

การจัดตารางโดยใช้วิธีการจำลองอัลแนลลิ่ง และวิธีเจนนิติก

ธวัช เกิดชื่น

วรวัฒน์ เสี่ยงมวิบูล

นักศึกษาปริญญาโท

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ดร.ธนาชาติ นุ่มนนท์

อาจารย์

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอแนวทางการแก้ปัญหาในการจัดตารางสอนที่ซับซ้อน โดยใช้วิธีการจำลองอัลแนลลิ่ง (simulated annealing) และวิธีเจนนิติก (genetic algorithm) ทั้งสองวิธีเป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบสุ่ม (stochastic optimization techniques) ปัญหาการจัดตารางสอนสามารถจำลองเป็นปัญหาการหาค่าที่เหมาะสม (optimization problem) ได้ โดยใช้ค่าความผิดพลาด (penalty) จากการจัดตารางสอนมาเป็นฟังก์ชันจุดประสงค์ (cost function) ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกรณีตัวอย่าง 2 กรณี ผลจากการทดสอบพบว่าทั้งสองวิธีสามารถให้คำตอบที่ดีทั้งสองกรณี

Scheduling Using Simulated Annealing and Genetic Algorithm

Abstract

This paper presents a solution of the school timetabling problem using Simulated Annealing (SA) and Genetic Algorithm (GA) which are stochastic optimization techniques. The timetabling problem can be modeled as a combination optimization problem where its cost function is given by the penalty. Two examples were experimented. It was found that both algorithms yield good results for both examples.

บทนำ

ในปัจจุบันมีปัญหาหลายๆ ปัญหาในทางปฏิบัติ ที่เป็นปัญหาการหาค่าผลรวมที่เหมาะสม (combination optimization problems) ตัวอย่างเช่นปัญหาการเดินทางของนักขาย ซึ่งปัญหาเหล่านี้ถ้ามีขนาดใหญ่จะมีความซับซ้อนมากและยากต่อการแก้ปัญหา นักวิจัยหลายคนได้นำวิธีการแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมแบบสุ่ม (stochastic optimization techniques) มาแก้ปัญหานี้ และพบว่าได้คำตอบที่ดี[1] ซึ่งตัวอย่างของวิธีการเหล่านี้ได้แก่ วิธีการจำลองอัลแนลลิ่ง[2] และวิธีเจนนิติก[3] เป็นต้น

ปัญหาการหาค่าผลรวมที่เหมาะสมที่น่าสนใจอีกปัญหาหนึ่งคือ ปัญหาการจัดตารางสอน ซึ่งปัญหาเกี่ยวข้องกับจำนวนชั่วโมงที่จะสอน จำนวนอาจารย์ วิชาที่จะสอน ห้องเรียน ตลอดจนความไม่ว่างของผู้สอน ปัญหานี้ได้มีการศึกษาอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน และพบว่ามีความซับซ้อนมาก[4] คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบสุ่ม อาทิเช่น วิธีการจำลองอัลแนลลิ่ง และวิธีเจนนิติก มาใช้แก้ปัญหาดังกล่าว

บทความนี้เสนอการจัดตารางโดยวิธีการจำลองอัลแนลลิ่ง และวิธีเจนนิติก โดยแบ่งส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้ ส่วนแรก เสนอทฤษฎีของวิธีจำลองอัลแนลลิ่ง และวิธีเจนนิติก ส่วนที่ 2 เป็นการอธิบายปัญหาในการที่ต้องการแก้ปัญหา และกล่าวถึงปัญหาการจัดตารางสอน ซึ่งได้เสนอกรณีศึกษา 2 กรณี ส่วนที่ 3 เป็นผลการทดลอง แสดงการทดลองเป็นจำนวน 10 ครั้ง มีค่าฟังก์ชันจุดประสงค์แสดงให้เห็นจากการจัดตารางสอนในปัญหา 2 กรณี นอกจากนั้นมีการแสดงการเข้าสู่คำตอบของทั้งสองวิธี ส่วนสุดท้ายเป็นส่วนสรุปของบทความ

ทฤษฎี

การจำลองอัลแนลลิ่ง (simulated annealing, SA)

