

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport System, ITS) ระบบข้อมูลการจราจรแบบก้าวหน้า (Advanced Traveler Information Systems – ATIS) แบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM) และแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling, SEM) เป็นต้น

2.1 ระบบขนส่งอัจฉริยะ (Intelligent Transport System, ITS)

ระบบขนส่งอัจฉริยะ หมายถึง ระบบที่มีการใช้เทคโนโลยีด้านสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการจัดการจราจรและการขนส่งที่ทันกาล (Real Time) มากที่สุด ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มความปลอดภัยในการเดินทาง การเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการจราจร เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการเดินทาง และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด

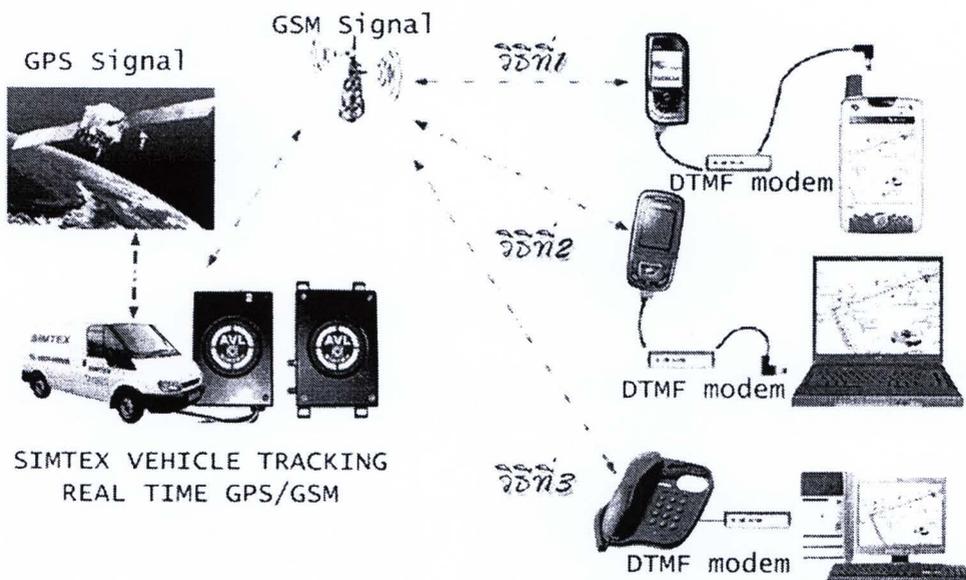
ระบบขนส่งจราจรอัจฉริยะประกอบด้วย 6 ระบบสำคัญ คือ (สรวิศ นฤปิติ, 2543)

2.1.1 ระบบการจัดการจราจรแบบก้าวหน้า (Advanced Traffic Management Systems – ATMS) เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการจราจรและสัญญาณไฟจราจร โดยการนำเอาเทคโนโลยีขั้นสูงทั้งในด้านคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรให้เกิดประสิทธิภาพ และยังรวมถึงการจัดการกับอุบัติเหตุหรืออุบัติการณ์ต่าง ๆ โดยการใช้เครื่องตรวจจับ (Sensor) และเทคโนโลยีทางการสื่อสารเพื่อตรวจสอบการเกิดอุบัติเหตุและการยืนยันการดำเนินการช่วยเหลือที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ระบบดังกล่าวจะมีการนำเทคโนโลยีด้านการตรวจสอบ เช่น การนำเอาอุปกรณ์สำหรับตรวจนับจำนวนยานพาหนะมาใช้ เพื่อให้การคำนวณรอบสัญญาณไฟมีความสอดคล้องกับปริมาณการจราจรในแต่ละทิศทางของทางแยกและตรงกับเวลาจริงมากที่สุด

2.1.2 ระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้า (Advanced Traveler Information Systems – ATIS) ระบบดังกล่าวเป็นการให้ข้อมูลข่าวสารก่อนการเดินทาง ระบบแนะนำเส้นทางติดตั้งในรถยนต์ การให้ข้อมูลข่าวสารขณะเดินทางเกี่ยวกับอุบัติการณ์และอุบัติเหตุต่างๆ ตลอดจนสภาพถนน สภาพการจราจรและสภาพแวดล้อม โดยใช้เทคโนโลยีด้านวิทยุสื่อสาร ป้ายสลับข้อความ อินเทอร์เน็ต การรายงานข่าวทางโทรทัศน์และการให้ข้อมูลส่วนบุคคล เป็นต้น

ตลอดจนสภาพถนน สภาพการจราจรและสภาพแวดล้อม โดยใช้เทคโนโลยีด้านวิทยุสื่อสาร ป้าย สลับบัตรความ อินเทอร์เน็ต การรายงานข่าวทางโทรทัศน์และการให้ข้อมูลส่วนบุคคล เป็นต้น

2.1.3 ระบบความปลอดภัยในยานพาหนะและการจัดการเหตุฉุกเฉิน (Incident Management and Emergency Response Systems – IMERS) ประกอบด้วยเทคโนโลยีเกี่ยวกับขบวนการอันจะช่วยเพิ่มความปลอดภัย ตลอดจนเพิ่มประสิทธิภาพและความสะดวกสบาย ในการขับขี่ มีการควบคุมความเร็วอัตโนมัติ การเตือนการชน การหลีกเลี่ยงการชน เครื่องมือ ป้องกันหรือเตือนกรณีผู้ขับขี่ซึ่งงนอน ตลอดจนการส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือ เป็นต้น ส่วน ระบบการจัดการอุบัติเหตุหรือกรณีฉุกเฉินนั้น สามารถดำเนินการได้โดยการใช้เทคโนโลยีการบอก ตำแหน่งยานพาหนะอัตโนมัติ (Automatic Vehicle Location System) ดังภาพที่ 2.1 รวมทั้ง เทคโนโลยีด้านอื่นเช่น Surveillance และ Mayday Technologies เป็นต้น



ภาพที่ 2.1 การทำงานของเทคโนโลยีการบอกตำแหน่งยานพาหนะอัตโนมัติ (AVL)

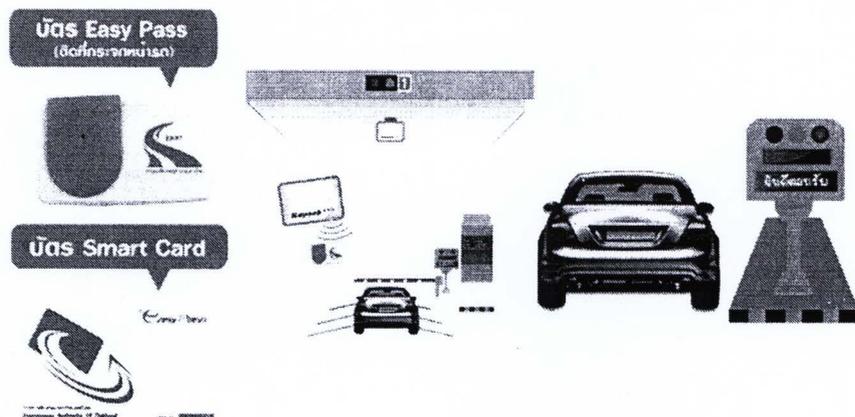
(ที่มา: www.simtexsecurity.com/gpstracking/VehicleTracking/simtexGPSadv.htm?gclid)

2.1.4 ระบบการบริหารจัดการขนส่งเชิงพาณิชย์ (Commercial Vehicle Operations, CVO) เป็นระบบที่มีวัตถุประสงค์หลักในการเพิ่มผลผลิตและความปลอดภัยในอุตสาหกรรมและการขนส่งสินค้า โดยการปรับปรุงการจดทะเบียน การออกใบอนุญาต การจัดเก็บภาษีและขั้นตอนการขนส่งสินค้า โดยมีการใช้เทคโนโลยีในการตรวจปล่อยรถแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Clearance) การจัดการและติดตามรถบรรทุก ตลอดจนการตรวจสอบความปลอดภัย

ซึ่งระบบดังกล่าวไม่ได้เกี่ยวข้องในทางตรงต่อการแก้ไขปัญหาจราจร หากแต่เป็นระบบที่ส่งผลดีทางอ้อมต่อการจัดการจราจร

2.1.5 ระบบการจัดการขนส่งสาธารณะ (Advanced Public Transportation System, APTS) เป็นระบบที่ใช้เทคโนโลยีในการบอกตำแหน่งของยานพาหนะอัตโนมัติ (Automatic Vehicle Location System) ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนเนื่องจากสามารถทราบเวลาในการรอรถโดยสารสาธารณะ ทำให้สามารถบริหารเวลาการเดินทางได้ดียิ่งขึ้น มีการให้สิทธิแก่รถโดยสารสาธารณะที่แยกสัญญาณไฟ เป็นต้น

2.1.6 ระบบชำระค่าโดยสาร ค่าผ่านทางอัตโนมัติ (Electronic Fee Collection; EFC) เป็นระบบการจ่ายเงินค่าโดยสารรถโดยสารสาธารณะและการเก็บค่าผ่านทางแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยการใช้บัตร Smart Card สำหรับการเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ นั้น จะมีอุปกรณ์สำหรับหักค่าผ่านทางจากบัตร Smart Card ดังภาพที่ 2.2 โดยที่ผู้ขับขี่ยานพาหนะไม่ต้องจอดรถเพื่อชำระเงินให้กับเจ้าหน้าที่เก็บเงินอย่างที่เราค้นเคยกันอยู่ในปัจจุบัน การนำระบบดังกล่าวมาใช้จะส่งผลดีคือ เป็นการลดมลภาวะจากท่อไอเสียรถยนต์ และลดแถวคอย (เพราะระบบเดิมต้องจอดรถเพื่อรอชำระเงิน) นอกจากนี้ ยังประหยัดเวลาในการเดินทางและเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานอีกด้วย เช่น ระบบ Smart Card ของการทางพิเศษแห่งประเทศไทย



ภาพที่ 2.2 ระบบชำระค่าผ่านทางอัตโนมัติ

(ที่มา: <http://www.exat.co.th/index.php>)

2.2 ระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้า (Advanced Traveler Information System, ATIS)

เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับเรื่องระบบบริการข้อมูลการเดินทาง ดังนั้นเนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงระบบการให้ข้อมูลการเดินทางเป็นหลัก

ระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้า (Advanced Traveler Information Systems, ATIS) มีจุดประสงค์เพื่อให้ข้อมูลที่เป็นไปตามความต้องการของผู้เดินทาง เช่น ข้อมูลการตัดสินใจเดินทางที่หลากหลาย เพื่อบรรเทาการจราจรที่ติดขัดทั้งต่อตัวเองและผู้อื่น เทคโนโลยีที่ใช้ในการให้ข้อมูลการเดินทางมีหลายประเภทเช่น วิทยุ TV อินเทอร์เน็ต โทรศัพท์ และ GPS เป็นต้น โดยระบบเหล่านี้สามารถตอบสนององวัตถุประสงค์ที่หลากหลายของผู้เดินทางได้ รวมถึงการเลือกจุดหมายปลายทาง วิธีการเดินทาง เส้นทาง เวลาออกเดินทาง การแวะพักระหว่างทาง และจุดจอดรถ

การได้รับข้อมูลจราจรที่ถูกต้อง แม่นยำ และทันต่อเหตุการณ์ ส่งผลให้ผู้ขับขี่หรือผู้เดินทาง สามารถตัดสินใจเลือกทางเลือกในการเดินทางที่เหมาะสมในสถานการณ์นั้นๆ ไม่ว่าจะเป็นการตัดสินใจว่าควรเดินทางหรือไม่ ควรเดินทางโดยรูปแบบการเดินทางประเภทใด ควรเลือกเดินทางเส้นทางใด และช่วงเวลาที่ควรออกเดินทาง ซึ่งประโยชน์ของระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าคือ ทำให้ผู้เดินทางทราบถึงข้อมูลการเดินทางและสภาพจราจรในปัจจุบัน ช่วยลดความไม่แน่นอนในการเดินทาง ช่วยประหยัดค่าใช้จ่าย และเวลาที่ใช้การเดินทางได้ นอกจากนี้การตัดสินใจเลือกการขนส่งที่ถูกต้องเหมาะสม จะนำไปสู่การใช้ระบบการขนส่งทั้งระบบอย่างมีประสิทธิภาพ ลดปัญหาสภาพจราจรติดขัดโดยรวม เพิ่มความปลอดภัยบนท้องถนน รวมทั้งลดอุบัติเหตุ ได้อีกด้วย

ระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้า (ATIS) ประกอบไปด้วย 4 ระบบ ดังนี้

