

# การวิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกอันดับสาขาวิชาในระบบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา (TCAS) โดยกฎความสัมพันธ์

## The analysis of factors affecting selection orders in Thai University Central Admission System (TCAS) by using association rules

อนันต์ ปินะเต<sup>1</sup>

Anan Pinate<sup>1</sup>

Received: 14 September 2021 ; Revised: 26 November 2021 ; Accepted: 16 December 2021

### บทคัดย่อ

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ดำเนินการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี จากนโยบายที่กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) โดยมหาวิทยาลัยต้องเข้าร่วมระบบการคัดเลือกกลางบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา (Thai university Central Admission System: TCAS) จากการที่มหาวิทยาลัยมหาสารคามได้เข้าร่วม TCAS ตั้งแต่ปีการศึกษา 2561 จนถึงปัจจุบัน พบว่ามหาวิทยาลัยมีปัญหาเรื่องจำนวนนักเรียนที่สนใจเข้าศึกษาลดลง จากปัญหาการลดลงของผู้สมัคร มหาวิทยาลัยจึงไม่สามารถทราบแนวโน้มของจำนวนผู้สมัครที่จะเกิดขึ้น รวมถึงไม่ทราบกลุ่มเป้าหมายของผู้สมัคร และไม่ทราบคุณลักษณะของนักเรียนผู้สมัครในการเลือกอันดับการสมัครในสาขาวิชานั้นๆ ซึ่งปัญหาดังกล่าวงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule) โดยการเลือกแบบวิธีอัลกอริทึมเอปรีออริ (Apriori Algorithm) การวิจัยได้กำหนดค่าความเชื่อมั่นของกฎความสัมพันธ์ร้อยละ 80.00 เพื่อให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่มีความน่าเชื่อถือสูง จากผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกอันดับการสมัครของแต่ละสาขาวิชามากที่สุด คือ ปัจจัยด้านคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT), ปัจจัยด้านความถนัดทางวิชาชีพและวิชาการตามสาขาวิชากำหนด (PAT), ปัจจัยด้านขนาดโรงเรียน, ปัจจัยด้านจังหวัดที่ตั้งของโรงเรียน และปัจจัยด้านเพศของผู้สมัคร ตามลำดับ ผลการวิจัยที่ได้ผู้วิจัยได้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่มีอยู่ในข้อมูลการเลือกอันดับสาขาวิชาของผู้สมัครเพื่อให้สาขาวิชาได้ใช้ประกอบการวางแผนการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต่อไป

**คำสำคัญ:** การคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาระบบใหม่ (TCAS) กฎความสัมพันธ์

### Abstract

Maharakham University (MSU) has pursued undergraduate application recruitment under the policy set forth by the Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation (MHESI) which prescribes that universities are required to partake in the Thai University Central Admission System (TCAS). From the year 2018 when MSU joined TCAS to the present MUS found several problems such as a declining number of applicants, the unforeseen tendency of the number of prospective applicants, unspecified prospective applicants, and unknown applicants characteristics in selecting programs in a sequence. In this study, the Mining Association Technique was proposed with the Apriori Algorithm. The high reliability of the mining association was 80.00 %.

The results showed that the factors affecting the undergraduate program selection mostly included General Aptitude (GAT) scores, Professional and Academic Aptitude (PAT) scores, school size, school location, and applicant's gender. The results obtained are expected to be used to discover data relationships for selecting programs for the applicants and be further used for planning the undergraduate applicant selection in the MSU's TCAS system.

**Keywords:** TCAS, Association rule

<sup>1</sup> นักวิชาการคอมพิวเตอร์ชำนาญการ กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

<sup>1</sup> Computer Technical Officer Professional Level, Division of Academic Affair, Maharakham University, Kantharawichai District, MahaSarakham 44150 Thailand.

<sup>\*</sup> Corresponding author; e-mail: joenan.anan@gmail.com

## บทนำ

กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (อว.) ได้มีนโยบายการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาแบบใหม่ (Thai university Central Admission System: TCAS) (สมาคมที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย, 2561) ซึ่งได้ดำเนินการมาตั้งแต่ปีการศึกษา 2561 เป็นต้นมาซึ่งมีการคัดเลือกทั้งหมด 4 รอบด้วยกัน ได้แก่ 1) รอบที่ 1 การรับด้วย Portfolio คือการรับด้วย Portfolio โดยไม่มีการสอบข้อเขียนสำหรับนักเรียนทั่วไป นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ นักเรียนโควตา นักเรียนเครือข่าย ให้นักเรียนยื่นสมัครกับสถาบันอุดมศึกษา, 2) รอบที่ 2 การรับแบบโควตา (Quota) เป็นการคัดเลือกที่มีการสอบข้อเขียนหรือข้อสอบปฏิบัติ คือการรับแบบโควตาที่มีการสอบข้อเขียนหรือข้อสอบปฏิบัติ สำหรับนักเรียนที่อยู่ในเขตพื้นที่หรือภาคโควตา โรงเรียนในเครือข่าย และโครงการความสามารถพิเศษต่างๆ ซึ่งสถาบันอุดมศึกษาประกาศเกณฑ์การสอบ ให้นักเรียนยื่นสมัครโดยตรงกับสถาบันอุดมศึกษาและเข้ารับการคัดเลือกตามเกณฑ์การสอบ, 3) รอบที่ 3 การรับแบบ Admission คือการรับนักเรียนในโครงการกลุ่มสถาบันแพทยศาสตร์แห่งประเทศไทย (กสพท.) โครงการอื่นๆ และนักเรียนทั่วไป ให้ที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย (ทปอ.) เป็นหน่วยกลางรับสมัคร 4) รอบที่ 4 การรับตรงอิสระ (Direct Admission) คือการรับโดยตรงด้วยวิธีการของสถาบันอุดมศึกษาเอง

