

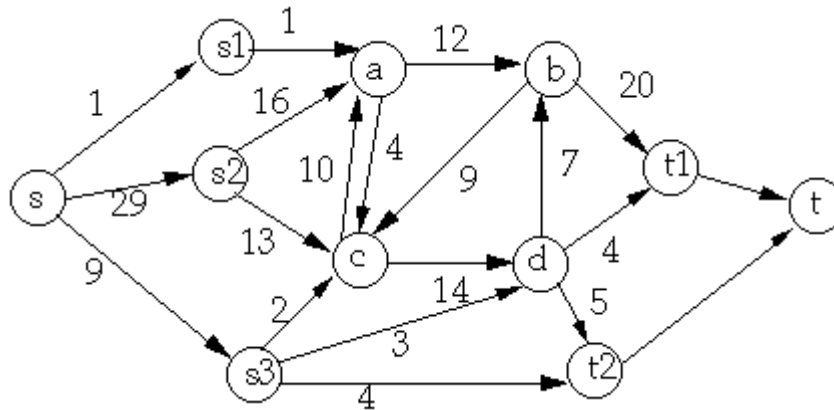
บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยการสร้างกราฟพระบุน้ำหนักและการหาเส้นทางที่เหมาะสมเพื่อส่งเสริมการเดินทางด้วยจักรยานในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ได้ทำการศึกษาและวางแผนการค้นคว้าข้อมูลอย่างกว้างขวางที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกราฟพระบุน้ำหนักของเส้นทางต่าง ๆ และการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด ทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งในขณะนี้มีการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานดังต่อไปนี้

2.1 การหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและยาวที่สุด (ชั้นวิจัย, 2558)

Network คือ weighted diagraph ที่มีจุดหนึ่งเป็น (s) source และมีจุดหนึ่งเป็น sink (t) เราต้องการ diagraph จาก s ไป t ที่สั้นที่สุด หรือยาวที่สุด



Shortest Path Algorithm

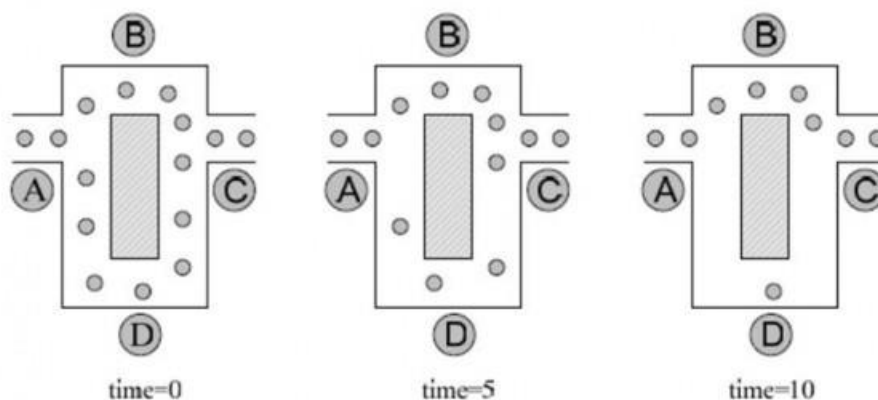
1. ให้ $s = \text{source}$ assign $D(s) = 0$ เมื่อ D แทนค่าระยะทางที่กำหนดไว้ให้กับจุด v ซึ่งค่าดังกล่าวจะเป็นระยะทางที่สั้นที่สุดจากจุด s ไปยังจุด v , mark s
2. พิจารณาจุด $x_i \in N^+(s) = \{x_i : (s, x_i) \in E\}$
assign $D(x_i) = W(s, x_i)$
3. เลือก x_i ที่มี $D(x_i)$ น้อยที่สุด, mark x_i
4. พิจารณา $y_j \in N^+(x_i)$
 - ถ้า y_j ยังไม่ถูก assign ให้ assign $D(y_j) = D(x_i) + W(x_i, y_j)$
 - ถ้า y_j ยังไม่ถูก assign ค่าไปแล้ว ให้ update ด้วยค่าที่น้อยที่สุด
5. เลือกจุด z ที่ยังไม่ถูก mark ที่มีค่า $D(z)$ น้อยที่สุด, mark z
6. ทำซ้ำข้อ 4, 5 จนกว่าจะได้ $D(T)$
7. ลบค่า D ย้อนกลับตามเส้นทางเพื่อหา optimal path