1. ระบบตรวจวัดสภาพการจราจร (Sensor Units) ซึ่งได้แก่ เครื่องตรวจจับแบบขดลวดเหนียวนำ (Loop sensors) ทำหน้าที่ในการตรวจนับปริมาณจราจรและตรวจวัดความเร็วของยาน และระบบกล้องโทรทัศน์วงจรปิดแบบอิมเมจโพรเซสซิง (Closed Circuit Television with Image Processing; CCTV) ทำหน้าที่ในการตรวจนับปริมาณจราจรตรวจความเร็วของยานและความยาวของแถวคอย

2. ระบบข้อมูลสื่อสาร (Data Communication System) ซึ่งจะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างระบบประมวลผลข้อมูล (Data Processing System) กับเครื่องตรวจจับแบบหน่วย (Sensor Units) และระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร

3. ระบบประมวลผลข้อมูล (Data Processing System) ซึ่งจะทำหน้าที่ในการบันทึกข้อมูลที่ได้รับจากระบบตรวจวัดสภาพการจราจร (Sensor Units) และจัดเก็บในระบบฐานข้อมูล (Database System) จากนั้นจะนำข้อมูลมาทำการประมวลผลและวิเคราะห์ เพื่อใช้ในการเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจรแบบทันกาล (Real time)

4. ระบบเผยแพร่ข้อมูลสภาพการจราจร จะเป็นการเผยแพร่ข้อมูลการเดินทางในรูปแบบต่างๆ ให้แก่ผู้เดินทาง เพื่อให้ผู้เดินทางสามารถที่จะตัดสินใจหรือวางแผนการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ

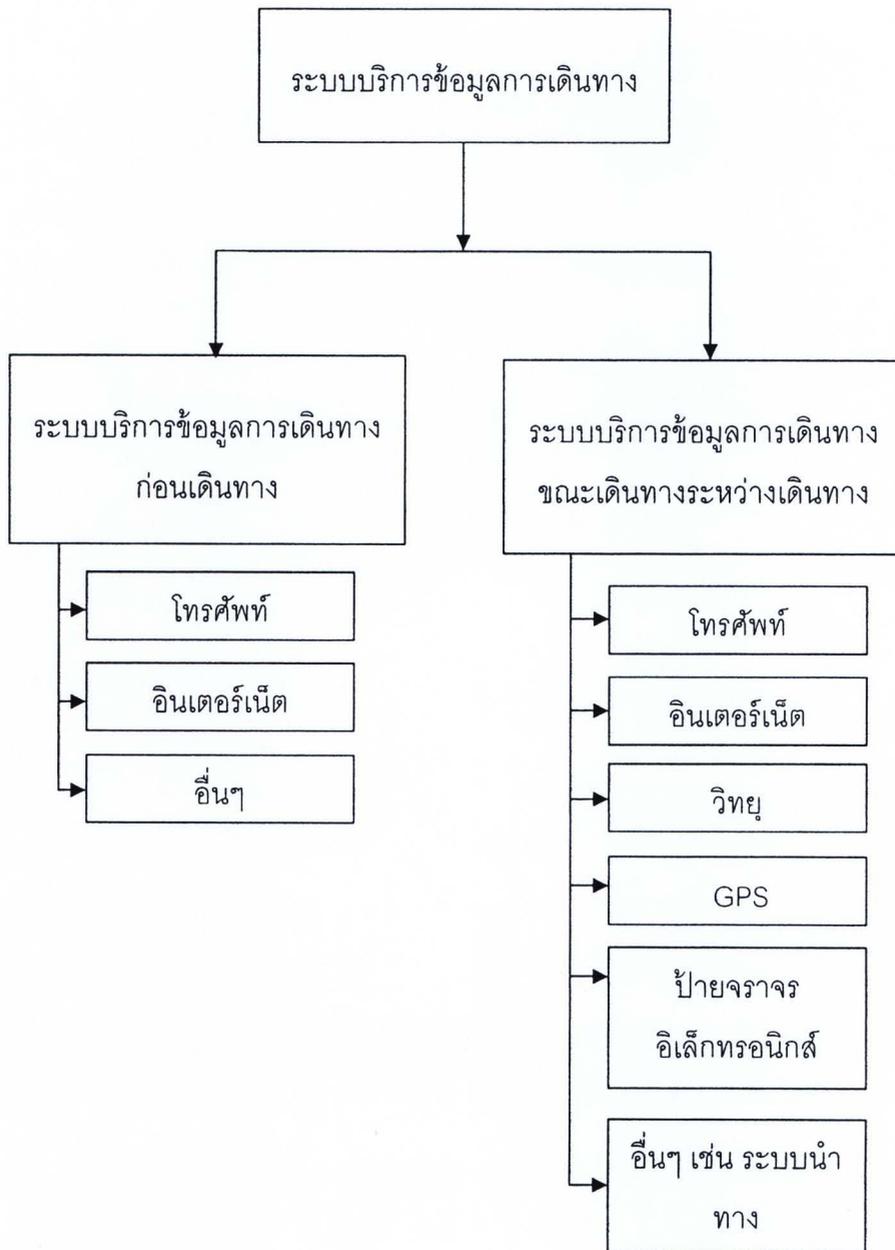
ระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้า สามารถแบ่งได้ตามเวลาที่ได้รับการบริการ คือ ระบบบริการข้อมูลก่อนเดินทาง และ ระบบบริการข้อมูลระหว่างเดินทาง ดังแสดงในภาพที่ 2.3

- ระบบบริการข้อมูลก่อนเดินทาง หมายถึง การให้ข้อมูลจากที่บ้าน ที่ทำงาน โรงแรม ตลอดจนสถานที่สาธารณะต่างๆ กล่าวคือ การให้ข้อมูลแก่ผู้เดินทางขณะที่ยังไม่ได้อยู่บนยานพาหนะ

- ระบบบริการข้อมูลระหว่างเดินทาง หมายถึง การให้ข้อมูลขณะที่ผู้เดินทางกำลังเดินทางไปยังจุดหมาย กล่าวคือ การให้ข้อมูลแก่ผู้เดินทางขณะที่อยู่บนยานพาหนะ

ระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้ามีหลายทางเลือก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับผู้ขับขี่ที่จะตัดสินใจเลือกใช้ทางเลือกใดในการรับข้อมูลการจราจร และปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกระบบข้อมูลการเดินทางแบบก้าวหน้ามีดังนี้ (Khattak และคณะ, 2004)

- แหล่งที่มาของข้อมูล เนื่องจากผู้เดินทางก็จะต้องการที่จะได้รับการข้อมูลการเดินทางจากแหล่งข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ สะดวกสบายในการรับบริการข้อมูลการเดินทางนั้นๆ อาทิเช่น ผู้เดินทางที่ไม่มีความรู้ทางด้านอินเทอร์เน็ตมากนัก ก็อาจจะเลือกให้ระบบการให้บริการข้อมูลในรูปแบบอื่นๆที่เหมาะสมได้



ภาพที่ 2.3 แผนผังระบบบริการข้อมูลการเดินทาง

- ความละเอียดของข้อมูล เป็นสิ่งที่สำคัญมากกับการตัดสินใจของผู้เดินทาง ข้อมูลจากระบบบริการข้อมูลการเดินทางที่ผู้เดินทางต้องการนั้นจะต้องมีความละเอียดครอบคลุม เพื่อให้ผู้เดินทางจะได้วางแผนการเดินทางได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิเช่น อีก 500 เมตร มีสิ่งกีดขวางขวางช่องทางจราจรทางด้านขวาอยู่ โปรดหลีกเลี่ยงเส้นทาง เป็นต้น หรือป้ายจราจรอัจฉริยะที่บอกเส้นสีแดงนั้นควรแสดงด้วยว่าเป็นการจราจรที่ติดขัดอยู่ในระดับไหน ความเร็วเฉลี่ยที่รถวิ่งได้เป็นเท่าไร กล่าวคือ ในปัจจุบัน ป้ายจราจรอัจฉริยะนั้น ยังคงเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ คือ บอกเป็น



ถนนที่มีจราจรติดขัด หรือ ความเร็วที่กำหนดบนป้ายจราจร เป็นต้น ซึ่งข้อมูลดังกล่าวนี้จะมี ความละเอียดน้อยกว่าข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่ เวลาในการเดินทางที่ล่าช้า (นาที) เป็นต้น

- คุณสมบัติของข้อมูล ข้อมูลที่แสดงบนระบบบริการข้อมูลการเดินทางนั้น จะต้องเป็นข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ ชัดเจน ตรงประเด็น เข้าใจง่าย และมีการปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสถานการณ์ตลอดเวลา มิเช่นนั้นแล้วจะเกิดความสับสนแก่ผู้เดินทางได้

2.3 ตัวอย่างระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าในกรุงเทพมหานคร

ปัจจุบันระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าในกรุงเทพมหานครมีหลายประเภท ได้แก่ ป้ายจราจรอัจฉริยะ ป้ายจราจรสลับข้อความ วิทยุ โทรทัศน์ และอินเทอร์เน็ต โดยรายละเอียดของแต่ละระบบเป็นดังต่อไปนี้

2.3.1 ป้ายจราจรอัจฉริยะ (Intelligent Sign Board)

ป้ายจราจรอัจฉริยะนี้ควบคุมโดยศูนย์ควบคุมป้ายจราจรอัจฉริยะดังรูปที่ 2.4 ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมป้ายจราจรอัจฉริยะให้มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดี โดยศูนย์ควบคุมนี้ตั้งอยู่บริเวณใกล้สถานีรถไฟฟ้าสถานีอารีย์ ศูนย์ควบคุมดังกล่าวนี้นำข้อมูลการจราจรมาจากกล้องที่ทางบริษัท Genius Traffic System ทำการติดตั้งไว้ประมาณ 250 ตัว แบ่งเป็นกล้องที่สามารถควบคุมได้ (หมุนได้) 20 ตัว เพื่อรายงานสภาพการจราจรในเส้นทางข้างหน้า นอกเหนือจากการตรวจสอบและรายงานสภาพการจราจรจากกล้องแล้ว ศูนย์ควบคุมป้ายจราจรอัจฉริยะยังนำข้อมูลการจราจรมาจากหน่วยงานหรือแหล่งข้อมูลการจราจรอื่นๆมาใช้ในการประมวลผลด้วย ตัวอย่างเช่น ศูนย์บังคับการตำรวจจราจร (บก.จร.) ข่าวสารจากหน่วยงานกรุงเทพมหานคร และการรายงานข้อมูลจากเจ้าหน้าที่ผู้สังเกตและบันทึกข้อมูลปริมาณการจราจรซึ่งจะรายงานเฉพาะเวลาเร่งด่วนในจุดที่กล้องมองไม่เห็นเท่านั้น

การรายงานสภาพการจราจรเข้ามายังที่ศูนย์ควบคุมนั้นจะมีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ที่คอมพิวเตอร์ตลอด 24 ชั่วโมง โดยเจ้าหน้าที่ 1 คนจะคอยดูและปรับแก้เส้นสีที่คำนวณมาจากโปรแกรม ประมาณ 3-4 ป้าย ในการปรับแก้เส้นสีนั้นจะต้องปรับแก้ให้มีความสอดคล้องกับสภาพการจราจรจริง ป้ายจราจรอัจฉริยะนี้จะแสดงผลด้วย LED (Light Emitting Diode) ซึ่งมีความสว่างสามารถมองเห็นได้ในระยะไกล มีความทนทานและอายุการใช้งานนาน

