

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาของปัญหา

##### 1.1.1 ความสำคัญของปัญหาจราจร

ปัญหาการจราจร เป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งของประเทศที่จำเป็นต้องรีบแก้ไข โดยเฉพาะปัญหาการติดขัดของการจราจร ก่อให้เกิดการสูญเสียทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม จากการที่ต้องสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง สูญเสียเวลาในการเดินทางมากเกินไป ความเครียดที่เกิดจากรถติดจ่ออยู่นานๆ และควันไอเสียเป็นมลพิษที่ปล่อยออกมาจากรถ ประเทศที่มีปัญหาการจราจรติดขัด จะมีศักยภาพในการลงทุนหรือการท่องเที่ยวต่ำลง เพราะนักลงทุนหรือนักท่องเที่ยวต้องมากังวลกับปัญหาที่ตามมาอีกด้วย ปัญหาการจราจรติดขัดนี้เป็นปัญหาที่สำคัญของกรุงเทพมหานคร และกำลังเกิดขึ้นกับเมืองใหญ่ๆ ในส่วนภูมิภาคของประเทศไทย จังหวัดเชียงใหม่ก็เป็นจังหวัดหนึ่งที่มีปัญหาการจราจรติดขัดนี้ ทางหน่วยงานรัฐบาลที่เกี่ยวข้องได้มองเห็นความสำคัญของปัญหานี้ โดยสำนักงานคณะกรรมการจัดระบบการจราจรทางบก (สจร.) ได้จัดให้มีการศึกษาแผนแม่บทการจราจรและการขนส่งในเมืองหลักต่างๆ และเชียงใหม่เป็นหนึ่งในเมืองเหล่านั้น

##### 1.1.2 การบรรเทาปัญหาการจราจรโดยการปรับปรุงระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจร

จากปัญหาดังกล่าวข้างต้นจึงจำเป็นต้องพยายามแก้ไขให้การจราจรมีสภาพคล่องตัวขึ้น การวางแผนควบคุมการจราจรเป็นพื้นที่ (Area Traffic Control) ที่มีการประสานทำงานร่วมกันของหลายทางแยกสัญญาณไฟจราจร (Co-ordinating Traffic Signals) จัดระบบการทำงานของสัญญาณไฟจราจรในทางแยกต่างๆ สอดคล้องและสัมพันธ์กัน โดยมีระยะเวลาเหลื่อมกัน (Offset) ของแต่ละทางแยก เป็นวิธีการควบคุมจราจรแบบหนึ่งที่จะช่วยบรรเทาปัญหาจราจร ความสามารถของระบบในการปรับเปลี่ยนเวลาครบรอบสัญญาณไฟให้เหมาะสมกับปริมาณการจราจรเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการลดการติดขัดบริเวณทางแยกซึ่งในปัจจุบันผู้ควบคุม (Controller) ชนิดไมโครโปรเซสเซอร์มีความสามารถในการระดับหนึ่งคือสามารถควบคุมแบบกำหนดแผนเวลา (Fixed Time Plan) รายชั่วโมง

### 1.1.3 ประเด็นปัญหาที่ควรมีการวิจัยเพื่อปรับปรุงระบบ Urban Traffic Control ของ เชียงใหม่

การควบคุมแบบ กำหนดแผนเวลาโดย ประสานสัมพันธ์เป็นพื้นที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการจราจรได้ในระดับหนึ่ง แต่ขีดจำกัดของวิธีการควบคุมนี้อยู่ที่ เวลาสัญญาณไฟที่คงที่ ในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ เช่น ช่วงเช้า กลางวัน เย็นและกลางคืน ในแต่ละช่วงเวลาปริมาณยานพาหนะที่เข้าสู่ทางแยกมีการเปลี่ยนแปลง ทำให้เวลาที่ตั้งไว้ไม่เหมาะสม ไม่สามารถให้ประสิทธิภาพการควบคุมสูงสุด

ระบบ Urban Traffic Control (UTC) ปัจจุบันสามารถใช้ควบคุมทางแยกสัญญาณไฟจราจรแบบประสานสัมพันธ์ในพื้นที่และควบคุมในเวลาจริง (Real Time Control) ระบบที่รู้จักกันดีในภูมิภาคนี้คือระบบ SCOOT ของประเทศอังกฤษและระบบ SCATS ของประเทศออสเตรเลีย

ได้มีการนำระบบ SCOOT เข้ามาใช้ควบคุมการจราจรในเมืองเชียงใหม่ จากการศึกษาศึกษาของบริษัทติดตั้งระบบ SCOOT ของประเทศอังกฤษได้แบ่งพื้นที่การควบคุมออกเป็น 11 พื้นที่ย่อย และการควบคุมแยกเดี่ยวอีก 4 ทางแยก

จากผลของการควบคุมในเบื้องต้นระหว่างการติดตั้งระบบพบว่าบางพื้นที่ที่ย่อยการควบคุมยังไม่สามารถจัดการไหลของยานพาหนะ ได้ดีเป็นที่น่าพอใจซึ่งอาจซึ่งเกิดจากองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น การแบ่งพื้นที่ควบคุมย่อย ยุทธวิธีที่ใช้ควบคุม และ ตัวแปรที่ใช้ในโมเดลของระบบ SCOOT เป็นต้น

### 1.1.4 ข้อสังเกตเบื้องต้นทำไมวิธีควบคุมด้วยระบบ SCOOT ยังใช้ไม่ได้เต็มประสิทธิภาพ

1. การแบ่งพื้นที่ควบคุมเดิมนั้นบางพื้นที่อาจไม่เหมาะสมถูกต้องตามหลักเข้ากับวิธีควบคุมด้วยระบบ SCOOT เพราะบางทางแยกมีทิศทางจราจรหลักยาวถึงทางแยกที่ติดกันในขณะที่ทางจราจรที่มีปริมาณรถไม่มาก เช่น ที่ทางแยกทุ่งโฮเต็ลทิศใต้ บางทางแยกปริมาณจราจรในขาหลักมีไม่มากแต่ปริมาณจราจรจราจรมีปริมาณสะสม เช่น ที่ทางแยกแยกหนองหอย

