การจัดตารางห้องสอบด้วยอัลกอริธึมมด
Examination Room Scheduling Using Ant Algorithms

นิกร โภคอุดม[1], กัญจน์ณิชา โภคอุดม[2]

Nikorn Pokudom and Kannicha Pokudom

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

[1]Faculty of Engineering, Eastern Asia University

[2] คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

[2]Faculty of Information Technology, Eastern Asia University

Received: April 4, 2019

Revised: July 31, 2019

Accepted: August 5, 2019

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการนำอัลกอริธึมมดมาใช้สำหรับจัดห้องสอบให้กับรายวิชาในตารางสอบของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะพิจารณาถึงจำนวนวิชาและจำนวนผู้สอบที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาและจำนวนที่นั่งของแต่ละห้องเรียน อัลกอริธึมมดนี้มีพื้นฐานมาจากการค้นหาแหล่งอาหารของมดที่จะพยายามค้นหาเส้นทางจากรังไปยังแหล่งอาหารให้ได้และใช้ระยะทางที่สั้นที่สุดอัลกอริธึมมดนิยมนำมาใช้แก้ปัญหาค้นหาคำตอบที่เหมาะสมโดยจะพัฒนาหาคำตอบที่ดีตามเงื่อนไขความเหมาะสมที่กำหนดไว้ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะสามารถช่วยให้การจัดตารางห้องสอบเป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นได้

คำสำคัญ: อัลกอริธึมมด, จัดตารางห้องสอบ

Abstract

This paper provides a design method to schedule the exam room of the Eastern Asia University by applying the algorithm to analyze and design the systems in the exam room arrangement for the courses according to the automated exam schedule, taking into account the number of courses that monitored in each period. The number of students enrolled in the course and the number of seats in each examination room, which are based on the food sources of ants that try to find the path from the nest to the food source and use the shortest distance. The Ant algorithm is used to solve the most suitable for the develop a good answer according to the requirements of the appropriate conditions. The results of this research help to schedule the exam room to be encountered under the above conditions.

Keywords: ant algorithms, examination room scheduling

บทนำ

มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียเป็นสถาบันการศึกษาที่มีภารกิจหลักคือการผลิตบัณฑิตให้มีคุณภาพทางด้านวิชาการและถึงพร้อมด้วยคุณธรรมจริยธรรมผ่านการจัดการเรียนการสอนและโครงการ/กิจกรรมต่างๆ โดยสำนักบริการการศึกษา (สบก.) เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่เป็นศูนย์กลางข้อมูลด้านการศึกษารวมถึงการให้บริการด้านงานทะเบียนและประมวลผลเพื่อสนับสนุนภารกิจด้านการผลิตบัณฑิต เช่น งานจัดตารางห้องสอบ งานลงทะเบียน งานจัดสอบ งานเอกสารสำคัญทางการศึกษา ฯลฯ

งานจัดตารางห้องสอบในช่วงการสอบกลางภาคและการสอบปลายภาคเป็นอีกภารกิจหนึ่งที่สำนักบริการการศึกษาต้องดำเนินการ ซึ่งเป็นงานที่มีความซับซ้อนของปัญหาสูงและมีความสำคัญมาก ซึ่งสำนักบริการการศึกษา (สบก.) จะต้องดำเนินการจัดให้เสร็จสิ้นก่อนถึงการสอบกลางภาคและการสอบปลายภาค ให้การดำเนินการจัดสอบเป็นไปด้วยความเรียบร้อย ผู้วิจัยได้สำรวจข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับวิธีการจัดตารางและพบปัญหาดังนี้

การจัดตารางห้องสอบของ สำนักบริการการศึกษา (สบก.) คือ การดำเนินการนำแบบฟอร์มเปิดรายวิชา (มวอ. 29) ของคณะ/หลักสูตรต่างๆ มาดำเนินการบันทึกวันและเวลาสอบให้กับรายวิชาต่างๆ ที่เปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษา จากนั้นจึงดำเนินการจัดตารางห้องสอบให้สำหรับแต่ละรายวิชา โดยการจัดหาห้องสอบต้องคำนึงถึง

