โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การประยุกต์ใช้กราฟเพื่อหาระยะเวลาสั้นที่สุดเพื่อไปยังหลายจังหวัดที่สนใจโดยเครื่องบินพาณิชย์

Application of graphs to find the shortest time to go to many provinces of interest by Commercial Airplanes

ชื่อนิสิต นายพชร ลีลายุทธ์โท 6033527623

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

สาขาวิชา คณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2563

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประยุกต์ใช้กราฟเพื่อหาระยะเวลาสั้นที่สุดเพื่อไปยังหลายจังหวัดที่สนใจโดยเครื่องบินพาณิชย์

นายพชร ลีลายุทธ์โท

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Application of graphs to find the shortest time to go to many provinces of interest by Commercial Airplanes

Pachara Leelayuthto

A Project Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Bachelor of Science Program in Mathematics

Department of Mathematics and Computer Science

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2020

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้กราฟเพื่อหาระยะเวลาสั้นที่สุดเพื่อไปยังหลายจังหวัดที่สนใจโดยเครื่องบินพาณิชย์
โดย	นายพชร ลีลายุทธ์โท
สาขาวิชา	คณิตศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก	ดร.ทรรปณ์ ปณิธานะรักษ์

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับโครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาบัณฑิต ในรายวิชา 2301499 โครงงานวิทยาศาสตร์ (Senior Project)

.....

(ศาสตราจารย์ ดร.กฤษณะ เนียมมณี) หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะกรรมการสอบโครงงาน

.....

(ดร.ทรรปณ์ ปณิธานะรักษ์) อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร. เพชรอาภา บุญเสริม) กรรมการ

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรพงษ์ พงษ์พัฒนเจริญ) กรรมการ

พชร ลีลายุทธ์โท : การประยุกต์ใช้กราฟเพื่อหาระยะเวลาสั้นที่สุดเพื่อไปยังหลายจังหวัดที่สนใจโดยเครื่องบินพาณิชย์

(Application of graphs to find the shortest time to go to many provinces of interest by Commercial Airplanes)

โครงงานนี้เราสนใจการหาระยะเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินทางไปยังทุกจังหวัดในประเทศไทยที่มีสนามบินโดยเครื่องบินพาณิชย์ โดยเราจะแก้ปัญหาโดยนำเสนอปัญหาในรูปแบบกราฟของเส้นทางการบินและใช้กำหนดการจำนวนเต็มช่วยในการหาคำตอบ

ภาควิชา คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต พชร ลีลายุทธ์โท

สาขาวิชา คณิตศาสตร์ ลายมือชื่อ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานหลัก ทรงพล ปริญพนร

ปีการศึกษา 2563

6033527623 : MAJOR MATHEMATICS

KEYWORDS : INTEGER PROGRAMMIING, SHORTEST TIME, TRAVELLING SALESMAN PROBLEM

PACHARA LEELAYUTHTO : Application of graphs to find the shortest time to go to many provinces of interest by Commercial Airplanes. ADVISOR : THAP PANITANARAK, Ph.D., 30 pp.

In this project, we will want to find the shortest travel time to visit all provinces by commercial airplane in Thailand that have airports. The ploblem is represented in a form of grahp. We use an intrger programming to slove for a solution.

Department: Mathematics and Computer Science Student's Signature

Field of Study : Mathematics Advisor's Signature

Academic Year : 2020

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องการประยุกต์ใช้กราฟเพื่อหาระยะเวลาสั้นที่สุดเพื่อไปยังหลายจังหวัดที่สนใจ โดยเครื่องบินพาณิชย์ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีเพราะได้รับความช่วยเหลือจากผู้มีพระคุณหลาย ๆ ท่านด้วยกันทางผู้ดำเนินงานโครงงานจึงขอขอบคุณในความช่วยเหลือต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ทรรปณ์ ปณิธานะรักษ์ที่กรุณารับเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและคอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา คำแนะนำชี้แนะให้เห็นปัญหาและข้อผิดพลาดต่าง ๆ ในการทำโครงงานตลอดมาตั้งแต่เริ่มต้นทำงานจนโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีอย่างสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. เพชรอาภา บุญเสริม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรพงษ์ พงษ์พัฒนเจริญ ที่ให้ ความกรุณาเป็นกรรมการสอบโครงงาน และได้ให้ข้อเสนอแนะ ข้อคิดรวมถึงข้อผิดพลาดต่าง ๆ ซึ่งทำให้โครงงานนี้สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านและรุ่นพี่ทุกคนที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำ ตลอดระยะเวลาที่ได้ศึกษาที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และตลอดระยะเวลาที่ได้ทำโครงงานนี้มา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่คอยสนับสนุน และขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ในการทำโครงงานครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและเหตุผลการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตการวิจัย 1

1.4 ขั้นตอนการวิจัย 1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.6 โครงสร้างของรายงาน 2

บทที่ 2 ความรู้พื้นฐาน 3

2.1 กราฟ 3

2.2 วิถีแฮมิลตัน 3

2.3 กำหนดการจำนวนเต็ม 4

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 6

3.1 รวบรวมข้อมูลเส้นทางการบิน 6

3.2 สร้างกราฟเพื่อแสดงเส้นทางการบิน 7

3.3 คำนวณหาระยะเวลาที่ใช้น้อยที่สุด 7

3.4 สร้างกราฟเส้นทางที่สั้นที่สุด 9

บทที่ 4 ผลการวิจัย 10

บทที่ 5 ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 12

5.1 ข้อสรุป 12
5.2 ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน 12
5.3 วิธีการแก้ปัญหา 12
5.3 ข้อเสนอแนะ 12
รายการอ้างอิง 13
ภาคผนวก ก แบบเสนอหัวข้อโครงงาน รายวิชา 2301399 Project Proposal ปีการศึกษา 2563.. 15
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน 19
ประวัติผู้เขียน 20

