

# การใช้เทคนิคโอบสมัครแบบถ่วงน้ำหนักเพื่อประเมินความเหมาะสม ของนักศึกษาใหม่ จากข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล ร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ

## Use of a Weighted Application Form for Demographic Data an the Attribute Selection Technique to Evaluate Freshmen's Ability to Succeed

จามรกุล เหล่าเกียรติกุล (Jamornkul Laokietkul)<sup>1\*</sup>

ณัฐวี อุตกฤษณ์ (Nattavee Utakrit)<sup>2</sup>

พยุ่ง มีสีจ (Phayung Meesad)<sup>3</sup>

### บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคโอบสมัครแบบถ่วงน้ำหนัก ร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลที่ดีที่สุด เพื่อใช้ในการประเมินความเหมาะสมต่อการเข้าศึกษาของนักศึกษา จากข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล โดยเปรียบเทียบวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะ 2 วิธี ได้แก่ 1) การคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานสหสัมพันธ์ (Correlation-based feature selection) และ 2) การประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย (Consistency-based subset evaluation) ผลการทดลองพบว่า การประยุกต์ใช้เทคนิคโอบสมัครแบบถ่วงน้ำหนักโดยใช้ค่ากลางของกฎถ่วงน้ำหนักร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบ การประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย (Consistency-based Subset Evaluation) ภายใต้วิธีการค้นหาแบบ Best-first search ให้ค่าความถูกต้องสูงสุดคือ ร้อยละ 72 โดยสามารถลดจำนวนคุณลักษณะลงได้ถึง ร้อยละ 66.66 ซึ่งวิธีดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์สร้างตัวแบบเพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการทำงาน เพื่อประเมินระดับความเหมาะสมของนักศึกษาเพื่อใช้เป็นประโยชน์ในการจัดกลุ่มผู้เรียน และใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับผู้เรียนได้ต่อไป

### Abstract

This study involved the use of a weighted application blank (WAB) technique to compare 2 attribute selection techniques; 1) correlation-based feature selection and 2) consistency-based subset evaluation. The purpose of this study was to evaluate freshmen's ability to succeed from demographic data. The results are a proposed WAB rule by median with consistency-based subset evaluation by best-first search method, giving a high performance accuracy rate of 72% and reducing the number of attributes by up to 66.66%. This WAB

<sup>1</sup> อาจารย์ประจำหลักสูตรสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

<sup>2</sup> หัวหน้าภาควิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

<sup>3</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

\* corresponding author, email: jamorndul@chandra.ac.th

can be applied to create a model with guidelines to equalize new students and use the results to improve courses or curricula in the future.

**คำสำคัญ:** การคัดเลือกคุณลักษณะ, ความเหมาะสมของนักศึกษา, โสมัครแบบถ่วงน้ำหนัก, การจำแนกกลุ่ม  
**Keywords:** Attribute selection, Freshmen's Ability to Succeed, Weighted Application Blank Techniques, Classification

## บทนำ

กระบวนการคัดเลือกผู้เข้าศึกษาในสถาบันอุดมศึกษา ไม่ว่าจะเป็ นวิธีการวัดความสามารถทางวิชาการ ด้วยแบบทดสอบ การสัมภาษณ์ หรือวิธีการอื่นๆ เมื่อมีผู้ผ่านการคัดเลือกเข้าศึกษา สถาบันการศึกษาจำเป็นต้องเก็บข้อมูลส่วนบุคคล ซึ่งอาจดำเนินการในขั้นตอนการรายงานตัวเพื่อเข้าเป็นนักศึกษา ทั้งนี้เพื่อใช้ประโยชน์เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการดำเนินการต่างๆ เช่น การจัดทำเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับนักศึกษา รวมไปถึงการจัดการเรียนการสอน นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลดังกล่าวเพื่อการรายงานตามแนวทางของสำนักกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) หากมีการนำเอาข้อมูลส่วนบุคคลดังกล่าว มาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นโดยนำมาวิเคราะห์คุณลักษณะส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับการศึกษาในสาขาต่างๆ จะทำให้สามารถนำผลที่ได้มาใช้ประโยชน์เพื่อการทำนายระดับความเหมาะสมของผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งนักศึกษาใหม่ เพื่อจัดกลุ่มผู้เรียน หรือ ปรับแผนการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนได้ต่อไป

งานวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้เทคนิคโสมัครแบบถ่วงน้ำหนักร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลที่ดีที่สุด สำหรับประเมินระดับความเหมาะสมของผู้เรียน ต่อการเข้าศึกษาในสาขาวิชาต่างๆ โดยใช้ประโยชน์จากข้อมูลส่วนบุคคลที่บันทึกอยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้ข้อมูลส่วนบุคคล ของนักศึกษาในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง เป็นกรณีศึกษา กำหนดความเหมาะสมของผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ

กลุ่มที่เหมาะสม และกลุ่มที่อาจไม่เหมาะสม ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดกลุ่มผู้เรียน เพื่อการจัดแผนการเรียนการสอน ให้เหมาะสมกับผู้เรียน และเป็นการเพิ่มโอกาสให้แก่ผู้เรียนในการเข้าศึกษาต่อไป

