

การประมาณค่าเวลาการเดินทางข้ามสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่

โดยใช้เทคนิคข่ายงานประสาทเทียม

Travel Time Estimation for Bangkok Bridges from Cellular Network Information Using Neural Network

ไพโรจน์ พาสพิชญ¹ รัชต์ พิษณุชัย¹ และ วสันต์ ภัทรธิดคม²

travelthailand@gmail.com¹, rp@cs.tu.ac.th¹ and wasan@nectec.or.th²

¹ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต, ปทุมธานี 12121

²ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ, ปทุมธานี 12120

บทคัดย่อ

ข้อมูลสภาพการจราจรที่ถูกต้อง ในเวลาที่เหมาะสม ทำให้ผู้ใช้เส้นทางสามารถเลือกใช้เส้นทางที่เหมาะสม สภาพการจราจรไม่ติดขัด และผู้ใช้เส้นทางเกิดความพึงพอใจ งานวิจัยนี้นำเสนอกระบวนการประมาณค่าเวลาการเดินทางข้ามสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา กรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลเวลาประจำเสาสัญญาณ (Cell Dwell Time: CDT) จากโทรศัพท์เคลื่อนที่ ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น และข่ายงานประสาทเทียม ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า CDT สามารถใช้ในการประมาณค่าเวลาการเดินทางได้ และเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมทำได้ดีกว่าการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

Abstract

Timely and accurate traffic information helps drivers choose appropriate and less congested traffic routes, improving drivers' satisfaction. This research proposes a method for estimating travel time over many of Bangkok's river bridges using cell dwell time (CDT) information from mobile phones. Linear regression and backpropagation neural network were two techniques used. The results show that CDT is a promising measure for estimating travel times and that neural network shows superior estimation over linear regression.

1. บทนำ

สภาพการจราจรติดขัดเป็นปัญหาสำคัญของเมืองหลวงใหญ่ทั่วโลก กรุงเทพฯก็เช่นเดียวกัน ประสบกับปัญหาดังกล่าวแม้จะไม่ใช่ว่าชั่วโมงเร่งด่วน สาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งก็คือการที่ผู้ใช้เส้นทางไม่ได้รับข้อมูลสภาพการจราจรที่ถูกต้องตรงความต้องการ ในเวลาที่เหมาะสม

ทำให้ไม่มีทางเลือกในการใช้เส้นทางที่เหมาะสม ส่งผลกระทบต่อเนื่องไปถึงสภาพการจราจรติดขัดในหลายเส้นทาง ได้มีความพยายามต่างๆที่จะแก้ไขปัญหาการจราจรจากหน่วยงานทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน ตลอดจนองค์กรต่างๆ แนวทางหลายแนวทางถูกนำเสนอเพื่อบรรเทาปัญหาอาทิ การลงทุนในระบบขนส่งมวลชนขนาดใหญ่ในรูปแบบราง เพื่อลดการใช้ยานยนต์ส่วนบุคคล การคิดตั้งเช่นเซอร์ชาร์จที่เส้นทางสำคัญ เพื่อให้ได้ข้อมูลสภาพการจราจร แต่ก็ต้องแลกกับค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษาก่อนข้างสูงจากภาครัฐ ดังนั้นแนวทางในการให้ได้ว่าซึ่งข้อมูลการจราจรที่ถูกต้องในเวลาที่เหมาะสม และที่สำคัญคือมีค่าใช้จ่ายต่ำ ย่อมเป็นทางเลือกที่ควรพิจารณาดำเนินการ โทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็นการใช้งานในชีวิตประจำวันค่อนข้างสูง ปี 2549 เฉพาะในพื้นที่กรุงเทพฯ มีผู้ใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่คิดเป็นร้อยละ 63.90 ของจำนวนประชากรในกรุงเทพฯโดยประมาณ 63 ล้านคน และมีแนวโน้มอัตราการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้นในแต่ละปี [1] ประกอบกับการที่เอกชนได้ลงทุนทางธุรกิจไปกับการวางโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไว้ก่อนล่วงหน้าแล้ว ภาครัฐไม่ต้องลงทุนใดๆเพิ่มเติม และสิ่งสำคัญก็คือ งานวิจัยที่ผ่านมาได้แสดงให้เห็นถึงศักยภาพและความเป็นไปได้ที่จะนำโทรศัพท์เคลื่อนที่เข้ามาใช้เป็นตัวกลางในการเก็บข้อมูลสภาพการจราจร [2-7] นอกจากนี้ สุทธิพงษ์ และคณะ [8] ธวัชชัยและคณะ [9] แสดงให้เห็นว่าข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถบ่งชี้สภาพการจราจรในลักษณะต่างๆได้ และ วสันต์ และ รัชต์ [11] ได้แสดงให้เห็นถึงแนวทางและผลลัพธ์ที่น่าสนใจในการนำเทคนิคข่ายงานประสาทเทียมมาประยุกต์ใช้กับการประเมินสภาพการจราจร งานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การนำข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่มาใช้ประโยชน์เพื่อให้ได้ข้อมูลสภาพการจราจร โดยการประมาณเวลาในการเดินทางข้ามสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาในกรุงเทพมหานคร ทั้งนี้จะประยุกต์ใช้เทคนิคข่ายงานประสาทเทียม