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างกราฟ 3
ภาพที่ 2.2 แสดงเส้นทางการเดินทางจากจุด A ไปยังจุด F 4
ภาพที่ 3.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลของเส้นทางการบิน 5
ภาพที่ 3.2 แสดงตัวอย่างกราฟเส้นทางการบินโดยแบ่งเป็นสนามบินต่าง ๆ 6
ภาพที่ 3.3 แสดงซอร์ดโค้ดที่ใช้สร้างข้อมูลต่าง ๆ..... 7
ภาพที่ 3.4 แสดงซอร์ดโค้ดที่ใช้เชื่อมต่อ node ต่าง ๆ 8
ภาพที่ 4.1 แสดงจุดยอดทั้งหมดของกราฟ 10
ภาพที่ 4.2 แสดงกราฟเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด 11

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและเหตุผลการวิจัย

ในปัจจุบันมีการเดินทางภายในประเทศโดยเครื่องบินของสายการบินต่าง ๆ นั้นสามารถเช็คเที่ยวบินและยังสามารถคาดเดาเวลาจะถึงที่หมายเช่น สายการบินแอร์เอเชีย สายการบินนกแอร์ และสายการบินไทยไลอ้อน [1,2,3] แต่ยังไม่มีวิธีที่ทำให้เราสามารถรู้ได้ว่า เราจะเดินทางไปทุกจังหวัดที่มีสนามบินโดยเครื่องบินพาณิชย์ทั่วทั้งในประเทศอย่างไรให้ใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งจากการศึกษาเรื่อง Travelling salesman problem [4] ซึ่งเป็นเรื่องของเซลล์แมนที่ต้องเดินทางไปทั่วทุกเมืองโดยต้องใช้ระยะทางที่สั้นที่สุด ทางผู้จัดทำจึงเกิดความสนใจในการหาระยะทางที่สั้นที่สุดในการเดินทางไปยังจังหวัดต่าง ๆ ทั่วทั้งประเทศไทยโดยเครื่องบินพาณิชย์ ซึ่งถ้าจะมาคำนวณด้วยตัวเองนั้นทำได้ยากเนื่องจากมีเที่ยวบินจำนวนมาก ทำให้เกิดความสนใจในการหาวิธีการมาช่วยในการแก้ปัญหาการเดินทางอย่างไรเพื่อให้ใช้เวลาน้อยที่สุด

โครงงานนี้เราจะนำปัญหาเรื่องการหาระยะเวลาที่สั้นที่สุดในการเดินทางไปยังทุกจังหวัดในประเทศที่มีสนามบินโดยเครื่องบินพาณิชย์ มาแก้ปัญหาในรูปแบบกราฟของเส้นทางการบิน และจะใช้กำหนดการจำนวนเต็มมาช่วยในการหาคำตอบ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการในการเดินทางโดยเครื่องบินไปจังหวัดที่มีสนามบินทั่วทั้งในประเทศโดยใช้เวลาน้อยที่สุดในการเดินทาง

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาปัญหาและกำหนดหัวข้อที่จะศึกษาสนใจเฉพาะเส้นทางการเดินทางโดยเครื่องบินของสายการบินนกแอร์, แอร์เอเชีย และไทยไลอ้อนแอร์ระหว่างวันที่ 18-24 ตุลาคม 2563
2. สนใจเฉพาะเส้นทางการเดินทางเฉพาะเวลาที่มีการบินทุกวัน

1.4 ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้กราฟเพื่อหาระยะเวลาสั้นที่สุดเพื่อไปยังหลายจังหวัดที่สนใจโดยเครื่องบินพาณิชย์ มีขั้นตอนการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. ศึกษาปัญหาและกำหนดหัวข้อที่จะศึกษา
2. เก็บข้อมูลสายการบินทั้ง3สายของเที่ยวบินระหว่างวันที่ 18-24 ตุลาคม 2563
3. เขียนโปรแกรม สร้างกราฟเส้นทางในการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด
4. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม
5. สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้โปรแกรมที่สามารถหาเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินทางไปจังหวัดต่าง ๆ ที่มีสนามบินทั่วประเทศ

1.6 โครงสร้างของรายงาน

บทที่ 2 จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 จะกล่าวถึงขั้นตอนในการสร้างกราฟเส้นทางการบิน รวมถึงวิธีในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเดินทาง

บทที่ 4 จะกล่าวถึงกราฟที่ได้จากการวิเคราะห์และนำมาสรุปผลจากกราฟที่ได้

บทที่ 5 จะกล่าวถึงข้อสรุป ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงานและข้อเสนอแนะของโครงการ

บทที่ 2
ความรู้พื้นฐาน

ในบทนี้เราจะกล่าวถึงบทนิยามและทฤษฎีบทพื้นฐานที่ใช้ในการศึกษาโครงงานนี้ ซึ่งได้แก่ กราฟ วิถีแฮมิลตัน และกำหนดการจำนวนเต็ม