2. พื้นที่ย่อยบางพื้นที่ยังปรับแต่งระบบได้ไม่เหมาะสม เนื่องจากปกติระบบต้องมีการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ อย่างละเอียด (Fine Tuning) (เช่น การถ่วงน้ำหนักในแต่ละ Link คีกรีของความจุ เป็นต้น) ส่วนระบบ SCOOT ที่ใช้ควบคุมอยู่ในเชียงใหม่มีเพียงการปรับแก้เบื้องต้น (Preliminary Fine Tuning) การควบคุมจึงยังไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร

ดังนั้นเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุดสำหรับการควบคุมของระบบ SCOOT ในเมือง  
เชียงใหม่ การศึกษาในการนำระบบ SCOOT ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ  
และจะมีประโยชน์ในการจัดการปัญหาการจราจรของเมือง รวมทั้งสามารถใช้เป็นต้นแบบ  
สำหรับเมืองอื่นๆ ด้วย

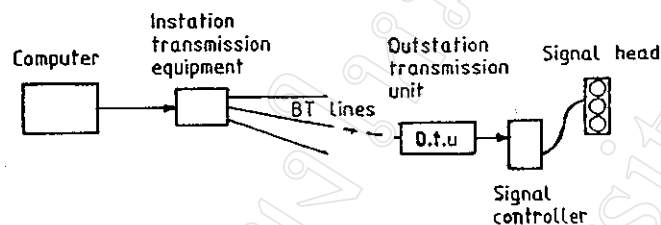
## 1.2 ผลการวิจัยและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

### 1.2.1 เทคโนโลยีการควบคุมระบบสัญญาณไฟจราจร (UTC)

ในอดีตการควบคุมทางแยกสัญญาณไฟจราจรเป็นการควบคุมแบบเวลาสัญญาณไฟคงที่  
(Fixed Time) หรือเป็นแบบการกระตุ้นปรับเปลี่ยนเวลาสัญญาณไฟในขอบเขตจำกัด (Vehicle  
actuated) โดยแต่ละทางแยกจะทำงานเป็นอิสระ (Isolated Control) ซึ่งขาดความเหมาะสมหลาย  
ประการอันเนื่องมาจากที่ปริมาณการจราจรเปลี่ยนแปลงตามเวลา เวลาที่กำหนดไว้ขาดความเหมาะสม  
ในการควบคุมและ กรณีที่ทางแยกอยู่ใกล้กัน เช่น ในกรณีเขตเมือง การควบคุมแบบอิสระไม่  
สามารถดูแลควบคุมทางแยกให้ทำงานร่วมกันได้ ไม่สามารถประสานสัมพันธ์เวลาไฟสัญญาณเพื่อ  
ช่วยให้การเคลื่อนที่เป็นไปอย่างต่อเนื่องได้ การพัฒนาในยุคต่อมาได้มีการนำระบบ UTC (Urban  
Traffic Control) มาใช้ ซึ่งสามารถควบคุมประสานสัมพันธ์ทั้งพื้นที่โดยใช้คอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการ  
เพิ่มประสิทธิภาพของสภาพถนนที่มีอยู่ (Existing Road) มีการลงทุนต่ำ ลดความล่าช้า อุบัติเหตุ  
เสี่ยง ประหยัดเชื้อเพลิง และ ลดมลพิษ

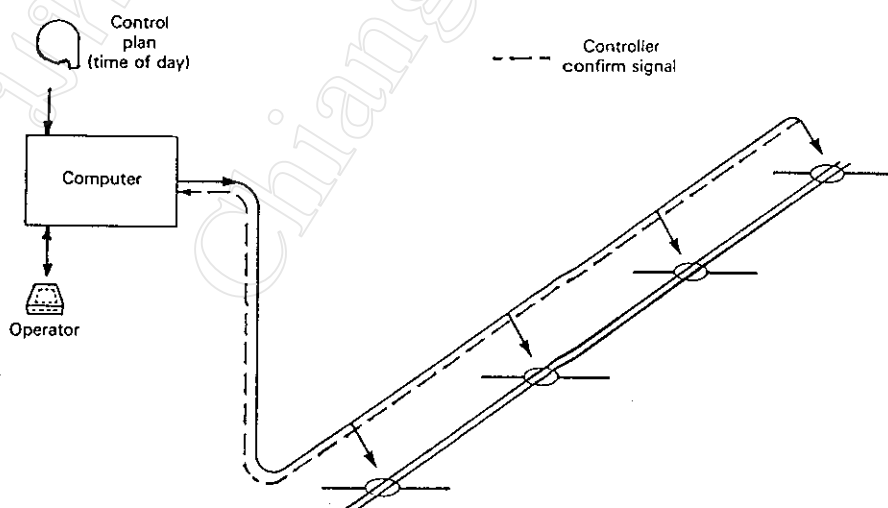
### 1.2.2 พัฒนาการของระบบ UTC

UTC (Urban Traffic Control) Systems เป็นระบบควบคุมการจราจรในเมืองระบบ  
หนึ่ง ซึ่งมีการทำงานประสานสัมพันธ์ร่วมกันของสัญญาณไฟจราจรหลายทางแยก (Co-ordinating  
Traffic Signals) มีการเชื่อมต่อและควบคุมโดยระบบคอมพิวเตอร์ (Computer) ซึ่งอยู่ในห้องควบคุม  
(Control Room) Ashley (1994) ได้อธิบายหลักการทำงานของระบบ UTC ว่าหลักการนี้ใช้  
อุปกรณ์ 3 ส่วนคือ (1) อุปกรณ์ในศูนย์ควบคุม ซึ่งประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์หลักทำหน้าที่  
สั่งการควบคุมอุปกรณ์ภายนอก (2) อุปกรณ์ภายนอก เช่น ตัวสัญญาณไฟจราจร (Controller) และหัว  
โคม (Signal head) และ (3) อุปกรณ์รับคำสั่งระหว่างคอมพิวเตอร์กับตัวสัญญาณไฟจราจร ดังแสดง  
ในรูป 1.1



รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานของระบบ UTC

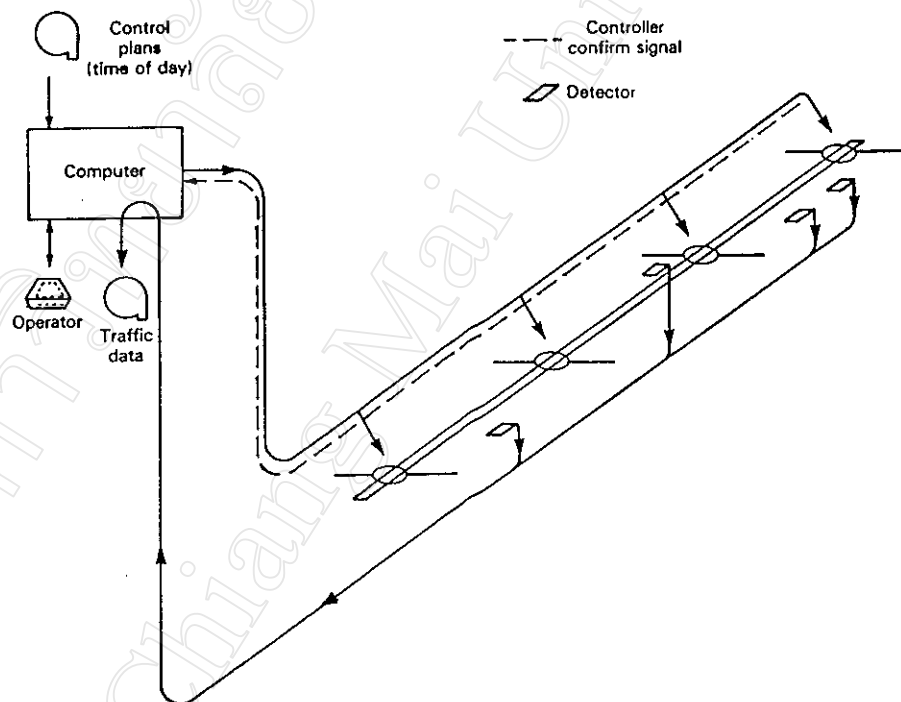
McShane and Roess (1990) ได้สรุปขั้นตอนการพัฒนาการควบคุมระบบการควบคุม UTC ว่าดิจิทัลคอมพิวเตอร์ (Digital Computer) ปัจจุบันถูกนำมาใช้ควบคุมสัญญาณไฟจราจรในเมืองใหญ่ๆ ทั่วโลก ความคิดเริ่มแรกของการนำมาใช้คือการควบคุมสัญญาณไฟจราจรหลายๆทางแยกจากที่ควบคุมส่วนกลางที่หนึ่ง โดยเปิดไฟสัญญาณจราจรตามแผนควบคุมที่ได้วางไว้ก่อนแล้ว ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แสดงลักษณะระบบควบคุมโดยคอมพิวเตอร์

ในระบบนี้ คอมพิวเตอร์จะส่งคำสั่งออกไปควบคุมสัญญาณไฟตลอดเส้นทางหลักสายหนึ่งหรือมากกว่านั้น บางครั้งแผนควบคุมการเปิดสัญญาณไฟจราจรไม่สามารถตอบสนองต่อเงื่อนไขปริมาณการจราจรที่แท้จริงได้

เมื่อปริมาณการจราจรเปลี่ยนไป รูปแบบเปลี่ยนไป หรือ ต้องการจะเก็บข้อมูลปริมาณจราจรเพื่อที่จะเพิ่มแผนเวลาควบคุมอีก จำเป็นต้องส่งเจ้าหน้าที่ออกไปเก็บข้อมูลในสนามในแต่ละทางแยก เป็นการสิ้นเปลืองเวลาและงบประมาณ จึงมีการนำตัวจับสัญญาณเพื่อตรวจวัดยานพาหนะ(Vehicle Detector) มาติดตั้งที่แต่ละทางแยกแล้วต่อเชื่อมเข้ากับคอมพิวเตอร์ที่ห้องควบคุม ดังรูปที่ 1.3

