



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอนสำหรับนักศึกษา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
A Genetic Algorithm-based Timetable for Undergraduate
Prince of Songkla University, Hatyai Campus

คณะนักวิจัย

รองศาสตราจารย์ วนิดา รัตนมณี

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2555 รหัสโครงการ ENG550375S



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอนสำหรับนักศึกษา
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
A Genetic Algorithm-based Timetable for Undergraduate
Prince of Songkla University, Hatyai Campus

คณะนักวิจัย

รองศาสตราจารย์ วนิตา รัตนมณี

ชื่อ

เลขที่	485260
Bib Key	1 ส.พ. 2562

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ประจำปีงบประมาณ 2555 รหัสโครงการ ENG550375S

ชื่อโครงการ	การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอนสำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่
นักวิจัย	รองศาสตราจารย์ วนิดา รัตนมณี
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและแก้ไขปัญหาการจัดตารางสอนภายในมหาวิทยาลัย เนื่องจากปัจจุบันการจัดตารางสอนเป็นกระบวนการที่สำคัญที่ทำให้การดำเนินงานด้านการศึกษาเป็นไปด้วยความเรียบร้อย แต่ในทุกภาคการศึกษากลับพบว่ามีคามผิดพลาดเกิดขึ้นกับตารางสอนเป็นจำนวนมาก อันเนื่องมาจากการจัดตารางสอนเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนเพราะมีข้อมูลและเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาเป็นจำนวนมาก อีกทั้งในแต่ละปีก็มีจำนวนนักศึกษาและมีการเปิดรายวิชาเรียนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่จำนวนห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีปริมาณคงที่ ซึ่งปัญหาที่พบบ่อยก็คือ เวลาการใช้ห้องเรียนซ้ำซ้อนกัน เวลาสอนของอาจารย์ซ้ำซ้อนกัน และเวลาเรียนของนักศึกษาซ้ำซ้อนกัน งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดตารางสอนในมหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาหลายคนเรียนร่วมกันโดยมีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นมหาวิทยาลัยกรณีศึกษา งานวิจัยนี้ทำการจัดตารางสอนให้เฉพาะกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของทุกคณะที่ต้องเรียนร่วมกัน โดยรูปแบบการจัดการเรียนการสอนสำหรับวิชาเรียนของชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยได้จัดคณะบริการเพื่อรับผิดชอบสอนในรายวิชาศึกษาทั่วไปให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ทุกคณะโดยใช้ทรัพยากรทั้งห้องเรียน อาจารย์ผู้สอนรวมทั้งสอนเฉพาะในรายวิชาที่เป็นรายวิชาของคณะบริการนั้นๆ เท่านั้น เมื่อมีการจัดตารางสอนให้หลายคนเรียนร่วมกันสิ่งที่พบก็คือความขัดแย้งของเงื่อนไขการจัดตารางสอนไม่ได้เกิดขึ้นเฉพาะภายในคณะเท่านั้นแต่ส่งผลไปถึงความขัดแย้งที่จะเกิดขึ้นระหว่างคณะอีกด้วย การจัดตารางสอนจึงมีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น ในการศึกษาจึงนำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้แก้ปัญหาโดยพิจารณาเงื่อนไขบังคับ (Hard constraint) และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ (Soft constraint) ส่งผลให้การจัดตารางสอนสามารถใช้ทรัพยากรและจัดตารางสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลลัพธ์จากงานวิจัยทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดตารางสอนสำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยในการทดลองนั้นข้อมูลที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยรายวิชาจำนวน 23 รายวิชา อาจารย์ผู้สอนจำนวน 31 คน กลุ่มนักศึกษาจำนวน 23 กลุ่ม และห้องเรียนจำนวน 6 ห้อง มีพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นของโปรแกรมคือ จำนวนประชากรเท่ากับ 1,000 โคโรโมโซม จำนวนเจเนเรชันเท่ากับ 500 เจเนเรชันความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.8 และความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเท่ากับ 0.3 เมื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์ในการจัดตารางสอนพบว่าตารางสอนที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถลดความขัดแย้งกับเงื่อนไขบังคับได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการจัดแบบเดิมของกองทะเบียนและประมวลผล

ABSTRACT

This research is studying the university timetable problem and finding its solution. The timetable is important for teaching and learning management process. For the current PSU timetable, there are a lot of errors occurred every semester because the timetable is a process that is quite complex and there are a lot of conditions that must be considered. Moreover, there are a number of students and courses which are increased every year but the existing classrooms that are used for teaching is fixed. This common problem is the use of classrooms duplications, timetable of lecturers are duplications and timetable of group students are duplications. In this research, the objective is to apply genetic algorithm methods to design and to solve the timetable university system the whole first-year student. Prince of Songkhla University, Hat Yai Campus was used to be a case study. This research is timetabling only a first-year student of all faculties in university. Faculty service is responsible for teaching general education courses to students, using the resource whole classrooms, teachers and teaching only in the courses of that faculty. As a result, the constraints conflicts in the timetable can occur not only in each faculty but also across faculties. The course scheduling problem becomes more difficult to solve. Then, a genetic algorithm is proposed for solving hard and soft constraints. Consequently, timetabling system can use the resource and timetable efficiently. This research obtained the software for timetabling in Prince of Songkhla University. For data used in test, there are 23 subjects, 31 teachers, 23 student classes and 6 class rooms. Moreover, the optimal values of GA parameters were 1,000 population size, 500 generations, probability of crossover is 0.8 and probability of mutation is 0.3. The timetable from the developed program can reduce 100% of confliction and hard constraints compared with the timetable which was generated by traditional methods.

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องด้วยการให้ความช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้องดังนี้
ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นอย่างสูง ในการให้เงินสนับสนุนการทำวิจัยในครั้งนี้
ขอขอบคุณ คุณสุรณ ไชยสุวรรณ ผู้อำนวยการกองทะเบียนและประมวลผล ที่กรุณาให้ความรู้เกี่ยวกับ
กระบวนการจัดตารางสอน ให้การสนับสนุนข้อมูลสำหรับนำมาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอน และให้
คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยอย่างเต็มที่ จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี
ขอขอบคุณ คุณปกรณ์ ศรีอัมพรศานต์ ที่ให้คำแนะนำแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางสอน
จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

รศ. วนิดา รัตนมณี
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

สารบัญ

บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญ	(4)
รายการภาพประกอบ	(5)
รายการตาราง	(7)
1 บทนำ	1
2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	13
3 การตรวจเอกสาร	14
3.1 ปัญหาการจัดตารางสอน	14
3.2 การหาจุดเหมาะสมที่สุด	21
3.3 ปัญญาประดิษฐ์	23
3.4 วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม	23
4 วิธีการทดลอง	41
4.1 การศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอน	41
4.2 การวิเคราะห์ปัญหาในการจัดตารางสอน	43
4.3 โครงสร้างของระบบการจัดตารางสอน	50
4.4 โครงสร้างและฐานข้อมูลของโปรแกรมจัดตารางสอน	52
4.5 การคำนวณค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม	61
4.6 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอน	73
5 ผลการทดลอง	87
5.1 ลักษณะโปรแกรมจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้น	87
5.2 การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม	109
5.3 การทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม	114
5.4 ผลลัพธ์จากการจัดตารางสอนของรายวิชาศึกษาทั่วไป	122
6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	125
สรุปผลการดำเนินงานวิจัย	125
7 ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย	127
8 เอกสารอ้างอิง	128

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
1.1	สิ่งที่ต้องพิจารณาในการจัดตารางสอน	5
1.2	ข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอน	6
1.3	การแก้ไขปัญหาข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอน	7
3.1	ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอน	19
3.2	ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอน	20
3.3	คำศัพท์และความหมายทางพันธุศาสตร์เปรียบเทียบกับเจเนติกอัลกอริทึม	29
4.1	จำนวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอน	43
4.2	จำนวนครั้งของความผิดพลาดในการจัดตารางสอน	43
4.3	ลำดับความสำคัญของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์	49
4.4	การกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขในการจัดตารางสอน	49
4.5	ตารางข้อมูลของระบบงานการจัดตารางสอน	56
4.6	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนเรียน	57
4.7	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนรายวิชาที่เปิดสอน	57
4.8	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับคณะ	57
4.9	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับภาควิชา	58
4.10	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน	58
4.11	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มนักศึกษา	58
4.12	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทรายวิชา	59
4.13	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชา	59
4.14	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอน	60
4.15	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทอาจารย์ผู้สอน	60
4.16	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับระยะทางระหว่างคณะ	60
4.17	ตัวแปรและข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณคะแนนค่าความเหมาะสม	61
4.18	รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้จัดตารางสอน	78
4.19	ตัวอย่างการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกและค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกสะสม	81
4.20	ตัวอย่างข้อมูลในการคัดเลือกโครโมโซมชุดใหม่	82
5.1	ข้อมูลป้อนเข้าสำหรับฐานข้อมูลในการจัดตารางสอน	90
5.2	รายละเอียดตัวอย่างรายวิชาบรรยายที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง	110
5.3	รายละเอียดตัวอย่างอาจารย์ผู้สอนที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง	111
5.4	รายละเอียดตัวอย่างกลุ่มนักศึกษาที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง	112
5.5	รายละเอียดตัวอย่างห้องเรียนที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง	112

รายการตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
5.6	จำนวนครั้งที่ผิดเงื่อนไขของตารางสอนที่ใช้เป็นตัวอย่าง	114
5.7	ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมที่ระดับปัจจัยต่างๆ ของจำนวนรุ่นและประชากรจากการทดสอบ	115
5.8	ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการทดสอบแบบ one-sample t-test	118
5.9	ค่าประเมินที่ได้จากการกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และการมิวเตชันที่ระดับต่างๆ	121
5.10	ค่าเฉลี่ยในการหาค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และการมิวเตชันที่ระดับต่างๆ	121
5.11	ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมทางเจเนติกอัลกอริทึม	122

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1.1 ตัวอย่างลักษณะการจัดตารางสอนด้วยมือ	3
1.2 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้จัดตารางสอน	4
1.3 กระบวนการในการจัดตารางสอน	8
1.4 แบบฟอร์มการจัดห้องเรียน	9
1.5 แบบฟอร์มการจัดตารางสอน	9
3.1 ลักษณะการจัดตารางสอนอย่างง่าย	17
3.2 แผนผังการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม	26
3.3 ลำดับขั้นการทำงานของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม	31
3.4 ตัวอย่างวงล้อรูเล็ต	33
3.5 การครอสโอเวอร์แบบจุดเดียว	34
3.6 การครอสโอเวอร์แบบหลายจุด	35
3.7 การครอสโอเวอร์แบบสมำเสมอ	35
3.8 การครอสโอเวอร์แบบลำดับ	36
3.9 การครอสโอเวอร์แบบจับคู่บางส่วน	36
3.10 การมิวเตชันแบบ center inverse	37
3.11 การมิวเตชันแบบ enhanced two genes random swap	37
3.12 การมิวเตชันแบบ adjacent two genes change	37
3.13 การมิวเตชันแบบ arbitrary two genes change	38
3.14 การมิวเตชันแบบ shift change	38
3.15 การมิวเตชันแบบ three genes adjacent swap	38
3.16 การมิวเตชันแบบ three genes random swap	39
3.17 การมิวเตชันแบบ inversion	39
4.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลสำหรับใช้ในการจัดตารางสอน	42
4.2 การใช้ห้องเรียนร่วมกันภายในมหาลัยที่มีหลายคณะ	45
4.3 แผนภาพโครงสร้างการจัดตารางสอน	51
4.4 แผนภาพระบบการจัดตารางสอน	53
4.5 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอน	54
4.6 โครงสร้างกระบวนการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอน	55
4.7 ความสัมพันธ์ของตารางข้อมูลภายในฐานข้อมูล	56
4.8 ขั้นตอนการคำนวณจำนวนเวลาสอนของอาจารย์ที่เข้าซ้อนกัน	62
4.9 ขั้นตอนการคำนวณหาจำนวนเวลาเรียนของกลุ่มนักศึกษาที่เข้าซ้อนกัน	63
4.10 ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่มีการเรียนในเวลา 12.00-12.50 น.	64

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
4.11	ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนติดต่อกันเกิน 4 คาบ	66
4.12	ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่นักศึกษาเรียนติดต่อกันเกิน 4 คาบ	67
4.13	ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่นักศึกษาว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป	70
4.14	การคำนวณค่าจำนวนครั้งที่เรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่าง	71
4.15	ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่จัดรายวิชาให้ห้องเรียนที่ภาควิชาไม่ตรงกัน	72
4.16	แบบจำลองโครโมโซมในการจัดตารางสอน	74
4.17	ตัวอย่างวัน-เวลาที่ใช้ในการจัดตารางสอน	74
4.18	ขั้นตอนการประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม	75
4.19	ขั้นตอนการสร้างโครโมโซม	76
4.20	ตัวอย่างโครโมโซมในการจัดตารางสอน	77
4.21	การกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือก	78
4.22	ตัวอย่างตารางสอนที่ได้จากขั้นตอนการเข้ารหัสโครโมโซม	79
4.23	ตัวอย่างการสร้างวงล้อรูเล็ตจากข้อมูลตัวอย่างในตารางที่ 3.19	81
4.24	ตัวอย่างการคัดเลือกโครโมโซมในการจัดตารางสอน	82
4.25	ลักษณะของการครอสโอเวอร์	82
4.26	ขั้นตอนการครอสโอเวอร์	83
4.27	ตัวอย่างการจับคู่โครโมโซมเพื่อทำการครอสโอเวอร์	84
4.28	ขั้นตอนการคัดเลือกโครโมโซมเพื่อทำการมิวเตชัน	85
5.1	ลักษณะโปรแกรมจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้น	87
5.2	หน้าตาสำหรับเข้าสู่ระบบจัดตารางสอน	88
5.3	หน้าตาสำหรับกรอกข้อมูลในการประมวลผลโปรแกรม	89
5.4	หน้าตาแสดงขณะที่โปรแกรมกำลังประมวลผลข้อมูล	89
5.5	หน้าตาเข้าสู่ผลลัพธ์การจัดตารางสอนเมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จสมบูรณ์	90
5.6	หน้าตาสำหรับเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล	91
5.7	หน้าตาสำหรับ login เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล	91
5.8	หน้าตาจัดการฐานข้อมูล	92
5.9	หน้าตาสำหรับเพิ่มข้อมูลคณะ	93
5.10	หน้าตาการลบข้อมูลคณะ	93
5.11	หน้าตาบันทึกข้อมูลคณะ	93
5.12	หน้าตาสำหรับเลือกคณะที่ต้องการเพิ่มภาควิชา	94

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
5.13	หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลภาควิชา	94
5.14,	หน้าต่างการลบข้อมูลภาควิชา	95
5.15	หน้าต่างบันทึกข้อมูลภาควิชาลงในฐานข้อมูล	95
5.16	หน้าต่างสำหรับเลือกคณะและภาควิชาที่ต้องการเพิ่มรายวิชา	96
5.17	หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลรายวิชาที่จะจัดตารางสอน	96
5.18	หน้าต่างการลบข้อมูลรายวิชา	97
5.19	หน้าต่างสำหรับบันทึกข้อมูลรายวิชาลงในฐานข้อมูล	97
5.20	หน้าต่างสำหรับเลือกคณะและภาควิชาที่ต้องการเพิ่มกลุ่มนักศึกษา	98
5.21	หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลกลุ่มนักศึกษา	98
5.22	หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลกลุ่มนักศึกษา	99
5.23	หน้าต่างการลบข้อมูลกลุ่มนักศึกษา	99
5.24	หน้าต่างบันทึกข้อมูลกลุ่มนักศึกษาลงในฐานข้อมูล	99
5.25	หน้าต่างสำหรับเลือกคณะที่ต้องการเพิ่มอาจารย์ผู้สอน	100
5.26	หน้าต่างสำหรับเลือกภาควิชาฯ ที่ต้องการเพิ่มอาจารย์ผู้สอน	100
5.27	หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลอาจารย์ผู้สอน	101
5.28	หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลอาจารย์ผู้สอน	101
5.29	หน้าต่างการลบข้อมูลอาจารย์ผู้สอน	102
5.30	หน้าต่างสำหรับเลือกคณะและภาควิชาที่ต้องการเพิ่มห้องเรียน	102
5.31	หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลห้องเรียน	103
5.32	หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลห้องเรียน	103
5.33	หน้าต่างการลบข้อมูลห้องเรียน	104
5.34	หน้าต่างสำหรับเข้าสู่เมนูเจเนติกอัลกอริทึม	104
5.35	หน้าต่างสำหรับป้อนค่าพารามิเตอร์ทางเจเนติกอัลกอริทึม	105
5.36	หน้าต่างสำหรับป้อนค่าน้ำหนักให้กับเงื่อนไขบังคับสำหรับจัดตารางสอน	105
5.37	หน้าต่างสำหรับป้อนค่าน้ำหนักให้กับเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์	106
5.38	หน้าต่างสำหรับเข้าสู่ระบบจัดตารางสอน	107
5.39	หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลในการจัดตารางสอน	107
5.40	หน้าต่างเข้าสู่ผลลัพธ์การจัดตารางสอนเมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จสมบูรณ์	108
5.41	หน้าต่างแสดงตัวอย่างผลลัพธ์ของตารางการใช้ห้องเรียน	108
5.42	หน้าต่างแสดงตัวอย่างผลลัพธ์ตารางสอนของอาจารย์	109
5.43	หน้าต่างแสดงตัวอย่างผลลัพธ์ตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษา	109
5.44	ตัวอย่างตำแหน่งของยีน	113

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
5.45	ตัวอย่างตารางการใช้ห้องเรียน	113
5.46	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหมาะสมของจำนวนรุ่นและจำนวนประชากรที่ใช้ทดสอบ	116
5.47	กราฟความสัมพันธ์ของค่าความเหมาะสมและจำนวนรุ่นเมื่อกำหนดให้จำนวนประชากรมีขนาด 1,000	117
5.48	กราฟความสัมพันธ์ของระดับประชากรและระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม	120
5.49	หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ของการจัดตารางการใช้ห้องเรียน	123
5.50	หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ตารางสอนของอาจารย์	123
5.51	หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษา	124

1. บทนำ

การจัดตารางสอนถือเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและส่งผลต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนภายในสถานศึกษา แต่ในทุกๆ ภาคการศึกษา มักพบว่าปัญหาสำคัญในด้านการศึกษานั้นเกิดจากการจัดตารางสอน ผู้ดำเนินการจัดตารางสอนจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ในการจัด อีกทั้งการจัดตารางสอนในปัจจุบันต้องใช้เวลาในการจัดนานเนื่องจากต้องสร้างความสัมพันธ์ของวิชาเรียน ห้องเรียน อาจารย์ผู้สอน และกลุ่มนักศึกษา โดยพบว่าการจัดตารางสอนในมหาวิทยาลัยนั้นเป็นงานที่ยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากมีข้อจำกัดและเงื่อนไขจำนวนมาก เช่น จำนวนห้องเรียนและประเภทของห้องเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอน จำนวนกลุ่มนักศึกษา จำนวนรายวิชา จำนวนอาจารย์ผู้สอน และต้องคำนึงถึงข้อบังคับต่างๆ เช่น ขนาดความจุของห้องเรียน การจัดให้เรียนหลายๆ คาบติดต่อกัน การจัดตารางสอนจึงเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องอาศัยความยืดหยุ่นสูง การหากระบวนการในการจัดตารางสอนเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในรายวิชาเรียน อาจารย์ผู้สอน ห้องเรียน หลักสูตร และจำนวนกลุ่มนักศึกษาจึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งยังต้องพิจารณาปัจจัยและข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนด้วย จะเห็นได้ว่าการจัดตารางสอนในปัจจุบันมีปัญหาต่างๆ เพิ่มมากขึ้นอันเนื่องมาจากจำนวนผู้เรียนที่เพิ่มขึ้นสวนทางกับห้องเรียนที่มีอยู่อย่างจำกัด อีกทั้งรายวิชาที่เปิดสอนมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียนจึงทำให้มีปัจจัยและความซับซ้อนในการจัดตารางสอนเพิ่มมากขึ้น

การจัดตารางสอนเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ภายใต้ข้อบังคับต่างๆ ให้มีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาที่มี เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจหรือบรรลุวัตถุประสงค์ นั่นคือเพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนของการจัดตารางสอน โดยข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนนั้นประกอบด้วย ข้อมูลกลุ่มผู้เรียน (เกี่ยวข้องกับสาขาวิชาของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม จำนวนนักศึกษาในแต่ละสาขาวิชา คณะที่สาขาวิชานั้นสังกัด และแผนการเรียนของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม) อาจารย์ผู้สอน (ประกอบด้วยรายวิชาหรืออาจารย์สอนและภาระงานของอาจารย์แต่ละท่าน) และห้องเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอน โดยการจัดตารางสอนจะจัดทำขึ้นในทุกๆ ภาคการศึกษา และในแต่ละสัปดาห์จะมีการกำหนดช่วงเวลาเพื่อจัดตารางสอนไว้คงที่หนึ่งค่า ซึ่งแนวทางในการจัดตารางสอนเป็นไปตามเงื่อนไขในการจัดตารางสอนที่กำหนดขึ้นเพื่อให้ตารางสอนที่ได้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้มากที่สุด โดยก่อนจะแก้ปัญหการจัดตารางสอนได้นั้นจะต้องทราบขอบเขตของปัญหาในการจัดตารางสอนอย่างชัดเจนก่อน เนื่องจากระบบการจัดการเรียนการสอนของแต่ละสถานศึกษามีความแตกต่างกัน จึงส่งผลให้มีการกำหนดขอบเขตของแต่ละสถานศึกษาไม่เหมือนกัน การดำเนินการวิจัยจึงจำเป็นต้องเลือกสถานศึกษากรณีศึกษาขึ้นมาเพื่อนำข้อมูลมาใช้เป็นแนวทางในการจัดตารางสอน ซึ่งงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการแก้ปัญหาการจัดตารางสอนในระดับมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยจึงเลือกมหาวิทยาลัยกรณีศึกษาคือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นมหาวิทยาลัยที่ก่อตั้งขึ้นเป็นแห่งแรกของภาคใต้มีวัตถุประสงค์เพื่อกระจายโอกาสทางการศึกษาระดับอุดมศึกษาสู่ดินแดนทางภาคใต้ เพื่อสนับสนุนและยกระดับมาตรฐานการศึกษาของท้องถิ่น โดยมีเป้าหมายให้สามารถเป็นศูนย์กลางทางวิชาการระดับสูงเพื่อตอบสนองการพัฒนาภาคใต้ มีนโยบายในการมุ่งเน้นการศึกษาทางด้านงานวิจัยและ

การเผยแพร่ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ โดยเปิดสาขาวิชาทางการศึกษาตลอดจนหลักสูตรทางวิชาการ ในแต่ละคณะเพื่อให้มีความสอดคล้องกับศักยภาพพื้นฐานของภาคใต้และเชื่อมโยงไปสู่เครือข่ายในระดับสากล ในปัจจุบันมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ มีการขยายตัวทางการศึกษา และมีนโยบายขยายการศึกษาในแต่ละคณะเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งจำนวนนักศึกษาก็เพิ่มขึ้น ในปัจจุบัน มีการเปิดการเรียนการสอนทั้งหมด 15 คณะ คือ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ คณะเศรษฐศาสตร์ คณะนิติศาสตร์ คณะการแพทย์แผนไทย คณะทรัพยากรธรรมชาติ คณะเภสัชศาสตร์ คณะเทคนิคการแพทย์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร คณะแพทยศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม อีกทั้งมีการเปิดการเรียนการสอนในลักษณะโครงการจัดตั้งนั้นคือโครงการจัดตั้งวิทยาลัยนานาชาติและโครงการจัดตั้งคณะสัตวแพทยศาสตร์ โดยมหาวิทยาลัยเปิดหลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรีจำนวน 135 หลักสูตร และหลักสูตรระดับบัณฑิตศึกษาจำนวน 134 หลักสูตร แยกเป็นหลักสูตรประกาศนียบัตร 5 สาขาวิชา หลักสูตรระดับประกาศนียบัตรบัณฑิตชั้นสูง 2 สาขาวิชา หลักสูตรระดับปริญญาโท 93 สาขาวิชา และหลักสูตรระดับปริญญาเอก 34 สาขาวิชา จัดการเรียนการสอนปีการศึกษาละประมาณ 7,000 รายวิชา มีจำนวนนักศึกษาทั้งหมด 19,017 คน [1]

โดยงานวิจัยนี้มีขอบเขตการจัดตารางสอนเฉพาะนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 ของทุกคณะที่เรียนรายวิชาศึกษาทั่วไปร่วมกัน โดยรายวิชาศึกษาทั่วไปมีห้องเรียนวิชาบรรยายอยู่ในระบบการจัดตารางสอนของกองทะเบียนและประมวลผลจำนวน 146 ห้องเรียนและห้องปฏิบัติการจำนวน 13 ห้องปฏิบัติการ โดยห้องเรียนรวมและห้องเรียนสำหรับ 4 คณะสามารถแยกได้ดังนี้ คณะวิทยาศาสตร์มีห้องเรียนจำนวน 42 ห้องเรียน คณะศิลปศาสตร์มีห้องเรียนจำนวน 35 ห้องเรียน คณะวิทยาการจัดการมีห้องเรียน 14 ห้องเรียน คณะวิศวกรรมศาสตร์มีห้องเรียนจำนวน 59 ห้องเรียน และห้องเรียนส่วนกลางมีจำนวน 9 ห้องเรียน โดยแต่ละปีการศึกษาทางมหาวิทยาลัยจำเป็นต้องใช้เวลาประมาณ 1 ภาคการศึกษาในการจัดการกับการจัดรายวิชาให้สอดคล้องกับแผนการสอนของแต่ละคณะ

ปัจจุบันการจัดตารางสอนภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ดำเนินการจัดตารางสอนโดยกองทะเบียนและประมวลผล มีลักษณะการจัดตารางสอนโดยการจัดด้วยมือ ลักษณะของการจัดตารางสอนด้วยมือแสดงดังภาพประกอบ 1.1 ซึ่งมีบุคลากรจำนวน 2 คนที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินการจัดตารางสอนนี้ ซึ่งการดำเนินการจัดตารางสอนด้วยมือนี้ส่งผลให้เกิดปัญหาที่พบเป็นประจำในทุกภาคการศึกษาคือ มีการซ้ำซ้อนของการจัดตารางสอนและพบการซ้ำซ้อนในการจัดตารางสอนเป็นจำนวนมาก ทำให้ตารางสอนที่ได้ไม่สามารถนำไปใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ส่งผลให้เกิดความวุ่นวายในการเปลี่ยนแปลงเวลาเรียนและจำเป็นต้องหาห้องเรียนใหม่เมื่อเปิดภาคการศึกษา

ภาพประกอบ 1.1 ตัวอย่างลักษณะการจัดตารางสอนด้วยมือ

จากปัญหาที่พบภายหลังจากการจัดตารางสอนผิดพลาดนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดตารางสอนถือเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เป็นส่วนสนับสนุนให้สามารถดำเนินการเรียนการสอนได้อย่างสะดวก รวดเร็ว อีกทั้งยังทำให้เกิดความสะดวกกับนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนของนักศึกษาและประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์ผู้สอน การจัดตารางสอนเป็นการนำรายวิชาที่เปิดสอนทั้งหมดมากำหนดในตารางเวลาให้มีความสัมพันธ์กับทรัพยากรที่มีอยู่คือ กลุ่มนักศึกษา จำนวนนักศึกษา อาจารย์ ห้องเรียน ขนาดความจุของห้องเรียน ประเภทของห้องเรียน และอุปกรณ์การเรียนการสอนในแต่ละห้องเรียน เพื่อให้เหมาะสมกับการเรียนการสอนในรายวิชานั้นๆ

การจัดตารางสอนของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ในปัจจุบันมีปัจจัยที่กองทะเบียนและประมวลผลต้องคำนึงถึงในการจัดตารางสอนดังนี้

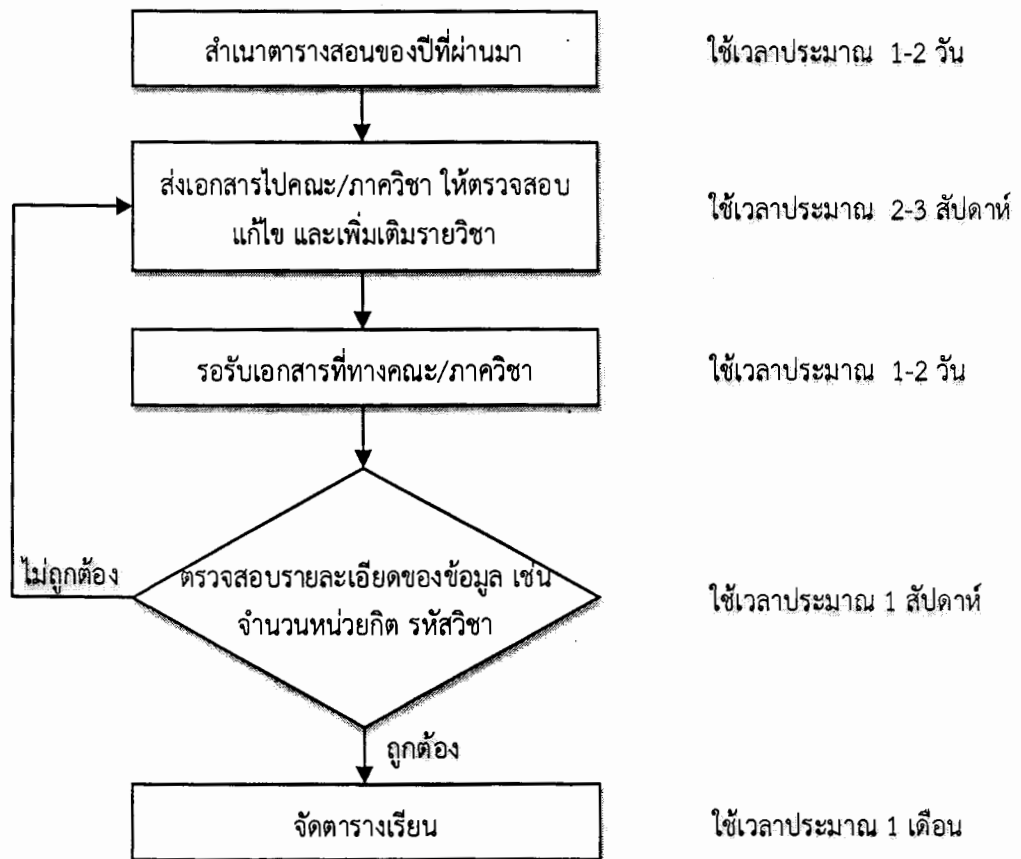
1. แผนการศึกษาของทุกคณะ จะมีการกำหนดแผนการศึกษาทุกสาขาวิชาในแต่ละคณะเป็นภาคการศึกษา และชั้นปีตลอดหลักสูตรการศึกษา เพื่อนำข้อมูลรายวิชาที่กำหนดในแผนการศึกษามาเป็นแนวทางสำหรับเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาและเป็นแนวทางในการจัดตารางสอน
2. รายวิชาที่เปิดสอนคือ รายวิชาที่คณะแจ้งเปิดสอนตามแผนการศึกษาที่กำหนดในหลักสูตรโดยแยกข้อมูลเป็นภาคการศึกษาประกอบด้วย รหัสวิชา ชื่อรายวิชา และจำนวนหน่วยกิต
3. จำนวนตอนที่เปิดสอน ซึ่งทุกรายวิชาที่เปิดสอนจะมีจำนวนตอนที่เปิดสอนต่างกัน คณะจำเป็นต้องแจ้งจำนวนตอนของรายวิชาที่เปิดสอน ลักษณะเนื้อหาวิชา กลุ่มผู้เรียน จำนวนนักศึกษา เครื่องมือ อุปกรณ์การเรียนการสอน และความจุของห้องเรียน เพื่อให้สามารถกำหนดห้องเรียนได้สอดคล้องกับความต้องการใช้ห้องเรียน
4. กลุ่มผู้เรียนคือ กลุ่มนักศึกษาที่คณะระบุให้เรียนในแต่ละรายวิชา

5. วันและเวลาเรียน เพื่อความสะดวกในการจัดตารางสอนจะกำหนดวันเป็นอักษรย่อและกำหนดเวลาเรียนหนึ่งวันมี 8 คาบๆ ละ 50 นาที เพื่อให้นักศึกษาและอาจารย์ผู้สอนมีเวลาประมาณ 10 นาทีในการเคลื่อนย้ายห้องเรียนเพื่อเรียนในรายวิชาถัดไป

6. ห้องเรียนคือ ห้องที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน ซึ่งกองทะเบียนและประมวลผลได้รวบรวมรายละเอียดข้อมูลห้องเรียนทุกห้องที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนและนำมาบันทึกเป็นฐานข้อมูล

7. อาจารย์ผู้สอนมี 4 ประเภทคือ อาจารย์ผู้สอนประจำ บุคลากรที่ปฏิบัติหน้าที่ช่วยสอน กลุ่มผู้สอน และอาจารย์พิเศษ

8. จำนวนรับ เป็นการกำหนดจำนวนรับนักศึกษาในแต่ละรายวิชา หากรายวิชาใด คณะหรืออาจารย์ผู้สอนต้องการให้กำหนดจำนวนรับนักศึกษาให้แจ้งข้อมูลพร้อมกับการแจ้งเปิดรายวิชาทุกครั้ง [1]



ภาพประกอบ 1.2 ขั้นตอนในการรวบรวมข้อมูลที่ใช้จัดตารางสอน

ที่มา: กองทะเบียนและประมวลผล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ [1]

การดำเนินการจัดตารางสอนในแต่ละปีการศึกษานั้นกองทะเบียนและประมวลผลจะสำเนาตารางสอนตามแผนการเรียนของปีที่ผ่านมา เพื่อที่จะใช้สำหรับการจัดตารางสอนในปีที่กำลังพิจารณา จากนั้นกองทะเบียนและประมวลผลจะส่งเอกสารให้คณะตรวจสอบ แก้ไข และเพิ่มเติม

รายวิชาตามความเหมาะสมของแต่ละคณะ เมื่อแล้วเสร็จคณะจะดำเนินการส่งเอกสารกลับคืนกองทะเบียนและประมวลผลภายในเวลาที่กำหนดในเอกสาร เมื่อกองทะเบียนและประมวลผลได้รับข้อมูลที่แต่ละคณะส่งกลับคืนมาแล้ว กองทะเบียนและประมวลผลจะตรวจสอบรายละเอียดของข้อมูลให้ถูกต้อง เช่น ตรวจสอบรายละเอียดของวิชาที่เปิดสอนให้ถูกต้องตามแผนการศึกษาของแต่ละคณะ สาขาวิชา จำนวนหน่วยกิต และชั้นปี หากไม่ถูกต้องก็ดำเนินการติดต่อกลับไปยังคณะ เพื่อทำการแก้ไข แต่หากถูกต้องแล้วจะนำข้อมูลไปใช้ในการจัดตารางสอน ซึ่งวิธีการที่ได้มาซึ่งข้อมูลสำหรับจัดตารางสอนสามารถแสดงได้ในภาพประกอบ 1.2

ตารางที่ 1.1 สิ่งที่ต้องพิจารณาในการจัดตารางสอน

สิ่งที่ต้องพิจารณา	ลักษณะการพิจารณา
รายวิชา	<ul style="list-style-type: none"> - จำนวนชั่วโมงที่เรียนต่อสัปดาห์ - ประเภทเป็นรายวิชาบรรยายหรือรายวิชาปฏิบัติการ - รายวิชาที่มีทั้งเนื้อหาบรรยายและปฏิบัติการให้จัดชั่วโมงบรรยายก่อนปฏิบัติ
นักศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> - นักศึกษาทุกสาขาวิชาที่เรียนตามแผนการศึกษาสามารถเข้าเรียนทุกรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรได้โดยมีวันเวลาเรียนและวันเวลาสอบไม่ซ้ำซ้อนกัน - ไม่จัดให้นักศึกษาเรียนติดต่อกันเกิน 4 ชั่วโมง
อาจารย์ผู้สอน	<ul style="list-style-type: none"> - อาจารย์ผู้สอนต้องมีวันเวลาสอนที่ไม่ซ้ำซ้อนกับรายวิชาอื่นและภาระงานอื่นๆที่รับผิดชอบ เช่น งานบริหาร - ไม่จัดให้อาจารย์ผู้สอนทำการสอนติดต่อกันเกิน 4 ชั่วโมง ยกเว้นเป็นความประสงค์ของอาจารย์ผู้สอน
ห้องเรียน	<ul style="list-style-type: none"> - จัดห้องเรียนให้เหมาะสมกับจำนวนนักศึกษาที่เรียน - จัดห้องเรียนให้นักศึกษาสามารถเข้าเรียนในห้องใกล้เคียงกัน เพื่อไม่ให้เสียเวลาในการเดินทาง - รายวิชาที่เปิดสอนสังกัดคณะ/ภาควิชาใด ควรจัดให้เรียนในห้องเรียนของคณะ/ภาควิชาก่อน - มีข้อมูลรายละเอียดห้องเรียน เช่น ความจุของห้องเรียน โสตทัศนูปกรณ์ ลักษณะห้องเรียน เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาในการจัดห้องเรียน
วันและเวลาเรียน	<ul style="list-style-type: none"> - จัดวันเวลาเรียนระหว่างวันจันทร์ถึงวันศุกร์ 8.00-20.00 น. พักเที่ยงเวลา 12.00-13.00น. - บางรายวิชาอาจจะจัดก่อนช่วงเวลา 8.00 น. หรือจัดช่วงเที่ยง แต่ต้องได้รับการยืนยันจากอาจารย์ผู้สอน และนักศึกษาสามารถเข้าเรียนในช่วงเวลาดังกล่าวได้ - ไม่จัดตารางเรียนวันเสาร์และวันอาทิตย์ ยกเว้นรายวิชาที่ทางภาควิชาจัดมา

ที่มา: ปรับจาก สุธน ไชยสุวรรณ และวนิดา ตันติธรรมภูษิต [1]

ในการจัดตารางสอนนั้นเจ้าหน้าที่ไม่ได้เพียงแต่นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูล มาจัดลงในตารางเวลาเท่านั้น แต่จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยอันจะส่งผลต่อการจัดตารางสอนเพื่อให้ได้ ตารางสอนที่ถูกต้องและสามารถนำไปใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ในการจัดตารางสอนมีหลักการดังนี้

1. จัดตารางสอนให้เหมาะกับจำนวนนักศึกษา จำนวนห้อง และจำนวนอาจารย์ ผู้สอนของคณะหรือภาควิชาฯ
 2. จัดวันเวลาเรียนของนักศึกษาให้สอดคล้องกับวัน และเวลาสอนของอาจารย์ ผู้สอนไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนกัน
 3. จัดวันและเวลาเรียนรายวิชาบังคับให้คงเดิม ยกเว้นรายวิชาที่มีเหตุผลจำเป็น เช่น มีการเปลี่ยนแปลงอาจารย์ผู้สอน เปลี่ยนแปลงกลุ่มผู้เรียน หรือไม่มีห้องเรียน
 4. จัดตารางสอนให้เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชา เวลาเรียน อาจารย์ผู้สอน และห้องเรียน เช่น ในรายวิชาที่เป็นรายวิชาคำนวณควรจัดให้เรียนในช่วงเวลาเช้า และห้องเรียนควร เป็นห้องที่มีกระดานเพื่อสะดวกต่อการสอน
 5. กำหนดตารางสอนรายวิชาบังคับหลัก และจัดรายวิชาที่ต้องเรียนรวมหลายกลุ่ม ก่อนโดยไม่ให้วันเวลาซ้ำซ้อนกัน
 6. ไม่จัดตารางสอนวันเสาร์-อาทิตย์ยกเว้นเป็นรายวิชาที่ผู้สอนต้องการ
- แม้ว่าข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอนจะผ่านการตรวจสอบมาบ้างแล้วแต่ข้อมูลต่างๆ นั้นก็ยังมีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ซึ่งเจ้าหน้าที่รับผิดชอบในการจัดตารางสอนต้องพิจารณาเพิ่มเติม ในการจัดตารางสอนดังแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอน

ข้อจำกัด	ลักษณะของข้อจำกัด
รายวิชา	- จำนวนรายวิชาโดยเฉพาะกลุ่มวิชาภาษา รายวิชาทางมนุษยศาสตร์และ สังคมศาสตร์ รายวิชาพลศึกษา เปิดสอนไม่เพียงพอกับความต้องการของ นักศึกษา
ห้องเรียน	- สื่อทัศนูปกรณ์ในห้องเรียนไม่ทันสมัย มาตรฐานของการสื่อการสอนแต่ละห้อง ไม่เหมือนกัน จึงทำให้อาจารย์ผู้สอนต้องการเลือกห้องเรียนสำหรับจัดการเรียน การสอน - จำนวนห้องปฏิบัติและเครื่องมือในการปฏิบัติการไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา
อาจารย์ผู้สอน	- จำนวนอาจารย์ผู้สอนไม่เพียงพอ
อื่นๆ	- ปัจจุบันมีการเปิดหลักสูตรที่หลากหลาย มีการจัดการเรียนการสอนต่างกัน เช่น บางหลักสูตรจัดการเรียนการสอนวันเสาร์-อาทิตย์ บางหลักสูตรเปิดภาคเรียนไม่ ตรงกับหลักสูตรปกติ

ที่มา: ปรับจาก สุชน ไชยสุวรรณ และวนิดา ดันติธรรมภูษิต [1]

จากข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอนดังแสดงในตารางที่ 1.2 นั้น เจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในการจัดตารางสอนของกองทะเบียนและประมวลผลจะแก้ไขปัญหาแสดงได้ใน ตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 การแก้ไขปัญหาข้อจำกัดของข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอน

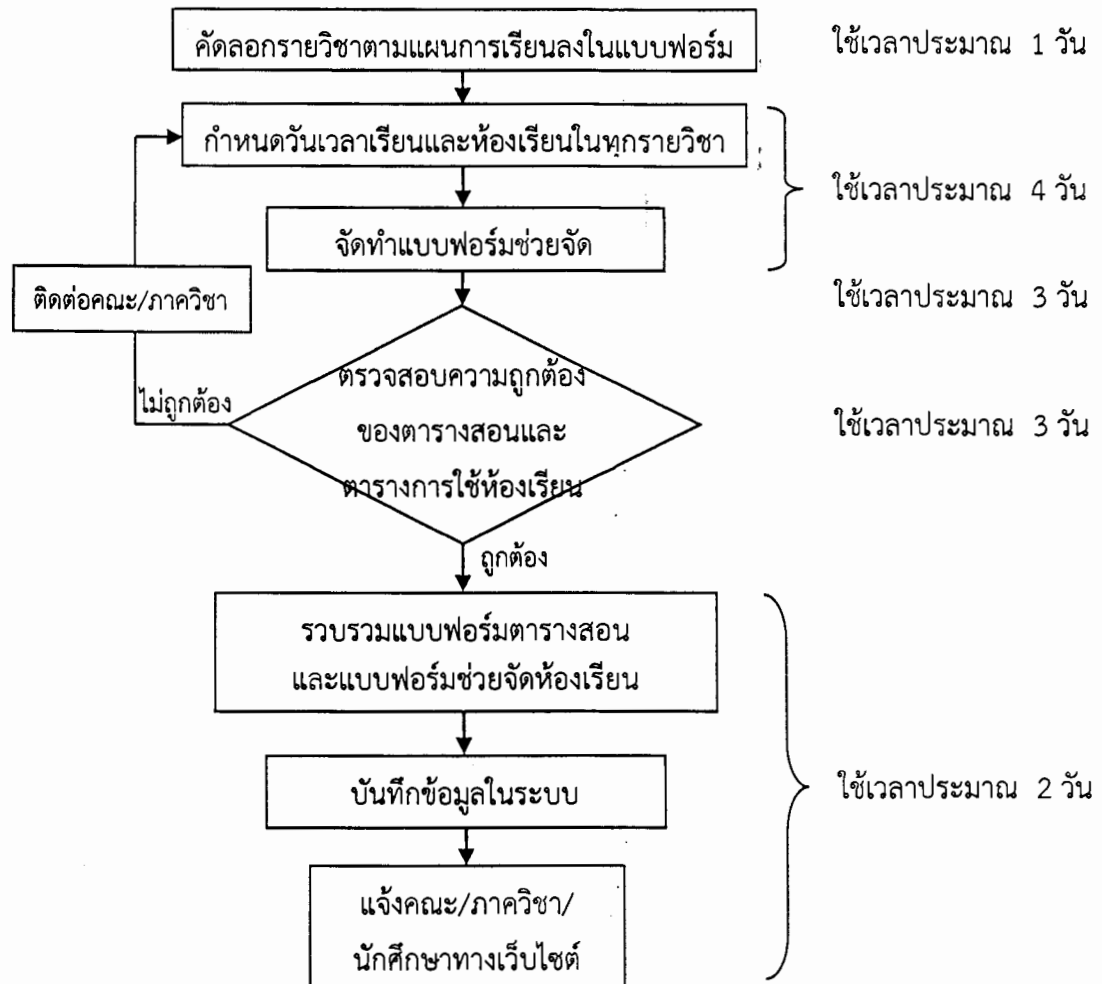
ข้อจำกัด	การแก้ไขปัญหาข้อจำกัดของกองทะเบียนและประมวลผล
รายวิชา	เปิดจำนวนตอนที่เปิดสอนเพิ่มขึ้นบางส่วนเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในการลงทะเบียนเรียนของนักศึกษาโดยเปิดเพิ่มเติมภายหลังจากที่นักศึกษาลงทะเบียนเรียนในจำนวนตอนปกติเต็มแล้ว
ห้องเรียน	ปรับปรุงและซ่อมแซมอุปกรณ์และสื่อทัศนูปกรณ์ให้พร้อมใช้งานอยู่เสมอ
อาจารย์ผู้สอน	อาจารย์บางท่านมีภาระงานสอนเพิ่ม แต่หากไม่เพียงพอจึงจะจ้างอาจารย์พิเศษมาสอน
อื่นๆ	การจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรพิเศษที่เปิดสอนในวันเสาร์-อาทิตย์ไม่ค่อยมีปัญหา

ที่มา: ปรับจาก สุธน ไชยสุวรรณ และวนิดา ตันติธรรมภูษิต [1]

จากข้อจำกัดและการแก้ไขปัญหาข้อจำกัดของกองทะเบียนและประมวลผลดังแสดงในตารางที่ 1.3 นั้น จะเห็นว่ากองทะเบียนและประมวลผลพยายามแก้ไขปรับปรุงทั้งจำนวนตอนที่เปิดสอน ห้องเรียน และอาจารย์ผู้สอนให้เพียงพอต่อความต้องการของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน โดยยังไม่ได้คำนึงถึงการจัดตารางสอนที่ซ้ำซ้อนกันมากเพียงใด โปรแกรมที่สร้างขึ้นนี้จะเข้าไปช่วยแก้ปัญหาการจัดตารางสอนซ้ำซ้อนกันที่เกิดขึ้น เนื่องจากยิ่งเปิดทั้งจำนวนรายวิชาและจำนวนตอนที่เปิดสอนเพิ่มขึ้นก็จะยิ่งเพิ่มโอกาสในการจัดตารางสอนซ้ำซ้อนกันสูงขึ้นด้วย

ภายหลังจากที่ได้ข้อมูลในการจัดตารางสอนมาแล้ว เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการจัดตารางสอนจะดำเนินการคัดลอกรายวิชาตามแผนการศึกษาของนักศึกษา สาขาวิชา และชั้นปี ลงในเอกสารแบบฟอร์มการจัดตารางสอนดังแสดงในภาพประกอบ 1.5 โดยเจ้าหน้าที่จะดำเนินการคัดลอกด้วยมือ กำหนดวันเวลาเรียน ห้องเรียน ทุกรายวิชาที่เปิดสอน ยกเว้นรายวิชาที่ไม่ต้องกำหนดวันเวลาเรียน เช่น รายวิชาวิทยานิพนธ์ รายวิชาโครงงาน รายวิชาฝึกภาคสนาม รายวิชาฝึกงาน และรายวิชาที่อาจารย์ผู้สอนต้องการตกลงวันเวลาเรียนกับนักศึกษาเอง เป็นต้น และจัดทำแบบฟอร์มการจัดตารางเรียนดังแสดงในภาพประกอบ 1.4 โดยจะบันทึกชื่อห้องเรียนทุกห้องที่รับผิดชอบลงแบบฟอร์มการจัดตารางสอนด้วยมือ รวมทั้งบันทึกข้อมูลวันเวลาการใช้ห้องเรียนในทุกรายวิชาที่เปิดสอนและใส่ห้องเรียนลงในแบบฟอร์มด้วย จากนั้นจะทำการตรวจสอบข้อมูลตารางเรียนตารางสอนและห้องเรียน ภายหลังจากการแก้ไขอีกครั้งด้วยสายตา เพื่อช่วยตรวจสอบการจัดตารางสอนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนตามแผนการศึกษาไม่ให้มีวัน เวลา และห้องเรียนซ้ำซ้อนกัน หากเกิดข้อผิดพลาดให้แก้ไขแล้วประสานงานกับคณะหรือภาควิชาที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาหรือนักศึกษากลุ่มนั้นๆ เพื่อร่วมกันจัดวัน เวลา และห้องเรียนใหม่ให้มีความเหมาะสม จากนั้นรวบรวมแบบฟอร์มตารางสอนของนักศึกษาแต่ละสาขาวิชาและแต่ละชั้นปี รวมทั้งแบบฟอร์มช่วยจัดห้องเรียน เพื่อความสะดวกในการ

ใช้ข้อมูลหรือเกิดความสับสนหากมีการแก้ไขข้อมูลในภายหลัง และทำการบันทึกข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์ แล้วแจ้งคณะภาควิชา และนักศึกษาให้ทราบผ่านทางเว็บไซต์รวมทั้งดำเนินการตีพิมพ์ประกาศ ซึ่งกระบวนการในการจัดตารางสอนแสดงดังภาพประกอบ 1.3



ภาพประกอบ 1.3 กระบวนการในการจัดตารางสอน
ที่มา: ปรับจาก สุธน ไชยสุวรรณ และวนิดา ตันติธรรมภูษิต [1]

ลักษณะตารางสอนที่ดี

1. จะต้องจัดให้นักศึกษามีเวลาว่างสำหรับศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้
2. ควรจัดวิชาที่เป็นทฤษฎีและมีการคำนวณไว้ในภาคเช้ามากกว่าภาคบ่าย
3. ต้องพิจารณาเวลาและความสะดวกของอาจารย์

ข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการจัดตารางสอนในปัจจุบันคือ

1. วันเวลาเรียนของนักศึกษาที่ลงทะเบียนตามแผนการเรียนซ้ำซ้อนกัน
2. วันเวลาสอนของอาจารย์ผู้สอนซ้ำซ้อนกัน
3. วันเวลาการใช้ห้องเรียนซ้ำซ้อนกัน

ห้อง.....						ความจุ.....					
เวลา วัน	8.00- 9.50	9.00- 10.50	10.00- 11.50	11.00- 12.50	12.00- 13.50	13.00- 14.50	14.00- 15.50	15.00- 16.50	17.00- 17.50	18.00- 18.50	19.00- 19.50
วันจันทร์	กลุ่มนักศึกษา รายวิชา อาจารย์ผู้สอน										
วันอังคาร											
วันพุธ											
วันพฤหัสบดี											
วันศุกร์											
วันเสาร์											
วันอาทิตย์											

ภาพประกอบ 1.4 แบบฟอร์มการจัดห้องเรียน

เวลา วัน	8.00- 9.50	9.00- 10.50	10.00- 11.50	11.00- 12.50	12.00- 13.50	13.00- 14.50	14.00- 15.50	15.00- 16.50	17.00- 17.50	18.00- 18.50	19.00- 19.50
วันจันทร์	กลุ่มนักศึกษา รายวิชา อาจารย์ผู้สอน										
วันอังคาร											
วันพุธ											
วันพฤหัสบดี											
วันศุกร์											

ภาพประกอบ 1.5 แบบฟอร์มการจัดตารางสอน

ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดตารางสอนของกองทะเบียนและประมวลผลในปัจจุบันมี 3 รูปแบบคือ ตารางเรียนของนักศึกษา ตารางสอนของอาจารย์ และตารางการใช้ห้องเรียน

จากขั้นตอนการดำเนินการจัดตารางสอนจะเห็นได้ว่าการจัดตารางสอนแต่ละครั้งมีข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอนเป็นจำนวนมากซึ่งประกอบด้วย รายวิชาที่เปิดสอน วันเวลาเรียน ห้องเรียน อาจารย์ผู้สอน นักศึกษา นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ เช่น หลักสูตร แผนการเรียน กฎระเบียบ ข้อบังคับ ประกาศฯ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนหรือการกำหนดกิจกรรมต่างๆ ของมหาวิทยาลัย คณะหรือนักศึกษา เช่น สัปดาห์ มอ. วิชาการ เป็นต้น อีกทั้งการจัดตารางสอนยังเป็น

กระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยาก ต้องสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดไม่ให้เกิดการซ้ำซ้อนกัน และต้องมีความถูกต้องตามเงื่อนไขในการจัดตารางสอนมากที่สุด ซึ่งในปัจจุบันมีเพียงการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเข้ามาช่วยในการจัดตารางสอนแต่โปรแกรมยังไม่สามารถจัดการข้อมูลได้ทั้งหมด หลังจากใช้โปรแกรมสำเร็จรูปดังกล่าวแล้วเจ้าหน้าที่ยังต้องนำมาจัดด้วยมืออีกครั้งโดยการเขียนลงในกระดาษ เริ่มต้นจากการกรอกแบบฟอร์มที่เป็นเพียงเอกสารที่มีตารางวันและเวลา จากนั้นเจ้าหน้าที่จะต้องกำหนดรายวิชา กลุ่มผู้เรียน อาจารย์ผู้สอน และห้องเรียนลงในตารางนั้น ทำให้ต้องใช้การจดจำรวมทั้งต้องอาศัยประสบการณ์ และทักษะส่วนตัวในการจัด ซึ่งอาจจะเกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย เนื่องจากมีเพียงการตรวจสอบด้วยสายตาเท่านั้น

เนื่องจกงานวิจัยนี้เป็นการจัดตารางสอนในรายวิชาศึกษาทั่วไป โดยนักศึกษาที่เรียนรายวิชาดังกล่าวนี้เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ที่มาจากทุกคณะภายในมหาวิทยาลัย สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการจัดตารางสอนนั้นจำเป็นต้องศึกษาลักษณะการจัดตารางสอนของแต่ละคณะนั้นก็คือนักศึกษาโครงสร้างของหลักสูตร การแบ่งหมวดวิชาวิชาบังคับ วิชาเลือก วิชาเลือกเสรี แต่ละวิชาต้องใช้ห้องเรียนอุปกรณ์และเครื่องมือในลักษณะใดบ้าง จำนวนนักศึกษาที่จะลงทะเบียนเรียนในแต่ละวิชา แบ่งนักศึกษาเป็นกี่กลุ่ม จำนวนห้องเรียนและขนาดของห้องเรียน รวมทั้งลักษณะห้องเรียนที่ใช้จำนวนอาจารย์ที่รับผิดชอบสอนในแต่ละวิชา วิทยากรพิเศษ และความสะดวกในการเชิญมาสอน ภาระงานสอนของอาจารย์ผู้สอนแต่ละคน จะเห็นได้ว่าการจัดตารางสอนนั้นต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายด้าน จึงจำเป็นต้องมีการกำหนดหลักในการจัดตารางสอนไว้ โดยจะต้องจัดให้ครบตามโครงสร้างของหลักสูตรเพื่อให้นักศึกษาได้ลงทะเบียนและเรียนได้ตามหลักสูตร อีกทั้งต้องพิจารณาการจัดตารางสอนตามธรรมชาติของแต่ละรายวิชา เช่น วิชาภาคปฏิบัติ ควรจะจัดควบคู่กับทฤษฎีของวิชานั้น และไม่ควรจัดทั้ง 2 รายวิชาไว้ในวันเดียวกัน การจัดตารางสอนต้องมีความสัมพันธ์กับการบริหารงานของสถานศึกษาทั้งทางการบริหารงานด้านอาจารย์ เวลาที่อาจารย์ใช้ในการทำงานอื่นนอกเหนือจากภาระงานสอน เวลาที่อาจารย์ต้องใช้ในการเตรียมการสอน อาจารย์ใหม่จำเป็นต้องใช้เวลาเตรียมการสอนมาก หรืออาจารย์ที่สอนหลายวิชาที่แตกต่างกันต้องใช้เวลาในการเตรียมการสอนแตกต่างกันไป ภาระงานอื่นของอาจารย์ เช่น การต้องไปศึกษาหรือฝึกอบรมในบางเวลา ด้านการจัดอาคารสถานที่เรียน ตารางสอนมีส่วนในการกำหนดห้องเรียนหรือลักษณะต่างๆ ภายในห้องเรียนเพื่อใช้ในการเรียนการสอน การใช้อาคารเรียนควรคำนึงถึงความสามารถของห้องเรียน และความเหมาะสมของจำนวนนักศึกษา ลักษณะวิชาและพยายามใช้ห้องเรียนให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้านการจัดอุปกรณ์ เครื่องมือ และสื่อการสอน ตารางสอนจะเป็นตัวกำหนดผู้ใช้ เวลา และลักษณะการใช้ห้องเรียน ด้านการจัดอำนวยความสะดวกให้นักศึกษาและอาจารย์ ตารางสอนจะกำหนดเวลาพักในแต่ละคาบ เวลาในการรับประทานอาหารกลางวัน ตลอดจนการจัดกิจกรรมอื่นๆ ผู้บริหารสถานศึกษาสามารถจะนำตารางสอนมาเป็นตัวกำหนดแผนการปฏิบัติงานในสถานศึกษา เช่น เวลาว่างของนักศึกษา เวลาว่างของอาจารย์ ภาระงานสอนของอาจารย์ การจัดประชุมของอาจารย์ รวมทั้งการจัดกิจกรรมอื่นๆ ในสถานศึกษา [1]

งานวิจัยนี้ดำเนินการวิจัยต่อเนื่องมาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างโปรแกรมช่วยในการจัดตารางสอนในปี พ.ศ. 2554 โดย รศ.วนิดา รัตนมณี และพรไพลิน อามีน ซึ่งได้ศึกษาการประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมสำหรับจัดตารางสอนของนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ งานวิจัยดังกล่าวได้สร้างโปรแกรมต้นแบบในการจัดตารางสอนระดับคณะ โดยใช้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เป็นกรณีศึกษา ซึ่งคณะวิศวกรรมศาสตร์มีการเปิดการเรียนการสอนทั้งหมด 28 สาขาวิชา แบ่งเป็นระดับปริญญาตรี 12 สาขาวิชา ระดับปริญญาโท 11 สาขาวิชา ปริญญาโทหลักสูตรพิเศษ 2 สาขาวิชา และระดับปริญญาเอก 8 สาขาวิชา มีการจัดการเรียนการสอนภาคการศึกษาละประมาณ 350 รายวิชา จำนวนนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนประมาณ 2,800 คน โดยงานวิจัยดังกล่าวมีขอบเขตการจัดตารางสอนให้เฉพาะนักศึกษาระดับปริญญาตรี ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวมีเงื่อนไขที่ใช้ในการจัดตารางสอน 2 ประเภท คือ เงื่อนไขบังคับ (hard constraints) และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ (soft constraints) ดังจะอธิบายต่อไปนี้

เงื่อนไขบังคับเป็นเงื่อนไขพื้นฐานในการจัดตารางสอนกล่าวคือ ตารางสอนที่ถือว่าเป็นตารางสอนที่เป็นไปได้ (feasible timetable) จะต้องไม่ละเมิดเงื่อนไขบังคับ หากตารางสอนที่จัดออกมาแล้วเกิดการละเมิดเงื่อนไขบังคับ จะถือว่าเป็นตารางสอนที่เป็นไปไม่ได้ (infeasible timetable) ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้งานได้ เงื่อนไขบังคับสำหรับงานวิจัยนี้คือ

1. ในวันและเวลาเดียวกันอาจารย์ผู้สอนหนึ่งคนสามารถสอนได้หนึ่งกลุ่มเท่านั้น
2. ในวันและเวลาเดียวกันนักศึกษาหนึ่งกลุ่มสามารถเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น
3. ในวันและเวลาเดียวกันสามารถกำหนดการเรียนการสอนให้กับห้องเรียน 1 ห้องเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น
4. กำหนดห้องเรียนให้เหมาะสมกับประเภทรายวิชา เช่น วิชาปฏิบัติจะต้องกำหนดให้กับห้องปฏิบัติการ

เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์เป็นเงื่อนไขที่ไม่ส่งผลกระทบต่อตารางสอนที่เป็นไปได้แต่จะช่วยปรับปรุงความเหมาะสมของตารางสอนให้เป็นไปตามความต้องการของบุคคลที่เกี่ยวข้องทั้งอาจารย์ผู้สอน และกลุ่มผู้เรียน รวมทั้งเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์เป็นเงื่อนไขที่ช่วยเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับการจัดตารางสอน โดยปกติแล้วจะเป็นไปไม่ได้ที่ตารางสอนที่ได้ออกมาจะเป็นไปตามเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ทุกข้อ แต่ถึงแม้ว่าตารางสอนที่ได้จะไม่ผ่านทุกเงื่อนไขในเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ก็สามารถนำตารางสอนไปใช้ได้ เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ในงานวิจัยคือ

1. คาบที่ 2 ของรายวิชาเดียวกันไม่ควรจัดให้อยู่ในวันเดียวกันโดยเว้นคาบว่าง
2. ควรจัดการสอนรายวิชาประจำภาควิชาให้กับห้องเรียนให้อยู่ในภาควิชาที่นั้นก่อน
3. ในแต่ละวันเมื่อนักศึกษาที่มีคาบเรียนแล้วไม่ควรมีคาบว่างเกิน 2 คาบ เพื่อเรียนในคาบถัดไป
4. ในแต่ละวันควรมีการเว้นคาบว่างในเวลา 12.00-12.50 น. เพื่อพักรับประทานกลางวัน
5. ในแต่ละวันอาจารย์ไม่ควรสอนวิชาบรรยายติดกันเกิน 4 คาบ
6. ในแต่ละวันนักศึกษาไม่ควรเรียนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ

จากงานวิจัยดังกล่าวพบว่าข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอนประกอบด้วยห้องเรียนทั้งหมด 59 ห้อง จัดการเรียนการสอนทั้งหมด 5 วัน คือ วันจันทร์-วันศุกร์ ในแต่ละวันจัดการเรียน