Longest Path Algorithm

1. ให้ $s = \text{source}$ assign $D(s) = 0$, mark s และให้ $V = \{s\}$
2. พิจารณาจุดที่มีเส้นมาได้จากจุดใน V เท่านั้น ให้เป็น x_1, x_2, \dots, x_i
assign $D(x_i) = W(s, x_i)$ ให้ $V = V \cup \{x_1, x_2, \dots, x_i\}$, mark จุดทุกจุดใน V
3. พิจารณาจุดที่มีเส้นมาได้จากจุดใน V เท่านั้น ให้เป็น y_1, y_2, \dots, y_{i_2}
assign ค่าให้ y_j ถ้าทำได้หลายวิธี ให้เลือกค่าที่มากที่สุดของ $D(y_j) = D(x_i) + W(x_i, y_j)$
4. ให้ $V = V \cup \{y_1, y_2, \dots, y_{i_2}\}$, mark จุดทุกจุดใน V
5. ทำซ้ำข้อ 3 จนกว่าจะได้ $D(T)$ เมื่อ T เป็น sink

2.2 ระบบมด (Ant System) (โยชะนัง, 2010)

อัลกอริทึมของระบบมด (Ant Colony Algorithm) เป็นอัลกอริทึมที่จำลองหรือได้แนวคิดมาจากการเดินทางอาหารของมด เพื่อใช้ในการหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (ส่วนใหญ่ประยุกต์ใช้ในระบบแผนที่) โดยการเดินทางอาหารของมดจะอาศัยสารเคมีที่เรียกว่าฟีโรโมน (Pheromone) ที่มดแต่ละตัวก่อนหน้าปล่อยลงบนพื้นและเมื่อมดตัวหลังเดินตามมาก็จะปรับปรุงฟีโรโมนลงไปบนพื้นอีก ซึ่งเหตุนี้เองฟีโรโมนจึงเป็นข้อมูลที่สำคัญในการหาเส้นทางจากแหล่งอาหารกลับไปยังรัง ซึ่งอธิบายพฤติกรรมของมดโดยใช้ข้อมูลเรื่องปริมาณของฟีโรโมนในการหาเส้นทางเดินจากรังไปยังแหล่งอาหาร



รูปภาพแสดงวิธีการเดินของมด

จุดเด่นของระบบมด ก็คือ เป็นขั้นตอนวิธีที่สามารถหาผลเฉลยได้มากกว่า 1 คำตอบ ทำให้ได้เส้นทางที่หลากหลาย เมื่อเส้นทางที่เหมาะสมที่สุดเกิดมีปัญหาก็ เช่น เนื่องจากเส้นทางขำรุด หรือการจราจรหนาแน่น จะสามารถรู้ว่าเส้นทางที่เหมาะสมเส้นรองต่อไปคือเส้นทางใด โดยที่ไม่ต้องทำการคำนวณหาอีกครั้ง

2.3 เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร (กระทรวงมหาดไทย, 2558)

เขตปทุมวัน เป็น 1 ใน 50 เขตการปกครองของกรุงเทพมหานคร อยู่ในกลุ่มเขตกรุงเทพใต้ ซึ่งถือเป็นเขตศูนย์กลางธุรกิจ การค้า การบริการ การพยาบาล วัฒนธรรม การศึกษา และการทูต เป็นเขตหนึ่งที่มีที่ตั้งอยู่บริเวณใจกลางที่สุดของกรุงเทพมหานครและที่มีการคมนาคมหลากหลายช่องทาง

ที่ตั้งและอาณาเขต

ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของฝั่งพระนคร มีอาณาเขตติดต่อกับเขตต่าง ๆ เรียงตามเข็มนาฬิกาดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อกับเขตดุสิตและเขตราชเทวี มีคลองมหานาคและคลองแสนแสบเป็นเส้นแบ่งเขต
- ทิศตะวันออก ติดต่อกับเขตวัฒนาและเขตคลองเตย มีแนวทางรถไฟสายชองนนทบุรีเป็นเส้นแบ่งเขต
- ทิศใต้ ติดต่อกับเขตสาทรและเขตบางรัก มีถนนพระรามที่ 4 พากใต้ เป็นเส้นแบ่งเขต
- ทิศตะวันตก ติดต่อกับเขตป้อมปราบศัตรูพ่าย มีคลองผดุงกรุงเกษมเป็นเส้นแบ่งเขต

