



การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่สำหรับการพิจารณาจัดสรรผู้เข้าพักอาศัยในหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวรด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด

ชิงชัย หุมห่อง*, สิทธิชัย ชูสำโรง และศักดิ์ดา หอมหวล

Development of Spatial Decision Support System for Considering Staff Dormitory of Naresuan University using FOSS4G

Chingchai Humhong*, Sittichai Choosumrong and Sakda Homhuan

ภาควิชาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

Department of Natural Resources and Environment, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok, Thailand 65000

*Corresponding author. E-mail address: chingchai.h@gmail.com, sittichai.ocu@gmail.com

บทคัดย่อ

ปัจจุบัน การสืบค้นข้อมูลเพื่อขอสิทธิ์หอพักบุคลากรในมหาวิทยาลัยแบบเดิมนั้นเป็นแบบแผนที่กระดาษและตารางซึ่งมีความซับซ้อน ไม่สะดวกและใช้เวลาค่อนข้างมากในการสืบค้นและจัดการข้อมูล การศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่สำหรับการพิจารณาจัดสรรผู้เข้าพักอาศัยในหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวร ในรูปแบบเว็บแผนที่ออนไลน์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสามารถวิเคราะห์ตำแหน่งหมู่บ้านของผู้ใช้บริการที่สามารถขอหอพักและไม่สามารถขอหอพักของมหาวิทยาลัยนเรศวร การพัฒนาระบบผู้วิจัยได้เลือกใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Free and Open Source Software for Geospatial: FOSS4G) ในการพัฒนาระบบทั้งหมด โดยใช้ pgRouting algorithm ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ทำงานร่วมกับ PostgreSQL/PostGIS เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ระบบโครงข่ายถนนสำหรับการบริการเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วยฟังก์ชัน *pgDijkstra* ส่วนการวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการได้เปรียบเทียบการวิเคราะห์ 2 วิธีการคือ 1) วิเคราะห์แบบรัศมี 25 กิโลเมตร โดยใช้ฟังก์ชัน *ST_Buffer* และ 2) วิเคราะห์แบบพื้นที่ให้บริการซึ่งคำนวณจากระยะทางสัญจร 25 กิโลเมตร โดยใช้ฟังก์ชัน *pgr_drivingDistance* และ *pgr_alphaShape*

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้สนับสนุนงานบริการสวัสดิการหอพักบุคลากรได้ เมื่อทราบตำแหน่งหมู่บ้านของผู้ใช้บริการ และทราบพื้นที่ให้บริการในรัศมี 25 กิโลเมตร ทำให้สามารถวิเคราะห์สิทธิ์การขอหอพักบุคลากรได้ โดยนำข้อมูลตำแหน่งหมู่บ้านมาวิเคราะห์ร่วมกับพื้นที่ให้บริการด้วยฟังก์ชัน *ST_Within* ถ้าตำแหน่งหมู่บ้านอยู่ในพื้นที่ให้บริการ แสดงว่าไม่สามารถขอหอพักได้ แต่ถ้าตำแหน่งหมู่บ้านอยู่นอกพื้นที่ให้บริการแสดงว่าสามารถขอหอพักได้ โดยข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทั้งหมดจะถูกนำไปแสดงในรูปแบบของ OGC Web Service (OWS) ตามมาตรฐานของ Open Geospatial Consortium (OGC)

คำสำคัญ: ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่, ซอฟต์แวร์รหัสเปิด, OGC Web Service, pgRouting, PostgreSQL/PostGIS, Driving distance

Abstract

Nowadays, the use of dormitory qualification method in Naresuan University is using paper-based which take along time, difficult to search and manage data. Thus, this study aims to developing web-enabled considering decision support system for staff dormitory service in Naresuan University and to evaluate the village location of users between acceptable and unacceptable to stay. The system has implemented and developed as web mapping application using Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G), Open Data and Open Standards. The Shortest Path network analysis and Service Area provided by *pgDijkstra* algorithm in *pgRouting* Library PostgreSQL/PostGIS is used for calculating the distance from Naresuan University as a starting point to the selected village as destination



point. Twentyfive kilometers of service area can be calculated and compared between radial method using *ST_Buffer* function and driving distance method using *pgr_drivingDistance* and *pgr_alphaShape* functions.

The results of this study showed that the developed system can be used to support staff in dormitory service in Naresuan University. The system can investigate the result by calculating the service area in 25 kilometers with the location of the village using *ST_Within* function in PostGIS. If the village is located in the service area, then that village will be unacceptable to stay in dormitory but if the village is not intersected with in the buffer area then it can be acceptable to stay in the dormitory. The data from the analysis will be presented in the form of OGC Web Service (OWS) and Open Geospatial Consortium (OGC).

Keywords: Spatial Decision Support System, FOSS4G, OGC Web Service, pgRouting, PostgreSQL/PostGIS, Driving distance

บทนำ

เนื่องจากระเบียบมหาวิทยาลัยนเรศวร ว่าด้วยการพักอาศัยในบ้านพักของมหาวิทยาลัย พ.ศ. 2554 ได้มีการกำหนดเกณฑ์ในการคัดเลือกบุคลากรที่สามารถยื่นคำร้องขอเข้ามาพักอาศัยในบ้านพักของมหาวิทยาลัยตามประกาศหมวดที่ 3 คุณสมบัติของผู้พักอาศัย ข้อที่ 8 คือ บุคลากรที่มีสิทธิ์ยื่นคำร้องขอที่พักได้ ต้องไม่มีบ้านพักของตนเองหรือของคู่สมรสอยู่ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก หรือถ้าหากอยู่ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลกต้องมีระยะห่างจากมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 25 กิโลเมตร นับจากระยะทางตามเส้นทางสัญจรปกติ (งานบริการสวัสดิการหอพักบุคลากร, 2557)

แต่เนื่องจากระบบการค้นหาแบบเดิมนั้นยังเป็นแบบแผนที่กระดาษและตาราง (ดังรูปที่ 1) ซึ่งทำให้มีความซับซ้อนและยากต่อการสืบค้นข้อมูล หรือเมื่อผู้ใช้งานเข้ามาเรียกใช้บริการอาจจะใช้เวลานานในการพิจารณา ดังนั้นเป้าหมายในการศึกษาในครั้งนี้เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่สำหรับการพิจารณาจัดสรรผู้เข้าพักอาศัยในหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วยซอฟต์แวร์รหัสเปิด เพื่อช่วยลดภาระการทำงานของพนักงานมหาวิทยาลัยนเรศวรในส่วนที่ดูแลงานบริการสวัสดิการหอพักบุคลากร ปัจจุบันระบบเทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสิ่งสำคัญสำหรับองค์กรที่เข้ามาช่วยอำนวยความสะดวกในการดำเนินงาน ทำให้การเข้าถึงข้อมูลมีความรวดเร็ว การติดต่อสื่อสารมีประสิทธิภาพ และช่วยประหยัดต้นทุนในการ