o จำนวนรายวิชาที่มีสอบในแต่ละคาบเวลา

o จำนวนห้องเรียนที่ใช้เป็นห้องสอบ

o จำนวนห้องสอบที่ใช้ในแต่ละคาบเวลา

o จำนวนที่นั่งและรูปแบบการจัดแถวที่นั่งในห้องสอบ

o ความเหมาะสมของจำนวนวิชาสอบจำนวนนักศึกษาและการจัดที่นั่งให้นักศึกษาในแต่ละห้องสอบ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาและออกแบบวิธีจัดตารางห้องสอบของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียและพัฒนาเป็นโปรแกรมสำหรับใช้จัดตารางห้องสอบแบบอัตโนมัติ โดยนำวิธีอัลกอริธึมมด (ant algorithm) มาใช้วิเคราะห์และออกแบบระบบในส่วนจัดตารางห้องสอบแบบอัตโนมัติ วิธีอัลกอริธึมมดเป็นแขนงหนึ่งในปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence -- AI) ซึ่งเป็นศาสตร์การคำนวณที่มีวัตถุประสงค์ที่จะทำให้คอมพิวเตอร์มีความฉลาดสามารถคิด วิเคราะห์และตัดสินใจปัญหาต่างๆ ได้ มีพื้นฐานมาจากการค้นหาแหล่งอาหารของมด มดทุกตัวในอัลกอริธึมมดได้ร่วมมือกันค้นหาแหล่งอาหาร โดยพยายามค้นหาเส้นทางจากรังไปยังแหล่งอาหารให้ได้และใช้ระยะทางที่สั้นที่สุดโดยใช้สารเคมีชนิดหนึ่งเรียกว่า ฟีโรโมน (pheromone) ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่ช่วยในการหาเส้นทางทั้งตอนไปหาอาหารและตอนกลับรัง โดยอัลกอริธึมมดได้ถูกนำมาใช้แก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดเชิงการจัด (combinatorial optimization) เพื่อพัฒนาหาคำตอบที่ดีและเป็นยอมรับได้ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะสามารถช่วยให้การจัดตารางห้องสอบได้แบบอัตโนมัติและแก้ไขปัญหาดังที่กล่าวมาในข้างต้นได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อนำเสนอโปรแกรมจัดตารางห้องสอบของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียแบบอัตโนมัติด้วยวิธีอัลกอริธึมมด เพื่อให้ผลการจัดมีความถูกต้องเหมาะสมตามเงื่อนไขที่กำหนดได้

แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

มีนักวิจัยหลายท่านศึกษาวิธีแก้ปัญหาการจัดตารางเวลาในที่นี้ขอนำเสนอดังนี้ Cooper and Kingston (1996) ได้พิสูจน์ไว้ว่าปัญหาการจัดตาราง (timetabling problem) ประเภทต่างๆ จัดเป็นปัญหา NP บริบูรณ์ (NP-complete) ซึ่ง NP-complete คือ กลุ่มของปัญหาใดๆ ที่ไม่สามารถหาอัลกอริธึมมาแก้ไขปัญหาได้ภายในเวลาพหุนาม (polynomial) เมื่อปัญหามีขนาดใหญ่มากขึ้นเวลาที่ใช้ในการหาคำตอบก็จะเพิ่มขึ้นมาก

Lewis (2008) จัดปัญหาการจัดตารางเวลาของมหาวิทยาลัย (university timetabling problems) เป็นปัญหาที่มีขนาดใหญ่เนื่องจากมีกลุ่มข้อมูลที่ต้องนำมาพิจารณาเป็นจำนวนมาก เช่น จำนวนวิชาและบุคคลที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น โดยมีทรัพยากรที่จำกัด เช่น ช่วงเวลา

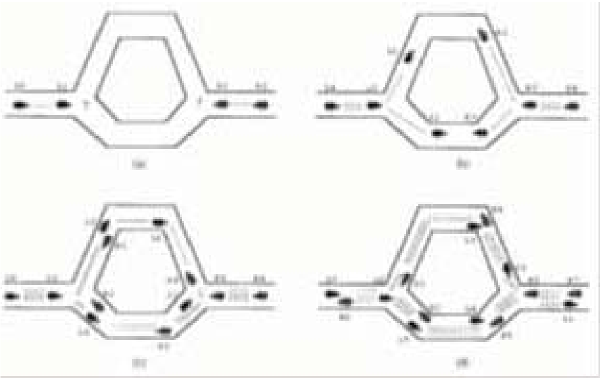
จำนวนห้องและจำนวนที่นั่งภายในห้อง เป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางว่าวิธีหนึ่งที่ใช้จัดการกับปัญหา NP-hard ได้ คือการใช้ขั้นตอนวิธีการประมาณ (approximation algorithms) แม้ว่าผลลัพธ์ที่ได้จะไม่สามารถรับประกันได้ว่าคำตอบที่ได้จากการแก้ปัญหาจะได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุด แต่อย่างน้อยก็จะได้คำตอบที่ดีพอและเป็นที่ยอมรับได้ วิธีเมตาฮิวริสติก (metaheuristic algorithm) เป็นวิธีการประมาณอีกแบบหนึ่งซึ่งนิยมนำมาใช้แก้ปัญหานี้และเป็นที่ยอมรับว่าคำตอบที่ได้จะมีคุณภาพดีเพียงพอและช่วยลดระยะเวลาในการคำนวณปัญหาที่มีขนาดใหญ่ ปัจจุบันมีผู้สนใจที่นำวิธีเมตาฮิวริสติกมาใช้ในสำหรับจัดตารางเวลามากขึ้น เช่น วิธีการจำลองการอบเหนียว (Simulated Annealing -- SA) , วิธีค้นหาทาบู (Tabu Search -- TS), วิธีการทางพันธุศาสตร์ (Genetic Algorithm -- GA) และวิธีการหาความเหมาะสมด้วยฝูงมด (Ant Colony Optimization -- ACO)

