

รายงานข้อเสนอโครงการทางวิศวกรรม (ข้ามสาขาวิชา)

(Senior Project XD: Proposal Report)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(Faculty of Engineering, Chulalongkorn University)

รหัสโครงการ (Project ID) : SP 7

ชื่อโครงการ (Project Name)

(ภาษาไทย : Thai) วิธีการหาจุดติดขัดจากการวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรขนาดใหญ่ในประเทศไทย

(ภาษาอังกฤษ : English) Study on Bottleneck Identification methodology from Traffic Big Data in Thailand

รายชื่อสมาชิกกลุ่ม (List of Students) :

รหัสนิสิต (Student ID)	ชื่อ – สกุล (First Name-Last Name)	ลายมือชื่อ (Signature)
1. 6430198121	นายณฤเดช คล้ายแก้ว	(..... <u>ณฤเดช คล้ายแก้ว</u> .....)
2. 6430153921	นายธนภพ วงศ์น้อย	(..... <u>ธนภพ วงศ์น้อย</u> .....)
3. 6431139321	นายวรรณรัช บำบำเนตร	(..... <u>วรรณรัช บำบำเนตร</u> .....)

รายชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ (Advisors)

ตำแหน่งทางวิชาการ / ชื่อ-นามสกุล (Academic Position / First Name – Last Name)

- |                        |                                    |
|------------------------|------------------------------------|
| 1. รศ.ดร.สรวิศ นฤปิต   | (..... <u>สรวิศ นฤปิต</u> .....)   |
| 2. ผศ.ดร.กรวิก ตันเกษร | (..... <u>กรวิก ตันเกษร</u> .....) |

## 1. หลักการและเหตุผล / ที่มาและความสำคัญของปัญหา (Background and Significance of the Study)

การจราจรติดขัดเป็นปัญหาเรื้อรังในเขตเมืองของประเทศไทย โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นเมืองที่มีความหนาแน่นของประชากรสูง การจราจรติดขัดส่งผลเสียต่อคุณภาพชีวิตของประชาชน ทั้งในด้านเวลาเดินทางที่สูญเสียบ้าง การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นจากการหยุดนิ่งของรถยนต์ และผลกระทบต่อเศรษฐกิจที่เกิดจากค่าใช้จ่ายเชื้อเพลิงและความล่าช้า

ปัญหานี้เกิดจากปัจจัยหลายด้าน เช่น การขยายตัวของเมืองที่รวดเร็ว โครงสร้างพื้นฐานที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการ และพฤติกรรมการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลที่เพิ่มขึ้น การหาจุดติดขัดของจราจร (Traffic Bottleneck) ถือเป็นขั้นตอนสำคัญในการเข้าใจรูปแบบการจราจร และเป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนากลยุทธ์การจัดการจราจรในอนาคต

โครงการนี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลการจราจรขนาดใหญ่ (Big Data) เช่น Probe Data ซึ่งรวบรวมความเร็ว ตำแหน่ง และเวลาเคลื่อนที่ของรถยนต์ เพื่อนำมาวิเคราะห์และระบุจุดติดขัดในโครงข่ายการจราจรของประเทศไทย

## 2. วัตถุประสงค์ของโครงการ (Objective of the Study)

- ศึกษาและพัฒนาวิธีการระบุจุดติดขัดในโครงข่ายจราจรในกรุงเทพ โดยใช้ข้อมูล Probe Data เช่น ความเร็วเฉลี่ย ตำแหน่ง ระยะเวลาที่รถหยุดนิ่ง เพื่อกำหนดเกณฑ์ที่เหมาะสมสำหรับการระบุจุดติดขัดในบริบทของกรุงเทพมหานคร

### 3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Related Theories and Research Papers)

#### ดัชนีประสิทธิภาพการจราจร (Traffic Performance Index - TPI) (ทางตรง)

TPI เป็นตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินระดับความหนาแน่นของการจราจรในพื้นที่เมือง โดยคำนวณจากอัตราส่วนระหว่างความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะ ( $v_a$ ) กับความเร็วในสภาวะการจราจรที่ไหลลื่น ( $v_f$ )

