# การหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการศึกษาของนักศึกษาเรียนอ่อน โดยใช้จีเนติคอัลกอริธึมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม

# Finding Significant Features Effected to Educational Outcome of Low Proficiency Student by Using Genetic Algorithm with Neural Network


ปฐพี กปิลกาญจน์

**Patapee Kapillakan**


**วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา**
**วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ**
**มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in Management of Information Technology**
**Prince of Songkla University**
**2554**


**ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการศึกษาของนักศึกษาเรียนอ่อน โดยใช้จีเนติคอัลกอริธึมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม

**ผู้เขียน** นายปฐพี กปิลกาญจน์

**สาขาวิชา** การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

---

| **อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก** | **คณะกรรมการสอบ** |
|---|---|
| ……..... | ……...ประธานกรรมการ |
| (ดร.ณัฐธิดา สุวรรณโณ) | (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ วณิชโยบล) |
| | …….....กรรมการ |
| | (ดร.ณัฐธิดา สุวรรณโณ) |
| | …….....กรรมการ |
| | (ดร.ชัชฎา หนูสาย) |

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

……...……

(ศาสตราจารย์ ดร.อมรรัตน์ พงศ์ดารา)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

**ชื่อวิทยานิพนธ์** การหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการศึกษาของนักศึกษาเรียนอ่อน โดยใช้จีเนติคอัลกอริธึมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม
**ผู้เขียน** นายปฐพี กปิลกาญจน์
**สาขาวิชา** การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
**ปีการศึกษา** 2553

## บทคัดย่อ

ในแต่ละปีการศึกษาพบว่ามีนักศึกษาจำนวนไม่น้อยที่มีผลการเรียนที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งนักศึกษากลุ่มนี้จะถูกจัดว่าเป็นนักศึกษาที่เรียนอ่อน และนักศึกษากลุ่มดังกล่าวนี้เองที่เป็นกลุ่มเสี่ยงที่มีแนวโน้มที่จะตกออก ออกกลางคันหรือไม่ได้สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ปัจจัยที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาอาจรวมถึงปัจจัยทางด้านการศึกษาและปัจจัยทางด้านสังคม ในการรับมือกับประเด็นดังกล่าวเราจำเป็นที่จะต้องทราบถึงสาเหตุว่ามีคุณลักษณะใดบ้างที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษากลุ่มดังกล่าวเพื่อที่จะสามารถรับมือและให้ความช่วยเหลือกับนักศึกษาเหล่านั้นได้อย่างเหมาะสม และในการค้นหาคุณลักษณะดังกล่าวนั้นเราได้นำจีเนติคอัลกอริธึมมาเพื่อทำการคัดเลือกคุณลักษณะเพื่อหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมเป็นเครื่องมือในการจดจำและแยกแยะรูปแบบของคุณลักษณะดังกล่าวว่าคุณลักษณะรูปแบบใดที่จะมีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษามากที่สุด

จากกระบวนการดังกล่าวพบว่าชุดของคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกมาจากแต่ละชุดข้อมูลนั้นจะมีความแตกต่างกันออกไปตามคณะและสาขาวิชาซึ่งมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน และชุดของคุณลักษณะดังกล่าวที่ได้ถูกคัดเลือกมานั้นสามารถที่จะนำมาใช้ในการจำแนกกลุ่มนักศึกษาเรียนอ่อนของแต่ละคณะหรือสาขาวิชาที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถให้ความแม่นยำในการจำแนกกลุ่มข้อมูลดังกล่าวได้สูงกว่าการใช้คุณลักษณะทั้งหมด

| | |
|---|---|
| **Thesis Title** | Finding Significant Features Effected to Educational Outcome of Low Proficiency Student by Using Genetic Algorithm with Neural Network |
| **Author** | Mr. Patapee Kapillakan |
| **Major Program** | Management of Information Technology |
| **Academic Year** | 2010 |

## ABSTRACT

In each year of educational, we found that a lot of students got grades lower than standard therefore educational outcome this group of students is organized as poor students and the group of these students is a risky group to have tendency to fail, leave in the middle of educational period or cannot finish the graduation according to the fixed term in the curriculum. A factor which is affected to a study of students may include educational factors and social factors therefore to deal with the mentioned point it is necessary to know the cause of study that which features effected to the student's educational outcome in order to handle and assist those students properly. To find out the mentioned features we use genetic algorithm to select the features for finding the significance features which effected to the educational outcome by using neural network as a tool to recognize and classify the features for defining the most features which are effective.

From the mentioned process, It is found that a set of selected features we have got from each data set are different and they can used to classify of the group of poor students effectively by accurate classification which is greater than using all of them.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลือและสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ ดร.ณัฐธิดา สุวรรณโณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางที่เป็นประโยชน์ แนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ มาโดยตลอด ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ในที่สุด

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ วณิชโยบล และดร.ชัชฎา หนูสาย ประธานกรรมการและกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ซึ่งได้ให้คำปรึกษา และแนวทางที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คณาจารย์ในหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศทุกท่าน ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัยจนเป็นแนวทางในการนำความรู้ที่ได้ศึกษามาจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

และเหนือสิ่งอื่นใด ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจมาโดยตลอดในทุกๆเรื่อง คุณค่าและประโยชน์ใดๆที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยของมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ และครูอาจารย์ทุกท่าน ด้วยความเคารพยิ่ง

ปฐพี กปิลกาญจน์

# สารบัญ


หน้า

สารบัญ (6)

รายการตาราง (9)

รายการภาพประกอบ (12)

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2

1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ 3

1.4 ขอบเขตงานวิจัย 3

1.5 สถานที่ทำการวิจัย 3

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 4

1.7 นิยามศัพท์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทำเหมืองข้อมูล 5

2.1.1 การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing) 7

2.1.2 งานของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining Tasks) 8

2.2 จีเนติคอัลกอริธึม 9

2.2.1 การคัดเลือก (Selection) 9

2.2.2 การสลับสายพันธุ์ (Crossover) 12

2.2.3 การกลายพันธุ์ (Mutation) 16

2.3 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) 18

2.3.1 โมเดลนิวรอล (Neural Model) 20

2.3.2 ฟังก์ชั่นการส่งผ่าน (Transfer Function) 21

2.3.3 สถาปัตยกรรมโครงข่าย (Network Architecture) 22

2.3.4 การเรียนรู้ของโครงข่าย (Learning Rules) 23

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review) 28

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย
3.1 การดึงข้อมูลที่สำคัญจากข้อมูลดิบและการเตรียมข้อมูล (Feature Extraction & Data Preprocessing) 42
3.1.1 การดึงข้อมูลที่สำคัญจากข้อมูลดิบ 42
3.1.2 การเตรียมข้อมูล 45
3.2 การคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection) 49
3.2.1 การสร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้น 49
3.2.2 การประเมินค่าความเหมาะสมของสมาชิก 50
3.2.3 การตรวจสอบเงื่อนไข 51
3.2.4 ตัวดำเนินการคัดเลือก 51
3.2.5 ตัวดำเนินการสลับสายพันธุ์ 51
3.2.6 ตัวดำเนินการกลายพันธุ์ 52
3.3 การประเมินค่าชุดคุณลักษณะ (Fitness Function) 57

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน
4.1 การเตรียมข้อมูล 59
4.2 การเปรียบเทียบอัลกอริธึมการกลายพันธุ์สำหรับนำมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ 80
4.3 การคัดเลือกคุณลักษณะและผลของการจำแนกข้อมูล 90

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการวิจัย 126
5.2 อุปสรรคและปัญหา 141
5.3 ข้อเสนอแนะ 141

บรรณานุกรม 142
ภาคผนวก 146
หน้าปกการประชุมวิชาการด้านการบริหารและการจัดการระดับชาติ ครั้งที่ 3 146
ตารางการนำเสนอผลงาน 147
บทคัดย่อ 148

บทความฉบับเต็ม 149
เกียรติบัตรการนำเสนอผลงาน 155
ประวัติผู้เขียน 156

**รายการตาราง**


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 3-1 | แสดงข้อมูลจากงานทะเบียนและประมวลผล | 42 |
| 3-2 | แสดงตัวอย่างการแปลงข้อมูลเกรดให้เป็นตัวเลข | 46 |
| 3-3 | แสดงข้อมูลที่ถูกตัดออกไปหลังจากขั้นตอนของการเตรียมข้อมูล | 47 |
| 3-4 | ค่าพารามิเตอร์ของจีเนติคอัลกอริธึม | 57 |
| 3-5 | ค่าพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม | 58 |
| 4-1 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร | 60 |
| 4-2 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิศวกรรมการผลิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ วิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่ สาขาวิศวกรรมวัสดุ สาขาวิศวกรรมวัสดุ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และรวมถึงที่ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา | 61 |
| 4-3 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเอกการจัดการศัตรูพืช สาขาวิชาเอกปฐพีศาสตร์และยังไม่ได้แยกสาขาวิชา | 63 |
| 4-4 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเอกพัฒนาการเกษตร | 64 |
| 4-5 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์ | 65 |
| 4-6 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของวาริชศาสตร์ | 66 |
| 4-7 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของภาควิชา/สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ | 67 |
| 4-8 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร | 68 |
| 4-9 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของภาควิชา/สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ต่อเนื่อง) | 69 |
| 4-10 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของหลักสูตรวัสดุศาสตร์ สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ | 69 |
| 4-11 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของภาควิชาฟิสิกส์ | 70 |
| 4-12 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติ | 71 |
| 4-13 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ | 72 |
| 4-14 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของคณะนิติศาสตร์ | 73 |

| | | |
|---|---|---|
| 4-15 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาชุมชนศึกษา | 74 |
| 4-16 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ | 75 |
| 4-17 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาการตลาด | 76 |
| 4-18 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาการจัดการ (ภาษาอังกฤษ) | 77 |
| 4-19 | แสดงรายละเอียดของอัลกอริธึมที่นำมาทดลอง | 90 |
| 4-20 | ค่าพารามิเตอร์ของจีเนติคอัลกอริธึมสำหรับใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ | 90 |
| 4-21 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร | 91 |
| 4-22 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมการผลิต | 92 |
| 4-23 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ | 94 |
| 4-24 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมเครื่องกล | 95 |
| 4-25 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า | 96 |
| 4-26 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ | 97 |
| 4-27 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมโยธา | 98 |
| 4-28 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมเหมืองแร่ | 99 |
| 4-29 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมวัสดุ | 100 |
| 4-30 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม | 102 |
| 4-31 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้สำหรับนักศึกษาที่ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา | 103 |
| 4-32 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเอกการจัดการศัตรูพืช | 104 |
| 4-33 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเอกปฐพีศาสตร์ | 105 |
| 4-34 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเอกพัฒนาการเกษตร | 106 |
| 4-35 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์ | 107 |
| 4-36 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ของวาริชศาสตร์ | 108 |
| 4-37 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้สำหรับนักศึกษาที่ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา | 109 |
| 4-38 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชา/สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ | 111 |
| 4-39 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร | 112 |
| 4-40 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชา/สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ต่อเนื่อง) | 113 |

**รายการตาราง (ต่อ)**


| ตาราง | | หน้า |
|---|---|---|
| 4-41 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในหลักสูตรวัสดุศาสตร์ สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ | 113 |
| 4-42 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์ | 115 |
| 4-43 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์ | 116 |
| 4-44 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชาฟิสิกส์ | 117 |
| 4-45 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติ | 118 |
| 4-46 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร | 119 |
| 4-47 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในคณะนิติศาสตร์ | 120 |
| 4-48 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาชุมชนศึกษา | 121 |
| 4-49 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ | 122 |
| 4-50 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาการตลาด | 123 |
| 4-51 | แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาการจัดการ (ภาษาอังกฤษ) | 124 |
| 5-1 | แสดงผลการเปรียบเทียบชุดคุณลักษณะที่ได้ถูกคัดเลือกมากับข้อมูลจริง | 140 |

## รายการภาพประกอบ


| ภาพประกอบ | | หน้า |
|---|---|---|
| 2-1 | แสดงรูปแบบของการเตรียมข้อมูล | 7 |
| 2-2 | แสดงตัวอย่างการคัดเลือกอย่างง่าย | 10 |
| 2-3 | แสดงการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตต์ | 11 |
| 2-4 | แสดงการคัดเลือกแบบเฟ้นสุ่มสากล | 12 |
| 2-5 | แสดงผังงานของจีเนติคอัลกอริธึม | 17 |
| 2-6 | แสดงโครงข่ายประสาทในทางชีววิทยา | 18 |
| 2-7 | แสดงภาพนิวรอลชนิดหลายอินพุท | 20 |
| 2-8 | แสดงตัวอย่างของฟังก์ชั่นการส่งผ่าน | 21 |
| 2-9 | แสดงภาพย่อของมัลติเลเยอร์ฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ทเวิร์ค | 22 |
| 2-10 | แสดงตัวอย่างของโครงข่ายการแพร่ย้อนกลับ | 26 |
| 2-11 | แสดงการทำงานของอัลกอริธึมการคัดเลือกของ Sokolov และ Whitley | 32 |
| 2-12 | การสูญเสียความหลากหลายในแต่ละขนาดของ $T$ | 33 |
| 2-13 | การสูญเสียความหลากหลายจากการที่สมาชิกไม่มีส่วนร่วมในการแข่งขัน | 34 |
| 3-1 | แสดงขอบข่ายงานของการค้นหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษา | 41 |
| 3-2 | แสดงตัวอย่างของสมาชิก/การแทนค่าในแต่ละตำแหน่งของตัวสมาชิก | 50 |
| 3-3 | แสดงความสัมพันธ์ของการแทนค่ากับชุดคุณลักษณะ | 50 |
| 3-4 | แสดงตัวอย่างของ Confusion Matrix | 57 |
| 4-1 | แสดงตัวอย่างของข้อมูลหลังจากแปลงให้ข้อมูลอยู่ในรูปของข้อมูลที่เป็นตัวเลข | 79 |
| 4-2 | แสดงตัวอย่างของข้อมูลหลังจากการทำนอร์มอลไลซ์ | 79 |
| 4-3 | แสดงผลการเปรียบเทียบการใช้เวลาในกระบวนการเมื่อกลุ่มประชากรเริ่มต้นมีขนาดต่างกัน | 81 |
| 4-4 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 1 | 82 |
| 4-5 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 2 | 83 |
| 4-6 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 3 | 83 |
| 4-7 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 4 | 84 |
| 4-8 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 5 | 86 |

## รายการภาพประกอบ (ต่อ)


| ภาพประกอบ | | หน้า |
|---|---|---|
| 4-9 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 6 | 87 |
| 4-10 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 7 | 87 |
| 4-11 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 8 | 88 |
| 4-12 | แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 9 | 88 |
| ก-1 | หน้าปกการประชุมวิชาการด้านการบริหารและการจัดการระดับชาติ ครั้งที่ 3 | 146 |
| ก-2 | ภาพตารางการนำเสนอผลงาน | 147 |
| ก-3 | เกียรติบัตรการนำเสนอผลงาน | 155 |

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

ในปัจจุบันระบบการคัดเลือกนักศึกษาของมหาวิทยาลัยได้ให้โอกาสแก่ผู้ที่ต้องการเข้ามาศึกษาเพิ่มมากขึ้น โดยกำหนดให้มีวิธีการในการรับนักศึกษานอกเหนือจากการสอบแข่งขันโดยปรกติเพิ่มขึ้น และจากกระบวนการดังกล่าวนั้นเองทำให้มหาวิทยาลัยได้รับนักศึกษาที่มีความหลากหลายเข้ามาเช่นกัน โดยในแต่ละปีของการศึกษาจะพบว่ามีนักศึกษาจำนวนไม่น้อยที่มีผลการเรียนที่ต่ำกว่ามาตรฐาน โดยจากสถิติ “ร้อยละของนักศึกษาปริญญาตรีที่สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร” จากรายงานประจำปีการประเมินคุณภาพมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ประจำปีการศึกษา 2550-2551 พบว่าเปอร์เซ็นต์ของนักศึกษาวิทยาเขตหาดใหญ่ที่ได้สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่ได้กำหนดไว้ในหลักสูตรนั้นต่ำกว่าแผนที่ได้ตั้งเอาไว้และมีแนวโน้มที่ลดลง คิดเป็นร้อยละ 77.80 และร้อยละ 74.36 ตามลำดับ จากแผนที่ได้กำหนดไว้ที่ร้อยละ 80 เมื่อพิจารณาถึงข้อมูลนักศึกษาจากกองทะเบียนและประมวลผลมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยแบ่งตามสาขาวิชาได้แก่ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขามนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ และสาขาวิทยาศาสตร์การแพทย์ จากทั้ง 3 สาขาวิชาที่ได้กล่าวมานั้นพบว่า สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นสาขาวิชาที่มีจำนวนนักศึกษาที่ไม่ได้สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรมากที่สุด โดยที่คณะที่มีขนาดใหญ่ที่อยู่ในกลุ่มสาขาวิชานี้อย่าง คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะทรัพยากรธรรมชาติ มีจำนวนนักศึกษาที่ตกเป็นประเด็นดังกล่าวโดยเฉลี่ยร้อยละ 40-50 และสาขาวิชารองลงมาก็คือสาขาวิชามนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ที่มีอัตราเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 10-35 ส่วนในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์นั้นพบว่ามีเปอร์เซ็นต์ของนักศึกษาที่ไม่ได้สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรน้อยมาก ซึ่งในบางคณะของสาขาวิชานี้ไม่มีนักศึกษาที่อยู่ในประเด็นดังกล่าวเลย

จากประเด็นที่ได้กล่าวมาข้างต้น พบว่าชั้นปีที่มีจำนวนนักศึกษาที่ไม่ได้สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรที่มีจำนวนมากที่สุดนั่นก็คือนักศึกษาชั้นปีที่ 1 และลดหลั่นไปตามลำดับชั้นปี แต่ทั้งนี้ทั้งการตกออก การออกกลางคันและสำเร็จการศึกษาช้ากว่าระยะเวลาปรกติที่ทางหลักสูตรได้กำหนดล้วนมีสาเหตุมาจากการเรียนของนักศึกษาในขณะที่ศึกษาอยู่ในชั้นปีที่ 1 ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลนักศึกษาที่ได้จากกองทะเบียนและประมวลผลพบว่าทุกประเด็นที่ได้กล่าวมานั้นล้วนมีสาเหตุมาจากการที่นักศึกษามีผลการเรียนที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งนักศึกษากลุ่มนี้จะถูกจัดว่าเป็นนักศึกษาที่เรียนอ่อน และนักศึกษากลุ่มดังกล่าวนี้เองยังเป็นกลุ่มเสี่ยงที่มีแนวโน้มที่จะตกออก ออกกลางคันหรือไม่ได้สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

ปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนของนักศึกษานั้นอาจประกอบไปด้วยปัจจัยทางด้านการศึกษาและปัจจัยทางด้านสังคม ในการรับมือนั้นจำเป็นที่จะต้องทราบถึงสาเหตุว่ามีคุณลักษณะใดบ้างที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเพื่อที่จะสามารถรับมือและให้ความช่วยเหลือแก่นักศึกษาเหล่านี้ได้อย่างเหมาะสม โดยในงานวิจัยนี้ได้นำเอาการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ซึ่งเป็นกระบวนการของการค้นหารูปแบบและความสัมพันธ์ที่สำคัญซึ่งถูกแฝงเอาไว้ในชุดข้อมูลด้วยเทคนิคและอัลกอริธึมที่หลากหลายตามความเหมาะสมของปัญหาหรือลักษณะของข้อมูล โดยใช้จีเนติคอัลกอริธึม (Genetic Algorithm) ซึ่งเป็นเทคนิคของการค้นหาที่มีพื้นฐานของการค้นหาคำตอบอยู่บนกลไกของการคัดเลือกตามธรรมชาติและหลักของพันธุศาสตร์ โดยในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิคดังกล่าวเพื่อนำมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature Selection) ที่มีนัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนของนักศึกษา

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อค้นหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการศึกษาของนักศึกษาที่จะนำไปสู่ภาวะรอพินิจของนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการออกกลางคัน การตกออก หรือเรียนจบช้ากว่ากำหนดของนักศึกษา โดยใช้เทคนิคจีเนติคอัลกอริธึมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม

## 1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ

**1.3.1** ทราบคุณลักษณะที่จะส่งผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาชั้นปีที่ในแต่ละสาขาวิชา

**1.3.2** คุณลักษณะที่พบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการให้คำปรึกษาดูแลและส่งเสริมการศึกษาของนักศึกษาที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงได้

**1.3.3** สามารถนำผลและหลักการของงานวิจัยไปพัฒนาเป็นโปรแกรมในการวิเคราะห์ทางการศึกษาของนักศึกษาต่อไปได้

## 1.4 ขอบเขตงานวิจัย

**1.4.1** ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยได้ใช้ข้อมูลของนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550 ถึง 2552

**1.4.2** การค้นหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาแบ่งออกเป็น 8 คณะจาก 2 สาขาวิชาได้แก่ คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ คณะอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาการจัดการ คณะศิลปศาสตร์ คณะนิติศาสตร์ และคณะเศรษฐศาสตร์

**1.4.3** ในการทำวิจัยได้ใช้จีเนติคอัลกอริธึมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อค้นหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษา

## 1.5 สถานที่ทำการวิจัย

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

## 1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

### 1.6.1 ฮาร์ดแวร์

1) Intel(R) Core(TM) 2 Duo 2.8GHz Ram 2 GB
2) AMD Athlon II X 2.7GHz Ram 1 GB

### 1.6.2 ซอฟต์แวร์

1) Microsoft Windows XP Professional Service Pack 3
2) Microsoft Office 2007
3) MATLAB(R) R2009b

### 1.6.3 ข้อมูล

1) ฐานข้อมูล Microsoft Access 2007

## 1.7 นิยามศัพท์

**1.7.1** นักศึกษาเรียนอ่อน หมายถึง นักศึกษาที่มีระดับผลการเรียนที่ต่ำกว่า 2.00 ซึ่งมีความหมายรวมไปถึงนักศึกษาที่อยู่ในภาวะรอพินิจ

**1.7.2** นักศึกษาที่ไม่ได้สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร หมายถึง นักศึกษาที่มีสถานะเป็นตกออก ออกกลางคันและรวมถึงนักศึกษาที่สำเร็จการศึกษาล่าช้ากว่าระยะเวลาปรกติที่ทางหลักสูตรได้กำหนด

**1.7.3** คุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียน หมายถึง ชุดของคุณลักษณะที่สามารถให้ความแม่นยำในการจำแนกกลุ่มข้อมูลของนักศึกษาเรียนอ่อนได้สูงที่สุด

# บทที่ 2

# ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการอธิบายถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญในการจำแนกกลุ่มของข้อมูล ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำวิธีดังกล่าวมาประยุกต์กับปัญหาของการคัดเลือกคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษา ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคการทำเหมืองข้อมูล จีเนติคอัลกอริธึมและโครงข่ายประสาทเทียม

## 2.1 การทำเหมืองข้อมูล (Data Mining)

ในปัจจุบันการเติบโตขึ้นอย่างรวดเร็วในปริมาณของข้อมูลทำให้การจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล คลังข้อมูลหรือแหล่งเก็บข้อมูลอื่นๆที่มีอยู่มากมายนั้นเพิ่มขึ้น เป็นผลทำให้ความต้องการที่จะเปลี่ยนข้อมูลที่มีอยู่ไปเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้นั้นทำได้ยากขึ้น เนื่องจากห่างไกลจากความสามารถของมนุษย์ที่จะสามารถทำความเข้าใจกับข้อมูลที่มีปริมาณมากเหล่านั้นได้โดยปราศจากเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ เหตุผลดังกล่าวทำให้บ่อยครั้งที่การตัดสินใจในเรื่องที่สำคัญไม่ได้เกิดขึ้นจากองค์ความรู้จากข้อมูลที่ได้จัดเก็บไว้ แต่จะเกิดขึ้นจากความรู้ความเข้าใจส่วนตัวของผู้ที่ทำการตัดสินใจ ทั้งนี้เนื่องจากขาดเครื่องมือในการสกัดเอาองค์ความรู้ที่มีประโยชน์ซึ่งแฝงอยู่ในข้อมูลที่มีปริมาณมากออกมา

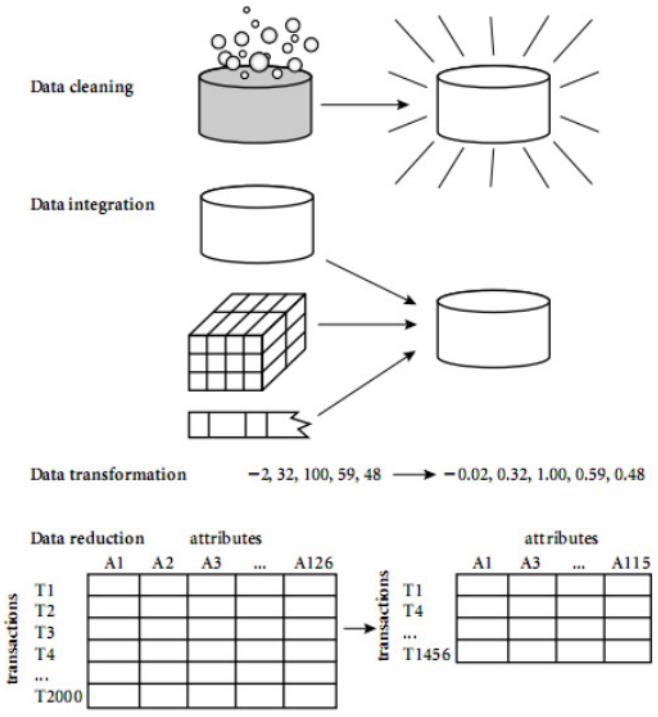
การทำเหมืองข้อมูล [1, 2] ถูกจัดว่าเป็นกระบวนการของการสกัดเอาองค์ความรู้ (Knowledge) ที่แฝงเอาไว้ในชุดข้อมูลหรือฐานข้อมูลขนาดใหญ่ออกมาด้วยเทคนิคและอัลกอริธึมที่หลากหลายตามความเหมาะสมของปัญหาหรือลักษณะของข้อมูล เทคนิคดังกล่าวยังถือว่าเป็นเทคนิคที่มีศักยภาพที่สามารถช่วยให้องค์กรได้รับรู้และมาสนใจกับข้อมูลหรือองค์ความรู้ที่มีความสำคัญที่อยู่ในฐานข้อมูลขององค์กรเอง โดยการสังเกตและวิเคราะห์ชุดข้อมูลเพื่อที่จะทำการค้นหาความสัมพันธ์ของรูปแบบ (Pattern) และลำดับ (Sequence) ที่เกิดขึ้นและทำการสรุปข้อมูลนั้นในแนวทางใหม่ โดยองค์ความรู้ที่ได้มานั้นสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้ได้ตามความต้องการตามความเหมาะสมกับประเด็นหรือปัญหาที่องค์กรให้ความสนใจอยู่ ซึ่งจะช่วยให้องค์กรสามารถที่จะ

ควบคุมหรือทำการตัดสินใจกับปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเหมาะสม จึงได้กลายมาเป็นเครื่องมือที่มีความสำคัญยิ่งในสาขาต่างๆเช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ การแพทย์ กระบวนการทางอุตสาหกรรม และนอกจากนี้แล้วการทำเหมืองข้อมูลก็ยังถูกนำมาใช้ทางด้านการศึกษาอีกด้วย [3] ซึ่งได้มีการสรุปถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในทางด้านการศึกษาของมหาวิทยาลัย ด้วยวิธีการทำเหมืองข้อมูลนี้เองมหาวิทยาลัยสามารถที่จะทำนายได้ว่านักศึกษาจะสามารถสำเร็จการศึกษาได้หรือไม่ และสามารถที่จะเข้าไปช่วยเหลือนักศึกษาที่มีปัญหาเหล่านั้นได้ [4-6] และใน [3] ได้แสดงวิธีการค้นหารูปแบบของข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปตามอัลกอริธึมของการทำเหมืองข้อมูลสำหรับข้อมูลทางการศึกษาเพื่อช่วยเหลือและสนับสนุนการเรียนการสอนของครูและนักเรียน เช่นใช้การจำแนกกลุ่มข้อมูลในการระบุนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านการเรียน ประโยชน์ที่ได้คือเมื่อมีการเตือนนักเรียนที่มีความเสี่ยงดังกล่าวอย่างเหมาะสมและถูกเวลาแล้วก็จะสามารถที่จะช่วยป้องกันการสอบตกที่อาจเกิดขึ้นในการสอบปลายภาคได้ นอกจากนี้ก็ยังถูกนำไปใช้ในการค้นหารูปแบบของข้อมูลของระบบการเรียนการสอนผ่านเว็บ (Educational Web-Based Systems) [4, 5] โดยที่ [4] มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำนายเกรดของนักศึกษาในการสอบปลายภาค โดยใช้จีเนติคอัลกอริธึมเป็นตัวปรับค่าพารามิเตอร์หรือความเหมาะสมให้กับเครื่องมือในการจำแนกกลุ่มข้อมูล ซึ่งสามารถช่วยให้การจำแนกกลุ่มข้อมูลมีความถูกต้องแม่นยำเพิ่มขึ้นอย่างน้อย ร้อยละ 10 และ [5] ได้ใช้การเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) ร่วมกับการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining) ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนผ่านเว็บ เพื่อหาองค์ความรู้ที่มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงแบบเรียนและแบบฝึกสำหรับการเรียนการสอนผ่านเว็บเพื่อช่วยให้ระบบสามารถจัดแบบเรียนและแบบฝึกได้เหมาะสมกับนักศึกษาในแต่ละคนเป็นต้น

วิทยานิพนธ์นี้ได้นำเอาจีเนติคอัลกอริธึมมาประยุกต์ใช้กับปัญหาทางด้านการศึกษาเช่นกัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำการค้นหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อน และก่อนที่จะกระทำการค้นหาตามวิธีดังกล่าวในการทำเหมืองข้อมูล ข้อมูลที่จะถูกนำมาวิเคราะห์จะต้องทำการเตรียมข้อมูลเสียก่อน (Data Preprocessing) ทั้งนี้เนื่องจากฐานข้อมูลในโลกความเป็นจริงนั้นข้อมูลที่อยู่ภายในไม่ได้มีความสมบูรณ์พร้อมที่จะสามารถนำไปใช้งานได้ในทันที อีกทั้งฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ด้วยแล้วนั้นก็จะมีแนวโน้มที่ข้อมูลจะมี

ความผิดปรกติ (Noisy) สูญหาย (Missing) และมีความขัดแย้ง (Inconsistent) เป็นผลทำให้ข้อมูลมีคุณภาพต่ำและการนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้งาน ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณภาพ [1, 7] จึงต้องมีการทำการเตรียมข้อมูล ด้วยวิธีนี้จะช่วยให้กระบวนการที่นำข้อมูลดังกล่าวไปใช้มีผลลัพธ์ที่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งมีขั้นตอนในการทำดังภาพที่ 2-1

### 2.1.1 การเตรียมข้อมูล (Data Preprocessing)




**ภาพที่ 2-1:** แสดงรูปแบบของการเตรียมข้อมูล [1]

1) การทำความสะอาดข้อมูล (Data Cleaning) เป็นการเติมค่าที่ขาดหายไป แก้ไขค่าที่ผิดให้มีความถูกต้อง อาจกล่าวได้ว่าเป็นขั้นตอนสำหรับการคัดข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป
2) การรวบรวมข้อมูล (Data Integration) รวบรวมข้อมูล ซึ่งอาจมาจากหลายๆ ฐานข้อมูลรวมถึงแหล่งข้อมูลอื่นๆ

3) การแปลงข้อมูล (Data Transformation) ข้อมูลจะถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบที่มีความเหมาะสมในการทำเหมืองข้อมูล เช่นวิธีการ “Aggregation” และ “Normalization”

4) การลดจำนวนข้อมูล (Data Reduction) เป็นการลดจำนวนของชุดข้อมูลลง โดยเฉพาะข้อมูลที่มีขนาดเล็กมากซึ่งแทบจะให้ความแตกต่างในการวิเคราะห์ผลได้น้อยมากหรือไม่มีผลต่อการวิเคราะห์เลย

**2.1.2 งานของการทำเหมืองข้อมูล (Data Mining Tasks)**

งานของการทำเหมืองข้อมูลถูกนำไปใช้ในการระบุชนิดของรูปแบบข้อมูลที่ถูกค้นพบในการทำงาน ทั่วไปแล้วงานของการทำเหมืองข้อมูลจะถูกแบ่งออกเป็นสองประเภทคือ “Descriptive” จะแสดงคุณลักษณะคุณสมบัติทั่วไปของข้อมูลในฐานข้อมูล และ “Predictive” จะแสดงการอนุมานถึงข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันเพื่อที่จะทำการทำนายหรือทำการคาดหมาย ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามการวิเคราะห์ของฟังก์ชันหรือรูปแบบของปัญหาดังนี้

1) การจำแนกกลุ่ม (Classification) ในปัญหาลักษณะนี้ คือการกำหนดแต่ละเรคคอร์ด (Record) ในฐานข้อมูลให้เป็นกลุ่มหรือประเภทจากขอบเขตที่ได้กำหนดเอาไว้สำหรับกลุ่มหรือประเภทนั้นๆ ตัวอย่างเช่น ธนาคารมีความสนใจที่จะจำแนกกลุ่มลูกค้าที่อาจมีความสนใจกับเครดิตการ์ด ซึ่งจะจำแนกเป็นสองกลุ่มคือมีความสนใจและไม่มีความสนใจเป็นต้น ประเด็นสำคัญคือกลุ่มที่ใช้สำหรับจำแนกนั้นจะมีขอบเขต กล่าวคือข้อมูลจะถูกจำแนกหรือมีความสัมพันธ์ตามกลุ่มที่กำหนดเอาไว้เท่านั้น เช่น มีความสนใจ และไม่มีความสนใจ

2) การประเมินค่า (Estimation) จะให้ความสนใจกับการประเมินค่าที่ไม่ทราบค่าของตัวแปรที่มีความต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น เจ้าหน้าที่จัดเก็บภาษีจะให้ความสนใจกับรายได้ที่แท้จริงของครัวเรือน

3) การทำนาย (Prediction) เป็นการประเมินค่าในอนาคต ตัวอย่างเช่น การทำนายถึงราคาของหุ้น, ราคาของสินค้า และดัชนีมลพิษในอากาศในอนาคต

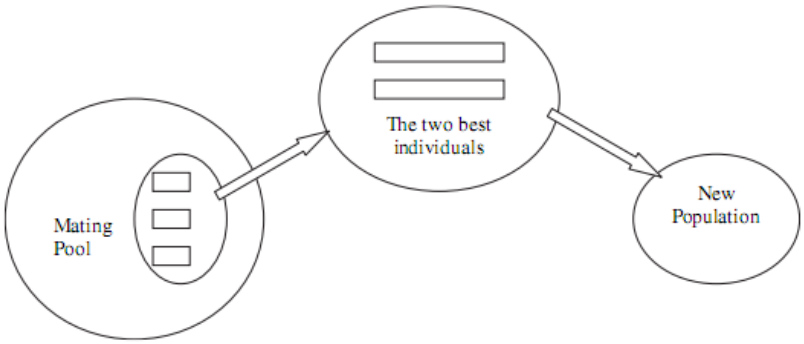
4) การจัดกลุ่ม (Clustering) หรืออาจเป็นที่รู้จักในคำว่า “Segmentation” เป็นการแบ่งประชากรที่มีความแตกต่างกันออกเป็นกลุ่มย่อยที่มีความเหมือนกัน เช่นการแบ่งกลุ่มลูกค้าและการแบ่งสัดส่วนทางการตลาด
5) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ (Affinity Analysis) หรืออีกชื่อที่รู้จักกันคือ “Market Basket Analysis” และ “Association Analysis” ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการหา “สิ่งของ” ที่ปรกติแล้วจะอยู่ด้วยกัน คู่กัน สิ่งของเหล่านี้อาจเป็นได้ทั้ง สินค้า, รายการ (Transaction) หรือออปเจค (Object) ในฐานข้อมูล ตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ตระกร้าของซูเปอร์มาร์เก็ต ในการหาความเป็นไปได้ของสินค้าที่จะถูกซื้อด้วยกันในตระกร้าใบเดียวกัน เช่นเราต้องการที่จะทราบว่าไก่และซอสบาร์บีคิวจะถูกซื้อคู่กันมากกว่าไก่และซุปสำเร็จรูป