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ได้ดำเนินการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี โดยได้เข้าร่วมการคัดเลือกในระบบ TCAS (กองบริการการศึกษา, 2563) จากข้อมูลรับสมัครคัดเลือก รอบที่ 2 การรับแบบโควตา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2561-2563 ที่ผ่านมามีจำนวนผู้สมัคร 20,651 คน, 16,229 คนและ 13,229 คน ตามลำดับ ซึ่งจำนวนการสมัครมีแนวโน้มจำนวนลดลง

ดังนั้นจากข้อมูลการรับสมัครคัดเลือกผู้วิจัยได้มีแนวคิดในการนำเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule) เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเลือกสาขาวิชาของผู้สมัคร เพื่อหากฎความสัมพันธ์ และนำกฎความสัมพันธ์ที่ได้มาวางแผนการรับเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี เช่น วางแผนการประชาสัมพันธ์หลักสูตร วางแผนจำนวนการรับเข้าศึกษา วางแผนการเรียกจำนวนผู้ผ่านการคัดเลือก เพื่อมีสิทธิ์ยืนยันสิทธิ์เข้าศึกษา

## วัตถุประสงค์

เพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระบบ TCAS โดยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ข้อมูล และสร้างกฎความสัมพันธ์การเลือกสาขาวิชา ในการวางแผนการรับสมัครคัดเลือก

## ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลประเภทการค้นหาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูล โดยใช้อัลกอริทึมที่มีความนิยมสูงคือ อัลกอริทึมเอไพริออริ (Apriori Algorithm) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หากฎความสัมพันธ์ข้อมูลการเลือกสาขาวิชาในระบบ TCAS รายละเอียดเทคนิคเหมืองข้อมูล และการค้นหากฎความสัมพันธ์ข้อมูลอัลกอริทึม Apriori รายละเอียดดังต่อไปนี้

### 1. เหมืองข้อมูล

เหมืองข้อมูล (Data Mining) คือการนำเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) หรือวิธีการทางสถิติ (Statistical Methods) (ชิตชนก ส่งศิริ, 2544) มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือจัดเก็บในรูปแบบอื่น การวิเคราะห์แนวโน้มความสัมพันธ์ข้อมูลเป็นความรู้ที่ถูกซ่อนอยู่ในฐานข้อมูล เพื่อนำความรู้ สารสนเทศที่ได้มาใช้ในการวิเคราะห์ วางแผนการตัดสินใจในด้านต่างๆ

### 2. ความสัมพันธ์

ความสัมพันธ์ (Association) คือการหาค่าความสัมพันธ์ของข้อมูลภายในกลุ่มข้อมูลเพื่อหาลักษณะของข้อมูลที่บอกลักษณะที่เกิดขึ้นอีกกลุ่มข้อมูล หรืออาจเป็นการหาลักษณะของกลุ่มข้อมูลเดียวกัน (ณัฐธิดา สุวรรณโณ, 2554) เช่น การระบุในกลุ่มการเลือกสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ แล้วจะพบว่าเพศชายนั้นมีโอกาสเกิดความสัมพันธ์ขึ้นร่วมกัน จากการค้นหาค่าความสัมพันธ์ข้อมูลนั้นสามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ การหาแนวโน้ม การวางแผน หรือการพัฒนาเป็นระบบสนับสนุนการตัดสินใจการใช้ข้อมูลๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น วิธีการที่ได้รับความนิยมคือการค้นหากฎความสัมพันธ์ที่ปรากฏขึ้นร่วมกันบ่อยครั้ง

การค้นหากฎความสัมพันธ์ของข้อมูลในฐานข้อมูลได้พัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยนักวิจัยจากศูนย์วิจัย IBM (International Business Machines Corporation) ประเทศสหรัฐอเมริกา มีจุดประสงค์เพื่อค้นหาค่าความสัมพันธ์ที่น่าสนใจซึ่งซ่อนอยู่ในข้อมูลการซื้อสินค้าของลูกค้าว่าจะซื้อสินค้าใดบ้างร่วมกันในตะกร้ารถเข็นในห้างสรรพสินค้า (Market Basket Analysis) (ปฏิพัทธ์ ปุถุชานนท์, 2561) เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมกรรมการซื้อสินค้าของลูกค้า เช่นเมื่อลูกค้าซื้อนมแล้วจะซื้อขนมปังด้วย การค้นหากฎความสัมพันธ์มีขั้นตอนที่สำคัญที่สุดคือการค้นหากฎความสัมพันธ์ที่ปรากฏร่วมกันบ่อยซึ่งจะมีขั้นตอนกระบวนการการทำงานนานที่สุด ดังนั้นในการเลือกขั้นตอนวิธีในการค้นหากฎความสัมพันธ์จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูล เพื่อให้ลดระยะเวลา และเนื้อที่หน่วยความจำในการประมวลผลการทำงาน กระบวนการค้นหากฎความสัมพันธ์ มีขั้นตอนการค้นหากฎความสัมพันธ์ที่ปรากฏร่วมกันบ่อยทั้งหมด (อนันต์ ปิณะเต, 2563) กลุ่มข้อมูลเหล่านั้น

จะต้องมีค่าสนับสนุนมากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำที่ผู้ใช้กำหนดจึงจะถือว่าเป็นกลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อย และขั้นตอนการนำกลุ่มข้อมูลที่ปรากฏบ่อยมาสร้างกฎความสัมพันธ์ซึ่งกฎความสัมพันธ์จะเป็นที่ยอมรับได้หากตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของกฎนั้นมีค่ามากกว่า หรือเท่ากับค่าความเชื่อมั่นขั้นต่ำที่ผู้ใช้กำหนด