#### การคำนวณ TPI

$$TPI = \frac{v_a}{v_f}$$

- $v_a$  : ความเร็วเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะในช่วงเวลาที่กำหนด
- $v_f$  : ความเร็วในสภาวะการจราจรที่ไหลลื่น (Free Flow Speed) ซึ่งสามารถหาได้ 2 วิธี ดังนี้
  1. ความเร็วเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะในช่วงเวลาที่มีการจราจรเบาบาง เช่น ในช่วง 22:00-04:00
  2. เปอร์เซนไทล์ที่ 85 ของความเร็วของกลุ่มตัวอย่างยานพาหนะในช่วงเวลาที่มีการจราจรเบาบาง เช่น ในช่วง 22:00-04:00<sup>[5][6]</sup> (Finkelstein, 2016) (Forbes et al., 2012)

#### การตีความค่า TPI<sup>[2]</sup>

(Wei et al., 2022)

- $TPI > 0.83$  : การจราจรลื่นไหล
- $TPI$  ระหว่าง 0.67–0.83 : การจราจรค่อนข้างลื่นไหล
- $TPI$  ระหว่าง 0.48–0.67 : การจราจรติดขัดปานกลาง
- $TPI < 0.48$  : การจราจรติดขัดอย่างรุนแรง

## Bayesian Inference (จุดเลี้ยว)<sup>[6]</sup>

(Hayes, 2024)

Bayesian Inference เป็นความสัมพันธ์ระหว่างจุดเลี้ยว (เช่น การติดขัดที่จุดหนึ่งส่งผลต่อจุดอื่น) ถูกแทนด้วยค่าน้ำหนัก ของความสัมพันธ์

### ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์

- ความเร็วเฉลี่ย ( $v_a$ ) ความเร็วในสภาวะการจราจรที่ไหลลื่น (Free Flow Speed) ( $v_f$ ) เพื่อนำมาหา TPI
- เวลาเริ่มต้นและสิ้นสุดของการติดขัด ( $T_{start}, T_{end}$ )
- ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข:  $P(C_j|C_i)$

ความน่าจะเป็นที่จุด j เกิดการติดขัด หากจุด i ติดขัด

### สมการพื้นฐานของ Bayesian Inference

$$P(C_j|C_i) = \frac{P(C_j|C_i)P(C_j)}{P(C_i)}$$

โดย:

- $P(C_j|C_i)$  : ความน่าจะเป็นที่จุด j ติดขัดเมื่อจุด i ติดขัด (สิ่งที่ต้องการหา)
- $P(C_i|C_j)$ : ความน่าจะเป็นที่จุด i ติดขัดเมื่อจุด j ติดขัด (สิ่งที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล)
- $P(C_j)$ : ความน่าจะเป็นที่จุด j ติดขัดโดยทั่วไป
- $P(C_i)$ : ความน่าจะเป็นที่จุด i ติดขัดโดยทั่วไป

ซึ่งจุดที่มีค่าความน่าจะเป็นสูง จะมีผลกระทบต่อการติดขัดในจุดปลายทางอย่างชัดเจน

ตัวอย่างการใช้ Bayesian Inference

Timestamp	ถนน $i$ (สถานะ)	ถนน $j$ (สถานะ)
08:00	ติดขัด	ติดขัด
08:05	ไม่ติดขัด	ติดขัด
08:10	ติดขัด	ติดขัด
08:15	ติดขัด	ไม่ติดขัด
08:20	ไม่ติดขัด	ไม่ติดขัด

สถานะของรถ ติดขัด / ไม่ติดขัด มาจากค่า TPI ของช่วงเวลานั้นๆ

โดย

$$P(C_i|C_j) = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ } i \text{ ติดขัดเมื่อ } j \text{ ติดขัด}}{\text{จำนวนครั้งที่ } j \text{ ติดขัด}} = \frac{2}{3} = 0.67$$

$$P(C_i) = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ } i \text{ ติดขัด}}{\text{จำนวนครั้งทั้งหมด}} = \frac{3}{5} = 0.6 \quad (08:00, 08:10, 08:15)$$

$$P(C_j) = \frac{\text{จำนวนครั้งที่ } j \text{ ติดขัด}}{\text{จำนวนครั้งทั้งหมด}} = \frac{3}{5} = 0.6 \quad (08:00, 08:05, 08:10)$$

$$P(C_j|C_i) = \frac{0.67 \times 0.6}{0.6} = 0.67$$

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าหากถนน  $i$  ติดขัด ถนน  $j$  จะติดขัดถึง 67%