2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การใช้โทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นตัวกลางในการเก็บข้อมูลสภาพจราจร

งานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่ทำใน 2 แนวทาง คือ **Network-based** และ **Handset-based** [2-7] แนวทาง **Handset-based** อาศัยโทรศัพท์เคลื่อนที่และอุปกรณ์เสริมได้แก่ อุปกรณ์นำร่องสัญญาณดาวเทียม (GPS) หรือ อุปกรณ์ช่วยนำสัญญาณดาวเทียม (Assisted-GPS) เข้ามาช่วยเสริมแนวทาง **Network-based** อาศัยข้อมูลจากสัญญาณที่สื่อสารระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station) กับสถานีฐาน (BS : Base Station หรือ BTS: Base Transceiver Station) และเทคโนโลยีเสริมสำหรับติดตามโทรศัพท์เคลื่อนที่ ซึ่งถูกติดตั้งไว้ที่เสารับและส่งสัญญาณ (Cell Tower) แนวทาง **Network-based** ประหยัดกว่าแนวทาง **Handset-based** เพราะไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมใด นอกจากนี้ยังทำให้มีจำนวนของโทรศัพท์เคลื่อนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ข้อจำกัดของแนวทางนี้ก็คือ ความแม่นยำของกระบวนตำแหน่งของโทรศัพท์เคลื่อนที่ค่อนข้างต่ำกว่าแนวทาง **Handset-based** ที่ใช้อุปกรณ์ GPS ความแม่นยำสูงดังกล่าวทำให้เกิดค่าใช้จ่ายสูงตามไปด้วย เพราะต้องมีการสื่อสารกลับไปกลับมาระหว่างโทรศัพท์เคลื่อนที่และสถานีฐาน เพื่อแจ้งตำแหน่งที่เปลี่ยนแปลงไป ทั้ง 2 แนวทางจะเกี่ยวข้องกับเรื่องความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้บริการ [7] เพราะผู้ให้บริการจะไม่ทราบที่กำลังถูกติดตาม ผู้ให้บริการจึงใช้วิธีการไม่เปิดเผยข้อมูลผู้ใช้บริการ (Anonymization) จากงานวิจัยต่างๆ ที่กล่าวถึงข้างต้นมีข้อจำกัดหลายอย่าง อาทิ ต้องการกลุ่มตัวอย่างข้อมูลจำนวนมากพอจำนวนหนึ่งเพื่อที่จะสามารถประมาณค่าที่เกี่ยวข้องได้ นอกจากนี้ยังต้องได้รับความร่วมมือจากเอกชนผู้ให้บริการเชื่อมต่อสัญญาณ (Carrier) ในการเก็บข้อมูล โดยติดตั้งระบบเพื่อจัดการประมวลผลข้อมูลเพิ่มเติมที่เสาสัญญาณ (Cell Tower) และอาจต้องใช้อุปกรณ์เสริม อาทิ อุปกรณ์ GPS เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากขึ้น

2.2 การประเมินสภาพจราจรโดยอาศัยข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่