การจำลองอัลแนลลิ่งถูกนำมาใช้แก้ปัญหที่ซับซ้อนและมีจำนวนตัวแปรมาก โดยใช้หลักการเปรียบเทียบกับกระบวนการหลอมเหลวโลหะและทำการลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งให้ของเหลวกลายเป็นผลึกซึ่งเป็นสภาวะที่มีพลังงานน้อยที่สุด กระบวนการหลอมเหลวโลหะ (annealing process) สามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

เริ่มจากการทำให้ของแข็งมีอุณหภูมิสูงโดยการให้ความร้อน ส่งผลให้อนุภาคของของแข็งมีพลังงานสูงสามารถเคลื่อนที่ได้โดยไม่ทิศทางหรือแบบสุ่ม (random) ทำให้ของแข็งหลอมเหลวต่อ

จากนั้นทำการลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนกระทั่งอนุภาคของของแข็งรวมตัวกันกลายเป็นผลึกบริสุทธิ์ (pure crystal) ซึ่งเป็นสภาวะที่มีพลังงานน้อยที่สุด ในกระบวนการอัลแนลลิ่งผลึกจะรวมตัวกันต่อเมื่อให้อุณหภูมิที่สูงพอและกระบวนการลดอุณหภูมิช้าพอ เนื่องจากกระบวนการลดอุณหภูมิเร็วเกินไป จะทำให้เกิดการจับตัวของของแข็งเป็นผลึกที่ไม่บริสุทธิ์ (polycrystalline หรือ amorphous) ซึ่งเป็นสภาวะที่อนุภาคยังมีพลังงานสูง

จากกระบวนการข้างต้น ทุกค่าของอุณหภูมิเริ่มต้นที่มีค่าสูง เมื่อทำการลดอุณหภูมิโดยกระบวนการทำให้เย็นตัวลงอย่างช้าๆ จนถึงอุณหภูมิค่าหนึ่งที่ของแข็งจะกลายเป็นผลึกบริสุทธิ์ อุณหภูมินี้จะเรียกว่า อุณหภูมิดุลยภาพ (thermal equilibrium) อุณหภูมิดุลยภาพสามารถแสดงได้โดยความน่าจะเป็นของการกระจายโบลทแมน (Boltzmann's distribution) ดังสมการ

$$Pr\{\text{configuration} = i\} = q_i(c) = \frac{1}{Q(c)} \exp\left(-\frac{C(i)}{c}\right)$$

เมื่อ $Q(c)$ คือค่าคงที่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ c ตามการลดลงจนกระทั่งเข้าสู่สภาวะอุณหภูมิดุลยภาพ (มีพลังงานน้อยที่สุด)

จากกระบวนการหลอมเหลวโบลทแมนโพลีนิส (Metropolis) ได้เสนอวิธีการของ มอนติคาร์โร (Monte Carlo's method) เพื่อจำลองระบบที่มีอุณหภูมิดุลยภาพ[5] ซึ่งอธิบายดังต่อไปนี้ เริ่มจากสภาวะที่เป็นของแข็งเป็นสภาวะแรก หลังจากนั้นทำการเคลื่อนที่อนุภาคของของแข็งเพียงเล็กน้อย (perturbation) โดยการสุ่มส่งผลให้เกิดสภาวะใหม่ ผลก็คือทำให้เกิดความแตกต่างของพลังงานของอนุภาค ΔC ระหว่างสองสภาวะนั้น สภาวะใหม่นั้นจะยอมรับได้โดยใช้เงื่อนไขของเมโทรโพลิส (Metropolis's criterion) ซึ่งมีสองกรณี คือ กรณีแรก ถ้าความแตกต่างระหว่างพลังงานน้อยกว่าศูนย์ ($\Delta C \leq 0$) นั่นคือพลังงานในสภาวะใหม่ (C_2) น้อยกว่าพลังงานในสภาวะเดิม หรือกรณีที่สอง ความแตกต่างระหว่างพลังงานมากกว่าศูนย์ ($\Delta C > 0$) และสมการ $\exp\left(-\frac{C_2}{c}\right) \leq rand$ เป็นจริง

จากกระบวนการข้างต้น ถ้าทำซ้ำจนกระทั่งความน่าจะเป็นของสภาวะเข้าสู่สภาวะการกระจายของโบลทแมนแล้วก็จะได้สภาวะของอุณหภูมิดุลยภาพที่มีพลังงานน้อยที่สุด

จากกระบวนการเผาโลหะให้หลอมเหลวและปล่อยให้เย็นตัวลงจนกระทั่งของแข็งเย็นตัวลงอย่างช้าๆ แล้วกลายเป็นผลึกก็สามารถที่จะนำมาแก้ปัญหาการหาค่าที่เหมาะสมได้[5] โดยการเปรียบ

