

การพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนโดยใช้วิธีฮิวริสติก

Development of Course Timetable Program Using Heuristic Method

วัลลัญช์กมล ต่อมดวงแก้ว^{1),2)} และ ชมพูนุท เกษมเศรษฐี²⁾

Valunkamol Tomduangkaew^{1),2)} and Chompoonoot Kasemset²⁾

^{1),2)}ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

¹⁾บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200*

บทคัดย่อ

ปัญหาการจัดตารางสอนมีความซับซ้อนโดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดตารางสอนด้วยวิธีธรรมดา (manually assignment) ที่มักจะเกิดความผิดพลาดและต้องใช้เวลาานาน เนื่องจากเงื่อนไขของการจัดตารางสอนนั้นมีอยู่หลายเงื่อนไขที่เชื่อมโยงกัน อีกทั้งจะต้องมีการทบทวนและตรวจสอบกันอีกหลายครั้งก่อนการนำไปใช้งานจริง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนด้วยการนำเอาวิธีการฮิวริสติกมาแก้ปัญหาดังกล่าว โดยนำมาใช้ในการวิเคราะห์การจัดลำดับความสำคัญของข้อมูลเพื่อให้ได้โปรแกรมที่สามารถกำหนดเงื่อนไขได้ใกล้เคียงกับการจัดตารางสอนปัจจุบัน โดยวัตถุประสงค์ของการจัดตารางสอนมี 2 ประการ คือ 1) ให้เกิดการจัดวิชาเรียนนอกเวลาราชการให้น้อยที่สุด และ 2) ได้ตารางสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอนมากที่สุด โดยต้องเป็นไปตามเงื่อนไขหลักของการจัดตารางสอน นอกจากนี้โปรแกรมที่พัฒนานี้จะต้องสามารถทำให้ผู้จัดตารางสอนสามารถทำงานได้ง่ายขึ้นและลดความผิดพลาดของการจัดตารางสอนที่เกิดขึ้นได้

คำสำคัญ: การจัดตารางสอน วิธีฮิวริสติก การจัดลำดับความสำคัญ การตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์

Abstract

Course timetabling is a complex problem when manually assignment and revision. Mistakes were founded because many conditions need to be concerned and related that cause mistakes and long operation time. Moreover, schedulers have to review and examine many times before the implementation. This study aimed to develop course timetabling program using heuristic method to solve the course timetabling problem. Necessary data were prioritized and used in developing program to yield the timetable to be close to the current course timetabling. The generated timetable from the developed program should satisfy two objectives as 1) minimizing the number of courses assigned during the office hours and 2) maximizing lecture's needs, when the hard constraints of timetabling should be satisfied concurrently. In addition, developed programs must be able to make schedulers easy to work and reduce mistakes.

Keywords: Course Timetable, Heuristic Method, Priority, Multi-criteria

1. บทนำ

ตารางสอนเป็นตัวแปรสำคัญในการขับเคลื่อนการเรียนการสอนให้ดำเนินไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ แต่การจัดตารางสอนนั้นไม่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น จำนวนนักศึกษาที่เพิ่มขึ้นตามการขยายตัวของมหาวิทยาลัยและยังมีการปรับปรุงเพิ่มเติมหลักสูตรอยู่เสมอของแต่ละสาขาวิชา รวมถึงการเปิดสอนภาคพิเศษ เป็นต้น ส่งผลทำให้มีรายวิชาที่เปิดสอนและมีกลุ่มเรียนจำนวนมาก ทำให้การจัดสรรห้องเรียนและอาจารย์ผู้สอนมีความยุ่งยากและซับซ้อนขึ้น ประกอบกับทรัพยากรของสถานศึกษาที่มีอยู่อย่างจำกัด ดังนั้นการจัดตารางสอนจึงจัดเป็นรูปแบบหนึ่งของปัญหาที่พบในสถาบันการศึกษา นอกจากนี้การจัดตารางสอนยังมี [3] ข้อกำหนดที่แตกต่างกันไปในแต่ละสถาบัน เช่น ช่วงเวลาของการจัดตารางสอน โดยทั่วไปการจัดตารางสอนจะมีข้อจำกัดอยู่ 2 ประเภท คือ [2] เงื่อนไขหลัก (Hard Constraints) และเงื่อนไขรอง (Soft Constraints) โดยเฉพาะเงื่อนไขรองที่จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละสถาบัน เนื่องจากปัญหาการจัดตารางสอนสามารถพิจารณาเป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้โดยใช้วิธีทางตรง (Exact Method) สำหรับปัญหามิติขนาดเล็กที่ไม่มี ความซับซ้อนแต่เมื่อเงื่อนไขรองที่แตกต่างกันไปในแต่ละสถาบัน รวมไปถึงวัตถุประสงค์ที่อาจแตกต่างกัน จึงทำให้การใช้วิธีทางตรงไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้หรืออาจจะใช้เวลานานในการหาคำตอบ เมื่อขนาดของปัญหาใหญ่ขึ้นหรือการพิจารณามากกว่าหนึ่งวัตถุประสงค์