สุทธิพงษ์และคณะ [8] ได้แสดงให้เห็นถึงนัยสำคัญของการนำเครือข่ายไร้สายเข้ามาเพื่อบอกสภาพการจราจร สิ่งที่แตกต่างกันออกไปก็คือ ไซ้กลุ่มตัวอย่างของโทรศัพท์เคลื่อนที่จำนวนน้อย ไม่ได้อาศัยผู้ให้บริการเชื่อมต่อสัญญาณ และไม่ได้อาศัยอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณใดๆ (Traffic Sensor) ใช้เพียงแค่การเก็บข้อมูลเวลาประจำเสาสัญญาณของโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Cell Dwell Time: CDT) ทั้งนี้ สุทธิพงษ์และคณะ [8] ได้ให้นิยามค่า CDT ไว้ว่า “ค่าเวลาที่โทรศัพท์เคลื่อนที่ยังคงสื่อสารอยู่กับเสาสัญญาณเดิม จนกระทั่งเกิดการเปลี่ยนการเชื่อมต่อสัญญาณ ไป

ยังเสาสัญญาณต้นใหม่ ค่าเวลาดังกล่าวก็จะเริ่มนับใหม่” การทดลองใช้เพียงโทรศัพท์เคลื่อนที่ซึ่งติดตั้งโปรแกรมสำหรับเก็บค่า CDT ทั้งนี้ ได้มีการบันทึกวิดีโอ และค่าพิกัดจากอุปกรณ์ GPS เพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลด้วย ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่า CDT จะสูงขึ้นแปรผันตามสภาพการจราจรที่ติดขัดมากขึ้น อาทิ รถหยุดอยู่ที่สี่แยกไฟแดง หรือมีสภาพอุบัติเหตุ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อค่า CDT ของเซลล์ข้างเคียงสูงตามไปด้วย และสภาพที่ค่า CDT ของเซลล์ใกล้เคียง 2 - 3 เซลล์เกิดขึ้นสลับกัน

นอกจากนี้ รัชชชัยและคณะ [9] นำเสนอตัวแบบสำหรับการบอกสภาพการจราจรโดยอาศัยโทรศัพท์เคลื่อนที่และอุปกรณ์ GPS การทดลองดำเนินการบนเส้นทางที่ถูกแบ่งออกเป็นบริเวณสี่แยก (Junction) และส่วนที่เป็นถนนเชื่อมต่อ (Link) เพื่อพิจารณาค่า CDT ณ ช่วงเวลาต่างๆ ทั้งนี้ขอบเขตของพื้นที่ที่เซลล์ยังสามารถรับและส่งสัญญาณได้ (Cell Coverage Area) ถูกนำมาพิจารณาเพื่อเปรียบเทียบกับเส้นทางจริง และแสดงผลสภาพการจราจรใน 2 ลักษณะ ได้แก่ สภาพถนนโล่ง (Green Survey) ระดับความเร็ว 60 - 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และสภาพการจราจรติดขัด (Red Survey) ระดับความเร็ว 20 - 50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ผลลัพธ์จากงานวิจัยแสดงให้เห็นว่า ค่า CDT สามารถบอกระดับสภาพการจราจรได้

2.3 การประมาณค่าเวลาในการเดินทางโดยอาศัยเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม

Kisgyorgy and Rilett [10] นำเสนอตัวแบบเพื่อทำนายค่าเวลาในการเดินทางโดยข่ายงานประสาทเทียมแบบหลายชั้น โดยมีอินพุต หรือข้อมูลนำเข้า เป็นข้อมูลความเร็ว (Speed) ปริมาณยานพาหนะ (Traffic Volume) และระยะเวลาที่ยานพาหนะหยุดอยู่ที่ Loop Detector (Occupancy) ซึ่งส่วนเอาต์พุต หรือข้อมูลนำออก คือเวลาในการเดินทาง (Travel Time) ทั้งนี้การเก็บข้อมูลเก็บทั้งจากอุปกรณ์ Loop Detector และ อุปกรณ์ GPS เพื่อเปรียบเทียบกันในภายหลัง