ดำเนินงานด้านต่าง ๆ ของหน่วยงานที่เชื่อมต่อในระบบอินเทอร์เน็ต เช่น การมีเว็บไซต์สำหรับเป็นช่องทางในการประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ เป็นต้น

จากความก้าวหน้าทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้มีการพัฒนาคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวกสบายต่อการดำรงชีวิตเป็นอันมาก เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ตลอดจนช่วยสนับสนุนการคิด วิเคราะห์และตัดสินใจได้เป็นอย่างดี อีกทั้งเทคโนโลยีสารสนเทศสามารถให้บริการด้านข้อมูล ข่าวสารด้วยกลไกอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้มีการเข้าถึงข้อมูล ติดต่อสื่อสารกันได้สะดวกรวดเร็วตลอดเวลา จะเห็นว่าชีวิตปัจจุบันเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเป็นอันมาก ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ในการทำงาน

ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่สำหรับการพิจารณาจัดสรรหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวรในรูปแบบเว็บแผนที่ออนไลน์ ที่สามารถวิเคราะห์และตัดสินใจตำแหน่งหมู่บ้านของบุคลากรที่สามารถขอหอพักและไม่สามารถขอหอพักในมหาวิทยาลัยนเรศวร ในรัศมี 25 กิโลเมตร โดยการคำนวณระยะทางจริงจากเส้นทางสัญจรปกติ เพื่อให้ระบบสามารถสืบค้นในเชิงพื้นที่ตามเงื่อนไขที่มหาวิทยาลัยกำหนดไว้และสร้างเว็บแผนที่ออนไลน์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต สำหรับบุคลากรจะได้มีความสะดวกในการค้นหามากขึ้น ตลอดจนสามารถช่วยสนับสนุนการตัดสินใจต่อผู้บริหารในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่สำหรับการพิจารณาจัดสรรผู้เข้าพักอาศัยในหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวรในรูปแบบเว็บแผนที่ออนไลน์
2. เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งหมู่บ้านของบุคลากรที่สามารถขอหอพักและไม่สามารถขอหอพักในมหาวิทยาลัยนเรศวรใน

รัศมี 25 กิโลเมตร โดยคำนวณระยะทางจริงจากเส้นทางสัญจรปกติ

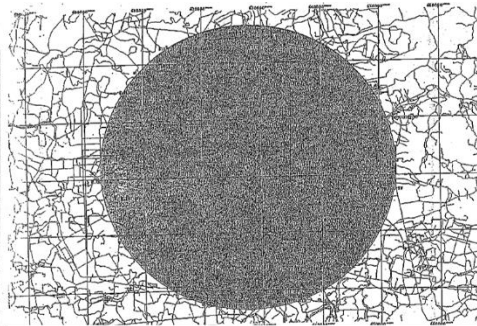
พื้นที่ศึกษา

การศึกษาค้นคว้านี้ได้เลือกจุดกึ่งกลางของมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นจุดกำหนดระยะห่างในรัศมี 25 กิโลเมตร โดยคำนวณระยะทางจริงจากเส้นทางสัญจรปกติ

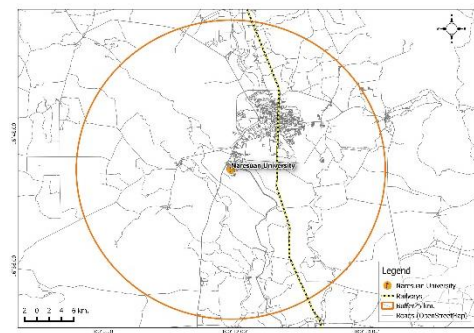
(ก) แผนที่กระดาษแบบเก่า

ตารางสรุปรายชื่อตำบลที่อยู่ในบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร
รัศมี 25 กิโลเมตร ซึ่งได้รวบรวมรายชื่อตำบลมหาวิทยาลัยนเรศวร

ลำดับ	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด
1	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
2	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
3	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
4	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
5	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
6	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
7	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
8	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
9	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
10	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
11	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
12	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
13	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
14	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
15	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
16	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
17	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่
18	บ้านใหม่	บ้านใหม่	เชียงใหม่



(ข) แผนที่ดิจิทัล



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

วิธีการดำเนินการ

1. การรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องโดยศึกษาอ้างอิงจากหลักเกณฑ์การพิจารณาจัดสรรผู้เข้าพักอาศัยในอาคารหอพักบุคลากร มน.นิเวศ 1-12 และ 14-15 ตามเกณฑ์ที่มหาวิทยาลัยนเรศวรกำหนด คือต้องเป็นบุคลากรสายวิชาการและสายบริการที่ได้รับการบรรจุเป็นพนักงานมหาวิทยาลัยนเรศวร (เงินแผ่นดิน) หรือเป็นบุคลากรสายบริการที่ได้รับการบรรจุเป็นพนักงานมหาวิทยาลัยนเรศวร (เงินรายได้) ต้องผ่านการปฏิบัติงาน 3 ปีขึ้นไป โดยที่บุคลากรสายวิชาการและสายบริการ (ตามข้อ 1 และ 2) ต้องไม่มีบ้านพักของตนเองหรือคู่สมรสในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลก หรือถ้าหากอยู่ในเขตอำเภอเมืองพิษณุโลกต้องมีระยะห่างจากมหาวิทยาลัยไม่น้อยกว่า 25 กิโลเมตร

2. ศึกษาความรู้เกี่ยวกับซอฟต์แวร์รหัสเปิด pgRouting Library ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุด ตามระยะทางเส้นทางสัญจรปกติดังนี้ pgRouting เป็น

เครื่องมือที่ทำงานร่วมกับฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ PostgreSQL/PostGIS โดยเพิ่มฟังก์ชันการคำนวณหาระยะทาง (Network Analysis) และการวิเคราะห์โครงข่ายอื่นๆ (pgRouting Contributors, 2013) pgRouting ได้พัฒนามาจาก pgDijkstra เขียนโดย Sylvain Pasche จาก camptocamp ต่อมาได้มีการนำไปพัฒนาต่อโดยบริษัท Orkney ประเทศญี่ปุ่น และเปลี่ยนชื่อใหม่เป็น pgRouting อย่างเป็นทางการ (Kastl & Junod, 2011) ซึ่งโครงการนี้ได้รับการสนับสนุนและดูแลโดย Georepublic, iMaptools และชุมชนนักพัฒนาที่ให้ความสนใจ (Choosumrong, Raghavan, & Realini, 2010) วัตถุประสงค์หลักของ pgRouting คือ จัดหาฟังก์ชันสำหรับการใช้งานใน PostgreSQL/PostGIS เพื่อสร้างเครื่องมือในการคำนวณหาระยะทาง ซึ่งจะคล้ายๆ กับ ชุดคำสั่งในโปรแกรมบางโปรแกรม เช่น คำสั่งการค้นหาระยะทางที่ใกล้ที่สุดในโปรแกรม ArcGIS Desktop หรือการขอเส้นทางใน Google Maps ไม่เฉพาะในเรื่องของระยะทางบนถนนเท่านั้น แต่