ที่มาของชื่อเขต

ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว พระองค์ได้เสด็จทอดพระเนตรบริเวณคลองแสนแสบ ซึ่งในขณะนั้นยังมีสภาพเป็นท้องนาขานเมือง มีบัวพันธุ์ไทยขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก จึงโปรดฯ ให้สร้างสระบัว 2 สระ และพระตำหนักสำหรับเป็นที่ประทับพักผ่อนซึ่งในปัจจุบันเป็นวังสระปทุม(วังที่ประทับของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี) และต่อมาได้โปรดฯ ให้สร้างวัดปทุมวนาราม (แปลว่า *วัดบัวบัว*) ขึ้นเป็นพระอารามหลวง บริเวณดังกล่าวจึงมีชื่อเรียกว่า *ปทุมวัน*

ประวัติศาสตร์

อำเภอปทุมวัน ได้รับการจัดตั้งขึ้นตามประกาศกระทรวงนครบาลเมื่อปี พ.ศ. 2457 โดยใช้ที่ว่าการอำเภอสามแยก (ต่อมาถูกรวมกับอำเภอสัมพันธวงศ์) เป็นที่ทำการในชั้นแรก จากนั้นจึงย้ายมาตั้งอยู่ที่สี่แยกปทุมวัน และได้ย้ายมาอยู่ที่ตั้งปัจจุบันในซอยจุฬาลงกรณ์ 5 ถนนพระรามที่ 4 ในปีพ.ศ. 2506

ในปี พ.ศ. 2515 ได้มีประกาศคณะปฏิวัติจัดตั้งกรุงเทพมหานครขึ้นแทนที่นครหลวงกรุงเทพธนบุรี ซึ่งเกิดจากการรวมกันของจังหวัดพระนครและจังหวัดธนบุรี อำเภอปทุมวันจึงได้รับการเปลี่ยนแปลงฐานะเป็น เขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ส่วนตำบลต่าง ๆ ในท้องที่ก็มีฐานะเป็นแขวง

การแบ่งเขตการปกครอง

เขตปทุมวันแบ่งหน่วยการปกครองย่อยออกเป็น 4 แขวง (khwaeng) ได้แก่

1. รongเมือง (Rong Mueang)
2. วังใหม่ (Wang Mai)
3. ปทุมวัน (Pathum Wan)

4. ลุมพินี (Lumphini)

การคมนาคม

ถนนสายหลักในพื้นที่เขตได้แก่ ถนนพระรามที่ 1 (ต่อเนื่องเป็นถนนเพลินจิตและถนนสุขุมวิท) ตัดผ่านพื้นที่เขตในแนวถนนทางทิศเหนือ ถนนพระรามที่ 4 เป็นเส้นแบ่งเขตการปกครองทางทิศใต้ โดยถนนที่เชื่อมระหว่างถนนทั้ง 2 สายนี้ ได้แก่ ถนนรองเมือง ถนนจากรูเมือง (ต่อเนื่องเป็นถนนพระรามที่ 6) ถนนบรรทัดทอง ถนนพญาไท ถนนอังรีดูนังต์ และถนนราชดำริ นอกจากนี้ก็ยังมีถนนหลังสวน ถนนวิฑู ถนนสารสิน ถนนจรัลเมือง ถนนเจริญเมือง และทางพิเศษเฉลิมมหานคร

หัวลำโพง ตั้งอยู่ในแขวงรองเมือง เป็นสถานีรถไฟกลางของกรุงเทพมหานคร รถไฟจะออกจากสถานีนี้ไปสู่จุดหมายปลายทางทั่วประเทศ

ในระบบขนส่งมวลชน เขตปทุมวันมีรถไฟฟ้าใต้ดิน พร้อมด้วยสถานีหัวลำโพง สถานีสามย่าน สถานีสีลม และสถานีลุมพินี ตั้งอยู่ริมแนวเขตทางทิศใต้ ส่วนรถไฟฟ้าบีทีเอสก็มีสถานีสยามซึ่งเป็นสถานีหลักอยู่ในเขตนี้ เป็นจุดเชื่อมต่อสายสีลมกับสายสุขุมวิท สถานีรถไฟฟ้าอื่น ๆ ในพื้นที่เขต ได้แก่ สถานีสนามกีฬาแห่งชาติ สถานีราชดำริ (สายสีลม) สถานีชิดลม และสถานีเพลินจิต (สายสุขุมวิท)

