บทที่ 7

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการวิจัย

7.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อข้อมูลการจราจร

ความถูกต้องของข้อมูลถือเป็นปัจจัยที่สำคัญ โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้รับรู้ถึงกระบวนการเก็บข้อมูลด้วยระบบประมวลผลภาพที่มีข้อจำกัดและส่งผลถึงระดับความถูกต้องของข้อมูล โดยพบว่าคุณภาพของภาพจะมีผลกระทบโดยตรงต่อความถูกต้องของการรวบรวมข้อมูลด้วยระบบประมวลผลด้วยภาพและส่งผลถึงระดับความแม่นยำในการประมาณเวลาการเดินทาง เห็นได้จากค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละวิธีการในการใช้ข้อมูล SMS ที่ในสภาพปกติจะมีค่า MAPE อยู่ที่ประมาณ 10-30 เปอร์เซ็นต์ แต่ทว่าเพิ่มมากขึ้นเป็น 100-300 เปอร์เซ็นต์ในช่วงเวลาฝนตกที่มีเงาสะท้อนบนพื้นถนน

ลักษณะทางกายภาพของถนน เช่น จำนวนช่องจราจร และตำแหน่งทางขึ้นลง ก็เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลให้ข้อมูลในแต่ละช่วงทางแตกต่างกันออกไป โดยถ้ามีจำนวนช่องจราจรน้อยอยู่บริเวณทางขึ้น หรือมีแถวคอยต่อเนื่องมาจากถนนราบที่บริเวณทางลง ก็จะส่งผลให้บริเวณดังกล่าวมีปริมาณการจราจรสูงหรือใช้ความเร็วได้ต่ำได้ง่าย แต่ในทางกลับกันเมื่อมีจำนวนช่องจราจรมาก และอยู่บริเวณช่วงทางลงปกติ ก็จะส่งผลให้สภาพการจราจรบริเวณดังกล่าวคล่องตัวได้ดีและใช้ความเร็วได้สูง ดังนั้นตำแหน่งของสถานีจึงมีผลโดยตรงต่อลักษณะของข้อมูลการจราจรที่รวบรวมได้ ซึ่งมีผลถึงวิธีการประมาณเวลาการเดินทางที่นำมาใช้กับข้อมูลด้วย เช่น ถ้าไม่สามารถเก็บข้อมูลการจราจรของบริเวณทางเข้าออกบนแต่ละช่วงทางทั้งหมดในระดับข้อมูลที่ค่อนข้างถี่ ก็จะไม่สามารถประยุกต์ใช้วิธีการที่คำนวณจากปริมาณการจราจรได้ ซึ่งวิธีการที่ประมาณเวลาการเดินทางจากความเร็วบนเส้นทางหลักจะเป็นทางเลือกที่ง่ายและสะดวกในการทำงานมากกว่า ดังนั้นการเลือกตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ให้ครอบคลุมปัจจัยที่ส่งผลถึงสภาพจราจร เช่น ทางขึ้นทางลง บริเวณสะพาน จุดเริ่มต้น จุดสิ้นสุดเส้นทาง จึงเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญ จากนั้นจึงเลือกติดตั้งอุปกรณ์ให้มีระยะห่างที่เหมาะสมบนเส้นทางหลัก โดยส่วนใหญ่ในต่างประเทศพยายามติดตั้งทุกระยะประมาณ 500 เมตร เนื่องจากถ้าสามารถติดตั้งอุปกรณ์ได้ถี่จะได้ข้อมูลการจราจรที่ละเอียดและสอดคล้องกับสภาพความเป็นจริงในแต่ละช่วงทางมากยิ่งขึ้น

7.1.2 วิธีการประมาณค่าเวลาการเดินทาง

จากการศึกษาพบว่าเวลาการเดินทางที่ประมาณได้ จากการประมาณค่าความเร็วในแต่ละรูปแบบนั้นมีความเหมาะสมในการใช้งานที่แตกต่างกันไปตามลักษณะของวิธีการหาค่าความเร็วดังกล่าวซึ่งขึ้นอยู่กับข้อมูลที่นำมาใช้ด้วย โดยจากข้อมูล SMS วิธีการ Vavg เหมาะสมสำหรับใช้กับข้อมูลที่มีความแปรปรวนสูง หรือกรณีช่วงที่ไม่มั่นใจความถูกต้องของข้อมูล เนื่องจากจะสามารถเฉลี่ยค่าความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดได้ดีที่สุด วิธีการ Vmid ใช้ได้ดีในช่วงเวลาเร่งด่วนที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพการจราจรและมีปริมาณปริมาณการจราจรสูง เนื่องจากวิธีการนี้ ใช้ข้อมูลที่เกิดบนช่วงทางดังกล่าวโดยตรงดังนั้นช่วงใดที่ประมาณค่าได้แม่นก็จะเกิดความคลาดเคลื่อนต่ำมาก แต่เมื่อใดที่คลาดเคลื่อนก็จะคลาดเคลื่อนสูงเช่นกันเนื่องจากไม่มีการเฉลี่ย วิธีการ Vsan สามารถประมาณเวลาได้ดีที่สุดในช่วงเวลาปกติหรือนอกช่วงเวลาเร่งด่วนเป็นวิธีการที่ใช้ค่าความเร็วต่ำที่สุดมาคำนวณดังนั้นจึงได้ค่าเวลาในการเดินทางที่มากที่สุดเสมอ เหมาะสำหรับการแจ้งค่าเวลาในการเดินทางที่มากที่สุด เช่น กรณีถ้าแจ้งเวลาการเดินทางทั่วไปให้แก่ผู้ขับขี่ได้รับทราบ เมื่อผู้ขับขี่ใช้เวลาจริงมากกว่าค่าดังกล่าวก็อาจจะเกิดความไม่พึงพอใจต่อระบบเกิดขึ้น แต่ถ้าแจ้งเวลาการเดินทางด้วยค่าประมาณเวลาที่สูง แล้วเมื่อขับขี่ใช้เวลาการเดินทางจริงน้อยกว่าค่าดังกล่าว ผู้ขับขี่จะเกิดความรู้สึกที่ดีกว่า เป็นต้น แต่การแจ้งเวลาการเดินทางที่สูง จะทำให้มีความแตกต่างระหว่างเวลาการเดินทางที่แจ้งกับเวลาการเดินทางของผู้ขับขี่ที่ใช้ความเร็วสูงอยู่มาก ดังนั้นการใช้ค่าการประมาณเวลาการเดินทางที่แม่นยำและได้ค่าเวลาการเดินทางที่อยู่ในช่วงเวลาเฉลี่ยที่เกิดขึ้นของการจราจรจึงน่าจะเหมาะสมกว่า แต่เมื่อพิจารณาจากข้อมูล TMS วิธี Vsan จะเป็นวิธีที่ประมาณได้ดีที่สุดเสมอ ยกเว้นช่วงที่ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนสูงที่วิธี Vavg จะแม่นยำกว่า

โดยผลการประมาณเวลาการเดินทางที่ได้จากวิธีการที่เหมาะสมในการศึกษาครั้งนี้มีค่าความคลาดเคลื่อนในช่วงเวลาเร่งด่วนประมาณร้อยละ 11.9 และช่วงเวลาปกติประมาณร้อยละ 11.2 ซึ่งใกล้เคียงกับผลการศึกษาของ Ruimin Li, Geoffrey Rose, และ Majid Sarvi (2006) ที่ประมาณค่าเวลาการเดินทางจากความเร็วบนถนนในประเทศออสเตรเลีย พบว่ามีความคลาดเคลื่อนของวิธีประมาณเวลาการเดินทางในช่วงเวลาเร่งด่วนประมาณร้อยละ 15 และช่วงเวลาปกติประมาณร้อยละ 7

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

7.1.3 การรวมค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทาง

จากการรวมค่าเวลาการเดินทางทั้งสองวิธีที่นำมาใช้ พบว่าในสภาพการจราจรแบบปกติหรือในช่วงนอกเวลาเร่งด่วนนั้น วิธีการทั้งสองแทบจะไม่แตกต่างกัน เนื่องมาจากเวลาการเดินทางที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเวลานั้น ค่อนข้างจะคงที่ ส่งผลให้ค่าที่นำมาใช้ในแต่ละวิธีไม่แตกต่างกันเท่าใดนัก แต่ทว่าทั้งสองวิธีแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ในช่วงที่ต้องใช้เวลาการเดินทางที่มากขึ้น แต่เมื่อสรุปจากข้อมูลการประมาณเวลาการเดินทางแต่ละรูปแบบแล้ว โดยภาพรวมวิธีการแบบ Timeslice นั้นจะสามารถรวมเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางได้แม่นยำกว่าในเกือบทุกกรณี

7.1.4 การหาค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางแบบ Online

จากการทดสอบหาค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางแบบ Online เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการแบบ Offline แล้ว

กรณีใช้ข้อมูล SMS

พบว่าวิธีการแบบ Offline ที่นำข้อมูลจริงที่สมบูรณ์มาใช้ในการคำนวณนั้นสามารถประมาณค่าเวลาการเดินทางได้แม่นยำกว่าวิธีการแบบ Online ที่จำเป็นต้องทำการคาดการณ์ค่าในช่วงเวลาถัดไปขึ้นมาเพื่อใช้ในการคำนวณ

แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีการหาค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางจากข้อมูลการคาดการณ์ และจากการหาค่าเวลาการเดินทางทั้งเส้นทางโดยเริ่มจากข้อมูลที่มีในช่วงเวลาก่อนหน้า พบว่าวิธีการทั้งสองนั้นไม่มีข้อได้เปรียบกันที่แน่นอน ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามแต่วิธีการประมาณและการรวมเวลาที่เลือกใช้

กรณีใช้ข้อมูล TMS

จากการนำข้อมูล TMS มาใช้พบว่าแต่ละวิธีการจากทั้งข้อมูล Offline และ Online ทั้งสองรูปแบบ เมื่อมองโดยภาพรวมไม่สามารถระบุได้แน่นอนว่าวิธีการใดมีความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด เนื่องจากแตกต่างกันไปตามแต่วิธีการประมาณและการรวมเวลาที่เลือกใช้

7.1.5 แนวทางการเลือกใช้วิธีการประมาณเวลา

ข้อมูลความเร็วเบื้องต้นที่นำมาใช้ มีผลอย่างมากต่อวิธีการประมาณเวลาการเดินทาง จากผลข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าวิธีการโดยทั่วไปในปัจจุบันที่นิยมใช้ค่า TMS นั้นมีค่าความแม่นยำในการประมาณเวลาการเดินทางด้วยวิธีการรูปแบบเดียวมากที่สุดโดยในการศึกษาครั้งนี้วิธีที่ดีที่สุดคือวิธีการ Vsan โดยลักษณะข้อมูล TMS จะมีความคงที่และมีค่าความเร็วสูงกว่าข้อมูล SMS ลักษณะดังกล่าวทำให้ค่าเวลาการเดินทางที่ประมาณได้มีช่วงเวลาที่แคบและมีค่าต่ำกว่าจากข้อมูล SMS โดยค่าความคลาดเคลื่อนที่พบในการศึกษาครั้งนี้ค่อนข้างจะใกล้เคียงกันและไม่มีรูปแบบที่แน่นอนในทุกช่วงเวลา ซึ่งแตกต่างจากการใช้ข้อมูล SMS ที่ความแม่นยำสะท้อนตามลักษณะของสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นจริง โดยมีความคลาดเคลื่อนต่ำในช่วงปกติ มีความคลาดเคลื่อนมากขึ้นในช่วงเร่งด่วน และมีความคลาดเคลื่อนผิดปกติอย่างเห็นได้ชัดเมื่อข้อมูลมีปัญหา โดยมีรูปแบบที่ชัดเจนว่าวิธีการใดเหมาะสมกับสภาพการจราจรแบบใด ดังนั้นเนื่องจากบางวิธีไม่เหมาะสมกับบางสภาพการจราจร จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นในการใช้วิธีการเพียงรูปแบบเดียวประมาณเวลาการเดินทาง แต่เมื่อเลือกใช้หลากหลายวิธีการให้เหมาะสมตามแต่ละสภาพการจราจรแล้ว จะช่วยให้การประมาณเวลาการเดินทางมีความแม่นยำเพิ่มมากขึ้นกว่าวิธีการที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ดังที่ได้แสดงให้เห็นในการศึกษาครั้งนี้

ดังนั้นในการประมาณเวลาการเดินทางให้เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับขอบเขตข้อจำกัด ลักษณะพื้นที่ และความต้องการที่ได้กำหนดไว้ ตัวอย่างเช่น กรณีพื้นที่การศึกษาครั้งนี้ถ้าต้องการประมาณเวลาการเดินทางด้วยวิธีการเดียว ในความแม่นยำแค่ในระดับหนึ่งสามารถทำได้ โดยใช้ข้อมูล TMS มาประมาณเวลาการเดินทางด้วยวิธีการ Vsan ตามขั้นตอน แต่ถ้าต้องการระดับความแม่นยำที่เพิ่มมากขึ้นก็ควรเลือกใช้วิธีการให้เหมาะสมกับแต่ละสภาพการจราจรตามข้อมูล SMS เป็นต้น