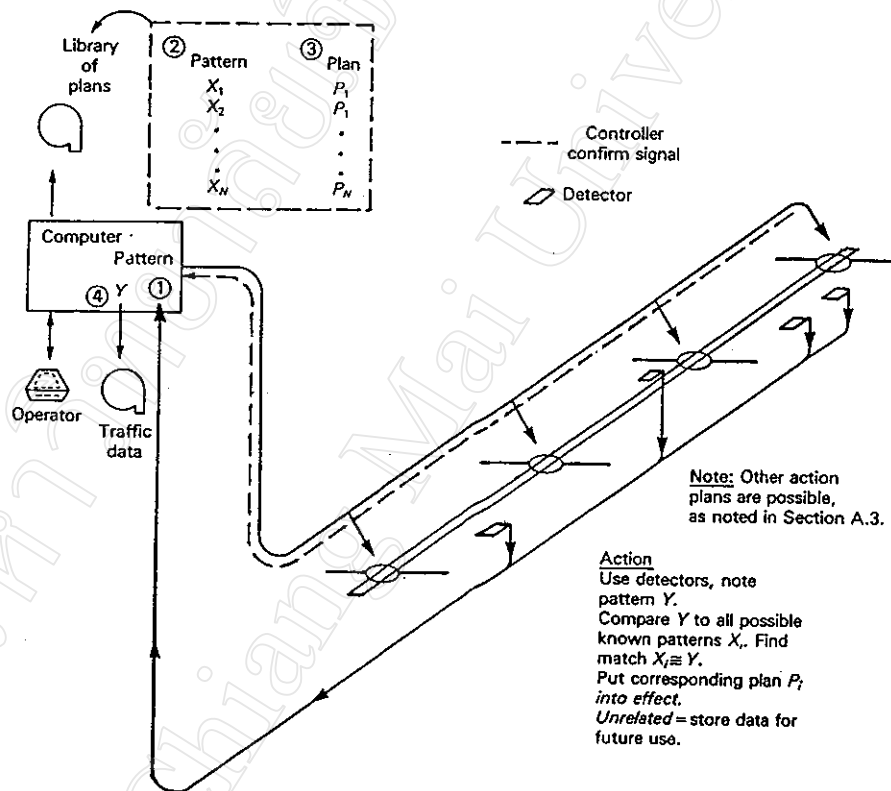


รูปที่ 1.3 แสดงการนำตัวจับสัญญาณเพื่อเก็บข้อมูลในสนามติดเพิ่มกับระบบ

การนำตัวจับสัญญาณมาติดตั้งเพื่อวัดปริมาณจราจรนี้ ในระยะแรกยังไม่สามารถที่จะทำงานร่วมไปพร้อมกับตัวระบบคอมพิวเตอร์ได้เลย เพียงแต่เป็นตัวเก็บข้อมูลจราจรบันทึกไว้เท่านั้นเนื่องจากในระยะนั้นความเร็วของคอมพิวเตอร์ยังต่ำอยู่ แต่ข้อมูลที่เก็บไว้นี้ก็มีประโยชน์

สามารถที่จะนำมาเป็นแผนที่ทันสมัยใส่เข้าไปใหม่ คูเป็นอัตราการเจริญเติบโตของปริมาณการจราจร การเปลี่ยนแปลงรูปแบบของการจราจร หรือ ไว้เป็นการเก็บข้อมูลการจราจรในระยะยาว

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาทางคอมพิวเตอร์มากขึ้น คอมพิวเตอร์มีความเร็วสูงขึ้น (High-Speed Computer) สามารถประมวลผลส่งถ่ายข้อมูลได้เร็วขึ้นมาก ระบบควบคุมโดยคอมพิวเตอร์จึงสามารถใช้ข้อมูลการจราจรจริงในปัจจุบันที่ได้จากตัวจับสัญญาณ มาทำการคำนวณและประมวลผลได้ทันที ดังรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงระบบควบคุมโดยคอมพิวเตอร์กับ ตัวจับสัญญาณ ที่นำข้อมูลมาใช้ทันที

ระบบนี้จะใช้ข้อมูลจราจรปัจจุบันช่วยเลือกแผนขึ้นมาใช้ ซึ่งสามารถทำได้ 3 ทางคือ

1. ใช้ข้อมูลที่เก็บในฐานข้อมูล : โดยดูค่าเบี่ยงเบนจากรูปแบบที่คาดหว้ง (Use Library : Monitor Deviations from Expected Pattern) วิธีนี้ใช้เวลาที่มาถึงนั้นเลือกแผนที่มิในฐานข้อมูล ที่มีรูปแบบของการจราจรที่คาดว่าจะเป็็น นำมาทำการเปรียบเทียบรูปแบบการจราจรที่เก็บ

ได้ในปัจจุบันจากตัวจับสัญญาณ ถ้ามีการเบี่ยงเบนไม่เข้ากัน คอมพิวเตอร์จะทำการค้นหาเลือกรูปแบบการจราจรในฐานะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันมากที่สุด และเลือกแผนนั้นมาเป็นแผนที่เหมาะสมในการนำไปใช้

2. ใช้ข้อมูลที่เก็บในฐานะข้อมูล : โดยใช้แผนที่เข้ากับรูปแบบ (Use Library : Matchplan to Pattern) วิธีนี้มีความหลากหลายกว่าวิธีแรก โดยรูปแบบการจราจรที่ได้จากตัวจับสัญญาณ จะนำมาจับเข้ากันได้กับรูปแบบที่มีไว้ก่อนหน้านี้แล้วในฐานะข้อมูลและแผนที่สอดคล้องกับรูปแบบก็จะถูกนำมาใช้ วิธีนี้จึงไม่เหมือนวิธีแรกที่คาดว่าในเวลานั้นจะมีรูปแบบการจราจรที่คาดไว้แล้วนำไปเปรียบเทียบ

3. แผนพัฒนาในระบบทันที(Develop Plan On-line) วิธีนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการคำนวณให้เสร็จทันภายในเวลา เพื่อให้ได้แผนที่ทันสมัยเป็นจริงตามปริมาณข้อมูลการจราจรในขณะนั้น

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบ UTC ให้มีการควบคุมในเวลาจริง ซึ่งจะสามารถปรับเปลี่ยนเวลาสัญญาณไฟให้เหมาะสมกับปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกตลอดเวลา ระบบที่ใช้ควบคุมมีหลายระบบแต่ที่รู้จักกันดีคือ ระบบ SCATS (Sydney Co-ordinated Adaptive Traffic System) และระบบ SCOOT (Spilt Cycle and Offset Optimization Techniques)