การสัญจรทางน้ำก็ยังมีอยู่ คือ เรือด่วนที่บริการในคลองแสนแสบ ซึ่งเป็นคลองแบ่งเขตปกครองแคบ ๆ ทางทิศเหนือ

สถานที่สำคัญ

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งอยู่ใจกลางเขตปทุมวัน
- หอประชุมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งอยู่ในเขตปทุมวัน
- สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอสสยาม เป็นสถานีเชื่อมต่อของรถไฟฟ้าบีทีเอสสายสุขุมวิทกับสายสีลม ตั้งอยู่ในเขตปทุมวัน

สถานศึกษาระดับอุดมศึกษา

- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - พิพิธภัณฑ์กุมารศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - พิพิธภัณฑ์เทคโนโลยีทางภาพ
 - พิพิธภัณฑสถานธรรมชาติวิทยาแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - พิพิธภัณฑ์วาทวิทยาวัชฌณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - พิพิธภัณฑ์อัญมณีและเครื่องประดับไทย
 - พิพิธภัณฑ์สมุนไพรร
 - เรือนไทยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 - หอประวัติจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- หอศิลป์จามจุรี
- หอประชุมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตอุเทนถวาย
- สถาบันเทคโนโลยีปทุมวัน

สถานศึกษาระดับมัธยมศึกษา

- โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
- โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายประถมและมัธยม
- โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน
- โรงเรียนวัดปทุมวนาราม
- โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย

สถานที่สำคัญทางราชการ

- สภากาชาดไทย
 - โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ สภากาชาดไทย
 - พิพิธภัณฑสถานกาชาดไทย
 - สวนงู สภากาชาดไทย
- สำนักงานตำรวจแห่งชาติ
 - โรงพยาบาลตำรวจ
 - วิทยาลัยพยาบาลตำรวจ

สถานที่สำคัญทางพระพุทธศาสนา

- วัดปทุมวนารามราชวรวิหาร
- วัดบรมนิवासราชวรวิหาร
- วัดชัยมงคล (วัดช่างแสง)
- วัดสระบัว
- วัดดวงแข

ศาลเทพเจ้าทางศาสนาฮินดู

- ศาลพระตรีมูรติ
- ศาลท้าวมหาพรหม เอรಾವดี
- ศาลพระนารายณ์ทรงสุบรรณ

- ศาลพระพิฆเนศวร
- ศาลพระลักษมี
- ศาลพระอินทร์ (ท้าวมรินทร์เทวาริราช)

การเดินทางและสถานที่เชื่อมต่อ

- สถานีรถไฟฟ้าบีทีเอส
 - สถานีสยาม
 - สถานีชิดลม
 - สถานีราชดำริ
 - สถานีเพลินจิต
 - สถานีสนามกีฬาแห่งชาติ
- สถานีรถไฟฟ้ามหานคร
 - สถานีหัวลำโพง
 - สถานีสามย่าน
 - สถานีสีลม
 - สถานีลุมพินี
- สถานีรถไฟหัวลำโพง
- ท่าเรือชิงสะพานเฉลิมโลก