เทียบพลังงานของอนุภาคกับฟังก์ชันจุดประสงค์ อุดหนุนคือตัวแปรควบคุม และค่าสิ้นสุดของตัวแปรควบคุมคืออุดหนุนมูลยภาพ ซึ่งวิธีการจำลองอัลเลลิ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดค่าคำตอบเริ่มต้น แล้วคำนวณหาค่าในฟังก์ชันจุดประสงค์และกำหนดตัวแปรควบคุมเริ่มต้นและค่าสิ้นสุดของตัวแปรควบคุม

ขั้นตอนที่ 2 กำหนดจำนวนรอบ (N) เท่ากับ 1 และทำขั้นตอนที่ 2.1 และขั้นตอนที่ 2.2 ซ้ำจนกระทั่งตัวแปรควบคุมน้อยกว่าค่าสิ้นสุดของตัวแปรควบคุม

ขั้นตอนที่ 2.1 ทำขั้นตอนที่ 2.1.1 ถึงขั้นตอนที่ 2.1.5 ซ้ำจนกระทั่งครบจำนวนรอบที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 2.1.1 ทำการเปลี่ยนแปลงคำตอบเล็กน้อยโดยการสุ่ม

ขั้นตอนที่ 2.1.2 คำนวณค่าคำตอบในฟังก์ชันจุดประสงค์ใหม่ (C_2)

ขั้นตอนที่ 2.1.3 ทดสอบผลต่างของต้นทุนโดยวิธีของเมโทรโพรลิส

ขั้นตอนที่ 2.1.4 ถ้าผ่านเงื่อนไข ขั้นตอนที่ 2.1.3 ยอมรับคำตอบใหม่

ขั้นตอนที่ 2.1.5 เพิ่มจำนวนรอบ (iteration)

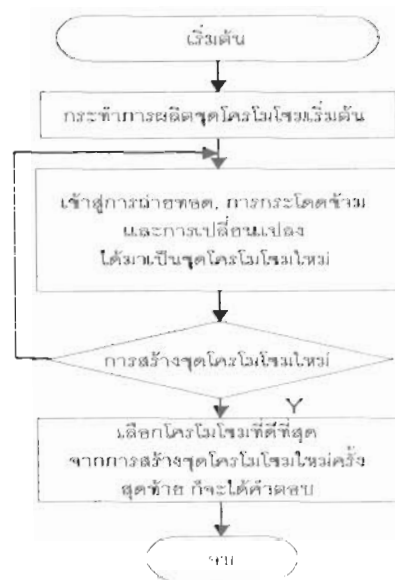
$$N = N + 1$$

ขั้นตอนที่ 2.2 ลดค่าตัวแปรควบคุม

วิธีเจเนติก (Genetic Algorithm ,GA)

ลักษณะของวิธีเจเนติกเป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบสุ่มแบบหนึ่งโดยอาศัยหลักการของการถ่ายทอดทางพันธุกรรม เพื่อให้ได้ประชากรที่ดีขึ้น ซึ่งวิธีเจเนติกจะเป็นการหาค่าที่เหมาะสมที่มีค่าสูงสุดโดยจะกำหนดคำตอบขึ้นมาหลายๆ คำตอบ แต่ละคำตอบเรียกว่าโครโมโซม ในแต่ละโครโมโซม จะเป็นลักษณะของสตริง (string) ที่มีอยู่หลายบิต ในแต่ละบิตเป็นเลขฐานสอง ด้วยตัวเลขนี้สามารถแปลงเป็นเลขฐานสิบได้ และจากเลขฐานสิบอาจสามารถนำไปใช้ทำให้เกี่ยวข้องกับค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ได้

ลำดับขั้นของวิธีเจเนติก [6] นั้นแสดงไว้ดังรูปแผนภาพต่อไปนี้



รูปที่ 1 แสดงโฟลชาร์ตของวิธีเจเนติก

จากรูปที่ 1 เราสามารถอธิบายขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญได้ว่า ส่วนของการผลิตชุดโครโมโซมเริ่มต้น ทำได้โดยการสุ่มตัวเลขขึ้นมาหลายๆ โครโมโซม ในแต่ละโครโมโซมประกอบด้วยตัวเลข 0 และ 1 สำหรับโครโมโซมหลายๆ โครโมโซมเรียกว่า ชุดโครโมโซม (population) ต่อจากนั้นเข้าสู่รอบการสร้างชุดโครโมโซมใหม่ (generation) ในแต่ละการสร้างชุดโครโมโซมใหม่จะมีอยู่ 3 ขั้นตอน [3, 7-8]