## 2.2 จีเนติคอัลกอริธึม (Genetic Algorithm)

จีเนติคอัลกอริธึม [8-14] เป็นเทคนิคของการค้นหา (Search Technique) ที่มีพื้นฐานของการค้นหาคำตอบของปัญหาอยู่บนกลไกของการคัดเลือกตามธรรมชาติและหลักของพันธุศาสตร์ โดยทั่วไปแล้วจีเนติคอัลกอริธึมจะเริ่มต้นด้วยการสร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้นขึ้นมา (Population) สมาชิกแต่ละตัวในกลุ่มประชากรจะถูกเรียกว่าโครโมโซม (Chromosome) ซึ่งจะถูกแทนด้วยคำตอบที่เป็นไปได้ของปัญหาที่เราให้ความสนใจอยู่ โดยปรกติแล้วโครโมโซมจะมีลักษณะที่เป็นไบนารีสตริง (Binary Bit String) โครโมโซมจะค่อยๆพัฒนาผ่านกระบวนการวนซ้ำอย่างต่อเนื่องกันเรียกว่ารุ่น (Generation) ในระหว่างแต่ละรุ่นนั้นโครโมโซมจะถูกประเมินจากการวัดค่าความเหมาะสม (Fitness) เพื่อที่จะสร้างประชากรรุ่นต่อไปโดยที่โครโมโซมรุ่นใหม่จะถูกสร้างจากตัวดำเนินการที่มีความสัมพันธ์ด้วยกันสามตัวคือ การคัดเลือก (Selection) การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Crossover) โดยที่รายละเอียดและหลักการของตัวดำเนินการแต่ละตัวสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

**2.2.1 การคัดเลือก (Selection)** เป็นกระบวนการที่สมาชิกในกลุ่มประชากรจะถูกคัดลอกไปเพื่อที่จะนำไปสร้างสมาชิกสำหรับรุ่นถัดไปดังภาพที่ 2-2 จุดประสงค์ของการคัดเลือก

ก็คือ การคัดลอกเอาสมาชิกในรุ่นปัจจุบันมาเพื่อที่จะใช้สร้างสมาชิกในรุ่นถัดไปโดยหวังว่าสมาชิกในรุ่นถัดไปนั้นจะมีค่าความเหมาะสมที่สูงกว่าสมาชิกในรุ่นพ่อแม่ ปัญหาของขั้นตอนนี้คือจะทำการคัดเลือกสมาชิกเหล่านี้ตามทฤษฎีของ ชาร์ล ดาร์วิน ให้เหมาะสมได้อย่างไร โดยที่ตัวแปรที่สำคัญสำหรับการค้นหาในเชิงกลไกทางพันธุศาสตร์ (Genetic Search) ประกอบด้วยตัวแปรหลักอยู่สองตัวคือ “Selective Pressure” และ “Population Diversity” [15] ตัวแปรทั้งสองตัวนี้จะมีความสัมพันธ์ในทางกลับกัน กล่าวคือการเพิ่มขึ้นของ “Selective Pressure” จะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมและทำให้เกิด “Premature Convergence” เนื่องจากการค้นหาจะไปให้ความสนใจกับสมาชิกที่ดีที่สุดในกลุ่มของประชากร ในทางกลับกันการลดลงของ “Selective Pressure” จะช่วยในการรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมเอาไว้แต่จะทำให้การใช้เวลาในการหาคำตอบเพิ่มขึ้น ดังนั้นตัวแปรทั้งสองจึงควรที่จะถูกควบคุมโดยตรงเท่าที่จะเป็นไปได้ ซึ่งความแตกต่างของระดับตัวแปรทั้งสองจะสัมพันธ์กับกลไกการคัดเลือกแต่ละรูปแบบซึ่งมีดังต่อไปนี้

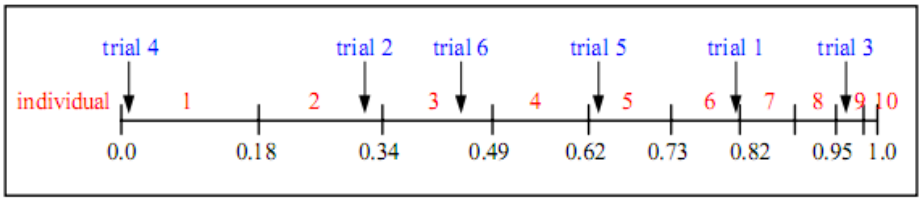



**ภาพที่ 2-2:** แสดงตัวอย่างการคัดเลือกอย่างง่าย [8]

1) การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตต์ (Roulette Wheel Selection)

เป็นรูปแบบของการคัดเลือกที่ง่ายที่สุด สมาชิกทุกตัวจะถูกแมปเข้ากับเส้นตรงที่ต่อเนื่องกัน แต่ละส่วนบนเส้นตรงจะมีขนาดเท่ากับค่าความเหมาะสมของสมาชิกแต่ละตัว จากนั้นจะมีการสุ่มตัวเลขขึ้นมา ถ้าตัวเลขนั้นตกอยู่ในส่วน

หรือตอนของสมาชิกตัวใดแล้วสมาชิกตัวนั้นก็จะถูกคัดเลือก กระบวนการจะกระทำซ้ำจนกว่าจะได้สมาชิกในจำนวนที่ต้องการ ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ 2-3 ตัวอย่างตัวเลขที่สุ่มขึ้น 6 ตัวคือ 0.81, 0.32, 0.96, 0.01, 0.65, 0.42 และหลังจากการคัดเลือก สมาชิกตัวที่ได้รับเลือกคือ 1, 2, 3, 5, 6, 9



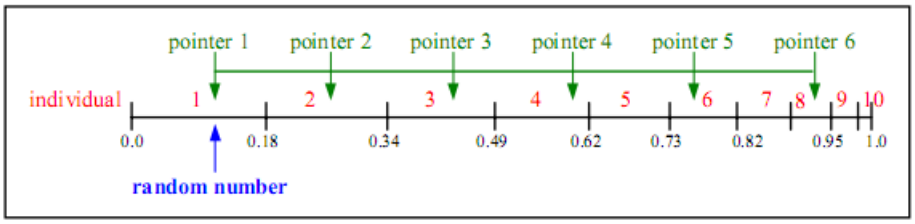

**ภาพที่ 2-3:** แสดงการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตต์ [14]

จากตัวอย่างดังภาพที่ 2-3 จะเห็นได้ว่าสมาชิกตัวที่มีความเหมาะสมอยู่ในระดับต่ำแทบจะไม่มีโอกาสได้ถูกคัดเลือกเลย เนื่องจากการคัดเลือกรูปแบบนี้ถูกจัดว่าเป็นการคัดเลือกตามสัดส่วน (Proportionate Based) ซึ่งสมาชิกตัวที่มีค่าความเหมาะสมที่สูงจะมีแนวโน้มที่จะได้รับการคัดเลือกมากกว่า เป็นผลที่อาจทำให้เกิดปัญหา “Selective Pressure” ที่จะทำให้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ออกมาเป็น “Sub-Optimal” ได้ [15]

2) การคัดเลือกแบบเฟ้นสุ่มสากล (Stochastic Universal Sampling)

รูปแบบของการคัดเลือกชนิดนี้จะมีความคล้ายคลึงกันกับการคัดเลือกแบบวงล้อรูเลตต์ คือสมาชิกจะถูกเรียงและแมปบนเส้นตรง แต่ละช่วงของสมาชิกจะมีขนาดเท่ากับขนาดค่าความเหมาะสมของตัวสมาชิกในลักษณะเดียวกัน แต่ที่แตกต่างกันคือ การคัดเลือกรูปแบบนี้จะมีตัวพอยท์เตอร์ (Pointer) วางอยู่เหนือเส้นตรงโดยจำนวนของพอยท์เตอร์จะเท่ากับจำนวนของสมาชิกที่จะถูกคัดเลือก (*Npointer*) ระยะห่างระหว่างพอยท์เตอร์แต่ละตัวจะเท่ากับ $\frac{1}{Npointer}$ และตำแหน่งของพอยท์เตอร์ตัวแรกจะมาจากการสุ่มตัวเลขจากช่วง 0 ถึง $\frac{1}{Npointer}$

$[0, \frac{1}{Npointer}]$ ตัวอย่างดังภาพที่ 2-4 ให้จำนวนสมาชิกจะต้องถูกเลือกเท่ากับ 6 ดังนั้นระยะห่างระหว่างพอยท์เตอร์จะเท่ากับ 1/6 = 0.167 และกำหนดให้ตัวเลขที่สุ่มจากช่วง 0 ถึง 0.167 [0, 0.167] เป็น 0.1 หลังจากการเลือกจากกลุ่มประชากร สมาชิกที่ได้รับการคัดเลือกประกอบด้วย 1, 2, 3, 4, 6, และ 8




**ภาพที่ 2-4:** แสดงการคัดเลือกแบบเฟ้นสุ่มสากล [14]

3) การคัดเลือกแบบจัดลำดับ (Ranking Selection)

การคัดเลือกแบบจัดลำดับหรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่า “Rank Selection” สมาชิกของกลุ่มประชากรจะถูกจัดลำดับตามค่าความเหมาะสมของตัวสมาชิกจากตัวที่มีความเหมาะสมมากที่สุดไปยังตัวที่มีความเหมาะสมน้อยที่สุดหรือในทางกลับกัน ข้อดีของการคัดเลือกรูปแบบนี้คือสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้ง “Maximization Function” และ “Minimization Function” และไม่ต้องผ่านการกำหนดค่าความเหมาะสม (Scaling) เพื่อป้องกัน “Premature Convergence” ที่อาจเจอได้ในการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตต์ ซึ่งจาก [15] ได้ระบุถึงการทดลองการเปรียบเทียบการใช้การคัดเลือกแบบจัดลำดับ (Rank Based) ชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการสืบพันธุ์นั้นที่ถูกกำหนดโดยการจัดลำดับจะดีกว่าแบบสัดส่วน

4) การคัดเลือกแบบการแข่งขัน (Tournament Selection)

การคัดเลือกจะทำการสุ่มเลือกจำนวนสมาชิกขึ้นมาจำนวนหนึ่งจากกลุ่มประชากร *T* (Tournament Size) ขนาดของ *T* ที่สุ่มเลือกขึ้นมานั้นอาจมีขนาดเท่าใดก็ได้ตั้งแต่ 2 ถึง *Nind* (Number of Individual in Population) จากนั้นสมาชิกตัวที่มี

ความเหมาะสมที่สุดจะถูกเลือก กระบวนการจะกระทำซ้ำจนได้สมาชิกตามขนาดที่ต้องการ ด้วยวิธีการนี้สามารถที่จะควบคุม “Selective Pressure” จากการปรับขนาดของ $T$ ได้โดยเมื่อกำหนดให้ $T$ มีขนาดใหญ่ “Selective Pressure” ก็จะเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย แต่ถึงอย่างไรการคัดเลือกในลักษณะนี้ก็ยังถูกมองว่ายังมีความโน้มเอียงอยู่ จึงได้มีการนำเสนออัลกอริธึมในการคัดเลือกแบบใหม่ที่เรียกว่า “Unbiased Tournament Selection” [16] ซึ่งเป็นอัลกอริธึมการคัดเลือกแบบการแข่งขันที่ได้กล่าวว่าเป็นวิธีการคัดเลือกที่ปราศจากความโน้มเอียง

5) การคัดเลือกแบบอื่นๆ (Other Selection Methods)

รูปแบบการคัดเลือกที่ได้กล่าวไปข้างต้นเป็นวิธีการหรือรูปแบบที่นิยมนำใช้กันมากที่สุด ซึ่งนอกจากรูปแบบวิธีเหล่านี้แล้วก็ยังมีอยู่อีกหลายๆวิธีเช่น “Random Selection”, “Boltzman Selection” และ “Truncation Selection” เป็นต้น ซึ่งสามารถดูได้ใน [8-10, 13]

**2.2.2 การสลับสายพันธุ์ (Crossover)** เป็นกระบวนการรวมเอาโครโมโซมหรือสมาชิกสองตัวในรุ่นปัจจุบันมาสร้างสมาชิกสำหรับรุ่นถัดไป โดยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะสร้างสมาชิกรุ่นใหม่ที่ดีกว่าสมาชิกในรุ่นปัจจุบัน ลำดับแรกของการสลับสายพันธุ์เริ่มด้วยการเลือกคู่สมาชิกมาจากกลุ่มประชากรชั่วคราว (Mating Pool) ที่ได้มาจากการคัดลอกสมาชิกในกลุ่มประชากรจากขั้นตอนของการคัดเลือก และการเกิดการสลับสายพันธุ์ของสมาชิกแต่ละคู่นั้นก็จะมีความสัมพันธ์กับโอกาสของการสลับสายพันธุ์ $P_c$ (Probability of Crossover) ภายหลังจากการจับคู่สมาชิกแล้วก็จะทำการสุ่มตำแหน่งของการสลับสายพันธุ์ โดยที่ตำแหน่งที่จะสามารถเกิดขึ้นได้นั้นจะอยู่ในช่วงของ 1 ถึง $L-1$ ([1, $L-1$]) เมื่อ $L$ คือความยาวของบิทสตริงหรือความยาวของตัวสมาชิกนั่นเอง และลักษณะของการสลับสายพันธุ์นั้นก็จะมีความแตกต่างกันในแต่ละรูปแบบ เช่น

1) การสลับสายพันธุ์แบบตำแหน่งเดียว (Single Point Crossover)

การสลับสายพันธุ์จะเกิดขึ้นที่ตำแหน่ง $l_c$ เมื่อ $l_c \in [1,2,\ldots,L\text{-}1]$ ตำแหน่งดังกล่าวจะถูกสุ่มขึ้นมา เช่นกำหนดให้ $l_c$ เท่ากับ 5 และ $ch_i$ เป็นสมาชิกในรุ่นปัจจุบัน $Ch_i$ เป็นโครโมโซมลูก ลักษณะของการสลับสายพันธุ์จะมีดังนี้

$ch_1$ 0 1 1 1 0| 0 1 1 0 1 0 $\qquad$ $Ch_1$ 0 1 1 1 0| 1 0 0 1 0 1

$ch_2$ 1 0 1 0 1| 1 0 0 1 0 1 $\qquad$ $Ch_2$ 1 0 1 0 1| 0 1 1 0 1 0

2) การสลับสายพันธุ์แบบสองตำแหน่ง (Two Point Crossover)

ลักษณะของการสลับสายพันธุ์จะมีลักษณะเดียวกันกับการสลับสายพันธุ์แบบตำแหน่งเดียวแต่จะมีการสุ่มตำแหน่งของการสลับสายพันธุ์สองตำแหน่งและการสลับสายพันธุ์จะเกิดขึ้นระหว่างตำแหน่งทั้งสองที่สุ่มขึ้นมา จากตัวอย่างเดิม กำหนดให้ $l_1 = 5$ , $l_2 = 9$

$ch_1$ 0 1 1 1 0| 0 1 1 0| 1 0 $\qquad$ $Ch_1$ 0 1 1 1 0| 1 0 0 1| 1 0

$ch_2$ 1 0 1 0 1| 1 0 0 1| 0 1 $\qquad$ $Ch_2$ 1 0 1 0 1| 0 1 1 0| 0 1

3) การสลับสายพันธุ์แบบหลายตำแหน่ง (Multi Point Crossover)

ในการสลับสายพันธุ์แบบหลายตำแหน่ง $m$ เมื่อ $l_c \in [1,2,\ldots,L\text{-}1]$ และ $c = 1{:}m$ โดย $l_c$ ที่สุ่มขึ้นจะไม่ซ้ำกันและจะทำการเรียงตามลำดับของตำแหน่ง ตำแหน่งที่จะทำการสลับสายพันธุ์จะแบ่งเป็นสองกรณีคือ เมื่อ $m$ เป็นจำนวนคู่และเมื่อ $m$ เป็นจำนวนคี่

กรณี $m$ เป็นจำนวนคู่ การสลับสายพันธุ์จะเกิดขึ้นระหว่างคู่ $l_c$ ที่สุ่มขึ้นมา จากตัวอย่างเดิม กำหนดให้ $m = 4$, $l_1 = 1$, $l_2 = 4$, $l_3 = 6$ และ $l_4 = 9$

$ch_1$ 0| 1 1 1| 0 0| 1 1 0| 1 0 $\qquad$ $Ch_1$ 0| 0 1 0| 0 0| 0 0 1| 1 0

$ch_2$ 1| 0 1 0| 1 1| 0 0 1| 0 1 $\qquad$ $Ch_2$ 1| 1 1 1| 1 1| 1 1 0| 0 1

กรณี $m$ เป็นจำนวนคี่ การสลับสายพันธุ์จะเกิดขึ้นระหว่างคู่ $l_c$ ที่สุ่มขึ้นมาเช่นกัน ส่วน $l_c$ ที่เหลือจากคู่ให้ทำการสลับสายพันธุ์แบบตำแหน่งเดียว จากตัวอย่างเดิม กำหนดให้ $m = 3$, $l_1 = 4$, $l_2 = 6$ และ $l_3 = 8$

$ch_1$ 0 1 1 1| 0 0| 1 1| 0 1 0 $Ch_1$ 0 1 1 1| 1 1| 1 1| 1 0 1

$ch_2$ 1 0 1 0| 1 1| 0 0| 1 0 1 $Ch_2$ 1 0 1 0| 0 0| 0 0| 0 1 0

4) การสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์ม (Uniform Crossover)

ในแต่ละตำแหน่งบิทของสมาชิกรุ่นลูกถูกสร้างโดยการคัดลอกบิทที่สอดคล้องกันจากสมาชิกที่เป็นพ่อและแม่หรือเพียงตัวใดตัวหนึ่ง การคัดลอกจะสอดคล้องกันกับไบนารีสตริงที่สุ่มขึ้นมาซึ่งมีขนาดเท่ากับตัวสมาชิกหรือโครโมโซม (Crossover Mask) โดยตำแหน่งบิทที่เป็น 1 ใน “Crossover Mask” บิทจะถูกคัดลอกมาจากสมาชิกพ่อแม่ตัวแรก ($ch_1$) และตำแหน่งบิทที่เป็น 0 บิทก็จะถูกคัดลอกมาจากสมาชิกพ่อแม่ตัวที่สอง ($ch_2$) โดย “Crossover Mask” จะถูกสร้างขึ้นใหม่สำหรับแต่ละคู่ของสมาชิกที่จะทำการสลับสายพันธุ์ สมาชิกรุ่นลูกที่ได้มาจากการสลับสายพันธุ์ ตัวแรกจะใช้ “Crossover Mask” ส่วนตัวที่จะใช้อินเวอร์สของ “Crossover Mask” ดังตัวอย่าง

$ch_1$ 0 1 1 1 0 0 1 1 0 1 0 $ch_2$ 1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 1

Crossover Mask 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0

Crossover Mask (Inverse) 1 0 0 1 1 1 0 0 1 0 1

$Ch_1$ 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 $Ch_2$ 0 0 1 1 0 0 0 0 0 0 0

5) การสลับสายพันธุ์แบบชัฟเฟิล (Shuffle Crossover)

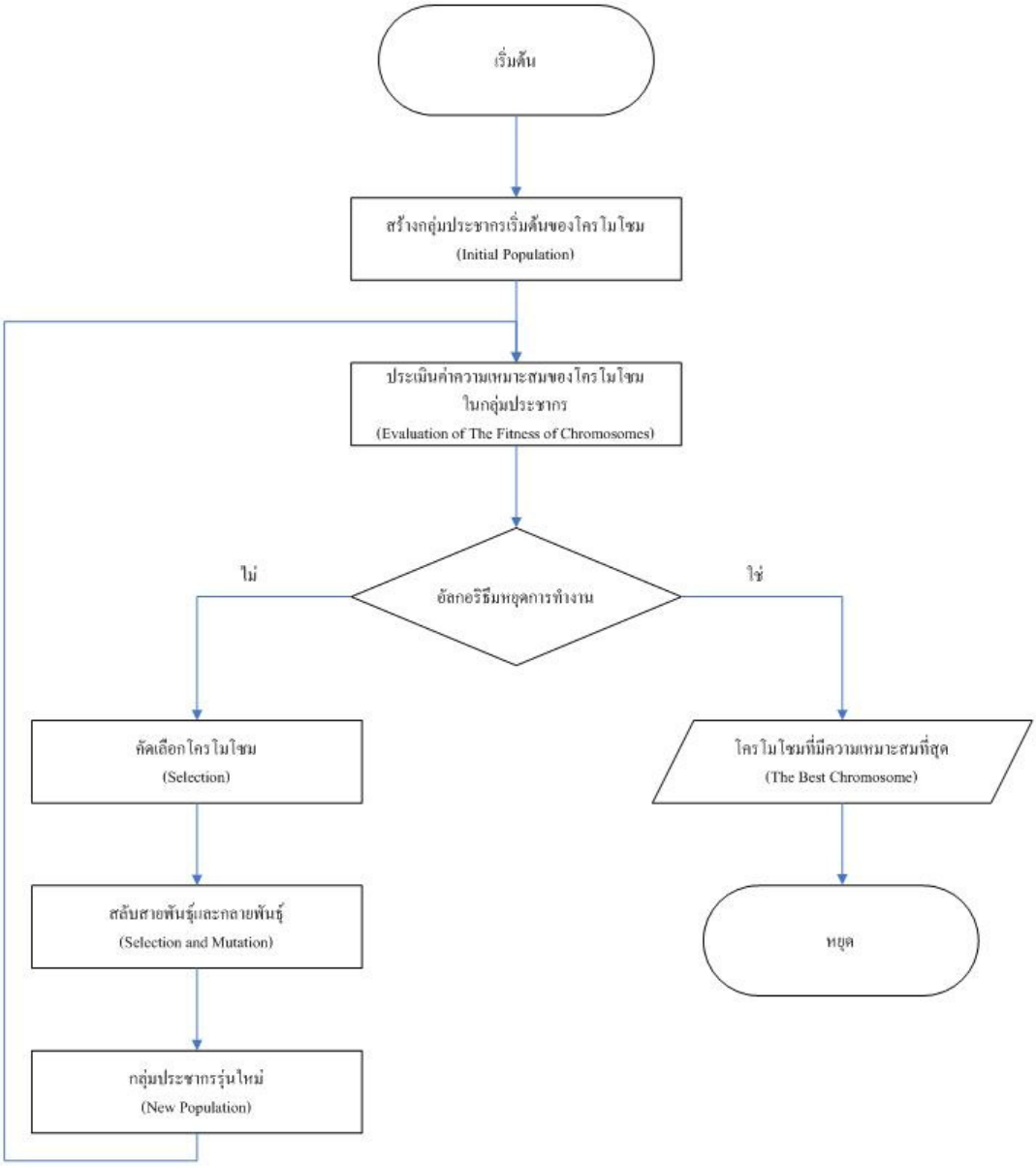
การสับเปลี่ยนสายพันธุ์มีลักษณะคล้ายกันกับการสลับสายพันธุ์แบบจุดเดียวเว้นแต่การสลับสายพันธุ์แบบชัฟเฟิลจะทำการสุ่มสับเปลี่ยนตำแหน่งยีนในโครโมโซมทั้งพ่อและแม่ก่อนที่จะทำการสับเปลี่ยนสายพันธุ์ทั้งสองโครโมโซมและหยุดการสับเปลี่ยนตำแหน่งเมื่อการสลับสายพันธุ์เสร็จสิ้น ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการสับเปลี่ยนในลักษณะนี้จะไม่มีการโน้มเอียงของตำแหน่งในการสับเปลี่ยนเพียงจุดใดจุดหนึ่ง (Positional Bias) เนื่องจากการสับเปลี่ยนตำแหน่งก่อนการสับเปลี่ยนข้อมูลทางพันธุกรรมจะเกิดขึ้นในทุกครั้งที่มีการสับเปลี่ยนสายพันธุ์ [17]

6) การสลับสายพันธุ์แบบอื่นๆ (Other Crossover Method)

จากตัวอย่างของการสลับสายพันธุ์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นการสลับสายพันธุ์สำหรับการเข้ารหัสแบบไบนารีสตริงเพียงส่วนหนึ่ง และนอกจากนี้แล้วยังมีการสลับสายพันธุ์สำหรับการเข้ารหัสแบบจำนวนจริง, การเข้ารหัสแบบจำนวนเต็ม (Permutation Encoding) เป็นต้น ซึ่งสามารถดูเพิ่มเติมได้ใน [8-10, 13]

**2.2.3 การกลายพันธุ์ (Mutation)** เป็นตัวดำเนินการที่สำคัญตัวหนึ่งที่มีหน้าที่ในการนำเสนอข้อมูลใหม่ๆเข้าสู่กลุ่มประชากร โดยการปรับเปลี่ยนลักษณะข้อมูลของสมาชิกเดิมในกลุ่มประชากรให้เกิดเป็นข้อมูลใหม่ขึ้นมา การกระทำดังกล่าวจะทำให้เกิดความหลากหลายของข้อมูลที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อกระบวนการค้นหาของจีเนติคอัลกอริธึมในทางที่ดี โดยที่โอกาสของการกลายพันธุ์ $P_m$ (Mutation Probability) จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 1 [0,1] และจะมีอัตราการเกิดขึ้นต่ำทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้สมาชิกตัวที่ดีต้องถูกบิดเบือนหรือเปลี่ยนแปลงไป และในตำแหน่งบิทที่เกิดการกลายพันธุ์ขึ้นนั้นค่าของบิทจะกลับกันจาก 1 เป็น 0 หรือในทางกลับกัน ซึ่งการกลายพันธุ์รูปแบบนี้จะใช้กับการเข้ารหัสของสมาชิกที่เป็นไบนารีสตริง ส่วนในกรณีที่เข้ารหัสรูปแบบอื่นเช่น การเข้ารหัสของตัวสมาชิกแบบจำนวนจริงก็จะมีรูปแบบของการกลายพันธุ์ที่ต่างออกไป

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นถึงหลักการทำงานและตัวดำเนินการของจีเนติคอัลกอริธึมสามารถที่จะแสดงเป็นผังงานได้ดังภาพที่ 2-5 และขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้



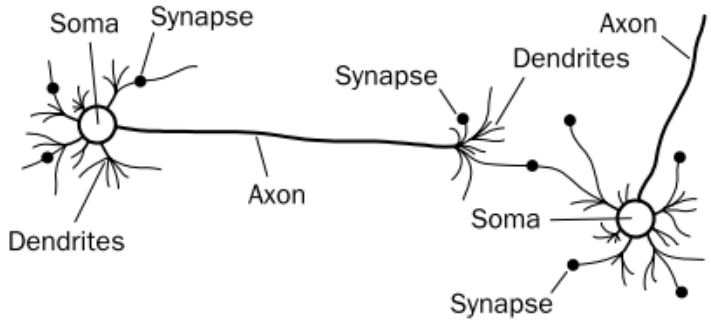

**ภาพที่ 2-5:** แสดงผังงานของจีเนติคอัลกอริธึม

1) สร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้น
2) ประเมินความเหมาะสมของสมาชิกในกลุ่มประชากร
3) ตรวจสอบเงื่อนไขของการหยุดทำงานของจีเนติคอัลกอริธึม
4) กระทำการคัดเลือกตัวสมาชิกโดยตัวดำเนินการคัดเลือก

5) กระทำการสลับสายพันธุ์ตัวสมาชิกที่ได้มาจากขั้นตอนการคัดเลือกด้วยตัวดำเนินการสลับสายพันธุ์
6) สุ่มตำแหน่งของบิทบนบิทสตริงเพื่อทำการกลายพันธุ์
7) ย้อนกลับไปทำขั้นตอนที่ 2 ถึง 7 และกระบวนการจะสิ้นสุดลงเมื่อเป็นไปตามเงื่อนไขของการหยุดทำงานที่ได้กำหนดเอาไว้

## 2.3 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks)

โครงข่ายประสาทเทียม [18-20] สามารถให้คำนิยามได้ว่าเป็นโมเดลของการคิดอย่างมีเหตุผลที่อยู่บนพื้นฐานของสมองมนุษย์ สมองประกอบด้วยกลุ่มของเซลล์ประสาท (Nerve Cell) หรือหน่วยประมวลผลที่เชื่อมต่อกันอย่างหนาแน่นที่เรียกว่านิวรอล (Neuron) ในสมองมนุษย์มีนิวรอลรวมกันประมาณหมื่นล้านนิวรอลและมีหกสิบล้านล้านไซแนปส์ (Synapse) ที่เชื่อมต่อระหว่างนิวรอลทั้งหมด การใช้นิวรอลทั้งหมดทำงานพร้อมๆกัน สมองสามารถที่จะทำหน้าที่ของมันได้เร็วกว่าคอมพิวเตอร์ที่เร็วที่สุดที่มีอยู่ในทุกวันนี้




**ภาพที่ 2-6:** แสดงโครงข่ายประสาทในทางชีววิทยา [19]

ดังภาพที่ 2-6 นิวรอลแต่ละตัวประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐานที่เรียกว่าเดนไดรท์ (Dendrite) โซมา (Soma) และแอกซ์ซอน (Axon) เดนไดรท์จะมีลักษณะเหมือนเครือข่ายของเส้นใยประสาทที่ทำหน้าที่นำสัญญาณไฟฟ้าเข้าสู่เซลล์บอดี้ เซลล์บอดี้หรือโซมาจะรวมและ

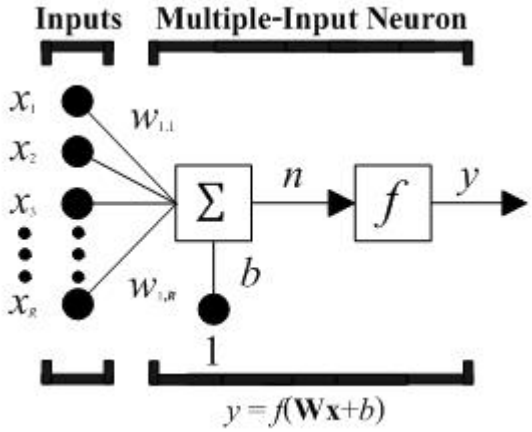
เช็คเทรสโฮลด์ (Threshold) สัญญาณไฟฟ้าที่ผ่านเข้ามาและจะส่งผ่านไปยังนิวรอลตัวอื่นผ่านทางแอกซ์ซอนซึ่งเป็น เป็นเส้นใยเดี่ยวที่นำพาสัญญาณไฟฟ้าออกจากโซมาไปยังนิวรอลตัวอื่น จุดที่เชื่อมต่อระหว่างแอกซ์ซอนของนิวรอลตัวหนึ่งกับเดนไดรท์ของนิวรอลอีกตัวหนึ่งเรียกว่าไซแนปส์ (Synapse) ซึ่งสัญญาณไฟฟ้าจะถูกส่งผ่านโดยปฏิกิริยาไฟฟ้าเคมีเชิงซ้อน หน้าที่ของไซแนปส์เปรียบเสมือนเครื่องส่งซึ่งสามารถที่จะทำให้สัญญาณไฟฟ้าแรงขึ้นหรือทำให้สัญญาณไฟฟ้าอ่อนลงได้ จึงเป็นที่มาของการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม การสร้างสมองของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นโครงข่ายประสาทจะประกอบด้วยหน่วยประมวลผลอย่างง่ายที่เชื่อมต่อกันอย่างหนาแน่นอยู่จำนวนหนึ่งที่เรียกว่านิวรอล ซึ่งคล้ายคลึงกับนิวรอลในทางชีววิทยาที่มีอยู่ในสมองมนุษย์ นิวรอลแต่ละตัวจะเชื่อมต่อกันด้วยเส้นเชื่อม (Link) ที่มีค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight) ที่ส่งผ่านสัญญาณจากนิวรอลตัวหนึ่งไปยังนิวรอลอีกตัวหนึ่ง แต่ละนิวรอลจะรับสัญญาณอินพุท (Input) จำนวนหนึ่งผ่านทางจุดเชื่อมต่อของมันและจะให้เอาท์พุท (Output) ไม่มากไปกว่าหนึ่งค่าต่อนิวรอลหนึ่งตัว สัญญาณเอาท์พุทจะถูกส่งผ่านทางออกของจุดเชื่อมต่อ ที่ทางออกของจุดเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุทจะถูกแบ่งออกเป็นกิ่งสาขาจำนวนหนึ่งซึ่งจะส่งสัญญาณเอาท์พุทแบบเดียวกันออกไป และกิ่งสาขาที่แตกออกไปจะไปสิ้นสุดที่จุดรับสัญญาณขาเข้าของนิวรอลอีกตัวหนึ่งในโครงข่าย

การศึกษาในเรื่องของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นเป็นการรวมเอาวิทยาการของหลายๆสาขาเข้าไว้ด้วยกันทั้งในเรื่องของการพัฒนาและการนำเอาไปใช้ และตัวอย่างของสาขาที่มีการนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมไปใช้ที่ถือว่าประสบความสำเร็จในเชิงพาณิชย์เช่น ด้านการประมวลผลสัญญาณมีการนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการกำจัดเสียงรบกวนบนสายโทรศัพท์ ทางด้านการแพทย์ ได้สอนให้โครงข่ายประสาทเทียมได้เรียนรู้และจดจำเกี่ยวกับเวชระเบียน ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของอาการ การวินิจฉัยและการรักษาของแต่ละเคส ภายหลังจากการเรียนรู้โครงข่ายสามารถที่จะค้นพบรูปแบบที่แสดงถึงการวินิจฉัยและการดูแลรักษาจากอินพุทหรือรูปแบบของอาการที่ถูกส่งเข้ามาในโครงข่ายได้ ด้านธุรกิจเป็นสาขาที่มีการนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้มากที่สุดเนื่องจากสามารถช่วยให้องค์กรหรือกิจการสามารถลดต้นทุนในด้านต่างๆได้ เช่นในบริษัทที่ทำธุรกิจเกี่ยวกับการเงินหรือการประกันภัยต่างๆได้มีการนำเอาโครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการจำแนกกลุ่มเพื่อประเมินถึงคุณสมบัติของลูกค้าว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ทางบริษัทสามารถที่จะให้บริการได้หรือมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนหรือไม่ ซึ่งสามารถช่วยให้บริษัทมีความปลอดภัย

ทางด้านการเงินมากขึ้น และในอีกหลายๆปัญหาที่น่าสนใจนั้นก็อยู่ในขอบเขตของการรู้จำ (Pattern Recognition) ซึ่งมีการใช้โครงข่ายประสาทเทียมใจการจดจำรูปแบบของข้อมูลเพื่อที่จะสามารถใช้ในการจำแนกข้อมูลนั้นๆได้เช่น การจดจำลายมือ (Handwritten Character Recognition) เป็นต้น และในงานวิจัยนี้ปัญหาที่เราให้ความสนใจก็อยู่ในขอบเขตของงานนี้เช่นกัน

ด้วยรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายประสาทเทียมนั้นมีมากมายดังนั้นเราจะกล่าวถึงในส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้นซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**2.3.1. โมเดลนิวรอล (Neuron Model)**




**ภาพที่ 2-7:** แสดงภาพนิวรอลชนิดหลายอินพุท [18]

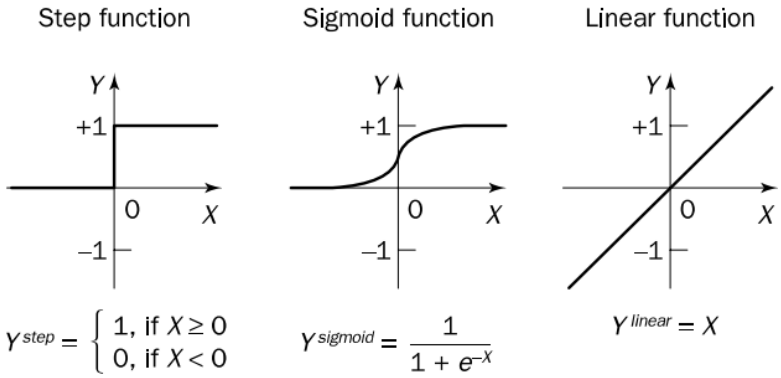
อินพุท $x$ จะถูกคูณเข้ากับค่าถ่วงน้ำหนัก $w$ ซึ่งจะส่งผ่านไปรวมกับค่าความโน้มเอียง $b$ จากนั้นจะถูกส่งผ่านเข้าไปยังฟังก์ชั่นการส่งผ่าน $f$ (Transfer Function) ซึ่งจะให้ค่าเอาท์พุท $y$ ออกมา หากจะเชื่อมโยงเข้ากับนิวรอลในทางชีววิทยาก็จะได้ว่า ค่าถ่วงน้ำหนัก $w$ คือความแข็งแรงในการเชื่อมต่อของไซแนปส์ โซมาหรือเซลล์บอดี้ถูกแทนด้วยการรวมหรือซัมเมชั่นและฟังก์ชั่นการกระตุ้น ส่วนเอาท์พุท $y$ ก็คือสัญญาณบนแอกซ์ซอน