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงสนใจวิธีฮิวริสติก (Heuristic) มาใช้พัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนของกรณีศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพราะเป็นวิธีการที่มีความยืดหยุ่นมากที่สามารถดัดแปลง เพื่อใช้ในการหาคำตอบของปัญหาการตัดสินใจใดๆ ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ [1] วิธีฮิวริสติกใช้เวลาในการหาคำตอบไม่นานนัก จึงเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในการจัดตารางสอน โดยงานวิจัยนี้จะพิจารณาวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) ให้เกิดการจัดวิชาเรียนนอกเวลาราชการให้น้อยที่สุด และ 2) ได้ตารางสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอนมากที่สุด เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของตารางสอนที่ได้จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

2. วิธีการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอนโดยใช้หลักการฮิวริสติก ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรและแผนการเรียนที่เปิดสอนในปัจจุบันของภาควิชา

เป็นศึกษาหลักสูตรและแผนการเรียนของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพื่อรวบรวมข้อมูลรายวิชาที่มีการเปิดสอนในแต่ละภาคการศึกษาของแต่ละชั้นปีในทุกระดับการศึกษาทั้งปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก โดยศึกษาจากเอกสารหลักสูตรและคู่มือการลงทะเบียน (มขท.30)

2.2 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนของภาควิชา

เป็นการรวบรวมข้อมูลห้องเรียนของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ห้องเรียนที่สามารถจัดเป็นห้องเรียนหรือห้องสอนได้ เช่น ชื่อห้อง ประเภทของห้อง ขนาดความจุของห้อง และตำแหน่งที่ตั้งของห้อง (ชั้น, อาคาร) เป็นต้น

2.3 ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์ของภาควิชา

เป็นการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับอาจารย์ของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ตลอดจนถึงรายวิชาที่ได้รับมอบหมายให้สอนและความต้องการเกี่ยวกับตารางสอนส่วนตัว เช่น ความต้องการที่เกี่ยวกับช่วงเวลาสอนและห้องสอน เป็นต้น

2.4 ศึกษาการจัดตารางสอนของภาควิชา

เป็นการศึกษารูปแบบและวิธีการการจัดตารางสอน เงื่อนไข และข้อบังคับต่างๆ ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ตลอดจนปัญหาที่พบในการดำเนินการ

2.5 กำหนดตัวชี้วัดประสิทธิภาพของตารางสอน

เป็นการกำหนดตัวชี้วัดที่สามารถบ่งชี้ความสำเร็จ ประสิทธิภาพ และประสิทธิผลของโปรแกรมจัดตารางสอนที่สร้างขึ้น โดยเน้นการดำเนินการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์และผลลัพธ์ที่ภาควิชาต้องการ

2.6 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมด

นำข้อมูลจากการศึกษาในข้อ 2.1 - 2.5 มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กันของข้อมูล โดยนำเสนอในรูปแบบแผนภาพกระแสข้อมูล (data flow diagram) หรือเรียกว่า DFD อันประกอบด้วย ข้อมูลรายวิชา ข้อมูลอาจารย์ ข้อมูลห้องเรียน ข้อมูลตารางเวลา ข้อมูลนักศึกษา เงื่อนไขและข้อบังคับของภาควิชา และตัวชี้วัดประสิทธิภาพของตารางสอน

2.7 ประยุกต์ใช้วิธีวิศวกรรมในการกำหนดลำดับการจัดตารางสอน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลข้อ 2.6 นำมาออกแบบลำดับขั้นตอนที่เหมาะสมโดยนำเอาวิธีวิศวกรรมประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ลำดับก่อนหลังของการจัดการข้อมูลที่เหมาะสมสำหรับการจัดลงในตาราง การจัดลำดับความสำคัญ ในงานวิจัยนี้จะคำนึงถึงการเรียงลำดับตามความสำคัญสูงสุด (maximum priority) ของข้อมูล และความสอดคล้องกับเงื่อนไขหลักและเงื่อนไขรองของการจัดตารางสอนที่กำหนดไว้ โดยเน้นให้การทำงานของระบบจัดตารางสอนเป็นไปอย่างรวดเร็วและคล่องตัว