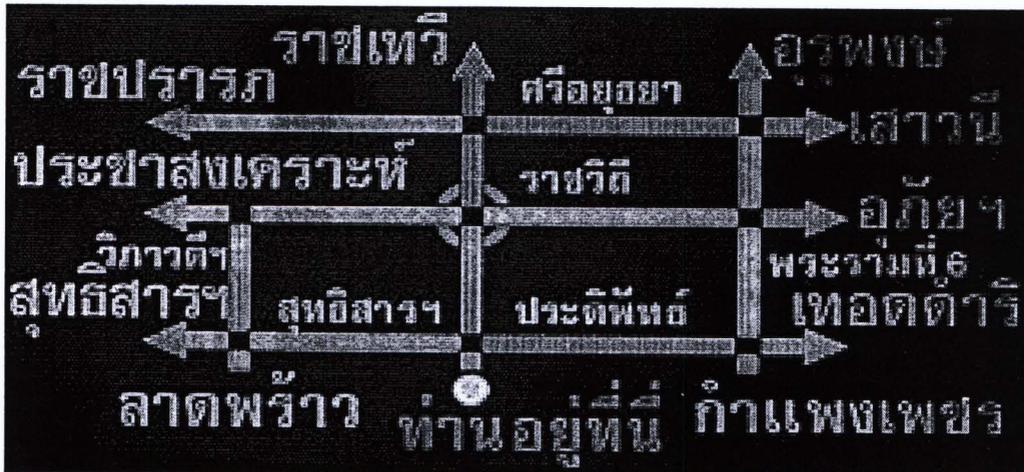




ภาพที่ 2.4 ศูนย์ควบคุมป้ายจราจรอัจฉริยะ

การให้ข้อมูลจราจรโดยป้ายจราจรอัจฉริยะ ดังภาพที่ 2.5 เป็นระบบแสดงข้อมูลข่าวสาร บอกสภาพการจราจร ณ เวลานั้น แก่ผู้ที่กำลังเดินทาง โดยป้ายจะแสดงสภาพการจราจรในเส้นทางถนนสายหลักในกรุงเทพมหานคร เป็นเส้นสี 3 สี ได้แก่ สีแดงหมายถึงสภาพการจราจรติดขัดมาก เส้นสีเหลืองหมายถึงสภาพการจราจรติดปานกลาง และเส้นสีเขียวหมายถึง สภาพการจราจรคล่องตัว เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ขับขี่ในการหลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีการจราจรติดขัด ป้ายจราจรอัจฉริยะเป็นโครงการที่ทางกรุงเทพมหานครให้สิทธิแก่เอกชนในการติดตั้ง บริหารจัดการ และบำรุงรักษา โดยค่าใช้จ่ายในการลงทุนและดำเนินการเป็นของเอกชนทั้งสิ้น ซึ่งโครงการนี้มีจุดเริ่มต้นมาจากการแก้ไขปัญหาจราจรของอดีตผู้ว่าอภิรักษ์ โกษะโยธิน ที่ต้องการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีในการแก้ไขปัญหาจราจร

สำนักงานจราจรและขนส่ง (สจส.) กรุงเทพมหานครจัดทำป้ายจราจรอัจฉริยะโดยแสดงข้อมูลสภาพการจราจร เส้นทางที่เหมาะสมในการเดินทาง แจ้งการเกิดอุบัติเหตุ และอุบัติเหตุต่างๆให้แก่ผู้ขับขี่ เพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัด อีกทั้งผู้ขับขี่สามารถหลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีปัญหาได้อีกด้วย



ภาพที่ 2.5 ป้ายจราจรอัจฉริยะของสำนักงานจราจรและขนส่ง (สจส.) กรุงเทพมหานคร

ป้ายจราจรอัจฉริยะจะแสดงสภาพการจราจรในแต่ละเส้นทาง ณ เวลาปัจจุบันในทิศทางเดียว โดยจะติดตั้งกล้องกว่า 250 ตัวบนถนนสายหลักทั่วกรุงเทพมหานคร เพื่อตรวจวัดปริมาณการจราจร โดยอาศัยหลักการทางวิศวกรรมจราจร ที่เรียกว่า Occupancy Ratio (OR) เป็นอัตราส่วนปริมาณการจราจรต่อช่วงถนนที่ถูกกำหนดขึ้น ซึ่งจะนำมาใช้ในการแสดงเส้นสีปริมาณการจราจร ซึ่งมีเกณฑ์เบื้องต้นมาตรฐาน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สภาพการจราจร ค่า Occupancy Ratio (OR) และเส้นสี (ที่มา: คู่มือป้ายจราจรอัจฉริยะ, 2550)

สภาพการจราจร	Occupancy Ratio (OR)	เส้นสี
คล่องตัว	0.0-0.3	เขียว
หนาแน่น	0.3-0.8	เหลือง
ติดขัด	0.8-1.0	แดง

ป้ายจราจรอัจฉริยะมีอยู่ 2 ประเภท คือ ป้ายจราจรอัจฉริยะประเภทป้ายทางด่วน โดยจะติดตั้งบนทางราบแต่บอกสภาพการจราจรบนทางพิเศษขนาด 15 ตารางเมตร สูง 2.5 เมตร ฐานยาว 6 เมตร มีทั้งหมด 4 ป้าย ได้แก่ ด้านประชานุกูล ด้านสุขุมวิท 62 ขาเข้า ด้านสุขุมวิท 62 ขาออก ด้านยมราช

ป้ายจราจรอัจฉริยะประเภทป้ายทางแยก โดยจะติดตั้งก่อนถึงทางแยกเพื่อแสดงสภาพการจราจรบริเวณข้างหน้าขนาด 19.88 ตารางเมตร สูง 2.8 เมตร ฐานยาว 7.1 เมตร มีทั้งหมด 36 ป้าย ดังนี้

- | | | |
|-------------------|-------------------|----------------------|
| 1. สะพานควาย | 13. เอกมัยเข้า | 25. สาทรคอนแวนต์ |
| 2. ลาดพร้าว | 14. พร้อมพงษ์ | 26. นราธิวาส |
| 3. รัชโยธิน | 15. อ่อนนุช | 27. ตากสิน |
| 4. SCB | 16. พระโขนง | 28. เพชรเกษม |
| 5. รัชดา-ลาดพร้าว | 17. เกษมราษฏร์ | 29. พานิชชน |
| 6. บางกะปิ | 18. พญาไทกรมแพทย์ | 30. กิ่งเพชร |
| 7. ลำสาลี | 19. พญาไท | 31. สะพานขาว |
| 8. นิด้า | 20. หัวช้าง | 32. แยก 35 โบว์ |
| 9. ชันโย | 21. มานูญครอง | 33. เมเจอร์ปิ่นเกล้า |
| 10. ศูนย์วิจัย | 22. ศาลาแดง | 34. ตั้งฮั่วเส็ง |
| 11. มิตรสัมพันธ์ | 23. สีลม | 35. พระมงกุฎ |
| 12. เอกมัยออก | 24. สาทรวิทยุ | 36. ดึกชัย |

2.3.2 ป้ายจราจรสลัข้อความ (Variable Message Sign, VMS)

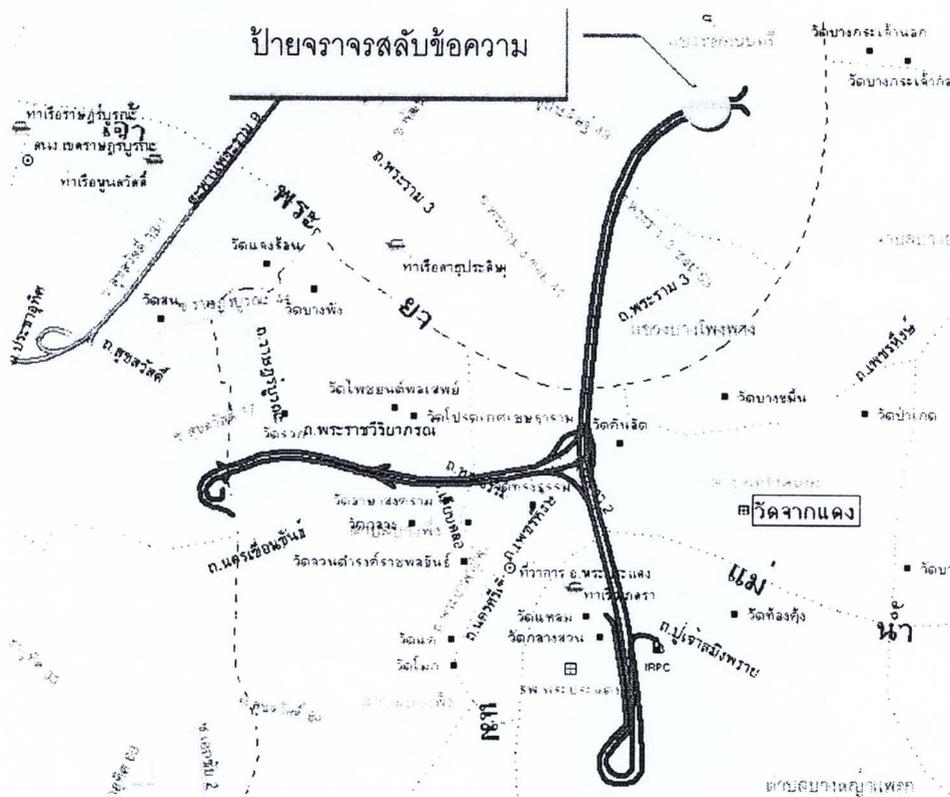
ระบบป้ายสลัข้อความเป็นการแสดงข้อมูลข่าวสารแก่ผู้เดินทางสัญจรบนเส้นทาง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการรับรู้อันมีผลต่อพฤติกรรมจราจร การตัดสินใจเลือกเส้นทางต่าง ๆ ได้ ข้อมูลข่าวสารบนป้ายเป็นตัวอักษรวิ่งเพื่อรายงานสภาพการจราจร การรายงานเกิดอุบัติเหตุ รวมถึงการแนะนำการหลีกเลี่ยงเส้นทาง ดังภาพที่ 2.6 ซึ่งในปัจจุบันมีหน่วยงานที่ให้บริการข้อมูลแสดงโดยป้ายจราจรสลัข้อความหลายหน่วยงานในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ กรมทางหลวงชนบท กองบังคับการตำรวจจราจร (บก.จร.) การทางพิเศษแห่งประเทศไทย



ภาพที่ 2.6 ป้ายจราจรสลัข้อความ (Variable Message Sign, VMS)

- ศูนย์ควบคุมป้ายจราจรสลัข้อความที่วงแหวนอุตสาหกรรม ควบคุมโดยกรมทางหลวงชนบท

ศูนย์ควบคุมป้ายจราจรสลัข้อความที่วงแหวนอุตสาหกรรม ควบคุมโดยกรมทางหลวงชนบทตั้งอยู่บริเวณ ได้สะพานภูมิพลช่วงกลางที่แยกไปลงถนนสุขสวัสดิ์ ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมการจราจรบนสะพานวงแหวนอุตสาหกรรม รวมทั้งป้ายจราจรสลัข้อความที่อยู่บริเวณทางลงจากสะพานวงแหวนอุตสาหกรรม ที่จะมุ่งหน้าไปทางถนนพระรามที่ 3 ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ศูนย์ควบคุมป้ายจราจรสลัข้อความที่วงแหวนอุตสาหกรรม (ที่มา: <http://www.thaimtb.com/webboard/272/136479-95.gif>)

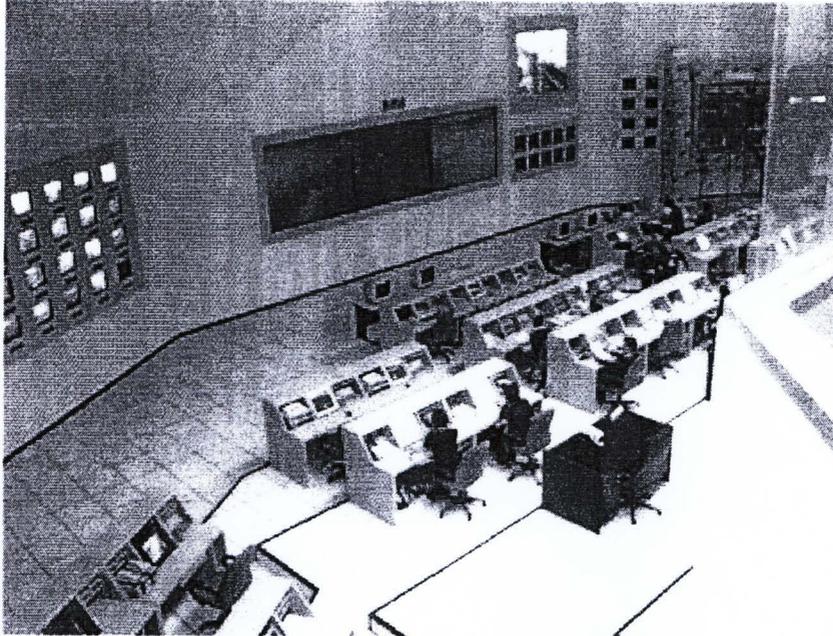
ป้ายจราจรสลัข้อความชนิดนี้เป็นป้ายสลัข้อความแบบ Full Color มีความละเอียดมากถึง 1.07 ล้านสี สามารถแสดงเป็นภาพวีดีโอ ภาพกราฟฟิก และภาพเคลื่อนไหวได้ จอภาพจะมีขนาดความกว้าง 3.872 เมตรสูง 3.168 เมตร ป้ายจราจรสลัข้อความชนิดนี้มีความสามารถแสดงภาพสภาพการจราจรที่เป็นอยู่ ณ ปัจจุบันได้ แต่เนื่องจากในปัจจุบันยังไม่มี การรายงานสภาพการจราจรที่เป็นอยู่นั้นๆ จึงมีเพียงการโฆษณา หรือ ประกาศ ข่าวสารต่างๆจาก

ทางกรมทางหลวงชนบท หรือ หน่วยงานต่างๆที่ต้องการโฆษณา ขึ้นแสดงเท่านั้น ซึ่งการโฆษณานี้ จะไม่มีค่าใช้จ่ายแต่อย่างใด เพียงหน่วยงานนั้นๆส่งข้อมูลที่ต้องการโฆษณามาเท่านั้น แต่ถึงแม้ว่า จะไม่มีการรายงานสภาพการจราจรผ่านป้ายจราจรสลับข้อความนั้น เมื่อเกิดอุบัติเหตุ หรือ เหตุ ฉุกเฉิน ทางศูนย์ควบคุมก็จะสามารถตรวจสอบได้จากกล้องที่ติดตั้งอยู่บริเวณต่างๆและจะ สามารถเข้าช่วยเหลือได้ทันเวลา หรือ ผู้เดินทางที่ต้องการความช่วยเหลือก็สามารถโทรเข้ามาแจ้ง ที่ศูนย์ควบคุมได้จากโทรศัพท์ฉุกเฉินที่มีบริการอยู่ตามจุดต่างๆเป็นระยะ ซึ่งจะได้รับ的帮助เหลือ รวดเร็วทันกาล

ในปัจจุบันป้ายจราจรสลับข้อความชนิดนี้มีเพียงจุดเดียวเท่านั้น อยู่บริเวณทางลงจาก สะพานวงแหวนอุตสาหกรรม ที่จะมุ่งหน้าไปทางถนนพระราม 3 ซึ่งในอนาคตกรมทางหลวงชนบท ยังมีโครงการที่จะเพิ่มป้ายจราจรสลับข้อความขึ้นอีก แต่จะเป็นแบบป้ายจราจรสลับข้อความ ธรรมดา สามารถแสดงได้แค่ตัวอักษรเท่านั้น เนื่องจากป้ายจราจรสลับข้อความที่มีอยู่นั้นมี ค่าใช้จ่ายสูงเนื่องจากเป็นป้ายสลับข้อความแบบ Full Color สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหวได้

- ศูนย์ควบคุมป้ายจราจรสลับข้อความที่กองบังคับการตำรวจจราจร (บก.จร.)

กองบังคับการตำรวจจราจร (บก.จร.) ตั้งอยู่ที่ 123 หมู่ 2 ถ.วิภาวดีรังสิต แขวง ลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร และหมายเลขโทรศัพท์เพื่อสอบถามเส้นทางจราจร 1197 กองบังคับการตำรวจจราจรนี้จะนำข้อมูลการจราจรมาจากกล้อง CCTV ที่ติดตั้งในเขตกรุงเทพ ทั้งหมด 60 ตัวในโครงการที่ 1 และ 2 ซึ่งกล้อง CCTV ทั้ง 60 ตัวนี้สามารถควบคุมได้ที่กอง บังคับการตำรวจจราจรและ กรุงเทพมหานคร แต่โครงการติดตั้งกล้อง CCTV โครงการที่ 3 ที่กำลัง จะเปิดใช้นั้นจะควบคุมได้เฉพาะที่กองบังคับการตำรวจจราจรเท่านั้น กล้องทั้งหมดนี้จะทำงาน ตลอด 24 ชั่วโมง และรายงานมายังกองบังคับการตำรวจจราจรตลอดเวลา ซึ่งจะมีเจ้าหน้าที่ ประจำอยู่ที่หน้าจอโทรทัศน์ที่มีการรายงานมาตลอด 24 ชั่วโมงดังรูปที่ 2.8 แต่ปัจจุบันจำนวน กล้องที่มีอยู่นี้ยังไม่เพียงพอกับความต้องการทางข้อมูลจราจร (ชฎิล ตูจินดา, 2552)



ภาพที่ 2.8 กองบังคับการตำรวจจราจร (บก.จร.)

(ที่มา: กองบังคับการตำรวจจราจร กองบัญชาการตำรวจนครบาล)

กองบังคับการตำรวจจราจรแห่งนี้ถือว่าเป็นแหล่งข้อมูลการจราจรที่สำคัญแห่งหนึ่ง โดยหลายหน่วยงานที่ทำหน้าที่ให้บริการข้อมูลการจราจรนำข้อมูลการจราจรมาจากกองบังคับการจราจรนี้ อาทิเช่น ศูนย์บริการข้อมูลจราจร จส.100 ศูนย์บริการข้อมูลจราจร สวพ.91 และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์แห่งชาติสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (NECTEC) เป็นต้น

- ศูนย์ควบคุมป้ายจราจรสลับข้อความควบคุมโดยการทางพิเศษแห่งประเทศไทย

ป้ายจราจรสลับข้อความนี้มีทั้งหมด 44 ป้ายและยังมีโครงการขยายเพิ่มเติมอีกบริเวณก่อนทางขึ้นทางพิเศษและบริเวณทางลงทางพิเศษ โดยข้อมูลที่จะแสดงบนป้ายนั้นส่วนใหญ่จะแสดงสภาพการจราจรที่มีปัญหา เตือนเมื่อเกิดอุบัติเหตุ เตือนเพื่อป้องกันอุบัติเหตุ และประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารรวมทั้งการณรงค์ต่างๆของการทางพิเศษ โดยจะมีศูนย์ควบคุมทางพิเศษเป็นผู้ควบคุมดูแล ซึ่งมีทั้งหมด 5 ศูนย์ ได้แก่

1. ศูนย์ควบคุมทางพิเศษเฉลิมมหานคร (CCB1) ตั้งอยู่ที่ ถนนเกษมราษฎร์ แขวงคลองเตย เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10110
2. ศูนย์ควบคุมทางพิเศษศรีรัช (CCB2) ตั้งอยู่ที่ 238/7 ถนนอโศก-ดินแดง แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310

3. ศูนย์ควบคุมทางพิเศษฉลองรัช (CCB3) ตั้งอยู่ที่ ถนนพระราม9 เขตห้วยขวาง กรุงเทพฯ 10310
4. ศูนย์ควบคุมทางพิเศษบูรพาวิถี (CCB4) ตั้งอยู่ที่ ถนนศรีนครินทร์ กม.11 แขวงบางนา เขตพระโขนง กรุงเทพฯ 10260
5. ศูนย์ควบคุมทางพิเศษอุดรรัถยา (CCB1) ตั้งอยู่ที่ ถนนรังสิต-ปทุมธานี ตำบลบางพูน อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12000

ศูนย์ควบคุมนี้จะมีหน้าที่ควบคุมดูแลทางพิเศษในเส้นทางต่างๆรวมทั้งอุปกรณ์ที่อยู่บนทางพิเศษด้วย อาทิเช่น ป้ายจราจรสลับข้อความ ซึ่งจะใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้นำข้อมูลเข้าไปเพื่อบอกให้ผู้เดินทางทราบข่าวสารการเดินทางต่างๆ รวมถึงรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในทางพิเศษด้วย ซึ่งข้อมูลที่น่ามารายงานนั้นมาจากการกล้อง CCTV ที่ติดตั้งโดยการทางพิเศษแห่งประเทศไทยที่มีอยู่ 199 ตัว เฉลี่ยทุกๆ 1 กิโลเมตรต่อ 1 ตัวและสามารถควบคุมได้ทุกตัว โดยกล้องจะบันทึกเป็น VDO ไว้ 24 ชั่วโมง และสามารถเก็บไว้ได้ 10-12 วัน

2.3.3 อินเทอร์เน็ต (Internet)

ปัจจุบันสื่ออินเทอร์เน็ตสามารถใช้งานได้ง่าย และเข้าถึงข้อมูลข่าวสารได้อย่างรวมทั้งมีแนวโน้มที่จะมีการใช้งานกันมากยิ่งขึ้น ดังนั้นหน่วยงานต่างๆได้มีการพัฒนาระบบการให้ข้อมูลข่าวสารด้านการจราจรให้แก่ผู้ที่ต้องการข้อมูลข่าวสารโดยผ่านทาง เว็บไซต์ของหน่วยงานต่างๆ เช่น เว็บไซต์ของสำนักการจราจรและขนส่ง เว็บไซต์ของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ เว็บไซต์ของกรมทางหลวง เป็นต้น โดยการรายงานข้อมูลนั้น จะแสดงข้อมูลสภาพการจราจรออกมาในลักษณะข้อความ และให้ความรู้ทางด้านวินัยการจราจร การแนะนำเส้นทาง ฯลฯ ซึ่งแสดงในภาพที่ 2.9 ถึง 2.11

ปริมาณการใช้งานการจราจรเฉลี่ยของถนนสายต่างๆในเขตกรุงเทพมหานคร วันที่ 26 - 30 มิถุนายน 2553

วันเดือนปี	ชื่อแยก	ถนน	ปริมาณการจราจรเฉลี่ย (คัน/ชม.)				ค่าเฉลี่ยการจราจรเฉลี่ย (คัน/ชม.)			
			เร่งด่วนเช้า/นอกเร่งด่วน (7.00-9.00)	เร่งด่วนเย็น (9.00-18.00)	ตลอดวัน (18.00-19.00)	ตลอดวัน (7.00-19.00)	เร่งด่วน	นอกเร่งด่วน (9.00-18.00)	เร่งด่วนเย็น (18.00-19.00)	ตลอดวัน (7.00-19.00)
26 มิ.ย. 53	สุขุมวิท	สุขุมวิท	1,975	1,763	1,998	1,867	154	100	120	110
		สีลม	1,298	1,239	1,671	1,567	109	80	100	93
26 มิ.ย. 53	นวมินทร์ - สีลม	สุขุมวิท	1,338	1,601	2,006	1,600	80	72	113	96
		นวมินทร์ - สีลม	881	660	626	686	97	70	94	79
30 มิ.ย. 53	นวมินทร์	นวมินทร์ - สีลม	1,470	1,616	1,427	1,486	150	100	100	100
		สีลม	2,990	2,214	1,204	2,091	187	180	100	135

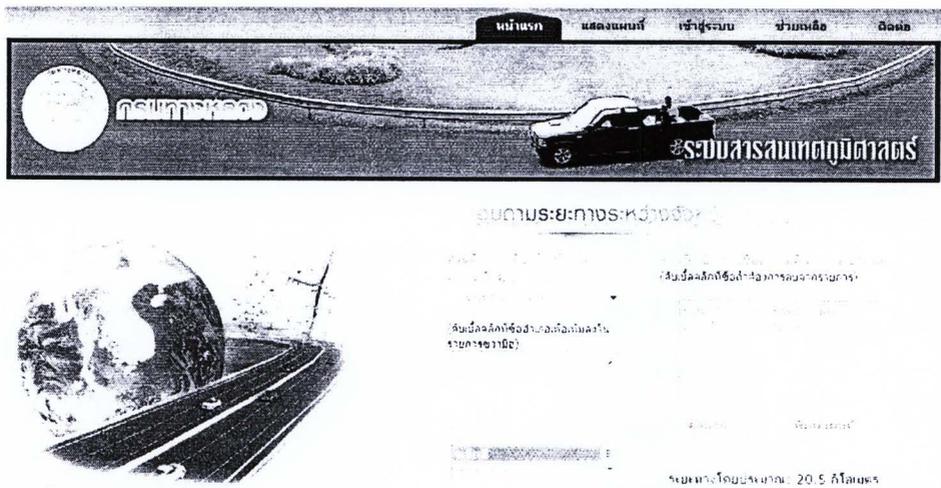
ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างการรายงานปริมาณการจราจรบริเวณทางแยกต่างๆในเขตกรุงเทพมหานคร

โดยสำนักการจราจรและขนส่ง

(ที่มา: http://203.155.220.217/dotat/report_intersection/intersection/2553/Jun53.htm)

สรุปรายงานอุบัติเหตุประจำวันที่ 16-01-2552	
เลือก ถนน แยก หรือ สถานที่ ที่ ต้องการดูข้อมูล	
แยกขาเข้า	แยกขาออก
แยกที่ 1 : แยกลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกรัชดาลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08	แยกที่ 1 : แยกรัชดาลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08
แยกที่ 2 : แยกรัชโยธิน มุ่งหน้า แยกรัชดาลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08	แยกที่ 2 : แยกรัชดาลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกรัชโยธิน เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08
แยกที่ 3 : แยกภาวนา มุ่งหน้า แยกรัชดาลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08	แยกที่ 3 : แยกรัชดาลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกภาวนา เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:09
แยกที่ 4 : แยกรัชดาสุทธิสาร มุ่งหน้า แยกรัชดา ลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ	แยกที่ 4 : แยกรัชดาลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกรัชดา สุทธิสาร เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ

ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการรายงานสภาพการจราจรบริเวณถนน แยก หรือสถานที่อื่นๆ โดยสำนักงานตำรวจแห่งชาติ (ที่มา: <http://www.trafficpolice.go.th>)



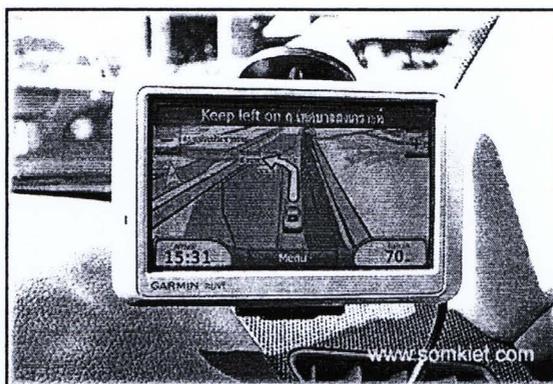
ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการรายงานระยะทางระหว่างจังหวัดหรืออำเภอโดยกรมทางหลวง (ที่มา: <http://gisweb.doh.go.th/doh/download/>)

สรุปรายงานอุบัติเหตุประจำวัน 16-01-2552	
เลือก ถนน แยก หรือ สถานที่ ๆ ต้องการดูข้อมูล	
6 ซี่งลา-ลาจ่าง	
แยกขาเข้า	แยกขาออก
แยกที่ 1 : แยกลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกรัชดาลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08	แยกที่ 1 : แยกรัชดาลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08
แยกที่ 2 : แยกรัชโยธิน มุ่งหน้า แยกรัชดาลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08	แยกที่ 2 : แยกรัชดาลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกรัชโยธิน เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08
แยกที่ 3 : แยกภาวนา มุ่งหน้า แยกรัชดาลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:08	แยกที่ 3 : แยกรัชดาลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกภาวนา เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ วันที่ / เวลา : 15-01-2009 15:07:09
แยกที่ 4 : แยกรัชดาสุทธิสาร มุ่งหน้า แยกรัชดา ลาดพร้าว เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ	แยกที่ 4 : แยกรัชดาลาดพร้าว มุ่งหน้า แยกรัชดา สุทธิสาร เคลื่อนตัวได้เรื่อยๆ

ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างการรายงานสภาพการจราจรบริเวณถนน แยก หรือสถานที่อื่นๆ โดยสำนักงานตำรวจแห่งชาติ (ที่มา: <http://www.trafficpolice.go.th>)



ภาพที่ 2.11 ตัวอย่างการรายงานระยะทางระหว่างจังหวัดหรืออำเภอโดยกรมทางหลวง (ที่มา: <http://gisweb.doh.go.th/doh/download/>)



ภาพที่ 2.12 ระบบนำทางปัจจุบัน

(ที่มา: <http://www.somkiet.com/ComTech/Garmin710.htm>)

แต่ในปัจจุบันสมาคม ITS แห่งประเทศไทยได้มีการพัฒนาระบบให้ข้อมูลการจราจรโดยระบบนำทาง โดยมีการส่งข้อมูลผ่านคลื่นวิทยุ ซึ่งจะนำข้อมูลการจราจรมาจากศูนย์ควบคุมป้ายจราจรอัจฉริยะ กรุงเทพมหานคร และ สำนักงานควบคุมการจราจรโดยตำรวจแห่งชาติ และส่งข้อมูลมายังตัวเครื่องแม่ข่ายที่ซอยรางน้ำ ย่านพญาไท แล้วส่งข้อมูลไปยังผู้เดินทางที่มีระบบนำทางที่สามารถรับข้อมูลได้ ซึ่งในปัจจุบันตัวเครื่องของระบบนำทางนั้นได้รองรับสัญญาณดังกล่าวนี้แล้วดังภาพที่ 2.13 ข้อมูลที่ผู้เดินทางจะได้รับจากระบบดังกล่าวนี้คือ ข้อมูลสภาพการจราจร ณ จุดที่ผู้เดินทางอยากทราบ ข้อมูลสภาพอากาศ ข้อมูลเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบนถนนแบบทันที และคำแนะนำในการหลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีปัญหาการจราจร เป็นต้น



ภาพที่ 2.13 ระบบนำทางระบบใหม่

2.3.6 โทรศัพท์ (Telephone)

การให้ข้อมูลข่าวสารการเดินทางทางโทรศัพท์นั้น เป็นการให้บริการข้อมูลโดยใช้คนเป็นสื่อกลางระหว่างข้อมูลกับผู้เดินทาง โดยผู้เดินทางจะสามารถโทรศัพท์ไปที่หน่วยงานที่ให้บริการข้อมูลการเดินทาง เพื่อจะบอกปัญหา หรือ สอบถามข้อมูลการเดินทาง ซึ่งหน่วยงานดังกล่าวนี้จะมีพนักงานเป็นผู้ให้บริการข้อมูลแก่ผู้เดินทางที่สอบถามข้อมูลนั้นๆ ซึ่งในการโทรศัพท์นั้นจะมีค่าใช้จ่ายโดยที่ผู้เดินทางนั้นจะต้องเป็นผู้ที่รับผิดชอบ เพราะเหตุนี้เองการให้ข้อมูลการเดินทางรูปแบบนี้จึงไม่เป็นที่นิยมมากนัก หน่วยงานที่ให้บริการข้อมูลรูปแบบนี้มีหลายหน่วยงาน เช่น กรมตำรวจ และ จส.100 ซึ่งให้บริการผ่านหมายเลขโทรศัพท์ 1356 และ 1137 ตามลำดับ

จากระบบให้ข้อมูลผู้เดินทางที่กล่าวข้างต้นผู้วิจัยสามารถนำมาเพื่อเปรียบเทียบการให้ข้อมูล การให้บริการของแต่ละระบบได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 พบว่าระบบการให้ข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าในแต่ละระบบมีข้อมูลการให้บริการที่คล้ายกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากข้อมูลที่นำมาแสดงนั้นมาจากศูนย์ข้อมูลเดียวกันคือ กองบังคับการตำรวจจราจร (บก.จร.) อีกทั้งแต่ละรูปแบบการให้บริการนั้นมีแนวทางการขยายผลในอนาคตเพื่ออำนวยความสะดวกและเพื่อประสิทธิภาพของการให้ข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าอีกด้วย

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

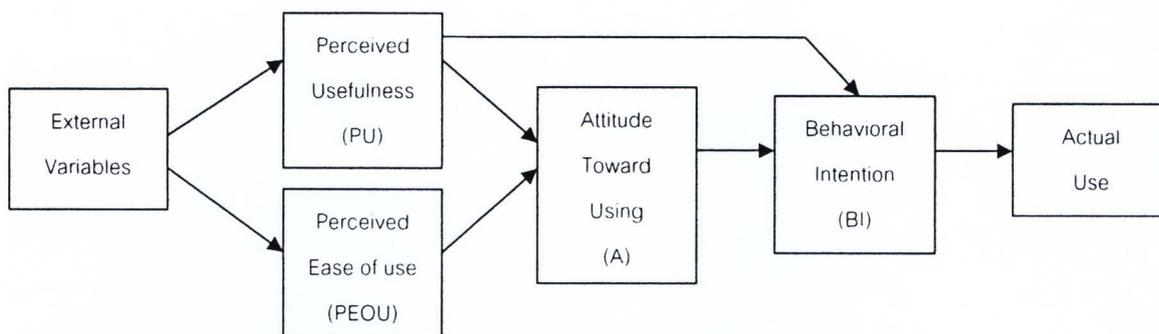
การศึกษานี้ผู้วิจัยทำการศึกษาโดยอาศัยแบบจำลองการยอมรับใช้เทคโนโลยี (Technology Acceptance Model, TAM) และแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling, SEM) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.4.1 แบบจำลองการยอมรับใช้เทคโนโลยี (Technology Acceptance Model, TAM)

แบบจำลองการยอมรับใช้เทคโนโลยี เป็นแบบจำลองเพื่อใช้ในการพยากรณ์การยอมรับในเทคโนโลยี พัฒนามาจากทฤษฎีการกระทำจากเหตุผล (Theory of Reasoned Action: TRA) ดังแสดงในรูปที่ 2.14

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบระบบการให้ข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าในแต่ละระบบ

รายการ	ป้ายจราจรสลับบัตรข้อความควบคุมโดยกล้องบังคับการตำรวจจราจร (บก.จร.)	ป้ายจราจรสลับบัตรข้อความควบคุมโดยทางหลวงชนบท	ป้ายจราจรสลับบัตรข้อความควบคุมโดยทางพิเศษแห่งประเทศไทย	ป้ายจราจรอัจฉริยะควบคุมโดยศูนย์ควบคุมป้ายจราจรอัจฉริยะ	ศูนย์บริการข้อมูลจราจรทางวิทยุควบคุมโดย จส.100 และ สทพ.91
จุดประสงค์การให้ข้อมูล	ประชาสัมพันธ์ข่าวสารการจราจรขณะเดินทาง	ประกาศข่าวสารต่างๆจากทางกรมทางหลวงชนบท หรือ หน่วยงานต่างๆที่ต้องการโฆษณา	เพื่อให้ผู้เดินทางหลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีปัญหาการจราจร เพื่อช่วยลดเวลาในการเดินทางลดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและลดปัญหาการจราจร	เพื่อให้ผู้เดินทางหลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีปัญหาการจราจร เพื่อช่วยลดเวลาในการเดินทางลดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและลดปัญหาการจราจร	เพื่อให้ผู้เดินทางหลีกเลี่ยงเส้นทางที่มีปัญหาการจราจร เพื่อช่วยลดเวลาในการเดินทางลดอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงและลดปัญหาการจราจร
ข้อมูลที่ให้บริการ	ข้อมูลการจราจร และเตือนอุบัติเหตุต่างๆ	ข่าวสารโฆษณาต่างๆ	ประชาสัมพันธ์ข่าวสารการจราจรที่มีปัญหา เตือนให้ป้องกันอุบัติเหตุ และประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารและการรณรงค์ต่างๆของการทางพิเศษ	ประชาสัมพันธ์ความเคลื่อนไหวของการจราจรในเส้นทางต่างๆ เตือนเมื่อมีอุบัติเหตุ และประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารและการรณรงค์ต่างๆ	ประชาสัมพันธ์ความเคลื่อนไหวของการจราจรในเส้นทางต่างๆ เตือนเมื่อมีอุบัติเหตุเพื่อให้หลีกเลี่ยงเส้นทางนั้นๆ และประชาสัมพันธ์ข้อมูลข่าวสารและการรณรงค์ต่างๆ
แหล่งที่มาของข้อมูล	กล้อง CCTV ที่ติดตั้ง	จากหน่วยงานต่างๆที่ต้องการโฆษณา	กล้อง CCTV ที่ติดตั้ง	กล้อง CCTV ที่ติดตั้ง และหน่วยงานที่ต้องการโฆษณา	เจ้าหน้าที่ภาคสนาม การรายงานสดจากสมาชิก และข้อมูลการจราจรจาก บก.02
กระบวนการนำเสนอข้อมูล	ใช้เจ้าหน้าที่พิมพ์ข้อความและใส่ข้อมูล	ใช้เจ้าหน้าที่พิมพ์ข้อความและใส่ข้อมูล	ใช้เจ้าหน้าที่พิมพ์ข้อความและใส่ข้อมูล	ใช้เจ้าหน้าที่พิมพ์ข้อความและใส่ข้อมูล	รายงานสดทางวิทยุ
ลักษณะอุปกรณ์	สามารถแสดงได้แต่ตัวหนังสือเท่านั้น	สามารถแสดงเป็นภาพเคลื่อนไหว หรือ VDO ได้เลย	สามารถแสดงได้แต่ตัวหนังสือเท่านั้น	สามารถแสดงเส้นสีบอกความเคลื่อนไหวของการจราจร และมีตัวหนังสือด้านล่าง	วิทยุ
เวลาที่ให้บริการ	24 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
การบำรุงรักษา	เมื่อมีปัญหา	2 ปี/1 ครั้ง	ดูแลรักษาเป็นประจำเมื่อมีปัญหา	ดูแลรักษาเป็นประจำเมื่อมีปัญหา	-
แนวทางการขยายผล	เพิ่มจำนวนกล้องและป้ายให้เพียงพอกับความต้องการ	ติดตั้งเพิ่มเติม (ไม่ได้เป็นแบบ full) และเพิ่มข้อมูลการจราจรให้มากขึ้น	เพิ่มการติดตั้งป้ายที่บริเวณทางขึ้นและทางลง	เพิ่มจำนวนกล้องและป้ายให้เพียงพอกับความต้องการ	-



ภาพที่ 2.14 Technology Acceptance Model (TAM)

(ที่มา: Davis และคณะ, 1986)

แบบจำลองนี้จะพิจารณาปัจจัยภายนอกที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ด้านเทคโนโลยีของแต่ละบุคคล โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ (External) ที่เป็นสาเหตุที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ด้านเทคโนโลยีการรับรู้ของแต่ละบุคคลในเรื่องของประโยชน์จากเทคโนโลยีที่จะได้รับ (Perceived Usefulness, PU) และความง่ายในการใช้งาน (Perceived Ease of use, PEOU) จะส่งผลให้เกิดทัศนคติที่จะใช้เทคโนโลยี (Attitude Toward Using, A) เพราะประโยชน์จากเทคโนโลยีที่จะได้รับจะเป็นตัวกำหนดการรับรู้ในระดับบุคคล คือ แต่ละคนก็จะรับรู้ได้ว่าเทคโนโลยีจะมีส่วนช่วยได้อย่างไรบ้าง ส่วนความง่ายในการใช้งานจะเป็นตัวกำหนดในการนำไปใช้งานให้สำเร็จได้หรือไม่ คือ ถ้าใช้งานได้ง่าย สะดวก จะทำให้ผู้รับรู้นำไปใช้ได้สำเร็จมากกว่าเทคโนโลยีที่ใช้งานได้ยาก

โดยทัศนคติต่อการใช้เทคโนโลยี จะส่งผลต่อความตั้งใจที่นำเทคโนโลยีไปใช้ (Behavioral Intention, BI) จะพิจารณาประกอบกันระหว่างประโยชน์จากเทคโนโลยีที่จะได้รับ และทัศนคติที่จะใช้เทคโนโลยี เพราะถ้าเทคโนโลยีมีประโยชน์แต่ทัศนคติต่อเทคโนโลยีไม่ดี อาจทำให้ผู้รับรู้ไม่ยอมใช้เทคโนโลยีได้ ดังนั้นเทคโนโลยีที่พิจารณานั้นควรจะมีทั้งประโยชน์ และผู้ใช้ต้องมีทัศนคติที่ดีต่อเทคโนโลยีด้วย จึงส่งผลให้ผู้รับรู้นำไปทำให้เกิดการใช้งานจริงต่อไป

2.4.2 แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling, SEM)

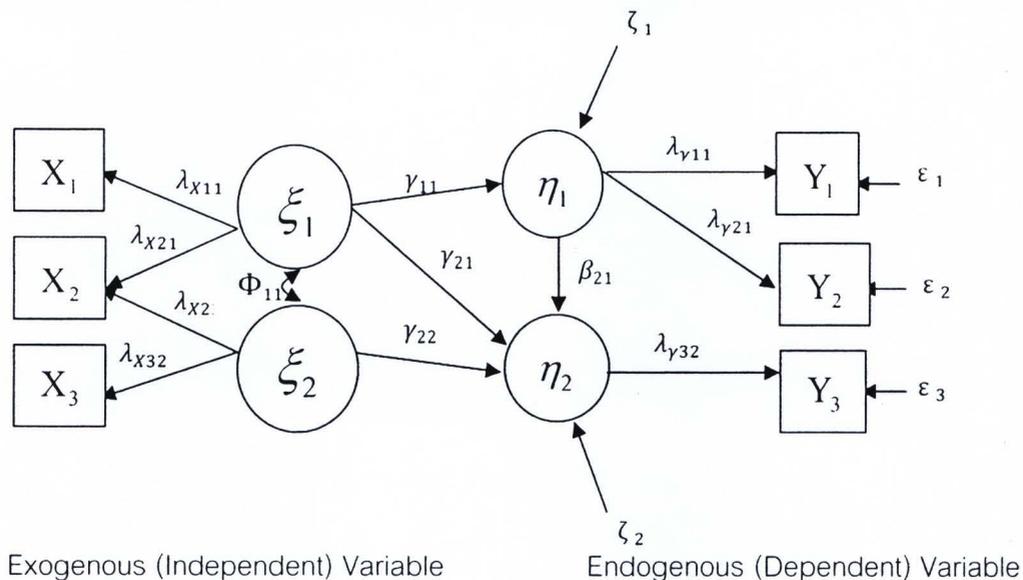
การศึกษาพฤติกรรมการเดินทางรวมถึงการตรวจสอบทัศนคติของผู้เดินทางในประเทศไทย หรือนานาชาตินิยมใช้การวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistical techniques) และการวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร (Multivariate analysis) แต่แนวทางดังกล่าวอาจจะไม่เพียงพอสำหรับการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้เดินทาง เพราะมีเป็นจำนวนไม่น้อยที่ไม่

สามารถอธิบายหรือพยากรณ์พฤติกรรมการเดินทางได้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงได้อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งที่นักวิจัยได้ปฏิบัติตามทฤษฎีและขั้นตอนการวิจัยอย่างถูกต้องแล้ว สาเหตุสำคัญประการหนึ่งอาจเป็นเพราะพฤติกรรมของมนุษย์นั้นเป็นสิ่งที่มีความแปรผันสูง และขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เป็นจำนวนมาก ด้วยเหตุนี้การที่จะอธิบายหรือคาดการณ์พฤติกรรมการเดินทางให้ถูกต้องมากยิ่งขึ้นนั้น จึงต้องการวิธีวิเคราะห์ที่ลดข้อจำกัดและเงื่อนไขของวิธีการทางสถิติแบบเดิม และสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรได้พร้อมกันครั้งละหลายตัวแปรการทำให้เกิดการวิเคราะห์ด้วยวิธีสมการเชิงโครงสร้าง (Structural Equation Modeling, SEM) เป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมอย่างรวดเร็วในการนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยด้านการขนส่งและการจราจรสำหรับวิเคราะห์พฤติกรรมและทัศนคติของผู้เดินทาง และได้รับการยืนยันถึงประสิทธิภาพจากผู้ที่นำแนวทางดังกล่าวไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวาง (สุรเมศวร์ พิริยะวัฒน์, 2548)

แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างมีองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญดังต่อไปนี้

Measurement Model Structural Equation Model Measurement Model

$$X = (A_x)(\xi) + \delta \qquad \eta = (\beta)(\eta) + (\Gamma)(\xi) + \zeta \qquad Y = (A_y)(\eta) + \varepsilon$$



ภาพที่ 2.15 องค์ประกอบของแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Kline, 1998)

ภาพที่ 2.15 แสดงตัวอย่างของแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างที่มีองค์ประกอบเต็มรูปแบบ ซึ่งประกอบด้วยตัวแปรภายนอก (Exogenous variable) และตัวแปรภายใน (Endogenous variable) ทั้งตัวแปรภายนอกและตัวแปรภายในจะประกอบด้วยตัวแปรแฝง

(Latent variable) และตัวแปรสังเกตได้ (Observed variable) โดยตัวแปรแฝงจะไม่สามารถวัดค่าได้ในตัวมันเอง แต่จะวัดค่าได้จากตัวแปรสังเกตได้ที่เป็นองค์ประกอบของแต่ละตัวแปรแฝงนั้นๆ

ในแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้างเต็มรูปแบบจะประกอบด้วยแบบจำลองย่อยที่สำคัญ 2 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองการวัด (Measurement model) และแบบจำลองสมการโครงสร้าง (Structural model) แบบจำลองการวัด คือแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงและตัวแปรสังเกตได้หรือตัวแปรวัดค่าได้ แบบจำลองการวัดจะมีทั้งแบบจำลองการวัดสำหรับตัวแปรภายนอก (Exogenous measurement model) และแบบจำลองการวัดสำหรับตัวแปรภายใน (Endogenous measurement model) สำหรับแบบจำลองสมการโครงสร้าง คือแบบจำลองที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรแฝงภายนอกและตัวแปรแฝงภายใน จากรูปที่ 2.15 สามารถเขียนความสัมพันธ์ของแบบจำลองในรูปของสมการเมทริกซ์ได้ดังต่อไปนี้

แบบจำลองการวัดสำหรับตัวแปรภายนอก

$$X = \Lambda_X \xi + \delta \quad (2.1)$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{X11} & 0 \\ \lambda_{X21} & \lambda_{X22} \\ 0 & \lambda_{X32} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

$$X_1 = \lambda_{X11} \xi_1 + \delta_1 \quad (2.3)$$

$$X_2 = \lambda_{X21} \xi_1 + \lambda_{X22} \xi_2 + \delta_2 \quad (2.4)$$

$$X_3 = \lambda_{X32} \xi_2 + \delta_3 \quad (2.5)$$

แบบจำลองการวัดสำหรับตัวแปรภายใน

$$Y = \Lambda_Y \eta + \varepsilon \quad (2.6)$$

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ Y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_{Y11} & 0 \\ \lambda_{Y21} & 0 \\ 0 & \lambda_{Y32} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

$$Y_1 = \lambda_{Y11} \eta_1 + \varepsilon_1 \quad (2.8)$$

$$Y_2 = \lambda_{Y21} \eta_1 + \varepsilon_2 \quad (2.9)$$

$$Y_3 = \lambda_{Y32} \eta_2 + \varepsilon_3 \quad (2.10)$$

แบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง

$$\eta = \beta\eta + \Gamma\xi + \zeta \quad (2.11)$$

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ \beta_{21} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & 0 \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \zeta_1 \\ \zeta_2 \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

$$\eta_1 = \gamma_{11}\xi_1 + \zeta_1 \quad (2.13)$$

$$\eta_2 = \beta_{21}\eta_1 + \gamma_{21}\xi_1 + \gamma_{22}\xi_2 + \zeta_2 \quad (2.14)$$

โดยที่

- Y = เวกเตอร์ตัวแปรภายในสังเกตได้
- X = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอก
- ξ = เวกเตอร์ตัวแปรภายนอกแฝง
- η = เวกเตอร์ตัวแปรภายในแฝง
- δ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร X
- ε = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อนในการวัดตัวแปร Y
- ζ = เวกเตอร์ความคลาดเคลื่อน z ของตัวแปร η
- Λ_x = x เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ X บน ξ
- Λ_y = y เมทริกซ์สัมประสิทธิ์การถดถอยของ Y บน η
- Γ = เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุจาก ξ ไป η
- β = เมทริกซ์อิทธิพลเชิงสาเหตุระหว่าง η
- Φ = เมทริกซ์ความแปรปรวน-ความแปรปรวนร่วมระหว่างตัวแปรภายนอกแฝง ξ

สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นการตรวจสอบเพื่อการพัฒนาแบบจำลอง ซึ่งแบ่งการทดสอบเป็น 3 ขั้นตอน

ขั้นตอนที่หนึ่ง การตรวจสอบผลการประมาณค่าพารามิเตอร์ เพื่อตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ มีขนาดและเครื่องหมายสมเหตุสมผล และเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยหรือไม่เพื่อตรวจสอบความตรงของแบบจำลอง

ขั้นตอนที่สอง เป็นการตรวจสอบความกลมกลืนโดยรวมของแบบจำลอง (Overall fit) เพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นตามสมมุติฐานงานวิจัยนั้น มีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์มากน้อยเพียงใด ค่าสถิติที่ใช้ตรวจสอบเรียกว่าดัชนีวัดระดับความกลมกลืน ได้แก่ ค่าสถิติไค-สแควร์ (Chi-square, χ^2) ค่า χ^2 / df Goodness of fit index (GFI) Adjusted Goodness of Fit Index (AGFI) Root mean square residual (RMR) Root mean square error of approximation (RMSEA) และ Q-plot

ขั้นตอนที่สาม เป็นการประเมินระดับความกลมกลืน (Goodness of fit index, GFI) ในรายละเอียด ขั้นตอนนี้จะดำเนินการภายหลังจากการตรวจสอบความกลมกลืนโดยรวมทั้งหมดของแบบจำลองเสร็จสิ้นแล้ว และให้ผลว่าแบบจำลองตามสมมุติฐานการวิจัยสอดคล้องกับข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์ วิธีการที่ใช้คือ การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน (Residual Analysis) และ Model Modification Index

สำหรับคำอธิบายของค่าสถิติที่ใช้สำหรับตรวจสอบแบบจำลอง SEM โดยทั่วไปประกอบด้วย

1. ความคลาดเคลื่อนมาตรฐานและสหสัมพันธ์ของค่าประมาณพารามิเตอร์ (Standard errors and correlations of estimations) ถ้าค่าประมาณที่ได้ไม่มีนัยสำคัญ แสดงว่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีขนาดใหญ่ และแบบจำลองยังไม่ได้
2. สหสัมพันธ์พหุคูณและสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Multiple correlations and coefficients of determination) ค่าสถิตินี้ควรมีค่าสูงสุดไม่เกิน 1 และค่าที่สูงหมายความว่าแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์มีความตรง
3. ค่าสถิติไคสแควร์ (Chi-square statistics) เป็นค่าสถิติที่ใช้ทดสอบสมมุติฐานทางสถิติที่ว่าฟังก์ชัน ความกลมกลืน (Goodness of fit index, GFI) มีค่าเป็นศูนย์ ถ้าไคสแควร์มีค่าสูงมาก แสดงว่าฟังก์ชันความกลมกลืนมีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งหมายความว่าแบบจำลองไม่มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ถ้าค่าไคสแควร์ต่ำมาก ยังมีค่าใกล้เคียงศูนย์มากเท่าไร แสดงว่าแบบจำลองมีความกลมกลืนกับข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ถ้าค่าไคสแควร์มีค่าสูงเมื่อเทียบกับค่าองศาอิสระ จำเป็นต้องปรับแบบจำลองแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลใหม่ ค่าไคสแควร์ที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งใหม่จะมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าไคสแควร์

ก่อนหน้านี้อาจแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งหลังนี้มีความสอดคล้องกับข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์มากขึ้น โดยทั่วไปแบบจำลองสมมติฐานที่มีความกลมกลืนกับข้อมูล ค่าไคสแควร์ควรมีค่าใกล้เคียงกับค่าองศาอิสระ

4. ค่าสัดส่วน χ^2 / df เนื่องจากเมื่อจำนวนตัวอย่างมาก ผลการวิเคราะห์ SEM จะให้ค่าไคสแควร์ที่สูงกว่ากรณีการวิเคราะห์ที่มีจำนวนตัวอย่างน้อยกว่า เพื่อแก้ไขความไวของค่าไคสแควร์ซึ่งเป็นผลมาจากจำนวนตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์ จึงมีผู้เสนอให้ใช้ค่าสัดส่วนระหว่างค่าไคสแควร์ และค่าองศาอิสระ (χ^2 / df) มาใช้ประกอบการพิจารณาแบบจำลองควบคู่ไปกับค่าไคสแควร์ โดยทั่วไปค่าสัดส่วน χ^2 / df ที่น้อยกว่า 3 ถืออยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืน (Goodness of fit index, GFI) ค่าดัชนีจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 และ 1 และเป็นค่าที่ไม่เกี่ยวข้องกับขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ดัชนี GFI ที่มีค่าเข้าใกล้ 1.00 หมายความว่าแบบจำลองมีความกลมกลืนกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยทั่วไป ค่า GFI ที่มากกว่า 0.90 ขึ้นไปถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

6. ดัชนีวัดระดับความกลมกลืนที่ปรับแก้แล้ว (Adjusted goodness of fit index, AGFI) คือการนำค่าองศาอิสระ จำนวนตัวแปร และขนาดของกลุ่มตัวอย่างมาปรับแก้ค่า GFI ค่าดัชนี AGFI จะมีคุณสมบัติเช่นเดียวกับดัชนี GFI

7. ดัชนีรากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของเศษเหลือ (Root mean square residual, RMR) เป็นค่าที่บอกขนาดของส่วนที่เหลือโดยเฉลี่ยจากการเปรียบเทียบระดับความกลมกลืนของแบบจำลองสองแบบจำลองกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ค่าดัชนี RMR ยิ่งเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าแบบจำลองมีความกลมกลืนกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยทั่วไปดัชนี RMR ที่น้อยกว่า 0.10 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

8. Q-plot เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนกับค่าควอนไทล์ปกติ (Normal quantiles) ถ้าได้เส้นกราฟมีความชันมากกว่าเส้นทแยงมุมอันเป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบหมายความว่าแบบจำลองดังกล่าวมีความกลมกลืนกับข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

9. ดัชนีดัดแปรแบบจำลอง (Model modification indices) เป็นค่าสถิติเฉพาะสำหรับพารามิเตอร์แต่ละตัว โดยมีค่าเท่ากับค่าไคสแควร์ที่จะลดลงเมื่อกำหนดให้พารามิเตอร์ที่

สอดคล้องกับค่าไคสแควร์นั้นเป็นพารามิเตอร์อิสระ หรือมีการผ่อนคลายข้อกำหนดเงื่อนไขบังคับของพารามิเตอร์นั้น ค่าดัชนีวัดแปรแบบจำลองนี้เป็นประโยชน์มากสำหรับการตัดสินใจปรับแบบจำลองให้มีความกลมกลืนกับข้อมูลที่ใช้วิเคราะห์มากขึ้น

10. Comparative fit index (CFI) เป็นดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบแบบจำลองการวิจัยว่ามีความกลมกลืนสูงกว่าแบบจำลองอิสระมากน้อยเพียงใด โดยทั่วไปค่า CFI ที่มากกว่า 0.94 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

11. ดัชนีรากกำลังสองเฉลี่ยของค่าความแตกต่างโดยประมาณ (Root mean square error of approximation, RMSEA) เป็นดัชนีที่พัฒนามาจากค่าฟังก์ชันความแตกต่างประชากร (Population discrepancy function, PDF) เนื่องจากเมื่อเพิ่มจำนวนพารามิเตอร์อิสระ ค่าสถิติดังกล่าวจะมีค่าลดลงเพราะค่าสถิตินี้มีค่าขึ้นอยู่กับองศาอิสระ โดยทั่วไปค่า RMSEA ที่น้อยกว่า 0.07 ถือว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (Hu and Bentler, 1999)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวรวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าในประเทศไทยและในต่างประเทศ รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆด้วยแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural equation modeling, SEM)

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าในประเทศไทย

ณัฐวุธ กองสุทธิ (2542) ทำการวิจัยเกี่ยวกับพฤติกรรมการเลือกเส้นทางและความเต็มใจที่จะจ่ายเงินสำหรับระบบแนะนำเส้นทางของผู้ขับขี่ในกรุงเทพมหานคร โดยเก็บข้อมูลจากการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคลด้วยแบบสอบถาม ซึ่งสามารถใช้ในการนำเสนอสื่อต่างๆและอธิบายระบบแนะนำเส้นทางได้เป็นอย่างดี โดยทำการสุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม (Random Sampling) จากผู้ขับขี่รถยนต์ส่วนบุคคลเป็นประจำ ซึ่งพบว่าผู้ขับขี่ส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลจากสื่อวิทยุในระหว่างการเดินทาง อีกทั้งยังเปลี่ยนเส้นทางตามข้อมูลที่ได้รับ หรือนำข้อมูลมาพิจารณาร่วมในการตัดสินใจ และเมื่อผู้ขับขี่จำเป็นต้องไปในเส้นทางที่ไม่เคยไปผู้ขับขี่ต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการเดินทางมาก ผู้ขับขี่จะใช้วิธีถามผู้รู้และดูจากป้ายจราจรตามลำดับ ผู้ขับขี่จะใช้เวลาในการเดินทางเป็นเกณฑ์ที่สำคัญที่สุดในการตัดสินใจเปลี่ยนเส้นทาง จากการการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรพื้นฐานของผู้ขับขี่ที่สนใจ พบว่า ผู้ขับขี่ที่มีอายุน้อยจะมีทัศนคติที่ดีต่อข้อมูลก่อนการเดินทาง

มากกว่าผู้ขับที่มีอายุมาก ผู้ที่มีระดับการศึกษาสูงจะมีแนวโน้มเปลี่ยนเส้นทางมากกว่าผู้ที่มีระดับการศึกษาน้อย

รัฐพล ไมตรีจิตร (2548) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการรับรู้และการตัดสินใจของผู้ขับที่ต่อข้อมูลข่าวสารจราจรบนแผ่นป้ายสลับข้อความในกรุงเทพมหานคร โดยกลุ่มประชากรที่สนใจนั้น คือ กลุ่มที่เดินทางผ่านถนนศรีอยุธยาจากทางแยกศรีอยุธยาจนถึงแยกพญาไท และกลุ่มที่เดินทางผ่านถนนเพชรบุรีจากทางแยกอรุณพงษ์ถึงแยกราชเทวี ซึ่งพบว่า การติดตั้งแผ่นป้ายจราจรสลับข้อความช่วยพัฒนาการรับรู้ข้อมูลการเดินทางดียิ่งขึ้น โดยผู้ขับที่ส่วนมากมีความเชื่อต่อข้อมูลจราจรที่แสดงบนป้ายจราจรสลับข้อความ แต่ไม่เปลี่ยนเส้นทางการเดินทางที่แนะนำ เพราะเนื่องจากไม่มั่นใจในเส้นทางที่แนะนำว่าจะมีความสะดวกและรวดเร็วในการเดินทางได้มากกว่าเส้นทางเดิม

ณรงค์กร จารุศักดิ์วงศ์ (2550) ได้ทำการประเมินตัวชี้วัดการจราจรสำหรับป้ายจราจรอัจฉริยะในมุมมองของผู้ขับ ซึ่งเน้นกลุ่มเป้าหมายไปที่กลุ่มผู้ขับที่รถยนต์ที่สัญจรผ่านป้ายจราจรอัจฉริยะโดยแบ่งเขตพื้นที่การศึกษาออกเป็น 5 พื้นที่ ได้แก่ บริเวณสี่แยกราชดา-ลาดพร้าว สี่แยกอรุณอมรินทร์ สี่แยกอโศก บริเวณกิ่งเพชรและบริเวณศาลาแดง การวิจัยนี้อาศัยหลักการเก็บข้อมูลด้วยวิธีแบบสอบถาม ส่วนการเก็บข้อมูลภาคสนามและการเก็บข้อมูลโดยใช้กล้องวีดีทัศน์และอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างแบบอาศัยความน่าจะเป็น (Probability Sampling) โดยงานวิจัยได้ถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนหลักๆ คือส่วนที่ศึกษาการรับรู้และทัศนคติของผู้ขับที่มีต่อป้ายจราจรอัจฉริยะ และส่วนที่ศึกษาเพื่อค้นหาตัวชี้วัดสภาพการจราจรที่เหมาะสมในการประเมินข้อมูลสภาพการจราจรบนป้ายจราจรอัจฉริยะที่สอดคล้องกับผู้ขับ ซึ่งจากการศึกษาการรับรู้และทัศนคติของผู้ขับที่มีต่อป้ายจราจรอัจฉริยะพบว่าป้ายจราจรอัจฉริยะมีความสำคัญต่อผู้ขับที่ยวดยานพาหนะ ซึ่งผู้ขับที่ส่วนมากมีทัศนคติที่ดีต่อป้ายจราจรอัจฉริยะและมีความพึงพอใจและเชื่อต่อข้อมูลที่แสดงบนป้ายจราจรอัจฉริยะ แต่ถึงอย่างไรก็ตามยังมีผู้ขับที่อีกจำนวนหนึ่งที่ไม่เชื่อต่อข้อมูลบนป้ายจราจรอัจฉริยะ อาทิเช่น ไม่เปลี่ยนเส้นทางการเดินทางถึงแม้ว่าเส้นสีเขียวแสดงสีแดงก็ตาม ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวนี้จะผิดวัตถุประสงค์ของป้ายจราจรอัจฉริยะ ถึงอย่างไรก็ตามผู้ขับที่ยังคงมีความเห็นว่าการแสดงเส้นสีเขียวที่แบ่งออกเป็น 3 สีนั้นมีความเหมาะสมดีแล้ว

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าในต่างประเทศ

Penney (1993) ได้ริเริ่มทำการศึกษาระบบที่ใช้ระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้า (Advanced Traveler Information Systems) กับพื้นที่นอกเมือง โดยพิจารณาการให้

ข้อมูลผู้เดินทางและการตอบสนองต่อเหตุการณ์ฉุกเฉินต่อผู้เดินทาง และการศึกษาพบว่าผู้เดินทางในเขตพื้นที่นอกเมืองมักจะต้องพบกับปัญหาการจราจรติดขัดและความล่าช้าของการเดินทางที่มากเกินไป เมื่อเดินทางผ่านพื้นที่ที่มีการก่อสร้าง หรือเข้าใกล้จุดตั้งจุดในพื้นที่นอกเมือง ผลกระทบของการจราจรที่ติดขัดอาจมีความรุนแรงมากกว่าเขตพื้นที่เมือง เนื่องจากในพื้นที่นอกเมืองไม่มีเส้นทางเลือกอื่น ๆ ในการเดินทาง ทำให้เกิดความล่าช้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อผู้เดินทางไม่ทราบถึงขอบเขตของพื้นที่ที่มีความล่าช้าของการเดินทางจนกระทั่งเป็นส่วนหนึ่งของเส้นทางจราจรที่มีความติดขัด ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจข้อมูลเวลาการเดินทางที่มีผลกระทบต่อสภาพปัจจุบันของพื้นที่ที่มีการจราจรติดขัด

Khattak และคณะ (1996) ทำการวิจัยแนวโน้มการเปลี่ยนเส้นทางของผู้ขับขี่พบว่าเมื่อผู้ขับขี่ได้รับข้อมูลเชิงแนะนำ จะมีแนวโน้มการเปลี่ยนเส้นทาง แต่อย่างไรก็ตามถ้าจะให้มีการเปลี่ยนเส้นทางมากขึ้นข้อมูลจราจรที่ได้รับนั้นต้องเป็นแบบทันกาล (Real Time) และข้อมูลเชิงทำนายด้วย เพราะว่าผู้ขับขี่ต้องการข้อมูลที่เป็นแบบชุดข้อมูลมากขึ้น เพื่อตรวจสอบกับข้อมูลแบบปฐมภูมิที่ตัวเองได้รับ เพื่อความมั่นใจในการตัดสินใจ ผู้ขับขี่ต้องการข้อมูลการจราจรมากที่สุดเท่าที่จะได้

Fujii และ Garling (2003) ศึกษาโดยนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายทัศนคติ (Attitude theory) และพฤติกรรมมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์หาความต้องการเดินทาง (Travel demand analysis) เพื่อพยายามอธิบายความเบี่ยงเบนของความตั้งใจที่จะปฏิบัติ (Intention) และพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริง การศึกษานี้ใช้เทคนิค Stated preference (SP) ในการสัมภาษณ์ ข้อมูลเพื่อตรวจสอบ Contingent preference Core preference และ พฤติกรรมที่แท้จริง (Actual behavior) ของผู้ถูกสัมภาษณ์ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลดังกล่าวด้วยวิธี Discrete choice analysis ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าทฤษฎีทัศนคติสามารถอธิบายความเบี่ยงเบนระหว่างความตั้งใจและพฤติกรรมที่แท้จริง และสามารถเพิ่มความถูกต้องในการทำนายความต้องการเดินทางในการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองต่อเนื่อง 4 ขั้นตอน (Sequential four-step model)

Pécheux และคณะ (2004) ได้ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ ซึ่งส่งผลกระทบต่อการรับรู้สภาพการจราจรของผู้ขับขี่ในเขตชุมชนเมือง โดยการสอบถามผู้ขับขี่เกี่ยวกับปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้สภาพการจราจร พบว่าผู้ขับขี่คำนึงถึงสภาพแวดล้อม ทิวทัศน์ บริเวณ

โดยรอบด้วย มิใช่คำนี้แต่สภาวะทางการจราจรและวิศวกรรม เช่น สภาพผิวทางการจราจร ระยะทาง และความล่าช้า เท่านั้น

2.5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ปัจจัยต่างๆด้วยแบบจำลองสมการเชิงโครงสร้าง (Structural equation modeling, SEM)

Lu และ Pas (1999) ได้นำหลักการวิเคราะห์ด้วย SEM มาศึกษาอิทธิพลของสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมที่มีต่อกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเดินทาง และพฤติกรรมการเดินทาง โดยใช้ข้อมูลที่สำรวจในโครงการ Oregon-Southwest Washington Activity and Travel Survey of 1994/95 เป็นกรณีศึกษา การศึกษานี้กำหนดให้สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม (อายุ เพศ สถานะการจ้างงานรายได้ ฯลฯ) เป็นตัวแปรแฝงภายนอก และกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเดินทาง (ทำงาน พักผ่อน ฯลฯ) และพฤติกรรมการเดินทาง (จำนวนเที่ยวของการเดินทาง เวลาที่ใช้ในการเดินทางจำนวนของการต่อรถ) เป็นตัวแปรแฝงภายใน ผลการศึกษาพบว่าการพิจารณากิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเดินทางเป็นตัวแปรแฝงภายในนั้นช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรมการเดินทางได้ดีขึ้น และผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วย SEM ในรูปของอิทธิพลทางตรง อิทธิพลทางอ้อม และอิทธิพลรวมช่วยให้เกิดความเข้าใจและอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

Garling และคณะ (2001) ใช้ SEM ทดสอบสมมติฐานที่กล่าวว่าทัศนคติทางบวกที่มีต่อการขับรถ ซึ่งเป็นตัวแปรทางจิตวิทยานั้น นำไปสู่การเลือกที่จะเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนตัวบ่อยครั้งขึ้น หลักการวิเคราะห์ด้วย SEM ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการวิเคราะห์พฤติกรรมการเลือก (Discrete choice analysis) ผลการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่ากลุ่มตัวอย่างเลือกที่จะขับรถบ่อยครั้งมากขึ้นเมื่อจุดหมายที่จะไปตั้งอยู่ในระยะที่สามารถเดินทางถึง ผลการศึกษายังยืนยันสมมติฐานที่กำหนดไว้ข้างต้นด้วย

Rhodes และ Courneya (2003) เป็นอีกผู้หนึ่งที่น่า SEM ไปประยุกต์ในการศึกษาทฤษฎี TPB โดยทำการตรวจสอบสมมติฐานว่าด้วยความสำคัญของพฤติกรรมในอดีต (Past behavior) ว่าเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลต่อการแสดงออกและพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งจากผลการศึกษาได้ยืนยันความถูกต้องของสมมติฐานดังกล่าว นอกจากนี้ยังได้เสนอเกณฑ์ที่ใช้สำหรับตรวจสอบการยอมรับแบบจำลองโดยแบบจำลองที่ผ่านเกณฑ์การยอมรับจะต้องมีค่าของตัวชี้วัด Comparative fit index (CFI) มากกว่า 0.94 และ Root mean square error of approximation (RMSEA) น้อยกว่า 0.07 (Hu and Bentler, 1999)

Taniguchi และคณะ (2003) ได้นำหลักการวิเคราะห์ด้วย SEM มาใช้ในการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยเชิงพฤติกรรมและจิตวิทยาที่เกิดจากผลที่ตามมาเนื่องจากการเดินทางที่มีต่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเดินทาง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลที่ชัดเจนของการรับรู้เกี่ยวกับการทำลายสิ่งแวดล้อมที่มีต่อความตั้งใจที่จะลดการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลของกลุ่มเป้าหมาย

Cheng และ Wang (2009) ได้วิเคราะห์พฤติกรรมการยอมรับระบบแสดงตำแหน่งยานพาหนะอัตโนมัติ (Automatic Vehicle Location System: AVLS) ของรถขนส่งสินค้า โดยประยุกต์ใช้การวิเคราะห์ด้วยวิธีสมการเชิงโครงสร้าง (SEM) มาตรวจสอบผลกระทบของปัจจัย 3 ตัวที่มีพื้นฐานมาจากแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) คือ ประโยชน์จากเทคโนโลยีที่จะได้รับ ความง่ายในการใช้งาน และทัศนคติจากสังคม โดยจากการศึกษาพบว่า ปัจจัยจากแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) สามารถอธิบายพฤติกรรมการยอมรับระบบแสดงตำแหน่งยานพาหนะอัตโนมัติ (AVLS) ได้โดยความง่ายในการใช้งานมีผลกระทบต่อการยอมรับระบบแสดงตำแหน่งยานพาหนะอัตโนมัติ (AVLS) มากกว่าประโยชน์จากเทคโนโลยีที่จะได้รับ

2.5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวกับทฤษฎีแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (Technology Acceptance Model: TAM)

Chen และคณะ (2007) ได้ศึกษาพฤติกรรมการยอมรับระบบการเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ (Electronic toll collection, ETC) โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) จากกลุ่มผู้ใช้บริการบนทางด่วน จากการศึกษพบว่าลักษณะของระบบดังกล่าว ประโยชน์ที่จะได้รับ และความง่ายในการใช้งาน มีผลต่อทัศนคติต่อผู้ใช้บริการเกี่ยวกับระบบการเก็บค่าผ่านทางอัตโนมัติ โดยประโยชน์ที่จะได้รับมีผลต่อทัศนคติของผู้ใช้บริการมากกว่าความง่ายในการใช้

Martin Bohm และคณะ (2008) ได้ศึกษาพฤติกรรมผู้ขับขี่และการยอมรับในระบบใช้งานร่วมเพื่อความปลอดภัยทางถนนอัจฉริยะ (Co-operative Systems for Intelligent Road Safety: COOPERS) โดยใช้การวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองการยอมรับเทคโนโลยี (TAM) จากการทดสอบผู้ขับขี่พบว่าทัศนคติเกี่ยวกับระบบไปในทางบวก โดยเฉพาะอย่างยิ่งความง่ายในการใช้และประโยชน์ของระบบทำให้ผู้ใช้เกิดความประทับใจ ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าผู้ขับขี่มีความคาดหวังจากระบบสูง

2.6 สรุปการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาในส่วนนี้จะสรุปผลที่ได้จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ สามารถสรุปเป็นแนวทางในการวิจัยได้ดังต่อไปนี้

1. ปัจจุบันระบบการให้ข้อมูลผู้เดินทางแบบก้าวหน้าในกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยเทคโนโลยีต่างๆ ได้แก่ ป้ายจราจรอัจฉริยะ ป้ายจราจรสลัข้อความ วิทย์ โทรศัพท์ และอินเทอร์เน็ต ซึ่งในแต่ละเทคโนโลยีมีรูปแบบการให้บริการข้อมูลแตกต่างกัน
2. ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนเส้นทางของผู้เดินทางเมื่อได้รับข้อมูลการจราจร ได้แก่ เวลาที่ใช้ในการเดินทาง ความล่าช้าในการเดินทาง ระยะทางที่ใช้ในการเดินทาง สภาพการจราจรที่ติดขัด ความน่าเชื่อถือของข้อมูล เป็นข้อมูลแบบทันกาลหรือไม่ วัตถุประสงค์ในการเดินทาง สภาพพื้นผิวจราจรของเส้นทางทางเลือก สภาพภูมิอากาศ เป็นต้น
3. ผู้เดินทางส่วนใหญ่ได้รับข้อมูลจากสื่อวิทยุในระหว่างการเดินทาง และเปลี่ยนเส้นทางตามข้อมูลที่ได้รับ หรือนำข้อมูลมาพิจารณาร่วมในการตัดสินใจ และเวลาในการเดินทางเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดที่มีผลต่อการเปลี่ยนเส้นทาง
4. ในการเดินทางไปยังเส้นทางใหม่หรือไม่คุ้นเคยผู้เดินทางส่วนใหญ่อาศัยข้อมูลจากการสอบถามผู้ที่รู้เป็นหลัก รองลงมาคือดูป้ายจราจร
5. การให้ข้อมูลผ่านป้ายจราจรสลัข้อความช่วยพัฒนาการรับรู้ข้อมูลการเดินทางดีขึ้น โดยผู้ขับขี่ส่วนมากมีความเชื่อถือข้อมูลจราจรที่แสดงบนป้ายจราจรสลัข้อความ แต่ไม่เปลี่ยนเส้นทางเดินทางที่แนะนำ เพราะเนื่องจากไม่มั่นใจในเส้นทางที่แนะนำว่าจะมีความสะดวกและรวดเร็วในการเดินทางได้มากกว่าเส้นทางเดิม
6. การศึกษาการรับรู้และทัศนคติของผู้ขับขี่ที่มีต่อป้ายจราจรอัจฉริยะพบว่าป้ายจราจรอัจฉริยะมีความสำคัญต่อผู้ขับขี่รถยนต์ยานพาหนะ ซึ่งผู้ขับขี่ส่วนใหญ่มีทัศนคติที่ดีต่อป้ายจราจรอัจฉริยะและมีความพึงพอใจและเชื่อถือข้อมูลที่แสดงบนป้ายจราจรอัจฉริยะ