โดยทั่วไปแล้วนิวรอลจะมีอินพุทมากกว่าหนึ่ง (Multiple-Input Neuron) เช่นนิวรอล $\boldsymbol{R}$ อินพุทซึ่งแสดงดังภาพที่ 2-7 อินพุทแต่ละตัว $\left(x_1, x_2, ..., x_R\right)$ จะถูกถ่วงน้ำหนักโดยสมาชิกค่าถ่วงน้ำหนักที่สัมพันธ์กัน $\left(w_{1,1}, w_{1,2}, ...w_{1,R}\right)$ ของเมตริกซ์ $\mathbf{W}$

ค่าความโน้มเอียง $b$ จะถูกรวมเข้ากับการถ่วงน้ำหนักค่าอินพุทเพื่อสร้าง $n$ โดยที่ $n = w_{1,1}x_1 + w_{1,2}x_2 + \ldots + w_{1,R}x_R + b$ หรืออาจแสดงในรูปของเมตริกซ์ได้ดังนี้ $n = \mathrm{W}x + b$ และค่าเอาท์พุท $y = f\left(\mathrm{W}x + b\right)$

**2.3.2. ฟังก์ชั่นการส่งผ่าน (Transfer Function)**

ฟังก์ชั่นการส่งผ่านอาจเป็นได้ทั้งเส้นตรง (Linear) และไม่เป็นเส้นตรง (Nonlinear) ซึ่งมีอยู่มากมายหลายฟังก์ชั่น สำหรับการเลือกใช้นั้นจะต้องมีความเหมาะสมกับปัญหาที่จะทำการหาคำตอบ และในการทำวิจัยนี้จะขอกล่าวถึงสองฟังก์ชั่นซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันกับเนื้อหาคือ




**ภาพที่ 2-8:** แสดงตัวอย่างของฟังก์ชั่นการส่งผ่าน [19]

1) Hard Limit Transfer Function

จะให้ค่าเอาท์พุทของนิวรอลเป็น 0 หากค่าฟังก์ชั่นน้อยกว่า 0 และค่าเอาท์พุทจะเป็น 1 หากค่าฟังก์ชั่นมากกว่าหรือเท่ากับ 0 ฟังก์ชั่นการส่งผ่านนี้ใช้สร้างนิวรอลจำแนกกลุ่มของอินพุทออกเป็นสองกลุ่มที่แตกต่างกัน

2) Log-Sigmoid Transfer Function

ฟังก์ชั่นนี้โดยทั่วไปแล้วจะถูกใช้ในมัลติเลเยอร์เน็ทเวิร์คเพื่อใช้ฝึกสอนโครงข่ายของอัลกอริธึมการแพร่ย้อนกลับ โดยที่เอาท์พุทที่ได้จากโครงข่ายจะถูกบีบให้อยู่ในช่วง 0 ถึง 1

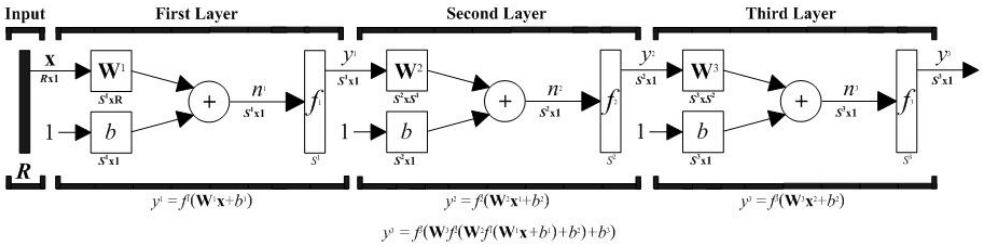
3) Linear Transfer Function

เอาท์พุทที่ได้จากฟังก์ชั่นนี้จะมีค่าเท่ากับอินพุทที่ผ่านการถ่วงน้ำหนัก ข้อดีของฟังก์ชั่นชนิดนี้คือจะมีช่วงของเอาท์ที่กว้างสามารถครอบคลุมค่าเอาท์พุทได้ทั้งหมด [18]

### 2.3.3. สถาปัตยกรรมโครงข่าย (Network Architecture)

โดยปรกตินิวรอลเดี่ยวจะไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอและจำเป็นที่จะต้องมีนิวรอลห้าถึงสิบตัวทำงานขนานกันไปเรียกว่าเลเยอร์ (Layer)

มัลติเลเยอร์ฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ทเวิร์ค (Multilayer Feedforward Network) จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกับซิงเกิ้ลเลเยอร์ฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ทเวิร์ค โดยข้อมูลที่ถูกส่งผ่านเข้าไปจะไม่มีการย้อนกลับของข้อมูล ข้อแตกต่างของโครงข่ายคือจะมีการเพิ่มเลเยอร์เข้าไปดังภาพที่ 2-9 แต่ละเลเยอร์จะมีค่าถ่วงน้ำหนัก ค่าความโน้มเอียงและฟังก์ชั่นการส่งผ่านเป็นของตัวเองโดยที่ฟังก์ชั่นการส่งผ่านในแต่ละเลเยอร์ไม่จำเป็นต้องเป็นฟังก์ชั่นเดียวกัน เอาท์พุทของเลเยอร์แรกจะเป็นอินพุทของเลเยอร์ถัดไปและจะเป็นเช่นนี้ไปตลอดโครงข่าย เลเยอร์ที่ให้เอาท์พุทของโครงข่ายจะถูกเรียกว่า เอาท์พุทเลเยอร์ (Output Layer) ส่วนเอาท์พุทอื่นๆจะถูกเรียกว่า ฮิดเดนเลเยอร์ (Hidden Layer)




**ภาพที่ 2-9:** แสดงภาพย่อของมัลติเลเยอร์ฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ทเวิร์ค [18]

**2.3.4. การเรียนรู้ของโครงข่าย (Learning Rules)**

คุณสมบัติที่มีความสำคัญหลักๆของโครงข่ายประสาทคือโครงข่ายมีความสามารถที่จะเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมของมันและปรับปรุงสมรรถนะของมันให้ดีขึ้นโดยผ่านการเรียนรู้ โครงข่ายประสาทจะเรียนรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของมันผ่านกระบวนการปรับระดับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าความโน้มเอียงของไซแนปส์ ซึ่งระดับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าความโน้มเอียงเปรียบเสมือนกับความเหนียวแน่นในการยึดเกาะหรือเชื่อมต่อของไซแนปส์ ซึ่งตามทฤษฎีนั้นโครงข่ายจะมีความฉลาดหรือมีความรู้เกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของมันมากขึ้นหลังจากกระบวนการเรียนรู้แต่ละรอบของมัน

การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ค่าถ่วงน้ำหนักได้ถูกกำหนด อัลกอริธึมของการเรียนรู้ส่วนใหญ่เริ่มต้นโดยการสุ่มค่าให้กับเมตริกซ์ค่าถ่วงน้ำหนัก (Weight Matrix) แล้วจึงทำการตรวจสอบความถูกต้องของโครงข่ายประสาท จากนั้นค่าถ่วงน้ำหนักก็จะถูกปรับแต่งโดยขึ้นอยู่กับการแสดงผลและความถูกต้องของโครงข่ายประสาท กระบวนการนี้อาจถูกเรียกหรือรู้จักกันอีกในอีกชื่อหนึ่งคือ “Training Algorithm” กระบวนการนี้จะกระทำซ้ำจนกว่าผลและความถูกต้องจะอยู่ในช่วงที่สามารถยอมรับได้หรืออาจกล่าวได้ว่าการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทจะเรียนรู้ผ่านการปรับเปลี่ยนแก้ไขของค่าถ่วงน้ำหนักเหล่านี้ การฝึกโครงข่ายประสาทนั้นมีอยู่หลากหลายรูปแบบ โดยจะแบ่งออกกว้างๆเป็นสามประเภทคือ การเรียนรู้แบบมีการสอน การเรียนรู้แบบไม่มีการสอน และการเรียนรู้แบบการเสริมแรง โดยที่ในงานวิจัยนี้จะใช้การเรียนรู้แบบมีการสอน

การเรียนรู้แบบมีการสอน (Supervised Learning) ทำโดยการให้ชุดข้อมูลตัวอย่างที่สอดคล้องกับชุดคำตอบที่คาดหวังแก่โครงข่ายประสาท ซึ่งเป็นรูปแบบของการเรียนรู้หรือการฝึกที่ธรรมดาที่สุด การดำเนินการฝึกโครงข่ายประสาทจะผ่านรอบกระบวนการที่ทำซ้ำๆเรียกว่า “Epoch” จนกว่าผลของโครงข่ายประสาทจะได้ตรงกับชุดคำตอบที่คาดหวังและอยู่ในช่วงของความผิดพลาดที่สามารถรับได้ แต่ละรอบเป็นการส่งข้อมูลตัวอย่างเข้าไปฝึกโครงข่ายประสาท อัลกอริธึมการเรียนรู้หรือการฝึก

สำหรับโครงข่ายประสาทเทียมนั้นไม่ได้มีอัลกอริธึมที่เฉพาะ อัลกอริธึมแต่ละแบบก็จะมีข้อดีแตกต่างกันไปความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ก็จะขึ้นอยู่กับโครงข่ายแต่ละประเภท การวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโครงข่ายประสาทเทียมนี้จะใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการจำแนกกลุ่มข้อมูล (Classification) โดยการใช้มัลติเลเยอร์เพอร์เซพตรอน (Multilayer Perceptrons) หรือ “MLP” ที่ใช้อัลกอริธึมการแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation) ในการสอนหรือฝึกโครงข่ายประสาท แต่ก่อนที่จะกล่าวถึงการแพร่ย้อนกลับใน “MLP” นั้นจะขอกล่าวถึงเพอร์เซพตรอนอัลกอริธึม (Perceptron) ซึ่งจะเป็นพื้นฐานเพื่อที่จะทำความเข้าใจ “MLP” หรือโครงข่ายที่มีความซับซ้อนอื่นต่อไป โดยอัลกอริธึมทั้งสองที่จะกล่าวถึงนั้นอยู่บนพื้นฐานของ “Error Correction Learning Rule”

1) เพอร์เซพตรอน (Perceptron)

โมเดลของโครงข่ายยึดเอาซิงเกิ้ลเลเยอร์ฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ทเวิร์คเป็นแบบโดยมี “Hard Limit” เป็นฟังก์ชั่นการส่งผ่าน อินพุทหรือชุดข้อมูลสำหรับฝึกจะถูกส่งเข้าไปในโครงข่ายซึ่งประกอบด้วยอินพุท **x** และเอาท์พุท $t$ ที่มีความเหมาะสมกัน อัลกอริธึมการเรียนรู้เริ่มโดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของโครงข่ายซึ่งคือค่าถ่วงน้ำหนักและค่าความโน้มเอียง หลังจากนั้นโครงข่ายจะทำการคำนวณเอาท์พุท ($y$) และนำมาเปรียบเทียบกับเอาท์พุทที่ต้องการ ($t$) จากนั้นโครงข่ายก็จะทำการปรับเปลี่ยนแก้ไขค่าถ่วงน้ำหนักและค่าความโน้มเอียงเพื่อที่จะนำไปใช้ในการคำนวณของโครงข่ายเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง การปรับเปลี่ยนแก้ไขหรือการเรียนรู้ดังกล่าวมีวิธีการดังต่อไปนี้

$$e = t - y$$

$$\text{If } e = 1, \text{ then } {}_i w^{new} =_i w^{old} + x$$

$$\text{If } e = -1, \text{ then } {}_i w^{new} =_i w^{old} - x$$

$$\text{If } e = 0, \text{ then } {}_i w^{new} =_i w^{old}$$

เมื่อ $t$ คือเอาท์พุทที่ต้องการ, $y$ คือผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณของโครงข่าย และ $e$ คือความคลาดเคลื่อน จากกฎดังกล่าวสามารถที่จะนำมารวมเข้าด้วยกันได้เป็นกฎดังนี้

$$_i w^{new} =_i w^{old} + e_i x$$

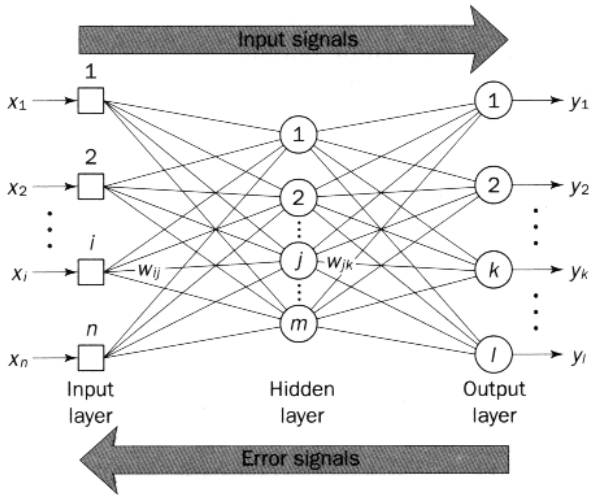
และจากกฎดังกล่าวสามารถนำมาใช้ฝึกค่าความโน้มเอียงได้เช่นกันดังนี้

$$b_i^{new} = b_i^{old} + e_i$$

2) การแพร่ย้อนกลับ (Backpropagation)

มัลติเลเยอร์เพอร์เซพตรอน (Multilayer Perceptron/MLP) เป็นฟีดฟอร์เวิร์ดเน็ทเวิร์คที่มีฮิดเดนเลเยอร์หนึ่งชั้นหรือมากกว่า อินพุทจะถูกส่งผ่านจากเลเยอร์หนึ่งไปยังอีกเลเยอร์หนึ่งในทิศทางเดียว การคำนวณเอาท์พุทของแต่ละนิวรอลและการเรียนรู้ของโครงข่ายจะเป็นลักษณะเดียวกันกับเพอร์เซพตรอน ชุดข้อมูลสำหรับฝึกจะถูกใส่เข้าไปในโครงข่าย โครงข่ายก็จะทำการคำนวณเอาท์พุทหรือผลลัพธ์ออกมาและถ้าหากมีความคลาดเคลื่อนซึ่งหมายถึงความแตกต่างระหว่างเอาท์พุทที่โครงข่ายคำนวณได้กับเอาท์พุทที่ต้องการ ค่าถ่วงน้ำหนักก็จะถูกแก้ไขเพื่อลดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น จะมีความแตกต่างจากเพอร์เซพตรอนตรงที่อัลกอริธึมหรือกฎการเรียนรู้ที่ใช้จะมีการแพร่กลับของข้อมูลและมีฟังก์ชั่นการส่งผ่านที่แตกต่างกันซึ่งจะใช้ “Log-Sigmoid”

การเรียนรู้ของการแพร่ย้อนกลับ ชุดข้อมูลสำหรับฝึกจะถูกส่งเข้าไปยังอินพุทเลเยอร์ จากนั้นอินพุทก็จะถูกส่งผ่านจากเลเยอร์หนึ่งไปยังอีกเลเยอร์หนึ่งจนกระทั่งได้เป็นเอาท์พุทจากเอาท์พุทเลเยอร์ หากเอาท์พุทที่ได้ออกมาจากโครงข่ายนั้นแตกต่างจากเอาท์พุทที่ต้องการ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นก็จะถูกคำนวณและแพร่ย้อนกลับผ่านโครงข่ายจากเอาท์พุทเลเยอร์ไปยังอินพุทเลเยอร์ โดยค่าถ่วงน้ำหนักจะถูกปรับเปลี่ยนแก้ไขตามความคลาดเคลื่อน




**ภาพที่ 2-10:** แสดงตัวอย่างของโครงข่ายการแพร่ย้อนกลับ [19]

จากภาพที่ 2-10 $i, j$ และ $k$ อ้างถึงนิวรอลใน อินพุท, ฮิดเดนและเอาท์พุทเลเยอร์ตามลำดับ อินพุท $x_1,\ x_2,\ldots,\ x_n$ จะแพร่ผ่านโครงข่ายจากซ้ายไปขวาจากเลเยอร์หนึ่งไปอีกเลเยอร์หนึ่ง (Function Signal) ความคลาดเคลื่อน $e_1,\ e_2,\ldots,\ e_l$ จะแพร่จากขวากลับมาซ้ายจากเลเยอร์หนึ่งไปอีกเลเยอร์หนึ่ง (Error Signal) ส่วน $w_{ij}$ หมายถึงค่าถ่วงน้ำหนักระหว่างนิวรอล $i$ ในอินพุทเลเยอร์และนิวรอล $j$ ในฮิดเดนเลเยอร์ และ $w_{jk}$ หมายถึงค่าถ่วงน้ำหนักระหว่างนิวรอล $j$ ในฮิดเดนเลเยอร์และนิวรอล $k$ ในเอาท์พุทเลเยอร์

การแพร่ความคลาดเคลื่อน จะเริ่มต้นที่เอาท์พุทเลเยอร์และย้อนกลับมายังฮิดเดนเลเยอร์ ความคลาดเคลื่อนที่นิวรอล $k$ ในเอาท์พุทเลเยอร์รอบการทำงานที่ $p$ กำหนดได้ดังนี้

$$e_k(p) = y_{jk}(p) - y_k(p)$$

เมื่อ $y_{jk}(p)$ คือเอาท์พุทที่ต้องการหรือที่ได้กำหนดเอาไว้ของนิวรอล $k$ รอบการทำงานที่ $p$ และกฎของการปรับค่าถ่วงน้ำหนักที่เอาท์พุทเลเยอร์ก็มีความคล้ายคลึงกันกับกฎการเรียนรู้ของเพอร์เซพตรอนดังนี้

$$w_{jk}(p+1) = w_{jk}(p) + \triangle w_{jk}(p)$$

เมื่อ $\triangle w_{jk}(p)$ คือค่าถ่วงน้ำหนักที่ได้ทำการแก้ไข (Delta Rule) และในการแก้ไขค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับเพอร์เซพตรอนนั้นจะต้องใช้อินพุท ($x_i$) แต่ใน “MLP” อินพุทของนิวรอลในเอาท์พุทเลเยอร์มีความแตกต่างจากอินพุทของนิวรอลในอินพุทเลเยอร์ ดังนั้นจึงต้องใช้เอาท์พุทของนิวรอล $j$ ในฮิดเดนเลเยอร์แทน ($y_j$) ซึ่งสามารถคำนวณการแก้ไขค่าถ่วงน้ำหนักได้ดังนี้

$$\triangle w_{jk}(p) = \alpha \times y_j(p) \times \delta_k(p)$$

เมื่อ $\delta_k(p)$ คือ “Error Gradient” ที่นิวรอล $k$ ในเอาท์พุทเลเยอร์ของรอบการทำงาน $p$ และ $\alpha$ คืออัตราการเรียนรู้ (Learning Rate) โดยที่ “Error Gradient” ถูกกำหนดมาจากอนุพันธ์ของฟังก์ชั่นการส่งผ่านซึ่งคูณด้วยความคลาดเคลื่อนที่เอาท์พุทนิวรอลดังนี้

$$\delta_k(p) = y_k(p) \times \left[1 - y_k(p)\right] \times e_k(p)$$

เมื่อ $y_k(p) = \text{sigmoid}\left[\sum_{j=1}^{m} x_{jk}(p) \times w_{jk}(p) - \theta_k\right]$

ในส่วนของการแก้ไขค่าถ่วงน้ำหนักสำหรับนิวรอลที่ฮิดเดนเลเยอร์นั้นสามารถที่จะนำสมการการแก้ไขค่าถ่วงน้ำหนักของนิวรอลที่เอาท์พุทเลเยอร์มาประยุกต์ได้ดังนี้

$$\triangle w_{ij}(p) = \alpha \times y_j(p) \times \delta_j(p)$$

เมื่อ $\delta_j(p)$ แทนด้วย “Error Gradient” ที่นิวรอล $j$ ในฮิดเดนเลเยอร์

$$\partial_j(p) = y_j(p) \times \left[1 - y_j(p)\right] \times \sum_{k=1}^{l} \partial_k(p) w_{ij}(p)$$

เมื่อ $l$ คือจำนวนนิวรอลในเอาท์พุทเลเยอร์และ

$$y_j(p) = \frac{1}{1 + e^{-x_j(p)}} \qquad x_j(p) = \sum_{i=1}^{n} x_i(p) \times w_{ij}(p) - \theta_j$$

เมื่อ $n$ คือจำนวนนิวรอลในอินพุทเลเยอร์

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature Review)

### 2.4.1 Educational Data Mining: a Case Study [3]

ในงานวิจัยนี้ได้แสดงการนำเอาเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาช่วยในการค้นหารูปแบบความสัมพันธ์หรือองค์ความรู้ที่อยู่ภายในฐานข้อมูล โดยแสดงวิธีการค้นหารูปแบบของข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปตามอัลกอริธึมของการทำเหมืองข้อมูลสำหรับข้อมูลทางการศึกษาเพื่อช่วยเหลือและสนับสนุนการเรียนการสอนของครูและนักเรียน เช่นใช้การจำแนกกลุ่มข้อมูลในการระบุนักเรียนที่มีความเสี่ยงทางด้านการเรียน ประโยชน์ที่ได้คือเมื่อมีการเตือนนักเรียนที่มีความเสี่ยงดังกล่าวอย่างเหมาะสมและถูกเวลาแล้วก็จะสามารถที่จะช่วยป้องกันการสอบตกที่อาจเกิดขึ้นในการสอบปลายภาคได้

### 2.4.2 Using Genetic Algorithms for Data Mining Optimization in an Educational Web-based System [4]

เอกสารงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้อภิปรายถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในทางด้านการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย เนื่องจากประโยชน์ของการทำเหมืองข้อมูลนั้นคือความสามารถที่จะทำให้เราเข้าใจรูปแบบของข้อมูลที่ไม่ชัดเจนให้สามารถที่จะเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น และด้วยวิธีการนี้มหาวิทยาลัยสามารถที่จะทำนายได้ว่านักเรียนหรือนักศึกษาจะจบการศึกษาหรือไม่ และจากข้อมูลที่ได้ตรงนี้มหาวิทยาลัยสามารถที่จะเข้าไปช่วยเหลือนักศึกษาที่มีปัญหาเหล่านั้นได้ นอกจากที่จะสามารถทำนายการจบการศึกษาของนักศึกษาแล้วยังสามารถที่จะใช้นำนายความเป็นไปได้ถึงการรักษาสภาพและการจบของแต่ละหลักสูตรได้อีกด้วย

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis) ในโปรแกรม SPSS ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของนักศึกษาที่จบการศึกษากับจำนวนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนตั้งแต่ปีคริสตศักราช 1994-2004 ซึ่งโมเดลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้สามารถที่จะนำไปใช้ทำนายจำนวนนักศึกษาที่จบ

การศึกษาในอนาคตได้ โดยที่ผู้วิจัยจะทดสอบทำนายจำนวนนักศึกษาที่จบการศึกษาในปีการศึกษา 2004-2005

ผลที่ได้จากการทำนายให้ค่าที่นักศึกษาจบการศึกษาในปีการศึกษา 2004-2005 เท่ากับ 109.325 และข้อมูลที่ได้จาก National Statistic Institute มีสถิติการจบจริงของนักศึกษาเป็น 108.475 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในภาคการศึกษา

**2.4.3 Using genetic algorithms for data mining in web-based educational hypermedia systems [5]**

งานวิจัยนี้ได้มีการนำเอาจีเนติคอัลกอริธึมมาใช้ในการทำเหมืองข้อมูลกับข้อมูลของนักศึกษา ซึ่งมีการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเรียนผ่านเว็บ (Educational Web-Based Systems) เพื่อหาองค์ความรู้ที่มีประโยชน์ต่อครูผู้สอนที่จะนำมาใช้ในการปรับปรุงแบบเรียนและแบบฝึกสำหรับการเรียนการสอนผ่านเว็บเพื่อช่วยให้ระบบสามารถจัดแบบเรียนและแบบฝึกได้เหมาะสมกับนักศึกษาในแต่ละคน เป็นต้น และจากการนำเอาจีเนติคอัลกอริธึมมาใช้พบว่าสามารถช่วยสกัดเอากลุ่มของกฎความสัมพันธ์ที่มีขนาดเล็กที่สามารถเข้าใจได้ง่ายออกมาซึ่งถือว่ามีความสำคัญตามบริบทของการทำเหมืองข้อมูล

**2.4.4 Data Mining Techniques in Knowledge Management in Academic Environment [6]**

เอกสารงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้อภิปรายถึงความเป็นไปได้ที่จะนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในทางด้านการศึกษาในระดับมหาวิทยาลัย เนื่องจากประโยชน์ของการทำเหมืองข้อมูลนั้นคือความสามารถที่จะทำให้เราเข้าใจรูปแบบของข้อมูลที่ไม่ชัดเจนให้สามารถที่จะเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น และด้วยวิธีการนี้มหาวิทยาลัยสามารถที่จะทำนายได้ว่านักเรียนหรือนักศึกษาจะจบการศึกษาหรือไม่ และจากข้อมูลที่ได้ตรงนี้มหาวิทยาลัยสามารถที่จะเข้าไปช่วยเหลือนักศึกษาที่มีปัญหาเหล่านั้นได้ นอกจากที่จะสามารถทำนายการจบการศึกษาของนักศึกษาแล้วยังสามารถ

ที่จะใช้นำนายความเป็นไปได้ถึงการรักษาสภาพและการจบของแต่ละหลักสูตรได้อีกด้วย

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ถดถอย (Regression Analysis) ในโปรแกรม SPSS ใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของนักศึกษาที่จบการศึกษากับจำนวนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนตั้งแต่ปีคริสตศักราช 1994-2004 ซึ่งโมเดลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้สามารถที่จะนำไปใช้ทำนายจำนวนนักศึกษาที่จบการศึกษาในอนาคตได้ โดยที่ผู้วิจัยจะทดสอบทำนายจำนวนนักศึกษาที่จบการศึกษาในปีการศึกษา 2004-2005

ผลที่ได้จากการทำนายให้ค่าที่นักศึกษาจบการศึกษาในปีการศึกษา 2004-2005 เท่ากับ 109.325 และข้อมูลที่ได้จาก National Statistic Institute มีสถิติการจบจริงของนักศึกษาเป็น 108.475 ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และชี้ให้เห็นถึงความสำคัญในการนำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลมาใช้ในภาคการศึกษา

**2.4.5 The GENITOR Algorithm and Selection Pressure: Why Rank-Based Allocation of Reproductive Trials is Best [15]**

ดาเรล วิทลี่ย์ (Darrell Whitley) ผู้วิจัย ได้รายงานผลงานเกี่ยวกับการใช้การจัดลำดับ (Rank-Based) ในการจัดสรรผลลัพธ์จากการสืบพันธุ์ ซึ่งได้ชี้ให้เห็นว่าผลลัพธ์จากการสืบพันธุ์นั้นที่ถูกกำหนดโดยการจัดลำดับจะดีกว่าแบบสัดส่วน (Proportionate-Based) เนื่องจากการคัดเลือกแบบสัดส่วนบางครั้งจะนำไปสู่ปัญหาในเรื่องของ “Premature Convergence” และการหยุดนิ่งของการค้นหา ปัญหาเหล่านี้อาจเป็นที่รู้จักกันในชื่อที่เรียกว่า ปัญหาจากการจัดลำดับ (Scaling Problem) ซึ่งเป็นผลมาจาก “Selective Pressure” ที่ขาดความพอดี

ตัวแปรที่สำคัญสำหรับการค้นหาในเชิงกลไกทางพันธุศาสตร์ (Genetic Search) ประกอบด้วยตัวแปรหลักอยู่สองตัวคือ แรงกระตุ้นในการคัดเลือกหรือ “Selective Pressure” และความหลากหลายของกลุ่มประชากรหรือ “Population Diversity” โดยที่ตัวแปรทั้งสองตัวนี้จะมีความสัมพันธ์ในทางกลับกัน

กล่าวคือการเพิ่มขึ้นของ “Selective Pressure” จะมีผลทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมและทำให้เกิด “Premature Convergence” เนื่องจากการค้นหาจะไปให้ความสนใจกับสมาชิกที่ดีที่สุดในกลุ่มของประชากร ในทางกลับกันการลดลงของ “Selective Pressure” จะช่วยในการรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรมเอาไว้ ดังนั้นตัวแปรทั้งสองจึงควรที่จะถูกควบคุมโดยตรงเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยที่ “Selective Pressure” สามารถที่จะควบคุมได้โดยตรงด้วยการใช้การจัดลำดับกำหนดการจัดสรรผลลัพธ์จากการสืบพันธุ์ การจัดลำดับจะทำหน้าที่เสมือนกับฟังก์ชั่นการเปลี่ยนแปลงสำหรับค่าความเหมาะสมที่จะกำหนดค่าความเหมาะสมใหม่ให้กับโครโมโซมซึ่งค่าที่กำหนดให้จะขึ้นอยู่กับความมีประสิทธิภาพของตัวโครโมโซมนั้นๆเองโดยการเปรียบเทียบกับโครโมโซมตัวอื่นๆ การจัดลำดับจะช่วยลดผลจากความแตกต่างที่มีอยู่มากของค่าความเหมาะสมของโครโมโซม

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการค้นหาระหว่างจีเนติคอัลกอริธึมแบบมาตรฐานกับจีนิเตอร์อัลกอริธึม (Genitor Algorithm) ทั้งในแบบการใช้การจัดลำดับและแบบสัดส่วน จีนิเตอร์อัลกอริธึมมีความแตกต่างจากจินติคอัลกอริธึมแบบมาตรฐานอยู่สองข้อหลักๆ คือ อย่างแรกจีนิเตอร์อัลกอริธึมจะใช้การจัดลำดับ อย่างที่สองคือจีนิเตอร์อัลกอริธึมจะไม่ใช้รูปแบบของรุ่น (Generation) อาจกล่าวได้ว่าโครโมโซมรุ่นพ่อแม่และรุ่นลูกสามารถอยู่ร่วมด้วยกันได้และจะให้โครโมโซมใหม่หรือโครโมโซมรุ่นลูกแค่หนึ่งตัวต่อหนึ่งครั้ง จากข้อแตกต่างดังกล่าวทั้งสองข้อนี้ช่วยให้จีนิเตอร์อัลกอริธึมสามารถที่จะมีการโฟกัสในการค้นหาได้ดีกว่าและมีแนวโน้มที่การค้นหาจะออกนอกเส้นทางในพื้นที่การค้นหาได้น้อยมาก การเปรียบเทียบอัลกอริธึมทั้งสองจะทดสอบกับชุดทดสอบมาตรฐานของเดอยอง (De Jong’s Standard Test Suite) ผลที่ได้จากชุดทดสอบชี้ว่าจีนิเตอร์อัลกอริธึมให้ผลที่ดีมากกว่าจีเนติคอัลกอริธึมแบบมาตรฐาน และในบางครั้งการค้นหาสามารถที่จะปรับปรุงแก้ไขได้จากการควบคุมความโน้มเอียงของการคัดเลือก (Selection Bias) ซึ่งเป็นหลักฐานที่แสดงว่าวิธีการจัดลำดับนั้นทำให้การค้นหามีประสิทธิภาพมากกว่าแบบสัดส่วน

### 2.4.6 Unbiased Tournament Selection [16]

งานวิจัยนี้ได้นำเสนออัลกอริธึมในการคัดเลือกซึ่งเป็นอัลกอริธึมการคัดเลือกแบบการแข่งขันที่ได้กล่าวว่าเป็นวิธีการคัดเลือกที่ปราศจากความโน้มเอียง โดยแสดงให้เห็นถึงสองปัจจัยที่นำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายของข้อมูลในอัลกอริธึมการคัดเลือกแบบการแข่งขันแบบดั้งเดิม ซึ่งก็คือการที่สมาชิกบางตัวจะไม่ได้ถูกสุ่มเลือกหรือไม่ได้มีส่วนร่วมในการแข่งขัน และการที่สมาชิกไม่ได้ถูกคัดเลือกมาสู่กลุ่มประชากรชั่วคราว (Mating Pool) เนื่องจากแพ้จากการแข่งขัน อัลกอริธึมที่ได้นำเสนอมุ่งเน้นที่จะให้เกิดความเท่าเทียมกันในการมีส่วนร่วมในการแข่งขันของสมาชิกในแต่ละรอบโดยการขจัดการสุ่มเลือกออกไปทั้งหมดหรือบางส่วน การทำงานของอัลกอริธึมดังกล่าวมีดังนี้

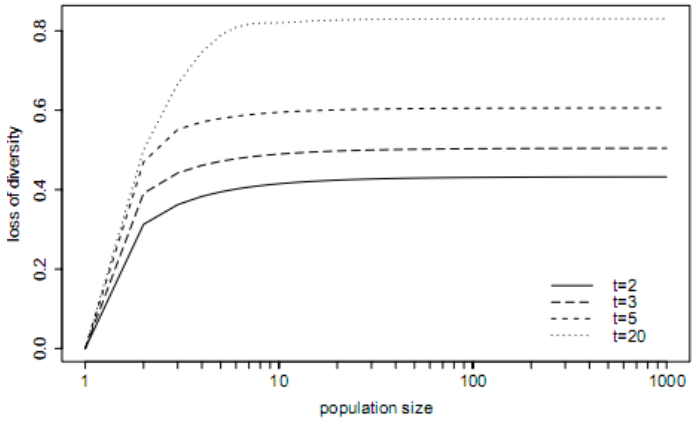
(1) สร้าง $P$ จากการสุ่มลำดับของสมาชิกในกลุ่มประชากร (Permutation) โดยที่ $P[i] \neq i$

(2) กลุ่มประชากรชั่วคราว $I$ จะถูกเลือกโดยการแข่งขันของสมาชิก โดยที่ $I[i] = P[i]$ ถ้า $f(P[i]) < f[i]$ และในทางกลับกัน $I[i] = i$ เมื่อ $f(j)$ จะคืนค่าความเหมาะสมของสมาชิกตัวที่ $j^{th}$

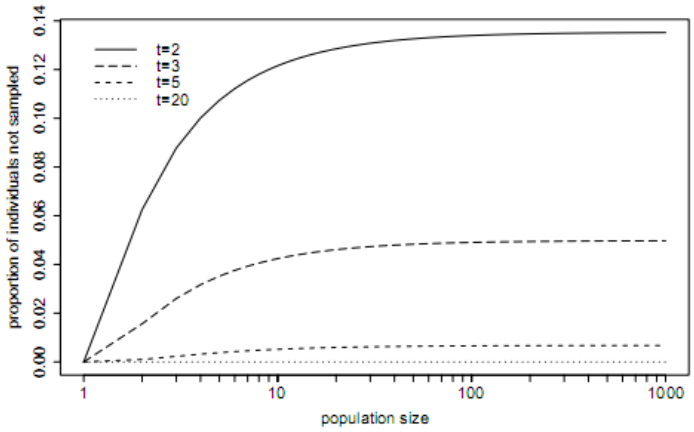
```
Population objective function values:
     1.5, 2.3, 15.6, 3.4, 7.8

Unbiased Tournament Selection:
   i    P[i]        f(i)    f(P[i])        I[i]
  ---------------------------------------------
   1     5   <->    1.5       7.8    -->    1
   2     3   <->    2.3      15.6    -->    2
   3     4   <->   15.6       3.4    -->    4
   4     1   <->    3.4       1.5    -->    1
   5     2   <->    7.8       2.3    -->    2
```