**3. อัลกอริทึมเอปพรอริ**

อัลกอริทึมเอปพรอริ (Apriori Algorithm) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมและยอมรับในการค้นหากฎความสัมพันธ์ (บุษราภรณ์ มหัทธนนัย, 2559) โดยอัลกอริทึมเป็นวิธีการหาฟรี้ควেন্টไอเทมเซต (Frequent itemset) ซึ่งมีขั้นตอนการทำงาน 5 ขั้นตอน (อนันต์ ปิณะเต, 2559) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 อ่านชั้นข้อมูลจากฐานข้อมูลครั้งแรก เพื่อนับค่าความถี่ของแต่ละชั้นข้อมูลที่ปรากฏทั้งหมดในฐานข้อมูล

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบค่าความถี่ของแต่ละชั้นข้อมูลเพื่อคำนวณค่าสนับสนุนโดยหากชั้นข้อมูลนั้นมีค่าสนับสนุนมากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำก็จะถือว่าเป็นกลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยที่มีขนาดของชั้นข้อมูล 1 ชั้นข้อมูล  $L_1$ : *Frequent 1-itemsets*

ขั้นตอนที่ 3 นำ  $L_1$  ที่ได้มาสร้างกลุ่มข้อมูลทำขิงที่มีขนาดชั้นข้อมูล 2 ชั้นข้อมูล  $C_2$ : *Candidate 2-itemsets*

ขั้นตอนที่ 4 อ่านชั้นข้อมูลจากฐานข้อมูลอีกครั้ง เพื่อนับค่าความถี่ของ  $C_2$  และตัด  $C_2$  ที่มีค่าสนับสนุนน้อยกว่าค่าสนับสนุนขั้นต่ำหาก  $C_2$  มีค่าสนับสนุนมากกว่าหรือเท่ากับค่าสนับสนุนขั้นต่ำก็จะเป็น  $L_2$

ขั้นตอนที่ 5 ทำขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 4 ซ้ำจนกว่าไม่สามารถสร้าง  $C_k$  จาก  $L_{k-1}$  ได้เมื่อ  $k$  คือขนาดของชั้นข้อมูลจึงทำการสิ้นสุดการสร้างกลุ่มข้อมูลทำขิงและจบการทำงานทำให้ได้กลุ่มข้อมูลที่ปรากฏร่วมกันบ่อยทั้งหมด

ขั้นตอนอัลกอริทึมเอปพรอริ (Apriori) เป็นการรวม  $C_k$  คือเซตของตัวแทน Candidate ที่ได้จากการรวมกันของเซต  $L_{k-1}$  ขั้นตอนการลดถ้า  $(K-1)$ -itemset ของ  $K$ -itemset ไม่ใช่ Frequent itemset แล้ว  $K$ -itemset จากเซตดังกล่าวต้องไม่ใช่ Frequent itemset ของ  $k$  หลักการทำงานของอัลกอริทึมเอปพรอริ คือการสร้างข้อมูลทำขิง และขั้นตอนการทดสอบกลุ่มข้อมูลทำขิงว่ากลุ่มข้อมูลที่ปรากฏบ่อยหรือไม่ รายละเอียดดัง Figure 1

```

1  L1 = {large 1-itemsets};
2  For (k=2; Lk-1≠∅; k++) do begin
3    Ck = apriori-gen(Lk-1); // New candidates
4    For all transactions t ∈ D do begin
5      Ck = subset(Ck, t); // Candidates contained in t
6      For all candidates c ∈ Ck do
7        c.count++;
8      End
9    Lk = { c ∈ Ck | c.count ≥ minsup};
10 End
11 Answer = Uk Lk;
    
```

Figure 1 Apriori Algorithm

**ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย**

งานวิจัยนี้ได้นำข้อมูลการรับสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS รอบที่ 2 การรับแบบโควตา (Quota) มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ปีการศึกษา 2561-2564 โดยการค้นหากฎความสัมพันธ์ของการเลือกสาขาวิชา โดยใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association Rule) แบบวิธีอัลกอริทึมเอปพรอริ (Apriori Algorithm) โดยจะวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเลือกสาขาวิชาของผู้สมัครหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นของข้อมูลการสมัคร และสร้างกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการวางแผนการรับสมัครคัดเลือกเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS มหาวิทยาลัยต่อไป ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัยมีขั้นตอนรายละเอียดดัง Figure 2

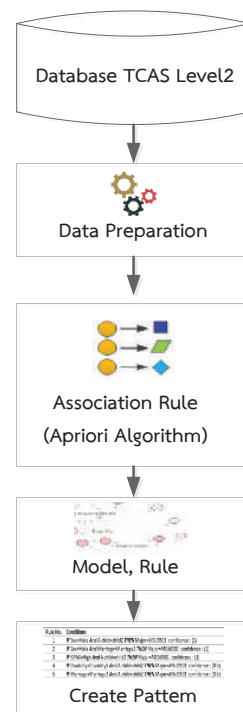


Figure 2 Conceptual framework

จาก Figure 2 แสดงขั้นตอนการดำเนินการวิจัย โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังต่อไปนี้

**ระบบฐานข้อมูล**

ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในงานวิจัยครั้งนี้ คือข้อมูลการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีระบบ TCAS รอบที่ 2 การรับแบบโควตา ข้อมูลทะเบียน (Record) ที่ใช้ได้แก่ รหัสสาขาวิชา เพศ จังหวัด วิชาโรงเรียน คะแนนสอบความรู้ทั่วไป (GAT) คะแนนสอบความ