สามารถใช้ได้กับข้อมูลอะไรก็ได้ที่เกี่ยวข้องกับระยะทาง การสิ้นเปลืองเวลา น้ำมัน เงิน เช่น เส้นทางเกี่ยวกับการเดินเรือ และระบบเน็ตเวิร์คแม่ข่ายบนอินเทอร์เน็ต เป็นต้น นอกจาก pgRouting สามารถคำนวณหาระยะทางที่สั้นที่สุดและเร็วที่สุดแล้ว pgRouting ยังสามารถช่วยในการวางแผนการเดินทางในการจัดส่งสินค้าหลายๆ ที่ในการเดินทางครั้งเดียวกัน เช่น จะไปส่งของให้ลูกค้าทั้งหมด 4 ที่ โดยเริ่มต้นเดินทางจากโรงงานผู้ผลิต ควรจะไปส่งของให้ลูกค้ารายใดก่อนหลัง ตามลำดับ เพื่อช่วยในการประหยัดเวลาและน้ำมัน (Choosumrong, Raghavan, & Bozon, 2012) จากฟังก์ชันทั้งหมดของ pgRouting ผู้วิจัยได้เลือกมาใช้ในการวิเคราะห์บางฟังก์ชัน ได้แก่

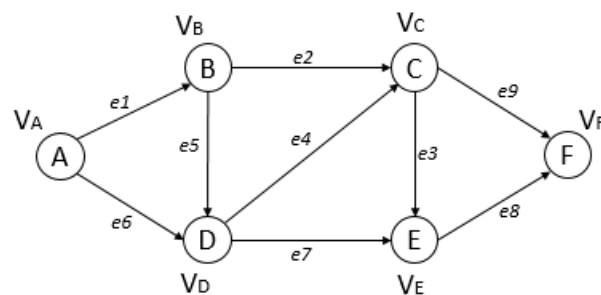
- pgr_dijkstra เป็นฟังก์ชันที่อยู่ใน pgRouting ที่สามารถวิเคราะห์โครงข่ายหาเส้นทางที่สั้นที่สุด (Shortest

Path) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการคำนวณหาเส้นทาง (ราชการ ปรีक्षाดี และสุนันทา สดสี, 2550) โดยใช้หลักการคำนวณทางคณิตศาสตร์ของ Dijkstra (1959) ซึ่งเป็นการนำเอาทฤษฎีกราฟ ดังที่แสดงในรูปที่ 2 โดยใช้เวอร์เท็กซ์ (Vertex) และเส้น (Edge) แทนถนนที่เชื่อมต่อกัน กำหนดระยะทางระหว่างจุดเป็นตัวเลขลงไปในกราฟ โดยเรียกกราฟดังกล่าวว่ากราฟถ่วงน้ำหนัก (Weighted Graph) คือกราฟที่เส้นเชื่อมทุกเส้นมีค่าน้ำหนักที่มีค่าเป็นจำนวนจริงที่ไม่ติดลบ (พระวัฒน์ แก้ววิการณ และสุเพชร จิรขจรกุล, 2557) สำหรับการคำนวณหาเส้นทางที่สั้นที่สุด จากจุดเริ่มต้น (start_vid) ไปยังจุดสิ้นสุด (end_vid) ซึ่งสามารถคำนวณเส้นทางได้ทั้งแบบ directed graph และ undirected graph (pgRouting Contributors, 2013) ดังสูตรด้านล่าง

จากสูตร $G = (V, E)$ เมื่อ

$V(G)$ คือ เซตของเวอร์เท็กซ์ (Vertex) ในกราฟ

$E(G)$ คือ เซตของเส้น (Edge) ในกราฟ



รูปที่ 2 การทำงานของกราฟ Dijkstra

$G = (V, E)$

$V(G) = \{A, B, C, D, E, F\}$

$EG = \{e1, e2, e3, e4, e5, e6, e7, e8, e9\}$

คำสั่งการคำนวณ pgr_dijkstra (Shortest Path Dijkstra)

pgr_dijkstra(sql, start_vid, end_vid, directed)

เมื่อ $sql = \{(id, source, target, cost, reverse_cost)\}$

และ $source = \bigcup source_i$,

$target = \bigcup target_i$,

กราฟถ่วงค่าน้ำหนัก $G_d = (V, E)$ จะถูกกำหนดโดย
เซตของเวอร์เทกซ์ (V)

$V = source \bigcup target \bigcup start_{vid} \bigcup end_{vid}$

เซตของเส้น (E)

$$E = \left\{ \begin{array}{l} \{(source_p, target_p, cost_i) \text{ เมื่อ } cost \geq 0\} \text{ if } reverse_cost = \emptyset \\ \{(source_p, target_p, cost_i) \text{ เมื่อ } cost \geq 0\} \\ \bigcup \{(source_p, target_p, reverse_cost_i) \text{ เมื่อ } reverse_cost \geq 0\} \text{ if } reverse_cost \neq \emptyset \end{array} \right.$$

- pgr_drivingDistance ฟังก์ชันนี้เป็นการคำนวณหาพื้นที่ให้บริการ (service area) โดยใช้วิธีการคำนวณจาก dijkstra ซึ่งทำการกำหนดจุดเริ่มต้น (start_vid) และระบุค่าระยะทางหรือเวลา เพื่อที่จะคำนวณหาพื้นที่ในการให้บริการ โดยเริ่มต้นผลลัพธ์ที่ได้จะถูกสกัดอยู่ในรูปแบบจุด (node) หลังจากนั้นจะใช้ฟังก์ชัน pgr_alphaShape สำหรับสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบพื้นที่รูปปิด เพื่อจะได้นำเอาข้อมูลนี้ไปวิเคราะห์กับตำแหน่งหมู่บ้านของบุคลากร โดยเปรียบเทียบ 2 วิธีการคือ 1) ค้นหาแบบรัศมี (buffer) และ 2) ค้นหาแบบเส้นทางสัญจรจริงโดยใช้ฟังก์ชัน driving distance