2.8 เขียนโปรแกรมควบคุมการจัดตารางสอน

ในการเขียนโปรแกรมควบคุมจะมีขั้นตอนในการดำเนินการดังรูปที่ 1 ดังนี้

2.8.1 เขียนแผนผัง (flowchart) ของโปรแกรมจัดตารางสอน

2.8.2 ออกแบบและสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอน เช่น ฐานข้อมูลรายวิชา, ฐานข้อมูลอาจารย์, ฐานข้อมูลห้องเรียน และฐานข้อมูลรายวิชาแต่ละภาคเรียน เป็นต้น

2.8.3 นำข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้มาทำการออกแบบกระบวนการโดยนำเสนอในรูปแบบ แผนภาพกระแสข้อมูล (data flow diagram) หรือเรียกว่า DFD จากนั้นจัดทำ Entity-Relationship Diagram หรือเรียกว่า ER-Diagram ของระบบจัดตารางสอน ทำการออกแบบรายชื่อเพิ่มข้อมูล และรหัสข้อมูล

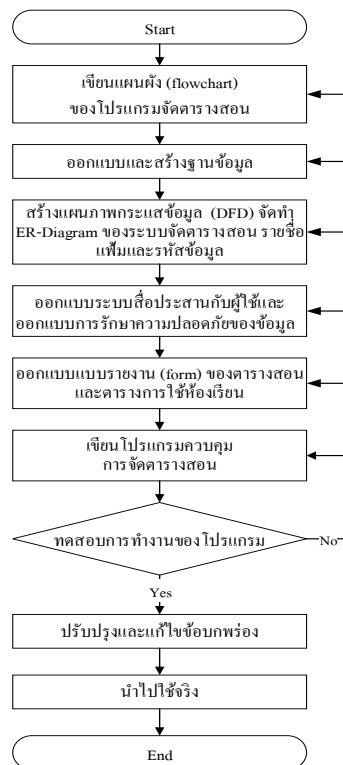
2.8.4 ออกแบบระบบสื่อประสานกับผู้ใช้ (graphic user interface: GUI) หรือการออกแบบจอภาพ แสดงลักษณะการใช้งานของโปรแกรมและออกแบบการรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

2.8.5 ออกแบบแบบรายงาน (form) ของตารางสอนและตารางการใช้ห้องเรียน

2.8.6 เขียนโปรแกรมควบคุมการจัดตารางสอนตามวิธีการทางวิศวกรรมที่ออกแบบไว้ตามข้อ 2.7

2.8.7 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

2.8.8 ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง



รูปที่ 1 ขั้นตอนในการดำเนินการเขียนโปรแกรมควบคุมการจัดตารางสอน

3. ผลการวิจัย

3.1 หลักสูตรและแผนการเรียนที่เปิดสอนในปัจจุบันของภาควิชา

สำหรับภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้มีการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรต่างๆ ดังนี้

1. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
2. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
 - 2.1 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
 - 2.2 สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม
 - 2.3 สาขาวิชาวิศวกรรมโลจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน
3. หลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

โดยมีรายวิชาบังคับและวิชาเลือกที่จะต้องจัดให้มีการเรียนการสอนในแต่ละภาคเรียน โดยมีรายวิชาที่เปิดสอนทั้งหมดอย่างน้อย 54 รายวิชา โดยแบ่งเป็นภาคการศึกษาที่ 1 วิชาเอกบังคับภาคฤดูร้อนจำนวน 21 รายวิชา และภาคปฏิบัติ 1 รายวิชา วิชาเอกเลือกภาคฤดูร้อนจำนวน 9 รายวิชา และภาคการศึกษาที่ 2 วิชาเอกบังคับภาคฤดูร้อนจำนวน 18 รายวิชา วิชาเอกเลือกภาคฤดูร้อนจำนวน 5 รายวิชา

3.2 ข้อมูลห้องเรียนของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม

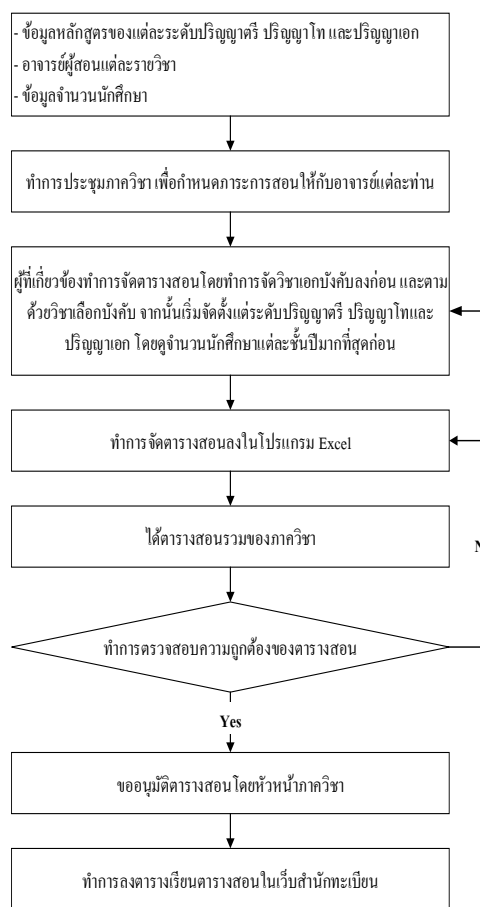
โดยภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีห้องที่ใช้เป็นห้องเรียนจำนวน 12 ห้อง ใน 3 อาคารเรียนที่สามารถจัดตารางสอนในรายวิชาภาคทฤษฎี (บรรยาย) ได้ 8 ห้องเรียนและภาคปฏิบัติ 4 ห้องเรียน ซึ่งห้องเรียนบรรยายมีความจุเฉลี่ยประมาณ 40 คน และห้องเรียนปฏิบัติมีความจุเฉลี่ยประมาณ 20 คน นั่นคือสามารถจัดตารางสอนในช่วงเวลาเดียวกันได้พร้อมกัน 12 กลุ่มเรียน