ทฤษฎีการเปลี่ยนค่า Latitude Longitude เป็น พิกัดระบบ UTM<sup>[7]</sup>

(Manchuk, 2009)

เนื่องจากการหาค่าระยะห่างระหว่างจุดไม่สามารถหาได้จากค่า Latitude และ Longitude ได้โดยตรง เพราะเป็นค่าพิกัดแบบมุม จึงต้องแปลงเป็นระบบพิกัด UTM เป็นระบบพิกัดของโลกที่ถูกทำการ Projection แล้ว เพื่อจะได้ทำการหาความห่างระหว่างจุดได้แม่นยำมากขึ้น โดยที่จะใช้สมการดังนี้ในการแปลงพิกัด

$$x = k_0 N \left[ A + (1 - T + C) \frac{A^3}{6} + (5 - 18T + T^2 + 72C - 58e'^2) \frac{A^5}{120} \right]$$

$$y = k_0 \left[ M - M_0 + N \tan \phi \left[ \frac{A^2}{2} + (5 - T + 9C + 4C^2) \frac{A^4}{24} + \left( (61 - 58T + T^2 + 600C - 300e'^2) \frac{A^6}{720} \right) \right] \right]$$

โดยที่

$$k_0 = 0.9996$$

$$e'^2 = \frac{e^2}{1 - e^2}$$

$$N = \frac{a}{\sqrt{(1 - e^2 \sin^2 \phi)}}$$

$$T = \tan^2 \phi$$

$$C = e'^2 \cos^2 \phi$$

$$A = \lambda - \lambda_0 \cos \phi$$

$$M = a \left[ \left( 1 - \frac{e^2}{4} - \frac{3e^4}{64} - \frac{5e^6}{256} - \dots \right) \phi - \left( \frac{3e^2}{8} + \frac{3e^4}{32} + \frac{45e^6}{1024} + \dots \right) \right]$$

$$\left[ \sin^2 \phi + \left( \frac{15e^4}{256} + \frac{45e^6}{1024} + \dots \right) \sin^4 \phi - \left( \frac{35e^6}{3072} + \dots \right) \sin^6 \phi + \dots \right]$$

เนื่องจากการคำนวณหาค่าพิกัด UTM มีความยุ่งยาก ดังนั้นในการทำงานจริงจะใช้โปรแกรม คำนวณ



## 6. รายละเอียดการดำเนินงาน (Methodology) / งบประมาณที่ใช้ (Budget)

### รายละเอียดการดำเนินงาน (Methodology)

6.1 ขอข้อมูลการติดตาม GPS จาก บริษัท Grab Thailand ปีพ.ศ.2562 จุดทั้งหมด 1,346,029,571 จุด เป็นจุด GPS ที่กระจายตัวอยู่ทั่วกรุงเทพมหานคร

6.2 ทำการกรองจุดข้อมูลให้เหลือเฉพาะพื้นที่ศึกษา คือ ถนนพระราม4 บริเวณหน้าสถานีรถไฟกรุงเทพ จนถึงจุดตัดบริเวณแยกพรโชนง โดยใช้การเขียนโปรแกรมผ่านแพลตฟอร์ม Jupyter

- นำข้อมูลเข้าแพลตฟอร์ม โดยใช้ Library “Pyspark”
- ทำการกรองข้อมูลให้อยู่ในช่วงวันที่ต้องการทำการการศึกษา คือ 1-30 มิถุนายน
- ทำการเลือก wayid ที่อยู่ในถนนพระราม4 โดยวิธีการติกรอบถนนที่ละน้อยๆ ใน Google map และนำค่า Latitude และ Longitude จุดเริ่มและจุดจบของกรอบนั้นมาทำการเขียนโปรแกรมเพื่อกรองให้เหลือ wayid ที่ต้องการ และนำ wayid ที่กรองได้ทั้งหมดมาต่อกันจนเป็นถนนทั้งเส้นพระราม4
- ทำการเลือกข้อมูลคอลัมน์ที่จำเป็นต้องใช้ คือ driverid, wayid, date, time, speed, projectedlat และ projectedlng
- แปลงข้อมูลที่เลือกมาจาก Library “Pyspark” ไป Library “Pandas” เพื่อการคำนวณได้ง่ายยิ่งขึ้น