- ST_Buffer เป็นฟังก์ชันสำหรับสร้างพื้นที่กันชนซึ่งเป็นการหาระยะห่างจากรูปเลขคณิต (geometry) ตามค่าที่กำหนด ส่วน ST_Within เป็นฟังก์ชันในการสืบค้นเชิงพื้นที่เพื่อหาข้อมูลจุดอยู่ในข้อมูลพื้นที่รูปปิดหรือไม่ โดยผลลัพธ์ที่ออกมาจะอยู่ในรูปแบบจริง (true) กับเท็จ (false) คือถ้าข้อมูลจุดอยู่ในพื้นที่รูปปิดจะเป็นจริง แต่ถ้าข้อมูลจุดไม่ได้อยู่ในพื้นที่รูปปิดจะเป็นเท็จ

ปัจจุบัน pgRouting ได้พัฒนามาเป็นเวอร์ชัน 2.1 จากเดิมเวอร์ชัน 1.5 และมีฟังก์ชันต่างๆ เพิ่มขึ้นมากมาย

3. รวบรวมข้อมูล โดยทำการรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิข้อมูลที่ตั้งมหาวิทยาลัยนเรศวร ได้จากการบันทึกข้อมูลด้วยเครื่องกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) ส่วนข้อมูลทุติยภูมิ ได้จากการรวบรวมข้อมูลพื้นฐานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง 2 หน่วยงานคือ 1) ข้อมูลเส้นทางคมนาคมจากหน่วยงาน OpenStreetMap (OSM) และ 2) สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือที่เรียกกันว่า “GISTDA” ซึ่งหน่วยงานนี้ได้เป็นผู้ให้บริการข้อมูลพื้นฐานตามโครงสร้างพื้นฐานภูมิสารสนเทศของประเทศ NSDI (National Spatial Data Infrastructure) เพื่อสนับสนุนส่งเสริมการแลกเปลี่ยนแบ่งปันและใช้งานข้อมูลภูมิศาสตร์เชิงพื้นที่ร่วมกัน ในทุกระดับ ทั้งภาครัฐบาล ภาคเอกชน องค์กรอิสระ และภาคการศึกษา (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน), 2557) การให้บริการข้อมูลในรูปแบบ Web Map Service (WMS) เป็นการแสดงผลและให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศในรูปแบบรูปภาพบิตแมพ (Bitmap) ในรูปแบบต่าง เช่น PNG, JPEG, GIF, KML และ TIFF เป็นต้น WMS จะประกอบไปด้วยชุดคำสั่ง GetCapabilities, GetMap และ GetFeatureInfo ส่วน Web



Feature Service (WFS) เป็นให้บริการและการเข้าถึงข้อมูล ภูมิสารสนเทศในรูปแบบข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Data) ได้ โดยตรง ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดข้อมูลภูมิสารสนเทศในรูปแบบไฟล์ GML, GeoJSON, CSV และ ESRI Shapefile เป็นต้น โดยมี Open Geospatial Consortium (OGC®) เป็นหน่วยงาน ที่ควบคุมและดูแลมาตรฐาน (ชัยภัทร เนื่องคำมา, 2553) ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม QGIS ในการการเข้าถึงข้อมูล ภูมิสารสนเทศแบบ WFS ส่วนการเรียกข้อมูลจาก OSM ได้ใช้เครื่องมือ ogr2ogr ในการแปลงข้อมูลประเภท PBF Format ที่ดาวน์โหลดมา ให้อยู่ในรูปแบบ ESRI Shapefile ดังตารางที่ 1 เมื่อได้ข้อมูลภูมิสารสนเทศแล้ว ผู้วิจัยได้นำเข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL/PostGIS โดยใช้เครื่องมือ shp2pgsql ในการนำเข้าข้อมูล และทำการเชื่อมต่องานข้อมูลกับ GeoServer ซึ่งมีหน้าที่ในการให้บริการข้อมูล

ภูมิสารสนเทศผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (OWS Web Service) ตามมาตรฐานของ OGC

4. เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนานับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกใช้ Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G) ในการพัฒนาระบบทั้งหมด โดยระบบปฏิบัติการที่ใช้คือ Linux Mint 17, ในส่วนของ Web Server ใช้ Apache2.2.22, PHP5.5, Application Server ใช้ Apache Tomcat 7 และ Geoserver 2.5.2, ระบบฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ PostgreSQL 9.4, PostGIS 2.1 และ pgRouting 2.0 ในการจัดการฐานข้อมูล และในส่วน of User Interface (Mapping Client) ใช้ Openlayers 2.13.1 ในการออกแบบและพัฒนาระบบ เพื่อให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งานในการศึกษาครั้งนี้ดังที่แสดงในรูปที่ 3



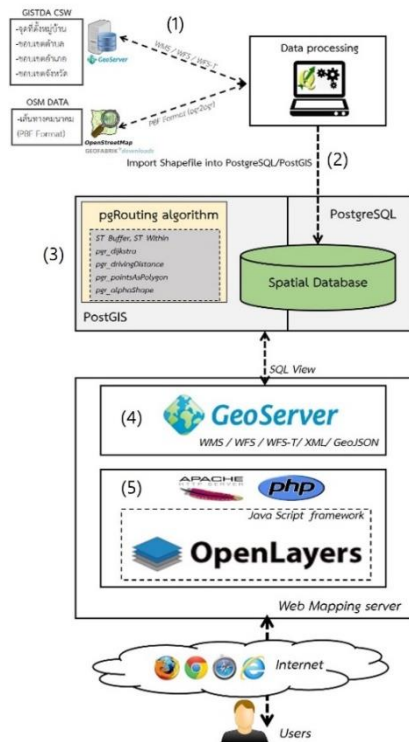
รูปที่ 3 เทคโนโลยีที่ใช้ในการพัฒนาระบบ

ตารางที่ 1 รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ชั้นข้อมูล	ประเภทข้อมูล	มาตราส่วน	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
1. ชั้นข้อมูลที่ตั้งมหาวิทยาลัยนเรศวร	จุด	-	-
2. ชั้นข้อมูลเส้นถนน (Geofabrik GmbH and OpenStreetMap Contributors, 2015)	เส้น	1:50,000	OpenStreetMap
3. ชั้นข้อมูลที่ตั้งหมู่บ้าน	จุด	1:50,000	กรมการปกครอง
4. ชั้นข้อมูลขอบเขตตำบล	พื้นที่รูปปิด	1:50,000	กรมการปกครอง
5. ชั้นข้อมูลขอบเขตอำเภอ	พื้นที่รูปปิด	1:50,000	กรมการปกครอง
6. ชั้นข้อมูลขอบเขตจังหวัด	พื้นที่รูปปิด	1:50,000	กรมการปกครอง