รู้ทางวิชาชีพและวิชาการ (PAT) และอันดับการเลือก (อันดับ 1-4) จากระบบฐานข้อมูลจะเป็นฐานข้อมูลที่ร่วมผู้สมัครทุกสาขาวิชาดังนั้นผู้วิจัยต้องแยกข้อมูลผู้สมัครเป็นรายสาขาวิชา และข้อมูลตามองค์ประกอบคะแนน GAT/PAT ที่สาขาวิชานั้นใช้เป็นองค์ประกอบการพิจารณาคัดเลือก ตัวอย่างเช่น ข้อมูลสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ที่ใช้องค์ประกอบวิชา GAT (ความถนัดทั่วไป), PAT1 (ความถนัดทางคณิตศาสตร์) และ PAT3 (ความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์) รายละเอียดตัวอย่างข้อมูลดัง Table 1

**Table 1** Data sample (Bachelor of Engineering)

SEX	SIZE	PROVINCE	GAT	PAT1	PAT3	LEVEL
Male	L	Nongkhai	45.52	55.60	65.44	1
Male	XL	Roiet	65.02	65.80	70.50	1
Male	S	Ubonratchathani	45.65	50.45	64.00	2
Female	M	Nakhonphanom	56.50	65.00	63.00	4
Male	L	Maharakham	66.45	65.70	68.00	1
Male	XL	Khonkaen	56.55	60.00	59.00	1
Male	L	Kalasin	65.00	75.00	68.45	3
Female	L	Maharakham	70.00	69.00	68.00	3
Male	S	Yasothon	45.00	40.00	52.50	1
Male	XL	Maharakham	72.20	70.10	80.50	1
...	...	...	...	...	...	...

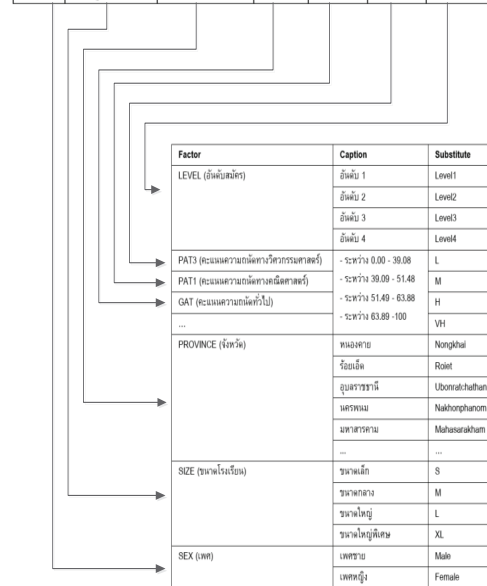
**1. การเตรียมข้อมูล**

การเตรียมข้อมูล (Data preprocessing) คือการนำข้อมูลที่ได้จากระบบฐานข้อมูลมาทำการแปลงข้อมูล (Data Transformation) เพื่อความเหมาะสมสำหรับกรวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูล ข้อมูลนักเรียนที่สมัครจะเป็นข้อมูลที่ที่ยังไม่มีการแทนค่า ซึ่งการเตรียมข้อมูลจะมีการแทนค่าให้กับข้อมูลรายละเอียดดัง Figure 3

จาก Figure 3 ภาพแสดงรายละเอียดการแทนค่าให้กับข้อมูลผู้สมัคร (ตัวอย่างสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์) รายละเอียดการแทนค่าข้อมูล ดังนี้

เพศ (SEX) หากผู้สมัครเพศชายแทนค่าเป็น Male ผู้สมัครเพศหญิงแทนค่าเป็น Female เหตุผลที่ใช้ปัจจัยเพศคือ เพศอาจจะมีผลในการเลือกอันดับสาขาวิชาเช่น สาขาพยาบาลศาสตร์ เพศหญิงอาจสนใจสมัครมากกว่าเพศชายหรือสาขาวิศวกรรมศาสตร์เพศชายอาจสนใจสมัครมากกว่าเพศหญิง เป็นต้น

SEX	SIZE	PROVINCE	GAT	PAT1	PAT3	LEVEL
ชาย	ใหญ่	หนองคาย	45.52	55.60	65.44	1
ชาย	ใหญ่พิเศษ	ร้อยเอ็ด	65.02	65.80	70.50	1
ชาย	เล็ก	อุบลราชธานี	45.65	50.45	64.00	2
หญิง	กลาง	นครพนม	56.50	65.00	63.00	4
ชาย	ใหญ่	มหาสารคาม	66.45	65.70	68.00	1



**Figure 3** Substitution factor





## 2. การวิเคราะห์ข้อมูล

ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการเตรียมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule) แบบวิธีอัลกอริทึมเอปรีออริ (Apriori Algorithm) การวิเคราะห์ข้อมูลใช้โปรแกรม R เป็นโปรแกรมในการทดลอง ซึ่งโปรแกรม R เป็น Open Source Software ผู้เริ่มต้นการเขียนโปรแกรม R คือ Robert Gentleman และ Ross Ihaka จากภาควิชาสถิติ มหาวิทยาลัยไคตแลนด์ ประเทศนิวซีแลนด์ ปี ค.ศ. 1997 (Yanchang Zhao, 2013) การทดลองจะวิเคราะห์ข้อมูลการเลือกสาขาวิชาของนักเรียนผู้สมัคร การทดลองจะนำชุดข้อมูลแต่ละสาขาวิชาซึ่งมีปัจจัยการเลือกสาขาวิชา 5 ปัจจัย คือ เพศ ขนาดโรงเรียน จังหวัด คะแนนสอบวิชา GAT และคะแนนสอบวิชา PAT จากนั้นทำการสร้างรายการชุดข้อมูลที่ปรากฏบ่อย (Frequent Itemset) ชุดข้อมูลที่มีค่านับสนับสนุน (Support value) หาค่าสนับสนุนที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับค่านับสนับสนุนที่น้อยที่สุดทำการบวกรวมนั้นซ้ำไปเรื่อยๆ จนไม่สามารถหาค่าข้อมูลที่ปรากฏบ่อย (Frequent Itemset) ได้

