนวนหนังสือและตำราที่ถูกยืม ต่อจำนวนการจัดซื้อ โดยรวมพบว่าหนังสือและตำราที่ถูกยืมมากที่สุด คือหมวด 400 ภาษา คิดเป็นร้อยละ 73.13 รองลงมาได้แก่ หมวด 900 ประวัติศาสตร์ ฯ คิดเป็นร้อยละ 69.89 และหมวด 800 วรรณคดี คิดเป็นร้อยละ 66.67 ตามลำดับ ส่วนหมวดที่ยืมน้อยที่สุด คือหมวด 000 ความรู้ทั่วไป คิดเป็นร้อยละ 39.01

อัตราการยืมโดยรวมพบว่า หนังสือและตำราหมวด 900 ประวัติศาสตร์ มีอัตราการยืมมากที่สุด จำนวน 4.90 ครั้งต่อซื้อเรื่อง รองลงมาได้แก่ หมวด 400 ภาษา จำนวน 4.67 ครั้งต่อซื้อเรื่อง และหมวด 500 วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ จำนวน 3.11 ครั้งต่อซื้อเรื่อง ตามลำดับ ส่วนหนังสือและตำราที่มีอัตราการยืมน้อยที่สุด คือหมวด 700 ศิลปะ วิจิตรศิลป์ ฯ คิดเป็นร้อยละ 58.57 ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเฉพาะภาษาพบว่า หนังสือและตำราภาษาไทย ถูกยืมไปจำนวน 1,499 ชื่อเรื่อง คิดเป็นร้อยละ 67.34 มีจำนวนการยืม 8,553 ครั้ง มีอัตราการยืม 3.84 ครั้งต่อซื้อเรื่อง และไม่ถูกยืมจำนวน 727 ชื่อเรื่อง คิดเป็นร้อยละ 32.66 ส่วนหนังสือและตำราภาษาต่างประเทศ ถูกยืมไป 554 ชื่อเรื่อง คิดเป็นร้อยละ 26.16 มีจำนวนการยืม 1,041 ครั้ง มีอัตราการยืม 0.49 ครั้ง ต่อซื้อเรื่อง และไม่ถูกยืมจำนวน 1,564 ชื่อเรื่อง คิดเป็นร้อยละ 73.84

เมื่อพิจารณาตามหมวดและภาษา พบว่า หนังสือและตำราภาษาไทย หมวดที่ถูกยืมมากที่สุด ต่อสัดส่วนการจัดซื้อ คือหมวด 800 วรรณคดี คิดเป็นร้อยละ 84.21 รองลงมาคือหมวด 400 ภาษา คิดเป็นร้อยละ 83.10 ส่วนหมวดที่มีอัตราการยืมมากที่สุด คือหมวดวิทยาศาสตร์ธรรมชาติ 8.89 ครั้งต่อซื้อเรื่อง และหมวดที่มีการยืมน้อยที่สุด คือหมวด 700 ศิลปะ วิจิตรศิลป์ ฯ คิดเป็นร้อยละ 52.42 สำหรับหนังสือและตำราภาษาต่างประเทศ หมวดที่ถูกยืมมากที่สุดต่อสัดส่วนการซื้อคือหมวด 400 คิดเป็นร้อยละ 49.06 รองลงมาคือหมวด 500 วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 32.77 ส่วนหมวดที่มีอัตราการยืมมากที่สุด คือ หมวด 400 ภาษา 1.62 ครั้ง ต่อซื้อเรื่อง และหมวดที่มีการยืมน้อยที่สุดคือหมวด 200 ศาสนา คิดเป็นร้อยละ 10.53

ผลจากการวิเคราะห์การยืม อัตราการยืม และหนังสือที่ไม่ถูกยืมหนังสือที่จัดซื้อในปีงบประมาณ พ.ศ. 2558 จำนวนทั้งสิ้น 5,010 ชื่อเรื่อง รวมจำนวนการยืมทั้งสิ้นระหว่าง เดือนเมษายนพ.ศ. 2558 – ถึงสิ้นเดือนมีนาคม พ.ศ. 2560 คือ 2,518 ชื่อเรื่อง มีจำนวนการยืมทั้งสิ้น 13, 726 ครั้ง และอัตราการยืม 2.76 ครั้งต่อซื้อเรื่อง จะเห็นได้ว่าจำนวนการสั่งซื้อและจำนวนการยืมนั้นเกินกว่าครึ่งหนึ่งที่ไม่ได้รับการยืมและไม่ได้ถูกใช้งาน ดังนั้นควรจะต้องมีแนวทางในการส่งเสริมการใช้ทรัพยากรให้มากกว่าสภาพการยืมในปัจจุบัน

ตารางที่ 2.3 จำนวนและร้อยละของหนังสือแนะนำสิ่งซื้อที่ถูกต้อง อัตรากำไร และหนังสือที่ไม่ถูกต้องตามคณะ/หน่วยงาน และภาษา

หมวดหนังสือ	ภาษาไทย										ภาษาอังกฤษประเทศ										รวม					
	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	จำนวน รายการ ซื้อ (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	จำนวน รายการ ซื้อ (ชื่อ เรื่อง)	ร้อยละ		
คณะมนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์	14	13	92.86	231	2.70	1.17	175	53	30.29	105	10.09	1.98	122	189	66	34.92	336	3.50	1.78	123	65.08					
คณะศึกษาศาสตร์	10	10	100	126	1.47	1.17	207	100	48.31	209	20.08	2.09	107	217	110	50.69	335	3.49	1.54	107	49.31					
คณะกรรมการวิจัยและการ จัดการ	9	7	77.78	59	0.69	1.17	225	56	24.89	82	7.88	1.46	169	234	63	26.92	141	1.47	0.60	171	73.08					
คณะศิลปกรรมศาสตร์	5	3	60.00	18	0.21	1.17	38	17	94.44	29	2.79	1.71	1	23	20	86.96	47	0.49	2.04	3	13.04					
คณะกรรมการท่องเที่ยวและ การโรงแรม	1	-	-	-	-	-	1	6	15.79	9	0.86	1.50	32	39	6	15.38	9	0.09	0.23	33	86.62					
วิทยาลัยการเมืองการ ปกครอง	4	4	100	30	0.35	1.17	140	18	12.86	23	2.21	1.28	122	144	22	15.28	53	0.55	0.37	122	84.72					
วิทยาลัยดุริยางคศิลป์	10	3	30.00	17	0.20	1.17	48	22	45.83	90	8.65	4.09	26	58	25	43.10	107	1.12	1.84	33	56.90					
คณะวิศวกรรม ศาสตร์	1	-	-	-	-	-	9	3	17.65	3	0.29	1.00	14	18	3	16.67	3	0.03	0.17	15	83.33					
คณะนิติศาสตร์	-	-	-	-	-	-	9	-	-	-	-	-	9	9	-	-	-	-	-	9	100					
คณะวิทยาศาสตร์	-	-	-	-	-	-	186	52	27.96	92	8.84	1.77	134	186	52	27.96	92	0.96	0.49	134	72.04					
คณะเทคโนโลยี	2	2	100	28	0.33	1.17	49	14	28.57	16	1.54	1.24	35	51	16	31.37	44	0.46	0.86	35	68.63					
คณะวิศวกรรมศาสตร์	14	14	100	92	1.08	1.17	92	13	14.13	25	2.40	1.92	79	106	27	25.47	117	1.22	1.10	79	74.53					

ตาราง 2.3 (ต่อ)

หมวดหนังสือ	ภาษาไทย						ภาษาอังกฤษประเทศ						รวม										
	จำนวน การซื้อ (เรื่อง)	จำนวน การพิมพ์ (ครั้ง)	ร้อยละ	อัตราก การพิมพ์ (เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน ที่ไม่ถูก พิมพ์ (เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน การพิมพ์ (ครั้ง)	ร้อยละ	อัตราก การพิมพ์ (เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน การพิมพ์ (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน การพิมพ์ (เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน การพิมพ์ (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน การพิมพ์ (เรื่อง)	ร้อยละ	จำนวน การพิมพ์ (ครั้ง)	ร้อยละ	จำนวน การพิมพ์ (เรื่อง)	ร้อยละ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ เชียงใหม่	13	7	53.85	89	1.04	6.85	46.15	134	40	29.85	75	7.20	1.88	94	70.15	147	47	31.97	164	1.71	1.12	100	68.03
คณะสิ่งแวดล้อมและ ทรัพยากรศาสตร์	-	-	-	-	-	-	-	23	7	30.43	8	0.77	1.14	16	69.57	23	7	30.43	8	0.08	0.35	16	69.57
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	3	1	33.33	12	0.14	4.00	66.67	147	34	23.13	48	4.61	1.41	113	76.87	150	35	23.33	60	0.63	0.40	115	76.67
สถาบันวิจัยสุโขทัย	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	100	2	-	-	-	-	-	2	100
คณะพยาบาลศาสตร์	-	-	-	-	-	-	-	75	16	21.33	24	2.31	1.50	59	78.67	75	16	21.33	24	0.25	0.32	59	78.67
คณะเภสัชศาสตร์	-	-	-	-	-	-	-	33	9	27.27	33	3.17	3.67	24	72.73	33	9	27.27	33	0.34	1.00	24	72.73
คณะสาธารณสุขศาสตร์	6	6	100	39	0.46	6.50	-	116	21	18.10	42	4.03	2.00	95	81.90	122	27	22.13	81	0.84	0.66	95	77.87
คณะแพทยศาสตร์	27	5	18.52	15	0.18	0.56	84.48	64	6	9.38	10	0.96	1.67	58	90.63	91	11	12.09	25	0.26	0.27	80	87.91
คณะสัตวแพทย์	-	-	-	-	-	-	-	101	20	19.80	39	3.75	1.95	81	80.20	101	20	19.80	39	0.41	0.39	81	56.90
หน่วยงาน	2,107	1,424	67.58	7,797	91.16	3.70	32.42	219	47	21.46	79	7.56	1.68	172	78.54	2,326	1,471	63.24	7,876	82.09	1.84	855	83.33
รวม	2,226	1,499	67.34	8,553	100	3.84	32.66	2,118	554	26.16	1,041	100	0.49	1,564	73.84	4,344	2,053	47.26	9,594	100	0.17	2,291	100

จากตารางที่ 2.3 จำนวนร้อยละของหนังสือแนะนำสั่งซื้อที่ถูกยืม อัตราการยืม และหนังสือที่ไม่ถูกยืม จำแนกตามการแนะนำสั่งซื้อจากคณะ/หน่วยงาน และภาษา เมื่อพิจารณาสัดส่วนจำนวนหนังสือและตำราที่ถูกยืมต่อจำนวนการแนะนำสั่งซื้อ โดยรวม พบว่าหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากคณะศิลปกรรมศาสตร์ ถูกยืมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 86.96 รองลงมาได้แก่ หน่วยงานอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 63.24 และคณะศึกษาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 50.69 ตามลำดับอัตราการยืมโดยรวมพบว่า หนังสือและตำราที่ไม่ถูกยืม เมื่อพิจารณาสัดส่วนจำนวนหนังสือและตำราที่ไม่ถูกยืมต่อจำนวนการแนะนำสั่งซื้อ พบว่าหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากคณะนิติศาสตร์ และสถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช ไม่ถูกยืมมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 100 เท่ากัน รองลงมาได้แก่ คณะแพทย์ คิดเป็น ร้อยละ 87.91 และวิทยาลัยการเมืองการปกครอง คิดเป็นร้อยละ 84.72 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาเฉพาะภาษาพบว่า หนังสือและตำราภาษาไทย ถูกยืมไป จำนวน 1,499 ชื่อเรื่อง ร้อยละ 67.34 มีจำนวนการยืม 8,553 ครั้ง มีอัตราการยืม 3.38 ครั้งต่อชื่อเรื่อง และที่ไม่ถูกยืมจำนวน 727 ชื่อเรื่อง ร้อยละ 32.66 ส่วนหนังสือและตำราภาษาต่างประเทศ ถูกยืมไป จำนวน 554 ชื่อเรื่อง ร้อยละ 26.16 มีจำนวนการยืม 1,041 ครั้ง มีอัตราการยืม 0.49 ครั้ง ต่อชื่อเรื่อง และที่ไม่ถูกยืม จำนวน 1,564 ชื่อเรื่อง ร้อยละ 73.84

เมื่อพิจารณาตามคณะ/หน่วยงาน และภาษา พบว่าหนังสือและตำราภาษาไทยที่ถูกยืมมากที่สุดเมื่อพิจารณาต่อสัดส่วนการแนะนำสั่งซื้อ คือหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากคณะศึกษาศาสตร์ วิทยาลัยการเมืองการปกครอง คณะเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะสาธารณสุขศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 100 เท่ากัน รองลงมาได้แก่ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 92.86 และคณะบัญชีและการจัดการ คิดเป็นร้อยละ 77.78 ตามลำดับ ส่วนหนังสือและตำราที่มีอัตราการยืมมากที่สุด คือหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ จำนวน 16.50 ครั้ง ต่อชื่อเรื่อง และหนังสือและตำราที่มีการยืมน้อยที่สุด คือหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากคณะแพทย์ คิดเป็นร้อยละ 18.52

สำหรับหนังสือและตำราภาษาต่างประเทศที่ถูกยืมมากที่สุดเมื่อพิจารณาต่อสัดส่วนการแนะนำสั่งซื้อ คือหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากคณะศิลปกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 94.44 รองลงมาได้แก่ คณะศึกษาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 48.31 และวิทยาลัยดุริยางคศิลป์ คิดเป็นร้อยละ 45 หนังสือและตำราภาษาต่างประเทศที่ถูกยืมมากที่สุดเมื่อพิจารณาต่อสัดส่วนการแนะนำสั่งซื้อ คือหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากคณะศิลปกรรมศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 94.44 รองลงมาได้แก่ คณะศึกษาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 48.31 และวิทยาลัยดุริยางคศิลป์ คิดเป็นร้อยละ 45.83 ตามลำดับ ส่วนหนังสือและตำราที่มีอัตราการยืมมากที่สุด คือหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากหน่วยงานอื่น ๆ จำนวน 7.56 ครั้งต่อชื่อเรื่อง และหนังสือและตำราที่มีการยืมน้อยที่สุด คือหนังสือและตำราที่แนะนำสั่งซื้อจากคณะแพทย์ศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 9.38



จากข้อมูลการแนะนำสั่งซื้อและการยืมของผู้ใช้บริการยังพบว่า ถึงแม้ว่าจะมีผู้แนะนำสั่งซื้อหนังสือเข้ามาให้บริการในสำนักวิทยบริการ แต่ก็ยังมีหนังสือหลายเล่มที่ไม่ถูกยืมไปใช้งาน สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาในการศึกษาแนวทางที่จะนำมาส่งเสริมการยืมให้มากกว่าปัจจุบันต่อไป

## 2.2 การจัดเก็บหนังสือของสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัยมหาสารคาม โดยใช้ระบบทศนิยมของดิวอี้ (Dewey Decimal Classification)

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ใช้การจัดหมวดหมู่หนังสือด้วยระบบทศนิยมของดิวอี้ (Dewey Decimal Classification) ระบบนี้ตั้งชื่อตามผู้คิดค้น คือ นายเมลวิลล์ ดิวอี้ (Melvil Dewey) บรรณารักษ์ชาวอเมริกัน ดิวอี้มีความสนใจห้องสมุดเป็นพิเศษ เป็นผู้เริ่มคิดระบบการจัดหมวดหมู่แบบทศนิยมขึ้นในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2416 (ค.ศ. 1873) จัดพิมพ์เป็นรูปเล่มครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1876 และได้มีการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมเลขหมู่ให้ทันสมัยอยู่เสมอ และจัดพิมพ์ใหม่ครั้งล่าสุดเมื่อปี พ.ศ. 2534 เป็นการพิมพ์ครั้งที่ 20 ระบบนี้ใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แทนชนิดของหนังสือ โดยใช้ตัวเลขสามหลัก และยังสามารถใช้จุดทศนิยมหลังเลขหลักร้อย ช่วยในการแบ่งย่อยเนื้อหาวิชาได้อีกด้วย ระบบนี้ใช้ง่าย เข้าใจและจำได้ง่าย จึงเป็นระบบการจัดหมู่ ที่นิยมใช้กันแพร่หลายในห้องสมุดโรงเรียน ห้องสมุดประชาชน ในหลายประเทศทั่วโลก รวมทั้ง ประเทศไทยเราด้วย ระบบทศนิยมของดิวอี้ แบ่งหนังสือเป็นหมวดหมู่ใหญ่ไปหาหมวดย่อย ๆ ซึ่งงานวิจัยนี้จะขอกกล่าวถึงการแบ่งย่อยของระบบทศนิยมดิวอี้ [6] ดังนี้

หมวดใหญ่ (Classes) หรือการแบ่งครั้งที่ 1 คือ การแบ่งความรู้ต่าง ๆ ออกเป็น 10 หมวดใหญ่ โดยใช้ตัวเลขหลักร้อยเป็นสัญลักษณ์ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 ประเภทหมวดหมู่หนังสือ

หมวด	เนื้อหาทรัพยากร
000	เบ็ดเตล็ด ความรู้ทั่วไป บรรณารักษศาสตร์
100	ปรัชญา จิตวิทยา
200	ศาสนา
300	สังคมศาสตร์
400	ภาษาศาสตร์
500	วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์



ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

หมวด	เนื้อหาทรัพยากร
600	เทคโนโลยี หรือวิทยาศาสตร์ประยุกต์
700	ศิลปกรรมและนันทนาการ
800	วรรณคดี
900	ภูมิศาสตร์และประวัติศาสตร์

หมวดย่อย (Division) หรือการแบ่งครั้งที่ 2 คือ การแบ่งหมวดใหญ่แต่ละหมวดออกเป็น 10 หมวดย่อย โดยใช้ตัวเลขหลักสิบแทนสาขาวิชาต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.5 ประเภทหมวดย่อยหนังสือ

หมวดหมู่ 000	000	เบ็ดเตล็ด ความรู้ทั่วไป	060	องค์กรต่างๆ และพิพิธภัณฑวิทยา
	010	บรรณานุกรมและแค็ตตาล็อกหนังสือ	070	วารสารศาสตร์ การพิมพ์ หนังสือพิมพ์
	020	บรรณารักษศาสตร์และสารนิเทศศาสตร์	080	รวมเรื่องทั่วไป
	030	สารานุกรมทั่วไป	090	ต้นฉบับตัวเขียนและหนังสือหายาก
	040	(ยังไม่กำหนด)		
	050	สิ่งพิมพ์ต่อเนื่องและครรชนี		
หมวดหมู่ 100	100	ปรัชญาและจิตวิทยา	160	ตรรกวิทยา
	110	อภิปรัชญา	170	จริยศาสตร์ จริยธรรม ศิลธรรม
	120	ทฤษฎีแห่งความรู้ ความเป็นมนุษย์	180	ปรัชญาสมัยโบราณ ปรัชญาสมัยกลาง และปรัชญาตะวันออก
	130	จิตวิทยาสาขาต่างๆ ศาสตร์เกี่ยวกับ	190	ปรัชญาตะวันตก
		ความสับสน		
	140	ปรัชญาระบบต่าง ๆ		
หมวดหมู่ 200	150	จิตวิทยา		
	200	ศาสนา	260	สังคมของชาวคริสเตียน
	210	ศาสนาธรรมชาติ	270	ประวัติคริสต์ศาสนาในประเทศต่าง ๆ
	220	คัมภีร์ไบเบิล	280	คริสต์ศาสนาและนิกายต่าง ๆ
	230	เทววิทยาตามแนวคริสต์ศาสนา	290	ศาสนาเปรียบเทียบและศาสนาอื่น