Dorigo, Birattari, and Stützle (2006) ได้กล่าวถึงวิธีการหาความเหมาะสมด้วยฝูงมด ที่เรียกว่า Ant Colony Optimization (ACO) เป็นวิธีที่เลียนแบบการค้นหาอาหารของฝูงมด ซึ่งฝูงมดสามารถค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดไปยังแหล่งอาหารได้โดยใช้สารเคมีที่ชื่อว่า ฟีโรโมน (pheromone) เป็นข้อมูลที่สำคัญในการค้นหาเส้นทางของมด และนำเสนอวิธี Ant System (AS), Max-Min Ant System (MMAS) และ Ant Colony System (ACS) เพื่อใช้อธิบายปัญหาการเดินทางของพนักงานขาย (traveling salesman problem)

ปัจจุบันมีตัวอย่างงานวิจัย นำวิธี ACO มาใช้แก้ปัญหาการหาค่าความเหมาะสมของระบบงานต่างๆ เกี่ยวกับการจัดตารางมีดังนี้ (1) งานวิจัยของ Azimi (2004) นำเสนอการจัดตารางสอบ (examination timetabling) โดยใช้วิธีเมตาฮิวริสติกซึ่งเปรียบเทียบผลการจัดระหว่างวิธี Simulated Annealing, Tabu Search, Genetic Algorithm และ Ant Colony System ผลการทดลองพบว่าการจัดตารางสอบด้วยวิธี ACS มีผลลัพธ์การจัดที่ดีกว่าอีก 3 วิธี (2) งานวิจัยของ Burke et al. (2005) นำเสนอการใช้วิธีอัลกอริธึมมด (ant algorithm) มาใช้จัดตารางการนำเสนอโครงงาน (3) งานวิจัยของ Ghoseiri และMorshedsolouk (2006) นำเสนอการจัดตารางการเดินรถไฟด้วยวิธี Ant Colony System (4) งานวิจัยของ Lutuksin and Pongcharoen (2010) นำเสนอการการจัดตารางเรียนโดยใช้วิธี Best-Worst Ant Colony System ซึ่งเป็นวิธีที่มีการปรับปรุงการคำนวณค่าฟีโรโมนของวิธี Ant Colony System ซึ่งงานวิจัยที่นำเสนอนี้ได้ออกแบบการทำงานในส่วนของ Ant Colony System ใหม่และปรับเปลี่ยนการคำนวณค่าจุดประสงค์ของระบบเพื่อใช้ในการปรับปรุงค่าฟีโรโมน เนื่องจากลักษณะของปัญหาการจัดตารางคุมสอบมีความแตกต่างจากปัญหาของงานวิจัยที่กล่าวมาในข้างต้น

ทฤษฎีระบบอาณานิคมมด

ระบบอาณานิคมมดเป็นวิธีการหาค่าความเหมาะสมของปัญหาที่มีพื้นฐานมาจากการค้นหาแหล่งอาหารของมด ซึ่งมดทุกตัวในระบบอาณานิคมได้ร่วมมือกันค้นหาแหล่งอาหารโดยใช้สารเคมีชนิดหนึ่งเรียกว่า ฟีโรโมน (pheromone) เพื่อหาเส้นทางจากรังไปยังแหล่งอาหารโดยใช้ระยะทางที่สั้นที่สุดดังภาพ 1 (Dorigo, Birattari, and Stützle (2006) เมื่อเดินผ่านเส้นทางมดจะพ่นฟีโรโมนลงไปบนพื้นเพื่อเป็นข้อมูลให้มดตัวอื่นๆ เดินตามมดที่เดินตามหลังมาจะวางฟีโรโมนทับลงไปอีกทำให้ฟีโรโมนในเส้นทางนั้นมีค่ามากขึ้น เส้นทางที่สั้นจะมีจำนวนมดผ่านมากกว่าเส้นทางที่ยาวกว่า ดังนั้นเส้นทางที่สั้นกว่าย่อมมีปริมาณความเข้มข้นของฟีโรโมนมากกว่าเส้นทางที่ยาวกว่าเริ่มแรก ACS ถูกนำมาใช้แก้ไขปัญหาเกี่ยวกับการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดของพนักงานขาย (Travelling Salesman Problem -- TSP) ในการทำงานของ ACS กำหนดให้ค่าของฟีโรโมน