1. **การนำยทอด (reproduction)** คือการทำให้มีโครโมโซมขึ้นมาสืบทอดกันไปจะสัมพันธ์กับฟังก์ชันจุดประสงค์ ในขั้นตอนนี้มีการเลือกโครโมโซมมาที่ละคู่ เพื่อที่จะถ่ายทอดเป็นคู่โครโมโซมใหม่ ซึ่งเป็นการเลือกแบบลักษณะที่เป็นธรรมชาติ กล่าวคือโครโมโซมที่มีค่าในฟังก์ชันจุดประสงค์สูงที่สุดมีโอกาสถูกเลือกเพื่อถ่ายทอดเป็นชุดโครโมโซมใหม่มากที่สุด
2. **การกระโดดข้าม (crossover)** ลักษณะของการถ่ายทอดที่อธิบายไปแล้วนั้นไม่ได้เป็นการสร้างโครโมโซมคู่ใหม่ออกมา แต่ว่าถ้าจะได้คู่โครโมโซมคู่ใหม่ต้องเกิดจากการกระโดดข้าม และการเปลี่ยนแปลง (mutation) สำหรับการกระโดดข้ามเป็นการสลับกันระหว่างโครโมโซม 1 คู่ ตัวอย่างเช่นมีคู่โครโมโซมที่ต้องการถ่ายทอดต่อไปนี้

โครโมโซมที่ 1

0	1	1	0
---	---	---	---

1	1	0
---	---	---

โครโมโซมที่ 2

0	1	0	1
---	---	---	---

0	1	1
---	---	---

ถ้าทำการกระโดดข้ามตั้งแต่บิตที่ 5 เป็นต้นไป ก็จะได้โครโมโซมออกมาใหม่ 1 คู่ มีค่าเป็น

โครโมโซมที่ 1

0	1	1	0
---	---	---	---

0	1	1
---	---	---

โครโมโซมที่ 2

0	1	0	1
---	---	---	---

1	1	0
---	---	---

ทุกการสร้างโครโมโซมคู่ใหม่ไม่จำเป็นจะต้องมีการกระโดดข้ามทุกครั้ง แต่ขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ ปกติใช้ค่าระหว่าง 0.6 ถึง 0.95 ของชุดโครโมโซม และค่าที่สุ่มมาเพื่อหาบิตที่จะเริ่มต้นในการกระโดดข้าม

2. **การเปลี่ยนแปลง (mutation)** นั้นเป็นการเปลี่ยนค่าโครโมโซมที่ผ่านการกระโดดข้ามแบบสุ่ม โดยการสลับค่าของเลขฐานสอง ตัวอย่างเช่นถ้ามีโครโมโซมมีค่าเป็น

0	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---

1

ถ้าทำการเปลี่ยนแปลงที่บิตสุดท้ายจะได้โครโมโซมใหม่เป็น

0	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---

0

สำหรับการทำการเปลี่ยนแปลงนั้นอาศัยความเป็นไปได้ที่จะเปลี่ยนค่านั้นน้อยมาก กล่าวคือค่าความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงมีค่าระหว่าง 0.001 ถึง 0.01 และบิตที่ทำการเปลี่ยนค่านั้นก็ได้จากการสุ่มค่าว่ามีค่าน้อยกว่า หรือเท่ากับค่าความเป็นไปได้หรือไม่

จากขั้นตอนการสร้างชุดโครโมโซมใหม่ที่กล่าวมา หากทำการสร้างชุดโครโมโซมใหม่เป็นจำนวนหลายๆ ครั้ง เราจะได้ชุดโครโมโซมที่มีค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ที่มีค่าที่ดี ต่อจากนั้นทำการเลือกโครโมโซมที่มีค่าจากฟังก์ชันจุดประสงค์สูงสุดจากชุดโครโมโซมสุดท้าย ก็จะได้คำตอบ