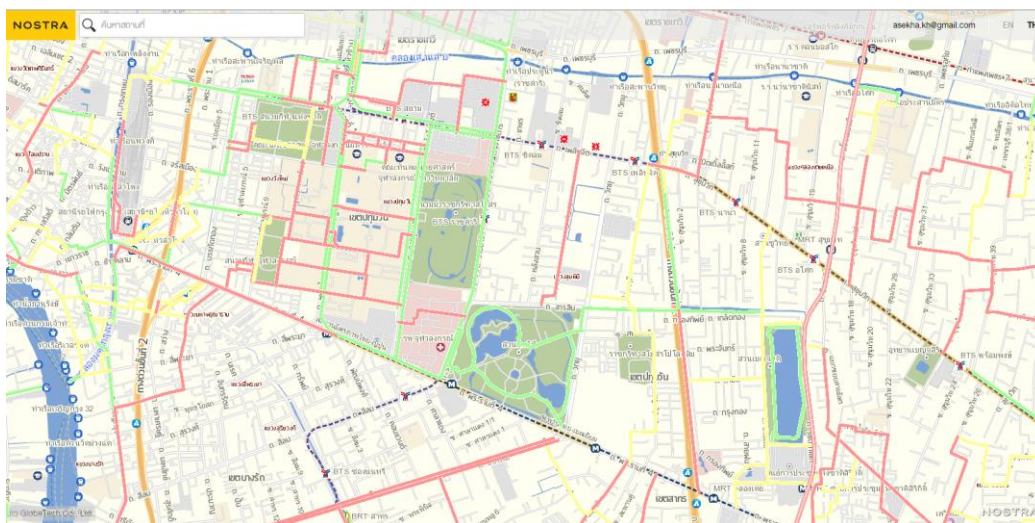
สนามกีฬาและสวนสาธารณะใจกลางกรุงเทพมหานคร

- ราชมกรีฑาสโมสร
- สวนลุมพินี
- พระบรมราชานุสาวรีย์ พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 6
- สนามศุภชลาศัยกรีฑาสถานแห่งชาติ
- สวนปทุมวนานุรักษ์

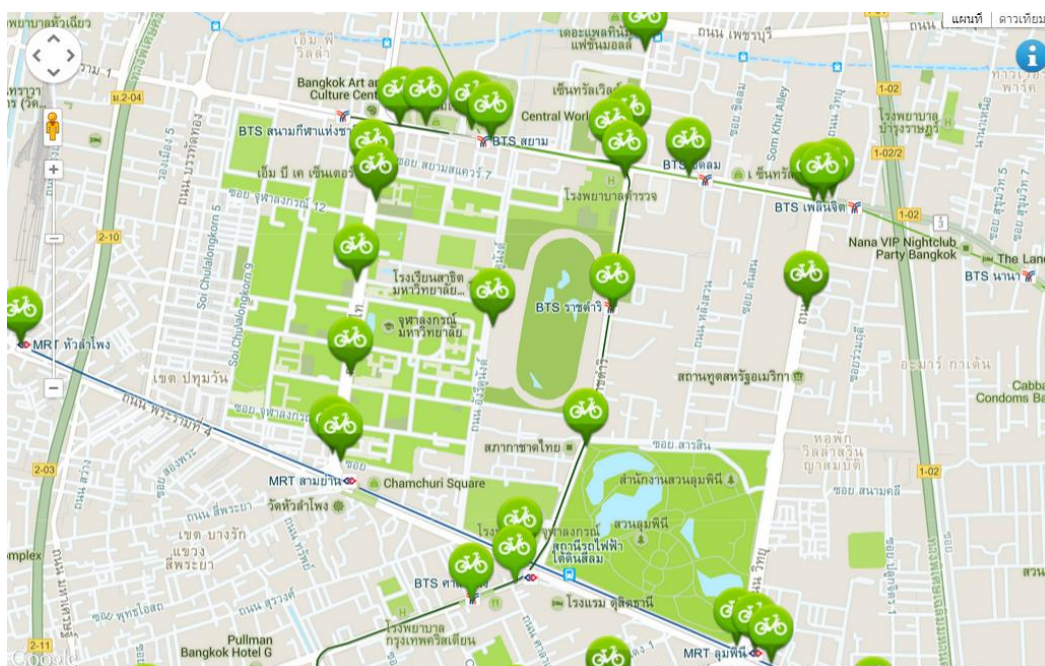
สถานที่สำคัญทางวัฒนธรรม

- บริการสารนิเทศเฉพาะสาขา ชนเผ่าไท-กะได
- พิพิธภัณฑ์บ้านจิม ทอมป์สัน
- พิพิธภัณฑ์โรงเรียนมาแตร์เดอีวิทยาลัย
- พิพิธภัณฑ์สมเด็จพระพันวัสสาอัยยิกาเจ้า
- หอศิลป์วัฒนธรรมแห่งกรุงเทพมหานคร

เส้นทางจักรยานในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร



จุดยืมคืนจักรยาน สถานีปั่นปั่น



นอกจากนี้ทีมวิจัยยังวางแผนค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อให้โครงการวิจัยการสร้างกราฟระบุ
น้ำหนักของเส้นทางจักรยานในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร และหาเส้นทางที่เหมาะสมที่สุด
(Creating Weighted Graphs of Bicycle Routes in Pathum Wan District Bangkok and Finding
the Best Path in This Graphs) สำเร็จลุล่วงได้ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