การสอนทั้งหมด 8 คาบคือ ตั้งแต่ 8.00-15.50 น. ในการกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสมของงานวิจัย จะมีการนำการกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขแต่ละข้อเข้ามาช่วยในการจำแนกโครโมโซมที่ดีหรือ คำตอบของปัญหาที่เป็นไปได้ นั่นคือคำตอบของปัญหา 1 คำตอบจะแทนตารางสอนที่เป็นไปได้ของ คณะวิศวกรรมศาสตร์ 1 ตาราง ในคำตอบของปัญหาที่เป็นไปได้ 1 คำตอบประกอบด้วยคำตอบของ ปัญหาที่เป็นไปได้ย่อย (sub-chromosome) 3 คำตอบของปัญหาที่เป็นไปได้ย่อย คือ รายวิชาบรรยาย รายวิชาปฏิบัติ และรายวิชานอกคณะ โดยงานวิจัยดังกล่าวมีวิธีการในการสร้างคำตอบเบื้องต้นโดยจะ สร้างตามจำนวนประชากรเบื้องต้นที่กำหนด ใช้วิธีการคัดเลือกสายพันธุ์แบบวงล้อรูเล็ต ใช้วิธีการข้าม สายพันธุ์หรือการครอสโอเวอร์แบบลำดับ (order crossover) โดยมีการกำหนดค่าความน่าจะเป็นใน การครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.8 ใช้วิธีการกลายพันธุ์หรือการมิวเตชันแบบแลกเปลี่ยนสองจุด (two-point swapping mutation) มีการกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเท่ากับ 0.3 โดยเมื่อทำการ เปรียบเทียบผลลัพธ์ของโปรแกรมดังกล่าวกับตารางสอนที่จัดด้วยวิธีการแบบเดิมที่กองทะเบียนและ ประมวลผลใช้ในปัจจุบัน จะเห็นว่าโปรแกรมดังกล่าวมาข้างต้นให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการจัดตารางสอน ด้วยวิธีการแบบเดิม โดยโปรแกรมดังกล่าวสามารถค้นหาตารางสอนที่ไม่ขัดแย้งกับเงื่อนไขบังคับ นั้นหมายความว่าตารางสอนที่ได้ไม่มีการซ้ำซ้อนกัน สามารถนำไปใช้งานได้จริงโดยใช้เวลาในการ ประมวลผลประมาณ 50 นาที แต่เนื่องจากโปรแกรมดังกล่าวนี้ใช้ข้อมูลของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เพียงอย่างเดียว ทำให้เงื่อนไขในการพิจารณาสำหรับการจัดตารางสอน จึงเป็นเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับคณะวิศวกรรมศาสตร์เท่านั้น อีกทั้งในการจัดตารางสอนแต่ละครั้งจะ ไม่ทำการจัดตารางสอนให้กับรายวิชานอกคณะฯ แต่จะทำเพียงการนำเวลาที่กองทะเบียนและ ประมวลผลได้เคยจัดไว้แล้วมากำหนดให้กับกลุ่มนักศึกษาที่เรียนรายวิชานอกคณะฯ เท่านั้น ดังนั้น โปรแกรมดังกล่าวจึงเหมาะกับการจัดตารางสอนที่พิจารณาเฉพาะรายวิชาเรียนของคณะใดคณะหนึ่ง และทำการเรียนการสอนภายในห้องเรียนของคณะฯ หรือภาควิชาฯ ใดๆ เท่านั้น ไม่สามารถจัดตารางสอน ให้กับห้องเรียนและรายวิชาภายนอกคณะฯ ได้ ซึ่งถือเป็นข้อจำกัดของงานวิจัยดังกล่าว [2][3]

งานวิจัยนี้จึงขยายขอบเขตในการพัฒนาโปรแกรมมาเป็นการพัฒนาโปรแกรมจัด ตารางสอนสำหรับมหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกันหรือจัดตารางสอนให้กับทุกคณะ ภายในมหาวิทยาลัยได้ ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนให้กับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยคาดหวังว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถนำไปใช้งานได้มากที่สุด งานวิจัยนี้จึงศึกษาการแก้ไขปัญหการจัดตารางสอนในลักษณะใหม่ที่ยังไม่พบว่ามีงานวิจัยใดจัด ตารางสอนในลักษณะนี้ โดยการจัดตารางสอนในลักษณะที่ว่าก็คือ จัดตารางสอนให้กับนักศึกษา หลายคณะเรียนร่วมกันโดยนักศึกษาไปเรียนที่คณะใดคณะหนึ่งภายในมหาวิทยาลัยซึ่งจัดการเรียน การสอนในรายวิชาที่คณะฯ นั้นๆ รับผิดชอบสอน ผู้วิจัยจะอธิบายรายละเอียดในส่วนถัดไป งานวิจัยนี้ จะทำการขยายขอบเขตการศึกษาจากงานวิจัยเดิมที่ศึกษาเพียงคณะวิศวกรรมศาสตร์เป็นการ แก้ไขปัญหการจัดตารางสอนทุกคณะภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าปัญหการจัดตารางสอนถูกจัดเป็นปัญหา ประเภท NP-Hard หมายถึงปัญหาที่มีขนาดข้อมูลจำนวนมากและต้องใช้เวลาในการหาคำตอบนาน โดยเวลาในการหาคำตอบจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อขนาดของปัญหาใหญ่ขึ้น จากการสำรวจ บทความในวารสารพบว่าแนวทางการแก้ไขปัญหาประเภท NP-Hard สามารถแก้ไขได้ด้วยวิธีการแบบ

ฮิวริสติกส์ (heuristics) เนื่องจากใช้เวลาในการคำนวณน้อย รวมทั้งคำตอบที่ได้สามารถยอมรับได้ในการนำไปใช้งานจริง ซึ่งวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเป็นเทคนิคหนึ่งในวิธีการทางฮิวริสติกส์ที่มีความเหมาะสมกับการแก้ปัญหาการจัดตารางสอน เนื่องจากวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเป็นเทคนิคที่ประยุกต์ใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์เข้ามาช่วยในการค้นหาคำตอบของปัญหา สามารถแก้ปัญหาที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ ซับซ้อน และมีข้อมูลที่ต้องประมวลผลมากได้ โดยมีคุณสมบัติของการเลียนแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ ซึ่งจะนำค่าที่เหมาะสมที่สุดจากประชากรรุ่นก่อนมาใช้พิจารณาในการหาคำตอบของประชากรรุ่นถัดไป สามารถหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมได้จากการประมวลผลในแต่ละรอบ ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะทำให้ได้คำตอบที่เหมาะสมจากกลุ่มคำตอบที่สุ่มมา คำตอบที่ได้จึงเป็นคำตอบที่เหมาะสมสุดและเหมาะสมกับการใช้แก้ปัญหาที่มีขนาดใหญ่

ปัญหาการจัดตารางสอนจึงเป็นที่มาของงานวิจัยนี้ซึ่งจะแก้ปัญหาการจัดตารางสอนโดยประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดตารางสอนให้กับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยการปรับปรุงวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมให้สามารถแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อนของข้อมูลได้ด้วยความรวดเร็ว ทำให้การจัดตารางสอนมีความเหมาะสมและถูกต้องยิ่งขึ้น ลดเวลาในการประมวลผลโปรแกรม ใช้เวลาในการจัดตารางสอนน้อยลง และได้ผลลัพธ์ (output) ที่ต้องการคือ ตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษา ตารางสอนของอาจารย์ผู้สอน และตารางการใช้ห้องเรียน จากนั้นทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากตารางสอนโดยตรวจสอบกับความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับวิธีการจัดตารางสอนปัจจุบันก็คือการจัดด้วยมือ ซึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการจัดตารางสอนจะเกี่ยวข้องกับจำนวนห้องเรียน ความจุของห้องเรียน และจำนวนอาจารย์ผู้สอนมีอยู่จำกัด ในขณะที่ปริมาณนักศึกษาและการขยายตัวของมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อิทธิพลดังกล่าวส่งผลต่อการพัฒนาโปรแกรมช่วยจัดตารางสอนเป็นอย่างมาก

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในจัดตารางสอนสำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

3. การตรวจเอกสาร

การวิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในทุกสายงานไม่ว่าจะเป็นงานด้านวิชาการ งานในวงการธุรกิจหรือแม้แต่งานในด้านอุตสาหกรรม โดยทั่วไปแล้วพบว่าจะต้องประสบกับปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานหรือกิจการต่างๆ ที่ต้องการความเหมาะสมที่สุดอยู่เสมอ งานในด้านการจัดตารางสอนทั้งในระดับโรงเรียนและระดับมหาวิทยาลัยก็ประสบปัญหาในลักษณะของความเหมาะสมที่สุดเช่นกัน ซึ่งการแก้ไขปัญหโดยส่วนใหญ่แล้วขึ้นอยู่กับวิธีการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างมาก แต่การแก้ไขปัญหบางอย่างด้วยการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์นั้นมีความซับซ้อนมาก ทำให้มีการนำวิธีการใหม่ๆ ในลักษณะอัลกอริทึมมาแก้ไขปัญหาดังกล่าว ไม่ว่าจะเป็นวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม (genetic algorithm) ซึ่งวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมีพื้นฐานมาจากหลักการทางพันธุศาสตร์ ระบบอาณานิคม (ant colony system) [14] โดยระบบอาณานิคมมีพื้นฐานมาจากพฤติกรรมการหาอาหารของมด รวมทั้งการหาค่าเหมาะสมแบบกลุ่มอนุภาค (particle swarm optimization) [4] โดยการหาค่าเหมาะสมแบบกลุ่มอนุภาคนี้มีพื้นฐานมาจากพฤติกรรมการอพยพของฝูงนกหรือการเรียนรู้ของฝูงปลา โดยอัลกอริทึมเหล่านี้สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหการจัดตารางเวลาแทนวิธีการทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งการจัดตารางสอนจัดเป็นปัญหาหนึ่งที่มีเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมากจึงได้นำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญห

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหการจัดตารางสอนซึ่งเกี่ยวข้องกับความหมายและความสำคัญของการจัดตารางสอน การกำหนดขอบเขตของปัญหการจัดตารางสอน การกำหนดเงื่อนไขของปัญหการจัดตารางสอน รวมถึงวิธีการที่นำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหการจัดตารางสอน คำจำกัดความของปัญหา ลำดับขั้นการแก้ปัญห และการหาจุดที่เหมาะสมที่สุด ปัญหาประติษฐ์ การทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม เจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์ และลำดับขั้นตอนการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมซึ่งจะกล่าวดังต่อไปนี้

3.1 ปัญหการจัดตารางสอน (timetabling problem)

ในปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องและส่งผลให้เกิดความผิดพลาดในการจัดตารางสอนเป็นจำนวนมาก โดยในหัวข้อนี้เราจะกล่าวถึงความหมายของการจัดตารางสอน ความสำคัญของปัญหการจัดตารางสอน มาจนถึงการกำหนดขอบเขตของปัญหการจัดตารางสอนเพื่อให้ทราบขอบเขตของปัญหการจัดตารางสอนที่ชัดเจน จากนั้นก็เข้าสู่การแก้ไขปัญหการจัดตารางสอนโดยเริ่มจากการกำหนดเงื่อนไขของปัญหการจัดตารางสอนแล้วศึกษาวิธีการที่นำมาใช้แก้ปัญหการจัดตารางสอนและท้ายที่สุดก็คือนำวิธีการแก้ไขปัญหการจัดตารางสอนที่ได้ศึกษานั้นมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหการจัดตารางสอน เพื่อให้ได้ตารางสอนที่มีความเหมาะสมมากที่สุดในแต่ละภาคการศึกษา

3.1.1 ความหมายของการจัดตารางสอน

ในการจัดการศึกษานั้นจะใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 ในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานเพื่อให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ สังคม และความ

เจริญก้าวหน้าทางวิทยาการ อีกทั้งเป็นการสร้างกลยุทธ์ใหม่ในการพัฒนาคุณภาพทางการศึกษาให้สามารถตอบสนองความต้องการของบุคคล สังคม และผู้เรียน เพื่อให้มีศักยภาพในการแข่งขันและให้ร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในสังคมโลกได้ อีกทั้งเพื่อให้เป็นไปตามเจตนารมณ์ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยพุทธศักราช 2540 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติพุทธศักราช 2542 ฉะนั้น สถานศึกษาต้องจัดกระบวนการเรียนรู้โดยยึดหลักผู้เรียนสำคัญที่สุด มุ่งเน้นการฝึกทักษะกระบวนการคิด จัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกการปฏิบัติให้ทำได้ คิดเป็น ทำเป็น และเกิดการใฝ่รู้อย่างต่อเนื่องด้วยการจัดการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทุกสถานที่ เพื่อการพัฒนาไปสู่ความเป็นสากลในการจัดการเรียนรู้ ด้วยเหตุผลที่ได้กล่าวมาข้างต้นสถานศึกษาจึงจำเป็นต้องเตรียมการด้านต่างๆ ให้พร้อมก่อนเปิดภาคเรียน เช่น การสร้างหลักสูตรการเรียนการสอนภายในสถานศึกษา การจัดทำหลักสูตรการเรียนการสอนภายในสถานศึกษา จัดโครงสร้างหลักสูตร กำหนดแนวทางการวัดและประเมินผล การพัฒนาศักยภาพอาจารย์ผู้สอนโดยเฉพาะการจัดตารางสอนซึ่งเป็นงานสำคัญงานหนึ่งของการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน

ตารางสอนคือ การกำหนดวัน เวลา สถานที่ รายวิชา อาจารย์ผู้สอน กลุ่มผู้เรียนที่จะทำการเรียนการสอน โดยทั่วไปกำหนดไว้เป็นรายสัปดาห์ โดยการจัดตารางสอนเป็นการวางแผนงานของแต่ละสถานศึกษาเพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปได้สะดวก โดยความหมายของการจัดตารางสอนที่ผู้วิจัยแต่ละท่านได้นิยามไว้มีดังต่อไปนี้

Wren [15] ได้ให้ความหมายของการจัดตารางสอนว่าการจัดตารางสอนเป็นการจัดสรรทรัพยากรภายใต้ข้อบังคับต่างๆ ลงในช่วงเวลาที่มีในแนวทางที่น่าพึงพอใจหรือใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์มากที่สุด

กาญจน์ วงศ์วิภาพร [11] ได้กล่าวต่ออีกว่าการจัดตารางสอนนั้นเป็นงานที่จะต้องทำในแต่ละภาคเรียน ต้องใช้เวลา ความพยายาม และความพิถีพิถันพอสมควร เมื่อปฏิบัติงานจริงๆ แล้วจะมีข้อจำกัดหลายประการ ความยากลำบากในการแก้ปัญหาจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของปัญหา คือ เมื่อจำนวนนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน วิชาที่ต้องจัดการเรียนการสอน และห้องเรียนที่ต้องใช้ในการพิจารณามีมากขึ้นก็จะทำให้มีความยากลำบากในการแก้ปัญหามากขึ้นไปด้วย

Miliotis [16] ได้กล่าวว่าโดยปกติแล้วข้อมูลที่เกี่ยวข้องในปัญหาการจัดตารางสอนจะประกอบด้วยข้อมูลของกลุ่มผู้เรียน อาจารย์ผู้สอนและห้องเรียน ในแต่ละสัปดาห์จะมีการกำหนดช่วงเวลาที่สามารถจัดตารางไว้คงที่ค่าหนึ่ง และแนวทางสำคัญที่ใช้ในการจัดตารางสอนก็คือ ต้องไม่มีอาจารย์ผู้สอน กลุ่มผู้เรียน หรือห้องเรียนปรากฏอยู่ในตารางมากกว่า 1 ครั้งในช่วงเวลาเดียวกัน

สิริลักษณ์ จุณณทัศน์ [10] ได้ให้ความหมายของตารางสอนว่าเป็นการกำหนดวัน เวลา สถานที่ วิชา ผู้สอน กลุ่มผู้เรียนที่จะทำการเรียนการสอน โดยมักกำหนดไว้เป็นรายสัปดาห์ การจัดตารางสอนมีวัตถุประสงค์เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปด้วยความสะดวก

การจัดตารางสอนในปัจจุบันนี้มีปัญหาต่างๆ มากมาย อันเนื่องมาจากจำนวนผู้เรียนที่เพิ่มขึ้น ห้องเรียนมากขึ้น มีรายวิชาที่เป็นรายวิชาพื้นฐาน และรายวิชาใหม่ๆ เป็นสาระเพิ่มเติมที่มีความเข้มข้นอย่างหลากหลายให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความถนัด ความสนใจ ความต้องการ ซึ่งต้องจัดให้ผู้เรียนได้เรียนพร้อมกันหลายกลุ่ม หลายห้องเรียน เป็นผลให้การจัดตารางสอนมีความยุ่งยากยิ่งขึ้น ดังนั้นผู้รับผิดชอบในการจัดตารางสอนจึงต้องเป็นผู้มีความรู้ความสามารถมีเทคนิคและความ

ชำนาญเป็นพิเศษ อันเนื่องด้วยการจัดตารางสอนมีข้อจำกัดหลายประการ แต่การจัดตารางสอนด้วยมือโดยผู้ที่มีความชำนาญจะใช้เวลานานมาก ใช้จำนวนคนหลายคน และต้องตรวจสอบซ้ำๆ หลายครั้ง

3.1.2 ความสำคัญของปัญหาการจัดตารางสอน

การจัดตารางสอนเป็นการจัดสรรทรัพยากรภายใต้ข้อบังคับต่างๆ ของมหาวิทยาลัย ลงในช่วงเวลาที่มีอยู่ ภายใต้แนวทางที่น่าพอใจหรือใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการที่สุด โดยปกติ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดตารางสอนจะประกอบด้วย ข้อมูลของกลุ่มผู้เรียน อาจารย์ผู้สอน และห้องเรียน ในแต่ละสัปดาห์จะมีการกำหนดช่วงเวลาที่สามารถจัดตารางสอนไว้คงที่ค่าหนึ่ง และแนวทางสำคัญที่ใช้ในการจัดตารางสอนคือ ต้องไม่มีอาจารย์ผู้สอน กลุ่มผู้เรียน หรือห้องเรียนปรากฏอยู่ในตารางสอนมากเกินกว่า 1 ครั้งในช่วงเวลาเดียวกันดังตัวอย่างแสดงในภาพประกอบที่ 3.1 โดยก่อนที่จะสามารถแก้ไขปัญหาการจัดตารางสอนได้นั้น จะต้องรู้ขอบเขตของปัญหาอย่างชัดเจนและเนื่องจากระบบการจัดการเรียนการสอนของแต่ละสถาบันการศึกษาจะมีความแตกต่างกันออกไป จึงส่งผลให้มีการกำหนดขอบเขตที่ไม่เหมือนกัน ดังจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

การจัดตารางสอนนับเป็นปัญหาวิจัยที่สำคัญทั้งในด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและด้านการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นสถานศึกษาใดก็ต้องทำการจัดตารางสอนอยู่เป็นประจำทุกๆ ภาคการศึกษา หากสถานศึกษามีขนาดใหญ่ ปัญหาการจัดตารางสอนก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย ปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอนก็มีความแตกต่างกันออกไปตามแต่ละสถานศึกษา เช่น จำนวนอาจารย์ จำนวนนักศึกษา จำนวนวิชา จำนวนห้องเรียน เป็นต้น และยังคงคำนึงถึงข้อบังคับต่างๆ ของแต่ละสถานศึกษาด้วย เช่น ความจุของห้องเรียนแต่ละห้อง ประเภทห้องเรียน จำนวนคาบเรียนในแต่ละวัน เป็นต้น อีกทั้งปัจจัยและข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนในแต่ละภาคเรียนมักมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ดังนั้นการจัดตารางสอนให้เหมาะสมกับแต่ละสถานศึกษานั้นจึงไม่ใช่เรื่องง่ายและต้องใช้ระยะเวลา ซึ่งเมื่อจัดตารางสอนเสร็จแล้วอาจจะต้องจัดซ้ำอีกหากมีการปรับเปลี่ยนปัจจัยต่างๆ หรือข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง ทำให้ต้องอาศัยบุคลากรที่มีความเชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์อย่างมากจึงจะสามารถจัดตารางสอนได้รวดเร็วและเหมาะสมกับสถานศึกษานั้นๆ นอกจากปัจจัยข้างต้นแล้ว ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดตารางสอนที่จำเป็นจะต้องทราบอย่างชัดเจนนั้นก็คือขอบเขตของปัญหาในการจัดตารางสอน ซึ่งการกำหนดขอบเขตของปัญหาในการจัดตารางสอนของแต่ละสถานศึกษานั้นจะมีความแตกต่างกันออกไป อันเนื่องมาจากแต่ละสถานศึกษามีระบบการจัดการเรียนการสอนที่แตกต่างกัน

	คาบที่ 1	คาบที่ 2	คาบที่ 3	...	คาบที่ 12
วันจันทร์	อาจารย์ 1, กลุ่มนักศึกษา 1, ห้องเรียน 5				
วันอังคาร					
วันพุธ					
วันพฤหัสบดี					
วันศุกร์					
	คาบที่ 1	คาบที่ 2	คาบที่ 3	...	คาบที่ 12
วันจันทร์	อาจารย์ 1, กลุ่มนักศึกษา 1, ห้องเรียน 5				
วันอังคาร	อาจารย์ 2, กลุ่มนักศึกษา 2, ห้องเรียน 5				
วันพุธ					
วันพฤหัสบดี					
วันศุกร์					

ภาพประกอบ 3.1 ลักษณะการจัดตารางสอนอย่างง่าย

3.1.3 การกำหนดขอบเขตของปัญหาการจัดตารางสอน

สถานศึกษาแต่ละแห่งจะมีระบบการศึกษาที่แตกต่างกัน ทำให้โครงสร้างของตารางสอนแตกต่างกันไปด้วย การกำหนดขอบเขตของปัญหาการจัดตารางจึงมีความแตกต่างกันไปตามระบบการจัดการเรียนการสอนของสถาบันการศึกษาแต่ละแห่ง เช่น การกำหนดจำนวนวันจำนวนของช่วงเวลาต่อวันที่ใช้จัดตารางสอน นอกจากนี้ทรัพยากรและข้อมูลที่ใช้จัดตารางสอนในแต่ละภาคเรียนก็ยังมีเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เช่น จำนวนข้อมูลของกลุ่มผู้เรียน อาจารย์ผู้สอน ห้องเรียน รายวิชาที่มีการลงทะเบียน เป็นต้น จึงทำให้การกำหนดขอบเขตของปัญหามีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงพบว่างานวิจัยต่างๆ มีการกำหนดขอบเขตของปัญหาในลักษณะแตกต่างกันออกไป กล่าวคืออาจจะแตกต่างกันตามประเภทของสถานศึกษาคือ มหาวิทยาลัยและโรงเรียนมัธยมศึกษา หรือประเภทของการกำหนดข้อบังคับที่ใช้ในการพิจารณา และนอกจากนี้ยังอาจพบการกำหนดโดยใช้ประเภทของการจัดตารางสอนในสถานศึกษา เช่น กำหนดเป็นตารางสอนที่กำหนดให้อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษาย้ายไปเรียนในห้องเรียนที่กำหนดสำหรับจัดการเรียนการสอนหรือเป็นการกำหนดให้กลุ่มนักศึกษานั่งเรียนในห้องเรียนเดิมห้องเรียนเดียวตลอดแต่ให้อาจารย์ผู้สอนเดินทางไปสอนตามแต่ละห้องเรียนเอง เป็นต้น อย่างไรก็ตามแม้ว่าจะมีการกำหนดขอบเขตของปัญหาที่แตกต่างกันไปในแต่ละประเภทของสถานศึกษา แต่เมื่อกำหนดขอบเขตเรียบร้อยแล้ว ก่อนที่จะดำเนินการจัดตารางสอนได้นั้นจะต้องมีการกำหนดข้อบังคับหรือเงื่อนไขที่ใช้สำหรับพิจารณาในการจัดตารางสอนเพื่อให้ได้ตารางสอนที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ซึ่งจะได้กล่าวในหัวข้อถัดไป

3.1.4 การกำหนดเงื่อนไขของปัญหาการจัดตารางสอน

การจัดตารางสอนเป็นปัญหาที่เกี่ยวข้องกับข้อบังคับหรือที่เรียกว่าเงื่อนไขเป็นจำนวนมาก เป็นสาเหตุทำให้การแก้ปัญหายุ่งยากมากขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปของปัญหาการจัดตารางสอน

นั้นมีเงื่อนไขที่ใช้ในการจัดตารางสอน 2 ประเภทคือ เงื่อนไขบังคับ (hard constrains) และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ (soft constrains) ดังนี้

เงื่อนไขบังคับเป็นเงื่อนไขพื้นฐานในการจัดตารางสอนกล่าวคือ ตารางสอนที่ถือว่าเป็นตารางสอนที่เป็นไปได้ (feasible timetable) จะต้องไม่ละเมิดเงื่อนไขบังคับ หากตารางสอนที่จัดออกมาแล้วเกิดการละเมิดเงื่อนไขบังคับจะถือว่าเป็นตารางสอนที่เป็นไปไม่ได้ (infeasible timetable) ซึ่งไม่สามารถนำไปใช้จัดตารางสอนได้ เงื่อนไขบังคับสำหรับงานวิจัยนี้คือ

1. ในวันและเวลาเดียวกันอาจารย์ผู้สอนหนึ่งคนสามารถสอนได้หนึ่งกลุ่มเท่านั้น
2. ในวันและเวลาเดียวกันนักศึกษาหนึ่งกลุ่มสามารถเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น
3. ในวันและเวลาเดียวกันสามารถกำหนดการเรียนการสอนให้กับห้องเรียน 1 ห้องเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น
4. กำหนดห้องเรียนให้เหมาะสมกับประเภทรายวิชา เช่น วิชาปฏิบัติจะต้องกำหนดให้กับห้องปฏิบัติการ
5. วิชาปฏิบัติกำหนดให้เรียน 3 คาบติดต่อกัน
6. ห้องเรียนมีขนาดเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน
7. พยายามจัดตารางสอนให้อยู่ในช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น. ก่อน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนโดยทั่วไปนั้นมีการกำหนดเงื่อนไขบังคับแตกต่างกันออกไปเพื่อให้เหมาะสมกับสถานศึกษา ซึ่งมีตัวอย่างของการกำหนดเงื่อนไขบังคับแสดงดังตารางที่ 3.1

เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์เป็นเงื่อนไขที่ไม่ส่งผลกระทบต่อตารางสอนที่เป็นไปได้แต่จะช่วยปรับปรุงความเหมาะสมของตารางสอนให้เป็นไปตามความต้องการมากยิ่งขึ้น โดยเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์เป็นเงื่อนไขที่ช่วยเพิ่มความสมบูรณ์ให้กับการจัดตารางสอน ซึ่งปกติแล้วจะเป็นไปไม่ได้ที่ตารางสอนที่ได้ออกมาจะเป็นไปตามเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ทุกข้อ แต่ถึงแม้ว่าตารางสอนที่ได้จะไม่ผ่านเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ทุกเงื่อนไขก็สามารถนำตารางสอนที่ได้ไปใช้ได้ เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้คือ

1. คาบที่ 2 ของรายวิชาเดียวกันไม่ควรจัดให้อยู่ในวันเดียวกันโดยเว้นคาบว่าง
2. ควรจัดการสอนรายวิชาประจำภาควิชาให้กับห้องเรียนให้อยู่ในภาควิชาานั้นก่อน
3. ในแต่ละวันเมื่อนักศึกษาที่มีคาบเรียนแล้วไม่ควรมีคาบว่างเกิน 2 คาบ เพื่อเรียนในคาบถัดไป
4. ในแต่ละวันควรมีการเว้นคาบว่างในเวลา 12.00-12.50 น. เพื่อให้ให้นักศึกษาพักรับประทานกลางวัน
5. ในแต่ละวันอาจารย์ไม่ควรสอนวิชาบรรยายติดกันเกิน 4 คาบ
6. ในแต่ละวันนักศึกษาไม่ควรเรียนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ
7. กำหนดให้รายวิชาของคณะใดก็จัดให้เรียนในห้องเรียนของคณะนั้น
8. การเรียนข้ามคณะในแต่ละคาบเรียน ควรมีการเดินทางข้ามไปเรียนระหว่างคณะน้อยที่สุด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนโดยทั่วไปนั้นมีการกำหนดเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์แตกต่างกันออกไปเพื่อให้มีความเหมาะสมกับสถานศึกษา ซึ่งมีตัวอย่างของการกำหนดเงื่อนไขบังคับแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับสำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอน

	Alvarez-Valdes et al. (2002)	Boland et al. (2008)	Burke et al. (2007)	Burke & Petrovic (2002)	Aldeira & Agostinho (1997)	Daskalaki et al. (2004)	Erben & Keppler (1996)	Gyori et al. (2001)	Head & Shaban (2007)	Pongcharoen et al. (2008)	Socha et al. (2003)	Wang (2003)
- ในช่วงเวลาเดียวกันอาจารย์ต้องมีสอนเพียง 1 วิชา	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓
- ในช่วงเวลาเดียวกันกลุ่มผู้เรียนต้องถูกจัดให้เรียนเพียง 1 วิชา		✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
- ในช่วงเวลาเดียวกันห้องเรียนต้องถูกจัดการเรียนเพียง 1 กลุ่มผู้เรียน			✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓	✓
- วิชาที่กำหนดให้จัดการเรียนมากกว่า 2 ครั้งในหนึ่งสัปดาห์ ต้องไม่ถูกจัดไว้ในวันเดียวกัน	✓											
- หลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่สถานศึกษาห้ามจัดตารางสอน	✓											
- ห้ามจัดตารางลงในช่วงเวลาที่ยังว่างหรือติดภารกิจอื่น		✓					✓	✓				
- จำนวนกลุ่มผู้เรียนที่จัดแต่ละรายวิชา ต้องไม่เกินจำนวนห้องเรียนที่สามารถใช้จัดสำหรับการสอนในรายวิชานั้นๆ									✓			
- จำนวนกลุ่มผู้เรียนที่จัดแต่ละรายวิชา ต้องไม่เกินจำนวนผู้สอนที่สามารถสอนรายวิชานั้นๆ									✓			
- ต้องจัดตารางลงในประเภทห้องเรียนตามที่กำหนด	✓		✓				✓					
- ขนาดของห้องเรียนต้องเพียงพอกับกลุ่มผู้เรียน			✓	✓			✓				✓	
- วิชาที่ติดต่อกัน 2 ชั่วโมงจะต้องเริ่มต้นหมายเลขคาบเรียนเป็นเลขคี่									✓			

ที่มา: Wang (2003) [17]

จากตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขบังคับและเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนที่ได้ศึกษามานั้น จะเห็นได้ว่าแต่ละงานวิจัยมีการกำหนดเงื่อนไขที่ต่างกันอย่างออกไป ขึ้นอยู่กับลักษณะการจัดตารางสอนของแต่ละสถานศึกษาที่แต่ละงานวิจัยนำมาใช้เป็นกรณีศึกษาว่าควรเลือกใช้เงื่อนไขใดหรือสถานศึกษานั้นๆ เหมาะสมกับเงื่อนไขใด รวมไปถึงมีความเกี่ยวข้องกับข้อจำกัดของสถานศึกษาด้วย จากตารางที่ 3.1 จะเห็นได้ว่ามีเงื่อนไขบังคับที่หลายงานวิจัยใช้เหมือนกันคือ ในช่วงเวลาเดียวกันอาจารย์ต้องมีสอนเพียง 1 วิชา ในช่วงเวลาเดียวกันกลุ่มผู้เรียนต้องถูกจัดให้เรียนเพียง 1 วิชา และในช่วงเวลาเดียวกันห้องเรียนต้องถูกจัดการเรียนเพียง 1 กลุ่มผู้เรียน

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างการกำหนดเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอน

	Alvarez-Valdes et al. (2002)	Boland et al. (2008)	Burke et al. (2007)	Burke & Petrovic (2002)	Caldeira & Agostinho Daskalaki et al. (2004)	Erben & Keppler (1995)	Gyori et al. (2001)	Socha et al. (2003)
- กลุ่มผู้เรียนและอาจารย์ไม่ชอบตารางที่มีช่วงเวลาว่างระหว่าง 2 วิชาที่จัดตารางไว้ในวันเดียวกัน	✓			✓	✓	✓		✓
- ผู้เรียนและอาจารย์จะชอบตารางที่กำหนดให้มีเวลาว่างตลอดวัน					✓			
- วิชาที่กำหนดให้จัดการเรียนมากกว่าสองครั้งในหนึ่งสัปดาห์ไม่ควรถูกจัดให้อยู่ช่วงเวลาต่อเนื่องกันหรือไม่ควรถูกจัดไว้ในวันเดียวกัน		✓						
- กลุ่มผู้เรียนควรมีการย้ายห้องเรียนน้อยที่สุด	✓				✓			
- จำนวนชั่วโมงที่จัดตารางในแต่ละวันสำหรับอาจารย์หรือกลุ่มผู้เรียนไม่ควรเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้				✓				✓
- อาจารย์ผู้สอนอาจจะกำหนดความต้องการไม่ให้จัดตารางสอนในบางช่วงเวลา	✓						✓	

ที่มา: Burke et al. (2007) [18]

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นได้ว่ามีเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่หลายงานวิจัยใช้เหมือนกันคือ กลุ่มผู้เรียนและอาจารย์ไม่ชอบตารางที่มีช่วงเวลาว่างระหว่าง 2 วิชาที่จัดตารางไว้ในวันเดียวกัน ที่เป็นเช่นนี้เพราะเงื่อนไขทั้ง 4 เงื่อนไขที่หลายงานวิจัยเลือกใช้เพราะทั้ง 4 เงื่อนไขมีความสำคัญกับการจัดตารางสอนขั้นพื้นฐานโดยทั่วไป และการจัดตารางสอนในเกือบทุกสถานศึกษาเลือกใช้เงื่อนไขดังกล่าวเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการจัดตารางสอนนั่นเอง

3.1.5 วิธีการที่นำมาใช้แก้ปัญหาการจัดตารางสอน

ปัญหาการจัดตารางสอนเป็นปัญหาที่พบในทุกสถานศึกษาและทุกๆ ภาคการศึกษา ซึ่งแนวทางการแก้ไขปัญหของแต่ละสถานศึกษานั้นมีความแตกต่างกันไปตามขนาดของสถานศึกษา จำนวนห้องเรียนของสถานศึกษา จำนวนรายวิชาที่เปิดสอน จำนวนอาจารย์ผู้สอนและจำนวนนักศึกษา หากจำนวนห้องเรียนน้อย จำนวนรายวิชา อาจารย์ผู้สอนและนักศึกษามีจำนวนมากก็จะทำให้ปัญหาในการจัดตารางสอนเพิ่มมากขึ้น การดำเนินการจัดตารางสอนด้วยมือโดยใช้บุคลากรเป็นผู้จัดตารางสอนจึงเกิดความยุ่งยาก จึงควรนำวิธีการต่างๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหาในการจัดตารางสอน โดยหากเป็นสถาบันเล็กๆ ที่มีจำนวนข้อมูลไม่มาก อาจนำ Microsoft excel เข้ามาช่วยในการจัดตารางสอน หากจำนวนข้อมูลมีมากขึ้นอาจนำวิธีการทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญห แต่หากเป็นสถานศึกษาใหญ่ๆ ก็จะทำอัลกอริทึมเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหการจัดตารางสอน ดังเช่นมหาวิทยาลัยครุศรีศึกษาสำหรับงานวิจัยนี้นั้นก็คือมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยที่ขนาดใหญ่ มีลักษณะการจัดตารางสอนที่แตกต่างจากมหาวิทยาลัยอื่นๆ จึงได้นำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหการจัดตารางสอนนี้ โดยรายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

3.2 การหาจุดเหมาะสมที่สุด (optimization)

การหาค่าความเหมาะสมเป็นการหาค่าตอบหรือแนวทางการแก้ปัญหาของระบบที่เราสนใจ เพื่อให้ได้ค่าความเหมาะสมที่สุดที่ต้องการ ซึ่งจะช่วยในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยได้มีการนำทฤษฎีและเทคนิคการหาค่าความเหมาะสมต่างๆ เข้ามาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งมีผู้นำไปใช้ในสาขาวิชาต่างๆ อย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็นด้านวิศวกรรมศาสตร์ ด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านอุตสาหกรรม โดยในงานด้านวิศวกรรมนั้นการหาค่าความเหมาะสมที่สุดมีเป้าหมายเพื่อให้ได้ผลตอบแทนมากที่สุด ในขณะที่ต้องลดผลกระทบจากปัญหาต่างๆ ให้น้อยที่สุด ทำให้งานด้านวิศวกรรมส่วนใหญ่จึงเป็นการหาค่าความเหมาะสมกับปัญหานั้นๆ ซึ่งการหาจุดที่เหมาะสมที่สุดแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ การหาจุดที่สูงที่สุด (global maximum) และการหาจุดที่ต่ำที่สุด (global minimum) ของฟังก์ชัน ฟังก์ชันที่ต้องการหาจุดที่สูงที่สุดหรือจุดที่ต่ำที่สุดนั้นอาจจะมีหลายจุดที่เป็นลักษณะคล้ายกับจุดที่สูงที่สุด (local maximum) หรือจุดที่คล้ายกับจุดที่ต่ำที่สุด (local minimum) เรียกว่า multi-model functions ในการแยกจุดที่เป็นจุดที่เหมาะสมที่สุดจริงๆ ออกจากจุดที่เหมาะสมที่สุดบริเวณแคบ (local optimum) นั้นเป็นปัญหาที่ยากมาก การทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนั้นคำตอบที่ได้จากการหาค่าตอบในหนึ่งรุ่น (generation) จะผ่านการแปลงเพื่อที่จะนำไปสู่การค้นหาค่าตอบที่ดีขึ้นในรุ่นถัดไป การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับคำตอบหรือสมาชิกของประชากรภายในประชากร (population) หนึ่งนั้นจะเป็นไปเพื่อการสำรวจพื้นที่ในการ

ค้นหา (search space) และมีการถ่ายทอดคุณลักษณะที่ดีของคำตอบที่ค้นพบในรุ่นปัจจุบันไปยังรุ่นถัดไป สมาชิกของประชากรที่มีคุณลักษณะที่ดีจะมีอยู่หลายคำตอบซึ่งจะนำไปสู่คำตอบที่มีค่าเหมาะสมที่สุด (optimum solution) นั่นคือสมาชิกของประชากรที่มีลักษณะดีที่สุด [19]

วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมีความแตกต่างจากเทคนิคการหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุดแบบอื่นๆ คือ วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจะทำการค้นหาคำตอบในพื้นที่การค้นหาของตัวแปรตัดสินใจสำหรับปัญหาของค่าที่เหมาะสมที่สุด (optimization problem) โดยที่ตัวแปรตัดสินใจจะถูกเข้ารหัสเป็นสายรหัส โดยจะทำการหาคำตอบจากหลายๆ จุดพื้นที่ที่เป็นไปได้ในการหาคำตอบ ทำให้โอกาสการค้นหาคำตอบที่เป็นค่าเหมาะสมที่สุดเฉพาะลดน้อยลง วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจะใช้ข้อมูลที่เป็นผลที่เกิดจากค่าจุดประสงค์ในการกำหนดทิศทางในการหาคำตอบในพื้นที่การค้นหา จะเห็นได้ว่าในขณะที่เทคนิคอื่นจะใช้ข้อมูลที่ได้มาจากอนุพันธ์ของฟังก์ชันจุดประสงค์ในการกำหนดทิศทางในการหาคำตอบ แต่วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจะใช้กฎการส่งผ่านเชิงความน่าจะเป็นในกระบวนการหาคำตอบ ซึ่งการแก้ปัญหาในการออกแบบเชิงวิศวกรรมหรือในด้านอื่นๆ โดยใช้วิธีการหาค่าความเหมาะสมที่สุด มักเป็นการหาค่าจุดต่ำสุดหรือจุดสูงสุดของค่าฟังก์ชันวัตถุประสงค์ โดยมีเงื่อนไขบังคับที่เกิดมาจากข้อกำหนดต่างๆ ของการออกแบบซึ่งเรียกว่าการหาค่าความเหมาะสมแบบมีเงื่อนไขบังคับและเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ (constrain optimization) โดยระดับความยากในการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับขนาดของปัญหาและลักษณะของฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (objective function) จากการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่แท้จริงที่ผ่านมาพบว่ามีลักษณะสำคัญ 5 ประการที่ทำให้กระบวนการค้นหาคำตอบมีความซับซ้อนคือ

1. มีพื้นที่คำตอบที่เป็นไปได้หลายแห่งที่อาจทำให้กระบวนการค้นหาคำตอบลู่ออก
 2. ในแต่ละพื้นที่ของคำตอบที่สำคัญเหล่านั้น อาจประกอบด้วยค่าเหมาะสมเฉพาะที่จำนวนมาก ซึ่งอาจอยู่ใกล้หรืออยู่ห่างจากค่าเหมาะสมที่แท้จริงที่ระยะต่างๆ กัน
 3. พื้นผิวของสมการวัตถุประสงค์ซึ่งประกอบด้วยค่าพารามิเตอร์หลายตัว อาจจะไม่เรียบและไม่ต่อเนื่อง ทำให้อนุพันธ์ของสมการไม่ต่อเนื่องและไม่สามารถทำนายทิศทางได้
 4. ค่าพารามิเตอร์มีระดับความอ่อนไหวหลายระดับและส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์ต่อกันในลักษณะไม่เป็นเส้นตรง
 5. พื้นผิวที่ใกล้กับค่าเหมาะสมที่แท้จริง มักจะมีลักษณะ Non convex
- การคำนวณค่าความเหมาะสมโครโมโซมทุกตัวจะต้องมีค่าซึ่งบ่งบอกถึงความเหมาะสมที่จะพิจารณาว่าสมควรนำไปสืบสายพันธุ์ต่อหรือไม่ ดังนั้นเมื่อแทนค่ายีนไปในสมการเป้าหมาย โครโมโซมแต่ละตัวจะแสดงถึงผลลัพธ์ที่ได้ (fitness value) ทั้งนี้อาจเป็นเพียงค่าที่เป็นไปได้แต่อาจไม่ใช่คำตอบที่ดีที่สุดก็ได้ จากนั้นขั้นตอนต่อไปจะเป็นขั้นตอนตามกระบวนการของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมซึ่งเลียนแบบการคัดเลือกทางธรรมชาติเพื่อหาค่าที่ดีที่สุด

3.3 ปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence: AI)

ปัญญาประดิษฐ์เป็นศาสตร์แขนงหนึ่งทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีพื้นฐานมาจากวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ชีววิทยา จิตวิทยา ภาษาศาสตร์ คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์เป้าหมาย

เป็นการพัฒนาระบบคอมพิวเตอร์ทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ โดยให้มีพฤติกรรมเลียนแบบมนุษย์ รวมทั้งเลียนแบบความเป็นอัจฉริยะของมนุษย์นั้นคือ ระบบต่างๆ จะต้องมีความสามารถในการเข้าใจภาษาของมนุษย์ ซึ่งการทำงานต้องใช้การประสานงานระหว่างส่วนต่างๆ ใช้อุปกรณ์ที่สามารถรับทราบและตอบสนองด้วยพฤติกรรม การเลียนแบบความเชี่ยวชาญและการตัดสินใจของมนุษย์หรือเรียกว่าระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งระบบดังกล่าวต้องแสดงความสามารถทางตรรกะ การใช้เหตุผล สัญชาตญาณ และใช้หลักการสมเหตุสมผล (common sense) ที่มีคุณภาพในระดับเดียวกันกับมนุษย์ด้วย [20]

ความเป็นมาของปัญญาประดิษฐ์นั้นมีการเริ่มศึกษาในปี ค.ศ.1950 โดยอาจารย์จากประเทศอเมริกาและอังกฤษ โดยนิยามของปัญญาประดิษฐ์ได้ถูกกำหนดขึ้นในปี ค.ศ. 1956 โดย John Mc Carthy ต่อมาได้มีการศึกษาและพัฒนางานด้านปัญญาประดิษฐ์และได้มีการตั้งเกณฑ์ทดสอบเพื่อที่จะระบุว่าเครื่องจักรกลหรือระบบคอมพิวเตอร์สามารถคิดได้เหมือนมนุษย์ออกมาโดย Alan Turing นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษ ปัจจุบันระบบปัญญาประดิษฐ์ยังไม่สามารถสร้างคำตอบที่แปลกใหม่หรือคำตอบที่มาจากความคิดค้นขึ้นมาใหม่ของระบบเองได้ ทำได้เพียงการลอกเลียนความสามารถของมนุษย์เท่านั้น [21]

3.4 วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม (genetic algorithms: GA)

วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมถูกคิดค้นโดย John Holland ในปี 1975 เป็นวิธีการแก้ปัญหาหนึ่งที่ใช้ในการค้นหาคำตอบเพื่อให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุด โดยได้พัฒนาและจำลองวิธีการมาจากกระบวนการทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตจากทฤษฎีวิวัฒนาการทางธรรมชาติในการให้กำเนิดประชากรรุ่นใหม่อาศัยพื้นฐานการวิวัฒนาการทางพันธุกรรมในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังรุ่นลูกหลาน โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีของ Charles Darwin หรือแนวคิดในการอยู่รอดของผู้ที่แข็งแรงที่สุด (survival of the fittest) ซึ่งจะกล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

3.4.1 วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

ในปัจจุบันการหาคำตอบของปัญหาบางประเภท เช่น ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและปัญหาในการคำนวณต้นทุนต่ำสุดสามารถหาคำตอบได้หลายวิธี ซึ่งวิธีการที่ง่ายที่สุดในการหาคำตอบคือวิธีการทางฮิวริสติกส์ โดยในปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์ได้นำความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีหรือกฎเกณฑ์ทางธรรมชาติมาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา โดยมีเป้าหมายหลักในการใช้ประโยชน์จากความคงทนต่อความไม่เที่ยงตรงแม่นยำ ความแน่นอนหรือความคลุมเครือของปัญหา หลักการเหล่านี้สามารถพบได้จากวิธีการต่างๆ เช่น ระบบโครงข่ายประสาทเทียม (neural network) [22] ฟัชซีลอจิก (fuzzy logic) [23] และวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

ปัญหาที่พบส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่ไม่เที่ยงตรงและมีความคลุมเครือซึ่งถ้าหากต้องการคำตอบที่เที่ยงตรงและมีความแน่นอนสูงมากก็ย่อมมีค่าใช้จ่ายที่สูงมากตามไปด้วย ดังนั้นวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาที่คลุมเครือโดยที่ได้คำตอบที่ใกล้เคียงสามารถยอมรับได้ ใช้เวลาในการหาคำตอบไม่มากนัก รวมทั้งมีค่าใช้จ่ายพอประมาณย่อมดีกว่าวิธีที่ได้ความเที่ยงตรงสูงแต่มีค่าใช้จ่ายที่สูง วิธีการหาคำตอบที่คืออย่างหนึ่งได้แก่ วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมซึ่งวิธีการนี้อาศัยทฤษฎีในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ทางพันธุกรรมไปยังลูกหลานซึ่งสามารถนำมาใช้พัฒนาในการหาคำตอบที่ต้องการได้ การแก้ปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ด้วยเจ

เนติกอัลกอริทึมนี้ พารามิเตอร์ต่างๆ จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของสตริง (string) หรือโครโมโซมประกอบด้วยสายรหัส (character) แต่ละตำแหน่งของโครโมโซมจะเก็บค่าของบิตที่แสดงโครงสร้างของแต่ละโครโมโซมซึ่งให้คำตอบของปัญหาแตกต่างกัน

กลไกการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมีพื้นฐานอยู่บนการอุปมาอุปไมยของวิวัฒนาการทางชีววิทยา ซึ่งความเหมาะสมในการกำหนดความสามารถที่จะอยู่รอดและการขยายเผ่าพันธุ์ครั้งใหม่นั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละบุคคล โดยวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเป็นขั้นตอนวิธีหนึ่งที่ตั้งอยู่ในกลุ่มของขั้นตอนวิธีการคำนวณเชิงวิวัฒนาการมีเป้าหมายคือ

1. เพื่อสรุปความสำคัญและอธิบายถึงกระบวนการปรับตัวของระบบทางธรรมชาติ

2. เพื่อออกแบบและสร้างโปรแกรมที่มีการรักษาหลักสำคัญทางธรรมชาติไว้

วิธีการหาคำตอบเพื่อให้สามารถค้นหาและแก้ปัญหาให้ได้จุดที่เหมาะสมที่สุดสำหรับหลักการค้นหาของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนั้นคือสิ่งมีชีวิตทั้งหมดจะมีทั้งลักษณะที่ดีและไม่ดี ในการกำหนดว่าสิ่งมีชีวิตใดมีลักษณะที่ดีหรือไม่ดีนั้นจะถูกกำหนดจากทฤษฎีความเหมาะสม ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะที่ดีนั้นจะได้รับการสนับสนุนให้มีการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตใหม่ที่ดีขึ้น ส่วนสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะไม่ดีจะไม่ถูกสนับสนุนหรือไม่นำมาพิจารณา ดังนั้นในหลักการการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจึงถูกนำเสนอข้อมูลในรูปแบบโครโมโซมของปัญหาคำตอบที่สามารถเป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหาจะถูกนำมาแปลงเป็นโครโมโซม เพื่อนำโครโมโซมไปใช้ในกระบวนการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้ฟังก์ชันความเหมาะสม (fitness function) เพื่อกำหนดค่าให้กับแต่ละโครโมโซม และโครโมโซมเหล่านั้นจะถูกนำมาพิจารณาว่าโครโมโซมใดควรนำมาสืบสายพันธุ์ต่อไปหรือโครโมโซมใดไม่ควรนำมาสืบสายพันธุ์ จากการหาคำตอบโดยใช้โครโมโซมในแต่ละรุ่นจะมีการสุ่มคำตอบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของปัญหา จึงทำให้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมสามารถหาคำตอบที่มีค่าสูงสุดหรือต่ำสุดได้อย่างเหมาะสมที่สุด

ในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมไปยังรุ่นลูกหลานจะอาศัยโครโมโซมเป็นตัวแทนในการถ่ายทอด ซึ่งแต่ละโครโมโซมจะประกอบด้วยกลุ่มของรหัสที่เรียกว่ายีน (genes) โดยยีนหนึ่งๆ จะมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซมที่แน่นอน ตำแหน่งของแต่ละยีนเรียกว่า โลคัส (locus) โดยทั่วไปแล้วยีนแต่ละยีนจะมีลักษณะหรือสถานะที่เป็นไปได้หลายค่า แต่ละค่าที่เป็นไปได้เรียกว่า แอลลีล (allele) และลักษณะของยีนที่ปรากฏอยู่ในแต่ละโครโมโซมเรียกว่า จีโนไทป์ (genotype) ส่วนลักษณะภายนอกที่ปรากฏให้เห็นเรียกว่า ฟิโนไทป์ (phenotype) [24]

3.4.2 วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมสำหรับการจัดตารางการทำงาน

วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนี้มีประโยชน์ในการจัดตารางการทำงานโดยใช้ลำดับขั้นตอนดังนี้

- 1) blind symbolic operator เป็นการจัดตารางการทำงานโดยใช้การครอสโอเวอร์ ซึ่งมีทั้งแบบการครอสโอเวอร์บางส่วน การครอสโอเวอร์เป็นลำดับและได้มีการเพิ่มโอเปอเรเตอร์ขึ้นเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีขึ้น

2) binary encodings เป็นการเข้ารหัสแบบไบนารีมีประโยชน์ที่ใช้สำหรับแสดงลำดับและปัญหาของการจัดตารางโดยที่สามารถแทนในรูปของไบนารีได้

3) knowledge-based and heuristic operator เป็นฐานความรู้และการครอสโอเวอร์ โดยในการค้นหาคำตอบที่ผ่านมามีนำมาใช้ในการจัดตารางการทำงานที่ใช้ในการหาคำตอบนั้นจะแทนอยู่ในรูปของเจเนติกอัลกอริทึมและมีการกำหนดขอบเขตของความรู้โดย

ก. การแทนค่าของปัญหาโดยตรง

ข. การค้นหาภายในขอบเขต

ค. ใช้ประโยชน์จากวิธีการฮิวริสติกส์เพื่อค้นหาประชากรรุ่นแรกของการจัดตารางเวลา

ง. กำหนดกลุ่มประชากรที่ดี

4) messy genetic algorithms (mGA) โดย mGA นั้นจะมีความแตกต่างกับ genetic algorithm โดย Goldberg และคณะ ได้เสนอแนวคิดสำหรับปัญหาในการจัดตารางการทำงานของ mGA โดยนำไปประยุกต์ใช้แล้วประสบความสำเร็จในการแก้ปัญหาที่ยากสำหรับเจเนติกอัลกอริทึมอย่างง่าย นอกจากนี้มีการนำไปใช้ในการจัดตารางการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ว่ากระบวนการในการหาค่าอัตราการรวมกันที่สูง และใช้โพลีโนเมียลในคำนวณหาค่าของปัญหายังคงใช้ขั้นตอนในการทำงานเป็นลำดับเหมือนกับวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมและการค้นหาตารางเวลา [21]

3.4.3 การทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

การคำนวณเชิงวิวัฒนาการมีวิธีการหลากหลายแบบที่ใช้กันแพร่หลาย หนึ่งในนั้นก็คือ วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม โดยการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมใช้การจำลองปัญหาให้อยู่ในรูปแบบเสมือนสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยโครโมโซมและยีน การค้นหาผลลัพธ์ของปัญหาใช้กระบวนการทางพันธุศาสตร์ ประกอบด้วย การสืบพันธุ์ การกลายพันธุ์ การแลกเปลี่ยนยีน และการคัดเลือกประชากร วิธีการทางพันธุศาสตร์เหล่านี้ทำหน้าที่ปรับปรุงประชากรจากรุ่นหนึ่งสู่อีกรุ่นหนึ่งเพื่อให้อยู่รอดต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป ดังเช่นการวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในอดีตมาจนถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทั้งภายในและภายนอกให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม

ก่อนที่จะรู้จักกระบวนการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจำเป็นต้องรู้จักพารามิเตอร์และตัวแปรต่างๆ ภายในเจเนติกอัลกอริทึมโดยแบ่งประชากรเป็นสองชนิดคือ ประชากรเก่าและประชากรใหม่ เปรียบเสมือนกลุ่มของพ่อแม่กับกลุ่มลูก ประชากรทั้งหมดมีโครงสร้างเหมือนกันประกอบด้วยโครโมโซมและยีนเป็นส่วนประกอบภายในหรือลักษณะภายใน ส่วนประกอบอีกส่วนคือ ลักษณะภายนอกซึ่งเรียกว่าค่าความเหมาะสมของประชากร เปรียบได้กับความสูงหรือน้ำหนักของประชากร ดังนั้นเมื่อนำเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาก็จะทำให้ประชากรหนึ่งตัวประกอบพารามิเตอร์ $P_x = \{\text{chromosome, fitness value}\}$ มีความหมายดังนี้

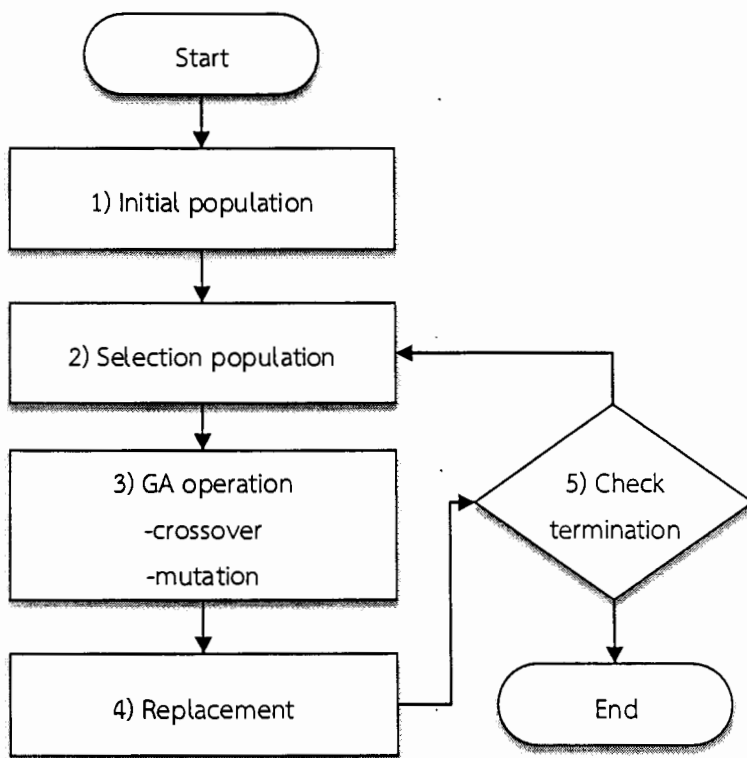
1) chromosome คือ กลุ่มพารามิเตอร์ที่เป็นส่วนประกอบสำหรับใช้ค้นหาหรือคำนวณ เพื่อค้นหาผลลัพธ์ พารามิเตอร์สามารถสร้างได้สองแบบคือ สร้างจากเลขไบนารี ซึ่งเป็นการ

สร้างจากเลขฐานสอง และแบบสร้างจากเลขจำนวนจริง ตัวอย่างเช่น พารามิเตอร์ x เป็นเลขจำนวนจริงในช่วง -5 ถึง 5 ระยะห่างระหว่างเลขอยู่ในช่วง 0.01 (ดังนั้นจาก -5 ถึง 5 แบ่งเป็น 1000 ชั้น) หากแทนให้อยู่ในรูปไบนารีจะต้องออกแบบให้มีขนาด 10 บิต หากแทนด้วยเลขจำนวนจริงสามารถใช้พารามิเตอร์หนึ่งตัว การเลือกใช้การเข้ารหัสขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาที่แก้ไข อย่างไรก็ตามลักษณะของเลขไบนารีอาจจะมีการคำนวณมากกว่าเพราะใช้กระบวนการแปลงเลข โครโมโซมที่มีพารามิเตอร์หลายตัวหรือยีนหลายตัวเขียนได้เป็น $\text{chromosome}_D = \{Ch_1, Ch_2, \dots, Ch_d\}$

2) D คือ จำนวนมิติของปัญหาหรือจำนวนพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณเพื่อค้นหาผลลัพธ์

3) Fitness value คือ ค่าความเหมาะสมของประชากรคำนวณได้จาก $\text{fitness value} = \text{objective (Chromosome)}$

4) N คือจำนวนประชากร



ภาพประกอบ 3.2 แผนผังการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึม

ที่มา: ปรับจาก P. Pongcharoen., W. Promtet., P. Yenradee. and C. Hicks. [25]

กระบวนการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมแสดงดังภาพประกอบที่ 2.2 ประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. Initial population เป็นการสร้างประชากรเริ่มต้นโดยการใช้การสุ่มค่าให้ยีนค่าของยีนต้องสังเกตว่ามีค่าไม่เกินขอบเขตของปัญหา การสุ่มที่ดีค่าที่ได้ต้องกระจายและไม่มีรูปแบบเลขซ้ำกันดังสมการที่ 2.1 ฟังก์ชันสุ่มส่งค่าโครโมโซมของประชากรที่ได้สุ่มค่าแล้วให้แก่ประชากรเก่า

$$\text{Pold}_i = \text{random generator} ()$$

2.1

2. selection population เป็นการคัดเลือกประชากรเพื่อนำไปสู่กระบวนการทางพันธุกรรม (genetic operation) โดยวิธีการคัดเลือกประชากรทำได้หลายวิธี เช่น การคัดเลือกโดยการหมุนวงล้อ การคัดเลือกโดยการสุ่ม และการคัดเลือกโดยการแข่งขัน แต่ละวิธีการให้น้ำหนักการเลือกประชากรแตกต่างกัน วิธีการสุ่มเป็นวิธีการกระจายโอกาสให้แก่ประชากรมากที่สุด ส่วนวิธีการแข่งขันประชากรในกลุ่มที่มีความเหมาะสมสูงมีโอกาสได้คัดเลือกมากที่สุดดังสมการที่ 2.2 กลุ่มประชากรเก่าส่งให้ฟังก์ชันคัดเลือกประชากรซึ่งจะเลือกประชากรเก่าจำนวนสองตัว คัดลอกเป็นประชากรใหม่คือ P_{new_i} และ P_{new_j}

$$[P_{new_i}, P_{new_j}] = \text{function selection (pold)} \quad 2.2$$

3. genetic operation เป็นกระบวนการทางพันธุกรรมซึ่งจะประกอบด้วย การครอสโอเวอร์ คือการสลับค่าของโครโมโซมระหว่างประชากรที่ได้รับการคัดเลือก วิธีการสลับค่ามีหลายแบบ เช่น การสุ่มตำแหน่งยีนที่ต้องการสลับค่าและการสลับค่าแบบระบุตำแหน่งยีน จำนวนของการสลับค่าของยีนขึ้นอยู่กับค่าความน่าจะเป็นในการแลกเปลี่ยนยีน (crossover probability) เรียกว่า P_c เมื่อทำการครอสโอเวอร์เสร็จแล้วจึงเข้าสู่กระบวนการมิวเตชันเป็นกระบวนการสุ่มค่าพารามิเตอร์ใหม่ให้ยีนโดยยีนในตำแหน่งใดที่จะถูกกำหนดค่าให้กำหนดจากโอกาสจากค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเรียกว่า P_m ดังสมการที่ 2.3 ประชากร P_{new_i} และ P_{new_j} ส่งค่าให้ฟังก์ชันเพื่อแลกเปลี่ยนโครโมโซมระหว่างกันโดยโอกาสในการสลับกำหนดจาก P_c ผลลัพธ์ที่ได้ส่งกลับแทนให้แก่ประชากรใหม่ซึ่งโครโมโซมของประชากรทั้งสองมีลักษณะแตกต่างไปจากเดิม เพราะมีบางส่วนที่ได้รับค่าจากประชากรอีกตัวมาผสมอยู่ดังสมการที่ 2.4 ทั้งประชากร P_{new_i} หรือ P_{new_j} ส่งค่าให้ฟังก์ชันมิวเตชันฟังก์ชันทำหน้าที่เปลี่ยนค่ายีนใหม่ด้วยการสุ่ม โอกาสที่จะได้ค่ายีนใหม่ขึ้นอยู่กับ P_m ผลลัพธ์ที่ได้ส่งกลับให้ประชากรใหม่ตัวเดิม

$$[P_{new_i}, P_{new_j}] = \text{function crossover (Pnew}_i, P_{new_j}, p_c) \quad 2.3$$

$$P_{new} = \text{function mutation (Pnew, p}_m) \quad 2.4$$

4. replacement เป็นการแทนค่าประชากรที่มีค่าเหมาะสมเป็นประชากรในรุ่นต่อไปดังสมการที่ 2.5 ประชากรทั้งหมดใน P_{old} และ P_{new} จะนำมาพิจารณาเลือกเฉพาะที่มีค่าความเหมาะสมสูงเพื่อส่งให้แก่ P_{old} ใช้เป็นประชากรรุ่นต่อไป

$$P_{old} = \text{function replacement (Pold, Pnew)} \quad 2.5$$

5. check termination เป็นการตรวจสอบการสิ้นสุดการค้นหาผลลัพธ์ใช้ระยะเวลาหลายรุ่นประชากร ดังนั้นเงื่อนไขที่ตรวจสอบอาจกำหนดได้สองลักษณะคือ เมื่อผลลัพธ์ที่ได้มีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับผลลัพธ์ที่ต้องการจึงกำหนดให้หยุดการทำงาน หรือจำนวนรอบการค้นหาเท่ากับค่าการค้นหาที่กำหนดไว้จึงหยุดการทำงาน [25]