### 1.2.3 ซอฟต์แวร์โปรแกรมคอมพิวเตอร์ของระบบ UTC ที่นำมาใช้ในการควบคุมการจราจร

ซอฟต์แวร์ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในการช่วยวิเคราะห์ของระบบการควบคุม โดย UTC มีอยู่หลายโปรแกรม ที่สำคัญและยังมีการใช้กันอยู่แพร่หลาย ได้แก่ โปรแกรม TRANSYT SCATS และ SCOOT ซึ่งแต่ละตัวก็ถูกออกแบบมาด้วยจุดประสงค์ในการนำไปใช้ของตนเอง ในบรรดาโปรแกรมเหล่านี้ โปรแกรม TRANSYT ถือเป็นโปรแกรมการวิเคราะห์สัญญาณไฟแบบ off-line ในขณะที่ SCATS และ SCOOT เป็นระบบการวิเคราะห์ควบคุมและสั่งการแบบ on-line

TRANSYT (TRAffic Network StudY Tool) (Robertson,1969) เป็นระบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้คำนวณหาเวลาสัญญาณไฟ ให้ได้ประโยชน์สูงสุด ในการทำงานร่วมกันของหลายทางแยก (Co-Ordinating Traffic Signal) โดยให้มีความล่าช้าและการหยุดน้อยที่สุด การทำงานของโปรแกรม TRANSYT จะนำข้อมูลการจราจรที่เก็บได้มาแล้ว (Historical Data) ในแต่ละทางแยกมาคำนวณหาเวลาสัญญาณไฟ ทั้งเวลาครบรอบ เวลาแต่ละเฟส เวลาเหลื่อมกัน (Off Set) ของแต่ละทางแยก บันทึกใส่ลงไปในแผน นำข้อมูลหลายชุดในแต่ละช่วงเวลาของวัน เช่น ช่วง

เร่งด่วน กลางวัน หรือเวลากลางคืน มาทำการคำนวณแล้วใส่เป็นแผนหลายๆแผน เปิดสัญญาณไฟควบคุมแต่ละแผนให้ตรงกับเวลา โปรแกรม TRANSYT จะมีการคาดการณ์กลุ่มของยานพาหนะ (Platoon) ที่เกิดจากการใช้ความเร็วที่ต่างกันในการเดินทาง แต่ถูกจำกัดและบังคับในสภาพการจราจรที่หนาแน่น มาใช้ในการวิเคราะห์คำนวณดัชนีประสิทธิภาพของระบบ (Performance Index of Network) เพื่อจะได้เวลาสัญญาณไฟ และใช้ขบวนการ Hill Climbing Optimization ในการที่จะพิจารณาว่าควรจะเปลี่ยนหรือปรับปรุงดัชนีประสิทธิผลของระบบหรือไม่ โดยให้มีความล่าช้า และการหยุดน้อยที่สุดในเวลาสัญญาณไฟนั้น

SCATS (Sydney Co-ordinated Adaptive Traffic System) (Lowrie P.R.,1990) เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมสัญญาณไฟจราจรเป็นพื้นที่ ควบคุมการจราจรในเวลาจริง มีการปรับเปลี่ยนเวลาสัญญาณไฟให้ตอบสนองต่อปริมาณการจราจรที่แปรเปลี่ยน ระบบ SCATS จะรับข้อมูลจากตัวจับสัญญาณ นำรูปแบบการจราจรมาเปรียบเทียบกับรูปแบบที่มีในฐานข้อมูล ได้ใกล้เคียงที่สุด แล้วเลือกแผนที่ใช้กับรูปแบบการจราจรนั้นไปใช้ แผนที่ได้อาจให้ เวลาครบรอบสัญญาณไฟ เวลาในแต่ละเฟส เวลาเหลื่อมกันในแต่ละทางแยก เพื่อให้การเดินทางผ่านทางแยกได้ไฟเขียวตลอด มีความล่าช้า และหยุดน้อยที่สุด โปรแกรม SCATS ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจากหน่วยงาน Road and Traffic Authority (RTA) เมือง New South Wales (NSW) ประเทศออสเตรเลีย เหตุผลในการพัฒนาระบบ SCATS ขึ้นมาก็เนื่องจาก ปัญหาของระบบ แผนที่กำหนดมาก่อนแล้วเดิมที่หน่วยงานใช้อยู่ไม่สามารถที่จะตอบสนองต่อสภาพการจราจรที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตลอดเวลา SCATS มีการตอบสนองอย่างเต็มที่ (Fully Responsive) ในเวลานั้นจริง ในการวิจัย ทดสอบ ตรวจสอบ ปรับปรุงของระบบหลายปี ซึ่งการปรับปรุงส่วนใหญ่ก็ได้มาจากคำแนะนำ กลับมาของผู้ใช้ส่วนใหญ่ ทำให้เป็นที่แน่ใจว่าเป็นการควบคุมการจราจรที่เป็นไปได้ดีต่อผู้ใช้ ข้อดีอย่างเห็นได้ชัดของระบบ SCATS ก็คือ การประสานการควบคุมของทางแยกต่างๆ ความสามารถที่จะมองการควบคุมของทุกทางแยกผ่านจอภาพในห้องควบคุม ซึ่งจะทำให้การบำรุงรักษาเครื่องมือซึ่งมาอยู่ในห้องเดียวกันทำได้ง่าย การรายงานสภาพการทำงานของการดำเนินงาน และเครื่องมือว่าเสียหรือผิดปกติอย่างไร จะทำให้วินิจฉัยและแก้ไขให้ถูกต้องได้ง่าย