3.3 ข้อมูลอาจารย์ของภาควิชา

อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ทำหน้าที่สอนในปีการศึกษา 2561 จำนวน 26 ท่าน ทำการสอนในระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก โดยเฉลี่ยแล้วอาจารย์แต่ละท่านจะมีภาระการสอนประมาณ 2 ถึง 4 รายวิชาและ 6 ถึง 12 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ในส่วนของข้อมูลความต้องการทางด้านช่วงเวลาที่ทำการสอนของอาจารย์ยังอยู่ในระหว่างดำเนินการสำรวจ โดยช่วงเวลาที่ใช้ในการสำรวจตามความต้องการจะแบ่งออกเป็นช่วงละ 1.30 ชั่วโมง ดังนั้นใน 1 วันจึงแบ่งออกเป็น 8 ช่วงเวลา เริ่มตั้งแต่ 08:00 - 21:00 น. ซึ่งมีเกณฑ์คะแนนความต้องการของช่วงเวลา ดังนี้ 5 คะแนน: พึงพอใจมากที่สุด, 4 คะแนน: มาก, 3 คะแนน: ปานกลาง, 2 คะแนน: น้อย และ 1 คะแนน: ไม่พึงพอใจ

3.4 การจัดการตารางสอนของภาควิชา

ปัจจุบันขั้นตอนการจัดการตารางสอนของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีขั้นตอนที่ใช้ในการจัดการตารางสอนดังแสดงรูปที่ 2 ซึ่งเป็นขั้นตอนการจัดการตารางสอนด้วยวิธีธรรมดา (manually assignment) ถึงแม้จะมีการนำเอาโปรแกรม Excel เข้ามาช่วยในการจัดการตารางสอน แต่ก็ถูกใช้เป็นตารางบันทึกข้อมูลเท่านั้น จึงเทียบเท่ากับการจัดการตารางสอนด้วยมือ



รูปที่ 2 ขั้นตอนของการจัดการตารางสอนปัจจุบัน

3.4.1 ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม เปิดสอนระดับปริญญาตรี ปริญญาโท และปริญญาเอก โดยมีการกำหนดกลุ่มเรียนของนักศึกษาภาคปกติเป็นกลุ่มเรียน (section) 1, 2, 3... และนักศึกษาภาคพิเศษเป็นกลุ่มเรียน (section) 801, 802, 803... ส่วนจะมีกี่กลุ่มเรียนนั้นขึ้นอยู่กับข้อกำหนดจำนวนนักศึกษายในแต่ละกลุ่มเรียน ตามขนาดของห้องเรียน จำนวน อาจารย์ผู้สอน และความเห็นชอบของภาควิชา

โดยภาควิชามีการกำหนดเงื่อนไขของการจัดการตารางสอนดังนี้

1. อาจารย์
 - อาจารย์หนึ่งท่านสามารถสอนได้เพียงหนึ่งห้องต่อหนึ่งช่วงเวลา
 - อาจารย์แต่ละท่านจะได้รับมอบหมายในการสอนประจำกลุ่มเรียนของรายวิชานั้นๆ
2. รายวิชา
 - แต่ละรายวิชามีการกำหนดอาจารย์ผู้สอนไว้แล้ว
 - หนึ่งรายวิชาสามารถมีกลุ่มเรียนได้มากกว่าหนึ่งกลุ่มเรียน
 - หนึ่งรายวิชาสามารถกำหนดตกลงในช่วงเวลาเดียวกันได้ หากมีอาจารย์ผู้สอนมากกว่า 1 ท่านที่ทำกรสอนรายวิชานั้นๆ