3.4.4 เจเนติกอัลกอริทึมแบบหลายวัตถุประสงค์

ในอดีตได้มีการคิดค้นวิธีการเพื่อใช้หาคำตอบของปัญหาการหาค่าที่ดีที่สุดทางวิศวกรรมเป็นจำนวนมากแต่ปัญหาที่ศึกษาส่วนใหญ่มักเป็นปัญหาในอุดมคติ วิธีการส่วนใหญ่ที่นำมาใช้นั้นมักพิจารณาวัตถุประสงค์ในการแก้ปัญหาเพียงอย่างเดียว แต่อย่างไรก็ตามในความเป็นจริงแล้วปัญหาที่พบส่วนใหญ่มักเป็นปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ ดังนั้นจึงต้องอาศัยประสบการณ์ของผู้ออกแบบเป็นหลักในการตัดสินใจเลือกคำตอบที่ดีที่สุด จะเห็นได้ว่าในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการคิดค้นพัฒนาเทคนิคทางคณิตศาสตร์ใหม่ขึ้นมาเพื่อใช้กับปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ ส่วนมากมักเป็นการหาคำตอบที่ดีที่สุดออกมาเพียงคำตอบเดียวมากกว่าการหาคำตอบที่เป็นไปได้หลายๆ คำตอบ แล้วจึงให้ผู้วิจัยตัดสินใจเลือกภายหลัง วิธีการหนึ่งที่ได้รับความสะดวกอย่างมากในการนำมาใช้กับปัญหาหลายวัตถุประสงค์คือ วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมซึ่งงานวิจัยหลายชิ้นได้เสนอแนวทางการพัฒนาวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมอย่างง่ายเพื่อให้สามารถนำไปใช้จัดการกับปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมสำหรับปัญหาแบบหลายวัตถุประสงค์ที่มีการพัฒนาขึ้นมานี้มีทั้งแบบที่ให้คำตอบที่ดีที่สุดค่าเดียวและแบบที่ให้หลายคำตอบที่เป็นไปได้ ทั้งนี้ขึ้นกับความเหมาะสมและความต้องการของผู้วิจัย แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการพัฒนาวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเพื่อจัดการกับปัญหาหลายวัตถุประสงค์มากมายหลายวิธี แต่วิธีการที่พัฒนาขึ้นมาไม่ได้ถูกกำหนดว่าวิธีใดเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากแต่ละวิธีการก็เหมาะสมสำหรับแต่ละปัญหาที่แตกต่างกัน [26]

วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเป็นวิธีการค้นหาคำตอบวิธีหนึ่ง ข้อดีของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเมื่อเปรียบเทียบกับการค้นหาแบบอื่นๆ คือมีความคงทนต่อความไม่เที่ยงตรงแม่นยำ และความไม่แน่นอนหรือคลุมเครือของปัญหาและสามารถควบคุมได้ โดยมีความน่าเชื่อถือและค่าใช้จ่ายต่ำ วิธีการค้นหาของเจเนติกอัลกอริทึมจะแตกต่างกับวิธีการค้นหาและการทำ optimization แบบอื่นๆ คือ

1. วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจะใช้งานโดยการเข้ารหัสสตริงเป็นชุดพารามิเตอร์
2. วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเป็นการค้นหาจากทั้งประชากรไม่เพียงตำแหน่งใดเพียงตำแหน่งเดียว
3. วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจะใช้ข้อมูลที่เป็นผลลัพธ์ (ฟังก์ชันเป้าหมาย) โดยไม่ใช่อนุพันธ์หรือความรู้อื่น ๆ
4. วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจะเป็นวิธี probabilistic ไม่ใช่ deterministic

นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเพื่อใช้กับปัญหาที่มีหลายวัตถุประสงค์ วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมสำหรับปัญหาหลายวัตถุประสงค์นี้จะแตกต่างกับวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมอย่างง่ายในขั้นตอนของการประเมินค่าความเหมาะสมและการคัดเลือกคำตอบต่างๆ วิธีการรวมฟังก์ชันโดยอาศัยการให้น้ำหนักกับวัตถุประสงค์ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่ไม่ยุ่งยากและง่ายต่อการนำไปใช้ วิธีนี้อาศัยการให้น้ำหนักแต่ละวัตถุประสงค์เป็นค่าสัมประสิทธิ์ น้ำหนักที่ให้อาจกำหนดเป็นค่าเฉพาะเพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดค่าเดียวหรืออาจกำหนดหลายค่าเพื่อหาพื้นที่ผิวของคำตอบที่ดีที่สุดแล้วค่อยให้ผู้ตัดสินใจเลือกอีกครั้ง วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมสามารถ

กับปัญหาและค้นหาผลลัพธ์ได้ดี แต่กระนั้นวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมยังขาดในด้านการแบ่งข้อมูลระหว่างประชากรจึงทำให้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมค้นหาผลลัพธ์ค่อนข้างช้า

3.4.5 กระบวนการของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม (GA operators)

วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมทำงานโดยใช้หลักของความน่าจะเป็น ดังนั้นกระบวนการคัดเลือกโดยหลักพันธุกรรมทุกขั้นตอนจะถูกควบคุมไว้ด้วยหลักความน่าจะเป็น โครโมโซมที่ดีที่สุดจะถูกเลือกให้คงอยู่ในรุ่นถัดไป โดยวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมประกอบไปด้วยตัวปฏิบัติการ 3 ส่วน ได้แก่ การรีโพรดักชัน การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) การรีโพรดักชัน คือกระบวนการที่สร้างแต่ละตัวเลียนแบบค่าฟังก์ชันเป้าหมาย $f(x)$ โดยที่ฟังก์ชันนี้อาจเป็นการวัดผลตอบแทนค่าอรรถประโยชน์ (utility function) หรือสิ่งที่ต้องการให้เป็นค่าสูงสุดหรือค่าความเหมาะสม สตรีงที่มีความเหมาะสมสูงกว่าก็จะมีแนวโน้มจะเป็นในการสนับสนุนลูกหลานรุ่นต่อไปสูงด้วย ตัวปฏิบัติการนี้เกิดขึ้นจากกระบวนการคัดเลือกตามธรรมชาติตามทฤษฎีการอยู่รอดที่มีความเหมาะสมของชาลส์ ดาร์วิน ประชากรที่มีความเหมาะสมในธรรมชาติจะมีความสามารถในการรอดพ้นจากผู้ล่า โรคภัยไข้เจ็บ อุปสรรคอื่นๆ ที่ต่อต้านการเจริญเติบโตเป็นผู้ใหญ่และสามารถสืบพันธุ์ต่อไปได้ ส่วนฟังก์ชันเป้าหมายจะเป็นสิ่งที่ใช้พิจารณาว่าสตรีงที่สร้างขึ้นจะมีชีวิตอยู่หรือตายจากไป

2) การครอสโอเวอร์ หลังจากประชากรทั้งหมดผ่านกระบวนการรีโพรดักชันแล้ว จะทำการจับคู่สมาชิกในกลุ่มประชากรทั้งหมดอย่างสุ่มและทำการไขว้สลับค่าที่อยู่หลังตำแหน่งที่เลือกไว้จากการสุ่มหรือทำการแลกเปลี่ยนส่วนกัน

3) การมิวเตชัน เป็นสิ่งที่จำเป็นถึงแม้ว่าการรีโพรดักชันและการครอสโอเวอร์จะช่วยให้การค้นหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในบางครั้งก็มีการสูญเสียส่วนที่สำคัญไป (ค่า 1 หรือ 0 ในบางตำแหน่ง) การมิวเตชันจะป้องกันส่วนที่สูญเสียที่ไม่อาจเรียกคืนได้ ในบางครั้งการหาคำตอบของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม คำตอบอาจติดอยู่ใน local optima การมิวเตชันด้วยอัตราส่วนที่เหมาะสมจะทำให้คำตอบสามารถหลุดออกจาก local optima หรืออาจกล่าวได้ว่าโอเปอร์เรเตอร์ของการมิวเตชันเป็นการเปลี่ยนแปลงค่าตำแหน่งสตรีงแบบสุ่ม จากปัญหาที่พิจารณาค่าจะเปลี่ยนแปลงจาก 0 เป็น 1 หรือ 1 เป็น 0 โดยการเลือกตำแหน่งที่จะทำการมิวเตชันโดยการสุ่ม อัตราการมิวเตชันในธรรมชาติจะมีค่าค่อนข้างต่ำ ในการนำไปใช้งานจะต้องมีการพิจารณาอย่างเหมาะสม

ตารางที่ 3.3 คำศัพท์และความหมายทางพันธุศาสตร์เปรียบเทียบกับเจเนติกอัลกอริทึม

พันธุศาสตร์	เจเนติกอัลกอริทึม	ความหมาย
โครโมโซม (chromosome)	สตรีง (string)	สายรหัส
ยีน (gene)	บิต (character, bit)	สายรหัสหรือตัวอักษร
อัลลีล (allele)	ค่าของบิต (character value, bit value)	ค่าที่เป็นไปได้ในแต่ละตำแหน่งของสายรหัส

ตารางที่ 3.3 คำศัพท์และความหมายทางพันธุศาสตร์เปรียบเทียบกับเจเนติกอัลกอริทึม (ต่อ)

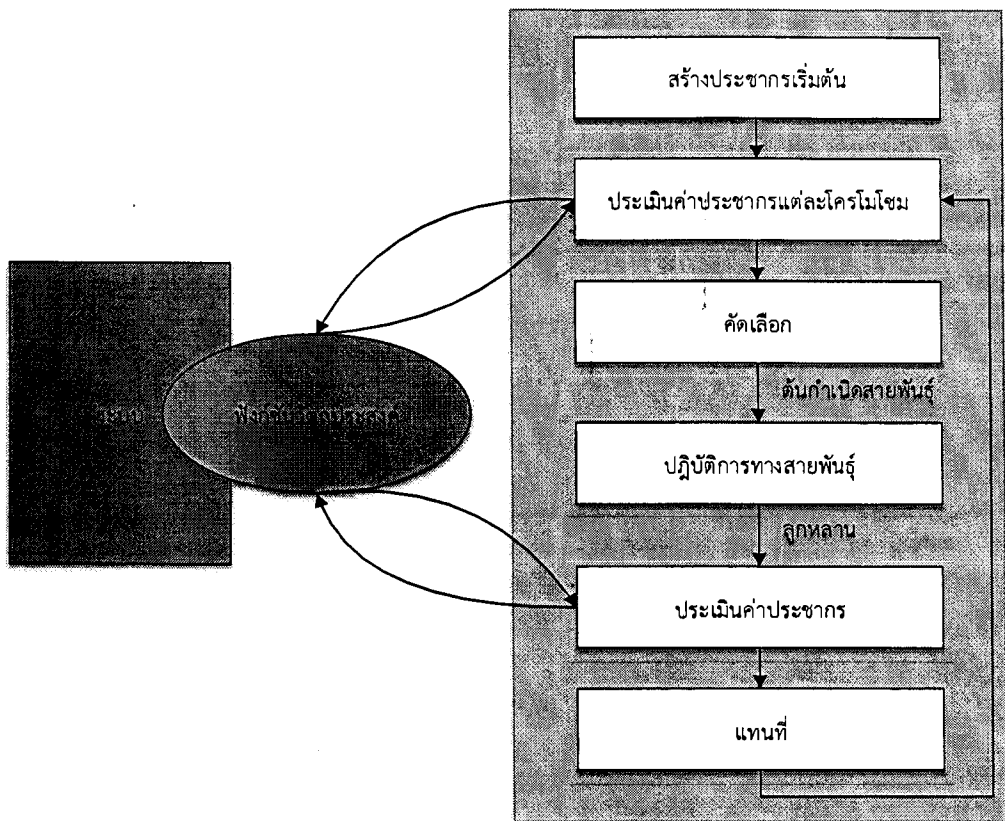
พันธุศาสตร์	เจเนติกอัลกอริทึม	ความหมาย
โลคัส (locus)	ตำแหน่ง (string position)	ตำแหน่งของรหัสบนสายรหัส
จีโนไทป์ (genotype)	โครงสร้าง (structure)	ลักษณะเฉพาะบนสายรหัส
ฟีโนไทป์ (phenotype)	โครงสร้างคำตอบ (a decode structure)	ตัวแปรของการตัดสินใจหลังการถอดรหัส

ที่มา: ปริศนา แซ่มสุขชี (2547) [27]

3.4.6 ลำดับขั้นตอนในการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

โดยทั่วไปการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมอย่างง่ายจะประกอบด้วย การกำหนดรูปแบบโครโมโซม (chromosome representation) การสร้างประชากรเริ่มต้น (population initialization) ปฏิบัติการของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม (genetic operations) ซึ่งประกอบด้วย การครอสโอเวอร์และการมิวเตชัน การประเมินค่าความเหมาะสม (fitness evaluation) และการคัดเลือกประชากรเพื่อเป็นประชากรในรุ่นถัดไป แม้ว่าวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจะเป็นวิธีการหาคำตอบที่ช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน มีตัวแปรและเงื่อนไขของปัญหาเป็นจำนวนมาก แต่ก็ให้ได้เพียงคำตอบของปัญหาที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดเท่านั้น ไม่สามารถรับประกันได้ว่าคำตอบที่ได้นั้นเป็นคำตอบที่ดีที่สุดหรือไม่ เนื่องจากคุณสมบัติการเลียนแบบการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมตามธรรมชาติ ซึ่งจะนำค่าที่ดีที่สุดจากประชากรรุ่นก่อนมาใช้พิจารณาในการหาคำตอบของประชากรรุ่นถัดไป โดยใช้ตัวดำเนินการ คือ การคัดเลือก การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน เป็นตัวสุมในการหาคำตอบในบริเวณของปัญหาซึ่งจะช่วยให้มีความหลากหลาย ในการหาคำตอบทุกบริเวณของปัญหาการวางลำดับขั้นตอนในการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม อาจจะพบว่ามี ความแตกต่างกันออกไป สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะใช้รูปแบบลำดับขั้นตอนของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมดังภาพประกอบ 3.3 ในการอธิบายการทำงานในแต่ละขั้นตอน

ขั้นตอนการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเริ่มจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้น คือ กำหนดฟังก์ชันจุดประสงค์ ฟังก์ชันความเหมาะสมรวมทั้งกำหนดรูปแบบโครโมโซม จากนั้นจึงเริ่มเข้าสู่กระบวนการทำงาน โดยสร้างประชากรต้นกำเนิดตามรูปแบบโครโมโซมที่กำหนดไว้ เมื่อได้ค่าสมาชิกครบทุกตัวแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การถอดรหัสสมาชิกของโครโมโซมซึ่งจะได้เป็นค่าของตัวแปรตัดสินใจ (decision value) จากนั้นจึงทำการหาค่าจุดประสงค์ (objective value) ของสมาชิกภายในโครโมโซมโดยการแทนค่าตัวแปรตัดสินใจของสมาชิกโครโมโซมในฟังก์ชันจุดประสงค์เพื่อหาค่าความเหมาะสมของฟังก์ชัน จากนั้นจึงเริ่มเข้าสู่กระบวนการของตัวดำเนินการทั้ง 3 คือ การคัดเลือก การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน โดยการคัดเลือกจะนำเอาเฉพาะโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมที่เป็นที่น่าพอใจชุดหนึ่งเก็บไว้ โครโมโซมที่ถูกคัดเลือกไว้จะนำมาครอสโอเวอร์และมิวเตชันจนได้เป็นโครโมโซมชุดใหม่ แล้วนำโครโมโซมชุดใหม่นี้มาหาค่าความเหมาะสมอีกครั้ง และดำเนินการตามขั้นตอนเดิมต่อไปจนกระทั่งถึงรุ่นสุดท้ายตามที่กำหนดไว้หรือได้โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเป็นที่น่าพอใจซึ่งก็คือได้คำตอบของปัญหาที่ต้องการแล้วจึงหยุดการค้นหา



ภาพประกอบ 3.3 ลำดับขั้นตอนการทำงานของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม

ขั้นตอนการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมประกอบด้วย

1) การออกแบบโครโมโซมแทนคำตอบ (chromosome encoding) เป็นขั้นตอนการออกแบบโครโมโซมเพื่อให้สอดคล้องกับปัญหาจริงที่ต้องการแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาด้วยวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมีวิธีการออกแบบโครโมโซมเพื่อแทนคำตอบมีหลายวิธีดังนี้

ก. การออกแบบโครโมโซมแบบเลขฐานสอง (binary encoding) เป็นการออกแบบโครโมโซมที่แทนที่ด้วย 0 และ 1 เท่านั้น โดย 1 แทนการเลือก และ 0 แทนไม่เลือก ซึ่งปัญหาที่ใช้รูปแบบโครโมโซมแบบนี้ในการแก้ปัญหา เช่น ปัญหาของ Knapsack

ข. การออกแบบโครโมโซมแบบลำดับ (permutation encoding) รูปแบบโครโมโซมแบบนี้ใช้ในการจัดลำดับของปัญหาที่ทุกตำแหน่งของยีนในโครโมโซมเป็นค่าของจำนวนนับที่แทนตำแหน่งในลำดับใช้มากในการหาค่าความเหมาะสมของลำดับปัญหา ความถูกต้องของการครอสโอเวอร์และการมิวเตชันต้องสร้างให้ตรงกับปัญหา รูปแบบโครโมโซมนี้เหมาะที่จะใช้ในการลำดับตำแหน่งของปัญหา เช่น ปัญหาของ traveling salesman problem

ค. การเข้ารหัสแบบค่าต่างๆ (value encoding) หรือ direct encoding ทุกตำแหน่งของยีนในโครโมโซมถูกแทนด้วยค่าบางค่าซึ่งเป็นตัวแทนของค่าที่สามารถเชื่อมโยงค่าที่ใช้ในการแก้ปัญหาได้ เช่น ตัวอักษร จำนวนจริง จำนวนเต็ม หรืออื่นๆ การถอดรหัสโครโมโซมแบบนี้

สามารถประยุกต์ใช้กับปัญหาที่ค่อนข้างซับซ้อนได้ แต่จำเป็นต้องมีการออกแบบขั้นตอนการการสลับตำแหน่งของยีนและขั้นตอนการมิวเตชันให้เหมาะสมด้วย

ง. การเข้ารหัสแบบต้นไม้ (tree encoding) เป็นโครงสร้างข้อมูลที่สามารถทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและสามารถพลิกเพลงการค้นหาได้ง่ายแต่จะมีข้อจำกัดเมื่อค้นหาข้อมูลเป็นจำนวนมาก รูปแบบโครโมโซมแบบนี้เป็นการค้นหาที่ทำได้แบบเรียงลำดับเท่านั้น ซึ่งใช้ได้กับข้อมูลขนาดเล็ก เหมาะกับปัญหาที่เกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมโดยที่ทุกตำแหน่งของยีนในโครโมโซมจะเป็นกิ่งหรือ node ของต้นไม้

2) การสร้างประชากรเริ่มต้น (initial population) เป็นการสร้างประชากรรุ่นแรกตามรูปแบบโครโมโซมที่ได้กำหนดไว้โดยการสุ่มเพื่อเลือกตัวแทนประชากรขึ้นมาจำนวนหนึ่งจากประชากรทั้งหมด โดยจำนวนที่สุ่มขึ้นมาจะต้องมีจำนวนตามขนาดประชากร (population size) ที่กำหนดไว้

3) ฟังก์ชันจุดประสงค์ (objective function) เป็นส่วนสำคัญในกระบวนการทางเจเนติกอัลกอริทึมที่ใช้ในการประเมินผลคำตอบว่าดีหรือไม่ดี โดยทำการประเมินคำตอบจากโครโมโซมโดยเทียบกับเป้าหมายของระบบ ในกรณีที่ระบบเป็นปัญหาของการค้นหาค่าน้อยที่สุด โครโมโซมที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุดของระบบจะมีค่าตัวเลขจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่น้อยที่สุดซึ่งเป็นการกำหนดฟังก์ชันที่เกี่ยวกับเงื่อนไขต่างๆ ที่ต้องการขึ้นมาเพื่อใช้ในการหาค่าความเหมาะสมคือ

ก. ฟังก์ชันแบบจุดประสงค์เดียว (single objective function) เป็นการกำหนดฟังก์ชันขึ้นมาหนึ่งฟังก์ชันที่ต้องการเพียงคำตอบเดียว ซึ่งเหมาะสมสำหรับปัญหาที่มีความซับซ้อนน้อยและไม่มีความขัดแย้งกันเอง

ข. ฟังก์ชันแบบหลายจุดประสงค์ (multi objectives function) เป็นการกำหนดหลาย ๆ ฟังก์ชัน ที่ต้องการคำตอบหลายๆ คำตอบ แต่ละคำตอบจะเป็นคำตอบที่เป็นคู่แข่งกันซึ่งเหมาะกับปัญหาที่มีความซับซ้อนมากและอาจมีความขัดแย้งกันเอง

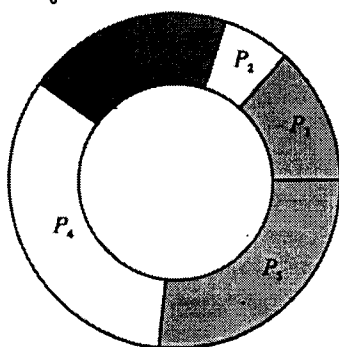
4) ฟังก์ชันความเหมาะสม (fitness function) หรือการวัดค่าความเหมาะสมคือวิธีการสำหรับประเมินค่าความเหมาะสมเพื่อให้คะแนนแต่ละทางเลือกของคำตอบต่างๆ อย่างเหมาะสม โครโมโซมทุกตัวจะมีค่าความเหมาะสมของตัวเองเพื่อใช้สำหรับพิจารณาว่าโครโมโซมตัวนั้นเหมาะสมหรือไม่ที่จะนำมาใช้ในการสืบทอดพันธุกรรมสำหรับสร้างโครโมโซมรุ่นใหม่ จุดประสงค์ของฟังก์ชันนี้ก็เพื่อทำการกำหนดค่าความเหมาะสมให้กับโครโมโซมแต่ละตัว โดยทำการเปรียบเทียบกันเองภายในกลุ่มประชากร ค่าความเหมาะสมเหล่านี้จะถูกนำไปใช้เป็นมาตรฐานเพื่อตัดสินคัดเลือกโครโมโซมที่จะใช้ในการสืบสายพันธุ์ในรุ่นถัดไป สาเหตุที่วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมไม่ใช้ค่าการประเมินในการคัดเลือกโครโมโซมก็เพราะว่าค่าการประเมินที่ได้จากฟังก์ชันจุดประสงค์นั้นจะมีค่าขึ้นอยู่กับระบบ จึงทำให้ตัวเลขที่ได้มีความหลากหลายและแตกต่างกันเกินไป

5) วิธีการถ่ายทอดพันธุกรรม (genetic encoding) ใช้กระบวนการเจเนติกอัลกอริทึมหลัก 3 กระบวนการในการหาคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาคือ การคัดเลือก การครอสโอเวอร์ และการมิวเตชัน

ก. การคัดเลือก (selection) หลังจากได้ค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการผสมพันธุ์หรือคัดเลือกสายพันธุ์ซึ่งจะเป็นไปตามหลักการอยู่รอดของ

สิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมที่สุด โดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเป็นที่น่าพอใจจะได้รับการคัดเลือก ส่วนโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมต่ำกว่าจะมีโอกาสถูกเลือกน้อยกว่าหรือไม่ได้รับการคัดเลือกเลย วิธีการคัดเลือกมีหลายแบบดังนี้

- การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ต (roulette wheel selection) เป็นเทคนิคที่ง่ายที่สุด เทคนิคนี้จะมีลักษณะที่เปรียบเทียบกับวงล้อรูเล็ตที่มีช่องไม่เท่ากัน โดยช่องของวงล้อรูเล็ตที่มีขนาดใหญ่จะเทียบได้กับโอกาสที่จะถูกเลือกของโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมาก และในทางกลับกันช่องที่มีขนาดเล็กจะเทียบได้กับโอกาสที่จะถูกเลือกของโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อย ซึ่งขนาดช่องของวงล้อรูเล็ตแต่ละช่องเทียบได้กับขนาดของโอกาสในการถูกเลือกของโครโมโซมแต่ละตัว หากได้จากอัตราส่วนของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัวกับค่าความเหมาะสมรวมของโครโมโซมทุกตัว ในการคัดเลือกกระทำโดยการกำหนดจุดคงที่จุดหนึ่ง จากนั้นทำการหมุนวงล้อรูเล็ตโดยการสุ่ม และเมื่อวงล้อรูเล็ตหยุดหมุน จุดที่กำหนดไว้ไปตรงกับตำแหน่งของช่องบนวงล้อรูเล็ตใดโครโมโซมก็จะถูกแทนโดยช่องนั้นบนวงล้อและจะถูกคัดเลือกไปเป็นโครโมโซมของประชากรรุ่นต่อไป จากนั้นทำการหมุนวงล้อรูเล็ตโดยการสุ่มต่อไปเพื่อคัดเลือกโครโมโซมจนครบตามจำนวนประชากรเริ่มต้นการคัดเลือกแบบนี้มีข้อสังเกตอยู่ว่าหากวงล้อรูเล็ตถูกหมุนโดยการสุ่มอย่างแท้จริงแล้วการคัดเลือกจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการคือ โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากมีโอกาสที่จะถูกเลือกมากและในทางตรงกันข้ามโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยก็จะมีโอกาสที่จะถูกเลือกน้อย แต่จำนวนครั้งของการหมุนวงล้อรูเล็ตถูกจำกัดโดยจำนวนประชากร ซึ่งจะทำให้การคัดเลือกโดยวิธีนี้อาจจะไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการคัดเลือกอย่างแท้จริง คือโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากอาจจะมีโอกาสที่จะถูกเลือกน้อยกว่าหรือเท่ากับโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อย การคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตแสดงดังภาพประกอบ 3.4



ภาพประกอบ 3.4 ตัวอย่างวงล้อรูเล็ต

- การเลือกสุ่มตัวอย่างแบบเฟ้นสุ่มสากล (stochastic universal sampling selection) จะมีหลักการคัดเลือกเหมือนกับการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ต ต่างกันที่หลังจากกำหนดจุดชี้ตำแหน่งโดยการสุ่มในครั้งแรกแล้วจะทำการเลือกสมาชิกของกลุ่มประชากรที่มีตัวชี้ตำแหน่งซ้อยู่เป็นตัวแรก ถัดจากนั้นทำการเลื่อนตัวชี้ตำแหน่งจากจุดเดิมทีละขั้น โดยที่แต่ละขั้นนั้นจะเท่ากับ 360 องศาต่อจำนวนสมาชิกของกลุ่มประชากร แล้วทำการเลือกสมาชิกของกลุ่มประชากรที่มีตัวชี้ตำแหน่งซ้อยู่จนครบตามจำนวนสมาชิกของกลุ่มประชากรในหนึ่งรุ่น การคัดเลือกสายพันธุ์แบบนี้จะสามารถ

ลดความลำเอียงในการคัดเลือกได้เนื่องจากโอกาสที่สมาชิกของกลุ่มประชากรตัวใดตัวหนึ่งจะถูกเลือกซ้ำหลายๆ ครั้งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสมาชิกของกลุ่มประชากรตัวนั้นๆ มีค่าความแข็งแรงสูงมากๆ

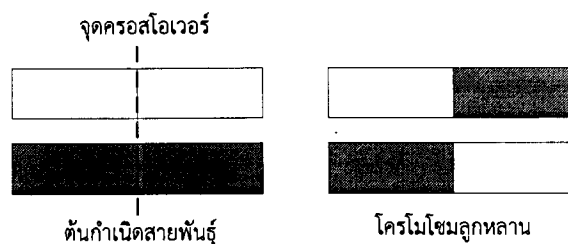
- การคัดเลือกแบบจัดอันดับ (ranking selection) เป็นการเลือกประชากรที่มีค่าความเหมาะสมที่ดีที่สุดโดยที่ไม่สนใจประชากรตัวอื่นเลย ในการคัดเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดเพื่อเก็บไว้ในรุ่นถัดไปโดยการจัดลำดับค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมที่ได้ในแต่ละรุ่น เพื่อที่จะใช้ในกรณีที่โครโมโซมบางโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเด่นกว่าโครโมโซมอื่น การใช้วิธีการคัดเลือกแบบจัดอันดับ ก็เพื่อให้การคัดเลือกโครโมโซมที่มีความเหมาะสมด้อยมีโอกาสได้รับการคัดเลือก

- การคัดเลือกแบบการแข่งขัน (tournament selection) การคัดเลือกแบบแข่งขันนี้โครโมโซมแต่ละตัวในประชากรปัจจุบันจะถูกคัดลอกให้เป็น 2 ชุด จากนั้นประชากรของการคัดเลือกแบบการแข่งขันจะถูกสุ่มเพื่อจับคู่กัน (tournament pairings) แล้วจึงทำการหาค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมออกมา ตัวที่ให้ค่าความเหมาะสมที่ดีกว่าจะถูกคัดลอกไปอยู่ในรุ่นถัดไป ส่วนโครโมโซมที่ให้ค่าความเหมาะสมที่แย่กว่าจะถูกคัดออก โดยวิธีนี้โครโมโซมที่ดีที่สุดจะต้องชนะถึง 2 ครั้งแล้วจึงถูกคัดไปอยู่ในรุ่นต่อไป 2 ตัว ส่วนโครโมโซมตัวที่แย่ที่สุดจะแพ้ 2 ครั้งแล้วจึงจะถูกคัดออกไป ถ้าหากการสุ่มจับคู่โครโมโซมเกิดจับคู่โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเท่ากันจะต้องทำการสุ่มใหม่

- การคัดเลือกแบบอิลิทิสม์ (elitist selection) เป็นการคัดเลือกโดยมีแนวคิดเพื่อป้องกันการหายของเส้นทางที่ดีที่สุด นั่นคือทำการคัดลอกโครโมโซมที่ดีที่สุดไว้ก่อนแล้วประชากรส่วนที่เหลือจะใช้วิธีการคัดเลือกแบบอื่นๆ ซึ่งจะนำไปเป็นโครโมโซมรุ่นถัดไปโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการครอสโอเวอร์ และการมิวเทชัน กล่าวโดยสรุปได้ว่าวิธีการคัดเลือกแบบนี้เป็นแนวคิดในการดำรงไว้ซึ่งโครโมโซมที่ดีไม่ให้สูญหายไปจากกระบวนการครอสโอเวอร์ และการมิวเทชัน

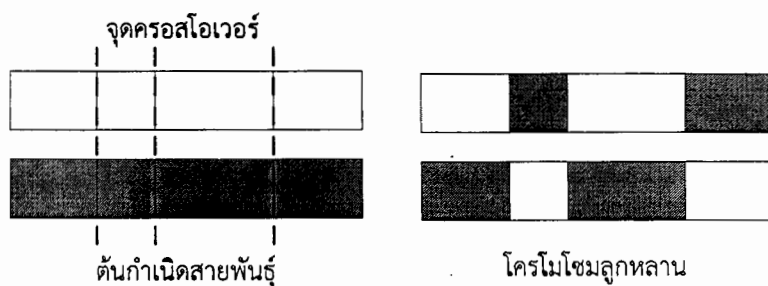
ข. การครอสโอเวอร์ (crossover) เป็นการเปลี่ยนถ่ายยีนจากโครโมโซมพ่อแม่ไปสู่โครโมโซมลูก ซึ่งวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมพยายามสร้างทางเลือกที่ดีขึ้นโดยการรวมลักษณะที่ดีของแต่ละโครโมโซมเข้าด้วยกัน โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมสูงกว่ามักจะถูกลีกรมาครอสโอเวอร์บ่อยครั้งกว่า ส่งผลให้มีโอกาสในการรอดไปยังรุ่นต่อไปมากกว่า โดยปกติทั่วไปแล้วจะมีการกำหนดอัตราการทำครอสโอเวอร์เอาไว้ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ความน่าจะเป็น (P_c) เป็นตัวกำหนดอัตราดังกล่าว วิธีการทำครอสโอเวอร์มีได้หลายแบบดังรายละเอียดในตัวอย่างต่อไปนี้

- การครอสโอเวอร์แบบจุดเดียว (single-point crossover) การครอสโอเวอร์แบบจุดเดี่ยวนี้นี้ โครโมโซมลูกหลานจะมีสายพันธุ์ของแต่ละต้นกำเนิดอยู่อย่างละหนึ่งส่วน จุดตัดในการทำครอสโอเวอร์นั้นโดยปกติจะได้มาจากการสุ่มเลือก ตัวอย่างของการทำครอสโอเวอร์แบบจุดเดียวแสดงดังภาพประกอบ 3.5



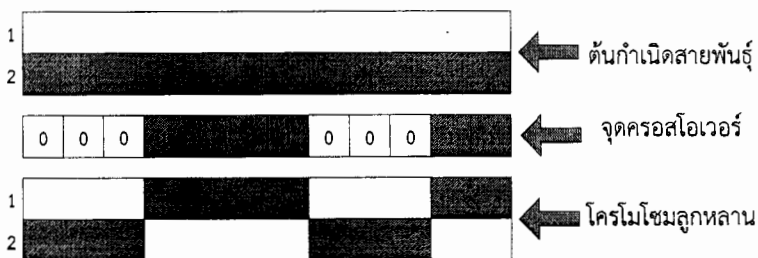
ภาพประกอบ 3.5 การครอสโอเวอร์แบบจุดเดียว

- การครอสโอเวอร์แบบหลายจุด (multiple-point crossover) มีตัวอย่างการครอสโอเวอร์แบบหลายจุดแสดงดังภาพประกอบ 3.6 โดยมีการใช้จุดตัดทั้งหมด 3 จุด ดังนั้นโครโมโซมลูกหลานจะมีสายพันธุ์ของต้นกำเนิดอยู่มากกว่าหนึ่งส่วน หลักการเลือกจุดของครอสโอเวอร์นั้นมีอยู่หลายแบบ โดยแต่ละแบบจะให้ผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสายพันธุ์ในโครโมโซมลูกหลานที่แตกต่างกันออกไป วิธีที่ง่ายและเป็นที่ยอมรับใช้ทั่วไปคือ การสุ่มเลือกจุดครอสโอเวอร์ การทำครอสโอเวอร์แบบหลายจุดจะทำให้ผลของลูกหลานมีความหลากหลายกว่าการทำครอสโอเวอร์แบบจุดเดียว มีผลให้การเข้าสู่ค่าตอบของระบบสามารถครอบคลุมพื้นที่ของคำตอบได้มากยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามการทำครอสโอเวอร์แบบหลายจุดที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมลูกหลานได้มากกว่าการทำครอสโอเวอร์แบบจุดเดียวนั้น อาจจะทำให้มีโอกาสเบี่ยงเบนของคำตอบที่มีอยู่ในโครโมโซมลูกหลานได้ในอัตราที่สูงกว่าเช่นกัน



ภาพประกอบ 3.6 การครอสโอเวอร์แบบหลายจุด

- การครอสโอเวอร์แบบสม่ำเสมอ (uniform crossover) การครอสโอเวอร์แบบจุดเดียวและหลายจุดมีการกำหนดจุดตัดเอาไว้ก่อนที่จะทำการสลับส่วนย่อยของโครโมโซมที่จุดนั้นๆ วิธีดังกล่าวมีความแตกต่างไปจากการครอสโอเวอร์แบบสม่ำเสมอ ซึ่งถูกออกแบบให้ทุกจุดบนโครโมโซมสามารถเป็นจุดตัดได้ ในทางปฏิบัติจะมีการใช้ครอสโอเวอร์แมสก์หรือตัวพราง (cross-over mask) ช่วยในการทำการครอสโอเวอร์ ตัวพรางดังกล่าวจะเป็นชนิดไบนารีและมีขนาดจำนวนบิตเท่ากับความยาวของโครโมโซม ค่าของตัวพรางที่ตำแหน่งต่างๆ จะเป็นตัวบอกถึงการครอสโอเวอร์ระหว่างต้นกำเนิดสายพันธุ์ การครอสโอเวอร์แบบสม่ำเสมอแสดงดังภาพประกอบ 3.7 ณ ตำแหน่งที่ตัวพรางมีค่าเป็น 1 โครโมโซมลูกหลานจะได้รับการสลับส่วนย่อยของโครโมโซมต้นกำเนิดสายพันธุ์ ถ้าตำแหน่งที่แมสก์มีค่าเป็น 0 โครโมโซมลูกหลานจะยังคงเป็นส่วนย่อยของโครโมโซมต้นกำเนิดสายพันธุ์โดยไม่มีการสลับส่วนย่อย



ภาพประกอบ 3.7 การครอสโอเวอร์แบบสม่ำเสมอ

- การครอสโอเวอร์แบบลำดับ (order crossover) โดยวิธีการครอสโอเวอร์รูปแบบนี้เมื่อต้องการสร้างโครโมโซม offspring A ในขั้นแรกต้องมีการสุ่มเลือกยีนย่อยในโครโมโซม parent A และตัดลอกกลงไปบน offspring A ที่ตำแหน่งเดียวกัน จากนั้นให้ลบยีนที่ปรากฏอยู่ในโครโมโซม offspring A ออกจาก parent B แล้วจึงนำยีนที่เหลืออยู่ใน parent B มาใส่ในตำแหน่งที่ยังว่างอยู่ของโครโมโซม offspring A ตามลำดับจากซ้ายไปขวาแสดงดังภาพประกอบ 3.8

parent A		3	4	5	6	7	8	
parent B	7	8	6	3	2	1	4	5
offspring A	7	8	3	4	5	6	2	1
offspring B		4	6	8	2	5	7	8

ภาพประกอบ 3.8 การครอสโอเวอร์แบบแบบลำดับ

- การครอสโอเวอร์แบบจับคู่บางส่วน (partial-mapped crossover) การครอสโอเวอร์แบบนี้จะเริ่มต้นด้วยการสุ่มตำแหน่งที่ต้องการสลับยีนขึ้นมาสองตำแหน่ง โดยจะเรียกยีนที่อยู่ระหว่างช่วงตำแหน่งสุ่มว่ายีนย่อย แล้วทำการสร้างกลุ่มยีนที่ตรงกัน (partial maps) กับยีนย่อยของ parent A และ parent B ซึ่งจะได้เป็นกลุ่มของยีน {3, 4, 6} และ {5, 2} ต่อไปเมื่อต้องการสร้างโครโมโซม offspring A จะกระทำโดยเริ่มจากการตัดลอกยีนย่อยจากโครโมโซม parent B มาวางลงบนตำแหน่งเดียวกันบนโครโมโซม offspring A จากนั้นให้ตัดลอกยีนที่ตำแหน่งเดียวกันของ parent A ลงบน offspring A ในตำแหน่งที่ยังว่างอยู่ โดยมีเงื่อนไขว่าถ้าค่ายีนที่กำลังจะตัดลอกจาก parent A ลงบน offspring A เป็นค่ายีนที่อยู่ในกลุ่ม partial maps และค่ายีนซ้ำกับค่ายีนในตำแหน่งอื่นๆ ที่มีอยู่แล้วให้ทำการสลับค่ากันกับคู่ของ partial maps ที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันแสดงดังภาพประกอบ 3.9

parent A		3	4	5	6	7	8	
parent B	7	8	6	3	2	1	4	5
offspring A		5	6	2	2	4	7	8
offspring B	7	8	3	4	5	1	6	2

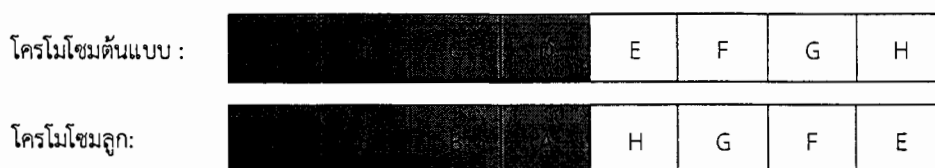
ภาพประกอบ 3.9 การครอสโอเวอร์แบบแบบจับคู่บางส่วน

การทำครอสโอเวอร์เป็นผลจากปฏิบัติการทางสายพันธุ์ที่ใช้โครโมโซมต้นกำเนิดสายพันธุ์มากกว่า 1 โครโมโซมขึ้นไป ปฏิบัติการทางสายพันธุ์ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงรายละเอียดการทำมิวเตชันซึ่งเกิดขึ้นกับโครโมโซมตัวเดียวเท่านั้น

ค. การมิวเตชัน (mutation) เป็นการนำโครโมโซมมาสุ่มแก้ไขหรือดัดแปลงบางส่วนของโครโมโซมให้เป็นบิดตรงข้ามทำให้สายพันธุ์ใหม่เปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งมีโอกาสที่จะเป็นโครโมโซม

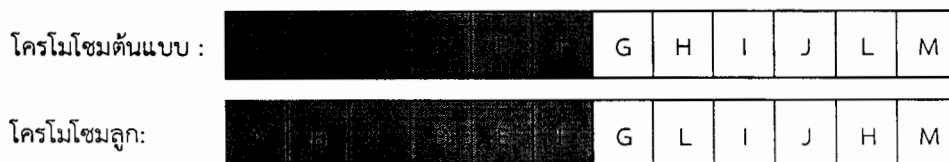
ที่ติดหรือเลกว่าเดิมก็ได้ หากโครโมโซมที่ได้ใหม่นั้นเป็นโครโมโซมที่เลวลง โครโมโซมที่ได้นี้จะถูกคัดออกไปในขั้นตอนการถูกคัดเลือก วัตถุประสงค์ของการมิวเตชันคือเพื่อประกันการสูญหายของข้อมูลและสร้างความหลากหลายของข้อมูล ขั้นตอนในการมิวเตชันโดยทั่วไปคือ ทำการสุมตำแหน่งที่ต้องการการมิวเตชันขึ้นมาภายใต้ความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน (probability of mutation) และเทคนิคในการมิวเตชันส่วนมากจะขึ้นอยู่กับ การเข้ารหัสโครโมโซม การมิวเตชันมีหลายแบบดังนี้

- การมิวเตชันแบบ center inverse จะสุมเลือกโครโมโซมต้นแบบ 1 โครโมโซม จากนั้นโครโมโซมต้นแบบจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน และหน่วยพันธุกรรมในแต่ละส่วนจะถูกกลับค่าและสืบทอดไปเป็นโครโมโซมลูกแสดงดังภาพประกอบ 3.10



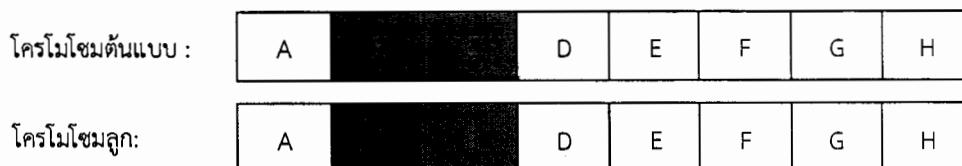
ภาพประกอบ 3.10 การมิวเตชันแบบ center inverse

- การมิวเตชันแบบ enhanced two genes random swap จะสุมเลือกโครโมโซมต้นแบบ 1 โครโมโซม จากนั้นโครโมโซมต้นแบบจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วนเท่าๆ กัน แล้วจะสุมเลือก 2 หน่วยพันธุกรรมเพื่อสลับค่ากัน ซึ่งตำแหน่งที่สุมได้ก็จะนำไปประยุกต์ใช้กับทุกๆ ส่วนที่ได้แบ่งไว้และสืบทอดไปเป็นโครโมโซมลูกแสดงดังภาพประกอบ 3.11



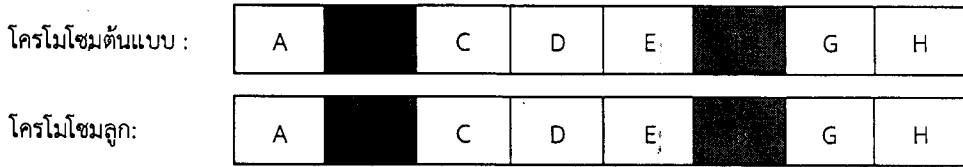
ภาพประกอบ 3.11 การมิวเตชันแบบ enhanced two genes random swap

- การมิวเตชันแบบ adjacent two genes change จะสุมเลือกโครโมโซมต้นแบบ 1 โครโมโซม จากนั้นจะสุมเลือก 2 หน่วยพันธุกรรมที่อยู่ติดกันแล้วทำการแลกเปลี่ยนค่าในหน่วยพันธุกรรมและสืบทอดไปเป็นโครโมโซมลูกแสดงดังภาพประกอบ 3.12



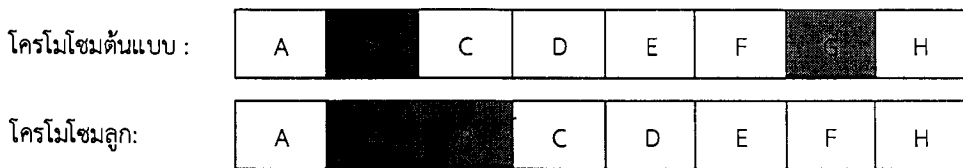
ภาพประกอบ 3.12 การมิวเตชันแบบ adjacent two genes change

- การมิวเตชันแบบสลับที่กันสองตำแหน่ง (two - point swapping mutation) เป็นการมิวเตชันที่เริ่มต้นด้วยการสุ่มตำแหน่งยีนขึ้นมา 2 ตำแหน่ง แล้วทำการสลับค่ายีนกันแสดงดังภาพประกอบ 3.13



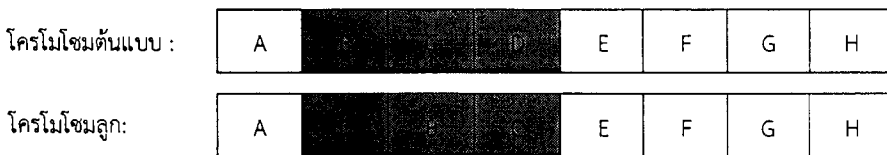
ภาพประกอบ 3.13 การมิวเตชันแบบ arbitrary two genes change

- การมิวเตชันแบบ shift change จะสุ่มเลือกโครโมโซมต้นแบบ 1 โครโมโซม จากนั้นจะสุ่มตำแหน่งของหน่วยพันธุกรรม 2 หน่วย หน่วยพันธุกรรมลำดับที่ 2 ที่สุ่มได้ จะถูกย้ายไปแทรกลงในตำแหน่งของหน่วยพันธุกรรมที่สุ่มได้ในลำดับแรก จึงส่งผลให้เกิดการเลื่อนตำแหน่งของหน่วยพันธุกรรมขึ้น เช่น หน่วยพันธุกรรมที่ได้จากการสุ่มคือ ตำแหน่งที่ 2 และ 7 ตามลำดับ จึงมีการเคลื่อนย้ายหน่วยพันธุกรรมในตำแหน่งที่ 7 ซึ่งมีค่า G ไปแทรกลงในตำแหน่งที่ 2 และหน่วยพันธุกรรมเดิมที่อยู่ตำแหน่งที่ 2-6 ก็จะมีการเลื่อนตำแหน่งไปแสดงดังภาพประกอบ 3.14



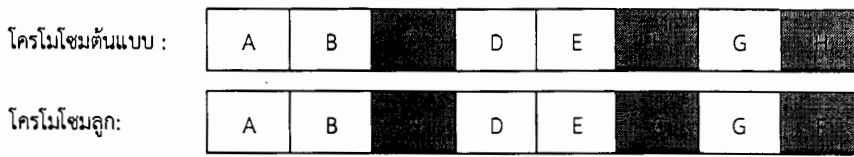
ภาพประกอบ 3.14 การมิวเตชันแบบ shift change

- การมิวเตชันแบบ three genes adjacent swap จะสุ่มเลือกโครโมโซมต้นแบบ 1 โครโมโซม จากนั้นโครโมโซมต้นแบบจะถูกสุ่มเลือก 3 หน่วยพันธุกรรมที่อยู่ติดกันแล้วทำการสลับค่าและสืบทอดไปเป็นโครโมโซมลูกแสดงดังภาพประกอบ 3.15



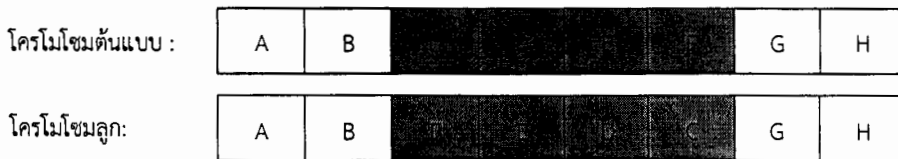
ภาพประกอบ 3.15 การมิวเตชันแบบ three genes adjacent swap

- การมิวเตชันแบบ three genes random swap จะสุ่มเลือกโครโมโซมต้นแบบ 1 โครโมโซม จากนั้นโครโมโซมต้นแบบจะถูกเลือก 3 หน่วยพันธุกรรมแล้วทำการสลับค่ากันและสืบทอดไปเป็นโครโมโซมลูกแสดงดังภาพประกอบ 3.16



ภาพประกอบ 3.16 การมิวเตชันแบบ three genes random swap

- การมิวเตชันแบบ inversion จะสุ่มเลือกโครโมโซมต้นแบบ 1 โครโมโซม จากนั้นจะสุ่มเลือกช่วงในหน่วยพันธุกรรมทำการกลับค่าและสับทอว์ไปเป็นโครโมโซมลูกแสดงดังภาพประกอบ 3.17



ภาพประกอบ 3.17 การมิวเตชันแบบ inversion

6) การหยุดการค้นหา (termination) ในการทำงานของกลไกทางเจเนติกอัลกอริทึม ต้องมีการเขียนโปรแกรมการทำงานขึ้นมา ดังนั้นกลไกจะเริ่มต้นด้วยการสุ่มจำนวนประชากรของคำตอบเริ่มต้น โดยที่ตัวโปรแกรมจะต้องมีการกำหนดจำนวนประชากรในแต่ละรุ่นว่าให้มีกี่จำนวน การกำหนดจำนวนประชากรในแต่ละรุ่นจะมีผลในการหาคำตอบที่น่าพึงพอใจที่สุด กล่าวคือถ้ากำหนดจำนวนน้อยการทำงานของโปรแกรมจะทำได้เร็วแต่คำตอบที่ได้อาจจะไม่ใกล้เคียงกับคำตอบที่แท้จริง ในทางกลับกันถ้ากำหนดจำนวนมากโปรแกรมก็จะทำงานช้าแต่คำตอบที่ได้มีโอกาสที่จะเข้าใกล้คำตอบที่แท้จริงสูง จากนั้นกำหนดจำนวนรุ่นว่าจะให้กลไกทำงานไปเรื่อย ๆ จนได้จำนวนประชากรเท่ากับที่ต้องการ ความมากน้อยของจำนวนรุ่นมีผลเหมือนกับค่าจำนวนประชากรในแต่ละรุ่น เมื่อโปรแกรมกำเนิดได้จำนวนรุ่นที่ต้องการแล้ว โปรแกรมก็เลือกคำตอบที่ดีที่สุดจากทั้งหมดมาแล้วโปรแกรมก็จะหยุดการทำงาน

7) การกำหนดพารามิเตอร์ ปฏิบัติการและกลไกการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมจากรายละเอียดขั้นตอนในการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมที่น่าเสนอข้างต้นนั้น แสดงให้เห็นว่าพารามิเตอร์ ปฏิบัติการและกลไกในการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมมีหลายประเภทโดยการทำงานของเจเนติกอัลกอริทึมจะมีการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ได้แก่

- ขนาดของประชากร หากกำหนดขนาดของประชากรน้อย การทำงานของโปรแกรมจะทำได้เร็ว แต่คำตอบที่ได้อาจจะไม่ใกล้เคียงกับคำตอบที่แท้จริง ในทางกลับกันหากกำหนดขนาดของประชากรจำนวนมาก โปรแกรมก็จะทำงานช้าลง แต่คำตอบที่ได้มีโอกาสที่จะเข้าใกล้คำตอบที่แท้จริงมากกว่า

- จำนวนรุ่น การกำหนดจำนวนรุ่นเป็นการทำให้กลไกการทำงานของโปรแกรมทำงานไปเรื่อยๆ จนได้จำนวนประชากรตามที่ต้องการ ความมากน้อยของจำนวนรุ่นมีผล

เหมือนกับค่าจำนวนประชากรในแต่ละรุ่น เมื่อโปรแกรมทำงานได้จำนวนรุ่นที่ต้องการแล้ว โปรแกรม
ก็เลือกคำตอบที่ดีที่สุดจากทั้งหมดมา แล้วก็หยุดการทำงาน

- ความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์จะมีค่าอยู่ในช่วง 0 - 100 จากการ
ทดลองของนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้พบว่าความน่าจะเป็นของการข้ามสายพันธุ์ ส่วนใหญ่อยู่ที่
50% - 95%

- ความน่าจะเป็นในการมิวเตชันจะมีค่าที่อยู่ในช่วง 0 - 100 จากการ
ทดลองของนักวิทยาศาสตร์พบว่าความน่าจะเป็นของการกลายพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ที่ 0% - 1% ต่อ 1
ตำแหน่งของโครโมโซม ถ้าไม่มีการกลายพันธุ์หมายความว่าผลที่ได้เกิดจากการสลับสายพันธุ์เพียง
อย่างเดียว แต่ถ้าหากมีการกลายพันธุ์ 100% จะทำให้โครโมโซมมีการเปลี่ยนแปลงทั้งหมด แต่การ
กลายพันธุ์จะไม่เกิดบ่อยมากนัก

สรุปขั้นตอนการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม คือการกำหนดฟังก์ชัน
วัตถุประสงค์รวมทั้งรูปแบบโครโมโซม แล้วจึงเริ่มสร้างประชากรเบื้องต้นตามรูปแบบโครโมโซมที่ได้
กำหนดไว้ เมื่อได้ประชากรเริ่มต้นแล้วก็ทำการวัดค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมโดยใช้ฟังก์ชัน
ความเหมาะสมเพื่อคัดเลือกเข้าสู่กระบวนการรีโพรดักชัน โดยจะคัดเลือกเอาเฉพาะโครโมโซมที่มี
ความเหมาะสมที่น่าพอใจเก็บไว้หนึ่งชุด โครโมโซมที่คัดเลือกไว้นั้นจะถูกนำมาทำการครอสโอเวอร์
และมิวเตชันแล้วได้เป็นโครโมโซมชุดใหม่ แล้วจึงนำโครโมโซมชุดใหม่ที่ได้มาวัดค่าความเหมาะสมเพื่อ
ทำการคัดเลือกและดำเนินการต่อไปจนสิ้นสุดกระบวนการตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้แล้วโปรแกรมจึง
หยุดการค้นหา ก็จะได้โครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมเป็นที่น่าพอใจนั่นคือได้คำตอบของปัญหาโดย
จะอธิบายรายละเอียดต่อไป

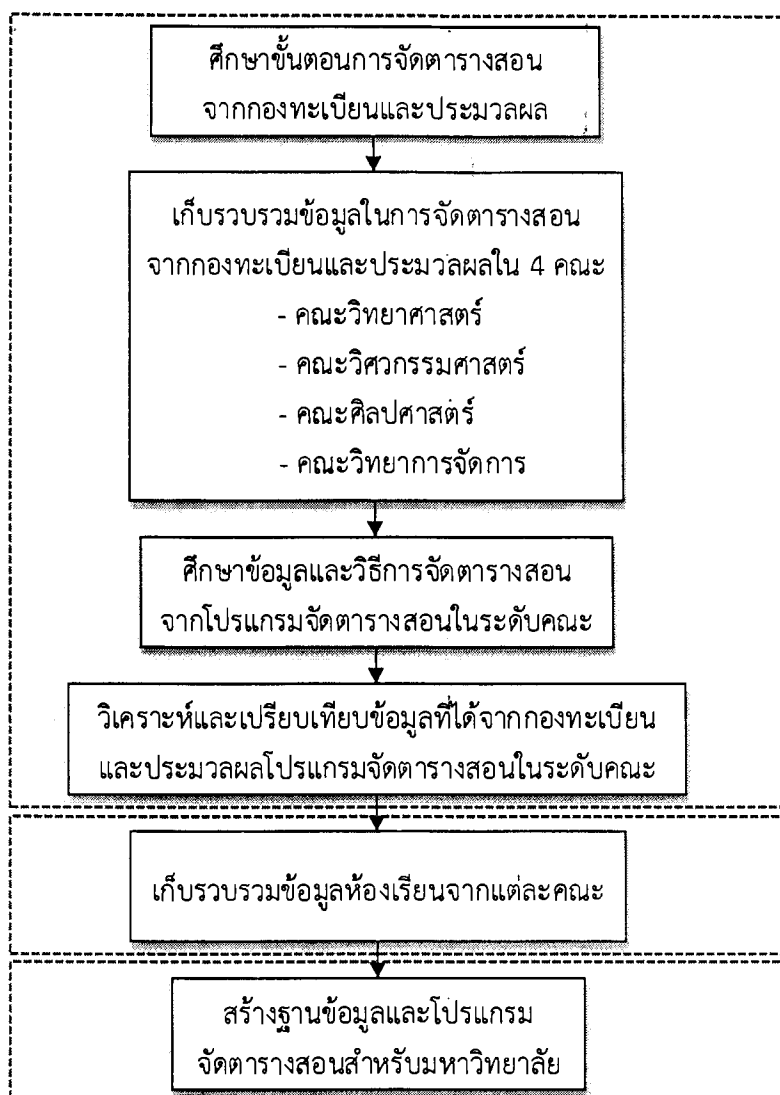
4. วิธีการทดลอง

การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดตารางสอนโดยประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม เริ่มดำเนินการวิจัยโดยการสำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดตารางสอนภายในมหาวิทยาลัยกรณีศึกษานั้นคือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ต่อไปนี้จะเรียกว่า “มหาวิทยาลัย” โดยเริ่มจากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับคณะภายในมหาวิทยาลัย ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการจัดตารางสอนและแผนการเรียนของแต่ละคณะ ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการจัดตารางสอนของกองทะเบียนและประมวลผล และข้อมูลเกี่ยวกับการจัดตารางสอนสำหรับศึกษารูปแบบของปัญหาที่เกิดขึ้นในการจัดตารางสอน แล้วนำข้อมูลดังกล่าวข้างต้นมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอน โดยการนำเอาวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการจัดตารางสอนเพื่อให้ได้ผลลัพธ์จากการจัดตารางสอนที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งมีหลักการทำงานโดยการนำเอาข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลมาแปลงค่าแล้วนำไปใช้ในส่วนของกระบวนการทางเจเนติกอัลกอริทึมเพื่อทำการหาคำตอบและทำการตรวจสอบค่าความเหมาะสมทำให้คำตอบที่ได้น่าเชื่อถือยิ่งขึ้น ในขั้นตอนนี้มีการเพิ่มขึ้นตอนในการตรวจสอบเงื่อนไขที่เหมาะสมให้แก่พารามิเตอร์ต่างๆ ซึ่งเมื่อนำไปดำเนินการจัดตารางสอนแล้วจะสามารถปรับเปลี่ยนผลการจัดตารางสอนเพื่อให้การค้นหาคำตอบแล้วได้คำตอบที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น ในการนำเอาวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการประมวลผลของโปรแกรมเพื่อหาคำตอบที่เหมาะสมให้กับปัญหาการจัดตารางสอนนั้นจะพิจารณาให้มีการขัดแย้งกับเงื่อนไขในการจัดตารางสอนน้อยที่สุดหรือที่เรียกว่า “ค่าความเหมาะสม” ซึ่งเป็นตัวชี้วัดตารางสอนที่ดีที่สุด แล้วดำเนินการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจากข้อมูลและวิธีการที่ได้วางแผนไว้ด้วยโปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 (visual C#) ทำการเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลโปรแกรม Oracle 11 g โดยใช้คอมพิวเตอร์ประสิทธิภาพสูง CPU Intel Core i7-2630QM (2.0 GHz, 6 MB L3 Cache, up to 2.90 GHz) ในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงเนื้อหาซึ่งประกอบด้วย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย การศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอน การวิเคราะห์ปัญหาในการจัดตารางสอน โครงสร้างของระบบการจัดตารางสอน โครงสร้างและฐานข้อมูลของโปรแกรมจัดตารางสอน การคำนวณค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม และการประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอน

4.1 การศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอน

การศึกษาข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอนจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ในส่วนแรกจะดำเนินการศึกษาขั้นตอนในการจัดตารางสอนจากกองทะเบียนและประมวลผลแล้วเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีความจำเป็นในการจัดตารางสอนคือ ข้อมูลอาจารย์ผู้สอน ข้อมูลกลุ่มนักศึกษา ข้อมูลรายวิชา ข้อมูลประเภทของรายวิชา ข้อมูลห้องเรียน และข้อมูลประเภทของห้องเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอนของ 4 คณะ คือ คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์และคณะวิทยาการจัดการ (ซึ่งข้อมูลอาจารย์ผู้สอนจะมีความสัมพันธ์กับข้อมูลรายวิชา ข้อมูลประเภทรายวิชา ข้อมูลห้องเรียน และข้อมูลประเภทของห้องเรียน) ในขั้นตอนต่อไปเป็นการศึกษาข้อมูลและวิธีการจัดตารางสอนจากโปรแกรมจัดตารางสอนในระดับคณะนั้นก็คือโปรแกรมที่ได้จัดทำขึ้นก่อน

หน้านี้ซึ่งจัดตารางสอนให้กับคณะวิศวกรรมศาสตร์เพียงคณะเดียว จากนั้นเป็นการวิเคราะห์และเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากกองทะเบียนและประมวลผลรวมทั้งทำการประมวลผลโปรแกรมจัดตารางสอนในระดับคณะด้วย โดยขั้นตอนในการเก็บรวบรวมและศึกษาข้อมูลแสดงดังภาพประกอบ 4.1



ภาพประกอบ 4.1 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลสำหรับใช้ในการจัดตารางสอน

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาจากกองทะเบียนและประมวลผลมาวิเคราะห์พบว่า ข้อมูลที่ได้จากกองทะเบียนและประมวลผลเป็นเพียงข้อมูลที่เขียนด้วยมือไม่ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนของรายวิชา อาจารย์ผู้สอน และห้องเรียนมาก่อน ด้วยสาเหตุของเวลาที่ซ้ำซ้อนกันนี้เองจึงส่งผลให้เกิดความวุ่นวายขึ้นเมื่อเปิดเรียนในแต่ละภาคการศึกษา และเมื่อผู้วิจัยได้รับข้อมูลเบื้องต้นมาจากกองทะเบียนและประมวลผลแล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับโปรแกรมการจัดตารางสอนในระดับคณะที่ใช้คณะวิศวกรรมศาสตร์เป็นกรณีศึกษานั้น พบว่าจำนวนห้องเรียนที่ผู้วิจัยได้รับมาจากกองทะเบียนและประมวลผลน้อยกว่าโปรแกรกดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าด้วยจำนวนห้องที่ทางกอง

ทะเลเบียนและประมวลผลมีไม่ครบตามจำนวนห้องเรียนจริงนี้อาจจะมีผลต่อการเกิดความซ้ำซ้อนในการจัดตารางสอนในทุกภาคการศึกษาเป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงดำเนินการในส่วนที่ 2 คือดำเนินการสำรวจจำนวนห้องเรียนและข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอนจากแต่ละคณะที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของงานวิจัยนี้อีกครั้ง ผลจากการสำรวจข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอนแสดงดังตารางที่ 4.1.