## 3. การสร้างรูปแบบ

ขั้นตอนการสร้างรูปแบบ (Model) หรือเป็นการสร้างกฎ (Rule) (Tan, 2021) จากการทดลองการหาความสัมพันธ์ของข้อมูล รวมถึงการวัดประสิทธิภาพของกฎความสัมพันธ์ที่ได้ จากกฎความสัมพันธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปแบบของกฎ "ถ้า...แล้ว..." หรือ IF...Then... กฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการทดลองจะประกอบด้วยกฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย (Left Hand Side: LHS) และกฎความสัมพันธ์ทางด้านขวา (Right Hand Side: RHS) ตัวอย่างกฎความสัมพันธ์เช่น หากเกิด A แล้วจะเกิด B ด้วย แทนสัญลักษณ์กฎความสัมพันธ์ "A -> B" การวัดประสิทธิภาพของกฎ โดยการหาความแม่นยำของกฎด้วย

การหาค่านับสนับสนุน (Support value) ซึ่งเป็นการหาค่าความน่าจะเป็นในการเกิดข้อมูลกฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย และด้านขวา การหาค่านับสนับสนุน  $A \rightarrow B$  โดย A แทนข้อมูลด้านซ้าย และ B แทนกฎข้อมูลด้านขวาที่เกิดขึ้นร่วมกัน ดังสมการที่ (1)

$$\text{sup port } (A \rightarrow B) = P(A \cap B) \quad (1)$$

การหาค่าความเชื่อมั่น (Confidence) เป็นการหาค่าความน่าจะเป็นเมื่อมีการเกิดข้อมูลกฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย A (LHS) แล้วเกิดข้อมูลทางกฎความสัมพันธ์ด้านขวา B (RHS) มีโอกาสเกิดมากน้อยเพียงใด ดังสมการ (2)

$$\text{Confidence } (A \rightarrow B) = P(A | B) \quad (2)$$

การหาค่าความสอดคล้อง (Lift) เป็นการหาค่าที่บ่งบอกการเกิดรูปแบบ กฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย A (LHS) และกฎความสัมพันธ์ทางด้านขวา B (RHS) ว่ามีความสัมพันธ์เพียงใด ดังสมการ (3)

$$\text{Lift } (A \rightarrow B) = \frac{P(A \cap B)}{P(A) \cdot P(B)} \quad (3)$$

โดยที่

P(A) คือ สัดส่วนจำนวนรายการข้อมูล A ต่อทรานแซกชันทั้งหมด

P(B) คือ สัดส่วนจำนวนรายการข้อมูล B ต่อทรานแซกชันทั้งหมด

กฎความสัมพันธ์ทางด้านซ้าย A (LHS) แล้วเกิดข้อมูลทางกฎความสัมพันธ์ด้านขวา B (RHS) ไม่ขึ้นตรงต่อกัน

การทดลอง และการสร้างรูปแบบที่เกิดขึ้น จากการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเลือกสาขาวิชาของผู้สมัคร ผู้วิจัยการวิเคราะห์ข้อมูล ในการทดลองได้กำหนดค่านับสนับสนุน เท่ากับ 0.005 (Support = 0.005) และกำหนดค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 80 (Confidence = 0.8) ตัวอย่างการทดลองกับข้อมูลสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์

## 4. การนำไปใช้งาน

การนำกฎความสัมพันธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลการเลือกสาขาวิชาของผู้สมัครไปใช้งาน ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบระบบและพัฒนาระบบเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเข้าใจกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ขั้นตอนการนำไปใช้มีอยู่ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการสร้างโมเดล เป็นการนำข้อมูลแต่ละสาขาวิชา มาทำการวิเคราะห์ จากนั้นจะทำการสร้างกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น เรียกขั้นตอนนี้ว่า Training Data ขั้นตอนการนำแบบจำลองไปใช้งาน เป็นการทดสอบข้อมูลที่จะเกิดขึ้นจากโมเดลที่สร้างแต่ละสาขาวิชา เรียกขั้นตอนนี้ว่า Testing Data และขั้นตอนการสร้างกฎความสัมพันธ์จากการวิเคราะห์โดยผู้วิจัยได้นำกฎความสัมพันธ์ที่ได้มาสร้างเป็นระบบวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเลือกสาขาวิชาของนักเรียนผู้สมัครดัง Figure 5 รายละเอียดขั้นตอนการสร้างกฎความสัมพันธ์ ดัง Figure 4