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการค้นคว้างานวิจัย ในด้านการประยุกต์ใช้ข้อมูลคุณลักษณะของบุคคล (Demographic Data) ในด้านการศึกษาพบงานวิจัยที่วิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการศึกษา ที่ค้นพบว่า หลากหลายข้อมูลส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา เช่น ระดับผลการเรียนเดิม อาชีพของผู้ปกครอง ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง และรายได้ของครอบครัว (กุสุมา, 2545; จิระ และปณิต, 2547; Wanna, 2007; จิราพร และคณะ, 2549) งานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การเรียน โดยใช้ข้อมูลนักศึกษา (จุลลดา และ พร, 2541; เพียงพบ, 2548) และงานวิจัยที่ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ การคัดเลือกบุคคลเข้ารับตำแหน่งในสาขาวิชาชีพ (Anthony, 1996) ซึ่งจากผลการศึกษาของงานวิจัยข้างต้นแสดงให้เห็นว่า คุณลักษณะส่วนบุคคลส่งผลต่อความสามารถในการศึกษาในระดับต่างๆ แตกต่างกันไป

ขณะที่มีงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้ เทคนิคโสมัครแบบถ่วงน้ำหนัก ในเชิงการบริหารทรัพยากรบุคคล เช่น งานวิจัยที่ประยุกต์ใช้เทคนิคโสมัครแบบถ่วงน้ำหนัก ในการคัดเลือกบุคคลเข้ารับราชการตำรวจ (James et al., 2005) หรืองานวิจัยที่ทำนายความก้าวหน้าและความสำเร็จในอาชีพ (Grimmer, 2002; Cho et al., 2006) เป็นต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำเทคนิคดังกล่าว

มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลของนักศึกษา โดยคาดว่าเทคนิคดังกล่าวจะสามารถจัดจำแนกระดับความเหมาะสมของนักศึกษา และสามารถนำมาใช้ทำนายอย่างมีประสิทธิภาพ

## เทคนิคโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนัก (WAB)

เทคนิคโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Application Blank : WAB) เป็นเทคนิควิธีในการบริหารทรัพยากรบุคคลที่ถูกนำมาใช้ในการประเมินบุคลากรเพื่อคัดเลือกเข้าทำงานหรือปฏิบัติหน้าที่ในองค์กร (Cho et al., 2006) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับคัดกรองบุคลากรในหน้าที่ต่างๆ ที่ได้กำหนด โดยการคำนวณคะแนนน้ำหนักแก่ข้อคำถาม เพื่อทำนายลักษณะของบุคคล และใช้คัดเลือกบุคลากรที่เหมาะสมกับตำแหน่งหน้าที่ต่อไป (Scott, 2005)

### 1. กระบวนการสร้างโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนัก

การสร้างโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนัก สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนได้หลายขั้นตอน ซึ่ง Donald, Albert และ Ralph ได้แบ่งขั้นตอนการสร้างโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนัก แบ่งออกได้เป็น 7 ขั้นตอน (Donald et al., 1984) ได้แก่ 1) การกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมในการคัดเลือก 2) กำหนดกลุ่มเป้าหมายที่ใช้สำหรับเกณฑ์ที่กำหนด 3) เลือกข้อคำถามที่จะใช้ในการวิเคราะห์ 4) ระบุข้อคำถามตอบในแต่ละข้อคำถาม 5) กำหนดน้ำหนัก 6) ทำการทดสอบประสิทธิภาพ และ 7) กำหนดน้ำหนักที่ใช้สำหรับการคัดเลือก

ขณะที่ Scott และคณะ ได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนัก ว่าประกอบไปด้วย การเลือกคุณลักษณะของบุคคลที่ใช้ในการชี้วัด การกำหนดข้อคำถามที่ใช้สำหรับการทำนายและการตัดสินใจเลือกบุคคล การระบุค่าความสำคัญของแต่ละข้อคำถาม การให้ค่าน้ำหนักแก่ข้อคำถาม

และ การให้คะแนนในการตอบแต่ละข้อคำถามในโอบสมักรของผู้สมัคร (Scott, 2005) เพื่อใช้เป็นค่าบ่งชี้ในการพิจารณาคัดเลือกบุคคล

### 2. การคำนวณค่าน้ำหนักข้อมูล

การคำนวณค่าน้ำหนักข้อมูล โดยอาศัยวิธีการพิจารณาจากการค่าที่ถูกบันทึกในแต่ละปัจจัย ด้วยการคำนวณค่าร้อยละตามแนวนอน (Horizontal percentage) ซึ่งแบ่งออกเป็นขั้นตอน 2 ขั้นตอน (Scott, 2005) คือ

1) การหาค่าความถี่ของข้อมูลในแต่ละปัจจัย โดยการนับจำนวนระเบียบข้อมูลสำหรับเรียนรู้ที่พบในแต่ละกลุ่มข้อมูลที่มีค่าตามแต่ละปัจจัย

2) การคำนวณค่าน้ำหนัก (Weighted score) ของข้อมูลในแต่ละปัจจัย โดยการเปรียบเทียบสัดส่วนความถี่ของข้อมูลที่ใช้จำแนก ต่อจำนวนข้อมูลที่พบทั้งหมด

จากวิธีการข้างต้น สามารถนำมาเขียนเป็นสมการสำหรับการคำนวณ ค่าน้ำหนักของข้อมูลได้ดัง

$$Weight_{hp} = \frac{f(I_i, C)}{f(I_i)} \quad \text{-----} \quad (1)$$

แสดงในสมการที่ 1

เมื่อ  $Weight_{hp}$  คือ ค่าน้ำหนักหรือค่าร้อยละตามแนวนอน

$f(I_i, C)$  คือ ความถี่ของชุดข้อมูลในแอททริบิวต์ที่พบในกลุ่มจำแนกข้อมูล

$f(I_i)$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมดในแอททริบิวต์นั้นๆ ที่พบในกลุ่มจำแนกข้อมูล