ตารางที่ 4.1 จำนวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอน

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอน	จำนวน
จำนวนห้องเรียนทั้งหมด	100 ห้องเรียน
จำนวนอาจารย์ผู้สอนทั้งหมด	1374 คน
จำนวนกลุ่มนักศึกษาทั้งหมด	262 กลุ่ม
จำนวนภาควิชาทั้งหมด	45 ภาควิชา
จำนวนรายวิชาทั้งหมด	230 รายวิชา

จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลจากแต่ละคณะพบว่าข้อมูลจำนวนห้องเรียนมากกว่าข้อมูลที่กองทะเลเบียนและประมวลผลมีอยู่ซึ่งจากการเปรียบเทียบของคณะวิศวกรรมศาสตร์พบว่าข้อมูลจำนวนห้องเรียนจริงมี 59 ห้องเรียน แต่ข้อมูลจำนวนห้องเรียนที่กองทะเลเบียนและประมวลผลมีเพียง 43 ห้องเรียนเท่านั้น เมื่อได้ข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาแล้วผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลในส่วนที่ 3 คือนำข้อมูลมาสร้างฐานข้อมูลและพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนต่อไป และในการจัดตารางสอนด้วยมือซึ่งจัดโดยกองทะเลเบียนและประมวลผลมีความผิดพลาดเกิดขึ้นแสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนครั้งของความผิดพลาดในการจัดตารางสอนด้วยมือ

ความผิดพลาดในการจัดตารางสอน	จำนวนครั้งที่ผิดพลาด (ครั้ง)
ความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาสอนของอาจารย์	358
ความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาเรียนของนักศึกษา	267
ความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาในการใช้ห้องเรียน	269

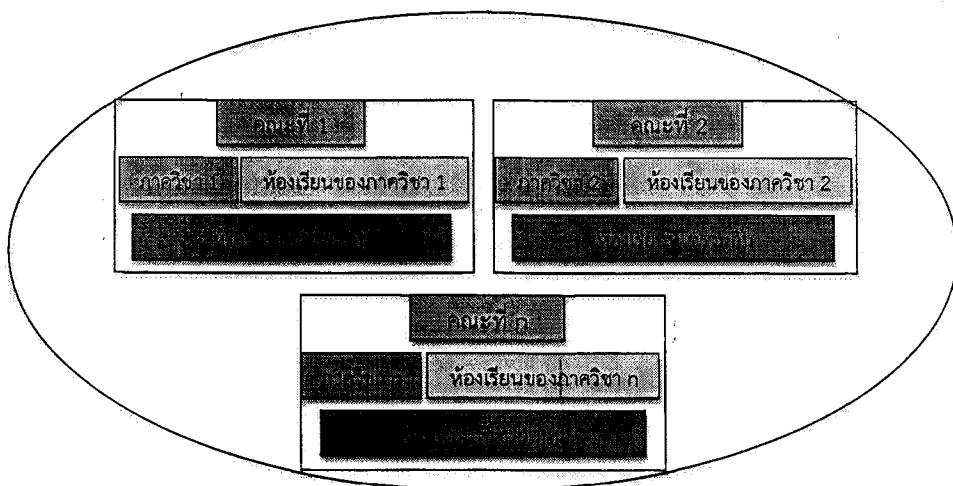
จากความผิดพลาดในการจัดตารางสอนด้วยมือทำให้จำเป็นต้องพัฒนาโปรแกรมในการจัดตารางสอนขึ้นมาเพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาความผิดพลาดดังกล่าวได้

4.2 การวิเคราะห์ปัญหาในการจัดตารางสอน

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าเป็นการศึกษาปัญหาในการจัดตารางสอนในขอบเขตที่มีขนาดเล็ก เช่น การจัดตารางสอนในระดับประถมศึกษาที่ใช้ห้องเรียนในการจัดตารางสอนเพียงห้องเดียว นักเรียนแต่ละห้องของแต่ละระดับชั้นเรียนนั่งเรียนอยู่ห้องเรียนเดิมโดยมีอาจารย์

ผู้สอนทำหน้าที่เดินไปสอนนักเรียนตามห้องเรียนต่างๆ เท่านั้น จึงทำให้ลักษณะปัญหาการจัดตารางสอนในระดับประถมศึกษาที่มีความซับซ้อนน้อยจึงมีเงื่อนไขสำหรับการจัดตารางสอนน้อยทำให้เกิดปัญหาในการจัดตารางสอนน้อยด้วยเช่นกัน และในบางงานวิจัยก็เป็นการจัดตารางสอนให้กับนักเรียนในระดับมัธยมศึกษา ซึ่งลักษณะการเรียนของนักเรียนในระดับมัศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกในวิชาเรียนส่วนใหญ่ นักเรียนจะนั่งเรียนอยู่ในห้องเรียนของตัวเองแล้วอาจารย์ผู้สอนทำหน้าที่เดินไปสอนนักเรียนตามแต่ละห้องเรียนเอง และอีกส่วนคือในรายวิชาเลือกเสรี นักเรียนจะเดินไปเรียนรายวิชาดังกล่าวตามกลุ่มเรียนที่นักเรียนแต่ละคนเลือกเรียนไว้เองซึ่งส่วนนี้อาจารย์ผู้สอนจะสอนอยู่ห้องเรียนเดิม โดยการจัดตารางสอนในระดับมัศึกษานี้จะมีเงื่อนไขเพิ่มขึ้นมาจากการจัดตารางสอนในระดับประถมศึกษา จึงทำให้เกิดความซับซ้อนในการจัดตารางเพิ่มจากการจัดตารางสอนในระดับประถมศึกษาจำนวนหนึ่ง ถัดไปเป็นการจัดตารางสอนเพียงคณะเดียวในมหาวิทยาลัย ซึ่งการจัดตารางสอนภายในมหาวิทยาลัยนี้มีความยุ่งยากเพิ่มขึ้นจากการจัดตารางสอนในระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาเป็นอย่างมาก ทั้งในส่วนของเงื่อนไขในการจัดตารางสอนที่เกิดจากการเพิ่มจำนวนของนักศึกษา จำนวนห้องเรียน จำนวนรายวิชาที่เปิดสอน อาจารย์ผู้สอน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลแต่ละส่วนเหล่านี้ต้องจัดให้มีความสัมพันธ์กันเพื่อให้ตารางสอนที่ได้จากการจัดนี้สามารถนำไปใช้งานได้ ซึ่งการจัดตารางสอนไม่ว่าจะเป็นในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และในระดับมหาวิทยาลัยที่จัดให้เพียงคณะเดียวนั้นล้วนแล้วแต่มีการวิจัยและพัฒนาในหลายๆ กรณีศึกษา มาแล้วทั้งสิ้น แต่ยังไม่พบว่างานวิจัยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดตารางสอนในระดับมหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกันเลย ซึ่งการจัดตารางสอนที่มีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกันนี้จะมีปัญหาที่เกิดขึ้นซับซ้อนเป็นอย่างมากและมีความสมจริงกับการจัดตารางสอนในแต่ละภาคการศึกษา มากกว่า การศึกษาครั้งนี้จะมุ่งเน้นความต้องการร่วมกันของหลายๆ คณะภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงการนำลักษณะและวิธีการจัดตารางสอนที่แตกต่างกันของแต่ละคณะภายในมหาวิทยาลัยกรณีศึกษา มาใช้ให้สามารถจัดตารางสอนร่วมกันได้อย่างลงตัว

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์มีคณะที่ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ้น 15 คณะ แต่งานวิจัยนี้ดำเนินการจัดตารางสอนเฉพาะรายวิชาศึกษาทั่วไปทั้งหมดที่เปิดสอนให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของทุกคณะ โดยแต่ละคณะมีหลายภาควิชา แต่ละภาควิชามีทรัพยากรของภาควิชานั้นๆ ที่ครอบคลุมถึงอาจารย์ผู้สอน รายวิชาและห้องเรียน แต่ละภาควิชาต้องการที่จะสร้างตารางเวลาการใช้ทรัพยากรที่ตัวเองมีอยู่ โดยทรัพยากรสามารถใช้ร่วมกับภาควิชาอื่นๆ ภายในมหาวิทยาลัยได้ ในส่วนของรายวิชานั้นแต่ละรายวิชาที่จะแบ่งออกเป็นหลายตอนเป็นอีกส่วนหนึ่งที่ขึ้นอยู่กับภาควิชา อย่างไรก็ตามถ้ารายวิชาที่ให้บริการกับนักศึกษามากกว่า 1 ภาควิชา จะต้องมีการกำหนดตารางเวลาเป็นช่วงเวลาของทุกภาควิชาที่เรียนรายวิชานั้นๆ โดยวิชาเหล่านั้นจะเรียกว่า "วิชาที่เรียนร่วมกัน" ในทำนองเดียวกันก็จะต้องใช้ห้องเรียนร่วมกัน แต่ละภาควิชาต้องการที่จะใช้ห้องเรียนของตัวเอง แต่บางรายวิชาจำเป็นต้องใช้ห้องเรียนร่วมกับคณะอื่น ในอาคารต่างๆ หรือคณะอื่นๆ ซึ่งการกำหนดการใช้ห้องเรียนต่างๆ ต้องไม่ให้เกิดความขัดแย้งใดๆ ระหว่างภาควิชา โดยภาพประกอบ 4.2 แสดงให้เห็นถึงการจัดตารางสอนที่ใช้ห้องเรียนร่วมกันระหว่างแต่ละคณะและแต่ละภาควิชา



ภาพประกอบ 4.2 การใช้ห้องเรียนร่วมกันภายในมหาวิทยาลัยที่มีหลายคณะ

ภายในคณะนั้นแต่ละภาควิชามีความรับผิดชอบสอนในรายวิชาที่ภาควิชาชั้นๆ รับผิดชอบ ซึ่งแต่ละรายวิชาจะมีการมอบหมายงานสอนสำหรับอาจารย์แต่ละท่านเพื่อที่จะทำการสอน และในบางรายวิชาอาจจะเชิญอาจารย์จากคณะอื่นๆ หรือจากภายนอกมหาวิทยาลัยมาสอนซึ่งจะแยกประเภทของอาจารย์ผู้สอนที่ฐานข้อมูล นอกจากนี้งานวิจัยนี้ไม่ได้กำหนดเวลาสำหรับนักศึกษาเป็นรายบุคคล แต่จะจัดตารางสอนให้กับนักศึกษาเป็นกลุ่มนักศึกษาแทน ในบางรายวิชาสามารถมีนักศึกษาจากกลุ่มอื่นของภาควิชาหรือคณะอื่นๆ มาเข้าเรียนได้ นั่นก็คือนักศึกษาที่มาเรียนรายวิชานี้ร่วมกันสามารถมาจากหลักสูตรอื่นที่แตกต่างได้ แต่ในกรณีนี้หากนักศึกษาไม่ได้ลงทะเบียนเรียนตามแผนการเรียนของตนเอง นักศึกษารายนั้นจำเป็นต้องหาเวลาว่างเพื่อมาเรียนในรายวิชาดังกล่าวเอง ทั้งนี้ในกรณีนี้ไม่สามารถใช้ได้ทุกรายวิชานั้นคือในบางรายวิชา บางตอน มีการกำหนดตายตัวว่าเปิดสอนสำหรับสาขาวิชาหนึ่งๆ เท่านั้น หากนักศึกษาไม่ได้ศึกษาในสาขาวิชาที่ระบุไว้แล้วเข้าไปเรียนก็จะไม่นับผลการเรียนให้กับนักศึกษารายนั้น ทั้งนี้หากนักศึกษาลงทะเบียนเรียนตามแผนการเรียนจะไม่เกิดปัญหาในส่วนนี้เพราะโปรแกรมการจัดตารางสอนเขียนไว้เพื่อรองรับนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนตามแผนการเรียนเป็นหลัก โดยปัญหาการจัดตารางสอนในมหาวิทยาลัยปัจจุบันสามารถแก้ไขได้โดยการประยุกต์ใช้วิธีการเจเนติกอัลกอริทึมโดยการนำเงื่อนไขในการจัดตารางสอนเข้ามาใช้ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนโดยจะกล่าวดังต่อไปนี้

4.2.1 เงื่อนไขในการจัดตารางสอน

การจัดตารางสอนนั้นเป็นการจัดตารางเวลาของนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน และห้องเรียนให้มีความสัมพันธ์กัน เป็นการจัดตารางความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักทั้ง 3 ส่วนที่กล่าวมาข้างต้นให้เป็นไปตามหลักสูตรของนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียนตามแผนการเรียนในแต่ละภาคการศึกษา โดยมีการกำหนดกลุ่มผู้เรียนในแต่ละรายวิชาตามหลักสูตรของแต่ละสาขาวิชา นอกจากนั้นแล้วการจัดตารางสอนจำเป็นต้องจัดให้มีความสัมพันธ์เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ อาทิเช่น เวลาสอนของอาจารย์ผู้สอน เวลาเรียนของกลุ่มนักศึกษา และเวลาการใช้ห้องเรียนต้องไม่ซ้ำซ้อนกัน

เป็นต้น การกำหนดเงื่อนไขก็เพื่อให้ได้ตารางสอนที่มีเหมาะสมที่สุด ในงานวิจัยนี้นำเสนอเงื่อนไขที่ใช้ในการจัดตารางสอนแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ เงื่อนไขบังคับ (hard constraints) และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ (soft constraints) รายละเอียดของเงื่อนไขทั้ง 2 ประเภทสามารถแสดงได้ดังนี้

เงื่อนไขบังคับเป็นเงื่อนไขพื้นฐานสำหรับการจัดตารางสอนกล่าวคือ ตารางสอนที่ถือว่าเป็นตารางสอนที่เป็นไปได้ (feasible timetable) จะต้องไม่ละเมิดเงื่อนไขบังคับ ซึ่งเงื่อนไขบังคับสำหรับงานวิจัยนี้คือ

1. ในวันและเวลาเดียวกันอาจารย์ผู้สอนหนึ่งคนสามารถสอนได้หนึ่งกลุ่มเท่านั้น
2. ในวันและเวลาเดียวกันนักศึกษาหนึ่งกลุ่มสามารถเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น
3. ในวันและเวลาเดียวกันสามารถกำหนดการเรียนการสอนให้กับห้องเรียน 1 ห้องเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น
4. กำหนดห้องเรียนให้เหมาะสมกับประเภทรายวิชา เช่น วิชาปฏิบัติจะต้องกำหนดให้กับห้องปฏิบัติการ
5. วิชาปฏิบัติกำหนดให้เรียน 3 คาบติดต่อกัน
6. ห้องเรียนมีขนาดเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน
7. พยายามจัดตารางสอนให้อยู่ในช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น. ก่อน

จากเงื่อนไขบังคับข้อที่ 7 นั้น สาเหตุที่ต้องขยายช่วงเวลาจากการจัดการเรียนการสอนในช่วงเวลา 8.00 – 16.50 น. เป็นช่วงเวลา 8.00 – 20.00 น. เนื่องจากการจัดการเรียนการสอนในช่วงเวลา 8.00 – 16.50 น. นั้นทำให้เกิดการซ้ำซ้อนกันของเวลาสอนของอาจารย์ เวลาเรียนของนักศึกษา และเวลาการใช้ห้องเรียนเป็นจำนวนมาก เนื่องจากโหลดสูงสุดของเวลาที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเท่ากับ 60 คาบต่อสัปดาห์นั่นก็คือจัดการเรียนการสอนวันละ 12 คาบเรียนเป็นจำนวน 5 วันต่อสัปดาห์ การขยายช่วงเวลาเพิ่มขึ้นก็เพื่อให้เพียงพอต่อเวลาสำหรับการจัดการเรียนการสอนและเพื่อลดความผิดพลาดในการจัดตารางสอน

เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์เป็นเงื่อนไขที่ไม่ส่งผลกระทบต่อตารางสอนที่เป็นไปได้แต่จะช่วยปรับปรุงความเหมาะสมของตารางสอนให้เป็นไปตามความต้องการมากยิ่งขึ้น ซึ่งเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่ใช้สำหรับงานวิจัยนี้คือ

1. คาบที่ 2 ของรายวิชาเดียวกันไม่ควรจัดให้อยู่ในวันเดียวกันโดยเว้นคาบว่าง
2. ควรจัดการสอนรายวิชาประจำภาควิชาให้กับห้องเรียนให้อยู่ในภาควิชาหน้านั้นก่อน
3. ในแต่ละวันเมื่อนักศึกษาที่มีคาบเรียนแล้วไม่ควรมีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนในคาบถัดไป
4. ในแต่ละวันควรมีการเว้นคาบว่างในเวลา 12.00-12.50 น. เพื่อให้นักศึกษาพักรับประทานกลางวัน
5. ในแต่ละวันอาจารย์ไม่ควรสอนวิชาบรรยายติดกันเกิน 4 คาบ
6. ในแต่ละวันนักศึกษาไม่ควรเรียนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ
7. รายวิชาของคณะใดก็จัดให้เรียนที่ห้องเรียนของคณะนั้น

8. พยายามจัดตารางสอนให้มีการเรียนข้ามคณะโดยมีระยะห่างระหว่างคณะน้อยที่สุด

นอกจากเงื่อนไขที่กล่าวมาแล้วนั้นยังมีข้อกำหนดพื้นฐานของแต่ละคณะหรือแต่ละภาควิชาสำหรับใช้ในการจัดตารางสอน เช่น อาจารย์ที่อยู่ในทีมผู้บริหารของคณะต้องมีการกำหนดเวลาว่างเพื่อประชุมทีมผู้บริหาร เป็นต้น จะเห็นได้ว่าแม้จะมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆ ในการจัดตารางสอนแล้ว ก็ยังมีเงื่อนไขอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนของแต่ละท่านที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาด้วยเช่นกัน

4.2.2 การกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม (fitness function)

ฟังก์ชันกำหนดค่าความเหมาะสมเป็นฟังก์ชันที่ทำการจับคู่ค่าการประเมินที่ได้จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ไปเป็นค่าความเหมาะสม จุดประสงค์ของฟังก์ชันนี้ก็คือเพื่อทำการกำหนดค่าความเหมาะสมให้กับโครโมโซมแต่ละตัว โดยทำการเปรียบเทียบกับตนเองภายในกลุ่มประชากร ค่าความเหมาะสมจะถูกนำไปใช้เป็นมาตรวัดเพื่อคัดเลือกโครโมโซมที่จะใช้ในการสืบสายพันธุ์ในรุ่นถัดไป สาเหตุที่เจเนติกอัลกอริทึมไม่ใช้ค่าการประเมินในการคัดเลือกโครโมโซมก็เพราะว่าค่าการประเมินที่ได้จากฟังก์ชันวัตถุประสงค์นั้นจะมีค่าขึ้นอยู่กับระบบ อาจจะทำให้ตัวเลขที่ได้มีความหลากหลายและแตกต่างกันเกินไป ตัวอย่างเช่น ขนาดค่าความผิดพลาดของระบบสามารถมีค่าน้อยที่สุดคือศูนย์และมากที่สุดที่ไม่จำกัดขนาดและเครื่องหมาย ดังนั้นจะเห็นได้ชัดว่าเป็นการไม่สะดวกนักที่จะเอาค่าดังกล่าวมาใช้ในการคัดเลือกโครโมโซม เนื่องจากค่านั้นๆ อาจจะมีค่าแตกต่างกันเกินไป (โดยเฉพาะในแต่ละรอบของเจเนติกอัลกอริทึมที่มีการประเมินโครโมโซม ค่าความผิดพลาดอาจจะมีค่าแตกต่างกันโดยสิ้นเชิงก็เป็นได้) ฟังก์ชันกำหนดค่าความเหมาะสมจึงเป็นการคำนวณค่าการประเมินของโครโมโซมทั้งหมดเทียบกับโครโมโซมด้วยตนเองและปรับให้มีค่าที่อยู่บนบรรทัดฐานเดียวกัน

สำหรับฟังก์ชันเป้าหมายกับฟังก์ชันความเหมาะสมนั้น จะเห็นได้ว่าการหาคำตอบที่ดีที่สุดของปัญหาทางเจเนติกอัลกอริทึมมีพื้นฐานอยู่บนผลลัพธ์จากการหาคำตอบที่ผ่านมา วิธีการเจเนติกอัลกอริทึมจะไม่พิจารณาจากขั้นตอนของการแก้ปัญหาแต่จะพิจารณาโดยตัดสินใจว่าคำตอบใหม่ที่ได้ดีขึ้นกว่าเดิมหรือไม่ หรือเป็นคำตอบที่ใกล้เคียงคำตอบที่ต้องการหรือไม่ จากฟังก์ชันเป้าหมายนั้นเนื่องจากแต่ละปัญหาจะสามารถกำหนดฟังก์ชันเป้าหมายซึ่งเป็นฟังก์ชันที่แสดงความสัมพันธ์ของแต่ละตัวแปร พารามิเตอร์ เงื่อนไข หรือข้อกำหนดต่างๆ ของปัญหานั้นๆ ที่ระบุคำตอบใดคำตอบหนึ่งที่สามารถเป็นไปได้ ณ ค่าพารามิเตอร์ เงื่อนไข หรือข้อกำหนดชุดดังกล่าว ส่วนฟังก์ชันความเหมาะสมนั้นเป็นฟังก์ชันกำหนดค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมเปรียบเสมือนค่าความสามารถในการอยู่รอดของแต่ละโครโมโซมและเป็นฟังก์ชันที่กำหนดโอกาสที่แต่ละโครโมโซมจะถูกคัดเลือกว่ามีโอกาสมากน้อยเพียงใด นั่นคือฟังก์ชันความเหมาะสมจะเป็นฟังก์ชันที่แสดงถึงค่าคำตอบที่เกิดขึ้นจากชุดตัวแปรของปัญหาของโครโมโซมนั้นๆ ว่าดีเพียงใด โดยทั่วไปแล้วมักใช้ฟังก์ชันเป้าหมายเป็นฟังก์ชันความเหมาะสม หรืออาจจะใช้ฟังก์ชันเป้าหมายที่ถูกปรับให้เหมาะสมกับการใช้เจเนติกอัลกอริทึมเป็นฟังก์ชันความเหมาะสมก็เป็นได้

ฟังก์ชันค่าความเหมาะสมจะมีความแตกต่างกันไปตามแต่ละปัญหา โดยฟังก์ชันดังกล่าวนี้จะใช้ในการประเมินค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมในโปรแกรม โดยมักจะทำการทดสอบกับเป้าหมายตัวอย่างในโลกของปัญหาจริงๆ พร้อมทั้งใช้ค่าการวัดประสิทธิภาพของตัวอย่างนั้นๆ มาเป็นค่าความเหมาะสม นอกจากการวัดค่าประสิทธิภาพของโครโมโซมโปรแกรมแล้ว ค่าความเหมาะสมยังใช้ในการลงโทษ (penalize) โครโมโซมที่มีโครงสร้างที่ไม่เหมาะสมได้ ซึ่งฟังก์ชันความเหมาะสมนี้เป็นฟังก์ชันที่สร้างจากเงื่อนไขที่ใช้ในการจัดตารางสอนทั้ง 2 ประเภทที่ได้กำหนดไว้แล้วข้างต้น ซึ่งจะนำการกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขแต่ละข้อเข้ามาช่วยในการจำแนกโครโมโซมที่ดีด้วยการกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขบังคับให้สูงๆ เพื่อให้มีความแตกต่างกันกับค่าน้ำหนักของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์มากๆ จะทำให้โครโมโซมที่ไม่ผ่านเงื่อนไขบังคับมีค่าความเหมาะสมสูงมาก ซึ่งนั่นก็หมายความว่าโครโมโซมนั้นเป็นโครโมโซมที่ไม่ดี และไม่ถูกเลือกไปเป็นคำตอบของปัญหา

การประเมินค่าความเหมาะสม (fitness evaluation) โดยทั่วไปแล้วค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมจะมีความสัมพันธ์กับค่าวัตถุประสงค์ (objective value) ที่ได้จากคำตอบของปัญหาค่าหนึ่ง ซึ่งหมายความว่าค่าความเหมาะสมจะต้องถอดรหัสโครโมโซมแต่ละโครโมโซมไปเป็นตัวแปรจริงของปัญหาแล้วคำนวณค่าวัตถุประสงค์โดยแทนตัวแปรที่ได้จากการถอดรหัสไปในฟังก์ชันวัตถุประสงค์ซึ่งเป็นฟังก์ชันที่ใช้วัดคุณสมบัติของโครโมโซมว่าเหมาะสมกับปัญหานั้นๆ เพียงใด ถ้าเป็นปัญหาในการหาเงื่อนไขที่ดีที่สุดหรือปัญหาการหาจุดสูงสุด เราสามารถนำค่าวัตถุประสงค์ไปใช้เป็นค่าความเหมาะสมได้เลย แต่ถ้าเป็นการหาเงื่อนไขน้อยที่สุด (minimization) หรือปัญหาการหาจุดต่ำสุด ค่าความเหมาะสมจะหาได้โดยใช้สมการค่าความเหมาะสม ในการวัดค่าโครโมโซมการจัดตารางสอนนั้นมีการวัดค่าความเหมาะสมจากฟังก์ชันความเหมาะสมโดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุดจะเป็นโครโมโซมที่ดีที่สุด ซึ่งฟังก์ชันค่าความเหมาะสมเป็นไปดังสมการที่ 4.1

$$\text{fitness value} = \sum_{i=1}^N (n_i * w_i) \quad 4.1$$

กำหนดให้

- n = จำนวนครั้งที่เกิดการละเมิดเงื่อนไข i
- N = จำนวนเงื่อนไขทั้งหมด (รวมทั้ง 2 ประเภท)
- W = ค่าน้ำหนักของเงื่อนไข i (ให้ค่าตามลำดับความสำคัญของเงื่อนไขแต่ละข้อโดยกำหนดค่าน้ำหนักโดยผู้ทำวิจัย)

การให้ค่าน้ำหนักของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์จะให้ตามลำดับความสำคัญของเงื่อนไขแต่ละข้อเป็นหลัก สำหรับงานวิจัยนี้ส่วนหนึ่งจะใช้ลำดับความสำคัญของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ของงานวิจัยเดิมซึ่งได้มาจากการจัดทำแบบสอบถามมาใช้พิจารณาตามความเหมาะสมแล้วปรับให้เหมาะกับงานวิจัยนี้ และเงื่อนไขบางข้อที่เพิ่มเข้ามาจะทำการกำหนดจากความเหมาะสมเพื่อให้การจัดตารางสอนที่ได้ออกมามีความสมบูรณ์มากที่สุด เมื่อได้แนวโน้มของลำดับความสำคัญแล้วจะนำค่าลำดับความสำคัญเหล่านั้นไปใช้เป็นปัจจัยในการพิจารณากำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขในการจัดตารางสอนแต่ละข้อ ซึ่งค่าน้ำหนักที่กำหนดนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้จัดตารางสอน โดยลำดับความสำคัญของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ลำดับความสำคัญของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์

เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์	ลำดับความสำคัญ
1. คาบที่ 2 ของรายวิชาเดียวกันไม่ควรจัดให้อยู่ในวันเดียวกันโดยเว้นคาบว่าง	4
2. ควรจัดการสอนรายวิชาประจำภาควิชาให้กับห้องเรียนให้อยู่ในภาควิชาชั้นก่อน	3
3. ในแต่ละวันเมื่อนักศึกษาที่มีคาบเรียนแล้วไม่ควรมีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนในคาบถัดไป	4
4. ในแต่ละวันควรมีการเว้นคาบว่างในเวลา 12.00-12.50 น. เพื่อให้นักศึกษาพักรับประทานอาหารกลางวัน	2
5. ในแต่ละวันอาจารย์ไม่ควรสอนวิชาบรรยายติดกันเกิน 4 คาบ	1
6. ในแต่ละวันนักศึกษาไม่ควรเรียนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ	1
7. รายวิชาของคณะใดก็จัดให้เรียนที่ห้องเรียนของคณะนั้น	1
8. พยายามจัดตารางสอนให้มีการเรียนข้ามคณะโดยมีระยะห่างระหว่างคณะน้อยที่สุด	5

ในการกำหนดค่าน้ำหนักเงื่อนไขที่เป็นเงื่อนไขบังคับให้มีค่าน้ำหนักมากนั้นก็เพื่อให้มีความแตกต่างกับค่าน้ำหนักของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ เพื่อให้สามารถแยกเงื่อนไขบังคับออกจากเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ได้อย่างชัดเจน เช่น กำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขบังคับเป็นตัวเลขหลักพัน และกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์เป็นตัวเลขหลักสิบ รวมทั้งการกำหนดค่าน้ำหนักให้เงื่อนไขบังคับที่มากนั้นก็เพื่อแสดงให้เห็นว่าเงื่อนไขนั้นเป็นเงื่อนไขที่ควรหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดขึ้นในการจัดตารางสอนนั่นเอง โดยมีการเรียงลำดับคะแนนมากน้อยตามลำดับความสำคัญของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์แต่ละข้อ ทั้งนี้เนื่องจากกลไกทางเจเนติกอัลกอริทึมจะพยายามกำจัดคำตอบที่ด้อยไปเองตามธรรมชาติ ดังนั้นถ้าหากคำตอบใดผิดเงื่อนไขบังคับก็ทำให้มีค่าความเหมาะสมมาก นั่นหมายความว่าคำตอบที่ได้ไม่ใช่คำตอบที่ดี คำตอบนั้นก็จะไม่ถูกเลือก การกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขในการจัดตารางสอนทั้ง 2 ประเภทที่ใช้ในการคำนวณค่าความเหมาะสมของงานวิจัยนี้แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขในการจัดตารางสอน

เงื่อนไข	ค่าน้ำหนัก
เงื่อนไขบังคับ	
1. ในวันและเวลาเดียวกันอาจารย์ผู้สอนหนึ่งคนสามารถสอนได้หนึ่งกลุ่มเท่านั้น	1,000
2. ในวันและเวลาเดียวกันนักศึกษาหนึ่งกลุ่มสามารถเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น	1,000

ตารางที่ 4.4 การกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขในการจัดตารางสอน (ต่อ)

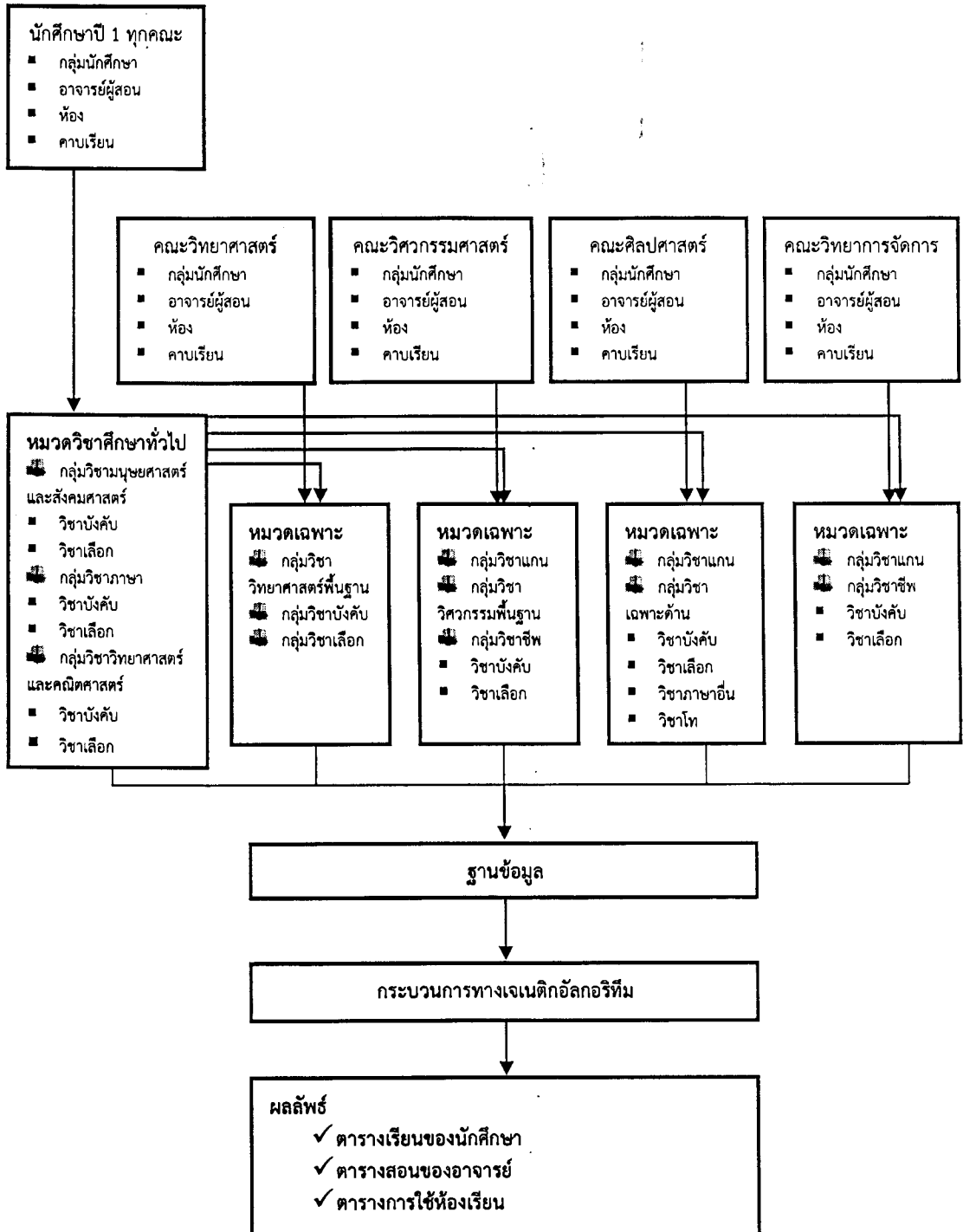
เงื่อนไข	ค่าน้ำหนัก
เงื่อนไขบังคับ	
3. ในวันและเวลาเดียวกันสามารถกำหนดการเรียนการสอนให้กับห้องเรียน 1 ห้องเรียนได้หนึ่งรายวิชานั้น	1,000
4. การกำหนดห้องเรียนให้เหมาะสมกับประเภทรายวิชา	1,000
5. วิชาปฏิบัติกำหนดให้เรียน 3 คาบติดต่อกัน	1,000
6. ห้องเรียนมีขนาดเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน	1,000
7. พยายามจัดตารางสอนให้อยู่ในช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น. ก่อน	10,000
เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์	
1. คาบที่ 2 ของรายวิชาเดียวกันไม่ควรจัดให้อยู่ในวันเดียวกันโดยเว้นคาบว่าง	400
2. ควรจัดการสอนรายวิชาประจำภาควิชาให้กับห้องเรียนให้อยู่ในภาควิชาที่นั้นก่อน	300
3. ในแต่ละวันเมื่อนักศึกษาที่มีคาบเรียนแล้วไม่ควรมีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนในคาบถัดไป	400
4. ในแต่ละวันควรมีการเว้นคาบว่างในเวลา 12.00-12.50 น. เพื่อให้นักศึกษาพักรับประทานกลางวัน	500
5. ในแต่ละวันอาจารย์ไม่ควรสอนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ	900
6. ในแต่ละวันนักศึกษาไม่ควรเรียนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ	900
7. รายวิชาของคณะใดก็จัดให้เรียนที่ห้องเรียนของคณะนั้น	900
8. พยายามจัดตารางสอนให้มีการเรียนข้ามคณะโดยมีระยะห่างระหว่างคณะน้อยที่สุด	200

อีกทั้งยังมีข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอน อาทิเช่น หากเป็นคาบเรียนติดกันไม่ควรจัดห้องเรียนให้ไกลกันมาก หรือหากเป็นการเรียนข้ามคณะควรเว้นคาบว่างหรือมีระยะเวลาเพื่อสำหรับให้นักศึกษาสามารถเดินทางไปเรียนได้ทันเวลา เป็นต้น

4.3 โครงสร้างของระบบการจัดตารางสอน

วิธีการจัดตารางสอนของกองทะเบียนและประมวลผลที่ดำเนินการจัดตารางสอนให้กับมหาวิทยาลัยในปัจจุบันยังเป็นการจัดด้วยมือ โดยใช้ตารางสอนเดิมของปีการศึกษาก่อนหน้ามาเป็นข้อมูลเริ่มต้น โดยวิธีการจัดตารางสอนนั้นแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือจัดตารางสอนในรายวิชาศึกษาทั่วไปและจัดตารางสอนภายในคณะของแต่ละคณะ ในส่วนแรกจะเป็นการจัดตารางสอนในรายวิชาศึกษาทั่วไปให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของทุกคณะที่ลงทะเบียนเรียนตามหลักสูตรซึ่งประกอบด้วย 3 กลุ่มวิชานั้นคือ กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์เปิดสอนที่คณะศิลปศาสตร์และคณะวิทยาการ

จัดการ กลุ่มวิชาภาษาเปิดสอนที่คณะศิลปศาสตร์ และกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เปิดสอนที่คณะวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างของรายวิชาในกลุ่มวิชาศึกษาทั่วไปคือ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานซึ่งเปิดสอนที่คณะวิทยาศาสตร์ วิชาภาษาอังกฤษพื้นฐานซึ่งเปิดสอนที่คณะศิลปศาสตร์



ภาพประกอบ 4.3 แผนภาพโครงสร้างการจัดตารางสอน

ส่วนที่ 2 เป็นการจัดตารางสอนภายในคณะของแต่ละคณะ โดยแต่ละคณะจะทำการจัดสรรห้องเรียนให้กับทุกภาควิชาภายในคณะของตนเอง โดยจะใช้ทรัพยากรห้องเรียนภายในคณะของตนเองเท่านั้น จะเห็นได้ว่าคณะวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ และคณะวิทยาการจัดการนั้น นอกจากจะต้องจัดสรรห้องเรียนให้กับนักศึกษาภายในคณะของตนเองเรียนแล้ว ยังต้องจัดสรรทรัพยากรให้กับนักศึกษาอื่นๆ ที่มาเรียนรายวิชาศึกษาทั่วไปในคณะอีกด้วย ด้วยเหตุนี้จึงเป็นสาเหตุของปัญหาการจัดตารางสอนที่เกิดขึ้นภายในทั้ง 3 คณะดังกล่าวมีปัญหาเวลาซ้ำซ้อนกันเป็นอย่างมาก งานวิจัยนี้จึงเลือกพิจารณา 4 คณะ คือ คณะวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะวิทยาการจัดการ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ก่อน ซึ่งทั้ง 4 คณะนี้เป็นคณะที่มีขนาดใหญ่และมีความซ้ำซ้อนเป็นจำนวนมาก ซึ่งโครงสร้างขั้นตอนการจัดตารางสอนนั้นจะดำเนินการจัดตารางสอนให้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 โดยกำหนดให้นักศึกษาชั้นปีที่ 1 เรียนวิชาในหมวดวิชาศึกษาทั่วไปทั้ง 3 กลุ่มวิชา ก่อน เมื่อขึ้นชั้นปีที่ 2 ชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 แล้วจึงแยกไปเรียนวิชาเฉพาะของสาขาวิชาในคณะของตนเอง รวมทั้งใช้ห้องเรียนของคณะของตนเองในการจัดการเรียนการสอนด้วย เมื่อจัดการข้อมูลในส่วนนี้เรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลทั้งหมดไปใส่ในฐานข้อมูลแล้วเข้าสู่กระบวนการγενเนติกอัลกอริทึม โดยผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมการจัดตารางสอนคือ ตารางเรียนของนักศึกษา ตารางสอนของอาจารย์ และตารางการใช้ห้องเรียน โดยผลลัพธ์ที่ได้นี้จะแสดงออกมาในรูปแบบ Microsoft excel แผนภาพโครงสร้างการจัดตารางสอนแสดงได้ดังภาพประกอบ 4.3

4.4 โครงสร้างและฐานข้อมูลของโปรแกรมจัดตารางสอน

การจัดทำโปรแกรมการจัดตารางสอนขึ้นมานั้นต้องเริ่มจากการศึกษาข้อมูลการทำงานของระบบการจัดตารางสอนปัจจุบันเพื่อศึกษาหน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละคนและแต่ละหน่วยงาน เพื่อให้สามารถออกแบบฐานข้อมูลรองรับกับระบบการทำงานที่เป็นอยู่ได้ จากนั้นดำเนินการจัดทำโครงสร้างของโปรแกรมการจัดตารางสอนโดยจะมีองค์ประกอบหลายส่วนทั้งโครงสร้างในระบบฐานข้อมูลและตัวโปรแกรมการจัดตารางสอน

4.4.1 ขอบเขตของระบบการจัดตารางสอน

ขอบเขตของระบบการจัดตารางสอนเป็นการแสดงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนทั้งหมดของกองทะเบียนและประมวลผล ซึ่งแสดงเป็นแผนภาพให้เห็นว่าหน่วยงานหรือบุคคลใดทำหน้าที่ใดบ้างในกระบวนการจัดตารางสอนโดยแผนภาพระบบการจัดตารางสอนแสดงดังภาพประกอบ 4.4 โดยระบบการจัดตารางสอนนี้ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบในการจัดตารางสอนคือ

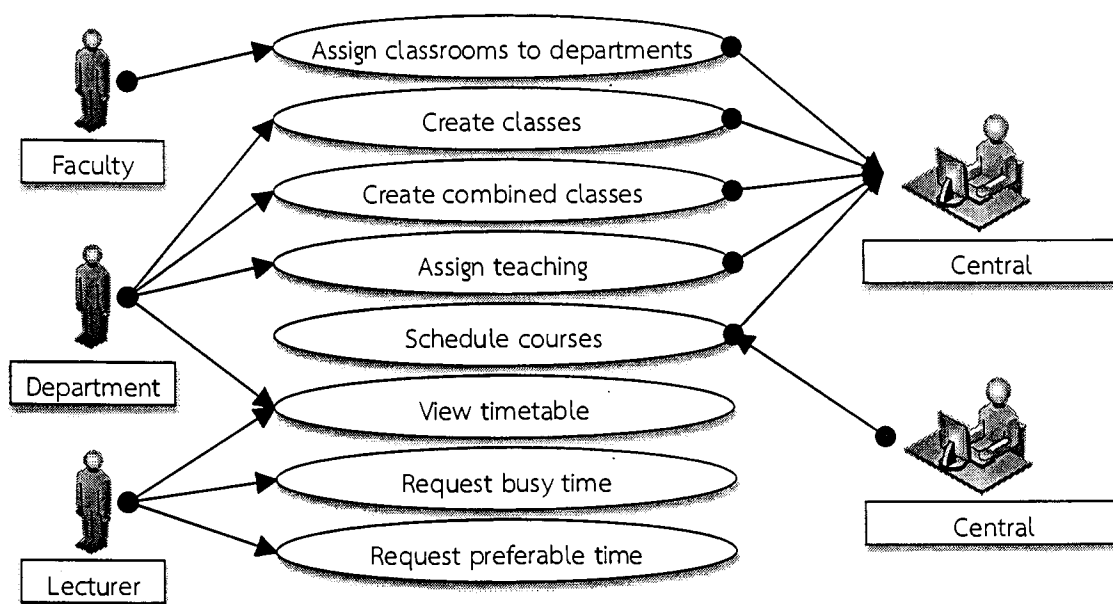
- 1) อาจารย์ เป็นบุคคลที่สามารถขอเวลาว่างและเวลาที่ต้องการสอนเพื่อให้โปรแกรมจัดตารางสอนได้ โดยโปรแกรมจะพยายามหลีกเลี่ยงเวลาดังกล่าวที่อาจารย์แต่ละท่านขอมา อาจารย์สามารถดูตารางสอนได้เมื่อโปรแกรมการจัดตารางสอนดำเนินการประมวลผลสมบูรณ์แล้ว
- 2) เจ้าหน้าที่ของแต่ละภาควิชา เป็นบุคคลที่ทำงานในแต่ละภาควิชา เจ้าหน้าที่ของภาควิชามีหน้าที่จัดเวลาของกลุ่มผู้เรียนและเวลาสอนของอาจารย์ลงในตารางเวลา ซึ่งการจัด

ตารางสอนนั้นขึ้นอยู่กับแผนการสอนโดยเจ้าหน้าที่ภาควิชาจะทำหน้าที่กำหนดอาจารย์ผู้สอนที่จะสอนในแต่ละรายวิชา

3) เจ้าหน้าที่คณะ เป็นบุคคลที่ทำงานในแต่ละคณะ เจ้าหน้าที่คณะเป็นผู้กำหนดห้องเรียนให้แก่ภาควิชาที่อยู่ภายในคณะ โดยแต่ละภาควิชาสามารถใช้ห้องเรียนที่ได้รับการจัดสรรเหล่านั้นสำหรับเรียนรายวิชานั้นๆ ได้ แต่การจัดสรรห้องเรียนนี้บางครั้งก็ไม่จำเป็นต้องทำในทุกๆ ภาคการศึกษา

4) เจ้าหน้าที่ส่วนกลาง เป็นบุคคลที่ทำงานในกองทะเบียนและประมวลผลหรือหน่วยงานกลางในการจัดตารางสอนของมหาลัย โดยเจ้าหน้าที่ในกองทะเบียนและประมวลผลจะทำหน้าที่เปิดใช้งานระบบการจัดตารางสอนเพื่อกำหนดตารางเวลาให้กับทุกรายวิชาและทุกห้องเรียนของทั้ง 4 คณะภายในมหาวิทยาลัย

5) ระบบสารสนเทศมหาวิทยาลัย เป็นตัวควบคุมระบบที่ครอบคลุมทั้งฐานข้อมูลระบบการจัดการฐานข้อมูล และโปรแกรมการประมวลผลในการจัดตารางสอน มีหน้าที่ในการจัดเก็บและจัดการข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนของมหาวิทยาลัย



ภาพประกอบ 4.4 แผนภาพระบบการจัดตารางสอน

4.4.2 การออกแบบโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอน

โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอนสามารถออกแบบได้ดังแสดงในภาพประกอบ 4.5 ซึ่งจะประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ ส่วนการป้อนข้อมูลเข้า ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผลลัพธ์ สามารถอธิบายรายละเอียดของแต่ละส่วนได้ดังนี้

1) ส่วนการป้อนข้อมูลเข้า (input) ในส่วนนี้จะแยกออกเป็น 2 ส่วนย่อยคือ

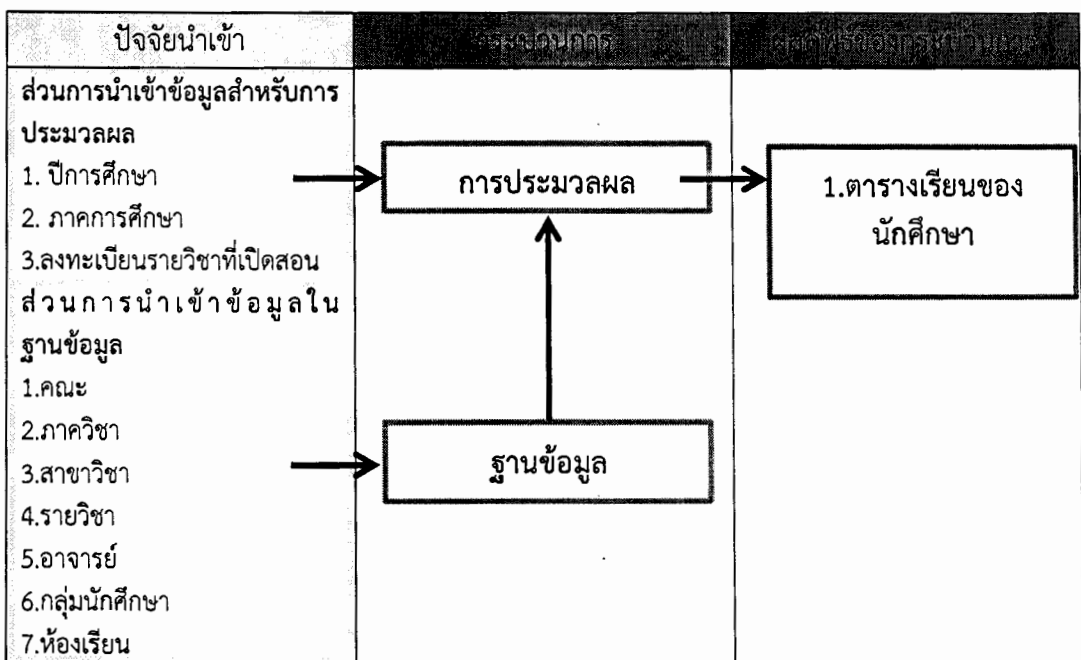
- ส่วนการนำเข้าข้อมูลสำหรับการประมวลผล ในส่วนนี้ผู้ใช้โปรแกรมจะใส่ข้อมูล ปีการศึกษาที่ต้องการจัดตารางสอน ภาคการศึกษาที่ต้องการจัดตารางสอน และทำการ

ลงทะเบียนแต่ละรายวิชาที่ต้องการเปิดสอนในปีการศึกษา และภาคการศึกษาที่ต้องการจัดตารางสอน ที่หน้าโปรแกรมจัดตารางสอนโดยโปรแกรมจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้

- ส่วนการนำเข้าข้อมูลในฐานข้อมูล โดยข้อมูลที่ใส่ลงไปในฐานข้อมูลนี้ ประกอบด้วย คณะ ภาควิชา สาขาวิชา รายวิชา อาจารย์ กลุ่มนักศึกษา และห้องเรียน โดยทุกส่วนจะประกอบด้วยรายชื่อและรหัสแทนส่วนต่างๆ

2) ส่วนการประมวลผล (processing) โดยโปรแกรมจะรับข้อมูลมาจากส่วนการนำเข้าข้อมูลสำหรับการประมวลผลและดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลแล้วทำการประมวลผลโปรแกรม

3) ส่วนแสดงผลลัพธ์ (output) เมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมก็จะแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็น 3 ส่วน คือ ตารางเรียนของนักศึกษา ตารางสอนของอาจารย์ และตารางการใช้ห้องเรียน



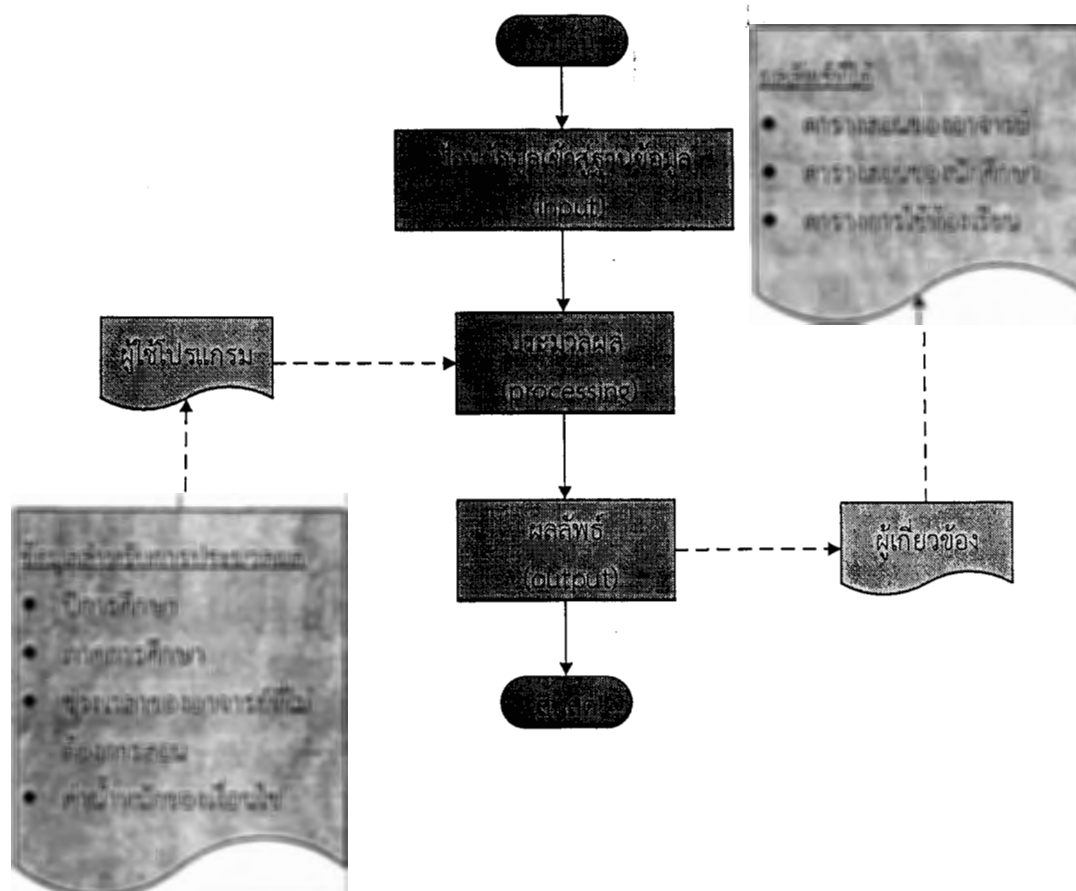
ภาพประกอบ 4.5 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอน

กระบวนการทำงานของโปรแกรมนี้สามารถแสดงได้ในภาพประกอบ 4.6 โดยสามารถอธิบายรายละเอียดการทำงานของแต่ละส่วนของกระบวนการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอนได้ดังนี้

1) ส่วนของการป้อนข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่จำเป็นในการจัดตารางสอนป้อนเข้าสู่ฐานข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมทำการจัดตารางสอน โดยข้อมูลที่ใส่ลงไปฐานข้อมูลนี้ประกอบด้วย คณะ ภาควิชา สาขาวิชา รายวิชา อาจารย์ กลุ่มนักศึกษา และห้องเรียน โดยทุกส่วนจะประกอบด้วยรายชื่อและรหัสแทนส่วนต่างๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2) ส่วนของการประมวลผล ส่วนนี้เองที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมให้เหมาะสมกับปัญหาการจัดตารางสอน โดยรับข้อมูลมาจากส่วนการป้อนข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลและรับค่ามาจากส่วนประมวลผล ซึ่งส่วนประมวลผล

นี้ผู้ใช้โปรแกรมจะใส่ข้อมูลปีการศึกษาที่ต้องการจัดตารางสอน ภาคการศึกษาที่ต้องการจัดตารางสอน ช่วงเวลาของอาจารย์ที่ไม่ต้องการสอน และค่าน้ำหนักของแต่ละเงื่อนไข จากนั้นทำการลงทะเบียนแต่ละรายวิชาที่ต้องการเปิดสอนในปีการศึกษา และภาคการศึกษาที่ต้องการจัดตารางสอนที่หน้าโปรแกรมจัดตารางสอนโดยโปรแกรมจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาใช้ ซึ่งโปรแกรมจะพิจารณาความขัดแย้งของเงื่อนไขบังคับและเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ภายในโปรแกรมให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดเพื่อเป็นตัวชี้วัดตารางสอนที่เหมาะสมที่สุด

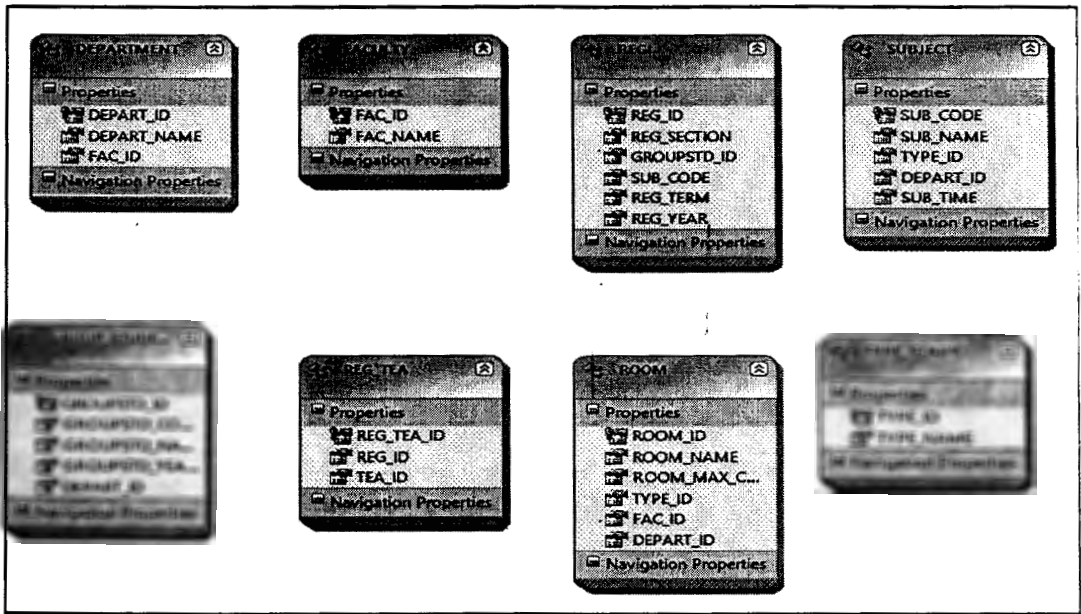


ภาพประกอบ 4.6 โครงสร้างกระบวนการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอน

3) ส่วนของการแสดงผลลัพธ์ ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมการจัดตารางสอนก็คือ ตารางการใช้ห้องเรียน ตารางสอนของอาจารย์ และตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษา ซึ่งแสดงผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบ Microsoft excel ดังหน้าโปรแกรมที่จะอธิบายต่อไป

4.4.3 ฐานข้อมูลของโปรแกรมจัดตารางสอน

งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Oracle 11 g ในการจัดการฐานข้อมูลโดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ของตารางข้อมูลในฐานข้อมูลดังภาพประกอบ 4.7



ภาพประกอบ 4.7 ความสัมพันธ์ของตารางข้อมูลภายในฐานข้อมูล

โดยในส่วนของฐานข้อมูลที่ออกแบบไว้ั้นประกอบด้วยตารางข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดการสอนทั้งสิ้น 11 ตาราง ซึ่งผลลัพธ์จากการออกแบบฐานข้อมูลจะได้ตารางข้อมูลของระบบงานการจัดการสอนแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ตารางข้อมูลของระบบงานการจัดการสอน

No.	Table	Description
1	REGIS	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนเรียน
2	REG_TEA	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาที่เปิดสอน
3	FACULTY	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับคณะ
4	DEPARTMENT	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับภาควิชา
5	ROOM	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน
6	GROUP_STUDENT	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มนักศึกษา
7	TYPE_STUDY	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทรายวิชา
8	SUBJECT	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชา
9	TEACHER	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอน
10	TEA_TYPE	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทอาจารย์ผู้สอน
11	FAC_PATH	ตารางข้อมูลเกี่ยวกับระยะทางระหว่างคณะ

โดยมีรายละเอียดในแต่ละตารางข้อมูลของระบบงานการจัดการสอนดังนี้

1) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนเรียน เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดในการลงทะเบียนเรียน โดยการลงทะเบียนเรียนในระดับมหาวิทยาลัยแต่ละปีการศึกษานั้นจะแบ่ง

ออกเป็น 3 ภาคการศึกษาคือ ภาคการศึกษาที่ 1 ภาคการศึกษาที่ 2 และภาคฤดูร้อน เมื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดตารางสอนจึงจำเป็นต้องแยกภาคการศึกษา ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนเรียนดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนเรียน

No.	Name	Description
1	REG_ID	รหัสการลงทะเบียน
2	REG_SECTION	กลุ่มการเรียนที่ลงทะเบียน
3	GROUPSTD_ID	รหัสกลุ่มนักศึกษา
4	SUB_CODE	รหัสรายวิชา
5	REG_TERM	ภาคการเรียนที่ลงทะเบียน
6	REG_YEAR	ปีที่ลงทะเบียน

2) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนรายวิชา เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดในการลงทะเบียนรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษา โดยในแต่ละภาคการศึกษามีรายวิชาที่เปิดสอนแตกต่างกันออกไป ในแต่ละวิชาก็มีอาจารย์ผู้สอนที่ต่างกัน จึงจำเป็นต้องดำเนินการลงทะเบียนรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาเพื่อให้เกิดความสะดวกในการจัดตารางสอน ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนรายวิชาที่เปิดสอนดังแสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับการลงทะเบียนรายวิชาที่เปิดสอน

No.	Name	Description
1	REG_TEA_ID	รหัสรายวิชาที่เปิดสอน
2	REG_ID	รหัสที่ลงทะเบียน
3	TEA_ID	รหัสอาจารย์ที่ลงทะเบียน

3) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับคณะ เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับคณะภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยเป็นคณะที่พิจารณานำมาใช้ในการจัดทำโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนนี้ ซึ่งงานวิจัยนี้มีคณะที่พิจารณาในการจัดตารางสอนทั้งหมด 13 คณะ ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับคณะดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับคณะ

No.	Name	Description
1	FAC_ID	รหัสคณะ
2	FAC_NAME	ชื่อคณะ

4) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับภาควิชา เป็นตารางที่ใช้เก็บรายละเอียดเกี่ยวกับภาควิชาที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำโปรแกรมการจัดตารางสอนนี้ ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับภาควิชาดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับภาควิชา

No.	Name	Description
1	DEPART_ID	รหัสภาควิชา
2	DEPART_NAME	ชื่อภาควิชา
3	FAC_ID	รหัสคณะ

5) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับห้องเรียนที่นำมาใช้ในการจัดตารางสอนสำหรับโปรแกรม ซึ่งห้องเรียนเหล่านี้มีความสำคัญกับจำนวนยีนในโครโมโซมเป็นอย่างยิ่ง เพราะฉะนั้นรายชื่อห้องเรียนต้องมีความชัดเจนก่อนจะเริ่มการเขียนโปรแกรมการจัดตารางสอน ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียนดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับห้องเรียน

No.	Name	Description
1	ROOM_ID	รหัสห้องเรียน
2	ROOM_NAME	ชื่อห้องเรียน
3	ROOM_MAX_COUNT	ความจุห้องเรียน
4	TYPE_ID	รหัสประเภทของห้องเรียน
5	DEPART_ID	รหัสภาควิชา
6	FAC_ID	รหัสคณะ

6) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มนักศึกษา เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับกลุ่มนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน โดยกลุ่มนักศึกษานี้อาจมาจากหลายลักษณะ เช่น แบ่งตามสาขาที่นักศึกษาเรียน หากสาขาใดมีนักศึกษาจำนวนมากก็แบ่งย่อยนักศึกษาสาขานั้นๆ ออกเป็นหลายๆ กลุ่ม อีกทั้งอาจจะเป็นการรวมกันจากนักศึกษาที่มาจากหลายๆ กลุ่ม เป็นต้น แต่ข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มนักศึกษานี้ส่วนใหญ่แล้วจะแบ่งตามภาควิชาหรือสาขาวิชาของแต่ละคณะเพื่อความสะดวกในการจัดตารางสอนเพื่อให้นักศึกษาได้เรียนในรายวิชาต่างๆ ที่เหมาะสมตามภาควิชาหรือสาขาวิชานั้นๆ ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มนักศึกษาดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มนักศึกษา

No.	Name	Description
1	GROUPSTD_ID	รหัสกลุ่มนักศึกษา
2	GROUPSTD_COUNT	จำนวนนักศึกษา

ตารางที่ 4.11 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับกลุ่มนักศึกษา (ต่อ)

No.	Name	Description
3	GROUPSTD_NAME	ชื่อกลุ่มนักศึกษา
4	GROUPSTD_YEAR	ชั้นปีของกลุ่มนักศึกษา
5	DEPART_ID	รหัสภาควิชา

7) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทรายวิชา เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับประเภทของรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาภายในคณะวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยประเภทของรายวิชานี้จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ รายวิชาบรรยายและรายวิชาปฏิบัติ ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทรายวิชาดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทรายวิชา

No.	Name	Description
1	TYPE_ID	รหัสประเภทรายวิชา
2	TYPE_NAME	ชื่อประเภทรายวิชา

8) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชา เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับรายวิชาที่เปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาภายใน คณะวิทยาศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะวิทยาการจัดการของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชาดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับรายวิชา

No.	Name	Description
1	SUB_CODE	รหัสรายวิชา
2	SUB_NAME	ชื่อรายวิชา
3	TYPE_ID	รหัสประเภทรายวิชา
4	DEPART_ID	รหัสภาควิชา
5	SUB_TIME	จำนวนคาบเรียนของรายวิชา

9) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอน เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอนในแต่ละรายวิชา โดยตารางนี้จะพิจารณาอาจารย์ผู้สอนแยกตามภาควิชาในแต่ละคณะ ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอนดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอน

No.	Name	Description
1	TEA_ID	รหัสอาจารย์ผู้สอน
2	TEA_NAME	ชื่ออาจารย์ผู้สอน
3	TEA_LAST_NAME	นามสกุลอาจารย์ผู้สอน
4	DEPART_ID	รหัสภาควิชา
5	TEA_TYPE_ID	รหัสประเภทอาจารย์ผู้สอน

10) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทอาจารย์ผู้สอน เป็นตารางสำหรับเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการแบ่งประเภทของอาจารย์ผู้สอน โดยอาจารย์ผู้สอนในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่นั้นเป็นทั้งอาจารย์ของมหาวิทยาลัยเองและอาจารย์ที่ได้รับเชิญมาสอนจากภายนอกมหาวิทยาลัย เมื่อทำการจัดตารางสอนจึงจำเป็นต้องพิจารณาประเภทของอาจารย์ผู้สอนแต่ละท่านด้วย ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทอาจารย์ผู้สอนดังแสดงในตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับประเภทอาจารย์ผู้สอน

No.	Name	Description
1	TEA_TYPE_ID	รหัสประเภทอาจารย์ผู้สอน
2	TEA_TYPE_NAME	ชื่อประเภทอาจารย์ผู้สอน

11) ตารางข้อมูลเกี่ยวกับระยะทางระหว่างคณะ เป็นตารางสำหรับเก็บรายละเอียดที่ใช้กำหนดระยะห่างระหว่างคณะเพื่อพิจารณาในการจัดตารางสอนสำหรับคาบถัดๆ ไปเพื่อให้นักศึกษาสามารถเดินทางไปเรียนทันเวลาหากมีการเรียนข้ามคณะ ซึ่งมีโครงสร้างของตารางข้อมูลเกี่ยวกับระยะทางระหว่างคณะดังแสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 ตารางข้อมูลเกี่ยวกับระยะทางระหว่างคณะ

No.	Name	Description
1	FAC_PATH_ID	รหัสระยะทางระหว่างคณะ
2	FAC_FROM	คณะเริ่มต้น
3	FAC_TO	คณะสิ้นสุด
4	DISTANCE	ระยะห่างระหว่างคณะ

เมื่อได้ฐานข้อมูลเรียบร้อยแล้วจึงทำการออกแบบระบบการทำงาน ซึ่งตามหลักการจัดตารางสอนนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนนั่นก็คือ ส่วนแรกคือตารางข้อมูล เป็นการทำงานเกี่ยวกับการเก็บข้อมูลพื้นฐานในการจัดตารางสอน ส่วนที่ 2 คือการจัดตารางสอน เป็นขั้นตอนการดำเนินการจัดตารางสอน และส่วนที่ 3 คือส่วนรายงานผลลัพธ์ของการจัดตารางสอน เป็นการแสดงผลลัพธ์ใน

การจัดตารางสอนโดยการแสดงผลในรูปแบบ Microsoft excel เมื่อออกแบบระบบการทำงานเรียบร้อยแล้ว ก็ดำเนินการสร้างและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดตารางสอนโดยประยุกต์ใช้วิธีการ เจเนติกอัลกอริทึมตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 (visual C#)

4.5 การคำนวณค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม

จากเงื่อนไขที่ได้กำหนดขึ้นในหัวข้อ 4.3.1 เพื่อใช้ในการจัดตารางสอนนั้น มีเงื่อนไขทั้งหมด 14 เงื่อนไข โดยแบ่งเป็นเงื่อนไขบังคับ 7 เงื่อนไข และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ 7 เงื่อนไข เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสร้างโครโมโซมแล้วกระบวนการต่อไปก็คือ กระบวนการตรวจสอบเงื่อนไขการจัดตารางสอนของแต่ละโครโมโซมที่สร้างขึ้น เพื่อให้เข้าใจกระบวนการตรวจสอบเงื่อนไขในการจัดตารางสอนมากยิ่งขึ้น จึงขอสรุปตัวแปรต่างๆ และข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตัวแปรเหล่านั้นแสดงดังตารางที่ 4.17 เพื่อนำไปใช้ในการประมวลผลของโปรแกรมในส่วนของการตรวจสอบเงื่อนไขการจัดตารางสอน โดยข้อมูลของตัวแปรจากตารางที่ 4.17 จะนำไปคำนวณจำนวนครั้งของการละเมิดเงื่อนไขแต่ละข้อ เพื่อหาค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมต่อไป

ตารางที่ 4.17 ตัวแปรและข้อมูลตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณคะแนนค่าความเหมาะสม

ตัวแปร	ข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในตัวแปร
List_Teacher	- ชื่อ-นามสกุล ของอาจารย์ - วัน-เวลา ที่อาจารย์ท่านนั้นมีสอน
List_Student	- กลุ่มนักศึกษา - วัน-เวลา ที่กลุ่มนักศึกษากลุ่มนั้นมีเรียน
List_Subject	- รหัสวิชา - วัน-เวลา ที่รายวิชาถูกจัดให้มีการเรียนการสอน
List_Room	ชื่อห้องเรียน

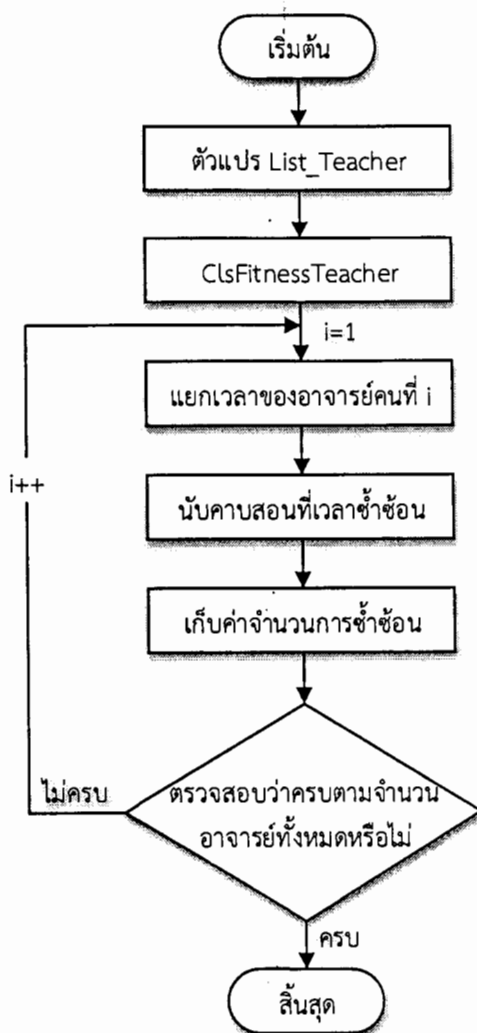
ขั้นตอนการประมวลผลของโปรแกรมในการตรวจสอบเงื่อนไขแต่ละข้อสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. การคำนวณหาจำนวนครั้งของเวลาสอนของอาจารย์ที่ซ้ำซ้อนกัน

เงื่อนไขข้อนี้เป็นเงื่อนไขบังคับที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการจัดตารางสอน หากเกิดขึ้นในการตารางสอนหรือเรียกว่าตารางสอนมีความขัดแย้งกับเงื่อนไขนี้จะถือว่าเป็นตารางสอนที่เป็นไปไม่ได้ ไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง การทำงานของโปรแกรมแสดงรูปภาพประกอบ 4.8 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1) โปรแกรมจะสร้างตัวแปรชื่อ List_Teacher แล้วส่งค่าตัวแปรนี้ไปยังฟังก์ชัน คือ ClsFitnessTeacher ซึ่งทำหน้าที่ในการตรวจสอบการซ้ำซ้อนของเวลาสอนของอาจารย์

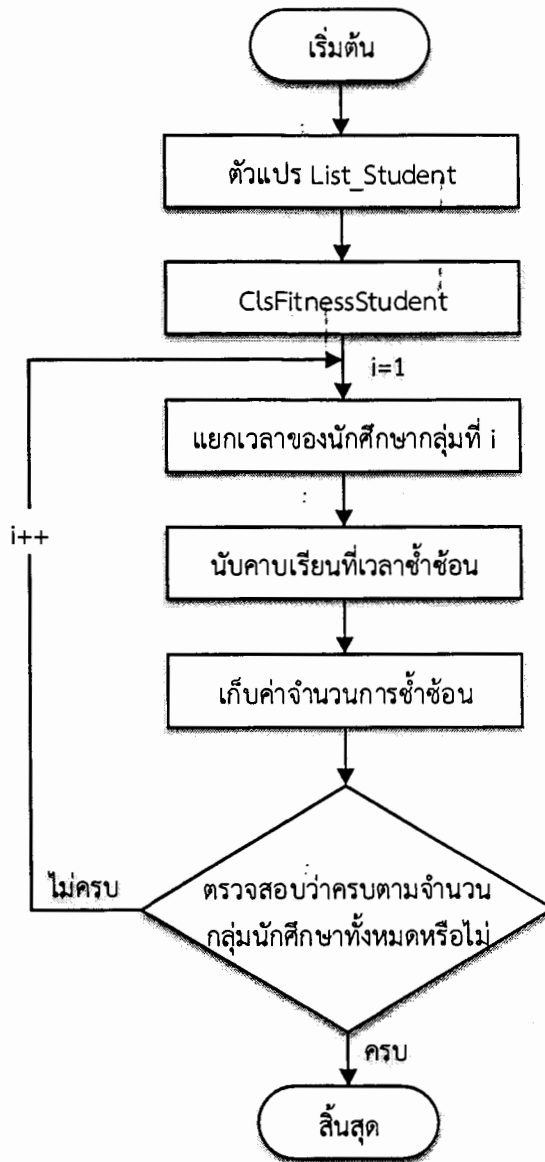
- 2) จากนั้นทำการแยกเวลาสอนของอาจารย์ผู้สอนแต่ละท่านเพื่อทำการนับจำนวนครั้งที่เวลาสอนของอาจารย์ซ้ำซ้อนกันในแต่ละโครโมโซม
- 3) เก็บค่าจำนวนครั้งที่เวลาสอนของอาจารย์ซ้ำซ้อนกัน
- 4) ตรวจสอบว่านับจำนวนเวลาสอนที่ซ้ำซ้อนครบตามจำนวนอาจารย์ทั้งหมดหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ทำการแยกเวลาของอาจารย์คนต่อไป และนับจำนวนเวลาสอนที่ซ้ำซ้อนของอาจารย์ท่านปัจจุบันต่อไป หากครบแล้วก็เก็บค่าจำนวนครั้งที่เกิดการซ้ำซ้อนของเวลาสอนของอาจารย์ทั้งหมดเพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป



ภาพประกอบ 4.8 ขั้นตอนการคำนวณจำนวนเวลาสอนของอาจารย์ที่ซ้ำซ้อนกัน
ที่มา: ปรับจาก พลอยไพลิน อามีน และวนิดา รัตนมณี [2]

2. การคำนวณหาจำนวนครั้งของเวลาเรียนของกลุ่มนักศึกษาที่ซ้ำซ้อนกัน

เงื่อนไขข้อนี้เป็นเงื่อนไขบังคับที่ไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในการจัดตารางสอน หากเกิดขึ้นในการตารางสอนหรือเรียกว่ามีความขัดแย้งกับเงื่อนไขนี้จะถือว่าเป็นตารางสอนที่เป็นไปไม่ได้ ไม่สามารถนำไปใช้งานได้จริง การทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพประกอบ 4.9



ภาพประกอบ 4.9 ขั้นตอนการคำนวณหาจำนวนเวลาเรียนของกลุ่มนักศึกษาที่ซ้ำซ้อนกัน
ที่มา: ปรับจาก พลอยไพลิน อามีน และวนิดา รัตน์มณี [2]

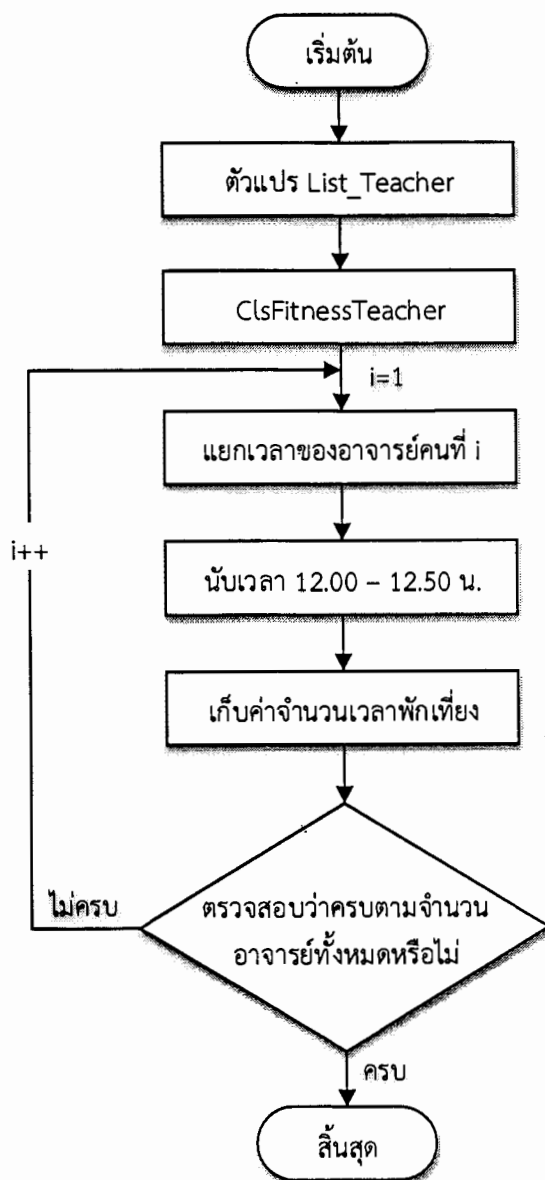
ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการคำนวณหาจำนวนครั้งที่เวลาเรียนซ้ำซ้อนกัน
ของกลุ่มนักศึกษา มีขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

- 1) โปรแกรมจะสร้างตัวแปรชื่อ List_Student แล้วส่งค่าตัวแปรนี้ไปยังฟังก์ชันชื่อ ClsFitnessStudent ซึ่งทำหน้าที่ในการตรวจสอบการซ้ำซ้อนของเวลาเรียนของกลุ่มนักศึกษา
- 2) จากนั้นทำการแยกเวลาเรียนของนักศึกษาแต่ละกลุ่มเพื่อทำการนับจำนวนครั้งที่เวลาเรียนของกลุ่มนักศึกษาซ้ำซ้อนกันในแต่ละโครโมโซม ซึ่งกระบวนการนับจำนวนการซ้ำซ้อนของเวลาเรียนของนักศึกษามีกระบวนการที่เหมือนกับการนับการซ้ำซ้อนของเวลาสอนของอาจารย์
- 3) เก็บค่าจำนวนครั้งที่มีความยาวของนักศึกษาซ้ำซ้อนกันเกิดขึ้น

4) ตรวจสอบว่านับจำนวนเวลาเรียนของนักศึกษาเข้าชั้นครบตามจำนวนกลุ่ม นักศึกษาทั้งหมดหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ทำการแยกเวลาของนักศึกษากลุ่มต่อไป และนับจำนวนคาบสอนที่เวลาเข้าชั้นของนักศึกษากลุ่มปัจจุบันต่อไป หากครบแล้วก็เก็บค่าจำนวนครั้งที่เกิดการเข้าชั้นของนักศึกษาทั้งหมดเพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป

3. การคำนวณจำนวนครั้งที่มีการเรียนการสอนในเวลา 12.00-12.50 น.

เงื่อนไขการคำนวณจำนวนครั้งที่มีการเรียนการสอนในเวลา 12.00-12.50 น. เป็นเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่สามารถยอมให้เกิดขึ้นได้ในการจัดตารางสอนแสดงดังภาพประกอบ 4.10



ภาพประกอบ 4.10 ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่มีการเรียนการสอนในเวลา 12.00-12.50 น.
ที่มา: ปรับจาก พลอยไพลิน อามีน และวนิดา รัตนมณี [2]

การทำงานของโปรแกรมสำหรับเงื่อนไขมีขั้นตอนดังนี้

- 1) โปรแกรมจะสร้างตัวแปรชื่อ List_Teacher แล้วส่งค่าตัวแปรนี้ไปยังฟังก์ชันชื่อ ClsFitnessTeacher ซึ่งหน้าที่ในการตรวจสอบการสอนของอาจารย์ในเวลา 12.00-12.50 น.
- 2) จากนั้นทำการแยกเวลาของอาจารย์ผู้สอนแต่ละคนเพื่อทำการนับจำนวนครั้งที่มีการเรียนการสอนในเวลา 12.00-12.50 น. ในแต่ละโครโมโซม
- 3) เก็บค่าจำนวนครั้งที่มีการเรียนการสอนในเวลา 12.00-12.50 น.
- 4) ตรวจสอบว่าโปรแกรมนับจำนวนครั้งที่มีการเรียนการสอนในเวลา 12.00-12.50 น. ครบตามจำนวนอาจารย์ทั้งหมดหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ทำการแยกเวลาของอาจารย์ท่านต่อไป และนับจำนวนครั้งที่มีการเรียนการสอนในเวลา 12.00-12.50 น. ของอาจารย์ท่านปัจจุบันต่อไป หากครบแล้วก็เก็บค่าจำนวนครั้งที่มีการเรียนการสอนในเวลา 12.00-12.50 น. ของอาจารย์ทั้งหมดเพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป

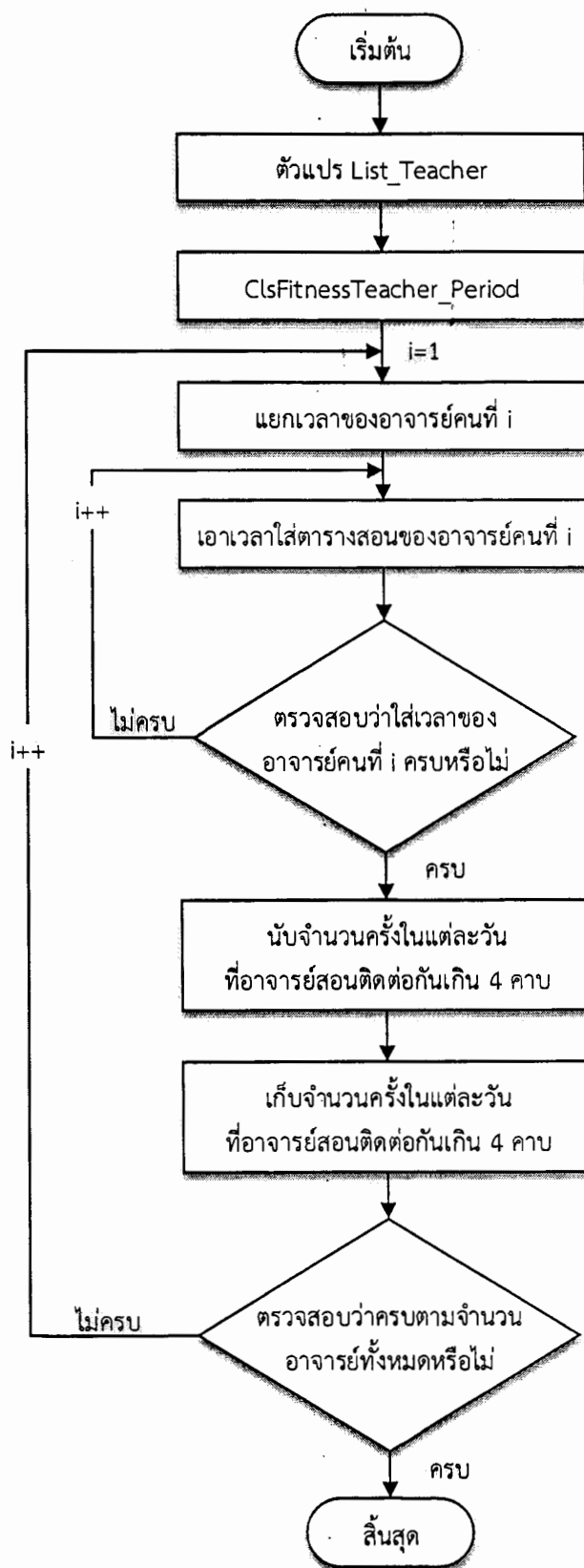
4. การคำนวณจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนติดต่อกันเกิน 4 คาบ

เงื่อนไขข้อนี้เป็นเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่สามารถยอมให้เกิดขึ้นได้ในการจัดตารางสอน ซึ่งการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพประกอบ 4.11 สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการคำนวณหาจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ มีขั้นตอนดังนี้

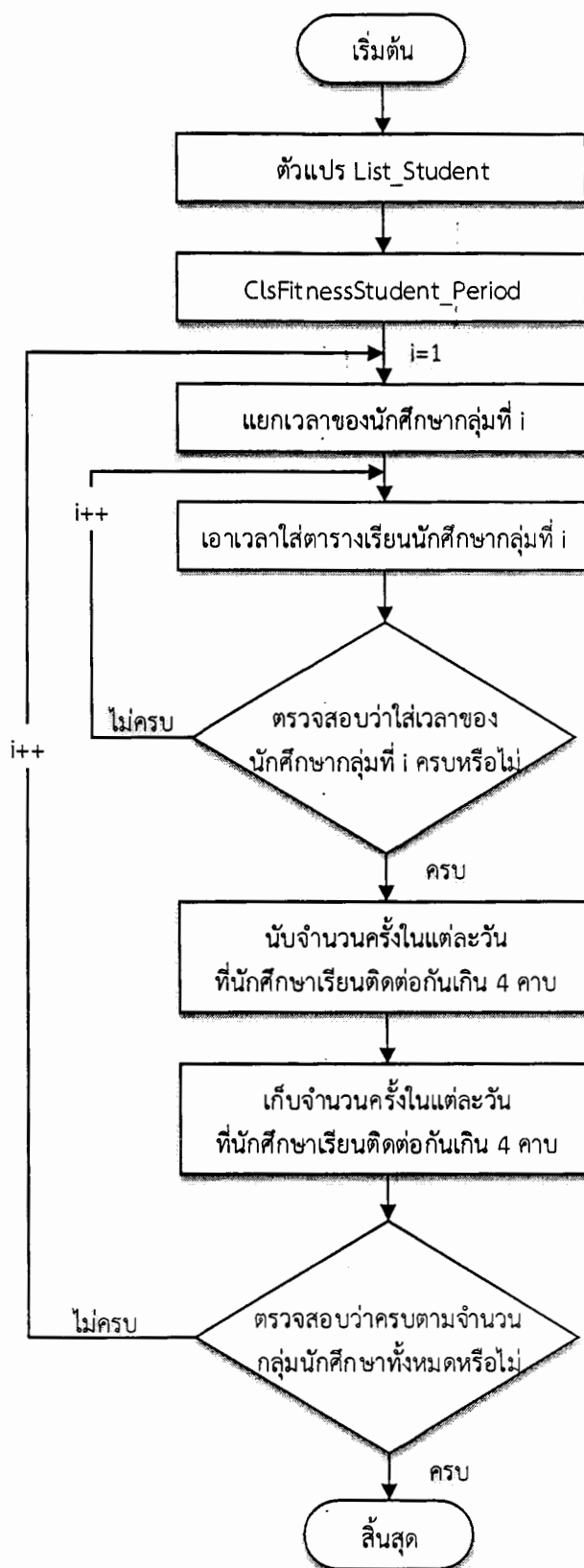
- 1) โปรแกรมจะสร้างตัวแปรชื่อ List_Teacher แล้วส่งค่าตัวแปรนี้ไปยังฟังก์ชันชื่อ ClsFitnessTeacher_Period ซึ่งหน้าที่ในการตรวจสอบการสอนของอาจารย์ว่าอาจารย์สอนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ
- 2) จากนั้นทำการแยกเวลาของอาจารย์ผู้สอนแต่ละท่าน
- 3) เอาเวลาของอาจารย์แต่ละท่านใส่ในตารางสอนของอาจารย์ท่านนั้น
- 4) ตรวจสอบว่าเอาเวลาของอาจารย์ใส่ในตารางสอนของอาจารย์แต่ละท่านครบแล้วหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ไปเอาเวลามาใส่จนครบตามจำนวนคาบสอนของแต่ละท่านจนครบ หากครบแล้วก็ทำการนับจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ
- 5) เก็บค่าจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ
- 6) ตรวจสอบว่านับจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบครบตามจำนวนอาจารย์ทั้งหมดหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ทำการแยกเวลาของอาจารย์ท่านต่อไป และนับจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนติดกันเกิน 4 คาบ ของอาจารย์ท่านดังกล่าวต่อไป หากครบแล้วก็เก็บค่าจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ เพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป

5. การคำนวณจำนวนครั้งที่นักศึกษาเรียนติดต่อกันเกิน 4 คาบ

เงื่อนไขข้อนี้เป็นเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่สามารถยอมให้เกิดขึ้นได้ในการจัดตารางสอน ซึ่งการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพประกอบ 4.12



ภาพประกอบ 4.11 ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่อาจารย์สอนติดต่อกันเกิน 4 คาบ
ที่มา: ปรับจาก พลอยไพลิน อามีน และวนิดา รัตนมณี [2]



ภาพประกอบ 4.12 ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่นักศึกษาเรียนติดต่อกันเกิน 4 คาบ
ที่มา: ปรับจาก พลอยไพลิน อามีน และวนิดา รัตนมณี [2]

สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการคำนวณหาจำนวนครั้งที่นักศึกษาเรียนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ ในภาพประกอบ 4.12 มีขั้นตอนดังนี้

1) โปรแกรมจะสร้างตัวแปรชื่อ List_Student แล้วส่งค่าตัวแปรนี้ไปยังฟังก์ชันชื่อ ClsFitnessStudent_Period ซึ่งหน้าที่ในการตรวจสอบการเรียนที่นักศึกษาเรียนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ

2) จากนั้นทำการแยกเวลาของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม

3) เอาเวลาของนักศึกษาแต่ละกลุ่มใส่ในตารางสอนของนักศึกษากลุ่มนั้น

4) ตรวจสอบว่าเอาเวลาของนักศึกษาใส่ในตารางสอนของนักศึกษาแต่ละกลุ่มครบแล้วหรือไม่ หากยังไม่ครบก็เอาเวลามาใส่จนครบตามจำนวนคาบเรียนของแต่ละกลุ่มจนครบ หากครบแล้วก็ทำการนับจำนวนครั้งที่นักศึกษาเรียนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบเพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป

5) เก็บค่าจำนวนครั้งที่นักศึกษาเรียนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ

6) ตรวจสอบว่านับจำนวนครั้งในแต่ละวันที่นักศึกษาเรียนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ ครบตามจำนวนกลุ่มนักศึกษาทั้งหมดหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ทำการแยกเวลาของนักศึกษากลุ่มต่อไป และนับจำนวนครั้งในแต่ละวันที่นักศึกษาเรียนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ ของนักศึกษากลุ่มดังกล่าวต่อไป หากครบแล้วก็เก็บค่าจำนวนครั้งในแต่ละวันที่นักศึกษาเรียนรายวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบของนักศึกษาทั้งหมดเพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป

6. การคำนวณจำนวนครั้งที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป

เงื่อนไขข้อนี้เป็นเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่สามารถยอมให้เกิดขึ้นได้ในการจัดตารางสอน ซึ่งการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพประกอบ 4.13 สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการคำนวณหาจำนวนครั้งที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป มีขั้นตอนดังนี้

1) โปรแกรมจะสร้างตัวแปรชื่อ List_Student แล้วส่งค่าตัวแปรนี้ไปยังฟังก์ชันชื่อ ClsFitnessStudent_Free ซึ่งหน้าที่ในการตรวจสอบการเรียนของนักศึกษาในแต่ละวันที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป

2) จากนั้นทำการแยกเวลาของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม

3) เอาเวลาของนักศึกษาแต่ละกลุ่มใส่ในตารางสอนของนักศึกษากลุ่มนั้น

4) ตรวจสอบว่าเอาเวลาของนักศึกษาใส่ในตารางสอนของนักศึกษาแต่ละกลุ่มครบแล้วหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ไปเอาเวลามาใส่จนครบตามจำนวนคาบเรียนของแต่ละกลุ่มจนครบ หากครบแล้วก็ทำการนับจำนวนครั้งที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป

5) เก็บค่าจำนวนครั้งที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป

6) ตรวจสอบว่านับจำนวนครั้งที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป ครบตามจำนวนนักศึกษาทั้งหมดหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ทำการแยกเวลาของนักศึกษากลุ่มต่อไป และนับจำนวนครั้งในแต่ละวันที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไปของนักศึกษา

กลุ่มดังกล่าวต่อไป หากครบแล้วก็เก็บค่าจำนวนครั้งที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไปของนักศึกษาทั้งหมดเพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป

7) หากครบแล้วก็ทำการนับจำนวนครั้งที่นักศึกษามีคาบว่างเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป

7. การคำนวณจำนวนครั้งที่มีการเรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่าง

เงื่อนไขนี้เป็นเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่สามารถยอมให้เกิดขึ้นได้ในการจัดตารางสอน ซึ่งการทำงานของโปรแกรมแสดงดังภาพประกอบ 4.14 สำหรับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมในการคำนวณหาจำนวนครั้งที่มีการเรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่างมีขั้นตอนดังนี้

1) โปรแกรมจะสร้างตัวแปร List_Subject แล้วส่งค่าตัวแปรนี้ไปยังฟังก์ชันชื่อ ClsFitnessSubject ซึ่งหน้าที่ในการตรวจสอบการเรียนการสอนของรายวิชาที่มีการเรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่าง จากนั้นทำการแยกเวลาของรายวิชาแต่ละรายวิชา

2) เอาเวลาของรายวิชาแต่ละรายวิชาใส่ในตารางสอนของรายวิชานั้น

3) ตรวจสอบว่าเอาเวลาของรายวิชาใส่ในตารางสอนของรายวิชาแต่ละรายวิชาครบแล้วหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ไปเอาเวลามาใส่จนครบตามจำนวนคาบเรียนของแต่ละรายวิชาจนครบ หากครบแล้วก็ทำการนับจำนวนครั้งที่มีการเรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่าง

4) เก็บค่าจำนวนครั้งในแต่ละวันที่มีการเรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่าง

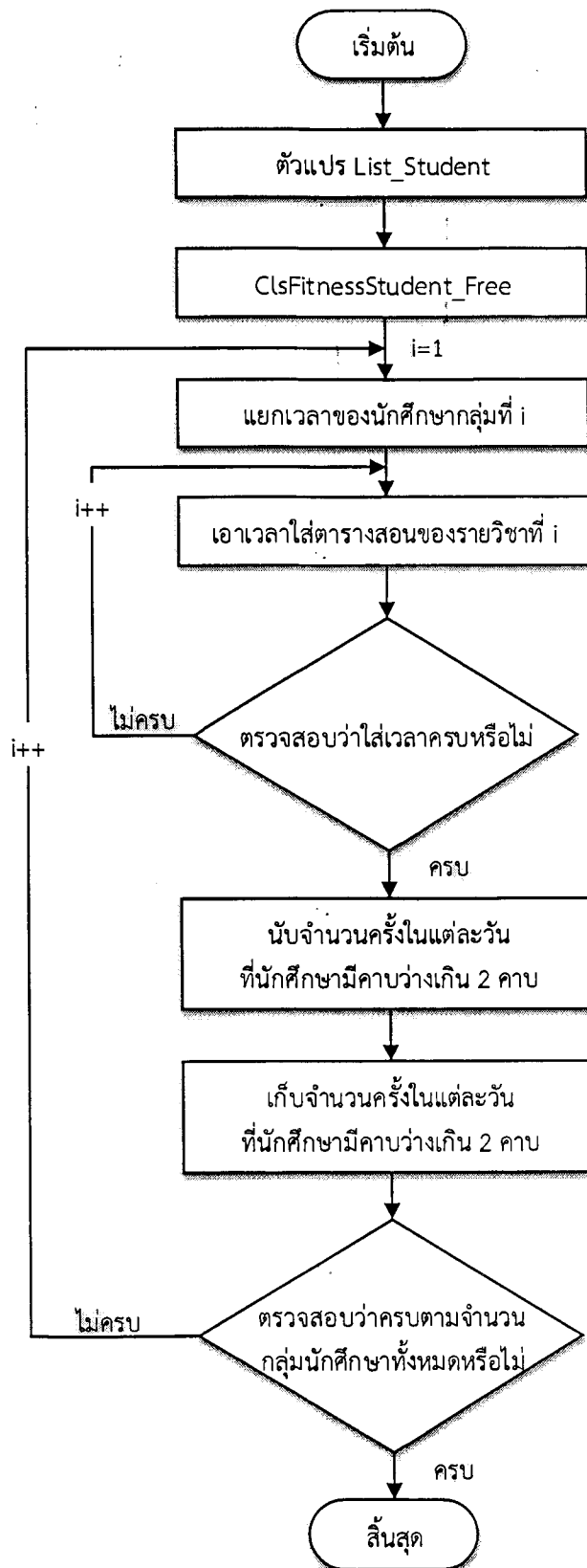
5) ตรวจสอบว่านับจำนวนครั้งที่มีการเรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่าง ครบตามจำนวนรายวิชาทั้งหมดหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ทำการแยกเวลาของรายวิชาต่อไปและนับจำนวนครั้งที่มีการเรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่างของรายวิชาดังกล่าวต่อไป หากครบแล้วก็เก็บค่าจำนวนครั้งที่มีการเรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่างของรายวิชาทั้งหมดเพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป

8. การคำนวณจำนวนครั้งที่จัดรายวิชาให้กับห้องเรียนโดยไม่ตรงกับภาควิชา

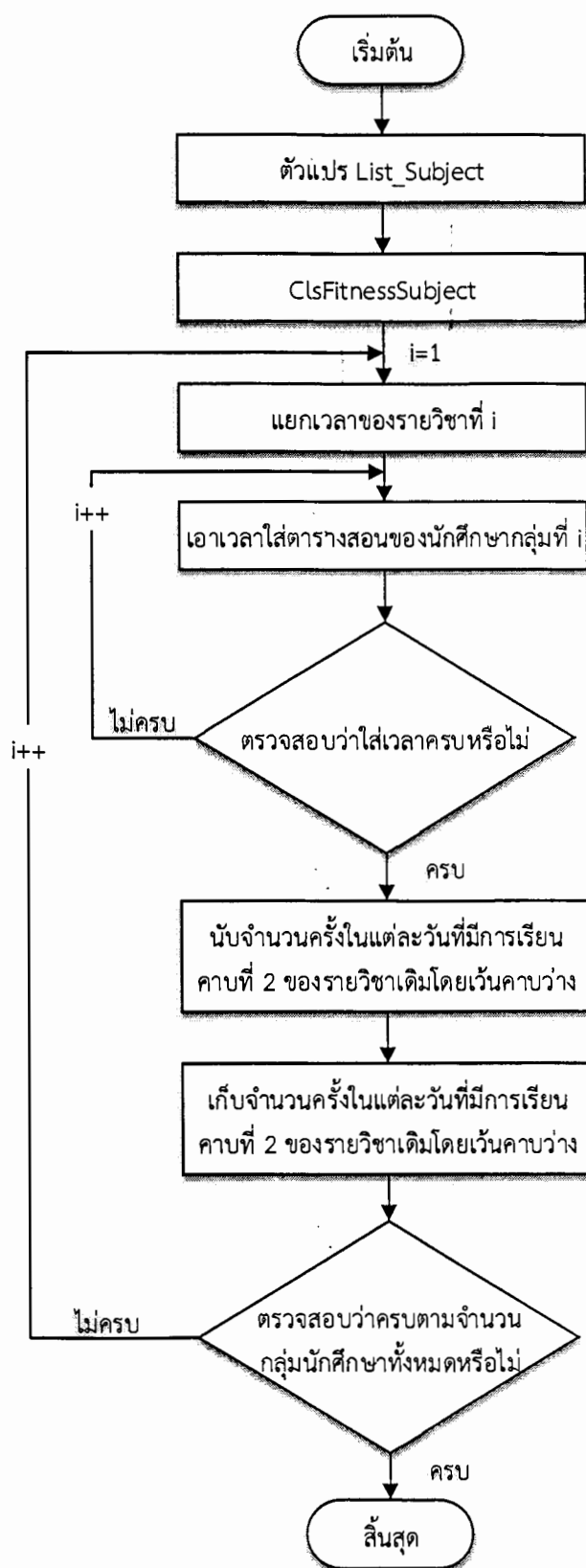
เงื่อนไขนี้เป็นเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่สามารถยอมให้เกิดขึ้นได้ในการจัดตารางสอน ซึ่งการทำงานของโปรแกรมแสดงดังในภาพประกอบ 4.15 เงื่อนไขการคำนวณจำนวนครั้งที่จัดรายวิชาให้กับห้องเรียนโดยภาควิชาไม่ตรงกันมีขั้นตอนดังนี้

1) โปรแกรมจะสร้างตัวแปรชื่อ List_Room แล้วส่งค่าตัวแปรนี้ไปยังฟังก์ชันชื่อ ClsFitnessDepart_Room ซึ่งหน้าที่ในการตรวจสอบภาควิชาของรายวิชากับห้องเรียนตรงกันหรือไม่

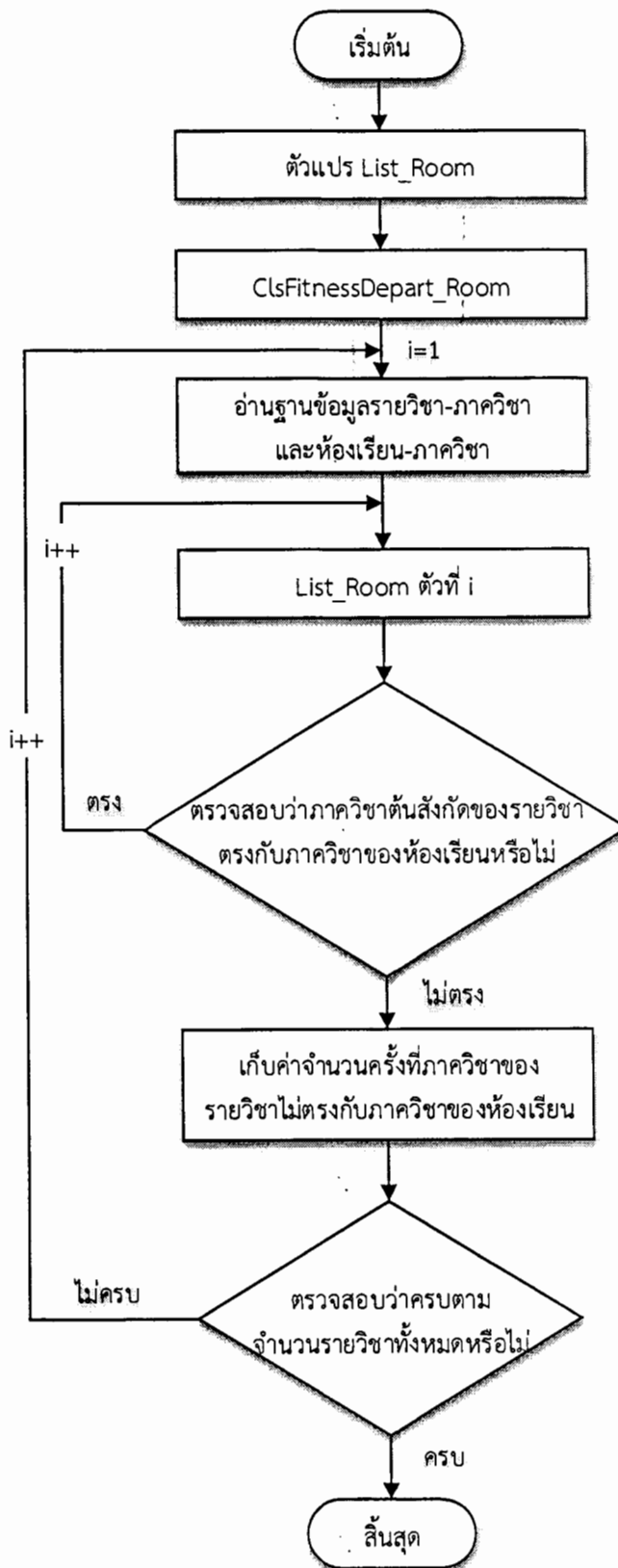
2) จากนั้นทำการอ่านฐานข้อมูลรายวิชา-ภาควิชาและห้องเรียน-ภาควิชา



ภาพประกอบ 4.13 ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่นักศึกษาวางเกิน 2 คาบเพื่อเรียนคาบถัดไป
ที่มา: ปรับจาก ฟลอยไพลิน อามีน และวนิดา รัตนมณี [2]



ภาพประกอบ 4.14 การคำนวณค่าจำนวนครั้งที่เรียนคาบที่ 2 ของรายวิชาเดิมโดยเว้นคาบว่าง
ที่มา: ปรับจาก ฟลอยไพลิน อามีน และวนิดา รัตนมณี [2]



ภาพประกอบ 4.15 ขั้นตอนการคำนวณจำนวนครั้งที่จัดรายวิชาให้ห้องเรียนที่ภาควิชาไม่ตรงกัน
ที่มา: ปรับจาก พลอยไพลิน อามีน และวนิดา รัตนมณี [2]

3) ตรวจสอบว่าภาควิชาต้นสังกัดของรายวิชาตรงกับภาควิชาของห้องเรียนที่จัดให้หรือไม่ หากตรงกันก็ตรวจสอบรายวิชาถัดไป หากไม่ตรงกันก็เก็บค่าจำนวนครั้งที่จัดรายวิชาให้ห้องเรียนที่ภาควิชาไม่ตรงกัน

4) ตรวจสอบว่านับจำนวนครั้งที่จัดรายวิชาให้ห้องเรียนที่ภาควิชาไม่ตรงกัน ครบตามจำนวนรายวิชาทั้งหมดหรือไม่ หากยังไม่ครบก็ทำการอ่านฐานข้อมูลของรายวิชาต่อไป และนับจำนวนครั้งที่จัดรายวิชาให้ห้องเรียนที่ภาควิชาไม่ตรงกันของรายวิชาดังกล่าวต่อไป หากครบแล้วก็เก็บค่าจำนวนครั้งที่จัดรายวิชาให้ห้องเรียนที่ภาควิชาไม่ตรงกันของรายวิชาทั้งหมดเพื่อนำไปคิดค่าความเหมาะสมต่อไป

เมื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขในการจัดตารางสอนทั้งหมดจนครบทุกเงื่อนไขแล้วผลลัพธ์ที่ได้จะออกมาในรูปแบบของจำนวนครั้งที่เกิดการขัดแย้งของเงื่อนไขในแต่ละข้อในแต่ละโครโมโซม จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าความเหมาะสมโดยหาผลรวมของการนำจำนวนครั้งที่เกิดการขัดแย้งของเงื่อนไขในแต่ละข้อคูณกับค่าน้ำหนักของเงื่อนไขข้อนั้นๆ จะได้เป็นค่าความเหมาะสมของโครโมโซม ซึ่งโครโมโซมใดที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุดก็จะถือว่าเป็นโครโมโซมที่ดีที่สุด นั่นคือโครโมโซมที่จะเป็นโครโมโซมที่ดีจะต้องเป็นโครโมโซมที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขในการจัดตารางสอนน้อยที่สุด

4.6 การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอน

การประยุกต์ใช้วิธีการเจเนติกอัลกอริทึมมาช่วยในการแก้ไขปัญหการจัดตารางสอนนั้น มีขั้นตอนการจำลองโครโมโซมเริ่มจากการแปลงคำตอบของปัญหานั้นคือปัญหาในการจัดตารางสอนให้อยู่ในรูปแบบรหัสโครโมโซม โดยคำตอบของปัญหการจัดตารางสอนสำหรับงานวิจัยนี้ก็คือ ตารางสอนรายวิชาศึกษาทั่วไปสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สำหรับทุกคณะภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ตารางสอนทั้งหมดของคณะวิทยาศาสตร์ ตารางสอนทั้งหมดของคณะศิลปศาสตร์ ตารางสอนทั้งหมดของคณะวิทยาการจัดการ และตารางสอนทั้งหมดของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยการประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอนนั้นมีองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องดังนี้

4.6.1 รูปแบบโครโมโซมในการจัดตารางสอน

รูปแบบโครโมโซมที่ใช้ในการจัดตารางสอนเป็นรูปแบบการเรียงสับเปลี่ยนทุกรายวิชาที่ทำการจัดการเรียนการสอนซึ่งอยู่ในรูปแบบของรหัสตัวอักษรแทนประเภทวิชาและตัวเลขที่เกี่ยวข้องกับรายวิชา ซึ่งในแต่ละตำแหน่งบนโครโมโซมจะบอกถึงวัน-เวลาในการเรียนการสอน และห้องเรียนที่จะทำการจัดตารางสอนในรายวิชาต่างๆ ซึ่งการแปลงรหัสคำตอบของปัญหการจัดตารางสอนให้อยู่ในรูปโครโมโซมนั้นคือ โครโมโซม 1 โครโมโซมแทนคำตอบของปัญหา 1 คำตอบ ความหมายคือ โครโมโซม 1 โครโมโซมจะแทนตารางสอนที่เป็นไปได้สำหรับนักศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 1 ตาราง ซึ่งใน 1 โครโมโซมประกอบด้วยโครโมโซมย่อย 3 โครโมโซม

ย่อ คือ โครโมโซมย่อยรายวิชาบรรยาย โครโมโซมย่อยรายวิชาปฏิบัติ และโครโมโซมย่อยรายวิชา
นอกคณะ โดยค่าของยีน ในแต่ละยีนจะแสดงด้วยตัวอักษร L และ P โดย L หมายถึงวิชาบรรยาย
และ P หมายถึงวิชาปฏิบัติ ซึ่งมีการแบ่งช่วงของโครโมโซมย่อยดังภาพประกอบ 4.16

บรรยาย1	บรรยาย2	บรรยาย3	...	ปฏิบัติ1	ปฏิบัติ2	ปฏิบัติ3	...
---------	---------	---------	-----	----------	----------	----------	-----

ภาพประกอบ 4.16 แบบจำลองโครโมโซมในการจัดตารางสอน

จะเห็นได้ว่าในโครโมโซมจะประกอบด้วยยีนเรียงต่อกัน โดยความยาวของโครโมโซม
จะเท่ากับจำนวนห้องเรียนคูณกับจำนวนวันที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนคูณกับจำนวนชั่วโมงที่
สอน ดังในสมการที่ 3.2 ซึ่งข้อมูลที่ใช้ในการจัดตารางสอนจะประกอบด้วยห้องที่เรียนทั้งหมด
100 ห้อง จัดการเรียนการสอนทั้งหมด 5 วัน จะมีความยาวโครโมโซมตารางสอนทั้งหมดคือ
6,000 ยีน

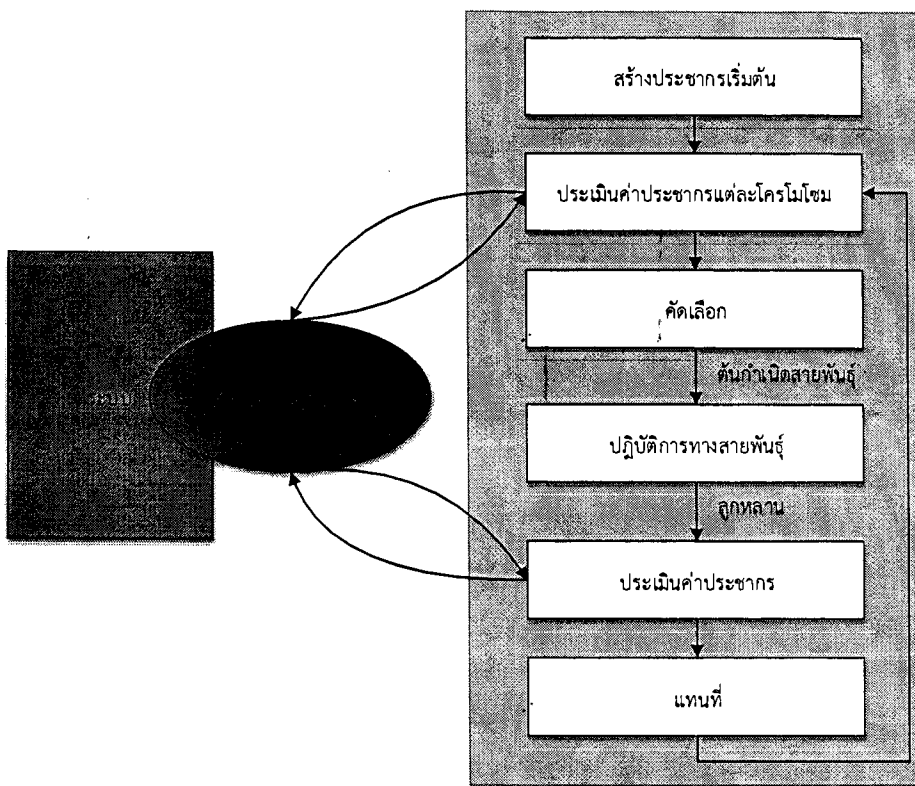
$$\text{ความยาวโครโมโซม} = \text{จำนวนห้องเรียน} \times \text{จำนวนวัน} \times \text{จำนวนคาบเรียน} \quad 4.2$$

ซึ่งมีตำแหน่งของยีนระบุถึงวัน-เวลาและห้องเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอน ในแต่ละ
วันมีคาบเรียนทั้งหมด 12 คาบตั้งแต่ 8.00-19.50 น. คาบละ 50 นาที แล้วให้ลำดับเป็นเลขจำนวน
นับ โดยให้ความหมายลำดับ เช่น ลำดับ 1 หมายถึง วันจันทร์ เวลา 08.00-08.50 น. เป็นต้น แสดง
ดังภาพประกอบ 4.17

	08.00- 08.50	09.00- 09.50	10.00- 10.50	11.00- 11.50	...	17.00- 17.50	18.00- 18.50	19.00- 19.50
จันทร์	1	2	3	4	...	10	11	12
อังคาร	9	10	11	12	...	22	23	24
พุธ	17	18	19	20	...	34	35	36
พฤหัสบดี	25	26	27	28	...	46	47	48
ศุกร์	33	34	35	36	...	58	59	60

ภาพประกอบ 4.17 ตัวอย่างวัน-เวลาที่ใช้ในการจัดตารางสอน

ในส่วนถัดไปเป็นการนำกระบวนการทางเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้กับปัญหา
การจัดตารางสอน โดยมีขั้นตอนตั้งแต่การปรับฟังก์ชันวัตถุประสงค์ให้มีความเหมาะสมกับระบบหรือ
ลักษณะของปัญหาการจัดตารางสอน แล้วนำมาผ่านกระบวนการของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมทั้ง
การสร้างประชากรเริ่มต้น การประเมินค่าประชากรแต่ละโครโมโซม การคัดเลือก การครอสโอเวอร์
การมิวเตชัน การประเมินค่าประชากรหรือประเมินค่าความเหมาะสม และทำการแทนที่โครโมโซม
รั้งแสดงในภาพประกอบ 4.18

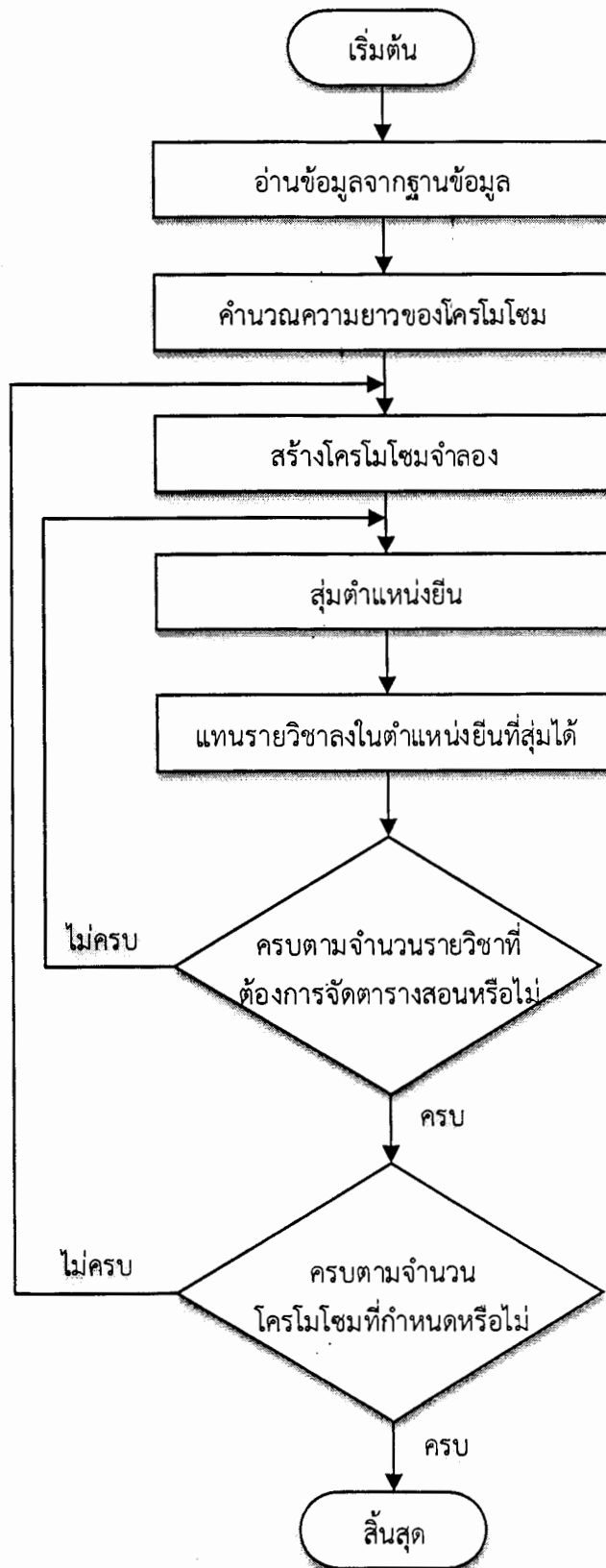


ภาพประกอบ 4.18 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

เมื่อทำการแปลงคำตอบของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบโครโมโซมแล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการสร้างคำตอบเบื้องต้น โดยแนวคิดในการสร้างคำตอบเบื้องต้นสำหรับงานวิจัยนี้ใช้แนวคิดที่ว่าไม่มีการตรวจสอบความเป็นไปได้ของคำตอบเบื้องต้นก่อนที่เข้าสู่กระบวนการเจเนติกอัลกอริทึม แต่มีการกำหนดค่าน้ำหนักของเงื่อนไขบังคับให้สูง เพื่อให้คำตอบที่เป็นไปไม่ได้ไม่ถูกคัดเลือกมาเป็นคำตอบของปัญหาเมื่อเข้าสู่กระบวนการทางเจเนติกอัลกอริทึม

4.6.2 การสร้างคำตอบเบื้องต้น (initialization)

เมื่อได้รูปแบบโครโมโซมที่เหมาะสมสำหรับปัญหาการจัดตารางสอนแล้ว ขั้นตอนถัดไปเป็นการสร้างคำตอบเบื้องต้นหรือการสร้างโครโมโซมดังภาพประกอบ 4.19 ในการสร้างคำตอบเบื้องต้นดำเนินการโดยการสุ่มประชากรเบื้องต้นขึ้นมาจำนวนหนึ่งเพื่อนำไปใช้ในกระบวนการของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมซึ่งจะแทนโดยโครโมโซม 1 ตัวเท่ากับประชากร 1 ตัว จำนวนประชากรเบื้องต้นที่ต้องการสร้างนั้นเป็นพารามิเตอร์ที่จะต้องมีการกำหนดให้เหมาะสมกับปัญหา ซึ่งขั้นตอนในการสร้างโครโมโซมจะเริ่มจากอ่านข้อมูลรายวิชา วัน-เวลา และห้องเรียนจากข้อมูลในฐานข้อมูล จากนั้นทำการคำนวณความยาวของโครโมโซมจากสมการความยาวโครโมโซมที่กำหนดขึ้น ในขั้นตอนนี้ดำเนินการเพื่อสร้างแบบจำลองโครโมโซม



ภาพประกอบ 4.19 ขั้นตอนการสร้างโครโมโซม

จากนั้นทำการสุ่มตำแหน่งยีน และแทนรายชื่อวิชาลงในตำแหน่งยีนที่สุ่มได้ ดำเนินการจนครบทุกรายวิชาที่ต้องการจัดตารางสอน ผลที่ได้ก็คือจะได้โครโมโซม 1 โครโมโซม โดยกระบวนการนี้จะทำจนครบตามจำนวนประชากรเบื้องต้นที่ได้กำหนดไว้ ยกตัวอย่าง เช่น กำหนดจำนวนประชากรเบื้องต้นขึ้นมามีค่าเท่ากับ 5 ก็จะต้องทำการสุ่มโครโมโซมขึ้นมาจำนวน 5 โครโมโซม ตัวอย่างแสดงดังภาพประกอบ 4.20

C1 :	บรรยาย1	บรรยาย2	บรรยาย3	...	ปฏิบัติ1	ปฏิบัติ2	ปฏิบัติ3
C2 :	บรรยาย1	บรรยาย1	บรรยาย2	...	ปฏิบัติ1	ปฏิบัติ2	ปฏิบัติ3
C3 :	บรรยาย2	บรรยาย3	บรรยาย1	...	ปฏิบัติ1	ปฏิบัติ2	ปฏิบัติ3
C4 :	บรรยาย3	บรรยาย3	บรรยาย1	...	ปฏิบัติ1	ปฏิบัติ2	ปฏิบัติ3
C5 :	บรรยาย1	บรรยาย1	บรรยาย3	...	ปฏิบัติ1	ปฏิบัติ2	ปฏิบัติ3

ภาพประกอบ 4.20 ตัวอย่างโครโมโซมในการจัดตารางสอน

เมื่อได้โครโมโซมตามจำนวนประชากรเบื้องต้นตามที่กำหนดแล้วก็จะนำโครโมโซมเหล่านี้เข้าสู่ขั้นตอนการประเมินค่าประชากรแต่ละโครโมโซม โดยการคัดเลือก การปฏิบัติทางสายพันธุ์ และประเมินค่าประชากรของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมในขั้นตอนการรีโพรดักชัน

4.6.3 การรีโพรดักชัน (reproduction)

การรีโพรดักชันคือกระบวนการที่สร้างโครโมโซมใหม่ขึ้นมาโดยที่ฟังก์ชันนี้อาจเป็นการวัดผลสิ่งที่ต้องการให้เป็นค่าความเหมาะสม (fitness) สตรีงที่มีความเหมาะสมสูงกว่าก็มีความน่าจะเป็นในการสนับสนุนลูกหลานรุ่นต่อไปสูงด้วย ตัวปฏิบัติการนี้เกิดขึ้นจากกระบวนการการคัดเลือกทางธรรมชาติ ซึ่งฟังก์ชันวัตถุประสงค์จะเป็นสิ่งที่ใช้พิจารณาว่าสตรีงที่สร้างขึ้นจะมีชีวิตอยู่หรือไม่ ซึ่งการรีโพรดักชันเป็นขั้นตอนในการสร้างโครโมโซมตัวใหม่ขึ้นมาโดยใช้กลุ่มคำตอบตามโครโมโซมที่เกิดขึ้นในกลุ่มประชากรเบื้องต้น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อยคือ การถอดรหัสคำตอบ การคำนวณค่าความเหมาะสม และการคัดเลือก สำหรับปัญหาการจัดตารางสอนมีรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนย่อยดังนี้