	driverid	wayids	date	time	speed	projectedlat	projectedlng
0	826c00d50cf541f35445b3eb178b641662c89a0982ce6b...	459492912	2019-06-02	05:09:49	10.17	13.721782	100.555492
1	04da1c82aae938e9c9c69ed25f99ea642dab1b000b7fdb...	459492912	2019-06-02	05:27:27	24.35	13.721287	100.556687
2	04da1c82aae938e9c9c69ed25f99ea642dab1b000b7fdb...	459492912	2019-06-02	05:27:31	18.10	13.720963	100.557425
3	2ab60462ca330a9fd443061718cc46618fdf19138dda2e...	459492912	2019-06-02	05:42:13	11.99	13.721786	100.555481
4	2ab60462ca330a9fd443061718cc46618fdf19138dda2e...	459492912	2019-06-02	05:42:17	8.22	13.721646	100.555815
...	...	...	...	...	...	...	...
3827	2c7d2cc5df76d66153d43a814e879bd95222aec8a483c6...	459492912	2019-06-12	05:58:14	14.25	13.721651	100.555803
3828	2c7d2cc5df76d66153d43a814e879bd95222aec8a483c6...	459492912	2019-06-12	05:58:18	14.45	13.721444	100.556305
3829	2c7d2cc5df76d66153d43a814e879bd95222aec8a483c6...	459492912	2019-06-12	05:58:22	13.20	13.721254	100.556767
3830	405aaf5dce2edd067ee3ef48b793dfe845cb86633dfd0...	459492912	2019-06-27	05:31:22	15.50	13.721796	100.555459
3831	405aaf5dce2edd067ee3ef48b793dfe845cb86633dfd0...	459492912	2019-06-27	05:31:26	16.83	13.721565	100.556009

ภาพแสดงตัวอย่างข้อมูลที่ได้หลังจาก แปลงข้อมูลที่เลือกมาจาก Library “Pyspark” ไป Library “Pandas”



6.3 แยกการดูข้อมูลเป็นเวลา ทุกๆ 30 นาที เพื่อดูการเกิดรถติด และแนวโน้มการเกิดรถติดแบบประจำ และไม่ประจำ

- การเกิดรถติด หาค่า TPI โดยการแบ่งการหาค่าดังนี้

ค่า  $v_a$  คือค่าความเร็วเฉลี่ยของรถในช่วงเวลาที่เราส่งใจ หาได้จาก การสุ่มกลุ่มตัวอย่างจากข้อมูลมากกว่า 30 ตัวอย่าง แล้วหาค่าเฉลี่ยความเร็วของรถโดยการแปลงพิกัด Latitude และ Longitude ให้เป็นระบบพิกัด UTM ตามในหัวข้อทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง<sup>[2]</sup> และหาความห่างจุดปลาย-จุดต้น เทียบกับเวลา

ค่า  $v_f$  คือค่าความเร็วของรถในช่วงเวลาที่รถสามารถเคลื่อนตัวได้คล่องตัว ในที่นี้จะยกกลุ่มตัวอย่างช่วงเวลา 1:00 - 2:00 น. จากข้อมูล มากกว่า 30 ตัวอย่าง แล้วหาค่าความเร็วของรถแต่ละคัน โดยการแปลงพิกัด Latitude และ Longitude ให้เป็นระบบพิกัด UTM ตามในหัวข้อทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง<sup>[2]</sup> และหาความห่างจุดปลาย-จุดต้น เทียบกับเวลา แล้วมาทำการเรียงลำดับจากมากไปน้อยเพื่อหาข้อมูลเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 85 มาเป็นค่า  $v_f$

หาความสัมพันธ์ของข้อมูลโดยการพรอตกราฟทุกๆ 30 นาที ในทุกๆวัน โดยจะแบ่งข้อมูลการวิเคราะห์ออกเป็นวันธรรมดา และวันเสาร์อาทิตย์ หาในช่วงเวลานั้นๆของทุกวันธรรมดามีค่า TPI ที่ชี้ให้เห็นว่ารถติด ก็สามารถอนุมารได้ว่า เป็นรถติดแบบประจำ