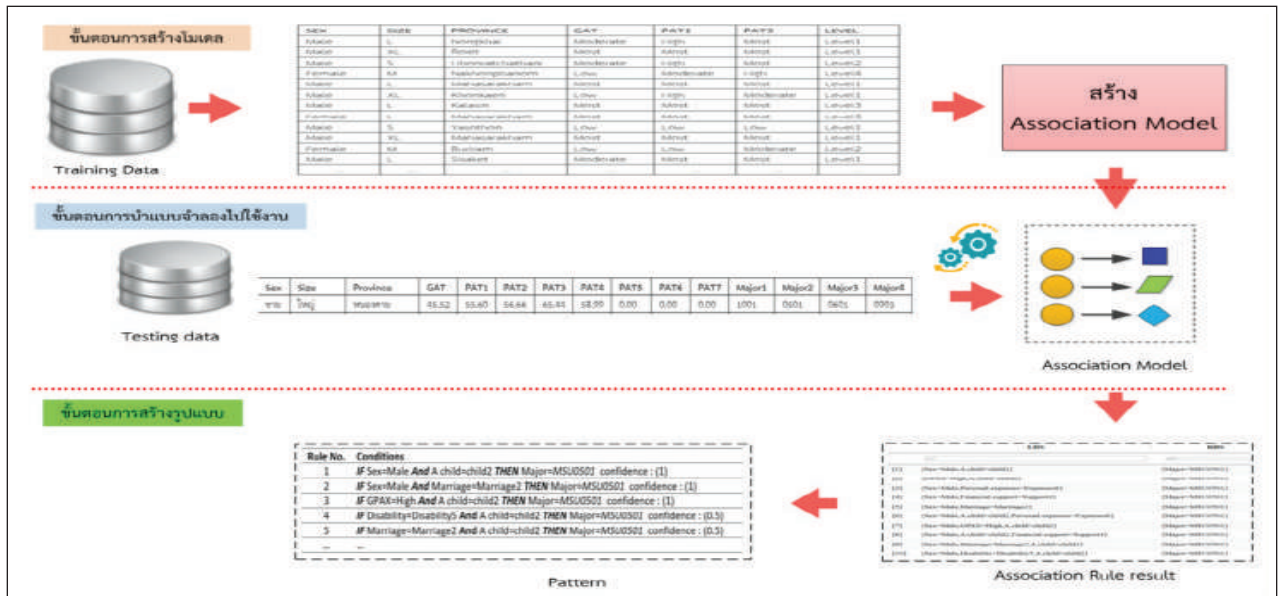


Figure 4 The Creation Model

ผลการศึกษาวิจัย

จากการศึกษาวิจัย โดยการนำข้อมูลการสมัครคัดเลือกเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรีในระบบ TCAS มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ผู้วิจัยได้นำเอาเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล (Data mining) โดยการหาความสัมพันธ์ข้อมูล (Association rule) แบบวิธีอัลกอริทึมเอปรีออริ (Apriori algorithm) เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระบบ TCAS โดยเทคนิคการค้นหาความสัมพันธ์ข้อมูล และสร้างกฎความสัมพันธ์การเลือกสาขาวิชาในการวางแผนการรับสมัครคัดเลือก จากผลการทดลองพบว่าสามารถสร้างกฎความสัมพันธ์ของผู้สมัครที่สนใจเข้าศึกษา

ในอันดับการเลือกของนักเรียนที่สนใจในสาขาวิชานั้น โดยผู้วิจัยได้กำหนดค่าสนับสนุน เท่ากับ 0.005 (Support value) และกำหนดค่าความเชื่อมั่นร้อยละ 80 (Confidence value) เพื่อสนใจเฉพาะกฎความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อมั่นที่มีค่าสูง และกฎความสัมพันธ์ที่ได้นั้นจะไม่ซ้ำกัน กฎความสัมพันธ์แต่ละเงื่อนไขจะมีเพียงผลลัพธ์เงื่อนไขเดียวเท่านั้น ตัวอย่างผลการทดลองกับข้อมูลสาขาวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งมีขนาดข้อมูลที่วิเคราะห์ 994 รายการ สามารถสร้างกฎความสัมพันธ์ของข้อมูลได้ทั้งหมด 21 กฎความสัมพันธ์จากความสัมพันธ์ที่กำหนดรายละเอียด ดัง Table 3

Table 3 Result association rule

Rule	LHS	RHS	Support	Confidence	lift
[1]	{Size=L, GAT=Most}	{Level=Level2}	0.005	1.000	3.614
[2]	{Sex=Male, GAT=Most, PAT3=High}	{Level=Level2}	0.005	1.000	3.614
[3]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Low}	{Level=Level1}	0.008	1.000	2.137
[4]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Low, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.007	1.000	2.137
[5]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Low, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.007	1.000	2.137
[6]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Low, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.006	1.000	2.137
[7]	{Sex=Female, PAT1=Most, PAT3=High}	{Level=Level2}	0.007	0.875	3.162
[8]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Moderate, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.211	0.875	1.870
[9]	{Size=M, GAT=Low, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.013	0.866	1.852
[10]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Moderate, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.019	0.863	1.846
[11]	{Size=M, GAT=Low, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.012	0.857	1.832

Table 3 Result association rule (cont.)

Rule	LHS	RHS	Support	Confidence	lift
[12]	{Sex=Male, Size=L, GAT=Low}	{Level=Level1}	0.016	0.842	1.800
[13]	{Size=XL, GAT=Most, PAT3=Moderate}	{Level=Level3}	0.005	0.833	4.930
[14]	{GAT=Moderate, PAT1=Moderate, PAT3=High}	{Level=Level1}	0.005	0.833	1.781
[15]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Moderate}	{Level=Level1}	0.025	0.833	1.781
[16]	{Sex=Male, Size=L, GAT=Low, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.015	0.833	1.781
[17]	{Sex=Male, Size=L, GAT=Low, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.014	0.823	1.760
[18]	{Sex=Male, Size=M, GAT=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.023	0.821	1.755
[19]	{Sex=Male, Size=L, GAT=Low, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.013	0.812	1.736
[20]	{Sex=Male, Size=M, PAT1=Moderate, PAT3=Moderate}	{Level=Level1}	0.029	0.805	1.721
[21]	{Sex=Male, Size=M, PAT1=Moderate}	{Level=Level1}	0.033	0.800	1.720

จาก Table 3 ผลการทดลองกับข้อมูลสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ตัวอย่างข้อมูลการทดลองสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ ผู้วิจัยได้ให้ความสำคัญของกฎการทดลองโดยเรียงลำดับกฎความสัมพันธ์ที่มีความเชื่อมั่น (Confidence) สูงสุดไปหาน้อยสุด ข้อมูลที่ปรากฏจากกฎการทดลองประกอบด้วย กฎด้านซ้าย (Left Hand Side: LHS), กฎด้านขวา (Right Hand Side: RHS), ค่าสนับสนุน (Support) การเกิดกฎความสัมพันธ์, ค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ร้อยละของกฎความสัมพันธ์