**ภาพที่ 2-11:** แสดงการทำงานของอัลกอริธึมการคัดเลือกของ Sokolov และ Whitley [16]

จากภาพที่ 2-11 เป็นการแสดงการทำงานของอัลกอริธึมกับกลุ่มประชากรที่มีสมาชิกห้าตัว สังเกตได้ว่าสมาชิกแต่ละตัวจะมีโอกาสในการในการแข่งขันตัวละสองครั้งเพื่อเป็นการขจัดไม่ให้สมาชิกตัวที่มีความเหมาะสมมากได้รับเลือกเพื่อที่จะนำไปทำการสลับสายพันธุ์ได้ตลอดเหมือนกับในอัลกอริธึมแบบการแข่งขันแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ผู้วิจัยได้กล่าวถึงงานวิจัยของ Motoki และ Poli ที่ได้แสดงให้เห็นถึงการนำไปสู่การสูญเสียความหลากหลายที่เกิดจากปัจจัยทั้งสองอย่างที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยระบุเอาไว้ว่าที่ขนาดของ $T > 2$ จะทำให้กลุ่มประชากรชั่วคราวเต็มไปด้วยสมาชิกที่มีความเหมาะสมที่สูง และที่ $T = 2$ นั้นก็จะทำให้เกิดการสูญเสียความหลากหลายอันเนื่องจากการที่สมาชิกบางตัวจะไม่ได้มีส่วนร่วมในการแข่งขัน ซึ่งที่ขนาดของกลุ่มประชากรเท่ากับ 10 นั้นจะเกิดการสูญเสียความหลากหลายประมาณร้อยละ 40 ดังภาพที่ 2-12 และ 2-13




**ภาพที่ 2-12:** การสูญเสียความหลากหลายในแต่ละขนาดของ $T$ [16]




**ภาพที่ 2-13:** การสูญเสียความหลากหลายจากการที่สมาชิกไม่มีส่วนร่วมในการแข่งขัน [16]

### 2.4.7 Representation and Hidden Bias II: Eliminating Defining Length Bias in Genetic Search via Shuffle Crossover [17]

งานวิจัยนี้นำเสนออัลกอริธึมในการสลับสายพันธุ์ที่ผู้นำเสนอได้กล่าวว่าเป็นอัลกอริธึมที่ปราศจากความโน้มเอียงของตำแหน่ง (Positional Bias) ซึ่งมีอยู่ในอัลกอริธึมการสลับสายพันธุ์แบบตำแหน่งเดียว (Single Point Crossover) ที่ใช้ในจีเนติคอัลกอริธึมในแบบดั้งเดิม (Classical Genetic Algorithm)

การสลับสายพันธุ์แบบชัฟเฟิลมีความคล้ายคลึงกันกับการสลับสายพันธุ์แบบตำแหน่งเดียว เว้นแต่ในการสลับสายพันธุ์แบบชัฟเฟิลนั้นจะมีการสับเปลี่ยนตำแหน่งของโครโมโซมพ่อแม่ก่อนที่จะทำการสลับสายพันธุ์กัน การสับเปลี่ยนตำแหน่งจะหยุดหลังจากที่การสลับสายพันธุ์เสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้ว และตำแหน่งของโครโมโซมก็จะถูกกำหนดใหม่ทุกครั้งที่ทำการสลับสายพันธุ์

นอกจากนั้นการสลับสายพันธุ์แบบชัฟเฟิลยังมีความคล้ายกันกับการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มของ Ackley แต่ไม่ได้เหมือนกันเลยทีเดียว การสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มจะมีลักษณะการสลับสายพันธุ์ที่เป็นบิทมากกว่าที่จะเป็นกลุ่ม เช่นแต่ละบิทจะถูกแลกเปลี่ยนระหว่างคู่ของโครโมโซมพ่อแม่ด้วยความเป็นไปได้ที่ได้ถูกกำหนดตายตัวและการจำนวนของการแลกเปลี่ยนของบิทจะขึ้นอยู่กับขนาดของ

โครโมโซม ดั้งนั้นทั้งการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มและชัฟเฟิลสามารถกล่าวได้ว่าเป็นอัลกอริธึมที่ปราศจากความโน้มเอียงของตำแหน่ง

**2.4.8 Selection Using Genetic Algorithms for Handwritten Character Recognition [21]**

งานวิจัยนี้ได้แสดงถึงการนำเอาจีเนติคอัลกอริธึมมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะสำหรับการรู้จำลายมือ ทั้งนี้เนื่องจากงานในขอบเขตของการรู้จำนั้นชุดของคุณลัษณะถือเป็นสิ่งที่สามารถแสดงถึงความแตกต่างระหว่างคลาสได้อย่างมีนัยสำคัญ และนอกจากนี้ยังพบว่าจำนวนของคุณลักษณะที่เพิ่มขึ้นนั้นไม่ได้มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรู้จำแต่อย่างใดแต่ยังกลับเป็นตัวที่ลดประสิทธิภาพดังกล่าวและยังต้องใช้เวลาในการประมวลผลที่สูงกว่าปรกติอีกด้วย

ในการทดลองนำเอาจีเนติคอัลกอริธึมเข้ามาใช้ ผู้วิจัยได้ใช้จีเนติคอัลกอริธึมเป็นเครื่องมือในการคัดเลือกชุดคุณลักษณะให้กับตัว Recognizer ใช้ในการแยกแยะลายมือ และผลการทดลองได้แสดงให้เห็นว่าจีเนติคอัลกอริธึมนั้นสามารถช่วยลำจำนวนของชุดคุณลักษณะที่ใช้ในการรู้จำลายมือได้ร้อยละ 30-50 และยังคงให้ระดับความแม่นยำที่ดีอยู่

**2.4.9 Genetic Algorithms for Feature Selection and Weighting, a Review and Study [22]**

ผู้วิจัยได้นำเสนองานวิจัยที่เคยมีการพยายามใช้จีเนติคอัลกอริธึมเพื่อที่จะคัดเลือกฟีเจอร์ในการเรียนรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) จากงานวิจัยต่างๆ ดังกล่าวสามารถชี้ให้เห็นได้ว่า การใช้จีเนติคอัลกอริธึมในการคัดเลือกฟีเจอร์สามารถที่จะลดจำนวนของฟีเจอร์โดยการตัดฟีเจอร์ที่ไม่มีความเกี่ยวข้องหรือที่ไม่จำเป็นออกไปในขณะที่ยังคงสามารถรักษาหรือเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกกลุ่มได้ และนอกจากนี้ยังได้นำเสนองานใหม่ที่ได้ใช้จีเนติคอัลกอริธึมในการหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้กับการจำแนกกลุ่มของระบบการเรียนรู้จำตัวอักษร (Character Recognition System)

จากหลายๆงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการถ่วงน้ำหนักให้กับฟีเจอร์ได้ระบุตรงกันว่า ประสิทธิภาพในการทำงานของการถ่วงน้ำหนักฟีเจอร์นั้นดีกว่าการคัดเลือกฟีเจอร์หรืออย่างน้อยที่สุดก็มีประสิทธิภาพที่เท่าเทียมกัน ผู้วิจัยจึงได้นำวิธีการถ่วงน้ำหนักฟีเจอร์มาใช้ในระบบการเรียนรู้จำตัวอักษรและทำการเปรียบความแม่นยำในการจำแนกกลุ่มกับวิธีการคัดเลือกฟีเจอร์ในกรณีต่างๆ ผลที่ได้ยังคงสนับสนุนข้อสมมติฐานที่ว่าวิธีการถ่วงน้ำหนักให้กับฟีเจอร์สามารถให้ความแม่นยำในการจำแนกกลุ่มได้ดีกว่าแต่ด้วยวิธีนี้จะทำให้ใช้เวลาในกระบวนการเพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว และสำหรับวิธีการคัดเลือกฟีเจอร์สามารถที่จะลดจำนวนฟีเจอร์ที่ใช้ในการทำการจำแนกกลุ่มออกไปได้มากกว่าร้อยละ 50 แต่ในเรื่องของการให้ความแม่นยำจะด้อยกว่าอีกวิธีหนึ่งร้อยละ 3-4 จากผลดังกล่าวทำให้เห็นได้ว่าทั้งสองวิธีมีส่วนที่ดีต่างกัน ผู้วิจัยจึงได้ทดลองใช้วิธีการทั้งสองรวมเข้าด้วยกันโดยจะใช้กี่ถ่วงหน้ำหนักฟีเจอร์ภายหลังจากการดำเนินการของการคัดเลือกฟีเจอร์ ผลที่ได้คือสามารถที่จะเพิ่มความแม่นยำได้มากกว่าเดิมร้อยละ 0.5 และลดจำนวนฟีเจอร์ได้น้อยลงกว่าเดิมอีกสองตัว และเมื่อเปรียบเทียบกันกับวิธีการจำแนกกลุ่มแบบธรรมดาจะมีความต่างในเรื่องของความแม่นยำถึงร้อยละ 5

**2.4.10 An Analysis of Multi-Point Crossover [24]**

ในเอกสารงานวิจัยฉบับนี้ได้แสดงผลของการวิเคราะห์ทฤษฎีของตัวดำเนินการการสลับสายพันธุ์แบบหลายตำแหน่ง (Multi-Point Crossover) ได้แก่ การสลับสายพันธุ์แบบ *n* ตำแหน่ง (*N*-Point Crossover) และการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์ม (Uniform Crossover) โดยจะเป็นการวิจัยเพิ่มเติมของการวิเคราะห์ของตัวดำเนินการสลับสายพันธุ์เพื่อความเข้าใจที่มากขึ้นในการที่จะใช้งานตัวดำเนินการดังกล่าว โดยวิเคราะห์เพิ่มเติมจากงานวิจัยดังต่อ

(1) ผลจากการวิเคราะห์ของฮอลแลนด์ (John Holland) ที่ได้ทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับการทำงานของจีเนติคอัลกอริธึมในการสร้างประชากรรุ่นลูกทำให้เกิดการถกเถียงกันในเรื่องของความโน้มเอียงในการแทน (Representational Bias) ที่มีอยู่ในการสลับสายพันธุ์แบบตำแหน่งเดียว

กล่าวคือการสลับสายพันธุ์ทำให้เกิดการแบ่งแยก (Disruption) ได้มากต่อตำแหน่งของไฮเปอร์เพลน (Hyperplane) ที่อยู่ห่างออกไป ต่อมาได้มีการวิจัยเพิ่มเติมจากงานดังกล่าวโดย เดอ ยอง (De Jong) ซึ่งได้กล่าวว่าการแบ่งแยกจะไม่เกิดขึ้นถ้าหากมีจำนวนตำแหน่งของการสลับสายพันธุ์เป็นจำนวนคู่และรวมถึงที่เท่ากับศูนย์เกิดขึ้นในระหว่างแต่ละตำแหน่งของไฮเปอร์เพลนที่ได้กำหนด (Defining Hyperplan) จากงานวิจัยดังกล่าว เดอ ยอง ได้กำหนดลำดับของไฮเปอร์เพลนให้เท่ากับ 2 และดูผลจากการเปลี่ยนแปลงของการแบ่งแยกบนลำดับของไฮเปอร์เพลนที่ได้กำหนดไว้ (2nd Order Hyperplanes) ในขณะที่ตำแหน่งของการสลับสายพันธุ์เพิ่มขึ้น ผลที่ได้คือตำแหน่งของการสลับสายพันธุ์ที่เป็นจำนวนคู่จะไม่มีการแบ่งแยกเกิดขึ้นและที่จำนวนตำแหน่งของการสลับสายพันธุ์ที่เท่ากับ 2 จะดีที่สุดสำหรับการสลับสายพันธุ์ของตำแหน่งที่เป็นจำนวนคู่บนลำดับของไฮเปอร์เพลนที่เท่ากับ 2

(2) ซิสเวอร์ดา (Syswerda) ได้เสนอการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์ม และได้ทำการวิเคราะห์ผลของการแบ่งแยกโดยเปรียบเทียบกับการสลับสายพันธุ์แบบตำแหน่งเดียวและสองตำแหน่ง ผลที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มมีประสิทธิภาพมากกว่า

(3) เอชเชลแมน (Eschelman) ได้ทำการวิเคราะห์ตัวดำเนินการสลับสายพันธุ์ในเรื่องของความโน้มเอียงของตำแหน่งและความโน้มเอียงของการกระจาย และได้แสดงผลของการทดลองโดยได้เสนอแนะไว้ว่าไม่ว่าจะเป็นการสลับสายพันธุ์แบบ $n$ ตำแหน่ง การสลับสายพันธุ์แบบชัฟเฟิลหรือการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์ม ไม่มีตัวดำเนินการสลับสายพันธุ์ตัวใดที่จะดีกว่ากันทั้งหมด

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์การแบ่งแยกที่เกิดจากการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มบน $k$ ลำดับของไฮเปอร์เพลน การแบ่งแยกของการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มจะไม่เหมือนกันกับการสลับสายพันธุ์แบบ $n$ ตำแหน่ง เนื่องจากในการสลับ

สายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มจะไม่มีความโน้มเอียงในการแทนข้อมูล เป็นที่เข้าใจได้ว่าไฮเปอร์เพลน *k* ลำดับทั้งหมดจะได้รับการแบ่งแยกเท่าๆกันโดยจะไม่สนใจว่าจะมีการกำหนดตำแหน่งของไฮเปอร์เพลนสั้นหรือยาวเท่าไหร่ และเป็นไปตามที่ผู้วิจัยได้คาดเอาไว้ว่าการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มจะไม่สามารถลดการแบ่งแยกให้น้อยลงได้ แต่ในบางกรณีของการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มก็ยังคงมีประสิทธิภาพที่ดี การเปรียบเทียบระหว่างการสลับสายพันธุ์ทั้งสองจะวัดจากการให้โครโมโซมรุ่นลูกที่แตกต่างจากพ่อแม่ (Productivity) โดยกำหนดให้ $P_c = 0.6$ ขนาดประชากรเท่ากับ 100 และพิจารณาจากปัญหาที่มีตัวแปรไบนารี 55 ตัวแปรซึ่งมีคำตอบเพียงหนึ่งเดียวที่มีความเหมาะสมเท่ากับ 1.0 (Fitness = 1.0) ผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการสลับสายพันธุ์แบบยูนิฟอร์มมีประสิทธิภาพมากกว่าการสลับสายพันธุ์แบบ 2 ตำแหน่ง

**2.4.11 Optimal Mutation Rates in Genetic Search [25]**

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองเปรียบเทียบอัตราการกลายพันธุ์เพื่อที่จะหาว่าอัตราการกลายพันธุ์ที่เท่าไหร่จึงจะมีความเหมาะสมที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของจีเนติคอัลกอริธึม จากการทดลองพบว่าฟังก์ชั่นความเหมาะสมที่เป็น “Unimodal Function” ได้บ่งชี้ว่าอัตราการกลายพันธุ์ที่เท่ากับ $\frac{1}{L}$ เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด และการลดอัตราการกลายพันธุ์ในระหว่างกระบวนการนั้นสามารถช่วยเพิ่มความเร็วให้กับกระบวนการค้นหาได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น และเมื่อฟังก์ชั่นความเหมาะสมเป็น “Multimodal Function” ผลจากการทดลองก็ยังบ่งชี้ว่าอัตราการกลายพันธุ์ที่เท่ากับ $\frac{1}{L}$ ยังคงมีประสิทธิภาพที่ดีอยู่และยังช่วยจัดการกับปัญหา “Local Optima” ได้เป็นอย่างดี

**2.4.12 Selective Mutation for Genetic Algorithms [26]**

ซอง ฮุน จอง (Sung Hoon Jung) ผู้ทำการวิจัยได้นำเสนอวิธีการในการปรับปรุงประสิทธิภาพของจีเนติคอัลกอริธึมที่เรียกว่า “Selective Mutation” ซึ่งสมาชิกแต่ละตัวจะถูกกลายพันธุ์โดยสัมพันธ์กันกับอันดับ (Rank) ของสมาชิกตัวนั้นๆ

ปัญหาในการเกิด “Premature Convergence” ในกรณีนี้สมาชิกหรือโครโมโซมจะตกเข้าไปในบริเวณที่เป็น “Local Optimum” และจะไม่สามารถออกมาจากบริเวณดังกล่าวได้ง่ายๆเนื่องจากตัวดำเนินการการกลายพันธุ์มีกำลังในการค้นหาที่ต่ำ และถ้าหากเราเพิ่มกำลังหรืออัตราในการกลายพันธุ์ให้สูงขึ้นก็จะทำให้การไปถึงคำตอบที่เหมาะสมช้าลง ผู้วิจัยจึงได้นำเสนอวิธีการใหม่ที่มีแนวคิดว่าสมาชิกตัวใดที่มีอันดับต่ำแสดงว่าสมาชิกตัวนั้นอยู่ไกลจากคำตอบที่เหมาะสมอยู่มาก ดังนั้นจึงจะต้องเพิ่มการกลายพันธุ์ในส่วนที่มีนัยสำคัญของสมาชิกตัวนั้นเพื่อที่ทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงอย่างมากกับสมาชิกตัวนั้น และสมาชิกตัวใดที่มีอันดับอยู่สูงก็แสดงว่าสมาชิกตัวนั้นอยู่ใกล้กับคำตอบที่เหมาะสมแล้ว ดังนั้นสมาชิกตัวนี้ก็จะถูกดำเนินการกลายพันธุ์ในส่วนที่มีนัยสำคัญน้อย ในส่วนของวิธี “Selective Mutation” นี้จะถูกเพิ่มเข้าในจีเนติคอัลกอริธึมหลังจากที่กลุ่มประชากรได้ผ่านกระบวนการการกลายพันธุ์และการประเมินค่าความเหมาะสมตามปรกติแล้ว

ในการทำสอบวิธีการที่ได้นำเสนอ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองกับฟังก์ชั่นในการหาผลลัพธุ์สี่แบบ ผลที่ได้คือวิธีการดังกล่าวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับจีเนติคอัลกอริธึมโดยที่ช่วยให้สามารถค้นหา “Global Optimum” ได้เร็วขึ้นและหลีกเลี่ยงในการเกิด “Premature Convergence”

### 2.4.13 Adaptive mutation in genetic algorithms [27]

งานวิจัยฉบับนี้ได้กล่าวถึงผลเสียที่เกิดจาก “Constant Mutation Rate” ที่มีแนวโน้มที่จะทำให้สมาชิกตัวที่มีค่าความเหมาะสมสูงเกิดการเปลี่ยนแปลงหรือสูญหายจากกระบวนการของการกลายพันธุ์ได้ เนื่องจากทฤษฎีเรื่อง “Schemata” สมาชิกตัวที่มีค่าความเหมาะสมสูงจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นการเกิด “Disruption” ต่อสมาชิกดังกล่าวจะส่งผลต่อกระบวนการค้นหาคำตอบของจีเนติคอัลกอริธึม เนื่องจากจะทำให้รูปแบบของการเกิดสมาชิกที่ดีเสียหายไป จึงมีการนำเสนอกลไกของการกลายพันธุ์รูปแบบใหม่ขึ้นมาโดยที่การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นกับสมาชิกตัวที่มีค่าความเหมาะสมสูงจะเกิดขึ้นในส่วนของบิทที่มีค่าประจำหลักหรือมีนัยสำคัญน้อย เพื่อป้องกัน “Schemata” ในส่วนของบิทที่มีนัยสำคัญสูงไม่ให้เกิดความเสียหาย และใน

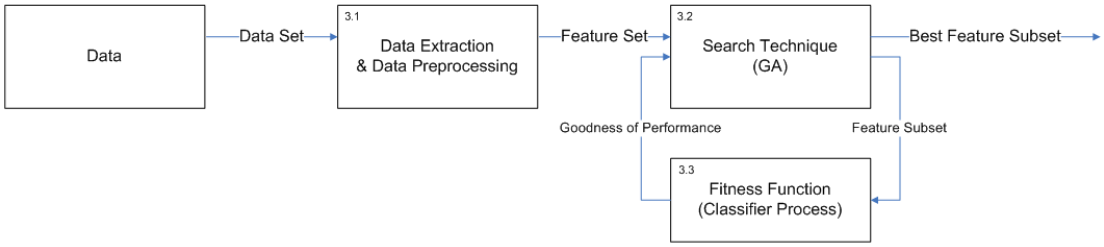
กรณีของการเกิดการกลายพันธุ์กับสมาชิกตัวที่มีความเหมาะสมต่ำ การกลายพันธุ์ก็จะสมารถเกิดขึ้นได้ตลอดทั้งบิทสตริงเพื่อต้องการให้เกิด “Schemata” ที่ดีกว่าเดิม

จากการทดสอบนำไปใช้ในการค้นหาคำตอบของฟังก์ชั่นพบว่าอัลกอริธึมดังกล่าวสามารถช่วยลดโอกาสของการเกิด “Disruption” กับสมาชิกตัวที่มีความเหมาะสมสูง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มการค้นหาในส่วนของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสมาชิกตัวที่มีค่าความเหมาะสมต่ำได้เป็นอย่างดี และจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการค้นหาคำตอบกับการกลายพันธุ์ด้วยวิธีดั้งเดิมพบว่าการกลายพันธุ์รูปแบบใหม่สามารถทำการค้นหาคำตอบได้รวดเร็วกว่าและยังได้คำตอบที่ดีกว่าในทุกๆรุ่นหรือรอบของกระบวนการ

# บทที่ 3

## วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้จะอธิบายถึงวิธีการดำเนินการวิจัยซึ่งวิทยานิพนธ์นี้ได้นำเทคนิคการทำเหมืองข้อมูลเข้ามาเพื่อทำการค้นหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาโดยใช้จีเนติคอัลกอริธึมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อค้นหาคุณลักษณะดังกล่าวของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550 จนถึงปีการศึกษา 2552 โดยแบ่งตามคณะ/สาขาวิชาเป็นสองกลุ่มได้แก่ กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ คณะอุตสาหกรรมเกษตรและกลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ซึ่งมีคณะวิทยาการจัดการ คณะศิลปศาสตร์ คณะนิติศาสตร์ และคณะเศรษฐศาสตร์ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยนี้คือ ข้อมูลพื้นฐานของนักศึกษาโดยแบ่งเป็นสองกลุ่มข้อมูลได้แก่ ข้อมูลของนักศึกษาก่อนที่จะเข้าศึกษาในระดับอุดมศึกษา เช่น ข้อมูลผลการเรียนเฉลี่ย (GPA) ระดับคะแนนวิชาสามัญ (O-NET) และวิชาเฉพาะ (A-NET) เป็นต้น ข้อมูลอีกกลุ่มหนึ่งคือข้อมูลของนักศึกษาหลังจากที่ได้เข้ามาศึกษาในระดับอุดมศึกษาแล้ว เช่น ข้อมูลการลงทะเบียนเรียนในแต่ละรายวิชา เกรดผลการเรียนแต่ละรายวิชา เป็นต้น ซึ่งสามารถแสดงเป็นขอบข่ายงานได้ดังภาพที่ 3-1




**ภาพที่ 3-1:** แสดงขอบข่ายงานของการค้นหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษา

จากขอบข่ายงานดังภาพที่ 3-1 ซึ่งเป็นขั้นตอนของการค้นหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลักสามขั้นตอนดังนี้คือ

## 3.1 การดึงข้อมูลที่สำคัญจากข้อมูลดิบและการเตรียมข้อมูล (Feature Extraction & Data Preprocessing)

เป็นขั้นตอนเริ่มต้นของการค้นหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญหรือมีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่เกี่ยวกับการการดึงเอาคุณลักษณะที่สำคัญและนำมาทำการปรับปรุงข้อมูลเพื่อให้มีความพร้อมต่อการนำมาทำการวิเคราะห์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

### 3.1.1 การดึงข้อมูลที่สำคัญจากข้อมูลดิบ

เป็นการคัดเลือกเอาข้อมูลที่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาจากข้อมูลทั้งหมด โดยที่ข้อมูลที่นำเอามาใช้ในงานวิจัยนี้เป็นข้อมูลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550 จนถึงปีการศึกษา 2552 โดยแบ่งตามคณะ/สาขาวิชาเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและกลุ่มสาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ ข้อมูลที่ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์นี้ประกอบด้วยข้อมูลสองส่วนคือ

1) ข้อมูลพื้นฐานของและข้อมูลลงทะเบียนของนักศึกษา ที่ได้มาจากงานทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-1

**ตารางที่ 3-1:** แสดงข้อมูลจากงานทะเบียนและประมวลผล

| ข้อมูลพื้นฐาน | ข้อมูลลงทะเบียน |
|---|---|
| รุ่นปี | รุ่นปี |
| รหัสนักศึกษา | รหัสนักศึกษา |
| ชื่อ | เทอม |
| นามสกุล | ปี |
| รหัสวิธีสอบเข้า | รหัสวิชา |
| วิธีสอบเข้า | ชื่อวิชา |

| ข้อมูลพื้นฐาน | ข้อมูลลงทะเบียน |
|---|---|
| กลุ่มเรียน | ตอน |
| รหัสสาขาวิชา | หน่วยกิต |
| สาขาวิชา | เกรด |
| รหัสเพศ | - |
| เพศ | - |
| รหัสสถานภาพ | - |
| สถานภาพ | - |
| โรงเรียนตอนมัธยม | - |
| โรงเรียนในจังหวัด | - |
| GPA ตอนจบปี 1 | - |
| GPA ตอนจบการศึกษา | - |
| วันที่จบ | - |

2) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการสอบคัดเลือกของนักศึกษา ที่ได้มาจากงานรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งประกอบด้วย

(1) รหัสนักศึกษา

(2) คำนำหน้า

(3) ชื่อ

(4) นามสกุล

(5) เลขบัตรประชาชน

(6) ชื่อโรงเรียน

(7) CAP_ID

(8) FAC_ID

(9) ชื่อคณะ

(10) ชื่อสาขา

(11) UNIVERSITY

(12) คำนำหน้า

(13) ชื่อบิดา

(14) นามสกุลบิดา

(15) คำนำหน้า

(16) ชื่อมารดา

(17) นามสกุลมารดา

(18) ที่อยู่

(19) เบอร์โทร

(20) O-NET01

(21) O-NET02

(22) O-NET03

(23) O-NET04

(24) O-NET05

(25) O-NET06_1

(26) O-NET06_2

(27) O-NET06_3

(28) A-NET11

(29) A-NET12

(30) A-NET13

(31) A-NET14

(32) A-NET15

(33) A-NET31

(34) A-NET32

(35) A-NET33

(36) A-NET34

(37) A-NET35

(38) A-NET36

(39) SPAC37

(40) SPAC38

(41) SPAC39

(42) SPAC40

(43) SPAC41

(44) SPAC42

(45) SPAC43

(46) SPAC44

(47) SPAC45

(48) SPAC46

(49) SPAC47

(50) วิธีการรับ

จากการตรวจสอบข้อมูลที่ได้นำมาจากแหล่งข้อมูลทั้งสองนั้นพบว่ายังมีข้อมูลบางตัวที่ไม่มีความจำเป็นหรือไม่มีความเกี่ยวข้องกับวัตถุประสงค์ของการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ดังนั้นจึงต้องทำการคัดเลือกหรือดึงเอาข้อมูลที่ไม่มีความจำเป็นเหล่านั้นออกไปเช่น ข้อมูลของผู้ปกครอง ข้อมูลที่อยู่หรือสำหรับติดต่อของนักศึกษา รหัสนักศึกษาและเลขบัตรประชาชน เป็นต้น

**3.1.2 การเตรียมข้อมูล**

ภายหลังจากการคัดเลือกข้อมูลหรือคุณลักษณะที่ต้องการได้แล้ว ข้อมูลดังกล่าวก็จะต้องนำมาทำการเตรียมข้อมูลเพื่อให้มีความเหมาะสมต่อการนำไปวิเคราะห์ในแต่ละเทคนิคซึ่งสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนของการเตรียมข้อมูลได้ดังนี้

1) การทำความสะอาดข้อมูล

เป็นการเติมข้อมูลที่ขาดหายไปให้มีความสมบูรณ์ ซึ่งจากข้อมูลที่ได้นำมานั้นพบว่ายังมีข้อมูลที่ยังสูญหาย และการทำให้ข้อมูลนั้นสมบูรณ์เราก็จะทำการตรวจสอบกับฐานข้อมูลอื่นที่มีความสัมพันธ์กันเพื่อเช็คดูว่าข้อมูลที่หายไปนั้นคือ

อะไรแล้วจึงป้อนข้อมูลกลับไปให้ครบ และในบางกรณีที่ข้อมูลนั้นไม่มีเนื่องจากไม่ได้อยู่ในเงื่อนไขทางด้านการศึกษาก็จะกำหนดให้ค่าข้อมูลนั้นเท่ากับ -1 เช่น ข้อมูลของ ONET ที่นักศึกษาผู้ซึ่งเข้ามาด้วยวิธีการรับตรงจะไม่มีข้อมูลเหล่านี้เป็นต้น

2) การรวบรวมข้อมูล

เป็นการนำเอาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทั้งสองคือ งานทะเบียนและประมวลผลกับงานรับนักศึกษามารวมกันเพื่อที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งข้อมูลทั้งสองแหล่งจะถูกนำมาจัดเรียงใหม่และจัดรูปแบบของไฟล์เสียใหม่เพ่อให้มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้

3) การแปลงข้อมูล

ภายหลังจากการรวบรวมข้อมูลแล้วข้อมูลที่ไม่ใช่ตัวเลข (Numeric Data) ก็จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของตัวเลข ดังตารางที่ 3-2 หากข้อมูลดังกล่าวมีนัยสำคัญโดยลำดับของตัวมันเอง ข้อมูลที่มีนัยสำคัญมากจะถูกแปลงให้เป็นตัวเลขที่มีค่าน้อย ในทางกลับกันข้อมูลที่มีนัยสำคัญน้อยก็จะถูกแปลงให้เป็นตัวเลขที่มีค่าที่มากกว่า เช่นเกรดและกลุ่มเรียนเป็นต้น เพื่อให้สอดคล้องกับฟังก์ชั่นในการประเมินผลข้อมูล (inimize Function)

**ตารางที่ 3-2:** แสดงตัวอย่างการแปลงข้อมูลเกรดให้เป็นตัวเลข

| เกรด | แปลงข้อมูล |
|---|---|
| A | 1.0 |
| B+ | 1.5 |
| B | 2.0 |
| C+ | 2.5 |
| C | 3.0 |
| D+ | 3.5 |
| D | 4 |
| E | 5 |

และภายหลังจากการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของตัวเลขแล้ว ข้อมูลดังกล่าวก็จะถูกทำการนอร์มอลไลซ์ ( in - ax Norma ization ) ให้มีค่าอยู่ในช่วงของ 0 ถึง 1 [0 1] เพื่อช่วยเพิ่มความเร็วในกระบวนการเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมและเพื่อป้องกันความต่างของค่าข้อมูลที่อาจมีความต่างกันมาก [1]

4) การลดจำนวนข้อมูล

เป็นการลดจำนวนของชุดข้อมูลลง เช่นข้อมูลที่แทบจะไม่มีหรือไม่มีผลต่อการวิเคราะห์ โดยจากข้อมูลที่มีอยู่นั้นจะพบว่าภายหลังจากการทำความสะอาดข้อมูลแล้วก็ยังมีข้อมูลอีกจำนวนหนึ่งที่ยังไม่สมบูรณ์ อันเนื่องมาจากปัญหาของอุปกรณ์จัดเก็บข้อมูลของแหล่งข้อมูล ข้อมูลดังกล่าวก็จะถูกตัดออกไป

**ตารางที่ 3-3:** แสดงข้อมูลที่ถูกตัดออกไปหลังจากขั้นตอนของการเตรียมข้อมูล

| **งานทะเบียนและประมวลผล** | **งานรับนักศึกษา** |
|---|---|
| รุ่นปี | รหัสนักศึกษา |
| รหัสนักศึกษา | คำนำหน้า |
| ชื่อ | ชื่อ |
| นามสกุล | นามสกุล |
| วิธีสอบเข้า | เลขบัตรประชาชน |
| สาขาวิชา | CA P_ID |
| เพศ | FAC_ID |
| รหัสสถานภาพ | ชื่อคณะ |
| สถานภาพ | ชื่อสาขา |
| GPA ตอนจบปี 1 | UNIVERSITY |
| GPA ตอนจบการศึกษา | ชื่อบิดา |
| วันที่จบ | นามสกุลบิดา |
| เทอม | ชื่อมารดา |
| ปี | นามสกุลมารดา |
| ชื่อวิชา | ที่อยู่ |

| งานทะเบียนและประมวลผล | งานรับนักศึกษา |
|---|---|
| ตอน | เบอร์โทร |
| หน่วยกิต | O-NET01 |
| - | O-NET02 |
| - | O-NET03 |
| - | O-NET04 |
| - | O-NET05 |
| - | O-NET06_1 |
| - | O-NET06_2 |
| - | O-NET06_3 |
| - | A-NET11 |
| - | A-NET12 |
| - | A-NET13 |
| - | A-NET14 |
| - | A-NET15 |
| - | A-NET31 |
| - | A-NET32 |
| - | A-NET33 |
| - | A-NET34 |
| - | A-NET35 |
| - | A-NET36 |
| - | SPAC37 |
| - | SPAC38 |
| - | SPAC39 |
| - | SPAC40 |
| - | SPAC41 |
| - | SPAC42 |
| - | SPAC43 |
| - | SPAC44 |

| งานทะเบียนและประมวลผล | งานรับนักศึกษา |
|---|---|
| - | SPAC45 |
| - | SPAC46 |
| - | SPAC47 |
| - | วิธีการรับ |

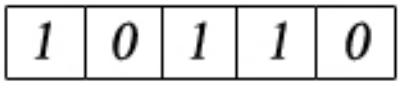
## 3.2 การคัดเลือกคุณลักษณะ Feature Selection)

งานที่อยู่ในขอบเขตของการรู้จำ (Pattern recognition) ซึ่งได้แก่ การจำแนกข้อมูล (C assification) ของคุณลักษณะ (Feature) ถือเป็นสิ่งที่มีลักษณะพิเศษที่จะสามารถจำแนกหมวดหมู่สิ่งของอย่างหนึ่งออกจากอีกอย่างหนึ่งได้อย่างมีนัยสำคัญ [21, 22] ดังนั้นการเลือกหรือกำหนดตัวของคุณลักษณะจึงมีความสำคัญต่อการจำแนกข้อมูล วิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเอาเทคนิคที่มีชื่อว่าจีเนติคอัลกอริธึมเข้ามาช่วยในการคัดเลือกคุณลักษณะดังกล่าว โดยที่การอธิบายถึงขั้นตอนของกระบวนการนี้จะอ้างอิงถึงภาพที่ 2-7 ซึ่งเป็นผังงานของจีเนติคอัลกอริธึมดังนี้

### 3.2.1 การสร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้น

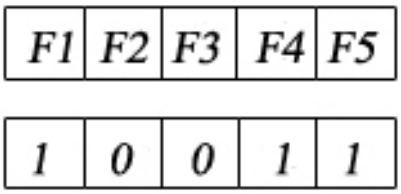
กลุ่มประชากรก็คือการรวมกันของสมาชิก โดยที่สมาชิกแต่ละตัวในจีเนติคอัลกอริธึมจะหมายถึงคำตอบที่มีความเป็นไปได้สำหรับปัญหานั้นๆ ซึ่งแต่ละปัญหาที่จะทำการหาคำตอบนั้นขนาดของกลุ่มประชากรจะขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของปัญหา โดยที่มีแนวคิดอยู่ว่าการมีขนาดกลุ่มประชากรเริ่มต้นที่ใหญ่นั้นจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาพื้นที่ของคำตอบ (So ution Space) ได้ทั่วถึงยิ่งขึ้น [15] แต่การมีขนาดกลุ่มประชากรที่ใหญ่นั้นก็ยังหมายถึงการใช้เวลาในกระบวนการของจีเนติคอัลกอริธึมและหน่วยความจำที่จะต้องเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้าหากกลุ่มประชากรขาดความหลากหลายซึ่งหมายถึงกลุ่มประชากรมีขนาดเล็ก ตัวอัลกอริธึมก็จะทำการค้นหาคำตอบเพียงแค่ส่วนหนึ่งของพื้นที่ที่ทำการค้นหาเท่านั้น ดังนั้นการกำหนดถึงขนาดของกลุ่มประชากรจึงต้องมีความสอดคล้องกับตัวดำเนินการที่เลือกใช้ด้วย โดยใน

วิทยานิพนธ์นี้ได้กำหนดให้กลุ่มประชากรมีขนาดเท่ากับ 20 เนื่องจากการในทดลองรันกับขนาดกลุ่มประชากรที่มากกว่าเช่น 50 และ 100 จะใช้เวลาในกระบวนการมาก