2.4 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการตามโครงการวิจัยการสร้างกราฟระบุน้ำหนักของเส้นทางจักรยานในเขตปทุมวัน กรุงเทพมหานคร ได้ทบทวนวรรณกรรมและสารสนเทศ ที่เกี่ยวข้องและใกล้เคียงให้ได้มากเพียงพอในการดำเนินการวิจัยในโครงการวิจัยนี้

(โยชะนัง, 2010) ระบบค้นหาเส้นทางหลักที่สั้นที่สุดและเส้นทางรองโดยใช้ขั้นตอนวิธีระบบมด ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิธีระบบมด (Ant Colony Algorithm) มาปรับปรุงและประยุกต์ใช้เพื่อพัฒนา “ระบบค้นหาเส้นทางหลักที่สั้นที่สุดและเส้นทางรอง” ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกเส้นทางในการเดินทาง โดยเส้นทางที่เหมาะสมกับสภาพปัจจุบัน ถึงแม้ว่าเส้นทางนั้นจะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด แต่ไม่ได้หมายความว่า จะเป็นเส้นทางที่ดีเสมอไป ซึ่งระบบสามารถค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดและเส้นทางรอง ระบุระยะทางเฉลี่ยจากต้นทางไปยังปลายทาง พร้อมทั้งแสดงเส้นทางนั้นลงบนแผนที่ จึงเป็นการช่วยประหยัดเวลาในการเดินทาง ค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัดได้อีกทางหนึ่งด้วย

(อุตถกฤษฎ, 2555) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบประมวลเส้นทางที่ดีที่สุดโดยใช้เทคนิคฮิวริสติกส์แบบ Greedy best-first search กรณีมีข้อจำกัดด้านเวลา กรณีศึกษา บริษัท ยูเซ็น โลจิสติกส์ (ประเทศไทย) จำกัด โดยรูปแบบที่พัฒนาขึ้นมาจะมีส่วนช่วยการตัดสินใจในการเลือกลำดับเส้นทางในการขนส่งสินค้า โดยคำนึงถึงเส้นทางที่ใช้ระยะทางที่สั้นที่สุด ซึ่งลักษณะงานของรูปแบบงานเดิมนั้นอยู่ในรูปแบบของการใช้เอกสารในองค์กร และใช้คนทำการตัดสินใจเลือกเส้นทาง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ สามารถช่วยในการตัดสินใจเลือกเส้นทางโดยใช้เทคนิค Greedy best-first search นอกจากนี้ยังได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบ 2 ด้าน ได้แก่ การประเมินประสิทธิภาพของรูปแบบพบว่า รูปแบบที่พัฒนาขึ้นมาสามารถทำงานได้ดีกว่าการทำงานในลักษณะเดิมถึงร้อยละ 28.54 และการประเมินด้านความพึงพอใจของผู้เชี่ยวชาญมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.08 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.60 ในส่วนความพึงพอใจของผู้ใช้ทั่วไปมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.02 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.52 สามารถ สรุปได้ว่ารูปแบบ สามารถทำงานได้ดีกว่ารูปแบบเดิม และผู้ใช้มีความพึงพอใจอยู่ในระดับดี

(สดสี, 2551) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำวิธีระบบมด(Ant system algorithm) มาเปรียบเทียบกับ Dijkstra's algorithm ว่าวิธีระบบทำงานใดมีความเหมาะสมที่สามารถนำมาใช้ในการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมในสภาพปัจจุบันได้ ซึ่งแนวคิดได้ถูกนำมาใช้ในการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมในสภาพปัจจุบันถึงแม้ว่าเส้นทางนั้นจะเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดก็ตามแต่ไม่ได้หมายถึงว่าจะเป็นเส้นทางที่ดีได้เสมอไป ซึ่งการเปรียบเทียบได้จำลองสถานการณ์ของเส้นทางเป็นในรูปแบบของกราฟแบบไม่มีทิศทาง (Undirected graph) ซึ่งจุดเชื่อม(Vertexes) จะมีน้ำหนัก(Weighted graph) ด้วย ซึ่งมีค่าเป็นบวกเสมอ โดยจำลองสถานการณ์กราฟจำนวน 20 แบบ โดยแต่ละแบบถูกจำลองมาจากสภาพถนนและลักษณะกราฟต่าง ๆ โดยจุดจะหมายถึงสถานที่สำคัญหรือทางแยก ซึ่งการเปรียบเทียบการประเมินคุณภาพโดยดูจากการหาผลเฉลยของคำตอบระหว่างวิธีระบบมดกับ Dijkstra's algorithm โดยดูจากการทดลองจากกราฟจำนวน 20 แบบ ว่าวิธีแต่ละวิธีให้ผลเฉลยการค้นหาเส้นทางแบบใดบ้าง จากการทดลองสรุปได้ว่า