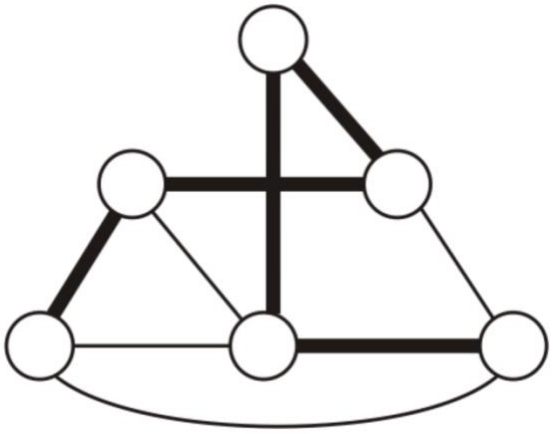
2.1 กราฟ

กราฟ G = (V,E) ประกอบด้วยเซตที่ไม่เป็นเซตว่างของจุดยอด (Vertex) แทนด้วยสัญลักษณ์ V(G) และเซตของเส้นเชื่อม(Edge) ที่เชื่อมระหว่างจุดยอด แทนด้วยสัญลักษณ์ E(G) ถ้า e = (u,v) เป็นเส้นเชื่อมใน E จะเรียก u และ v ว่าจุดปลาย (end vertex) ของเส้นเชื่อม e

2.2 วิถีแฮมิลตัน

วิถีแฮมิลตัน (Hamiltonian Path) คือ การเดินทางผ่านทุกจุดบนเวกเตอร์ของกราฟโดยมีเงื่อนไขว่าต้องผ่านแต่ละจุดเพียงครั้งเดียว โดยมีเส้นเชื่อม $(x_0 , x_1),(x_1 , x_2) , ..., (x_{n+1} , x_n)$ (หรือทางเดินจากจุด x_0 ไปยัง x_1 , x_1 ไปยัง x_2 , ..., และ x_{n-1} ไปยัง x_n ตามลำดับ) สำหรับทุก x_k ใน V ของกราฟ G โดยทุกจุดในวิถีที่ติดกันต้องมีเส้นเชื่อมและทุกจุดในวิถีต้องไม่ใช่จุดเดียวกัน คำตอบของวิถีแฮมินตันอาจจะมีได้หลายคำตอบ

ตัวอย่างของวิถีแฮมินตัน



ภาพที่ 2.1 แสดงตัวอย่างกราฟ

แหล่งที่มา: http://www.cs.loyola.edu/~jglenn/Contest/2005/hamiltonian_path.html

จากภาพที่ 2.1 วิถีแฮมิลตันจะแสดงด้วยเส้นทึบ ซึ่งจะเห็นว่าผ่านทุกจุดยอดในกราฟครั้งเดียว

2.3 กำหนดการจำนวนเต็ม

กำหนดการจำนวนเต็ม (Integer Programming) เป็นการหาค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุดของเป้าหมายที่กำหนด ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โดยเป้าหมายจะอยู่ในรูปสมการเส้นตรง สำหรับเงื่อนไขจะอยู่ในรูปสมการหรืออสมการเส้นตรงก็ได้ และทั้งนี้ตัวแปรที่กำหนดจะอยู่ในรูปของจำนวนเต็ม

$$Minimize \quad c^T x \tag{1}$$

$$\text{subject to } Ax \leq b \tag{2}$$

$$x \geq 0 \tag{3}$$

$$x \in \mathbb{Z}^n \tag{4}$$

โดย ค่า c คือ ปริมาณของเป้าหมายที่เราสนใจ

ค่า A, b คือ เงื่อนไขที่เราสนใจ

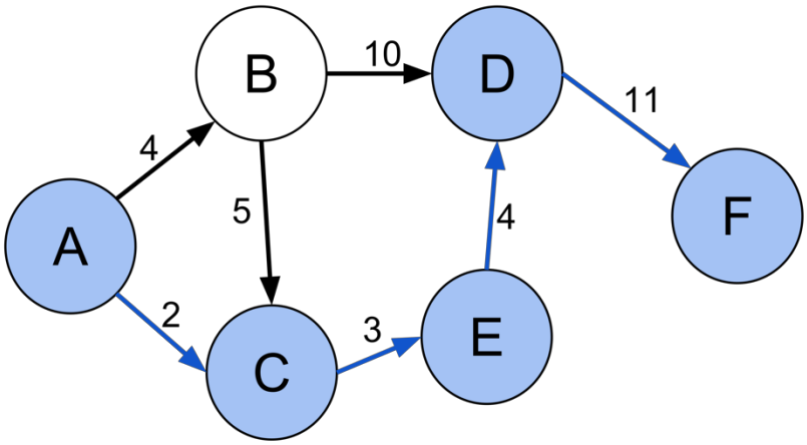
ค่า x คือ ค่าของเป้าหมายที่เราสนใจ

ซึ่งจาก (1) คือสมการที่หาค่าต่ำสุด

(2), (3) คือสมการที่บอกเงื่อนไข

(4) คือข้อกำหนดของตัวแปรที่เราสนใจ

ตัวอย่างการใช้กำหนดการจำนวนเต็มในการเดินจากจุด A ไปยังจุด F



ภาพที่ 2.2 แสดงเส้นทางการเดินทางจากจุด A ไปยังจุด F

$$\text{Minimize } 4X_{AB+}\ 2X_{AC+}\ 5X_{BC+}\ 10X_{BD+}\ 3X_{CE+}\ 11X_{DF+}4X_{ED} \quad (1)$$

