Using Quad Priority Queues and Coordinate Offset for Finding Street Name from Bangkok Map Database

เทคนิคการหาชื่อถนนจากฐานข้อมูลแผนที่กรุงเทพมหานครโดยใช้ Quad Priority Queues และ ค่าชดเชยพิกัด

อิฐอารัญ ปิติมล[1] และ นวพร วิสิฐพงศ์พันธ์[2]

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปทุมธานี

[2]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพฯ

Emails: itarun.p@en.rmutt.ac.th, nawapornn@kmutnb.ac.th

ABSTRACT -This article presents the technique used in finding the street name by matching the street vectors from the Bangkok map database to a given GPS coordinate. The GPS and map data used in this research is provided by Traffy project (Traffy.in.th). To enhance the performance of the map matching process, we propose the use of quad priority queues in re-creating the map database. More specifically, this paper will focus on how to transform the map database and how to use the coordinate offset in expediting the map matching. Discussion on the performance in terms of speed and accuracy will also be provided. The proposed technique can be used in developing the traffic condition report system.

KEYWORDS – GPS Coordinates, Map Database, Offset Coordinates

บทคัดย่อ - บทความนี้นำเสนอเทคนิคการสืบค้นชื่อถนนจากฐานข้อมูลแผนที่กรุงเทพมหานครซึ่งได้รับมาจากโครงการพัฒนาระบบประเมินและรายงานสถานะภาพการจราจร (Traffy.in.th) โดยอาศัยวิธีการค้นหาเวกเตอร์ถนนที่ใกล้เคียงกับพิกัดจีพีเอสที่กำหนด และใช้เทคนิคการสร้าง Quad Priority Queues ของพิกัดแผนที่เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสืบค้น โดยงานวิจัยนี้จะนำเสนอขั้นตอนในการปรับรูปแบบของฐานข้อมูลแผนที่ การเตรียมข้อมูลเพื่อให้เอื้อต่อการสืบค้นที่รวดเร็ว และวิธีการค้นหาชื่อถนนจากพิกัดโดยการปรับค่าออฟเซ็ทของพิกัดที่ใช้ในการค้นหา เพื่อวิเคราะห์หาค่าความผิดพลาดและความเร็วที่ใช้ในการสืบค้นจากฐานข้อมูล ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางเพื่อสร้างฐานข้อมูลแผนที่ที่เอื้อต่อการพัฒนาระบบรายงานสถานะภาพการจราจรต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ – พิกัดภูมิศาสตร์, ฐานข้อมูลแผนที่, ปรับค่าพิกัดค้นหา

1. บทนำ

การค้นหาชื่อถนนจากฐานข้อมูลแผนที่โดยใช้อ้างอิงจากพิกัดภูมิศาตร์ของรถยนต์ที่มีการส่งข้อมูลจีพีเอส(GPS) มีข้อจำกัดที่สำคัญคือฐานข้อมูลแผนที่ไม่มีพิกัดเทียบเคียงที่บ่งชี้ถึงพื้นที่ของถนนที่ต้องการค้นหาได้โดยตรง กล่าวคือในฐานข้อมูลแผนที่จะแสดงเส้นทางเสมือนของถนนด้วยข้อมูลเพียงไม่กี่พิกัด และเนื่องจากขนาดของฐานข้อมูลที่ค่อนข้างใหญ่ จึงทำให้ยากต่อการค้นหาชื่อถนนจากพิกัดระบุตำแหน่ง อีกทั้งเนื่องจากไม่สามารถเปรียบเทียบพิกัดของรถยนต์กับฐานข้อมูลได้โดยตรง ผู้วิจัยจึงนำเสนอกระบวนการค้นหาชื่อถนนโดยอาศัยวิธีการเปรียบเทียบพิกัดกับเส้นทางเสมือนที่เป็นตัวแทนของเส้นทางถนนนั้นๆ และคัดแยกเส้นทางที่ใกล้เคียงออกจากตำแหน่งถนนจริง โดยการหาระยะทางตั้งฉากที่ใกล้กับเส้นเสมือนของถนนที่ใกล้ที่สุด ทั้งนี้การสร้าง quad priority queue จะช่วยทำให้กระบวนการค้นหารวดเร็วและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น แม้ว่าจะทำให้พื้นที่จัดเก็บข้อมูลมากขึ้นตามมาเป็นลำดับ

2. ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะฐานข้อมูลแผนที่เขตกรุงเทพมหานคร

ในฐานข้อมูลแผนที่ที่ได้รับมาจากโครงการพัฒนาระบบประเมินและรายงานสถานะการจราจร ใช้ระบบ Geometry เก็บพิกัดอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่นั้น โดยไม่ต้องเก็บข้อมูลพื้นที่นั้นทั้งหมด เช่นต้องการเก็บข้อมูลที่แสดงพื้นที่สี่เหลี่ยมระบบจะทำการอ้างอิงตำแหน่งมุมทั้งสี่ด้านของภาพสี่เหลี่ยมเท่านั้น และฐานข้อมูลแผนที่จัดรูปแบบการเก็บข้อมูลในรูปแบบ Well-Know Binary (WKB) [1] ซึ่งจะเป็นการจัดกลุ่มของข้อมูลอ้างอิงพื้นที่ที่ได้จาก Geometry และทำการจัดเก็บใน Binary format โดยจะมีข้อมูลอธิบายความสัมพันธ์ของข้อมูลที่จัดเก็บในระเบียนประกอบซึ่งใช้ใน Quantum GIS เป็นต้น ในบทความนี้ผู้วิจัยได้ทำการแปลงค่าข้อมูลจาก Well-Known Binary เป็น Well-Known Text (WKT) ซึ่งแสดงค่าข้อมูลพิกัดภูมิศาสตร์โดยตรงและบอกความสัมพันธ์ระหว่างพิกัด เพื่อให้สะดวกในการค้นหาตำแหน่ง

2.2 ค่าพิกัดภูมิศาสตร์

ตำแหน่งพิกัดในระบบ GPS ที่นิยมใช้งานมีอยู่ 2 ระบบคือ พิกัดภูมิศาสตร์ Geographic coordinate system และพิกัดกริด UTM (Universal Transverse Mercator) ค่าพิกัดของระบบ UTM สามารถอ่านข้อมูลตามค่า East, North ในกริดโซนข้อมูลพิกัด UTM มีหน่วยเป็นเมตร และรูปแบบข้อมูลในระบบพิกัดภูมิศาสตร์ โดยทั่วไปจะมีหน่วยย่อยที่เรียกว่า องศาลิปดา ฟิลิปดา (DMS: Degree Minutes Seconds) หรือแสดงหน่วยในระบบพิกัดแบบค่าตัวเลขทศนิยมแบบ DD(Decimal Degrees) และ DM (Decimal Minutes) ซึ่งกรณีที่แสดงค่าในรูปแบบที่เกี่ยวกับ Minutes, Seconds ช่วงของข้อมูลจะอยู่ระหว่าง 0-59 เท่านั้น ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ค่าของ Latitude มีค่าระหว่าง -90 ถึง 90 องศา ค่าบวกเป็นค่าของมุมที่วัดจากเส้นศูนย์สูตร (Equator) ไปยังขั้วโลกเหนือและ Longitude มีค่าระหว่าง -180 ถึง 180 องศา ค่าบวกเป็นค่าของมุมที่วัดจากเมริเดียนปฐม (Prime Meridian @Greenwich) ไปทางตะวันออก

ข้อมูลในฐานข้อมูลแผนที่และข้อมูลตำแหน่งของยานยนต์ที่ได้จากระบบ GPS และส่งผ่านเข้าสู่ระบบ มีลักษณะข้อมูลที่สอดคล้องในรูปแบบพิกัดภูมิศาสตร์หน่วยแบบ DD: Decimal Degrees อ้างอิงจากเส้นศูนย์สูตรการเปลี่ยนแปลง Longitude 1 องศา จะมีระยะทางประมาณ 111.3 กิโลเมตร หาก Latitude เพิ่มขึ้นเป็น 30 องศา จะทำให้ Longitude 1 องศา มีระยะเปลี่ยนแปลงระยะทางเหลือเพียง 96.39 กิโลเมตร ในฐานข้อมูลแผนที่ในงานทดลองตำแหน่ง Latitude อยู่ในช่วง 13 องศา การเปลี่ยนแปลง Longitude จะมีค่าประมาณ 102 กิโลเมตรต่อ 1 องศา

2.3 การค้นหาตำแหน่งจากแผนที่

จากฐานข้อมูลแผนที่ในบทความนี้ หากมีการค้นหาตำแหน่งโดยตรงจะใช้วิธีการหาจุดในโพลิกอน [2] ซึ่งเป็น