จากกระบวนการสร้างโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนักข้างต้น จะเห็นได้ว่าก่อนจะมีการคำนวณค่าน้ำหนักของข้อมูลนั้น จะมีขั้นตอนการให้ความสำคัญและการเลือกข้อคำถามก่อน ซึ่งคือปัจจัยที่ใช้ประกอบการพิจารณา ซึ่งหากมีการเลือกใช้เทคนิควิธีการที่ดีในการคัดเลือกคุณลักษณะ จะทำให้ได้ปัจจัยที่เหมาะสมเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการคำนวณค่าน้ำหนักของข้อมูล และส่งผลต่อประสิทธิภาพในการทำนายกลุ่มข้อมูล

## เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม

การคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม วิธีการคัดเลือกคุณลักษณะที่ส่งผลต่อปัจจัยสำหรับการจำแนกกลุ่มข้อมูล (Hall and Holmes, 2003) หลักการคัดเลือกคุณลักษณะสามารถแบ่งวิธีการออกเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กระบวนการค้นหา (Search Algorithm) และ 2) การคัดเลือกคุณลักษณะ (Attribute Selection)

### 1. กระบวนการค้นหา

กระบวนการสำหรับการค้นหา (Search Algorithm) เป็นเทคนิควิธีในการค้นหาปัจจัยที่เหมาะสม ดังนั้นสำหรับการค้นหาและคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับประกอบการพิจารณาจัดระดับความเหมาะสมของผู้เรียน ในงานวิจัยนี้ เลือกศึกษาวิธีการค้นหาแบบฮิวริสติก ได้แก่ การค้นหาแบบดีที่สุดก่อน (Best-first search), การค้นหาแบบจินตนาการ (Genetic Search) และการค้นหาแบบขมวด คือ การค้นหาแบบทั้งหมด (Exhaustive search)

#### 1) การค้นหาแบบดีที่สุดก่อน

การค้นหาแบบที่ดีที่สุดก่อน (Best-first search) คือการค้นหาโดยจะเก็บสถานะทุกตัวโดยไม่มี การตัดทิ้ง ซึ่งทำให้ไม่พลาดเส้นทางที่นำไปสู่คำตอบ และ ในแต่ละขั้นตอนจะเลือกสถานะที่มีค่าฮิวริสติกที่ดีที่สุด โดยพิจารณาสถานะทุกตัวที่ยังไม่ถูกกระจายออกไป (Hall and Holmes, 2003)

#### 2) การค้นหาแบบจินตนาการ

การค้นหาแบบจินตนาการ (Genetic Search) เป็นการค้นหาโดยอาศัยหลักการทางพันธุศาสตร์ ซึ่งประกอบไปด้วยขั้นตอนอันได้แก่ การกำหนดรหัสโครโมโซมให้แก่ชุดข้อมูล การกำหนดค่าความเหมาะสมของชุดโครโมโซม การกำหนดค่าประชากร กระบวนการทางพันธุศาสตร์ (การข้ามพันธุ์ การกลายพันธุ์) และการกำหนดตัวแปรในการปฏิบัติการ เพื่อค้นหารูปแบบ หรือปัจจัยที่เหมาะสมในการตอบคำถาม (Hall and Holmes, 2003)

### 3) การค้นหาแบบทั้งหมด

การค้นหาแบบทั้งหมด (Exhaustive search) คือวิธีการค้นหาที่ตรงไปตรงมาเพื่อค้นหาคำตอบที่เหมาะสมให้ได้ โดยอาศัยหลักการที่จะค้นหาทุกๆ ข้อมูลนำเข้าที่เป็นไปได้ที่ไม่ละเมิดต่อข้อจำกัดของระบบนั้น แล้วหาคำตอบ และหาค่าใช้จ่าย ออกมา แล้วมาเปรียบเทียบกันว่าวิธีใดที่เหมาะสม (Hall and Holmes, 2003)

## 2. การคัดเลือกคุณลักษณะ

การคัดเลือกคุณลักษณะ (Attribute Selection)

เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาจัดระดับความเหมาะสมของผู้เรียน งานวิจัยนี้เลือกศึกษาเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ 2 วิธี ได้แก่ 1) การคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานสหสัมพันธ์ (Correlation-based Feature Selection) และ 2) การประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย (Consistency based Subset Evaluation)

### 1) การคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานสหสัมพันธ์

การคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานสหสัมพันธ์ (Correlation-based Feature Selection : CFS) เป็นเทคนิคในการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมโดยการหากลุ่มของ แอททริบิวต์ ที่ถูกประเมินค่าจากฮิวริสติก เพื่อการทำนาย ซึ่งจะพิจารณาจาก แอททริบิวต์ ที่ถูกคัดเลือกสำหรับการจำแนกกลุ่มข้อมูลที่มีระดับความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกัน (Hall and Holmes, 2003) โดยวิธีการคำนวณของ CFS จะให้ค่าสูงสุด ดังสมการ (2)

$$Merit_s = \frac{\overline{kr_{cf}}}{\sqrt{k + k(k-1)r_{ff}}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

เมื่อ  $Merit_s$  คือ ฮิวริสติกที่เป็นกลุ่มของแอททริบิวต์ที่ประกอบด้วย k แอททริบิวต์ที่ถูกคัดเลือก  
 $\overline{r_{cf}}$  คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มของแอททริบิวต์ที่ถูกคัดเลือกในความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับประเภทของข้อมูล

$r_{ff}$  คือ ค่าเฉลี่ยของกลุ่มของ แอททริบิวต์  
ที่ถูกคัดเลือกของความสัมพันธ์  
ที่เกี่ยวข้องกันภายในกลุ่มของ  
แอททริบิวต์ ที่ถูกคัดเลือก

$|M_i|$  คือ คู่แข่งของ class ส่วนใหญ่สำหรับ  
ค่าของ แอททริบิวต์ ที่นำมารวมกัน  
 $N$  คือ จำนวนของข้อมูลที่มีทั้งหมด

2) การประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย  
การประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย  
(Consistency-based Subset Evaluation : CSE) เป็นการ  
ใช้หลักการเพื่อค้นหากลุ่มปัจจัยที่มีขนาดเล็กที่สุด  
ที่สามารถนำมาใช้ทำนายเพื่อจำแนกกลุ่มได้ โดย  
คำนวณหาค่าความแข็งแกร่ง (Consistency) ตามสูตร  
การคำนวณที่ถูกคิดค้นขึ้นโดย Liu และ Setiono  
(Hall and Holmes, 2003) สมการ (3)

$$Consistency_s = 1 - \frac{\sum_{i=0}^j |D_i| - |M_i|}{N} \quad (3)$$

(3)

เมื่อ  $Consistency_s$  คือ จำนวนของ แอททริบิวต์ ของกลุ่ม  
ของ แอททริบิวต์

$|D_i|$  คือ จำนวนของการรวมกันของ  
แอททริบิวต์ ที่เกิดขึ้น

## วิธีการดำเนินงาน

ในการประยุกต์ใช้เทคนิคโบทัมครแบบถ่วง  
น้ำหนักร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่จะ  
เหมาะสม สำหรับประเมินระดับความเหมาะสมของ  
ผู้เรียน ต่อการเข้าศึกษาในสาขาวิชาต่างๆ มีขั้นตอน  
การดำเนินงานดังต่อไปนี้

### 1. การจัดเตรียมข้อมูล

งานวิจัยนี้ ได้เลือกใช้ข้อมูลทดลองจาก  
ข้อมูลของผู้ที่ผ่านการคัดเลือกเข้าเป็นนักศึกษา สาขา  
วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งที่ถูก  
บันทึกไว้ในฐานข้อมูลผู้สมัครเข้าศึกษา ซึ่งเริ่มใช้งาน  
ในปี พ.ศ. 2550 คัดเลือกตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย  
โดยตัดข้อมูลจำเพาะบุคคลเช่น ชื่อ- สกุล เลขประจำตัว  
ประชาชน วัน เดือน ปีเกิด ออก และใช้แอททริบิวต์  
Grade\_status เป็น class ความเหมาะสมของผู้เรียน  
ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1. แสดงรายละเอียดของแอททริบิวต์ที่เกี่ยวข้อง

ลำดับ	ชื่อแอททริบิวต์	ชนิดข้อมูล	รายละเอียด
1	Gender	TEXT	เพศ
2	Admit_age	TEXT	ช่วงอายุเมื่อเข้าศึกษา (ปีที่เข้าศึกษา - ปีเกิด)
3	Living_prov	TEXT	พื้นที่จังหวัดภูมิลำเนา
4	Area_prov	TEXT	พื้นที่จังหวัดที่พักอาศัยปัจจุบัน (ที่ตั้งโรงเรียน)
5	Area_course	TEXT	สายการศึกษา
6	School_gpac	NUMBER	ระดับผลการเรียนก่อนเข้าศึกษา (วุฒิเดิม)
7	Parent_status	TEXT	สถานภาพบิดา-มารดา
8	Numchild	NUMBER	จำนวนพี่น้อง
9	Studychild	NUMBER	จำนวนพี่น้องที่กำลังศึกษาอยู่
10	Fat_status	TEXT	สถานภาพของบิดา
11	Fat_earn	TEXT	รายได้บิดา
12	Fat_occu	TEXT	อาชีพบิดา
13	Mot_status	TEXT	สถานภาพมารดา
14	Mot_earn	TEXT	รายได้มารดา
15	Mot_occu	TEXT	อาชีพมารดา
16	Par_earn	TEXT	รายได้ผู้ปกครอง
17	Par_occu	TEXT	อาชีพผู้ปกครอง
18	Exam_score	NUMBER	ระดับคะแนนที่ได้ในการสอบคัดเลือก
19	Grade_status	TEXT	ระดับผลการเรียน (ช่วงเกรดเฉลี่ยสะสมปี 1 )

ทำการปรับข้อมูลบางประเภทให้เป็นช่วงข้อมูล (Discretization) เพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับอายุ และข้อมูลจังหวัดภูมิลำเนา ซึ่งหลังจากรวบรวมข้อมูลแล้วพบข้อมูลทั้งสิ้น 258 ระเบียบ ที่มีข้อมูลสมบูรณ์เพียงพอที่สามารถนำมาใช้ในการทดลอง จากนั้นจึงทำการสุ่มข้อมูลตามวิธีโบสมัครแบบถ่วงน้ำหนัก จากชุดข้อมูลที่พบดังกล่าวมาจำนวนทั้งสิ้น 150 ระเบียบ โดยแบ่งตามระดับกลุ่มความเหมาะสมจากผลการเรียนเฉลี่ยในช่วงชั้นปีที่ 1 เป็นกลุ่มผู้เรียนที่เหมาะสม (ผลการเรียนเฉลี่ยตั้งแต่

2.50 ขึ้นไป) และกลุ่มที่อาจไม่เหมาะสม (ผลการเรียนเฉลี่ยต่ำกว่า 2.50) กลุ่มละ 75 ระเบียบเท่าๆกัน ทั้งนี้ยึดจากจำนวนระเบียบข้อมูลในกลุ่มที่มีจำนวนน้อยที่สุด จากนั้นนำเอาชุดข้อมูลที่ได้แบ่งเป็น 2 ส่วน โดยข้อมูลใช้ส่วนหนึ่งสำหรับการเรียนรู้ (Training dataset) เพื่อคำนวณหาค่าน้ำหนัก สำหรับใช้ในการถ่วงน้ำหนักเพื่อการจำแนกกลุ่ม และอีกส่วนหนึ่งสำหรับการทดสอบตัวแบบ (Testing dataset) ดังแสดงในตารางที่ 2