SCOOT เป็นคำย่อมาจาก Split Cycle and Offset Optimization Techniques เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาภายใต้ลิขสิทธิ์ของ Department of Transport ประเทศอังกฤษ มีการทำงานโดยใช้วิเคราะห์ข้อมูลการจราจรจากตัวจับสัญญาณที่ตั้งอยู่ที่แต่ละทางแยก(Junction) และประยุกต์เทคนิคจัดแบ่งเวลาไฟเขียว เวลาครบรอบสัญญาณไฟ เวลาที่เปิดเหลื่อมกันของไฟเขียวแต่ละทางแยกให้ประสานสัมพันธ์กันให้ได้ไฟเขียวตลอดทาง ให้มีความล่าช้าและการหยุดน้อยที่สุด



เพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด โดยปรับเปลี่ยนตลอดเวลาตามปริมาณการจราจรจริงที่เปลี่ยนแปลง (Dynamic Data) ซึ่งตรวจวัดโดยอุปกรณ์ตรวจวัดยานพาหนะ

#### 1.2.4 ประวัติและการนำไปประยุกต์ใช้ของระบบ SCOOT

ได้มีการนำระบบ SCOOT ออกมาเริ่มทดลองติดตั้งใช้ การพัฒนา การประเมินค่า การเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆ การประยุกต์ใช้กับเส้นทางที่ต้องการ ในแต่ละสถานที่ดังต่อไปนี้

Road Research Laboratory Ministry of Transport และ มหาวิทยาลัย Strathclyde (John A. Hillier, 1965) ได้ประเมินค่าประโยชน์ของการควบคุมการจราจรเป็นพื้นที่ในเมืองกลาสโกว์ (Glasgow) การทดลองครั้งนี้มีพื้นที่ประมาณ 1 ตารางไมล์ ทางแยก 75 ทางแยกซึ่งอยู่ในย่านธุรกิจ และการค้า สะพาน 4 ตัว ใช้จิตติออลคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในห้องควบคุมกลางส่งคำสั่งออกมาควบคุม (เป็นระบบ UTC) โดยการใช้วิธีควบคุมหลายวิธีในการควบคุมทางแยกร่วมกัน เช่น การควบคุมโดยเปิด แผนที่กำหนดมาก่อนแล้ว การเปิดสัญญาณไฟโดยเลือกขึ้นมาจาก ฐานข้อมูล ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขสภาพจราจร เป็นต้น การทดลองครั้งนี้มีหลักใหญ่ๆ อยู่ 2 หลักคือ อย่างแรก เพื่อเป็นการเริ่มทดลองติดตั้งเครื่องมือและงานเบื้องต้น อย่างที่สองคือ ประเมินค่าของการควบคุมที่ต่างกัน (ใช้ Floating Car วิ่งเพื่อหาค่าเวลาการเดินทาง) ผลการทดลองที่ได้จากเทคนิคการศึกษานำไปสู่การจัดเตรียมเครื่องมือส่งถ่ายข้อมูลและคอมพิวเตอร์และมีการคาดหวังว่าเครื่องมือทั้งสองนี้จะติดตั้งได้ภายใน 2 ปี ผลการศึกษาหาค่าของการควบคุมนั้นได้เวลาการเดินทางออกมาในรูปแบบของกราฟแสดงระยะทาง(แนวตั้ง)และเวลา(แนวนอน)

ในปี 1973 TRRL (Transport and Road Research Laboratory) ประเทศอังกฤษ (Hunt P.B. , 1982) ทำงานวิจัย เรื่อง วิธีควบคุมสัญญาณไฟสอดคล้องปริมาณยานพาหนะ ซึ่งเรียกว่า SCOOT ในเมือง กลาสโกว์ ปี 1976 การวิจัยประสบผลสำเร็จเพื่อจะพัฒนาในขั้นต่อไป ปี 1979 ได้มีการทดลอง ปฏิบัติงานในพื้นที่จริง (Full-scale Trial) ของการพัฒนาการควบคุมในเมือง กลาสโกว์ และ ปี 1980 ได้ถูกนำไปติดตั้งใช้ในเมืองโคเวนทรี ผลของการทดลองปฏิบัตินี้ได้มีการเปรียบเทียบ ระบบควบคุมด้วย SCOOT กับ ระบบของ แผนที่กำหนดมาก่อนแล้ว ล่าสุด โดยการเปรียบเทียบ และ คูผลของ เวลาการเดินทาง และ ความล่าช้า ผลปรากฏว่าที่เมือง กลาสโกว์ ค่าเฉลี่ยของ เวลาการเดินทาง(เฉลี่ยตลอดวัน)ลดลง 6 % ความล่าช้า ลดลง 12% ที่เมือง โคเวนทรี ค่าเฉลี่ยของเวลาการเดินทาง (เฉลี่ยตลอดวันในเวลาทำการ)ลดลง 5.5 % ความล่าช้า ลดลง 27% อย่างไรก็ตามผลการทดลองพบว่า ระบบ SCOOT จะใช้ได้ผลดีในสภาพการจราจรปริมาณมาก เช่น ตอนเย็น ส่วนกลางคืนปริมาณการจราจรน้อยการใช้ระบบ VA (Vehicle-Actuated) ควบคุม

คุมจะได้ผลดีกว่าระบบ SCOOT ระบบ SCOOT ควบคุมก็ดีกว่า แผนที่กำหนดมาก่อนแล้ว ในภาพรวมเฉลี่ยตลอดวัน

LUK J.Y.K. (1965) ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำการควบคุมการจราจรเป็นพื้นที่ของระบบ SCOOT และ SCATS เนื่องจากยังไม่มี การเปรียบเทียบกันโดยตรงจากการหาค่าจริงในสนามของทั้ง 2 ระบบ จึงเป็นการเปรียบเทียบกันได้ ในทางหลักทฤษฎีและปรัชญา (Philosophies) ของระบบ ผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 1.1 อย่างไรก็ตามการเปรียบเทียบของระบบทั้งสองบ่งบอกว่ายังคงต้องมีการวิจัยเพื่อพัฒนาต่อไป ในจุดที่ขาดไปของระบบ