$$X_{AB} = X_{BC} + X_{BD} \quad (2)$$

$$X_{AC} + X_{BC} = X_{CE} \quad (3)$$

$$X_{BD} + X_{ED} = X_{DF} \quad (4)$$

$$X_{CE} = X_{ED} \quad (5)$$

$$X_{DF} = 1 \quad (6)$$

(1) คือสมการที่หาค่าต่ำสุดของการเดินทางจากจุด A ไปจุด F

(2), (3), (4), (5), (6) คือสมการเงื่อนไข

ซึ่งจากสมการข้างต้น เราจะสามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการวิจัยโดยเริ่มจากการรวบรวมข้อมูลของเส้นทางการบินและนำข้อมูลที่ได้ไปสร้างเป็นกราฟเพื่อแสดงเส้นทางการบินโดยใช้โปรแกรม Neo4J จากนั้นนำกราฟที่ได้มาคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยใช้โปรแกรม Wolfram Mathematica และสุดท้ายนำเส้นทางที่สั้นที่สุดไปสร้างกราฟในโปรแกรม Neo4J

3.1 รวบรวมข้อมูลเส้นทางการบิน

รวบรวมข้อมูลของเส้นทางการบิน ตั้งแต่วันที่ 18 ตุลาคม 2563 จนถึงวันที่ 24 ตุลาคม 2563 จากเว็ปไซต์ https://www.etravelway.com ซึ่งข้อมูลที่รวบรวมนั้นประกอบไปด้วย เส้นทางการบินจากจังหวัดหนึ่งไปยังอีกจังหวัดหนึ่ง วันที่มีการบิน เที่ยวบิน เวลาออก เวลาถึง ตัวอย่างดังตาราง 3.1

กรุงเทพฯ ดอนเมือง (DMK) - เชียงใหม่ (CNX)			
วัน	เที่ยวบิน	ออกเวลา	ถึงเวลา
ทุกวัน	FD3435	09:15	10:30
ทุกวัน	FD3447	11:25	12:40
ทุกวัน	FD3425	13:15	14:30
ทุกวัน	FD3431	15:45	17:00
ทุกวัน	FD3429	18:10	19:25

เชียงใหม่ (CNX) - กรุงเทพฯ ดอนเมือง (DMK)			
วัน	เที่ยวบิน	ออกเวลา	ถึงเวลา
ทุกวัน	FD3436	11:00	12:15
ทุกวัน	FD3448	13:10	14:25
ทุกวัน	FD3426	15:00	16:15
ทุกวัน	FD3432	17:30	18:45
ทุกวัน	FD3430	19:55	21:05

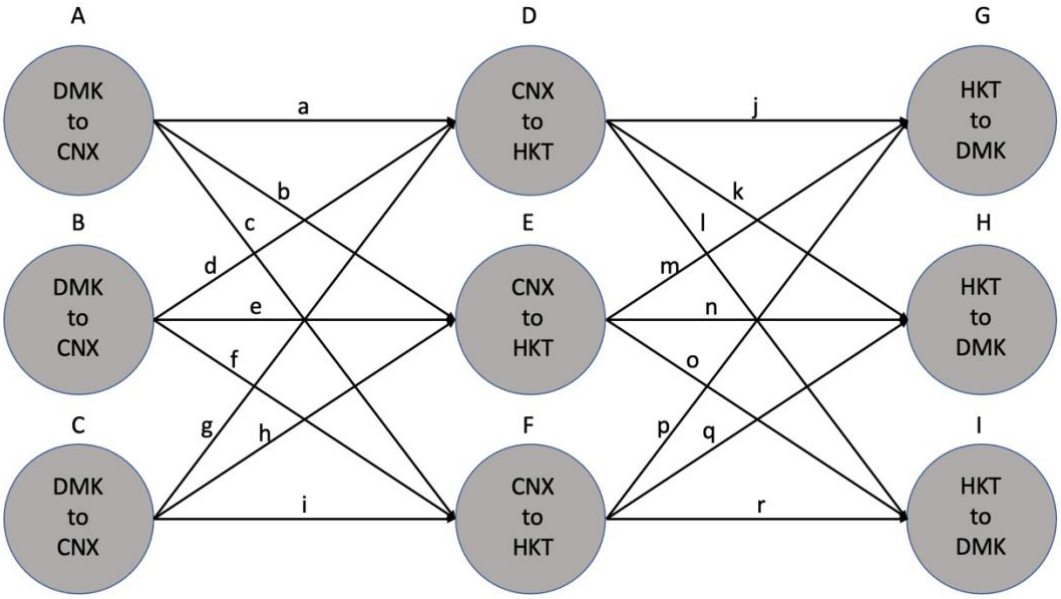
กรุงเทพฯ ดอนเมือง(DMK) - เชียงราย (CEI)			
วัน	เที่ยวบิน	ออกเวลา	ถึงเวลา
ทุกวัน	FD3199	07:00	08:30
ทุกวัน	FD3209	11:20	12:45
ทุกวัน	FD3207	15:55	17:20

เชียงราย(CEI) - กรุงเทพฯ ดอนเมือง(DMK)			
วัน	เที่ยวบิน	ออกเวลา	ถึงเวลา
ทุกวัน	FD3200	09:00	10:20
ทุกวัน	FD3210	13:15	14:35
ทุกวัน	FD3206	22:05	23:20