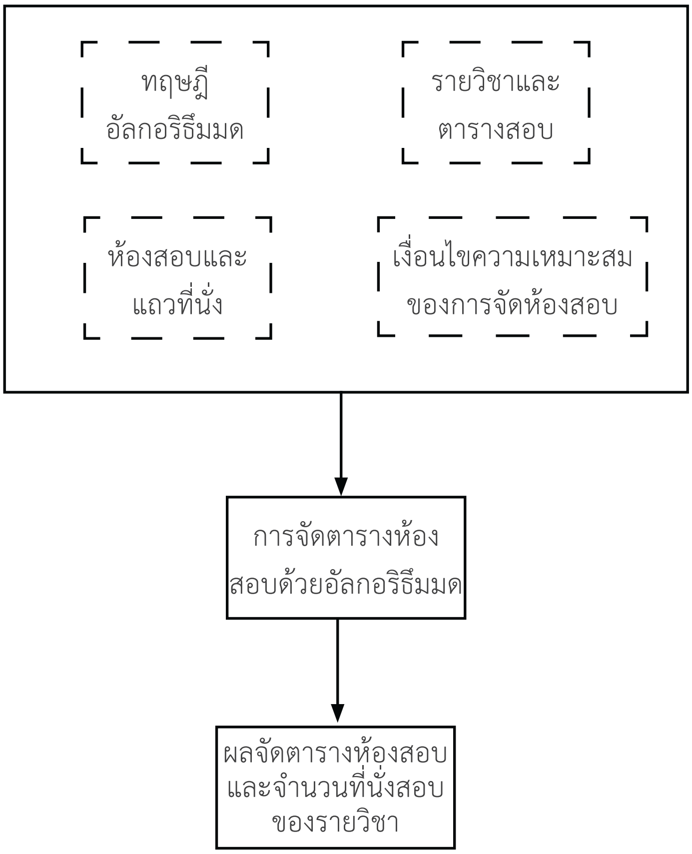


ภาพ 1 ธรรมชาติการเดินของมดโดยใช้เส้นทางที่สั้น

ตามเส้นทางเมื่อแต่ละเส้นทางถูกมดเลือกเดินจะมีการปรับปรุงค่าฟีโรโมนในระดับเฉพาะที่ (local pheromone update) เกิดขึ้น หลักสำคัญของการปรับปรุงฟีโรโมนในระดับเฉพาะที่คือลดระดับของฟีโรโมนบนด้านนั้นให้น้อยลงทำให้มดตัวอื่นมีโอกาสที่จะสำรวจไปยังเส้นทางอื่นที่ไม่เคยไปมาก่อนได้และอาจพบเส้นทางที่ดีกว่าเดิมได้ และเมื่อ ACS ทำงานครบแต่ละรอบ (มดเลือกเดินทางครบทุกตัว) จะมีการปรับปรุงค่าฟีโรโมนในระดับครอบคลุมทั้งระบบ (global pheromone update) หนึ่งครั้ง ในแต่ละรอบของการทำงานโดยจะใช้ค่าการทำงานของมดตัวที่ดีที่สุดเป็นค่าในการปรับปรุงกระบวนการนี้ทำเฉพาะรอบการเดินทางที่สั้นที่สุดเท่านั้นจึงจะสามารถปรับปรุงปริมาณฟีโรโมนในระดับองค์รวมได้ ทำให้เส้นทางที่ดีที่สุดมีปริมาณมากขึ้นมากกว่าเส้นทางอื่นๆ และแสดงว่าเป็นเส้นทางที่ดีที่สุด ณ ขณะนั้นด้วย

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาทฤษฎีการทำงานของระบบอาณานิคมมด (ant colony system) ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งของอัลกอริธึมมด (ant algorithm) เพื่อมาปรับใช้สำหรับการจัดตารางห้องสอบของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ต้องออกแบบระบบการเลือกห้องสอบและออกแบบสมการคำนวณในส่วนของอัลกอริธึมมดให้เหมาะสมกับปัญหาโดยเฉพาะเงื่อนไขความเหมาะสมของการจัดห้องสอบมากำหนดค่าจุดประสงค์



ภาพ 2 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินงานวิจัย

การออกแบบการแก้ไขปัญหาการจัดตารางด้วยอัลกอริธึมมดมีรายละเอียดดังนี้

เงื่อนไขการจัดห้องสอบ

1.วันและเวลาห้องของรายวิชาถูกกำหนดมาจากหลักสูตรที่ดำเนินการเปิดรายวิชา

2.ห้องสอบจัดที่นั่งสอบ แบ่งออกเป็น 2 แถว ชื่อแถว A และ B (จัดเรียงสลับแถวกัน)

3.ที่นั่งสอบของรายวิชาเดียวกัน รวมถึงวิชา same as ในห้องสอบให้จัดนั่งได้ 1 แถวเท่านั้น