ตารางที่ 2. แสดงชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ระดับความเหมาะสม	จำนวนชุดข้อมูล (ระเบียบ)		
	สำหรับการเรียนรู้ (Training dataset)	สำหรับการทดสอบ (Testing dataset)	รวม (Total)
กลุ่มผู้ที่เหมาะสม (เกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.50 ขึ้นไป)	50	25	75
กลุ่มผู้ที่ไม่เหมาะสม (เกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 2.50)	50	25	75
รวม	100	50	150

## 2. การค้นหาและการคัดเลือกคุณลักษณะ

เป็นขั้นตอนการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมสำหรับประกอบการพิจารณาจัดระดับความเหมาะสมของผู้เรียน ซึ่งวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะจะประกอบด้วย 2 ขั้นตอนได้แก่ 1) กระบวนการค้นหา (Search Method) เป็นเทคนิควิธีในการค้นหาปัจจัยที่เหมาะสม ในงานวิจัยนี้ใช้วิธีการค้นหาแบบดีที่สุดก่อน (Best-first search), การค้นหาแบบจีเนติก (Genetic search) และการค้นหาแบบทั้งหมด (Exhaustive search) และ 2) การประเมินค่าของกลุ่ม (Evaluator) ที่เป็นเทคนิควิธีที่ใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ ซึ่งในงานวิจัยนี้ใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ 2 วิธี ได้แก่

- 1) การคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานสหสัมพันธ์ (Correlation-based Feature Selection) และ
- 2) การประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย (Consistency based Subset Evaluation)

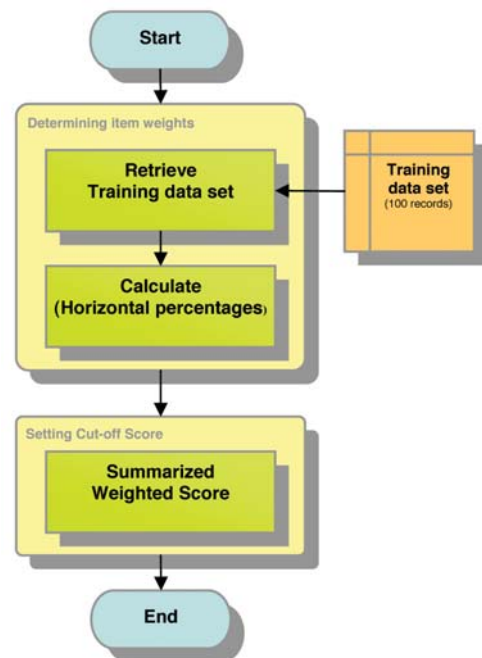
## 3. การคำนวณค่าน้ำหนักและการสร้างกฎถ่วงน้ำหนัก

การคำนวณค่าน้ำหนักและการสร้างกฎถ่วงน้ำหนัก เป็นขั้นในในเทคนิคโสมัครแบบถ่วงน้ำหนัก เพื่อสร้างกฎถ่วงน้ำหนักสำหรับการทำนายกลุ่มข้อมูล ดังแสดงขั้นตอนการคำนวณค่าถ่วงน้ำหนัก ในรูปที่ 1

- 1) การคำนวณค่าน้ำหนักข้อมูล ให้แก่ปัจจัยที่ได้รับการคัดเลือก โดยอาศัยวิธีพิจารณา

จากการค่าที่ถูกบันทึกในแต่ละปัจจัย ด้วยการคำนวณค่าร้อยละตามแนวนอน (Horizontal percentage) เพื่อใช้ในการทำนายจำแนกกลุ่มข้อมูล

- 2) การสร้างกฎถ่วงน้ำหนักให้แก่กลุ่มข้อมูล จากการคำนวณค่าน้ำหนักให้แต่ละปัจจัยที่ได้รับการคัดเลือก โดยการนำข้อมูลเข้าสู่กระบวนการที่ระเบียบและทำการหาผลรวมของค่าน้ำหนักของปัจจัย เฉพาะในปัจจัยที่ได้รับการคัดเลือกในแต่ละระเบียบข้อมูล จนครบทุกระเบียบ



รูปที่ 1. การคำนวณค่าถ่วงน้ำหนักในชุดข้อมูลสำหรับเรียนรู้

#### 4. การใช้ตัวแบบถ่วงน้ำหนักที่ได้

ในการใช้ตัวแบบถ่วงน้ำหนักที่ได้ ตามวิธีโอบสมัครแบบถ่วงน้ำหนัก จำเป็นต้องกำหนดช่วงที่เหมาะสมสำหรับการทำนาย ซึ่งงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบวิธีการประยุกต์ใช้ช่วงค่าถ่วงน้ำหนักเพื่อให้เหมาะสมแก่การทำนายออกเป็น 3 วิธี เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลที่ได้จากการทำนายกับการใช้ช่วงค่าถ่วงน้ำหนักที่คำนวณได้โดยตรง

1) การทำนายโดยปรับช่วงน้ำหนักของกลุ่มข้อมูลโดยยึดค่าสูงสุดของกลุ่มข้อมูลก่อนหน้าเป็นหลัก ซึ่งหากค่าน้ำหนักต่ำสุดของกลุ่มข้อมูลถัดไปมีค่าน้อยกว่าให้ปรับให้เท่าค่าสูงสุดของกลุ่มก่อนหน้า