Wood K. and Baker R.T. (1992) ได้ศึกษาการปรับแต่งระบบ SCOOT โดยพิจารณาการใช้ ค่าถ่วงน้ำหนักของ SCOOT (SCOOT Weighting) เพื่อที่จะได้ประโยชน์ในเส้นทางที่ต้องการ โดยใช้พารามิเตอร์ 2 ตัว คือ Split Weighting , Offset Weighting จะใช้เวลาครบรอบสัญญาณไฟและ Degree of Saturation เท่ากันในพื้นที่ย่อย (Region) ของทางแยกเหล่านั้น หรือ เวลาครบรอบสัญญาณไฟอาจจะเป็น 2 เท่า หรือ ครึ่งหนึ่งในบางทางแยก จากการที่ระบบ SCOOT ใช้ทางแยกวิกฤติในพื้นที่ย่อยนั้นมาเป็นตัวคำนวณค่าเวลาสัญญาณไฟจะได้เวลาครบรอบสัญญาณไฟของพื้นที่ย่อยมาจากทางแยกวิกฤติ จึงมีเวลาไฟสัญญาณเหลือ (Spare Green Time) ในบางทางแยกของพื้นที่ย่อย ระบบ SCOOT จึงมีการนำ Split Weighting มาเป็นค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละ Link ของทางแยกนั้น มีค่าตั้งแต่ 0-32 เพื่อที่จะให้ Link ทางแยกที่ต้องการให้ไฟเขียวส่วนที่เหลือ ผลที่ได้ทางแยกที่ต้องการจะได้รับเวลาแบ่งสัญญาณไฟเขียวเพิ่มขึ้น แต่ก็จะมีผลทำให้ทางสายหลักของพื้นที่มีความล่าช้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย สำหรับ Offset Weighting เป็นการถ่วงน้ำหนักของ Link ในด้านของทางสายหลักของพื้นที่ย่อยในทิศทางไป และ กลับ ในกรณีที่ปริมาณจราจรทั้งสองด้านมีค่าต่างกันมาก Offset Weighting มีค่าตั้งแต่ 10-100 สำหรับค่าถ่วงน้ำหนักทั้งของ Split Weighting และ Offset Weighting นั้นค่ามากขึ้นก็จะให้ประโยชน์ลดความล่าช้าให้กับเส้นทางของตนเอง โดยเฉพาะในช่วงนอกเวลาเร่งด่วน

SCOOT Version 4 (www.trl.co.uk, 2000) ได้ถูกนำออกมาใช้ในปี 1997 โดยมีเป้าหมายเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อม ลักษณะโปรแกรมที่ออกมา จะเป็นการประมาณหาค่า ก๊าซและของเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากยานพาหนะของขาใด ๆ หรือของพื้นที่ย่อย ก๊าซและของเสียที่ปล่อยออกมาเช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ฝุ่นละออง และ สารประกอบออร์แกนิกจากการเผาไหม้

ในปี 1998 SCOOT Version 4.2 (www.trl.co.uk, 2000) นำออกมาใช้ควบคุมการจราจรโดยมีคุณลักษณะเด่นของโปรแกรมในการปรับปรุงการให้สิทธิผ่านทางของทิศทางใน

ตารางที่ 1.1 การเปรียบเทียบระบบ SCOOT และ SCATS ในเชิงทฤษฎีและปรัชญา

| รายการ                                                                                                                                                                | SCOOT                                                   | SCATS                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| แผนที่ได้กำหนดไว้ก่อน<br>(Fixed Time Plan)                                                                                                                            | เท่ากันคือ ดีกว่าแผนที่ได้<br>กำหนดไว้ก่อน              | เท่ากันคือ ดีกว่าแผนที่ได้<br>กำหนดไว้ก่อน                       |
| ความสามารถในการนำไปใช้<br>กับระบบอื่น ๆ                                                                                                                               | ดีกว่าเพราะเขียนด้วยภาษา<br>ระดับสูง เช่น ซี และ ปาสคาล | ด้อยกว่าเพราะเขียนด้วยภาษา<br>แอสเซมบลี                          |
| ค่าพารามิเตอร์พื้นฐาน เช่น<br>เวลาครบรอบสัญญาณไฟ การ<br>จัดแบ่งเวลาในแต่ละเฟส ระยะ<br>เวลาเหลื่อมกัน                                                                  | เหมือนกัน                                               | เหมือนกัน                                                        |
| ความสามารถในการประเมิน<br>ระดับความติดขัดของการ<br>จราจร                                                                                                              | ด้อยกว่า                                                | ดีกว่าเพราะสามารถเปลี่ยน<br>เวลาครบรอบสัญญาณไฟได้<br>รวดเร็วกว่า |
| การทำให้เวลาการครบรอบ<br>สัญญาณไฟของทางแยกในพื้นที่<br>ที่ย่อยที่ไม่สอดคล้องกับเวลา<br>ครบรอบสัญญาณไฟเดียวกัน<br>เป็น 2 เท่า หรือครึ่งหนึ่งได้ตาม<br>สภาพการจราจรนั้น | ดีกว่า                                                  | ด้อยกว่า                                                         |
| ให้เวลาในการจัดแบ่งเวลาใน<br>ทางแยกที่ยู่ยากหรือสภาพการ<br>จราจรต่างกันมากในทางเอก<br>และทางโท                                                                        | ด้อยกว่า                                                | ดีกว่า เพราะใช้กลยุทธ์วิธี VA<br>(Vehicled Actuated)             |
| การสร้างจำลองกลุ่มของยาน<br>พาหนะแล้วทำการหาระยะ<br>เวลาเหลื่อมกันที่เหมาะสมที่สุด                                                                                    | ดีกว่า                                                  | ดีกว่า                                                           |