**ภาพที่ 3-2:** แสดงตัวอย่างของสมาชิก/การแทนค่าในแต่ละตำแหน่งของตัวสมาชิก

สมาชิกหรือโครโมโซมในแต่ละตัวจะถูกแทนค่าในแต่ละตำแหน่งด้วย 0 หรือ 1 ซึ่งจะมีลักษณะที่เป็นบิทสตริง (Bit String) ดังภาพที่ 3-2 ณ ตำแหน่งบนบิทสตริงที่เป็น '1' หมายความว่า ตำแหน่งของคุณลักษณะที่สัมพันธ์กับบิทนั้นจะถูกเลือก และในบิทที่เป็น '0' จะหมายความว่าไม่เลือกคุณลักษณะตัวที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของบิทนั้น [21-23] ซึ่งสามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3-3 เมื่อคุณลักษณะตัวที่ถูกเลือกคือ คุณลักษณะที่ 1, 4 และ 5 (F1, F4, F5)




**ภาพที่ 3-3:** แสดงความสัมพันธ์ของการแทนค่ากับชุดคุณลักษณะ

### 3.2.2 การประเมินค่าความเหมาะสมของสมาชิก

ภายหลังจากที่ได้สร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้นขึ้นมาตามขนาดที่ต้องการแล้ว สมาชิกทั้งหมดจะถูกนำมาประเมินค่าความเหมาะสม (Fitness Value) จากฟังก์ชั่นการประเมิน (Objective Function) ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 3.3 ต่อไป

### 3.2.3 การตรวจสอบเงื่อนไข

เป็นการกำหนดเงื่อนไขของการหยุดทำงานของจีเนติคอัลกอริธึม ซึ่งได้กำหนดให้เท่ากับจำนวนของรุ่นที่เท่ากับ 100 เมื่อการทำงานของจีเนติคอัลกอริธึมดำเนินหรือกระทำซ้ำมาจนถึงรุ่นที่ 100 ก็จะหยุดการทำงานและสมาชิกตัวที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดก็จะถูกเลือกมาเป็นคำตอบที่ดีที่สุด

เมื่อพิจารณาถึงสมาชิกหรือชุดของคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมมากที่สุดจะพบว่าในระดับของความเหมาะสมที่มากที่สุดนั้นจะมีของชุดคุณลักษณะที่แตกต่างกันสามารถที่จะบ่งชี้ถึงหรือมีนัยสำคัญต่อการเรียนอ่อนของนักศึกษาได้เหมือนๆกัน จากลักษณะดังกล่าวที่ปรากฏสามารถกล่าวได้ว่าพื้นที่ของคำตอบมีลักษณะที่เป็น ulti- oda Function [21] ดังนั้นเงื่อนไขในการค้นหาคำตอบที่เหมาะสมจึงถูกกำหนดให้เป็นไปตามจุดประสงค์หลักของการคัดเลือกคุณลักษณะซึ่งก็คือ มีการลดจำนวนของคุณลักษณะที่ใช้ในการจำแนกข้อมูลให้น้อยลงได้มากที่สุด ในขณะที่ยังคงรักษาหรือเพิ่มความแม่นยำให้กับการจำแนกกลุ่มข้อมูลได้ดีที่สุด [22, 23]

### 3.2.4 ตัวดำเนินการคัดเลือก

จากที่ได้กำหนดให้กลุ่มประชากรมีขนาดเท่ากับ 20 นั้นสามารถช่วยย่นระยะเวลาในกระบวนการค้นหาของจีเนติคอัลกอริธึมลงมาได้กว่าร้อยละ 50 แต่ในทางกลับกันก็จะทำให้เสี่ยงที่จะเกิดปัญหา Premature Convergence เนื่องจากกลุ่มประชากรที่มีขนาดเล็กย่อมหมายถึงการขาดความหลากหลายทางข้อมูล ดังนั้นในการเลือกใช้ตัวดำเนินการในการคัดเลือกจะต้องคำนึงถึง Se ective Pressure ที่สัมพันธ์กับกลไกการคัดเลือกแต่ละชนิด การเลือกใช้จึงควรเลือกใช้อัลกอริธึมการคัดเลือกที่มี Se ective Pressure ที่ต่ำ ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้ Unbiased Tournament Se ection [16] ซึ่งจะทำให้สมาชิกทุกตัวมีโอกาสที่จะได้ถูกคัดเลือกเท่าๆกัน ซึ่งช่วยป้องกันการเกิด Premature Convergence ได้ในระดับหนึ่ง

### 3.2.5 ตัวดำเนินการสลับสายพันธุ์

รูปแบบของการสลับสายพันธ์สามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทใหญ่ๆคือ การแชร์ข้อมูลแบบบิทและการแชร์ข้อมูลแบบกลุ่ม เช่นการสลับสายพันธุ์แบบ

*N*-Point และ Uniform Crossover ตามลำดับ จากงานวิจัยใน [24] ได้ทำการวิเคราะห์รูปแบบของการสลับสายพันธุ์ทั้งสองประเภทที่ได้กล่าวมาซึ่งพบว่า การแชร์ข้อมูลแบบกลุ่มและแบบบิทที่ $N > 2$ จะให้ความหลากหลายทางข้อมูลของตัวสมาชิกได้มากกว่าในกลุ่มประชากรที่มีขนาดเล็กเนื่องจากมีเกิดการ Disruption ที่สูงกว่าการสลับสายพันธุ์แบบอื่นๆ ดังนั้นการเลือกใช้การสลับสายพันธุ์แบบ Uniform Crossover จึงเป็นทางเลือกที่มีความเหมาะสมมากกว่าสำหรับกลุ่มประชากรที่มีขนาดเล็ก

### 3.2.6 ตัวดำเนินการกลายพันธุ์

การกลายพันธุ์เป็นอีกตัวดำเนินการหนึ่งที่มีหน้าที่ในการนำเสนอข้อมูลใหม่ๆเข้าสู่กลุ่มประชากรโดยมีวิธีการสลับบิทบนบิทสตริงของตัวสมาชิก ซึ่งจะทำให้ข้อมูลของตัวสมาชิกเกิดการเปลี่ยนแปลงที่อาจทำให้เกิดเป็นสมาชิกตัวใหม่หรือข้อมูลใหม่ๆเข้าสู่กลุ่มประชากรได้ โดยที่การกลายพันธุ์ที่จะเกิดขึ้นนั้นจะมีความสัมพันธ์กับค่าของโอกาสในการเกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งเราสามารถที่จะกำหนดให้มีการเกิดการกลายพันธุ์ที่มากขึ้นหรือน้อยลงด้วยการกำหนดอัตราการกลายพันธุ์ให้สูงขึ้นเมื่อต้องการให้มีการกลายพันธุ์ที่มากขึ้น หรือกำหนดอัตราดังกล่าวให้น้อยลงเมื่อต้องการลดการกลายพันธุ์ให้เกิดขึ้นน้อยลง แต่ทั้งนี้อัตราของการกลายพันธุ์จะต้องถูกควบคุมให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมเนื่องจากถ้าหากเรามีการกำหนดให้อัตราของการกลายพันธุ์สูงกว่าปรกติ ข้อมูลที่เกิดขึ้นภายหลังจากกระบวนการของการสลับสายพันธุ์จะมีฉนวโน้มที่จะสูญหายหรือถูกทำลายด้วยการกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้น และทำให้ลักษณะของการได้ข้อมูลใหม่มานั้นไม่แตกต่างจากการสุ่ม (Random) มากนัก ซึ่งจะขัดกับหลักการของจีเนติคอัลกอริธึมโดยสิ้นเชิง และในทางกลับกันถ้าหากมีการกำหนดให้มีกอัตราของการกลายพันธุ์ที่ต่ำจนเกินไปก็จะทำให้เกิดการกลายพันธุ์ที่น้อยมากหรือแทบจะไม่เกิดขึ้นเลย ซึ่งจะทำให้สมาชิกใหม่หรือข้อมูลใหม่ส่วนใหญ่หรืออาจทั้งหมดที่จะเกิดขึ้นมานั้นมาจากกระบวนการของการสลับสายพันธุ์เท่านั้น ซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการหาคำตอบของจีเนติคอัลกอริธึมเช่นกัน เนื่องจากสมาชิกที่เกิดขึ้นจากการสลับสายพันธุ์นั้นมีแนวโน้มที่จะเกิดความซ้ำซ้อนทางข้อมูลสูง ดังนั้นหากอาศัยการสร้างสมาชิกรุ่นใหม่จากการสลับสายพันธุ์

เพียงอย่างเดียวนั้นอาจทำให้กระบวนการค้นหาคำตอบของจีเนติคอัลกอริธึมถูกจำกัดหรือเกิดขึ้นเพียงบางส่วนในพื้นที่ของคำตอบทั้งหมดเท่านั้น ดังนั้นหากสามารถที่จะควบคุมอัตราของการเกิดการกลายพันธุ์ให้มีความเหมาะสมได้ก็จะสามารถที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของจีเนติคอัลกอริธึมได้อีกทางหนึ่ง

รูปแบบของการกลายพันธุ์อาจถูกแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบตามลักษณะของการเข้ารหัสตัวสมาชิกเป็นตัวเลขได้แก่การเข้ารหัสแบบไบนารี (Binary utation) และการเข้ารหัสแบบจำนวนจริง (Rea Va ued utation) และสำหรับปัญหาที่เราให้ความสนใจกับการวิจัยนี้จะใช้รูปแบบการกลายพันธุ์สำหรับการเข้ารหัสแบบไบนารี โดยที่การกลายพันธุ์ในลักษณะนี้จะมีอัตราการกลายพันธุ์อยู่ที่ $\frac{1}{L}$[25] ซึ่งเป็นอัตราการกลายพันธุ์ที่ได้ถูกแนะนำว่ามีความเหมาะสมในการใช้งาน เมื่อ $L$ คือขนาดหรือความยาวของบิทสตริง ทำให้อัตราการกลายพันธุ์มีความสัมพันธ์กับความยาวของบิทสตริงเป็นผลให้อัตราของการกลายพันธุ์มีความยืดหยุ่นมากขึ้นกว่าอัตราการกลายพันธุ์ที่เคยถูกกล่าวถึงมาก่อน (Constant utation Rate ) และจากความสัมพันธ์ของอัตราการกลายพันธุ์ที่มีต่อความยาวของบิทสตริง พบว่าหากมีการใช้อัตราการกลายพันธุ์ดังกล่าวกับชุดข้อมูลที่มีขนาดใหญ่จะทำให้อัตราการกลายพันธุ์ลดต่ำลงมาก ส่งผลให้มีโอกาสของการกลายพันธุ์ที่น้อยลงทำให้เกิดความหลากหลายทางข้อมูล นอกจากนี้หากพิจารณาถึงโอกาสในการสูญหายของข้อมูลหรือตัวสมาชิกแล้วจะเห็นได้ว่าสมาชิกทุกตัวในกลุ่มประชากรจะมีโอกาสที่จะสูญหายจากกระบวนการกลายพันธุ์ด้วยโอกาสที่เท่ากันคือ $\frac{1}{L}$ ซึ่งหมายความว่าในกลุ่มประชากรหนึ่งๆไม่ว่าสมาชิกจะมีค่าความเหมาะสมมากหรือน้อยเพียงใดก็จะมีโอกาสที่จะสูญหายเท่าๆกัน แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นในลักษณะนี้สามารถที่จะนำวิธีการกลายพันธุ์ซึ่งมีแนวคิดอัตราการกลายพันธุ์ที่มีความยืดหยุ่นเข้ามาช่วยได้เช่น การกลายพันธุ์ที่มีอัตราการกลายพันธุ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้ (Adaptive utation Rate) ด้วยแน วคิดนี้เราสามารถที่จะหลีกเลี่ยงปัญหาของการสูญเสียข้อมูลตัวที่มีความเหมาะสมสูงไปในกระบวนการกลายพันธุ์ได้โดยที่อัตราการกลายพันธุ์นั้นจะมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความ

เหมาะสมของสมาชิก [26, 27] เมื่อพิจารณาถึงการทำงานของอัลกอริธึมทั้งสามจะเห็นว่า อัลกอริธึมดังกล่าวนั้นถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับปัญหาที่มีลักษณะเป็นการหาคำตอบของฟังก์ชั่น ดังนั้นการนำเอาอัลกอริธึมดังกล่าวมาใช้งานเพื่อลดปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้นอาจเป็นทางเลือกที่ไม่เหมาะสมนัก แต่ทั้งนี้จากการศึกษาถึงรูปแบบการกลายพันธุ์ในลักษณะต่างๆทำให้เห็นได้ชัดว่าการกลายพันธุ์ที่มีอัตราการกลายพันธุ์ที่สามารถปรับเปลี่ยนได้นั้นมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้มากกว่าการกลายพันธุ์แบบเดิมๆ

ในงานวิจัยนี้จึงได้นำเอาแนวคิดของ Adaptive mutation รูปแบบต่างๆมาสร้างเป็นอัลกอริธึมที่ใช้สำหรับปัญหาที่มีการเข้ารหัสตัวสมาชิกแบบไบนารีโดยที่แต่ละบิทไม่ได้มีค่านัยสำคัญหรือค่าประจำหลักเช่นปัญหาของการคัดเลือกคุณลักษณะเป็นต้น โดยมีอัลกอริธึมดังนี้

$P(t)$ = Population at generation $t$

After do crossover

    evaluate $P(t)$

    do algorithm

        sort $P(t)$ with fitness and rank

        divide the rank into $N$ groups, $P_j$

        for $i$ = 1 to $n$

            if $rank_i \in P_j$ && mutation occurs

                do mutation with $pm$ (depend on algorithm)

            end if

        end for

end

จากอัลกอริธึมการทำงานด้านบนสามารถที่จะอธิบายการทำงานได้ดังนี้ การทำงานของอัลกอริธึมการกลายพันธุ์จะเกิดขึ้นตามปรกติภายหลังจากการสลับสายพันธุ์ สมาชิกทุกตัวจะถูกวัดค่าความเหมาะสม หลังจากนั้นสมาชิกทั้งหมดในกลุ่ม

ประชากรจะถูกจัดอันดับและทำการแบ่งกลุ่มตามค่าความเหมาะสมออกเป็น $N$ กลุ่ม แต่ละกลุ่มจะมีอัตราการกลายพันธุ์ที่ต่างกัน สมาชิกในกลุ่มที่มีค่าความเหมาะสมต่ำจะมีอัตราการกลายพันธุ์ที่สูงกว่าปรกติ ตัวอย่างเช่น สมมติให้ในกลุ่มประชากรมีอันดับของสมาชิกอยู่ทั้งหมด 4 อันดับคืออันดับที่ 1-4 และกำหนดให้ $N = 2$ ดังนั้น เราจะมีกลุ่มของอันดับทั้งหมดสองกลุ่ม ($P_{1,}P_2$) โดยที่กลุ่มแรก ($P_1$) จะประกอบด้วยสมาชิกที่มีอันดับ 1 และ 2 ซึ่งสมาชิกในกลุ่มนี้จะมีโอกาสเกิดการกลายพันธุ์แค่ $\frac{1}{L \div 1}$ กลุ่มที่สอง ($P_2$) ก็จะประกอบด้วยสมาชิกที่มีอันดับ 3 และ 4 สมาชิกในกลุ่มนี้จะมีโอกาสเกิดการกลายพันธุ์เป็น $\frac{1}{L \div 2}$ จากตัวอย่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่าสมาชิกตัวที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเหมาะสมต่ำจะมีอัตราของการกลายพันธุ์เป็นสองเท่าของสมาชิกที่อยู่ในกลุ่มที่มีความเหมาะสมที่สูง

ในการทดสอบการทำงานของอัลกอริธึมที่ได้นำเสนอนั้น จะแบ่งการทดสอบออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือทำการเปรียบเทียบกับอัลกอริธึมการกลายพันธุ์ที่มีอยู่แล้วในปัจจุบันได้แก่ F ipping utation และ S e ective utation ซึ่งคือ A gorithm ที่ 1 ถึง 3 ส่วนที่สองคือเปรียบเทียบระหว่างค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับอัลกอริธึมซึ่งได้แก่ จำนวนการแบ่งกลุ่มของสมาชิก จำนวนของสมาชิกในแต่ละกลุ่มที่ถูกแบ่ง และอัตราของการกลายพันธุ์ของแต่ละกลุ่ม ซึ่งคือ A gorithm ที่ 4 ถึง 7 โดยที่มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) A gorithm1 คือ F ipping utation [25] ที่มี $pm = \frac{1}{L \div j}$ ในอัลกอริธึมนี้ใช้การกลายพันธุ์แบบดั้งเดิมโดยไม่มีการแบ่งแบ่งกลุ่มสมาชิกตามอันดับค่าความเหมาะสมแต่อย่างใด ดังนั้นค่า $j$ จึงมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ
2) A gorithm2 คือ Se ective utation [26] ที่ถูกดัดแปลง จำนวนของตำแหน่งที่สามารถที่จะเกิดการกลายพันธุ์จากเดิมที่ถูกจำกัดให้เกิดแค่เพียงตำแหน่งเดียวมาเป็นไม่จำกัดจำนวน เนื่องจากเมื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมกับปัญหาของการคัดเลือกคุณลักษณะแล้วการกำหนดให้ตำแหน่งของการกลายพันธุ์สามารถเกิดขึ้น

ได้มากกว่า 1 ตำแหน่ง จะให้ประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบและระยะเวลาที่ใช้ในการค้นหาคำตอบที่ดีกว่า

3) A gorithm3 คือ A gorithm2 ที่ทำการตัดเอาขั้นตอนของการกลายพันธุ์แบบปรกติออกไปเพื่อทำการสังเกตถึงรูปแบบและจำนวนครั้งของการกลายพันธุ์ที่มีอยู่ใน A gorithm2 ว่าสิ่งไหนที่มีผลต่อการทำงานมากกว่ากัน

4) A gorithm4 จะใช้อัลกอริธึมการทำงานของการกลายพันธุ์ตามอัลกอริธึมที่ได้แสดงข้างต้น เมื่อกำหนดให้ค่าพารามิเตอร์ $N = 2$ และ $pm = \frac{1}{L \div j}$ โดยมีการแบ่งจำนวนของสมาชิกในแต่ละกลุ่มออกเป็น 50:50

5) A gorithm5 ใช้ค่าพารามิเตอร์ $N$ และ $pm$ เช่นเดียวกับ A gorithm4 แต่จะเปลี่ยนขนาดการแบ่งจำนวนสมาชิกของแต่ละกลุ่มออกเป็น 80:20

6) A gorithm6 กำหนดให้ $N = 3$ และ $pm = \frac{1}{L \div \left(2^{j} - 2^{j-1}\right)}$ คือมีการแบ่งกลุ่มสมาชิกออกเป็น 3 กลุ่มขนาดเท่าๆกันและอัตราการกลายพันธุ์จะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าในทุกๆกลุ่มที่มีค่าความเหมาะสมรองลงมา

7) A gorithm7 จะมีลักษณะคล้ายกับ A gorithm4 เพียงแต่มีการเปลี่ยนแปลงอัตราการกลายพันธุ์ $pm = \frac{1}{L \div 2^{2j-N}}$

โดยในการทดสอบนั้นเราจะทำการหาค่าเฉลี่ยของคำตอบที่ดีที่สุดที่อัลกอริธึมแต่ละตัวเจอจากชุดประชากรเริ่มต้นที่แตกต่างกัน 5 ชุดทั้งนี้เนื่องจากประสิทธิภาพของจีเนติคอัลกอริธึมนั้นขึ้นก็อยู่กับกลุ่มข้อมูลหรือชุดประชากรเริ่มต้นเช่นกัน และในการวัดประสิทธิภาพเราจะดูเพียงการหาคำตอบที่ดีที่สุดเนื่องจากในปัญหาของการคัดเลือกคุณลักษณะนั้นเราไม่สามารถที่จะทราบคำตอบที่ดีที่สุดว่าคืออะไรจึงไม่อาจนำรอบหรือรุ่นที่เจอคำตอบมาใช้ในการวัดประสิทธิภาพได้

วิธีการและผลของการเปรียบเทียบการทำงานของอัลกอริธึมการกลายพันธุ์ดังกล่าวจะถูกกล่าวในบทที่ 4 ต่อไป ส่วนค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับจีเนติคอัลกอริธึมซึ่งจะใช้ในงานวิจัยนี้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3-4

**ตารางที่ 3-4:** ค่าพารามิเตอร์ของจีเนติคอัลกอริธึม

| Parameters | Values |
|---|---|
| Se ection method | Unbiased tournament se ection |
| Crossover method / Probabi ity | Uniform crossover / pc = 0.7 |
| utation method / Probabi ity | Depend on each a gori thm |
| Popu ation size | 20 |
| ax generation | 100 |
| Individua ength ($L$) | Depend on each dataset |
| Number of grade ($N$) | Depend on each a gorithm |
| Condition (terminate) | Reach max generation |

## 3.3 การประเมินค่าชุดคุณลักษณะ Fitness Function)

ในแต่ละรอบของการเกิดสมาชิกหรือข้อมูลตัวใหม่ขึ้น สมาชิกแต่ละตัวจะถูกส่งไปวัดค่าความเหมาะสมด้วยฟังก์ชั่นวัดค่าความเหมาะสม (Objective Function) ซึ่งมีสมการดังนี้

$$\text{Fitness} = \text{Accuracy of C assification}$$

$$\text{Accuracy of C assification} = sensitivity\left(\frac{pos}{(pos+neg)}\right) + specificity\left(\frac{neg}{(pos+neg)}\right)$$

เมื่อ sensitivity $= \left(\frac{truepositive}{positive}\right)$ และ specificity $= \left(\frac{truenegative}{negative}\right)$ ซึ่งสามารถหาค่าได้ดังกล่าวได้จาก Confusion atrix ดังภาพที่ 3-4

| | | Predicted class | |
|---|---|---|---|
| | | $C_1$ | $C_2$ |
| Actual class | $C_1$ | true positives | false negatives |
| | $C_2$ | false positives | true negatives |

**ภาพที่ 3-4:** แสดงตัวอย่างของ Confusion atrix

จากสมการดังกล่าวจะใช้โครงข่ายประสาทเทียมเป็นตัววัดค่าความเหมาะสมของชุดคุณลักษณะแต่ละชุด ซึ่งมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆของโครงข่ายประสาทเทียมดังตารางที่ 3-5 ซึ่งได้ทำการทดสอบแล้วพบว่าโมเดลที่ถูกสร้างขึ้นตามค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวสามารถให้ความเร็วในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดีที่สุด การวัดค่าความเหมาะสมจะวัดโดยการนำเอาชุดคุณลักษณะดังกล่าวมาใช้ในการจำแนกกลุ่มข้อมูลนักศึกษาเรียนอ่อน ชุดของคุณลักษณะชุดใดที่ให้ค่าความเหมาะสมสูงที่สุดก็หมายความว่าชุดคุณลักษณะชุดนั้นสามารถใช้ในการจำแนกกลุ่มข้อมูลของนักศึกษาเรียนอ่อนได้แม่นยำที่สุด หรืออาจกล่าวได้ว่าชุดคุณลักษณะดังกล่าวนั้นเป็นชุดคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักศึกษามากที่สุดนั่นเอง

**ตารางที่ 3-5:** ค่าพารามิเตอร์ของโครงข่ายประสาทเทียม

| **Parameters** | **Values** |
|---|---|
| Number of ayer | 3 |
| Number of neura | Depend on each dataset : 20 : 20 |
| Training function | Levenberg- arquardt |
| Transfer function | ogsig : ogsig : pure in |
| Initia weight | Start at same seed (rand) |

# บทที่ 4

# ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะนำเสนอการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนของการวิจัยที่ได้ดำเนินการมา ซึ่งได้แบ่งไว้สามส่วนดังนี้

1. การเตรียมข้อมูล
2. การเปรียบเทียบอัลกอริธึมของการกลายพันธุ์สำหรับนำมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ
3. การคัดเลือกคุณลักษณะและผลของการจำแนกข้อมูล

ในแต่ละส่วนที่ได้กล่าวมานั้นสามารถอธิบายและแสดงผลการดำเนินงานในแต่ละส่วนได้ดังต่อไปนี้

## 4.1 การเตรียมข้อมูล

ในการเตรียมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์ซึ่งได้กล่าวถึงมาแล้วว่าได้ใช้ข้อมูลของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2550 จนถึงปีการศึกษา 2552 โดยแบ่งตามคณะ/สาขาวิชาเป็นสองกลุ่มได้แก่ กลุ่มสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและกลุ่มสาขามนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ และในแต่ละคณะก็จะถูกแบ่งย่อยออกเป็นแต่ละภาควิชาและสาขาวิชาอีกทีหนึ่ง จากที่ได้ทำการแยกย่อยเป็นภาควิชาลงไปก็จะพบว่าในบางคณะมีบางสาขาหรือบางภาควิชาที่มีจำนวนนักศึกษาที่มีปัญหาการตกออก การออกกลางคันที่ต่ำมากซึ่งอาจจะเป็นไปได้ยากที่จะทำการหารูปแบบที่เราให้ความสนใจอยู่ อีกทั้งในแต่ละภาควิชาก็ยังมีคุณลักษณะของวิชาเรียนที่ต่างกันออกไป ดังนั้นการวิเคราะห์ข้อมูลแบบแยกย่อยเป็นภาควิชาจึงอาจจะสะท้อนถึงความเป็นจริงได้มากกว่าการวิเคราะห์เป็นคณะๆไป โดยที่คุณลักษณะของรายวิชาที่ถูกคัดเลือกมานั้นได้อ้างอิงมาจากคู่มือการศึกษาระดับปริญญาตรีของปีนั้นๆ ซึ่งสามารถ

แสดงถึงภาควิชาและสาขาของแต่ละคณะที่สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลพร้อมกับคุณลักษณะที่ได้คัดเลือกมาได้ดังต่อไปนี้

### 4.1.1 คณะอุตสาหกรรมเกษตร

**ตารางที่ 4-1:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 322-101 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 |
| 322-102 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 |
| 324-103 | เคมีทั่วไป |
| 324-131 | เคมีอินทรีย์ |
| 325-103 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป |
| 325-131 | ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ |
| 330-106 | ชีววิทยา |
| 331-106 | ปฏิบัติการชีววิทยา |
| 332-105 | ฟิสิกส์ทั่วไป 1 |
| 332-106 | ฟิสิกส์ทั่วไป 2 |
| 332-115 | ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 |
| 332-116 | ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 |
| 640-101 | สุขภาวะกายและจิต |
| 850-111 | อุตสาหกรรมเกษตรเบื้องต้น |
| 859-101 | กิจกรรมเสริมหลักสูตร 1 |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 890-102 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

**4.1.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์**

1) สาขาวิศวกรรมการผลิต
2) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
3) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
4) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
5) สาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์
6) สาขาวิศวกรรมโยธา
7) สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่
8) สาขาวิศวกรรมวัสดุ
9) สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
10)ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

**ตารางที่ 4-2:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิศวกรรมการผลิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ สาขาวิศวกรรมเครื่องกล สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์ วิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่ สาขาวิศวกรรมวัสดุ สาขาวิศวกรรมวัสดุ สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม และรวมถึงที่ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 200-101 | แนะนำวิศวกรรมศาสตร์ 1 |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 216-111 | เขียนแบบวิศวกรรม 1 |
| 221-102 | กลศาสตร์วิศวกรรม 1 |
| 241-101 | แนะนำการเขียนแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 |
| 322-171 | คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 |
| 322-172 | คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 |
| 324-103 | เคมีทั่วไป |
| 325-103 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป |
| 332-103 | ฟิสิกส์ทั่วไป 1 |
| 332-104 | ฟิสิกส์ทั่วไป 2 |
| 332-113 | ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 |
| 332-114 | ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

**4.1.3 คณะทรัพยากรธรรมชาติ**

1) สาขาวิชาเอกการจัดการศัตรูพืช
2) สาขาวิชาเอกปฐพีศาสตร์
3) ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

**ตารางที่ 4-3:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเอกการจัดการศัตรูพืช สาขาวิชาเอกปฐพีศาสตร์และยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 324-103 | เคมีทั่วไป |
| 324-131 | เคมีอินทรีย์ |
| 325-103 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป |
| 325-131 | ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ |
| 330-101 | หลักชีววิทยา 1 |
| 330-102 | หลักชีววิทยา 2 |
| 331-101 | ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 1 |
| 331-102 | ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 2 |
| 510-111 | หลักการกสิกรรม |
| 515-111 | หลักการเลี้ยงสัตว์ |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 895-132 | ทักษะการสื่อสาร |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

4) สาขาวิชาเอกพัฒนาการเกษตร

**ตารางที่ 4-4:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเอกพัฒนาการเกษตร

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 324-103 | เคมีทั่วไป |
| 324-131 | เคมีอินทรีย์ |
| 325-103 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป |
| 325-131 | ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ |
| 330-101 | หลักชีววิทยา 1 |
| 330-102 | หลักชีววิทยา 2 |
| 331-101 | ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 1 |
| 331-102 | ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 2 |
| 510-111 | หลักการกสิกรรม |
| 515-111 | หลักการเลี้ยงสัตว์ |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 895-132 | ทักษะการสื่อสาร |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

5) สาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์

**ตารางที่ 4-5:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 324-103 | เคมีทั่วไป |
| 324-131 | เคมีอินทรีย์ |
| 325-103 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป |
| 325-131 | ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ |
| 330-101 | หลักชีววิทยา 1 |
| 330-102 | หลักชีววิทยา 2 |
| 331-101 | ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 1 |
| 331-102 | ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 2 |
| 510-111 | หลักการกสิกรรม |
| 515-111 | หลักการเลี้ยงสัตว์ |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 890-102 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 |
| 895-132 | ทักษะการสื่อสาร |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

6) วาริชศาสตร์

**ตารางที่ 4-6:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของวาริชศาสตร์

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 322-103 | คณิตศาสตร์ทั่วไป 1 |
| 322-104 | คณิตศาสตร์ทั่วไป 2 |
| 324-103 | เคมีทั่วไป |
| 324-131 | เคมีอินทรีย์ |
| 325-103 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป |
| 325-131 | ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ |
| 330-101 | หลักชีววิทยา 1 |
| 330-102 | หลักชีววิทยา 2 |
| 331-101 | ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 1 |
| 331-102 | ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 2 |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

### 4.1.4 คณะวิทยาศาสตร์

1) ภาควิชา/สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

**ตารางที่ 4-7:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของภาควิชา/สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 322-101 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 |
| 322-102 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 |
| 324-101 | เคมีทั่วไป 1 |
| 325-101 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 |
| 332-101 | ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 332-111 | ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 344-101 | พื้นฐานวิทยาการคอมพิวเตอร์ |
| 344-102 | ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์พื้นฐาน |
| 344-121 | พื้นฐานระบบดิจิตอลและการสื่อสารข้อมูล |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

2) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

**ตารางที่ 4-8:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 308-101 | พื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร |
| 308-102 | ทัศนศิลป์และการออกแบบกราฟิกด้วยคอมพิวเตอร์ |
| 322-101 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 |
| 322-102 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 |
| 324-101 | เคมีทั่วไป 1 |
| 325-101 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 |
| 332-101 | ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 332-111 | ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 332-246 | ปฏิบัติการดิจิตอลอิเลคทรอนิกส์ |
| 332-248 | ดิจิตอลอิเลคทรอนิกส์ |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 895-171 | ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

3) ภาควิชา/สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ต่อเนื่อง)

**ตารางที่ 4-9:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของภาควิชา/สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ต่อเนื่อง)

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 310-201 | หลักการเทคโนโลยีสารสนเทศ |
| 310-301 | ระบบสารสนเทศ |
| 310-311 | ระบบคอมพิวเตอร์ |
| 310-321 | การโปรแกรมเชิงโครงสร้างและการประยุกต์ |
| 310-361 | ทัศนศิลป์และการออกแบบกราฟิกด้วยคอมพิวเตอร์ |
| 322-105 | คณิตศาสตร์หลักมูล |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 895-171 | ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต |
| เพศ | |

4) หลักสูตรวัสดุศาสตร์ สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

5) ภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์

6) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

**ตารางที่ 4-10:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของหลักสูตรวัสดุศาสตร์ สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

| **คุณลักษณะ** | **คำอธิบาย** |
|---|---|
| 322-101 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 |
| 322-102 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 |
| 324-101 | เคมีทั่วไป 1 |
| 324-102 | เคมีทั่วไป 2 |
| 325-101 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 325-102 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 2 |
| 332-101 | ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 332-102 | ฟิสิกส์พื้นฐาน 2 |
| 332-111 | ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 332-112 | ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 2 |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 895-171 | ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

7) ภาควิชาฟิสิกส์

**ตารางที่ 4-11:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของภาควิชาฟิสิกส์

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 322-101 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 |
| 322-102 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 |
| 324-101 | เคมีทั่วไป 1 |
| 324-102 | เคมีทั่วไป 2 |
| 325-101 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 325-102 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 2 |
| 332-101 | ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 332-102 | ฟิสิกส์พื้นฐาน 2 |
| 332-111 | ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 332-112 | ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 2 |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

8) ภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติ

**ตารางที่ 4-12:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติ

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 322-101 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 |
| 322-102 | คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 |
| 324-101 | เคมีทั่วไป 1 |
| 325-101 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 |
| 325-102 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 2 |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 332-101 | ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 332-111 | ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1 |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 895-171 | ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

### 4.1.5 คณะเศรษฐศาสตร์

**ตารางที่ 4-13:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 322-103 | คณิตศาสตร์ทั่วไป 1 |
| 322-104 | คณิตศาสตร์ทั่วไป 2 |
| 340-301 | วิทยาศาสตร์ทั่วไป 1 |
| 510-111 | หลักการกสิกรรม |
| 515-111 | หลักการเลี้ยงสัตว์ |
| 875-111 | เศรษฐศาสตร์จุลภาค 1 |
| 875-112 | เศรษฐศาสตร์มหภาค 1 |
| 877-141 | เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการฐานข้อมูล |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 895-132 | ทักษะการสื่อสาร |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

### 4.1.6 คณะนิติศาสตร์

**ตารางที่ 4-14:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของคณะนิติศาสตร์

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 340-101 | วิทยาศาสตร์ประยุกต์ |
| 340-326 | วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม |
| 870-101 | กฎหมายมหาชน : หลักทั่วไป |
| 870-121 | กฎหมายแพ่ง : หลักทั่วไป |
| 870-122 | กฎหมายลักษณะนิติกรรมและสัญญา |
| 870-211 | กฎหมายอาญา 1 : บทบัญญัติทั่วไป |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 890-102 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 |
| 895-125 | การใช้ภาษาไทย |
| 895-171 | ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

จากการตรวจสอบข้อมูลของคณะนิติศาสตร์ก่อนทำการเตรียมข้อมูลพบว่าข้อมูลคะแนนในการสอบเข้าในแต่ละวิชา (O-NET) สูญหายเกินกว่าที่จะนำเข้ามาเป็นคุณลักษณะที่จะใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ดังนั้นจึงทำการตัดคุณลักษณะดังกล่าวออกเสีย

### 4.1.7 คณะศิลปศาสตร์

**ตารางที่ 4-15:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาชุมชนศึกษา

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 340-101 | วิทยาศาสตร์ประยุกต์ |
| 345-101 | วิทยาศาสตร์<br>เทคโนโลยีและสังคม |
| 461-211 | หลักการจัดการ |
| 874-392 | กฎหมายกับสังคม |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 890-102 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 |
| 895-104 | มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม |
| 895-131 | มนุษย์กับอารยธรรม |
| 895-132 | ทักษะการสื่อสาร |
| 895-209 | มนุษยวิทยา |
| 895-326 | ประวัติศาสตร์ท้องถิ่นภาคใต้ |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 897-102 | การศึกษาชุมชน |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

### 4.1.8 คณะวิทยาการจัดการ

1) สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

**ตารางที่ 4-16:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 322-100 | วิทยาศาสตร์ประยุกต์ |
| 340-326 | วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม |
| 460-110 | การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ |
| 460-111 | หลักเศรษฐศาสตร์จุลภาค |
| 460-112 | หลักเศรษฐศาสตร์มหภาค |
| 460-113 | หลักการบัญชีขั้นต้น |
| 460-114 | หลักการตลาด |
| 460-115 | การเงินธุรกิจ |
| 460-116 | หลักการจัดการธุรกิจ |
| 460-190 | เทคโนโลยีสารสนเทศ |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 460-191 | การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| 890-102 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