2) การทำนายโดยปรับช่วงน้ำหนักของกลุ่มข้อมูลโดยยึดค่าต่ำสุดของกลุ่มข้อมูลถัดไปเป็นหลัก หากค่าน้ำหนักสูงสุดของกลุ่มข้อมูลก่อนหน้าสูงกว่าให้ปรับให้เท่าค่าต่ำสุดของกลุ่มข้อมูลถัดไป

3) การทำนายโดยคำนวณหาค่ากลางของกลุ่มข้อมูล โดยยึดค่ากลางที่คำนวณได้เป็นค่าคั่นกลางระหว่างกลุ่มข้อมูลเพื่อใช้ในการทำนาย

#### ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานในขั้นตอนข้างต้น สามารถแบ่งผลการดำเนินงานออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ผลการคัดเลือกคุณลักษณะ และการสร้างตัวแบบถ่วงน้ำหนัก

##### 1. ผลการคัดเลือกคุณลักษณะ

จากการประยุกต์ใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะโดยวิธีการค้นหาแบบต่างๆ เพื่อค้นหาปัจจัยสำหรับประเมินความเหมาะสมของนักศึกษา จากข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล ได้ผลการการคัดเลือกคุณลักษณะดังแสดงในตารางที่ 3



ตารางที่ 3. แสดงแอทริบิวต์ที่ถูกคัดเลือกโดยวิธีต่างๆ

แอทริบิวต์	เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ						
	-	CFS			Consistency		
	-	Best-first	Genetic	Exhaustive	Best-first	Genetic	Exhaustive
Gender	✓						✓
Admit_age	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Living_prov	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Area_prov	✓						
Area_course	✓	✓	✓	✓		✓	✓
School_gpax	✓				✓		✓
Parent_status	✓	✓	✓	✓			
Numchild	✓						
Studychild	✓	✓	✓	✓			
Fat_status	✓						
Fat_earn	✓				✓		
Fat_occu	✓	✓	✓	✓		✓	
Mot_status	✓	✓	✓	✓			
Mot_earn	✓					✓	✓
Mot_occu	✓		✓		✓	✓	
Par_earn	✓						
Par_occu	✓						
Exam_score	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
จำนวน	18	8	9	8	6	6	6
คิดเป็นร้อยละ	100	44.44	50.00	44.44	33.33	33.33	33.33

ผลการดำเนินการพบว่า ด้วยวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานสหสัมพันธ์ (CFS) ร่วมกับวิธีการค้นหาแบบดีที่สุด และ การค้นหาแบบทั้งหมด คัดเลือกปัจจัยที่เหมาะสมต่อการจำแนกข้อมูลทั้งสิ้น 8 ปัจจัยคิดเป็น ร้อยละ 44.44 ของปัจจัยทั้งหมด และการค้นหาแบบจินตนาการ พบ 9 ปัจจัยคิดเป็น ร้อยละ 50 ในขณะที่วิธีการประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย (CSE) ร่วมกับวิธีการค้นหาทั้ง 3 วิธีคัดเลือกได้ 6 ปัจจัยเท่าๆ กัน คิดเป็นร้อยละ 33.33 ของปัจจัยทั้งหมด โดยจะเห็นว่าปัจจัยที่ถูกคัดเลือกในทุกวิธีการคือ พื้นที่จังหวัดภูมิลำเนา (Living\_Prov)

## 2. ผลการสร้างตัวแบบถ่วงน้ำหนัก

จากการประยุกต์ใช้วิธีโอบสมัครแบบถ่วงน้ำหนักร่วมกับปัจจัยที่ได้จากการคัดเลือกคุณลักษณะ เพื่อสร้างตัวแบบสำหรับประเมินความเหมาะสมของนักศึกษา จากข้อมูลคุณลักษณะส่วนบุคคล ได้ถูกนำมาใช้สำหรับจำแนกกลุ่มที่ประกอบด้วย ค่าสูงสุด และ ค่าต่ำสุดของแต่ละกลุ่มข้อมูล ซึ่งจะใช้เป็นช่วงสำหรับทำนายเพื่อจำแนกกลุ่มต่อไป ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. แสดงกฎที่ได้จากการถ่วงน้ำหนัก

วิธีการ		กลุ่มผู้ที่เหมาะสม (เกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.50 ขึ้นไป)		กลุ่มผู้ที่ไม่เหมาะสม (เกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 2.50)	
		ช่วงค่าน้ำหนัก		ช่วงค่าน้ำหนัก	
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ	วิธีการค้นหา	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด
WAB	-	808.59	1098.4	767.05	944.17
WAB based on CFS	Best-first	358.04	518.64	315.75	420.61
	Genetic	400.31	580.18	348.64	480.19
	Exhaustive	358.04	518.64	315.75	420.61
WAB based on Consistency	Best-first	255.50	358.67	198.60	340.29
	Genetic	256.52	374.72	207.02	331.66
	Exhaustive	264.57	344.32	263.01	323.67

3. การทดสอบตัวแบบถ่วงน้ำหนัก

ใช้ชุดข้อมูลซึ่งเตรียมไว้สำหรับการทดสอบ (Testing dataset) นำมาคัดเลือกเฉพาะคุณลักษณะตามที่คัดเลือกไว้ และนำมาทดสอบโดยสมมติระเบียบข้อมูลทดสอบเป็นข้อมูลนักศึกษาที่ต้องการทำนายเพื่อจำแนกระดับความเหมาะสมว่าอยู่ในกลุ่มใดทำการทดสอบเปรียบเทียบกับกฎที่ใกล้เคียงตามกระบวนการ 3 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) นำเข้าข้อมูลนักศึกษาที่เตรียมไว้สำหรับการทดสอบ โดยจัดรูปแบบข้อมูลให้พร้อมสำหรับเปรียบเทียบกับกฎ
- 2) กำหนดค่าถ่วงน้ำหนักของกฎโดยใช้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยที่ได้คำนวณและบันทึกไว้จากตัวแบบ
- 3) พิจารณากฎ โดยเปรียบเทียบค่าน้ำหนักที่ข้อมูลทดสอบได้เทียบกับช่วงค่าน้ำหนักของกฎโดยเรียงลำดับกฎ ตามค่าช่วงน้ำหนักที่คำนวณไว้โดยวิธีการต่างๆ ที่ออกแบบไว้

