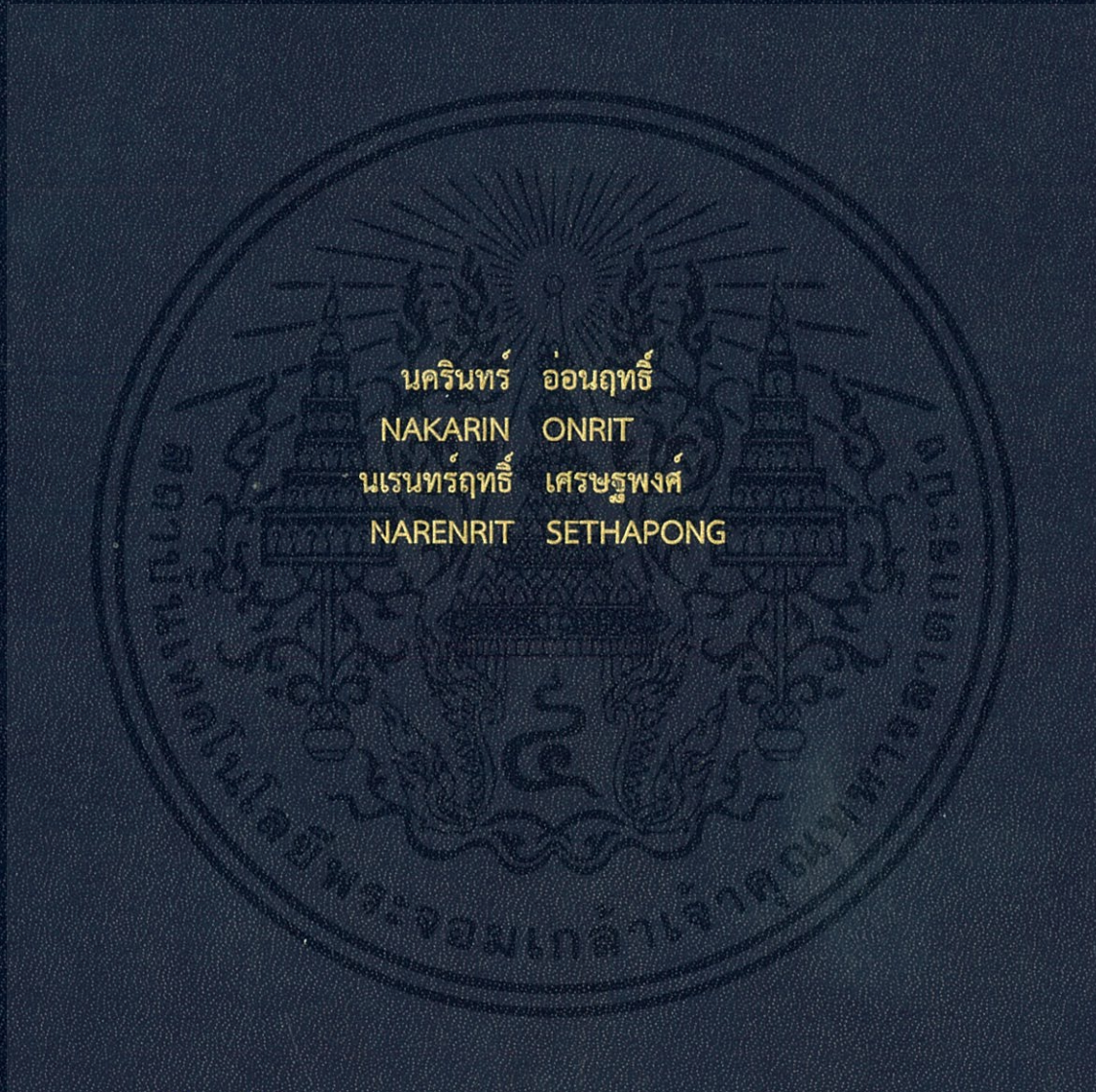


ระบบการวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟ
TRAIN TIMETABLING SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ระบบการวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟ

TRAIN TIMETABLING SYSTEM

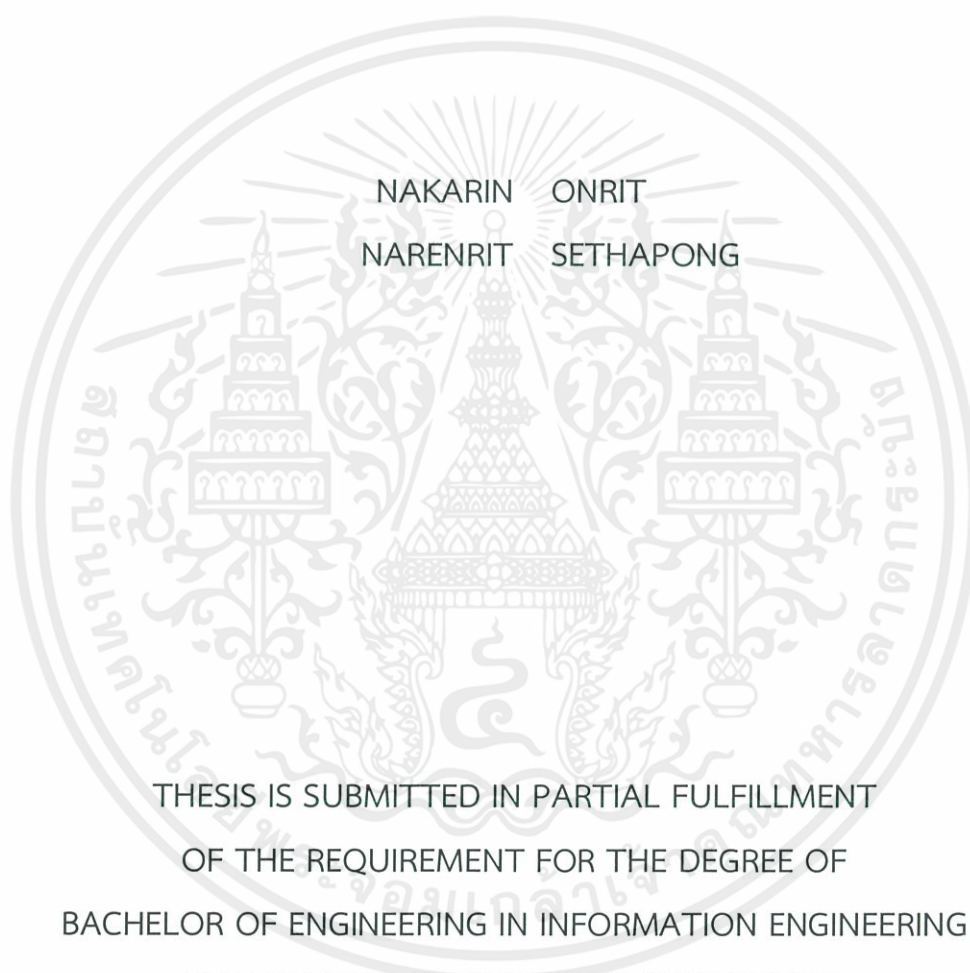


นครินทร์ อ่อนฤทธิ
NAKARIN ONRIT
นเรนทร์ฤทธิ เศรษฐพงศ์
NARENTRIT SETHAPONG

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRAIN TIMETABLING SYSTEM



NAKARIN ONRIT
NARENRIT SETHAPONG

THIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
DEPARTMENT OF COMPUTER ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KINGS MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ระบบการวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟ
Thesis Title Train Timetabling System
ชื่อนักศึกษา นายนครินทร์ อ่อนฤทธิ
นายเรนทร์ฤทธิ เศรษฐพงศ์
ระดับปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559



ผศ.มยุรี เลิศเวชกุล

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบการวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟ		
Thesis Title	TRAIN TIMETABLING SYSTEM		
ชื่อนักศึกษา	นายนครินทร์ อ่อนฤทธิ์	รหัสนักศึกษา	56010629
	นายนเรนทร์ฤทธิ เศรษฐพงษ์	รหัสนักศึกษา	56010655
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ		
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2559		
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	ผศ.มยุรี เลิศเวชกุล		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมการบริหารจัดการเวลาการเดินรถไฟ โปรแกรมสามารถจัดตารางการเดินรถไฟโดยพิจารณาจากความเร็วขบวนรถ ชนิดของขบวนรถ ให้สอดคล้องกับแผนการให้บริการเดินรถ โดยการจัดตารางการเดินรถนี้จะต้องคำนึงถึงระยะห่างของแต่ละขบวนรถ (Headway) เพื่อความปลอดภัยในการเดินรถ ความสามารถของโปรแกรมประกอบด้วย การสร้างตารางเดินรถไฟแบบอัตโนมัติ การรับข้อมูลตารางการเดินรถจากผู้ใช้ การเพิ่ม – ลดสายรถไฟในตารางการเดินรถ และการนำเสนอตารางการเดินรถไฟทั้งในรูปแบบแผนภาพกราฟไฟและรูปแบบตาราง โดยระบบทั้งหมดนี้ถูกพัฒนาขึ้นเป็นเว็บแอปพลิเคชัน

Thesis Title	TRAIN TIMETABLING SYSTEM		
Student	Mr.Nakaran Onrit	Student ID.	56010629
	Mr.Narenrit Sethapong	Student ID.	56010655
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Information Engineering		
Department	Computer Engineering		
Academic Year	2016		
Thesis Advisor	Asst.Prof. Mayuree Lertwatechakul		

ABSTRACT

This thesis presents Train Timetabling Management System. Train scheduling was created by considering train speed, train service type as to be agree with a train service plan. Train scheduling will be done conformed to the minimum headway defined to preserve train operation safety. The application features consisted of train timetable creation, timetable management. The timetable could be shown in the form of a train-graph and a simple timetable. The application was developed as a web-based application to allow the convenience of access.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความดูแลของ ผศ.มยุรี เลิศเวชกุล ที่คอยให้ความช่วยเหลือ แนะนำสิ่งต่างๆ ตลอดจนติดต่อประสานงานกับหน่วยงานอื่นที่ให้องค์ความรู้ที่นำมาใช้ในปริญญานิพนธ์นี้ อีกทั้งยังคอยตรวจตราและสอบถามความคืบหน้าอยู่เป็นระยะ แสดงถึงความใส่ใจในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณบรรดาเพื่อนนักศึกษาที่คอยแลกเปลี่ยนความรู้ คอยเป็นกำลังใจจนสามารถทำปริญญานิพนธ์นี้ออกมาสำเร็จคล่องตัวดี

ขอขอบคุณผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ทุกคนมีส่วนเกี่ยว และเป็นแรงผลักดันให้คณะผู้จัดทำเสมอมา

สุดท้าย คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์นี้จะสามารถสร้างประโยชน์ให้กับผู้ที่สนใจ และนำไปต่อยอดเพื่อสร้างคุณประโยชน์ในโอกาสต่อไป

นครินทร์ อ่อนฤทธิ์
นเรนทร์ฤทธิ์ เศรษฐพงษ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 จุดประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตโครงการ.....	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้.....	2
1.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.7 ระยะเวลาดำเนินงาน.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานและเครื่องมือที่ใช้.....	4
2.1 สมการข้อจำกัดของการจัดตารางรถไฟ.....	4
2.1.1 ตัวแปร.....	4
2.1.2 สมการเป้าหมายหลัก.....	5
2.1.3 สมการ Departure time.....	6
2.1.4 สมการจำกัด Free running time.....	6
2.1.5 สมการขั้นต่ำของเวลาจอด (Dwell Time).....	6
2.1.6 สมการจำกัด Headway สำหรับรถ 2 ขบวนในรางเดียวกัน.....	6
2.1.7 สมการจำกัด Headway สำหรับรถ 2 ขบวนที่สถานีเดียวกัน.....	7
2.1.8 สมการจำกัด เวลาสูงสุดของ Dwell time.....	7

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.1.9 สมการจำกัดจำนวนรถบนราง.....	7
2.1.10 สมการจำกัดจำนวนรถที่สถานี.....	8
2.2 ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของรถไฟ.....	8
2.2.1 แรงที่ได้จากการเดินเครื่องหัวรถจักร.....	8
2.2.2 แรงต้าน.....	9
2.2.3 แรงหยุดรถไฟ.....	9
2.2.4 แรงลัพท์.....	9
2.3 ภาษาไพทอน.....	11
2.3.1 จุดเด่นของภาษาไพทอน.....	11
2.3.2 เครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรม.....	11
2.4 ภาษา SQL.....	13
2.5 การพัฒนาเว็บไซต์.....	15
บทที่ 3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม.....	16
3.1 ความต้องการของระบบ.....	16
3.2 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม.....	16
3.3 การออกแบบฐานข้อมูล.....	20
3.3.1 E-R Diagram.....	20
3.3.2 UML Database Diagram.....	21
3.4 ลำดับการทำงานของระบบการจัดตารางเวลา.....	22
3.5 Sequence Diagram.....	23
บทที่ 4 การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน	
4.1 การใช้งานหน้าหลัก.....	24
4.2 การสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟ.....	25
4.3 การแสดงผลตารางเวลาการเดินทางรถไฟ.....	27
4.4 การ Export ตารางเวลาการเดินทางรถไฟ.....	29

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงการ.....	31
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	31
5.2 ปัญหาที่พบ.....	31
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและพัฒนาโครงการ.....	32
เอกสารอ้างอิง.....	33



สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	34
ภาคผนวก ก Poster.....	35
ภาคผนวก ข ตัวอย่างการติดตั้งโปรแกรม Anaconda (Spyder).....	37
ภาคผนวก ค ตัวอย่างการติดตั้ง Flask.....	40
ภาคผนวก ง ตัวอย่างการติดตั้ง SQLite.....	42



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 เวลาการดำเนินงาน.....	3
ตารางที่ 2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบข้อจำกัด.....	4
ตารางที่ 2.2 ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจในขั้นตอนจัดตารางเวลา.....	5
ตารางที่ 2.3 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Exact Numeric Data Types.....	13
ตารางที่ 2.4 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Approximate Numeric Data Types.....	13
ตารางที่ 2.5 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Date and Time Data Types.....	14
ตารางที่ 2.6 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Character Strings Data Types.....	14
ตารางที่ 2.7 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Unicode Character Strings Data Types.....	14
ตารางที่ 2.8 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Binary Data Types.....	14
ตารางที่ 2.9 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Misc Data Types.....	15
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของ Use Case - Create Train Service Line.....	17
ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของ Use Case - Create Timetable.....	18
ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของ Use Case - Show Timetable.....	18
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของ Use Case - Export Timetable.....	19