1) การถอดรหัสคำตอบ (decoding) การถอดรหัสคำตอบเป็นการแปลงโครโมโซมให้อยู่ในรูปตารางสอนสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 1 ภาคการศึกษา โดยการนำห้องเรียน วัน และเวลาไปจัดตารางสอนให้กับรายวิชาที่เปิดสอน

2) การคำนวณค่าความเหมาะสม (fitness) การคำนวณค่าความเหมาะสมของปัญหาการจัดตารางสอนเป็นการคำนวณค่าความเหมาะสมที่ได้จากการจัดตารางสอนที่ขัดแย้งกับเงื่อนไขในการจัดตารางสอน นั่นคือฟังก์ชันวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ต้องขัดแย้งกับเงื่อนไขในการจัดตารางสอนน้อยที่สุด

3) การคัดเลือก (selection) การคัดเลือกเป็นขั้นตอนในการคัดเลือกโครโมโซมที่ดีที่สุดจากภายในกลุ่มประชากรทั้งหมด ซึ่งโครโมโซมที่ได้จะถูกนำไปใช้เป็นต้นกำเนิดสายพันธุ์เพื่อใช้ในการให้กำเนิดลูกหลานในรุ่นถัดไป โดยปกติแล้วเพื่อให้ได้สายพันธุ์ที่ดี ต้นกำเนิดของสายพันธุ์

จะต้องดีด้วย จึงกลายเป็นปัญหาว่าจะทำการคัดเลือกต้นกำเนิดสายพันธุ์ที่ดีได้อย่างไร โดยการคัดเลือกสายพันธุ์เป็นการจำลองการคัดเลือกโครโมโซมที่จะสามารถอยู่รอดได้ในแต่ละรุ่น สำหรับวิธีการเจเนติกอัลกอริทึมนี้จะทำการคัดเลือกโครโมโซมโดยการพิจารณาที่ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมนั้นๆ ซึ่งโครโมโซมใดที่มีค่าความเหมาะสมน้อยจะถือว่าเป็นโครโมโซมที่มีความเหมาะสมมากนั้นหมายความว่าโครโมโซมที่ดีและมีโอกาสที่จะสืบพันธุ์ไปเป็นโครโมโซมลูกหลานในจำนวนที่มากกว่าต่อไป ซึ่งจะบ่งบอกถึงโอกาสในการอยู่รอดในรุ่นถัดไปก็จะมีโอกาสเพิ่มมากขึ้นด้วย ดังนั้นในขั้นตอนการคัดเลือกนี้เมื่อทำการคำนวณค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมจนครบตามจำนวนประชากรเบื้องต้นที่กำหนดแล้ว จะพิจารณาค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมโดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยซึ่งจัดเป็นโครโมโซมที่มีความเหมาะสมมากจะมีโอกาสถูกคัดเลือกได้มากกว่าโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมาก ในงานวิจัยนี้โครโมโซมที่มีโอกาสถูกเลือกมากคือโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยนั่นคือมีการขัดแย้งกับเงื่อนไขในการจัดตารางสอนน้อย การคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกจะคิดเป็นส่วนกลับของค่าความเหมาะสมแสดงได้ดังภาพประกอบ 4.21



ภาพประกอบ 4.21 การกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือก

ตารางที่ 4.18 รายละเอียดของข้อมูลที่ใช้จัดตารางสอน

รหัสวิชา	ชื่อวิชา	ตอนที่เปิดสอน	ชั่วโมงที่สอน	กลุ่มนักศึกษา	อาจารย์ผู้สอน	ห้องเรียน	วัน-เวลา
111-AAA	บรรยาย 1	1	1	01	0001	L1	จันทร์ 08.00-08.50
		1	2	01	0001	L1	พุธ 09.00-09.50
		1	3	01	0001	L2	ศุกร์ 08.00-08.50
222-AAA	ปฏิบัติ 1	1	1	01	0002	Bsc0305	จันทร์ 13.00-13.50
		1	2	01	0002	Bsc0305	จันทร์ 14.00-14.50
		1	3	01	0002	Bsc0305	จันทร์ 15.00-15.50

ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการคัดเลือกคือจำนวนลูกหลานที่ได้จากโครโมโซมนั้นๆ โครโมโซมที่มีโอกาสในการถูกคัดเลือกสูงจะทำให้ได้จำนวนของโครโมโซมลูกหลานที่สูงด้วย สิ่งที่ต้องพิจารณาคือการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกที่เหมาะสม มีการแสดงตัวอย่างรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้จัดตารางสอนดังตารางที่ 4.18 และแสดงตัวอย่าง ตารางสอนที่ได้จากขั้นตอนการเข้ารหัสโครโมโซมดังภาพประกอบ 4.22

ภาพประกอบ 4.22 ตัวอย่างตารางสอนที่ได้จากขั้นตอนการเข้ารหัสโครโมโซม

วิธีการคัดเลือกที่นำมาใช้ในปัญหาการจัดตารางสอนสำหรับงานวิจัยนี้คือวิธีการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ต ซึ่งในขั้นตอนแรกจะทำการสร้างวงล้อรูเล็ตขึ้นมาก่อนโดยเริ่มจากการหาค่าความเหมาะสมรวม (sum fitness) ของโครโมโซมทั้งหมดจากผลรวมของส่วนกลับค่าความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัว ค่านี้จะมีค่าเทียบเท่ากับเส้นรอบวงของวงล้อรูเล็ต หลังจากนั้นค่าความน่าจะเป็นในการถูกเลือกของโครโมโซมแต่ละตัวจะถูกแปลงไปยังบนวงล้อรูเล็ตโดยที่ขนาดบนวงล้อรูเล็ตสำหรับแต่ละโครโมโซมจะสัมพันธ์กับค่าความน่าจะเป็นในการถูกเลือกของโครโมโซมนั้นๆ ค่าความเหมาะสมรวมสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.3

$$\text{sum fitness} = \sum_{i=1}^{\text{popsize}} \left(\frac{1}{\text{fitness}_i} \right) \quad 4.3$$

กำหนดให้

- fitness_i คือ ค่าความเหมาะสมของโครโมโซมตัวที่ i
- i คือ ลำดับที่ของโครโมโซม (= 1, 2, 3, ..., popsize)
- popsize คือ จำนวนประชากรเบื้องต้นที่กำหนด

จากนั้นจะทำการหาความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือก (selection of probability) สำหรับโครโมโซมแต่ละตัวสามารถคำนวณได้จากส่วนกลับของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมแต่ละตัวหารด้วยผลรวมของส่วนกลับของค่าความเหมาะสมของโครโมโซมทั้งหมด ด้วยเหตุผลที่ว่าค่าความเหมาะสมจะมีการขัดแย้งกับเงื่อนไขในการจัดตารางสอนน้อย ดังนั้นยิ่งค่าความเหมาะสมมีค่าต่ำก็จะยิ่งทำให้ค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกมีค่ามากตามไปด้วย ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4.4

$$P_i = \frac{\left(\frac{1}{\text{fitness}_i}\right)}{\text{sum fitness}} \quad 4.4$$

กำหนดให้

- P_i คือ ค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกของโครโมโซมที่ i
 i คือ ลำดับที่ของโครโมโซม ($i = 1, 2, 3, \dots, \text{popsize}$)

จากนั้นทำการหาความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกสะสม (cumulative of probability) ของโครโมโซมแต่ละตัว ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ 4.5

$$\text{Cum}_i = \sum_{i=1}^{\text{popsize}} P_i \quad 4.5$$

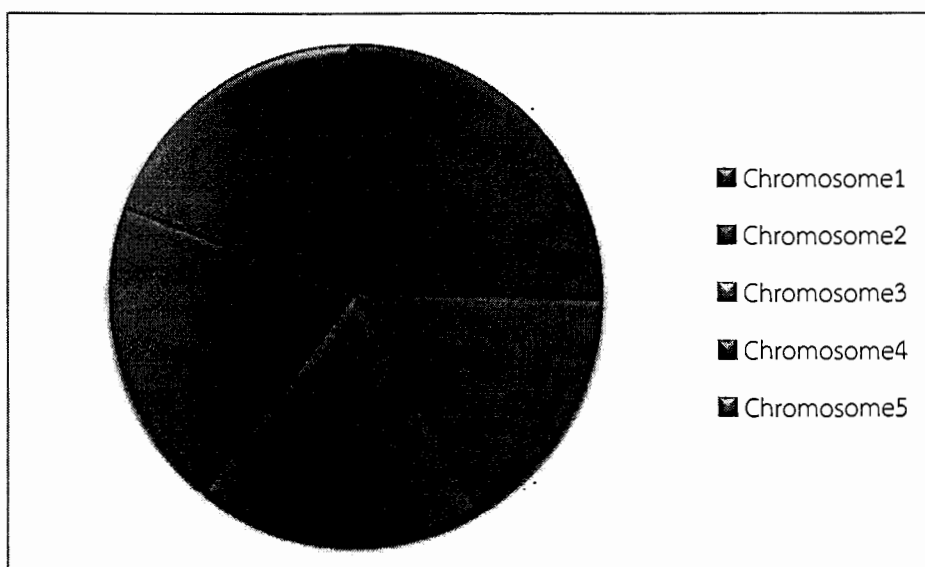
กำหนดให้

- Cum_i คือ ค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกสะสมของโครโมโซม i
 i คือ ลำดับที่ของโครโมโซม ($i = 1, 2, 3, \dots, \text{popsize}$)
 popsize คือ จำนวนประชากรเบื้องต้นที่กำหนด

ต่อจากนั้นจะนำค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกของแต่ละโครโมโซมมาสร้างวงล้อรูเล็ตโดยโครโมโซมทั้งหมดที่อยู่ในพื้นที่ของวงล้อรูเล็ตเป็นส่วนหนึ่งของค่าความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซม โครโมโซมใดมีค่าความเหมาะสมที่มากที่สุดจะมีพื้นที่ที่มากที่สุดบนวงล้อรูเล็ต ขั้นตอนในการคัดเลือกโครโมโซมจะเริ่มจากการสุ่มค่าตัวเลขบนวงล้อรูเล็ต ถ้าตัวเลขที่สุ่มได้ตรงกับโครโมโซมใดบนวงล้อรูเล็ตโครโมโซมนั้นจะถูกเลือก โดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมมากจะมีโอกาสถูกเลือกได้มาก ยกตัวอย่างการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือก และค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกสะสมของแต่ละโครโมโซมแสดงดังตารางที่ 4.19 สามารถแสดงตัวอย่างของผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณหาความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกจากสมการที่ 4.4 และค่าที่ได้จากการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกสะสมจากสมการที่ 4.5 แล้วนำข้อมูลตัวอย่างจากตารางดังกล่าวไปสร้างวงล้อรูเล็ตแสดงได้ดังภาพประกอบ 4.23 ในแต่ละครั้งของการหมุนวงล้อรูเล็ตจะได้โครโมโซมที่เป็นต้นกำเนิดสายพันธุ์มาหนึ่งตัว โดยการสุ่มตัวเลขเพื่อคัดเลือกโครโมโซมจะดำเนินการไปเรื่อยๆ จนกระทั่งครบตามจำนวนประชากรเบื้องต้นที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.19 ตัวอย่างการคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกและค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกสะสม

โครโมโซม	ค่าความเหมาะสม	1/ค่าความเหมาะสม	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม
P ₁	197,800	0.00000505	0.255	0.255
P ₂	310,000	0.00000323	0.163	0.418
P ₃	270,500	0.00000370	0.187	0.605
P ₄	251,200	0.00000398	0.201	0.806
P ₅	260,800	0.00000383	0.194	1.00
รวม	1,292,300	0.00001979	1.00	



ภาพประกอบ 4.23 ตัวอย่างการสร้างวงล้อรูเล็ตจากข้อมูลตัวอย่างในตารางที่ 4.19

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่าโครโมโซมที่มีความเหมาะสมมากจะมีโอกาสถูกเลือกมาก โดยในขั้นตอนการคัดเลือกโครโมโซมใหม่จะใช้วิธีการสุ่มตัวเลขตามจำนวนประชากรเบื้องต้นที่กำหนดขึ้น ต่อจากนั้นจะนำตัวเลขสุ่มแต่ละตัวไปเทียบกับค่าความน่าจะเป็นในการถูกคัดเลือกสะสมในวงล้อรูเล็ต แล้วตรวจสอบดูว่าค่าตัวเลขสุ่มตกอยู่ในส่วนของโครโมโซมตัวใดในวงล้อรูเล็ต โครโมโซมตัวนั้นก็จะถูกคัดเลือกมาเป็นโครโมโซมชุดใหม่ ซึ่งตัวอย่างข้อมูลตัวเลขสุ่มที่ใช้ในการคัดเลือกโครโมโซมยกตัวอย่างดังตารางที่ 4.20 จะใช้ตัวเลขสุ่มนี้ในการเปรียบเทียบกับค่าความน่าจะเป็นในการคัดเลือกสะสมว่าตกอยู่ในช่วงของโครโมโซมตัวใดแล้วก็เลือกโครโมโซมนั้นมาทำการสุ่มตัวเลขในการคัดเลือกโครโมโซมชุดใหม่ ทำเช่นนี้จนครบตามจำนวนประชากรเบื้องต้นที่กำหนด

ตารางที่ 4.20 ตัวอย่างข้อมูลในการคัดเลือกโครโมโซมชุดใหม่

ตัวเลขสุ่ม	ค่าอยู่ในช่วงของความน่าจะเป็นสะสม	โครโมโซมที่ถูกเลือก
0.77	0.69-0.84	4
0.16	0-0.23	1
0.52	0.51-0.69	3
0.44	0.23-0.51	2
0.81	0.69-0.84	4

จากตารางที่ 4.20 จะได้โครโมโซมชุดใหม่ที่ถูกคัดเลือกโดยวิธีการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตคือ โครโมโซม 4, 1, 3, 2 และ 4 ดังแสดงในภาพประกอบ 4.24

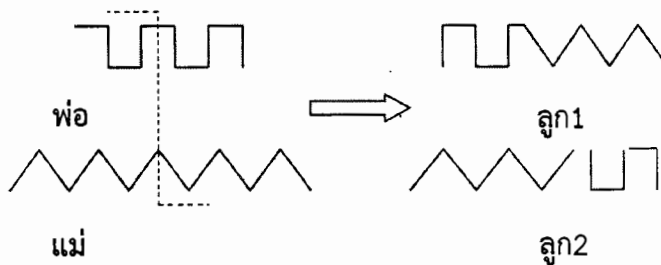
C4 : บรรยาย3 บรรยาย3 บรรยาย1 ... บรรยาย1 บรรยาย2 บรรยาย3
 C1 : บรรยาย1 บรรยาย2 บรรยาย3 ... บรรยาย1 บรรยาย2 บรรยาย3
 C3 : บรรยาย2 บรรยาย3 บรรยาย1 ... บรรยาย1 บรรยาย2 บรรยาย3
 C2 : บรรยาย1 บรรยาย1 บรรยาย2 ... บรรยาย1 บรรยาย2 บรรยาย3
 C4 : บรรยาย3 บรรยาย3 บรรยาย1 ... บรรยาย1 บรรยาย2 บรรยาย3

ภาพประกอบ 4.24 ตัวอย่างการคัดเลือกโครโมโซมในการจัดตารางสอน

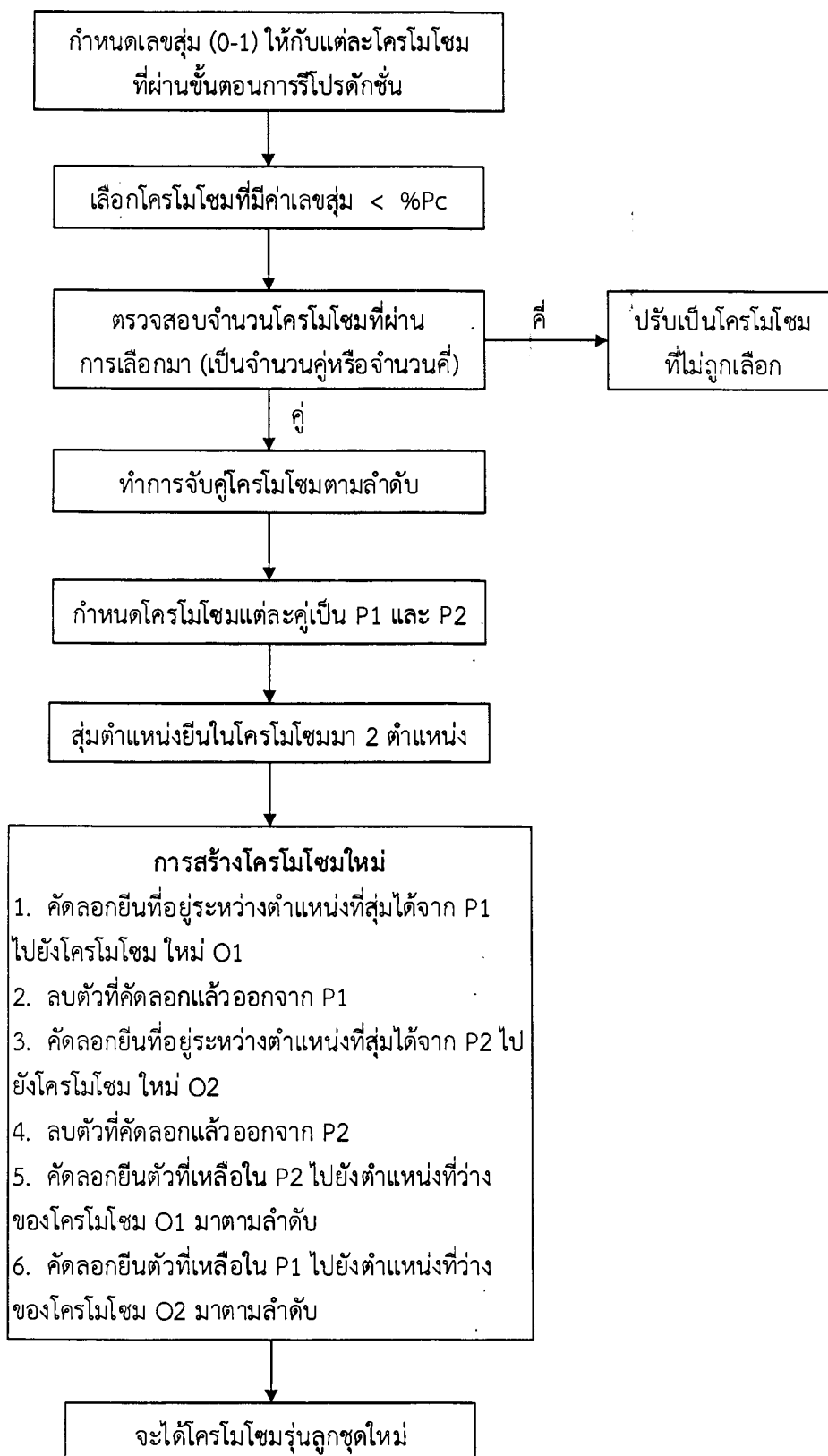
จากโครโมโซมชุดใหม่ที่ถูกเลือกมาโดยวิธีการคัดเลือกแบบวงล้อรูเล็ตจะเห็นว่าโครโมโซมบางส่วนที่จะถูกเลือกมากกว่า 1 ครั้ง โดยการคัดเลือกนี้จะนำไปสู่กระบวนการถัดไปของวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึมนั่นก็คือ กระบวนการครอสโอเวอร์

4.6.4 การครอสโอเวอร์ (crossover)

กระบวนการครอสโอเวอร์เกิดขึ้นหลังจากประชากรเบื้องต้นที่กำหนดขึ้นทั้งหมดผ่านกระบวนการรีโพรดักชันแล้ว โดยการครอสโอเวอร์จะทำการจับคู่ประชากรทั้งหมดโดยการสุ่มมีการเลือกตำแหน่งที่จะทำการครอสโอเวอร์ด้วยวิธีการสุ่มค่าตำแหน่งเป็นจำนวนเต็มเพื่อสลับค่าเมื่อได้ตำแหน่งจากการสุ่มเพื่อสลับค่าแล้วจะทำการสลับค่าที่อยู่ด้านหลังตำแหน่งที่สุ่มได้ โดยลักษณะการครอสโอเวอร์แสดงดังภาพประกอบ 4.25



ภาพประกอบ 4.25 ลักษณะการครอสโอเวอร์



ภาพประกอบ 4.26 ขั้นตอนการครอสโอเวอร์

การครอสโอเวอร์เป็นการแลกเปลี่ยนค่าบางส่วนของโครโมโซมพ่อแม่ซึ่งจากโครโมโซมชุดใหม่ที่ได้จากการคัดเลือกจะมีเพียงโครโมโซมบางส่วนเท่านั้นที่จะถูกคัดเลือกมาสู่กระบวนการครอสโอเวอร์ ขั้นตอนการครอสโอเวอร์แสดงได้ดังภาพประกอบ 4.26 โดยการคัดเลือกมาสู่กระบวนการครอสโอเวอร์นั้นเป็นไปตามอัตราความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ (P_c) สำหรับสร้างโครโมโซมรุ่นใหม่ขึ้นมา โดยสำหรับงานวิจัยนี้ใช้กระบวนการครอสโอเวอร์แบบลำดับ (Order Crossover : OX) ซึ่งกำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.8 กระบวนการครอสโอเวอร์มีขั้นตอนเริ่มจากการกำหนดเลขสุ่มให้กับแต่ละโครโมโซมที่ผ่านกระบวนการรีโพรดักชันแล้วได้แก่โครโมโซม C4, C1, C3, C2 และ C4 มีค่าตัวเลขสุ่มคือ 0.77, 0.16, 0.52 และ 0.44 ตามลำดับ ต่อจากนั้นทำการพิจารณาเลขสุ่มของแต่ละโครโมโซมแล้วทำการเลือกโครโมโซมที่มีค่าเลขสุ่มน้อยกว่าค่าความน่าจะเป็นที่ได้กำหนดไว้ นั่นคือ 0.8 จากโครโมโซมที่ผ่านการคัดเลือกมานั้นโครโมโซมที่มีค่าน้อยกว่า 0.8 คือ C4, C1, C3 และ C2 มีค่าเลขสุ่ม 0.77, 0.16, 0.52 และ 0.44 ตามลำดับ ดังนั้นโครโมโซม C4, C1, C3 และ C2 จึงถูกเลือกมาสู่กระบวนการครอสโอเวอร์ จากนั้นทำการจับคู่โครโมโซมที่ถูกเลือกมาทีละคู่ตามลำดับแล้วกำหนดเป็นโครโมโซมพ่อแม่ ดังนั้นโครโมโซมคู่แรกคือโครโมโซม C4 และโครโมโซม C1 โครโมโซมคู่ที่สองคือ โครโมโซม C3 และโครโมโซม C2 แล้วกำหนดเป็นโครโมโซมพ่อแม่แทนด้วย P1 และ P2 ในแต่ละคู่ของโครโมโซม ลักษณะการจับคู่โครโมโซมเพื่อทำการครอสโอเวอร์แสดงดังภาพประกอบ 4.27

C4 :	บรยาย3	บรยาย3	บรยาย1	...	บรยาย1	บรยาย2	บรยาย3	} P1
C1 :	บรยาย1	บรยาย2	บรยาย3	...	บรยาย1	บรยาย2	บรยาย3	
C3 :	บรยาย2	บรยาย3	บรยาย1	...	บรยาย1	บรยาย2	บรยาย3	} P1
C2 :	บรยาย1	บรยาย1	บรยาย2	...	บรยาย1	บรยาย2	บรยาย3	

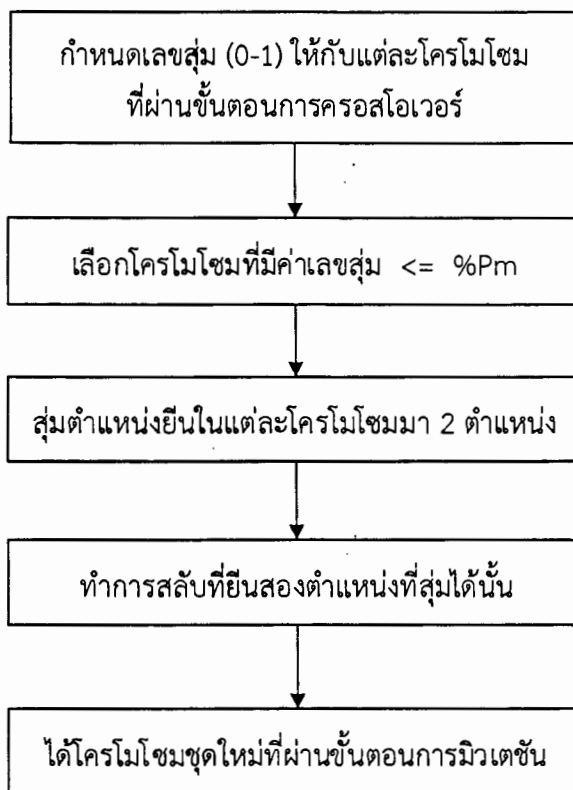
ภาพประกอบ 4.27 ตัวอย่างการจับคู่โครโมโซมเพื่อทำการครอสโอเวอร์

นำโครโมโซมแต่ละคู่มาทำการครอสโอเวอร์ โดยกระบวนการครอสโอเวอร์จะแยกทำในแต่ละส่วนของประเภทรายวิชาคือรายวิชาบรรยายจะทำการครอสโอเวอร์กันเฉพาะในส่วนของรายวิชาบรรยาย รายวิชาปฏิบัติก็จะทำการครอสโอเวอร์เฉพาะในส่วนของรายวิชาปฏิบัติ

4.6.5 การมิวเตชัน (mutation)

กระบวนการมิวเตชันเป็นสิ่งที่จำเป็นเพราะถึงแม้ว่ากระบวนการรีโพรดักชันและกระบวนการครอสโอเวอร์จะช่วยให้การค้นหาคำตอบของปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ แต่ในบางครั้งก็มีการสูญเสียส่วนที่สำคัญไป กระบวนการมิวเตชันจะช่วยป้องกันส่วนที่สูญเสียที่ไม่อาจเรียกคืนได้ในขั้นตอนการมิวเตชันนั้นจะมีการเลือกตำแหน่งที่จะทำการมิวเตชันอย่างสุ่ม ซึ่งอัตราการมิวเตชันในธรรมชาติจะมีค่าค่อนข้างต่ำ ในการนำไปใช้งานจะต้องมีการพิจารณาอย่างเหมาะสม จะเห็นว่ามีโครโมโซมเพียงบางส่วนเท่านั้นที่จะถูกนำมาทำการมิวเตชันขึ้นอยู่กับค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชัน กำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเริ่มต้นเท่ากับ 0.3 ทำการมิวเตชันโดยใช้

วิธีการมิวเตชันแบบ Two-point Swapping Mutation ขั้นตอนการคัดเลือกโครโมโซมเพื่อทำการมิวเตชัน เริ่มต้นจากกำหนดเลขสุ่ม (0-1) ให้กับแต่ละโครโมโซมที่ผ่านขั้นตอนการครอสโอเวอร์มาแล้ว ซึ่งได้แก่ โครโมโซม O4, O1, O3 และ O2 มีค่าเลขสุ่ม 0.77, 0.16, 0.52 และ 0.44 ตามลำดับ โดยโครโมโซมที่มีค่าเลขสุ่มน้อยกว่า 0.3 จะถูกเลือกไปทำขั้นตอนมิวเตชันต่อไป ซึ่งจากตัวอย่างพบว่ามีเพียงโครโมโซม O1 เท่านั้นที่มีค่าเลขสุ่ม น้อยกว่า 0.3 คือมีค่า 0.16 ดังนั้นโครโมโซม O1 จึงถูกเลือกมาเพื่อทำการมิวเตชันต่อไป จากนั้นทำการมิวเตชันโครโมโซม O1 โดยการสุ่มตำแหน่งยีนย่อยภายในโครโมโซม O1 มา 2 ตำแหน่งแล้วทำการสลับที่ค่าในตำแหน่งยีนที่สุ่มมาได้ จะได้โครโมโซมตัวใหม่ที่ผ่านขั้นตอนการมิวเตชัน ขั้นตอนการคัดเลือกโครโมโซมเพื่อทำการมิวเตชันแสดงได้ดังภาพประกอบ 4.28



ภาพประกอบ 4.28 ขั้นตอนการคัดเลือกโครโมโซมเพื่อทำการมิวเตชัน

เมื่อทำการมิวเตชันเรียบร้อยแล้วนำชุดโครโมโซมที่ได้เข้าสู่กระบวนการเจเนติกอัลกอริทึมสำหรับสร้างชุดโครโมโซมรุ่นถัดไปเพื่อค้นหาโครโมโซมที่เหมาะสมที่สุดตามวิธีการของเจเนติกอัลกอริทึม ทำไปเรื่อยๆ จนครบตามจำนวนรุ่นที่กำหนดแล้วจึงหยุดการค้นหา

4.6.6 การหยุดการค้นหา

ขั้นตอนการทำงานของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมจะเริ่มจากการแปลงคำตอบของปัญหาให้อยู่ในรูปแบบโครโมโซมแล้วเข้าสู่การหาคำตอบเบื้องต้น เข้าสู่กระบวนการรีโพรดักชัน การคัดเลือก การครอสโอเวอร์ การมิวเตชัน เมื่อครบกระบวนการดังที่กล่าวมาแล้วก็ทำการประเมิน

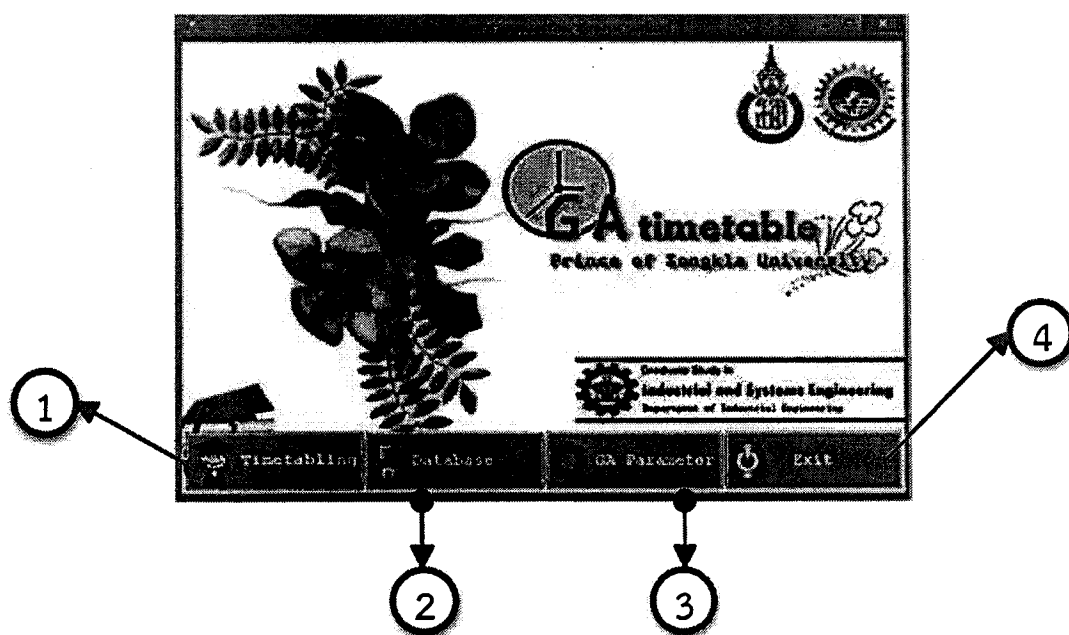
ค่าประชากร แล้วทำการแทนที่ประชากร จนถึงการหยุดการค้นหาคำตอบเมื่อโปรแกรมทำการ
ประมวลผลจนครบตามจำนวนรอบที่เรากำหนดไว้แล้วเป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนเจเนติกอัลกอริทึม

5. ผลการทดลอง

เมื่อทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนซึ่งนำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาประยุกต์ใช้โดยอาศัยหลักการและข้อมูลดังที่กล่าวมา นำมาสร้างโปรแกรมต้นแบบขึ้นแล้ว ในบทนี้จะแสดงถึงผลลัพธ์ของโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้น โดยจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นลักษณะหน้าตาของโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอน ส่วนที่สองเป็นการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมจัดตารางสอน ส่วนที่สามเป็นการทดสอบเพื่อหาค่าของพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของเจเนติกอัลกอริทึม และส่วนสุดท้ายเป็นการแสดงผลลัพธ์ของโปรแกรมเมื่อใช้ข้อมูลจริงจากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

5.1 ลักษณะโปรแกรมจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้น

ลักษณะของโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้น เมื่อผู้ใช้ทำการเปิดโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนขึ้นมาก็จะพบกับหน้าต่างแรกซึ่งประกอบด้วย 3 เมนูหลัก เพื่อเข้าสู่ส่วนต่างๆ ของโปรแกรม ได้แก่ เมนูจัดตารางสอนเป็นเมนูหลักที่ใช้ในการป้อนข้อมูลเพื่อประมวลผลโปรแกรม เมนูจัดการฐานข้อมูลเป็นเมนูที่ใช้ในการป้อนข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนลงในฐานข้อมูล เมนูเจเนติกอัลกอริทึมเป็นเมนูสำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางเจเนติกอัลกอริทึมที่เหมาะสมในการประมวลผลโปรแกรมแสดงดังภาพประกอบ 5.1



ภาพประกอบ 5.1 ลักษณะโปรแกรมจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้น

จากภาพประกอบที่ 5.1 จะเห็นได้ว่าโปรแกรมจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1. ปุ่มสำหรับเมนูจัดตารางสอน 2. ปุ่มสำหรับเมนูจัดการฐานข้อมูล 3. ปุ่มสำหรับเมนูเจเนติกอัลกอริทึม และ 4. ปุ่มจบการทำงาน ซึ่งกระบวนการทำงานของเมนูต่างๆ ในโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนสามารถอธิบายได้ในหัวข้อดังนี้

5.1.1 เมนูจัดตารางสอน

ในการจัดตารางสอนนั้นเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูจัดตารางสอนที่หน้าโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนโดยเมื่อผู้ใช้เข้าไปที่เมนู timetabling ในภาพประกอบ 5.2 จะปรากฏหน้าต่างสำหรับการจัดตารางสอนดังภาพประกอบ 5.3 ซึ่งเป็นหน้าต่างสำหรับรับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดตารางสอน โดยข้อมูลที่รับเข้าสู่โปรแกรมนั้นจะถูกกำหนดโดยผู้ใช้หรือผู้จัดตารางสอน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลดังกล่าวได้ทุกครั้งที่จะทำการจัดตารางสอน โปรแกรมจะรับข้อมูลส่วนนี้เพื่อเป็นค่าเริ่มต้นในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและนำค่าที่ได้รับมาทำการประมวลผลสำหรับการหาคำตอบในการจัดตารางสอน สำหรับขั้นตอนการใช้งานเมนูจัดตารางสอนมีดังนี้

1. เมื่อกดปุ่มเมนู “timetabling” ในภาพประกอบ 5.2 ก็จะมีหน้าต่างสำหรับกำหนดข้อมูลในการประมวลผลโปรแกรมจัดตารางสอนแสดงดังภาพประกอบ 5.3

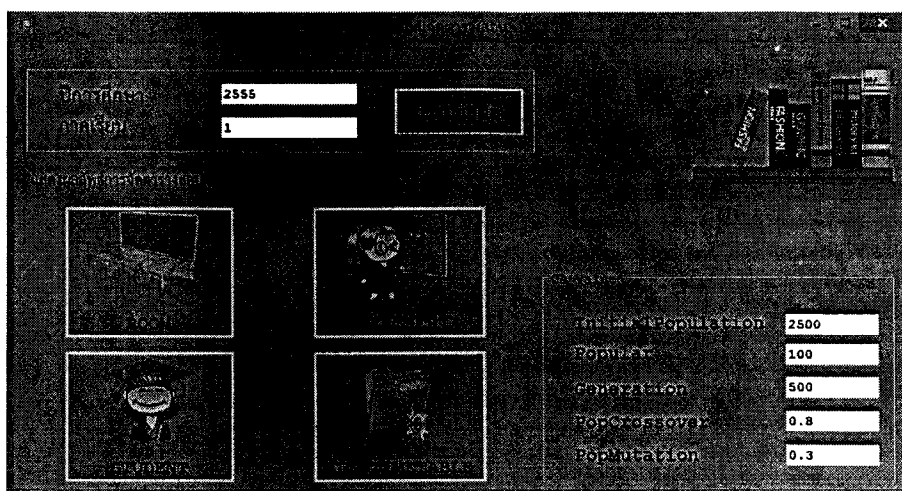


ภาพประกอบ 5.2 หน้าต่างสำหรับเข้าสู่ระบบจัดตารางสอน

2. กำหนดปีการศึกษา ภาคการศึกษาที่จะทำการจัดตารางสอน และกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางคณิตศาสตร์รวมทั้งมีหน้าต่างแสดงผลการทำงานของตารางการใช้ห้องเรียน ตารางสอนของอาจารย์ ตารางเรียนของนักศึกษา และตารางสอนรวมทั้งหมดแสดงดังภาพประกอบ 4.3

3. เมื่อกำหนดค่าต่างๆ ครบถ้วนก็กดปุ่ม “ประมวลผล”

4. ขณะที่โปรแกรมกำลังประมวลผล หน้าต่างแสดงผลการทำงานของตารางการใช้ห้องเรียน ตารางสอนของอาจารย์ ตารางเรียนของนักศึกษา และตารางสอนรวมทั้งหมดจะยังเป็นสีจาง นั่นหมายความว่าหน้าต่างแสดงผลแต่ละส่วนยังไม่สามารถแสดงผลได้จนกว่าโปรแกรมจะทำงานเสร็จสมบูรณ์จึงจะสามารถคลิกหน้าต่างแสดงผลเพื่อแสดงผลลัพธ์ได้



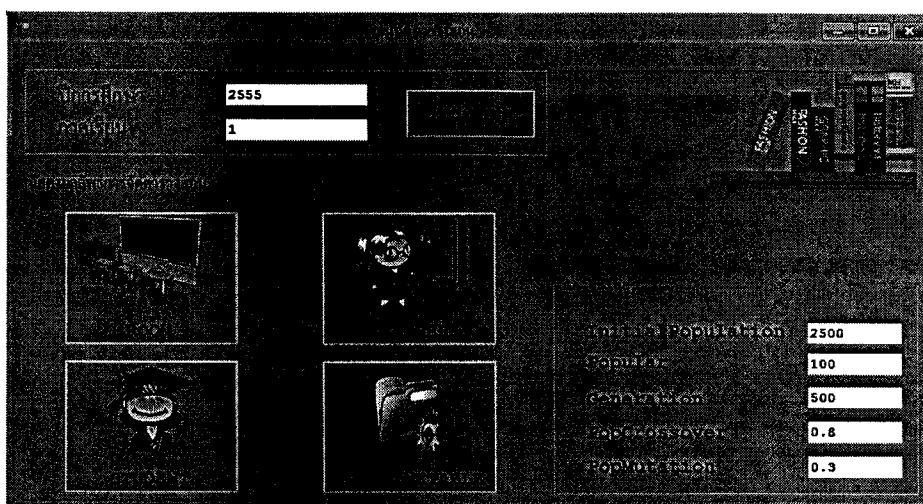
ภาพประกอบ 5.3 หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลในการประมวลผลโปรแกรม

5. ในขณะที่โปรแกรมกำลังประมวลผลการจัดตารางสอนจะแสดงหน้าต่างขณะการประมวลผลแสดงดังภาพประกอบ 5.4



ภาพประกอบ 5.4 หน้าต่างแสดงขณะที่โปรแกรมกำลังประมวลผลข้อมูล

6. เมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะแสดงหน้าต่างดังภาพประกอบ 5.5 ซึ่งจะเห็นว่าหน้าต่างแสดงผลการจัดตารางสอนทั้งตารางการใช้ห้องเรียน ตารางสอนของอาจารย์ ตารางเรียนของนักศึกษา และตารางสอนรวมทั้งหมดมีสีที่ชัดเจนขึ้น นั่นหมายความว่าโปรแกรมประมวลผลเสร็จสมบูรณ์ และสามารถคลิกปุ่มต่างๆ เพื่อแสดงผลลัพธ์ในการจัดตารางสอนได้แล้ว



ภาพประกอบ 5.5 หน้าต่างเข้าสู่ผลลัพธ์การจัดการตารางสอนเมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จสมบูรณ์

5.1.2 เมนูจัดการฐานข้อมูล

ในการจัดการฐานข้อมูลนั้นเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูจัดการฐานข้อมูลที่หน้าโปรแกรมสำหรับจัดการตารางสอนโดยเข้าไปที่เมนู “Database” ดังแสดงในภาพประกอบ 5.6 เมื่อเข้าไปแล้วโปรแกรมจะแสดงหน้าต่างสำหรับ login เพื่อเข้าใช้งานระบบฐานข้อมูลแสดงดังภาพประกอบ 5.7 ซึ่งในส่วนของระบบฐานข้อมูลนี้จะถูกจำกัดสิทธิ์ให้เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบในการจัดการตารางสอนสามารถเข้าไปแก้ไขข้อมูลในระบบได้เท่านั้น สาเหตุที่ต้องจำกัดสิทธิ์ผู้ที่สามารถเข้าถึงข้อมูลในการแก้ไขฐานข้อมูลในโปรแกรมสำหรับจัดการตารางสอนเนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการจัดการตารางสอนมีจำนวนมาก อีกทั้งข้อมูลแต่ละส่วนมีรายละเอียดจำนวนมากซึ่งหากข้อมูลส่วนใดส่วนหนึ่งมีความผิดพลาดไปจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของโปรแกรม อาจจะทำให้โปรแกรมไม่สามารถประมวลผลได้ส่งผลทำให้ได้คำตอบที่ผิดพลาดไปด้วย

เมนูจัดการฐานข้อมูลเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมในการทำหน้าที่เพิ่มหรือลดข้อมูลที่เป็นทั้งหมดในการจัดการตารางสอนเพื่อเก็บไว้ในฐานข้อมูลสำหรับเรียกใช้ในการประมวลผลของโปรแกรม ข้อมูลป้อนเข้าสำหรับเมนูจัดการฐานข้อมูลนี้ประกอบด้วยข้อมูล คณะ ภาควิชา รายวิชา กลุ่มนักศึกษา อาจารย์ และห้องเรียนแสดงดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลป้อนเข้าสำหรับฐานข้อมูลในการจัดการตารางสอน

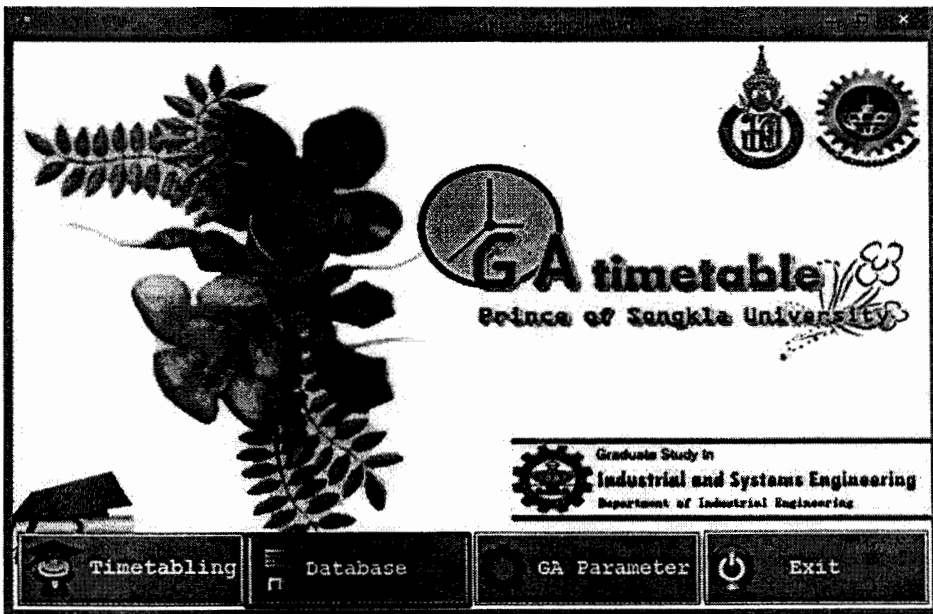
ข้อมูลป้อนเข้า	รายละเอียดข้อมูลป้อนเข้า
ข้อมูลคณะ	รหัสคณะที่อยู่ในขอบเขตการจัดการตารางสอนของโปรแกรม ชื่อคณะ
ข้อมูลภาควิชา	รหัสภาควิชาที่เปิดสอนในแต่ละคณะ ชื่อภาควิชา คณะ
ข้อมูลอาจารย์	รหัสอาจารย์ ชื่อ-นามสกุลของอาจารย์ ประเภทของอาจารย์ ภาควิชา คณะ
ข้อมูลกลุ่มนักศึกษา	รหัสกลุ่มนักศึกษา ชื่อกลุ่มนักศึกษา จำนวน นักศึกษา ปีที่เข้าศึกษา ภาควิชา คณะ

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลป้อนเข้าสำหรับฐานข้อมูลในการจัดตารางสอน (ต่อ)

ข้อมูลป้อนเข้า	รายละเอียดข้อมูลป้อนเข้า
ข้อมูลรายวิชา	รหัสวิชา ชื่อวิชา ประเภทวิชา จำนวนคาบเรียน ภาควิชาต้นสังกัดของรายวิชา
ข้อมูลห้องเรียน	รหัสห้องเรียน ชื่อห้องเรียน ความจุของห้องเรียน ประเภทของห้องเรียน ภาควิชา คณะ

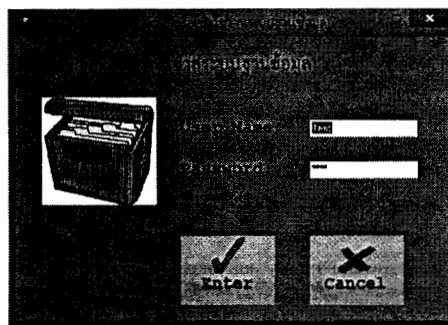
ขั้นตอนในการใช้เมนูระบบจัดการฐานข้อมูล

1. เมื่อกดปุ่มเมนู “Database” ที่หน้าโปรแกรมดังภาพประกอบ 5.6 ก็จะพบหน้าต่างสำหรับ Login เพื่อเข้าสู่การใช้งานระบบฐานข้อมูลดังภาพประกอบ 5.7



ภาพประกอบ 5.6 หน้าต่างสำหรับเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล

2. ทำการป้อนข้อมูล User Name และ Password ในภาพประกอบ 5.7 แล้วกดปุ่ม “Enter” เพื่อเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล ก็จะพบหน้าต่างจัดการฐานข้อมูลแสดงดังภาพประกอบ 5.8



ภาพประกอบ 5.7 หน้าต่างสำหรับ login เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล

3. หน้าต่างสำหรับการจัดการฐานข้อมูลแสดงดังภาพประกอบ 5.8



ภาพประกอบ 5.8 หน้าต่างจัดการฐานข้อมูล

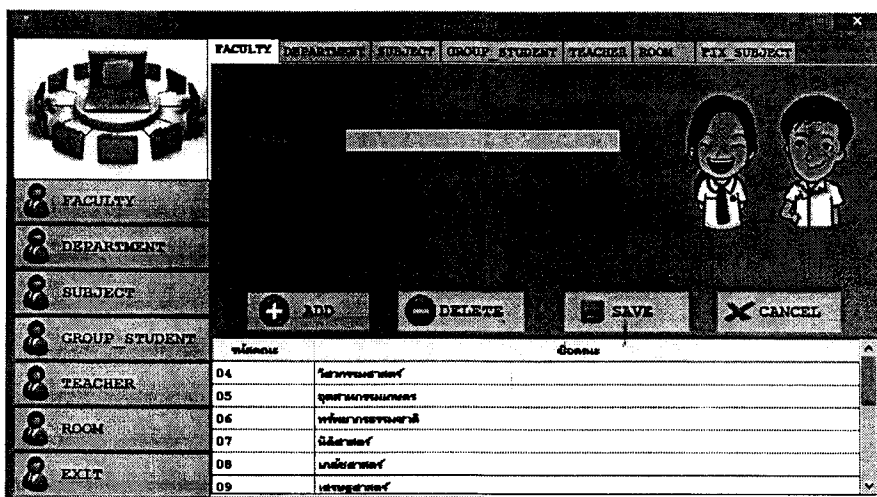
จากภาพประกอบ 5.8 จะแสดงหน้าต่างการจัดการฐานข้อมูลซึ่งเป็นหน้าต่างแรกเมื่อ Login เข้าใช้งานระบบจัดการฐานข้อมูลเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งในส่วนการจัดการฐานข้อมูลนี้จะประกอบด้วยเมนูย่อย 6 เมนู ซึ่งเมนูย่อยดังกล่าวนี้เป็นหน้าต่างสำหรับป้อนข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการจัดตารางสอน ประกอบด้วย ข้อมูลคณะ ข้อมูลภาควิชา ข้อมูลรายวิชา ข้อมูลอาจารย์ผู้สอน ข้อมูลกลุ่มนักศึกษา และข้อมูลห้องเรียน มีรายละเอียดดังนี้

1) หน้าต่างข้อมูลคณะฯหรือ “FACULTY” โดยหน้าต่างนี้เป็นหน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้งานโปรแกรมทำการป้อนข้อมูลคณะฯที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอน ประกอบด้วยคณะฯที่ใช้ในการจัดตารางสอนจำนวนทั้งหมด 13 คณะ ซึ่งรายชื่อคณะฯนี้จะพิจารณาเฉพาะคณะฯที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาศึกษาทั่วไป และดำเนินการจัดตารางสอนให้กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีภายใต้การดำเนินการจัดตารางสอนของกองทะเบียนและประมวลผลเท่านั้น สำหรับหน้าต่างในการจัดการฐานข้อมูลคณะฯนี้สามารถอธิบายขั้นตอนในการใช้งานหน้าต่างข้อมูลคณะฯได้ดังนี้

ก. กดปุ่ม “ADD” เพื่อเพิ่มข้อมูลคณะฯที่ต้องการจัดตารางสอน แสดงได้ดังภาพประกอบ 4.9

ข. กดปุ่ม “DELETE” หากต้องการลบข้อมูลคณะฯ หรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการลบข้อมูลแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.10

ค. กดปุ่ม “SAVE” เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.11



ภาพประกอบ 5.9 หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลคณะ

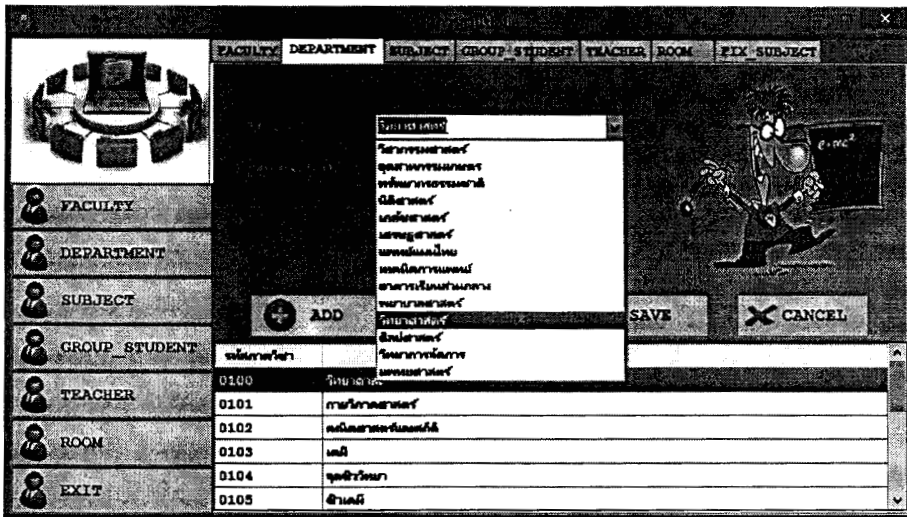


ภาพประกอบ 5.10 หน้าต่างการลบข้อมูลคณะ



ภาพประกอบ 5.11 หน้าต่างบันทึกข้อมูลคณะ

2) หน้าต่างข้อมูลภาควิชาหรือ “DEPARTMENT” โดยหน้าต่างนี้เป็นหน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้งานโปรแกรมทำการป้อนข้อมูลภาควิชาที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอน ประกอบด้วยคณะที่ใช้ในการจัดตารางสอน และภาควิชาในการจัดตารางสอน ซึ่งรายชื่อภาควิชานี้จะสนใจเฉพาะภาควิชาที่จัดการเรียนการสอนในรายวิชาศึกษาทั่วไปสำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีภายใต้การดำเนินการจัดตารางสอนของกองทะเบียนและประมวลผล สำหรับหน้าต่างรับข้อมูลภาควิชาสามารถอธิบายขั้นตอนในการใช้งานหน้าต่างข้อมูลภาควิชาได้ดังนี้



ภาพประกอบ 5.12 หน้าต่างสำหรับเลือกคณะที่ต้องการเพิ่มภาควิชา

ก. เลือกคณะที่ต้องการเพิ่มภาควิชาที่ต้องการจัดตารางสอน การเลือกคณะแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.12

ข. กดปุ่ม “ADD” เพื่อเพิ่มข้อมูลภาควิชาที่ใช้ในการจัดตารางสอน แสดงได้ดังภาพประกอบ 5.13



ภาพประกอบ 5.13 หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลภาควิชา

ค. กดปุ่ม “DELETE” หากต้องการลบข้อมูลภาควิชาฯ หรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการลบข้อมูลแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.14



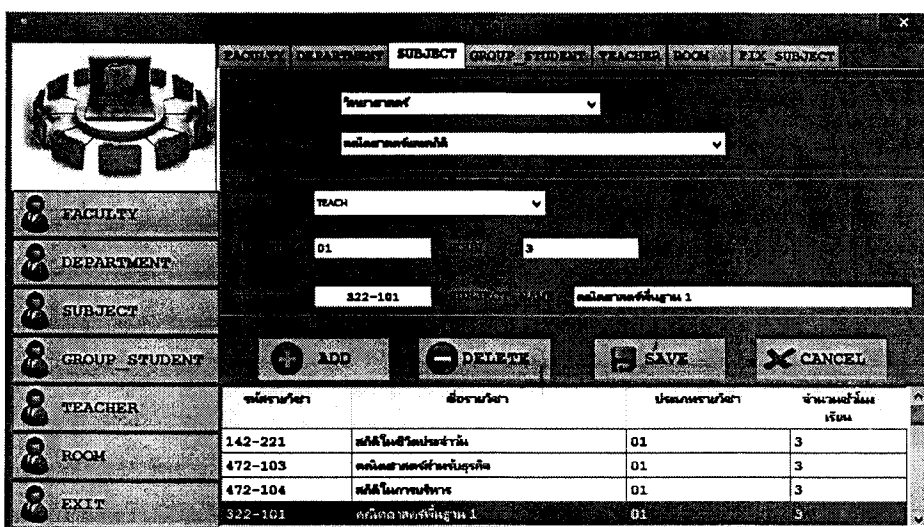
ภาพประกอบ 5.14 หน้าต่างการลบข้อมูลภาควิชา

ง. กดปุ่ม “SAVE” เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.15



ภาพประกอบ 5.15 หน้าต่างบันทึกข้อมูลภาควิชาลงในฐานข้อมูล

3) หน้าต่างข้อมูลรายวิชาที่ทำการจัดตารางสอนหรือ “SUBJECT” โดยหน้าต่างนี้เป็นหน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้งานโปรแกรมทำการป้อนข้อมูลรายวิชาที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอน ซึ่งจะต้องทำการเลือกคณะฯ และภาควิชาที่จะทำการจัดตารางสอนก่อน จากนั้นจึงป้อนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาที่จะจัดตารางสอน ประกอบด้วย ประเภทวิชา รหัสวิชา จำนวนชั่วโมงในการจัดการเรียนการสอน ตอนที่จัดตารางสอน จำนวนนักศึกษา รายชื่ออาจารย์ผู้สอน และรายชื่อ



ภาพประกอบ 5.18 หน้าต่างการลบข้อมูลรายวิชา

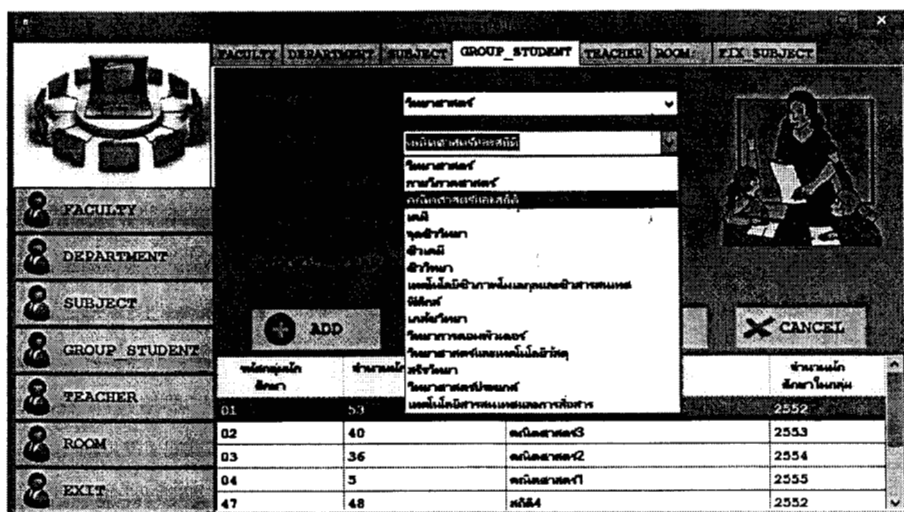
ง. กดปุ่ม “SAVE” เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.19



ภาพประกอบ 5.19 หน้าต่างสำหรับบันทึกข้อมูลรายวิชาลงในฐานข้อมูล

4) หน้าต่างข้อมูลกลุ่มนักศึกษาหรือ “GROUP_STUDENT” โดยหน้าต่านี้เป็นหน้าต่าสำหรับผู้ใช้งานโปรแกรมทำการป้อนข้อมูลกลุ่มนักศึกษาที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอน ประกอบด้วยชื่อคณะต้นสังกัดของกลุ่มนักศึกษา ภาควิชาต้นสังกัดของกลุ่มนักศึกษา รายชื่อกลุ่มนักศึกษา จำนวนนักศึกษาในแต่ละกลุ่ม และปีที่เข้าศึกษาของนักศึกษาแต่ละกลุ่ม ซึ่งรายชื่อกลุ่มนักศึกษานี้จะสนใจเฉพาะนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่จัดตารางสอนภายใต้การดำเนินการของกองทะเบียนและประมวลผลเท่านั้นสามารถอธิบายขั้นตอนในการใช้งานหน้าต่าข้อมูลภาควิชาได้ดังนี้

ก. เลือกคณะและภาควิชา ที่ต้องการเพิ่มกลุ่มนักศึกษาสำหรับจัดตารางสอน โดยลักษณะการเลือกคณะและภาควิชา แสดงได้ดังภาพประกอบ 5.20



ภาพประกอบ 5.20 หน้าต่างสำหรับเลือกคณะและภาควิชาที่ต้องการเพิ่มกลุ่มนักศึกษา

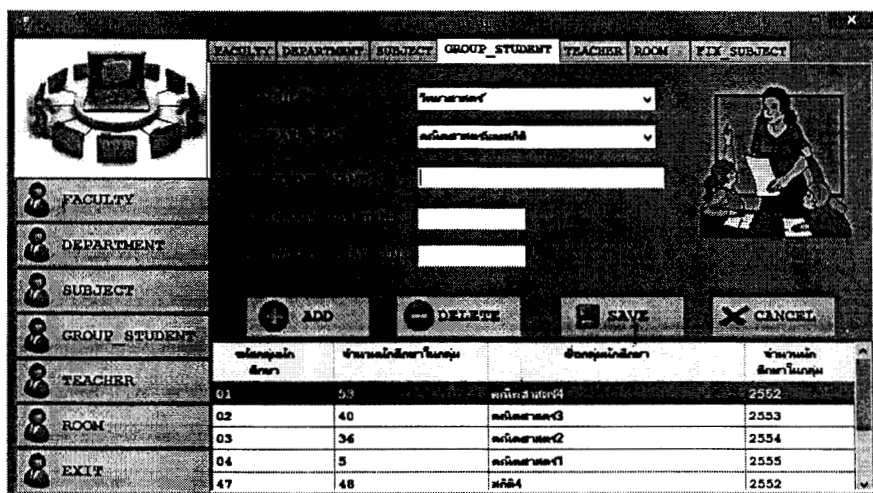
ข. กดปุ่ม “ADD” เพื่อเพิ่มข้อมูลกลุ่มนักศึกษาสำหรับการจัดตารางสอน แสดงได้ดังภาพประกอบ 5.21 หลังจากจากการกดปุ่ม “ADD” โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างดังภาพประกอบ 5.22 เพื่อให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกลุ่มนักศึกษาประกอบด้วย ชื่อกลุ่มนักศึกษา จำนวนนักศึกษาในแต่ละกลุ่ม และปีการศึกษาที่นักศึกษาแต่ละกลุ่มเข้าศึกษา

ค. กดปุ่ม “DELETE” หากต้องการลบข้อมูลกลุ่มนักศึกษาหรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการลบข้อมูลแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.23

ง. กดปุ่ม “SAVE” เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.24



ภาพประกอบ 5.21 หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลกลุ่มนักศึกษา



ภาพประกอบ 5.22 หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลกลุ่มนักศึกษา



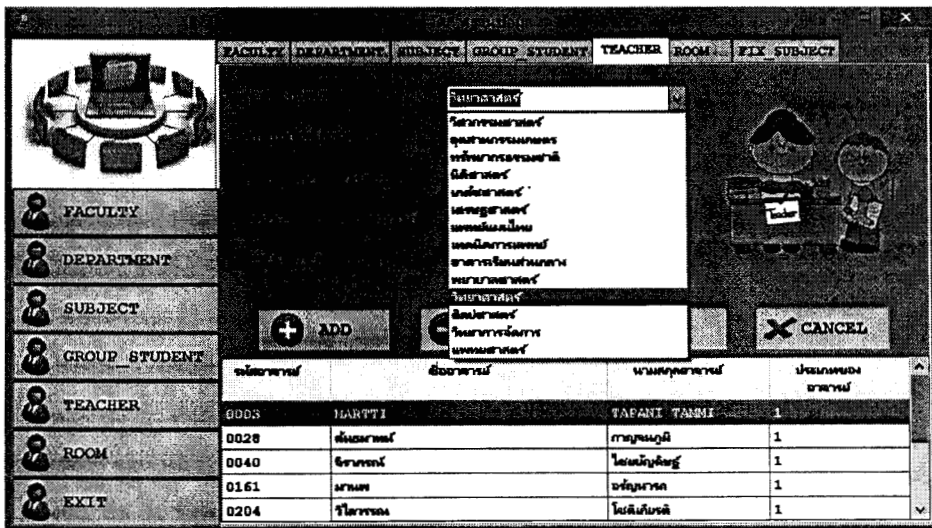
ภาพประกอบ 5.23 หน้าต่างการลบข้อมูลกลุ่มนักศึกษา