ระดับความคลาดเคลื่อนของการประมาณเวลาการเดินทางที่ยอมรับในต่างประเทศอยู่ที่ประมาณร้อยละ 20 ส่วนผลในการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีระดับความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วงประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ของเวลาการเดินทางเฉลี่ยประมาณ 6-7 นาที บนช่วงทางความยาวประมาณ 8 กิโลเมตร ดังนั้นความคลาดเคลื่อนจะอยู่ที่ประมาณ 40 วินาทีถึง 1 นาทีครึ่ง ซึ่งโดยปกติผู้เดินทางทั่วไปมักระบุถึงเวลาการเดินทางในช่วงความถี่ 5 นาที เช่น เดินทางใช้เวลา 5 นาที 10 นาที ดังนั้นระดับความแม่นยำของการประมาณเวลาการเดินทางที่ได้จากการศึกษาจึง

เพียงพอต่อความต้องการของผู้เดินทาง โดยสามารถประมาณเวลาการเดินทางได้คลาดเคลื่อนน้อยกว่าระดับ 5 นาที โดยอยู่ในช่วงประมาณไม่เกิน 2 นาที ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นข้อมูลเวลาการเดินทางในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่ต้องการเวลาการเดินทางที่แม่นยำได้ในระดับหนึ่ง และความแม่นยำจะเพิ่มมากขึ้นถ้ามีการปรับปรุงอุปกรณ์และระบบประมวลผลข้อมูลการจราจรเบื่องต้นที่นำมาใช้ในการประมาณเวลาการเดินทางได้ดีขึ้น

7.2 ข้อเสนอแนะ

การประมาณและคาดการณ์เวลาการเดินทางบนทางพิเศษในการศึกษาครั้งนี้ยังไม่มีการนำไปทดลองใช้กับเส้นทางในบริเวณอื่น แต่กรณีที่เส้นทางมีลักษณะทางกายภาพและสภาพการจราจรที่ใกล้เคียงกัน ก็สามารถนำกระบวนการไปใช้ในการประมาณระยะเวลาการเดินทางบนเส้นทางดังกล่าวได้ ตามขั้นตอนที่ได้แสดงไว้ โดยสามารถศึกษาเพิ่มเติมในช่วง วันเวลา หรือพื้นที่การศึกษาอื่น รวมไปถึงปัจจัยที่มีผลต่อวิธีการประมาณเวลาการเดินทาง เช่น อุบัติเหตุ ว่ามีผลต่อวิธีการประมาณแต่ละรูปแบบอย่างไร

ในกรณีที่เส้นทางมีลักษณะทางกายภาพและสภาพการจราจรที่แตกต่างไปนั้น สามารถนำแนวคิด และกระบวนการในการดำเนินการวิจัยนี้ไปเป็นแนวทางในการคิด วิเคราะห์และประยุกต์ใช้ โดยสามารถศึกษาวิจัยเพิ่มเติมในประเด็นต่างๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบของการประมาณเวลาการเดินทาง เช่น ความเหมาะสมและความแม่นยำของข้อมูลจาก ระยะห่างระหว่างสถานีเก็บข้อมูล ช่วงความถี่ของข้อมูลที่เลือกใช้ หรือวิธีการคาดการณ์ข้อมูล

สำหรับในส่วนของค่าระยะเวลาการเดินทางที่ประมาณได้ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในหลายรูปแบบ เช่น ใช้เป็นข้อมูลสำหรับผู้เดินทาง โดยแจ้งเป็นเวลาการเดินทาง หรือนำไปประยุกต์ใช้ในการระบุเวลาเทียบกับเส้นสีการจราจร ที่ในปัจจุบันประเทศไทยมีเพียงการระบุเส้นสีเขียวเหลืองแดงแต่ไม่ได้แจ้งว่า สีเขียวเหลืองแดงนั้นมีรายละเอียดค่าทางการจราจรอย่างไร หรืออาจนำข้อมูลที่ได้มาพัฒนาเป็นการแจ้งสภาพการจราจรที่ละเอียดกว่าการแสดงเส้นสีที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน โดยแบ่งการจราจรออกตามเวลาการเดินทางหรือความเร็วเฉลี่ยที่ใช้บนเส้นทาง เป็นต้น โดยส่งข้อมูลให้แก่ผู้เดินทางได้ทั้งจากทางอินเทอร์เน็ต วิทยุ หรือ แสดงบนป้ายสลับข้อความ (Variable Massage Sign)

อีกทั้งยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปใช้พัฒนาระบบการจัดการบนทางพิเศษ อาทิ เช่น ทำให้สามารถรับทราบถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วจากรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลที่ผิดปกติ และเมื่อทำการรวบรวมฐานข้อมูลได้มากพอ จะสามารถรับทราบถึงลักษณะของสภาพการจราจรรวมไปถึงความเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่างๆของแต่ละวันว่ามีความคล้ายคลึงหรือแตกต่างกันอย่างไร ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวางแผน จัดการระบบ และเตรียมความพร้อมรับมือเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