ขั้นตอนการทำงาน

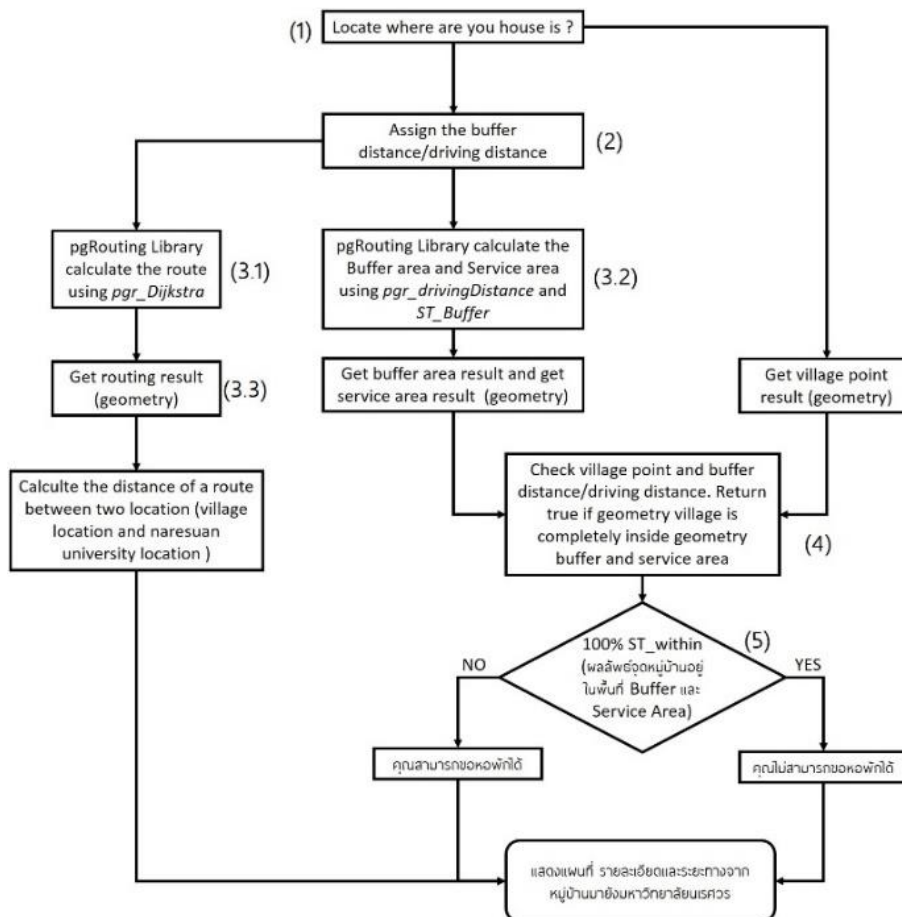
ขั้นตอนการทำงานของระบบ มีรายละเอียดดังนี้ 1) ดาวน์โหลดข้อมูลภูมิสารสนเทศโดยใช้ QGIS ผ่านมาตรฐานแบบ WFS โดยเข้าถึงข้อมูลจากระบบสืบค้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ (Thailand Spatial Data Infrastructure: ThaiSDI) และดาวน์โหลดข้อมูลเส้นถนนจาก OpenStreetMap(OSM) ที่อยู่ในรูปของ PBF Format โดยใช้ ogr2ogr แปลงให้อยู่ในรูปแบบ ESRI Shapefile 2) นำข้อมูลที่ได้เข้าสู่ฐานข้อมูล PostgreSQL/PostGIS ผ่านเครื่องมือ shp2pgsql 3) สร้างเครือข่าย Topology (pgr_createTopology) ให้กับชั้นข้อมูลเส้นทางคมนาคม เพื่อเตรียมข้อมูลสำหรับให้ฟังก์ชันการวิเคราะห์เส้นทางและพื้นที่ให้บริการ 4) ทำการติดตั้ง GeoServer และเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล PostgreSQL/PostGIS เพื่อแสดงผลออกมาในรูปแบบของ WMS และ WFS 5.) ส่วนติดต่อผู้ใช้งาน หรือ Mapping Client ผู้วิจัยได้เลือกใช้ OpenLayers โดยภาษาที่ใช้ในการพัฒนาเป็น JavaScript และ PHP ดังที่แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การจัดเตรียมระบบทั้งหมด

การทดสอบการใช้งานระบบ

ระบบนี้ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์จาก 2 ฟังก์ชัน คือ แบบรัศมีซึ่งคำนวณจาก ST_Buffer และแบบพื้นที่ให้บริการซึ่งคำนวณจากระยะทางสั้นที่สุดโดยใช้ฟังก์ชัน pgr_drivingDistance โดยมีรูปแบบการทำงานของระบบดังนี้ 1) ผู้ใช้งาน (บุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวร) เลือกที่อยู่ของผู้ขอหอพักโดยระบุจังหวัด อำเภอ ตำบล และหมู่บ้าน 2) เลือกรูปแบบในการค้นหาได้แก่ แบบรัศมีซึ่งคำนวณจาก ST_Buffer และแบบพื้นที่ให้บริการซึ่งคำนวณจากระยะทางสั้นที่สุด ระยะทางในการค้นหาโดยกำหนดให้เป็น 25 กิโลเมตรเป็นค่าเริ่มต้น นอกจากนี้ผู้ใช้งานหรือบุคลากรสามารถกำหนดระยะทางเพิ่มเติมได้ 3) ระบบทำการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุดด้วย Dijkstra algorithm (Shortest Path) ซึ่งอยู่ในฟังก์ชันของ pgRouting และวิเคราะห์พื้นที่ให้บริการ (Service Area) และพื้นที่แบบรัศมี (Buffer Area) จาก PostGIS ในขั้นตอนที่ 3.1 - 3.3 พร้อมกันโดยอัตโนมัติ ขั้นตอนที่ 4) ระบบนำเอาจุดหมู่บ้านที่ผู้ใช้งานได้ระบุไว้มาทำการตรวจสอบว่าข้อมูลจุดอยู่ในเขตพื้นที่ให้บริการและพื้นที่แบบรัศมีหรือไม่ ขั้นตอนที่ 5) ระบบจะทำการวิเคราะห์โดยใช้ฟังก์ชัน ST_Within ถ้าจุดหมู่บ้านอยู่ในเขตพื้นที่ให้บริการและพื้นที่แบบรัศมีจะไม่สามารถขอหอพักได้ แต่ถ้าข้อมูลจุดหมู่บ้านไม่ได้อยู่ในเขตพื้นที่ให้บริการและพื้นที่แบบรัศมีจะสามารถขอหอพักได้ ดังที่แสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 กระบวนการทำงานของ pgRouting