ปัญหาในการจัดตาราง

ปัญหาการจัดตารางสอนของอาจารย์เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อนเพราะมีบางช่วงเวลาที่ต้องการใช้เวลาในการปฏิบัติงานอย่างอื่นหรือในเวลาเดียวกันไม่สามารถสอนได้หลายวิชาและหลายชั้นปี หรืออาจารย์แต่ละคนไม่สามารถสอนได้ทุกวิชาหรืออาจารย์บางท่านจะต้องติดธุระอื่น ดังนั้นจึงมีความต้องการหลีกเลี่ยงในช่วงเวลาดังกล่าว อาจารย์แต่ละท่านนั้นมีระดับความสำคัญ แตกต่างกันไปจึงสามารถนำมากำหนดเป็นค่าความผิดพลาด (penalty) ที่เกิดจากการจัดตารางสอนสำหรับช่วงเวลาที่ไม่สะดวกของอาจารย์แต่ละคนได้ โดยอาจารย์แต่ละท่านจะมีค่าความผิดพลาดที่แตกต่างกันออกไป

ตารางการสอนของอาจารย์แต่ละท่าน ใน 1 วัน เป็นของนักศึกษาห้องเดียวกัน ดังนั้นชั่วโมงที่สอนต้องไม่ซ้ำกัน ในช่วงที่อาจารย์ต้องการว่างจากการสอน ถ้าทำการจัดให้สอนในช่วงดังกล่าวจะมีผลรวมของค่าความผิดพลาดออกมาดังในสมการ

$$F = \sum_{i=1}^n X_i Y_i + \sum_{i=1}^{n-1} X_i Y_{i+1} + X_n Y_1$$

เมื่อ

$X_i Y_i$ = ค่าความผิดพลาดของ อาจารย์ X_i ที่สอนวิชา Y_i

n = จำนวนคาบทั้งหมดใน 1 วัน

F = ผลรวมของค่าความผิดพลาด (total penalty or cost function)

จุดประสงค์ของการจัดตารางสอนคือ ต้องการให้มีค่าผลรวมของค่าความสำคัญ (F) น้อยที่สุด กล่าวคือ F เป็นฟังก์ชันจุดประสงค์

จากปัญหาการจัดตารางการเรียนการสอนจะมีความยุ่งยากซับซ้อน และยากต่อการจัดการคำนวณ ผู้วิจัยจึงได้เสนอการจัดตารางการสอนโดยใช้วิธีการจำลองอัลแนลิ่งและวิธีเจนนิติก ซึ่งเป็นวิธีการหาคำคำตอบที่เหมาะสมแบบสุ่มเพื่อเป็นเครื่องมือในการแก้ปัญหาดังกล่าว และเพื่อทดสอบประสิทธิภาพเราจึงนำเสนอกรณีศึกษา 2 กรณีดังต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ตารางการสอนของอาจารย์ 7 ท่าน ใน 1 วัน มีวิชาสอนอยู่ 7 วิชา ใน 7 วิชา นั้นเป็นของนักศึกษาจำนวน 1 ชั้นปี (ชั้นปีละ 1 ห้องเรียน) โดยมีค่าความผิดพลาดของชั่วโมงที่ต้องการว่างจากการสอน และวิชาที่สอนของอาจารย์แต่ละคนแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1
แสดงตัวอย่างกรณีที่ 1

อาจารย์คนที่	คาบที่							ค่าความผิดพลาด	วิชาที่สอน
	1	2	3	4	5	6	7		
1								12	a,b
2								0	b,c
3								2	c,d
4								9	d,e
5								6	e,f
6								2	f,g
7								8	g,a

หมายเหตุ ส่วนที่แรเงาคือ คาบที่ต้องการว่างจากการสอน

กรณีที่ 2 ตารางการสอนของอาจารย์ 14 ท่าน ใน 1 วัน มีวิชาสอนอยู่ 21 วิชา โดยมีชั่วโมงสอน 21 คาบ มีค่าความผิดพลาดจากชั่วโมงที่ต้องการว่างจากการสอน และวิชาที่สอนของอาจารย์แต่ละคนแสดงดังตารางที่ 2

ผลการทดลอง

คณะผู้วิจัยได้ทำการทดสอบเงื่อนไขต่างๆที่เกี่ยวข้องกับวิธีการจำลองอัลเนลลิง และวิธีเจนนิติก โดยพัฒนาโปรแกรม Matlab[7] บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งคณะผู้วิจัยพบว่าถ้าจะนำวิธีการทั้งสองมาใช้ในการจัดตารางตามทั้งสองกรณีจะต้องมีเงื่อนไขดังนี้