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

	240	ศีลธรรมของชาวคริสเตียน		
	250	ระเบียบแบบแผนของศาสนาคริสต์		
หมวดหมู่ 300	300	สังคมศาสตร์	360	ปัญหาสังคม สวัสดิภาพสังคม
	310	สถิติทั่วไป	370	การศึกษา
	320	รัฐศาสตร์	380	การพาณิชย์ การสื่อสาร การขนส่ง
	330	เศรษฐศาสตร์	390	ขนบธรรมเนียมประเพณี คติชนวิทยา
	340	กฎหมาย		
	350	รัฐประศาสนศาสตร์ การบริหารรัฐกิจ การบริหารกองทัพ		
หมวดหมู่ 400	400	ภาษาศาสตร์	460	ภาษาสเปน ภาษาโปรตุเกส
	410	ภาษาศาสตร์เปรียบเทียบ	470	ภาษาละติน
	420	ภาษาอังกฤษ	480	ภาษากรีก
	430	ภาษาเยอรมันและภาษาในกลุ่ม เยอรมัน	490	ภาษาอื่น ๆ
	440	ภาษาฝรั่งเศส		
	450	ภาษาอิตาลี ภาษาโรมาเนีย		
หมวดหมู่ 500	500	วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	560	บรรพชีวินวิทยา ชีวิตโบราณศึกษา
	510	คณิตศาสตร์	570	วิทยาศาสตร์ชีวภาพ
	520	ดาราศาสตร์	580	พฤกษศาสตร์
	530	ฟิสิกส์	590	สัตววิทยา
	540	เคมี โลหะวิทยา		
	550	ธรณีวิทยา		
หมวดหมู่ 600	600	เทคโนโลยีและวิทยาศาสตร์ประยุกต์	660	วิศวกรรมเคมี
	610	แพทยศาสตร์	670	โรงงานอุตสาหกรรม
	620	วิศวกรรมศาสตร์	680	โรงงานผลิตสินค้าเบ็ดเตล็ดอื่น ๆ
	630	เกษตรศาสตร์	690	การก่อสร้างและวัสดุก่อสร้าง
	640	คหกรรมศาสตร์		
	650	ธุรกิจและการจัดการธุรกิจ		

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

หมวดหมู่ 700	700	ศิลปะและนันทนาการ	760	ศิลปะการพิมพ์ ศิลปะกราฟิก
	710	ศิลปะการออกแบบบริเวณพื้นที่	770	การถ่ายภาพ และภาพถ่าย
	720	สถาปัตยกรรม	780	ดนตรี
	730	ประติมากรรม และศิลปะพลาสติก	790	ศิลปะการแสดง นันทนาการ การกีฬา
	740	ม้วนหนังศิลปะและการวาดเขียน		
	750	จิตรกรรม		
หมวดหมู่ 800	800	วรรณคดี	860	วรรณคดีสเปน วรรณคดีโปรตุเกส
	810	วรรณคดีอเมริกัน	870	วรรณคดีละติน
	820	วรรณคดีอังกฤษ	880	วรรณคดีกรีก
	830	วรรณคดีเยอรมัน	890	วรรณคดีภาษาอื่น ๆ
	840	วรรณคดีฝรั่งเศส		
	850	วรรณคดีอิตาลี		
หมวดหมู่ 900	900	ภูมิศาสตร์ และประวัติศาสตร์	960	ประวัติศาสตร์ทวีปเอเชียตะวันออก ตะวันออกไกล
	910	ภูมิศาสตร์และการท่องเที่ยว	970	ประวัติศาสตร์ทวีปอเมริกาเหนือ
	920	ชีวประวัติและสกุลวงศ์	980	ประวัติศาสตร์ทวีปอเมริกาใต้
	930	ประวัติศาสตร์โลกโบราณ	990	ประวัติศาสตร์ส่วนอื่น ๆ ของโลก
	940	ประวัติศาสตร์ทวีปยุโรป		
	950	ประวัติศาสตร์ทวีปเอเชียตะวันออก ตะวันออกไกล		

2.2.1 การบันทึกข้อมูลทรัพยากรสารสนเทศและประวัติการยืมหนังสือโดยใช้ระบบห้องสมุดอัตโนมัติของสำนักวิทยบริการมหาวิทยาลัย

#### 2.2.1.1 การบันทึกข้อมูลทรัพยากรสารสนเทศ

การบันทึกข้อมูลทรัพยากรสารสนเทศและประวัติการยืมหนังสือโดยใช้ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ เรียกว่า การลงรายการบรรณานุกรม เป็นการลงรายการที่อ่านด้วยเครื่องหรือที่เรียกว่า MARC (Machine Readable Cataloguing) ซึ่งเหมือนกับการลงรายการในบัตรรายการ โดยแบ่งข้อมูลออกเป็นส่วนๆคือ เขตข้อมูล เขตข้อมูลย่อย เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับชื่อผู้แต่ง จะมีเขตข้อมูลย่อยของชื่อและนามสกุล แต่ละเขตข้อมูลจะมีหมายเลขเขตข้อมูลกำกับ และมีรหัสเขตข้อมูลย่อยที่ใช้แทนเนื้อหา ตัวอย่าง Tag 100 แทน ชื่อผู้แต่ง การที่จะใช้รหัสเขตข้อมูลใดบ้างนั้น ขึ้นอยู่กับการกำหนด

เนื้อหาการลงรายการ USMARC ซึ่งเป็นมาตรฐานโครงสร้างระเบียบสำหรับลงรายการที่อ่านด้วยเครื่อง ซึ่ง Library of Congress จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการสร้างและบำรุงรักษาระเบียบบรรณานุกรม และใช้ในการออกแบบ บำรุงรักษาบบสำหรับการติดต่อสื่อสารแลประมวลผลระเบียบบรรณานุกรม เพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ ตัวอย่าง

- Tag 008 รายละเอียดการลงรายการของหนังสือ/เอกสารตำแหน่งต่างๆ
- Tag 020 เลขมาตรฐานสากลประจำหนังสือ ISBN
- Tag 082 เลขเรียกหนังสือ เลขหมู่ เลขผู้แต่ง
- Tag 100 ชื่อผู้แต่ง
- Tag 245 ชื่อเรื่อง

ทรัพยากรสารสนเทศภายในห้องสมุดมีหลากหลายประเภท เช่น หนังสือ วิทยานิพนธ์ วารสาร เรื่องสั้น ซีดี ดีวีดี เป็นต้น ในการกำหนดประเภทของทรัพยากรสารสนเทศ ทางสำนักวิทยบริการได้ใช้ ITEM TYPE และ MAT TYPE ในการระบุว่าเป็นทรัพยากรสารสนเทศนั้นๆ เป็นทรัพยากรสารสนเทศประเภทใด โดยได้ทำการกำหนดประเภทของทรัพยากรสารสนเทศไว้ทั้งสิ้น 47 ประเภท

ตารางที่ 2.6 ประเภททรัพยากรสารสนเทศ

ITEM TYPE	ประเภททรัพยากรสารสนเทศ	MAT TYPE
0	Book/หนังสือ	b
1	Research/รายงานวิจัย	r
2	Thesis/วิทยา-ปริญญาโท (ป.โท)	t
2	Thesis/วิทยา-ปริญญาโท (ป.เอก)	j
3	IS/การศึกษาระดับ-ศาส-ภาคโท (ป.โท)	1
...	...	...

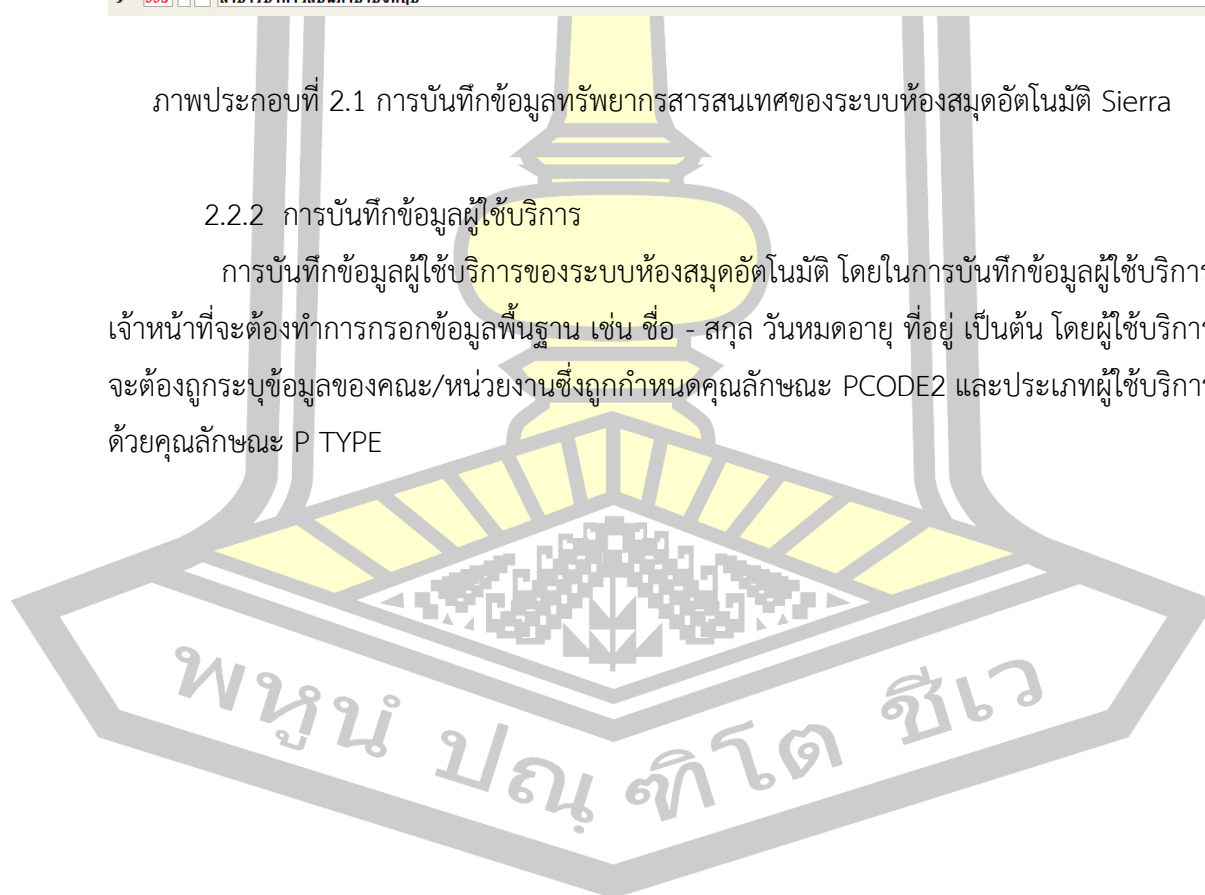
พจนานุกรม ศักดิ์ โส ชีวะ

Browse		i TITLE		ภาษาไทย		Search +		Local	
b12390148 Last Updated: 20-09-2018 Created: 07-07-2008 Revisions: 18									
LANG	tha	CAT DATE	28-12-2009	BCODE3					
SKIP	0	BIB LVL	m	COUNTRY	th				
LOCATION	mmgen	MAT TYPE	b						
MARC Leader ##### n a m a 2 2 ##### l a 4 5 0 0									
y	008		091204 s 2550 9999 th a				0 0 0 0	tha d	
i	020		9789749986141						
c	082	0	420.7	b	n47ก				
a	100	0	เฉลิม สันธวิทย์ (สันธุเสก)						
t	245	1 0	ภาษาไทย 2 /เฉลิม สันธวิทย์ (สันธุเสก)						
p	260		กรุงเทพฯ: โอเคเนชั่นโปรดักส์, c2550						
r	300		105 หน้า: b ภาพประกอบ: c 24 ซม.						
d	650	7	ภาษาไทย การศึกษาและการสอน						
d	650	7	ภาษาไทย การใช้ภาษา						
y	990		ThaiLIS5.3 Union Catalog						
y	999		eiw						
y	999		oung						
y	993		สาขาวิชาภาษาไทย						
y	993		สาขาวิชาภาษาไทยเพื่อการสื่อสารนานาชาติ						
y	993		สาขาวิชาภาษาไทยธุรกิจ						
y	993		สาขาวิชาการสอนภาษาไทย						

ภาพประกอบที่ 2.1 การบันทึกข้อมูลทรัพยากรสารสนเทศของระบบห้องสมุดอัตโนมัติ Sierra

## 2.2.2 การบันทึกข้อมูลผู้ใช้บริการ

การบันทึกข้อมูลผู้ใช้บริการของระบบห้องสมุดอัตโนมัติ โดยในการบันทึกข้อมูลผู้ใช้บริการ เจ้าหน้าที่จะต้องทำการกรอกข้อมูลพื้นฐาน เช่น ชื่อ - สกุล วันหมดอายุ ที่อยู่ เป็นต้น โดยผู้ใช้บริการจะต้องถูกระบุข้อมูลของคณะ/หน่วยงานซึ่งถูกกำหนดคุณลักษณะ PCODE2 และประเภทผู้ใช้บริการ ด้วยคุณลักษณะ P TYPE



View Patron Record - p2518806

File Edit View Tools

Insert Print Close

p2518806 Last Updated: 08-09-2020 Created: 13-09-2016 Revisions: 124

EXP DATE	30-11-2020	CUR CHKOUT	1	CUR ITEMA	0
PCODE1	a	HOME LIBR		CUR ITEMB	0
PCODE2	i	PMESSAGE	-	PIUSE	0
PCODE3	0	MBLOCK	-	OD PENALTY	0
P TYPE	20	CL RTRND	0	CIRCACTIVE	08-09-2020
TOT CHKOUT	71	MONEY OWED	B10.00	Notice Preference	-
TOT RENWAL	37	BLK UNTIL	- -		

n วงศ์รินทร์ สุขวิชัย

a วิทยาการคอมพิวเตอร์  
คณะ วิทยาการสารสนเทศ  
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

h 99/57 หมู่บ้านศุภารมย์  
ถ.วชิร-สารคาม ต.ตลาด  
อ.เมือง จ.มหาสารคาม  
44000

View-Only Mode

ภาพประกอบที่ 2.2 การบันทึกข้อมูลผู้ใช้บริการของระบบห้องสมุดอัตโนมัติ  
ตารางที่ 2.7 ประเภทข้อมูลคณะ/หน่วยงาน

PCODE2		
a	AREC	สำนักวิทยบริการ
b	BUSINESS	การบัญชีและการจัดการ
c	COMPUTER CENT	สำนักคอมพิวเตอร์
d	Public Admin	รัฐประศาสนศาสตร์
...	...	...

การบันทึกข้อมูลคณะ/หน่วยงานด้วย PCODE2 จะถูกแทนด้วยพยัญชนะภาษาอังกฤษ  
ตั้งแต่ a-z

ตารางที่ 2.8 ประเภทข้อมูลผู้ใช้บริการ

P TYPE		
0	Student	นิสิตปริญญาตรี
1	Spec.student	นิสิตปริญญาตรีภาคพิเศษ
2	Grad.student	นิสิตปริญญาโทภาคปกติ
3	Spec.grad.student	นิสิตปริญญาโทภาคพิเศษ
...	...	...

การเก็บข้อมูลประเภทผู้ใช้บริการด้วย P TYPE จะถูกแทนด้วยตัวเลขตั้งแต่ 0 – 27

### 2.2.3 การบันทึกข้อมูลการยืมหนังสือ

เมื่อผู้ใช้บริการทำการยืมทรัพยากรสารสนเทศ ระบบจะทำการบันทึกข้อมูล ได้แก่ รหัสสมาชิก หมายเลขบาร์โค้ด เลขเรียกหนังสือ ชื่อเรื่อง วันที่ยืม และวันที่คืนหนังสือ โดยรหัสสมาชิกดังกล่าว จะเชื่อมโยงกับข้อมูลผู้ใช้บริการซึ่งประกอบไปด้วย ระดับการศึกษา ประเภทผู้ใช้ คณะ วันที่สมัครสมาชิก วันหมดอายุสมาชิก เป็นต้น

Check Out 0		Checked-Out Items <span>Renew</span> <span>Claim Returned</span> <span>Mark Lost Items</span> <span>Change Due Date</span>						
Checked-Out Items 12		All						
All	#	Barcode	Call Num	Location	Title	Due Date	Status	
<input type="checkbox"/>	2	30000004302307	425.2 ก52พ ค.3	mmgen	พจนานุกรม อังกฤษ-ไทย / ...	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	3	30000004265439	425.1 อ75พ ค.3	mmgen	พจนานุกรม 120 ชั่วโมง = English for ...	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	4	30000004286864	425.2 ก52พ ค.3	mmgen	พจนานุกรม 101 ชั่วโมง / ...	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	5	30000003878083	425 ม46ร	mmgen	เรียนรู้หลักไวยากรณ์อังกฤษง่ายนิดเดียว	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	6	30000004340950	495.91072 ข63ก	.mmgen	การวิจัยทางภาษาไทย : ...	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	7	30000000774400	495.913 ๗5ท ค.7	mmgen	ที่มาของคำวลีสันสกฤตในภาษาไทย	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	8	30000004260075	495.9152 ม46ท	mmgen	หลักและการใช้ภาษาไทย / ประมวล ...	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	9	30000001469091	495.9152 ม46อ ...	mmgen	อ่านเขียนคำไทย / ประเทือง คล้ายสุข	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	10	30000003110743	895.9109 ม84จ	mmgen	ประวัติวรรณคดีไทย / เบื้อง ณ นคร	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	11	30000004677948	895.9109 ส72อ ...	mmgen	เอกสารการสอนชุดวิชาภาษาไทย 4 : ...	29-09-2020		
<input type="checkbox"/>	12	30000005401215	418.0071 Co761...	mmwit	Content-based foreign language teach...	29-09-2020		

ภาพประกอบที่ 2.2 การบันทึกประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการ

ระบบห้องสมุดอัตโนมัติมีการจัดเก็บประวัติข้อมูลการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการย้อนหลังและรายละเอียดของช่วงเวลาที่ทำกรยืมหนังสือ โดยจะอยู่ในรูปแบบของข้อมูลรายการเปลี่ยนแปลง (Transaction Data)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Student ID	Pcode	Ptype	Timestamp	Title	Barcode	Tag 082	Branch	Year
1	2000000605804	e	0	2018-08-29	How to teach speaking	300000047548!	428	ภาษาอังกฤษ	58
3	2000000724522	e	0	2018-08-28	ศัพท์ภาษาอังกฤษ 2000 คำ = 2000 wor	300000039469!	423	ภาษาอังกฤษ	58
4	2000000605804	e	0	2018-07-05	English pronouns and prepositions	300000049509!	428	ภาษาอังกฤษ	58
5	20590105140335	e	0	2018-07-05	เรื่องอิเหนาฉบับลาว : ความสัมพันธ์กับเร	300000053125!	895	ภาษาไทย	59
6	20580105130634	e	0	2018-08-14	Developing readers and writers in the c	300000028289!	420	ภาษาอังกฤษ	58
7	2000000605804	e	0	2018-08-22	Teaching and researching speaking	300000053600!	372	ภาษาอังกฤษ	58
8	20600105160793	e	0	2018-07-31	จิตเวชศาสตร์มาราธิบตี	300000049732!	616	จิตวิทยา	60
9	20580105130634	e	0	2018-07-25	Focus on CLIL : a qualitative evaluation	300000051753!	418	ภาษาอังกฤษ	58
10	20580105130634	e	0	2018-07-25	CLIL in action : voices from the classroo	300000051753!	418	ภาษาอังกฤษ	58
11	20580105131277	e	0	2018-07-23	Digital games and learning	300000045300!	371	ภาษาอังกฤษ	58
12	20580105131277	e	0	2018-07-23	Learning by playing : video gaming in e	300000050693!	371	ภาษาอังกฤษ	58
13	20580105130634	e	0	2018-07-28	Applied linguistics perspectives on CLIL	300000051753!	410	ภาษาอังกฤษ	58
14	2000000605804	e	0	2018-08-03	Assessment in game-based learning : f	300000053544!	371	ภาษาอังกฤษ	58
15	20580105110180	e	0	2018-08-28	หลักและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียน	300000037863!	370	คณิตศาสตร์	58

ภาพประกอบที่ 2.3 ข้อมูลประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการประเภทไฟล์ csv.