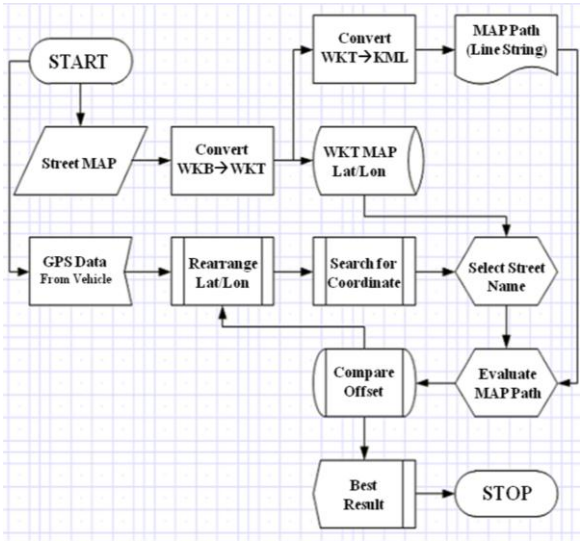
วิธีการที่ได้รับความสนใจมากในงาน GIS แต่มีข้อจำกัดในการกำหนดกรอบการค้นหาในข้อมูลขนาดใหญ่ และวิธีการค้นหาตำแหน่งในระบบเว็กเตอร์ [3] ที่กำหนดให้ข้อมูลค้นทำการเปรียบเทียบหาระยะทางตั้งฉากที่ใกล้กับเว็กเตอร์มากที่สุด เพื่อบ่งชี้ในการเลือกตำแหน่งเส้นทางนั้น และมีการพัฒนาการค้นหานี้โดยการหาเว็กเตอร์เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของพิกัดค้นหาเพื่อเพิ่มความถูกต้องของข้อมูลที่ค้นพบ [4][5] ซึ่งก็ยังมีข้อจำกัดในการหาตำแหน่งพิกัดที่เป็นสมาชิกของเว็กเตอร์ตั้งต้นในการค้นหา อีกปัญหาคือในฐานข้อมูลแผนที่แต่ละฐานการสร้างตำแหน่งพิกัดอ้างอิงเส้นทางถนนมีการสร้างที่อิสระ เกี่ยวข้องกับจุดเริ่มต้นของถนน ทิศทางของถนนและความตรงของถนน ซึ่งอาจมีจุดพิกัดอ้างอิงหลายลักษณะ โดยเฉพาะฐานข้อมูลแผนที่ที่ใช้ในการทดลองในบทความนี้เป็นต้น

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 แนวทางการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้สำหรับการทดสอบ

การทดลองมีขั้นตอนหลัก 2 ส่วนดังรูปที่ 1 เริ่มจากทำการพิสูจน์ความถูกต้องของฐานข้อมูลแผนที่เบื้องต้นโดยทำการแปลงฐานข้อมูลแผนที่ WKB เป็น WKT และเป็น Keyhole Makeup Language (KML) เพื่อให้สามารถโหลดเข้าโปรแกรมแสดงแผนที่ ArcGIS และเพื่อเป็นข้อมูลเปรียบเทียบกับพิกัดการค้นหา ที่พิสูจน์โดยรูปภาพ ส่วนที่สองของขั้นตอนทดลองจะเป็นขั้นตอนการนำเข้าจุดพิกัดในการค้นหาชื่อถนน ซึ่งเมื่อได้รับอินพุทจะนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลโดยการปรับค่าพื้นที่ของจุดพิกัด เพื่อขยายระยะของ Lat/Lon ให้ครอบคลุมพื้นที่จุดเริ่มต้นของพิกัดระบุชื่อถนนที่เหมาะสม และทำการแยกระเบียนจากฐานข้อมูลที่เป็นไปได้ของถนนที่มีจุดพิกัดเป็นสมาชิก เพื่อความรวดเร็วของการค้นหา และในการวิจัยได้กำหนดให้มีส่วนของการปรับค่าส่วนขยายพิกัดให้กับขบวนการขยายระยะ โดยการตรวจสอบจากผลการค้นหาของระบบเทียบกับผลการค้นหาตำแหน่งพิกัดในโปรแกรม ArcGIS เพื่อทดสอบความแม่นยำและหาค่าส่วนพิกัดขยายที่มีผลต่อประสิทธิภาพเวลาที่ใช้ในการประมวลผล