Dijkstra's algorithm ให้ผลเฉลยการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดเพียงเส้นทางเดียว ซึ่งเส้นทางที่ค้นหาได้เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุดเท่านั้น ส่วนวิธีระบบมดมีการค้นหาให้ผลเฉลยการค้นหาเส้นทางที่หลากหลายซึ่งให้ผลเฉลยได้เส้นทางที่เหมาะสมที่สุดและได้ผลเฉลยที่เป็นเส้นทางรองด้วย

(วินยาค์กุล, 2557) งานวิจัยการประยุกต์ตัวแบบปัญหาการเดินทางของเซลล์แมน กรณีศึกษาการจัดเส้นทางรถรางนำเที่ยวของเทศบาลนครเชียงราย พบว่า เส้นทางที่ได้จากการวิจัยสามารถลดระยะทางรวมลงได้ 550 เมตร จากระยะทางรวมเดิมที่รถรางนำเที่ยวของเทศบาลนครเชียงรายใช้วิ่งอยู่ ดังนั้นเส้นทางที่ได้จึงเป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด แต่ถ้าสังเกตดูแล้ว จะเห็นว่าลำดับของการเดินทางยังคงเป็นลำดับเดิม ที่ทางเทศบาลนครเชียงรายกำหนดขึ้น ดังนั้นการจัดลำดับของการเดินทางที่ทางเทศบาลนครเชียงรายได้จัดขึ้น จึงเป็นลำดับของการเดินทางที่ดีที่สุดแล้ว เพียงแต่การเลือกเส้นทางที่จะเดินทางจากจุดท่องเที่ยวหนึ่ง ไปยังอีกจุดท่องเที่ยวหนึ่ง ยังไม่เป็นเส้นทางที่สั้นที่สุด การนำเอาโปรแกรมเชิงเส้น เข้ามาช่วยหาคำตอบ ในการหาเส้นทางระหว่างจุดท่องเที่ยว จึงทำให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับการเดินทางระหว่างจุดท่องเที่ยวออกมา เป็นผลให้เกิดเส้นทางใหม่ ถึงแม้ลำดับการเดินทางจะยังคงเป็นลำดับเดิมก็ตาม ส่วนวิธีเปรียบเทียบการประหยัดเป็นการจัดเส้นทางโดยใช้ค่าประมาณเท่านั้น ดังนั้นคำตอบที่ได้จากวิธีเปรียบเทียบการประหยัดจึงเป็นคำตอบที่ดีพอใช้ แต่ยังไม่ดีที่สุด จากผลการวิจัยที่ได้กล่าวมา คำตอบของโปรแกรมเชิงเส้นสามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดได้ ทำให้ได้เส้นทางที่สั้นที่สุดสำหรับรถรางนำเที่ยวของเทศบาลนครเชียงราย

สรุปว่านอกจากการสร้างกราฟระบุน้ำหนักที่มีวิธีการชัดเจนตามกระบวนการทางคณิตศาสตร์แล้ว ประเด็นปัญหาที่เราต้องคิดและเลือกก็คือ วิธีการหาเส้นทางที่ดีที่สุด โดยปัจจุบันวิธีการที่ได้รับความนิยมมากที่สุดก็คือ ตัวแบบปัญหาการเดินทางของเซลล์แมน วิธีระบบมด(Ant system algorithm) และ Dijkstra's algorithm ซึ่งเป็นรูปแบบที่เราจะทำการเปรียบเทียบเพื่อเลือกใช้ในโครงการวิจัยนี้ได้อย่างเหมาะสม