นอกจากนี้ วสันต์ และ รัชช [11] นำเสนอการประเมินสภาพการจราจรจากข้อมูล CDT โดยข่ายงานประสาทเทียมแบบหลายชั้น งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ข้อมูลที่เก็บเพื่อเป็นอินพุตป้อนให้กับข่ายงานประสาทเทียมยังคงเป็นค่าเวลา CDT และเวลาที่เริ่มนับค่า CDT (Time Stamp) ทั้งนี้ วสันต์ และ รัชช [11] ยังได้นำเสนอรหัสของพื้นที่ (LAC : Location Area Code) ซึ่งได้ให้ความหมายไว้ว่า “ตัวเลขที่บ่งชี้ถึงพื้นที่ที่สถานีฐานตั้งอยู่” และรหัสของสถานีฐาน (CID : Cell Identification) หมายถึง “ตัวเลขที่บ่งชี้ถึงสถานีฐานแต่ละสถานีฐาน” ตัวแปรทั้ง 4 เป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อระดับความคับคั่งของการจราจร โดยค่า CDT จะเกี่ยวข้องกับปริมาณเวลาที่ใช้เดินทาง ทั้งนี้ค่า CDT มีความสัมพันธ์กับขนาดของเซลล์ด้วย ดังนั้นค่า LAC และ

CDT จะทำให้ช่างานประสาทเทียมเรียนรู้ถึงขนาดของเซลล์ด้วย และสุดท้ายเลือกค่าเวลาที่บันทึกค่า CDT ซึ่งหมายถึงช่วงเวลาของวันที่มีสภาพการจราจรเป็นอย่างไร ส่วนค่าเอาต์พุตก็คือระดับความคับคั่งของจราจร (Congestion Level) โดยแบ่งเป็น 3 ระดับ ระดับ 1 สีเขียว: สภาพการจราจรไม่ติดขัด รถเคลื่อนที่ได้คล่องตัว ระดับ 2 สีเหลือง: ติดขัดปานกลาง รถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วปานกลางสลับกับหยุดยาว และระดับ 3 สีแดง: สภาพการจราจรติดขัดมาก รถหยุดเคลื่อนที่ หรือเคลื่อนที่ช้าติดต่อกันช่วงเวลาหนึ่ง ทั้งนี้ข้อมูลระดับความคับคั่งของจราจรถูกประเมินโดยความเห็นของคนระหว่างที่เก็บข้อมูล และถูกนำไปเป็นข้อมูลเป้าหมาย

3 วิธีดำเนินการ

3.1 การออกแบบการทดลอง

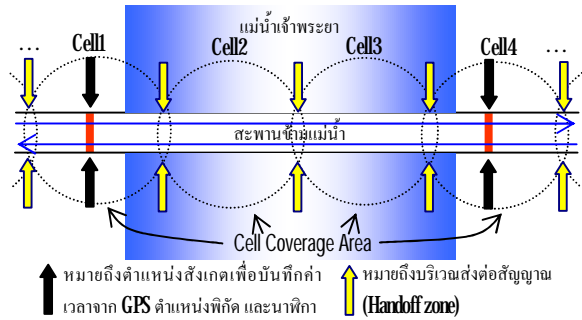
จากสมมติฐานงานวิจัย “ข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่สามารถใช้ในการประมาณค่าเวลาในการเดินทางได้” ในงานวิจัยนี้สนใจข้อมูลเวลา CDT ซึ่งได้มาจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่อยู่บนยานพาหนะที่กำลังเดินทาง ทั้งนี้เพื่อให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงในการเดินทาง จึงออกแบบการทดลองให้เก็บข้อมูลจริงบนเส้นทางที่มีการใช้งานในชีวิตประจำวัน โดยเดินทางไปกับรถแท็กซี่ และรถยนต์ส่วนตัววัน 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วง 7:00-11:00, 12:00-15:00 และ 16:00-21:00 วันธรรมดาและวันหยุดและจากลักษณะการทำงานของโครงข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่แบบบริงคิ่ง ที่มีการเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายโดยอาศัยสถานีฐานเป็นตัวแทน เพื่อไม่ให้เกิดการซ้ำกันของสัญญาณจากสถานีฐานและสามารถระบุได้ว่าเป็นเส้นทางที่กำลังเก็บข้อมูล ดังนั้นจึงเลือกสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยา ที่เชื่อมพื้นที่ฝั่งกรุงเทพฯ และพื้นที่ฝั่งธนบุรี นอกจากนี้สะพานข้ามแม่น้ำมีลักษณะเป็นคอคอดไม่มีทางเชื่อมต่ออื่น ยานพาหนะถูกบังคับให้ต้องเคลื่อนที่ผ่าน โอกาสที่การประมาณค่าเวลาเดินทางจะมีความถูกต้อง มีค่อนข้างสูง อีกทั้งมีโอกาสที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคตได้มาก เพราะมีผู้ใช้เส้นทางข้ามสะพานข้ามแม่น้ำเจ้าพระยาจำนวนมากในแต่ละวัน งานวิจัยนี้ดำเนินการ ณ สะพานตากสิน สะพานพระปิ่นเกล้า สะพานพระราม 8 และสะพานกรุงธน จำนวน 4 สะพาน ข้อมูลเวลา CDT ถูกเลือกเป็น Key Feature และข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS ถูกเลือกเป็น Desired Data