## 2.3 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) คือ กระบวนการขุดค้นและวิเคราะห์ข้อมูลในฐานข้อมูลขนาดใหญ่เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ แนวโน้ม หรือความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ปัจจุบันการทำเหมืองข้อมูลได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในงานหลายประเภท เช่น การพยากรณ์แนวโน้มและพฤติกรรมกรรมการบริโภคแบบอัตโนมัติ ทำให้พบรูปแบบหรือพฤติกรรมที่ไม่เคยรู้มาก่อน สำหรับด้านธุรกิจสามารถนำข้อมูลไปใช้เพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้บริหาร ด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์รวมทั้งด้านเศรษฐกิจและสังคมให้เกิดประโยชน์สูงสุด

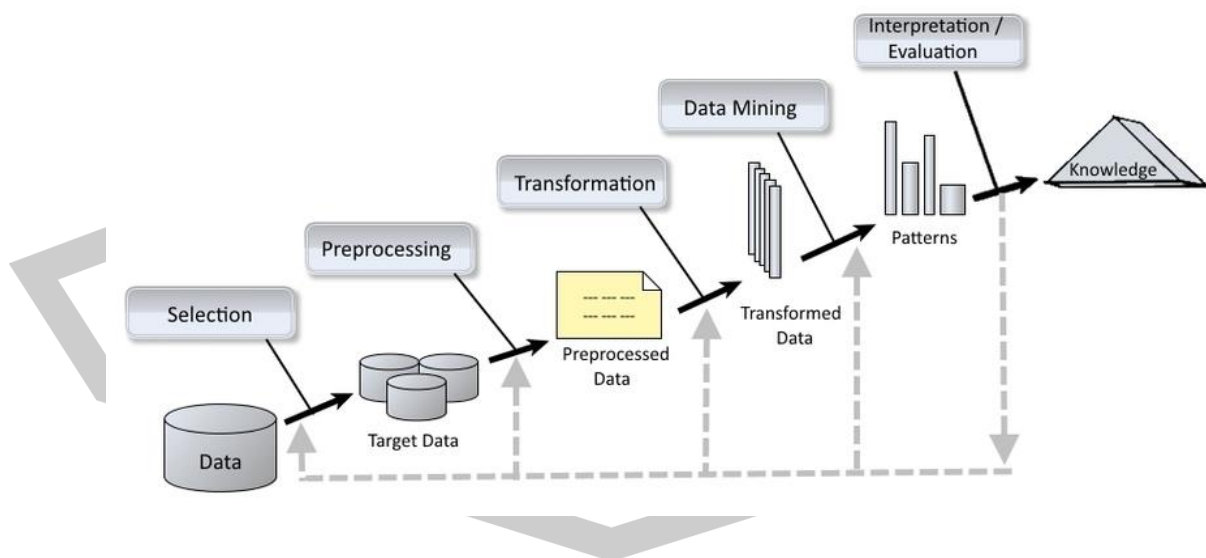
การทำเหมืองข้อมูลเป็นการวิเคราะห์ข้อมูลและค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ซ่อนอยู่ภายใน จุดประสงค์ของการทำเหมืองข้อมูลก็คือ การดึงเอารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลออกมาเพื่อเพิ่มคุณค่าภายในของข้อมูล และนำไปสู่ความรู้ใหม่ แนวโน้มในการทำเหมืองข้อมูลจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคตเนื่องมาจากศักยภาพทางด้านเทคโนโลยีทั้งด้านฮาร์ดแวร์และ นอกจากนี้ยังมีโปรแกรมประยุกต์ต่างๆ ที่สามารถวิเคราะห์ค่าทางสถิติ การคาดคะเน และการพยากรณ์ ทั้งนี้โปรแกรมยังมีความยืดหยุ่นในการใช้งาน ซึ่งจะทำให้องค์กรทุกขนาดสามารถนำไปใช้ในการจัดทำเหมืองข้อมูลมากขึ้นในอนาคต [7]



### 2.3.1 ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล

การทำเหมืองข้อมูลนั้นมีกระบวนการกระทำกับข้อมูล เพื่อค้นหารูปแบบความสัมพันธ์ที่ซ่อนอยู่ในชุดข้อมูลนั้น ซึ่งสามารถดำเนินการได้หลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น การแบ่งกลุ่มข้อมูล (Data Clustering) การจำแนกประเภทข้อมูล (Data Classification) กฎความสัมพันธ์ (Association Rule) การคาดคะเน (Estimation) การค้นหาข้อมูลที่มีความผิดปกติ (Anomaly Detection) เป็นต้น [8-9] สำหรับขั้นตอนในการทำเหมืองข้อมูล สรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูล เป็นขบวนการที่ต้องดำเนินการเป็นขั้นตอนเพื่อให้ได้ความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนหลัก ได้แก่ การคัดเลือกข้อมูล (Selection) จากฐานข้อมูลเพื่อสร้างเป็นข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์ การเตรียมข้อมูล (Preprocessing) เป็นการตรวจสอบและแก้ไขปัญหาด้านคุณภาพของข้อมูล เช่น ปัญหาข้อมูลมีความผิดพลาด ข้อมูลขาดหายหรือซ้ำซ้อน เป็นต้น การแปลงข้อมูล (Transformation) จะทำการแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยตัวแปรที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้ ด้วยวิธีที่ต้องการได้ เช่น การแปลงข้อมูลของตัวแปรจากตัวแปรเดิมชนิดหนึ่งไปอีกชนิดหนึ่ง การแปลงสเกลหรือปรับค่าของตัวแปรให้อยู่ในช่วงเดียวกัน การสร้างตัวแปรใหม่จากตัวเดิมที่จะสะดวกต่อการวิเคราะห์ เป็นต้น การวิเคราะห์ข้อมูล (Data mining) เป็นขั้นตอนการเรียนรู้จากข้อมูลให้ได้ตัวแบบ (Patterns) และขั้นตอนสุดท้าย คือ การแปล/ประเมินผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ (Interpretation/Evaluation) เพื่อนำผลที่ได้ไปใช้งาน [8] ขั้นตอนการทำเหมืองข้อมูลสามารถอธิบายได้ ดังภาพประกอบที่ 2.1



ภาพประกอบที่ 2.4 Knowledge Discovery in Database: KDD [10]

1) การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) เป็นขั้นตอนการดึงข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์จากแหล่งที่บันทึกไว้

2) การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing) ประกอบไปด้วย การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) การผสานข้อมูล (Data Integration) และการลดรูปข้อมูล (Data Reduction) การจะเลือกว่าควรนำเทคนิคใดมาใช้บ้างนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูลและผลลัพธ์ที่ต้องการ

3) การแปลงข้อมูล (Data Transformation) เป็นขั้นตอนการแปลงข้อมูลให้เหมาะสมสำหรับการใช้งาน

4) การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) เป็นขั้นตอนการค้นหารูปแบบที่เป็นประโยชน์จากข้อมูลที่คัดเลือก เช่น การหากฎความสัมพันธ์ (Association Rules) การหารูปแบบความสัมพันธ์ (Sequential Pattern Mining) เป็นต้น

5) การวัดประสิทธิภาพ (Evaluation) เป็นขั้นตอนการประเมินรูปแบบที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูล

6) Knowledge Representation เป็นขั้นตอนการนำเสนอความรู้ที่ค้นพบ โดยใช้เทคนิคในการนำเสนอเพื่อให้เข้าใจ

อัลกอริทึมในการทำเหมืองข้อมูล บุญเสริม กิจศิริกุล [11] ได้อธิบายการแบ่งประเภทอัลกอริทึม ในการทำเหมืองข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) การสร้างแบบจำลองในการทำนาย (predictive modeling, supervised modeling) ในที่นี้ ทุกข้อมูลจะมีคุณสมบัติหนึ่งที่เรียกว่าฉลาก (label) ซึ่งค่าของคุณสมบัตินี้จะเป็นค่าที่ใช้ในการทำนายผลของข้อมูล อัลกอริทึมประเภทนี้จะมุ่งเน้นในการแบ่งแยกข้อมูลออกเป็นกลุ่มตามค่าคุณสมบัตินี้ของฉลาก ซึ่งถ้าค่าคุณสมบัตินี้ของฉลากมีค่าไม่ต่อเนื่อง จะเรียกกระบวนการที่ใช้แบ่งแยกว่า การแยกแยะ (Classification) ถ้าค่าคุณสมบัตินี้ของฉลากมีค่าต่อเนื่อง จะเรียกกระบวนการที่ใช้แบ่งแยกว่าการถดถอย (Regression)

2) การสร้างแบบจำลองในการบรรยาย (Descriptive modeling unsupervised modeling) ในที่นี้ เป็นการหาความสัมพันธ์ต่างๆ (Association) หรือ การการจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) ซึ่งไม่ได้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการทำนาย

### 2.3.2 ประโยชน์ของการทำเหมืองข้อมูล มีดังนี้

1) ธุรกิจค้าปลีกใช้การทำเหมืองข้อมูลในการพิจารณาหากลยุทธ์และแนวทางให้สินค้าเป็นที่สนใจสำหรับผู้บริโภคในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การจัดวางสินค้าที่ลูกค้ามักจะซื้อคู่กันเสมอ เพื่อให้ลูกค้าหยิบจับได้สะดวกและกระตุ้นให้ลูกค้าซื้อสินค้าสองสิ่งในเวลาเดียวกัน หรืองานที่ต้องจัดการกับข้อมูลที่ได้รับจากสาขาทั้งหมด ซึ่งจะต้องทำการรวบรวมและวิเคราะห์อย่างทันที่ เป็นต้น

2) กิจการโทรคมนาคม ตัวอย่างเช่นบริษัท Bouygues Telecom ได้นำมาประยุกต์ใช้ในการตรวจสอบการทุจริต โดยวิเคราะห์รูปแบบการใช้งานของสมาชิกลูกค้าในการใช้งานโทรศัพท์ เช่น คาบเวลาที่ใช้จุดหมายปลายทาง ความถี่ที่ใช้ ฯลฯ และคาดการณ์ข้อบกพร่องที่เป็นไปได้ในการชำระเงิน เทคนิคนี้ได้ถูกนำมาใช้กับลูกค้าโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งระบบสามารถตรวจสอบได้ว่าที่ใดเสี่ยงต่อการสูญเสียลูกค้าสูงในการแข่งขัน

3) การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ เก็บรวบรวมลักษณะและราคาของผลิตภัณฑ์ทั้งหมดสร้างโมเดลด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล และใช้โมเดลในการทำนายราคาผลิตภัณฑ์ตัวอื่นๆ เช่น ใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความเสี่ยงว่าลูกค้าเหมาะสมที่จะได้รับการอนุมัติสินเชื่อบัตรเครดิต ใช้ในการแบ่งประเภทของลูกค้าว่ามีความเสี่ยงในเรื่องเครดิต ต่ำ ปานกลาง หรือสูง และป้องกันปัญหาเรื่องการไม่ชำระค่าบัตรเครดิต ใช้ในการวิเคราะห์ลูกค้าช่วยแบ่งกลุ่มและวิเคราะห์ลูกค้าเพื่อที่จะผลิตและเสนอสินค้าได้ตรงตามกลุ่มเป้าหมายแต่ละกลุ่ม เช่น ทำนายว่าลูกค้าคนใดจะเลิกใช้บริการจากบริษัทภายใน 6 เดือนข้างหน้า เป็นต้น [7- 8]

4) การวิเคราะห์การขาย ตัวอย่างร้านขายเครื่องใช้ไฟฟ้าแห่งหนึ่งพบว่า 70 เปอร์เซ็นต์ของลูกค้าที่ซื้อโทรทัศน์แล้วจะกลับมาซื้อวิดีโอ ดังนั้นผู้จัดการจึงควรสนใจลูกค้าที่ซื้อโทรทัศน์โดยจัดส่งข้อมูลเกี่ยวกับวิดีโอและข้อเสนอที่ดีให้กับลูกค้ากลุ่มนี้ เพื่อให้ลูกค้ามาซื้อวิดีโอในครั้งต่อไป ซึ่งถือว่าเป็นการโฆษณาสินค้าได้อย่างเหมาะสมและตรงตามเป้าหมาย [14]

## 2.4 การทำเหมืองข้อมูลห้องสมุด (Bibliomining)

Bibliomining หมายถึง การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) กับข้อมูลต่างๆ ที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลห้องสมุด [15] ซึ่งผลที่ได้จากการทำ Bibliomining สามารถนำไปเป็นข้อมูลช่วยในการตัดสินใจหรือปรับปรุงบริการของห้องสมุด

### 2.4.1 การนำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลห้องสมุด

การทำเหมืองข้อมูลห้องสมุด สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานได้หลากหลาย ซึ่งแต่ละงานก็มีความแตกต่างกันและสามารถนำไปใช้งานให้เกิดประโยชน์ที่แตกต่างกันไป สามารถแบ่งงานที่นำมาใช้ได้ 6 ด้าน [16] ดังนี้

1) การอธิบายหรือพรรณนา (Description) การนำผลที่ได้ไปใช้เพื่ออธิบายหรือพรรณนาถึงรูปแบบหรือแนวโน้มที่ซ่อนอยู่ในข้อมูล โดยส่วนใหญ่จะเป็นการอธิบายด้วยค่าต่างๆ ทางสถิติเช่น ผลรวม ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) การประมาณการ (Estimation) ผลที่ได้จากการทำเหมืองข้อมูลนี้ มักจะอยู่ในรูปของแบบจำลองชนิดต่างๆ หรือการประมาณค่าต่างๆ เช่น การนำเกรดเฉลี่ยของนักศึกษา มาเขียนกราฟเพื่อหาสมการของเส้น Regression เพื่อประมาณค่าเกรดเฉลี่ยของนิสิตทั้งหมด

3) การทำนาย (Prediction) การทำนายแตกต่างจากการประมาณ คือ ผลลัพธ์ที่ได้จะทำนายสิ่งที่เกิดขึ้นในอนาคต เช่น การทำนายหุ้นในอีก 3 เดือนข้างหน้า หรือการทำนายการตายที่เกิดจากอุบัติเหตุทางจราจรในปีหน้า เป็นต้น ซึ่งวิธีเหล่านี้ได้แก่การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) หรือ การหาสหสัมพันธ์ (Correlation)

4) การแบ่งประเภท (Classification) การแบ่งประเภทรูปนั้นจะต้องมีตัวแปรที่ใช้เป็นเป้าหมายในการแบ่งประเภท เช่น รายได้ แล้วจึงแบ่งตัวแปรนั้นออกเป็นประเภทต่างๆ เช่น รายได้สูง ปานกลาง ต่ำ ตัวอย่างงานที่ใช้หลักการแบ่งประเภท เช่น การจัดให้นักเรียนเข้าใหม่ได้เรียนในสาขาวิชาที่ถนัด หรือ ธนาคารประเมินว่าบ้านหรือที่ดินที่นำมาจำนองใดมีความเสี่ยงต่อการหลุดจำนอง

5) การจัดกลุ่ม (Clustering) เป็นการจัดข้อมูลที่มีความคล้ายคลึงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน ความแตกต่างในการจัดกลุ่มอยู่ที่ว่าการจัดกลุ่มนั้นจะมีตัวแปรที่ใช้เป็นเป้าหมายในการจัดกลุ่ม เช่น การแบ่งกลุ่มลูกค้าของบริษัท การแบ่งกลุ่มผู้ยืมหนังสือของห้องสมุด การแบ่งกลุ่มยีนของมนุษย์

6) การสัมพันธ์กัน (Association) การหาว่าข้อมูลใดที่สัมพันธ์กัน ซึ่งในแวดวงธุรกิจมีการใช้งานด้านนี้กันมากแต่รู้จักกันในชื่อ Affinity Analysis หรือ Market Basket Analysis เช่น การวิเคราะห์ได้ว่ามีลูกค้ากลุ่มหนึ่งมักซื้อเปียร์กับผ้าอ้อมด้วยกัน หรือมีสินค้าใดบ้างที่ลูกค้าไม่เคยซื้อพร้อมกันเลย

#### 2.4.2 การนำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับงานด้านห้องสมุด

การทำเหมืองข้อมูลในห้องสมุดนั้นจะช่วยให้สามารถวิเคราะห์รูปแบบของกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นกับห้องสมุดนั้นๆ และรูปแบบที่วิเคราะห์ได้นั้นสามารถนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์กับห้องสมุดได้ ซึ่งตัวอย่างของรูปแบบงานในห้องสมุดที่สามารถนำหลักการทำเหมืองข้อมูลเข้ามาประยุกต์ใช้ได้ [17] มีดังนี้

1) การทำนายความต้องการของผู้ใช้บริการในอนาคตนำหลักการทำเหมืองข้อมูลด้านการอธิบายและพรรณนาทางสถิติมาใช้ เพื่อวิเคราะห์ว่ามีหนังสือเล่มใดหรือหมวดหมู่ใดที่มีการยืมสูง หรือมีการยืมน้อย เพื่อวางแผนจัดซื้อให้เพียงพอต่อความต้องการหรือลดการจัดซื้อหนังสือหรือหมวดหมู่นั้นๆ

2) การวางนโยบายป้องกันการคืนหนังสือล่าช้า วิเคราะห์รูปแบบการคืนหนังสือล่าช้าว่า ผู้ใช้บริการกลุ่มใดที่มักจะยืมหนังสือล่าช้า แล้วนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาวางนโยบายและคืนหนังสือใหม่เพื่อลดการคืนหนังสือล่าช้าให้น้อยลง

3) การวิเคราะห์ว่าหนังสือประเภทใดที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ การวิเคราะห์ว่าหนังสือประเภทใดที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการนั้น จะต้องใช้ข้อมูลจาก 2 แหล่ง คือ บรรณรักษ์ ที่ให้บริการด้านการค้นคว้า และจากฐานข้อมูลของระบบ OPAC มาวิเคราะห์โดยใช้หลักทางสถิติเพื่อหาว่าหนังสือประเภทใดที่ผู้ใช้ต้องการมากที่สุดแต่ไม่มีในห้องสมุด

4) วิเคราะห์หนังสือที่มักถูกยืมไปด้วยกัน การให้บริการส่วนใหญ่ของห้องสมุดในปัจจุบัน มักจะให้บรรณรักษ์เป็นผู้แนะนำหนังสือแก่ผู้ใช้งานมีหนังสือเล่มใดบ้างที่มีเนื้อหาคล้ายกัน เพื่อให้ผู้ใช้ไม่เสียเวลาในการค้นหาหนังสือและได้หนังสือมาเพียงพอต่อการค้นคว้า ซึ่งงานลักษณะนี้สามารถนำหลักการ Market Basket Analysis มาใช้ โดยการนำประวัติการยืมหนังสือมาวิเคราะห์ว่าหนังสือเล่มใดบ้างที่มักถูกยืมด้วยกัน แล้วนำข้อมูลที่วิเคราะห์ใส่ไว้ในระบบ OPAC เพื่อให้ระบบ OPAC แสดงรายชื่อหนังสือที่เกี่ยวข้องกันหรือมักถูกยืมด้วยกันให้ผู้ใช้ทราบ เป็นการเพิ่มทางเลือกให้แก่ผู้ใช้งานมากขึ้น

5) การปรับปรุงเว็บไซต์ของห้องสมุดให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ เป็นการวิเคราะห์พฤติกรรมและรูปแบบการใช้งานเว็บไซต์ของห้องสมุด โดยผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำมาปรับปรุงหรือพัฒนาการให้บริการทางด้านเว็บไซต์ได้ เช่น การพิจารณาว่าควรวางข้อความประกาศข่าวสารไว้ในที่ใดของหน้าเว็บไซต์จึงจะเหมาะสม ส่วนใดควรเพิ่มคำแนะนำในการใช้งาน หรือส่วนใดของเว็บไซต์ที่ผู้ใช้เข้ามาใช้บริการมากที่สุด ควรปรับการให้บริการโดยให้มีการคลิกเมาส์ให้น้อยครั้งที่สุดหรือไม่ เป็นต้น ทั้งนี้เพื่อให้ผู้ใช้บริการได้รับความสะดวกสบาย มีความรู้สึกอยากใช้งานเว็บไซต์ของห้องสมุด และได้รับประโยชน์สูงสุดจากเว็บไซต์

6) การจัดกลุ่มผู้ใช้บริการการวิเคราะห์ว่าผู้ใช้แต่ละกลุ่มนั้นใช้บริการทรัพยากรประเภทใดของห้องสมุดบ้าง เพื่อนำผลลัพธ์ไปจัดสรรประเภทและจำนวนทรัพยากรให้สอดคล้องกับจำนวนผู้ใช้แต่ละกลุ่ม เป็นการปรับปรุงการให้บริการห้องสมุดเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ให้ครอบคลุมทุกกลุ่ม

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่า สามารถนำหลักการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์กับงานบริการของห้องสมุดได้หลากหลายด้าน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับห้องสมุดแต่ละแห่งว่าจะนำหลักการทำเหมืองข้อมูลไปประยุกต์เพื่อปรับปรุงงานด้านใดบ้าง ซึ่งอาจแตกต่างกันไปจากข้างต้น แต่ทั้งนี้การนำหลักการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ก็เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพด้านต่างๆของห้องสมุดเอง