ฐานข้อมูลแผนที่จะถูกปรับปรุงจัดเก็บในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับวิธีการค้นหาที่ใช้ในการทดลองนี้ โดยจะได้อธิบายในข้อที่ 3.2 ส่วนพิกัดที่นำเข้าเพื่อค้นหาชื่อถนนจะนำเข้าพร้อมกับค่า Offset เพื่อค้นหากลุ่มพิกัดเริ่มต้นของเว็กเตอร์ถนนที่สอดคล้องกับพิกัดที่ต้องการค้นหา โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความผิดพลาดและค่า Offset รวมถึงเวลาที่ใช้ในการประมวลผลที่เหมาะสม



รูปที่ 1. Street Name Finding Flow chart

3.2 ข้อมูลที่ใช้กับการวิจัย

ข้อมูลพิกัดเส้นทางแผนที่ในเขตกรุงเทพฯ ถูกจัดเก็บในรูปแบบ Geometry ซึ่งมีข้อมูลที่ระบุพิกัดของเส้นทางโดยบันทึกในลักษณะ Well Known Binary จำนวน 157,968 Records มีข้อมูลระบุชื่อถนน/ซอย จำนวน 91,555 Records มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่แสดงถนนที่อยู่ในช่วงพิกัด Latitude 13.51439951 – 13.9654778 องศา ระยะทางจากเหนือไปใต้ประมาณ 45.1078 กิโลเมตร และ Longitude 100.3276334 – 100.9375452 องศา ระยะทางจากตะวันออกไปตะวันตกประมาณ 60.9912 กิโลเมตร

ซอยหมู่บ้านรุ่งกิจวิลล่า 7;SOI MU BAN RUNG KIT VILLA 7;0102000020E610
ถนนเทศบาลรังสรรเหนือ;THETSABAN RANGSAN NUEA RD.;0102000020E6100
;;0102000020E610000002000000 6319F5496A24594045B04F760BD32B4
ซอยพูนสิน 4 (สุขแฉล้ม);SOI PHUN SIN 4 (SUK CHALAEM);0102000020E61
;;0102000020E610000002000000 7777278A882159401DC1870A387B2B4

รูปที่ 2. ฐานข้อมูลแผนที่ Well-Known Binary Geometry

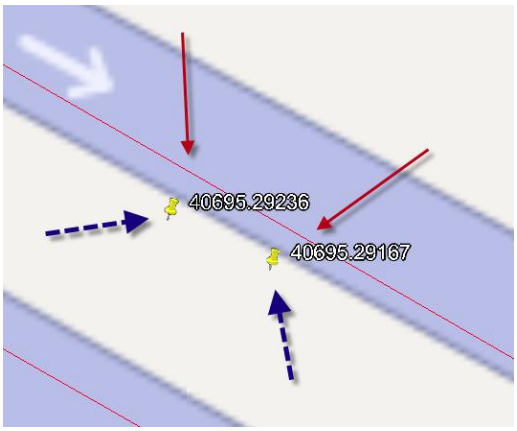
"ซอยหมู่บ้านรุ่งกิจวิลล่า 7","SOI MU BAN RUNG KIT VILLA 7","LINESTRI
"ถนนเทศบาลรังสรรเหนือ","THETSABAN RANGSAN NUEA RD.","LINESTRIN
"","","LINESTRING (100.5689873593851615 13.91219682429
"ซอยพูนสิน 4 (สุขแฉล้ม)","SOI PHUN SIN 4 (SUK CHALAEM)","LINES
"","","LINESTRING (100.5239587197701070 13.74066193492

รูปที่ 3. ข้อมูลรูปแบบ Well-Known Text

เมื่อทำการปรับข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบคู่พิกัดบอกตำแหน่งจุดเริ่มต้นและปลายของเว็กเตอร์ เพื่อให้สามารถรองรับการสร้างเว็กเตอร์ของเส้นทางถนนต่างๆ ในแผนที่ จะได้ข้อมูลทั้งหมด 427,419 ระเบียนในรูปแบบ X_1,Y_1,X_2,Y_2 และ quad priority queues หรือสำเนาสร้างตารางข้อมูลสำหรับค้นเพิ่ม 4 ตาราง โดยแต่ละตารางทำการลำดับข้อมูลทีละเขตข้อมูล (field) จะได้ T_X_1, T_Y_1, T_X_2, T_Y_2