3. นักศึกษา

- นักศึกษาสามารถลงทะเบียนเรียนตามแผนการเรียนของภาคเรียนนั้นๆ ได้ครบทุกรายวิชา
- นักศึกษาสามารถเลือกกลุ่มเรียนได้เองอย่างเสรี

4. ห้องเรียน

- หนึ่งช่วงเวลาในแต่ละห้องเรียนสามารถกำหนดได้เพียงหนึ่งรายวิชาเท่านั้น
- การเลือกกลุ่มเรียนของรายวิชาในแต่ละห้องเรียนจะขึ้นอยู่กับประเภทและความจุของห้องเรียน

3.4.2 ข้อมูลวันและช่วงเวลา ทำการแบ่งช่วงเวลา

การเรียนการสอนในแต่ละวัน ออกเป็น 26 ช่วงเวลา ช่วงเวลาละ 30 นาที โดยแต่ละรายวิชาทำการเรียนการสอน 2 ครั้งต่อสัปดาห์ ครั้งละ 1.30 ชั่วโมง เนื่องจากรายวิชาส่วนใหญ่มีจำนวน 3 หน่วยกิต ดังนั้นจึงกำหนดวันและเวลาเรียนสัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง โดยวันจันทร์ คู่กับวันพฤหัสบดี และวันอังคาร คู่กับวันศุกร์ เริ่มตั้งแต่ เวลา 08:00 - 21:00 น. มีช่วงเวลาพักอยู่ 2 ช่วง คือ 12:30 - 13:00 น. และ 16:00 - 16:30 น.

3.5 ตัวชี้วัดประสิทธิภาพของตารางสอน

การจัดตารางสอนในปัจจุบันที่มีช่วงเวลาสอนนอกนอกช่วงเวลาราชการและสนองต่อความต้องการของอาจารย์ผู้สอนอยู่ในระดับต่ำ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการจัดตารางสอนให้ดีขึ้น จึงได้กำหนดตามเกณฑ์การประเมินตารางสอนตามตารางที่ 1 ดังนี้

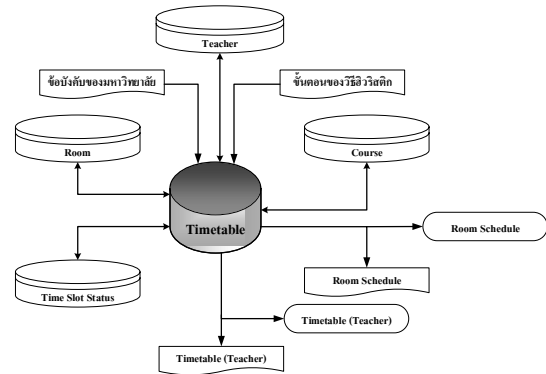
ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดการประเมินตารางสอน

ตัวชี้วัด	เป้าหมาย	ตัวชี้วัดผลสัมฤทธิ์ของงาน
จำนวนรายวิชาออก	ลดการสอนที่อยู่นอกหลังช่วงเวลา	จำนวนการสอนที่จัดออกนอกช่วงเวลาราชการน้อยที่สุดหรือไม่เกิดขึ้น (0%) ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่เหมาะสม (Optimal Solution)
ช่วงเวลา	16.00 น. เป็นต้นไปให้เหลือน้อยที่สุด	ช่วงเวลาทำการสอนของอาจารย์แต่ละท่านมีความสอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอน (80%) ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution)
ตารางสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอน	ได้ตารางสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอน	ช่วงเวลาทำการสอนของอาจารย์แต่ละท่านมีความสอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอนอย่างน้อย (80%) ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution)

3.6 ความสัมพันธ์ของข้อมูล

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดตารางสอนทั้งหมดอันได้แก่ ข้อมูลรายวิชา ข้อมูลห้องเรียน ข้อมูลอาจารย์ผู้สอน ข้อบังคับและเงื่อนไขต่างๆ ของมหาวิทยาลัยและภาควิชา ตลอดจนถึงดัชนีชี้วัดผลสัมฤทธิ์ของตารางสอนถูกนำมาวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบ

ถึงความสัมพันธ์ของข้อมูล แล้วสร้างเป็นแผนภาพกระแสข้อมูล (Data Flow Diagram) หรือเรียกว่า DFD ซึ่งความสัมพันธ์ของข้อมูลการจัดตารางสอนแสดงได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ฐานข้อมูลของโปรแกรมจัดตารางสอน

3.7 ขั้นตอนการจัดตารางสอนตามหลักฮิวริสติก

ภายหลังจากศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลแล้ว ได้นำเอาหลักการฮิวริสติก เข้ามาช่วยในการกำหนดและออกแบบขั้นตอนการจัดการข้อมูลตารางสอนที่เหมาะสมดังนี้