กฎที่ถูกคัดเลือก คือ กฎที่มีช่วงค่าถ่วงน้ำหนักต่ำสุดน้อยกว่าหรือเท่ากับคะแนนของข้อมูลทดสอบ และมีค่าสูงสุดสูงกว่าหรือเท่ากับคะแนนของข้อมูลทดสอบ และทำการทดสอบจนครบทุกระเบียนข้อมูล และเปรียบเทียบผลการคาดการณ์

ของตัวแบบกับ ช่วงระดับผลการเรียนจริง จากนั้นจึงคำนวณหาความถูกต้องของการคาดการณ์ (ร้อยละ) (สมการที่ 4) โดยวิธีการทำนัยทั้ง 4 วิธี ซึ่งได้ผลการทำนาย ดังแสดงในตารางที่ 5

$$Accuracy = \frac{\sum_{i=0}^n f(x)}{N_k} \quad \dots\dots\dots (4)$$

เมื่อ Accuracy คือ ค่าความถูกต้อง  
 $f(x)$  คือ ข้อมูลที่ทำนายถูกต้อง  
 $N_k$  คือ จำนวนข้อมูลจริงในแต่ละกลุ่ม

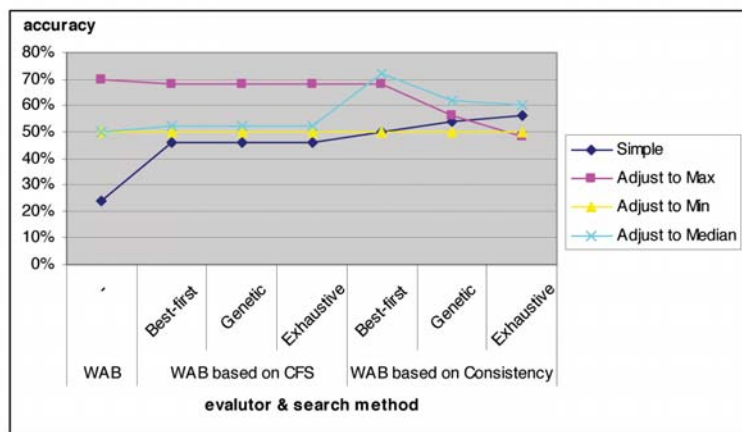
จากผลจากการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้เทคนิคโสมัครแบบถ่วงน้ำหนักร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพในการจำแนกข้อมูลดีที่สุด กับข้อมูลลักษณะส่วนบุคคล เพื่อทำนายระดับความเหมาะสมของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบผลการทำนายจากการใช้เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ 2 วิธีในรูปแบบการค้นหา 3 รูปแบบ ร่วมกันกับวิธีการใช้กฎถ่วงน้ำหนักที่ได้ออกแบบทั้ง 4 วิธี ดังแสดงตารางที่ 5 ว่า วิธีการที่ให้ประสิทธิภาพในการทำนายที่ดีที่สุดคือการประยุกต์ร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบการประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย (Consistency based

subset evaluation) และวิธีการค้นหาแบบดีที่สุดก่อน (best-first search) ซึ่งให้ค่าความถูกต้องร้อยละ 72 ด้วยการใช้อัลกอริทึมค้นหาแบบวิธีการแบบปรับใช้ค่ากลาง เมื่อเทียบกับวิธีการคัดเลือกคุณลักษณะบนพื้นฐานสหสัมพันธ์ (Correlation-based Feature Selection)

ด้วยการใช้กฎแบบปรับใช้ค่าสูงสุดที่มีความสามารถในการทำนายค่าที่ดีที่สุดร้อยละ 68 จากการค้นหาทั้ง 3 วิธี ซึ่งต่ำกว่าการประยุกต์ใช้กฎโดยยึดค่าสูงสุดของ WAB โดยไม่มีการคัดเลือกคุณลักษณะ ที่ให้ค่าความถูกต้องร้อยละ 70 ดังแสดงในรูปที่ 3

ตารางที่ 5. แสดงการเปรียบเทียบค่าความถูกต้อง (Accuracy) จากการทดสอบอัลกอริทึมค้นหา ร่วมกับเทคนิคคัดเลือกปัจจัย

วิธีการ		ค่าความถูกต้อง (Accuracy)											
		กลุ่มผู้ที่เหมาะสม (เกรดเฉลี่ยตั้งแต่ 2.50 ขึ้นไป)				กลุ่มผู้ที่ไม่เหมาะสม (เกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 2.50)				ผู้เรียนทั้งหมด			
เทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะ	วิธีการค้นหา	Simple	Adjust to Max	Adjust to Min	Adjust to Median	Simple	Adjust to Max	Adjust to Min	Adjust to Median	Simple	Adjust to Max	Adjust to Min	Adjust to Median
WAB	-	0.24	0.44	0.00	0.00	0.24	0.96	1.00	1.00	0.24	0.70	0.50	0.50
CFS based WAB	Best-first	0.16	0.40	0.00	0.04	0.76	0.96	1.00	1.00	0.46	0.68	0.50	0.52
	Genetic	0.04	0.44	0.00	0.04	0.88	0.92	1.00	1.00	0.46	0.68	0.50	0.52
	Exhaustive	0.16	0.40	0.00	0.04	0.76	0.96	1.00	1.00	0.46	0.68	0.50	0.52
Consistency based WAB	Best-first	0.04	1.00	0.00	0.76	0.96	0.36	1.00	0.68	0.50	0.68	0.50	0.72
	Genetic	0.12	1.00	0.00	0.64	0.96	0.12	1.00	0.60	0.54	0.56	0.50	0.62
	Exhaustive	0.16	0.96	0.00	0.36	0.96	0.00	1.00	0.84	0.56	0.48	0.50	0.60