ผลการศึกษา

จากการพัฒนาและทดสอบระบบสนับสนุนการตัดสินใจ สำหรับพิจารณาจัดสรรผู้เข้าพักอาศัยในหอพักบุคลากรของ มหาวิทยาลัยนเรศวร ระบบได้มีการออกแบบให้ใช้งานได้ง่าย (User friendly interface) ซึ่งผู้ใช้งานสามารถทำงานผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในรูปแบบออนไลน์ตลอดจนสามารถออกรายงานผ่านทางหน้าเว็บได้โดยตรง

รูปที่ 6 หน้าหลักของระบบจะประกอบไปด้วยส่วนแสดงแผนที่และส่วนที่ให้ผู้ใช้งานระบุเงื่อนไข รูปที่ 7 แสดงการคำนวณระยะทางจากมหาวิทยาลัยไปยังหมู่บ้านที่เลือกไว้ ถ้ามีระยะทางไม่เกิน 25 กิโลเมตรตามระเบียบที่กำหนดไว้

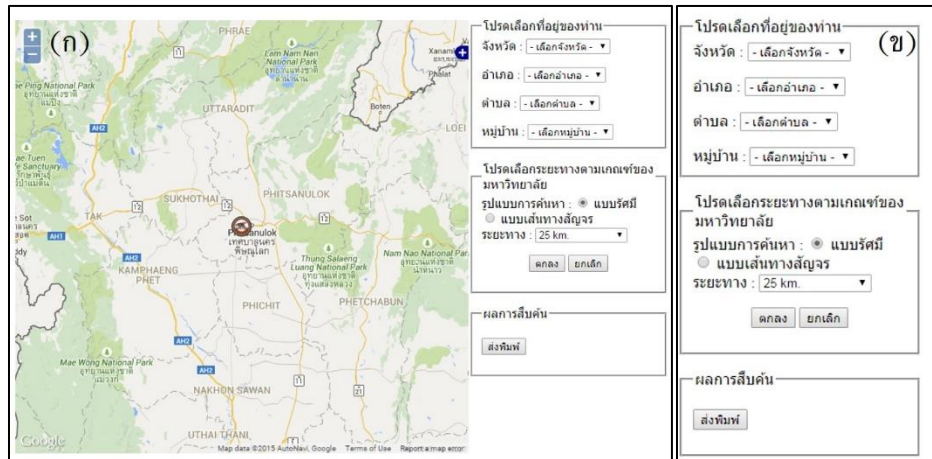
ด้วยวิธีการค้นหาแบบรัศมี (Buffer) และแบบเส้นทางสัญจร (Driving distance) จะไม่สามารถขอหอพักบุคลากรในมหาวิทยาลัยนเรศวรได้

รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เกณฑ์พิจารณาผู้ที่มีสิทธิ์เข้าพักในหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวรโดยวิธีค้นหาระยะทางแบบรัศมี (แบบเก่า) และระยะทางจากเส้นทางสัญจรจริง (แบบใหม่) โดยการคำนวณแบบรัศมี (Buffer) ซึ่งระบบวิเคราะห์ว่าไม่สามารถเข้าพักอาศัยได้เนื่องจากตำแหน่งหมู่บ้านตั้งอยู่ภายในรัศมี 25 กิโลเมตรจากมหาวิทยาลัย แต่การคำนวณแบบเส้นทางสัญจร (Driving distance) ระบบวิเคราะห์ว่าสามารถเข้าพักอาศัยในหอพักบุคลากรได้เนื่องจากระยะทางใน

การเดินทางจากมหาวิทยาลัยนเรศวรถึงหมู่บ้านมีระยะทางมากกว่า 25 กิโลเมตร

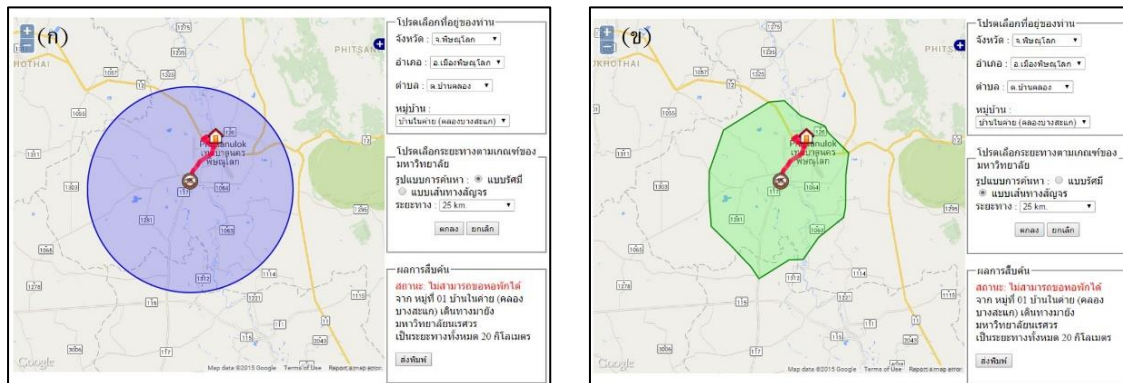
รูปที่ 9 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จะคำนวณระยะทางจากมหาวิทยาลัยไปยังหมู่บ้านที่เลือกไว้ถ้ามีระยะทางเกิน 25 กิโลเมตรตามระเบียบที่ได้กำหนดไว้ ด้วยวิธีการค้นหาแบบ

รัศมี (Buffer) และแบบเส้นทางสัญจร (Driving distance) จะสามารถขอหอพักบุคลากรในมหาวิทยาลัยนเรศวรได้นอกจากนี้ผู้ใช้งานยังสามารถสั่งพิมพ์ (รูปที่ 10) เพื่อนำไปประกอบรายงานต่อไป

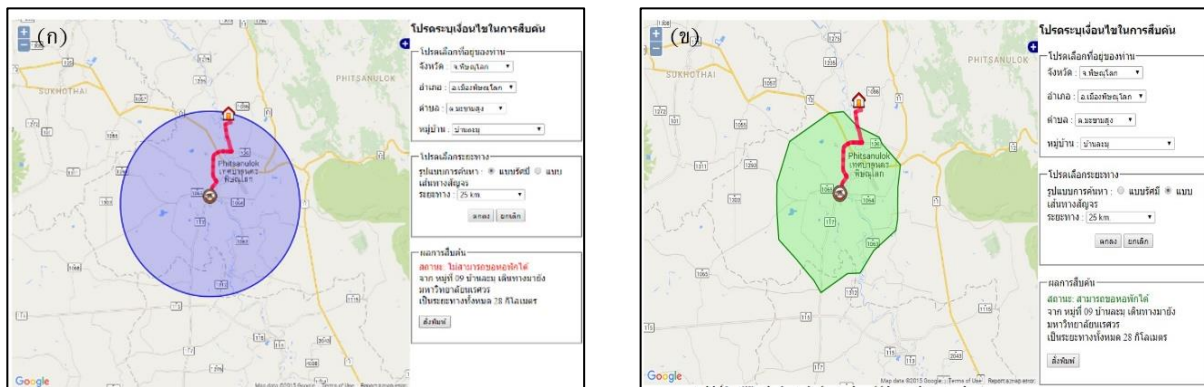


The screenshot shows a web application interface with two main panels, (ก) and (ข). Panel (ก) displays a map of Thailand with a red dot indicating a location. Panel (ข) contains a form for selecting a village and calculating distance. The form includes dropdown menus for province, district, and village, and radio buttons for selecting the calculation method (Buffer or Driving distance). The distance is displayed as 25 km.