3.7.1 ประชุมอาจารย์ประจำภาควิชา เพื่อ

- พิจารณารายวิชาที่จะเปิดสอนทั้งวิชาบังคับและวิชาเลือกของทุกชั้นปี และทุกระดับการศึกษา
- กำหนดจำนวนกลุ่มเรียนของแต่ละรายวิชา โดยแยกรหัสของกลุ่มเรียนทฤษฎีและปฏิบัติออกจากกัน
- กำหนดอาจารย์ผู้สอนของแต่ละกลุ่มเรียน

3.7.2 ทำการจัดรายวิชาบังคับก่อนรายวิชาเลือก

เนื่องจากจำนวนกลุ่มเรียนผันแปรตามจำนวนนักศึกษาทั้งหมดที่ต้องลงเรียนตามหลักสูตร

3.7.3 ถ้ารายวิชาใดมีการเรียนการสอนภาคปฏิบัติให้

ทำการจัดรายวิชาปฏิบัติก่อน เนื่องจากรายวิชาปฏิบัติมีข้อจำกัดของห้องเรียน

3.7.4 ทำการจัดระดับปริญญาตรีก่อน แล้วตามด้วย

ปริญญาโท และปริญญาเอกตามลำดับ ซึ่งเป็นการยึดลำดับความสำคัญตามจำนวนรายวิชาและนักศึกษามากไปหาน้อย

3.7.5 ทำการจัดชั้นปีที่มีจำนวนรายวิชาและจำนวน

นักศึกษามากที่สุดเป็นอันดับแรก

3.7.6 การจัดตารางสอนจะเป็นการนำเอาข้อมูล

กลุ่มเรียน (กลุ่มเรียนที่มีการกำหนดอาจารย์ผู้สอนเรียบร้อยแล้ว จากผลการประชุมพิจารณาของอาจารย์) ของแต่ละรายวิชา ไปดำเนินการ ดังนี้

- 1) ตรวจสอบและพิจารณาเวลาสอน หรือช่วงว่างของอาจารย์ผู้สอน

2) พิจารณาความสอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอน

3) ตรวจสอบและเลือกช่วงเวลา (timeslots)

4) ตรวจสอบและเลือกห้องเรียน

5) บันทึกการจองช่วงเวลา (timeslots) ของอาจารย์ผู้สอนลงในตารางเวลา

6) บันทึกการจองห้องเรียนลงในตารางการจองเวลาห้องเรียน (timeslots room)

7) บันทึกข้อมูลลงในตารางสอน (timetable) โดยแปลงข้อมูลเป็นรหัส (code) ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลต่างๆ ดังนี้

7.1) ID ลำดับของข้อมูล

7.2) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับรายวิชา วันที่ทำการสอน กลุ่มเรียน ผู้สอน ห้องเรียน และช่วงเวลา โดยบันทึกเป็นตัวเลข 12 หลัก ดังนี้

X-XX-XX-XX-XX-XX-X

X ลำดับที่ 1-2 หมายถึง วันของการสอน

X ลำดับที่ 3-4 หมายถึง Timeslot ที่เริ่มสอน

X ลำดับที่ 5-6 หมายถึง Timeslot สิ้นสุด

X ลำดับที่ 7-8 หมายถึง ID ของห้องเรียน

X ลำดับที่ 9-10 หมายถึง ID ของรายวิชา

X ลำดับที่ 11-12 หมายถึง ID ของอาจารย์ผู้สอน

X ลำดับที่ 13 หมายถึง หมายเลขกลุ่มเรียน

ดังตัวอย่างตารางที่ 2 เช่น

14010306011304

ตารางที่ 2 ตัวอย่างข้อมูลและความหมาย

ลำดับ	หมายเลข	หมายถึง
1	1	สอนครั้งแรกในวันลำดับที่ 1 ของสัปดาห์ (วันจันทร์)
2	4	สอนครั้งที่สองในวันลำดับที่ 4 ของสัปดาห์ (วันพฤหัสบดี)
3 - 4	01	Timeslot เริ่มต้นสอนนั่นคือ Timeslot ที่ 1 (08:00 น.)
5 - 6	03	Timeslot สิ้นสุดการสอนนั่นคือ Timeslot ที่ 3 (09:30 น.)
7 - 8	06	ห้องเรียนลำดับที่ 6 (ห้องบรรยาย 3)
9 - 10	02	รายวิชาลำดับที่ 2 (ในฐานข้อมูลรายวิชา)
11 - 12	13	อาจารย์ลำดับที่ 13 (ในฐานข้อมูลอาจารย์)
13	04	กลุ่มเรียนที่ 4 ของรายวิชาลำดับที่ 2 (ในฐานข้อมูลรายวิชา)