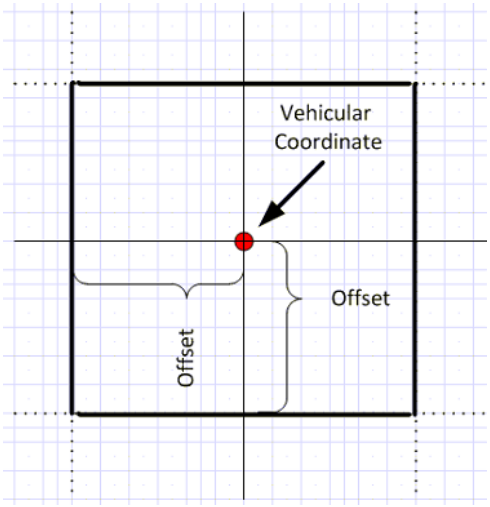
3.3 วิธีการเปรียบเทียบพิกัด

โดยทั่วไปพิกัดระบุตำแหน่งที่ได้มาหรือพิกัดข้อมูลที่ต้องการค้นหานั้นมักจะไม่อยู่ในตำแหน่งของจุดเริ่มต้นหรือจุดปลายของเว็กเตอร์หรือใกล้เคียงเส้นเว็กเตอร์ของถนนที่มีอยู่ในฐานข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4. จุดพิกัดค้นหาไม่อยู่ในเส้นเว็กเตอร์

จากปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเสนอให้เพิ่มค่าชดเชยพิกัด (±Offset) ในการค้นหาชื่อถนน ซึ่งค่านี้เป็นระยะทางโดยประมาณของการเปลี่ยนค่าองศา Latitude/Longitude กล่าวคือค่า Offset 0.001 เท่ากับระยะทางประมาณ 100 เมตรในแผนที่ หรือ Offset 0.1 เท่ากับระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5. การเปลี่ยนแปลงเขตพิกัดค้นหาโดยค่า Offset

หลักเกณฑ์ในการค้นหามีดังนี้ กำหนดให้ตำแหน่งที่ต้องการค้นหาเป็น P_x,P_y เริ่มค้นหาจากการนำ P_x±Offset มาค้นหาใน T_X_1, T_X_2 จะได้ R_TX_1, R_TX_2 และนำ P_y±Offset ค้นหาใน T_Y_1, T_Y_2 จะได้ R_TY_1, R_TY_2 จากนั้นนำผลที่ได้มาเข้าสมการที่ 1

$$Find_T = (R_TX_1 \cup R_TY_1) \cap (R_TX_2 \cup R_TY_2) \quad (1)$$

ใช้สมการค้นหาระยะทางตั้งฉากของ P_x,P_y เทียบกับ Find_T แต่ละระเบียนดังสมการที่ 2

$$d = \frac{\left|(x_2 - x_1)(y_1 - P_y) - (x_1 - P_x)(y_2 - y_1)\right|}{\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}} \quad (2)$$

จากนั้นทำการหาระเบียนที่ d ต่ำที่สุด นำ Index ที่ได้เข้าค้นหาชื่อถนน หลังจากที่พิสูจน์ว่าการค้นหามีความแม่นยำแล้ว มีการทดลองปรับค่า Offset เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการค้นหาและเพิ่มความถูกต้อง

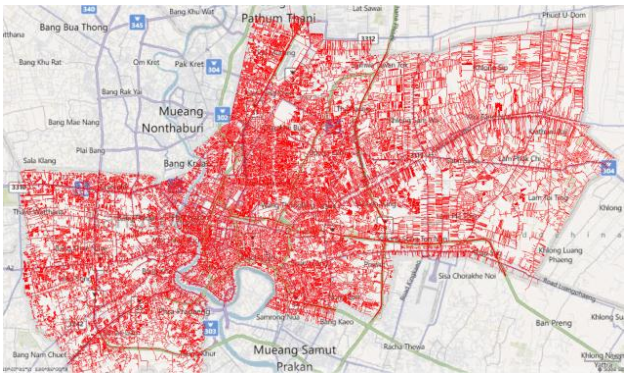
3.4 วิธีการตรวจสอบความถูกต้องของระบบค้นหาตำแหน่งถนน

ในการตรวจสอบความถูกต้องของ algorithm ที่นำเสนอเพื่อค้นหาตำแหน่งถนน ได้มีการสุ่มตัวอย่างพิกัดของยานยนต์และทำการโหลดโดยโปรแกรม ArcGIS และ Google Maps เพื่ออ่านชื่อถนนที่ได้จากภาพที่แสดงผล มาตรวจสอบเพื่อเปรียบเทียบกับการค้นหาตำแหน่งจากฐานข้อมูลแผนที่ โดยในการตรวจสอบ ได้กำหนดกลุ่มพิกัดจำนวน 3,856 ระเบียนที่ควบคุมระยะ Offset ที่ 0.05 หรือระยะรอบพิกัด 5 กิโลเมตร ที่สามารถค้นหาชื่อถนนได้ จากนั้นทำการลดระยะ Offset เป็น 0.02, 0.01, 0.005, 0.0025, 0.00125 และ 0.000625 ตามลำดับ เพื่อค้นหาจำนวนระเบียนที่มีค่า d จากสมการที่ (2) น้อยกว่า 0.0005 หรือหมายถึงมีระยะตำแหน่งของพิกัดห่างจากเส้นเวกเตอร์ถนนไม่เกิน 50 เมตร ซึ่งเป็นผลการค้นหาที่มีแนวโน้มที่จะได้ชื่อถนนที่ถูกต้อง และหากได้ค่า d มากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดแล้วจะสรุปว่าผลการค้นหามีแนวโน้มผิดพลาด

4. ผลการดำเนินงาน

4.1 การพิสูจน์พื้นที่ของฐานข้อมูลแผนที่

รูปที่ 6 แสดงผลที่ได้จากการนำฐานข้อมูลที่ถูกแปลงให้อยู่ในรูปแบบ KML เพื่อให้สามารถโหลดเข้า ArcGIS ได้ โดยโปรแกรมจะแสดงเส้นทาง ชื่อถนน/ซอย ที่ฐานข้อมูลแผนที่มีการระบุพิกัดไว้ โดยข้อมูลที่ได้รับมาจะครอบคลุมพื้นที่ของกรุงเทพมหานครฯ และจังหวัดข้างเคียง



รูปที่ 6. ผลการแปลงฐานข้อมูลแผนที่ใน ArcGIS

4.2 ผลที่ได้จากการทดสอบหาตำแหน่งพิกัดจากฐานข้อมูล

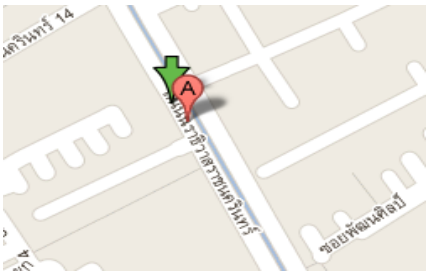
โปรแกรมสืบค้นชื่อถนนโดยใช้เทคนิคที่แสดงในหัวข้อที่ 3 นั้นถูกพัฒนาโดยใช้ MatLab ในการเตรียมข้อมูลและค้นหาพิกัด โดยรูปที่ 7 แสดงผลการค้นหาถนนจากฐานข้อมูลแผนที่จากพิกัด ซึ่งนำเข้า Latitude 13.711737 Longitude 100.53.143 องศา และกำหนดค่า Offset เป็น 0.0002 หรือระยะประมาณ 20 เมตร โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นให้ผลเป็นถนน นราธิวาสราชนครินทร์ ซึ่งตรงกับผลที่ได้จากโปรแกรม Google Maps ดังแสดงในรูปที่ 8

```
>> o = findp1(13.711737,100.535143,0.0002);
>> f=sortrows(o,3);
>> textdata(f(1),3)

ans =

    'NARATHIWAT RAJANAGARINDRA RD.'
```

รูปที่ 7. การค้นหาตำแหน่งเส้นถนนจากพิกัด



รูปที่ 8. ผลการค้นหาตำแหน่งข้อมูลจาก Google Maps

4.3 ผลการวัดประสิทธิภาพเมื่อปรับค่า Offset

ในการทดลองเพื่อวัดเวลาที่ใช้ในการประมวลผลและประสิทธิภาพในการค้นหาตำแหน่งพิกัดนั้น ผู้วิจัยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และโปรแกรมที่มีคุณลักษณะ ดังนี้

- CPU 3.00 GHz Pentium-D (Hyper-Threaded)
- RAM 3.5 GBytes
- โปรแกรม MatLab 32 bits