รูปที่ 3. เปรียบเทียบความถูกต้องจากการทำนาย โดยวิธีต่างๆ

## บทสรุป ข้อเสนอแนะ และแนวทาง พัฒนาต่อ

งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคนิคโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนัก สร้างตัวแบบเพื่อทำนายความเหมาะสมของผู้เรียน จากข้อมูลส่วนบุคคล โดยใช้ข้อมูลนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยแห่งหนึ่ง เป็นกรณีศึกษา จากผลการทดลองพบว่า การประยุกต์ใช้เทคนิคโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนักโดยใช้ค่ากลางของกฎถ่วงน้ำหนักร่วมกับเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะแบบการประเมินความแข็งแกร่งของเซตย่อย (Consistency based subset evaluation) ภายใต้การค้นหาแบบดีที่สุดก่อน (Best-first search) ให้ค่าความถูกต้องสูงสุดคือร้อยละ 72 โดยสามารถลดจำนวนคุณลักษณะลงได้ถึง ร้อยละ 66.66 แม้ว่า จะพบข้อจำกัด ในเรื่องจำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มนำเข้าสำหรับการเรียนรู้ของตัวแบบที่จะต้องมีความเท่าๆ กัน จึงเป็นสาเหตุทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้ในการทดลองได้ อีกทั้งประสิทธิภาพการทำนายจากเทคนิคโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนัก ยังขึ้นอยู่กับกำหนัดช่วงคะแนนถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสม ซึ่งแปรผันตามชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ และคุณลักษณะที่เลือกใช้ โดยหากชุดข้อมูลสำหรับการเรียนรู้มีลักษณะที่ถ่วงน้ำหนักแล้วได้คะแนนแตกต่างกันชัดเจน ก็จะทำให้สามารถใช้พยากรณ์คุณลักษณะความเหมาะสมของนักศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

ทั้งนี้การประยุกต์ใช้เทคนิคโอบสมักรแบบถ่วงน้ำหนักและเทคนิคการคัดเลือกคุณลักษณะกับข้อมูลส่วนบุคคลของนักศึกษา รวมถึงลักษณะความเหมาะสมที่ได้จากการทำนาย สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลนักศึกษาในสาขาอื่นๆ ได้ รวมถึงประยุกต์ใช้กับเทคนิคอื่นๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำนาย และยังเป็นแนวทางสำหรับการจัดแผนการเรียนให้แก่แต่ละกลุ่มเรียน รวมถึงรายวิชาในแผนการเรียนในหลักสูตรให้เหมาะสมกับผู้เรียน

## เอกสารอ้างอิง

- กุสุมา ประชุมชนะ, 2545.ปัจจัยที่มีผลต่อการศึกษาคือในระดับปริญญาตรีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายปีที่ 6 และนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 2 ในสถานศึกษาจังหวัดชลบุรี, มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- จิระ บุรีคำ และ ปิณิต สุภากุล, 2547.การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการฟื้นสภาพของนักศึกษา มหาวิทยาลัยพายัพ. วารสารมหาวิทยาลัยพายัพ.
- จิราพร ยิ่งกว่าชาติ, บุญเสริม กิจศิริกุล และประสงค์ ปรานีตพลกรัง. 2549.การทำนายผลสำเร็จ การศึกษาของนักศึกษาระดับอุดมศึกษาด้วยการเรียนรู้แบบเบย์และเหมืองข้อมูล.
- จุลลดา ขาวสะอาด และ พร พรมหาราช. 2541. การศึกษาผลสัมฤทธิ์และปัจจัยที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เพียงพบ มนต์นवलปรางค์. 2548.การศึกษาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักศึกษาสถาบันราชภัฏเพชรบุรีวิทยาลัยกรรม ในพระบรมราชูปถัมภ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์.
- Anthony R. 1996.The demographics of candidates for faculty positions in computer science, Commun. ACM.
- Cho S, Woods RH,Jang SC,Erdem M. 2006..Measuring the impact of human resource management practices on hospitality firms' performances, **International Journal of Hospitality Management**.
- Donald B. Dawson,Albert S. King,Ralph F. Catalanello. 1984. Developing and Using Weighted Application Blanks: An Experiential Exercise, Developments in Business Simulation & Experiential Learning.

- Grimmer. 2002. Weighted application blanks and employee turnover: A comparison of weighting methodologies. ANZAM Conference, Beechworth, Victoria.
- Hall, M. A. Holmes, G. 2003. Benchmarking attribute selection techniques for discrete class data mining, Knowledge and Data Engineering, IEEE Transactions on.
- James H. Browne, Stuart H. Warnock, Nancy J. Boykin. 2005. Predicting Success of Police Officer Applicants Using Weighted Application Blanks, **The Journal of American Academy of Business**, Cambridge, vol. 6.
- Scott R. Kaak, Hubert S. Feild, William F. Giles, Dwight R. Norris. 2005. The Weighted Application Blank A Cost-Effective Tool that Can Reduce Employee Turnover .
- Wanda G., 2007. Demographic and psychological factors influencing academic success in a college level human anatomy course, The school of Human Resource Education and Workforce Development: Louisiana State University.