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 ภาพรวมของแรงในระบบการเคลื่อนที่.....	10
รูปที่ 2.2 โปรแกรม Spyder.....	12
รูปที่ 2.3 การใช้งานโปรแกรม Spyder.....	12
รูปที่ 3.1 Use Case Diagram ของระบบ.....	17
รูปที่ 3.2 E-R Diagram แสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล.....	20
รูปที่ 3.3 UML Database Diagram แสดงรูปแบบของตารางที่ถูกสร้างขึ้นในระบบฐานข้อมูล.....	21
รูปที่ 3.4 Flowchart Diagram แสดงการทำงานของโปรแกรม.....	22
รูปที่ 3.5 Sequence Diagram ของระบบ.....	23
รูปที่ 4.1 หน้าต่างต้อนรับของเว็บแอปพลิเคชัน.....	24
รูปที่ 4.2 หน้าต่างสร้างตารางเวลาการเดินทาง.....	25
รูปที่ 4.3 หน้าต่างสร้างสายการเดินทาง.....	25
รูปที่ 4.4 สายรถไฟที่สร้างขึ้นใหม่.....	26
รูปที่ 4.5 ตารางเวลาการเดินทางที่พร้อมคำนวณ.....	26
รูปที่ 4.6 หน้าต่าง Graph.....	27
รูปที่ 4.7 กราฟเวลาการเดินทาง.....	28
รูปที่ 4.8 ตารางเวลาการเดินทางในรูปแบบตารางแสดงเวลา.....	28
รูปที่ 4.9 ค้นหารถไฟที่เข้าจอดสถานี Bangkok.....	29
รูปที่ 4.10 การ Export ตารางออกมาเป็นไฟล์ภาพ.....	30
รูปที่ 4.11 ตารางเวลาในรูปแบบไฟล์ .csv ที่ทำการ Export ออกมา.....	30
รูปที่ ก.1 Poster.....	36
รูปที่ ข.1 หน้าต่างเริ่มต้นการติดตั้งโปรแกรม Anaconda.....	38
รูปที่ ข.2 หน้าต่างเลือกตำแหน่งที่ต้องการติดตั้ง.....	39
รูปที่ ข.3 หน้าต่างเลือกออฟชั่นเพิ่มเติม.....	39
รูปที่ ค.1 การเปิด Command Line.....	41
รูปที่ ค.2 การติดตั้ง Flask.....	41
รูปที่ ง.1 การติดตั้ง SQLite.....	43

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากการทำงานของระบบรถไฟฟ้าในประเทศไทยกำลังมีการพัฒนามากขึ้นจากเดิมในเรื่องของการให้บริการ มีการเพิ่มจำนวนขบวนและสายเดินรถที่ให้บริการมากขึ้นในปัจจุบัน ทำให้การจัดรอบการเดินรถไฟนั้นทำได้ยากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งรอบรถไฟฟ้าในแต่ละเที่ยวควรจัดให้ใช้นเวลาน้อยและเหมาะสมที่สุด และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการให้บริการ การป้องกันไม่ให้เกิดการชนกันของรถไฟนั้นเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด เพราะถ้าหากเกิดอุบัติเหตุทางรถไฟนั้นจะเกิดความเสียหายเป็นจำนวนมาก และเมื่อมีปัญหาในการเดินรถจำเป็นจะต้องสามารถปรับและจัดตารางเวลาใหม่ได้อย่างเหมาะสมและรวดเร็ว

เนื่องจากการคำนวณตารางเวลาเดินรถไฟมีตัวแปรที่ต้องคำนึงถึงอยู่มากมายหลายชนิด ทำให้การคำนวณตารางเวลาใช้เวลาในการคำนวณมากหากต้องคำนวณด้วยมนุษย์ จึงได้มีการเขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์คำนวณผลลัพธ์แทนเพื่อเพิ่มความถูกต้องและความรวดเร็ว ซึ่งจะต้องสามารถถ่ายทอดเป็นผลลัพธ์ตารางเวลาให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้าใจได้ง่าย

1.2 จุดประสงค์

- 1) เพื่อให้เวลาการเดินทางขบวนรถไฟฟ้าทุกๆ เที่ยวมีการใช้เวลาและทรัพยากรที่ทำให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเที่ยงตรงมากที่สุด
- 2) เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุ เช่น รถไฟชนกันเนื่องจากการจัดตารางรถไฟที่ผิดพลาด
- 3) เพื่อให้การบริหารจัดการตารางเวลาการเดินทางเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

1.3 ขอบเขตโครงการ

- 1) สามารถเรียกดูแผนการเดินทางในช่วงเวลาต่างๆ ได้
- 2) สามารถสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟจากแผนการเดินทางได้ โดยตารางเวลาการเดินทางไฟนั้นจะต้องไม่มีการชนกันของรถไฟและมีความล่าช้าให้น้อยที่สุด

- 3) สามารถทำการแสดงตารางเวลาการเดินทางไฟฟ้ที่เสร็จสมบูรณ์ได้
- 4) สามารถนำตารางการเดินทางไฟฟ้ที่สร้างขึ้น ส่งต่อไปใช้งานต่อได้ในรูปแบบไฟล์ต่างๆ

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) มีระบบการคำนวณ ตรวจสอบและป้องกันการชนกันของรถไฟ
- 2) มีระบบจัดการตารางเวลาการเดินทางไฟฟ้ให้ใช้เวลาในการวิ่งจากต้นทางไปปลายทางน้อยที่สุด
- 3) สามารถคำนวณตารางเวลาทั้งหมดได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว

1.5 อุปกรณ์ที่ต้องใช้

1.5.1 ฮาร์ดแวร์

- 1) เครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับพัฒนา ทดสอบ และใช้งานแอปพลิเคชัน 1 เครื่อง

1.5.2 ซอฟต์แวร์

- 1) Spyder – Integrated Development Environment สำหรับภาษาไพทอนซึ่งสนับสนุนการแปลโปรแกรมภาษา Python ร่วมกับ MATLAB
- 2) Sublime – Integrated Development Environment สำหรับภาษาไพทอนอีกตัวหนึ่ง ข้อดีอยู่ที่สนับสนุนผู้ใช้และใช้งานได้ง่าย
- 3) Flask – Micro Web Development Framework สำหรับภาษาไพทอน
- 4) SQLite – SQL Database Engine

1.6 ขั้นตอนการดำเนินโครงการ

- 1) เก็บความต้องการจากผู้ใช้งานกลุ่มเป้าหมายและกำหนดปัญหา
- 2) เลือกซอฟต์แวร์ที่เหมาะสมกับระบบและศึกษาการใช้งานซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้
- 3) วิเคราะห์และออกแบบระบบ
 - ออกแบบฐานข้อมูล
 - ออกแบบแอปพลิเคชัน
 - ออกแบบส่วนติดต่อกับผู้ใช้ของแอปพลิเคชัน (User Interface)
 - ทำเอกสารในการออกแบบและวิเคราะห์ระบบ
- 4) เริ่มเขียนโปรแกรมโดยแบ่งโมดูลตามขั้นตอนที่ 3
- 5) ทดสอบระบบและแก้ไขปัญหาที่พบ
- 6) ทำรายงานและนำเสนอผลงาน

1.7 ระยะเวลาดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 เวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	การดำเนินการ	2559						2560				
		ก.ย.	ส.ค.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ม.ย.	พ.ค.	
1	เก็บ Requirement	█										
2	Database Design		█									
3	Software Design			█								
4	Interface Design					█						
5	Implementation						█					
6	Testing & Debugging							█				
7	Documentation			█								

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีพื้นฐานและเครื่องมือที่ใช้

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและเทคโนโลยีที่จำเป็นต่อการพัฒนาระบบการจัดตารางรถไฟ โดยเป็นความรู้ส่วนที่จำเป็นต่อการพัฒนาและทำความเข้าใจ แนวคิด และข้อจำกัดต่างๆ เพื่อที่จะสามารถวิเคราะห์ระบบได้อย่างสมบูรณ์และถูกต้อง ซึ่งทฤษฎีและเทคโนโลยีที่ใช้มีดังนี้

2.1 สมการข้อจำกัดของการจัดตารางรถไฟ

2.1.1 ตัวแปร

ในการจัดตารางไฟฟ้านั้นจำเป็นต้องมีการตรวจสอบข้อกำหนดและข้อจำกัดต่างๆ ที่ใช้เป็นมาตรฐานในการจัดตารางรถไฟ และจะต้องสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้ โดยตัวแปรที่ใช้มีดังตารางที่ 2.1, 2.2

ตารางที่ 2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบข้อจำกัด

สัญลักษณ์	ความหมาย
i	หมายเลขรถไฟ
j	หมายเลขราง
k	ลำดับรางที่รถวิ่ง
u	หมายเลขสถานี
l	จำนวนของรถไฟทั้งหมดโดย $ l = n$
J	จำนวนของรางทั้งหมดโดย $ J = m$
U	จำนวนของสถานีทั้งหมดโดย $ U = m + 1$
t	เวลาใดๆ ตั้งแต่ $1, 2, 3, \dots, T$
$O(i)$	ทิศทางที่รถวิ่ง โดยให้ $O(i) = 0$ สำหรับรถ Inbound และ $O(i) = 1$ สำหรับ Outbound

ตารางที่ 2.1 ตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบข้อจำกัด (ต่อ)

$\sigma(i, k)$	ลำดับรางที่ k สำหรับรถแต่ละคัน โดย $\sigma(i, k) = k$ สำหรับ Inbound และ $\sigma(i, k) = m + 1 - k$ สำหรับ Outbound
$\beta(i, k)$	ลำดับรางที่เหลือสำหรับรถแต่ละสาย โดย $\beta(i, k) = k$ สำหรับ Inbound และ $\beta(i, k) = m - k$ สำหรับ Outbound
r_1	เวลาที่วางแผนไว้ให้รถไฟ i จะออกจากสถานีแรก
$P_{i,j}$	เวลา Free running time สำหรับรถไฟ i เพื่อวิ่งผ่านราง j
$d_{i,j}$	เวลาจอดขั้นต่ำของรถไฟ i ก่อนจะเข้าสู่ราง j
$\bar{d}_{i,j}$	เวลาจอดสูงสุดของรถไฟ i ก่อนจะเข้าสู่ราง j
h_j	เวลาขั้นต่ำของ Headway ของรถไฟสองขบวนที่ราง j
g_u	เวลาขั้นต่ำของ Headway ของรถไฟสองขบวนที่สถานี u
M	ตัวแปรอื่นๆ

ตารางที่ 2.2 ตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจในขั้นตอนจัดตารางเวลา

สัญลักษณ์	ความหมาย
$s_{i,j}$	เวลาที่รถไฟ i จะเข้าสู่ราง j
$e_{i,j}$	เวลาที่รถไฟ i จะออกจากราง j
$y_{i,l',j}$	= 1 ถ้าวางรถไฟ i เริ่มเดินทางก่อนรถไฟ i' ที่ราง j , 0 ถ้าไม่ตรงเงื่อนไข
$\delta_{i,j,t}$	= 1 ถ้าวางรถไฟ i อยู่ที่ราง j ณ เวลา t , 0 ถ้าไม่ตรงเงื่อนไข
$\varepsilon_{i,u,t}$	= 1 ถ้าวางรถไฟ i อยู่ที่สถานี u ณ เวลา t , 0 ถ้าไม่ตรงเงื่อนไข

2.1.2 สมการเป้าหมายหลัก

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n e_{i,\sigma(i,m)} \quad (2.1)$$

เป็นสมการเป้าหมาย คือเวลาที่ใช้โดยรวมทั้งหมดที่น้อยที่สุดของรถไฟทุกๆ ขบวน

2.1.3 สมการจำกัด Departure time

$$s_{i,\sigma(i,1)} \geq r_i, \quad \forall i \in I. \quad (2.2)$$

สำหรับรถไฟทุกขบวน เวลาที่รถแต่ละขบวนจะเข้าสู่รางใดๆ จะต้องมากกว่าเวลาที่เข้าสู่รางแรก ของรถไฟขบวนนั้นๆ

2.1.4 สมการจำกัด Free running time

$$e_{i,\sigma(i,k)} = p_{i,\sigma(i,k)} + s_{i,\sigma(i,k)}, \quad \forall i \in I, k = 1, 2, \dots, m. \quad (2.3)$$

เวลาที่รถขบวนใดๆ จะออกจากราง j เท่ากับเวลาที่เข้าราง j บวกกับเวลา Free running time

2.1.5 สมการขั้นต่ำของเวลาจอด (Dwell Time)

$$s_{i,\sigma(i,k)} \geq e_{i,\sigma(i,k-1)} + d_{i,\sigma(i,k)}, \quad \forall i \in I, k = 1, 2, \dots, m. \quad (2.4)$$

เวลาที่รถไฟ I จะเข้าสู่รางต่อไปจะต้องมากกว่าเวลาที่ออกจากรางก่อนหน้านี้บวกกับเวลาจอด

2.1.6 สมการจำกัด Headway สำหรับรถ 2 ขบวนในรางเดียวกัน

$$s_{i,j} \geq e_{i',j} + h_j \quad \text{หรือ} \quad s_{i',j} \geq e_{i,j} + h_j, \quad \forall i, i' \in I, i \neq i', j \in J \quad (2.5)$$

เวลาที่รถขบวน i จะเข้าสู่ราง j ต้องมากกว่าเวลาที่รถขบวนอื่น เข้าสู่ราง j บวกกับ Headway

2.1.7 สมการจำกัด Headway สำหรับรถ 2 ขบวนที่สถานีเดียวกัน

$$e_{i,\sigma(i,k)} \geq e_{i',\sigma(i',k')} + g_u \text{ หรือ } e_{i',\sigma(i',k')} \geq e_{i,\sigma(i,k)} + g_u, \\ \forall i, i' \in I, i \neq i', \beta(i,k) = \beta(i',k') = u. \quad (2.6)$$

เวลาที่รถขบวน i จะออกจากราง j ต้องมากกว่าหรือเท่ากับเวลาที่รถขบวนอื่นจะออกจากรางเดียวกันบวกกับ Headway ที่สถานี u