## 2.5 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ (Sequential Pattern Mining)

การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลโดยสนใจลำดับการเกิดของข้อมูล เทคนิคนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างทรานแซคชันที่มีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง รูปแบบลำดับที่น่าสนใจ (Sequence Patterns) ที่ได้จะแสดงว่า ถ้าเกิดเหตุการณ์หรือพบกลุ่มข้อมูลชุดนี้แล้ว มีแนวโน้มที่จะเกิดเหตุการณ์หรือกลุ่มข้อมูลชุดใดเป็นลำดับต่อไป ซึ่งความน่าจะเป็นที่จะเกิดรูปแบบลำดับนั้นๆ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) โดยที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ สามารถพิจารณาได้ 2 แบบ คือค่าสนับสนุนขั้นต่ำสัมบูรณ์ (Absolute Support) เป็นการหาค่าความถี่ของการเกิดข้อมูลลำดับร่วมกัน และค่าสนับสนุนขั้นต่ำแบบสัมพัทธ์ (Relative Support) เป็นการบ่งบอกเปอร์เซ็นต์ความถี่ของการเกิดข้อมูลลำดับร่วมกันเมื่อเทียบกับข้อมูลทั้งหมด

ตัวอย่างรูปแบบลำดับเหตุการณ์ ถ้ารูปแบบลำดับที่ได้เป็น  $(A, B) \rightarrow C$  หมายความว่า เมื่อยืมหนังสือ A และหนังสือ B แล้ว ภายหลังจากจะยืมหนังสือ C โดยที่นิสัยเดิมนั้นอาจจะยืมหนังสือเล่มอื่นๆ ก่อนมายืมหนังสือ C ก็ได้ เทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้หลายด้าน เช่น การวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อขายสินค้า การวิเคราะห์ลำดับ DNA การวิเคราะห์พฤติกรรมกรเข้าใช้งานเว็บไซต์ เป็นต้น โดยอัลกอริทึมที่นิยมนำมาใช้ในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ เช่น GSP และ PrefixSpan เป็นต้น

### 2.5.1 GSP (Generalized Sequential Pattern)

เทคนิค GSP เป็นกระบวนการสืบค้นรูปแบบลำดับด้วยหลักการอัลกอริทึมเอปริออริ (Apriori Algorithm) โดยการสร้างรูปแบบลำดับจากทุกเหตุการณ์ที่เป็นไปได้และทำการนับจำนวนความถี่ โดยเริ่มต้นจะทำการนับความถี่ของรูปแบบลำดับที่ 1 (1-Sequences) จากนั้นนำรูปแบบลำดับที่ 1 ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำมาสร้าง Candidate ลำดับที่ 2 (Candidate 2-Sequences) และนับความถี่อีกครั้ง สืบค้นรูปแบบลำดับถัดไปจนกว่าจะไม่สามารถค้นหารูปแบบลำดับที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำได้อีก โดยมีขั้นตอนการทำงานที่สำคัญดังนี้

การสร้าง Candidate (Candidate generation) ขั้นตอนการสร้างผู้สมัครประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอนดังนี้

1) Join Phase: สร้าง Candidate โดยนำ  $L_{k-1}$  และ  $L_{k-1}$  ที่มีรูปแบบลำดับตรงกลางร่วมกันหรือเหมือนกันมาสร้างรูปแบบลำดับถัดไป ( $L_{k-1}$  คือเซตความถี่ของรูปแบบลำดับทั้งหมด (Frequent  $(K - 1)$ -Sequence))

2) Prune Phase : การตัดหรือคัดรูปแบบลำดับที่ไม่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำออก

### 2.1) การนับ Candidate (Counting candidates)

การค้นหาจำนวนความถี่ของรูปแบบลำดับที่ปรากฏในรายการข้อมูลทั้งหมด สามารถค้นหาได้ด้วยเทคนิค 1) รูปแบบการค้นหาแบบ hast-tree ในการนับจำนวนรายการความถี่ของ Candidate และ 2) การค้นหารูปแบบลำดับเฉพาะ

ตารางที่ 2.9 ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบลำดับเหตุการณ์

SID	Sequence
10	<(bd)cb(ac)>
20	<(bf)(ce)b(fg)>
30	<(ah)(bf)abf>
40	<(be)(ce)d>
50	<a(bd)bcb(ade)>

ทำการค้นหาความถี่ โดยกำหนดให้ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Support) เท่ากับ 0.5 (50%) พบว่า g และ h ไม่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เราจึงไม่นำมาพิจารณาในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 2.10 ตัวอย่างการค้นหาความถี่

<a>	<b>	<c>	<d>	<e>	<f>	<g>	<h>
3	5	4	3	3	2	±	±

ไม่สามารถสร้าง Candidate ลำดับต่อไปได้

Candidate ลำดับที่ 5 : <(bd)cba>

Candidate ลำดับที่ 4 : <abba> <(bd)bc> ...

Candidate ลำดับที่ 3 : <abb> <aab> <aba> <baa> <bab> ...

Candidate ลำดับที่ 2 : <aa> <ab> ... <af> <ba> <bb> ... <ff> <(ab)> ... <(ef)>

Candidate ลำดับที่ 1 : <a> <b> <c> <d> <e> <f> <g> <h> g, h ไม่ผ่านค่าสนับสนุน จึงไม่นำมาสร้าง Candidate

### 2.5.2 PrefixSpan

เทคนิค PrefixSpan เป็นกระบวนการสืบค้นรูปแบบลำดับ ด้วยหลักการอัลกอริทึมเอฟพีโกรท (FP-Growth Algorithm) เป็นขั้นตอนวิธีที่มีลักษณะการค้นหากลุ่มข้อมูลที่ปรากฏบ่อยแบบการเติบโตอย่างเป็นรูปแบบ (Pattern Growth) โดยเริ่มจากการนับความถี่ของแต่ละชุดข้อมูลมาเรียงลำดับตามความถี่จากมากไปหาน้อย ข้อมูลใดที่ไม่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำจะไม่ถูกนำไปพิจารณาในครั้งต่อไป จากนั้นทำการค้นหากลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยอีกครั้ง โดยใช้วิธีแบ่งพื้นที่การค้นหา (Divide search space) จนกว่าจะไม่สามารถค้นหากลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันได้อีก

ตารางที่ 2.11 ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบลำดับเหตุการณ์

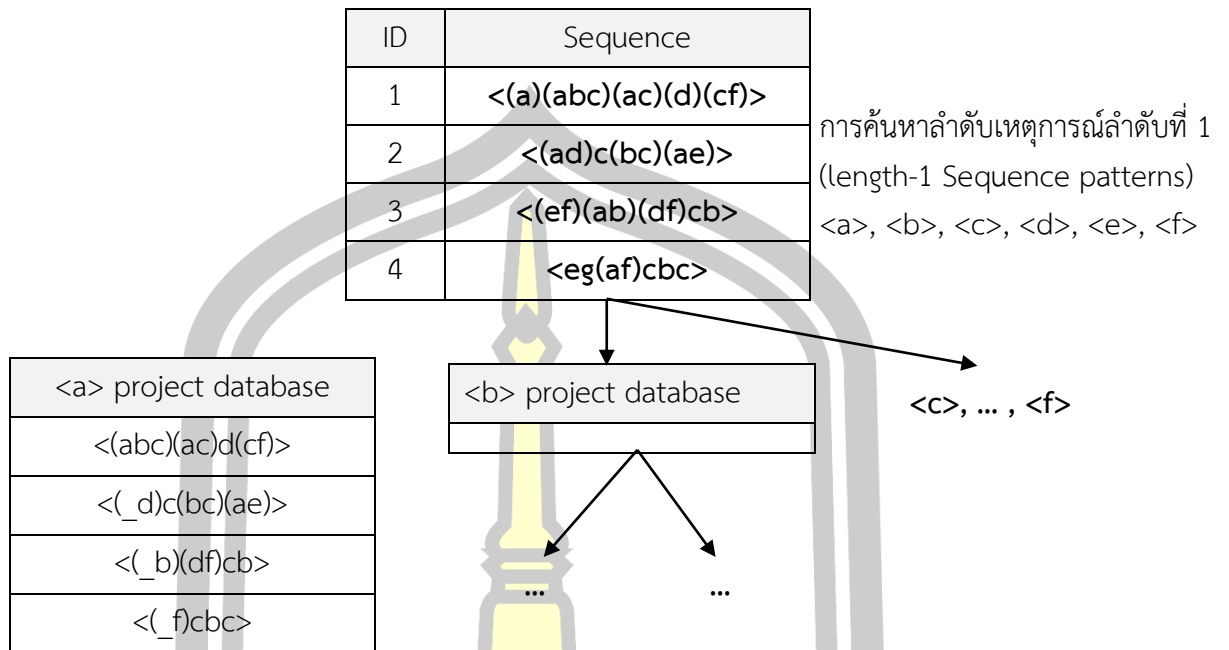
ID	Sequence
1	<(a)(abc)(ac)(d)(cf)>
2	<(ad)c(bc)(ae)>
3	<(ef)(ab)(df)cb>
4	<eg(af)cbc>

ทำการค้นหาความถี่ โดยกำหนดให้ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Support) เท่ากับ 0.5 (50%) พบว่า g ไม่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เราจึงไม่นำมาพิจารณาในขั้นตอนต่อไป ในขั้นตอนนี้จะเรียกว่าการค้นหาลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 1 (length-1 Sequence patterns)

ตารางที่ 2.12 ตัวอย่างการค้นหาความถี่

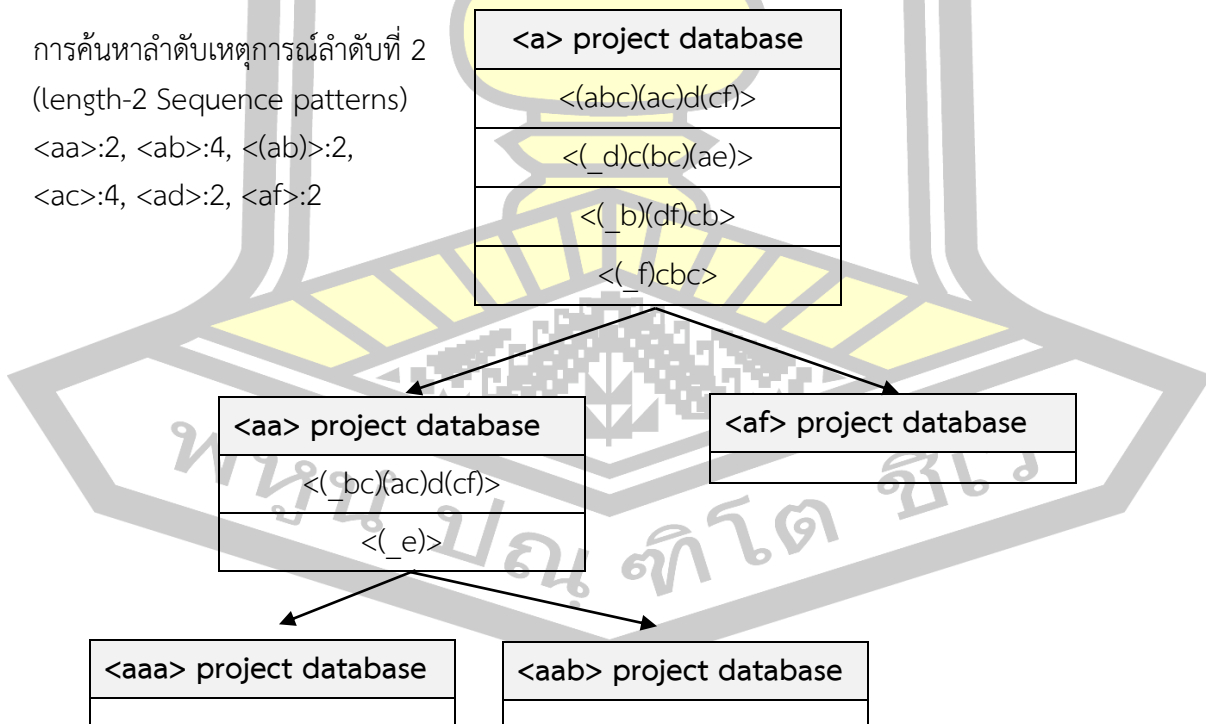
<a>	<b>	<c>	<d>	<e>	<f>	<g>
4	4	4	3	3	3	1





ทำการแบ่งพื้นที่การค้นหาและค้นหาลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2 (length-2 Sequence patterns) จากนั้นทำการตรวจสอบรายการที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำเพื่อทำการแบ่งพื้นที่การค้นหาครั้งต่อไป จนกว่าจะไม่สามารถค้นหาลำดับเหตุการณ์ได้อีก

การค้นหาลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2  
(length-2 Sequence patterns)  
<aa>:2, <ab>:4, <(ab)>:2,  
<ac>:4, <ad>:2, <af>:2



ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นชุดข้อมูล ดังนี้ (a),(ab),(b),(bc),(c),(cb),(d),(e),(f),(ab)c,(ab)d,(ab)f,(aa),...

## 2.6 กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ (Sequential Rules)

กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ เป็นการค้นหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกิดร่วมกันโดยพิจารณาลำดับก่อนหลังของข้อมูล ถูกกล่าวถึงครั้งแรกในปี ค.ศ. 1993 โดย Agrawal และคณะ [18] ซึ่งกฎที่ได้นั้นจะต้องผ่านกระบวนการหาค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ (Minimum Confidence) โดยค่าความเชื่อมั่นเป็นค่าที่ใช้บ่งบอกโอกาสหรือเปอร์เซ็นต์ที่กฎความสัมพันธ์นั้นๆ จะเกิดขึ้น สามารถหาได้จากสมการ

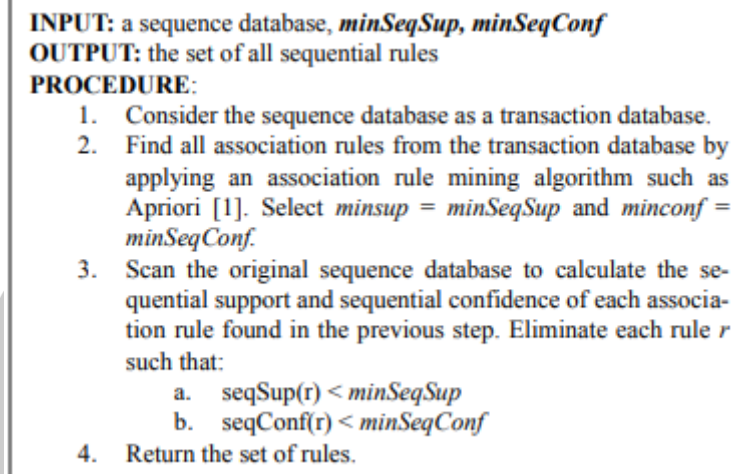
$$\text{Confidence} = \frac{\text{Sup}(\text{Antecedent}, \text{Consequent})}{\text{Sup}(\text{Antecedent})} \times 100$$

วิธีการในการหาความสัมพันธ์เชิงลำดับมีอยู่ด้วยกัน 2 วิธี คือ 1) ทำการขุดค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ก่อน แล้วนำรูปแบบเหตุการณ์ไปสร้างกฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ โดยลำดับเหตุการณ์ เหตุการณ์ฝั่งซ้าย (Antecedent) และฝั่งขวา (Consequent) ของกฎ โดยที่กฎจะถูกสร้างมาจากลำดับเหตุการณ์ความถี่ 2) สร้างกฎความสัมพันธ์จากเซตรายการ X และ Y ในรูปแบบ  $X \rightarrow Y$  โดยที่เซตรายการ X จะต้องเกิดก่อนเซตรายการ Y ซึ่งกฎที่ถูกสร้างด้วยวิธีที่ 2 ถูกนำไปใช้มากกว่า เพราะสามารถทำนายข้อมูลได้ถูกต้องและนำไปประยุกต์ใช้ได้มากกว่ากฎที่สร้างด้วยวิธีที่ 1 โดยวิธีหาความสัมพันธ์เชิงลำดับด้วยวิธีที่ 2 เช่น CMRules และ RuleGrowth เป็นต้น [19]

### 2.6.1 CMRules

เป็นเทคนิคการหาความสัมพันธ์เชิงลำดับโดยจะทำการค้นหาความสัมพันธ์โดยใช้หลักการสืบค้นรูปแบบลำดับด้วย GSP เมื่อได้กฎความสัมพันธ์จากกระบวนการ GSP แล้ว จะทำการคำนวณค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำของแต่ละกฎ และตัดกฎที่ไม่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำออก

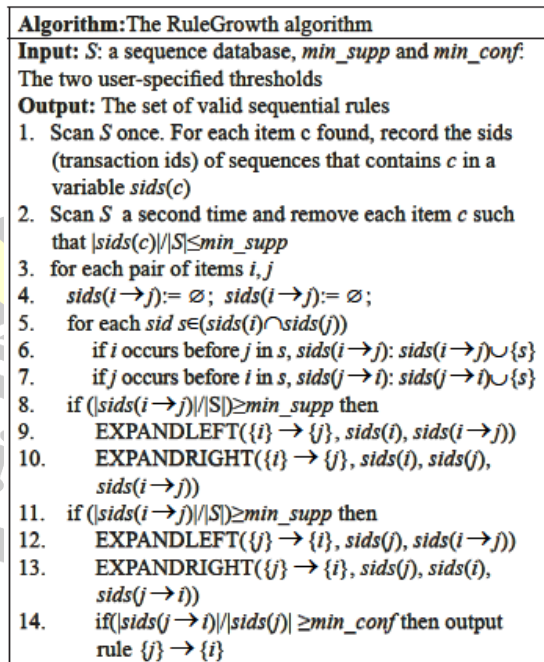
พหุ ประถมศึกษา



ภาพประกอบที่ 2.5 ขั้นตอนการทำงานของ CMRules [20]

### 2.6.2 RuleGrowth

เป็นเทคนิคการหากฎความสัมพันธ์เชิงลำดับโดยจะทำการค้นกฎความสัมพันธ์โดยใช้หลักการสืบค้นรูปแบบลำดับด้วย PrefixSpan โดยการขยายกฎจะอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ว่า เมื่อรายการ *i* ถูกเพิ่มไปยังฝั่งซ้ายหรือขวาของกฎ แล้วค่าสนับสนุนขั้นต่ำน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำ กฎดังกล่าวจะไม่ถูกขยายต่อ



ภาพประกอบที่ 2.6 ขั้นตอนการทำงานของ RuleGrowth [21]

## 2.7 การวัดประสิทธิภาพ

### 2.7.1 การแบ่งข้อมูลเพื่อทดสอบ

วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้ในการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดลเนื่องจากผลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ การวัดประสิทธิภาพด้วยวิธี Cross-validation นี้จะทำการแบ่งข้อมูลออกเป็นหลายส่วนแทนด้วยค่า  $k$  เช่น 5-fold cross-validation คือ ทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 5 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน หรือ 10-fold cross-validation คือ การแบ่งข้อมูลออกเป็น 10 ส่วน โดยที่แต่ละส่วนมีจำนวนข้อมูลเท่ากัน หลังจากนั้นข้อมูลหนึ่งส่วนจะใช้เป็นตัวทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล ทำวนไปเช่นนี้จนครบจำนวนที่แบ่งไว้เช่น

ตารางที่ 2.13 การแบ่งข้อมูลแบบ 5-fold cross validation

ข้อมูลทดลอง (training)				
ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 1
ข้อมูลที่ 3	ข้อมูลที่ 3	ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 2
ข้อมูลที่ 4	ข้อมูลที่ 4	ข้อมูลที่ 4	ข้อมูลที่ 3	ข้อมูลที่ 3
ข้อมูลที่ 5	ข้อมูลที่ 5	ข้อมูลที่ 5	ข้อมูลที่ 5	ข้อมูลที่ 4

↓

สร้างโมเดลทำนาย

↓

ข้อมูลทดสอบ (testing)				
ข้อมูลที่ 1	ข้อมูลที่ 2	ข้อมูลที่ 3	ข้อมูลที่ 4	ข้อมูลที่ 5

แบ่งข้อมูลทดลองออกเป็น 5 ส่วนที่มีจำนวนเท่ากัน หลังจากนั้นทำการทดสอบประสิทธิภาพของโมเดล 5 ครั้ง ดังนี้

รอบที่ 1 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 2,3,4 และ 5 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 1

รอบที่ 2 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 1,3,4 และ 5 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 2

รอบที่ 3 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 1,2,4 และ 5 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 3

รอบที่ 4 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 1,2,3 และ 5 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 4