2) สาขาการตลาด

**ตารางที่ 4-17:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาการตลาด

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 322-100 | วิทยาศาสตร์ประยุกต์ |
| 340-326 | วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม |
| 460-111 | หลักเศรษฐศาสตร์จุลภาค |
| 460-112 | หลักเศรษฐศาสตร์มหภาค |
| 460-113 | หลักการบัญชีขั้นต้น |
| 460-114 | หลักการตลาด |
| 460-211 | การจัดการดำเนินงาน |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 890-102 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

3) สาขาวิชาการจัดการ (ภาษาอังกฤษ)

**ตารางที่ 4-18:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในการทำวิจัยของสาขาวิชาการจัดการ (ภาษาอังกฤษ)

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 472-101 | ภาษาอังกฤษ 1 |
| 472-102 | ภาษาอังกฤษ 2 |
| 472-103 | คณิตศาสตร์สำหรับธุรกิจ |
| 472-104 | สถิติในการบริหาร |
| 472-105 | ชีวิตและสิ่งแวดล้อม |
| 472-106 | การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในงานธุรกิจ |
| 472-107 | ธุรกิจและสังคม |
| 472-108 | การศึกษาข้ามวัฒนธรรม |
| 472-110 | จิตวิทยาบริหาร |
| 472-111 | ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับธุรกิจ |
| 472-112 | เศรษฐศาสตร์จุลภาค |

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 472-113 | เศรษฐศาสตร์มหภาค |
| วิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| O-NET1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| O-NET2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| O-NET3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| O-NET4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| O-NET5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับโรงเรียน | |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | |

จากคุณลักษณะที่ได้แสดงถึงข้างต้นก่อนที่จะเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์เพื่อหารูปแบบหรือหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อน ข้อมูลดังกล่าวจะต้องถูกนำมาทำให้อยู่ในรูปของข้อมูลที่เป็นตัวเลขและทำการนอร์มอลไลซ์ ซึ่งหน้าตาของข้อมูลภายหลังจากการเตรียมข้อมูลเสร็จสิ้นเรียบร้อยแล้วจะมีลักษณะดังภาพที่ 4-1 และภาพที่ 4-2 ตามลำดับ

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | 0 |
| 0 | 4 | 1.5000 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 3.5000 | 3.5000 |
| 2.5000 | 2 | 1 | 2 | 2.5000 | 2.5000 | 2.5000 |
| 5 | 2 | 1 | 3.5000 | 3.5000 | 2 | 3 |
| 5 | 0 | 2.5000 | 5 | 5 | 0 | 5 |
| 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| 3.5000 | 3.5000 | 2.5000 | 3.5000 | 3.5000 | 4 | 3.5000 |
| 5 | 3 | 2 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 4 |
| 0 | 3 | 1 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| 5 | 11 | 2 | 5 | 10 | 17 | 15 |
| 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 0.6000 | 1.8100 | 3.4700 | 0.5300 | 1.1500 | 1.7000 | 2.0300 |
| 60 | 65 | 67.5000 | 62.5000 | 47.5000 | 51.2500 | 62.5000 |
| 43.7500 | 43.7500 | 57.5000 | 42.5000 | 42.5000 | 36.2500 | 51.2500 |
| 36 | 30 | 46 | 36 | 31 | 25 | 26 |
| 46 | 32 | 60 | 32 | 30 | 32 | 34 |
| 40 | 33.7500 | 73.7500 | 31.2500 | 20 | 35 | 53.7500 |
| 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

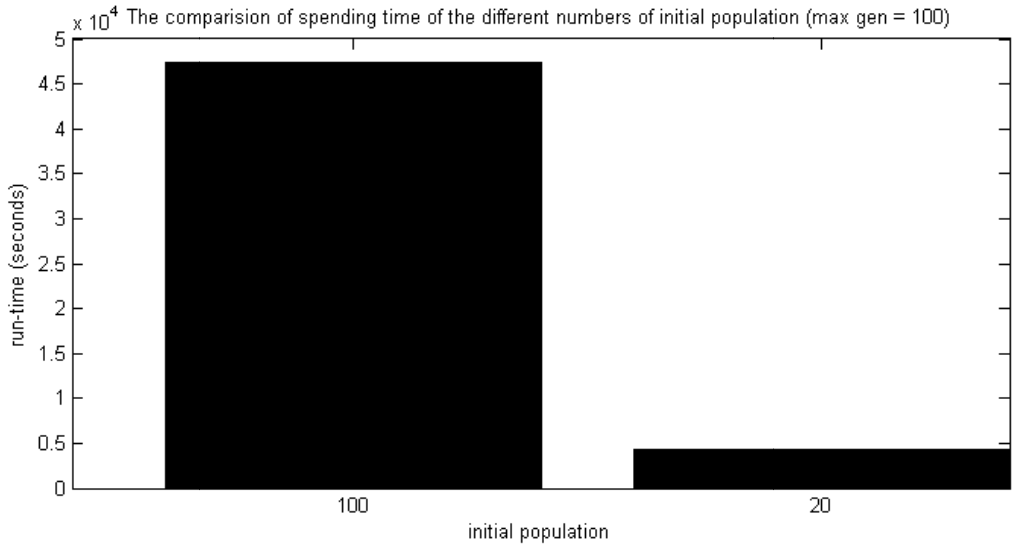
**ภาพที่ 4-1:** แสดงตัวอย่างของข้อมูลหลังจากแปลงให้ข้อมูลอยู่ในรูปของข้อมูลที่เป็นตัวเลข

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 0.2000 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 0.8000 | 0.3000 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0.4000 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0.2000 | 1 | 0 | 0.7000 | 0.7000 |
| 0.5000 | 0.4000 | 0.2000 | 0.4000 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5000 |
| 1 | 0.4000 | 0.2000 | 0.7000 | 0.7000 | 0.4000 | 0.6000 |
| 1 | 0 | 0.5000 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0.2000 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0.7000 | 0.7000 | 0.5000 | 0.7000 | 0.7000 | 0.8000 | 0.7000 |
| 1 | 0.6000 | 0.4000 | 1 | 1 | 0.6000 | 0.6000 |
| 0 | 0.8000 | 0 | 0 | 0 | 0.8000 | 0.8000 |
| 0 | 0.6000 | 0.2000 | 1 | 0.6000 | 0.6000 | 0.6000 |
| 0.7609 | 0.7609 | 0.7609 | 0.7609 | 0.7609 | 0.7609 | 0.7609 |
| 0.2222 | 0.5556 | 0.0556 | 0.2222 | 0.5000 | 0.8889 | 0.7778 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 0.1123 | 0.4282 | 0.8616 | 0.0940 | 0.2559 | 0.3995 | 0.4856 |
| 0.8356 | 0.9041 | 0.9384 | 0.8699 | 0.6644 | 0.7158 | 0.8699 |
| 0.6911 | 0.6911 | 0.9035 | 0.6718 | 0.6718 | 0.5753 | 0.8069 |
| 0.7708 | 0.6458 | 0.9792 | 0.7708 | 0.6667 | 0.5417 | 0.5625 |
| 0.6184 | 0.4342 | 0.8026 | 0.4342 | 0.4079 | 0.4342 | 0.4605 |
| 0.5485 | 0.4649 | 1 | 0.4314 | 0.2809 | 0.4816 | 0.7324 |
| 0.1020 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |

**ภาพที่ 4-2:** แสดงตัวอย่างของข้อมูลหลังจากการทำนอร์มอลไลซ์

## 4.2 การเปรียบเทียบอัลกอริธึมการกลายพันธุ์สำหรับนำมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ

ในการทำการคัดเลือกคุณลักษณะโดยจีเนติคอัลกอริธึมนั้น สำหรับคำตอบซึ่งมีความเป็นไปได้ทั้งหมดที่จะเป็นชุดของคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนหรือชุดคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนมากที่สุดจะมีขนาดเท่ากับ $2^L$ เมื่อ $L$ คือจำนวนของคุณลักษณะที่นำมาทำการวิเคราะห์หารูปแบบทั้งหมด ซึ่งจากข้อมูลที่ได้แสดงถึงคุณลักษณะของแต่ละคณะแต่ละสาขาวิชาตามข้างต้นนั้นโดยเฉลี่ยแล้วจะมีขนาดของคุณลักษณะทั้งหมดที่ 20 ตัว ดังนั้นจะมีคำตอบซึ่งมีความเป็นไปได้ในพื้นที่ของคำตอบทั้งหมด $2^{20}$ คำตอบนั่นเอง คำถามจึงมีอยู่ว่าจะทำอย่างไรเพื่อให้จีเนติคอัลกอริธึมสามารถทำการค้นหาในพื้นที่ของคำตอบได้อย่างทั่วถึงมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ สิ่งแรกที่ควรจะพิจารณาคือปัจจัยหลักสองตัวที่มีผลต่อกระบวนการของจีเนติคอัลกอริธึมซึ่งก็คือ Selective Pressure และ Population Diversity [15] ดังนั้นจึงต้องมีการทดสอบค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยดังกล่าวก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลจริง ในขั้นแรกจึงได้มีการทดสอบขนาดของกลุ่มประชากรเริ่มต้นที่จะใช้ โดยกำหนดให้กลุ่มประชากรเริ่มต้นมีขนาดเท่ากับ 100 และชุดของคุณลักษณะที่นำมาทดสอบนั้นมีขนาดที่มากกว่า 70 ตัวซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลของแต่ละคณะสาขาวิชา ซึ่งมีผลการทดลองดังภาพที่ 4-3 เมื่อแกน X คือระยะเวลาที่ใช้ซึ่งมีหน่วยเป็นวินาทีคูณกับ $10^4$ และแกน Y คือจำนวนของกลุ่มประชากรเริ่มต้น




**ภาพที่ 4-3:** แสดงผลการเปรียบเทียบการใช้เวลาในกระบวนการ
เมื่อกลุ่มประชากรเริ่มต้นมีขนาดต่างกัน

จากผลการทดลองพบว่าชุดคุณลักษณะที่มีขนาดใหญ่นั้นจะใช้เวลาในกระบวนการค้นหาคำตอบของจีเนติคอัลกอริธึมนานมาก ดังนั้นจึงได้มีการพิจารณาถึงความคำสัญของคุณลักษณะแต่ละตัวอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งส่วนใหญ่แล้วคุณลักษณะที่เป็นวิชาเลือกจะพบว่านักศึกษาจะมีเกรดในกลุ่มของวิชาเหล่านี้ในระดับที่สูง คุณลักษณะซึ่งอยู่ในกลุ่มวิชาเหล่านี้จึงถูกพิจารณาว่าเป็นคุณลักษณะที่แทบจะไม่ส่งผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนเลย ดังนั้นคุณลักษณะเหล่านี้จึงถูกตัดออกไปและได้มาเป็นชุดของคุณลักษณะที่ได้กล่าวมาในหัวข้อที่ 4.1

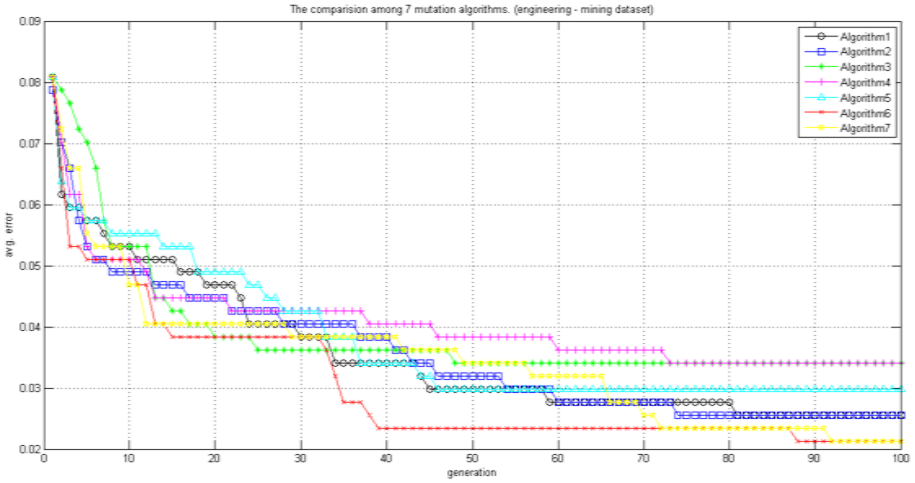
แต่ถึงจะมีการลดขนาดของชุดคุณลักษณะที่นำมาทำการวิเคราะห์ลงแล้ว ก็ยังพบว่าการใช้เวลาในกระบวนการค้นหาก็ยังอยู่ในระดับที่สูงอยู่ ดังนั้นจึงได้มีการลดขนาดของกลุ่มประชากรเริ่มต้นให้มีขนาดเล็กลง เป็น 50 และ 20 ตามลำดับ โดยขนาดที่เท่ากับ 20 นั้นจะใช้เวลาในการค้นหาคำตอบที่ไม่นานจนเกินไปแต่ปัญหาที่จะตามมาก็คือจะทำให้ความหลากหลายทางข้อมูลมีน้อยลงซึ่งจะส่งผลต่อกระบวนการค้นหาคำตอบบของจีเนติคอัลกอริธึม ในการแก้ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มความหลากหลายทางข้อมูลจากจากตัวดำเนินการสลับสายพันธุ์และตัวดำเนินการกลายพันธุ์ ซึ่งในส่วนของการสลับสาย

พันธุ์นั้นได้มีการกล่าวถึงไปแล้วในบทที่ผ่านมาว่าอัลกอริธึมการสลับสายพันธุ์รูปแบบใดที่จะมีความเหมาะสมกับปัญหาในลักษณะนี้ ดังนั้นจึงมาที่การกลายพันธุ์ซึ่งได้มีการทดสอบเปรียบเทียบเพื่อหาอัลกอริธึมที่สามารถช่วยเพิ่มความหลากหลายทางข้อมูลและมีความเหมาะสมกับปัญหาในการคัดเลือกคุณลักษณะได้ดีที่สุด ในบทนี้ก็จะกล่าวถึงวิธีการและผลของการเปรียบเทียบของอัลกอริธึมดังนี้

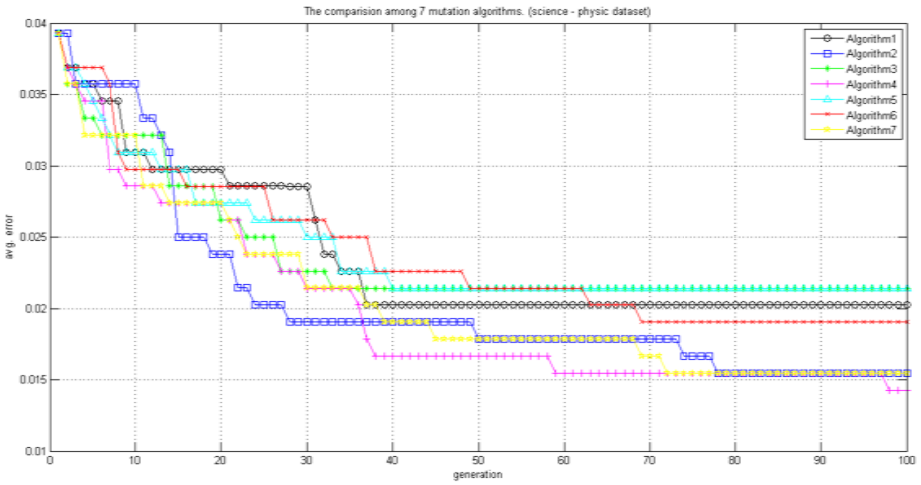
### 4.2.1 วิธีและผลการเปรียบเทียบอัลกอริธึมการกลายพันธุ์สำหรับการนำมาใช้กับปัญหาของการคัดเลือกคุณลักษณะ

1) ทดสอบอัลกอริธึมทั้งหมดกับชุดคุณลักษณะที่มีขนาดใหญ่จำนวนสี่ชุดเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริธึม

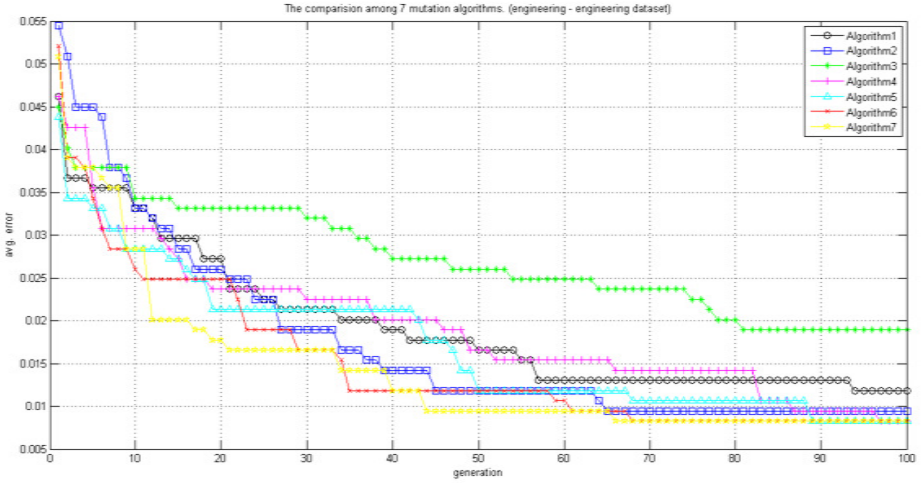
ชุดของคุณลักษณะที่นำมาทำการทดสอบทั้งสี่ชุดมีขนาดของคุณลักษณะเท่ากับ 72, 74, 85 และ 91 ตัวตามลำดับ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องในการทดสอบมีการกำหนดให้เป็นไปตามตามรางที่ 3-4 และ 3-5 และผลจากการทดสอบดังกล่าวสามารถที่จะแสดงได้ดังภาพที่ 4-4, 4-5, 4-6 และ 4-7 ตามลำดับ ซึ่งพบว่า Algorithm7 ให้ผลที่น่าพอใจมากที่สุดเนื่องจากให้ผลที่ดีและครอบคลุมกับทุกๆ ชุดคุณลักษณะที่นำมาทดสอบ ซึ่งสามารถที่จะสรุปถึงแต่ละอัลกอริธึมได้ดังนี้



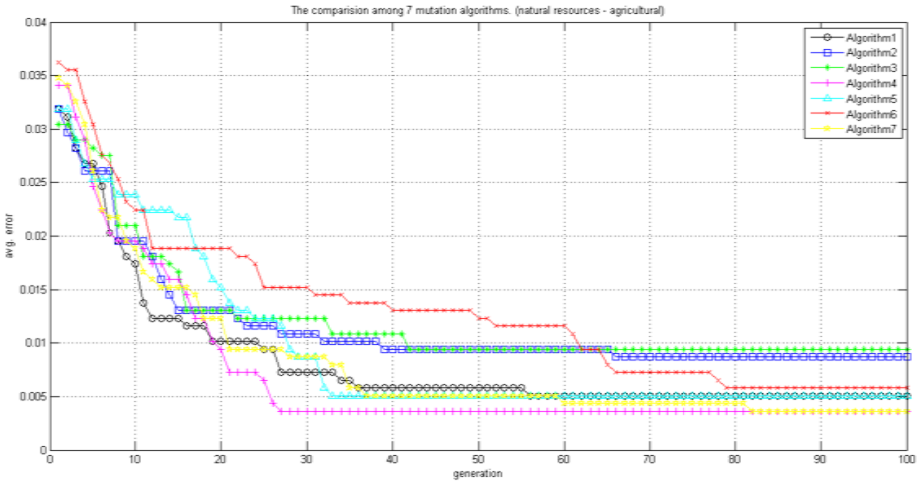

**ภาพที่ 4-4:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 1




**ภาพที่ 4-5:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 2




**ภาพที่ 4-6:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 3




**ภาพที่ 4-7:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 4

เริ่มด้วย Algorithm1 ซึ่งเป็นการกลายพันธุ์แบบปรกติที่มีอัตราการกลายพันธุ์เท่ากับ $\frac{1}{L}$ ในกรณีที่ชุดของคุณลักษณะมีขนาดใหญ่จะทำให้อัตราของการกลายพันธุ์ลดลงมากจนอาจเกิดการกลายพันธุ์ได้ยาก เป็นผลทำให้เกิดการขาดแคลนข้อมูลหรือสมาชิกตัวใหม่ๆที่จะเกิดจากกระบวนการอันนี้ ดังนั้นสมาชิกรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ก็จะมาจากกระบวนการสลับสายพันธุ์เท่านั้น จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการกลายพันธุ์รูปแบบปรกติอาจไม่ใช่ตัวเลือกที่ดีนักสำหรับการคัดเลือกคุณลักษณะที่ประกอบด้วยชุดคุณลักษณะที่มีขนาดใหญ่

Algorithm2 เป็นการนำเอารูปแบบของ Selective Mutation ที่ใช้กลายพันธุ์สำหรับสมาชิกที่ซึ่งบิทสตริงมีค่านัยสำคัญในแต่ละบิทมาทดลองใช้กับบิทสตริงซึ่งในแต่ละตำแหน่งไม่ได้มีค่านัยสำคัญเช่นในปัญหาของการคัดเลือกคุณลักษณะ หากพิจารณาถึงรูปแบบของการกลายพันธุ์แล้วก็จะพบว่าไม่น่าจะมีความเหมาะสมกับการนำมาใช้ร่วมกับปัญหาในลักษณะนี้ แต่เมื่อพิจารณาถึงผลลัพธ์ที่ออกมานั้นพบว่า Algorithm2 ก็ยังคงสามารถทำงานได้ดี จึงอาจตั้งข้อสังเกตุได้ว่าการที่ Algorithm2 มีการกลายพันธุ์ถึงสองครั้งนั้นเป็นโอกาสที่จะช่วยให้กลุ่มประชากรมีสมาชิกหรือข้อมูลใหม่ๆเข้ามามากขึ้น

Algorithm3 คือ Algorithm2 ที่ถูกตัดทอนการกลายพันธุ์ให้เหลือเพียงครั้งเดียว จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเป็นอัลกอริธึมการกลายพันธุ์ที่ไร้ประสิทธิภาพมากที่สุด แต่จากผลดังกล่าวก็สามารถช่วยเน้นย้ำความสำคัญถึงการเพิ่มอัตราในการกลายพันธุ์อย่างเหมาะสมจะสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการค้นหาคำตอบของจีเนติคอัลกอริธึมให้ดียิ่งขึ้น

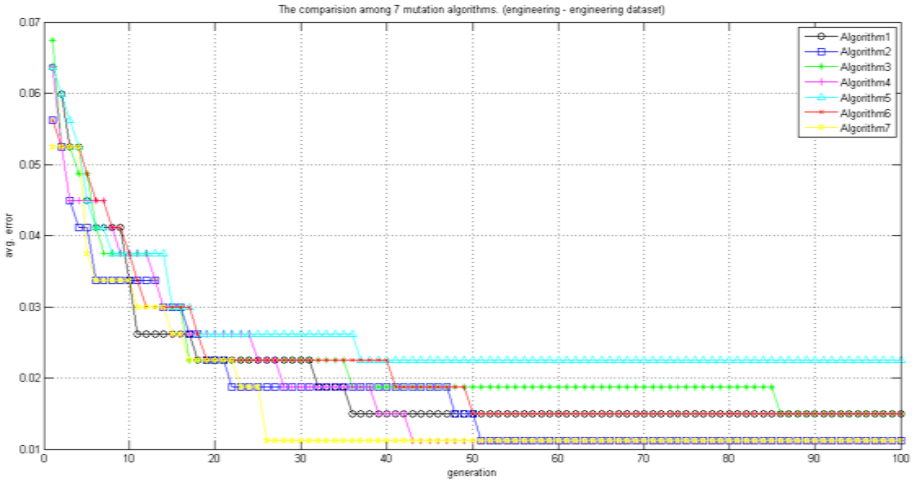
Algorithm4 ซึ่งเป็นพื้นฐานของ Algorithm5 Algorithm6 และ Algorithm7 ในการสรุปเปรียบเทียบจึงขอกล่าวเปรียบเทียบเป็นตัวๆไป สำหรับ Algorithm4 และ Algorithm5 นั้นจะมีความต่างกันตรงที่ Algorithm4 สมาชิกจะมีโอกาสการกลายพันธุ์ที่สูงกว่า คือมีโอกาสที่จะเปลี่ยนสมาชิกตัวที่มีความเหมาะสมต่ำเป็นสมาชิกตัวใหม่ๆที่อาจมีความเหมาะสมสูงกว่าหรือนำการเปลี่ยนแปลงที่ดีมาสู่กระบวนการสลับสายพันธุ์ได้มากกว่า จึงทำให้ Algorithm4 สามารถให้ผลที่ดีกว่า Algorithm5

Algorithm6 ได้มีการเพิ่มการแบ่งกลุ่มของสมาชิกออกเป็นสามกลุ่มได้แก่ กลุ่มที่มีค่าความเหมาะสมสูง กลางและต่ำ กลุ่มที่มีความเหมาะสมสูงจะยังคงอัตราการกลายพันธุ์ที่เท่ากับ $\frac{1}{L}$ กลุ่มที่มีค่าความเหมาะสมรองลงมาจะมีอัตราการกลายพันธุ์เป็น 2 เท่าและ 4 เท่าตามลำดับ แต่การเพิ่มอัตราการกลายพันธุ์นั้นเป็นเพียงการเพิ่มโอกาสของการกลายพันธุ์ของสมาชิกแต่ละตัวเท่านั้น ไม่ได้เป็นการเพิ่มจำนวนของสมาชิกที่จะเกิดการกลายพันธุ์จึงอาจทำให้ไม่สามารถสร้างความหลากหลายของสมาชิกตัวใหม่ๆได้มากพอจึงเป็นผลให้อัลกอริธึมนี้แสดงผลได้ดีในบางชุดข้อมูล

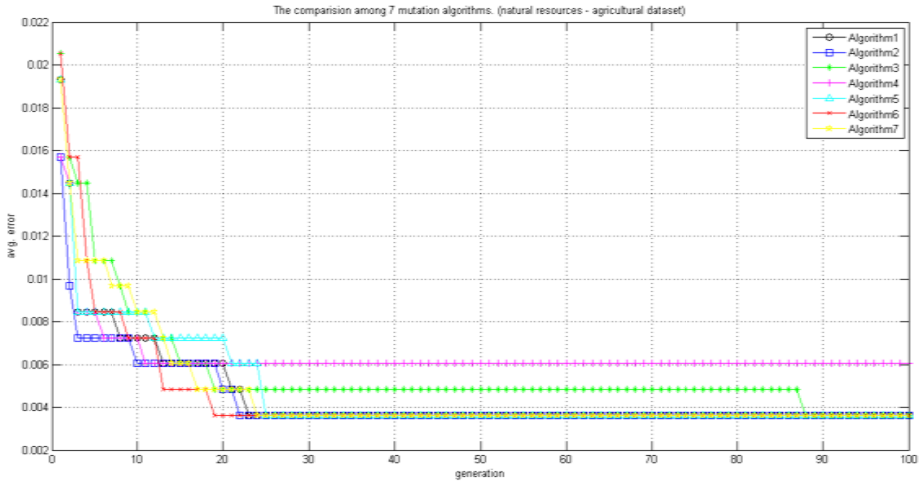
Algorithm7 เป็นการปรับปรุงข้อเสียของอัลกอริธึมต่างๆ โดยมีการแบ่งกลุ่มสมาชิกเป็นสองกลุ่มเหมือนกับ Algorithm4 และปรับอัตราการกลายพันธุ์สำหรับสมาชิกตัวที่มีค่าความเหมาะสมต่ำให้สูงขึ้นเหมือนกับ Algorithm6 จากการทดลองจะเห็นได้ว่าอัลกอริธึมนี้สามารถให้ผลลัพธ์ที่ดีในทุกๆชุดข้อมูลที่นำมาทดสอบ

2) ทดสอบอัลกอริธึมทั้งหมดกับชุดคุณลักษณะที่มีขนาดเล็กทั้งหมดห้าชุดเพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอัลกอริธึม

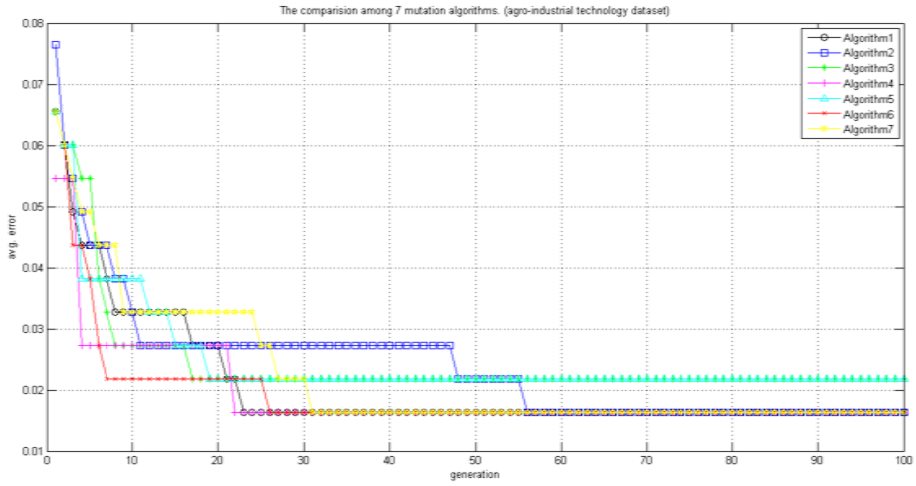
ชุดของคุณลักษณะที่นำมาทำการทดสอบทั้งห้าชุดมีขนาดของคุณลักษณะอยู่ที่ 21 ถึง 25 ตัวขึ้นอยู่กับคณะและสาขาวิชา ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องยังคงใช้เช่นเดียวกับการทดลองในครั้งแรก และผลจากการทดสอบดังกล่าวสามารถที่จะแสดงได้ดังภาพที่ 4-7, 4-8, 4-9, 4-10 และ 4-11 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าทุกๆอัลกอริธึมยกเว้น Algorithm3 สามารถให้ประสิทธิภาพได้ใกล้เคียงกันกับการทดลองกับชุดคุณลักษณะขนาดใหญ่ และ Algorithm7 ก็ยังคงให้ผลลัพธ์ออกมาได้ดีที่สุดเช่นเดิม



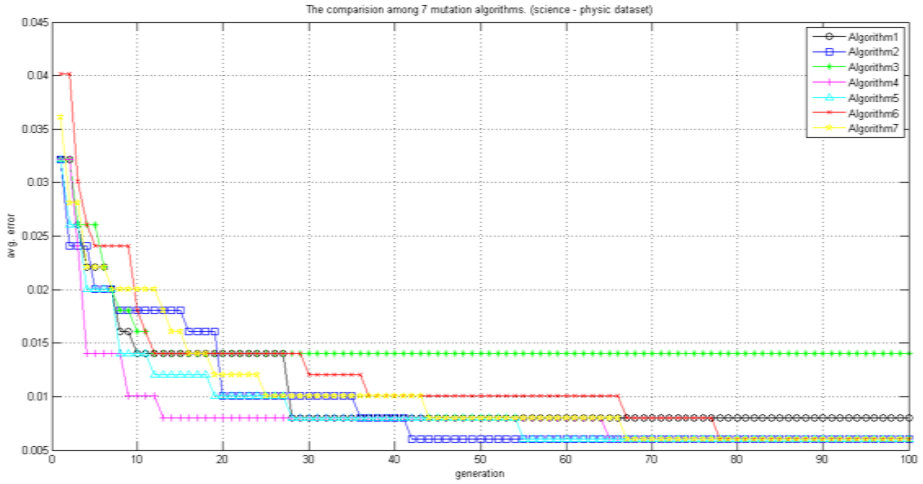

**ภาพที่ 4-8:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 5



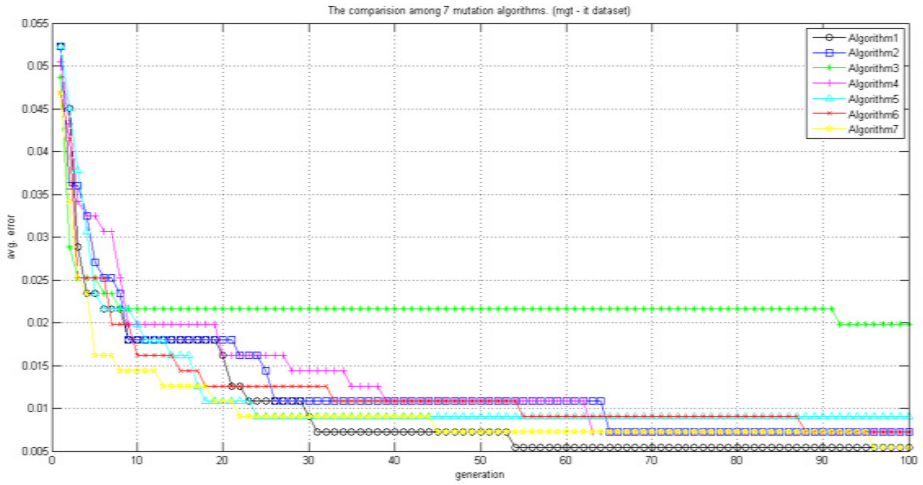

**ภาพที่ 4-9:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 6




**ภาพที่ 4-10:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 7




**ภาพที่ 4-11:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 8




**ภาพที่ 4-12:** แสดงผลการทดสอบกับชุดคุณลักษณะชุดที่ 9

จากการทดลองเปรียบเทียบอัลกอริธึมสำหรับการนำมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะพบว่าการทดลองในชุดคุณลักษณะที่มีขนาดใหญ่นั้นสามารถเห็นได้ชัดเจนว่าอัตราของการกลายพันธุ์ที่เท่ากับ $\frac{1}{L}$ นั้นไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะทำการค้นหาคำตอบ

ที่ดีที่สุดได้ อันเนื่องมาจากเหตุผลสองข้อที่แสดงถึงข้อเสียของอัตราการกลายพันธุ์ดังกล่าวที่ส่งผลต่อกระบวนการค้นหาของจีเนติคอัลกอริธึม

1. ขนาดของสมาชิกหรือโครโมโซมแปรผกผันกับโอกาสในการเกิดการกลายพันธุ์ ซึ่งเมื่อขนาดของสมาชิกยิ่งมีขนาดที่ใหญ่มากเท่าไหร่ก็จะมีโอกาสในการเกิดการกลายพันธุ์น้อยลงเท่านั้น ซึ่งจะทำให้เกิดการขาดประสิทธิภาพในการค้นหาข้อมูลใหม่ๆซึ่งจะนำมาสู่ปัญหาการขาดความหลากหลายทางข้อมูล
2. การเกิดการกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นแบบสุ่ม ทำให้สมาชิกตัวที่มีความเหมาะสมสูงมีโอกาสที่จะถูกทำลายหรือสูญหายไปในขั้นตอนของการกลายพันธุ์เท่ากับสมาชิกตัวที่มีความเหมาะสมต่ำ ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบด้วยเช่นกัน

ส่วนในการทดลองกับชุดคุณลักษณะที่มีขนาดเล็กก็พบว่าอัตราการกลายพันธุ์ที่เท่ากับ $\frac{1}{L}$ สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพในบางชุดข้อมูลเท่านั้นซึ่งเป็นผลมาจากข้อดีของการเกิดการกลายพันธุ์แบบสุ่มที่ไม่มีรูปแบบการเกิดที่แน่นอนทำให้มีความอิสระในการกลายพันธุ์ซึ่งอาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ที่ดีได้เช่นกัน แต่ทั้งนี้ในบางชุดข้อมูลก็ได้แสดงให้เห็นว่าการเกิดการกลายพันธุ์แบบสุ่มนั้นก็ยังให้ผลลัพธ์ที่ไม่ดีด้วยเช่นกันดังภาพที่ 4-8 และ 4-11

เมื่อพิจารณาถึงผลของการทดลองเปรียบเทียบการทำงานของอัลกอริธึมทั้งหมดจะเห็นว่าการกลายพันธุ์ที่มีความสัมพันธ์กับค่าความเหมาะสมสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการหาคำตอบของจีเนติคอัลกอริธึมได้อย่างมีนัยสำคัญ ดัง Algorithm7 ที่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบของจีเนติคอัลกอริธึมได้ในทุกๆชุดของข้อมูลที่นำมาทดลอง ซึ่งสามารถที่จะสรุปถึงความแตกต่างของแต่ละอัลกอริธึมได้ดังตารางที่ 4-19