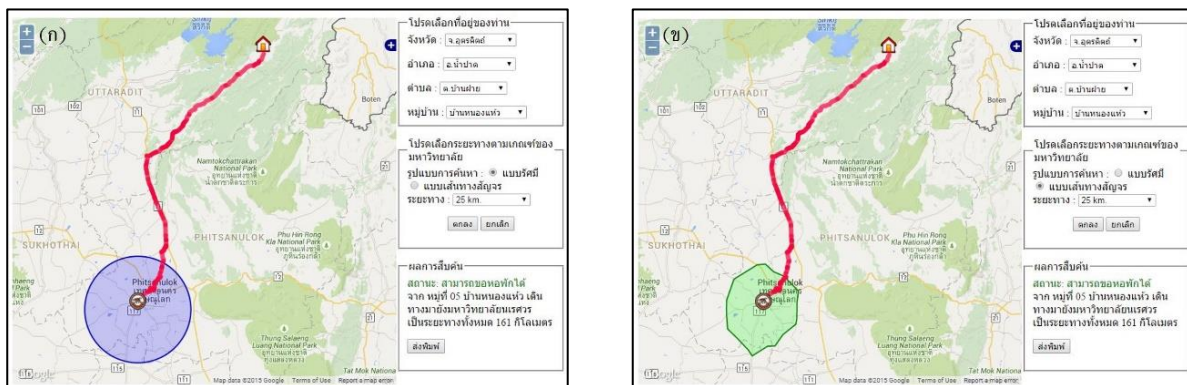
รูปที่ 6 (ก) หน้าตาของระบบสามารถใช้งานผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (ข) ผู้ใช้เป็นผู้ระบุเงื่อนไขระยะทางในการค้นหา



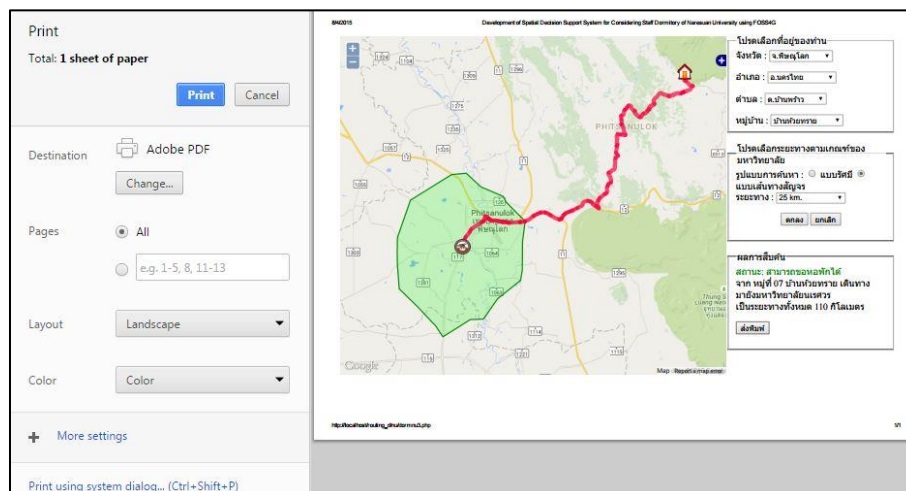
รูปที่ 7 ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างวิธีแบบรัศมี(ก) และแบบระยะทางสัญจรจริง (ข) ในกรณีที่อยู่ในเขตบริการทั้งคู่



รูปที่ 8 ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างวิธีแบบวีบีเอ็ม (ก) และแบบตามระยะทางสัญญาณจริง (ข) ในกรณีที่อยู่ในเขตและนอกเขตให้บริการ



รูปที่ 9 ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างวิธีแบบวีบีเอ็ม(ก) และแบบตามระยะทางสัญญาณจริง(ข) ในกรณีที่สามารถขอหอพักได้ทั้ง 2 วิธี



รูปที่ 10 ตัวอย่างการสั่งพิมพ์เพื่อประกอบรายงาน

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาและการพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับพิจารณาจัดสรรผู้เข้าพักอาศัยในหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวรในครั้งนี้ สามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ของการตัดสินใจระหว่างแบบเก่า (แบบวิธี) และแบบใหม่ (แบบตามระยะทางสัญญาณจริง) ได้อย่างชัดเจน ดังตัวอย่างในรูปที่ 8 จะเห็นได้ว่าหากใช้การพิจารณาในแบบเก่านั้น ผู้เข้าพักอาศัยรายนี้จะไม่สามารถเข้าพักในหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวรได้เนื่องจากตำแหน่งบ้านตั้งอยู่เขตการให้บริการแบบเก่าของมหาวิทยาลัยนเรศวร (งานบริการสวัสดิการหอพักบุคลากร, 2557) แต่หากใช้ระบบการตัดสินใจแบบใหม่ ผู้เข้าพักอาศัยจะได้สิทธิ์ในการเข้าพักในหอพักบุคลากร เนื่องจากว่าหากพิจารณาจากระยะทางที่ใช้สัญญาณแล้ว ตำแหน่งบ้านของผู้เข้าพักอาศัยอยู่นอกพื้นที่บริการให้บริการ 25 กิโลเมตรตามระยะทางสัญญาณจริง

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง หากนำไปพัฒนา ร่วมกับระบบการค้นหาเส้นทาง การเข้าถึงผู้ป่วยติดเตียง (ศิริลักษณ์ ฤทธิ์งาม, ปวีณา พร้อมมงคล, และขวัญใจ บัวขาว, 2557) จะช่วยให้ระบบมีคุณภาพมากยิ่งขึ้นในเรื่องของการจัดทำเขตการให้บริการของแต่ละโรงพยาบาลในพื้นที่ศึกษา เพื่อช่วยพิจารณาในเรื่องของระยะเวลาในการเดินทางเข้าถึงตัวผู้ป่วยให้เร็วที่สุดอันเป็นปัจจัยสำคัญมากกว่าระยะทางในการเดินทาง

การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่สำหรับการพิจารณาจัดสรรผู้เข้าพักอาศัยในหอพักบุคลากรของมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อช่วยเป็นเครื่องมือประกอบการตัดสินใจในการคัดเลือกบุคลากรที่มีความประสงค์จะขอย้ายเข้ามาพักอาศัยในมหาวิทยาลัยนเรศวร โดยการใช้ซอฟต์แวร์รหัสเปิด (Free and Open Source Software for Geospatial: FOSS4G) ทั้งหมดในการจัดเตรียมระบบ ซึ่งมีประสิทธิภาพ และสามารถช่วยลดต้นทุนในการพัฒนาต่อของระบบได้ในอนาคต

pgRouting Library มีประสิทธิภาพและศักยภาพเพียงพอสำหรับนำมาเป็นเครื่องมือสำหรับช่วยในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อช่วยในการคำนวณระยะทางตามเส้นทางสัญญาณจริง ที่ช่วยให้ได้คำตอบที่แม่นยำมากขึ้น ต่างจากการใช้แผนที่กระดาษในแบบเดิมที่มีความถูกต้องของการคำนวณระยะทางน้อยกว่า

ระบบนี้สามารถนำไปพัฒนาให้มีศักยภาพการใช้งานมากขึ้นในอนาคตโดยการทำให้ระบบให้มีลักษณะ Dynamic Routing Planning ไม่ว่าจะเป็นการใช้ในเรื่องของการวางแผนเส้นทางเดินรถสำหรับรถเก็บขยะ การพัฒนาระบบนำทางสำหรับรถรับส่งนักเรียน ระบบค้นหาเส้นทางแบบ Dynamic ในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินสำหรับรถพยาบาลที่ต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการเดินทางเข้ามาเกี่ยวข้อง รวมไปถึงการพัฒนาระบบนำทางสำหรับการแจ้งเตือนเส้นทางหลบหลีก เพื่อบรรเทาความรุนแรงในกรณีเกิดภัยพิบัติ เช่น เส้นทางหลบหนีไปยังที่ปลอดภัยในกรณีเกิดคลื่นสึนามิ เส้นทางคมนาคมที่เหมาะสมในกรณีเกิดน้ำท่วม ฯลฯ

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ได้รับการสนับสนุนจากสถานภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลที่ตั้งหมู่บ้าน และข้อมูลขอบเขตการปกครอง สำหรับใช้ในการวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

งานบริการสวัสดิการหอพักบุคลากร. (2557). *ระเบียบมหาวิทยาลัยนเรศวรว่าด้วยการพักอาศัยในที่พักของมหาวิทยาลัย พ.ศ.2554*. สืบค้นจาก <https://sites.google.com/site/staffdormitoryservices/prakas-hxphak-laea-kd-rabeiyb> [1]



ชัยภัทร เนื่องคำมา. (2553). *Geoweb Portal (Query and Access Spatial data via internet)*. สืบค้นจาก <https://www.scribd.com/doc/27152522/Advance-GeoWeb-Portal-2-0> [2]

พีระวัฒน์ แก้ววิการณ และสุเพชร จิรขจรกุล. (2557). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการวิเคราะห์พื้นที่การให้บริการศูนย์การแพทย์ฉุกเฉิน จังหวัดเลย. *Thai Journal of Science and Technology*, 3(3), 137-147. [3]

ราชการ ปรีกษัติ และสุนันทา สดสี. (2550). *การเปรียบเทียบหาเส้นทางที่เหมาะสมโดยวิธีระบบมดและ Dijkstra's Algorithm*. Retrieved from http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_files/NCCIT-2011080300.pdf [4]

ศิริลักษณ์ ฤทธิงาม, ปวีณา พร้อมมงคล, และขวัญใจ บัวขาว. (2557). *การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ค้นหาเส้นทางในการเข้าถึงผู้ป่วยติดเตียงกรณีศึกษา: ผู้ป่วยอัมพฤกษ์อัมพาต อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม*. สืบค้นจาก <http://pornperm.maps.arcgis.com/apps/MapTour/index.html?appid=a6cab9b1da9e43d787d7937bbadd60ac> [5]

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). (2557). *ความหมายของ NSDI*. สืบค้นจาก http://thaisdi.gistda.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=70 [6]

Choosumrong S., Raghavan V., & Realini E., (2010). Implementation of dynamic cost based routing for navigation under real road conditions using FOSS4G and OpenStreetMap. *Proceedings of Geoinforum 2010, Tokyo, Japan, 22-23 June: Geoinformatics*, 21(2), 108-109 (ISSN 0388-502X).

Choosumrong, S., Raghavan, V., & Bozon, N. (2012). Multi-Criteria Emergency Route Planning Based on Analytical Hierarchy Process and pgRouting. *Geoinformatics*, 23(4), 159-168.

Dijkstra, E. W. (1959), A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1, 269-271.

Geofabrik GmbH & OpenStreetMap Contributors. (2015). *Download OpenStreetMap data for this region: Thailand*. Retrieved from <http://download.geofabrik.de/asia/thailand.html>

Kastl, D., & Junod, F. (2011). *pgRouting Workshop Manual*. Retrieved from <http://workshop.pgrouting.org>

pgRouting Contributors. (2013). *pgRouting Manual (2.0.0)*. Retrieved from <http://docs.pgrouting.org/2.0/en/doc/index.html>

Translated Thai References

Geo-Informatics and Space Technology Development Agency (Public Organization). (2014). *Definition of NSDI*. Retrieved from http://thaisdi.gistda.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=70 [in Thai] [6]

Klawwikarn, P., & Jirakajohnkool, S. (2014). Application of Geographic Information Systems for Service Area Analysis of Emergency Medical Service Centers in Loei Province. *Thai Journal of Science and Technology*, 3(3), 137-147. [in Thai] [3]



- Nengcomma, C. (2010). *Geoweb Portal (Query and Access Spatial data via internet)*. Retrieved from <https://www.scribd.com/doc/27152522/Advance-GeoWeb-Portal-2-0> [in Thai] [2]
- Pruksadee, R., & Sodsee, S. (2007). *A Study for Suitable Direction Search Method Comparing between Ant System Algorithm and Dijkstra's Algorithm*. Retrieved from http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_files/NCCIT-2011080300.pdf [in Thai] [4]
- Ritngam, S., Prommongkon, P., & Buakaw, K. (2014). *A Study for Suitable Direction Search Method Comparing between Ant System Algorithm and Dijkstra's Algorithm*. Retrieved from http://202.44.34.144/nccitedoc/admin/nccit_files/NCCIT-2011080300.pdf [in Thai] [5]
- Staff Dormitory Services Division of Building and Grounds Naresuan University. (2014). *University regulations of governing the accommodation of naresuan university dorms in 2012*. Retrieved from <https://sites.google.com/site/staffdormitoryservices/prakas-hxphak-laea-kd-rabeiwb> [in Thai] [1]