รอบที่ 5 ใช้ข้อมูลส่วนที่ 1,2,3 และ 4 สร้างโมเดล และใช้โมเดลทำนายข้อมูลส่วนที่ 5

### 2.7.2 การวัดประสิทธิภาพ

ในการทดสอบวัดประสิทธิภาพของโมเดลแต่ละรอบจะนำผลลัพธ์ที่ได้มาใส่ลงในตารางประเมินผลการทำงาน (Confusion Matrix) ซึ่งสามารถบอกประสิทธิภาพของโมเดลการทำงาน ได้แก่ ค่าความความระลึก (Recall) [22]

ตารางที่ 2.14 ตารางประเมินผลการทำงาน (Confusion Matrix)

		ผลการจำแนก	
		คำตอบเป็นบวก	คำตอบเป็นลบ
ค่าจริง	คำตอบเป็นบวก	TP (true position)	FN (false negative)
	คำตอบเป็นลบ	FP (false positive)	TN (true negative)

ค่าความระลึก (Recall) เป็นค่าจากการค้นหาข้อมูลที่เป็นค่าอัตราส่วนของการค้นพบค่าความถูกต้องเชิงบวก (True Positives : TP) เทียบกับค่าที่ทำนายถูกต้องทั้งหมด

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN}$$

### 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จรรยาพร จำปา [23] ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพยากรณ์ความต้องการทรัพยากรห้องสมุด โดยวิธีการหาความสัมพันธ์ของห้องสมุดการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยการคัดเลือกข้อมูลการยืม - คืน ทรัพยากรห้องสมุด ระหว่างปี พ.ศ. 2545 - 2552 จำนวน 4,500 รายการ ทำการเตรียมข้อมูลโดยใช้ รหัสสมาชิก วันที่ยืม หมวดหมู่หนังสือ จากนั้นทำการแปลงข้อมูลประกอบไปด้วย รหัสสมาชิก ID\_Patron และหมวดหมู่หนังสือ เช่น Cal\_0 Cal\_1 หมายถึง หมวด 000 และหมวด 100 ตามลำดับ ถ้ามีการยืมแทนค่าด้วย T และแทนค่า F ในคอลัมน์ที่ไม่มีการยืม เพื่อใช้ในการสร้างกฎความสัมพันธ์ โดยเลือกใช้กฎความสัมพันธ์ด้วยอัลกอริทึมเอพริโอริ ผลการทดลองพบกฎที่ซ่อนอยู่ 7 กฎ โดยกฎที่มีค่าสนับสนุนขั้นต่ำอยู่ที่ 0.044% กฎที่มีค่าสนับสนุนขั้นต่ำมากที่สุดอยู่ที่ 0.333% กฎ

ที่มีค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ 50% และกฎที่มีค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำมากที่สุดที่ 75% มีค่าความแม่นยำสูงสุดที่ 99.67% จากการศึกษางานวิจัยพบว่าผู้วิจัยใช้หมวดหมู่หนังสือแทนหมวดย่อยหนังสือ ผลลัพธ์ที่ได้จากการหาความสัมพันธ์สามารถบอกได้ว่าหมวดหมู่หนังสือใดที่สมาชิกให้ความสนใจและยืมร่วมกันมากที่สุด และงานวิจัยนี้ยังได้นำผลลัพธ์ที่ได้ไปพัฒนาโปรแกรมสร้างโปรแกรมการพยากรณ์ความต้องการทรัพยากรห้องสมุด เพื่อช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดหาทรัพยากรให้กับผู้ใช้บริการ

P. Jomsri, [24] ได้ทำการพัฒนาระบบการแนะนำหนังสือสำหรับห้องสมุดออนไลน์คัดเลือกข้อมูลโดยใช้ประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้และรายละเอียดทางบรรณานุกรมของหนังสือจากหนังสือที่ผู้ใช้ยืมไป ได้แก่ ID, ชื่อหนังสือ, ประเภทหนังสือ, ชื่อผู้แต่ง และหมวดหมู่ของหนังสือตามระบบทศนิยมดิวอี้ 000 - 900 และใช้ข้อมูลของผู้ใช้ได้แก่ ชื่อผู้ใช้, รหัสผู้ใช้ ข้อมูลการยืม วันที่ยืม และวันที่คืน เป็นต้น จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการหาความสัมพันธ์ (Association Rules) จากการศึกษาพบว่า ผู้ใช้ที่ยืมหนังสือเกี่ยวกับการจัดการความรู้ จะยืมหนังสือที่มีชื่อตรงว่า การจัดการความรู้ และยังพบอีกว่า ผู้ใช้ที่ยืมหนังสือ ในหมวด 600 เกี่ยวกับการออกแบบระบบและการปฏิบัติ ค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำเท่ากับ 21.67 % จะไม่ยืมหนังสือที่มีชื่อว่า ทักษะการสื่อสารเสมอ จากการศึกษางานวิจัยพบว่า การนำหมวดหมู่หนังสือมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ทำให้ภูมิค่าความแม่นยำได้จริง โดยเพิ่มขึ้นที่ top-1 เพิ่มขึ้น 1.34% แล top-5 เพิ่มขึ้น 0.78% และจากผลการทดสอบระบบจากผู้ใช้บริการพบว่า มีความพึงพอใจในระดับดี และยังมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลอื่นๆ มาใช้ในการพยากรณ์เพื่อพัฒนาระบบการแนะนำหนังสือให้ดียิ่งขึ้นไป

I. S. Sitanggang, N. A. Husin, A. Agustina, และ N. Mahmoodian [25] ได้ทำการวิจัยเรื่องการค้าหารูปแบบการยืมหนังสือในห้องสมุดด้วยเทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ (Sequential Pattern Mining) โดยทำการคัดเลือกข้อมูลหนังสือที่ถูกยืมจำนวน 7,799 รายการ ประกอบด้วยคุณลักษณะของข้อมูลคือ รหัสผู้ใช้ รหัสหนังสือ และวันที่ยืมหนังสือ จากนั้นทำการแปลงข้อมูลหมวดย่อยหนังสือออกเป็นรหัส เช่น รหัส 512 แทนหมวดหมู่ พืชคณิต รหัส 664 แทนหมวดหมู่เทคโนโลยีอาหาร เป็นต้น จากนั้นใช้เทคนิคอัลกอริทึมเอพริโอริมาใช้ในการหาความสัมพันธ์ของการยืมหนังสือ ผลการวิจัยพบว่า ผู้ใช้บริการมีพฤติกรรมการยืมหนังสือในห้องสมุดดังนี้ ผู้ใช้บริการที่ยืมหนังสือเกี่ยวกับเศรษฐศาสตร์ จะยืมหนังสือทางด้านเกษตรศาสตร์ไปด้วย และรูปแบบต่อมาคือ ผู้ใช้ที่ยืมหนังสือทางด้านชีววิทยาจะยืมหนังสือเกี่ยวกับเกษตรศาสตร์และหนังสือเกี่ยวกับเทคโนโลยีเคมี จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่า ผู้วิจัยแทนหนังสือด้วยหมวดย่อยหนังสือต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา และผลลัพธ์ที่ได้ยังสามารถนำไปวางแผนในการจัดหนังสือที่มีความเกี่ยวข้องกัน



ให้อยู่ใกล้เคียงกัน เพื่อที่จะช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ให้บริการค้นหาหนังสือเพื่อนำไปยืมได้ง่ายขึ้น และเป็นข้อมูลในการจัดหาหนังสือเข้ามาให้บริการในห้องสมุดต่อไป

Z. Zhu และ J. Y. Wang, [26] ได้ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาบริการแนะนำหนังสือโดยใช้อัลกอริทึมการหาความสัมพันธ์ โดยคัดเลือกข้อมูลที่จะนำมาศึกษาประกอบด้วย รหัสสมาชิก รหัสบัตร และรหัสประเภทของหนังสือที่มีการยืมออกไป (ประวัติการยืม) ทำการแปลงข้อมูลจากรหัสบัตร ออกได้ 2 ข้อมูล คือ ระดับการศึกษา และชั้นปี ดังนั้นก่อนนำเข้าสู่กระบวนการการหาความสัมพันธ์ ข้อมูลจะประกอบไปด้วย รหัสสมาชิก ระดับการศึกษา และชั้นปี และรหัสประเภทของหนังสือที่มีการยืมออกไป โดยมีประเภทหนังสือ ดังนี้ อิเล็กทรอนิกส์ VLSI เทคโนโลยีการศึกษา จิตวิทยา โปรแกรมคอมพิวเตอร์ การฝึกหัดทางร่างกาย คณิตศาสตร์ขั้นสูง และ ภาษาอังกฤษ จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้เข้าสู่กระบวนการออกแบบระบบแนะนำหนังสือ โดยกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำไว้ที่ 20% และกำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำไว้ที่ 70% จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่าผู้วิจัยได้นำคุณลักษณะระดับการศึกษา และชั้นปีมารวมใช้กับการหาความสัมพันธ์จากประวัติการยืมหนังสือ ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา และผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการซื้อหนังสือของลูกค้า การค้นคืนทรัพยากรสารสนเทศ โดยอ้างอิงข้อมูลการใช้ที่ผ่านมาของลูกค้า

Li, Jian Wei และ Chen, Ping Hua [27] ได้ทำการศึกษา การประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์ในระบบห้องสมุด โดยคัดเลือกข้อมูลหนังสือที่ได้รับความนิยมในการยืมมากที่สุด 50 อันดับแรก ในปี 2006 จากทั้งหมด 5,392 รายการ และนำสถิติการยืม จำนวน 125,586 ครั้ง คัดกรองเหลือ 1,988 ครั้ง โดยข้อมูลการยืมประกอบไปด้วย รหัสสมาชิก และรหัสหนังสือ และข้อมูลหนังสือประกอบไปด้วย รหัสหนังสือ ชื่อผู้แต่ง รายละเอียดหนังสือ หมวดหมู่หนังสือ ทำการแปลงข้อมูลการยืมโดยการแทนรหัสหนังสือด้วยหมวดหมู่หนังสือ จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการหาความสัมพันธ์ โดยกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำไว้ที่ 15% และกำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำไว้ที่ 50% ซึ่งได้กฎความสัมพันธ์ทั้งสิ้น 7 กฎ ค้นหา 10 หัวเรื่องที่ถูกยืมมากที่สุด ได้ทั้งหมด 12 กฎ จากนั้นเข้าสู่กระบวนการเอพริออริอัลกอริทึม จากการศึกษาวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า การจัดเรียงหนังสือของห้องสมุดที่ได้จากการหาความสัมพันธ์ ช่วยลดระยะเวลาการค้นหาหนังสือให้กับผู้ใช้บริการ ยกตัวอย่างเช่น ผู้อ่านร้อยละ 70.77 ที่ยืมหนังสือ K8 (ชีวประวัติ) และ I2 (วรรณกรรมจีน) ในเวลาเดียวกันจะยืมหนังสือของ H3 (ภาษาต่างประเทศทั่วไป) ดังนั้นหนังสือเหล่านี้ควรถูกจัดเรียงในตำแหน่งที่อยู่ติดกัน และพิจารณาประเภทเหล่านี้ของหนังสือควรจะสะดวกสำหรับผู้อ่านที่จะยืมตามลำดับ เพื่อเป็นการส่งเสริมการยืมหนังสือในห้องสมุด

A. Velicanu, I. Lungu, V. Diaconita, and C. Nisioiu [28] ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์เทคนิคการทำเหมืองข้อมูลในระบบห้องสมุดอัตโนมัติ โดยคัดเลือกข้อมูลรหัสนักศึกษา รหัสหนังสือ และวันที่ยืม นำมาหาความสัมพันธ์ และเทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ โดย

คำนึงถึงเวลาเพื่อหารูปแบบรูปแบบลำดับเหตุการณ์พฤติกรรมการใช้หนังสือของผู้ใช้บริการ ผลการศึกษาพบว่า ช่วงเวลาที่ผู้ใช้บริการยืมหนังสือมากน้อยไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยได้แก่ ผู้ใช้บริการไม่ยืมหนังสือในวันหยุด และช่วงใกล้สอบคือเดือนเมษายน – พฤษภาคม หนังสือถูกยืมออกมากที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าผู้ใช้บริการยืมหนังสือ K3 ซึ่งเป็นหนังสือเกี่ยวกับชีวประวัติ และ L1 หนังสือวรรณกรรมของจีน และในขณะเดียวกันจะยืมหนังสือภาษาต่างประเทศ Y2 จากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่า ผู้วิจัยได้นำเทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์มาประยุกต์ใช้กับข้อมูลประวัติการยืมหนังสือ ผลลัพธ์จากการวิจัยสามารถนำไปปรับปรุงการสั่งซื้อจำนวนหนังสือที่เหมาะสมและเพียงพอต่อนักศึกษา เช่น จำนวนเล่ม ต่อ 1 ชื่อเรื่อง รูปแบบการแนะนำเพื่อเสนอบริการข้อมูลส่วนบุคคลหรืออาจมีบริการแนะนำหนังสือเล่มต่อไปหลังจากอ่านหนังสือเล่มแรกเสร็จ โดยวิเคราะห์จากพฤติกรรมการยืมหนังสือตามรูปแบบของการแนะนำหนังสือ

Gregorius Satia Budhi , Andreas Handojo , และ Stefano Gerry Sutrisno [29] ได้ทำการวิจัยเรื่องระบบแนะนำการยืมหนังสือสำหรับห้องสมุดมหาวิทยาลัยเปตราคริสเตเรียน โดยใช้ PrefixSpan และ Generalized Sequential Pattern อัลกอริทึม ทำการคัดเลือกข้อมูลจากฐานข้อมูลการยืมหนังสือของนักเรียน ในระหว่างเดือนมกราคม – กุมภาพันธ์ ในปี 2548 – 2549 ทำการเตรียมข้อมูลโดยใช้รหัสของชื่อหนังสือ และแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 ชุด และทำการวัดประสิทธิภาพโดยกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำในครั้งที่ 1 ค่า 2 % และครั้งที่ 2 ค่า 3 % ผลการศึกษาวิจัยพบว่า การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์จากประวัติการยืมหนังสือด้วยเทคนิค PrefixSpan มีประสิทธิภาพในการประมวลผลดีกว่า Generalized Sequential Pattern (GSP) อัลกอริทึม

สุจิตรา นางสิงห์จันทร์ [30] ได้ทำการวิจัยเรื่องการจำแนกโรคหลอดเลือดสมองโดยหาความสัมพันธ์ของปัจจัยร่วมกับการเกิดโรค กลุ่มประชากรที่ใช้ในการศึกษาคือ ผู้ป่วยที่เข้ารับบริการในโรงพยาบาลผ่านการบันทึกเวชระเบียน ผู้ป่วยที่มีอายุ 60 ปี ขึ้นไปแบ่งเป็นผู้ป่วยที่เป็นโรคหลอดเลือดสมอง 500 ราย และผู้ป่วยที่ไม่เป็นโรคหลอดเลือดสมอง 500 ราย ซึ่งเป็นข้อมูลจากระเบียนประวัติการรักษา ข้อมูลประกอบไปด้วย เพศ สถานภาพ การสูบบุหรี่ การดื่มสุรา การออกกำลังกาย อาชีพ ระดับความดันโลหิต ระดับคอเลสเตอรอล และลำดับการเกิดโรคที่ถูกวินิจฉัยในการมารับการรักษาบริการทุกครั้ง ทำการสร้างกฎความสัมพันธ์สำหรับการคาดการณ์โรคหลอดเลือดสมองที่ถูกสร้างขึ้นตามการสืบค้นลำดับเหตุการณ์และการจำแนกแบบความสัมพันธ์ และเรียงลำดับกฎเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการคาดการณ์โรค ตรวจสอบค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำสำหรับการคาดการณ์โรคเปรียบเทียบกับจำแนกที่นำเสนอด้วย KNN และ Naive Baye ผลการทดลองพบว่า กฎความสัมพันธ์ 10 อันดับแรกในการทำนาย คือ การสูบบุหรี่ การดื่มสุรา และโรคความดันโลหิตสูง มีผลต่อการกระตุ้นและนำไปสู่โรคหลอดเลือดสมอง จากการศึกษาวิจัยนี้พบว่า



เทคนิค PrefixSpan สามารถประยุกต์ใช้กับข้อมูลลำดับเหตุการณ์ที่หลากหลาย ดังเช่นงานวิจัยนี้ที่นำมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลลำดับการเกิดโรคเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูล

Chi-Jane Chen, Tun-Wen Pai\*, Shih-Syun Lin, Chun-Chao Yeh [31] ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประยุกต์ใช้อัลกอริทึม PrefixSpan สำหรับการวิเคราะห์รูปแบบโรค โดยใช้ข้อมูลในการศึกษาโดยนำข้อมูลทางการแพทย์ของผู้ป่วยโรคเรื้อรัง 7 โรคในฐานข้อมูลที่มีอยู่ จำนวน 1,298,271 คนได้แก่ เบาหวาน, ไขมันในเลือดสูง, ความดันโลหิตสูง, โรคหลอดเลือดสมอง, โรคไต, หัวใจล้มเหลว, และโรคปอดเรื้อรัง และใช้ช่วงเวลาในการเข้ารับการรักษา ผลปรากฏว่าส่วนใหญ่คนที่ เป็นโรคความดันโลหิตสูง จะตามมาด้วยโรคไขมันในเลือดสูง จากการศึกษางานวิจัยพบว่า อัลกอริทึม PrefixSpan เหมาะที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่โดยเฉพาะ ดังตัวอย่างงานวิจัยนี้ที่นำมาใช้กับข้อมูลทางการแพทย์ในการวิเคราะห์ลำดับการเกิดโรค



ตารางที่ 2.15 ตารางสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หัวข้องานวิจัย	คุณลักษณะ					Frequent Itemset	Sequence Pattern	Rules	จำนวนรายการ
	รหัสผู้ใช้	คณะ/สาขา	วันที่พิมพ์	หมวดหมู่หนังสือ	อื่นๆ				
1. การประยุกต์ใช้อัลกอริทึมกฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมการซื้อของสมุดการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	✓		✓	✓		Apriori		Association Rules	4,500
2. Book recommendation system for digital library based on user profiles by using association rule	✓		✓	✓		Apriori		Association Rules	65,521
3. Sequential Pattern Mining on Library Transaction Data	✓		✓	✓			AprioriAll		7,799
4. Book recommendation service by improved association rule mining algorithm	✓	✓		✓		Apriori		Association Rules	
5. The application of association rule in library system	✓			✓		Apriori		Association Rules	

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

6. An Empirical Study of Application of Data Mining Techniques in Library System	✓	✓	✓	✓						Association Rules	
7. Book Loan Recommendation System for Petra Christian University Library using PrefixSpan and Generalized Sequential Pattern Algorithm	✓			✓					GSP, PrefixSpan		
8. การจำแนกโรคหลอดเลือดสมองโดยหาความสัมพันธ์ของปัจจัยร่วมกับการเกิดโรค	✓	✓	✓	✓					PrefixSpan	Associative Classification	1,000
9. Application of PrefixSpan Algorithms for Disease Pattern Analysis	✓	✓	✓	✓					PrefixSpan		1,298,271
10. งานวิจัย	✓	✓	✓	✓					GSP, PrefixSpan	Sequential Rule	1,044

จากงานวิจัยที่ได้ทำการศึกษาพบว่าคุณลักษณะจากฐานข้อมูลของห้องสมุดที่นำมาใช้ในการทำเหมืองข้อมูลและการหาความสัมพันธ์ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วย รหัสผู้ใช้ หมวดหมู่หนังสือ วันที่ยืม และคณะ ตามลำดับ โดยเทคนิคที่นิยมนำมาใช้ในการหารูปแบบความสัมพันธ์ของข้อมูลมีอยู่ 2 วิธีด้วยกัน ได้แก่ การหา Frequent Pattern Mining และการหา Sequential Pattern Mining โดยวิธีแรกเป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นหรือปรากฏร่วมกัน วิธีที่สองเป็นการหาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการใช้ช่วงเวลาและให้ความสำคัญกับลำดับของเหตุการณ์ ซึ่งการจะนำเทคนิคทั้ง 2 มาใช้นั้นขึ้นอยู่กับว่าลักษณะของข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เป็นอย่างไร และผลลัพธ์ที่ได้ตรงกับความต้องการหรือไม่