ในส่วนวิธีการจำลองอัลเนลลิง กรณีที่ 1 ใช้จำนวนรอบ(N) 20 รอบ กำหนดตัวแปรควบคุมเริ่มต้น (c) มีค่าเท่ากับ 100 ลดตัวแปรควบคุม 95% ดังสมการ $c_{n+1} = c_n \times 0.95$ และโปรแกรมสิ้นสุดเมื่อ ตัวแปรควบคุมน้อยกว่า 0.005 ส่วนกรณีที่ 2 นั้นใช้จำนวนรอบ (N) 100 รอบ กำหนดตัวแปรควบคุมเริ่มต้น (c) มีค่าเท่ากับ 100 ลดตัวแปรควบคุม 90% ดังสมการ $c_{n+1} = c_n \times 0.90$ และโปรแกรมสิ้นสุดเมื่อ ตัวแปรควบคุมน้อยกว่า 0.005

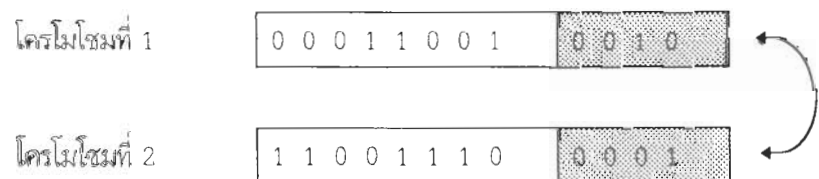
ตารางที่ 2

แสดงตัวอย่างกรณีที่ 2

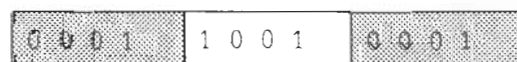
อาจารย์คนที่	คาบที่																					ค่าความผิดพลาด	วิชาที่สอน	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
1																							12	a,b,o
2																							0	b,c,u
3																							6	c,d,u
4																							9	d,e,t
5																							6	e,f,t
6																							2	f,g,s
7																							8	g,h,s
8																							12	h,i,r
9																							3	i,j,r
10																							2	j,k,q
11																							9	k,l,q
12																							6	l,m,p
13																							2	m,n,p
14																							8	n,a,o

หมายเหตุ ส่วนที่แรเงาคือ คาบที่ต้องการว่างจากการสอน

สำหรับในส่วนของวิธีเจเนติกนั้นพบปัญหาความยุ่งยากตรงที่เมื่อเราผลิตชุดโครโมโซมมาแล้ว และช่วงที่มีการกระโดดข้ามจะทำให้มีการซ้ำของค่าเวลาในตัวโครโมโซมเองอย่างเช่นมีอยู่ 2 โครโมโซม แต่ละโครโมโซมมี 3 ตัวแปรๆ ละ 4 บิต (ตัวแปร คือ วิชาที่ทำการสอนในแต่ละชั่วโมง)



ถ้าหากว่าทำการกระโดดข้ามที่ 4 บิตสุดท้าย ทำให้โครโมโซมแรกเป็น



เห็นว่าตัวแปรที่ 1 และ 3 ซ้ำกัน ดังนั้นต้องทำการเรียงค่าจากโครโมโซมก่อนที่จะนำโครโมโซมตัวนี้ไปหาค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ ไม่เช่นนั้นทำให้เวลาการสอนของสองวิชาซ้ำกัน การเรียงค่าใช้วิธีให้ตัวแรกมีนัยสำคัญมากกว่า

ในการทดลองกรณีที่ 1 ใช้ 20 โครโมโซม 50 การสร้างชุดโครโมโซมใหม่ ความเป็นไปได้ที่จะกระโดดข้าม และการเปลี่ยนแปลง คือ 0.6 และ 0.005 ตามลำดับ ส่วนกรณีที่ 2 ใช้ 50 โครโมโซม 50 การสร้างชุดโครโมโซมใหม่ ความเป็นไปได้ที่จะกระโดดข้าม และการเปลี่ยนแปลง คือ 0.6 และ 0.005 ตามลำดับ

จากนั้นได้ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ได้ผลออกมาเป็นผลรวมของค่าความผิดพลาดจากฟังก์ชันจุดประสงค์ ซึ่งผลรวมของค่าความผิดพลาดนั้นเกิดจากมีการจัดการสอนในช่วงเวลาที่อาจารย์แต่ละท่านมีความประสงค์ต้องการว่างจากการสอน