เหตุการณ์เร่งด่วนหรือฉุกเฉิน เช่น รถดับเพลิง รถฉุกเฉิน หรือรถด่วนของมวลชน เป็นต้น รวมถึงการกำหนดประมาณค่า (Interpolate) เพื่อที่จะควบคุมขาที่ไม่มีตัวจับสัญญาณ

### 1.2.5 การประยุกต์ใช้โปรแกรม SCOOT ในประเทศไทย

มีการนำระบบ SCOOT มาใช้ควบคุมแก้ไขปัญหาจราจรในประเทศไทยที่กรุงเทพมหานครและจังหวัดเชียงใหม่ จากการศึกษา ออกแบบและติดตั้งของบริษัทติดตั้งระบบ SCOOT ในประเทศอังกฤษ ซึ่งกำลังดำเนินการติดตั้งอยู่ทั้งสองที่ การวิจัยนี้จะสนใจในพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่

จังหวัดเชียงใหม่เป็นจังหวัดศูนย์กลางความเจริญที่มีความสำคัญของภาคเหนือตอนบน เป็นเมืองที่มีความเจริญทางด้านเศรษฐกิจ สังคม ศิลปวัฒนธรรม และ การท่องเที่ยว ปัจจุบันจังหวัดเชียงใหม่ขยายตัวอย่างรวดเร็ว จำนวนประชากรเพิ่มขึ้น ส่งผลให้สภาพการจราจรเริ่มมีปัญหาติดขัด เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหการจราจรกรมโยธาธิการจึงได้จัดสรรงบประมาณ และมอบหมายให้บริษัทของอังกฤษเป็นผู้ศึกษา ออกแบบ และติดตั้งระบบ UTC ที่ใช้โปรแกรมควบคุมการจราจรด้วย SCOOT ซึ่งเป็นระบบที่เคยใช้แก้ไขปัญหาการจราจรในหลายประเทศมาแล้ว

### 1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ที่จะนำระบบ SCOOT มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรในเมืองเชียงใหม่ให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยจะศึกษาถึงปัญหาการควบคุมการจราจรและความสามารถของระบบ SCOOT อย่างละเอียด ซึ่งสามารถแยกเป็นวัตถุประสงค์ตามหัวข้อได้ดังนี้

1. เพื่อศึกษา ตรวจสอบ การแบ่งพื้นที่การควบคุมด้วยระบบควบคุมสัญญาณไฟ โดยระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการควบคุมการจราจรในเมืองเชียงใหม่
2. เพื่อวิเคราะห์ผลของการปรับแต่งตัวแปรของโปรแกรม SCOOT ต่อผลของการควบคุมสัญญาณไฟ (Parametric Studies) โดยพิจารณาตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องเช่น ค่า Saturation Occupancy ค่าตัวแปรในการให้น้ำหนักความสำคัญแก่การไหลของยานพาหนะในทางแยกที่กำหนด ค่า Congestion Importance Factor ของ Link ทางแยกและอื่นๆ โดยการศึกษาครั้งนี้จะทำให้ทราบค่าเวลาสัญญาณไฟที่เปลี่ยนแปลงไปต่อการปรับค่าตัวแปรต่างๆและจะแสดงผลออก

มาในรูปแบบกราฟหรือตารางเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้กับการควบคุมจริง โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่วิกฤติ

3. เพื่อนำผลจากการปรับแต่งตัวแปรที่ให้ค่าเวลาสัญญาณไฟที่เหมาะสมมาทดลองใช้กับพื้นที่ศึกษาที่เลือกในพื้นที่วิกฤติและ เปรียบเทียบผลการควบคุมแบบปัจจุบันและแบบที่นำเสนอโดยการวัดจากดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพบางตัวเช่น ความยาวคิว ดิกรีออฟแซททูเรชัน และดัชนี PI ของพื้นที่ย่อย เป็นต้น ด้วยการจำลองรูปแบบการจราจรของโปรแกรม TRANSYT

#### 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

ความสามารถในการประยุกต์ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยงานหลายด้าน เช่น งานควบคุมด้านเทคนิคเชิงวิศวกรรมจราจร งานด้านการบริหารจัดการ และ งานศึกษาความเหมาะสมเชิงเศรษฐศาสตร์ ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีความสนใจความสามารถในการประยุกต์ระบบควบคุมสัญญาณไฟจราจรด้วยคอมพิวเตอร์เฉพาะด้านงานควบคุมด้านเทคนิคเชิงวิศวกรรมจราจร โดยศึกษาทางแยกที่มีการควบคุมด้วยระบบสัญญาณไฟคอมพิวเตอร์จำนวน 40 ทางแยกในเขตเมืองเชียงใหม่

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาของพื้นที่ที่ศึกษาในครั้งนี้ จะทำให้มีความรู้ความเข้าใจกับระบบ SCOOT สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ในเมืองที่มีปัญหาด้านการจราจรติดขัดหรือ ต้องการปรับปรุงการจราจรให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยที่สามารถแสดงออกมาเป็นรูปธรรมได้ดังนี้คือ

1. ทำให้ทราบถึงสภาพการณ์ที่เหมาะสมที่จะควบคุมด้วยระบบควบคุมสัญญาณไฟโดยคอมพิวเตอร์
2. สามารถประยุกต์ยุทธวิธีการจัดแบ่งพื้นที่ย่อยและการใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมกับพื้นที่เมืองอื่นๆในประเทศไทย