จากข้อมูลพิกัดที่ต้องการค้นหาจำนวน 3,856 ระเบียน ซึ่งอยู่ในเขตแผนที่ และกำหนดให้ค่า Offset มากสุดเท่ากับ 0.05 หรือระยะชดเชย 5 กิโลเมตรมากสุดโดยประมาณ สามารถแสดงจำนวนพิกัดที่ไม่สามารถค้นหาได้ ดังแสดงในดังตารางที่ 1 โดยค่า error ที่แสดงนี้คืออัตราส่วนระหว่างพิกัดที่ไม่สามารถระบุชื่อถนนได้ถูกต้องต่อจำนวนพิกัดทั้งหมดที่ใช้ทดสอบ เช่น ระยะ Offset ที่ 0.02 (2 กิโลเมตร) มีพิกัดที่ไม่สามารถระบุชื่อถนนได้ถึง 15.145 %

จำนวนของระเบียนตั้งต้นที่ค้นพบหรือเวิ์กเตอร์ของถนนที่คาดว่าเป็นคำตอบนั้น มีผลต่อเวลาในการประมวลผลเพื่อหาชื่อถนน ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยจะพบว่าการกำหนดค่า Offset มากเกินไปแม้จะส่งผลให้มีค่า error ในการค้นพบต่ำ แต่ค่าเฉลี่ยของจำนวนระเบียนในการคำนวนค่าจะมีมาก ส่งผลทำให้เวลาในการค้นหานานขึ้นดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งแสดงเวลาฉลี่ยของการประมวลผล

ตารางที่ 1. จำนวนระเบียนที่ไม่สามารถค้นหาได้

Record	Offset	Not_Match	% error
3856	0.05	0	0
3856	0.02	584	15.145
3856	0.01	899	23.314
3856	0.005	1088	28.216
3856	0.0025	1201	31.146
3856	0.00125	1268	32.884
3856	0.000625	1396	36.203

จากผลการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ในการค้นหาอยู่ในระดับที่น่าสนใจ กล่าวคือเวลาเฉลี่ยสูงสุดในการค้นหาพิกัดในกรณีที่มีเวิ์กเตอร์ของถนนที่คาดว่าเป็นคำตอบมากที่สุด ใช้เวลาเพียง 22.91 วินาที และเมื่อตั้งค่า Offset ให้น้อยลง เวลาที่ใช้ในการประมวลผลจะน้อยกว่า 1 วินาที

ตารางที่ 2. จำนวนระเบียนที่ค้นพบจากการกำหนดค่า Offset

Data	จำนวนระเบียนตั้งต้น		
Offset	Min	Mean	Max
0.05	1	26238.632	62113
0.02	1	5239.711186	15337
0.01	1	1532.671627	4841
0.005	1	434.8370665	1375
0.0025	1	127.7009416	493
0.00125	1	41.17156105	272
0.000625	1	15.53658537	143

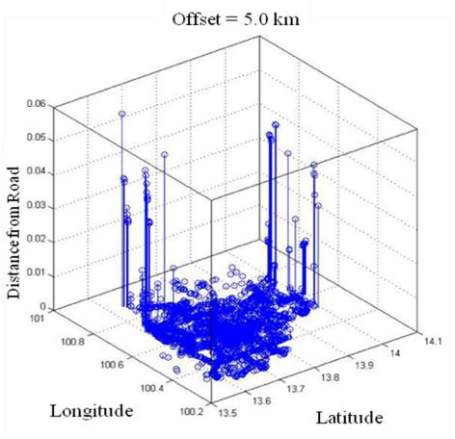
ตารางที่ 3. เวลาในการประมวลผลเพื่อค้นหาพิกัด

Data	Process Time (Sec)			
Offset	All	Min	Mean	Max
0.05	88345.9978	0.29240764	22.91131	94.78592943

0.02	4054.82601	0.063994006	1.23925	5.240433023
0.01	1307.24045	0.029850015	0.442083	0.882849812
0.005	671.336216	0.049867252	0.242535	0.373230287
0.0025	445.986869	0.029655468	0.16798	0.267467211
0.00125	354.530473	0.021241998	0.13699	0.217066655
0.000625	308.774669	0.017126924	0.125518	0.628214189