2.1.8 สมการจำกัด เวลาสูงสุดของ Dwell time

$$s_{i,\sigma(i,k)} \leq e_{i,\sigma(i,k)} + d_{i,\sigma(i,k)} \quad \forall i \in I, k = 1, 2, \dots, m. \quad (2.7)$$

เวลาที่รถขบวน i จะเข้าสู่ราง j ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ เวลาที่ออกจากรางก่อนหน้าบวกกับ Maximum dwell time

จากสมการ (2.5) สามารถสร้างสมการได้อีก 2 สมการโดยเพิ่มตัวแปร M และ $y_{i,l',j}$

$$s_{i,j} \geq e_{i',j} + h_j - M \times y_{i,l',j} \quad (2.8)$$

หากรถขบวนอื่นนอกจาก i จะเข้าสู่ราง j พร้อมกัน ให้ Delay ไปก่อน M หากขบวน i ออกวิ่งมาก่อนและสามารถมองมุมกลับได้เป็นสมการต่อไป

$$s_{i',j} \geq e_{i,j} + h_j - M \times (1 - y_{i,l',j}) \quad (2.9)$$

2.1.9 สมการจำกัดจำนวนรถบนราง

$$\sum_i \delta_{i,j,t} \leq 1, \quad \forall j \in J, t = 1, 2, \dots, T. \quad (2.10)$$

ณ เวลา t ใดๆ บนราง j จะต้องมีรถไฟไม่เกิน 1 ขบวน

2.1.10 สมการจำกัดจำนวนรถที่สถานี

$$\sum_i \varepsilon_{i,u,t} \leq 1, \forall u \in U, t = 1, 2, \dots, T \quad (2.11)$$

ณ เวลา t ใดๆ ที่สถานี u จะต้องมีรถไฟไม่เกิน 1 ขบวน

2.2 ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของรถไฟ

การเคลื่อนที่ของสิ่งใดๆ ย่อมมีสมการที่สามารถอธิบายปรากฏการณ์การเคลื่อนที่นั้นๆ ซึ่งการเคลื่อนที่ของรถไฟในระบบนี้ก็เช่นกัน

ในการคำนวณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ใช้ในการเดินรถไฟ จำเป็นจะต้องคิดค่าตัวแปรหลายชนิด โดยแรงที่นำมาคิดในการคำนวณนั้น ได้มาจากสมการแรงการฉุดลาก (Tractive Effort) ซึ่งมีแรงต่างๆ ที่ต้องคำนึงถึงในการคำนวณดังต่อไปนี้

2.2.1 แรงที่ได้จากการเดินเครื่องหัวรถจักร

แรงที่ได้จากการเดินหัวรถจักร เป็นแรงที่เกิดขึ้นโดยการเดินเครื่องหัวรถจักร ซึ่งแรงนี้จะมีความสัมพันธ์กับความเร็วของรถไฟ และความสัมพันธ์นี้จะแบ่งออกเป็นช่วงๆ ดังนี้

$$\begin{aligned} P(v) &= 50000 && [0 \leq v < 4.2] \\ &= 56100 - 1440v && [4.2 \leq v < 24.9] \\ &= 33300 - 525v && [24.9 \leq v < 45] \end{aligned} \quad (2.12)$$

โดยตัวแปร P คือตัวแปรที่ใช้แทนแรงในหน่วยนิวตันและ v คือค่าความเร็วในหน่วยเมตรต่อวินาที

2.2.2 แรงต้าน

แรงต้านนั้นเกิดจากหลายปัจจัย เช่น แรงต้านลม, แรงต้านที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงความเร็ว และอื่นๆ อีกมากมาย แต่จะใช้สมการด้วยทั่วไป ดังนี้

$$Q(v) = 2000 + 20v + 3.5v^2 \quad (2.13)$$

โดย ตัวแปร Q คือตัวแปรที่ใช้แทนแรงต้านและ v คือค่าความเร็วในหน่วยเมตรต่อวินาที

2.2.3 แรงหยุดรถไฟ

แรงที่เกิดจากการ หยุดรถไฟ โดยสมการแรงต้าน จะใช้สมการพื้นฐานคือ

$$B = mg\beta \quad (2.14)$$

โดยให้ B คือแรงหยุดรถไฟ หน่วยเป็นนิวตัน, m คือค่ามวลรถไฟ หน่วยเป็นนิวตัน, g คือค่าแรงโน้มถ่วง มีค่าเป็น 9.8 และ β เป็นสัมประสิทธิ์ค่าแรงเสียดทาน ซึ่งโดยทั่วไปจะมีค่า 0.09

2.2.4 แรงลัพท์

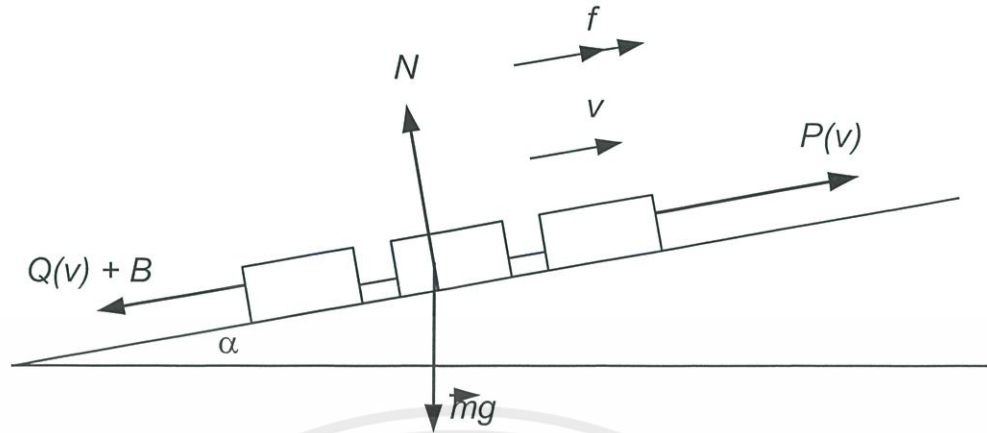
เมื่อนำตัวแปรข้างต้นมารวมกัน จะได้สมการแรงลัพท์เมื่อรถออกวิ่ง ดังนี้

$$mf = P(v) - Q(v) - B \quad (2.15)$$

และสมการแรงลัพท์เมื่อทำการเบรครถไฟ ดังนี้

$$mf = -Q(v) - B \quad (2.16)$$

โดยที่ f เป็นตัวแปรความเร่ง มีค่าเป็นบวกเมื่อรถออกวิ่ง แต่จะมีค่าเป็นลบเมื่อทำการเบรค



รูปที่ 2.1 ภาพรวมของแรงในระบบการเคลื่อนที่

เมื่อคำนวณหาแรงทั้งหมดในระบบได้แล้วจึงทำการคำนวณหาระยะทางที่ใช้ในการหยุดรถ โดยคำนวณจากค่าความเร็วรถ ณ เวลานั้นๆ ซึ่งมีสมการดังนี้

$$S(v) = \int_0^v \frac{u du}{au^2 + bu + c} \quad (2.17)$$

โดย S เป็นระยะทางที่ใช้ในการหยุดรถไฟ และ a, b, c มีค่า ดังนี้

$$a = \frac{q_2}{m}; \quad b = \frac{q_1}{m}; \quad c = \frac{q_0}{m + g\beta}$$

2.3 ภาษาไพทอน

ภาษาไพทอน (Python programming language) เป็นภาษาโปรแกรมแบบอินเทอร์พรีเตอร์ ที่สร้างโดยกิดโด ฟาน รอสซัม (Guido van Rossum) ในพ.ศ. 2533 ปัจจุบันดูแลโดยมูลนิธิซอฟต์แวร์ไพทอน

2.3.1 จุดเด่นของภาษาไพทอน

1) ไพทอนเป็นภาษาสคริปต์ ทำให้ใช้เวลาในการเขียนและคอมไพล์ไม่มาก ทำให้เหมาะกับงานด้านการดูแลระบบ (System administration) เป็นอย่างยิ่ง และ Python เองก็ได้ถูกนำมาพัฒนาเว็บแอปพลิเคชันอย่างแพร่หลาย

2) ไวยากรณ์ของไพทอนได้กำจัดการใช้สัญลักษณ์ที่ใช้ในการแบ่งบล็อกของโปรแกรม และใช้การย่อหน้าแทน ทำให้สามารถอ่านโปรแกรมที่เขียนได้ง่าย

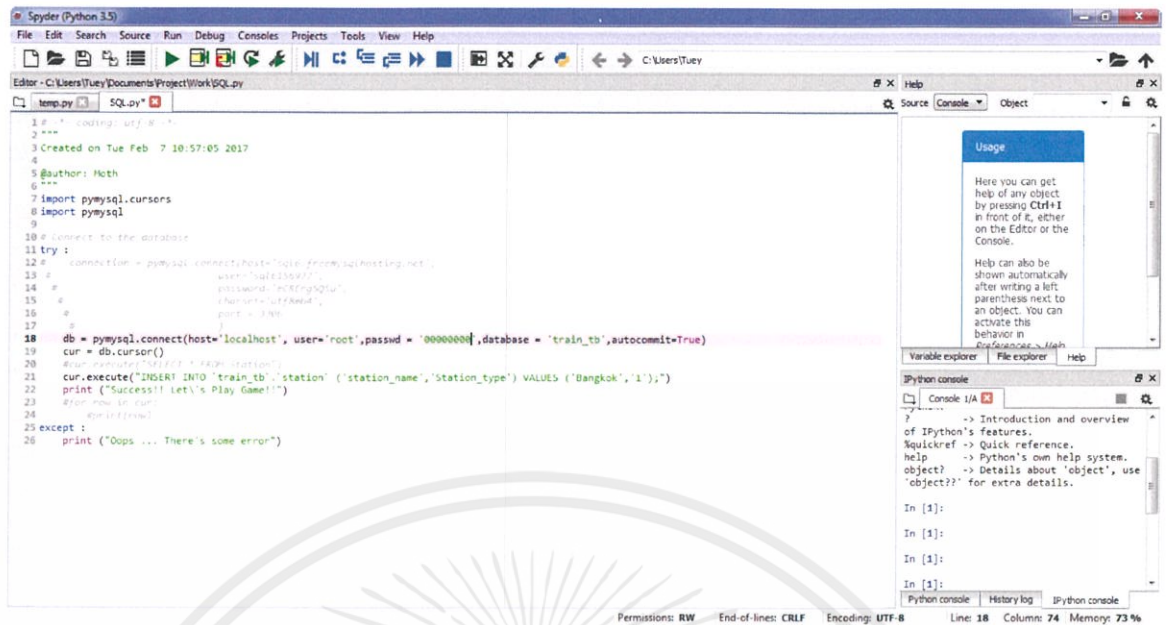
3) ไพทอนเป็นภาษากาว (Glue Language) ได้อย่างดีเนื่องจากสามารถเรียกใช้ภาษาโปรแกรมอื่นๆ ได้หลายภาษา ทำให้เหมาะที่จะใช้เขียนเพื่อประสานงานโปรแกรมที่เขียนในภาษาต่างกันได้

2.3.2 เครื่องมือช่วยพัฒนาโปรแกรม

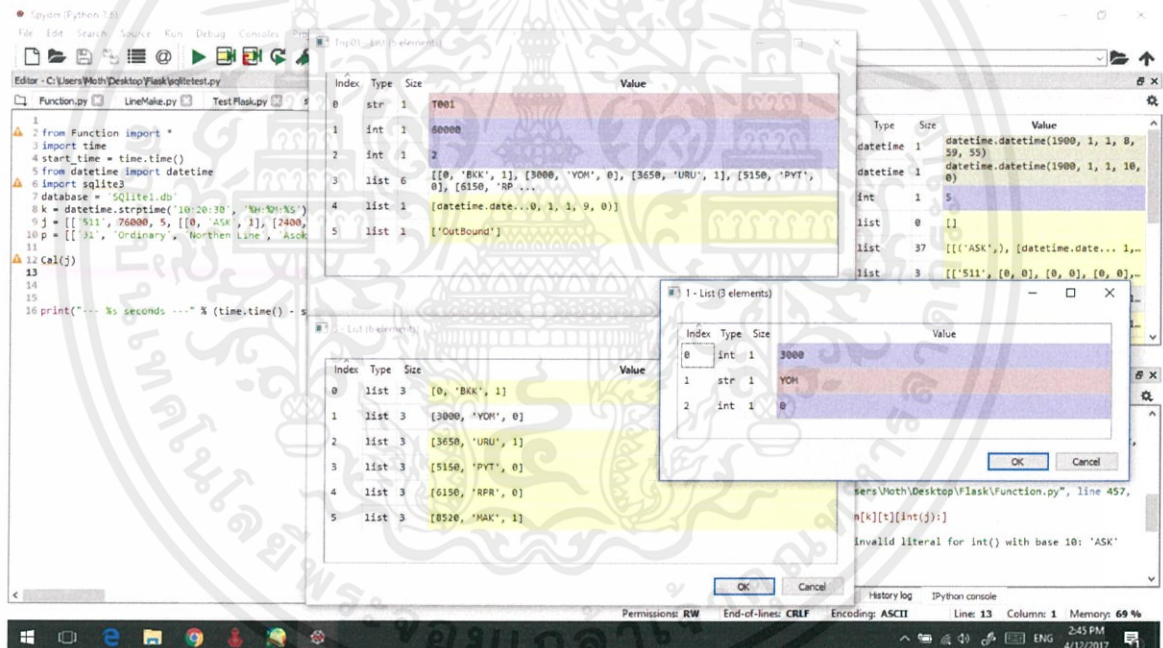
Integrated Development Environment (IDE) คือเครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาโปรแกรม มีลักษณะเป็นโปรแกรมที่มีสภาพแวดล้อมและเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ช่วยเหลือการพัฒนาโปรแกรมให้ง่ายและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

IDE แต่ละตัวมีความสามารถแตกต่างกัน บางตัวสามารถแสดงข้อมูลได้หลายรูปแบบเหมาะที่จะใช้ในงานเชิงสถิติ หรือบางตัวมี Library ที่เหมาะกับงานเชิงวิทยาศาสตร์และการคำนวณ ฉะนั้นการเลือกใช้ IDE ที่เหมาะกับงานนั้นจึงสำคัญ ในโครงการนี้ได้เลือกใช้ IDE ที่มีชื่อว่า Spyder

Spyder เป็น IDE ประเภท Open source ที่เหมาะกับงานเชิงวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม เนื่องจากมี Library ที่ช่วยในการคำนวณมากมาย และในโปรแกรมนี้ต้องทำการคำนวณตัวแปรหลายชนิดดังที่กล่าวข้างต้น Spyder จึงถูกเลือกมาใช้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันนี้



รูปที่ 2.2 โปรแกรม Spyder



รูปที่ 2.3 การใช้งานโปรแกรม Spyder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ภาษา SQL

Structured Query Language (SQL) เป็นภาษาที่นิยมมากที่สุดในการจัดการฐานข้อมูล สำหรับการสร้าง แก้ไข และเรียกใช้ฐานข้อมูล โดยมาตรฐานของ ANSI และ ISO ปัจจุบันมีการใช้งานหลายจุดประสงค์มากกว่าสำหรับการจัดการโปรแกรมเชิงวัตถุที่เป็นจุดประสงค์แรกของการสร้างภาษา โดยจะมีชนิดของข้อมูลที่เก็บได้ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Exact Numeric Data Types

ชนิดข้อมูล	ตั้งแต่	ถึง
Big int	-9223372036854775808	9223372036854775807
int	-2147483648	2147483647
smallint	-32768	32767
tinyint	0	255
Bit	0	1
decimal	$-10^{38}+1$	$10^{38}+1$
numeric	$-10^{38}+1$	$10^{38}+1$
money	-922337203685477.5808	922337203685477.5807
smallmoney	-214748.3648	214748.3647

ตารางที่ 2.4 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Approximate Numeric Data Types

ชนิดข้อมูล	ตั้งแต่	ถึง
Float	$-1.79E+308$	$1.79E+308$
Real	$-3.40E+38$	$3.40E+38$

ตารางที่ 2.5 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Date and Time Data Types

ชนิดข้อมูล	ตั้งแต่	ถึง
Datetime	Jan 1, 1753	Dec 31, 9999
smalldatetime	Jan 1, 1900	Jun 6, 2079
Date	เก็บข้อมูลเป็นวัน เช่น August 15,1998	
Time	เก็บข้อมูลเป็นเวลา เช่น 15:30 A.M.	