4.จัดให้แต่ละรายวิชาสอบใช้ห้องสอบให้น้อยที่สุด โดยเฉพาะกลุ่มรายวิชาที่มีจำนวนนักศึกษามากเพื่อทำให้จำนวนการใช้ซองข้อสอบมีจำนวนน้อย

5.การสอบในแต่ละคาบให้จัดใช้ห้องสอบให้น้อยที่สุด

นิยามตัวแปรของปัญหา

สำหรับปัญหาการจัดห้องสอบให้กับแต่ละรายวิชาตามตารางสอบซึ่งมีวันและคาบสอบไว้ก่อน อธิบายดังภาพ 3ซึ่งกำหนดให้ $S=\{S_1, S_2,\dots S_i, \dots S_n\}$ซึ่ง S คือเซตของรายวิชา และ S_i หมายถึงรายวิชา (ชื่อวิชาและกลุ่ม) ลำดับที่ i และ n คือจำนวนรายวิชาที่สอบในคาบใดๆและให้ $R_i=\{r_1, r_2,\dots r_j, \dots r_t$ คือเซตของห้องสอบที่นำมาจัดกำหนดให้กับวิชา S_i โดย r_j คือลำดับห้องสอบ ซึ่ง r_j ประกอบด้วย (เลขห้อง,แถว,จำนวนที่นั่ง) เช่น r_2(1,B,40) หมายถึงห้อง r_2 เลขห้อง 1 แถว B มี 40 ที่นั่ง ตัวอย่างแถวที่นั่งในห้องสอบแสดงดังภาพ 4

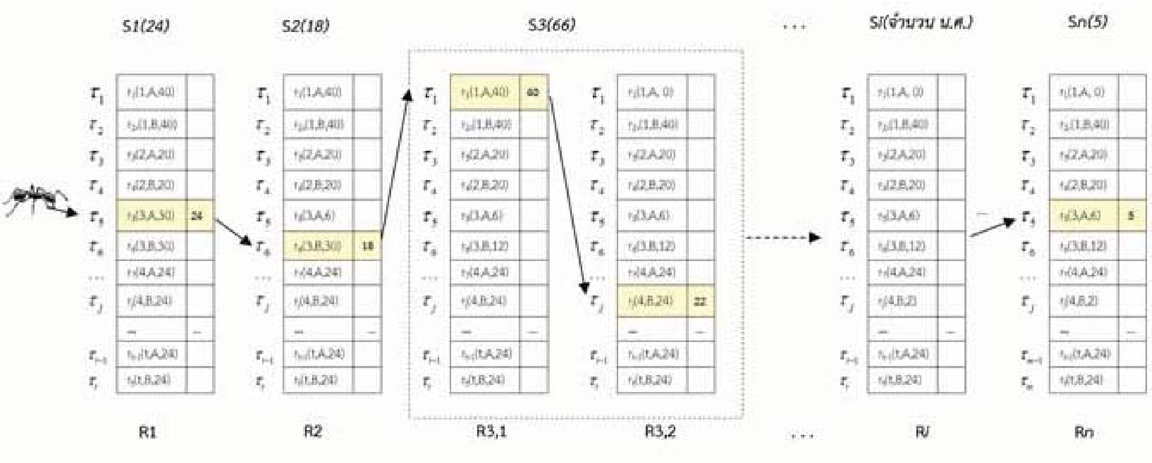
การออกแบบในส่วนของระบบอาณานิคมมด

ขณะที่มดตัวที่ k เดินไปยังวิชา S_i มดจะเลือก rjจากเซต R_i มาหนึ่งค่า การเลือกเริ่มต้นจะสุ่มค่าให้กับตัวแปร q โดยอยู่ในช่วง [0,1] เปรียบเทียบกับ q_0 ซึ่ง q_0 เป็นค่าคงที่ที่ กำหนดให้ ($0\leq q_0 \leq 1$) ถ้า $q \leq q_0$ จะได้

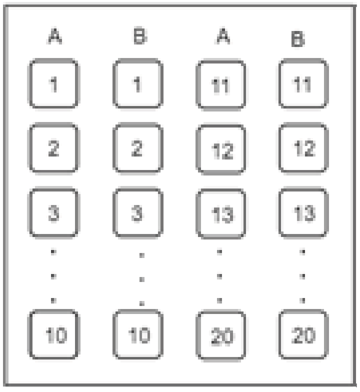
$j = \arg\max_{l \in SR_i^k} \{\tau_l\}$ กรณีอื่นจะเลือก *j* โดยอาศัยความน่าจะเป็น p_j^k จากสมการ 1

$$p_j^k = \begin{cases} \dfrac{\tau_j}{\sum_{l \in SR_i^k} \tau_l} & if\ \ l \in SR_i^k, \\ 0 & otherwise \end{cases} \qquad (1)$$