ตารางที่ 4-19 แสดงรายละเอียดของอัลกอริธึมที่ทำการทดลอง

| Name | Individual's parts | Number of groups | Ratio | Mutation times | pm |
|---|---|---|---|---|---|
| Algorithm1 | - | 1 | 100 | 1 | $\frac{1}{L}$ |
| Algorithm2 | 2 | 1 | 100 | 2 | $\frac{1}{L}$ |
| Algorithm3 | 2 | 1 | 100 | 1 | $\frac{1}{L}$ |
| Algorithm4 | - | 2 | 50:50 | 1 | $\frac{1}{L \div j}$ |
| Algorithm5 | - | 2 | 80:20 | 1 | $\frac{1}{L \div j}$ |
| Algorithm6 | - | 3 | Avg. | 1 | $\frac{1}{L \div \left(2^{j} - 2^{j-1}\right)}$ |
| Algorithm7 | - | 2 | 50:50 | 1 | $\frac{1}{L \div 2^{2j-N}}$ |

## 4.3 การคัดเลือกคุณลักษณะและผลของการจำแนกข้อมูล

จากผลการทดลองการเปรียบเทียบอัลกอริธึมสำหรับการนำมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะได้ข้อสรุปว่า Algorithm7 มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้สำหรับปัญหาของการคัดเลือกคุณลักษณะมากที่สุด ซึ่งสามารถที่จะสรุปค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับจีเนติคอัลกอริธึมที่ใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะได้ดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 4-20:** ค่าพารามิเตอร์ของจีเนติคอัลกอริธึมสำหรับใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ

| Parameters | Values |
|---|---|
| Selection method | Unbiased tournament selection |
| Crossover method / Probability | Uniform crossover / pc = 0.7 |
| Mutation method / Probability | Algorithm7 |
| Population size | 20 |
| Max generation | 100 |

| Parameters | Values |
|---|---|
| Individual length (*L*) | Depend on each dataset |
| Number of grade (*N*) | Depend on each algorithm |
| Condition (terminate) | Reach max generation |

และจากการทำการค้นหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนในแต่ละคณะและสาขาวิชาสามารถที่จะสรุปได้ดังต่อไปนี้เมื่อ 1 แทนด้วยคุณลักษณะที่ถูกเลือกและ 0 แทนด้วยคุณลักษณะที่ไม่ได้ถูกเลือก

### 4.3.1 คณะอุตสาหกรรมเกษตร

**ตารางที่ 4-21:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 322-101 | 1 | 0 |
| 322-102 | 1 | 0 |
| 324-103 | 1 | 1 |
| 324-131 | 1 | 1 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 325-131 | 1 | 1 |
| 330-106 | 1 | 0 |
| 331-106 | 1 | 1 |
| 332-105 | 1 | 0 |
| 332-106 | 1 | 1 |
| 332-115 | 1 | 0 |
| 332-116 | 1 | 0 |
| 640-101 | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 850-111 | 1 | 1 |
| 859-101 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| 890-102 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 1 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 62.3% | 98.36% |

### 4.3.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์

1) สาขาวิศวกรรมการผลิต

**ตารางที่ 4-22:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมการผลิต

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 1 |
| 216-111 | 1 | 1 |
| 221-102 | 1 | 1 |
| 241-101 | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 322-171 | 1 | 1 |
| 322-172 | 1 | 0 |
| 324-103 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 0 |
| 332-103 | 1 | 0 |
| 332-104 | 1 | 1 |
| 332-113 | 1 | 0 |
| 332-114 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 1 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 83.02% | 94.34% |

2) สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

**ตารางที่ 4-23:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 1 |
| 216-111 | 1 | 1 |
| 221-102 | 1 | 0 |
| 241-101 | 1 | 1 |
| 322-171 | 1 | 1 |
| 322-172 | 1 | 0 |
| 324-103 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 332-103 | 1 | 1 |
| 332-104 | 1 | 0 |
| 332-113 | 1 | 1 |
| 332-114 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |

| ความแม่นยำ | 87.08% | 94.94% |
|---|---|---|

3) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล

**ตารางที่ 4-24:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมเครื่องกล

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 1 |
| 216-111 | 1 | 1 |
| 221-102 | 1 | 1 |
| 241-101 | 1 | 1 |
| 322-171 | 1 | 1 |
| 322-172 | 1 | 1 |
| 324-103 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 332-103 | 1 | 0 |
| 332-104 | 1 | 1 |
| 332-113 | 1 | 0 |
| 332-114 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 1 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 1 |
| ความแม่นยำ | 87.50% | 95.62% |

4) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

**ตารางที่ 4-25:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 0 |
| 216-111 | 1 | 0 |
| 221-102 | 1 | 1 |
| 241-101 | 1 | 0 |
| 322-171 | 1 | 0 |
| 322-172 | 1 | 0 |
| 324-103 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 0 |
| 332-103 | 1 | 1 |
| 332-104 | 1 | 1 |
| 332-113 | 1 | 0 |
| 332-114 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 98.36% | 98.36% |

5) สาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์

**ตารางที่ 4-26:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมเมคาทรอนิกส์

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 0 |
| 216-111 | 1 | 0 |
| 221-102 | 1 | 0 |
| 241-101 | 1 | 1 |
| 322-171 | 1 | 1 |
| 322-172 | 1 | 0 |
| 324-103 | 1 | 1 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 332-103 | 1 | 0 |
| 332-104 | 1 | 1 |
| 332-113 | 1 | 0 |
| 332-114 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 1 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 89.23% | 98.46% |

6) สาขาวิศวกรรมโยธา

**ตารางที่ 4-27:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมโยธา

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 0 |
| 216-111 | 1 | 1 |
| 221-102 | 1 | 0 |
| 241-101 | 1 | 0 |
| 322-171 | 1 | 1 |
| 322-172 | 1 | 0 |
| 324-103 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 332-103 | 1 | 0 |
| 332-104 | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 332-113 | 1 | 1 |
| 332-114 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 1 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 86.25% | 96.25% |

7) สาขาวิศวกรรมเหมืองแร่

**ตารางที่ 4-28:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมเหมืองแร่

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 0 |
| 216-111 | 1 | 1 |
| 221-102 | 1 | 0 |
| 241-101 | 1 | 0 |
| 322-171 | 1 | 0 |
| 322-172 | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 324-103 | 1 | 1 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 332-103 | 1 | 1 |
| 332-104 | 1 | 0 |
| 332-113 | 1 | 1 |
| 332-114 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 1 |
| ความแม่นยำ | 86.17% | 94.68% |

8) สาขาวิศวกรรมวัสดุ

**ตารางที่ 4-29:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมวัสดุ

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 0 |
| 216-111 | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 221-102 | 1 | 0 |
| 241-101 | 1 | 0 |
| 322-171 | 1 | 1 |
| 322-172 | 1 | 1 |
| 324-103 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 332-103 | 1 | 1 |
| 332-104 | 1 | 1 |
| 332-113 | 1 | 0 |
| 332-114 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 1 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 66.67% | 96.55% |

9) สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

**ตารางที่ 4-30:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 0 |
| 216-111 | 1 | 1 |
| 221-102 | 1 | 0 |
| 241-101 | 1 | 0 |
| 322-171 | 1 | 1 |
| 322-172 | 1 | 0 |
| 324-103 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 332-103 | 1 | 1 |
| 332-104 | 1 | 0 |
| 332-113 | 1 | 0 |
| 332-114 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |

| ความแม่นยำ | 86.49% | 94.59% |
|---|---|---|

10)ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

**ตารางที่ 4-31:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้สำหรับนักศึกษาที่ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 0 |
| 216-111 | 1 | 0 |
| 221-102 | 1 | 1 |
| 241-101 | 1 | 0 |
| 322-171 | 1 | 1 |
| 322-172 | 1 | 0 |
| 324-103 | 1 | 1 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 332-103 | 1 | 0 |
| 332-104 | 1 | 0 |
| 332-113 | 1 | 0 |
| 332-114 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 87.64% | 98.88% |

### 4.3.3 คณะทรัพยากรธรรมชาติ

1) สาขาวิชาเอกการจัดการศัตรูพืช

**ตารางที่ 4-32:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเอกการจัดการศัตรูพืช

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 324-103 | 1 | 1 |
| 324-131 | 1 | 1 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 325-131 | 1 | 0 |
| 330-101 | 1 | 0 |
| 330-102 | 1 | 1 |
| 331-101 | 1 | 1 |
| 331-102 | 1 | 1 |
| 510-111 | 1 | 1 |
| 515-111 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 895-132 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 83.87% | 98.39% |

2) สาขาวิชาเอกปฐพีศาสตร์

**ตารางที่ 4-33:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเอกปฐพีศาสตร์

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 324-103 | 1 | 1 |
| 324-131 | 1 | 1 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 325-131 | 1 | 1 |
| 330-101 | 1 | 1 |
| 330-102 | 1 | 0 |
| 331-101 | 1 | 0 |
| 331-102 | 1 | 1 |
| 510-111 | 1 | 1 |
| 515-111 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| 895-132 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 1 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 93.41% | 95.60% |

3) สาขาวิชาเอกพัฒนาการเกษตร

**ตารางที่ 4-34:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเอกพัฒนาการเกษตร

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 324-103 | 1 | 0 |
| 324-131 | 1 | 1 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 325-131 | 1 | 0 |
| 330-101 | 1 | 1 |
| 330-102 | 1 | 1 |
| 331-101 | 1 | 0 |
| 331-102 | 1 | 0 |
| 510-111 | 1 | 0 |
| 515-111 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 895-132 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 85.09% | 93.86% |

4) สาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์

**ตารางที่ 4-35:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 324-103 | 1 | 0 |
| 324-131 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 1 |
| 325-131 | 1 | 0 |
| 330-101 | 1 | 0 |
| 330-102 | 1 | 0 |
| 331-101 | 1 | 1 |
| 331-102 | 1 | 0 |
| 510-111 | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 515-111 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| 890-102 | 1 | 0 |
| 895-132 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 1 |
| ความแม่นยำ | 88.70% | 97. 39% |

5) วาริชศาสตร์

**ตารางที่ 4-36:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ของวาริชศาสตร์

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 322-103 | 1 | 1 |
| 322-104 | 1 | 1 |
| 324-103 | 1 | 1 |
| 324-131 | 1 | 1 |
| 325-103 | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 325-131 | 1 | 1 |
| 330-101 | 1 | 1 |
| 330-102 | 1 | 1 |
| 331-101 | 1 | 0 |
| 331-102 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 74.83% | 94.41% |

6) ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

**ตารางที่ 4-37:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้สำหรับนักศึกษาที่ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 324-103 | 1 | 0 |
| 324-131 | 1 | 0 |
| 325-103 | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 325-131 | 1 | 0 |
| 330-101 | 1 | 1 |
| 330-102 | 1 | 0 |
| 331-101 | 1 | 1 |
| 331-102 | 1 | 1 |
| 510-111 | 1 | 0 |
| 515-111 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| 895-132 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 1 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 1 |
| ความแม่นยำ | 87. 64% | 98.88% |

### 4.3.4 คณะวิทยาศาสตร์

1) ภาควิชา/สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

**ตารางที่ 4-38:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชา/สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 322-101 | 1 | 1 |
| 322-102 | 1 | 1 |
| 324-101 | 1 | 0 |
| 325-101 | 1 | 0 |
| 332-101 | 1 | 1 |
| 332-111 | 1 | 1 |
| 344-101 | 1 | 1 |
| 344-102 | 1 | 1 |
| 344-121 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 1 |
| เพศ | 1 | 1 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 87.80% | 98.78% |

2) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

**ตารางที่ 4-39:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 308-101 | 1 | 1 |
| 308-102 | 1 | 1 |
| 322-101 | 1 | 1 |
| 322-102 | 1 | 0 |
| 324-101 | 1 | 0 |
| 325-101 | 1 | 0 |
| 332-101 | 1 | 0 |
| 332-111 | 1 | 1 |
| 332-246 | 1 | 0 |
| 332-248 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 895-171 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 1 |
| เพศ | 1 | 1 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 1 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |

| | | |
|---|---|---|
| ความแม่นยำ | 86.89% | 98.36% |

3) ภาควิชา/สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ต่อเนื่อง)

**ตารางที่ 4-40:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชา/สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ต่อเนื่อง)

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 310-201 | 1 | 1 |
| 310-301 | 1 | 1 |
| 310-311 | 1 | 1 |
| 310-321 | 1 | 0 |
| 310-361 | 1 | 1 |
| 322-105 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| 895-171 | 1 | 1 |
| เพศ | 1 | 1 |
| ความแม่นยำ | 93.88% | 98.98% |

4) หลักสูตรวัสดุศาสตร์ สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

**ตารางที่ 4-41:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในหลักสูตรวัสดุศาสตร์ สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 322-101 | 1 | 1 |
| 322-102 | 1 | 0 |
| 324-101 | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 324-102 | 1 | 0 |
| 325-101 | 1 | 0 |
| 325-102 | 1 | 0 |
| 332-101 | 1 | 1 |
| 332-102 | 1 | 0 |
| 332-111 | 1 | 0 |
| 332-112 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 895-171 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 1 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 1 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 90.10% | 95.05% |

5) ภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์

**ตารางที่ 4-42:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 322-101 | 1 | 0 |
| 322-102 | 1 | 0 |
| 324-101 | 1 | 1 |
| 324-102 | 1 | 0 |
| 325-101 | 1 | 0 |
| 325-102 | 1 | 0 |
| 332-101 | 1 | 1 |
| 332-102 | 1 | 0 |
| 332-111 | 1 | 0 |
| 332-112 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 895-171 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 1 |
| ความแม่นยำ | 95.71% | 98.57% |

6) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

**ตารางที่ 4-43:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 322-101 | 1 | 0 |
| 322-102 | 1 | 1 |
| 324-101 | 1 | 1 |
| 324-102 | 1 | 0 |
| 325-101 | 1 | 1 |
| 325-102 | 1 | 0 |
| 332-101 | 1 | 0 |
| 332-102 | 1 | 0 |
| 332-111 | 1 | 0 |
| 332-112 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 895-171 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 54.17% | 97.22% |

7) ภาควิชาฟิสิกส์

**ตารางที่ 4-44:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชาฟิสิกส์

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 322-101 | 1 | 0 |
| 322-102 | 1 | 1 |
| 324-101 | 1 | 1 |
| 324-102 | 1 | 1 |
| 325-101 | 1 | 1 |
| 325-102 | 1 | 1 |
| 332-101 | 1 | 1 |
| 332-102 | 1 | 0 |
| 332-111 | 1 | 0 |
| 332-112 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 1 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 1 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 92.17% | 98.80% |

8) ภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติ

**ตารางที่ 4-45:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในภาควิชาคณิตศาสตร์ สาขาวิชาสถิติ

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 322-101 | 1 | 1 |
| 322-102 | 1 | 1 |
| 324-101 | 1 | 1 |
| 325-101 | 1 | 0 |
| 325-102 | 1 | 0 |
| 332-101 | 1 | 1 |
| 332-111 | 1 | 0 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| 895-171 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 1 |
| เพศ | 1 | 1 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 1 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 87.50% | 95.14% |

### 4.3.5 คณะเศรษฐศาสตร์

**ตารางที่ 4-46:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| 322-103 | 1 | 0 |
| 322-104 | 1 | 1 |
| 340-301 | 1 | 1 |
| 510-111 | 1 | 0 |
| 515-111 | 1 | 1 |
| 875-111 | 1 | 1 |
| 875-112 | 1 | 1 |
| 877-141 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 895-132 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 1 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 1 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 1 |
| ความแม่นยำ | 87.78% | 96.67% |

### 4.3.6 คณะนิติศาสตร์

**ตารางที่ 4-47:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในคณะนิติศาสตร์

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 340-101 | 1 | 1 |
| 340-326 | 1 | 0 |
| 870-101 | 1 | 1 |
| 870-121 | 1 | 1 |
| 870-122 | 1 | 1 |
| 870-211 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 890-102 | 1 | 1 |
| 895-125 | 1 | 0 |
| 895-171 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 1 |
| ความแม่นยำ | 95.30% | 98.63% |

### 4.3.7 คณะศิลปศาสตร์

**ตารางที่ 4-48:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาชุมชนศึกษา

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 340-101 | 1 | 0 |
| 345-101 | 1 | 0 |
| 461-211 | 1 | 1 |
| 874-392 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 0 |
| 890-102 | 1 | 0 |
| 895-104 | 1 | 0 |
| 895-131 | 1 | 0 |
| 895-132 | 1 | 0 |
| 895-209 | 1 | 1 |
| 895-326 | 1 | 1 |
| 897-102 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 92.31% | 98.72% |

### 4.3.8 คณะวิทยาการจัดการ

1) สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

**ตารางที่ 4-49:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 322-100 | 1 | 0 |
| 340-326 | 1 | 1 |
| 460-110 | 1 | 0 |
| 460-111 | 1 | 0 |
| 460-112 | 1 | 1 |
| 460-113 | 1 | 1 |
| 460-114 | 1 | 1 |
| 460-115 | 1 | 0 |
| 460-116 | 1 | 1 |
| 460-190 | 1 | 1 |
| 460-191 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 1 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 890-102 | 1 | 0 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 1 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 1 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 88.11% | 97.30% |

2) สาขาการตลาด

**ตารางที่ 4-50:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาการตลาด

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 322-100 | 1 | 1 |
| 340-326 | 1 | 0 |
| 460-111 | 1 | 1 |
| 460-112 | 1 | 0 |
| 460-113 | 1 | 0 |
| 460-114 | 1 | 1 |
| 460-211 | 1 | 1 |
| 890-100 | 1 | 0 |
| 890-101 | 1 | 1 |
| 890-102 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 0 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 0 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |
| O-NET5 | 1 | 0 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 72.45% | 95.92% |

3) สาขาวิชาการจัดการ (ภาษาอังกฤษ)

**ตารางที่ 4-51:** แสดงคุณลักษณะที่ใช้ในสาขาวิชาการจัดการ (ภาษาอังกฤษ)

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด) | คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก) |
|---|---|---|
| 472-101 | 1 | 0 |
| 472-102 | 1 | 1 |
| 472-103 | 1 | 1 |
| 472-104 | 1 | 1 |
| 472-105 | 1 | 0 |
| 472-106 | 1 | 1 |
| 472-107 | 1 | 0 |
| 472-108 | 1 | 0 |
| 472-110 | 1 | 1 |
| 472-111 | 1 | 1 |
| 472-112 | 1 | 0 |
| 472-113 | 1 | 1 |
| วิธีสอบเข้า | 1 | 0 |
| กลุ่มเรียน | 1 | 1 |
| เพศ | 1 | 0 |
| O-NET1 | 1 | 1 |
| O-NET2 | 1 | 0 |
| O-NET3 | 1 | 0 |
| O-NET4 | 1 | 0 |

| **คุณลักษณะ** | **คุณลักษณะ (เลือกทั้งหมด)** | **คุณลักษณะ (ผ่านการคัดเลือก)** |
|---|---|---|
| O-NET5 | 1 | 1 |
| อันดับโรงเรียน | 1 | 0 |
| โรงเรียนประจำจังหวัด | 1 | 0 |
| ความแม่นยำ | 95.30% | 97.99% |

# บทที่ 5

# บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อค้นหารูปแบบหรือคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนชั้นปีที่ 1 โดยใช้จีเนติคอัลกอริธึมร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมในการหาถึงคุณลักษณะดังกล่าวโดยที่ผลจากการดำเนินงานวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยพบว่ารูปแบบหรือคุณลักษณะที่ได้มาจากการคัดเลือกสามารถที่จะใช้จำแนกกลุ่มข้อมูลของนักศึกษาเรียนอ่อนได้เป็นอย่างดี โดยที่รูปแบบหรือคุณลักษณะที่ส่งผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนของแต่ละคณะและสาขาวิชามีดังนี้

### 5.1.1 คณะอุตสาหกรรมเกษตร

1) วิชาการจัดการเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนมีดังนี้

   (1) เคมีทั่วไป (324-103)

   (2) เคมีอินทรีย์ (324-131)

   (3) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

   (4) ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ (325-131)

   (5) ปฏิบัติการชีววิทยา (331-106)

   (6) ฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-106)

   (7) สุขภาวะกายและจิต (640-101)

   (8) อุตสาหกรรมเกษตรเบื้องต้น (850-111)

   (9) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 (859-102)

(10) วิธีสอบเข้า

(11) คะแนนวิชาภาษาไทย

(12) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

(13) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(14) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

**5.1.2 คณะวิศวกรรมศาสตร์**

1) วิศวกรรมการผลิต

(1) แนะนำวิศวกรรมศาสตร์ 1 (200-101)

(2) เขียนแบบวิศวกรรม 1 (216-111)

(3) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (322-171)

(4) ฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-104)

(5) ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-114)

(6) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(7) กลุ่มเรียน

2) วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

(1) แนะนำวิศวกรรมศาสตร์ 1 (200-101)

(2) เขียนแบบวิศวกรรม 1 (216-111)

(3) แนะนำการเขียนแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 (241-101)

(4) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (322-171)

(5) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(6) ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 (332-113)

(7) ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-114)

(8) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(9) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

3) วิศวกรรมเครื่องกล

(1) แนะนำวิศวกรรมศาสตร์ 1 (200-101)

(2) เขียนแบบวิศวกรรม 1 (216-111)

(3) กลศาสตร์วิศวกรรม 1 (221-102)

(4) แนะนำการเขียนแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 (241-101)

(5) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (322-171)

(6) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (322-172)

(7) เคมีทั่วไป (325-103)

(8) ฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-104)

(9) ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-114)

(10) วิธีสอบเข้า

(11) เพศ

(12) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

(13) โรงเรียนประจำจังหวัด

4) วิศวกรรมไฟฟ้า

(1) กลศาสตร์วิศวกรรม 1 (221-102)

(2) ฟิสิกส์ทั่วไป 1 (332-103)

(3) ฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-104)

(4) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(5) วิธีสอบเข้า

(6) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

(7) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(8) อันดับโรงเรียน

5) วิศวกรรมเมคาทรอนิกส์

(1) แนะนำการเขียนแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 (241-101)

(2) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (322-171)

(3) เคมีทั่วไป (324-103)

(4) กลุ่มเรียน

(5) คะแนนวิชาภาษาไทย

(6) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(7) อันดับโรงเรียน

6) วิศวกรมโยธา

(1) เขียนแบบวิศวกรรม 11 (216-111)

(2) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (322-171)

(3) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(4) ฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-104)

(5) ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 (332-113)

(6) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(7) เพศ

(8) คะแนนวิชาภาษาไทย

(9) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(10) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

(11) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(12) อันดับโรงเรียน

7) วิศวกรรมเหมืองแร่

(1) เขียนแบบวิศวกรรม 1 (216-111)

(2) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (322-172)

(3) เคมีทั่วไป (324-103)

(4) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(5) ฟิสิกส์ทั่วไป 1 (332-103)

(6) ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 (332-113)

(7) ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-114)

(8) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(9) โรงเรียนประจำจังหวัด

8) วิศวกรรมวัสดุ

(1) เขียนแบบวิศวกรรม 11 (216-111)

(2) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (322-171)

(3) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 (322-172)

(4) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(5) ฟิสิกส์ทั่วไป 1 (332-103)

(6) ฟิสิกส์ทั่วไป 2 (332-104)

(7) กลุ่มเรียน

(8) อันดับโรงเรียน

9) วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

(1) เขียนแบบวิศวกรรม 11 (216-111)

(2) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (322-171)

(3) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(4) ฟิสิกส์ทั่วไป 1 (332-103)

(5) คะแนนวิชาภาษาไทย

(6) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

(7) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(8) อันดับโรงเรียน

10)ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

(1) กลศาสตร์วิศวกรรม 1 (221-102)

(2) คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 (322-171)

(3) เคมีทั่วไป (324-103)

(4) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(5) คะแนนวิชาภาษาไทย

(6) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(7) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(8) อันดับโรงเรียน

**5.1.3 คณะทรัพยากรธรรมชาติ**

1) สาขาวิชาเอกการจัดการศัตรูพืช

(1) เคมีทั่วไป (324-103)

(2) เคมีอินทรีย์ (324-131)

(3) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(4) หลักชีววิทยา 2 (330-102)

(5) ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 1 (331-101)

(6) ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 2 (331-102)

(7) หลักการกสิกรรม (510-111)

(8) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(9) อันดับโรงเรียน

2) สาขาวิชาเอกปฐพีศาสตร์

(1) เคมีทั่วไป (324-103)

(2) เคมีอินทรีย์ (324-131)

(3) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(4) หลักชีววิทยา (325-131)

(5) หลักชีววิทยา 1 (330-101)

(6) ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 2 (331-102)

(7) หลักการกสิกรรม (510-111)

(8) หลักการเลี้ยงสัตว์ (515-111)

(9) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(10) ทักษะการสื่อสาร (895-132)

(11) คะแนนวิชาภาษาไทย

(12) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(13) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

(14) อันดับโรงเรียน

3) สาขาวิชาเอกพัฒนาการเกษตร

(1) เคมีอินทรีย์ (324-131)

(2) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(3) หลักชีววิทยา 1 (330-101)

(4) หลักชีววิทยา 2 (330-102)

(5) หลักการเลี้ยงสัตว์ (515-111)

(6) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

(7) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(8) อันดับโรงเรียน

4) สาขาวิชาเอกสัตวศาสตร์

(1) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(2) ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 1 (331-101)

(3) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(4) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(5) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(6) โรงเรียนประจำจังหวัด

5) วาริชศาสตร์

(1) คณิตศาสตร์ทั่วไป 1 (322-103)

(2) คณิตศาสตร์ทั่วไป 2 (322-104)

(3) เคมีทั่วไป (324-103)

(4) เคมีอินทรีย์ (324-131)

(5) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(6) ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ (325-131)

(7) หลักชีววิทยา 1 (330-101)

(8) หลักชีววิทยา 2 (330-102)

(9) ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 2 (331-102)

(10) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(11) คะแนนวิชาภาษาไทย

(12) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

6) ยังไม่ได้แยกสาขาวิชา

(1) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป (325-103)

(2) หลักชีววิทยา 1 (330-101)

(3) ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 1 (331-101)

(4) ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 2 (331-102)

(5) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(6) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

(7) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

(8) โรงเรียนประจำจังหวัด

**5.1.4 คณะวิทยาศาสตร์**

1) สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

(1) คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 (322-101)

(2) คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 (322-102)

(3) ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 (332-101)

(4) ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1 (332-111)

(5) พื้นฐานวิทยาการคอมพิวเตอร์ (344-101)

(6) ปฏิบัติการคอมพิวเตอร์พื้นฐาน (344-102)

(7) กลุ่มเรียน

(8) เพศ

2) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร

(1) พื้นฐานเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (308-101)

(2) ทัศนศิลป์และการออกแบบกราฟิกด้วยคอมพิวเตอร์ (308-102)

(3) คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 (322-101)

(4) ปฏิบัติการฟิสิกส์พื้นฐาน 1 (332-111)

(5) ดิจิตอลอิเลคทรอนิกส์ (332-248)

(6) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(7) ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต (895-171)

(8) วิธีสอบเข้า

(9) กลุ่มเรียน

(10) เพศ

(11) คะแนนวิชาภาษาไทย

(12) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

(13) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

3) สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ (ต่อเนื่อง)

(1) หลักการเทคโนโลยีสารสนเทศ (310-201)

(2) ระบบสารสนเทศ (310-301)

(3) ระบบคอมพิวเตอร์ (310-311)

(4) ทัศนศิลป์และการออกแบบกราฟิกด้วยคอมพิวเตอร์ (310-361)

(5) คณิตศาสตร์หลักมูล (322-105)

(6) ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต (895-171)

(7) เพศ

4) สาขาวิชาวัสดุศาสตร์

(1) คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 (322-101)

(2) เคมีทั่วไป 1 (324-101)

(3) ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 (332-101)

(4) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(5) เคมีทั่วไป 2 (324-102)

(6) วิธีสอบเข้า

(7) เพศ

(8) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(9) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(10) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

(11) อันดับโรงเรียน

5) สาขาคณิตศาสตร์

(1) เคมีทั่วไป 1 (324-101)

(2) ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 (332-101)

(3) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(4) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(5) ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต (895-171)

(6) คะแนนวิชาภาษาไทย

(7) อันดับโรงเรียน

(8) โรงเรียนประจำจังหวัด

6) สาขาวิชาวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์

(1) คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 (322-102)

(2) เคมีทั่วไป 1 (324-101)

(3) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 (325-101)

(4) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(5) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(6) คะแนนวิชาภาษาไทย

(7) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(8) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

7) ภาควิชาฟิสิกส์

(1) คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 (322-102)

(2) เคมีทั่วไป 1 (324-101)

(3) เคมีทั่วไป 2 (324-102)

(4) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 (325-101)

(5) ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 2 (325-102)

(6) ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 (332-101)

(7) คะแนนวิชาภาษาไทย

(8) คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์

(9) คะแนนวิชาสังคมศาสตร์

(10) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

8) สาขาวิชาสถิติ

(1) คณิตศาสตร์พื้นฐาน 1 (322-101)

(2) คณิตศาสตร์พื้นฐาน 2 (322-102)

(3) เคมีทั่วไป 1 (324-101)

(4) ฟิสิกส์พื้นฐาน 1 (332-101)

(5) ภูมิปัญญาในการดำเนินชีวิต (895-171)

(6) วิธีสอบเข้า

(7) กลุ่มเรียน

(8) เพศ

(9) คะแนนวิชาภาษาไทย

(10) คะแนนวิชาสังคัมศาสตร์

**5.1.5 คณะเศรษฐศาสตร์**

1) สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร

(1) คณิตศาสตร์ทั่วไป 2 (322-104)

(2) วิทยาศาสตร์ทั่วไป 1 (340-301)

(3) หลักการเลี้ยงสัตว์ (515-111)

(4) เศรษฐศาสตร์จุลภาค 1 (875-111)

(5) เศรษฐศาสตร์มหภาค 1 (875-112)

(6) เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการฐานข้อมูล (877-141)

(7) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(8) ทักษะการสื่อสาร (895-132)

(9) วิธีสอบเข้า

(10) คะแนนวิชาคณิตศาสตร์

(11) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

(12) โรงเรียนประจำจังหวัด

**5.1.6 คณะนิติศาสตร์**

1) นิติศาสตร์

(1) วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (340-101)

(2) กฎหมายมหาชน : หลักทั่วไป (870-101)

(3) กฎหมายแพ่ง : หลักทั่วไป (870-121)

(4) กฎหมายลักษณะนิติกรรมและสัญญา (870-122)

(5) กฎหมายอาญา 1 : บทบัญญัติทั่วไป (870-211)

(6) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(7) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(8) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 (890-102)

(9) อันดับโรงเรียน

(10) โรงเรียนประจำจังหวัด

**5.1.7 คณะศิลปะศาสตร์**

1) สาขาวิชาชุมชนศึกษา

(1) หลักการจัดการ (461-211)

(2) กฎหมายกับสังคม (874-392)

(3) มานุษยวิทยา (895-209)

(4) ประวิติศาสตร์ท้องถิ่นภาคใต้ (895-326)

(5) วิธีสอบเข้า

**5.1.8 คณะวิทยาการจัดการ**

1) สาขาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

(1) วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (340-326)

(2) หลักเศรษฐศาสตร์มหภาค (460-112)

(3) หลักการบัญชีขั้นต้น (460-113)

(4) หลักการตลาด (460-114)

(5) หลักการจัดการธุรกิจ (460-116)

(6) เทคโนโลยีสารสนเทศ (460-190)

(7) การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น (460-191)

(8) ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม (890-100)

(9) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(10) วิธีสอบเข้า

(11) คะแนนวิชาภาษาไทย

(12) อันดับโรงเรียน

2) สาขาการตลาด

(1) วิทยาศาสตร์ประยุกต์ (322-100)

(2) หลักเศรษฐศาสตร์จุลภาค (460-111)

(3) หลักการตลาด (460-114)

(4) การจัดการดำเนินงาน (460-211)

(5) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 (890-101)

(6) ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 2 (890-102)

3) สาขาวิชาการจัดการ (ภาษาอังกฤษ)

(1) ภาษาอังกฤษ 2 (472-102)

(2) คณิตศาสตร์สำหรับธุรกิจ (472-103)

(3) สถิติในการบริหาร (472-104)

(4) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในงานธุรกิจ (472-106)

(5) จิตวิทยาบริหาร (472-110)

(6) ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับธุรกิจ (472-111)

(7) เศรษฐศาสตร์มหภาค (472-113)

(8) กลุ่มเรียน

(9) คะแนนวิชาภาษาไทย

(10) คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ

จากหลักการและผลการคัดเลือกชุดคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อน ชุดคุณลักษณะที่ได้มานั้นสามารถที่จะนำไปใช้ในการพัฒนาโปรแกรมในการวิเคราะห์ทางการศึกษาของนักศึกษาได้ต่อไป ซึ่งสามารถใช้ในการจำแนกกลุ่มนักศึกษาที่มีแนวโน้มที่จะอยู่ในกลุ่มเสี่ยงและระบุถึงถึงตัวของนักศึกษาดังกล่าว นอกจากนี้ก็ยังสามารถที่จะนำผลจากการคัดเลือกคุณลักษณะดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการให้คำปรึกษาดูแลและส่งเสริมการศึกษาของนักศึกษาได้อีก แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการแบ่งแยกข้อมูลจากชุดคุณลักษณะที่ได้มาอีกทีหนึ่งเนื่องจากคุณลักษณะที่ได้ถูกคัดเลือกมานั้นประกอบด้วยคุณลักษณะที่บั่นทอนและส่งเสริมผลการเรียนของนักศึกษาซึ่งถูกใช้ในการจำแนกข้อมูล ดังนั้นในการรับมือกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นและทำการแก้ไขปัญหาเหล่านั้น จำเป็นที่ต้องทราบถึงคุณลักษณะที่บั่นทอนผลการเรียนของนักศึกษา เพื่อที่จะใช้ในการให้คำปรึกษาดูแลและส่งเสริมการศึกษาของนักศึกษาต่อไปและในการแยกคุณลักษณะดังกล่าวนั้นต้องทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5-1

**ตารางที่ 5-1:** แสดงผลการเปรียบเทียบชุดคุณลักษณะที่ได้ถูกคัดเลือกมากับข้อมูลจริง

| คุณลักษณะ | คุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกแต่ละสาขาวิชา | | | | | | | | | | ความถี่ | ผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 200-101 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | n |
| 216-111 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 7 | y |
| 221-102 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | y |
| 241-101 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | y |
| 322-171 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 8 | y |
| 322-172 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 3 | y |
| 324-103 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 | y |
| 325-103 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 | n |
| 332-103 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 5 | y |
| 332-104 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | y |
| 332-113 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 | n |
| 332-114 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | n |
| 890-100 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | y |
| 890-101 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | n |

จากตารางที่ 5-1 ซึ่งเป็นตัวอย่างของการแสดงผลการเปรียบเทียบชุดคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกกับข้อมูลจริงของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์แต่ละสาขาวิชาจากซ้ายไปขวา คุณลักษณะที่ได้ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงเราได้ทำการเปรียบเทียบเฉพาะข้อมูลที่เป็นวิชาเรียนเท่านั้นเนื่องจากคุณลักษณะดังกล่าวเป็นคุณลักษณะที่สามารถควบคุมได้และนำไปประยุกต์ใช้ในการส่งเสริมการเรียนให้กับนักศึกษาได้จริง จากตารางจะเห็นได้ว่าในแต่ละสาขาวิชาก็จะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันไปแต่ในบางคุณลักษณะก็จะปรากฏขึ้นในหลายๆสาขาวิชาซึ่งได้แสดงไว้ที่ช่องของความถี่ และจากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าคุณลักษณะที่ได้ถูกคัดเลือกมานั้นประกอบด้วยคุณลักษณะที่บั่นทอนและส่งเสริมผลการเรียนของนักศึกษา เมื่อได้ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง คุณลักษณะที่เป็นตัวบั่นทอนผลการเรียนที่ประกอบด้วยระดับผลการเรียนของนักศึกษาที่ค่อนข้างต่ำและต่ำมากจะแทนด้วย “y” และ

คุณลักษณะที่ประกอบด้วยผลการเรียนระดับปานกลางและค่อนข้างสูงจะแทนด้วย “n” ซึ่งแสดงดังที่ช่องผลของตาราง

## 5.2 อุปสรรคและปัญหา

**5.2.1** มีการใช้เวลาในขั้นตอนของการเตรียมข้อมูลยาวนาน เนื่องจากปัญหาของขั้นตอนในการติดต่อเพื่อทำการขอข้อมูลอีกทั้งปัญหาของข้อมูลที่มีความเสียหายมากอันเนื่องมาจากอุปกรณ์จัดเก็บของแหล่งข้อมูลที่ชำรุด และข้อมูลที่ได้มาจากแหล่งข้อมูลทั้งสองนั้นมีความไม่สอดคล้องกัน เป็นผลให้ช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมข้อมูลยาวนานกว่าที่ได้ประเมินเอาไว้

**5.2.2** อุปกรณ์การใช้งานในการดำเนินงานวิจัยมีขีดจำกัดค่อนข้างเยอะ เนื่องด้วยโปรแกรมที่ถูกเขียนขึ้นเพื่อทำการวิจัยนั้นมีความต้องการทรัพยากรที่ค่อนข้างสูง จากปัญหาดังกล่าวทำให้มีการใช้เวลาในช่วงของการทดสอบโปรแกรมและการนำไปใช้จริงยาวนานกว่าเวลาที่ได้ประเมินเอาไว้เช่นกัน

## 5.3 ข้อเสนอแนะ

**5.3.1** คุณลักษณะหรือรูปแบบที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลควรมีการทำซ้ำในทุกๆปีของการศึกษาเพื่อที่จะได้คุณลักษณะหรือรูปแบบดังกล่าวที่เป็นปัจจุบัน ซึ่งสามารถนำองค์ความรู้ตรงนั้นไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

**5.3.2** คุณลักษณะที่นำมาทำการวิเคราะห์หากสามารถเก็บข้อมูลที่เป็นปัจจัยทางด้านสังคม เช่น การเข้าร่วมกิจกรรมและการทำกิจกรรมอื่นๆของนักศึกษาได้ก็จะสามารถครอบคลุมปัญหาและระบุถึงคุณลักษณะที่มีผลต่อการเรียนของนักศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

**5.3.3** จากการดำเนินงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าเทคนิคหรืออัลกอริธึมในการค้นหาคำตอบดังกล่าวสามารถนำมาใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้จริงซึ่งสามารถที่จะนำไปใช้

งานจริงได้ต่อไป ในส่วนของคุณลักษณะหรือรูปแบบดังกล่าวที่ได้มาจากการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ต่อไปมากกว่าที่จะถูกนำไปใช้เป็นโมเดลในการแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้จริง เนื่องจากปัญหาของข้อมูลที่ได้นำมาทำการวิเคราะห์ถึงรูปแบบที่เราให้ความสนใจนั้นไม่มีความสมบูรณ์ดีพอ และการนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนี้ไปใช้งานจริงอาจไม่ใช่ทางเลือกที่ดีนัก ซึ่งควรจะมีการปรับปรุงในระบบและขั้นตอนการจัดเก็บข้อมูลใหม่เสียก่อนแล้วจึงค่อยนำข้อมูลที่สนใจมาทำการวิเคราะห์ใหม่อีกครั้งในภายหน้า

# บรรณานุกรม


[1] J. Han and M. kamber, *Data Mining Concepts and Techniques*, 2nd ed. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, 2006.