สัมพันธ์ของกฎด้านซ้าย (LHS) เกิดขึ้นกับกฎความสัมพันธ์ทางด้านขวา (RHS) และค่าความสอดคล้อง (Lift) เป็นค่าที่แสดงการเกิดความสัมพันธ์ของกฎทางด้านซ้าย และกฎทางด้านขวาเกิดต่อกันมากน้อยเพียงใด เพื่อให้เข้าใจของการเกิดกฎความสัมพันธ์มากขึ้น ผู้วิจัยได้อธิบายการเกิดกฎความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้น ตัวอย่างข้อมูลสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ รายละเอียดการอธิบาย ดัง Table 4

Table 4 Describe the result

Rule No.	Caption	Confidence
1	ถ้า ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดใหญ่ และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับสูงมาก แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น <b>อันดับที่ 2</b>	100.00 %
2	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) ในระดับสูงมาก และมีคะแนนความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ (PAT3) อยู่ในระดับสูง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น <b>อันดับที่ 2</b>	100.00 %
3	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับต่ำ แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น <b>อันดับที่ 1</b>	100.00 %
4	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับต่ำ และ มีคะแนนความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT1) อยู่ในระดับปานกลาง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น <b>อันดับที่ 1</b>	100.00 %
5	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับต่ำ และ มีคะแนนความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ (PAT3) อยู่ในระดับปานกลาง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น <b>อันดับที่ 1</b>	100.00 %
6	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับต่ำ และ มีคะแนนความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT1) อยู่ในระดับปานกลาง และ มีคะแนนความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ (PAT3) อยู่ในระดับปานกลาง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น <b>อันดับที่ 1</b>	100.00 %
7	ถ้า นักเรียนเป็นเพศหญิง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับสูงมาก และ มีคะแนนความถนัดทางวิศวกรรมศาสตร์ (PAT3) อยู่ในระดับสูง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น <b>อันดับที่ 2</b>	87.50 %
8	ถ้า นักเรียนเป็นเพศชาย และ ขนาดโรงเรียนของนักเรียนเป็นโรงเรียนขนาดกลาง และ นักเรียนมีคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT) อยู่ในระดับปานกลาง และ มีคะแนนความถนัดทางวิทยาศาสตร์ (PAT1) อยู่ในระดับปานกลาง แล้ว นักเรียนจะมีโอกาสเลือกสมัครสาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ เป็น <b>อันดับที่ 1</b>	87.50 %





Level=Level2 (100.00%)  
 IF Sex=Male (ชาย) AND Size=M (500<=1,499) AND  
 PAT3=High (51.49<=63.88) THEN Level=Level1  
 (100.00%)  
 IF Size=XL (>=2,500) AND GAT=Most (63.89<=100)  
 AND PAT3=Moderate (39.09<=51.48) THEN  
 Level=Level3 (83.30%)

จากกฎความสัมพันธ์ที่ได้ผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นระบบ  
 วิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการเลือกสาขาวิชาของนักเรียนผู้สมัคร  
 เพื่อให้คณะกรรมการประจำสาขาวิชาได้ใช้ระบบที่เกิดจากการ  
 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้คณะกรรมการสามารถวางแผนการรับ  
 สมัครคัดเลือกนิสิตใหม่ได้ ซึ่งรายละเอียดข้อมูลตัวอย่างระบบ  
 ดัง Figure 5