ซึ่ง SR_i^k คือเซตของห้องสอบ r_i ซึ่งมดตัวที่ *k* ยังไม่ได้เลือกโดยจำนวนที่นั่งของห้องมีเพียงพอสำหรับที่จำนวนนักศึกษาที่เหลือของรายวิชา ที่ยังไม่ได้ห้องสอบ และเป็นไปตามเงื่อนไขวิชา same as เมื่อมดตัวที่ *k* เลือกห้อง r_i ใดแล้วจะระบุจำนวนที่นั่งสูงสุดตามจำนวนที่นั่งในรายวิชาที่มีหรือไม่เกินจำนวนที่นั่งในแถว และจำนวนที่นั่งในแถวของห้อง r_i ในเซต R_i ต่อไปจำนวนจะลดลงตามที่ใช้ไป



ภาพ 3 การเลือกห้องสอบ (r) สำหรับรายวิชา (Si)



ภาพ 4 แถวที่นั่งภายในห้องสอบ

การถอดรหัสข้อมูล

เมื่อมดตัวที่ *k* เลือกห้องสอบครบให้กับทุกรายวิชาครบทั้งหมดแล้ว (ดังภาพ 5) สามารถถอดรหัสข้อมูลสรุปได้ตามตาราง 1 และจะนำมาใช้คำนวณค่าความเหมาะสมตามเงื่อนไขของฟังก์วัดค่าจุดประสงค์ต่อไป

ฟังก์ชันวัดค่าจุดประสงค์

หมายถึงการประเมินผลลัพธ์ของมดแต่ละตัว กำหนดให้ค่าความเหมาะสมของคำตอบของมดตัวที่ *k* แทนด้วย obkสมการคำนวณแสดงดังสมการที่ 2

$$ob^k = (ob1^k \times \eta) + (ob2^k \times \lambda) \quad (2)$$

$$ob1^k = \sum_{i=1}^{n} 2^{rn_i} - n \quad (3)$$

$$ob2^k = \frac{rm^2}{3} \quad (4)$$

โดย $ob1^k$ คือค่าจุดประสงค์ที่ใช้วัดความเหมาะสมด้านจำนวนห้องสอบต่อรายวิชา rn_i คือจำนวนห้องสอบที่ใช้ต่อวิชา n คือจำนวนรายวิชา และ $ob2^k$ คือค่าจุดประสงค์ที่ใช้วัดความเหมาะสมด้านจำนวนห้องสอบที่ใช้ทั้งหมดในการสอบในแต่ละคาบ โดย rm คือจำนวนห้องสอบที่ใช้สอบทั้งหมดในคาบสอบนั้น ส่วน η และ λ คือค่าไบแอสของค่า $ob1^k$ และ $ob2^k$ ตามลำดับ

การปรับปรุงค่าฟีโรโมนแบบเฉพาะบริเวณ

เมื่อมดตัวที่ k เลือกห้องสอบ r_j จาก R_i ให้กับวิชา S_i จะต้องปรับปรุงค่าฟีโรโมน τ_j ในตำแหน่งที่มดได้เลือกมา ด้วยสมการที่ 5

$$\tau_j = (1-\varphi).\tau_j + \varphi\tau_0 \quad (5)$$

วิชา	จำนวนนักศึกษา	เลขห้องสอบ, แถว	จำนวนที่นั่ง
S1	24	r_5 เลขห้อง 3, แถว A	24
S2	18	r_6 เลขห้อง 3, แถว B	18
S3	66	r_1 เลขห้อง 1, แถว A	40
		r_j เลขห้อง 4, แถว B	22
Sn	5	r_5 เลขห้อง 3, แถว A	5

ภาพ 5 ผลการเลือกห้องสอบจากมด

ตาราง 1
การถอดรหัสการจัดตารางห้องสอบของมด

จำนวนวิชาสอบ	จำนวนห้องสอบ ที่ใช้สอบ/วิชา			จำนวนห้องสอบที่ใช้ทั้งหมด
	1 ห้อง	2 ห้อง	รวมห้อง	
19	16 วิชา	3 วิชา	22 ห้อง	7 ห้อง

ตาราง 2
การคำนวณค่าความเหมาะสม

ค่าความเหมาะสม	ผลการคำนวณ
$ob1^k$	$(2^1 \times 16)+(2^2 \times 3)-19=25$
$ob2^k$	$\frac{7^2}{3} = 16.33$