ข้อมูลประวัติการยืมหนังสือที่ได้จากระบบห้องสมุดอัตโนมัติของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประกอบไปด้วยคุณลักษณะจำนวน 13 คุณลักษณะ จากการศึกษาพบว่าคุณลักษณะที่นิยมนำมาใช้งานวิจัยประกอบไปด้วย รหัสผู้ใช้ วันที่ยืม และหมวดหมู่หนังสือ ถึงแม้ข้อมูลหมวดหมู่หนังสือจะเป็นหมวดหมู่ที่นิยมนำมาใช้เพราะครอบคลุมเนื้อหาของหนังสือทั้งหมด แต่ผู้วิจัยกลับมองว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นครอบคลุมมากเกินไป และไม่สามารถบ่งบอกได้ถึงเนื้อหาของหนังสือที่เฉพาะเจาะจงได้ ผลลัพธ์ที่ได้จึงไม่ต่างจากการเก็บสถิติที่มีอยู่ก่อนแล้ว จึงได้เล็งเห็นว่าการนำหมวดย่อยหนังสือมาใช้ร่วมกับการสืบค้นรูปแบบลำดับ จะทำให้ทราบถึงพฤติกรรมหรือรูปแบบการยืมหนังสือมากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้นำเทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับที่แตกต่างกันในเรื่องของกระบวนการสืบค้นจำนวน 2 เทคนิคคือ CMRules และ RuleGrowth เพื่อทดลองว่าเทคนิคใดเหมาะที่จะนำมาใช้กับชุดข้อมูลห้องสมุดของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามมากที่สุด

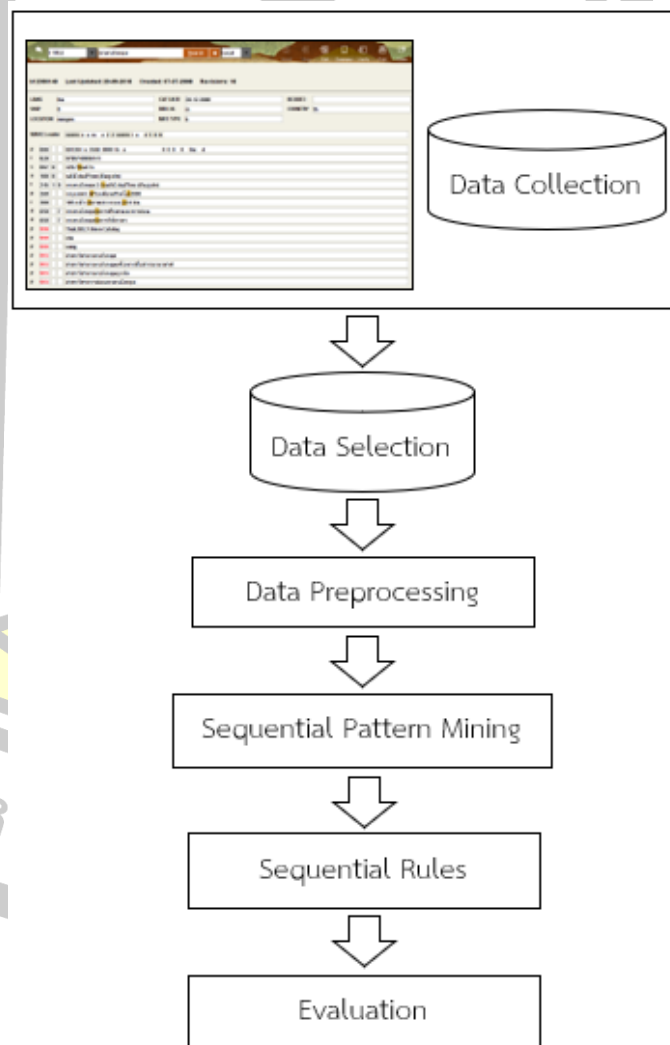
จากงานวิจัยที่ได้กล่าวมาข้างต้น ยังแสดงให้เห็นถึงการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลของห้องสมุด เพื่อพัฒนาการให้บริการที่หลากหลายและตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้บริการ และวางแผนในการจัดสรรงบประมาณในการจัดซื้อหนังสือที่ตรงกับความต้องการของผู้ใช้บริการ เป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดความคุ้มค่าคุ้มทุนมากที่สุด

พูน ปณ ภิโต ชีเว

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีการดำเนินการวิจัย ดังต่อไปนี้ 1) การเก็บข้อมูลและการคัดเลือกข้อมูล (Data Collection & Data Selection) 2) การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing) 3) การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ (Sequence Pattern Mining) 4) กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ (Sequential Rules) 5) การวัดประสิทธิภาพ (Evaluation) ดังภาพประกอบที่ 3.1



ภาพประกอบที่ 3.1 ขั้นตอนการทำงานของระบบแนะนำหนังสือ

### 3.1 การเก็บข้อมูลและการคัดเลือกข้อมูล (Data Collection & Data Selection)

#### 3.1.1 การเก็บข้อมูล (Data Collection)

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มีการบันทึกข้อมูลหนังสือและประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้ผ่านระบบห้องสมุดอัตโนมัติ การเก็บข้อมูลรายการหนังสือจะมีการลงรายการและแบ่งหมวดหมู่หนังสือด้วยระบบทศนิยมดิวอี้ (หมวดหมู่ 000-900) ภายในหมายเลขหลักสามารถแบ่งหมวดย่อยลงไปตามมาตรฐานของห้องสมุดสถาบันอุดมศึกษา งานวิจัยนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลประวัติการยืมหนังสือจากระบบห้องสมุดอัตโนมัติ โดยทำการสุ่มข้อมูลรายการจำนวน 88,443 รายการ ที่มีประวัติการยืมปรากฏในปี 2562 โดยคุณลักษณะทั้งหมดประกอบไปด้วย รหัสสมาชิก (PatronID), ชื่อ-นามสกุล (Name), คณะ/หน่วยงาน (PCODE2), ประเภทผู้ใช้ (PTYPE), รหัสอ้างอิง (UserID), วันที่ยืม (Checkoutdate), วันที่คืน (Duedate), ชื่อหนังสือ (Title), ชื่อผู้แต่ง (Author), ปีที่พิมพ์ (Year), ราคา (Price), รหัสบาร์โค้ดหนังสือ (Barcode), เวลายืม (Timestamp)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
	PatronID	Name	PCODE2	PTYPE	UserID	Checkoutdate	Duedate	Title	Author	Year	Price	Barcode	Timestamp	
1	20580105100736	อัสดีญา แซ่เต๋	e	0	450972903918	2018-07-12	2018-07-05	การผจญภัย = The Adventures of sh ดอยล์, อาร์เทอร์ โคนัน	โดแนม 2556	225.00	30000004982397	2018-07-11 09:07:38		
2	20580105100736	อัสดีญา แซ่เต๋	e	0	450972903954	2018-07-12	2018-07-05	จดหมายเหตุ = The Memoirs of she ดอยล์, อาร์เทอร์ โคนัน	โดแนม 2556	175.00	30000004982447	2018-07-11 09:07:38		
3	20580105100736	อัสดีญา แซ่เต๋	e	0	450972903955	2018-07-12	2018-07-05	คืนชีพ = The Return of sherlock hol ดอยล์, อาร์เทอร์ โคนัน	โดแนม 2556	235.00	30000004982421	2018-07-11 09:07:38		
4	20580105100736	อัสดีญา แซ่เต๋	e	0	450972903958	2018-07-12	2018-07-05	บันทึกคดี = The Case book of sherlock ดอยล์, อาร์เทอร์ โคนัน	โดแนม 2556	195.00	30000004984005	2018-07-11 09:07:38		
5	20000000665804	ศุภนิลา หาญมนตรี	e	0	450973006655	2018-07-12	2018-06-29	How to teach speaking	Thornbun, Scott	2005	699.00	30000004754820	2018-07-11 09:07:38	
6	20000000661854	มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม	NULL	27	450972756492	2018-07-12	2018-07-05	เครื่องหนัง	สุรพันธ์ สุดนงา	2539	20.00	30000002610909	2018-07-11 09:07:38	
7	20580101189121	ทัฬหายุทธ ศิริสาคร	h	0	450973032714	2018-07-12	2018-07-05	คำรัก	มาลี	2553	359.00	30000004226943	2018-07-11 09:07:38	
8	20000000724522	อัญชุลีรัตน์ อมพันธ์	e	0	450972993180	2018-07-12	2018-06-28	พิชิตกษัตริย์ 2000 คำ = 2000 คำสุพรรณ สุขประเสริฐ	2550	170.00	30000003946948	2018-07-11 09:07:38		
9	20600113162070	ธีระชา ศรีสงวน	d	0	450973093017	2018-07-12	2018-06-14	ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยงานสารบรรณ พ.ศ. 2526 ณ 2557	2557	125.00	30000004915154	2018-07-11 09:07:38		
10	20600110106724	อาทิตย์ โกลนพันธ์	l	0	450972869559	2018-07-12	2018-07-05	เอกสารศึกษาค้นคว้าทางไกล หลักสูตร สำนักพิมพ์พัฒนาการฯ	2546	131.00	30000002932451	2018-07-11 09:07:38		
11	20000000342788	จักรพงษ์ บุณยานิตย์	o	5	450973105851	2018-07-12	2018-07-05	รักแบบรักฉันเพื่อนและรัก [videorecording] = Love on th	2558	179.00	30000004952000	2018-07-11 09:07:38		
12	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973100042	2018-07-12	2018-07-05	รักแบบรักฉันเพื่อนและรัก [videorecording] = Stand by 2557	2559	299.00	30000004838854	2018-07-11 09:07:38		
13	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973106652	2018-07-12	2018-07-05	จูราสสิคเวิลด์ [videorecording] = Jurassic world	2558	359.00	30000004900175	2018-07-11 09:07:38		
14	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973109278	2018-07-12	2018-07-05	โลกบนฟ้าที่รัก [videorecording] = The Walk	2559	359.00	30000004905406	2018-07-11 09:07:38		
15	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973120416	2018-07-12	2018-07-05	โลกบนฟ้าที่รัก [videorecording] = Alice thr	2559	299.00	30000005015551	2018-07-11 09:07:38		
16	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973132207	2018-07-12	2018-07-05	7 วัน 7 คืน What happened to monday [videorecording]	2560	399.00	30000005309368	2018-07-11 09:07:38		
17	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973132999	2018-07-12	2018-07-05	ซีรีส์พอลเตอร์กับเครื่องรางมรดก ตอนที่ 2 [videorecording]	2559	399.00	30000005341064	2018-07-11 09:07:38		
18	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973133001	2018-07-12	2018-07-05	ซีรีส์พอลเตอร์กับเครื่องรางมรดก ตอนที่ 1 [videorecording]	2559	399.00	30000005341049	2018-07-11 09:07:38		
19	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973133002	2018-07-12	2018-07-05	ซีรีส์พอลเตอร์กับเครื่องรางมรดก ตอนที่ 1 [videorecording]	2559	399.00	30000005341031	2018-07-11 09:07:38		
20	20600112120665	ปณิตา ชินเกตุ	i	0	450973133165	2018-07-12	2018-07-05	ซีรีส์พอลเตอร์กับเครื่องรางมรดก ตอนที่ 1 [videorecording]	2559	299.00	30000005341213	2018-07-11 09:07:38		
21	20580103100118	กฤษัญญากรณ์ ประทุมศรี	g	0	450973052221	2018-07-12	2018-07-05	การออกแบบเครื่องจักรกล = Mecha ซิกมอนด์, โจเซฟ ดี.	2554	360.00	30000004451088	2018-07-11 09:07:38		
22	20000000665804	ศุภนิลา หาญมนตรี	e	0	450973071707	2018-07-12	2018-07-05	English pronouns and prepositions Swick, Ed.	2011	690.00	30000004950972	2018-07-11 09:07:38		
23	20580101100821	เกษมศรี ชวริตร	h	0	450972620148	2018-07-12	2018-07-05	สอกลภาษาไทย	กัญญา ทองหล่อ	2540	200.00	30000003603044	2018-07-11 09:07:38	
24	20580101100821	เกษมศรี ชวริตร	h	0	450972971804	2018-07-12	2018-07-05	สอไทยให้ต่างชาติ จากอเมริกันถึงจีน นิตยา กาญจนวรรณ	2553	140.00	30000004682591	2018-07-11 09:07:38		
25	20580101100821	เกษมศรี ชวริตร	h	0	450973013280	2018-07-12	2018-07-05	วัฒนธรรมภาษาไทยและอักษรไทยฉบับ ปณ.ไพบูลย์	2553	320.00	30000004682591	2018-07-11 09:07:38		
26	20580101100821	เกษมศรี ชวริตร	h	0	450973047786	2018-07-12	2018-07-05	ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ภาษาไทย ชั้นตรี คณิตศาสตร์	2555	166.00	300000044289173	2018-07-11 09:07:38		
27	20580101100821	เกษมศรี ชวริตร	h	0	450973088103	2018-07-12	2018-07-05	หลักการภาษาไทย	นพดล จันททรัพย์	2557	400.00	30000004818724	2018-07-11 09:07:38	
28	20580101100821	เกษมศรี ชวริตร	h	0	450973105057	2018-07-12	2018-07-05	ไวยากรณ์ไทย	นวรรณ พันธมธธา	2558	190.00	30000004501940	2018-07-11 09:07:38	
29	20580101100821	เกษมศรี ชวริตร	h	0	450973123620	2018-07-12	2018-07-05	เรื่องย่อหน้าจบบล่าว : ความสัมพันธ์กับชีวิตจริง จักรพันธ์	2559	300.00	30000005312537	2018-07-11 09:07:38		
30	20590105140335	ภาณุพงศ์ ธงศรี	e	0	450973123620	2018-07-12	2018-07-05	เรื่องย่อหน้าจบบล่าว : ความสัมพันธ์กับชีวิตจริง จักรพันธ์	2559	300.00	30000005312537	2018-07-11 09:07:38		

ภาพประกอบที่ 3.2 ข้อมูลหนังสือและประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการ

### 3.1.2 การคัดเลือกข้อมูล (Data Selection) มีการคัดเลือกข้อมูลดังนี้

#### 1) การคัดเลือกข้อมูลการยืมหนังสือของผู้ใช้

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาและนำแนวคิดในการคัดเลือกข้อมูลจากนักวิชาการหลายท่าน ได้แก่ จริยาพร จำปา 2560 P. Jomsri 2014 I. S. Sitanggang, N. A. Husin, A. Agustina, และ N. Mahmoodian 2010 Z. Zhu และ J. Y. Wang 2007 Uppal, Veepu & Chandwani, Gunjan. 2019 Gregorius Satia Budhi , Andreas Handojo , และ Stefano Gerry Sutrisno 2010 จากนั้นผู้วิจัยนำมาปรับใช้กับคุณลักษณะข้อมูลประวัติการยืม - คืน จากระบบห้องสมุดอัตโนมัติ ของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ดังนี้ รหัสผู้ใช้ (PatronID), PCODE2 (คณะ/หน่วยงาน), คอลัมน์ P TYPE (ประเภทผู้ใช้), วันที่ยืม (Checkoutdate) และ รหัสบาร์โค้ดหนังสือ (Barcode) จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกข้อมูลประวัติการยืมหนังสือของคณะศึกษาศาสตร์ ประเภทนิสิตระดับปริญญาตรี โดยอ้างอิงจากผลการสำรวจสถิติการเข้าใช้บริการพบว่า นิสิตคณะศึกษาศาสตร์ใช้บริการยืมหนังสือของห้องสมุดมากที่สุด และบุคลากรสายวิชาการใช้บริการแนะนำสั่งซื้อตำราเรียนมากที่สุด [5] ซึ่งจะทำให้ค้นพบข้อมูลที่เป็นรูปแบบลำดับและความสัมพันธ์จากประวัติการยืมหนังสือได้แม่นยำ โดยใช้คอลัมน์ PCODE2 (คณะ/หน่วยงาน) ในการคัดเลือกข้อมูลของคณะศึกษาศาสตร์ และคอลัมน์ P TYPE (ประเภทผู้ใช้) ในการคัดเลือกเฉพาะข้อมูลประเภทนิสิต ระดับปริญญาตรี 1,044 รายการ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการ

PatronID	PCODE2	P TYPE	Checkoutdate	Barcode
2110000000xxxx	e	10	2019-08-02	30000005464031
2059011281xxxx	e	0	2019-08-11	30000005472430
2000000060xxxx	e	0	2019-08-18	30000004867820
2000000042xxxx	e	0	2019-08-23	30000005191204
2000000016xxxx	b	0	2019-08-04	30000007514458

#### 2) การคัดเลือกข้อมูลรายการหนังสือ

รวบรวมข้อมูลรายการหนังสือหนังสือจากฐานข้อมูลระบบห้องสมุดอัตโนมัติ ของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการคัดเลือกคุณลักษณะของหนังสือโดย

ใช้หมวดหมู่และหมวดย่อยหนังสือ ในการหาความสัมพันธ์จากประวัติการยืม โดยประยุกต์ใช้แนวทางการคัดเลือกรายการหนังสือจากงานวิจัยของ จริญญาพร จำปา 2560 P. Jomsri 2014 I. S. Sitanggang, N. A. Husin, A. Agustina, และ N. Mahmoodian 2010 Z. Zhu และ J. Y. Wang 2007 Uppal, Veepu & Chandwani, Gunjan. 2019 Gregorius Satia Budhi, Andreas Handojo, และ Stefano Gerry Sutrisno 2010 จากนั้นนำมาปรับให้เหมาะสมกับลักษณะข้อมูลของหนังสือที่มี ดังนี้ คัดเลือกเฉพาะข้อมูลประเภทหนังสือ (ITEM-TYPE และ MAT-TYPE) รหัสบาร์โค้ดหนังสือ (Barcode) ในการอ้างอิงกับประวัติการยืมหนังสือของผู้ใช้ และหมวดหมู่หนังสือ (Tag 082) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างข้อมูลประเภทหนังสือ

Barcode	ITEM-TYPE	MAT-TYPE	Tag 082
30000005464031	0	b	425.2
30000005472430	0	b	425
30000004867820	0	b	428.34
30000005191204	0	b	425

### 3.2 การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing)

การเตรียมข้อมูลประกอบไปด้วย 3 กระบวนการย่อย คือ การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) การผสานข้อมูล (Data Integration) การแปลงข้อมูล (Data Transformation)

#### 3.2.1 การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning)

ขั้นตอนการคัดแยกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ (Missing Value) และคัดเลือกข้อมูลเฉพาะนิสิตคณะศึกษาศาสตร์ ซึ่งถูกกำหนดด้วยพยัญชนะภาษาอังกฤษ e และกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี จะถูกกำหนดด้วยตัวเลข 0



ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างการคัดแยกข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์

PatronID	PCODE2	P TYPE	Checkoutdate	Barcode
2110000000xxxx	e	10	2019-08-02	30000005464031
2059011281xxxx	e	0	2019-08-11	30000005472430
2000000060xxxx	e	0	2019-08-18	30000004867820
2000000042xxxx	e	0	2019-08-23	30000005191204



PatronID	Checkoutdate	Barcode
2059011281xxxx	2019-08-11	30000005472430
2000000060xxxx	2019-08-18	30000004867820
2000000042xxxx	2019-07-23	30000005191204

### 3.2.2 การผสานข้อมูล (Data Integration)

ขั้นตอนการผสานข้อมูลระหว่างข้อมูลการยืมหนังสือของผู้ใช้และข้อมูลรายการหนังสือผ่านรหัสบาร์โค้ดเดียวกัน โดยคุณลักษณะของข้อมูลนำมาใช้ทำนายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ รหัสหนังสือ วันที่ยืมหนังสือ [16 - 17] หมวดย่อยหนังสือ [25] โดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3.4 การลดรูปข้อมูลหนังสือด้วยบาร์โค้ดหนังสือ (Barcode)

PatronID	Checkoutdate	Barcode	Tag 082
2059011281xxxx	2019-08-11	30000005472430	425
2000000060xxxx	2019-08-18	30000004867820	428.34
2000000042xxxx	2019-08-23	30000005191204	425
2059011281xxxx	2019-09-23	30000000987754	428.84



PatronID	Checkoutdate	Tag 082
2059011281xxxx	2019-08-11	420
2000000060xxxx	2019-08-18	420
2000000042xxxx	2019-08-23	420
2059011281xxxx	2019-09-13	420