ตารางที่ 2.6 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Character Strings Data Types

ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
char	มีความยาวขนาดอักขรสูงสุด 8000 ตัวอักษร (กำหนดขนาดเพื่อเก็บข้อมูล)
varchar	มีขนาดสูงสุด 8000 ตัวอักษร(เก็บตามขนาดข้อมูลจริง)
varchar(max)	เก็บข้อมูลได้สูงสุด 231 ตัวอักษร
text	เก็บข้อมูลได้สูงสุด 2147483647 ตัวอักษร

ตารางที่ 2.7 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Unicode Character Strings Data Types

ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
Nchar	มีความยาวขนาดอักขรสูงสุด 4000 ตัวอักษร (กำหนดขนาดเพื่อเก็บข้อมูล)
Nvarchar	มีขนาดสูงสุด 4000 ตัวอักษร(เก็บตามขนาดข้อมูลจริง)
nvarchar(max)	เก็บข้อมูลได้สูงสุด 231 ตัวอักษร (เก็บขนาดตามข้อมูลจริง)
ntext	เก็บข้อมูลได้สูงสุด 1073741823 ตัวอักษร (เก็บตามขนาดข้อมูลจริง)

ตารางที่ 2.8 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Binary Data Types

ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
Binary	ขนาดสูงสุด 8000 bytes (กำหนดขนาดไว้)
varbinary	ขนาดสูงสุด 8000 bytes (เก็บตามขนาดข้อมูลจริง)
varbinary(max)	เก็บข้อมูลได้สูงสุด 231 ตัวอักษร (เก็บขนาดตามข้อมูลจริง)
image	เก็บข้อมูลได้สูงสุด 2147483647 ตัวอักษร (เก็บตามขนาดข้อมูลจริง)

ตารางที่ 2.9 ตารางการจัดเก็บข้อมูลชนิด Misc Data Types

ชนิดข้อมูล	คำอธิบาย
sql_variant	ค่าของชนิดข้อมูลที่เซิร์ฟเวอร์ SQL รองรับ ยกเว้น text, ntext และ timestamp
timestamp	วันที่และเวลาขณะทำรายการ ซึ่งจะสามารถแก้ไขได้อัตโนมัติ
uniqueidentifier	ตัวเลขที่โปรแกรมสร้างขึ้นจากการระบุเอกลักษณ์สำหรับแต่ละรายการ
xml	เก็บข้อมูล xml สามารถเก็บในคอลัมภ์หรือตัวแปร

2.5 การพัฒนาเว็บไซต์

โปรแกรมวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟนี้ ถูกพัฒนาขึ้นเป็นเว็บแอปพลิเคชันเนื่องจากในปัจจุบันมีเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเว็บไซต์มากมาย ทำให้เกิดความสะดวกในการพัฒนา นอกจากนี้ เว็บไซต์ที่สร้างขึ้นมาก็มีประสิทธิภาพสูง สามารถทำหรือแสดงผลลัพธ์ได้หลากหลายรูปแบบอีกด้วย

สิ่งที่ท้าทายในการพัฒนาเว็บไซต์นั้น คือองค์ความรู้ ภาษา และเทคโนโลยีที่มีนั้นหลากหลายมาก และหลายๆ เทคโนโลยีนั้นก็ต้องใช้ร่วมกัน หรือสามารถเลือกใช้สนับสนุนกันได้ ดังนั้นการศึกษาภาษาต่างๆ และเทคโนโลยีพัฒนาเว็บไซต์แต่ละชนิดให้ดีกว่าก่อนที่จะเลือกใช้จึงเป็นสิ่งสำคัญ เมื่อเข้าใจอย่างถ่องแท้และนำมาปรับใช้แล้ว เว็บแอปพลิเคชันที่พัฒนามาก็จะมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันในโครงการนี้ ได้แก่

1) HTML เป็นภาษามาร์กอัปที่ใช้ในการเขียนเว็บไซต์ ทำหน้าที่หลักคือแสดงผลต่างๆ ออกมาที่ Web browser ซึ่งการพัฒนาเว็บไซต์นี้ได้ใช้ HTML5 ซึ่งเป็นรุ่นใหม่ล่าสุดในการพัฒนา เพราะมีความทันสมัยและมีลูกเล่นใหม่ๆ ที่ช่วยให้เว็บไซต์ทำงานได้ดีขึ้น

2) JavaScript เป็นภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งนำไปใช้ในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช้ร่วมกับภาษา HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว (Dynamic) สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะแปลความและดำเนินงานไปที่ละคำสั่ง (Interpret)

3) Cascading Style Sheets (CSS) เป็นภาษาที่ใช้ร่วมกับ HTML ซึ่งใช้สำหรับการตกแต่งหน้าตาเว็บไซต์ให้มีหน้าตา เส้นหลัง ระยะเวลาต่างๆ ให้ออกมาดูสวยงาม ข้อดีของการใช้ภาษานี้คือทำให้แยกส่วนข้อมูลกับการตกแต่งได้อย่างชัดเจน และทำให้เว็บไซต์มีมาตรฐานมากขึ้นด้วย

การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม

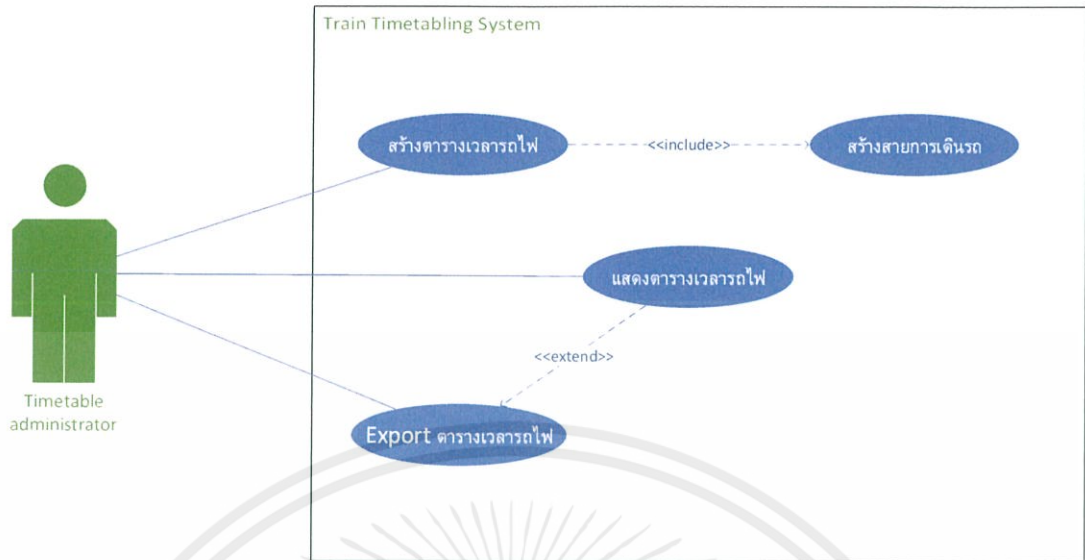
3.1 ความต้องการของระบบ

โปรแกรมวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟ เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการจัดตารางการเดินรถไฟอย่างมีประสิทธิภาพ โดยโปรแกรมนี้นี้จะมีผู้ใช้คือเจ้าหน้าที่จัดการตารางเดินรถ (Timetable Administrator) ซึ่งเริ่มต้นโดยที่เจ้าหน้าที่จัดการตารางเดินรถสร้างตารางการเดินรถไฟ จากนั้นจึงเพิ่ม – ลดสายรถไฟในตาราง ปรับจำนวนรอบการเดินรถในแต่ละสายให้สอดคล้องกับแผนการให้บริการเดินรถ เลือกเวลาเริ่มต้นการเดินรถในแต่ละรอบ ต่อมาเมื่อจัดตารางตามต้องการแล้วจึงสั่งให้โปรแกรมประมวลผลเพื่อหาระยะเวลาการวิ่งในแต่ละรอบ โดยแสดงออกมาในรูปแบบกราฟ สุดท้ายเมื่อตารางเดินรถเสร็จสมบูรณ์แล้ว จึงสามารถ Export ตารางการเดินรถไฟเพื่อนำไปใช้จริงได้

3.2 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม

ผู้พัฒนาได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและหลักการพัฒนาโปรแกรม โดยเลือกที่จะศึกษาภาษาไพทอนในการพัฒนาโปรแกรมเป็นหลัก รวมไปถึงการออกแบบและการจัดเก็บข้อมูลต่างๆ ซึ่งได้ใช้ภาษาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมเข้ามาช่วยในการพัฒนาโปรแกรม หลังจากได้ศึกษาข้อมูลต่างๆ แล้วจึงได้นำความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้ามาใช้ในการพัฒนาซอฟต์แวร์ และเมื่อได้ผนวกเข้ากับองค์ความรู้ต่างๆ ในด้านการจัดตารางการเดินรถไฟ ผู้พัฒนาจึงได้มีการคิดค้นและพัฒนาโปรแกรมวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟนี้ขึ้น

โปรแกรมวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟ ประกอบด้วยการทำงาน 3 ส่วนหลัก คือการสร้างตารางการเดิน โดยต้องทำการเพิ่มสายการเดินรถไฟลงในระบบก่อน จากนั้นจึงนำสายรถไฟมาลงวันที่ให้บริการและเวลาเริ่มออกจากสถานีต้นทาง เมื่อทำการลงรายละเอียดรอบการให้บริการครบตามแผนที่วางไว้แล้ว ต่อมาจึงทำการสร้างตารางเวลา หลังจากสร้างตารางเวลาการเดินรถไฟเสร็จแล้ว ผู้ใช้สามารถเรียกดูตารางเวลาการเดินรถไฟได้ ส่วนการทำงานหลักส่วนสุดท้ายคือการ Export ตารางการเดินรถไฟออกมาในรูปแบบไฟล์ .csv ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกดูและ Export สายรถไฟที่ต้องการได้ โดยรายละเอียดของโปรแกรมจะแสดงดังตารางต่อไปนี้



รูปที่ 3.1 Use Case Diagram ของระบบ

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดของ Use Case - Create Train Service Line

Use Case ID:	TTB_01
Use Case Name:	Create Train Service Line
Actors:	Timetable Administrator
Description:	ผู้ใช้สร้างสายการให้บริการรถไฟ เพื่อนำไประบุในแต่ละรอบการให้บริการ
Preconditions:	-
Postconditions:	-
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Make a New Trip 2. ผู้ใช้ทำการระบุชนิดการให้บริการ เส้นทางการวิ่ง สถานีต้นทาง สถานีปลายทาง และขากการวิ่ง 3. กดปุ่ม Next เพื่อเพิ่มสายการให้บริการลงในระบบ
Exceptions:	-
Notes and Issues:	-

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดของ Use Case – Create Timetable

Use Case ID:	TTB_02
Use Case Name:	Create Timetable
Actors:	Timetable Administrator
Description:	ผู้ใช้ทำการสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟ
Preconditions:	ผู้ใช้ต้องทำการสร้างสายการให้บริการไว้ในระบบอย่างน้อย 1 สาย
Postconditions:	-
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1. ผู้ใช้ทำการเลือกสายการให้บริการที่สร้างไว้ 2. ผู้ใช้ทำการระบุขบวนรถที่ต้องการ วันที่ที่ให้บริการ และเวลาเริ่มออกจากสถานีต้นทาง 3. ผู้ใช้คลิกที่ Add To Table เพื่อเพิ่มข้อมูลลงในตารางเวลา 4. เมื่อผู้ใช้ระบอบการวิ่งครบแล้ว ให้คลิกที่ Create Timetable เพื่อทำการสร้างตารางเวลา
Exceptions:	ผู้ใช้ไม่สามารถเลือกขบวนรถเกินจำนวนที่มีได้
Notes and Issues:	-

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดของ Use Case – Show Timetable

Use Case ID:	TTB_03
Use Case Name:	Show Timetable
Actors:	Timetable Administrator
Description:	ทำการแสดงตารางเวลาการเดินทางไฟตามวันที่ผู้ใช้ต้องการ
Preconditions:	ต้องมีการสร้างตารางเวลาไว้ก่อนหน้านี้อแล้ว
Postconditions:	-
Normal Flow:	<ol style="list-style-type: none"> 1a. ในหน้าต่าง Graph ให้ผู้ใช้ระบุวันที่ที่ต้องการ และเลือกเส้นทางการให้บริการ จากนั้นทำการ Submit เพื่อแสดงตารางเวลาการเดินทางไฟ 1b. ในหน้าต่าง Timetable ให้ผู้ใช้ระบุวันที่ที่ต้องการ จากนั้นทำการ Submit เพื่อแสดงตารางเวลาการเดินทางไฟ
Exceptions:	-
Notes and Issues:	-

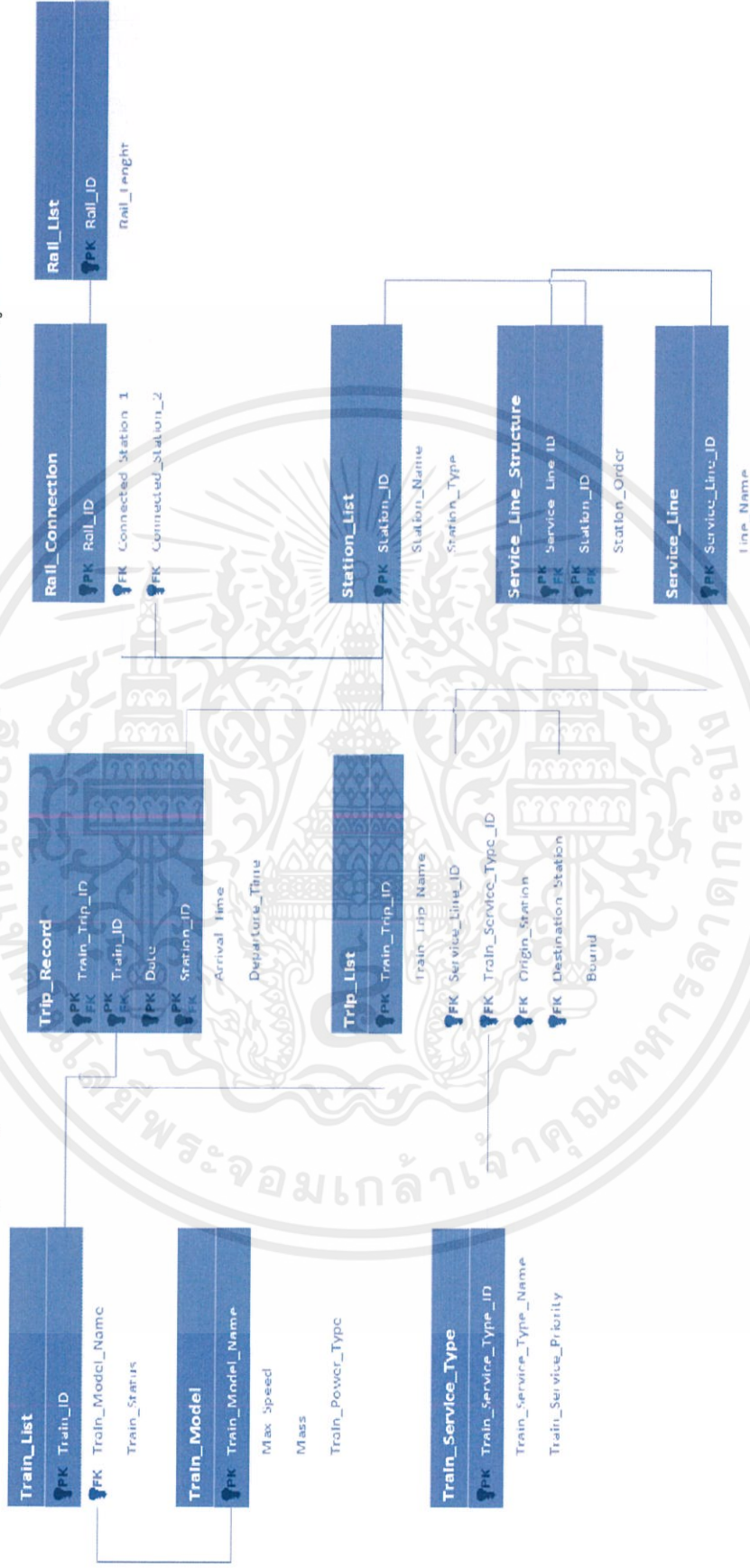
ตารางที่ 3.4 รายละเอียดของ Use Case - Export Timetable

Use Case ID:	TTB_04
Use Case Name:	Export Timetable
Actors:	Timetable Administrator
Description:	ผู้ใช้ทำการ Export ตารางรถไฟเพื่อนำไปใช้
Preconditions:	1. ต้องมีการสร้างตารางเวลาไว้ก่อนหน้านี้แล้ว 2. ผู้ใช้ทำการแสดงตารางเวลาไว้ก่อนแล้ว
Postconditions:	-
Normal Flow:	1a. ในหน้าต่าง Graph หลังจากที่ผู้ใช้ทำการแสดงตารางเวลาการเดินทางรถไฟแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่มฟังก์ชันบริเวณมุมขวาบนของกราฟ 2a. ผู้ใช้ทำการเลือกชนิดของไฟล์ภาพที่ต้องการ 3a. ผู้ใช้ทำการเลือก Directory ที่ต้องการบันทึกไฟล์ และทำการบันทึก 1b. ในหน้าต่าง Timetable หลังจากที่ผู้ใช้ทำการแสดงตารางเวลาการเดินทางรถไฟแล้ว ให้ผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม Export Table 2b. ผู้ใช้ทำการเลือก Directory ที่ต้องการบันทึกไฟล์ และทำการบันทึก
Exceptions:	-
Notes and Issues:	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

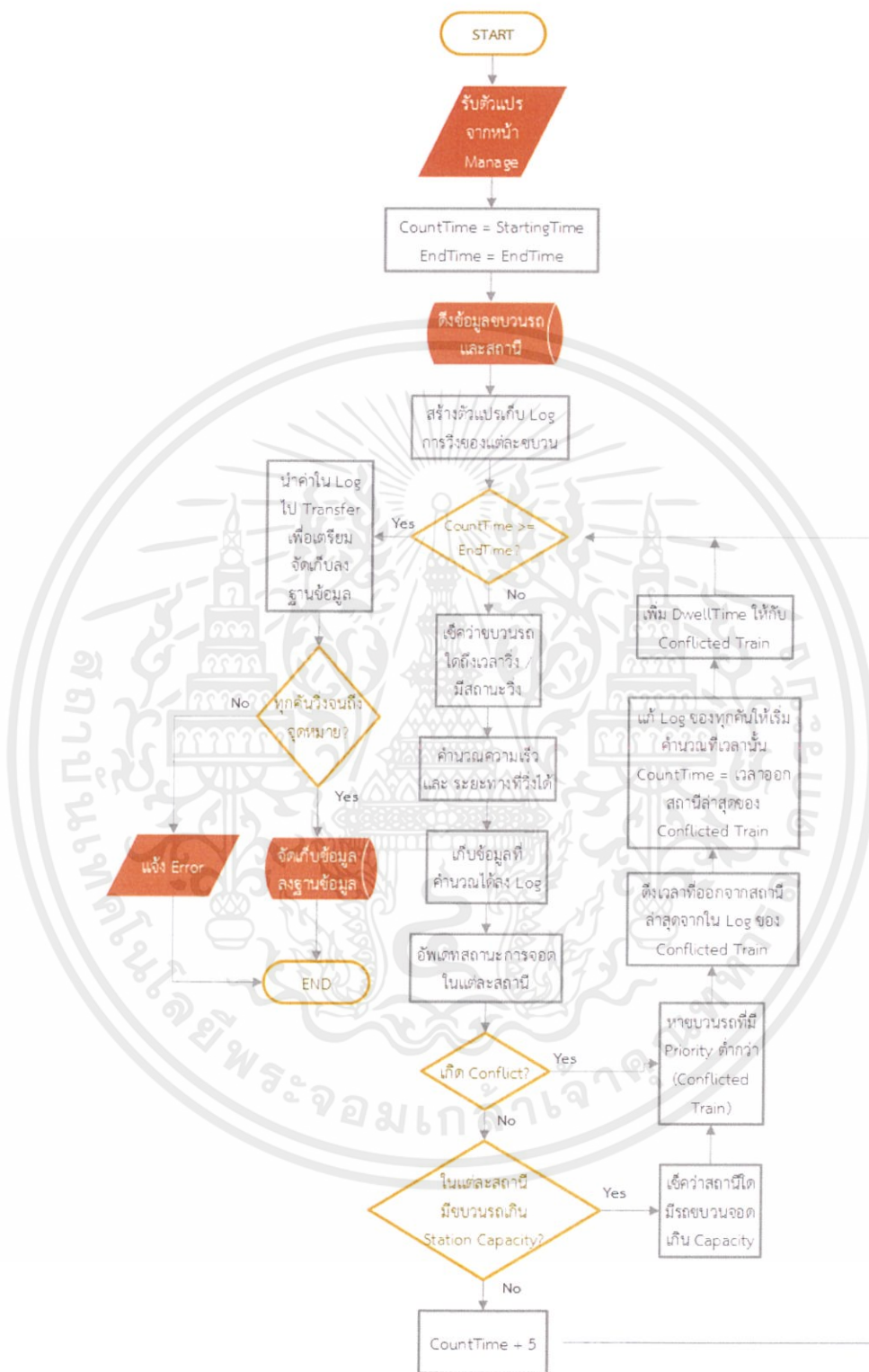
3.3.2 UML Database Diagram

รูปแบบตารางที่ถูกสร้างขึ้นในระบบฐานข้อมูล รวมไปถึงแอททริบิวต์ของแต่ละตาราง ถูกแสดงใน UML Database Diagram รูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 UML Database Diagram แสดงรูปแบบของตารางที่ถูกสร้างขึ้นในระบบฐานข้อมูล

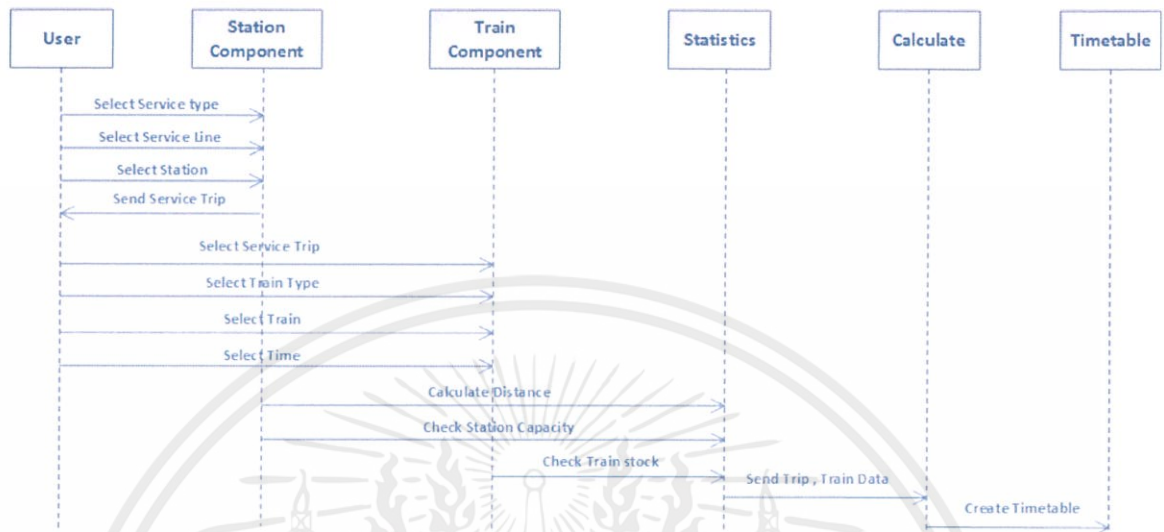
3.4 ลำดับการทำงานของระบบการจัดตารางเวลา



รูปที่ 3.4 Flowchart Diagram แสดงการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 Sequence Diagram



รูปที่ 3.5 Sequence Diagram ของระบบ

หลักการทำงานของ Sequence Diagram คือ

- 1) ผู้ใช้ทำการสร้างสายการเดินรถ โดยการเลือกชนิดบริการการเดินรถ
- 2) ผู้ใช้เลือกเส้นทางการเดินรถ
- 3) ผู้ใช้เลือกสถานีต้นทางและสถานีปลายทาง
- 4) ระบบทำการสร้างสายการเดินรถ
- 5) ผู้ใช้เลือกสายการเดินรถ
- 6) ผู้ใช้เลือกชนิดของขบวนรถ
- 7) ผู้ใช้เลือกขบวนรถ
- 8) ผู้ใช้ทำการเลือกวันและเวลาในการเดินรถ
- 9) ระบบทำการคำนวณระยะทางการวิ่งทั้งหมดในเส้นทางการเดินรถ และเก็บไว้เป็นตัวแปร
- 10) ระบบทำการเช็คค่าความจุในแต่ละสถานี และเก็บไว้เป็นตัวแปร
- 11) ระบบทำการเช็คจำนวนรถจากที่ผู้ใช้เลือกไว้ ว่ามีจำนวนพอกับการให้บริการหรือไม่
- 12) ระบบทำการส่งตัวแปรทั้งหมด เข้าสู่ส่วนการคำนวณตารางเวลา
- 13) ระบบทำการสร้างตารางเวลา

บทที่ 4

การทำงานของเว็บแอปพลิเคชัน

หลังจากที่ได้ศึกษาถึงความรู้ต่างๆ เกี่ยวกับการจัดตารางเวลาการเดินทางรถไฟและการพัฒนาโปรแกรม จากนั้นจึงนำความรู้ที่ได้มาสร้างระบบการวางแผนจัดตารางการเดินทางรถไฟจนสำเร็จกลุ่มงานในส่วนนี้จะนำเสนอการใช้แอปพลิเคชันตามที่ได้นำเสนอในบทที่ 3

4.1 การใช้งานหน้าหลัก

เมื่อเปิดเว็บแอปพลิเคชันขึ้นมาจะพบกับหน้าต่างต้อนรับ ให้คลิกที่หน้าต่างนั้นเพื่อเริ่มต้นการใช้งานเว็บแอปพลิเคชัน

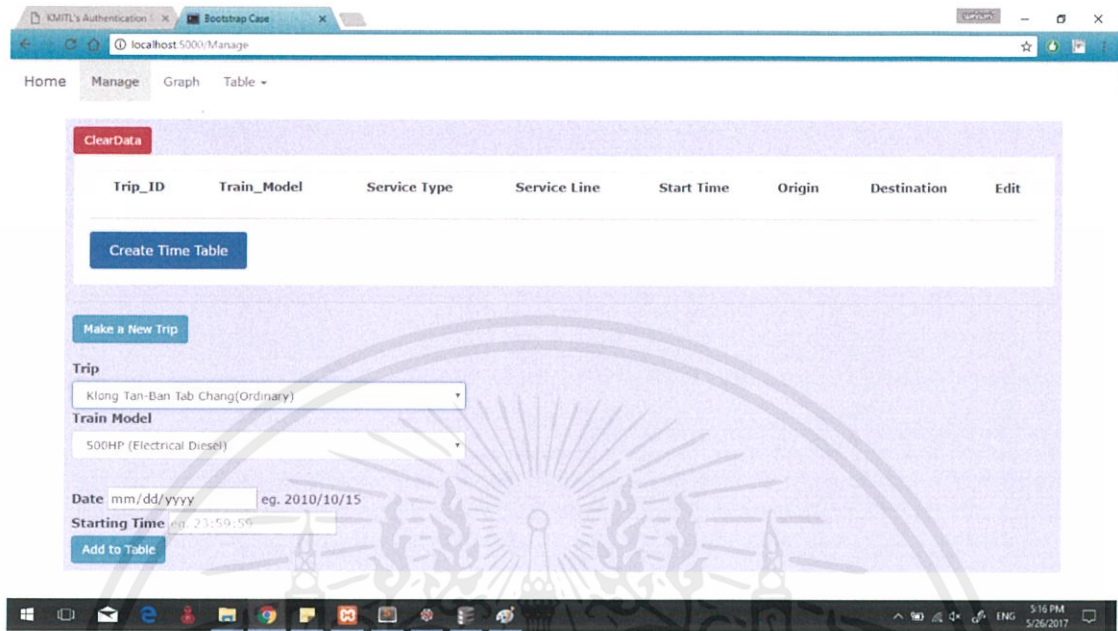


รูปที่ 4.1 หน้าต่างต้อนรับของเว็บแอปพลิเคชัน

ในหน้าต่างหลักประกอบไปด้วยการทำงานหลัก 3 ส่วน คือส่วนของการสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟ ส่วนแสดงผลตารางเวลาการเดินทางรถไฟ และส่วนการ Export ตารางเวลาการเดินทางรถไฟเพื่อนำไปใช้ต่อ

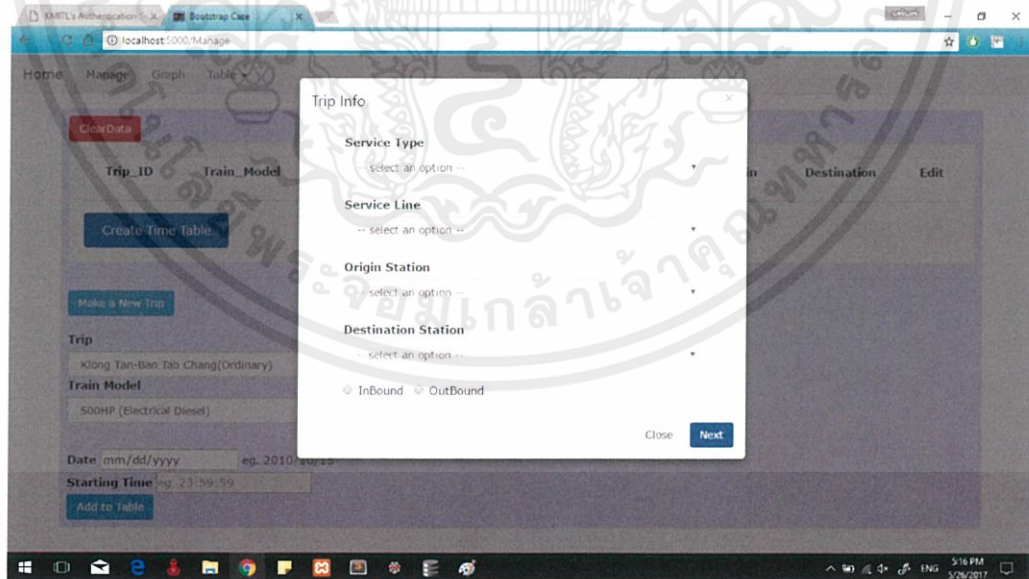
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟ



รูปที่ 4.2 หน้าต่างสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟ

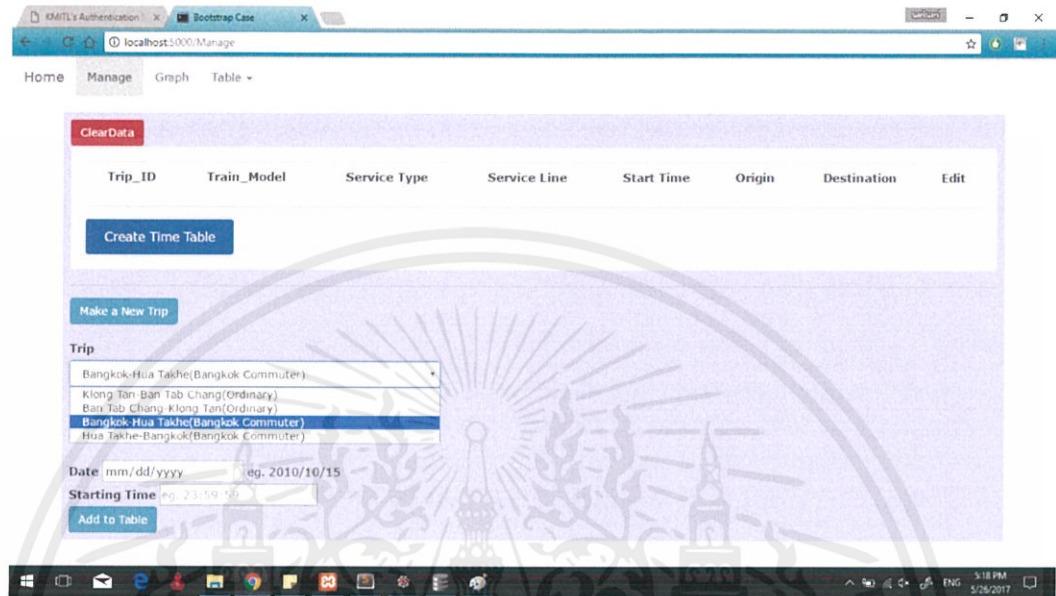
เมื่อเข้าสู่หน้าต่างสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟ อันดับแรกผู้ใช้ต้องสร้างสายการเดินทางไฟเข้าสู่ระบบ เพื่อนำสายรถไฟไปสร้างตารางเวลาการเดินทางไฟ โดยคลิกที่ปุ่ม Make a New Trip



รูปที่ 4.3 หน้าต่างสร้างสายการเดินทางไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ใช้ต้องทำการเลือกชนิดการบริการ เส้นทางการวิ่งรถไฟ สถานีต้นทาง สถานีปลายทาง และขาการวิ่งรถไฟ เมื่อเลือกแล้วให้ทำการตกลงเพื่อสร้างสายการเดินรถไฟ โดยสายการเดินรถไฟที่สร้างใหม่จะปรากฏในหน้าหลัก



รูปที่ 4.4 สายรถไฟที่สร้างขึ้นใหม่

จากนั้นผู้ใช้จึงสามารถสร้างตารางเวลาการเดินรถไฟได้ โดยผู้ใช้ทำการเลือกสายการเดินรถไฟ ขบวนรถที่จะนำมาวิ่ง วันที่และเวลาออกวิ่งจากสถานีต้นทาง จากนั้นทำการคลิกที่ Add to table เพื่อเพิ่มรอบการให้บริการลงในตารางเวลา

Trip_ID	Train_Model	Service Type	Service Line	Start Time	Origin	Destination	Edit
57	500HP	Bangkok Commuter	Eastern Line	04:15:00	Bangkok	Hua Takhe	Edit ×
57	500HP	Bangkok Commuter	Eastern Line	07:01:00	Bangkok	Hua Takhe	Edit ×
57	ASR	Bangkok Commuter	Eastern Line	06:55:00	Bangkok	Hua Takhe	Edit ×
57	THN	Bangkok Commuter	Eastern Line	08:00:00	Bangkok	Hua Takhe	Edit ×
57	THN	Bangkok Commuter	Eastern Line	05:55:00	Bangkok	Hua Takhe	Edit ×

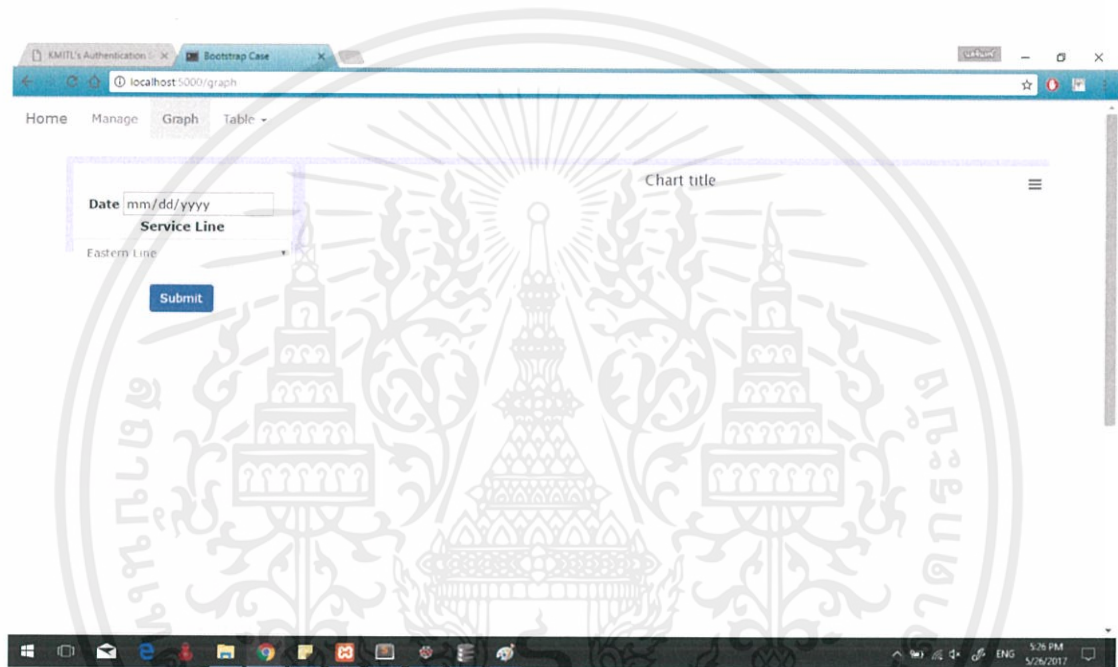
รูปที่ 4.5 ตารางเวลาการเดินรถไฟที่พร้อมคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้ทำการสร้างรอบรถไฟเสร็จสิ้น ผู้ใช้สามารถคลิกปุ่ม Create Time Table เพื่อส่งข้อมูลทั้งหมดในตารางเข้าสู่ส่วนประมวลผล และจะได้ผลลัพธ์เป็นตารางเวลาการเดินทางรถไฟออกมา

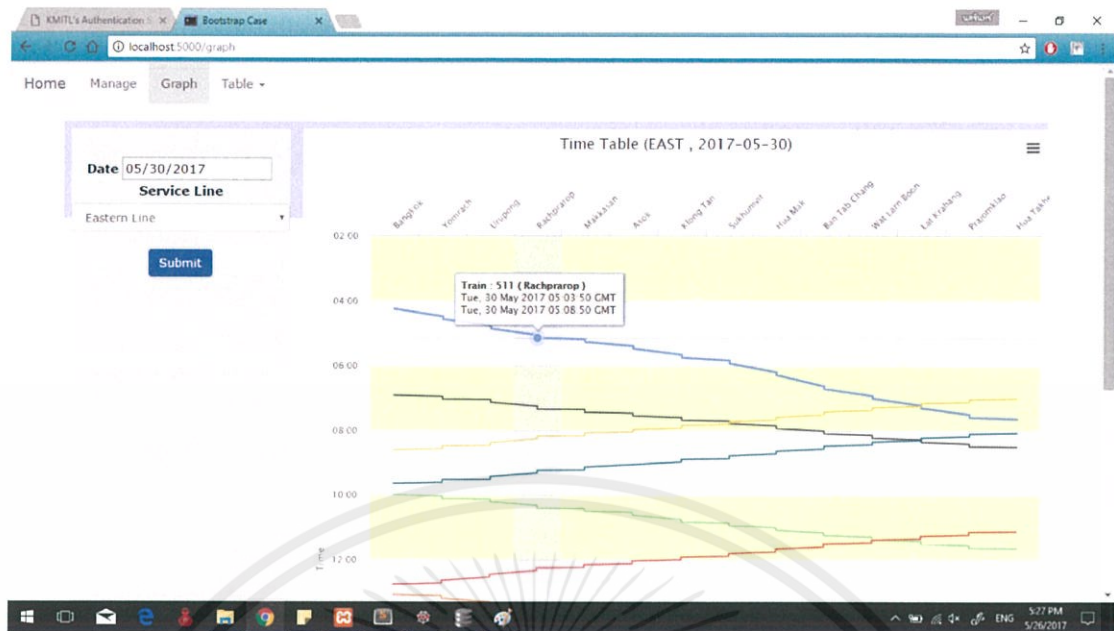
4.3 การแสดงผลตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

หลังจากทำการสร้างตารางเวลาการเดินทางรถไฟเสร็จสิ้น ตารางเวลาการเดินทางรถไฟจะถูกแสดงใน 2 รูปแบบ ทั้งในแบบกราฟเวลาและตารางแสดงเวลา โดยในส่วนของกราฟเวลานั้นผู้ใช้ต้องทำการเข้าสู่หน้าต่าง Graph



รูปที่ 4.6 หน้าต่าง Graph

ในหน้าต่างนี้ผู้ใช้สามารถเลือกวันที่ที่ต้องการดูตารางเวลาการเดินทางรถไฟ และเส้นทางการเดินทางรถไฟได้ เมื่อเลือกแล้วให้กดปุ่ม Submit เพื่อทำการแสดงตารางเวลาการเดินทางรถไฟขึ้นมา ผู้ใช้สามารถนำเมาส์มาชี้ที่เส้นเวลา เพื่อดูเวลาเข้าหรือออกสถานีของรถไฟแต่ละขบวนได้



รูปที่ 4.7 กราฟเวลาการเดินทางรถไฟ

หากผู้ใช้ต้องการดูตารางเวลาในรูปแบบตารางแสดงเวลา ให้ผู้ใช้เข้าสู่หน้าต่าง Table และเลือกเมนู Timetable จากนั้นผู้ใช้ทำการเลือกวันที่ที่ต้องการแสดงตารางเวลาการเดินทางรถไฟ จากนั้นจึงทำการ Submit เพื่อทำการแสดงตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

ผู้ใช้สามารถทำการพิมพ์คีย์เวิร์ดที่ต้องการค้นหาได้ เช่น หากผู้ใช้ต้องการหาขบวนรถที่เข้าจอดสถานี Bangkok ผู้ใช้ต้องทำการพิมพ์คำว่า Bangkok ลงในช่อง Search โปรแกรมจะแสดงผลเฉพาะรอบการเดินทางรถไฟที่เข้าจอดสถานีนี้พร้อมทั้งรายละเอียดอื่นๆ ของรอบการเดินทางรถไฟนั้นๆ

Date	Train_ID	Service_Line_ID	Station_Name	Arrival_Time	Departure_Time
2017-05-30	511	EAST	Bangkok	-	04:15:05
2017-05-30	511	EAST	Yomrach	04:29:05	04:34:05
2017-05-30	511	EAST	Urupong	04:46:15	04:51:15
2017-05-30	511	EAST	Phayathai	04:55:40	05:00:40
2017-05-30	511	EAST	Rachprarop	05:03:50	05:08:50
2017-05-30	511	EAST	Makkasan	05:11:20	05:16:20
2017-05-30	511	EAST	Asok	05:23:35	05:28:35
2017-05-30	511	EAST	Klong Tan	05:40:10	05:45:10
2017-05-30	511	EAST	Sukhumvit	05:50:25	05:55:25

รูปที่ 4.8 ตารางเวลาการเดินทางรถไฟในรูปแบบตารางแสดงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Submit

Search: Drop this table Export Table

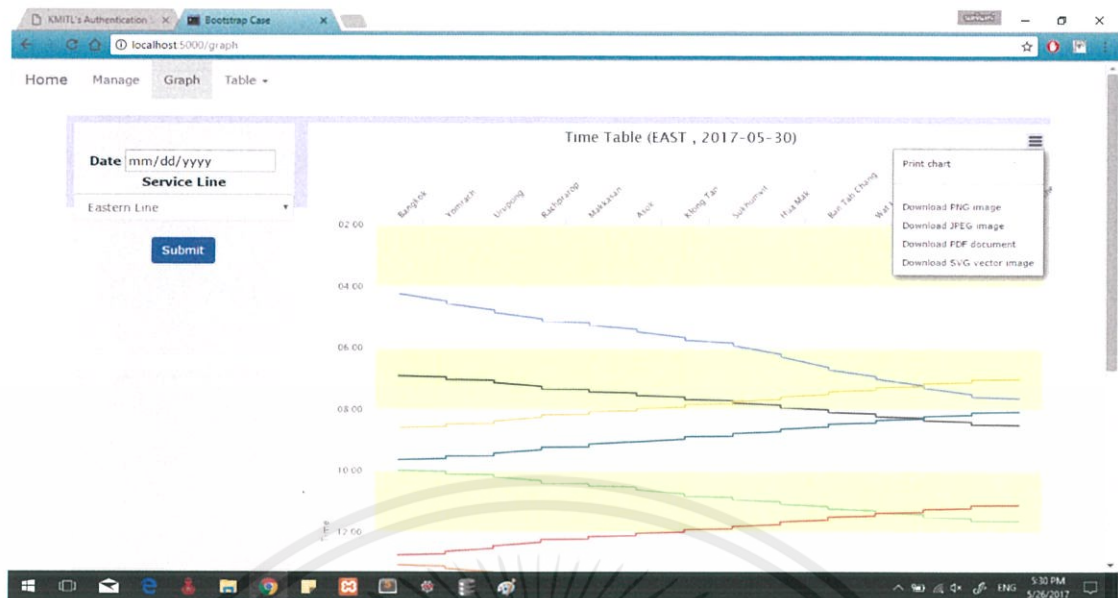
Date	Train_ID	Service_Line_ID	Station_Name	Arrival_Time	Departure_Time
2017-05-30	511	EAST	Bangkok	-	04:15:05
2017-05-30	4501	EAST	Bangkok	-	06:55:05
2017-05-30	4101	EAST	Bangkok	-	10:00:05
2017-05-30	2525	EAST	Bangkok	-	13:05:05
2017-05-30	2513	EAST	Bangkok	-	16:50:05
2017-05-30	2501	EAST	Bangkok	-	18:25:05
2017-05-30	4502	EAST	Bangkok	08:36:30	-
2017-05-30	4102	EAST	Bangkok	09:38:50	-
2017-05-30	2526	EAST	Bangkok	12:45:40	-
2017-05-30	2514	EAST	Bangkok	16:14:00	-
2017-05-30	2502	EAST	Bangkok	18:46:00	-
2017-05-30	2101	EAST	Bangkok	20:31:45	-

รูปที่ 4.9 คั้นหารอรถไฟที่เข้าจอดสถานี Bangkok

4.4 การเอ็กซ์พอร์ตตารางเวลาการเดินทางรถไฟ

การเอ็กซ์พอร์ตตารางเวลาการเดินทางรถไฟคือการนำตารางเวลาที่ได้จากการประมวลผลของเว็บแอปพลิเคชันออกมาในรูปแบบไฟล์ชนิดต่างๆ ซึ่งเว็บแอปพลิเคชันนี้สามารถเอ็กซ์พอร์ตไฟล์ได้ทั้งในรูปแบบไฟล์รูปภาพและไฟล์ข้อมูล ซึ่งสามารถนำไปใช้กับระบบอื่นๆ ได้ โดยการเอ็กซ์พอร์ตไฟล์ในรูปแบบไฟล์ภาพนั้นทำได้ในหน้าต่าง Graph หลังจากที่ผู้ใช้ทำการเลือกวันที่ที่และเส้นทางการเดินทางที่ต้องการตารางเวลาการเดินทางรถไฟ จากนั้นผู้ใช้ทำการคลิกที่ปุ่มฟังก์ชันบริเวณมุมขวาบนของตารางเวลา และทำการเลือกชนิดของรูปภาพที่จะเอ็กซ์พอร์ตออกมา จากนั้นจึงทำการบันทึกไฟล์ที่ได้มาลงในอุปกรณ์ของตน

หากผู้ใช้ต้องการเอ็กซ์พอร์ตไฟล์ข้อมูล ให้ผู้ใช้ไปที่หน้าต่าง Table หลังจากที่ทำการเลือกวันที่ที่ต้องการ บริเวณมุมขวาบนจะมีปุ่ม Export Table ซึ่งผู้ใช้สามารถทำการเอ็กซ์พอร์ตไฟล์ได้ที่นี้ โดยไฟล์ที่ได้จะเป็นไฟล์ชนิด .csv ที่สามารถนำไปใช้ได้ด้วย Microsoft Office Excel ได้



รูปที่ 4.10 การ Export ตารางออกมาเป็นไฟล์ภาพ

Train_ID	Date	Station_ID	Arrival_Time	Departure_Time
57	5/30/2017	BKK		4:15:05
57	5/30/2017	YOM	4:29:05	4:34:05
57	5/30/2017	URU	4:46:15	4:51:15
57	5/30/2017	PYT	4:55:40	5:00:40
57	5/30/2017	RPR	5:03:50	5:08:50
57	5/30/2017	MAK	5:11:20	5:16:20
57	5/30/2017	ASK	5:23:35	5:28:35
57	5/30/2017	KTN	5:40:10	5:45:10
57	5/30/2017	SKV	5:50:25	5:55:25
57	5/30/2017	HUM	6:12:10	6:17:10
57	5/30/2017	BYC	6:38:00	6:43:00
57	5/30/2017	WLB	6:55:45	7:00:45
57	5/30/2017	LKB	7:13:35	7:18:35
57	5/30/2017	RA4	7:30:20	7:35:20
57	5/30/2017	HTK	7:38:30	
4501	5/30/2017	BKK		6:55:05
4501	5/30/2017	YOM	6:57:25	7:02:25
4501	5/30/2017	URU	7:03:20	7:08:20
4501	5/30/2017	PYT	7:09:35	7:14:35
4501	5/30/2017	RPR	7:15:35	7:20:35
4501	5/30/2017	MAK	7:21:25	7:26:25
4501	5/30/2017	ASK	7:28:10	7:33:10

รูปที่ 4.11 ตารางเวลาในรูปแบบไฟล์ .csv ที่ทำการเอ็กซ์พอร์ตออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการดำเนินโครงการ

5.1 สรุปผลการทดลอง

โปรแกรมวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟ สามารถประมวลผลและจัดตารางการเดินรถไฟที่เป็นไปตามแผนการเดินรถไฟได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยปราศจากการชนกันของรถไฟ โดยแอปพลิเคชัน และสามารถแสดงผลได้ทั้งในรูปแบบกราฟไฟและตารางเวลาที่สามารถเปิดใน Microsoft Office Excel ได้

5.2 ปัญหาที่พบ

1) ปัญหาที่เกี่ยวกับความรู้เรื่องระบบรถไฟ

การออกแบบโปรแกรมส่วนประมวลผลนั้น ต้องการความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการทำงานของระบบรถไฟหลากหลายมาก ไม่ว่าจะเป็นเรื่องสมการคำนวณความเร็วหรือแรงในการขับเคลื่อนของรถไฟ สมการฟิสิกส์เกี่ยวกับความเสียดทานและความเอียงรางที่ส่งผลต่อความเร็วของรถไฟ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้จัดทำต้องเรียนรู้ในระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์นี้และอาจทำความเข้าใจได้ไม่ครบตามที่ควรจะเป็น จึงทำให้โปรแกรมนี้อาจจะไม่สามารถคำนวณได้อย่างเที่ยงตรงแม่นยำ

2) ปัญหาเกี่ยวกับโปรแกรม

จากการทดลองใช้งาน พบว่าโปรแกรมวางแผนจัดตารางการเดินรถไฟนี้มีการใช้ตัวแปรหลายตัวที่เป็นค่าคงที่ ส่งผลให้การทำงานบางส่วนนั้นไม่ยืดหยุ่นเท่าที่ควร ส่งผลให้ฟังก์ชันการทำงานบางอย่างนั้นไม่สามารถทำได้ เช่นการเพิ่มระยะเวลาการจอดในแต่ละสถานีซึ่งถูกกำหนดมาตั้งแต่แรก

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหาและพัฒนาโครงการ

1) ปัญหาที่เกี่ยวกับความรู้ระบบรถไฟ

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญด้านระบบรถไฟ โดยติดต่อกับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อ เชิญหาให้ความรู้ และความเข้าใจเกี่ยวกับระบบรถไฟให้มากขึ้นกว่านี้ นอกจากนี้ยังสามารถหาความรู้ เพิ่มเติมได้จากอินเทอร์เน็ตตามเว็บไซต์ต่างๆ ที่รวบรวมองค์ความรู้ไว้

2) ปัญหาเกี่ยวกับโปรแกรม

ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการศึกษาการพัฒนาแอปพลิเคชันให้มากขึ้น และพัฒนาแอปพลิเคชัน ให้มีความสามารถในการทำงาน และมีประสิทธิภาพให้มากกว่าเดิม โดยทำให้ค่าตัวแปรต่างๆ สามารถ ปรับได้ตามที่ควรจะเป็น หรือตามที่ใช้ต้องการ

ในการพัฒนาโครงการนั้น ผู้ใช้เล็งเห็นถึงการเชื่อมต่อกันระหว่างแอปพลิเคชันที่สามารถทำงาน ร่วมกันได้ ยกตัวอย่างเช่นแอปพลิเคชันการวางแผนการเดินทางที่สามารถทำงาน และส่งผลลัพธ์ให้กับแอป พลิเคชันการจัดตารางเวลาการเดินทางไฟ จากนั้นเมื่อได้ตารางเวลาการเดินทางไฟแล้วจึงส่งต่อให้แอปพลิ ซันจำลองการเดินทางได้ต่อ หากผู้จัดทำสามารถเชื่อมต่อระบบเหล่านี้เข้าด้วยกันได้ ก็จะทำให้แอปพลิเค ซันเหล่านี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบายยิ่งขึ้น

ตัวแอปพลิเคชันนี้ยังสามารถพัฒนาให้มีประสิทธิภาพได้อีกมาก เนื่องจากแอปพลิเคชันนี้ยังเป็น เพียงการพัฒนาในช่วงเริ่มต้น ซึ่งสามารถพัฒนาได้ในส่วนของการคำนวณตารางเวลาในช่วงระยะเวลาที่ เพิ่มขึ้น ซึ่งแอปพลิเคชัน ณ ขณะนี้สามารถคำนวณได้ในช่วงระยะเวลาในหน่วยวัน ซึ่งผู้จัดทำเล็งเห็นว่ายัง สามารถพัฒนาแอปพลิเคชันให้รองรับการจัดตารางเวลาของทั้งสัปดาห์ได้ เพื่อรองรับการเดินทางที่ใช้ เวลาการเดินทางมากกว่า 1 วันโดยที่ไม่จำเป็นต้องกำหนดเวลาสิ้นสุดการคำนวณ จากนั้นให้แอปพลิเคชัน ตรวจสอบการคำนวณเองว่าทุกขบวนในระบบได้วิ่งจนถึงจุดหมายเรียบร้อยแล้วหรือไม่ เมื่อครบแล้วจึงทำ การบันทึกลงฐานข้อมูลและสร้างตารางเวลาขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Armin Ronacher. 2017. Flask's documentation. [Online]. <http://flask.pocoo.org/docs>
- [2] Python Software Foundation. 2017. Spyder – Documentation. <http://pythonhosted.org/spyder/>
- [3] The Mathematical Association. 2547. Tractive effort, acceleration, and braking. [Online]. http://www.m-a.org.uk/what_use/tractiveeffortaccelerationandbraking.doc
- [4] Xuesong Zhou, Ming Zhong. 2549. Single-track train timetabling with guaranteed optimality: Branch-and-bound algorithms with enhanced lower bounds. [Online]. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191261506000737>





ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Train Timetabling System

Nakarin Onrit, Narenrit Sethapong

Advisor: Assit.Prof. Mayuree Lertwatechakul

Abstract

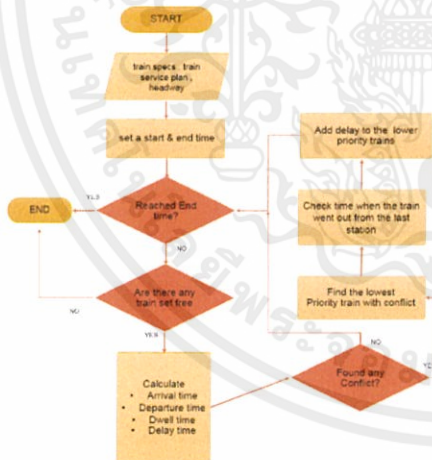
This project presents train timetabling management system. Train scheduling is considered by train speed, train service type to agree with a train service plan. Train scheduling will be done conformed to the minimum headway defined to preserve train operation safety. The application consists of train timetable creation, timetable management and the result timetable could be shown in form of a train-graph and a simple timetable. The application was designed and developed as a web-based application to allow the convenience of use.

Introduction

The main problem of the train transportation in Thailand is unpunctuality. Many trains were not operate on time due to several reasons, but the cause we interested is travel speed calculation.

Train timetabling system was developed to solve the problem by considering the detail of train operation factors such as tractive effort, acceleration and braking distance calculation to calculate time spent in travel compare with distance between origin station and destination station.

Methodology



Results

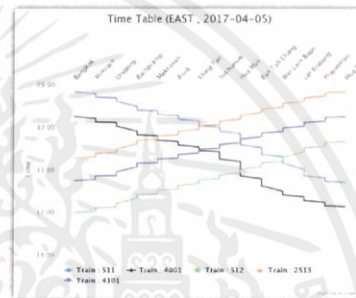


Figure 1. Train timetable in the form of train-graph

Train	Train #	Train #	Train #	Train #
07:40 AM	0	0	0	0
07:50 AM	0	0	0	0
08:00 AM	0	0	0	0
08:10 AM	0	0	0	0
08:20 AM	0	0	0	0
08:30 AM	117	0	0	0
08:40 AM	130	0	0	0
08:50 AM	272	0	0	0
09:00 AM	376	13	0	0
09:10 AM	450	45	0	0
09:20 AM	508	0	0	0
09:30 AM	722	148	0	0
09:40 AM	854	214	0	0
09:50 AM	981	293	0	0
10:00 AM	1118	382	0	0
10:10 AM	1261	476	0	0
10:20 AM	1434	573	0	0
10:30 AM	1592	679	0	0
10:40 AM	1784	793	0	0
10:50 AM	1921	913	0	0
11:00 AM	2000	1000	0	0

Figure 2. Table of raw data from system

Conclusion

Train timetabling system can generate an efficient timetable that may improve train service quality depend on train specification , route reservation , minimum headway required for safety.

References

- Tractive effort, acceleration and braking - <http://www.m-a.org.uk>
- Single-track train timetabling with guaranteed optimality: Branch-and-bound algorithms with enhanced lower bounds - North Carolina State University

E-mail: klmayure@kmitl.ac.th
tuey54321@gmail.com, accompany@hotmail.com

รูปที่ ก.1 Poster



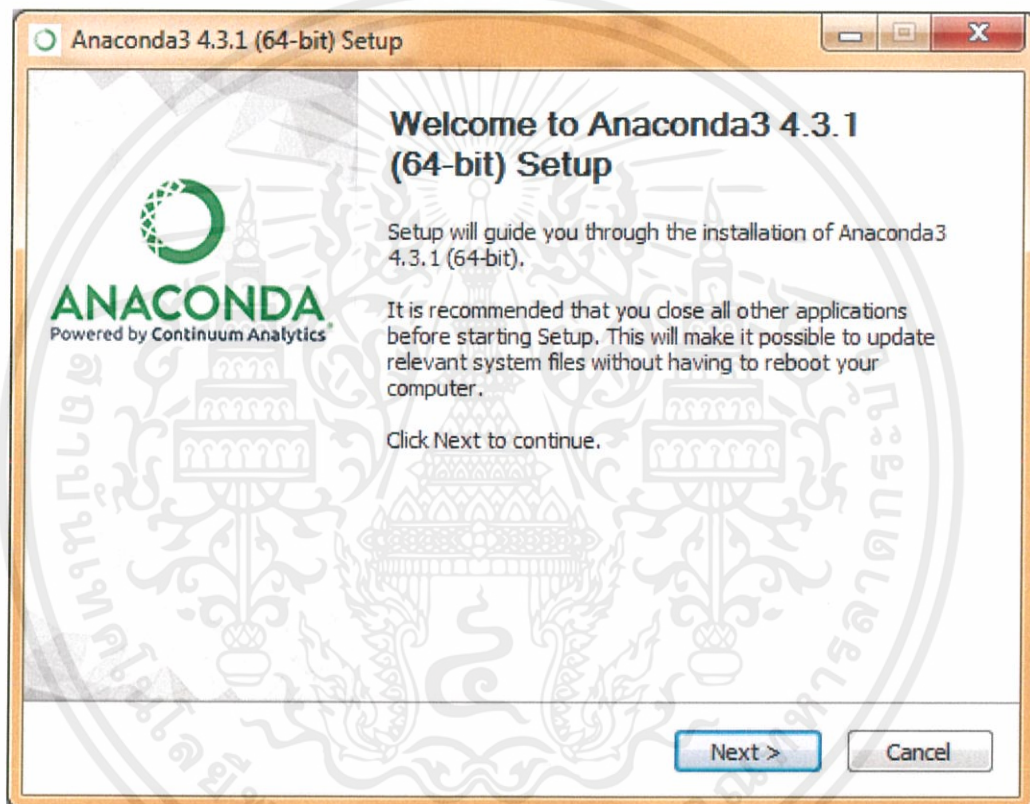
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างการติดตั้งโปรแกรม Anaconda (Spyder)

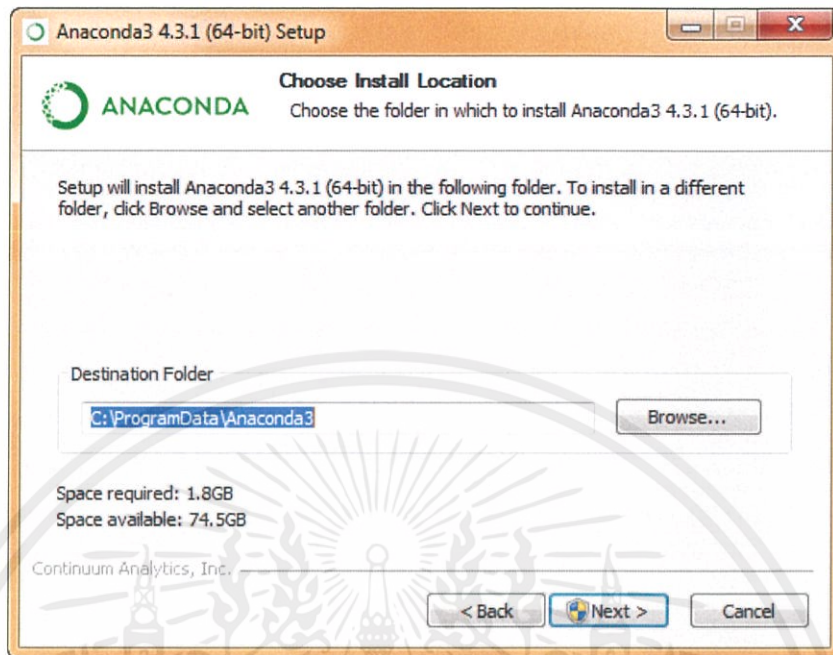
การติดตั้งโปรแกรม Anaconda (Spyder)

- 1) เมื่อทำการดาวน์โหลด Anaconda3-4.3.1-Windows-x86_64.exe เรียบร้อยแล้ว ให้ทำการดับเบิลคลิกที่ไฟล์ดังกล่าวเพื่อเริ่มทำการติดตั้ง



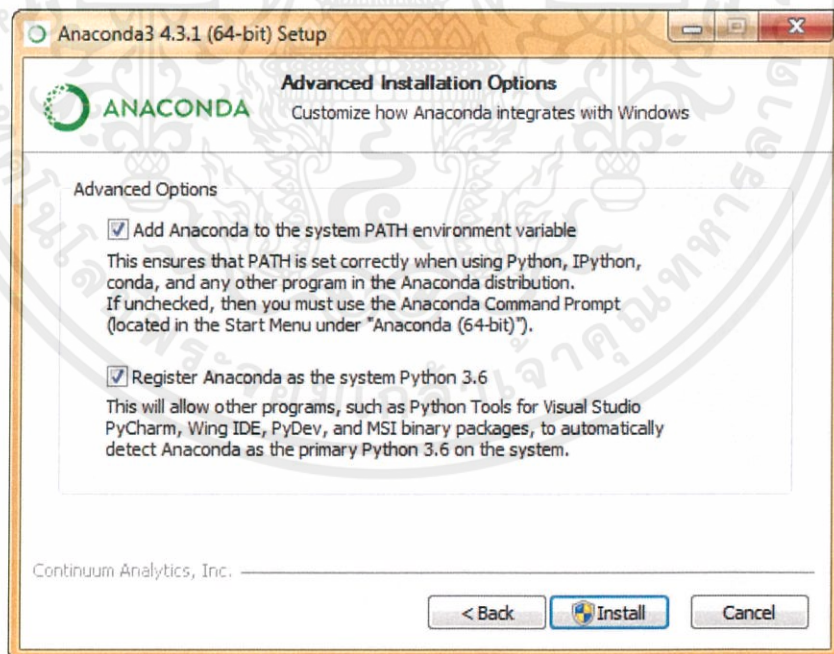
รูปที่ ข.1 หน้าต่างเริ่มต้นการติดตั้งโปรแกรม Anaconda

2) ทำการยอมรับข้อตกลงของโปรแกรม และเลือกตำแหน่งที่ต้องการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ข.2 หน้าต่างเลือกตำแหน่งที่ต้องการติดตั้ง

3) ในหน้าต่างออฟชั่นเพิ่มเติม ให้ทำการเลือกออฟชั่นเพิ่มเติมทั้ง 2 ช่อง จากนั้นจึงทำการติดตั้งโปรแกรม



รูปที่ ข.3 หน้าต่างเลือกออฟชั่นเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ค
ตัวอย่างการติดตั้ง Flask

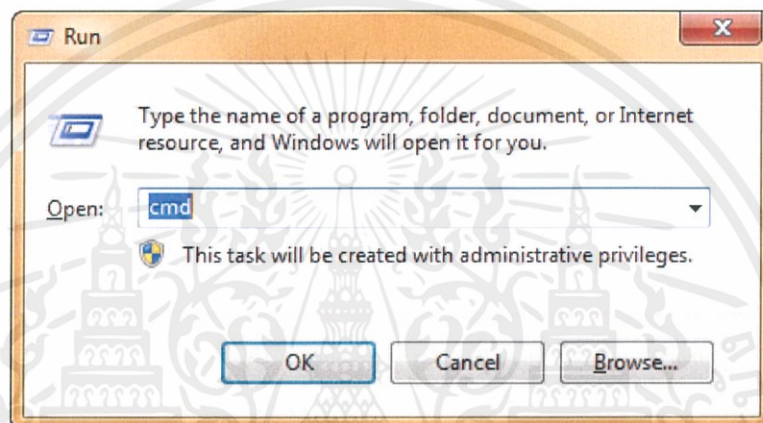
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการติดตั้ง Flask

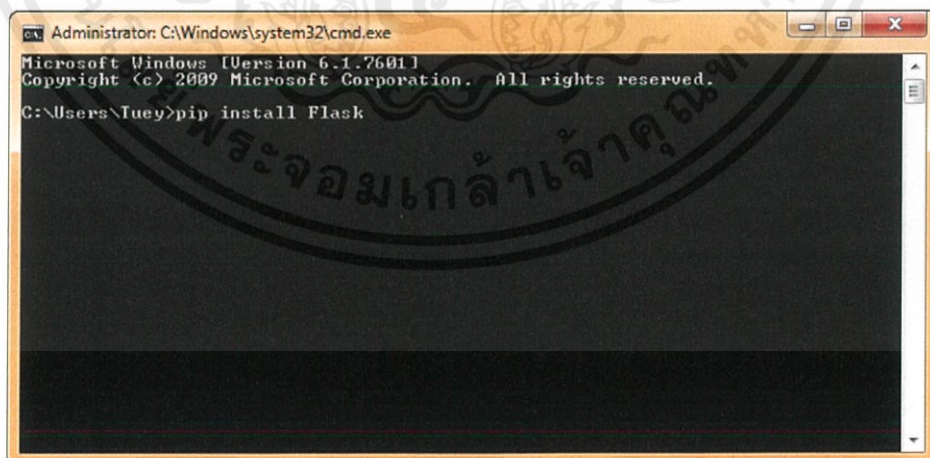
การติดตั้ง Flask

- 1) ให้ผู้ใช้ทำการเปิด Command Line โดยกดปุ่มบนคีย์บอร์ด Window + R และพิมพ์ cmd ลงไป จากนั้นจึงกดตกลง



รูปที่ ค.1 การเปิด Command Line

- 2) หลังจากเปิด Command Line แล้ว ให้ผู้ใช้ทำการติดตั้ง Flask โดยใช้คำสั่ง pip install Flask และกด Enter เพื่อยืนยันการติดตั้ง



รูปที่ ค.2 การติดตั้ง Flask



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

ตัวอย่างการติดตั้ง SQLite

การติดตั้ง SQLite

1. ให้ผู้ใช้ทำการเปิด Command Line โดยกดปุ่มบนคีย์บอร์ด Window + R และพิมพ์ cmd ลงไป จากนั้นจึงกดตกลง
2. หลังจากเปิด Command Line แล้ว ให้ผู้ใช้ทำการติดตั้ง Flask โดยใช้คำสั่ง pip install pysqlite และกด Enter เพื่อยืนยันการติดตั้ง



The image shows a screenshot of a Windows Command Prompt window. The title bar reads "Administrator: C:\Windows\system32\cmd.exe". The window content displays the following text:

```
Microsoft Windows [Version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. All rights reserved.

C:\Users\Tucy>pip install pysqlite
```

รูปที่ ง.1 การติดตั้ง SQLite