3.7.7 เมื่อครบทุกรายวิชา ทุกชั้นปี และทุกระดับการศึกษา แล้วจะแสดงผลดังนี้

1) แสดงและ/หรือพิมพ์ตารางสอนของอาจารย์

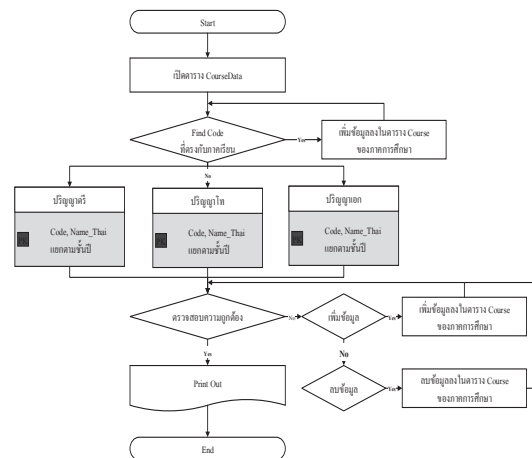
ผู้สอนเป็นรายบุคคล

2) แสดงและ/หรือพิมพ์ตารางสอนการใช้

ห้องเรียนของแต่ละห้อง

3.8 โปรแกรมควบคุมการจัดตารางสอน

3.8.1 แผนผัง (flowchart) แสดงการทำงานของโปรแกรมจัดตารางสอนดังรูปที่ 4



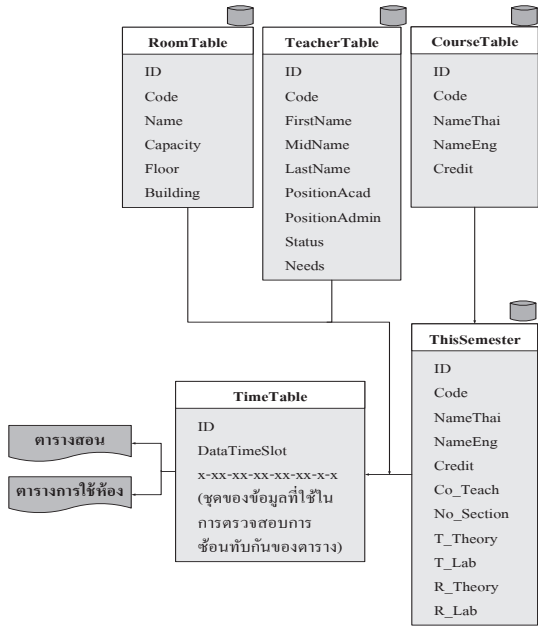
รูปที่ 4 Flowchart การทำงานของโปรแกรมจัดตารางสอน

3.8.2 ออกแบบและสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น ฐานข้อมูลรายวิชา, ฐานข้อมูลอาจารย์, ฐานข้อมูลอาคาร, ฐานข้อมูลห้องเรียน และฐานข้อมูลรายวิชาภาคเรียน เป็นต้น เพื่อนำมาจัดทำเป็นฐานข้อมูล สำหรับนำไปใช้ในการจัดตารางสอน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ฐานข้อมูลของโปรแกรมจัดตารางสอน

Course Database	Teacher Database	Room Database
ID_C: ลำดับ	ID_T: ลำดับ	ID_R: ลำดับ
Code_C: รหัสกระบวนวิชา	Code: รหัสประจำตัว	Code_R: รหัส (ชื่อย่อ)
Name_Thai: ชื่อกระบวนวิชา (ภาษาไทย)	(ตัวย่อ)	Name_R: ชื่อห้อง
Name_Eng: ชื่อกระบวนวิชา (ภาษาอังกฤษ)	Name: ชื่อ	Floor: ชั้นของห้องเรียน
Credit: หน่วยกิต x(x-x-x)	Surname: นามสกุล	Building: ชื่อตึก
Co_Teach: อาจารย์ผู้สอนร่วม	Position: ตำแหน่ง	Type_R: ประเภทของห้องเรียน (บรรยาย, ปฏิบัติ)
T_Theory: รายชื่ออาจารย์ผู้สอนวิชาบรรยาย	Time_Needs: ความต้องการช่วงเวลาการสอน (ช่วงเช้า, ช่วงบ่าย)	Capacity: ความจุ (คน)
T_Lab: รายชื่ออาจารย์ผู้สอนวิชาทฤษฎีปฏิบัติ	Room_Needs: ความต้องการห้องสอน (ระบุห้องเรียน)	Recommend: ลำดับความต้องการ
R_Theory: ห้องสอนบรรยาย		
R_Lab: ห้องสอนภาคปฏิบัติ		