ภาพที่ 3.1 แสดงตัวอย่างข้อมูลของเส้นทางการบิน

3.2 สร้างกราฟเพื่อแสดงเส้นทางการบิน

ใช้โปรแกรม Neo4j Desktop ในการสร้างกราฟโดยกราฟที่สร้างมีจุดยอดเป็นการเดินทางจากสนามบินหนึ่งไปยังอีกสนามบินหนึ่ง น้ำหนักจุดยอดคือระยะเวลาบนเครื่องบิน เส้นเชื่อมเป็นการเดินทางจากจุดยอดหนึ่งไปยังอีกจุดยอดหนึ่งซึ่งมีทั้งหมด 13190 เส้นทาง และน้ำหนักเส้นเชื่อมคือระยะเวลาในการรอเครื่องจากจุดยอดหนึ่งไปยังอีกจุดยอดหนึ่ง โดยเส้นทางการบินทั้งหมดโดยแบ่งเป็นสนามบินต่าง ๆ ตัวอย่างดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 แสดงตัวอย่างกราฟเส้นทางการบินโดยแบ่งเป็นสนามบินต่าง ๆ

จากกราฟจะได้ว่าจุดยอดเป็นการเดินทางโดยเครื่องบินจากสนามบินหนึ่งไปยังอีกสนามบินหนึ่ง น้ำหนักจุดยอดคือระยะเวลาบิน เส้นเชื่อมเป็นการเปลี่ยนเครื่องเพื่อไปขึ้นเครื่องบินลำอื่นและน้ำหนักเส้นเชื่อมคือระยะเวลาในการรอขึ้นเครื่อง

3.3 คำนวณหาระยะเวลาที่ใช้น้อยที่สุด

นำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุดโดยการใช้สมการกำหนดการจำนวนเต็มและใช้โปรแกรม Wolfram Mathematica มาแก้หาคำตอบ โดยใช้คำสั่ง LinearProgramming

$$Minimize \quad \sum_{u,v \in E} C_{uv} X_{uv} + \sum_{i=1}^{m} t_i u_i \tag{1}$$

$$\text{subject to} \quad \sum_{(u,v) \in E} X_{uv} - \sum_{(v,w) \in E} X_{vw} = 0 \tag{2}$$

$$\sum_{i=P_k}^{P_{k+1}} Y_i \quad \geq 1 \tag{3}$$

$$\sum_{i=P_k}^{P_{k+1}} X_{u_i v} \geq 1 \tag{4}$$

$$X_{uv}, Y_i \in \{0,1\} \qquad (u,v) \in E \tag{5}$$

โดย C_{uv} คือ ระยะเวลาในการเดินทางจากสนามบิน u ไปยังสนามบิน v

X_{uv} คือ เส้นเชื่อมจากสนามบิน u ไปยังสนามบิน v

t_i คือ ระยะเวลาบนเครื่องของสนามบิน u

Y_i คือ สนามบิน u ที่ถูกเดินผ่าน

P_k คือ ดัชนีของเที่ยวบินของสนามบิน k

ซึ่งจาก (1) เป็นค่าของระยะทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

(2) เป็นเงื่อนไขที่บอกว่าถ้ามีการเดินทางเข้าจุด V ต้องเดินทางออกจากจุด V

(3), (4) เป็นเงื่อนไขที่บอกว่าต้องมีการเดินผ่านทุกสนามบิน

(5) เป็นเงื่อนไขที่บอกว่า ถ้ามีค่าเป็น 1 แสดงว่าผ่านเส้นทางนี้ และถ้ามีค่าเป็น 0 แสดงว่าไม่ผ่านเส้นทางนี้

ตัวอย่างการใช้กำหนดการจำนวนเต็มมาหาระยะเวลาน้อยที่สุดในการเดินทาง จากภาพที่ 3.2 จะได้ว่า

$$\begin{aligned} Minimize\ (& aX_{AD} + bX_{AE} + cX_{AF} + dX_{BD} + eX_{BE} + fX_{BF} + gX_{CD} + \\ & hX_{CE} + iX_{CF} + jX_{DG} + kX_{DH} + lX_{DI} + mX_{EG} + nX_{EH} + \\ & oX_{EI} + pX_{FG} + qX_{FH} + rX_{FI}\ ) + (\ AY_1 + BY_1 + CY_1 + \\ & DY_2 + EY_2 + FY_2 + GY_3 + HY_3 + IY_3) \end{aligned}$$

โดยมีเงื่อนไขว่า

$$(X_{AD} + X_{BD} + X_{CD}) - (X_{DG} + X_{DH} + X_{DI}) = 0$$

$$(X_{AE} + X_{BE} + X_{CE}) - (X_{EG} + X_{EH} + X_{EI}) = 0$$

$$(X_{AF} + X_{BF} + X_{CF}) - (X_{FG} + X_{FH} + X_{FI}) = 0$$

ซึ่งจากสมการข้างต้น เราจะสามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้

3.4 สร้างกราฟเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

ในขั้นตอนนี้จะนำเส้นทางที่สั้นที่สุดที่หาจากการใช้โปรแกรม Wolfram Mathematica มาสร้างเป็นกราฟในโปรแกรม Neo4J Desktop ดังภาพที่ 3.3 และ 3.4

```
LOAD CSV WITH HEADERS
  FROM 'file:///Flight.csv' AS csv
CREATE (A :Airplane {
  number: toInteger(csv.Number),
  flight: csv.Flight,
  description: csv.Description,
  zone: csv.Zone
})
```

ภาพที่ 3.3 แสดงซอร์ดโค้ดที่ใช้สร้างข้อมูลต่าง ๆ

ในภาพ 3.3 เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาสร้างเป็น node ซึ่งแต่ละ node นั้นยังไม่มีการเชื่อมต่อกัน