3.2 โครงสร้างการทำงานของระบบ

ข้อมูลมี 2 ประเภท คือประเภทข้อมูลนำเข้า ข้อมูลส่วนนี้ได้มาจากโทรศัพท์เคลื่อนที่ และประเภทที่เป็นข้อมูลเป้าหมายที่ต้องการ ในที่นี้คือเวลาในการเดินทางที่แท้จริง ซึ่งได้มาจากอุปกรณ์ GPS ข้อมูลทั้ง 2 ส่วนเก็บไว้เพื่อประมวลผลภายหลังไม่ต้องส่งกลับไปสถานีฐาน จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่กระบวนการปรับเบื้องต้นเพื่อลดปริมาณข้อมูลผิดพลาด และมีรูปแบบเหมาะสมสำหรับช่างานประสาทเทียม และการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

3.3 วิธีดำเนินการทดลอง

ศึกษาเส้นทางที่จะเก็บข้อมูล กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของสะพานเพื่อเป็นตำแหน่งสังเกตสำหรับบันทึกข้อมูลพิกัด และเวลาที่รถยนต์เคลื่อนที่มาถึง ปรับเวลาอุปกรณ์โทรศัพท์เคลื่อนที่และนาฬิกา ให้ตรงกับเวลาจากอุปกรณ์ GPS ดำเนินการเก็บข้อมูลทั้ง 2 ทิศทาง ไปและกลับ สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เก็บให้ครอบคลุมบริเวณส่งต่อสัญญาณ (Handoff zone) แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วิธีการเก็บข้อมูล

สำหรับอุปกรณ์ GPS เก็บข้อมูลพิกัดพร้อมไปกับการเก็บข้อมูลโทรศัพท์เคลื่อนที่ ตัวอย่างข้อมูลดังตารางที่ 1 เมื่อรถยนต์เคลื่อนที่ผ่านจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของสะพาน บันทึกค่าเวลาจากนาฬิกา

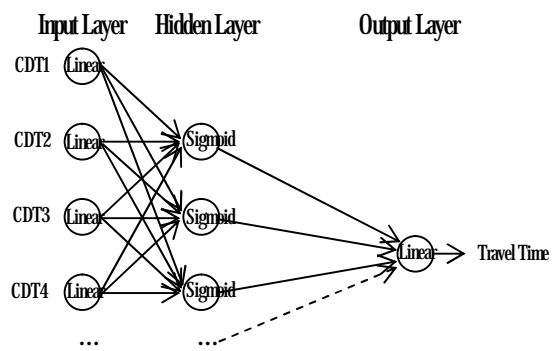
Timestamp	LAC	CID	CDT
10:09:29	10110	23341	14
10:09:43	10123	2772	16

กรุงเทพฯ-ธนบุรี

ตารางที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลจากโทรศัพท์เคลื่อนที่