6.4 เลือกช่วงเวลาที่เราคาดว่าเป็นรถติดแบบชั่วคราวมาทำการวิเคราะห์สภาพจราจรตามแยก ว่าถนนที่เชื่อมกับแยกนั้นๆเป็นสาเหตุของรถติดนี้หรือไม่โดยใช้วิธี Bayesian ตามหัวข้อทฤษฎี<sup>[6]</sup> โดยใช้วิธีการคำนวณค่าเฉลี่ยของรถที่เข้าออกแยกที่ต้องการวิเคราะห์

6.5 ข้อมูลที่ได้หาว่าความน่าจะเป็นที่ได้จาก Bayesian < 0.5 สามารถอนุมานได้ว่า รถติดที่ถนนหลักไม่ได้มีมีผลมาจากถนนรองที่อยู่ในทางแยก อาจเกิดจาก Bottleneck และนำรูปแบบพฤติกรรมที่เกิดขึ้นไปทดสอบกับบริเวณแยกอื่นๆโดยใช้กระบวนการเดิม จะสรุปได้ว่าเกณฑ์ข้อกำหนดบริเวณที่เราสนใจมีปัจจัยใดบ้างที่ก่อให้เกิดการติดขัดแบบ Bottleneck

6.6 แสดงและสรุปผลการศึกษา และเสนองานวิจัย

## 7. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ (Expected Benefits)

### 7.1. เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการจราจร

ช่วยให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถระบุจุดติดขัด (Bottleneck) ได้อย่างแม่นยำ เพื่อวางแผนปรับปรุงโครงข่ายการจราจร ลดความล่าช้า และแก้ไขปัญหาการจราจรในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 7.2. ลดมลภาวะและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

การลดความล่าช้าและการติดขัดบนถนนจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากยานพาหนะและลดมลพิษในอากาศ ส่งเสริมคุณภาพชีวิตและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม

### 7.3. สนับสนุนการพัฒนาเมืองอัจฉริยะ (Smart City Development)

ข้อมูลและวิธีการที่ได้สามารถนำไปใช้ในระบบการจัดการจราจรอัจฉริยะ เช่น การปรับเวลาสัญญาณไฟจราจร หรือการแนะนำเส้นทางที่เหมาะสม

### 7.4. สร้างต้นแบบการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่ในประเทศไทย

พัฒนาวิธีการวิเคราะห์ที่สามารถนำไปต่อยอดในงานอื่น เช่น การจัดการขนส่งมวลชน การวางแผนโครงสร้างพื้นฐาน หรือการพัฒนาโครงการในอนาคต

## 8. เอกสารอ้างอิง (References)

1. Hale, D., Jagannathan, R., Xyntarakis, M., Su, P., Jiang, X., Ma, J., Hu, Jia., and Krause, C. (2016). *Traffic Bottlenecks: Identification and Solutions* (Report No. FHWA-HRT-16-064). Leidos, Inc., Reston, VA.
2. Wei, L., Chen, P., Mei, Y., and Wang, Y. (2022). *Turn-level network traffic bottleneck identification using vehicle trajectory data*. School of Transportation Science and Engineering, Beihang University, China.
3. Schrank, D., Eisele, B., and Lomax, T. (2012). *TTI's 2012 URBAN MOBILITY REPORT Powered by INRIX Traffic Data*. Texas A&M Transportation Institute, The Texas A&M University System.
4. Forbes, J.G., Gardner, T., McGee, H., and Srinivasan R. (2012). *Methods and Practices for Setting Speed Limits: An Informational Report*. (Report No. FHWA-SA-12-004). Institute of Transportation Engineers, Washington, DC.
5. Jonah Finkelstein. (2016, October 27). *85th Percentile Speed Explained*. Mike on Traffic. [https://www.mikeontraffic.com/85th-percentile-speed-explained/?utm\\_](https://www.mikeontraffic.com/85th-percentile-speed-explained/?utm_)
6. Adam Hayes. (2024, March 30). *Bayes' Theorem: What It Is, the Formula, and Examples*. Investopedia. <https://www.investopedia.com/terms/b/bayes-theorem.asp>
7. John G. Manchuk. (2009). *Conversion of Latitude and Longitude to UTM Coordinates*. [https://www.ccgaberta.com/ccgresources/report11/2009-410\\_converting\\_latlon\\_to\\_utm.pdf](https://www.ccgaberta.com/ccgresources/report11/2009-410_converting_latlon_to_utm.pdf)