### 3.2.3 การแปลงข้อมูล (Data Transformation)

แปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบลำดับเหตุการณ์ โดยชุดข้อมูลลำดับเหตุการณ์ของนิสิต จะอยู่ภายใต้เครื่องหมายปีกกา ซึ่งหมวดย่อยหนังสือใดที่นิสิตยืมไปในวันเดียวกันจะอยู่ภายใต้วงเล็บเดียวกัน ในกรณีที่ข้อมูลในลำดับต่อไปซ้ำกัน ซึ่งอาจมีสาเหตุจากผู้ใช้ทำการต่ออายุหนังสือเล่มเดิม จะไม่นำมาคำนวณเพราะถือเป็นชุดข้อมูลเดียวกัน ตัวอย่างตารางที่ 3.5 ผู้ใช้ยืมหมวดย่อยหนังสือ (420) ต่อมาผู้ใช้ยืมหนังสือ (420) ในลำดับต่อมา จะถือว่าเป็นชุดข้อมูลเดียวกัน เมื่อนำมาแปลงข้อมูลในรูปแบบลำดับเหตุการณ์จึงแสดงแค่ (420) ข้อมูลเดียว

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างรูปแบบลำดับเหตุการณ์

PatronID	Checkoutdate	Tag 082
1	2019-08-11	420
1	2019-08-18	420
1	2019-01-23	410
1	2020-01-23	420
1	2020-02-13	400

↓

PatronID	Sequence
1	<(420)(410,420)(400)>

### 3.3 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ (Sequence Pattern Mining)

งานวิจัยนี้ได้นำเทคนิค CMRules และ RuleGrowth มาใช้ในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ โดย CMRules เป็นเทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับโดยใช้พื้นฐานของอัลกอริทึม Apriori โดยเริ่มต้นจะทำการค้นหารายการความถี่ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ จากนั้นทำการสร้างผู้สมัครลำดับที่ 1 (Candidate) ค้นหารายการความถี่ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำอีกครั้ง สร้างผู้สมัครและสืบค้นรูปแบบลำดับถัดไป  $k+1$  (length- $k+1$  Sequence patterns) ทำซ้ำจนกว่าจะไม่สามารถสืบค้นรูปแบบลำดับต่อไปได้ ในส่วนของ RuleGrowth เป็นเทคนิคการสืบค้นรูปแบบลำดับโดยใช้พื้นฐานของอัลกอริทึม Fp-Growth โดยทำการค้นหารายการความถี่ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำเช่นเดียวกัน แต่จะไม่มีการสร้าง Candidate แต่เป็นการแบ่งข้อมูลค้นหาโดยอ้างอิงจากข้อมูลลำดับก่อนหน้า และทำการสืบค้นรูปแบบลำดับจนไม่สามารถสืบค้นรูปแบบลำดับต่อไปได้ โดยผู้วิจัยได้ทำการสุ่มข้อมูล

ผู้ให้บริการจำนวน 4 คน เพื่อนำมาอธิบายขั้นตอนการสืบค้นรูปแบบลำดับของเทคนิคดังกล่าว ดังตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างข้อมูลของนิสิตสาขาวิชาภาษาอังกฤษ

PatronID	Sequence
1	<(410)(420)(400)(410,420)(420)>
2	<(420)(300,400)>
3	<(400,410,420)(400,420)(420)>
4	<(420)(400,420)(420)(400)>

### 3.3.1 CMRules

จากตารางที่ 3.6 กำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) เท่ากับ 0.5 (50%) หมายถึง ความถี่ของข้อมูลที่ปรากฏต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 2

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3.6 พบว่าชุดข้อมูล (300) ไม่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เราจึงไม่นำมาพิจารณาในขั้นตอนต่อไป ในขั้นตอนนี้จะเรียกว่าการสร้าง Candidate ลำดับที่ 1 (Candidate of length-1) ดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 การค้นหาความถี่ของรายการหนังสือทั้งหมด

(300)	(400)	(410)	(420)
±	4	2	4

ทำการสร้าง Candidate ลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2 (Candidate length-2 Sequence) จากทุกเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ จากนั้นทำการตรวจสอบรายการที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ

ตารางที่ 3.8 การสร้าง Candidate ลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2

Length-2 Sequence (400)	Support	Length-2 Sequence (410)	Support	Length-2 Sequence (420)	Support
<(400)(400)>	2	<(410)(400)>	2	<(420)(400)>	4
<(400)(410)>	1	<(410)(420)>	2	<(420)(410)>	1
<(400)(420)>	3	<(410,420)>	2	<(420)(420)>	3
<(400,410)>	1				
<(400,420)>	2				

จะปรากฏลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2 ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ คือ ชุดข้อมูล <(400)(400)>, <(400)(420)>, <(400,420)>, <(410)(400)>, <(410)(420)>, <(410,420)>, <(420)(400)> และ <(420)(420)> ทำการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 3 ดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 การสร้าง Candidate ลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 3

Length-3 Sequence	Support	Length-3 Sequence	Support	Length-3 Sequence	Support
<(400)(400)(420)>	1	<(410)(400)(410)>	1	<(410,420)(420)>	2
<(400)(400,420)>	1	<(410)(400)(420)>	2	<(420)(400)(400)>	0
<(400)(420)(400)>	1	<(410)(400,420)>	1	<(420)(400)(420)>	3
<(400)(420)(420)>	2	<(410)(420)(400)>	1	<(420)(400,420)>	2
<(400,420)(400)>	2	<(410)(420)(420)>	2	<(420)(420)(420)>	3
<(400,420)(420)>	2	<(410,420)(400)>	1		

จะปรากฏลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 3 ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ คือ ชุดข้อมูล <(400)(420)(420)>, <(400,420)(400)>, <(400,420)(420)>, <(410)(400)(420)>, <(410)(420)(420)>, <(410,420)(420)>, <(420)(400)(420)>, <(420)(400,420)> และ <(420)(420)(420)> ทำการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับต่อไปจนไม่สามารถสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ได้อีก สามารถสรุปผลการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ด้วย CMRules ได้ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 ผลการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ทั้งหมดด้วย CMRules

Length-1 Sequence	Sup	Length-2 Sequence	Sup	Length-3 Sequence	Sup	Length-4 Sequence	Sup
(400)	4	<(400)(400)>	2	<(400)(420)(420)>	2	<(420)(400,420)(420)>	2
(410)	2	<(400)(420)>	3	<(400,420)(400)>	2		
(420)	4	<(400,420)>	2	<(400,420)(420)>	2		
		<(410)(400)>	2	<(410)(400)(420)>	2		
		<(410)(420)>	2	<(410)(420)(420)>	2		
		<(410,420)>	2	<(410,420)(420)>	2		
		<(420)(400)>	4	<(420)(400)(420)>	3		
		<(420)(420)>	3	<(420)(400,420)>	2		
				<(420)(420)(420)>	3		

### 3.3.2 RuleGrowth

จากตารางที่ 3.6 กำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำ (Minimum Support) เท่ากับ 0.5 (50%) หมายถึง ความถี่ของข้อมูลที่ปรากฏต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 2

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3.6 พบว่าชุดข้อมูล (300) ไม่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ เราจึงไม่นำมาพิจารณาในขั้นตอนต่อไป ในขั้นตอนนี้จะเรียกว่าการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 1 (length-1 Sequence patterns) ดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 การค้นหาความถี่ของรายการหนังสือ

(300)	(400)	(410)	(420)
4	4	2	4

ทำการแบ่งพื้นที่สืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2 (length-2 Sequence patterns) จากนั้นทำการตรวจสอบรายการที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำเพื่อทำการแบ่งพื้นที่การสืบค้นครั้งต่อไป

ตารางที่ 3.12 การแบ่งพื้นที่สี่เหลี่ยมรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2

(400)	(410)	(420)
$\langle(410,420)(420)\rangle$	$\langle(420)(400)(410,420)(420)\rangle$	$\langle(400)(410,420)(420)\rangle$
-	-	$\langle(300,400)\rangle$
$\langle(410,420)(400,420)(420)\rangle$	$\langle(420)(400,420)(420)\rangle$	$\langle(420)(400,420)(420)\rangle$
$\langle(420)(420)(400)\rangle$	-	$\langle(400,420)(420)(400)\rangle$

ทำการพิจารณาแต่ละลำดับเหตุการณ์ โดยจะขอ นำการสี่เหลี่ยมรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 1 ของหมวดย่อหนังสือ (400) มาอธิบาย โดยเริ่มต้นจากการค้นหาความถี่ของรายการหนังสือทั้งหมด

ตารางที่ 3.13 การค้นหาความถี่ของรายการหนังสือลำดับที่ 2

(400)	(410)	(420)
2	2	3

จะปรากฏลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2 ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำ คือ ชุดข้อมูล (400), (410) และ (420) ทำการสี่เหลี่ยมรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 3 ดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.14 การสี่เหลี่ยมรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 2 (length-2 Sequence patterns)

(400)	(410)	(420)
-	$\langle(420)(420)\rangle$	$\langle(420)\rangle$
-	-	-
$\langle(420)(420)\rangle$	$\langle(420)(400,420)(420)\rangle$	$\langle(400,420)(420)\rangle$
-	-	$\langle(420)(400)\rangle$

ทำการพิจารณาแต่ละลำดับเหตุการณ์แล้วพบว่า มีเพียงหมวดย่อหนังสือ (420) เท่านั้นที่สามารถสี่เหลี่ยมรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 4 ได้ เริ่มต้นจากการค้นหาความถี่ของรายการหนังสือทั้งหมดอีกครั้ง

ตารางที่ 3.15 การค้นหาความถี่ของรายการหนังสือลำดับที่ 3

(400)	(420)
2	3

ตารางที่ 3.16 การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับที่ 3 (length-3 Sequence patterns)

(400)	(420)
-	-
-	-
<(_420)(420)>	<(420)>
-	<(400)>

เมื่อพิจารณาจากตารางที่ 3.16 พบว่าไม่สามารถสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ลำดับต่อไปได้ เราจึงสามารถสรุปการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ของหมวดย่อยหนังสือ (400) ได้ดังตารางที่ 3.17

ตารางที่ 3.17 ผลการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ของหมวดย่อยหนังสือ (400)

Sequence Pattern	Support
<(400)(420)>	3
<(400)(420)(420)>	2

ให้ทำการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์เช่นเดียวกันนี้กับหมวดย่อยหนังสือ (410), (420) และ (400,420) ดังนั้นชุดข้อมูลลำดับเหตุการณ์ที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.18 ผลการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ทั้งหมดด้วย RuleGrowth

Length-1 Sequence	Sup	Length-2 Sequence	Sup	Length-3 Sequence	Sup	Length-4 Sequence	Sup
(400)	4	<(400)(400)>	2	<(400)(420)(420)>	2	<(420)(400,420)(420)>	2
(410)	2	<(400)(420)>	3	<(400,420)(400)>	2		
(420)	4	<(400,420)>	2	<(400,420)(420)>	2		
		<(410)(400)>	2	<(410)(400)(420)>	2		
		<(410)(420)>	2	<(410)(420)(420)>	2		
		<(410,420)>	2	<(410,420)(420)>	2		
		<(420)(400)>	4	<(420)(400)(420)>	3		
		<(420)(420)>	3	<(420)(400,420)>	2		
				<(420)(420)(420)>	3		

### 3.4 กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ (Sequential Rules)

ในการค้นหาความสัมพันธ์เชิงลำดับจะใช้วิธีสร้างกฎความสัมพันธ์จากเซตรายการ X และ Y ในรูปแบบ  $X \rightarrow Y$  โดยที่เซตรายการ X จะต้องเกิดก่อนเซตรายการ Y กำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.6 (60%) โดยค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำแสดงถึงโอกาสการเกิด X แล้วจะเป็น Y คำนวณได้จากสมการ

$$\text{Confidence} = \frac{\text{Sup}(\text{Antecedent}, \text{Consequent})}{\text{Sup}(\text{Antecedent})} \times 100$$

ตัวอย่าง จากตารางที่ 3.18 การหาค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำของ (400)  $\rightarrow$  (420)

$$\text{Confidence} = \frac{\text{Sup}((400)(420))}{\text{Sup}(400)} \times 100 = \frac{3}{4} \times 100 = 75\%$$

พูน ปณ ทิโต ชีเว



ตารางที่ 3.19 กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ

Rule	Min_Sup	Min_Conf
(400) -> (420)	3	75%
(400,410) -> (420)	2	100%
(420) -> (400)	4	100%
(410) -> (400)	2	100%
(410) -> (400,420)	2	100%
(410,420) -> (400)	2	100%
(410) -> (420)	2	100%

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลห้องสมุด เพื่อศึกษารูปแบบพฤติกรรมกรรมการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการ ด้วยการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์และวัดประสิทธิภาพดังนี้

- 1) วัดประสิทธิภาพในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ระหว่าง CMRules และ RuleGrowth โดยเปรียบเทียบเวลาในการสืบค้น จำนวนกฎ หน่วยความจำที่ใช้
- 2) วัดประสิทธิภาพการค้นคืนกฎด้วยค่าระลึก (Recall) และนำเสนอกฎ

พหุ ประ โท ชี เว

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาประยุกต์ใช้กับข้อมูลห้องสมุด เพื่อวิเคราะห์รูปแบบพฤติกรรมการยืมหนังสือของผู้ใช้บริการ โดยการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์และหากฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ โดยผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อมูลประวัติการยืมหนังสือจากระบบห้องสมุดอัตโนมัติของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และคัดเลือกข้อมูลโดยอ้างอิงคณะที่มีสถิติการเข้าใช้บริการของนิสิตมากที่สุด จำนวน 1,044 คน คัดเลือกคุณลักษณะที่จำเป็นต่อการทำเหมืองข้อมูลห้องสมุดประกอบไปด้วย รหัสผู้ใช้ วันที่ยืม และแทนรายการหนังสือที่ยืมด้วยหมวดย่อยหนังสือ ทำการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์โดยใช้เทคนิค CMRules และ RuleGrowth วัดประสิทธิภาพ โดยแบ่งข้อมูลทดสอบด้วยวิธี K-fold cross validation เพื่อหาค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่เหมาะสมด้วยค่าระลึก (Recall) และนำเสนอกฎ

#### 4.1 การเตรียมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเพิ่มข้อมูลสาขาวิชา โดยใช้ข้อมูลจากคอลัมน์ Address (Tag a) ดังภาพประกอบที่ 2.2 โดยใช้ตัวเลขกำหนดแทนสาขาวิชานั้นๆ ดังนี้ 1=ภาษาอังกฤษ, 2=ภาษาไทย, 3=สังคมศึกษา, 4=คณิตศาสตร์, 5=วิทยาศาสตร์, 6=จิตวิทยา, 7=เทคโนโลยีการศึกษาและคอมพิวเตอร์ศึกษา, 8=วิทยาศาสตร์การกีฬา และ 9=การศึกษาปฐมวัย

โปรแกรม SPMF เป็นซอฟต์แวร์ที่รวบรวมไลบรารีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานทางด้าน Data Mining ไว้ให้บริการฟรี (<https://www.philippe-fournier-viger.com/spmf/>) ถูกพัฒนาด้วยภาษาJava มีรายละเอียดอธิบายการใช้งานที่สะดวกและเข้าใจง่าย ตัวอย่างอ็อบเจกต์ที่ถูกรวบรวม เช่น การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ การค้นหากฎความสัมพันธ์ การทำเหมืองเซตรายการความถี่ เป็นต้น SPMF สามารถนำไปติดตั้งบน IDE อย่าง Eclipse หรือ NetBeans ได้ โดยงานวิจัยนี้ได้ติดตั้งไลบรารีของ SPMF บนโปรแกรม NetBeans เวอร์ชัน 8.0.2 และ JDK เวอร์ชัน 1.8 โดยก่อนที่จะนำข้อมูลมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPMF นั้นจะต้องนำข้อมูลมาจัดให้อยู่ในรูปแบบตามเงื่อนไข โดยเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์จะถูกคั่นด้วย -1 และเมื่อสิ้นสุดลำดับเหตุการณ์นั้นๆจะคั่นด้วย -1 -2 ดังรูปภาพ 4.1

```

Source History
1 2 -1 410 -1 420 -1 2 -1 890 -1 490 -1 890 490 -1 -2
2 1 -1 420 -1 300 400 -1 -2
3 1 -1 400 410 420 -1 400 420 -1 420 -1 -2
4 1 -1 420 -1 400 420 -1 420 -1 400 -1 -2
5 1 -1 420 -1 410 -1 400 -1 -2
6 1 -1 420 -1 400 -1 410 -1 -2
7 1 -1 400 -1 410 -1 400 410 -1 -2
8 1 -1 420 -1 400 -1 420 -1 390 -1 300 -1 420 -1 -2
9 1 -1 420 -1 410 420 -1 310 -1 -2
10 3 -1 310 400 420 -1 420 -1 -2
11 1 -1 400 420 -1 400 -1 420 -1 -2
12 1 -1 420 -1 400 -1 420 -1 -2
13 1 -1 400 410 420 -1 420 890 -1 -2
14 2 -1 890 -1 490 -1 400 420 -1 890 -1 -2
15 3 -1 370 420 -1 400 420 -1 420 -1 -2
16 2 -1 890 400 420 -1 400 420 -1 -2
17 1 -1 400 420 -1 420 -1 -2
18 6 -1 150 -1 100 -1 -2
19 1 -1 400 490 -1 400 420 -1 400 -1 -2
20 1 -1 400 -1 410 -1 400 410 -1 -2

```

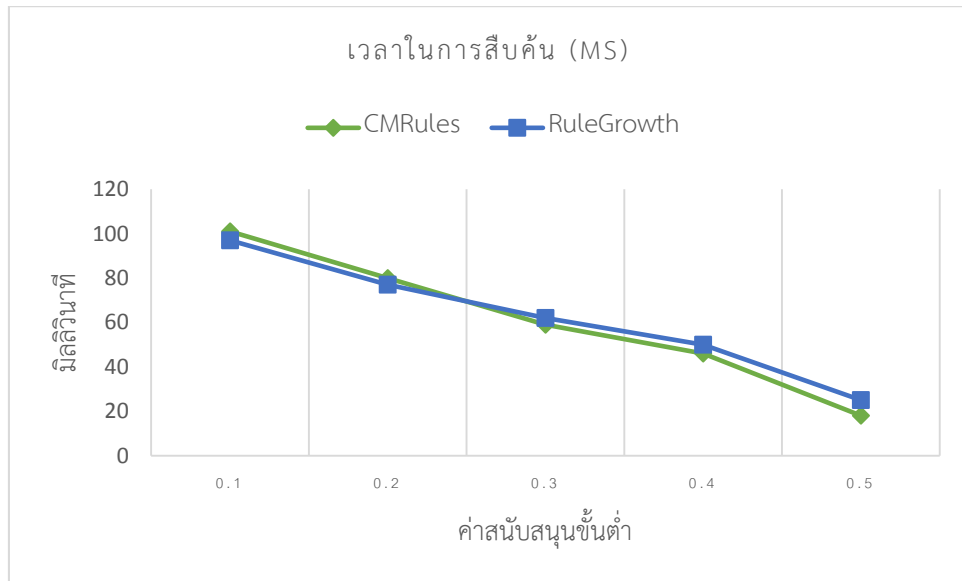
ภาพประกอบที่ 4.1 การเตรียมข้อมูลสำหรับโปรแกรม SPMF

#### 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์

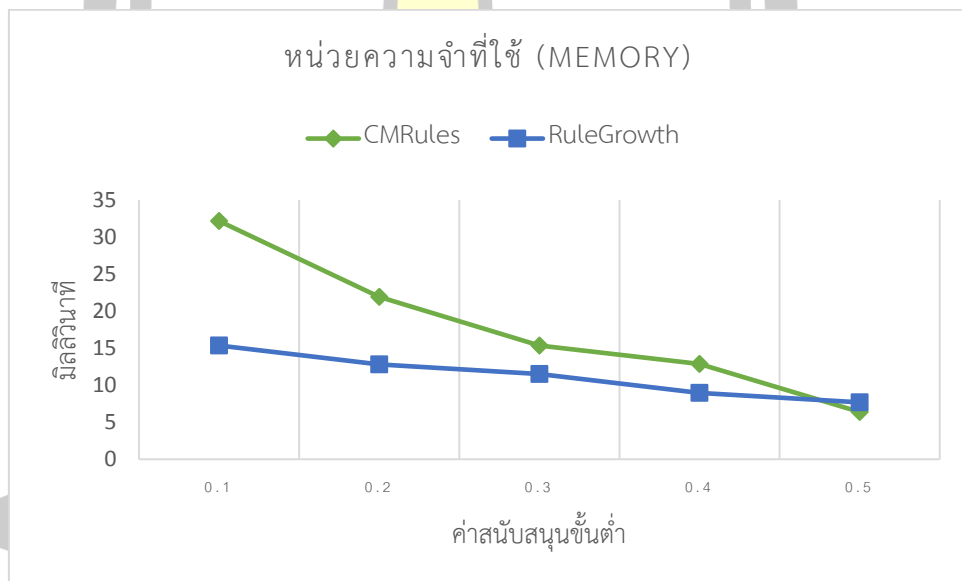
การทดสอบประสิทธิภาพในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์นี้ ทำการทดลองผ่านโปรแกรม NetBeans เวอร์ชัน 8.0.2 ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ Intel(R) Core(TM) i5 3.40 GHz หน่วยความจำ 8 GB บนระบบปฏิบัติการ Windows 10 โดยเปรียบเทียบประสิทธิภาพการสืบค้นระหว่าง CMRules และ RuleGrowth กำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่สามารถค้นหากฎได้ที่ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และ กำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ 0.5 หรือ 50%