การปรับปรุงค่าฟีโรโมนแบบครอบคลุมทั้งระบบ

การปรับปรุงค่าฟีโรโมนนี้จะปรับปรุงเฉพาะฟีโรโมน ณ ตำแหน่ง j บนห้องสอบ r_j ใน R_i เฉพาะมดตัวที่มีผลลัพธ์ที่ดีที่สุด (มีค่า ob^k น้อยที่สุด) การคำนวณดังสมการที่ 6 และ สมการที่ 7 โดย $\Delta\tau_j$ คือปริมาณของฟีโรโมนที่วางเพิ่มและ ob_{best} คือค่าจุดประสงค์ของมดที่มีผลลัพธ์การจัดที่ดีที่สุด (ค่าน้อยที่สุด)

$$\tau_j \leftarrow \begin{cases} (1-\rho).\tau_i + \rho.\Delta\tau_i & \textit{if } (i) \textit{ belongs to } ob^k_{best} \\ \tau_i & \textit{otherwise} \end{cases} \qquad (6)$$

$$\Delta\tau_i = 1/\mathrm{ob}^k_{best} \qquad (7)$$

ข้อมูลทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ทดลองเป็นข้อมูลรายวิชาสอบกลางภาคของมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชียภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเปิดจำนวน 347 วิชา มีทั้งสิ้น 496 กลุ่ม ในกระบวนการจัดด้วยอัลกอริธึมมดจะคิดเป็น 496 วิชา จำนวนวันสอบ 10 วัน สอบวันละ 2 คาบ และใช้ห้องสอบจำนวน 28 ห้อง ตัวอย่างข้อมูลแสดงดังตาราง 3 และ 4 กำหนดให้ η และ λ มีค่าเท่ากับ 0.75 และ 0.25 ตามลำดับ ในส่วนของอัลกอริธึมมดกำหนดให้ทำงานทั้งหมด 5,000 รอบ ค่าพารามิเตอร์ q_0 , φ และ ρ เท่ากับ 0.9, 0.1 และ 0.1 ตามลำดับ

การทดลอง

การจัดตารางห้องสอบรายวิชาในแต่ละวันและคาบ ถือเป็นชุดข้อมูลที่อัลริธึมมดจะจัดแยกกัน ในการทดลองจะจัดตารางห้องสอบให้กับรายวิชาที่มีสอบวันที่ 14/9/2561 คาบสอบที่ 2 ซึ่งมีรายวิชาจำนวน 18 รายวิชา และจะทำการหาจำนวนมดที่มีประสิทธิภาพต่อการจัดตารางห้องสอบ เนื่องจากหากจำนวนมดน้อยเกินไปความหลากหลายของคำตอบที่ได้จะมีน้อย แต่หากจำนวนมดมีมากเกินไปจะมีผลกระทบต่อการเลือกตัวเลือกคือมดแต่ละตัวโดยส่วนมากจะมีโอกาสที่เลือกตัวเลือกที่มีค่าฟีโรโมนสูงมากกว่า ทำให้ตัวเลือกทั้งหมดของมดใกล้เคียงคำตอบเดิมที่ดีจากรอบการทำงานที่ผ่านมาจากนั้นก็จะปรับให้ค่าฟีโรโมนของตัวเลือกนั้นมีค่าลดลงไป ดังสมการที่ 4 ดังนั้นหากมีจำนวนมดมาก ฟีโรโมนของตัวเลือกที่มีค่าฟีโรโมนสูงจะถูกปรับลดลงมามากทำให้มดตัวท้ายๆ ของฝูง ได้ตัวเลือกทั้งหมดไม่ใกล้เคียงกับคำตอบที่ดีจากรอบการทำงานที่ผ่านมาและใช้เวลาประมวลผลก็จะนานมากขึ้น

ตาราง 3
รายวิชาสอบและวัน-คาบสอบ

วันสอบ 12/9/2561 คาบสอบที่ 1		รหัสวิชา	ชื่อวิชา	กลุ่มที่	จำนวนนักศึกษา
เวลาเริ่ม	เวลาสิ้นสุด				
09:00	11:00	00238461	BUSINESS OPERATIONS IN CHINA	1	53
09:00	11:00	00518341	ENGLISH FOR TOURISM BUSINESS	1	1
09:00	11:00	00519601	BUSINESS JAPANESE I	1	7
09:00	11:00	00529341	ENGLISH FOR TOURISM BUSINESS	1	12

ตาราง 4
ห้องสอบและจำนวนที่นั่ง

เลขห้อง	จำนวนที่นั่งสอบ	
	แถว A	แถว B
C305	20	20
C306	24	24
C307	30	30
C606	60	60
M110	105	105

ดังนั้นค้นหาจำนวนมดที่เหมาะสมจะทดลองใช้มดจำนวน 40, 50 และ 60 ตัว โดยทดลองอย่างละ 10 ครั้ง เพื่อเปรียบเทียบหาผลลัพธ์การทำงานที่ดีที่สุด ผลการทดลองในตาราง 5 พบว่าการทำงานที่ใช้มด จำนวน 50 ตัว ให้ค่าเฉลี่ยของค่าจุดประสงค์ที่ดีที่สุด (มีค่าน้อยที่สุด) โดยตาราง 6 แสดงผลการจัดตารางจากการเลือกใช้มดจำนวน 50 ตัว