ภาพประกอบ 5.24 หน้าต่างบันทึกข้อมูลกลุ่มนักศึกษาลงในฐานข้อมูล

5) หน้าต่างข้อมูลอาจารย์ผู้สอนหรือ “TEACHER” โดยหน้าต่างนี้เป็นหน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้งานโปรแกรมทำการป้อนข้อมูลอาจารย์ผู้สอนที่เกี่ยวข้องในการจัดตารางสอน ประกอบด้วย คณะต้นสังกัดของอาจารย์ผู้สอนแต่ละท่าน ภาควิชาต้นสังกัดของอาจารย์ผู้สอนแต่ละท่าน ชื่ออาจารย์ผู้สอน นามสกุลอาจารย์ผู้สอน และประเภทของอาจารย์ผู้สอนแต่ละท่าน สามารถอธิบายขั้นตอนในการใช้งานหน้าต่างข้อมูลอาจารย์ผู้สอนได้ดังนี้

ก. เลือกคณะและภาควิชา ที่ต้องการเพิ่มอาจารย์ผู้สอนสำหรับจัดตารางสอน โดยลักษณะการเลือกคณะแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.25 และลักษณะการเลือกภาควิชาแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.26



ภาพประกอบ 5.25 หน้าต่างสำหรับเลือกคณะที่ต้องการเพิ่มอาจารย์ผู้สอน



ภาพประกอบ 5.26 หน้าต่างสำหรับเลือกภาควิชา ที่ต้องการเพิ่มอาจารย์ผู้สอน

ข. กดปุ่ม “ADD” เพื่อเพิ่มข้อมูลอาจารย์ผู้สอนสำหรับการจัดตารางสอน แสดงได้ดังภาพประกอบ 5.27 ภายหลังจากการกดปุ่ม “ADD” โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างดังภาพประกอบ 5.28 เพื่อให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์ผู้สอนประกอบด้วย ชื่ออาจารย์ผู้สอน นามสกุล อาจารย์ผู้สอน และประเภทของอาจารย์ผู้สอนแต่ละท่าน



ภาพประกอบ 5.27 หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลอาจารย์ผู้สอน



ภาพประกอบ 5.28 หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลอาจารย์ผู้สอน

ค. กดปุ่ม “DELETE” หากต้องการลบข้อมูลอาจารย์ผู้สอน หรือกดปุ่ม “SAVE” เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล แสดงได้ดังภาพประกอบ 5.29



ภาพประกอบ 5.29 หน้าต่างการลบข้อมูลอาจารย์ผู้สอน

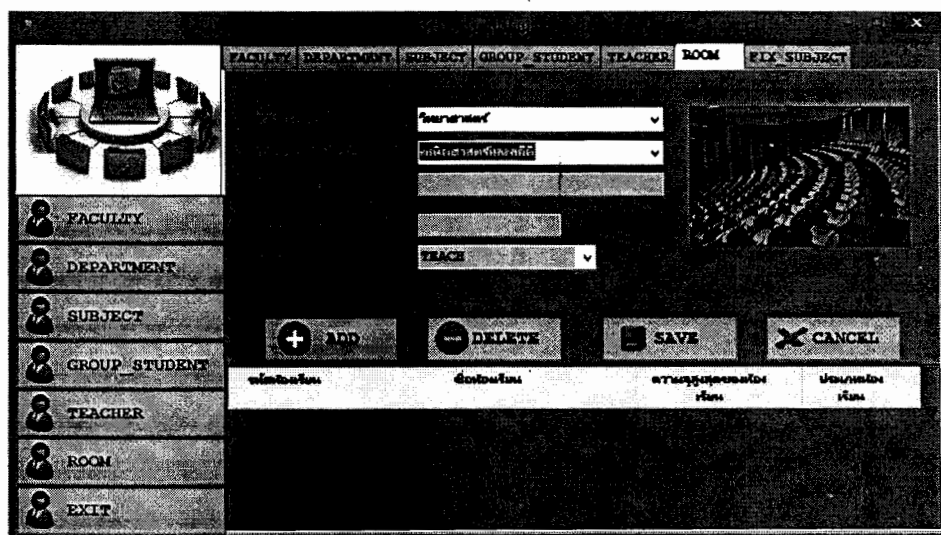
6) หน้าต่างข้อมูลห้องเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอนหรือ “ROOM” โดยหน้าต่างนี้เป็นหน้าต่างสำหรับให้ผู้ใช้งานโปรแกรมทำการป้อนข้อมูลห้องเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอน ประกอบด้วย คณะต้นสังกัดของห้องเรียน ภาควิชา ต้นสังกัดของห้องเรียน รายชื่อห้องเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอน ความจุของห้องเรียนแต่ละห้อง และประเภทของห้องเรียนที่ใช้จัดตารางสอน สำหรับหน้าต่างรับข้อมูลห้องเรียนนี้สามารถอธิบายขั้นตอนในการป้อนข้อมูลห้องเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอนได้ดังนี้

ก. เลือกคณะและภาควิชา ที่ต้องการเพิ่มห้องเรียนสำหรับจัดตารางสอน โดยลักษณะการเลือกคณะและภาควิชาแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.30

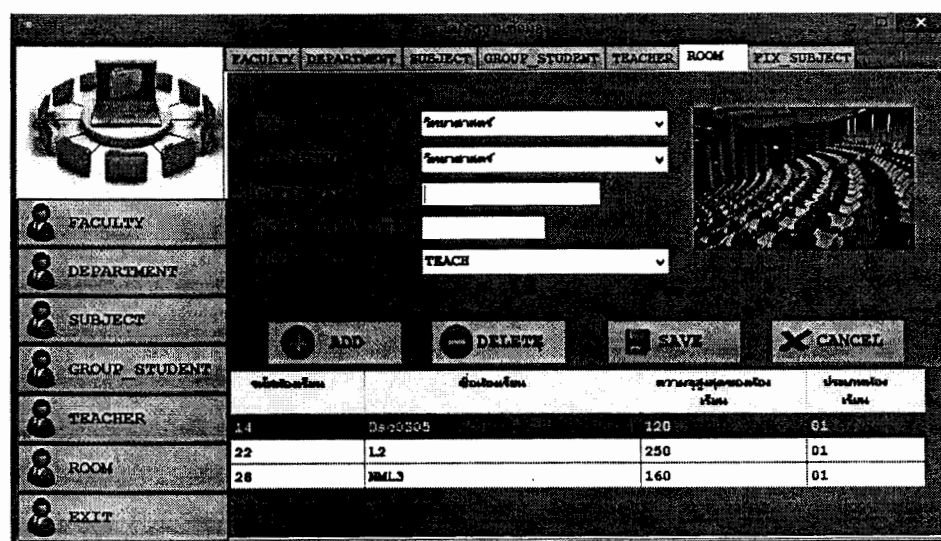


ภาพประกอบ 5.30 หน้าต่างสำหรับเลือกคณะและภาควิชาที่ต้องการเพิ่มห้องเรียน

ข. กดปุ่ม “ADD” เพื่อเพิ่มข้อมูลห้องเรียนสำหรับการจัดตารางสอน แสดงได้ดังภาพประกอบ 5.31 ภายหลังจากการกดปุ่ม “ADD” โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างดังภาพประกอบ 5.32 เพื่อให้ผู้ใช้กรอกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนประกอบด้วย รายชื่อห้องเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอน ความจุของห้องเรียนแต่ละห้อง และประเภทของห้องเรียนที่ใช้จัดตารางสอน



ภาพประกอบ 5.31 หน้าต่างสำหรับเพิ่มข้อมูลห้องเรียน



ภาพประกอบ 5.32 หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลห้องเรียน

ค. กดปุ่ม “DELETE” หากต้องการลบข้อมูลห้องเรียน หรือกดปุ่ม “SAVE” เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หรือกดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล แสดงได้ดังภาพประกอบ 5.33



ภาพประกอบ 5.33 หน้าต่างการลบข้อมูลห้องเรียน

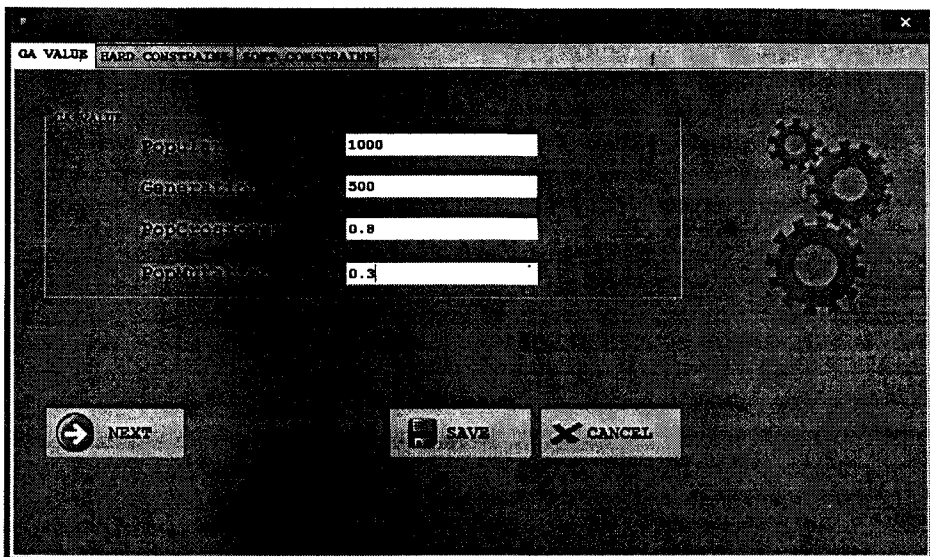
5.1.3 เมนูเจเนติกอัลกอริทึม

ในการจัดการตารางสอนนั้นเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูเจเนติกอัลกอริทึมที่หน้าโปรแกรมสำหรับจัดการตารางสอนโดยเมื่อผู้ใช้เข้าไปที่เมนู GA Parameter ในภาพประกอบ 5.34 จะปรากฏหน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางเจเนติกอัลกอริทึม ประกอบด้วย ค่าประชากรที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม จำนวนรอบในการประมวลผล ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ และค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันแสดงดังภาพประกอบ 5.35 ซึ่งเป็นหน้าต่างสำหรับรับข้อมูลทางเจเนติกอัลกอริทึมที่จำเป็นสำหรับการจัดการตารางสอน โดยข้อมูลที่รับเข้าสู่โปรแกรมนั้นจะถูกกำหนดโดยผู้ใช้หรือผู้จัดการตารางสอน ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงข้อมูลดังกล่าวได้ทุกครั้งที่จะทำการจัดการตารางสอน โปรแกรมจะรับข้อมูลส่วนนี้เพื่อเป็นค่าเริ่มต้นในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลและนำค่าที่ได้รับมาทำการประมวลผลสำหรับการหาคำตอบในการจัดการตารางสอน สำหรับขั้นตอนการใช้งานเมนูจัดการตารางสอนมีดังนี้



ภาพประกอบ 5.34 หน้าต่างสำหรับเข้าสู่เมนูเจเนติกอัลกอริทึม

- (1) เมื่อคลิกเมนู GA Parameter ในภาพประกอบ 5.34 ก็จะมีหน้าต่างสำหรับกำหนดข้อมูลทางเจเนติกอัลกอริทึมที่ใช้ในการจัดตารางสอนแสดงดังภาพประกอบ 5.35
- (2) กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรมในภาพประกอบ 5.35



ภาพประกอบ 5.35 หน้าต่างสำหรับป้อนค่าพารามิเตอร์ทางเจเนติกอัลกอริทึม



ภาพประกอบ 5.36 หน้าต่างสำหรับป้อนค่าน้ำหนักให้กับเงื่อนไขบังคับสำหรับจัดตารางสอน

- (3) กำหนดค่าประชากรที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม
- (4) กำหนดจำนวนรอบที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม
- (5) กำหนดค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์ที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม
- (6) กำหนดค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม
- (7) กดปุ่ม "SAVE" เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

(8) กดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

(9) เมื่อกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางเจเนติกอัลกอริทึมครบถ้วนแล้วก็กดปุ่ม “NEXT” เพื่อไปสู่การกำหนดค่าน้ำหนักให้กับเงื่อนไขต่างๆ

(10) กำหนดค่าน้ำหนักให้กับเงื่อนไขบังคับสำหรับจัดตารางสอนในภาพประกอบ

5.36

(11) กดปุ่ม “SAVE” เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

(12) กดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

(13) เมื่อกำหนดค่าน้ำหนักสำหรับเงื่อนไขบังคับครบทุกข้อแล้วก็กดปุ่ม “NEXT” เพื่อไปสู่เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์

(14) กำหนดค่าน้ำหนักให้กับเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์สำหรับจัดตารางสอนในภาพประกอบ 5.37

(15) กดปุ่ม “SAVE” เพื่อบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

(16) กดปุ่ม “CANCEL” หากไม่ต้องการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล

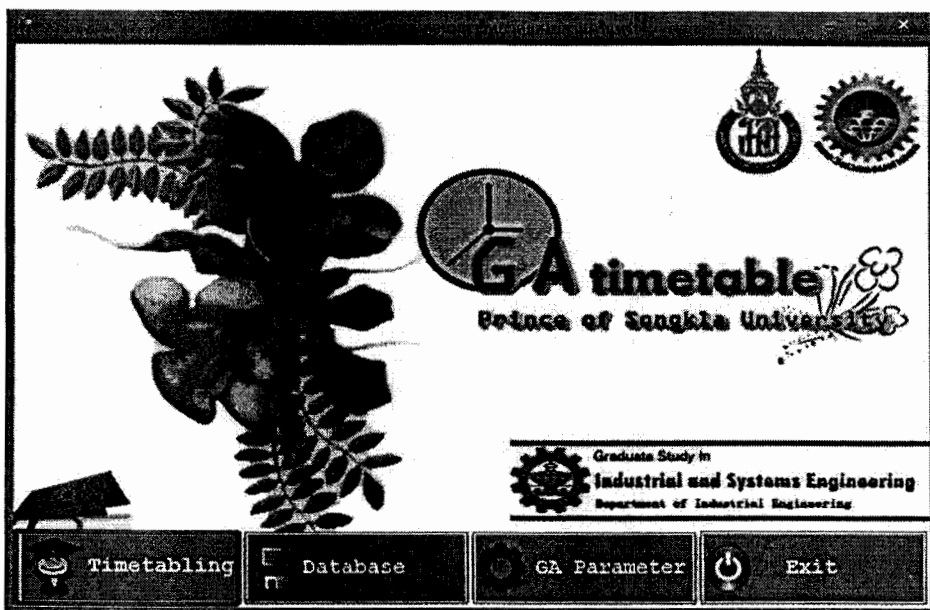


ภาพประกอบ 5.37 หน้าต่างสำหรับป้อนค่าน้ำหนักให้กับเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์

5.1.4 ผลลัพธ์จากการจัดตารางสอน

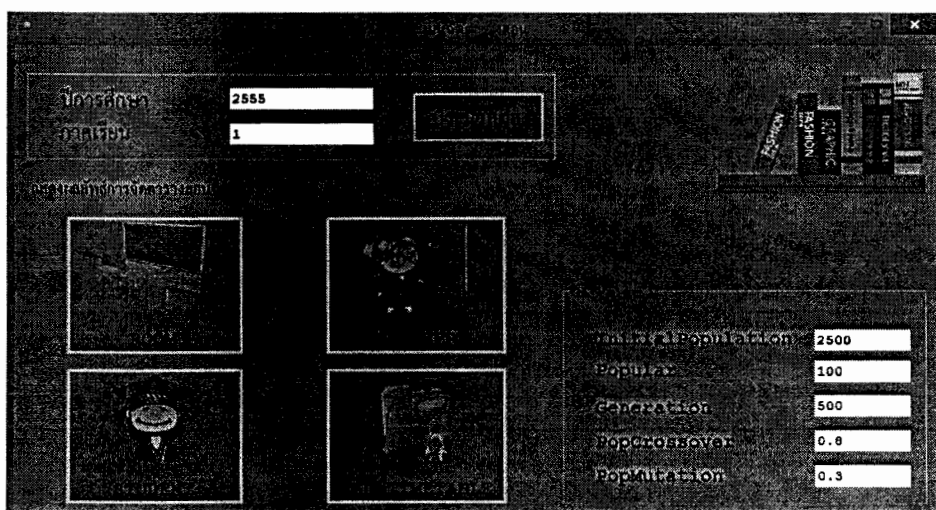
ในส่วนของผลลัพธ์จากการจัดตารางสอนนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้โปรแกรมแสดงผลลัพธ์ในส่วนของเมนูจัดตารางสอน นั่นคือเมื่อผู้ใช้เลือกเมนูจัดตารางสอนที่หน้าโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนโดยเข้าไปที่เมนู timetabling ในภาพประกอบ 5.38 จะปรากฏหน้าต่างสำหรับการจัดตารางสอนแสดงดังภาพประกอบ 5.39 ซึ่งเป็นหน้าต่างสำหรับรับข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการจัดตารางสอนและเป็นหน้าต่างสำหรับแสดงผลลัพธ์ในการจัดตารางสอน ซึ่งผลลัพธ์ในการจัดตารางสอนประกอบด้วย 4 ส่วน ประกอบด้วย ตารางการใช้ห้องเรียน ตารางสอนของอาจารย์ ตารางเรียนของนักศึกษา และตารางรวมทั้งหมด สำหรับขั้นตอนการใช้งานเมนูจัดตารางสอนมีดังนี้

1. เมื่อคลิกเมนู timetabling ในภาพประกอบ 5.38 ก็จะพบหน้าต่างสำหรับกำหนดข้อมูลในการจัดตารางสอนดังภาพประกอบ 5.39



ภาพประกอบ 5.38 หน้าต่างสำหรับเข้าสู่ระบบจัดตารางสอน

2. เมื่อทำการกำหนดปีการศึกษา ภาคการศึกษาที่จะทำการจัดตารางสอน และกำหนดค่าพารามิเตอร์ทางเจเนติกอัลกอริทึม แสดงดังภาพประกอบ 5.39 ครบถ้วนแล้วก็คลิกปุ่มประมวลผล



ภาพประกอบ 5.39 หน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลในการจัดตารางสอน

3. เมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะแสดงหน้าต่างดังภาพประกอบ 5.40 ซึ่งจะเห็นว่าหน้าต่างแสดงผลการทำงานของทั้งตารางการใช้ห้องเรียน ตารางสอนของอาจารย์ ตารางเรียนของนักศึกษา และตารางสอนรวมทั้งหมดมีสีที่ชัดเจนขึ้น นั่นหมายความว่า

โปรแกรมประมวลผลเสร็จสมบูรณ์ และสามารถคลิกปุ่มต่างๆ เพื่อเรียกดูผลลัพธ์ในการจัดตารางสอนได้แล้ว



ภาพประกอบ 5.40 หน้าต่างเข้าสู่ผลลัพธ์การจัดตารางสอนเมื่อโปรแกรมประมวลผลเสร็จสมบูรณ์

ในการเรียกดูผลลัพธ์จากการจัดตารางสอนนั้น สามารถอธิบายและแสดงหน้า หน้าต่างของผลลัพธ์แต่ละส่วนได้ดังต่อไปนี้

(1) กดปุ่ม “ROOM” แล้วเลือกห้องเรียนที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงตัวอย่างผลลัพธ์การใช้ห้องเรียนในการจัดตารางสอน แสดงดังภาพประกอบ 5.41

ชื่อ	08.00-10.00น.	10.00-11.00น.	11.00-12.00น.	12.00-13.00น.	13.00-14.00น.	14.00-15.00น.	15.00-16.00น.	16.00-17.00น.	17.00-18.00น.	18.00-19.00น.	19.00-20.00น.
วิชา					322-103 รายชื่อนักเรียน รวม	322-171 รายชื่อนักเรียน รวม					
สอน			322-103 รายชื่อนักเรียน รวม					322-103 รายชื่อนักเรียน รวม			
ครู							322-101 รายชื่อนักเรียน รวม				
สอน						322-103 รายชื่อนักเรียน รวม					
สอน				325-103 รายชื่อนักเรียน รวม					322-101 รายชื่อนักเรียน รวม		

ภาพประกอบ 5.41 หน้าต่างแสดงตัวอย่างผลลัพธ์ของตารางการใช้ห้องเรียน

(2) กดปุ่ม “TEACHER” แล้วเลือกชื่ออาจารย์ เพื่อดูตารางสอนของอาจารย์แต่ละท่านที่ได้จากการประมวลผลโปรแกรม แสดงดังภาพประกอบ 5.42

	08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
วิชา											
วิชา					890-224 วิชาภาษาอังกฤษ 1 LA307					890-224 วิชาภาษาอังกฤษ 1 M209	
วิชา			890-224 วิชาภาษาอังกฤษ 1 M209	890-224 วิชาภาษาอังกฤษ 1 M209							
วิชา						890-224 วิชาภาษาอังกฤษ 1 M209					
วิชา								890-224 วิชาภาษาอังกฤษ 1 LA309			

ภาพประกอบ 5.42 หน้าต่างแสดงตัวอย่างผลลัพธ์ตารางสอนของอาจารย์

(3) กดปุ่ม “STUDENT” แล้วเลือกชื่อกลุ่มนักศึกษา เพื่อดูตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษาที่ได้จากการประมวลผลโปรแกรม แสดงดังภาพประกอบ 5.43

	08.00-09.00	09.00-10.00	10.00-11.00	11.00-12.00	12.00-13.00	13.00-14.00	14.00-15.00	15.00-16.00	16.00-17.00	17.00-18.00	18.00-19.00
วิชา			322-103 วิชา NMLJ			322-103 วิชา L2					
วิชา				322-103 วิชา L2							
วิชา											
วิชา											
วิชา											

ภาพประกอบ 5.43 หน้าต่างแสดงตัวอย่างผลลัพธ์ตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษา

(4) กดปุ่ม “ALL TIMETABLE” เพื่อแสดงตารางสอนที่ได้จากการประมวลผลของโปรแกรมทั้งหมด

5.2 การทดสอบความถูกต้องของโปรแกรม

ในการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมนั้นเป็นขั้นตอนการทดสอบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมีเงื่อนไขและผลลัพธ์ของโปรแกรมตรงตามความต้องการของผู้วิจัยหรือไม่ โดยการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะทำการทดสอบด้วยมือกับกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก ทั้งนี้เพื่อความสะดวกต่อการตรวจสอบความถูกต้อง ซึ่งผู้วิจัยจะทำการทดสอบโดยใช้ตารางสอน 1 ตาราง ข้อมูลที่ใช้สำหรับการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมมีดังนี้

1. รายวิชา 23 รายวิชา แบ่งเป็นรายวิชาศึกษาทั่วไปประเภทวิชาบรรยาย และรายวิชาศึกษาทั่วไปประเภทวิชาปฏิบัติ ดังรายละเอียดแสดงในตารางที่ 5.2
2. อาจารย์ผู้สอน 15 คน รายละเอียดตามตารางที่ 5.3

3. กลุ่มนักศึกษา 20 กลุ่ม รายละเอียดตามตารางที่ 5.4

4. ห้องเรียน 6 ห้อง รายละเอียดตามตารางที่ 5.5

โดยทำการจัดตารางสอนในวันจันทร์-วันศุกร์ เวลา 08.00-19.50 น. คาบละ 50 นาที มีระยะเวลาสำหรับเปลี่ยนคาบเรียน 10 นาที เพื่อให้อาจารย์และนักศึกษาใช้ในการเดินทางไปยังห้องอื่นๆ ในกรณีที่มีการเรียนการสอนติดกันในคาบถัดไป

ตารางที่ 5.2 รายละเอียดตัวอย่างรายวิชาบรรยายที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

ID	SUBJECT	GROUPSTID	คาบเรียน	SECTION	GROUPSTID COUNT	TEACHER ID
1	322-100	82	3	01	65	0110
2	322-101	184	3	01	50	0060
3	322-101	41	3	02	256	0196
4	322-103	252	3	01	72	0166
5	322-103	213	3	02	69	0188
6	322-171	168	3	01	50	0046
7	324-104	252	3	02	72	0165, 0190
8	325-103	252	3	04	72	0045, 0205, 0131
9	330-106	236	3	01	98	0278, 0033, 0286, 0158, 0116
10	345-101	256	3	04	227	0076
11	345-102	32	3	01	8	0189
12	345-102	08	3	02	7	0226
13	890-211	193	3	01	22	0318
14	890-214	152	3	01	13	0379
15	890-214	70	3	02	10	0347
16	890-224	262	3	02	50	0357
17	890-224	140	3	03	69	0357
18	890-233	04	3	01	53	0325
19	890-233	188	3	02	50	0325
20	890-261	78	3	01	65	0319
21	890-261	20	3	02	55	0394
22	895-111	252	3	01	72	0359
23	895-125	221	3	01	130	0310

ตารางที่ 5.3 รายละเอียดตัวอย่างอาจารย์ผู้สอนที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

ID	Faculty	Department	Department
1	0110	บุญรอด ยุทธนันท์	0102
2	0060	ชุตินทร จิโรจน์กุล	0102
3	0196	วินิตา ยลธรรมธรรม	0102
4	0166	ยุซุฟ เจาะป่าว	0102
5	0188	วรายู บุญประคอง	0102
6	0046	ฉลาด เจียรนัย	0102
7	0165	ยุพา วัฒนกาญจนา	0103
8	0190	วลัยลักษณ์ พีชนิโพบูลย์	0103
9	0045	เจษฎา โมกขกุล	0103
10	0205	วีณา เอ็มเอก ทัพไชย	0103
11	0131	พงศธร อมรพิทักษ์สุข	0103
12	0278	อารักษ์ จันทศิลป์	0106
13	0033	จรัล สิริตวงศ์	0106
14	0286	อุปถัมภ์ มีสวัสดิ์	0106
15	0158	มรกต ศักดิ์นิมิต	0106
16	0116	ประกาศ สว่างโชติ	0106
17	0076	ดรรรัตน์ แซ่ลี	0110
18	0189	วรารัตน์ จักรหวัด	0110
19	0226	สมศักดิ์ คงแสง	0110
20	0318	จิตราภรณ์ เชิดชูพงษ์	0215
21	0379	สิตา มุสิกรัมย์	0215
22	0347	ปรีวัฒน์ ธาราฤดี	0215
23	0357	มณฑา จากุพจน์	0215
24	0325	ชลลดา เลหาวิริยานนท์	0215
25	0319	จินตนา สาธุพันธ์	0215
26	0394	อุไรวรรณ แซ่อ่อง	0215
27	0359	มาลี สบายยิ่ง	0216
28	0310	กฤษณีย์ ไทยะวณิช	0216

ตารางที่ 5.4 รายละเอียดตัวอย่างกลุ่มนักศึกษาที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

ID	GROUP STD_ID	GROUPSTUDENTNAME	GROUPSTD COUNT	GROUPSTD YEAR IN	DEPART_ID
1	82	การจัดการโลจิสติกส์1	68	2555	0317
2	184	เทคโนโลยีวัสดุและบรรจุภัณฑ์1	50	2555	0529
3	41	วิทยาศาสตร์กายภาพ1	256	2555	0100
4	252	เทคนิคการแพทย์1	72	2555	1141
5	213	วาริชศาสตร์1	68	2555	0635
6	168	วิศวกรรมอุตสาหการ1	41	2555	0426
7	236	เภสัชศาสตร์1	98	2555	0838
8	256	พยาบาลศาสตร์1	227	2555	1242
9	32	ฟิสิกส์1	8	2555	0108
10	08	เคมี1	7	2555	0103
11	193	การจัดการครุฑรูปซ1	2	2555	0631
12	152	วิศวกรรมโยธา1	13	2555	0424
13	70	ภาษาเพื่อการพัฒนา1	120	2555	0215
14	262	แพทยศาสตร์1	50	2555	1343
15	140	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์1	69	2555	0422
16	04	คณิตศาสตร์1	5	2555	0102
17	188	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร1	73	2555	0527
18	78	ภาษาอังกฤษ1	65	2555	0215
19	20	ชีววิทยา1	5	2555	0106
20	221	นิติศาสตร์1	130	2555	0737

ตารางที่ 5.5 รายละเอียดตัวอย่างห้องเรียนที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง

ROOM_ID	ROOM_NAME	ROOM_MAX_COUNT	DEPARTMENT_ID
03	M209	50	0110
14	Bsc0305	120	0100
22	L2	250	0100
28	NML3	160	0100

ตารางที่ 5.5 รายละเอียดตัวอย่างห้องเรียนที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้อง (ต่อ)

ROOM ID	ROOM NAME	ROOM MAX COUNT	DEPARTMENT ID
56	LA309	100	0215
71	LA507	150	0215

ขั้นตอนในการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมนั้นเริ่มต้นจากโปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล แล้วทำการประมวลผลเพื่อให้ได้คำตอบที่ดีที่สุดออกมา โดยในขั้นตอนการประมวลผลนั้นจะทำการทวนสอบตั้งแต่กระบวนการแปลงโครโมโซมให้อยู่ในรูปของตารางสอน ซึ่งลักษณะของตารางสอนแสดงได้ดังภาพประกอบ 5.44 นั่นคือแสดงตำแหน่งยีนในโครโมโซมเมื่อทราบถึงตำแหน่งยีนแล้ว ก็จะทำให้การอ่านค่ารหัสยีนเพื่อแปลงใส่ตารางของห้องเรียนตัวอย่าง โดยจะทำการอ่านและแปลงรหัสยีนจนครบทั้งโครโมโซมก็จะได้ตารางการใช้ห้องเรียนจนครบทุกห้องเรียนที่มีการเรียนการสอนโดยตัวอย่างการใช้ห้องเรียนแสดงดังภาพประกอบที่ 5.45

	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	08.50	09.50	10.50	11.50	12.50	13.50	14.50	15.50	16.50	17.50	18.50	19.50
จันทร์	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
อังคาร	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
พุธ	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
พฤหัสบดี	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
ศุกร์	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60

ภาพประกอบ 5.44 ตัวอย่างตำแหน่งของยีน

	08.00	09.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	08.50	09.50	10.50	11.50	12.50	13.50	14.50	15.50	16.50	17.50	18.50	19.50
จันทร์										2		
อังคาร			19						15	16		
พุธ		13					7					3
พฤหัสบดี		10							5	4		9
ศุกร์					1	18		14		10		17

ภาพประกอบ 5.45 ตัวอย่างตารางการใช้ห้องเรียน

ตารางที่ 5.6 จำนวนครั้งที่ผิดเงื่อนไขของตารางสอนที่ใช้เป็นตัวอย่าง

เงื่อนไข	จำนวนที่ผิด เงื่อนไข (ครั้ง)
เงื่อนไขบังคับ	
ในวันและเวลาเดียวกันอาจารย์ผู้สอนหนึ่งคนสามารถสอนได้หนึ่งกลุ่มเท่านั้น	0
ในวันและเวลาเดียวกันนักศึกษาหนึ่งกลุ่มสามารถเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น	0
ในวันและเวลาเดียวกันสามารถกำหนดการเรียนการสอนให้กับห้องเรียน 1 ห้องเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น	0
กำหนดห้องเรียนให้เหมาะสมกับประเภทรายวิชา	0
วิชาปฏิบัติกำหนดให้เรียน 3 คาบติดต่อกัน	0
ห้องเรียนมีขนาดเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน	0
จัดตารางสอนในช่วงเวลา 8.00 – 20.00 น.	51
เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์	
คาบที่ 2 ของรายวิชาเดียวกันไม่ควรจัดให้อยู่ในวันเดียวกันโดยเว้นคาบว่าง	0
ควรจัดการสอนรายวิชาประจำภาควิชาให้กับห้องเรียนให้อยู่ในภาควิชา ก่อน	42
ในแต่ละวันเมื่อนักศึกษาที่มีคาบเรียนแล้วไม่ควรมีคาบว่างเกิน 2 คาบ เพื่อ เรียนในคาบถัดไป	9
ในแต่ละวันควรมีการเว้นคาบว่างในเวลา 12.00-12.50 น. เพื่อให้นักศึกษา พักรับประทานอาหารกลางวัน	16
ในแต่ละวันอาจารย์ไม่ควรสอนวิชาบรรยายติดกันเกิน 4 คาบ	0
ในแต่ละวันนักศึกษาไม่ควรเรียนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ	0
พยายามจัดตารางสอนให้มีการเรียนข้ามคณะโดยมีระยะห่างระหว่างคณะ น้อยที่สุด	0
รายวิชาของคณะใดก็จัดให้เรียนที่ห้องเรียนของคณะนั้น	36

ในการทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมตั้งแต่กระบวนการสร้างโครโมโซม แปลงโครโมโซมเป็นตารางสอน จนกระทั่งการตรวจสอบเงื่อนไขในการจัดตารางสอน โดยทำการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมจัดตารางสอนกับผลลัพธ์จากการจัดด้วยมือโดยมีเจ้าหน้าที่ดำเนินการจัดตารางสอนนั้นพบว่าให้ผลลัพธ์ของการจัดตารางสอนที่เหมือนกัน ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าโปรแกรมการจัดตารางสอนสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ผู้วิจัยต้องการ

5.3 การทดสอบหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

โปรแกรมจัดตารางสอนเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยการประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอนที่เหมาะสมที่สุดและไม่ละเมิดเงื่อนไขในการจัดตารางสอน

ซึ่งการประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนี้จำเป็นต้องมีการพิจารณาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับการค้นหาค่าที่ดีที่สุด ด้วยเหตุผลที่ว่าปัญหาแต่ละปัญหาย่อมมีค่าพารามิเตอร์ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับลักษณะของปัญหาและความซับซ้อนของปัญหาที่กำลังสนใจ ดังนั้นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้มีความเหมาะสมกับสภาพปัญหาที่กำลังสนใจก็ทำให้การค้นหาค่าตอบโดยวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งในการทดสอบสามารถแสดงผลการทดสอบได้ดังนี้

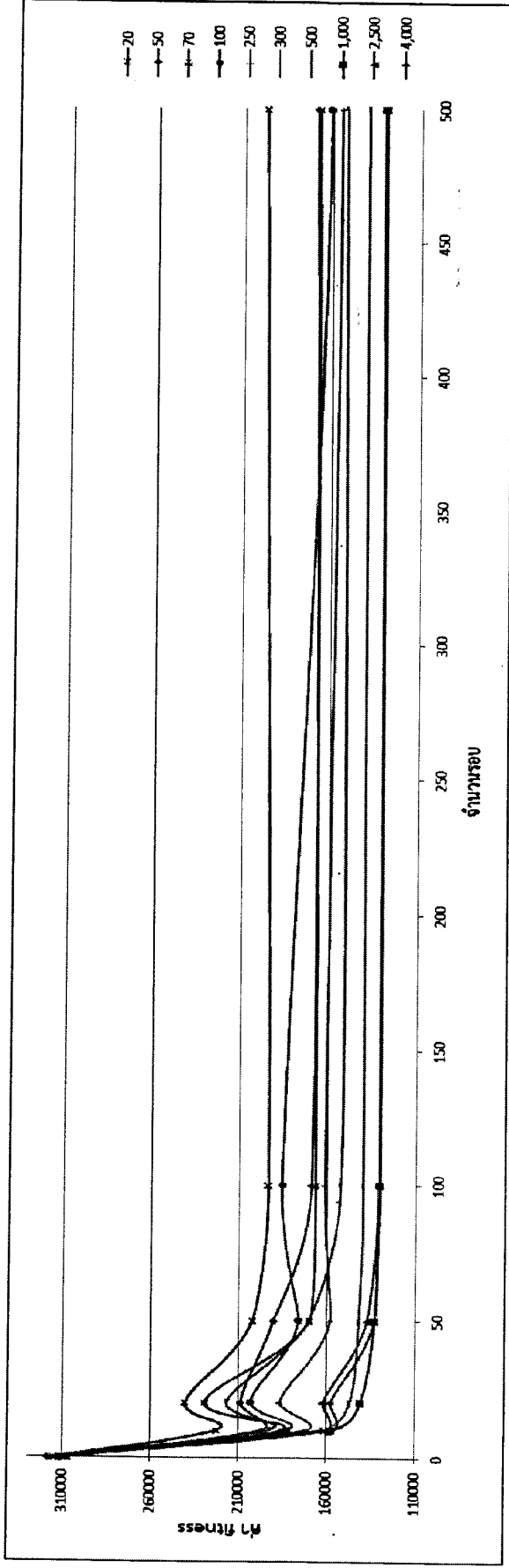
1) ผลการทดสอบหาค่าจำนวนรุ่นและจำนวนประชากรที่ใช้ในการทดสอบ โดยทำการกำหนดระดับปัจจัยที่ใช้ในการทดสอบและหาค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมที่ระดับปัจจัยต่างๆ ของจำนวนรุ่นและจำนวนประชากรในการทดสอบซึ่งได้มาจากการหาค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมจำนวน 3 ซ้ำแสดงได้ดังตารางที่ 5.7 ได้ผลการทดสอบซึ่งแบ่งการอธิบายออกได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนช่วงของกราฟก่อนจำนวนรุ่นที่ 500 ในทุกระดับของจำนวนประชากร ซึ่งพบว่ากราฟในช่วงดังกล่าวมีแนวโน้มขึ้นลงไม่แน่นอน โดยสามารถอธิบายได้ว่าแนวโน้มที่ไม่แน่นอนนี้เกิดจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่ไม่เหมาะสมกับสภาพของปัญหาทำให้กระบวนการค้นหาค่าตอบยังมีความไม่แน่นอน ซึ่งผลค่าตอบที่ค้นพบจึงอาจเป็นเพียงค่าตอบที่เรียกว่า local solution และอีกส่วนคือส่วนช่วงกราฟหลังจำนวนรุ่นที่ 500 เป็นต้นไป โดยเฉพาะที่จำนวนประชากรตั้งแต่ 500 1,000 2,500 และ 4,000 นั้นกราฟเริ่มมีแนวโน้มคงที่แสดงได้ดังภาพประกอบ 5.46 จากการทดสอบพบว่าที่จำนวนรุ่นที่ 500 และจำนวนประชากรที่ 1,000 นั้นสามารถให้ค่าค่าตอบที่มีค่าความเหมาะสมต่ำสุดเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผล

ตารางที่ 5.7 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมที่ระดับปัจจัยต่างๆ ของจำนวนรุ่นและประชากรจากการทดสอบ

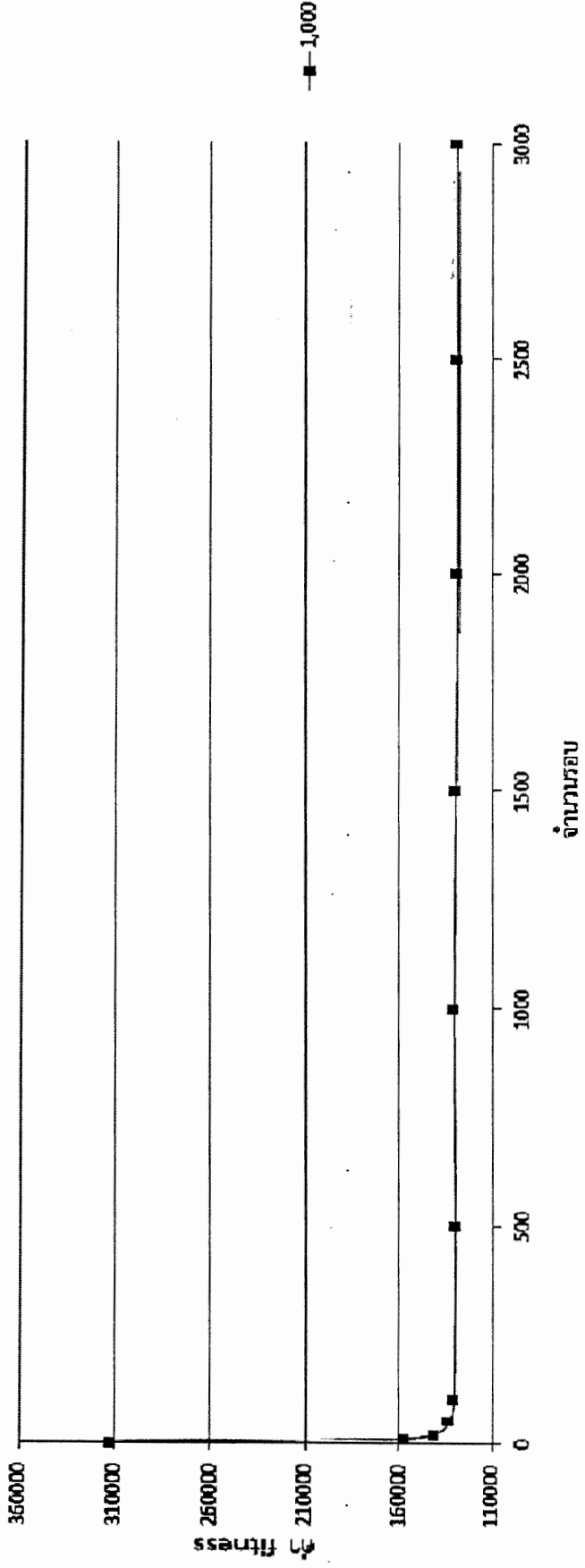
จำนวนรุ่น	จำนวนประชากร			
	500	1,000	2,500	4,000
500	139200	129700	130333	129767
1,000	129867	130133	130133	130133
10,000	130133	130133	130133	130133

หมายเหตุ *ค่าประเมินที่ต่ำสุดซึ่งได้จากการกำหนดค่าจำนวนรุ่นและจำนวนประชากรที่เหมาะสมสำหรับวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

สามารถอธิบายความหมายขององค์ประกอบในภาพประกอบ 5.46 และภาพประกอบ 5.47 ได้โดยในกราฟแกน x จะแสดงจำนวนรุ่นที่ใช้ในการค้นหาค่าตอบด้วยวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม และกราฟแกน y จะแสดงค่าความเหมาะสมของโครโมโซมที่ได้มาจากการทดสอบ รัศมีโปรแกรมจากความสัมพันธ์ของจำนวนรุ่นและจำนวนประชากรที่ใช้ในการทดสอบ



ภาพประกอบ 5.46 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเหมาะสมของจำนวนรุ่นและจำนวนประชากรที่ใช้ทดสอบ



ภาพประกอบ 5.47 กราฟความสัมพันธ์ของค่าความเหมาะสมของจำนวนรุ่นเมื่อกำหนดให้จำนวนประชากรมีขนาด 1,000

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นแสดงให้เห็นว่าผลคำตอบจากกราฟในช่วงก่อนจำนวนรุ่นที่ 500 ที่เรียกว่า local solution ไม่ใช่คำตอบที่เหมาะสมที่สุดเมื่อเทียบกับระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผล แต่เมื่อพิจารณากราฟในช่วงจำนวนรุ่นที่ 500 เป็นต้นไป จะเห็นว่ากราฟเริ่มมีแนวโน้มคงที่ จึงสามารถอธิบายได้ว่าที่ระดับของค่าพารามิเตอร์ในช่วงดังกล่าวสามารถทำให้วิธีการทางเจเนติก อัลกอริทึมค้นหาคำตอบที่เหมาะสมได้

นอกจากนี้แล้วตามที่ได้กล่าวมาข้างต้นว่าจากกราฟที่แสดงดังภาพประกอบ 4.46 นั้น ในช่วงตั้งแต่จำนวนรุ่นที่ 500 เป็นต้นไปที่ระดับของจำนวนประชากรเท่ากับ 500 1,000 2,500 และ 4,000 โดยกราฟในช่วงดังกล่าวนี้มีแนวโน้มคงที่รวมทั้งให้ค่าความเหมาะสมที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในขั้นตอนต่อไปผู้วิจัยจะทำการพิสูจน์ว่าการกำหนดระดับของจำนวนประชากรทั้ง 4 ระดับนั้นส่งผลต่อวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบที่เหมาะสมหรือไม่ ซึ่งทำการทดสอบที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบ one-sample t-test ด้วยโปรแกรม Minitab โดยกำหนดให้ค่าความเหมาะสมมีค่าเท่ากับ 129,700 ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแสดงได้ดังตารางที่ 5.8 ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิตินั้นมีการตั้งสมมติฐานดังต่อไปนี้

ก. ตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบที่ระดับจำนวนประชากรที่ 500

$$H_0: \mu_{1000} = 129,700$$

$$H_1: \mu_{1000} \neq 129,700$$

ข. ตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบที่ระดับจำนวนประชากรที่ 1000

$$H_0: \mu_{2500} = 129,700$$

$$H_1: \mu_{2500} \neq 129,700$$

ค. ตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบที่ระดับจำนวนประชากรที่ 2500

$$H_0: \mu_{5000} = 129,700$$

$$H_1: \mu_{5000} \neq 129,700$$

ง. ทำการตั้งสมมติฐานเพื่อการทดสอบที่ระดับจำนวนประชากรที่ 4000

$$H_0: \mu_{10000} = 129,700$$

$$H_1: \mu_{10000} \neq 129,700$$

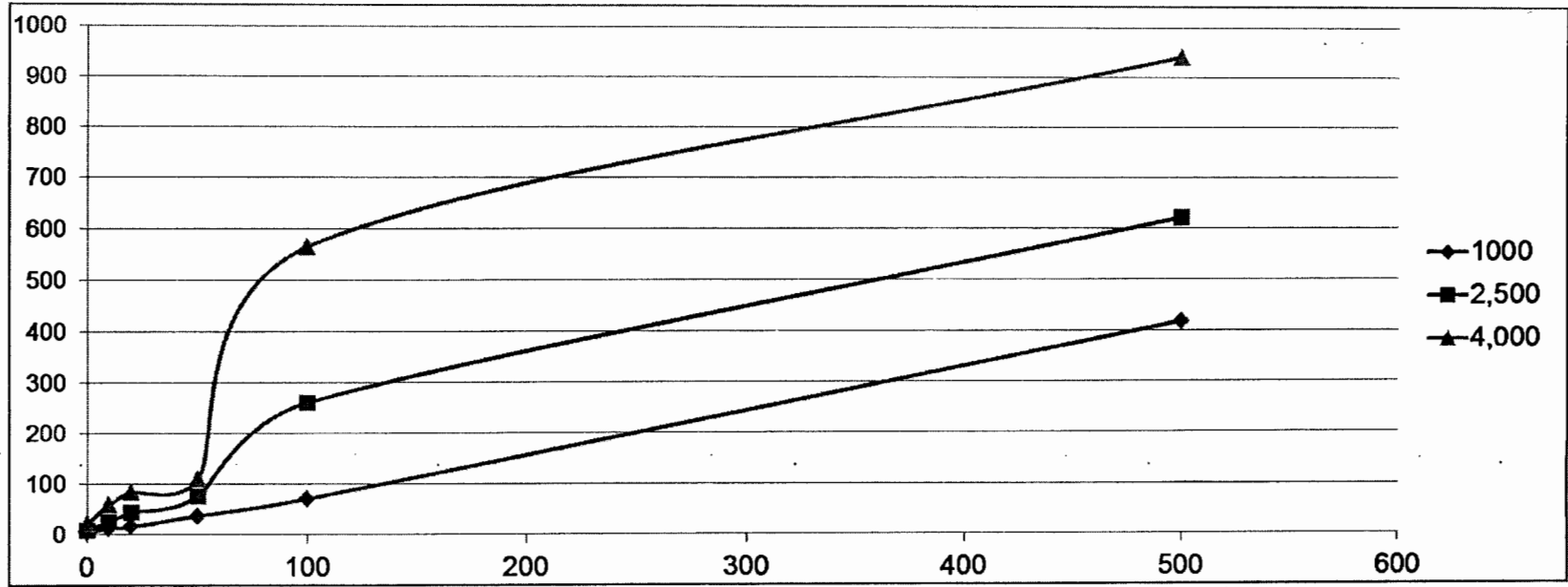
ตารางที่ 5.8 ผลของการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการทดสอบแบบ one-sample t-test

Treatment	N	Mean	StDev	SE Mean	T	P
500	3	139200	3118	1800	5.28	0.034
1000	3	129700	8516	4917	0.00	1.000
2500	3	130333	681	393	1.61	0.248
4000	3	129767	2023	1168	0.06	0.960

หลังจากทำการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยการทดสอบแบบ one-sample t-test แสดงดังตารางที่ 5.8 แล้วนั้นจะเห็นได้ว่าผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติที่ระดับจำนวนของประชากรเท่ากับ 500 มีค่า p-value น้อยกว่า 0.05 จึงทำการปฏิเสธ H_0 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการกำหนดระดับของจำนวนประชากรเท่ากับ 500 ส่งผลต่อวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมในการค้นหาคำตอบที่แตกต่างไปจากผลคำตอบที่เหมาะสมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ แต่ที่ระดับจำนวนของประชากรเท่ากับ 1,000 2,500 และ 4,000 มีค่า p-value มากกว่า 0.05 จึงทำการยอมรับ H_0 ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการกำหนดระดับประชากรที่ระดับ 1,000 2,500 และ 4,000 ส่งผลต่อวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมในการค้นพบผลคำตอบที่แตกต่างไปจากผลคำตอบที่เหมาะสมอย่างไม่มีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจากการทดสอบสมมติฐานของการทดลองจึงทำให้ทราบว่าไม่ว่าผู้ใช้จะทำการกำหนดระดับของประชากรที่ระดับ 1,000 2,500 และ 4,000 โดยทดสอบที่จำนวนรุ่นเท่ากับ 500 จะทำให้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมสามารถพัฒนาผลคำตอบจนพบผลลัพธ์ที่เหมาะสมได้เช่นเดียวกัน

เมื่อดำเนินการทดลองและทำการทดสอบสมมติฐานเพื่อสรรหาจำนวนรุ่นและระดับของจำนวนประชากรที่มีความเหมาะสม จึงสามารถสรุปได้ว่าจำนวนรุ่นที่เหมาะสมคือ 500 รุ่น และจำนวนประชากรที่เหมาะสมมี 3 ค่า ได้แก่ ที่จำนวน 1,000 2,500 และ 4,000 ประชากร ขั้นตอนถัดไปคือการเปรียบเทียบระหว่างระดับของประชากรและระยะเวลาในการประมวลผลดังแสดงในภาพประกอบ 5.48 ซึ่งแสดงเส้นแนวโน้มของระยะเวลาในการประมวลผลที่ระดับจำนวนประชากรต่างๆ ต่างๆ โดยเมื่อพิจารณาเส้นกราฟที่กำหนดให้จำนวนประชากรเท่ากับ 1,000 2,500 และ 4,000 พบว่าการใช้จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่เพิ่มขึ้นแบบเอ็กโปเนนเชียล เมื่อพิจารณาแล้วพบว่าที่จำนวนประชากรเท่ากับ 1,000 ประชากร ใช้เวลาในการประมวลผลน้อยที่สุด เมื่อเทียบกับจำนวนประชากรที่ 2,500 และ 4,000 ประชากร ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าที่จำนวนประชากรเท่ากับ 1,000 ประชากร และจำนวนรุ่นเท่ากับ 500 รุ่น ถือเป็นค่าพารามิเตอร์ที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุดที่จะส่งผลให้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมสามารถค้นหาคำตอบได้อย่างเหมาะสม

2) ผลการทดสอบเพื่อหาค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และความน่าจะเป็นในการมิวเตชันที่เหมาะสม ซึ่งค่าดังกล่าวจะช่วยให้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนั้นสามารถค้นหาผลคำตอบที่เหมาะสมได้รวดเร็วขึ้น อีกทั้งยังมีส่วนในการช่วยเสริมประสิทธิภาพในการค้นหาคำตอบสำหรับวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมด้วย ซึ่งในการทดสอบนี้จะทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้งในทุกๆระดับของปัจจัย โดยในการทดสอบนั้นมีการกำหนดให้จำนวนรุ่นเท่ากับ 500 และจำนวนของประชากรเท่ากับ 1,000 ได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5.9 เมื่อได้ผลการทดสอบแล้วจึงทำการหาค่าเฉลี่ยของค่าความเหมาะสมที่ต่ำที่สุดแสดงดังตารางที่ 5.10 ซึ่งพบว่าที่ระดับความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.8 และความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเท่ากับ 0.3 ได้ค่าความเหมาะสมเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 129,767 สามารถสรุปได้ว่าในการทดสอบเพื่อหาค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.8 และความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเท่ากับ 0.3 จะได้ค่าความเหมาะสมต่ำสุด



ภาพประกอบ 5.48 กราฟความสัมพันธ์ของระดับประชากรและระยะเวลาที่ใช้ในการประมวลผลโปรแกรม

ตารางที่ 5.9 ค่าประเมินที่ได้จากการกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และการมิวเตชันที่ระดับต่างๆ

Pc\Pm	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
0.5	144900	137600	137000	127900	125500	132800
	137800	133200	129900	141100	133400	141600
	133500	131500	132400	132600	140300	134200
0.6	129900	131700	145200	132400	129900	135700
	145700	139000	134600	141400	133100	137900
	136800	140900	132500	134400	133200	136100
0.7	147200	139800	132100	133200	135200	133100
	134000	145500	141200	145600	131000	134200
	132400	136900	131100	131000	134300	138700
0.8	149100	147800	141400	147600	115000	131400
	135800	132100	129900	134400	135100	129900
	135500	132100	135900	135100	139200	137700
0.9	134700	131900	142600	144300	125000	132400
	136700	142400	133500	137500	138800	139900
	129900	132700	138800	133800	133600	132400

ตารางที่ 5.10 ค่าเฉลี่ยในการหาค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และการมิวเตชันที่ระดับต่างๆ

Pc\Pm	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4
0.5	138733	134100	133100	133867	133067	136200
0.6	137467	137200	137433	136067	132067	136567
0.7	137867	140733	134800	136600	133500	135333
0.8	140133	137333	135733	139033	129700*	133000
0.9	133767	135667	138300	138533	132467	134900

หมายเหตุ *ค่าความเหมาะสมที่ต่ำสุดที่ได้จากการกำหนดค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์และการมิวเตชันของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

จากการทำการทดสอบโปรแกรมและการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจึงสามารถกล่าวโดยสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมทางเจเนติกอัลกอริทึม

พารามิเตอร์	ผลการทดสอบ
จำนวนรุ่น	500
จำนวนประชากร	1,000
ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์	0.8
ค่าความน่าจะเป็นในการมิวเทชัน	0.3

เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์และค่าความน่าจะเป็นที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรมการจัดตารางสอนนี้แล้ว ในขั้นตอนต่อไปก็จะนำค่าที่ได้ไปกำหนดในโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนสำหรับมหาวิทยาลัยครุศึกษาต่อไป

5.4 ผลลัพธ์จากการจัดตารางสอนของรายวิชาศึกษาทั่วไป

เมื่อดำเนินการจัดตารางสอนโดยใช้โปรแกรมช่วยในการจัดตารางสอนเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับการจัดตารางสอนโดยบุคลากรผู้มีความชำนาญในการจัดตารางสอนหรือการจัดตารางสอนด้วยมือตนเอง ซึ่งพบว่าการจัดตารางสอนด้วยมือที่กองทะเบียนและประมวลผลใช้ในการจัดตารางสอนปัจจุบันมีความผิดพลาดจำนวน 894 ครั้ง ซึ่งความผิดพลาดที่พบนี้แยกเป็นความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาเรียนของนักศึกษาจำนวน 267 ครั้ง ความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาสอนของอาจารย์จำนวน 358 ครั้ง ความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาในการใช้ห้องเรียนจำนวน 269 ครั้ง ซึ่งความผิดพลาดที่กล่าวมานี้เป็นความผิดพลาดที่พบบ่อยในการจัดตารางสอนทุกๆ ภาคการศึกษา อีกทั้งยังเป็นความผิดพลาดที่ไม่สามารถยอมรับได้ในการจัดตารางสอน แต่เมื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการจัดตารางสอนพบว่าไม่มีความผิดพลาดเกี่ยวกับเงื่อนไขเหล่านี้เกิดขึ้นหรือมีความผิดพลาดจำนวน 0 ครั้งนั่นเอง จึงสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่าการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการจัดตารางสอนสามารถลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการจัดตารางสอนได้ 100 เปอร์เซ็นต์

เมื่อโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลครบตามจำนวนเจเนเรชันและจำนวนประชากรเรียบร้อยแล้ว หากเราต้องการทราบผลลัพธ์จากการประมวลผลในส่วนใด เราก็จะเลือกให้โปรแกรมแสดงผลในส่วนนั้นดังจะอธิบายต่อไปนี้

5.4.1 ผลลัพธ์จากการจัดตารางการใช้ห้องเรียน

เมื่อเลือกจัดตารางการใช้ห้องเรียนโดยการเลือกห้องเรียนที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงผลการใช้ห้องเรียนในการจัดตารางสอนจะแสดงดังภาพประกอบ 5.49

	08.00 - 10.00น.	10.00 - 11.00น.	11.00 - 12.00น.	12.00 - 13.00น.	13.00 - 14.00น.	14.00 - 15.00น.	15.00 - 16.00น.	16.00 - 17.00น.	17.00 - 18.00น.	18.00 - 19.00น.	19.00 - 20.00น.
ชั้นปี					322-103 วิทยาลัยเทคโนโลยี	322-171 วิทยาลัยเทคโนโลยี					
คณะ			322-103 วิทยาลัยเทคโนโลยี					322-103 วิทยาลัยเทคโนโลยี			
ภา							322-101 วิทยาลัยเทคโนโลยี				
หลักสูตร					322-103 วิทยาลัยเทคโนโลยี						
สาขา				325-103 วิทยาลัยเทคโนโลยี					322-101 วิทยาลัยเทคโนโลยี		

ภาพประกอบ 5.49 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ของการจัดตารางการใช้ห้องเรียน

5.4.2 ผลลัพธ์การจัดตารางสอนของอาจารย์

เมื่อเลือกจัดตารางสอนของอาจารย์โดยการเลือกรายชื่ออาจารย์ผู้สอนแต่ละท่านที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงผลการจัดตารางสอนของอาจารย์จะแสดงดังภาพประกอบ 5.50

	08.00 - 09.00น.	09.00 - 10.00น.	10.00 - 11.00น.	11.00 - 12.00น.	12.00 - 13.00น.	13.00 - 14.00น.	14.00 - 15.00น.	15.00 - 16.00น.	16.00 - 17.00น.	17.00 - 18.00น.	18.00 - 19.00น.
ชั้นปี											
คณะ					890-224 วิทยาลัยเทคโนโลยี					890-224 วิทยาลัยเทคโนโลยี	
ภา			890-224 วิทยาลัยเทคโนโลยี	890-224 วิทยาลัยเทคโนโลยี							
หลักสูตร						890-224 วิทยาลัยเทคโนโลยี					
สาขา								890-224 วิทยาลัยเทคโนโลยี			

ภาพประกอบ 5.50 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์ตารางสอนของอาจารย์

5.4.3 ผลลัพธ์การจัดตารางเรียนของนักศึกษา

เมื่อเลือกจัดตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษาโดยการเลือกชื่อกลุ่มนักศึกษาที่ต้องการให้โปรแกรมแสดงผลการจัดตารางเรียนของนักศึกษาจะแสดงดังภาพประกอบ 5.51

The screenshot shows a software window with a dropdown menu at the top left. Below it is a grid representing a weekly schedule. The columns represent time slots from 08:00-09:00 to 18:00-19:00. The rows represent days of the week: วันจันทร์ (Monday), วันอังคาร (Tuesday), วันพุธ (Wednesday), วันพฤหัสบดี (Thursday), and วันศุกร์ (Friday). The grid contains the following course assignments:

วัน	08.00 - 09.00	09.00 - 10.00	10.00 - 11.00	11.00 - 12.00	12.00 - 13.00	13.00 - 14.00	14.00 - 15.00	15.00 - 16.00	16.00 - 17.00	17.00 - 18.00	18.00 - 19.00
วันจันทร์			322-103 วิชา MATH			322-103 วิชา L2					
วันอังคาร				322-103 วิชา L2							
วันพุธ											
วันพฤหัสบดี											
วันศุกร์											

ภาพประกอบ 5.51 หน้าต่างแสดงผลการจัดตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษา

6. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดตารางสอนที่เหมาะสมสำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ โดยประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาช่วยในการหาคำตอบของปัญหาในลักษณะของการสุ่ม วิธีการนี้จะพิจารณากลุ่มคำตอบที่โปรแกรมค้นหาได้และทำการปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น ในขั้นตอนการนำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหานั้นจะต้องปรับปรุงรูปแบบของปัญหาให้อยู่ในรูปโครโมโซมก่อนเพื่อที่จะนำไปผ่านกระบวนการต่างๆ ทางเจเนติกอัลกอริทึมรวมถึงการหาค่าความเหมาะสม ในการจัดตารางสอนจะมีการกำหนดเงื่อนไขในการจัดตารางสอนขึ้นเพื่อใช้ในการหาค่าความเหมาะสมในการจัดตารางสอนโดยการหาค่าความเหมาะสมนี้จะถือเป็นคำตอบของปัญหาการจัดตารางสอน ซึ่งตารางสอนที่ผิดเงื่อนไขในการจัดตารางสอนน้อยที่สุดจะมีความเหมาะสมที่สุดถือเป็นตัวชี้วัดตารางสอนที่ดีที่สุด โปรแกรมการจัดตารางสอนนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ ส่วนการป้อนข้อมูลเข้าโปรแกรม ส่วนประมวลผลโปรแกรม และส่วนแสดงผลลัพธ์ในการจัดตารางสอน ซึ่งได้ผลลัพธ์ในการจัดตารางสอนแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ตารางการใช้ห้องเรียน ตารางสอนสำหรับอาจารย์ และตารางเรียนสำหรับกลุ่มนักศึกษา

สรุปผลการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหการจัดตารางสอนที่มีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกันสำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ด้วยการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการแก้ไขปัญหการจัดตารางสอน ซึ่งได้ประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหาโดยการแก้ไขปัญหด้วยวิธีการนี้เป็นการเลียนแบบกระบวนการของวิวัฒนาการทางธรรมชาติ ซึ่งเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในปัญหาการจัดตารางสอนจะประกอบไปด้วยกระบวนการในการสร้างคำตอบเบื้องต้นแล้วทำการคัดเลือกโครโมโซม จากนั้นนำโครโมโซมที่ผ่านการคัดเลือกมาทำการครอสโอเวอร์และการมิวเตชันเพื่อปรับปรุงสายพันธุ์ให้ดียิ่งขึ้น เมื่อทำการประมวลผลจนครบตามจำนวนรุ่นที่กำหนดไว้แล้ว โปรแกรมจะหยุดการค้นหาคำตอบ ผลลัพธ์สำหรับงานวิจัยนี้จะทำให้ได้โปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนสำเร็จรูปขึ้นมา ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการจัดตารางสอนได้จริง โดยได้ผลลัพธ์จากการจัดตารางสอนประกอบด้วย ตารางสอนสำหรับอาจารย์ ตารางเรียนสำหรับนักศึกษา และตารางการใช้ห้องเรียน โดยที่ผลลัพธ์ดังกล่าวนี้ไม่เกิดการซ้ำซ้อนกันทั้งเวลาสอนของอาจารย์ เวลาเรียนของนักศึกษารวมถึงตารางการใช้ห้องเรียนก็ไม่เกิดการซ้ำซ้อนกัน อีกทั้งยังสามารถนำโปรแกรมนี้ไปเป็นโปรแกรมต้นแบบในการพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางสอนสำหรับมหาวิทยาลัยที่มีลักษณะการจัดตารางสอนแบบมีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกันได้ โดยทำการพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อไปให้มีความเหมาะสมกับลักษณะปัญหาและแนวทางการจัดตารางสอนของมหาวิทยาลัยอื่นๆ อีกทั้งโปรแกรมนี้มีความยืดหยุ่นในการปรับเปลี่ยนเงื่อนไขและค่าน้ำหนักของแต่ละเงื่อนไขให้มีความเหมาะสมกับปัญหาของแต่ละมหาวิทยาลัยได้

ในงานวิจัยจำเป็นต้องมีการประมวลผลเพื่อทดสอบความถูกต้องของโปรแกรมการจัดตารางสอน และเพื่อทวนสอบความถูกต้องในการทำงานของโปรแกรมให้สามารถมั่นใจได้ว่าโปรแกรมที่สร้างขึ้นจะประมวลผล ข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องแม่นยำ ในการทวนสอบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมนั้นจะดำเนินการโดยการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการประมวลผลระหว่างการคำนวณด้วยโปรแกรมและการคำนวณด้วยมือโดยใช้ข้อมูล ตัวอย่างจากข้อมูลจริงและเป็นข้อมูลกลุ่มเดียวกัน ซึ่งจากการทวนสอบการทำงานของโปรแกรมการจัดตารางสอน พบว่าโปรแกรมสามารถประมวลผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ ต่อไปเป็นส่วนของการกำหนดค่าพารามิเตอร์ซึ่งการ กำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมนั้นเป็นส่วนสำคัญในการช่วยให้โปรแกรมจัดตารางสอนสามารถค้นหาตารางสอน ที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถูกต้องแม่นยำ และรวดเร็ว โดยค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้ก็คือ จำนวนรุ่นเท่ากับ 500 จำนวนประชากรเท่ากับ 1,000 ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.8 และค่า ความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเท่ากับ 0.3 เมื่อได้ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมแล้วจะนำค่าที่ได้มากำหนดเป็นค่า เริ่มต้นให้กับโปรแกรมการจัดตารางสอนที่สร้างขึ้นสำหรับงานวิจัยนี้ นอกจากนี้แล้วในการประมวลผล โปรแกรมนี้ยังพบว่า เมื่อขนาดจำนวนยีนมากขึ้นส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการประมวลผลโปรแกรมนานขึ้น โดยใช้เวลาในการประมวลผลโปรแกรมเพิ่มขึ้นแบบเอ็กโปเนนเชียล

การพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางสอนที่ประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนี้ถือเป็นโปรแกรมต้นแบบที่นำเอาวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเข้ามาช่วยในการหาคำตอบของปัญหา ซึ่งจาก ผลการวิจัยพบว่าวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนี้สามารถช่วยพัฒนาผลคำตอบให้ดีขึ้นตลอดจนนำไปสู่ การค้นหาคำตอบคือค้นหาตารางสอนที่เป็นไปได้ทั้งหมดซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้จริง จะเห็นได้ว่าเมื่อกำหนด ค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนี้คือ จำนวนรุ่นเท่ากับ 500 จำนวนประชากร เท่ากับ 1,000 ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์มีค่าเท่ากับ 0.8 และค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันมีค่า เท่ากับ 0.3 แล้วสามารถค้นหาผลลัพธ์ของการจัดตารางสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบ ผลลัพธ์จากโปรแกรมจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้นกับตารางสอนที่จัดด้วยวิธีการแบบเดิมคือการจัดด้วยมือ พบว่าการจัดตารางสอนด้วยมือที่กองทะเบียนและประมวลผลใช้ในการจัดตารางสอนปัจจุบันมีความ ผิดพลาดจำนวน 894 ครั้ง ซึ่งความผิดพลาดที่พบนี้แยกเป็นความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาเรียน ของนักศึกษาจำนวน 267 ครั้ง ความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาสอนของอาจารย์จำนวน 358 ครั้ง ความผิดพลาดในการซ้ำซ้อนกันของเวลาในห้องเรียนจำนวน 269 ครั้ง ซึ่งความผิดพลาด ที่กล่าวมานี้เป็นความผิดพลาดที่พบบ่อยในการจัดตารางสอนทุกๆ ภาคการศึกษา อีกทั้งยังเป็นความ ผิดพลาดที่ไม่สามารถยอมรับได้ในการจัดตารางสอน แต่เมื่อนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการ จัดตารางสอนพบว่าไม่มีความผิดพลาดเกี่ยวกับเงื่อนไขเกิดขึ้นหรือมีความผิดพลาดจำนวน 0 ครั้งนั่นเอง จึงสามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่าการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นมาใช้ในการจัด ตารางสอนสามารถลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการจัดตารางสอนได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ผลจากการจัดตารางสอนโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนั้นไม่มีการซ้ำซ้อนกันของตารางสอนเลย และโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้นนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดตารางสอนของมหาวิทยาลัย

อื่นๆ ที่มีลักษณะการจัดตารางสอนคล้ายกันได้อีกด้วยเพียงแค่เปลี่ยนแปลงฐานข้อมูลและเงื่อนไขสำหรับจัดตารางสอนให้เหมาะสมกับมหาวิทยาลัยนั้นๆ เท่านั้นเอง

7. ข้อเสนอแนะในการดำเนินงานวิจัย

จากการพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนสำหรับนักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่โดยประยุกต์ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ที่สามารถสรุปข้อเสนอแนะในการดำเนินการวิจัย รวมทั้งเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของโปรแกรมจัดตารางสอนที่พัฒนาขึ้นดังต่อไปนี้

1. ควรมีการนำเทคนิคใหม่ๆ มาปรับใช้เพื่อช่วยเพิ่มความเร็วในการประมวลผลโปรแกรม เช่น การประมวลผลแบบคู่ขนานโดยการนำการประมวลผลแบบกริดเข้ามาช่วย
2. ควรพัฒนาต่อโดยการประยุกต์ให้โปรแกรมนี้สามารถทำงานในรูปแบบ Web Applications ได้ เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน
3. ปัญหาการจัดตารางสอนเป็นปัญหาที่มีเงื่อนไขที่หลากหลาย ดังนั้นหากมหาวิทยาลัยอื่นๆ นำโปรแกรมนี้อไปใช้จึงควรปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเงื่อนไขและกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละเงื่อนไขให้มีความเหมาะสมกับแต่ละมหาวิทยาลัย
4. ควรพัฒนาโปรแกรมเพิ่มเติมให้มีความยืดหยุ่นในการรับข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูล และควรเพิ่มให้โปรแกรมสามารถส่งออกข้อมูลตารางสอนออกมาในรูปแบบ excel ได้เพื่อความสะดวกมากยิ่งขึ้น
5. ควรจัดให้มีการเผยแพร่การใช้โปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนให้กับคณะต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] สุชน ไชยสุวรรณ และ วนิดา ตันติธรรมภูษิต, “คู่มือปฏิบัติงานการจัดตารางเรียนตารางสอนและตารางสอบ,” กองทะเบียนและประมวลผล กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, 2555.
- [2] พรไพลิน อามีน และ วนิดา รัตนมณี, “การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดตารางสอนสำหรับนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2555.
- [3] Pornpailin Ameen, “Design GA for finding the optimal bachelor timetable,” The 5th International Conference on Engineering and Technology (ICET-2011), 2011.
- [4] อาทิตย์ ศรีแก้ว, “ปัญญาเชิงคำนวณ Computational Intelligence,” ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, 2552.
- [5] ชิดชนก โชคสุชาติ และ นฤมลวรรณ สุขไมตรี, “ระบบจัดตารางเวลาการทำงานในโรงพยาบาลด้วยวิธีทางพันธุกรรม กรณีศึกษา แผนกอายุรกรรม โรงพยาบาลลพบุรี จังหวัดลพบุรี,” วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ บัณฑิต, ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2546.
- [6] อรอนงค์ ดอกจันทร์, “ฮิวริสติกส์สำหรับการจัดตารางเวลาสอบ กรณีศึกษา คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, คณะสถิติประยุกต์ สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, 2551.
- [7] D. Srinivasan, C. Rucy Long and P. Young Peng, “Hybrid Fuzzy Logic Genetic Algorithm Technique for Automated Detection of Traffic Incidents on Freeways,” Proceeding of 2001 IEEE Intelligent Transportation Systems, pp. 352 -357, 2001.
- [8] วุฒิพงษ์ ชินศรี, “การแก้ปัญหาการจัดตารางสอนในระดับมหาวิทยาลัยด้วยเมตาฮิวริสติก: การทบทวนวรรณกรรม,” KRU Research Journal 17(4), pp. 639-659.
- [9] สิริลักษณ์ จุณณทัสน์, “จีเนติกอัลกอริทึมแบบหลายจุดประสงค์สำหรับแก้ปัญหาการจัด ตาราง สอน ของโรงเรียน,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2547.
- [10] กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ และ กาญจน์ วงศ์วิภาพร, “GA สำหรับจัดตารางสอนโรงเรียน,” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพมหานคร, 2541.
- [11] ไพฑูรย์ ศรีนิล, “การจัดตารางการสอนของโรงเรียนแบบเลือกสรรโดยเจเนติกอัลกอริทึม,” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ชลบุรี, มหาวิทยาลัยบูรพา, 2548.
- [12] Leonardo Aparecido Cison, “The school timetabling problem: a focus on elimination of open periods and isolated classes,” Journal of Research in Engineering and Technology 1(2), pp. 66-77, 2006.

- [13] A. Wren, "The Practice and Theory of Automated Timetabling : Selected Papers from the 1st International conference on the practice and theory of automated timetabling," Edinburgh: Napier University, 1996.
- [14] M. Dimopoulou and P. Miliotis, "Implementation of a university course and examination timetabling system," *European Journal of Operational Research*, vol. 130, pp. 202-213, 2001.
- [15] Y. Zen Wang, "Using genetic algorithm methods to solve course scheduling problems," *Expert Systems with Applications*, vol. 25, pp. 12-19, 2003.
- [16] E. K. Burke., David Elliman. and R. Weare., "A Genetic Algorithm Based University Timetabling System," In *Proceedings of the 2nd East-West International Conference on Computer Technologies in Education, Ukraine, Crime*, pp. 35-40, 1994.
- [17] วิณา พรหมเทศ, "การจัดตารางสอนอัตโนมัติแบบยัดหยุนโดยใช้ Genetic Algorithm," *วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย*, เลย, 2550.
- [18] รุภฤตา ศักดิ์เรืองฤทธิ์, "ระบบจัดตารางเรียนตารางสอนโดยใช้ขั้นตอนวิธีพันธุกรรม," *วิทยานิพนธ์ ปรียญามหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, เชียงใหม่, 2550.
- [19] ณวัฒน์ นันทะเสน, "การประยุกต์ใช้จีเนติกอัลกอริทึมในการจัดการกับปัญหาการจัดตารางเรียนระดับอุดมศึกษา," *วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาสารสนเทศศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, กรุงเทพมหานคร*, 2550.
- [20] ระพีพันธ์ ปิตาคะโส, "วิธีการเมตาฮิวริสติกส์ Metaheuristic เพื่อแก้ไขปัญหารวางแผนการผลิตและการจัดการโลจิสติกส์," *สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.*, 2554.
- [21] P. Pongcharoen., W. Promtet., P. Yenradee. and C. Hicks., "Stochastic optimisation timetabling tool for university course scheduling." *International Journal of Production Economics*, vol. 112, pp. 903-918, 2008.
- [22] M. P. Carrasco. and M. V. Pato., "A multiobjective genetic algorithm for the class/teacher timetabling problem," in *Practice and Theory of Automated Timetabling lii*, vol. 2079, pp. 3-17, 2001.
- [23] ปรีศนา แซ่มสุขซี, "เอกสารสัมมนาคอมพิวเตอร์ Genetic Algorithm (GA)". *ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*. 2547.
- [24] วนิดา รัตนมณี และ ศุภชัย ปทุมนากุล, 2546, "การหาคำตอบที่น่าพึงพอใจโดยเทคนิคเจเนติกอัลกอริทึม", *วิศวกรรมสาร มข*, ปี 30, ฉบับที่ 4, หน้า. 319-336.
- [25] W. Rattanamane. "Application of the genetic algorithm to design path direction for automated guided vehicle's movement network." *Songklanakarin Journal of Science Technology*, vol. 25, pp. 91-102. 2003.

- [26] กุสุมา เรืองดิษฐ์, วนิดา รัตนมณี, สมชาย ชูโฉม, และสุรียา จิรสติตสิน, “การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการจัดลำดับการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา,” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.
- [27] อนุพันธ์ ยอดต่อ, วนิดา รัตนมณี, สมชาย ชูโฉม, และสุรียา จิรสติตสิน, “การประยุกต์ใช้เจเนติกอัลกอริทึมในการหาคำตอบของปัญหาการออกแบบผังโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา,” การประชุมวิชาการช่างงานวิศวกรรมอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2552.

ภาคผนวก

การแก้ปัญหาการจัดตารางสอนที่มีนักศึกษาหลายคน เรียนร่วมกันโดยประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึม

Solutions to the Timetable that many Students Learn Together by Applying Genetic Algorithms

สุจรรยา แก้วพรายตา และ วณิดา รัตนมณี

Sujanya Kaewprayta and Wanida Rattanamanee

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90112

*Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering,
Prince of Songkla University, Hatyai, Songkhla, 90112

*E-mail: k.sujanya@hotmail.com, Telephone Number: 08-3388-1839

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาและแก้ปัญหาการจัดตารางสอนภายในมหาวิทยาลัยกรณีศึกษาซึ่งมีการจัดตารางสอนในลักษณะให้นักศึกษาทุกคนเรียนร่วมกัน เนื่องมาจากการจัดตารางสอนเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญต่อการดำเนินงานด้านการศึกษาให้เป็นไปด้วยความเรียบร้อย ปัจจุบันพบว่าการจัดตารางสอนของมหาวิทยาลัยในทุกภาคการศึกษายังมีความผิดพลาดในการจัดตารางสอนเกิดขึ้น อันเนื่องมาจากการจัดตารางสอนเป็นกระบวนการที่ค่อนข้างยุ่งยากซับซ้อนเพราะมีข้อมูลรายวิชา หลักสูตร อาจารย์ผู้สอน กลุ่มนักศึกษา และเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาเป็นจำนวนมาก อีกทั้งในแต่ละปีการศึกษาก็มีจำนวนนักศึกษาและมีการเปิดรายวิชาเรียนเพิ่มมากขึ้น ในขณะที่จำนวนห้องเรียนที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีปริมาณคงที่ ด้วยเหตุนี้ทำให้เกิดปัญหาที่พบบ่อยก็คือเวลาการใช้ห้องเรียนซ้ำซ้อนกันจำนวน 269 ครั้ง เวลาสอนของอาจารย์ซ้ำซ้อนกันจำนวน 358 ครั้ง และเวลาเรียนของนักศึกษาซ้ำซ้อนกันจำนวน 267 ครั้ง งานวิจัยนี้จึงต้องการแก้ปัญหาการจัดตารางสอนนี้โดยนำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยในการจัดตารางสอนสำหรับนักศึกษาโดยมีกรณีศึกษาคือ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ก็เพื่อนำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบระบบการจัดตารางสอนในมหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาหลายคนเรียนร่วมกัน งานวิจัยนี้ทำการจัดตารางสอนให้เฉพาะกับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ของทุกคณะที่ต้องเรียนร่วมกัน ซึ่งการนำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมาใช้แก้ปัญหานั้นจะพิจารณาเงื่อนไขบังคับ (Hard constraints) และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ (Soft constraints) เพื่อให้การจัดตารางสอนสามารถใช้ทรัพยากรและจัดตารางสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ข้อมูลตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยรายวิชาจำนวน 20 รายวิชา อาจารย์ผู้สอนจำนวน 31 คน กลุ่มนักศึกษาจำนวน 23 กลุ่ม และห้องเรียนจำนวน 6 ห้อง มีพารามิเตอร์ที่เหมาะสมเพื่อกำหนดให้เป็นค่าเริ่มต้นของโปรแกรมคือ จำนวนประชากรเท่ากับ 1000 โครโมโซม และจำนวนเจนเนอเรชันเท่ากับ 500 เจนเนอเรชัน ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.8 ค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเท่ากับ 0.3 โดยผลลัพธ์จากงานวิจัยนี้จะทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดตารางสอนสำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ สามารถลดความผิดพลาดในการจัดตารางสอนได้ 100% คำสำคัญ: การจัดตารางสอน, เจเนติกอัลกอริทึม, ฮิวริสติกส์

ABSTRACT

This research is to study and to solve the university timetable problem. The timetable is important to smooth education process. But at present, there are a lot of errors which occur in every semester timetable because the timetable is a process that is quite complex and there are a lot of conditions that must be considered. Moreover, there are a number of students and courses which are increased every year but the existing classroom for teaching is stable. According to above the classroom maybe used at the sametime, the teacher or the student maybe have more than one class at the same time. this research want to solve the timetable problem by applied the genetic algorithms with the case study of Prince of Songkla University, Hat Yai Campus. The aims of this research is to apply the genetic algorithms to solve the timetable problem with many group of student is study together. This research provided the timetable for only the first year students of all faculties who learn together. In the genetic algorithms, there are hard constraints and soft constraints which for used to solve and make the timetable available resources and schedule more effectively. But, when there are more timetable for the various classes, the conflict of conditions will be increased. The results from this research is the application which can make the timetable for Prince of Songkla University, in that experiment is the data used in the experiment consists of 23 courses, professors of 31 peoples, group student 23 groups and the classroom 6 rooms. With appropriate parameters to be set as the default program is population of 100 chromosomes, 500 generation, probability of crossover is 0.8 and probability of mutation is 0.3.

1. บทนำ

การจัดตารางสอนถือเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นและส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเรียนการสอนภายในสถานศึกษา แต่ปัจจุบันพบว่าในทุกภาคการศึกษาปัญหาสำคัญในการจัดการเรียนการสอนมักเกิดจากการจัดตารางสอน โดยการจัดตารางสอนจำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ อีกทั้งการจัดตารางสอนต้องใช้เวลาในการจัดค่อนข้างนานเนื่องจากมีความซับซ้อนเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของวิชาเรียน ห้องเรียน อาจารย์ผู้สอน กลุ่มนักศึกษา ซึ่งความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านี้มีความสำคัญกับการจัดตารางสอนโดยตรง จากการศึกษาพบว่าการจัดตารางสอนภายในมหาวิทยาลัยเป็นงานที่ยุ่งยากซับซ้อนเนื่องจากมีข้อจำกัดและเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น จำนวนห้องเรียนและประเภทของห้องเรียนที่ใช้ในการเรียนการสอน จำนวนกลุ่มนักศึกษา จำนวนรายวิชา จำนวนอาจารย์ผู้สอน อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงข้อบังคับต่างๆ เช่น ขนาดความจุของห้องเรียน การจัดให้เรียนหลายคาบติดต่อกัน เป็นต้น การจัดการตารางสอนจึงเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องอาศัยความยืดหยุ่นสูง กระบวนการในการจัดตารางสอนเพื่อให้

เกิดความเหมาะสมในวิชาเรียน อาจารย์ผู้สอน ห้องเรียน หลักสูตร จำนวนกลุ่มนักศึกษา จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งยังต้องพิจารณาปัจจัยและข้อบังคับต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนด้วย จะเห็นได้ว่าการจัดตารางสอนในปัจจุบันมีปัญหาเพิ่มมากขึ้นอันเนื่องมาจากจำนวนผู้เรียนที่เพิ่มขึ้นสวนทางกับห้องเรียนที่มีอยู่จำกัด อีกทั้งรายวิชาที่เปิดสอนมีมีจำนวนและความหลากหลายมากยิ่งขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้เรียน จึงทำให้มีปัจจัยและความซับซ้อนในการจัดตารางสอนเพิ่มมากขึ้นไปด้วย

งานวิจัยนี้ได้สังเกตเห็นปัญหาการจัดตารางสอนในระดับมหาวิทยาลัยจึงได้ออกแบบระบบการจัดตารางสอนในระดับมหาวิทยาลัย โดยมีมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ เป็นมหาวิทยาลัยกรณีศึกษา ซึ่งลักษณะการจัดตารางสอนของมหาวิทยาลัยกรณีศึกษานี้เป็นการจัดตารางสอนบนพื้นฐานของหลักสูตร (Curriculum-Based Course Timetabling: CB-CCT) นั่นก็คือดำเนินการจัดตารางสอนก่อนที่จะเปิดให้นักศึกษาลงทะเบียนเรียนรวมถึงจัดการตารางสอนให้กับนักศึกษาแยกแต่ละหลักสูตร หลังจากนั้นมหาวิทยาลัยจึงจะเปิดให้

นักศึกษาลงทะเบียนเรียนตามหลักสูตรที่กำหนด โดยมี บัญชีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนลักษณะนี้ อาทิเช่น ในวิชาเรียนหนึ่งๆ มีการกำหนดว่าอาจารย์ท่านใดเป็นผู้สอนในรายวิชาใด และมีการระบุว่าเปิดให้นักศึกษาลงทะเบียนได้จำนวนเท่าไร ห้องเรียนมีการระบุว่าเป็นห้องเรียนประเภทใด และสามารถรองรับนักศึกษาได้เป็นจำนวนเท่าไร เป็นต้น มหาวิทยาลัยกรณีศึกษานี้มีกองทะเบียนและประมวลผลเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาของมหาวิทยาลัย ในการจัดการเรียนการสอนจะใช้บุคลากรที่มีความชำนาญในการจัด ซึ่งวิธีการนี้ใช้ระยะเวลาในการจัดการเรียนประมาณ 1 ภาคการศึกษา ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ค่อนข้างนานอีกทั้งเมื่อจัดเสร็จแล้วเกิดข้อผิดพลาดในการจัดการเรียนเป็นจำนวนมาก ทั้งในส่วนของตารางเวลาเรียนของนักศึกษาซ้ำซ้อนกัน ตารางการสอนของอาจารย์ซ้ำซ้อนกัน ตารางการใช้ห้องเรียนซ้ำซ้อนกัน ซึ่งข้อผิดพลาดดังกล่าวส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการเรียนของนักศึกษาและประสิทธิภาพการสอนของอาจารย์เป็นอย่างมาก ผู้วิจัยจึงสังเกตเห็นว่าน่าจะมีวิธีการแก้ไขปัญหานี้ได้อย่างยั่งยืน ผู้วิจัยจึงได้นำเอาวิธีการทางเทคนิคอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนการสอนนี้ ซึ่งเทคนิคอัลกอริทึมเป็นอัลกอริทึมที่ประยุกต์ใช้เพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อีกทั้งวิธีการทางเทคนิคอัลกอริทึมเป็นวิธีการหนึ่งที่เมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนแล้วจะทำให้ได้คำตอบที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากปัญหาการจัดการเรียนการสอนเกี่ยวข้องกับเงื่อนไขจำนวนมาก การนำวิธีการทางเทคนิคอัลกอริทึมมาใช้เพื่อจัดการกับปัญหาการจัดการเรียนการสอนนี้สามารถลดเวลาและความซับซ้อนที่เกิดจากการจัดการเรียนการสอนโดยใช้บุคลากรที่มีความชำนาญในการจัดลงได้ อีกทั้งยังทำให้การจัดการเรียนการสอนมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น

ส่วนต่อไปของบทความวิจัยนี้ประกอบด้วย ส่วนที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่ 3 กล่าวถึงการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดการเรียนการสอนสำหรับมหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกัน

โดยประยุกต์ใช้วิธีการทางเทคนิคอัลกอริทึม ส่วนที่ 4 วิธีการดำเนินการวิจัย ส่วนที่ 5 ผลการวิจัย และส่วนที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะของบทความวิจัยนี้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การจัดการเรียนการสอนและวิธีการทางเทคนิคอัลกอริทึมซึ่งจะอธิบายดังต่อไปนี้ :

2.1 การจัดการเรียนการสอน

การจัดการเรียนการสอนเป็นการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ลงในช่วงเวลาที่สถานศึกษากำหนด เพื่อให้เป็นไปตามแนวทางที่ใกล้เคียงกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการมากที่สุด โดยทั่วไปนั้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการจัดการเรียนการสอนประกอบไปด้วยข้อมูลของกลุ่มนักศึกษา อาจารย์ผู้สอน ห้องเรียน รายวิชา คณะ ภาควิชา และหลักสูตร ซึ่งในแต่ละสัปดาห์จะมีการกำหนดช่วงเวลาสำหรับจัดการเรียนไว้คงที่หนึ่งค่า โดยการจัดการเรียนการสอนนี้จะต้องอยู่ภายใต้เงื่อนไขหลักหรือเงื่อนไขบังคับนั้นคือ ในวันและเวลาเดียวกัน อาจารย์ กลุ่มนักศึกษา และห้องเรียน จะปรากฏอยู่ในตารางสอนได้เพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น [1]

หากการจัดการเรียนการสอนมีเงื่อนไขบังคับแสดงดังรูปที่ 1 นั้นคือการจัดการเรียนการสอนสำหรับห้องเรียนมีการซ้ำซ้อนกัน โดยห้องเรียนที่ 5 ในคาบเรียนที่ 1 มีการจัดการเรียนการสอนใช้ห้องเรียนที่ซ้ำซ้อนกัน ซึ่งมีการจัดการเรียนการสอนให้กับกลุ่มนักศึกษา 2 สอนโดยอาจารย์ 5 และจัดให้กับกลุ่มนักศึกษา 3 สอนโดยอาจารย์ 2 ในคาบเรียนเดียวกัน ซึ่งตารางสอนในลักษณะเช่นนี้ไม่สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนจริงได้ ตัวอย่างนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่พบในมหาวิทยาลัยกรณีศึกษาในปัจจุบันเท่านั้น แต่ปัญหาจริงในการจัดการเรียนสอนนั้นมีขนาดใหญ่มากจึงต้องอาศัยเทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาช่วยในการแก้ไขปัญหา

	คาบที่ 1	คาบที่ 2	คาบที่ 3	...	คาบที่ 12
วันจันทร์	อาจารย์ 5 กลุ่มนักศึกษา 12 ห้องเรียน 5				
วันอังคาร					
วันพุธ					
วันพฤหัสบดี					
วันศุกร์					

	คาบที่ 1	คาบที่ 2	คาบที่ 3	...	คาบที่ 12
วันจันทร์	อาจารย์ 2 กลุ่มนักศึกษา 13 ห้องเรียน 5				
วันอังคาร					
วันพุธ					
วันพฤหัสบดี					
วันศุกร์					

รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการจัดตารางสอนอย่างง่าย

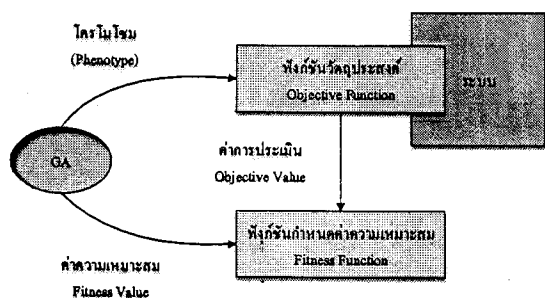
จากรูปที่ 1 นั้นเป็นเพียงตัวอย่างการจัดตารางสอนของสถานศึกษากรณีศึกษาเท่านั้น แต่เนื่องจากแต่ละสถานศึกษามีระบบการศึกษาที่ไม่เหมือนกันส่งผลให้มีโครงสร้างของการจัดตารางสอนที่แตกต่างกัน การกำหนดขอบเขตของปัญหาการจัดตารางสอนจึงมีความแตกต่างกันไปตามระบบการจัดการเรียนการสอนของแต่ละสถานศึกษา เช่น มีการกำหนดจำนวนคาบเรียนที่ใช้ในการจัดตารางสอนแต่ละวันแตกต่างกัน อีกทั้งทรัพยากรและข้อมูลสำหรับจัดตารางสอนในแต่ละภาคการศึกษาจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ ทั้งรายวิชาที่เปิดสอน กลุ่มนักศึกษาที่เรียนวิชาเดียวกัน ห้องเรียน เป็นต้น โดยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ส่งผลให้การกำหนดขอบเขตของปัญหาในแต่ละสถานศึกษามีความแตกต่างกัน[1] งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนจึงมีการกำหนดขอบเขตของปัญหาแตกต่างกันออกไปตามลักษณะการจัดตารางสอนของสถานศึกษาที่ทำการศึกษา

ปัจจุบันการจัดตารางสอนของสถานศึกษากรณีศึกษามีกองทะเบียนและประมวลผลทำหน้าที่จัดตารางสอนให้กับมหาวิทยาลัย โดยได้นำโปรแกรม Oracle 11 g. เข้ามาช่วยในการจัดการฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัด

ตารางสอนเพื่อลดขั้นตอนในการปฏิบัติงาน โดยโปรแกรม Oracle 11 g. ทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนเพื่อช่วยลดเวลาในกระบวนการกรอกข้อมูลและการสำเนาตารางสอนของภาคการศึกษาที่ผ่านมาเท่านั้น แต่ยังไม่สามารถลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการจัดตารางสอนเป็นจำนวนมากได้ อีกทั้งในส่วนของการจัดตารางสอนเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดนั้นยังไม่มีมีการนำโปรแกรมใดเข้ามาช่วยในกระบวนการนี้ ปัจจุบันมีเพียงเจ้าหน้าที่ดำเนินการในการกำหนดวัน-เวลา ห้องเรียนให้กับกลุ่มนักศึกษาและอาจารย์ผู้สอน จึงต้องอาศัยเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ ประสบการณ์ และความชำนาญในการจัดตารางสอน

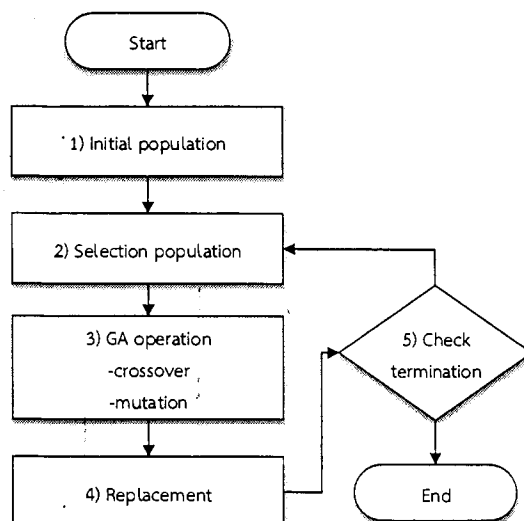
2.2 เจเนติกอัลกอริทึม (Genetic Algorithms: GA)

เจเนติกอัลกอริทึมเป็นอัลกอริทึมที่จำลองวิวัฒนาการทางธรรมชาติโดยอาศัยพื้นฐานความคิดทางพันธุกรรมในการถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังลูกหลาน ซึ่งสามารถนำมาพัฒนาเพื่อหาคำตอบที่ใกล้เคียงหรือเหมาะสมที่สุดสำหรับปัญหาการจัดตารางสอนได้ โดยการนำวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหการจัดตารางสอนนั้นจะดำเนินการโดยการแปลงปัญหานั้นก็คือตารางสอนให้อยู่ในรูปโครโมโซมของสิ่งมีชีวิตก่อน แล้วจึงเข้าสู่กระบวนการพัฒนาพันธุศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตนั้นก็คือนั่นคือการครอสโอเวอร์ (Crossover) และการมิวเตชัน (Mutation) เพื่อพัฒนาโครโมโซมตารางสอนในแต่ละรุ่น (Generation) ให้ดีขึ้นจนกว่าจะได้ตารางสอนที่เหมาะสมที่สุด โดยการวัดค่าความเหมาะสมในแต่ละรุ่นนั้นจะวัดจากค่าฟังก์ชันความเหมาะสมซึ่งได้มาจากความผิดพลาดในแต่ละเงื่อนไขการจัดตารางสอน[2] โดยขั้นตอนวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ขั้นตอนวิธีการทางพันธุศาสตร์[2]

ในการพัฒนากระบวนการทางพันธุศาสตร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนนั้น จะทำการสร้างโครโมโซมซึ่งประกอบด้วย ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์ วิชาเรียน กลุ่มนักศึกษา และห้องเรียน เพื่อจะได้ควบคุมเงื่อนไขในการใช้ห้องเรียนสำหรับจัดการเรียนได้ตามจำนวนกลุ่มนักศึกษาที่ลงทะเบียนเรียน โดยโครโมโซมในการจัดการเรียนสอนนี้จะมีค่านายหน้าค่อนข้างมาก ด้วยเหตุนี้จึงต้องพัฒนากระบวนการที่สามารถแก้ไขปัญหาค่าความยาวของโครโมโซมให้สามารถประมวลผลได้โดยอาศัยหลักการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของการจัดการเรียนสอนจากต้นกำเนิดโดยการสร้างโครโมโซมต้นแบบ 2 โครโมโซม แล้วทำการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของโครโมโซมด้วยการครอส โอเวอร์เพื่อให้เกิดโครโมโซมรุ่นต่อไป โดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมต่ำสุดจะถูกคัดเลือกมาเข้าสู่กระบวนการวิวัฒนาการ ซึ่งการดำเนินการทางพันธุศาสตร์นี้เพื่อพัฒนาโครโมโซมในแต่ละรุ่นให้ดีขึ้นจนกว่าจะได้โครโมโซมที่มีความเหมาะสมสูงสุด นั่นคือมีค่าความเหมาะสมต่ำสุด[2] ลักษณะการทำงานของกระบวนการทางพันธุศาสตร์แสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทำงานของกระบวนการทางพันธุศาสตร์

3. การกำหนดเงื่อนไขในการจัดการเรียน

งานวิจัยนี้มีเงื่อนไขที่พิจารณาในการจัดการเรียนสอน 2 ประเภทคือ เงื่อนไขบังคับ (Hard Constraints) และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ (Soft Constraints) โดยเงื่อนไขบังคับเป็นเงื่อนไขที่ไม่สามารถละเมิดในการจัดการเรียนสอนได้ สำหรับงานวิจัยนี้เงื่อนไขบังคับที่พิจารณาในการจัดการเรียนสอนประกอบด้วย

1. ในวันและเวลาเดียวกันอาจารย์ผู้สอนหนึ่งคนสามารถสอนนักศึกษาได้หนึ่งกลุ่มเท่านั้น
2. ในวันและเวลาเดียวกันนักศึกษาหนึ่งกลุ่มสามารถเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น
3. ในวันและเวลาเดียวกันห้องเรียนหนึ่งห้องสามารถเรียนได้หนึ่งรายวิชาเท่านั้น
4. กำหนดห้องเรียนให้เหมาะสมกับประเภทรายวิชา คือ วิชาบรรยายจัดให้เรียนห้องเรียนบรรยาย และวิชาปฏิบัติจะต้องจัดให้เรียนในห้องปฏิบัติการ
5. วิชาปฏิบัติต้องจัดให้เรียนติดต่อกัน 3 ชั่วโมง
6. ห้องเรียนมีขนาดเหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียน
7. พยายามจัดการเรียนสอนให้อยู่ในช่วงเวลา 8.00 – 16.00 น. และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์เป็นเงื่อนไขที่ยอมให้เกิดขึ้นได้ในการจัดการเรียนสอนแต่ต้องเกิดขึ้นน้อยที่สุดจึงจะทำให้ได้ตารางสอนที่ตรงกับความต้องการมากที่สุด สำหรับ

งานวิจัยนี้เงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ที่พิจารณาในการจัดตารางสอนประกอบด้วย

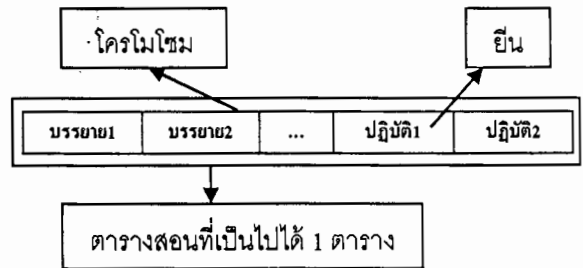
1. คาบที่ 2 ของรายวิชาเดียวกันไม่ควรจัดให้อยู่ในวันเดียวกันโดยเว้นคาบว่าง
2. ควรจัดการสอนรายวิชาประจำภาควิชาให้กับห้องเรียนในภาควิชาที่นั้นก่อน
3. ในแต่ละวันเมื่อนักศึกษาที่มีคาบเรียนแล้วไม่ควรมีคาบว่างเกิน 2 คาบ เพื่อเรียนในคาบถัดไป
4. ในแต่ละวันควรเว้นคาบว่างในเวลา 12.00 – 13.00 น.
5. ในแต่ละวันอาจารย์ไม่ควรสอนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ
6. ในแต่ละวันนักศึกษาไม่ควรเรียนวิชาบรรยายติดต่อกันเกิน 4 คาบ
7. กำหนดให้รายวิชาของคณะใดก็จัดให้เรียนในห้องเรียนของคณะนั้น
8. การเรียนข้ามคณะในแต่ละคาบเรียน ควรมีการเดินทางข้ามไปเรียนระหว่างคณะน้อยที่สุด

4. การประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมสำหรับปัญหาการจัดตารางสอน

fitness value = $\min \sum_{i=1}^N (n_i * W_i)$ การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดตารางสอน โดยการประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมนั้น เริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการจัดตารางสอนภายในมหาวิทยาลัยกรณีศึกษา ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการจัดตารางสอน การศึกษารูปแบบของปัญหาในการจัดตารางสอน การกำหนดรูปแบบโครโมโซม การสร้างคำตอบเบื้องต้น จากนั้นเข้าสู่กระบวนการทางเจเนติกอัลกอริทึมซึ่งประกอบด้วย การกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสม การประเมินค่าความเหมาะสม การคัดเลือก แล้วเข้าสู่การครอสโอเวอร์ และการมิวเทชัน โดยในขั้นตอนการกำหนดฟังก์ชันความเหมาะสมนั้นจะพิจารณาจากเงื่อนไขที่เกี่ยวกับการจัดตารางสอนทั้งหมด

4.1 การสร้างคำตอบเบื้องต้น

เป็นการกำหนดรูปแบบโครโมโซมให้เข้ากับปัญหาการจัดตารางสอนซึ่งถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของวิธีการเจเนติกอัลกอริทึม โดยทำการแปลงตารางสอนทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบโครโมโซมของปัญหา นั่นคือปัญหาการจัดตารางสอน โครโมโซมของปัญหาการจัดตารางสอนสำหรับงานวิจัยนี้แสดงได้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครโมโซมของปัญหาการจัดตารางสอน

4.2 การรีโพรดักชัน

เป็นการหาค่าความเหมาะสมของโครโมโซมสำหรับปัญหาการจัดตารางสอน โดยค้นหาโครโมโซมตารางสอนที่มีความเหมาะสมมากที่สุดเพื่อเป็นคำตอบของปัญหา โดยมีการแปลงโครโมโซมเป็นปัญหาการจัดตารางสอนแล้วคำนวณฟังก์ชันความเหมาะสมซึ่งคิดจากค่าน้ำหนักของเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนทั้ง 2 ประเภทดังที่ได้กำหนดไว้แล้วข้างต้น โดยฟังก์ชันความเหมาะสมของปัญหาการจัดตารางสอน จะพิจารณาการขัดแย้งกับเงื่อนไขในการจัดตารางสอนให้น้อยที่สุด หากผลลัพธ์ที่ได้มีค่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์ก็มีโอกาสที่จะถูกคัดเลือก (Selection) ในงานวิจัยนี้โครโมโซมที่มีโอกาสถูกเลือกมากที่สุดคือโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุด นั่นก็คือมีการขัดแย้งกับเงื่อนไขในการจัดตารางสอนน้อยที่สุด ซึ่งโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุดจะเป็นโครโมโซมที่ดีที่สุดนั่นเอง ฟังก์ชันความเหมาะสมสำหรับปัญหาการจัดตารางสอนแสดงดังสมการที่ 1

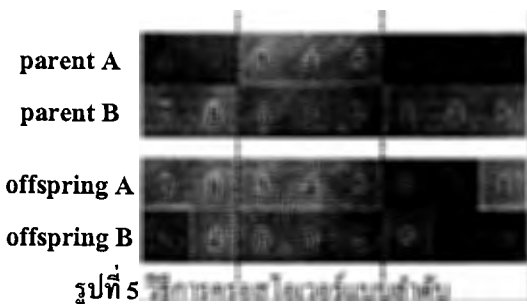
(1)

โดยที่

- n_i = จำนวนครั้งที่เกิดการละเมิดเงื่อนไข i
- w_i = ค่าน้ำหนักของเงื่อนไข i
- N = จำนวนเงื่อนไขทั้งหมด (รวมทั้ง 2 ประเภท)

4.3 การครอสโอเวอร์

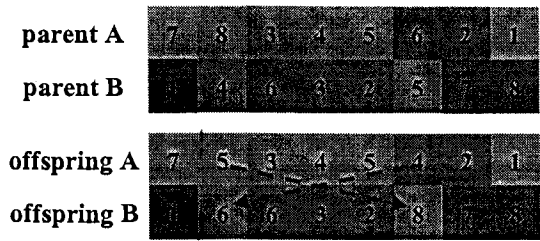
เป็นขั้นตอนการแลกเปลี่ยนโครโมโซมพ่อแม่ (Parent) บางส่วนที่ได้จากการรีโพรดักชัน เพื่อสร้างเป็นโครโมโซมรุ่นใหม่หรือโครโมโซมลูกให้มีความแตกต่างจากโครโมโซมพ่อแม่ เป็นการสร้างโอกาสที่จะทำให้เกิดโครโมโซมใหม่ที่ดีกว่าโครโมโซมพ่อแม่ที่เลือกมา ดำเนินการด้วยการนำชิ้นจากคู่โครโมโซมที่ดีที่สุดจากรุ่นพ่อแม่มาทำการแลกเปลี่ยนชิ้นกัน ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้วิธีการครอสโอเวอร์แบบลำดับ (Order Crossover: OX) แสดงดังรูปที่ 5 โดยการครอสโอเวอร์แบบนี้จะเป็นการแลกเปลี่ยนส่วนประกอบทั้งหมดของโครโมโซมพ่อแม่แล้วดำเนินการจัดเรียงส่วนประกอบใหม่ในโครโมโซม โดยเริ่มจากส่วนประกอบระหว่างจุดตัดทั้งสองจุดตามด้วยส่วนที่เหลือตามลำดับ วิธีการนี้มีลักษณะเด่นคือเป็นวิธีการที่คำนึงถึงลำดับการเรียงส่วนประกอบของโครโมโซมพ่อแม่ในการสร้างโครโมโซมลูก (Offspring)



4.4 การมิวเทชัน

เป็นการสร้างโครโมโซมตัวใหม่ที่มีการแลกเปลี่ยนชิ้นบางส่วนภายในโครโมโซมหลังจากผ่านกระบวนการครอสโอเวอร์ โดยในแต่ละตัวภายในโครโมโซมมีโอกาสที่จะถูกเลือกในการสลับสับเปลี่ยนตำแหน่งเท่าๆ กัน ใน

งานวิจัยนี้ใช้วิธีการมิวเทชันแบบแลกเปลี่ยนสองจุด (Two-point Swapping Mutation) แสดงดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 วิธีการมิวเทชันแบบแลกเปลี่ยนสองจุด

4.5 การหยุดการค้นหา

เป็นการกำหนดจำนวนรุ่นว่าจะให้กระบวนการสามารถทำงานจนได้จำนวนประชากรเท่ากับจำนวนที่ผู้วิจัยต้องการ โดยผู้วิจัยเป็นผู้กำหนดจำนวนรุ่นเอง เช่น 100 500 หรือ 1,000 ตามความเหมาะสม เมื่อโปรแกรมได้จำนวนรุ่นที่ต้องการแล้ว โปรแกรมจะทำการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุดมาจากข้อมูลทั้งหมดและโปรแกรมจึงจะหยุดการทำงาน

5. วิธีการพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนสำหรับมหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกัน

ในการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมสำหรับจัดตารางสอนจะใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio 2010 (visual C#) และเชื่อมต่อกับระบบฐานข้อมูลโปรแกรม Oracle 11 g โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนรับข้อมูล ส่วนการประมวลผล และส่วนแสดงผลลัพธ์ ซึ่งมีหลักการทำงานคือ ส่วนรับข้อมูลจะรับข้อมูลที่ถูกป้อนเข้าโดยผู้ใช้ แบ่งย่อยออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกใช้ในการประมวลผลและอีกส่วนหนึ่งจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นส่วนประมวลผลจะดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลผลตามวิธีการทางคณิตศาสตร์และได้ผลลัพธ์เป็นตารางเรียนของกลุ่มนักศึกษา ตารางสอนของอาจารย์ และตารางการใช้ห้องเรียน โดยตารางที่ได้เป็นตารางที่เหมาะสมที่สุดในการจัดตารางสอนสำหรับมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

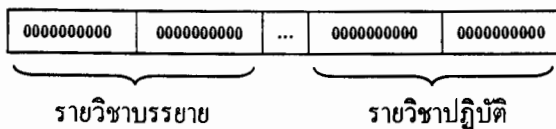
สำหรับงานวิจัยนี้จัดทำารจัดการการสอนสำหรับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี มีข้อมูลกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการ ทดลองประกอบด้วยรายวิชาจำนวน 20 รายวิชา อาจารย์ ผู้สอนจำนวน 31 คน กลุ่มนักศึกษาจำนวน 23 กลุ่ม และ ห้องเรียนจำนวน 6 ห้อง สรุปข้อมูลแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชุดข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูล	จำนวนข้อมูล
รายวิชา	20
อาจารย์ผู้สอน	31
กลุ่มนักศึกษา	23
ห้องเรียน	6

5.1 การกำหนดรูปแบบโครโมโซม

ในขั้นตอนการกำหนดรูปแบบโครโมโซมนั้นเป็น การแปลงปัญหาการจัดการการสอนให้อยู่ในรูปแบบของ รหัสโครโมโซม โดยที่โครโมโซม 1 โครโมโซมจะแทน คำตอบของปัญหา 1 คำตอบนั่นก็คือ โครโมโซม 1 โครโมโซมจะแทนตารางสอนที่เป็นไปได้ของ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 1 ตาราง ซึ่งใน 1 โครโมโซม นั้นจะประกอบด้วยโครโมโซมย่อย 2 ส่วน นั่นคือ โครโมโซมย่อยรายวิชาบรรยายและโครโมโซมย่อย รายวิชาปฏิบัติแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 โครโมโซมย่อยสำหรับการจัดการการสอน

ในยีนแต่ละยีนนั้นจะประกอบด้วยตัวเลขทั้งหมด 10 ตำแหน่งโดยที่ ตำแหน่งที่ 1-2 แทนคณะ ตำแหน่งที่ 3-4 แทนภาควิชา ตำแหน่งที่ 5 แทนประเภทของรายวิชา ตำแหน่งที่ 6-9 แทนรายวิชา และตำแหน่งที่ 10 แทนคาบ เรียนที่ทำการเรียนการสอนในแต่ละรายวิชา โดยใน ตำแหน่งยีนจะบ่งบอกถึงวัน-เวลาและห้องเรียนที่ใช้ในการ จัดตารางสอน ซึ่งการจัดตารางสอนจะจัดคาบละ 50 นาที

โดยเริ่มจัดการการสอนตั้งแต่เวลา 8.00 น. ถึงเวลา 19.50 น. ใน 1 สัปดาห์จะจัดการสอนห้องละ 5 วัน วันละ 12 คาบ เรียน รวมเป็น 60 คาบเรียนต่อ 1 สัปดาห์ ซึ่งความยาวของ โครโมโซมแต่ละโครโมโซมสามารถหาได้จากสมการที่ 2 และจากสมการที่ 2 สามารถยกตัวอย่างลักษณะของ แบบจำลองโครโมโซมได้ดังแสดงในรูปที่ 8

ความยาวโครโมโซม =
จำนวนห้องเรียน x จำนวนวัน x จำนวนคาบเรียน (2)

	1	2	3	4	5	...	60
L1	001	002	003	004	005	...	60
LA507	061	061	063	064	065	...	120
M209	121	122	123	124	125	...	180

รูปที่ 8 ตัวอย่างแบบจำลองโครโมโซม

5.2 การประเมินค่าความเหมาะสม

เมื่อได้จำนวนโครโมโซมตามจำนวนประชากร เบื้องต้นที่กำหนดในโครโมโซมแล้ว จะทำการประเมินค่า ความเหมาะสมของแต่ละโครโมโซมโดยใช้ฟังก์ชันความ เหมาะสม โดยฟังก์ชันความเหมาะสมนั้นเป็นฟังก์ชันที่ สร้างจากเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการจัดการสอน ทั้งเงื่อนไขบังคับ และเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ จะมีการ กำหนดค่าน้ำหนักให้กับเงื่อนไขแต่ละข้อ แล้วนำค่า น้ำหนักของเงื่อนไขแต่ละข้อเข้ามาช่วยในการจำแนก โครโมโซมที่ดี ซึ่งการกำหนดค่าน้ำหนักนี้จะกำหนดค่า น้ำหนักของเงื่อนไขบังคับให้มีค่าสูงเพื่อให้มีความแตกต่าง กับค่าน้ำหนักของเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์อย่างชัดเจน การทำเช่นนี้จะทำให้โครโมโซมที่ผ่านเงื่อนไขบังคับจะมี ค่าความเหมาะสมสูงมากซึ่งจะสามารถบ่งบอกได้ว่าเป็น โครโมโซมที่ไม่ดีและจะไม่ถูกเลือกไปเป็นคำตอบของ ปัญหา ในการวัดค่าโครโมโซมตารางสอนนั้นมีเกณฑ์การ วัดค่าความเหมาะสมจากฟังก์ชันความเหมาะสม โดยโครโมโซมที่มีค่าความเหมาะสมน้อยที่สุดจะถือว่าเป็น โครโมโซมที่ดีที่สุด

5.3 การคัดเลือกโครโมโซม

6. การหาค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

จากการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงค่าตอบที่ดีที่สุดเมื่อข้อมูลต่างๆ ในการทดลองมีการเปลี่ยนแปลง อาทิ ค่าคงที่และค่าพารามิเตอร์ พบว่าในการเลือกตัวแปรต่างๆ มาวิเคราะห์นั้นจะเลือกตัวแปรที่มีความสำคัญ และผู้วิจัยไม่น่าสนใจในข้อมูลที่ได้รับ จึงต้องการประเมินว่าหากค่าข้อมูลที่ได้มานั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้ค่าของผลลัพธ์มีความแตกต่างไปจากค่าเดิมหรือไม่ จึงดำเนินการทดลอง

6.1 ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

โดยงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาโปรแกรมจัดการรายสอนที่มีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกันโดยการประยุกต์ใช้วิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมในการหาค่าตอบ โดยจะทำการวิเคราะห์เปลี่ยนแปลงของค่าความเหมาะสมเมื่อค่าพารามิเตอร์ของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมเปลี่ยนแปลงไป โดยค่าพารามิเตอร์ของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมที่ผู้วิจัยใช้สำหรับการวิเคราะห์ประกอบด้วยขนาดประชากร (Population Size) และจำนวนเจเนเรชัน (Generation) นั่นคือการกำหนดขนาดของข้อมูลสำหรับประมวลผล ซึ่งขนาดของข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้จะหมายถึงจำนวนยีน นั่นก็คือ คณะ ภาควิชา จำนวนรายวิชา อาจารย์ผู้สอน กลุ่มนักศึกษา และห้องเรียนที่ใช้สำหรับประมวลผล โปรแกรม ซึ่งการกำหนดค่าพารามิเตอร์ของวิธีการทางเจเนติกอัลกอริทึมแสดงได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าพารามิเตอร์ใช้ในการทดลอง

Generation	Population
0	50
10	100
20	250
50	500
100	1000
500	

ตามสมมติฐานที่ว่าหากเพิ่มพื้นที่ในการหาค่าตอบให้มากขึ้นค่าตอบของปัญหาจะดีขึ้น ในการทดลองนี้จึงได้ทำการทดสอบสมมติฐานโดยการเปลี่ยนแปลงค่าของจำนวนประชากร และกำหนดค่าพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ให้ลองที่ คือ

- ค่าความน่าจะเป็นในการครอสโอเวอร์เท่ากับ 0.8
- ค่าความน่าจะเป็นในการมิวเตชันเท่ากับ 0.3

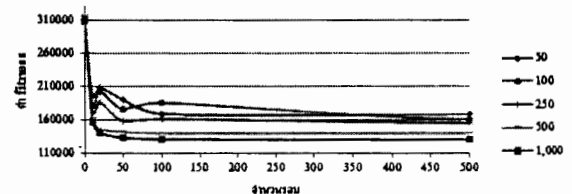
6.2 ผลการทดลอง

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยใช้ค่าข้อมูลจริงในการทำการทดลอง ซึ่งผลจากการทดลองได้ผลลัพธ์นั้นก็คือค่าความเหมาะสมแสดงดังตารางที่ 4 และกราฟความสัมพันธ์ของจำนวนประชากรกับค่าความเหมาะสม แสดงได้ดังรูปที่ 12

ตารางที่ 4 ค่าความเหมาะสมที่ได้จากการทดลอง

Pop. Gen.	50	100	250	500	1000
0	310800	307100	315667	316400	311267
10	196267	182300	171067	162433	156967
20	208533	202800	186300	146633	140667
50	190233	176133	157867	141667	132833
100	168933	185800	161200	139467	130367
500	167967	160700	154933	139200	129700

จากการทดลองพบว่าเมื่อจำนวนประชากรและจำนวนรอบเพิ่มขึ้น ค่าความเหมาะสมก็จะค่อยๆ ลดลง จึงสามารถสรุปได้ว่าจำนวนประชากรที่เหมาะสมคือ 1,000 โครโมโซม และจำนวนเจเนเรชันที่เหมาะสมคือ 500 เจเนเรชัน ซึ่งจำนวนประชากรและจำนวนรอบจะมีผลต่อค่าความเหมาะสมคือ เมื่อจำนวนประชากรและจำนวนรอบเพิ่มขึ้นก็จะส่งผลให้ค่าความเหมาะสมค่อยๆ ลดลง



รูปที่ 12 กราฟแสดงค่าความเหมาะสม

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมการจัดการรายสอนนี้คือได้โปรแกรมช่วยในการจัดการรายสอนสำหรับมหาวิทยาลัยกรณีศึกษาที่มีความเหมาะสมและสามารถแก้ไขปัญหาที่พบจากการจัดการรายสอนด้วยมือมากที่สุด โดยพบว่าโปรแกรมจัดการรายสอนนี้สามารถลดความผิดพลาดจากการจัดการรายสอนทั้งการซ้ำซ้อนกันของเวลาเรียนของนักศึกษา การซ้ำซ้อนกันของเวลาสอนของอาจารย์ และการซ้ำซ้อนกันของเวลาในการใช้ห้องเรียนได้ 100% อีกทั้งยังใช้เวลาในการจัดการรายสอนเพียง 16 ชั่วโมง ซึ่งลดลงอย่างมาก เนื่องจากการจัดการรายสอนแบบเดิมใช้เวลามากถึง 1 ภาคเรียนหรือ 4 เดือน

7. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้เป็นการนำวิธีการทางเงินดิจิทัลกริมาประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนาโปรแกรมช่วยในการแก้ไขปัญหาการจัดการรายสอนเพื่อช่วยในการสร้างรายสอนที่มีความเหมาะสมที่สุด โดยจะพิจารณาเงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับการจัดการรายสอน ซึ่งรายสอนที่ได้จะต้องไม่ละเมิดเงื่อนไขบังคับและควรหลีกเลี่ยงไม่ให้ละเมิดเงื่อนไขเพื่อความสมบูรณ์ ผลจากการวิจัยครั้งนี้ทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาการจัดการรายสอน ซึ่งความน่าเชื่อถือของโปรแกรมจะวัดโดยการเปรียบเทียบระหว่างรายสอนที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับวิธีการจัดการรายสอนแบบเดิมคือจัดการรายสอนด้วยมือโดยผู้มีประสบการณ์และชำนาญในการจัดการรายสอน ซึ่งจากการเปรียบเทียบพบว่ารายสอนที่ได้จากการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มีความน่าเชื่อถือมากกว่าเนื่องจากสามารถตรวจสอบความผิดพลาดของการจัดการรายสอนได้และเมื่อตรวจสอบแล้วไม่พบข้อผิดพลาดเกิดขึ้นเลย

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากเงินรายได้มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

เอกสารอ้างอิง

- [1] Leonardo Aparecido Cicon. "The school timetabling problem : a focus on elimination of open periods and isolated classes." *Journal of Research in Engineering and Technology* 1(2): pp. 66-77. 2006.
- [2] จุฬิพงษ์ ชินศรี. "การแก้ปัญหาการจัดตารางสอนในระดับมหาวิทยาลัยด้วยเมตาฮีริสติก: การทบทวนวรรณกรรม." *KKU Research Journal* 17(4): pp. 639-659.
- [3] Pornpailin Ameen. "Design GA for finding the optimal bachelor timetable." *The 5th International Conference on Engineering and Technology (ICET-2011)*, 2011.
- [4] A. Wren. "The Practice and Theory of Automated Timetabling : Selected Papers from the 1st International conference on the practise and theory of automated timetabling." Edinburgh: Napier University, 1996.
- [5] สุชน ไชยสุวรรณ และวนิดา ตันติธรรมภูมิศ. "คู่มือปฏิบัติงานการจัดตารางเรียนตารางสอนและตารางสอบ." กองทะเบียนและประมวลผล กองบริการการศึกษา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, 2550.

Call for Papers
2025

สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม



สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรม
อุตสาหกรรม และการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน

"Sustainable Industrial Innovation and Management"

ครั้งที่ 2 ประจำปี 2556

วันที่ 29 - 30 ตุลาคม 2556

เปิดรับสมัครบทความวิจัยสาขาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน จำนวน 9 สาขา ดังนี้

1. วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Industrial Management Engineering)
2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงวิศวกรรม (Sustainable Engineering Product Development)
3. การบริหารและพัฒนาองค์กรในอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Industrial Organization Management and Development)
4. วิศวกรรมอุตสาหกรรม วิศวกรรมการผลิต วิศวกรรมวัสดุและโลหะการ (Industrial Engineering, Production Engineering, Metal and Material Engineering)
5. วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม (Sustainable Environment of Engineering)
6. วิศวกรรมพลังงาน (Sustainable Energy Engineering)
7. วิศวกรรมการจัดการกรีนโลจิสติกส์ (Sustainable Green Logistics Management Engineering)
8. การประกันคุณภาพเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Quality Assurance)
9. การพัฒนาความยั่งยืนเชิงอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง (Related topics in Sustainable Industrial Development)

กำหนดส่งบทความ

- ☛ ส่งไฟล์บทความย่อ (ฉบับร่าง) ภายในวันที่ 11 สิงหาคม 2556
- ☛ แจ้งผลการตอบรับบทความย่อและบทความ (ฉบับร่าง) ภายในวันที่ 20 สิงหาคม 2556
- ☛ ส่งไฟล์บทความต้นฉบับเรื่องเต็ม (Full Paper) ภายในวันที่ 10 กันยายน 2556
- ☛ แจ้งผลการประเมินผลบทความเรื่องเต็ม ภายในวันที่ 20 กันยายน 2556
- ☛ ส่งไฟล์บทความฉบับสมบูรณ์ที่ผ่านการแก้ไขแล้ว ภายในวันที่ 6 ตุลาคม 2556

ลงทะเบียนล่วงหน้า

- ☛ ชำระเงินภายในวันที่ 30 กันยายน 2556
1,500 บาท (รวม Vat แล้ว)
- ☛ ชำระเงินหลังจากวันที่ 30 กันยายน 2556
2,000 บาท (รวม Vat แล้ว)



สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

เว็บไซต์: www.siam.or.th

RAKOL: นายกันตกริช สุภานันท์ โทร: 02-345-1265 โทรสาร: 02-345-1266-7 อีเมล: samartgoff@iitd.ac.th



ที่ วคย ๕๔๑/๑๓/๒๕๕๖



หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความ
ยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
๑๗๗๑ ถนนพหลโยธิน แขวงจตุจักร
๑๐๔๐๐

หนังสือฉบับนี้ออกให้เพื่อรับรองว่า นางสาวสุรธยา แก้วพรหมคา ได้เข้าร่วมการนำเสนอผลงานทางวิชาการแบบบรรยาย (Oral Presentation) เรื่อง การออกแบบ GA ในการจัดการารสอน สำหรับมหาวิทยาลัยที่มีนักศึกษาหลายคณะเรียนร่วมกัน ในงานประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานทางวิศวกรรมนวัตกรรมและการจัดการอุตสาหกรรมอย่างยั่งยืน ครั้งที่ ๒ ประจำปีการศึกษา ๒๕๕๖ ภายใต้ความร่วมมือระหว่างหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร กับ สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ในวันที่ ๒๔ ตุลาคม ๒๕๕๖ ณ ศูนย์นิทรรศการและการประชุม ไบเทค บางนา

ให้ไว้ ณ วันที่ ๒๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๕๖

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สหรัตน์ วงษ์ศรีชนะ)
ประธานคณะกรรมการดำเนินงาน
ประธานหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ปฏิบัติหน้าที่แทนหัวหน้าสาขาวิชา
วิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรมเพื่อความยั่งยืน