[2] H. Rahman, *Data Mining Applications for Empowering Knowledge Societies*. Hershey, USA: IGI Global, 2008.

[3] A. Merceron and K. Yacef, "Educational Data Mining: a Case Study," in *12th international conference on Artificial Intelligence in Educational AIED*, Amsterdam, The Netherlands, 2005, pp. 67-7.

[4] B. Minaei-Bidgoli and W. F. Punch, "Using genetic algorithms for data mining optimization in an educational web-based system," in *Proceedings of the 2003 international conference on Genetic and evolutionary computation: PartII* Chicago, IL, USA: Springer-Verlag, 2003.

[5] C. Romero, S. Ventura, C. d. Castro, W. Hall, and M. H. Ng, "Using genetic algorithms for data mining in web-based educational hypermedia systems," in *Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems (AH02)*, Málaga, Spain, 2002.

[6] I. Tudor and M. Carbureanu, "Data Mining Techniques in Knowledge Management in Academic Environment," in *Academic Bulletin of Petroleum-Gas University of Ploiesti*, 2007.

[7] M. Refaat, *Data Preparation for Data Mining Using SAS*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, 2007.

[8] S.N.Sivanandam and S.N.Deepa, *Introduction to Genetic Algorithms*: Springer Berlin Heidelberg, 2008.

[9] L. Rutkowski, *Computational Intelligence Methods and Techniques*: Springer Berlin Heidelberg, 2008.

[10] A. P. Enqelbrecht, *Computational Intelligence An Introduction*, 2nd ed. England: Wiley, 2007.

[11] S. Bandyopadhyay and S. K. Pal, *Classification and Learning Using Genetic Algorithms Applications in Bioinformatics and Web Intelligence*: Springer Berlin Heidelberg, 2007.

[12] D. E. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1989.

[13] S. Sumathi, T. Hamsapriya, and P. Surekha, *Evolutionary Intelligence: An Introduction to Theory and Applications with Matlab*: Springer Publishing Company, Incorporated 2008.

[1 ] H. Pohlheim, "Genetic and evolutionary algorithm toolbox for use with Matlab," 2006.

[15] D. Whitley, "The GENITOR algorithm and selection pressure: why rank-based allocation of reproductive trials is best," in *Proceedings of the third international conference on Genetic algorithms* George Mason University, United States: Morgan Kaufmann Publishers Inc. , 1989, pp. 116-121.

[16] A. Sokolov and D. Whitley, "Unbiased tournament selection," in *Proceedings of the 2005 conference on Genetic and evolutionary computation* Washington DC, USA: ACM, 2005, pp. 1131-1138.

[17] R. A. Caruana and L. J. Eshelman, "Representation and hidden bias II: eliminating defining length bias in genetic search via shuffle crossover," in *Proceedings of the 11th international joint conference on Artificial intelligence*. vol. 1 Detroit, Michigan: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1989, pp. 750-755.

[18] M. T. Hagan, H. B. Demuth, and M. Beale, *Neural network design*: PWS Publishing Co., 1996.

[19] M. Negnevitsky, *Artificial Intelligence A Guide to Intelligent System*, 2nd ed. England: Addison Wesley, 2005.

[20] L. V. Fausett, *Fundamentals of Neural Networks Architectures, Algorithms And Applications*. USA: Prentice Hall, 1993.

[21] G. Kim and S. Kim, "Feature Selection Using Genetic Algorithms for Handwritten Character Recognition," in *Proc. Seventh International Workshop on Frontiers in Handwritten Recognition* Amsterdam, 2000, pp. 103-112.

[22] F. Hussein, "Genetic Algorithms for Feature Selection and Weighting, A Review and Study," in *Proceedings of the Sixth International Conference on Document Analysis and Recognition*: IEEE Computer Society, 2001.

[23] W. Skarbek, F. Pernkopf, and P. O'Leary, "Feature Selection for Classification Using Genetic Algorithms with a Novel Encoding," in *Computer Analysis of Images and Patterns*. vol. 212 : Springer Berlin / Heidelberg, 2001, pp. 161-168.

[2 ] W. M. Spears and K. A. D. Jong, "An Analysis of Multi-Point Crossover," in *Proceedings of the First Workshop on Foundations of Genetic Algorithms*, Bloomington Campus, Indiana, USA, 1990, pp. 301-315.

[25] T. Back, "Optimal Mutation Rates in Genetic Search," in *Proceedings of the 5th International Conference on Genetic Algorithms*: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 1993, pp. 2-8.

[26] S. h. Jung, "Selective Mutation for Genetic Algorithms," in *WORLD ACADEMY OF SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY*, 2009, pp. 78- 81.

[27] S. Marsili Libelli and P. Alba, "Adaptive mutation in genetic algorithms," *Soft Computing - A Fusion of Foundations, Methodologies and Applications,* vol. , pp. 76-80, 2000.

**ภาคผนวก**

**ภาพที่ ก-1:** หน้าปกการประชุมวิชาการด้านการบริหาร
และการจัดการระดับชาติ ครั้งที่ 3

ห้องที่ 4 : เศรษฐศาสตร์ การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

Session 3 เวลา 14.50 - 16.50 น.

| เวลา | รหัสบทความ | ชื่อบทความและผู้นำเสนอ |
|---|---|---|
| 14.50-15.10 | IT1402 | ระบบบริหารแผนงานโครงการ ศูนย์คอมพิวเตอร์มหาวิทยาลัยหาดใหญ่<br>นางสาววีนา หาญณรงค์ |
| 15.10-15.30 | IT2403 | ระบบสารสนเทศประเมินผลการสอนสำหรับนักเรียนในช่วงชั้นที่2: กรณีศึกษาโรงเรียนสอนภาษาอินลิงกัว สาขาหาดใหญ่<br>นายวีรศกดิ์ นิลชาติ |
| 15.30-15.50 | IT3604 | การพัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่นเพื่อบริหารจัดการงานซ่อมบำรุงคอมพิวเตอร์สำหรับองค์กรธุรกิจด้วยรูบี้ออนเรลส์<br>นายอดิพงศ์ ไชยภักดี |
| 15.50-16.10 | IT5305 | การหาความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ส่งผลต่อผลการศึกษาของนักศึกษาตกออกด้วยเทคนิคกฎความสัมพันธ์<br>ดร.ณัฐยิดา ลุวรรณโณ |
| 16.10-16.30 | IT6107 | ระบบนำทางอัจฉริยะ กรณีศึกษา บริษัทวานิชรุ่งเรืองอินเตอร์เทรด จำกัด (สาขาภาคใต้)<br>นางสาววิภาดา เพชรรัตน์ |
| 16.30-16.50 | IT6408 | Using Genetic Algorithms to Find Out the Significance Features Effected to the Low Proficiency Student's Educational Outcome<br>นายปฐพี กบิลกาญจน์ |

**ภาพที่ ก-2:** ภาพตารางการนำเสนอผลงาน

# Using Genetic Algorithm to Find Out the Significance Features Effected to the Low Proficiency Student's Educational Outcome

*Patapee Kapillakan[1], Nuttida Suwanno[2]*

*[1]Management of Information Technology, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University*

*[2]Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, Prince of Songkla University*

*kapillakan@gmail.com, nuttida.n@psu.ac.th*

**Abstract**

In each year of educational we found that a lot of students who have got grades lower than standard then this group of students is organized as poor students and the group of these students is a risky group to have tendency to fail, leave in the middle of educational period or cannot finish the graduation in according to the term fixed in the curriculum. A factor which is affected to a study of students may include educational factors and social factors therefore to deal with the mentioned point it is necessary to know the cause of study that which features effected to the student's educational outcome in order to be able to handle and assist those students properly. To find out the mentioned features we use genetic algorithm to select the features and weigh for finding the significance features which effected to the educational outcome from the mentioned process. It is found that a set of selected features can be used to classify of the group of poor students effectively.

**Keyword:** genetic algorithm, feature selection, feature weighting

# การนำจีเนติคอัลกอริธึมมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะที่ส่งผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อน

# Using Genetic Algorithm to Find Out the Significance Features Effected to the Student's Educational Outcome

*ปฐพี กปิลกาญจน์ (Patapee Kapillakan)[1] และณัฐธิดา สุวรรณโณ (Nuttida Suwanno)[2]*

*[1]การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*

*[2]ภาคบริหารธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์*

*kapillakan@gmail.com, nuttida.n@psu.ac.th*

**บทคัดย่อ**

*ในแต่ละปีของการศึกษาเราจะพบว่ามีนักศึกษาจำนวนไม่น้อยที่มีผลการเรียนที่ต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งนักศึกษากลุ่มนี้จะถูกจัดว่าเป็นนักศึกษาที่เรียนอ่อน และนักศึกษากลุ่มดังกล่าวนี้เองที่เป็นกลุ่มเสี่ยงที่มีแนวโน้มที่จะตกออก ออกกลางคันหรือไม่ได้สำเร็จการศึกษาตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร ปัจจัยที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาอาจรวมด้วยปัจจัยทางด้านการศึกษาและปัจจัยทางด้านสังคม ในการรับมือกับประเด็นดังกล่าวเราจำเป็นที่จะต้องทราบถึงสาเหตุว่ามีคุณลักษณะใดบ้างที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษากลุ่มดังกล่าวเพื่อที่จะสามารถรับมือและให้ความช่วยเหลือกับนักศึกษาเหล่านั้นได้อย่างเหมาะสม และในการค้นหาคุณลักษณะดังกล่าวนั้นเราได้นำจีเนติคอัลกอริธึมมาเพื่อทำการคัดเลือกคุณลักษณะและถ่วงน้ำหนักเพื่อหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญที่ส่งผลต่อการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อน จากกระบวนการดังกล่าวพบว่าชุดของคุณลักษณะที่ถูกคัดเลือกมานั้นสามารถที่จะนำมาใช้ในการจำแนกกลุ่มนักศึกษาเรียนอ่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ*

**คำสำคัญ:** จีเนติคอัลกอริธึม การคัดเลือกคุณลักษณะ การถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะ

**Abstract**

*In each year of educational we found that a lot of students who have got grades lower than standard then this group of students is organized as poor students and the group of these students is a risky group to have tendency to fail, leave in the middle of educational period or cannot finish the graduation in according to the term fixed in the curriculum. A factor which is effected to a study of students may include educational factors and social factors therefore to deal with the mentioned point it is necessary to know the cause of study that which features effected to the student's educational outcome in order to be able to handle and assist those students properly. To find out the mentioned features we use genetic algorithm to select the features and weigh for finding the significance features which effected to the educational outcome from the mentioned process. It is found that a set of selected features can be used to classify of the group of poor students effectively.*

**Keyword**: genetic algorithm, feature selection, feature weighting

## 1 บทนำ

งานที่อยู่ในขอบเขตของการรู้จำ (Pattern recognition) ซึ่งได้แก่ การจำแนกข้อมูล (Classification) ตัวของคุณลักษณะ (Feature) ถือเป็นสิ่งที่มีลักษณะพิเศษที่จะสามารถจำแนกหมวดหมู่สิ่งของอย่างหนึ่งออกจากอีกอย่างหนึ่งได้อย่างมีนัยสำคัญ [1] ดังนั้นการเลือกหรือกำหนดตัวของคุณลักษณะจึงมีความสำคัญต่อการจำแนกข้อมูล นักวิจัยมากมายที่พยายามหาวิธีที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะ มีงานวิจัยหลายๆฉบับได้ทำการวิจัยเกี่ยวข้องกับการนำจีเนติคอัลกอริธึมเข้ามาประยุกต์ใช้ [1-4] และจากผลการทดลองดังกล่าวได้บ่งชี้ว่าการนำจีเนติคอัลกอริธึมมาใช้ในการคัดเลือกคุณลักษณะนั้นจะสามารถช่วยลดจำนวนของคุณลักษณะที่จะใช้ในการจำแนกข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญและในขณะเดียวกันก็ยังช่วยเพิ่มอัตราการรู้จำ (Recognition rate) และความแม่นยำ (Accuracy) ในการจำแนกกลุ่มข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงทำให้จีเนติคอัลกอริธึมเป็นที่นิยมนำมาใช้สำหรับปัญหาดังกล่าว และนอกจากนี้ก็ยังถูกนำไปใช้ในการค้นหาคำตอบอื่นๆอย่างแพร่หลายทั้งในทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการค้นหาในพื้นที่ทำการค้นหาของจีเนติคอัลกอริธึมที่มีประสิทธิภาพนั่นเอง ในงานวิจัยนี้ได้นำจีเนติคอัลกอริธึมมาประยุกต์ใช้กับปัญหาทางด้านการศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะทำการค้นหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อน ซึ่งในที่นี้คำว่านักศึกษาเรียนอ่อนหมายถึงนักศึกษาที่มีเกรดเฉลี่ยต่ำกว่า 2.00

## 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 จีเนติคอัลกอริธึม (Genetic algorithm)

จีเนติคอัลกอริธึม [5, 6] เป็นเทคนิคของการค้นหา (Search technique) ที่มีพื้นฐานของการค้นหาคำตอบของปัญหาอยู่บนกลไกของการคัดเลือกตามของธรรมชาติและหลักของพันธุศาสตร์ โดยทั่วไปแล้วจีเนติคอัลกอริธึมจะเริ่มต้นด้วยการสร้างกลุ่มประชากรเริ่มต้นขึ้นมา (Population) สมาชิกแต่ละตัวในกลุ่มของประชากรจะถูกเรียกว่าโครโมโซม (Chromosome) ซึ่งจะถูกแทนด้วยคำตอบที่มีความเป็นไปได้ของปัญหาที่เรากำลังให้ความสนใจอยู่ โดยปรกติแล้วโครโมโซมจะมีลักษณะที่เป็นไบนารีบิทสตริง (Binary bit string) โครโมโซมจะค่อยๆ พัฒนาผ่านกระบวนการวนซ้ำอย่างต่อเนื่องกันที่เรียกว่ารุ่น (Generation) ในระหว่างแต่ละรุ่นนั้นโครโมโซมจะถูกประเมินจากการวัดค่าความเหมาะสม (Fitness) เพื่อที่จะสร้างประชากรรุ่นต่อไป โดยที่โครโมโซมรุ่นใหม่จะถูกสร้างจากตัวดำเนินการที่มีความสำคัญด้วยกันสามตัวคือ การคัดเลือก (Selection) การสลับสายพันธุ์ (Crossover) และการกลายพันธุ์ (Mutation) ที่ซึ่งการคัดเลือกเป็นกระบวนการที่สมาชิกหรือโครโมโซมแต่ละตัวจะถูกคัดเลือกไปเพื่อที่จะใช้สร้างประชากรในรุ่นถัดไป โดยที่การคัดเลือกนั้นจะสัมพันธ์กันกับค่าความเหมาะสม (Objective value) ของสมาชิกแต่ละตัว ซึ่งหมายความว่าสมาชิกตัวใดที่มีค่าความเหมาะสมสูงก็จะมีโอกาสสูงที่จะถูกคัดเลือกไปสร้างกลุ่มประชากรรุ่นลูกด้วยตัวดำเนินการของการสลับสายพันธุ์ซึ่งจะเป็นกระบวนการของการรวมสมาชิกสองตัวจากการคัดเลือกเข้าด้วยกันเพื่อสร้างสมาชิกรุ่นใหม่ที่มีความคล้ายคลึงกันขึ้นมาสองตัว และสุดท้าย การกลายพันธุ์เป็นกระบวนการของการแก้ไขหรือปรับเปลี่ยนข้อมูลของตัวสมาชิกโดยอาจเกิดขึ้นในบางตำแหน่งบนบิทสตริง

### 2.2 การคัดเลือกคุณลักษณะโดยใช้จีเนติคอัลกอริธึม (Feature selection using genetic algorithm)

จุดประสงค์หลักของของการคัดเลือกคุณลักษณะคือ เพื่อลดจำนวนของคุณลักษณะที่ใช้ให้น้อยลงโดยการตัดคุณลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้องและคุณลักษณะที่มีความซ้ำซ้อนออกไปในขณะที่ยังคงรักษาหรือเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกข้อมูลได้ [4] กระบวนการ

คัดเลือกคุณลักษณะโดยจีเนติคอัลกอริธึมนั้นตัวโครโมโซมหรือสมาชิกจะถูกเข้ารหัสเป็นบิทสตริง (Bit string) ที่มีขนาดเท่ากับจำนวนของคุณลักษณะทั้งหมดดังภาพที่ 1

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

**ภาพที่1:** แสดงตัวอย่างของการเข้ารหัส

ตำแหน่งบนบิทสตริงที่เป็น '1' หมายความว่าตำแหน่งของคุณลักษณะที่สัมพันธ์กับบิทนั้นจะถูกเลือก และที่เป็น '0' จะหมายความว่าไม่เลือกคุณลักษณะตัวที่สัมพันธ์กับตำแหน่งของบิทนั้น [1, 2, 7] ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างได้ดังภาพที่ 2

| F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |

**ภาพที่2:** แสดงความสัมพันธ์ของการเข้ารหัสกับชุดคุณลักษณะ

จากนั้นชุดของคุณลักษณะแต่ละชุดที่ถูกคัดเลือกมาจะถูกนำมาประเมินว่าชุดของคุณลักษณะชุดใดที่มีความเหมาะสมสูงที่สุดและผ่านกระบวนการของตัวดำเนินการทั้งสามของจีเนติคอัลกอริธึม กระบวนการจะกระทำซ้ำและดำเนินไปไปเรื่อยๆจนสิ้นสุดเงื่อนไขหรือได้ชุดของคุณลักษณะซึ่งมีค่าความเหมาะสมสูงที่สุด

**2 3 การถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะโดยใช้จีเนติคอัลกอริธึม (Feature weighting using genetic algorithm)**

การถ่วงค่าน้ำหนักคุณลักษณะโดยใช้จีเนติคอัลกอริธึมนั้นจะมีกระบวนการเช่นเดียวกันกับการคัดเลือกคุณลักษณะ เพียงแต่จะมีการเข้ารหัสของตัวโครโมโซมที่แตกต่างกัน โดยที่การเข้ารหัสของการถ่วงน้ำหนักนั้นจะใช้จำนวนจริง (Real value) ในการเข้ารหัสแทนดังภาพที่ 3 และการนำวิธีดังกล่าวมาใช้ร่วมกับการคัดเลือกคุณลักษณะพบว่าจะช่วยเพิ่มความแม่นยำในการจำแนกข้อมูล [4]

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6.58 | 2.03 | 7.2 | 1.29 | 8 |

**ภาพที่3:** แสดงตัวอย่างของการเข้ารหัสด้วยจำนวนจริง

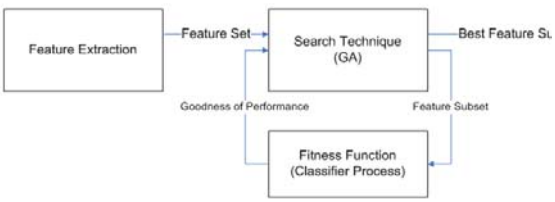
## 3 การดำเนินการวิจัย

กระบวนการในการหาคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อน ข้อมูลที่ได้นำมาทดลองเป็นตัวอย่างเป็นข้อมูลทางการเรียนของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รหัส 50-52 ที่มีรายละเอียดของคุณลักษณะทั้งหมดดังตารางที่ 1 และกระบวนการทั้งหมดสามารถแสดงได้เป็นขอบข่ายงานดังรูปภาพที่ 4 โดยที่ขั้นตอนจะเริ่มจากการดึงข้อมูลที่สำคัญมาจากข้อมูลดิบ (Feature extraction) และนำมาทำการคัดเลือกคุณลักษณะ (Feature selection) และสุดท้ายคือการถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะ (Feature weighting) โดยในขั้นตอนของการคัดเลือกคุณลักษณะนั้นจะมีการทำงานร่วมกันระหว่างจีเนติคอัลกอริธึมและโครงข่ายประสาทเทียม (Neural network) ซึ่งอธิบายการทำงานตามขั้นตอนดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

**ตารางที่** 1: แสดงคุณลักษณะทางการศึกษา

| คุณลักษณะ | คำอธิบาย |
|---|---|
| 200-101 | แนะนำวิศวกรรมศาสตร์ 1 |
| 216-111 | การเขียนแบบวิศวกรรม 1 |
| 221-102 | กลศาสตร์วิศวกรรม 1 |
| 241-101 | แนะนำการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ 1 |
| 322-171 | คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 1 |
| 322-172 | คณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์กายภาพ 2 |

| | |
|---|---|
| 324-103 | เคมีทั่วไป |
| 325-103 | ปฏิบัติการเคมีทั่วไป |
| 332-103 | ฟิสิกส์ทั่วไป 1 |
| 332-104 | ฟิสิกส์ทั่วไป 2 |
| 332-113 | ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 1 |
| 332-114 | ปฏิบัติการฟิสิกส์ทั่วไป 2 |
| 890-100 | ภาษาอังกฤษเตรียมความพร้อม |
| 890-101 | ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 1 |
| รหัสวิธีสอบเข้า | |
| กลุ่มเรียน | |
| เพศ | |
| ONET 1 | คะแนนวิชาภาษาไทย |
| ONET 2 | คะแนนวิชาคณิตศาสตร์ |
| ONET 3 | คะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ |
| ONET 4 | คะแนนวิชาสังคมศาสตร์ |
| ONET 5 | คะแนนวิชาภาษาอังกฤษ |
| อันดับร.ร. | |
| ร.ร.ประจำจังหวัด | |




**ภาพที่4:** แสดงขอบข่ายงานของการหาคุณลักษณะ

**3.1 การดึงข้อมูลที่สำคัญจากข้อมูลดิบ**

จากรูปภาพที่ 4 ในส่วนของ “Feature extraction” จะเป็นขั้นตอนของการดึงเอาลักษณะที่สำคัญที่เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเรียนของนักศึกษาออกมาจากข้อมูลทั้งหมดของนักศึกษา โดยที่ในขั้นตอนนี้เราจะขอรวมไปถึงการเตรียมข้อมูล (Data preprocessing) ด้วยซึ่งเป็นขั้นตอนในการปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลก่อนที่จะนำมาทำการวิเคราะห์เนื่องจากข้อมูลที่ได้นำมาจากฐานข้อมูลนั้นมีโนวโน้มที่ข้อมูลจะมีความผิดปรกติ (Noisy) สูญหาย (Missing) และมีความขัดแย้ง (Inconsistent) เป็นผลทำให้ข้อมูลมีคุณภาพต่ำและการนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ ก็จะทำให้ได้ผลลัพธ์ที่ไม่มีคุณภาพ [8] โดยทำการแก้ไขข้อมูลที่ผิดผลาด เติมข้อมูลที่สูญหาย และหากข้อมูลใดที่มีความเสียหายมากก็จะถูกตัดทิ้งออกไป

**3.2 การคัดเลือกคุณลักษณะ**

ในขั้นตอนนี้จะประกอบด้วยการทำงานระหว่างจีเนติคอัลกอริธึมและโครงข่ายประสาทเทียมโดยที่จีเนติคอัลกอริธึมจะทำการคัดเลือกคุณลักษณะออกมาเป็นชุดๆด้วยวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.2 จากนั้นชุดของคุณลักษณะแต่ละชุดก็จะถูกนำมาประเมินผลด้วยฟังก์ชันค่าความเหมาะสม (Fitness function) ในที่นี้เราได้กำหนดฟังก์ชันดังกล่าวดังสมการที่ (1)

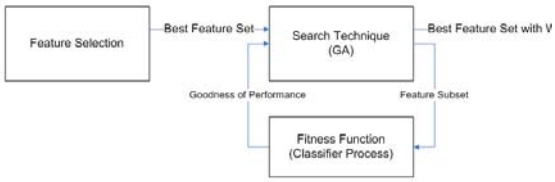
$$\text{Fitness} = \text{Accuracy of classification} \quad (1)$$

จากสมการดังกล่าวเราจะใช้โครงข่ายประสาทเทียมเป็นตัววัดค่าความเหมาะสมของชุดคุณลักษณะจากการนำชุดคุณลักษณะดังกล่าวมาใช้ในการจำแนกกลุ่ม (Classification) [9, 10] โดยชุดของคุณลักษณะชุดใดที่ค่าความเหมาะสมสูงที่สุดก็จะหมายความว่าชุดคุณลักษณะชุดนั้นสามารถใช้ในการจำแนกกลุ่มข้อมูลของนักศึกษาเรียนอ่อนได้แม่นยำที่สุด ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าชุดคัณลักษณะชุดดังกล่าวนั้นเป็นชุดคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักศึกษามากที่สุดนั่นเอง

**3.3 การถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะ**

ภายหลังจากที่ได้ชุดคุณลักษณะที่มีผลต่อผลการเรียนของนักศึกษาเรียนอ่อนออกมาแล้ว เราก็จะนำชุดของคุณลักษณะดังกล่าวนั้นมาทำการถ่วงน้ำหนักเพื่อดูว่าคุณลักษณะแต่ละตัวควรมีค่าถ่วงน้ำหนักเป็นเท่าไหร่ที่จะทำให้การจำแนกกลุ่มข้อมูลของนักศึกษาเรียนอ่อนมีความแม่นยำขึ้น กระบวนการในขั้นตอนนี้จะดำเนินเหมือนกับการคัดเลือกคุณลักษณะดัง

รูปภาพที่ 5 ซึ่งมีลักษณะการไหลของข้อมูลเช่นเดียวกับขั้นตอนของการคัดเลือกคุณลักษณะ เพียงแต่ข้อมูลที่ผ่านเข้าไปสู่กระบวนการค้นหาโดยจีเนติคอัลกอริธึม จะถูกเข้าเป็นจำนวนจริงในช่วง 1 ถึง 10 [1 10] [4]




**ภาพที่5:** แสดงขอบข่ายงานของการถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะ

## 4 ผลการดำเนินงาน

จากการนำจีเนติคอัลกอริธึมมาทำการคัดเลือกคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักศึกษา พบว่าสามารถที่จะลดขนาดของตัวคุณลักษณะลงได้กว่าร้อยละ 50 และจากการนำชุดคุณลักษณะดังกล่าวไปใช้ในการจำแนกกลุ่มข้อมูลนักศึกษาเรียนอ่อนสามารถให้ความแม่นยำในการจำแนกข้อมูลได้มากกว่าการนำคุณลักษณะทั้งหมดมาใช้ และเมื่อนำชุดคุณลักษณะที่ได้จากกระบวนการคัดเลือกไปทำการถ่วงค่าน้ำหนักพบว่าสามารถช่วยเพิ่มระดับความแม่นยำในการจำแนกข้อมูลได้มากขึ้นซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 2

**ตารางที่** 2: แสดงผลจากการคัดเลือกคุณลักษณะและการถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะด้วยจีเนติคอัลกอริธึม

| คุณลักษณะ | การคัดเลือกคุณลักษณะ | การถ่วงน้ำหนักคุณลักษณะ |
|---|---|---|
| 200-101 | 0 | - |
| 216-111 | 0 | - |
| 221-102 | 1 | 7.4262 |
| 241-101 | 0 | - |
| 322-171 | 1 | 6.9443 |
| 322-172 | 0 | - |
| 324-103 | 1 | 8.3309 |
| 325-103 | 1 | 1.0000 |
| 332-103 | 0 | - |
| 332-104 | 0 | - |
| 332-113 | 0 | - |
| 332-114 | 0 | - |
| 890-100 | 0 | - |
| 890-101 | 0 | - |
| รหัสวิธีสอบเข้า | 0 | - |
| กลุ่มเรียน | 0 | - |
| เพศ | 0 | - |
| ONET 1 | 1 | 4.6349 |
| ONET 2 | 1 | 6.6381 |
| ONET 3 | 0 | - |
| ONET 4 | 1 | 2.9464 |
| ONET 5 | 0 | - |
| อันดับ ร.ร. | 1 | 4.9145 |
| ร.ร.ประจำจังหวัด | 0 | - |

**ตารางที่** 3: แสดงการเปรียบเทียบความแม่นยำทั้ง 3 วิธี

| | **All Features** | **Feature Selection** | **Feature Weighting** |
|---|---|---|---|
| Accuracy (error) | 0.1910 | 0.0674 | 0.0112 |

จากตารางที่ 2 ชุดคุณลักษณะที่เป็นชุดที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักศึกษามากที่สุดประกอบด้วยคุณลักษณะ 221-102, 322-171, 324-103, 325-103, ONET 1, ONET 2, ONET 4 และอันดับ ร.ร. และค่าถ่วงน้ำหนักดังตารางไม่ได้สื่อถึงความสำคัญของคุณลักษณะแต่ละตัว ค่าดังกล่าวเป็นเพียงการถ่วงน้ำหนักสำหรับอินพุทแต่ละตัวที่จะช่วย

เพิ่มประสิทธิภาพในการจำแนกกลุ่มข้อมูลของโครงข่ายประสาทเทียมเท่านั้น ดังตารางที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความแม่นยำของวิธีทั้งสาม

## 5 สรุป

จากการดำเนินงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าการนำจีเนติคอัลกอริธึมเข้ามาใช้ในการหาคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักศึกษาสามารถใช้งานตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้จริง ซึ่งสามารถนำไปใช้วิเคราะห์ประมวลผลกับข้อมูลนักศึกษาในคณะอื่นๆ ได้ต่อไป และสามารถทำให้ทราบถึงคุณลักษณะที่มีนัยสำคัญต่อผลการเรียนของนักศึกษาและนำเอาคุณลักษณะเหล่านั้นมาประกอบการพิจารณาถึงแนวทางและวิธีการช่วยเหลือแก่นักศึกษาเรียนอ่อนได้ นอกจากนี้ยังสามารถที่จะนำชุดของคุณลักษณะดังกล่าวมาใช้ในการจำแนกข้อมูลนักศึกษาเรียนอ่อนได้อีกด้วย แต่ทั้งนี้ปัจจัยที่เรามีอยู่นั้นเป็นเพียงปัจจัยทางด้านการศึกษาของนักศึกษาเท่านั้น ทั้งนี้หากสามารถเก็บข้อมูลที่เป็นปัจจัยทางด้านสังคมของนักศึกษาด้วย เช่น การเข้ากิจกรรมการทำกิจกรรมอื่นๆของนักศึกษาเป็นต้น เพื่อที่จะสามารถครอบคลุมปัญหาและระบุถึงคุณลักษณะที่มีผลต่อการเรียนของนักศึกษาได้ดียิ่งขึ้น

## 6 เอกสารอ้างอิง


[1] G. Kim and S. Kim, "Feature Selection Using Genetic Algorithms for Handwritten Character Recognition," in *Proc. Seventh International Workshop on Frontiers in Handwritten Recognition* Amsterdam, 2000, pp. 103-112.

[2] H. Vafaie and K. D. Jong, "Genetic algorithms as a tool for feature selection in machine learning," in *Proceedings of the* 1992 *International Conference on Tools with Artificial Intelligence* Arlington, VA: IEEE Computer Society Press, 1992, pp. 200-204.

[3] W. Skarbek, F. Pernkopf, and P. O'Leary, "Feature Selection for Classification Using Genetic Algorithms with a Novel Encoding," in *Computer Analysis of Images and Patterns*. vol. 2124: Springer Berlin / Heidelberg, 2001, pp. 161-168.

[4] F. Hussein, "Genetic Algorithms for Feature Selection and Weighting, A Review and Study," in *Proceedings of the Sixth International Conference on Document Analysis and Recognition*: IEEE Computer Society, 2001.

[5] D. E. Goldberg, *Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning*: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1989.

[6] S.N.Sivanandam and S.N.Deepa, *Introduction to Genetic Algorithms*: Springer Berlin Heidelberg, 2008.

[7] B. Minaei-Bidgoli and W. F. Punch, "Using genetic algorithms for data mining optimization in an educational web-based system," in *Proceedings of the* 2003 *international conference on Genetic and evolutionary computation: PartII* Chicago, IL, USA: Springer-Verlag, 2003.

[8] J. Han and M. kamber, *Data Mining Concepts and Techniques*, 2nd ed. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann, 2006.

[9] Y. Kim, W. N. Street, G. J. Russell, and F. Menczer, "Customer Targeting: A Neural Network Approach Guided by Genetic Algorithms," *Manage. Sci.,* vol. 51, pp. 264-276, 2005.

[10] A. Punitha, C. P. Sumathi, and T. Santhanam, "A Combination of Genetic Algorithm and ART Neural Network for Breast Cancer Diagnosis," *Asian Journal of Information Technology,* vol. 6, pp. 112-117, 2007.

# คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ขอมอบเกียรติบัตรฉบับนี้ ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

## ปฐพี กปิลกาญจน์

**ได้นำเสนอบทความ**

**ในการประชุมวิชาการด้านการบริหารและการจัดการระดับชาติ ครั้งที่ 3**

**(The 3rd National Conference on Administration and Management)**

ณ ศูนย์ประชุมนานาชาติฉลองสิริราชสมบัติครบ ๖๐ ปี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วันที่ 20 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2554

**(ดร.อนุ เจริญวงศ์ระยับ)**
**ประธานจัดงาน**

**(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุษบง ชัยเจริญวัฒนะ)**
**คณบดีคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์**

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อสกุล** นายปฐพี กปิลกาญจน์

**รหัสประจำตัวนักศึกษา** 5110121047

**วุฒิการศึกษา**

| วุฒิ | ชื่อสถาบัน | ปีที่สำเร็จการศึกษา |
|---|---|---|
| บธ.บ. (บริหารธุรกิจบัณฑิต) | มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ | 2549 |