จากการศึกษาปัญหาดังกล่าวกรณีที่ 1 จะพบว่าผลรวมของค่าความสำคัญมีค่าเท่ากับ 10 ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุด ในกรณีที่ 1 นั้นเป็นปัญหาที่ง่ายมีจำนวนน้อย ทำให้ทั้งสองวิธีมีการเข้าสู่คำตอบทุกครั้งที่ทดสอบ ดังตารางที่ 3 ส่วนกรณีที่ 2 จะพบว่าผลรวมของค่าความสำคัญมีค่าเท่ากับ 48 ซึ่งเป็นค่าที่ดีที่สุด ในกรณีที่ 2 นั้นเป็นปัญหาที่มีจำนวนข้อมูลมากการเข้าสู่คำตอบของวิธีอัลแนลลิงจะเข้าสู่คำตอบทุกครั้งที่ทดสอบ ต่างจากวิธีเจเนติกซึ่งเข้าสู่คำตอบเพียง 80 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 4

(หมายเหตุ ปกติแล้ววิธีเจเนติกนั้นเป็นการหาค่าที่เหมาะสมที่มีค่าสูงสุด ดังนั้นค่าฟังก์ชันจุดประสงค์จึงเป็นค่าติดลบ แต่เพื่อการเปรียบเทียบกับวิธีจำลองอัลแนลลิงจึงให้ค่าเป็นบวก)

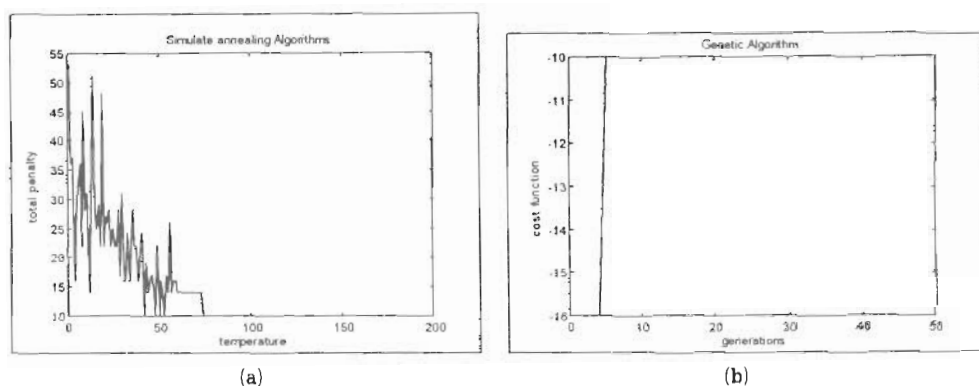
สำหรับการเข้าสู่คำตอบจะพบว่าวิธีการจำลองอัลแนลลิงจะมีการแกว่งของคำตอบในช่วงแรก และเข้าสู่คำตอบในที่สุดทั้งสองกรณีตามลำดับ เนื่องจากวิธีการจำลองอัลแนลลิง มีการยอมรับคำตอบที่น้อยกว่า และบางครั้งคำตอบที่มากกว่าก็ยอมรับได้เนื่องจากผ่านเงื่อนไขของเมโทรโพรลิส ส่วนวิธีเจเนติกมีการเข้าสู่คำตอบลักษณะที่ไม่แกว่งมาก เนื่องจากการเลือกโครโมโซมนั้น โครโมโซมที่ดีมีโอกาสถูกเลือกมากที่สุด และสาเหตุที่บางครั้งมีการออกนอกจากคำตอบ เพราะจำนวนโครโมโซมที่ดีที่ถูกเลือกไว้ยังน้อยอยู่ดังในกรณีที่สอง และเมื่อเข้ากระบวนการกระโดดข้าม และการเปลี่ยนแปลงทำให้โครโมโซมตัวนั้นเปลี่ยนแปลงได้ ทั้งสองกรณีแสดงดังรูปที่ 2 และ 3