4.4 ผลการตรวจสอบความถูกต้องของการค้นหา

เมื่อวาดกราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่า d ที่ได้จากสมการที่ (2) ในแต่ละระเบียนทดสอบ และในแต่ละค่า Offset r พบว่าตำแหน่ง Latitude และLongitude ที่มีการแสดงค่า d ที่ยังอยู่ในขอบเขตของพื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 9 อย่างไรก็ตามยังมีบางตำแหน่งของพิกัดทดสอบที่มีค่า d สูงผิดสังเกต ซึ่งหมายถึงมีบางระเบียนของการทดสอบที่มีผลการค้นหาชื่อถนนผิดพลาด เมื่อนำระเบียนดังกล่าวไปตรวจสอบในระดับข้อมูลเพื่อค้นหาว่าระเบียนพิกัดทดสอบใด มีผลการคำนวณที่ได้ค่า d มากกว่า 0.0005 ซึ่งหมายถึงว่ามีแนวโน้มที่พิกัดนั้น ไม่ได้อยู่ในถนนที่ค้นหา ได้ผลการตรวจสอบ ดังแสดงในตารางที่ 4



รูปที่ 9. ตัวอย่างกราฟค่า d ของแต่ละพิกัด Latitude/Longitude ที่ค่า Offset เป็น 0.05

เมื่อกรองจำนวนผลการค้นหาระเบียนที่มีค่า d > 0.0005 พบว่าการกำหนดค่า Offset ที่ 0.0025 มีจำนวนระเบียนที่เกิด Error น้อยที่สุด ซึ่งหมายถึงการกำหนดค่า Offset ที่ 0.0025 มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการค้นหาชื่อถนนด้วยวิธีที่นำเสนอ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. ผลการทดสอบค่า offset

Offset	# Matched Records	# Records w/ d <0.0005	Number of Errors	Percent of Errors
0.05	3856	3698	158	4.098
0.02	3272	3105	167	5.104
0.01	2957	2869	88	2.976
0.005	2768	2687	81	2.926
0.0025	2655	2613	42	1.582
0.00125	2588	2525	63	2.434
0.000625	2460	2380	80	3.252

5. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอวิธีการค้นหาตำแหน่งถนนโดยการค้นหาในฐานข้อมูลแผนที่ในเชิงพิกัดภูมิศาสตร์โดยตรง มีการกำหนดค่า Offset ประกอบการค้นหาเพื่อชดเชยปัญหาอันเกิดจากการเปรียบเทียบการหาเว็กเตอร์ที่สอดคล้องกับตำแหน่งนั้นๆ ในการทดลองพบข้อจำกัดของฐานข้อมูลแผนที่ที่ทำให้การค้นหาโดยการกำหนดค่า Offset ไม่ประสบผลสำเร็จ กล่าวคือตำแหน่งต้นและปลายของเว็กเตอร์มีระยะทางมากกว่าค่า Offset ที่ชดเชย หากกำหนดให้ค่า Offset สูงก็จะทำให้การประมวลผลใช้เวลาสูงมากขึ้นด้วย ดังนั้นค่า Offset ที่ให้ผลการค้นหามีแนวโน้มพบชื่อถนนที่ถูกต้องมากที่สุด จากวิธีการที่นำเสนอมีค่าเท่ากับ 0.0025 หรือเท่ากับ 250 เมตร ในที่นี้หากสามารถปรับปรุงพิกัดในฐานข้อมูลแผนที่ให้มีการจำกัดระยะทางในการสร้างเส้นทางเว็กเตอร์ให้มีระยะทางสั้นลง ก็จะทำให้วิธีการที่นำเสนอมีความสามารถในการค้นหาได้ดีมากขึ้น

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการ Traffy และ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลเพื่อทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] Open Geospatial Consortium.

[2] I. E. Sutherland, R. F. Sproull, and R. A. Schumacker., “A Characterization of Ten Hidden-Surface Algorithms.”, ACM Comput. Surv. 6, 1 (March 1974), pp. 1-55.

[3] G. Taylor and G. Blewitt, "Virtual differential GPS & road reduction filtering by map matching," in Proceedings of the 12th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation, September, 1999, pp. 1675 – 1684.

[4] J. Yang, S. Kang and K. Chon, "The map matching algorithm of GPS data with relatively long polling time intervals," Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, vol. 6, 2005, pp. 2561-2573.

[5] S. Brakatsoula, D. Pfoser, R. Salas and C. Wenk , "On map-matching vehicle tracking data," in Proceedings of the 31st international conference on Very large data bases, 2005, pp. 853-864.

Copyright © 2012 by the Journal of Information Science and Technology.