บทสรุป

จากผลการทดลองพบว่าวิธีอัลกอริธึมมดสามารถจัดตารางห้องสอบให้ประสิทธิภาพที่ดีได้ โดยสามารถจัดห้องสอบให้กับรายวิชาในแต่ละคาบสอบได้อย่างเหมาะสมตามเงื่อนไขของการวัดค่าจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

การอภิปราย

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาวิธีอัลกอริธึมมดมาใช้สำหรับการจัดตารางห้องสอบแบบอัตโนมัติ เนื่องจากวิธีอัลกอริมธึมเป็นวิธีทางปัญญาประดิษฐ์อันหนึ่งที่มีจุดเด่นเกี่ยวกับการค้นหาคำตอบของปัญหาและสามารถพัฒนาหาคำตอบที่ต้องการให้ประสิทธิภาพดีมากขึ้นในแต่ละครั้งของการทำงาน ซึ่งจากภาพ 6 จะสังเกตได้ว่าค่าจุดประสงค์จากการจัดนั้นจะมีค่าที่ดีขึ้นเรื่อยๆ (มีค่าลดลง) ในแต่ละรอบของการทำงาน ดังนั้นสรุปได้ว่าการนำวิธีอัลกอริธึมมดสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานจัดตารางห้องสอบได้จริง

ข้อเสนอแนะ

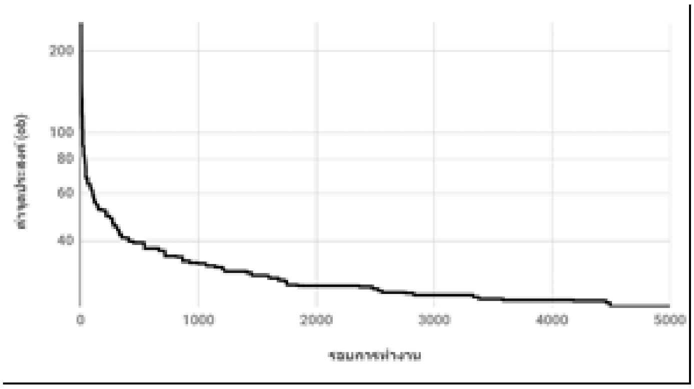
สิ่งที่สำคัญต่อการจัดห้องสอบให้กับรายวิชา คือการกำหนดเงื่อนไขความเหมาะสมของการจัด ซึ่งการจัดห้องสอบของแต่ละสถาบันจะมีเงื่อนไขการจัดที่แตกต่างกัน ดังนั้นหากผู้ที่สนใจจะนำวิธีการอัลกอริธึมมดไปใช้ในการจัดตาราง อาจต้องออกแบบเงื่อนไขการจัดใหม่และสามารถกำหนดวิธีการวัดค่าจุดประสงค์ใหม่ได้

ตาราง 5
จำนวนมดที่มีค่าจุดประสงค์เฉลี่ยที่ดีที่สุด 10 ครั้ง

จำนวนมด	สรุปค่าจุดประสงค์			
	Max	Min	Avg	Std
40	30.58	23.33	25.92	2.33
50	**26.58**	**21.83**	**23.67**	**1.55**
60	31.10	21.75	26.04	2.51

ตาราง 6
ผลการจัดตารางห้องสอบของมด

จำนวนวิชาสอบ	จำนวนห้องสอบ ที่ใช้สอบ/วิชา			จำนวนห้องสอบที่ใช้ทั้งหมด
วันที่ 14/9/2561 คาบสอบที่ 2	1 ห้อง	2 ห้อง	รวมห้อง	
18	15 วิชา	3 วิชา	21 ห้อง	5 ห้อง



ภาพ 6 ผลการหาคำตอบด้วยอัลกอริธึมมดในแต่ละรอบ

References

Azimi, Z. N. (2004). Comparison of metaheuristic algorithms for examination timetabling problem. *Journal of Applied Mathematics and Computing, 16*(1), 337-344.

Burke, E., Kendall, G., Landa Silva, D., O'Brien, R., & Soubeiga, E. (2005). An ant algorithm hyperheuristic for the project presentation scheduling problem. *IEEE Congress on Evolutionary Computation, 3*(3), 2263-2270 .

Cooper, T. B., & Kingston, J. H. (1996). *The complexity of timetable construction problems*. Berlin: Springer Berlin.

Dorigo, M., Birattari, M., & Stützle, T. (2006). Ant colony optimization. *IEEE Computational Intelligence Magazine, 1*(4), 28–39.

Lewis, R. (2008). A survey of metaheuristic-based techniques for University timetabling problems. *OR Spectrum, 30*(1), 167–190.

Lutuksin, T., & Pongcharoen, P. (2010). Best-worst ant colony system parameter investigation by using experimental design and analysis for course timetabling problem. Second *International Conference on Computer and Network Technology*, Bangkok.