3.4 ช่างานประสาทเทียม

ช่างานประสาทเทียมที่ใช้เป็นแบบแพร่กระจายย้อนกลับ (Multilayer Backpropagation Neural Network) เลือกใช้แนวทางประเมินโดยแบ่งสัดส่วน 80 สำหรับตัวอย่างสอน จากนั้นทดสอบความถูกต้องโดยใช้ตัวอย่างทดสอบสัดส่วน 20 ใช้โครงสร้างช่างานประสาทเทียม แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 โครงสร้างช่างานประสาทเทียม

3.5 การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น

สร้างสมการเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูล ตัวอย่าง ได้แก่ ผลรวมของเวลาประจำเสาสัญญาณ (Sum CDT) และ เวลาการเดินทางจริงจากอุปกรณ์ GPS (True Travel time) จากนั้น ทดสอบความถูกต้องโดยใช้ตัวอย่างทดสอบ ทั้งนี้เลือกใช้แนวทาง ประเมิน โดยแบ่งสัดส่วนเช่นเดียวกับเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม

4 ผลการทดลอง

ในงานวิจัยนี้ใช้จำนวนตัวอย่าง 75 ตัวอย่าง สำหรับ 1 สะพาน 60 ตัวอย่างเป็นตัวอย่างสอน และ 15 ตัวอย่างเป็นตัวอย่างสำหรับ ทดสอบ ทั้งนี้ตัวอย่างสอนและทดสอบสำหรับข่ายงานประสาท เทียม ใช้ในการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นด้วย

สะพาน	กรุงเทพฯ-ธนบุรี				ธนบุรี-กรุงเทพฯ			
	NN		LR		NN		LR	
	RMSE	% error	RMSE	% error	RMSE	% error	RMSE	% error
กรุงธน	461	630%	814	11.95%	726	587%	2047	15.42%
ปิ่นเกล้า	420	451%	34.49	36.41%	516	469%	31.46	29.94%
พระราม8	451	417%	5.76	5.28%	794	212%	30.21	8.33%
ตากสิน	313	259%	7.93	6.92%	980	368%	16.92	5.87%

ตารางที่ 3 รากที่ 2 ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย (RMSE, วินาที) และเปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ย จากการทดสอบตัวอย่าง

จากการคำนวณรากที่ 2 ค่าผิดพลาดกำลังสองเฉลี่ย พบว่าเทคนิค ข่ายงานประสาทเทียม สามารถประมาณค่าเวลาในการเดินทางดีกว่าการ วิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นในทุกสะพาน แสดงดังตารางที่ 3 เส้นทาง จากฝั่งกรุงเทพฯ-ฝั่งธนบุรี ค่าผิดพลาด (RMSE) ระหว่าง 35 วินาที เปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ย ระหว่าง 2%-7% และจากฝั่งธนบุรี-ฝั่งกรุงเทพฯ ค่าผิดพลาด (RMSE) ระหว่าง 7-10 วินาที เปอร์เซ็นต์ผิดพลาดเฉลี่ย ระหว่าง 3%-6% ซึ่งต่ำกว่าผลที่ได้จากการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น เหตุผลเพราะว่าการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอาศัยความสัมพันธ์ ระหว่าง ผลรวมของเวลา CDT (Sum CDT) กับ เวลาในการเดินทางที่ แท้จริง (True travel time) ซึ่งไม่สนใจค่าเวลา CDT ในแต่ละ CellID ความสัมพันธ์ระหว่างชุดข้อมูลทั้ง 2 ดังกล่าวแทนในรูปของสมการเชิง เส้นอย่างง่าย เมื่อมีตัวอย่างใหม่ที่ไม่เป็นไปตามความสัมพันธ์ของสมการ ดังกล่าว ผลการทำนายค่าเวลาในการเดินทางจึงมีความผิดพลาดสูง ทั้งนี้ ตัวอย่างข้อมูลใหม่ที่ไม่เป็นไปตามความสัมพันธ์ดังกล่าว เกิดขึ้นในช่วง ที่เริ่มมีสภาพจราจรหนาแน่นจนถึงติดขัด หรือยานพาหนะหยุดรอ สัญญาณไฟจราจร ซึ่งจะทำให้ขนาดของ CDT ของ CellID บนเส้นทาง ดังกล่าวมีค่ามากกว่าปกติ ส่งผลต่อผลรวมสะสมของ CDT สูงตามไป ด้วย และทำให้ค่าเวลาในการเดินทางไม่เป็นไปตามสัดส่วนจากสมการ ดังกล่าว ขณะที่เทคนิคข่ายงานประสาทเทียม มีค่าความถูกต้องจากการ ประมาณค่าได้ดีกว่าเหตุผลก็เพราะว่าข่ายงานประสาทเทียมมีการปรับ