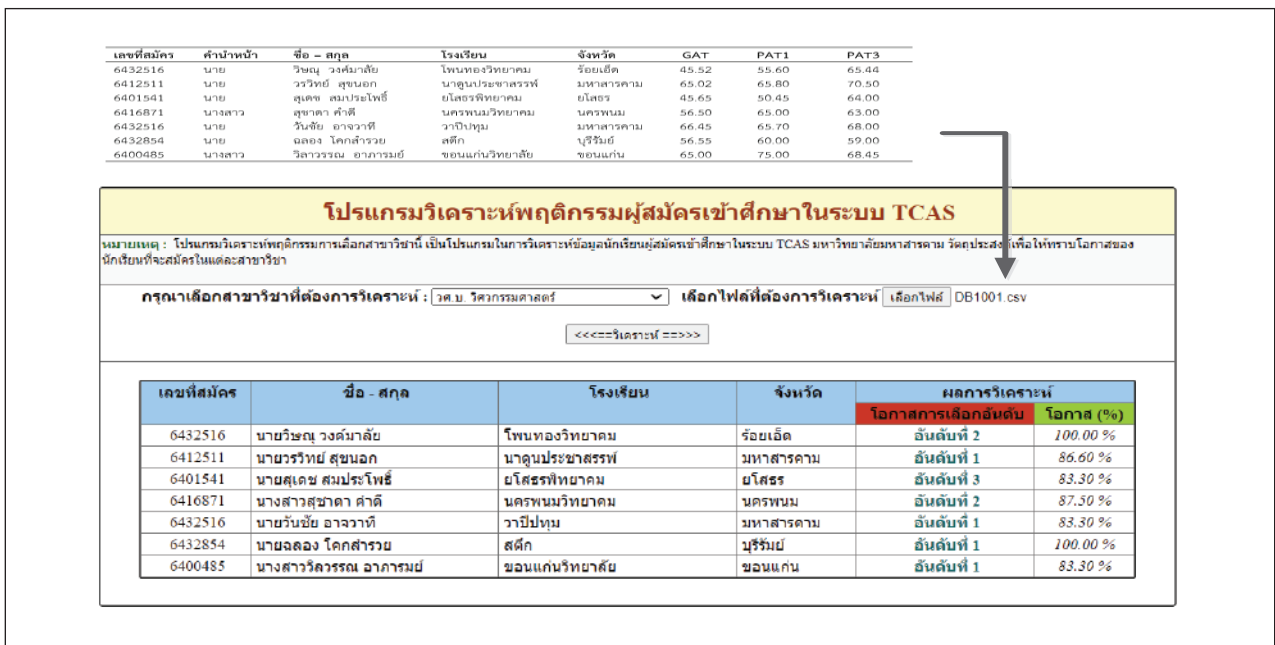


Figure 5 Test Result

**สรุปผลการวิจัย**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อค้นหากฎความสัมพันธ์  
 ที่เกิดขึ้นจากการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระบบ TCAS  
 โดยเทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ข้อมูล และสร้างกฎ  
 ความสัมพันธ์การเลือกสาขาวิชา ในการวางแผนการรับสมัคร  
 คัดเลือก จากการนำข้อมูลการรับสมัครคัดเลือกบุคคลเข้า  
 ศึกษาในระดับปริญญาตรี ระบบ TCAS มาทำการวิเคราะห์  
 โดยใช้เทคนิคการค้นหากฎความสัมพันธ์ (Association rule)  
 โดยวิธีอัลกอริทึมเอปพรอริ (Apriori Algorithm) การวิเคราะห์  
 ได้กำหนดค่าความเชื่อมั่น (Confidence) ของการวิเคราะห์  
 เพื่อให้ได้กฎความสัมพันธ์ที่มีความน่าเชื่อถือสูงโดยกำหนด  
 ร้อยละ 80.00 ผลการวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการเลือก  
 อันดับสาขาวิชามากที่สุด ซึ่งเป็นปัจจัยที่ปรากฏบ่อยในกฎที่  
 เกิดขึ้น คือ ปัจจัยด้านคะแนนความถนัดทั่วไป (GAT), ปัจจัย  
 ด้านความถนัดทางวิชาชีพและวิชาการตามสาขาวิชากำหนด  
 (PAT), ปัจจัยด้านขนาดโรงเรียน, ปัจจัยด้านจังหวัดที่ตั้งของ  
 โรงเรียน และปัจจัยด้านเพศของผู้สมัคร ตามลำดับ จากผล  
 การวิเคราะห์ผู้วิจัยได้พัฒนาเป็นโปรแกรมวิเคราะห์พฤติกรรม

ผู้สมัครเข้าศึกษาในระบบ TCAS เพื่อให้ผู้ใช้ เช่น คณะ  
 กรรมการการดำเนินงานคัดเลือกนิสิต คณะกรรมการประจำ  
 หลักสูตร ผู้บริหาร และบุคลากรที่เกี่ยวข้องในการรับนิสิต  
 ได้ใช้งานระบบเพื่อประกอบการวางแผนการคัดเลือกนิสิตใน  
 ระบบ TCAS ต่อไป

**ข้อเสนอแนะ**

งานวิจัยนี้ได้ทดลองวิเคราะห์ข้อมูลการรับสมัคร  
 คัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี ระบบ TCAS  
 เพื่อหาความสัมพันธ์การเลือกสาขาวิชาของนักเรียนผู้สมัคร  
 ซึ่งปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์เป็นปัจจัยที่ได้จากการรับสมัครค  
 ัดเลือกในเบื้องต้น แต่การยังขาดปัจจัยด้านต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อ  
 การเลือกสาขาวิชาของผู้สมัคร เช่น ปัจจัยด้านอาชีพผู้ปกครอง  
 ปัจจัยด้านรายได้ผู้ปกครองและรายได้ครอบครัว สถานะภาพ  
 บิดามารดา เป็นต้น อนาคตผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำปัจจัยเหล่านี้  
 มาทำการทดลองวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อให้ค้นหากฎความ  
 สัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาใน  
 ระบบ TCAS มีประสิทธิภาพมากขึ้น

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2564 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

## เอกสารอ้างอิง

- สมาคมที่ประชุมอธิการบดีแห่งประเทศไทย ทปอ. (2561). *ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ นโยบายการคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษาระบบใหม่*. กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. (5 เมษายน 2564). *ระเบียบการรับสมัครคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาในระดับปริญญาตรี*. <https://admission.msu.ac.th/>
- ชิดชนก ส่งศิริ, ธนาวิทย์ รักธรรมานนท์ และกฤษณะ ไวยมัย. (2544). การใช้เทคนิค Data Mining เพื่อค้นหาภาควิชาที่เหมาะสมที่สุดให้กับนิสิต. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 39* (pp. 43-50). กรุงเทพมหานคร.
- ณัฐธิดา สุวรรณโณ, อธิกา สิงห์เอี่ยม. (2554). การหาปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสี่ยงของนักศึกษาเรียนอ่อนด้วยเทคนิคกฎความสัมพันธ์ กรณีศึกษา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. *วารสารวิทยาการจัดการ*, 28 (1).
- ปฏิพัทธ์ ปฤชานนท์, วงกต ศรีอุไร. (2561). การประยุกต์ใช้กฎความสัมพันธ์เพื่อวิเคราะห์ความเสี่ยงการออกกลางคันของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ. *วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา*, 1 (2).

อนันต์ ปิณะเต. (2559). การใช้เทคนิคเหมืองข้อมูลในการวิเคราะห์สารสนเทศเพื่อการพัฒนากระบวนการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเลือกสาขาวิชาในระบบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษา. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 40 (4).

บุษราภรณ์ มัทธนชัย, ควรรชิต มาลัยวงศ์, เสมอแข สมหอม, ณัฐยา ตันตรานนท์. (2559). กฎความสัมพันธ์ของรายวิชาที่มีผลต่อการผันสภาพนักศึกษาโดยใช้อัลกอริทึมอพรไอริ. *การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร*, ครั้งที่ 3.

อนันต์ ปิณะเต. (2559). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจในการเลือกสมัครในสาขาวิชาโดยใช้เทคนิคต้นไม้ตัดสินใจ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 35 (4).

Yanchang Zhao. R. (2013). *Data Mining: Examples and Case Studies*. <http://www.RDataMining.com>.

Tan, Steinbach, Karpatne, Kumar. (2021). *Association Analysis Basic Concepts*. <https://www.users.cse.umn.edu/~kumar001/dmbook/index.php#item4>.