3.8.3 แผนภาพกระแสข้อมูล (data flow diagram) หรือเรียกว่า DFD จากนั้นจัดทำ ER-Diagram ดังรูปที่ 5 ของระบบจัดตารางสอน ทำการออกแบบรายชื่อเพิ่มข้อมูล และรหัสข้อมูล



รูปที่ 5 ER-Diagram ของระบบการจัดตารางสอน

3.8.4 ออกแบบระบบสื่อประสานกับผู้ใช้ (Graphic User Interface: GUI)

3.8.5 ออกแบบแบบรายงาน (Form) ได้แก่ ตารางสอนของอาจารย์แต่ละท่านและตารางการใช้ห้องเรียน

3.8.6 เขียนโปรแกรมควบคุมการจัดตารางสอน

3.8.7 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

การทดสอบการทำงานของโปรแกรมโดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ทดสอบรูปแบบหน้าจอการใช้งาน ปุ่มคำสั่งรวมถึงการเชื่อมโยงข้อมูลไปยังฐานข้อมูล การเพิ่มลด หรือการปรับเปลี่ยนข้อมูลมีความถูกต้องหรือไม่

ส่วนที่ 2 ทดสอบความถูกต้องในการประมวลผลของโปรแกรม

จากนั้นทำการทดสอบการใช้งานของโปรแกรมแบ่งออกเป็น 4 ด้าน คือ

- 1) ด้านการตรงตามความต้องการของผู้ใช้ระบบ (functional requirement test)
- 2) ด้านการทำงานได้ตามฟังก์ชันงานของระบบ (functional test)
- 3) ด้านความง่ายต่อการใช้งานระบบ (usability test)
- 4) ด้านการรักษาความปลอดภัยของข้อมูลในระบบ (security test)

3.8.8 ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง

3.8.9 ประเมินผลความสำเร็จของโปรแกรมจัดตามเกณฑ์การประเมินตารางสอนที่กำหนดไว้

3.8.10 นำไปใช้จริง

4. สรุป

งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางสอนขึ้นมาเพื่อช่วยในการจัดตารางสอนของสถาบัน ตรีศึกษา โดยพิจารณาวัตถุประสงค์ 2 ประการ คือ 1) ให้เกิดการจัดวิชาเรียนนอกเวลาราชการให้น้อยที่สุด และ 2) ได้ตารางสอนที่สอดคล้องกับความต้องการของอาจารย์ผู้สอนมากที่สุด โดยต้องเป็นไปตามเงื่อนไขหลัก และเงื่อนไขรองของการจัดตารางสอนซึ่งเฉพาะเจาะจงสำหรับกรณีศึกษาที่พิจารณา ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาหลักสูตรและแผนการเรียนในแต่ละระดับการศึกษา รวบรวมข้อมูลห้องเรียน อาจารย์ ตลอดจนถึงรายวิชาที่ได้รับมอบหมายความต้องการของผู้สอน ตลอดจนถึงเงื่อนไข และข้อบังคับต่างๆ ของภาควิชา หลังจากนั้นทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดด้วยแผนภาพกระแสข้อมูล และ ER-Diagram ของระบบจัดตารางสอน เพื่อออกแบบรายชื่อ เพิ่มข้อมูล รหัสของข้อมูล โดยทำการออกแบบลำดับขั้นตอนที่เหมาะสมโดยนำเอาวิธีวิวิธคติมาประยุกต์ใช้เพื่อทำการจัดลำดับก่อนหลังของข้อมูลที่เหมาะสมและสอดคล้องกับเงื่อนไขหลักและเงื่อนไขรอง เพื่อพัฒนาเป็นโปรแกรมจัดตารางสอนต่อไป ซึ่งปัจจุบันยังอยู่ในช่วงของการออกแบบโครงสร้างและหน้าที่การทำงานของโปรแกรม แนวทางการดำเนินงานวิจัยในอนาคตจะทำการพัฒนาโปรแกรมจัดตารางสอน และทำการวัดประสิทธิภาพตามตัวชี้วัดให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดจนกระทั่งสามารถนำโปรแกรมที่จัดทำขึ้นไปให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถนำไปใช้ทำการจัดตารางสอนได้จริง

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะศพลอยคนัย, อนันต์ มุ่งวัฒนา. ขั้นตอนวิธีเมคสเปนทรีสำหรับการแก้ปัญหาการจัดตารางการผลิตแบบตามงาน, วารสารวิศวกรรมสาร มก. 2555: 25, 1-16.
- [2] ศศิธร อิศโร. ขั้นตอนวิธีการปรับใช้ผลลัพธ์ด้วยการโปรแกรมเชิงพันธุกรรม สำหรับการจัดตารางแบบใช้กรณีคล้ายคลึง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง; 2552.
- [3] Lewis, R. A survey of metaheuristic-based techniques for University Timetabling problems; 2007.