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบประสิทธิภาพในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์

จำนวน	Min_ Sup	Min_ Conf	เวลาในการสืบค้น & หน่วยความจำ			
			CMRules	Rule	RuleGrowth	Rule
1,044	0.1	0.5	เวลาสืบค้น : 101 ms หน่วยความจำ : 32.17 mb	51	เวลาสืบค้น : 97 ms หน่วยความจำ : 15.36 mb	51
	0.2		เวลาสืบค้น : 80 ms หน่วยความจำ : 21.93 mb	25	เวลาสืบค้น : 77 ms หน่วยความจำ : 12.80 mb	25
	0.3		เวลาสืบค้น : 59 ms หน่วยความจำ : 15.36 mb	14	เวลาสืบค้น : 62 ms หน่วยความจำ : 11.52 mb	14
	0.4		เวลาสืบค้น : 46 ms หน่วยความจำ : 12.88 mb	6	เวลาสืบค้น : 50 ms หน่วยความจำ : 8.96 mb	6
	0.5		เวลาสืบค้น : 18 ms หน่วยความจำ : 6.40 mb	2	เวลาสืบค้น : 25 ms หน่วยความจำ : 7.68 mb	2



ภาพประกอบที่ 4.2 เวลาในการสืบค้น



ภาพประกอบที่ 4.3 หน่วยความจำที่ใช้

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ด้วยเทคนิค CMRules และ RuleGrowth พบว่าในด้านเวลาในการสืบค้น RuleGrowth ทำงานได้ดีที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.1, 0.2 ส่วน CMRules ทำงานได้ดีที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.3, 0.4, และ 0.5 ในด้านของการใช้หน่วยความจำ RuleGrowth จัดการหน่วยความจำได้ดีที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4

ส่วน CMRules จัดการหน่วยความจำได้ดีที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.5 จะเห็นได้ว่ายิ่งข้อมูลมีจำนวนมาก RuleGrowth จะใช้เวลาและจัดการหน่วยความจำได้ดีและเสถียรกว่า

#### 4.3 วัดประสิทธิภาพ

ทำการวัดประสิทธิภาพการค้นคืนของกฎด้วยค่าระลึก (Recall) โดยแบ่งข้อมูลทดสอบด้วยวิธี K-fold cross validation โดยกำหนดค่า k เท่ากับ 10

ขั้นตอนที่หนึ่งเป็นการวัดประสิทธิภาพเพื่อหาค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่เหมาะสม โดยการหาค่าระลึก (Recall) กำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่สามารถค้นหากฎได้ที่ 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 และกำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ 0.5 หรือ 50%

ตารางที่ 4.2 ผลการวัดประสิทธิภาพการกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่เปลี่ยนแปลงและกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่ 50%

Min_Sup	Min_conf	จำนวนกฎ (Rule)	จำนวนกฎที่ นำมาใช้	ค่าระลึก (Recall)
0.1	0.5	51	39	96.3%
0.2		25	17	96.3%
0.3		14	7	83.9%
0.4		6	1	19.9%
0.5		2	0	0

จากการทดลองพบว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่เหมาะสมที่สุดคือค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ 0.1 และ 0.2 โดยมีค่าระลึกเท่ากันที่ 96.3% จากการทดลองยังพบอีกว่ายิ่งเพิ่มค่าสนับสนุนขั้นต่ำมากขึ้นเท่าไรยิ่งทำให้ประสิทธิภาพของค่าระลึกลดลง

หลังจากที่ทราบค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่เหมาะสมแล้วคือ 0.1 และ 0.2 ขั้นตอนที่สองเป็นการวัดประสิทธิภาพเพื่อหาค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่เหมาะสม กำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ 0.1 และ 0.2 และกำหนดค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, และ 0.9

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดประสิทธิภาพการกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ 10% และกำหนดค่าความเชื่อมั่นที่เปลี่ยนแปลง

Min_Sup	Min_conf	จำนวนกฎที่ใช้ (Rule)	ค่าระลึก (Recall)
0.1	0.5	12	95.7%
0.2	0.5	12	95.7%
0.1	0.6	12	95.7%
0.2	0.6	12	95.7%
0.1	0.7	9	88.2%
0.2	0.7	9	88.2%
0.1	0.8	5	72.2%
0.2	0.8	5	72.2%
0.1	0.9	1	19.9%
0.2	0.9	1	19.9%

จากการทดลองพบว่าค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่เหมาะสมที่สุดคือค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ 0.5 และ 0.6 โดยมีค่าระลึกเท่ากันที่ 95.7% จากการทดลองยังพบอีกว่าการเพิ่มค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำทำให้พบกฎที่มีความน่าเชื่อถือสูงแต่ไม่ครอบคลุมกับชุดข้อมูลทั้งหมด ดังจะเห็นได้ว่ายิ่งค่าสนับสนุนขั้นต่ำและค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำน้อยจะทำให้พบกฎจำนวนมากขึ้น โดยการพบกฎจำนวนมากทำให้ประสิทธิภาพของค่าระลึกสูงตามไปด้วย

#### 4.4 กฎที่ได้จากงานวิจัย

จากการทดลองที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าเทคนิค RuleGrowth มีประสิทธิภาพในการสืบค้นมากกว่าด้วยหลักการเอพีโกรท (FP-Growth Algorithm) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำ RuleGrowth มาใช้ในการหาความสัมพันธ์เชิงลำดับเพื่อนำเสนอกฎ โดยกำหนดค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่เหมาะสมคือ 0.1 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่เหมาะสมคือ 0.5 พบกฎจำนวน 12 กฎดังนี้

ตารางที่ 4.4 กฎที่ผ่านค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ 10% และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ 50%

ลำดับ	กฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ (Rule)	ความเชื่อมั่น (Confidence)
1	(1) -> (400)	97.4 %
2	(2) -> (490)	86.5 %
3	(1) -> (420)	83.8 %
4	(2, 890) -> (490)	82.1 %
5	(1) -> (400, 420)	81.2 %
6	(400) -> (420)	75.3 %
7	(2) -> (890)	74.1 %
8	(890) -> (490)	73.3 %
9	(420) -> (400)	72.0 %
10	(1, 420) -> (400)	65.9 %
11	(1, 400) -> (420)	65.6 %
12	(2) -> (490, 890)	60.8 %

กฎความสัมพันธ์ที่ 1

นิสิตสาขาวิชาภาษาอังกฤษจะยืมหนังสือหมวดย่อยภาษา (400) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 97%

กฎความสัมพันธ์ที่ 2

นิสิตสาขาวิชาภาษาไทยจะยืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอื่นๆ (490) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 86%

กฎความสัมพันธ์ที่ 3

นิสิตสาขาวิชาภาษาอังกฤษจะยืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอังกฤษ (420) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 83%

กฎความสัมพันธ์ที่ 4

เมื่อนิสิตสาขาวิชาภาษาอังกฤษยืมหนังสือหมวดย่อยวรรณคดีอื่นๆ (890) แล้ว จะกลับมายืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอื่นๆ (490) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 82%

กฎความสัมพันธ์ที่ 5

นิสิตสาขาวิชาภาษาอังกฤษจะยืมหนังสือหมวดย่อยภาษาศาสตร์ (400) และหนังสือหมวดย่อยภาษาอังกฤษ (420) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 81%

กฎความสัมพันธ์ที่ 6



เมื่อนิสิตยืมหนังสือหมวดย่อยภาษา (400) แล้ว จะกลับมายืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอังกฤษ (420) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 75%

กฎความสัมพันธ์ที่ 7

นิสิตสาขาวิชาภาษาไทยจะยืมหนังสือหมวดย่อยวรรณคดีอื่นๆ (890) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 74%

กฎความสัมพันธ์ที่ 8

เมื่อนิสิตยืมหนังสือหมวดย่อยวรรณคดีอื่นๆ (890) แล้ว จะกลับมายืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอื่นๆ (490) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 73%

กฎความสัมพันธ์ที่ 9

เมื่อนิสิตยืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอังกฤษ (420) แล้ว จะกลับมายืมหนังสือหมวดย่อยภาษา (400) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 72%

กฎความสัมพันธ์ที่ 10

เมื่อนิสิตสาขาวิชาภาษาอังกฤษยืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอังกฤษ (420) แล้ว จะกลับมายืมหนังสือหมวดย่อยภาษา (400) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 65%

กฎความสัมพันธ์ที่ 11

เมื่อนิสิตสาขาวิชาภาษาอังกฤษยืมหนังสือหมวดย่อยภาษา (400) แล้ว จะกลับมายืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอังกฤษ (420) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 65%

กฎความสัมพันธ์ที่ 12

เมื่อนิสิตสาขาวิชาภาษาไทยจะยืมหนังสือหมวดย่อยภาษาอื่นๆ (490) และหนังสือหมวดย่อยภาษาอังกฤษ (420) โดยมีความเชื่อมั่นอยู่ที่ 65%



## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

จากผลการทดสอบประสิทธิภาพในการสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์ด้วยเทคนิค CMRules และ RuleGrowth พบว่าในด้านเวลาในการสืบค้น RuleGrowth ทำงานได้ดีที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.1, 0.2 ส่วน CMRules ทำงานได้ดีที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.3, 0.4, และ 0.5 ในด้านของการใช้หน่วยความจำ RuleGrowth จัดการหน่วยความจำได้ดีที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 ส่วน CMRules จัดการหน่วยความจำได้ดีที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.5 จะเห็นได้ว่ายิ่งข้อมูลมีจำนวนมาก RuleGrowth จะใช้เวลาและจัดการหน่วยความจำได้ดีและเสถียรกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ S. G. S. Gregorius Satia Budhi , Andreas Handojo [26] ที่ระบุว่า การสืบค้นรูปแบบลำดับเหตุการณ์จากประวัติการยืมหนังสือด้วยเทคนิค PrefixSpan มีประสิทธิภาพในการประมวลผลดีกว่า GSP

การค้นหากฎความสัมพันธ์เชิงลำดับ โดยนำข้อมูลประวัติการยืมหนังสือจากระบบห้องสมุดอัตโนมัติของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม และคัดเลือกข้อมูลโดยอ้างอิงคณะที่มีสถิติการเข้าใช้บริการของนิสิตมากที่สุด จำนวน 1,044 คน วัดประสิทธิภาพการค้นคืนกฎด้วยค่าระลึก (Recall) โดยการแบ่งข้อมูลการทดลองด้วยวิธี K-Fold cross validation กำหนด k เท่ากับ 10 พบว่าที่ค่าสนับสนุนขั้นต่ำ 0.1 และ 0.2 และค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำ 0.5 และ 0.6 ได้ค่าระลึกมากที่สุดที่ 95.7% โดยค้นพบกฎความสัมพันธ์เชิงลำดับจำนวน 12 กฎ จากกฎที่ได้พบว่าหนังสือหมวดย่อยที่ถูกยืมมากที่สุด คือ (400), (420) และ (490) ซึ่งมีเนื้อหาครอบคลุม ภาษาศาสตร์ พจนานุกรม ไวยากรณ์ และข้อสอบภาษาอังกฤษ ห้องสมุดควรแนะนำหนังสือและวางแผนจัดซื้อหนังสือในหมวดย่อยดังกล่าวให้เพียงพอกับความต้องการของผู้ใช้บริการ

#### 5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ข้อมูลไม่สมบูรณ์ เนื่องจากการลงทะเบียนผู้ใช้กระทำโดยเจ้าหน้าที่ ทำให้พบเจอข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ เช่น ไม่มีข้อมูลสาขาวิชา เป็นต้น

5.2.2 การเตรียมข้อมูลและแปลงข้อมูลต้องใช้เวลาเป็นอย่างมาก เช่น การเชื่อมข้อมูลระหว่างผู้ใช้และข้อมูลหนังสือ การคัดแยกประเภทหนังสือ และการแปลงข้อมูลสาขาวิชาเพิ่มเนื่องจากไม่มีคอลัมน์จัดเก็บ เป็นต้น

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ศึกษาชุดข้อมูลประวัติการยืมหนังสือย้อนหลังมากยิ่งขึ้น เพื่อค้นหาความสัมพันธ์อื่นๆ

5.3.2 นำปัจจัยหรือคุณลักษณะอื่นๆ ที่มีผลต่อการค้นหาความสัมพันธ์มาวิเคราะห์ เช่น ภาคการเรียน ปีการศึกษา ผลการศึกษา เป็นต้น



บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- [1] วรณัฐ ศรีพลัง และวงกต ศรีอุไร, 'การพัฒนาระบบแนะนำข้อมูลสำหรับห้องสมุดออนไลน์โดยใช้วิธีการกรองข้อมูลแบบพึ่งพาผู้ใช้ร่วมและข้อมูลส่วนบุคคล', *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*, ฉบับที่. 9, ปีที่. 18, หน้า. 150-164, 2560.
- [2] สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 'ประวัติและความเป็นมาสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม', 2018. [Online]. Available: [https://library.msu.ac.th/?page\\_id=144](https://library.msu.ac.th/?page_id=144).
- [3] น้าลิน เทียมแก้ว, 'การศึกษาความพึงพอใจต่อคุณภาพการให้บริการ สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปีการศึกษา 2559', มหาสารคาม, 2560.
- [4] คณะกรรมการบริหารสำนักวิทยบริการ, 'รายงานประจำปีของสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม', มหาสารคาม, 2561.
- [5] นันทนิจ ศรีหานารถ, 'การวิเคราะห์การจัดซื้อและการยืมหนังสือ สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม', มหาสารคาม, 2560.
- [6] พวา พันธุ์เมฆา, *ดีดีซี 22 : การแบ่งหมู่หนังสือและแผนการแบ่งหมู่ ระบบทศนิยมของดิวอี้*. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.
- [7] ปิณณวิชญ์ วงศ์วิวัฒนานนท์, 'การทำเหมืองข้อมูลกับสารสนเทศทางการแพทย์', *Data Manag. Biostat. J.*, ฉบับที่. 4, ปีที่. 2, หน้า. 12-21, 2550.
- [8] สุรพงศ์ เอื้อวัฒนามงคล, *การทำเหมืองข้อมูล*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2561.
- [9] ธนะพร ฮองกุล สายัณห์ เทพแดง สุทธิรักษ์ ศุขเกษม และ พิเชษฐ์ มาเร็ว, 'การหาความสัมพันธ์ของราคาน้ำมันดิบดับบลิวทีไอ (WTI Crude) ในตลาดไนเม็กซ์ (NYMEX) ระหว่าง ราคาหุ้นกลุ่มพลังงานที่เกี่ยวข้องกับธุรกิจบริการสถานีน้ำมัน ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล', *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรม*, ฉบับที่ 4, ปีที่. 61, 2560.
- [10] U. M. Fayyad, G. Piatetsky-Shapiro, and P. Smyth, *Advances in knowledge discovery and data mining. chapter From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview*, Menlo Park. USA, 1996.
- [11] บุญเสริม กิจศิริกุล, 'อัลกอริทึมการทำเหมืองข้อมูล', จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

- [12] Daskalaki, Sofia. et.al., 'Data Mining for Decision Support on Customer Insolvency in Telecommunications Business', *Eur. J. Oper. Res.*, no. 415, pp. 239–255, 2003.
- [13] Larose, D.T., *Discovery Knowledge in Data: An Introduction to Data Mining*. Inc: A John Wiley & Son, 2005.
- [14] พิณรัตน์ นุชโพธิ์., 'การศึกษาอุบัติเหตุงจรจราจรทางถนนในประเทศไทยโดยใช้กฎการหาความสัมพันธ์ของการทำเหมืองข้อมูล', วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี , 2550.
- [15] J. Nicholson, S. and Stanton, *Gaining strategic advantage through bibliomining: Data mining for management decisions in corporate, special, digital, and traditional libraries*. Hershey PA: Idea Group Publishing., 2003.
- [16] Larose Daniel T., *Discovering Know in Data : An introduction to Data Mining*. Hoboken,New Jersey: Wiley & Sons Inc, 2005.
- [17] ไพบโรจน์ เอี่ยมชัยมงคล, 'Bibliomining : การทำเหมืองข้อมูลในห้องสมุด', *วารสารห้องสมุด*, ฉบับที่ 50, ปีที่ 2, หน้า 19-15. 2549.
- [18] Agrawal, R., Imielinski, T., and Swami, A., 'Mining association rules between sets of items in large databases', in *Proceeding of the 1993 ACM SIGMOD Conference on Washington DC*, 1993.
- [19] พนิดา ทรงรัมย์., *การทำเหมืองข้อมูล : ทฤษฎีและการฝึกปฏิบัติ*. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2563.
- [20] P. Fournier-viger, U. Faghihi, R. Nkambou, E. M. Nguifo, and C. Sciences, 'CMRules: Mining Sequential Rules', vol. 25, pp. 63–76, 2012.
- [21] พนิดา ทรงรัมย์., 'การสืบค้นผู้มีอิทธิพลและผู้ถูกครอบงำบนเฟซบุ๊ก', *วารสารเทคโนโลยีสารสนเทศ*, ฉบับที่ 12, หน้า 1–10, 2556.
- [22] Bobadilla, J., Ortega, F., Hernando, A., and Gutiérrez, A., 'Recommender systems survey', *Knowledge-based Syst.*, vol. Vol.46, pp. 109–132, 2013.
- [23] จริญญาพร จำปา, 'การพยากรณ์ความต้องการทรัพยากรห้องสมุดโดยวิธีกฎความสัมพันธ์ ของห้องสมุดการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย', มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2553.

- [24] P. Jomsri, 'Book recommendation system for digital library based on user profiles by using association rule', in *Fourth edition of the International Conference on the Innovative Computing Technology (INTECH 2014)*, 2014, pp. 130–134.
- [25] I. S. Sitanggang, N. A. Husin, A. Agustina, and N. Mahmoodian, 'Sequential pattern mining on library transaction data', *Proc. 2010 Int. Symp. Inf. Technol. - Vis. Informatics, ITSIM'10*, vol. 1, pp. 1–4, 2010.
- [26] Z. Zhu and J. Y. Wang, 'Book recommendation service by improved association rule mining algorithm', *Proc. Sixth Int. Conf. Mach. Learn. Cybern. ICMLC 2007*, vol. 7, no. August, pp. 3864–3869, 2007.
- [27] J. W. Li and P. H. Chen, 'The application of association rule in library system', *2008 IEEE Int. Symp. Knowl. Acquis. Model. Work. Proceedings, KAM 2008*, pp. 248–251, 2008.
- [28] A. Velicanu, I. Lungu, V. Diaconita, and C. Nisioiu, 'An Empirical Study of Application of Data Mining Techniques in Library System', pp. 380–386, 2019.
- [29] S. G. S. Gregorius Satia Budhi, Andreas Handojo, 'Book Loan Recommendation System for Petra Christian University Library using PrefixSpan and Generalized Sequential Pattern Algorithm', 2010. [Online]. Available: <https://onsearch.id/Record/IOS3126.15097#toc>.
- [30] สุจิตรา นาสิ่งห์จันทร์, 'การจำแนกโรคหลอดเลือดสมองโดยหาความสัมพันธ์ของปัจจัยร่วมกับการเกิดโรค', มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2562.
- [31] C. J. Chen, T. W. Pai, S. S. Lin, C. C. Yeh, M. H. Liu, and C. H. Wang, 'Application of PrefixSpan Algorithms for Disease Pattern Analysis', *Proc. - 2016 Int. Comput. Symp. ICS 2016*, pp. 274–278, 2017.

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายวงศ์นรินทร์ สุขวิชัย
วันเกิด	วันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2531
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	99/57 หมู่บ้านศุภารมย์ ถนนวาปี-สารคาม ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นักวิชาการคอมพิวเตอร์ปฏิบัติการ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม รหัสไปรษณีย์ 44150
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2546 มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2549 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนสารคามพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม พ.ศ. 2553 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2564 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พูน ปณ ทัโต ชีเว