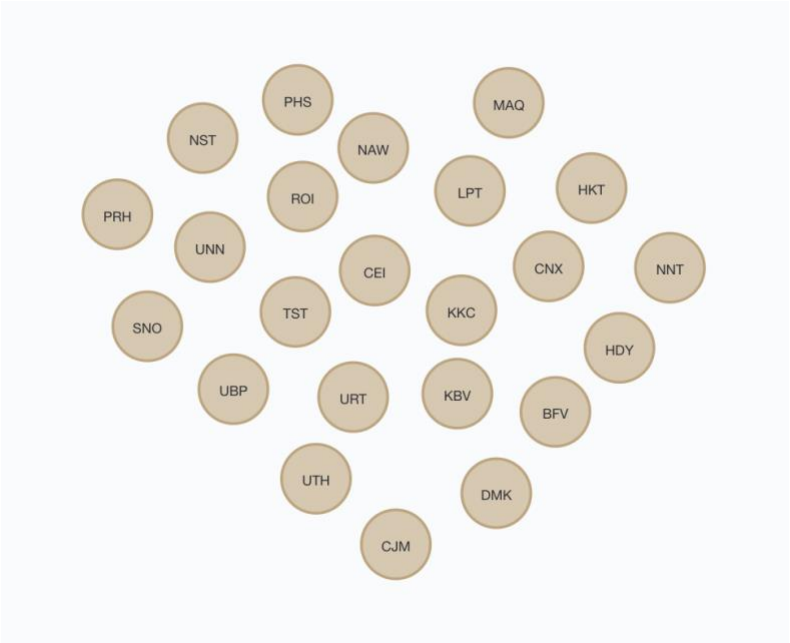
```
MERGE (z:Zone { flight: csv.Zone})
MERGE (z) -[:Time]→ (A)
LOAD CSV WITH HEADERS
  FROM 'file:///Time.csv'
  AS csv
MATCH (A1:Airplane {number: toInteger(csv.from)})
MATCH (A2:Airplane {number: toInteger(csv.to)})
MERGE (A1) -[:Time {time: toInteger(csv.Time)}]→ (A2)
```

ภาพที่ 3.4 แสดงซอร์ดโค้ดที่ใช้เชื่อมต่อ node ต่าง ๆ

ในภาพ 3.4 เป็นการนำ node ต่าง ๆ มาเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อสร้างเป็นเส้นทางการเดินทางที่เราต้องการ

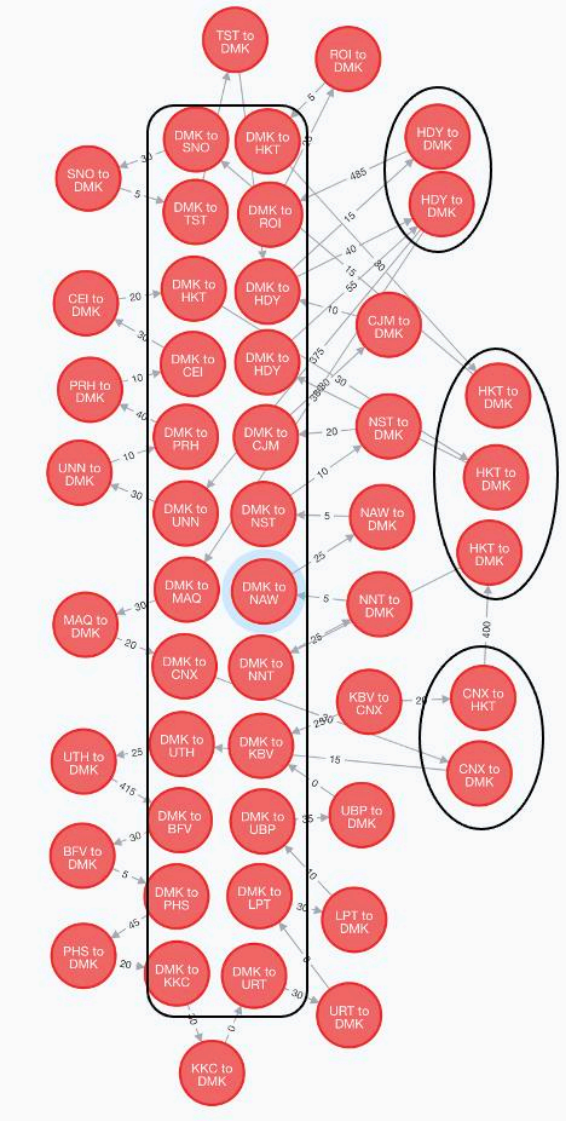
บทที่ 4
ผลการวิจัย

ในบทนี้จะกล่าวถึงกราฟของเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดในการเดินทาง



ภาพที่ 4.1 แสดงกลุ่มของจุดยอดทั้งหมดของกราฟ

จากภาพที่ 4.1 สามารถแบ่งกลุ่มสนามบินได้ทั้งหมด 23 สนามบิน



ภาพที่ 4.2 แสดงกราฟเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด

จากภาพที่ 4.2 จะเห็นเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด และใช้ระยะเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินทางทั่วทั้งประเทศโดยเครื่องบินพาณิชย์คือ 4 วัน 21 ชั่วโมง

บทที่ 5
ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ข้อสรุป ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน วิธีแก้ปัญหาและข้อเสนอแนะของการวิจัย