น้ำหนักค่าผิดพลาดในแต่ละบัพ (mode) ซึ่งก็คือเวลา CDT ของแต่ละ CellID การปรับค่าน้ำหนักเป็นการเรียนรู้ของข่ายงานประสาทเทียม ซึ่ง จะปรับค่าย้อนกลับไปมาจนมีค่าผิดพลาดต่ำ

5 บทสรุป

จากผลการทดลองจะเห็นว่าข้อมูลเวลาประจำเสาสัญญาณ (CDT) จากโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถประมาณค่าเวลาการเดินทางได้ และมีค่า ความถูกต้องสูง ค่าผิดพลาด (RMSE) ระหว่าง 3-10 วินาที เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาดเฉลี่ย ระหว่าง 259% -630% ครอบคลุมช่วงเวลาที่มิ การจราจรหนาแน่นและคล่องตัว นอกจากนี้ผลการทดสอบประมาณค่า เวลาการเดินทางจากเทคนิคข่ายงานประสาทเทียม มีค่าความถูกต้องสูง กว่าวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น การประมาณค่าเวลาการเดินทาง โดยอาศัยข้อมูลเวลา CDT จากโทรศัพท์เคลื่อนที่ มีค่าใช้จ่ายต่ำ เพราะไม่ ต้องติดตั้งหรือใช้อุปกรณ์เพิ่มเติม ไม่ต้องอาศัยความร่วมมือจากผู้ใช้ บริการเชื่อมต่อสัญญาณในการติดตามตำแหน่งหรือรับส่งข้อมูลใดๆ ความแม่นยำขึ้นกับเทคนิคที่เลือกใช้ และพารามิเตอร์ที่เหมาะสม

6 เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, “เครื่องชี้ การพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารของประเทศไทยพ.ศ.2550”, 2550
- [2] Cayford R., Yim Y., “A Field Operation Test Using Anonymous Cell Phone Tracking for Generating Traffic Information”, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 2006.
- [3] Larsen R., “Capital: Using Cellular Phones as Traffic Probes”, In Traffic Technology International, 1996.
- [4] Virtanen J., “Mobile Phones as Probes in Travel Time Monitoring”, Finish Road Administration, Helsinki, 2002.
- [5] Yagnace J., “Travel Time/Speed Estimates on The French Rhone Corridor Network using Cellular Phones as Probes”, INRETS, Lyon, France, 2001.
- [6] Yim Y., “The State of Cellular Probes,” *California PATH Research Report*, UCB-ITS-PRR-2003-25. 29pp, 2003.
- [7] Rose G. “Mobile Phones as Traffic Probes,” Institute of Transport Studies, The University of Sydney and Monash Universities, Working Paper, 2004.
- [8] Thajchayapong S., Pattara-Atikom W., Chadil N. and Mitrpant C., “Enhanced Detection of Road Traffic Congestion Areas using Cell Dwell Times”, *9th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2006)*, Canada, September 2006.
- [9] Hansapalangkul T., Keeratiwintakorn P. and Pattara-Atikom W., “Detection and Estimation of Road Congestion Using Cellular Phones”, *The 7th International Conference on ITS Telecommunications (ITST2007)*, Sophia Antipolis, France, 2007
- [10] Kisgyorgy L., Rilett R., “Travel Time Prediction by Advanced Neural Network,” Depart of Highway and Railway Engineering, University of Technology and Economics, Budapest, Hungary, Department of Civil Engineering, Texas A&M University College Station, Texas, USA, 2001.
- [11] Pattara-Atikom W., Peachavanish R., “Estimating Road Traffic Congestion from Cell Dwell Time using Neural Network” *The 7th International Conference on ITS Telecommunications (ITST 2007)*, Sophia Antipolis, France, June 2007.