ตารางที่ 3
แสดงผลการทดลองกรณีที่ 1

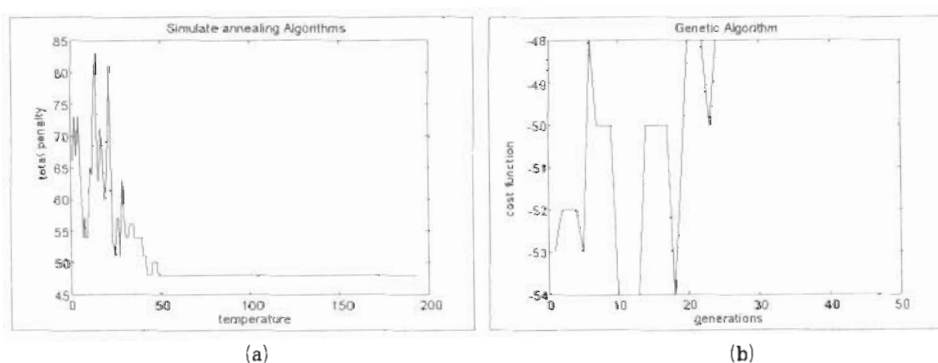
ลำดับการทดลอง (No. of running)	ค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ที่ดีที่สุดของอัลแนลิ่ง	ค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ที่ดีที่สุดของเจนเนติก
1	10	10
2	10	10
3	10	10
4	10	10
5	10	10
6	10	10
7	10	10
8	10	10
9	10	10
10	10	10
เปอร์เซ็นต์การเข้าสู่คำตอบ	100	100

ตารางที่ 4
แสดงผลการทดลองกรณีที่ 2

ลำดับการทดลอง (No. of running)	ค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ที่ดีที่สุดของอัลแนลิ่ง	ค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ที่ดีที่สุดของเจนเนติก
1	48	48
2	48	48
3	48	50
4	48	48
5	48	48
6	48	48
7	48	52
8	48	48
9	48	48
10	48	48
เปอร์เซ็นต์การเข้าสู่คำตอบ	100	80



รูปที่ 2 แสดงลักษณะผลการทดสอบกรณีที่ 1 (a)โดยใช้วิธีจำลองอัลแนลลิ่ง (b)วิธีเจเนติก



รูปที่ 3 แสดงลักษณะผลการทดสอบกรณีที่ 2 (a)โดยใช้วิธีจำลองอัลแนลลิ่ง (b)วิธีเจเนติก

สรุป

บทความนี้ได้เสนอทฤษฎีของวิธีการจำลองอัลแนลลิ่งและวิธีเจเนติก ตลอดจนได้ทำการเสนอวิธีการแก้ปัญหาการจัดตารางสอน โดยใช้วิธีการจำลองอัลแนลลิ่งและวิธีเจเนติก ได้ทำการทดลองปัญหาตัวอย่าง 2 กรณี โดยที่กรณีแรกมีจำนวนข้อมูลน้อย ส่วนกรณีที่ 2 มีจำนวนข้อมูลมาก และในแต่ละกรณีทำการทดลอง 10 ครั้ง ซึ่งแสดงผลออกมาเป็นค่าฟังก์ชันจุดประสงค์ที่มาจากการจัดตารางสอน จากผลการทดสอบพบว่ามีการให้คำตอบที่ดีทั้งสองวิธี

เอกสารอ้างอิง

1. G.A. Vignaux and Z. Michalewicz, **"A Genetic Algorithm for the linear transportation problem"**, IEEE Trans. Syst. Man Cyber., Vol. 21, No. 2, pp. 445-448, Mar. 1991.
2. S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt, Jr. and M. P. Vecchi, **"Optimization by simulated annealing"**, Science, Vol. 220, No. 4598, pp.671-680, 1983.
3. J.H. Holland, **"Genetic Algorithms"**, Scientific American, pp.44-50, Jul. 1992.
4. D. Abramson, **"Constructing school timetable using simulated annealing : Sequential and parallel algorithms"**, Management Science, Vol. 37, No. 1, pp.98-113, Jan.1991.
5. E.H.L. Aarts and P.J.M. van Laarhoven, **"Simulated Annealing : An introduction"**, Statistica Neerlandica, Vol. 43, No. 1, pp. 31-52,1989.
6. J.X. Xu, C.S. Chang, X.W. Wang, **"Constrained multiobjective global optimisation of longitudinal interconnected power system by genetic algorithm"**, IEE Proc.-Gener. Transm. Distrib. Vol. 143, No. 5,September 1996.
7. J. Penny, G. Lindfield, **"Numerical methods using Matlab"**, Ellis Horwood, 1995.
8. D.E. Goldberg, **"Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning"**, Addison-Wesley , 1989.