5.1 ข้อสรุป

เราทำการสร้างกราฟโดยให้การเดินทางจากสนามบินหนึ่งไปยังอีกสนามบินหนึ่งคือจุดยอด ระยะทางจากสนามบินหนึ่งไปยังอีกสนามบินหนึ่งคือเส้นเชื่อม ระยะเวลาบนเครื่องคือน้ำหนักของจุดยอด ระยะเวลารอเครื่องคือน้ำหนักของเส้นเชื่อมซึ่งรวมเป็นกราฟที่ประกอบด้วย *246* จุดยอด 13190 เส้นเชื่อมโดยจุดยอดยังแบ่งเป็นกลุ่มสนามบินอีก 23 สนามบิน โดยการหาระยะเวลาที่น้อยที่สุดจากกราฟจะทำโดยการใช้กำหนดการจำนวนเต็มที่สอดคล้องกับกราฟที่ได้มาซึ่งผลที่ได้จะใช้เวลาทั้งหมด 4 วัน 21 ชั่วโมง

5.2 ปัญหาอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. ข้อจำกัดด้านความรู้ในการสร้างกราฟในโปรแกรม Neo4J
2. ปัญหาด้านอุปกรณ์ที่ใช้ เนื่องจากข้อมูลเส้นทางการเดินทางมีจำนวนมาก ส่งผลให้อุปกรณ์ประมวลผลได้ช้า

5.3 วิธีการแก้ปัญหา

1. ศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับโปรแกรม Neo4J
2. แบ่งข้อมูลเป็นหลายๆส่วนเพื่อลดภาระในการประมวลผลของอุปกรณ์

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการสร้างกราฟเส้นทางการเดินทาง ทำให้เห็นถึงปัญหาอุปสรรคในการทำงานที่ และวิธีการแก้ปัญหาทางผู้จัก ด้วยวิธีการในการหาเส้นทางการเดินทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุดผู้ที่สนใจสามารถนำไปในการหาเส้นทางอื่น ๆ นอกเหนือจากเส้นทางการเดินทางในประเทศโดยใช้เครื่องบินพาณิชย์

รายการอ้างอิง

[1] บริษัททัวร์ เมก้า ครูซซิ่ง จำกัด. ตารางบินภายในประเทศ สายการบินนกแอร์ [ออนไลน์]. 2563. แหล่งที่มา: https://www.etravelway.com/schedule_nokair_th.asp [15 กันยายน 2563]

[2] บริษัททัวร์ เมก้า ครูซซิ่ง จำกัด. ตารางบินภายในประเทศ สายการบินแอร์เอเชีย [ออนไลน์]. 2563. แหล่งที่มา: https://www.etravelway.com/schedule_airasia_th.asp [15 กันยายน 2563]

[3] บริษัททัวร์ เมก้า ครูซซิ่ง จำกัด. ตารางบินภายในประเทศ สายการบินไทยไลอ้อนแอร์ [ออนไลน์]. 2563. แหล่งทีมา: https://www.etravelway.com/schedule_lionair_th.asp [15 กันยายน 2563]

[4] Routific. Understanding The Travelling Salesman Problem (TSP) [ออนไลน์]. 2563. แหล่งทีมา: https://blog.routific.com/travelling-salesman-problem [15 กันยายน 2563]

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบเสนอหัวข้อโครงงาน รายวิชา 2301399 Project Proposal

ปีการศึกษา 2563

ชื่อโครงงาน (ภาษาไทย)	การประยุกต์ใช้กราฟเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะ
ชื่อโครงงาน (ภาษาอังกฤษ)	Application of Graph in Specific Problem
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ทรรปณ์ ปณิธานะรักษ์
ผู้ดำเนินการ	1. นายพชร ลีลายุทธ์โท เลขประจำตัวนิสิต 6033527623
	สาขาวิชาคณิตศาสตร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์
	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หลักการและเหตุผล

ในปัจจุบันมีการเดินทางภายในประเทศโดยเครื่องบินของสายการบินต่าง ๆ นั้นสามารถเช็คเที่ยวบินและยังสามารถคาดเดาเวลาจะถึงที่หมายเช่น สายการบินแอร์เอเชีย สายการบินนกแอร์ และสายการบินไทยไลอ้อน [1,2,3] แต่ยังไม่มีวิธีที่ทำให้เราสามารถรู้ได้ว่า เราจะเดินทางไปทุกจังหวัดที่มีสนามบินทั่วทั้งในประเทศยังไงให้ใช้เวลาน้อยที่สุด ซึ่งถ้าจะมาคำนวณด้วยตัวเองนั้นทำได้ยากเนื่องจากมีเที่ยวบินจำนวนมากอีกทั้งยังต้องมีการคิดเวลาในการรอเครื่องออกและเวลาในการเดินทางไปในแต่ละจังหวัดที่มีสนามบิน ทำให้เกิดความสนใจในการหาวิธีการมาช่วยในการแก้ปัญหา

กราฟสามารถนิยามโดย $G=(V,E)$ โดยที่ V และ E คือเซตของจุดยอด (vertex) และเส้นเชื่อม (edge) ตามลำดับ หากเราพิจารณาตารางการบินโดยกำหนดให้จุดยอดแทนด้วยเที่ยวบินในทุกๆ เวลาทั้งขาเข้าและขาออก (เช่นเที่ยวบินออกจากกรุงเทพฯ 8.00 น. ถึงเชียงใหม่เวลา 9.30 น. จะถูกแสดงด้วย 2 จุดยอดคือขาออกจากกรุงเทพฯ 8.00 น. และขาเข้ายังเชียงใหม่ 9.30 น.) และเส้นเชื่อมคือระยะเวลาเดินทางซึ่งอาจเกิดจากการบิน (หรือขาออกไปยังขาเข้า) หรือระยะเวลารอเครื่องบนภาคพื้นดิน (หรือขาเข้าไปยังขาออก) ซึ่งเมื่อเราทำจนครบทุกสนามบิน เราจะได้กราฟของสายการบิน

วิถีแฮมิลตัน (Hamiltonian Path) คือวิถี $x_1\ x_2, \ldots, x_{n+1}, x_n$ (หรือทางเดินจากจุด x_0 ไปยัง x_1 x_1 ไปยัง x_2, ..., และ x_{n-1} ไปยัง x_n ตามลำดับ) สำหรับทุก x_k ใน V ของกราฟ G โดยทุกจุดในวิถีที่ติดกันต้องมีเส้นเชื่อมและทุกจุดในวิถีต้องไม่ใช่จุดเดียวกัน จะเห็นว่าปัญหาการหาระยะเวลาน้อยที่สุดในการเดินทางนี้มีความคล้ายคลึงกับการหาวิถีแฮมิลตัน แต่เนื่องจากปัญหาที่กำหนดนั้นต้องหาเส้นทางที่ใช้เวลาน้อยที่สุด ดังนั้นจึงต้องใช้การหาค่าที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ไขปัญหาโดยเราจะเลือกใช้วิธีกำหนดการเชิงจำนวนเต็ม

(Integer programming) ซึ่งเป็นระเบียบวิธีการค่าต่ำสุด (หรือสูงที่สุด) ตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยตัวแปรที่กำหนด(ทั้งหมดหรือบางตัว) จะเป็นจำนวนเต็มบวก ซึ่งหากพิจารณาปัญหาการเดินทางที่สร้างขึ้นจะเห็นว่าตัวแปรที่ต้องการหาจะเป็นการเลือกจุดยอดที่จะสร้างเป็นวิถีการเดินทางดังนั้นค่าจะเป็นไปได้จะเป็น 0 (ไม่ใช้จุด) หรือ 1 (ใช้จุดยอดนั้น) เท่านั้น โดยที่เป้าหมายที่กำหนดคือระยะเวลาในการเดินทาง และเงื่อนไขจะเป็นการเลือกใช้เฉพาะเส้นทางที่เป็นไปได้ในกราฟและต้องไปทุก ๆ จังหวัด เป็นต้น

วัตถุประสงค์

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการในการเดินทางโดยเครื่องบินไปจังหวัดที่มีสนามบินทั่วทั้งในประเทศไทยโดยใช้เวลาน้อยที่สุดในการเดินทาง

ขอบเขตของโครงงาน

1. สนใจเฉพาะเส้นทางการเดินทางโดยเครื่องบินของสายการบินนกแอร์ , แอร์เอเชีย และไทยไลอ้อนแอร์ระหว่างวันที่ 18-24 ตุลาคม 2563
2. สนใจเฉพาะเส้นทางการเดินทางเฉพาะเวลาที่มีการบินทุกวัน

วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาปัญหาและกำหนดหัวข้อที่จะศึกษา
2. เก็บข้อมูลสายการบินทั้ง3สายของเที่ยวบินระหว่างวันที่ 18-24 ตุลาคม 2563
3. เขียนโปรแกรม Spyder (Python 3.8)
4. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม
5. สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม

วิธีดำเนินงาน	สิงหาคม 2563 - เมษายน 2564								
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	ม.ค.	เม.ย.
1.ศึกษาปัญหาและกำหนดหัวข้อที่จะศึกษา									
2.เก็บข้อมูลสายการบินทั้ง 3สายของเที่ยวบินระหว่างวันที่18-24ตุลาคม 2563									
3.เขียนโปรแกรม Spyder (Python 3.8)									
4.ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม									
5.สรุปผลและจัดทำรูปเล่ม									

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้โปรแกรมที่สามารถหาเวลาที่น้อยที่สุดในการเดินทางไปจังหวัดต่าง ๆ ที่มีสนามบินทั่วประเทศ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

1. Macbook pro 13
2. โปรแกรม Microsoft Excel
3. โปรแกรม Microsoft Word
4. โปรแกรม Spyder (Python 3.8)

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัททัวร์ เมก้า ครูซซิ่ง จำกัด. ตารางบินภายในประเทศ สายการบินนกแอร์ [ออนไลน์]. 2563. แหล่งที่มา : https://www.etravelway.com/schedule_nokair_th.asp [15 กันยายน 2563]

[2] บริษัททัวร์ เมก้า ครูซซิ่ง จำกัด. ตารางบินภายในประเทศ สายการบินแอร์เอเชีย [ออนไลน์]. 2563. แหล่งที่มา : https://www.etravelway.com/schedule_airasia_th.asp [15 กันยายน 2563]

[3] บริษัททัวร์ เมก้า ครูซซิ่ง จำกัด. ตารางบินภายในประเทศ สายการบินไทยไลอ้อนแอร์ [ออนไลน์]. 2563. แหล่งที่มา: https://www.etravelway.com/schedule_lionair_th.asp [15 กันยายน 2563]

ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งาน

ประวัติผู้เขียน

นายพชร ลีลายุทธ์โท

รหัสประจำตัวนิสิต 6033527623

ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย