

หลักการวิเคราะห์ความลาดชันของถนน สำหรับการเคลื่อนย้ายรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ

ธีรไนย ศรีธรรมรงค์^{1*}

วันที่รับ 7 ธันวาคม 2563 วันที่แก้ไข 16 ธันวาคม 2563 วันที่ตอบรับ 16 ธันวาคม 2563

บทคัดย่อ

บทความวิชาการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งขององค์ความรู้ในการจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน ด้วยการนำเสนอหลักการวิเคราะห์ความลาดชันของถนนสำหรับการเคลื่อนย้ายรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ โดยใช้ให้เห็นความสำคัญในการนำหลักการวิเคราะห์ความลาดชันของถนนสำหรับการเคลื่อนย้ายรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ มาสร้างเครื่องมือช่วยตัดสินใจเพื่อลดอุปสรรคในการเดินทางและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะขับเคลื่อนลงเขาที่มีความลาดชัน ซึ่งศึกษาเส้นทางขนส่งทางบกปกติระหว่างสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศและหน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 ในเส้นทางช่วงระหว่าง จ.อุตรดิตถ์ และ จ.แพร่ ตามทางหลวงหมายเลข 11 ซึ่งเป็นเส้นทางขึ้นลงเขาสูงชันระยะทางทั้งสิ้น 31.4 กิโลเมตร ถือเป็นทั้งอุปสรรคในการเดินทาง รถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ และอาจก่อให้เกิดอันตรายขณะขับเคลื่อนลงเขาที่มีความลาดชัน ผลการวิเคราะห์ข้อมูล DEM รายละเอียดจุดภาพ 12.5 เมตร สามารถนำไปประเมินอุปสรรคในการเดินทางและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะขับเคลื่อนลงเขา โดยพบว่า มีระยะทาง 2.09 กิโลเมตร ที่มีความชันเกิน 21.61 องศา ซึ่งเกินขีดความสามารถในการใช้เดินทางรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ จึงเสนอแนะให้หลีกเลี่ยงเส้นทางขนส่งทางบกปกติระหว่างสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศและหน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในห้วงระยะทาง 2.09 กิโลเมตร

คำสำคัญ : การวิเคราะห์ความลาดชัน, การเคลื่อนย้ายรถบรรทุก, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์, การวิเคราะห์เส้นทาง

¹ ส่วนบริหารองค์ความรู้, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

* ผู้แต่ง, อีเมล: teerania.s@dti.or.th

Concept of Road Slope Analysis for the Transport of A Modified 6-Wheel Truck

Teeranai Srithamarong ^{1*}

Received 7 December 2020, Revised 16 December 2020, Accepted 16 December 2020

Abstract

This academic paper is part of an ongoing project that acquires the knowledge of simulating military rescue missions in emergency situations. The work addressed the application of road slope analysis principle commonly practiced in GIS for 6-wheel modified truck transport. It highlighted the importance of applying road slope analysis principles for 6-wheel modified truck movement to create a decision-making tool. The ultimate objective was to study obstacles in the car transport and to prevent hazards that may occur when driving up and down hills with steep slopes. The study chose the normal land transport routes between the Defence Technology Institute in Nonthaburi and the Mobile Development Unit 31 in Nan with the route between Uttaradit and Phrae Province along Highway No. 11 was found to contain a steep up and down route in a total distance of 31.4 kilometers. That was considered both a barrier in 6-wheel truck operation and condition modification that may cause danger while driving up and down hills with steep slopes. The results of the analysis of the 12.5 m DEM data were obvious to clarify that the obstacles in the road slope and the danger could be prevented from driving up and down the hill in a distance of 2.09 kilometers. The data analysis showed that along the 2.09 kilometers each collected location had a slope of 21.61 degrees, which was beyond the limited ability of the 6-wheel truck. Therefore, it was suggested to avoid the studied route that included that 2.09 km range.

Keywords : Road slope analysis, Truck transport, GIS, Route selection

¹ Knowledge Management Division, Defence Technology Institute

* Corresponding author, E-mail: teeranai.s@dti.or.th

1. บทนำ

1.1 ความเป็นมา

โครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน เป็นโครงการวิจัยและพัฒนาของสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ เพื่อสนับสนุนการป้องกันและแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ฉุกเฉินของกระทรวงกลาโหม ซึ่งหน่วยบัญชาการทหารพัฒนามีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในการป้องกันและแก้ไขปัญหาจากภัยพิบัติ [1]

จากการศึกษาความต้องการของหน่วยบัญชาการทหารพัฒนานั้น มีความต้องการเครื่องมือสื่อสารเพื่อเชื่อมโยงระบบเข้าสู่ศูนย์บัญชาการเหตุการณ์ ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าและทันเวลามากกว่าการสื่อสารผ่านระบบสื่อสารด้วยดาวเทียม อีกทั้งการอำนวยความสะดวกระหว่างผู้บังคับบัญชาและผู้ปฏิบัติต้องดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากกว่าระบบควบคุมและบัญชาการ (Command and Control หรือ C^2) และรวดเร็วกว่าที่ใช้งานอยู่

ภายใต้ความต้องการดังกล่าวโครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน จึงพัฒนาระบบอำนวยความสะดวกเคลื่อนที่เพื่อการบรรเทาภัยพิบัติและสาธารณภัย [2] เพื่อแสดงผลการปฏิบัติหน้าที่ของทหารขณะปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉิน ซึ่งประกอบไปด้วย 4 สถานี ที่ต้องเชื่อมโยงกันได้อย่างไม่มีการขาดตอน ประกอบด้วย 1) สถานีภาคอากาศ 2) สถานีชุดเผชิญเหตุ

3) สถานีควบคุมและบัญชาการ และ 4) สถานีบัญชาการเหตุการณ์

สถานีบัญชาการเหตุการณ์ใช้รถบรรทุก 6 ล้อดัดแปลงสภาพ มาทำการเพิ่มขีดความสามารถให้ตอบสนองการอำนวยความสะดวกปฏิบัติในสถานการณ์ฉุกเฉิน ประกอบด้วยการจำลองภูมิประเทศ 3 มิติ และจัดทำแผนที่สถานการณ์ การวิเคราะห์วิดีโอภาพ และข้อมูลใกล้เคียงเวลาจริง และการเป็นสื่อกลางในการสื่อสารข้อมูลระหว่างสถานีและชุดเผชิญเหตุกับสถานีควบคุมและบัญชาการเหตุการณ์ ซึ่งการดัดแปลงส่วนหนึ่งหมายถึงการบรรจุครุภัณฑ์คอมพิวเตอร์และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ภาครับส่งในการถ่ายทอดสัญญาณภาพและพิกัดทหารขณะปฏิบัติในเวลาจริง

1.2 หลักการและเหตุผล

นักวิจัยโครงการฯ ได้มีความคืบหน้าในการปฏิบัติงานร่วมกับหน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 สำนักงานภาค 3 หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา อ.บัว จ.น่าน มาเป็นลำดับ ประกอบด้วยการรวบรวมองค์ความรู้เพื่อการวิจัยและพัฒนา นำเสนอแผนการดำเนินงาน และรวบรวมข้อมูลการใช้งานให้กับหน่วยบัญชาการทหารพัฒนาได้รับทราบมาอย่างต่อเนื่อง เป็นผลให้หน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 มีหนังสือขอรับการสนับสนุนเครื่องมือโครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน จำนวน 1 ระบบ [3] เพื่อเป็นหน่วยนำร่องทดลองใช้งานภารกิจด้านบรรเทาสาธารณภัยและภัยพิบัติ และเพื่อพัฒนาระดับมาตรฐานการปฏิบัติงานด้านการบรรเทาสาธารณภัยและภัยพิบัติ

ให้สามารถตอบสนองต่อการให้ความช่วยเหลือประชาชนได้อย่างถูกต้องและทันเวลา ในการนี้สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศได้ตอบรับให้การสนับสนุนเครื่องมือดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว [4]

สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศได้ดำเนินการประสานการปฏิบัติกับกองบัญชาการกองทัพไทยเพื่อร่วมจัดทำบันทึกความเข้าใจ (Memorandum of Understanding หรือ MOU) ว่าด้วยความร่วมมือด้านการวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีป้องกันประเทศแล้ว ดังนั้น สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศจึงดำเนินการประสานและหารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการกิจด้านการบรรเทาสาธารณภัยและภัยพิบัติ ซึ่งคือหน่วยบัญชาการทหารพัฒนา เพื่อดำเนินการจัดทำบันทึกข้อตกลง (Memorandum of Agreement หรือ MOA) ว่าด้วยความร่วมมือในโครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน

สถานียบัญชาการเหตุการณ์ ในที่นี้หมายถึงรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ ที่จะกล่าวถึงในบทความฉบับนี้ โดยในรถจะบรรจุทุกเจ้าหน้าที่ประจำพร้อมพลขับจำนวน 4 คน เพื่อการสื่อสารโดยบัญชาการเหตุการณ์ที่รับถ่ายทอดมาจากสถานีควบคุมและบังคับบัญชา ที่สถานีนี้มีการติดตั้งซอฟต์แวร์บนคอมพิวเตอร์แม่ข่าย และ Workstation สมรรถนะสูงเพื่อการจำลองภูมิประเทศ 3 มิติ และการสร้างแผนที่ภาพถ่าย 3 มิติ อีกทั้งซอฟต์แวร์สำหรับการวิเคราะห์ภาพ วิดีโอ และข้อมูลต่าง ๆ เพื่อการสร้างข่าวกรองสำหรับการตัดสินใจและส่งต่อไปยังสถานีควบคุมและบังคับบัญชา เพื่ออำนวยความสะดวกในการปฏิบัติการบรรเทาสาธารณภัยและภัยพิบัติ [5]

รถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ เป็นรถที่ปรับปรุงภายใต้สัญญาระหว่างสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศกับ บริษัท บางกอก โปร เวนเจอร์ จำกัด [6] ซึ่งดำเนินการเรียบร้อยแล้ว อยู่ในระหว่างรอดำเนินการส่งมอบตามบันทึกข้อตกลงในหัวข้อ 1.2 ซึ่งสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศจะต้องดำเนินการจัดส่งรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพให้ถึงหน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 อ.ปัว จ.น่าน เพื่อดำเนินการทดสอบตามวัตถุประสงค์ของบันทึกข้อตกลง ดังนั้น ความปลอดภัยและอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นในการนำรถออกจากที่ตั้งสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี ไปยังจุดหมาย จึงอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ



รูปที่ 1 เส้นทางผลการสืบค้นใน Google Map©

เส้นทางขนส่งทางบกปกติระหว่างสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศและหน่วยพัฒนาการเคลื่อนที่ 31 มีระยะทางทั้งสิ้น 710 กิโลเมตร หากใช้ความเร็วปกติระหว่าง 90 กิโลเมตรต่อชั่วโมง จะใช้เวลาทั้งสิ้น 9 ชั่วโมง 13 นาที (รูปที่ 1 ซ้าย) โดยในเส้นทางปกตินี้ช่วงระหว่าง จ.อุตรดิตถ์ และ จ.แพร่ ตามทางหลวงหมายเลข 11 (รูปที่ 1 ขวา) มีลักษณะเป็นเส้นทางขึ้นลงเขาสูงชันระยะทางทั้งสิ้น 31.4 กิโลเมตร ถือเป็นทั้งอุปสรรคในการเดินทางรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ และอาจก่อให้เกิดอันตราย

ขณะขับเคลื่อนลงเขาที่มีความลาดชัน ดังนั้น จึงเป็นหลักการและเหตุผลของบทความฉบับนี้ที่ผู้เขียนจะชี้ให้เห็นความสำคัญในการนำหลักการวิเคราะห์ความลาดชันของถนนสำหรับการเคลื่อนย้ายรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ เพื่อลดอุปสรรคในการเดินทางและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะขับเคลื่อนลงเขาที่มีความลาดชัน

1.3 วัตถุประสงค์ของการเสนอหลักการ

เพื่อเสนอหลักการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการคำนวณความลาดชันของถนนที่ใช้เดินรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ โดยใช้ข้อมูลความสูงภูมิประเทศที่มีความละเอียดต่ำในปัจจุบัน ก่อนการใช้ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงขึ้น

1.4 ขอบเขตและข้อจำกัดของหลักการในบทความวิชาการนี้

ขอบเขตในการเลือกชุดข้อมูลเฉพาะที่ครอบคลุมเส้นที่เป็นเส้นทางขึ้นลงเขาสูงชันระยะทางทั้งสิ้น 31.4 กิโลเมตร ซึ่งระบุว่าเป็นทั้งอุปสรรคในการเดินทาง รถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ และอาจก่อให้เกิดอันตรายขณะขับเคลื่อนลงเขาที่มีความลาดชัน ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อจำกัดของรายละเอียดความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้คือจุดภาพของแบบจำลองความสูงเชิงเลขขนาด 12.5 เมตร ซึ่งอยู่ในระดับหยาบเมื่อเทียบกับขนาดความยาวรถที่ 8.14 เมตร อย่างไรก็ตาม บทความฉบับนี้ต้องการชี้ให้เห็นความสำคัญของการเลือกเส้นทางเดินทาง และอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นเมื่อต้องเดินทาง เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบภูมิสารสนเทศ

2.1.1 ภูมิสารสนเทศ (Geoinformatics)

เป็นวิวัฒนาการการใช้ความหมายของ Geo หมายถึง โลกหรือการศึกษาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่เป็นอยู่บนโลก และคำว่า Informatics หมายถึง ข้อมูลข่าวสารหรือ Information มีจุดเริ่มต้นมาจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems หรือ GIS) ในบางครั้งถูกเรียกเป็น GIS ดังนั้น ระบบภูมิสารสนเทศและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์จึงใช้แทนกันได้อย่างไม่นัยสำคัญ GIS เป็นระบบที่มีการประมวลผลข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และวิเคราะห์จนเกิดเป็นข้อมูลข่าวสาร ทำให้การสืบค้น (Query) การแก้ไข (Editing) การปรับปรุง (Manipulation) และการแสดงผล (Visualization) ได้ในระบบคอมพิวเตอร์ [7]

ข้อมูลเชิงพื้นที่เป็นรูปลักษณะที่ปรากฏจริงบนพื้นโลก สามารถใช้การตรวจวัดและจัดทำใหถูกต้องและทันสมัยได้อย่างรวดเร็วด้วยหลักการรังวัดด้วยภาพถ่ายหรือการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียม จากนั้นจึงดำเนินการปรับแก้และปรับปรุงให้มีความถูกต้องและแม่นยำในระบบพิกัดแผนที่ด้วยเทคโนโลยีระบบกำหนดตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Positioning System หรือ GPS) ดังนั้น ข้อมูลเชิงพื้นที่จะมีความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงในเชิงคุณลักษณะและในเชิงพิกัดแผนที่มากที่สุดได้นั้น ขึ้นอยู่กับขีดความสามารถที่ผู้จัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่จะใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีทั้งสองดังกล่าว ผนวกกับความชาญฉลาดของผู้จัดทำข้อมูลเชิงพื้นที่

และการใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยบริหารจัดการตาม คำจำกัดความของ GIS

ข้อมูลอธิบายคุณลักษณะ (Attribute Data) เป็นส่วนสำคัญที่สุดที่จะกำหนดคุณค่าของข้อมูล GIS บ่อยครั้งที่ขีดความสามารถของ GIS ผ่านข้อมูล นี้ได้พิสูจน์ให้เห็นว่าผู้คนสามารถติดต่อและเชื่อมโยงกับข้อมูลอธิบายคุณลักษณะนี้ได้มากขึ้น ทำให้เกิดคุณค่ามากขึ้นต่อข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งเป็นส่วนที่ผู้ใช้จะเห็นเท่าที่มีและมีเท่าที่เห็น แต่ข้อมูลอธิบายคุณลักษณะเป็นส่วนที่เพิ่มเติม ปรับปรุง และแก้ไขได้เท่าที่ความฉลาดของผู้จัดทำข้อมูลจะสร้างมูลค่าให้แก่ข้อมูลข่าวสาร ส่วนใหญ่แล้วข้อมูลอธิบายคุณลักษณะที่น่าเชื่อถือจะได้อมาจากการลงพื้นที่สำรวจในพื้นที่จริงเท่านั้น

2.1.2 องค์ประกอบของ GIS

ตามหลักการเบื้องต้นใน [8] ระบุไว้ว่า GIS ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ดังต่อไปนี้

การนำเข้าข้อมูล (Data Input) มีหน้าที่แปลงข้อมูลที่มีอยู่ ซึ่งอาจประกอบด้วยแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศ และภาพถ่ายดาวเทียม เป็นต้น ให้อยู่ในรูปที่สามารถใช้งานใน GIS ได้

การจัดการข้อมูล (Data Management) มีหน้าที่จัดเก็บและแก้ไขข้อมูลจากฐานข้อมูล (Database) มีหลากหลายวิธีในการจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถอ่านค่าได้ มีการจัดการโครงสร้างข้อมูล เพื่อการเชื่อมโยงแฟ้มข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการ

สืบค้นและแก้ไข

การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) เป็นการดำเนินการใน GIS เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสาร ซึ่งต้องดำเนินการต่อทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลอธิบายคุณลักษณะ เป็นองค์ประกอบสำคัญที่สุดของ GIS เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลข่าวสารในการตัดสินใจ

การแสดงผลข้อมูล (Data Display) มีหน้าที่นำเสนอข้อมูลข่าวสารในการตัดสินใจต่อผู้ใช้ในรูปแบบแผนที่ ตาราง คำบรรยาย โดยให้ปรากฏทั้งบนกระดาษ หน้าจอคอมพิวเตอร์ หรือแฟ้มข้อมูลในรูปสำเนาชั่วคราว

2.1.3 โครงสร้างของข้อมูล GIS

ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อการจัดเก็บข้อมูลเชิงพื้นที่ใน GIS ซึ่งอธิบายไว้อย่างละเอียดใน [9] แบ่งเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

ข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบเวกเตอร์ (Vector Data Structure) ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ที่ถูกกำหนดโดยจุดพิกัด ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X, Y) และ/หรือแนวตั้ง (Z) หรือ ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียว ก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าจะเป็นเส้น (ดังแสดงในรูปที่ 2 บน) ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้าย จะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

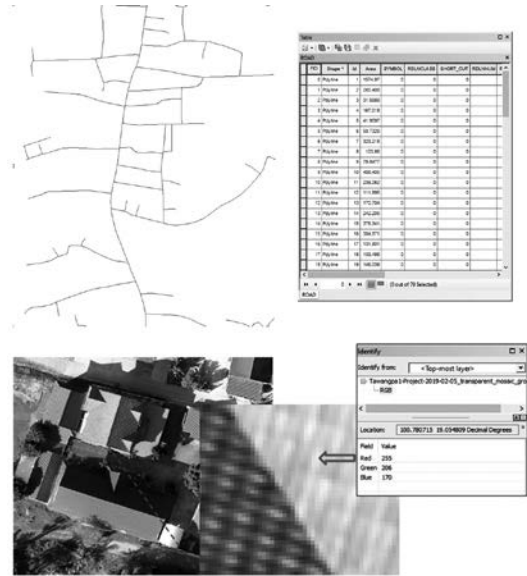
ข้อมูลที่มีโครงสร้างแบบแรสเตอร์ (Raster

Data Structure) จัดเก็บข้อมูลเป็นลักษณะตารางสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กๆ (Grid หรือ Pixel) เท่ากันและต่อเนื่องกัน ซึ่งสามารถอ้างอิงค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ได้ ขนาดของตารางกริดหรือความละเอียด (Resolution) ในการเก็บข้อมูลจะใหญ่หรือเล็กขึ้นอยู่กับการจัดแบ่งจำนวนแถวและจำนวนคอลัมน์ ตัวอย่างข้อมูลที่จัดเก็บโดยใช้ตารางกริด ได้แก่ ภาพถ่ายทางอากาศ ภาพดาวเทียม เป็นต้น

2.1.4 การประยุกต์ใช้

ในปัจจุบันการประยุกต์ใช้ GIS ในการแก้ปัญหาเชิงพื้นที่ที่มีความก้าวหน้าเป็นอย่างมาก จะเห็นได้จากการรายงานความก้าวหน้าทางวิชาการในวารสารนานาชาติว่าด้วยเรื่อง GIS และการประยุกต์ใช้งานในหลากหลายมิติ ตัวอย่างเช่น การจำลองโรคติดต่อโดยการบูรณาการการมีลักษณะในเชิงพื้นที่กับการมีลักษณะเฉพาะตน [10] ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ในทางสาธารณสุข การสร้างแบบจำลองความแม่นยำสูงเพื่อทำแผนที่เสี่ยงดินถล่มในประเทศตุรกี ซึ่งใช้ Neural Network และการทดสอบ Bivariate Spearman Correlation เพื่อคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับสกัดข้อมูลและลดเวลาในการคำนวณ ซึ่งต้องใช้ในขณะมีการทำการสอนระบบผ่านข้อมูล (Data Training) และการสร้างแผนที่ [11]

ทิมนักวิจัยใน [12] ใช้ GIS สร้างหลักการและเหตุผลในการเสนอแบบจำลองซึ่งพิสูจน์โดยการใช้กรณีศึกษาของระบบเดินรถประจำทางในเมืองเซินเจิ้น (Shenzhen) เพื่อหาความแตกต่างในเชิงพื้นที่และช่วงเวลาของระบบการให้บริการรถประจำทาง การศึกษาพบว่า การปรับตารางเวลาของ



รูปที่ 2 ข้อมูลเวกเตอร์ (บน) และข้อมูลแรสเตอร์ (ล่าง)

รถเข้ากับอุปสงค์การเดินทางที่เปลี่ยนไปตามเวลา ส่งผลต่อการเข้าถึงระบบเดินรถประจำทาง รวมถึงการพัฒนาการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความเร็วของรถประจำทาง และพื้นที่จอดรถ ล้วนแล้วแต่ส่งผลในเชิงบวกต่อการเข้าถึงระบบเดินรถประจำทาง

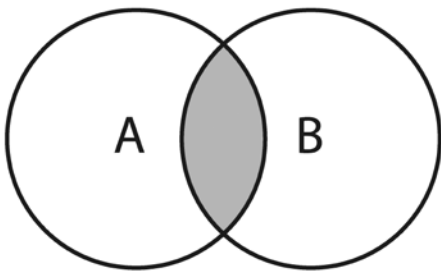
2.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่

หลักในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ต่อไปนี้ คัดมาเพียงบางส่วนจาก [9] เพื่อแสดงให้เห็นความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ของ GIS อันจะนำไปสู่การสร้างทางเลือกเพื่อเป็นตัวเลือกในการตัดสินใจ

2.2.1 การเลือกและการจำแนกประเภท (Selection and Classification)

การเลือก (Selection) เป็นการระบุสัญลักษณ์เชิงพื้นที่ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขหรือหลักการ 1 ข้อ หรืออีกหลาย ๆ ข้อ ในการดำเนินการเลือกนี้ข้อมูล

อธิบายคุณลักษณะหรือรูปทรงเรขาคณิตของรูป
ลักษณะเชิงพื้นที่ที่จะถูกตรวจสอบเทียบกับเงื่อนไข
และหลักการ และส่วนที่ตรงกับเงื่อนไขและหลัก
การจะถูกเลือกออกมา ทั้งนี้ อาจจะไปสร้างชั้น
ข้อมูลใหม่ ๆ หรืออาจถูกปรับปรุงโดยให้อยู่ภายใต้
ชั้นข้อมูลเดิม ตัวอย่างการเลือกพีชคณิตของเซตโดย
หาค่าน้อยกว่า (<) มากกว่า (>) เท่ากับ (=) หรือไม่
เท่ากับ (≠) หรือบูลีนพีชคณิต เช่น OR, AND, NOT
เป็นต้น ตัวอย่างการใช้บูลีนพีชคณิตในรูปแบบที่ 3 โดย
(a) คือ A AND B หรือการเลือกในเชิงพื้นที่ เช่น ใกล้
เคียง (Adjacency) เป็นต้น



รูปที่ 3 บูลีนพีชคณิต AND ที่กระทำระหว่าง A กับ B

การจำแนกประเภท (Classification) เป็น
กระบวนการสร้างโมเดลจัดการข้อมูลให้อยู่ในกลุ่ม
ที่กำหนดมาให้จากกลุ่มตัวอย่างข้อมูลที่เรียกว่า
ข้อมูลสอนระบบ (Training Data) ที่แต่ละแถวของ
ข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลอธิบายคุณลักษณะจำนวน
มาก จุดประสงค์ของการจำแนกประเภทข้อมูลคือ
การสร้างโมเดลการแยกข้อมูลอธิบายคุณลักษณะ
หนึ่งโดยขึ้นกับข้อมูลอธิบายคุณลักษณะอื่น โมเดล
ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลจะทำให้สามารถ
พิจารณาคลาสในข้อมูลที่ยังไม่ได้แบ่งกลุ่มในอนาคต
ได้ เทคนิคการจำแนกประเภทข้อมูลนี้ได้นำไป

ประยุกต์ใช้ในหลายด้านนอกเหนือจากใน GIS เช่น
การจัดกลุ่มลูกค้าทางการตลาด การตรวจสอบความ
ผิดปกติ และการวิเคราะห์ทางการแพทย์ เป็นต้น

2.2.2 ฟังก์ชันการวิเคราะห์เชิงประมาณค่า และการสร้างพื้นที่กันชน (Proximity Functions and Buffering)

ฟังก์ชันการวิเคราะห์เชิงประมาณค่า (Proximity
Functions) เป็นฟังก์ชันที่ใช้หาความสัมพันธ์
ระหว่างจุดที่กำหนดกับสิ่งที่อยู่บริเวณรอบ ๆ
เป็นการดัดแปลงรูปลักษณะที่กำหนดหรือสร้างรูป
ลักษณะขึ้นมาใหม่โดยให้ขึ้นอยู่กับระยะทาง เช่น
การใช้ฟังก์ชันนี้ประมาณค่าระยะทางจากแหล่ง
น้ำธรรมชาติในเขตอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ป่า เป็นต้น
เนื่องจากแหล่งน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต
ของสัตว์ป่า ดังนั้น เจ้าหน้าที่จึงต้องสร้างความ
มั่นใจว่าพื้นที่ที่รายล้อมแหล่งน้ำนั้นมีระยะทางไป
ยังแหล่งน้ำไม่ไกลมาก

การสร้างพื้นที่กันชน (Buffering) เป็นการ
สร้างขอบเขตพื้นที่ที่ล้อมรอบวัตถุที่เป็นเป้าหมาย
โดยวัตถุเป้าหมายอาจเป็นจุด เส้น หรือพื้นที่รูป
ปิดก็ได้ เช่น การสร้างขอบเขตพื้นที่รอบตำแหน่ง
เสาไฟฟ้าแรงสูงในระยะ 20 เมตร เป็นต้น โดย
องค์ประกอบของการวิเคราะห์รูปแบบนี้จะต้อง
มีตำแหน่งของเป้าหมายอย่างน้อย 1 แห่ง เช่น
ตำแหน่งเสาไฟฟ้าแรงสูง ถนน หรือแปลงที่ดิน
จากนั้นจึงกำหนดระยะห่างว่าจะให้เป็นเท่าไร ซึ่ง
ผลที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์โดยใช้คำสั่งอื่น ๆ
ต่อไป เช่น เมื่อได้รัศมีรอบเสาไฟฟ้าแรงสูงใน
ระยะ 20 เมตร แล้วห้ามไม่ให้มีพืชหรือต้นไม้สูง
ขึ้นภายในระยะนี้

2.3 การวิเคราะห์ลักษณะภูมิประเทศ (Terrain Analysis)

2.3.1 ความชันและด้าน (Slope and Aspect)

ความชันแสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงของระดับสูงของจุดภาพของแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model หรือ DEM) ความชันแสดงความลาดชัน (Steepness) ของพื้นผิว และมักใช้สัญลักษณ์แบบเป็นชั้น ๆ ด้วยการแสดงความสว่างของสี (Brightness) ส่วนด้าน (Aspect) ระบุว่าทิศทางของทางลาดของอัตราสูงสุดของการเปลี่ยนแปลงในค่าจากแต่ละจุดภาพไปยังจุดภาพข้างเคียง ด้านมองได้ว่าเป็นทิศทางของความชันค่าของการคำนวณที่ได้จะเป็นทิศในตามเข็มทิศของด้าน มักใช้แสดงเป็นสีเรื่อ (Hue)

2.3.2 เส้นชั้นความสูง (Contour Lines) เป็นเส้นที่ลาดไปบนแผนที่แสดงลักษณะภูมิประเทศเพื่อบ่งชี้การยกกระดบหรือการจมลงของพื้น ช่วงชั้นความห่าง (Contour Interval) เป็นระยะแนวดิ่งหรือความแตกต่างในระดับสูงระหว่างเส้นชั้นความสูง เส้นชั้นความสูงหลัก (Index Contour) ใช้สีทึบหรือสีเข้มแสดงกับทุก ๆ เส้นที่ 5 ของเส้นชั้นความสูง

2.3.3 พื้นที่การมองเห็น (Viewshed) เป็นพื้นที่บนพื้นผิวที่สามารถมองเห็นได้จากจุดสังเกตสำหรับตำแหน่งที่ มองเห็นได้ สามารถหาได้ว่ามีผู้สังเกตที่คั่นที่สามารถมองเห็นตำแหน่งนั้นได้ รวมถึงกำหนดค่าความสูงของผู้สังเกต จำกัดความห่างความสูง และทิศทางที่จะมอง การหาตำแหน่งที่สามารถมองเห็นได้นั้นสามารถหาได้จากหนึ่งหรือหลายจุดสังเกต หรืออาจเป็นแนวเส้นสังเกตก็ได้

ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงออกมาเป็นค่า 0 แทนพื้นที่ที่ไม่สามารถมองเห็น 1 แทนพื้นที่ที่สามารถมองเห็นได้ พื้นที่การมองเห็นสามารถนำไปใช้ในการหาพื้นที่สำหรับการสร้างสถานีเรดาร์ทางทหาร หอควบคุมไฟฟ้า หรือกำหนดจุดชมวิวในสถานที่ท่องเที่ยว เป็นต้น

2.3.4 แผนที่การให้เงา (Shaded Relief Map)

การให้เงาเป็นวิธีการหนึ่งของการแสดงลักษณะความสูงต่ำของพื้นผิวภูมิประเทศ หลักการให้เงา นิยมถือหลักว่ามีแสงส่องมาจากทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือด้านที่อยู่ตรงข้ามกับทิศทางที่แสงส่องจะเกิดเงาสีดำ ความต่างของความเข้มของเงาจะช่วยให้เห็นลักษณะความสูงต่ำที่แตกต่างกัน ที่สูงชันเงาจะเข้มมาก ถ้าเป็นที่ลาดเงาจะมีสีจาง ข้อมูลข่าวสารนี้มีความสำคัญในการนำร่องและแสดงภูมิทัศน์ได้อย่างแม่นยำ แต่การให้เงาไม่ใช่การวัดค่าความสูงที่ถูกต้องหรือแสดงความสูงจริงของเทือกเขา แต่เป็นการให้นัยยะถึงความลึกของภูมิประเทศได้

2.4 การวิเคราะห์เส้นทางที่เหมาะสมใน GIS

การศึกษาใน [13] เป็นการนำเอาแนวทางการจำลองด้วย GIS มาคำนวณหาเส้นทางที่เร็วที่สุดเพื่อการส่งผักสด ดังนั้น จึงเป็นการลดต้นทุนการขนส่งสุทธิ สิ่งค้นพบหลักของงานวิจัยนี้ได้แก่การใช้ประโยชน์ที่ดิน เช่น เขตที่อยู่อาศัยและจำนวนประชากร เป็นต้น เป็นตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อเวลาในการขับขี่ ดังนั้น ตัวแปรที่นำเข้ามาคำนวณจะส่งผลกระทบต่อสิ่งค้นพบอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้น [14] จึงศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเส้นทางถนนในป่า ทำให้เกิดการจัดการชุดข้อมูลเชิงพื้นที่ การวิเคราะห์ข้อมูล

จำนวนมาก ๆ เช่นนี้และการได้มาซึ่งข้อมูลที่รวดเร็ว และแม่นยำจึงมีความเป็นไปได้ด้วยระบบ GIS การศึกษานี้ใช้การคำนวณเส้นทางถนนผ่านป่าโดยใช้ระบบช่วยตัดสินใจ เรียกว่า FOROR (Forest Road Route) ซึ่งพัฒนาขึ้นโดยกลุ่มนักวิจัย เป็นระบบที่ใช้ข้อมูลแรสเตอร์เป็นหลัก การวิเคราะห์ทำด้วย 5 วิธีการที่แตกต่างกัน ทำให้ได้ผลลัพธ์เป็นเส้นทางที่แตกต่างกัน จากนั้นจึงนำเส้นทางเหล่านั้นมาเปรียบเทียบกัน และนำไปเปรียบเทียบกับเส้นทางที่มีในปัจจุบัน

อีกทั้งแบบจำลอง GIS ยังได้ถูกพัฒนาขึ้นใน [15] เพื่อการกำหนดเส้นทางและการปรับเส้นทางเพื่อสร้างโปรแกรมประยุกต์หาเส้นทางด่วนเพื่อเป็นทางเลือก ภายหลังเส้นทางเลือกเหล่านั้นถูกนำไปออกแบบในซอฟต์แวร์ CADD (Softdesk 8.0) จึงมีการวิเคราะห์ ประเมินผล และเลือกทางเลือกที่มีผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ทางเศรษฐกิจ และทางการเมืองน้อยที่สุด ผลของการศึกษานี้มีความชัดเจนว่ามีความเป็นไปได้ในการนำ GIS ไปใช้และศักยภาพในการเป็นเครื่องมือในการเลือกเส้นทางและการปรับเส้นทางด่วนโดยผลกระทบที่เกิดขึ้นมีน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม เครือข่ายถนนจะเพิ่มความซับซ้อนในการสร้างแบบจำลองยิ่งขึ้นไปอีก วัตถุประสงค์หลักของงาน [16] คือ การเสนอการวิเคราะห์เครือข่ายที่มีการปรับปรุงให้ดีขึ้น ทั้งนี้เป็นการใช้ขีดความสามารถของ GIS ในการระบุเส้นทางที่ดีที่สุดจากตำแหน่งของเหตุการณ์ในการให้บริการด้านสุขภาพของผู้ให้บริการในพื้นที่เขตเมืองกรุงศรีฯ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าเวลาในการเดินทางผ่านเส้นทางที่ดีที่สุดดีกว่าเส้นทางที่สั้นที่สุดถึง 22% ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากผลการศึกษานี้จึงมีข้อเสนอว่าอัลกอริทึมการเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด

ด้วย GIS จึงดีกว่าอัลกอริทึมการเลือกเส้นทางใกล้ที่สุดในสถานการณ์ฉุกเฉินของเขตเมืองใหญ่ดังเช่นกรุงศรีฯ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า GIS เป็นระบบช่วยในการตัดสินใจที่มีขีดความสามารถในการจำลองด้วยการใช้ตัวแปรต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่อการคำนวณหาเส้นทางที่เหมาะสมหรือเส้นทางใกล้ที่สุด ในการตัดสินใจดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใด อย่างไรก็ตาม ผู้เขียนได้เสนอหลักการเพื่อการนำขีดความสามารถดังกล่าวของ GIS มาเป็นเครื่องมือคำนวณหาหลักฐานในทางวิชาการเพื่อเสนอแนวทางในการตัดสินใจ จากการคำนวณความลาดชันที่ปรากฏจากข้อมูล DEM ที่สามารถจัดหาได้ ทั้งนี้ เพื่อชี้ให้เห็นอุปสรรคและความเสี่ยงในการเลือกเส้นทางเดินทางตามปกติสำหรับรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ ซึ่งมีปัจจัยด้านน้ำหนัก มิติ และอื่น ๆ ที่ต้องนำมาพิจารณา เพื่อหลีกเลี่ยงอุปสรรคที่อาจทำให้ภารกิจการส่งมอบรถบรรทุกไม่สัมฤทธิ์ผลและความเสียหายที่อาจเกิดแก่ทรัพย์สินของทางราชการ

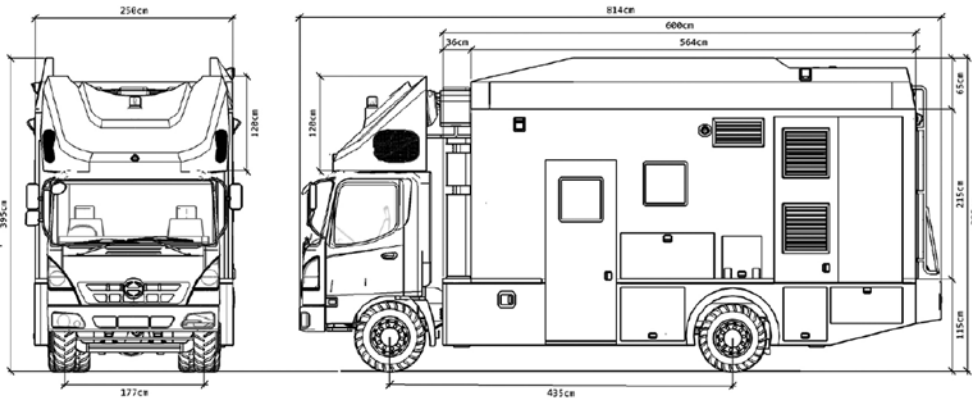
3. รถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ

3.1 รถควบคุมภาคพื้นเคลื่อนที่ Mobile GCS

โครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน ได้พัฒนาต้นแบบรถสำหรับการควบคุมและสั่งการให้เป็นสถานีควบคุมและสั่งการ โดยได้นำรถควบคุมภาคพื้นเคลื่อนที่ Mobile GCS (Mobile Ground Control System) ตามรูปที่ 4 สำหรับทดสอบอากาศยานไร้คนขับปีกนิ่ง ขึ้น-ลงทางตั้ง (FUVEC) มาปรับปรุงและเพิ่มเติม

อุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับรองรับการวิเคราะห์ จัดเก็บ และแจกจ่ายข้อมูลข่าวสาร (Intelligence) จากการลาดตระเวน (Reconnaissance) ในระบบแผนที่สถานการณ์ร่วม และติดตั้งระบบรับส่งสัญญาณการปฏิบัติหน้าที่ทางทหารขณะปฏิบัติการกิจในสถานการณ์ฉุกเฉินเพื่อการตรวจการณ์

(Surveillance) มิติของรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ ฮีโน่รุ่น FC9JLA ในรูปที่ 4 มีความกว้าง 250 เซนติเมตร ยาว 814 เซนติเมตร สูง 395 เซนติเมตร ฐานล้อหน้า-หลังห่างกัน 435 เซนติเมตร กว้าง 177 เซนติเมตร มีความสามารถขึ้นทางชันสูงสุด 39.7% (21.61 องศา) [17]



รูปที่ 4 รถควบคุมภาคพื้นเคลื่อนที่ Mobile GCS

3.2 ความจำเป็นในการดัดแปลงสภาพรถ

การนำรถควบคุมภาคพื้นเคลื่อนที่ Mobile GCS ไปพัฒนาต่อยอดให้เป็นรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ อยู่ภายใต้เหตุผลและความจำเป็นดังต่อไปนี้

เพื่อปรับปรุงรถควบคุมภาคพื้นเคลื่อนที่ สำหรับการพัฒนาระบบควบคุมและสั่งการในสถานการณ์ฉุกเฉิน พร้อมผลการศึกษาการวัดสัญญาณรบกวนที่นำตามสายของรถปรับปรุงให้เหมาะสำหรับการควบคุมและสั่งการแบบเคลื่อนที่ในการกิจการช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน

เพื่อบรรจุระบบคอมพิวเตอร์รองรับข้อมูลการข่าวกรอง การตรวจการณ์ และการลาดตระเวนของ

โครงการ พร้อมการติดตั้งครุภัณฑ์ที่จำเป็นในการกิจดังกล่าว และเพื่อประยุกต์ใช้รถควบคุมภาคพื้นเคลื่อนที่ สำหรับการพัฒนาระบบควบคุม และสั่งการในสถานการณ์ฉุกเฉิน สำหรับอำนวยความสะดวกในการกิจการช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน

3.3 ขีดความสามารถภายหลังการดัดแปลงสภาพ

เพื่อดำรงขีดความสามารถในการเป็นตัวกลางสื่อสารข้อมูล จำลองภูมิประเทศ 3 มิติ และจัดทำแผนที่สถานการณ์ร่วม วิเคราะห์วีดีโอ ภาพ และข้อมูลใกล้เคียงเวลาจริง ระบบสื่อสารและคอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งบนรถภายหลังการดัดแปลงสภาพดังในรูปที่ 5 ถูกออกแบบให้ประกอบด้วย



รูปที่ 5 รถบรรทุกดัดแปลงสภาพพร้อมคอมพิวเตอร์

เครื่องคอมพิวเตอร์ปฏิบัติงาน (Workstation) จำนวน 1 หน่วย ซึ่งมีหน่วยประมวลผลกลาง 4 แกนหลัก มีสัญญาณนาฬิกา 2.7 GHz หน่วยประมวลผลกลางมีความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับเดียวกันขนาด 8 MB มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 ขนาด 64 GB มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Solid State Drive 256 GB

เครื่องคอมพิวเตอร์ปฏิบัติงานแบบ Rack Mountable จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งมีหน่วยประมวลผลกลาง 8 แกนหลัก มีสัญญาณนาฬิกา 1.7 GHz หน่วยประมวลผลกลางมีความจำแบบ Cache Memory รวมในระดับเดียวกันขนาด 10 MB มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ชนิด DDR4 ขนาด 16 GB มีหน่วยจัดเก็บข้อมูล Solid State Drive 256 GB มีหน่วยประมวลผลเพื่อแสดงภาพแยกจากแผงวงจรหลักที่มีหน่วยความจำขนาด 4 GB ชนิด DDR5

อุปกรณ์กระจายสัญญาณ (L2 Switch) จำนวน 1 เครื่อง เครื่องจ่ายไฟฟ้าสำรอง (UPS) จำนวน 5 เครื่อง ตู้จัดเก็บคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ อุปกรณ์ค้นหาเส้นทางเครือข่ายแบบไร้สาย (Wireless Router 3G/4G/LTE) จำนวน 1 ชุด เครื่องปั่นไฟดีเซล จำนวน 1 เครื่อง เป็นชุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

สามารถจ่ายกำลังไฟได้ต่อเนื่องไม่ต่ำกว่า 5 kVA ในการใช้งานปกติ โดยใช้ไฟ 1 เฟส

4. ข้อมูลและกรรมวิธีวิเคราะห์ความชัน

4.1 อุปกรณ์และข้อมูล

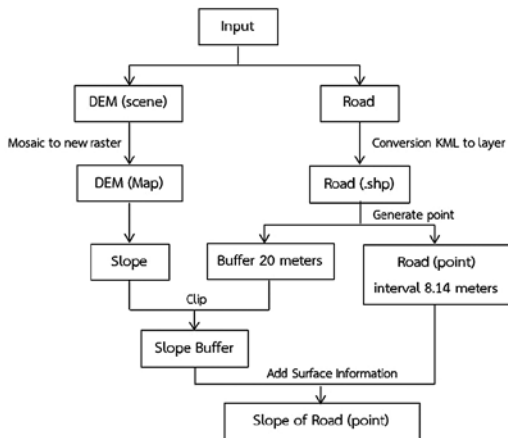
ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการ Windows 10 64-bit Core i7 RAM 8 GB ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ArcMap 10.5 และข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้แก่ แบบจำลองความสูงเชิงเลขและข้อมูลถนน แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ข้อมูล	รายละเอียด	แหล่งที่มา
DEM (.tiff)	ดาวเทียม ALOS ระบบ PALSAR ความละเอียดภาพ 12.5 เมตร ปี 2008	Alaska Satellite Facility, Geophysical Institute, University of Alaska Fairbanks (assigned by NASA), USA.
ถนน (.kml)	เส้นทางที่ใช้ในการศึกษา	Google map/ Google earth

กรอบแนวความคิดของการวิจัยครั้งนี้ คือ การนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มาใช้ในการศึกษาหลักการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการคำนวณความลาดชันของถนนที่ใช้เดินรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ แสดงดังรูปที่ 6 โดยการนำชั้นข้อมูล DEM มาวิเคราะห์หาความชัน และชั้นข้อมูลถนน มาสร้างพื้นที่กันชน จากนั้นจึงคำนวณหาความชันของถนน ในการนี้กำหนดความชันของถนนที่

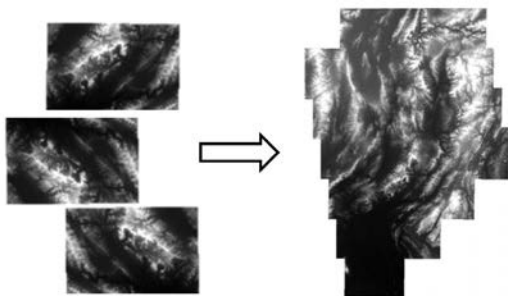
ไม่เหมาะสมในการเดินทางตามรายละเอียดของรถบรรทุก 6 ล้อ คัดแปลงสภาพ ที่มีความสามารถขึ้นทางชันสูงสุด 21.61 องศา



รูปที่ 6 กรอบแนวคิดในการเสนอหลักการ

4.2 การเตรียมข้อมูล

นำข้อมูล DEM ที่ได้จากดาวเทียม ALOS เข้าสู่ซอฟต์แวร์ GIS เพื่อทำการต่อ (Mosaic) ข้อมูลภาพแต่ละภาพ (Scene) ให้เป็นชุดข้อมูลแผนที่ (Map) ครอบคลุมพื้นที่ถนนช่วงที่กล่าวไว้ในรูปที่ 1 ขวา ผลของการต่อภาพแสดงดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การรวมข้อมูลภาพเข้าด้วยกันเป็นชุดข้อมูล

โดยใช้ซอฟต์แวร์ ArcGIS เครื่องมือ Mosaic to new raster ทั้งนี้ ภายหลังจากต่อภาพต้องตรวจสอบให้จุดภาพที่เชื่อมต่อกันเป็นจุดเดียวกันของทั้งสองภาพข้างเคียงกัน เพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดสะสมที่จะเกิดขึ้นในการคำนวณความชัน เนื่องจากข้อมูล DEM ที่นำมาใช้พิสูจน์หลักการมีรายละเอียดของภาพเดิมหายาอยู่แล้ว คือ 12.5 เมตร เมื่อเทียบกับความยาวรถ 8.14 เมตร

นำข้อมูลถนนที่ได้จาก Google My Maps เข้าสู่ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อแปลงรูปแบบข้อมูล Keyhole Markup Language (.kml) เป็น Shapefile (.shp) แสดงดังรูปที่ 8 โดยใช้เครื่องมือ Conversion KML to Layer



รูปที่ 8 ข้อมูลถนนจาก Google maps©

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูล DEM ที่ได้จากการข้อ 4.2 มาสร้างข้อมูลความชัน (Slope) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พื้นผิว (Surface Analysis) ของค่าตัวแปรความสูง (Z) ในพื้นที่ศึกษา จากนั้นข้อมูลถนน (.shp) จะถูกนำมาสร้างพื้นที่กันชน (Buffer) ระยะ 20 เมตร เพื่อใช้เป็นตัวแทนความกว้างของถนน เนื่องจากเป็นถนนทางหลวง 3 ช่องจราจรทั้งสองด้าน ในขณะที่

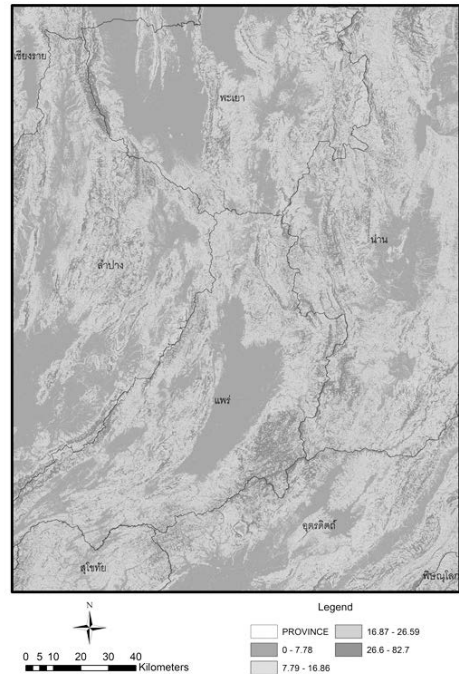
เดียวกันทำการแปลงข้อมูลถนนจากเดิมที่เป็นข้อมูลแบบเส้น (Line) ให้เป็นข้อมูลแบบจุด (Point) เพื่อใช้เป็นตัวแทนในการแสดงค่าความชัน โดยกำหนดให้แสดงค่าความชันทุก ๆ 8.14 เมตร ตลอดทั้งเส้นทาง ซึ่งเท่ากับขนาดความยาวของรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ ทั้งนี้สำหรับการศึกษาอื่น ๆ ควรกำหนดระยะห่างจุดความชันตามขนาดของรถยนต์หรือข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

นำข้อมูลผลการสร้างพื้นที่กันชน (Buffer) ของถนนที่สร้างขึ้นมาทำการตัด (Clip) ข้อมูลความชัน (Slope) ในบริเวณที่มีการซ้อนทับกัน เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์และสังเกตค่าความชัน โดยค่าความชันที่ได้จากข้อมูล Slope เป็นข้อมูลแรสเตอร์ซึ่งไม่สะดวกในการเลือก (Selection) เมื่อเทียบกับข้อมูลเวกเตอร์ จึงทำการปรับปรุง (Manipulate) ข้อมูลความชันให้แก่ข้อมูลถนนแบบจุด โดยใช้เครื่องมือ Add Surface Information

5. ผลการวิเคราะห์

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล DEM

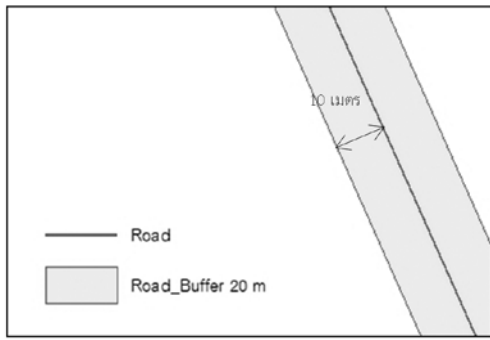
นำข้อมูล DEM ความละเอียด 12.5 เมตร มาต่อเข้าด้วยกันให้เป็นชุดข้อมูลแผนที่ โดยแต่ละภาพจะต้องมีจำนวนแบนด์และจำนวนบิตเท่ากัน ภายหลังจากการเชื่อมต่อภาพเข้าด้วยกัน ข้อมูล DEM จะถูกนำมาใช้ในการสร้างข้อมูลความชัน โดยคำนวณการเปลี่ยนแปลงค่าความสูงระหว่างเซลล์หลักและเซลล์ใกล้เคียงทั่วพื้นที่ เพื่อให้ทราบถึงความชัน (องศา) ในพื้นที่ จากการศึกษพบว่าค่าความชันของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0-82.7 องศา แสดงดังรูปที่ 9



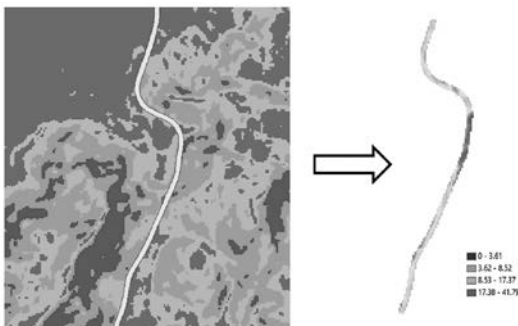
รูปที่ 9 ความชันของพื้นที่ทั้งหมด

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลถนน (.shp)

ใช้เครื่องมือ Conversion KML to Layer ในการแปลงรูปแบบข้อมูลถนนจาก .kml เป็น .shp เพื่อนำไปใช้ในการสร้าง Buffer โดยกำหนดพื้นที่ห่างจากเส้นถนนด้านละ 10 เมตร แสดงดังรูปที่ 10 จากนั้นนำข้อมูล Buffer ของถนนมาตัด (Clip) ข้อมูล Slope ในบริเวณที่มีการซ้อนทับกัน เพื่อให้เหลือเฉพาะพื้นที่ศึกษาบริเวณถนนบนเนินเขา ระยะทาง 31.4 กิโลเมตรเท่านั้น จากการศึกษพบว่าค่าความชันในบริเวณ Buffer ของถนนอยู่ระหว่าง 0-41.79 องศา แสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 10 ระยะการสร้าง Buffer

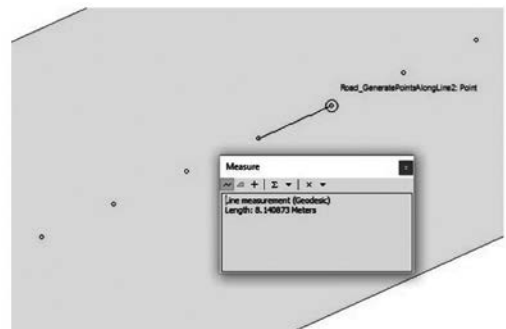


รูปที่ 11 ความชันบริเวณ Buffer ของถนน

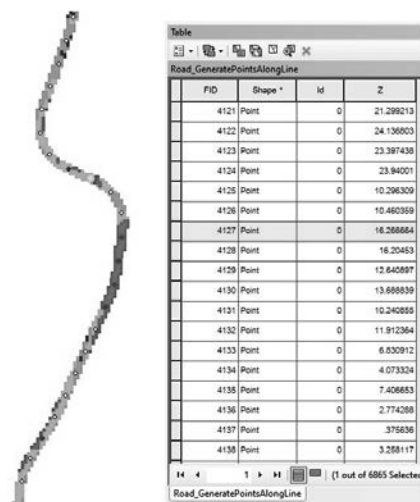
5.3 การกำหนดค่าความชันให้แก่ข้อมูลถนน

ใช้เครื่องมือ Generate Point สร้างข้อมูลจุด โดยอ้างอิงจากข้อมูลถนน กำหนดระยะห่างระหว่างจุด 8.14 เมตร เพื่อใช้ในการรองรับค่าความชันในบริเวณที่ซ้อนทับกัน แสดงดังรูปที่ 12 จากการศึกษาพบว่าข้อมูลจุดที่ถูกสร้างขึ้นจำนวน 11,348 จุด จากนั้นทำการเพิ่มค่าความชันบริเวณที่ซ้อนกันลงสู่ข้อมูลถนนแบบจุดโดยใช้เครื่องมือ Add Surface Information แสดงดังรูปที่ 13 และเนื่องจากข้อมูลจุดความชันมีการกระจายเป็นช่วงกว้างและมีจำนวนมาก จึงทำการจำแนกจุดข้อมูลความชันแบบ Natural Breaks (Jenks) ซึ่งเป็นการแบ่งตามจำนวนค่าของ Record ที่มีในแต่ละช่วงข้อมูลออกเป็น 4 ระดับ คือ 0.00-4.83, 4.84-11.26, 11.27-21.60

และ 21.61-41.21 แสดงดังรูปที่ 14 (ทั้งนี้ในพื้นที่การศึกษาอื่น ๆ ควรพิจารณาวิธี Reclassify ให้เหมาะสมกับความถี่และการกระจายตัวของข้อมูล เช่น กรณีเป็นพื้นที่ราบไม่มีความชันควรเลือกใช้การ Reclassify แบบ Equal Interval คือ แบ่งชั้นข้อมูลให้มีความกว้างเท่ากัน) โดยให้ความสำคัญค่าความชันในช่วง 21.61-41.21 องศา เนื่องจากขีดความสามารถขึ้นทางชันของรถเดิมอยู่ที่ 21.61 องศาตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 4.1 การไต่ขึ้นลงทางชัน ภายหลังการดัดแปลงสภาพจึงไม่ควรเกิน 21.61 องศาเพื่อลดอุปสรรคในการเดินทางและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะขับขึ้นลงเขา

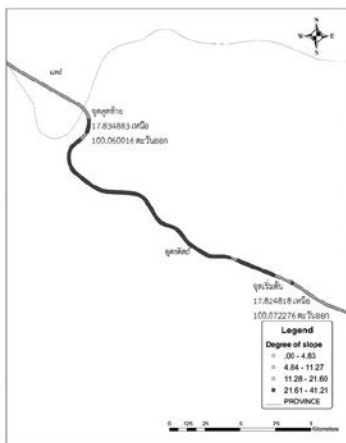


รูปที่ 12 การกำหนดช่วงค่าความชัน

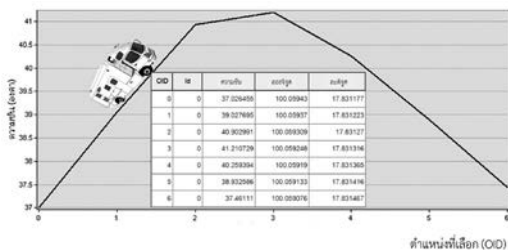


รูปที่ 13 การเพิ่มข้อมูลคุณลักษณะของความชันให้กับชั้นข้อมูลถนน

จากการวิเคราะห์ความลาดชันของถนน พบว่าเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางมีพื้นที่ที่มีค่าความชันเกินกว่าขีดความสามารถของรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ จะสามารถเคลื่อนผ่านได้ตั้งแต่ 21.61 องศา ขึ้นไป ช่วงระหว่าง จ.อุดรดิตถ์ และ จ.แพร่ ตามทางหลวงหมายเลข 11 แสดงดังรูปที่ 14 เริ่มตั้งแต่ตำแหน่งแรกสุดของรูปที่ 14 ที่พิกัดจุดเริ่มต้นละติจูด 17.824818 องศาเหนือ ลองจิจูด 100.072276 องศาตะวันออก และจุดสุดท้ายละติจูด 17.834883 องศาเหนือ ลองจิจูด 100.060016 องศาตะวันออก เป็นระยะทางทั้งสิ้น 2.09 กิโลเมตร



รูปที่ 14 ความชันถนนที่เป็นอุปสรรคและอันตราย



รูปที่ 15 แบบจำลองรถวางบนความชันถนน

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการนำเสนอหลักการ

6.1.1 จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล DEM รายละเอียดจุดภาพ 12.5 เมตร ในหัวข้อ 5 ทำให้ทราบว่าหลักการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยการคำนวณความชันของถนนจากเครื่องมือ GIS สามารถนำไปประเมินอุปสรรคในการเดินทางและป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะขับขึ้นลงเขา ในช่วงระยะทาง 2.09 กิโลเมตรที่มีความชัน 21.61 องศา ขึ้นไป และเกินขีดความสามารถในการใช้เดินทางรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ ดังนั้น จึงควรหลีกเลี่ยงเส้นทางในช่วงดังกล่าว และเปลี่ยนไปใช้เส้นทางอื่นที่มีความชันไม่เกิน 21.61 องศา

6.1.2 จะเห็นได้ว่าหลักการวิเคราะห์ความลาดชันของถนนสำหรับการเคลื่อนย้ายรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ สามารถพิสูจน์โดยใช้ข้อมูล DEM ที่รายละเอียด 12.5 เมตร ที่มีความละเอียดต่ำในปัจจุบัน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงอุปสรรคและอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจริงหากต้องใช้เส้นทางดังกล่าว ดังแสดงในรูปที่ 15 โดยนำภาพรถขนาดมาตราส่วนถูกต้องมาใช้ประกอบในภาพ ทั้งนี้ 1 ช่องในตำแหน่งที่เลือก (Object Identifier: OID) มีความยาว 8.14 เมตร ทั้ง 7 จุด จากตำแหน่งที่เลือก OID มีความชันเกิน 37 องศา และมีค่า 41.2 องศา ที่จุดสูงสุดของเส้นทาง OID ที่ 3 และทั้งหมดมีความชันเกิน 21.61 องศา ซึ่งเกินขีดความสามารถในการขึ้นลงทางชันของรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ

6.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้านี้กำหนดขอบเขตในการเลือกชุดข้อมูลเฉพาะที่ครอบคลุมเส้นทางที่ขึ้นลงเขาสูงชันระยะทางทั้งสิ้น 31.4 กิโลเมตร ระหว่าง จ.อุตรดิตถ์ และ จ.แพร่ เท่านั้น ซึ่งตามเส้นทางจริงจะมีปรากฏความชันในช่วง จ.แพร่ เข้า จ.น่าน ซึ่งอยู่นอกเหนือขอบเขตของบทความฉบับนี้ และเป็นอีกแนวทางในการศึกษาเส้นทางหนึ่งก่อนการปฏิบัติการกิจจริง อีกทั้งหลักการนี้สามารถนำไปวิเคราะห์หาเส้นทางซึ่งเป็นทางเลือกอื่นสำหรับการส่งมอบรถบรรทุก 6 ล้อ ดัดแปลงสภาพ ของสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ ทั้งนี้ ต้องคำนึงถึงความถูกต้องของข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ด้วย

ข้อจำกัดของรายละเอียดความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้คือ จุดภาพของ DEM ขนาด 12.5 เมตร ซึ่งมีความถูกต้องในแนวตั้งน้อยอยู่แล้ว และเมื่อต้องทำการกระบวนการปรับปรุง (Manipulation) เพื่อให้ได้จุดความสูงระหว่าง 8.14 เมตร ตามขนาดความยาวรถที่ 8.14 เมตร จะเป็นการส่งต่อความหยาบของข้อมูลขณะทำการวิเคราะห์ไปสู่ความชันที่ได้ อย่างไรก็ตาม หลักการของการจำลองภูมิประเทศยังได้ขนาดจุดภาพเล็กลงยิ่งเพิ่มความถูกต้องในแนวตั้งยิ่งขึ้น ดังนั้น บทความฉบับนี้ต้องการชี้ให้เห็นความสำคัญของการเลือกเส้นทางเดินรถและอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นเมื่อต้องเดินรถแล้วยังเสนอแนะให้ใช้ข้อมูล DEM ในรายละเอียดภาพที่เล็กลง เพื่อเพิ่มความสำคัญในการนำ GIS ไปใช้เป็นเครื่องมือช่วยตัดสินใจ เนื่องจากการใช้ข้อมูลที่มีความถูกต้องยิ่งขึ้นจะยิ่งแสดงให้เห็นถึงอุปสรรคและอันตรายที่จะเกิดขึ้นได้ชัดเจนมากกว่าที่ผู้เขียนได้นำเสนอไว้ในหัวข้อ 6.1.2

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณคณะนักวิจัยโครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉินในการสนับสนุนข้อมูลเพื่อประกอบการวิเคราะห์

8. เอกสารอ้างอิง

[1] พระราชกฤษฎีกา แบ่งส่วนราชการและกำหนดหน้าที่ของส่วนราชการ กองบัญชาการกองทัพไทย กองทัพบก กองทัพไทย กระทรวงกลาโหม พ.ศ. 2552. ราชกิจจานุเบกษา. จำนวน 6 น.

[2] ชำนาญ ชุมทรัพย์. 2561. แนวคิดระบบอำนวยความสะดวกเคลื่อนที่เพื่อการบรรเทาภัยพิบัติและสาธารณภัย วารสารสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ. ปีที่ 9 ฉบับที่ 1. น. 7 – 19.

[3] หนังสือหน่วยบัญชาการทหารพัฒนาด่วนที่สุด ที่ กท 0309/2568. ลง 11 กันยายน 2562. เรื่องขอรับการสนับสนุนเครื่องมือโครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน. จำนวน 1 น.

[4] หนังสือสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศที่ สทป 5800/612. ลง 15 พฤษภาคม 2563. เรื่องตอบรับให้การสนับสนุนเครื่องมือโครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน. จำนวน 1 น.

[5] ชำนาญ ชุมทรัพย์. 2562. การถ่ายทอดเทคโนโลยีของโครงการวิจัยและพัฒนาสู่ภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม วารสารสถาบันวิชาการป้องกันประเทศ. ปีที่ 10 ฉบับที่ 2. น. 12 – 25.

[6] สัญญาจ้างปรับปรุงรถควบคุมภาคพื้นเคลื่อนที่สำหรับการพัฒนาระบบควบคุมและ

สั่งการในสถานการณ์ฉุกเฉิน. 2560. สำหรับโครงการประยุกต์ใช้แผนที่สถานการณ์ร่วมเพื่อจำลองภารกิจช่วยเหลือทางทหารในสถานการณ์ฉุกเฉิน. สัญญาเลขที่ 62/CTH00080 ลง 29 ธันวาคม 2560. สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ. 10 น.

[7] ไพศาล จีฟู. 2561. การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเว็บ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 175 น.

[8] สรรค์ใจ กลิ่นดาว. 2542. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 128 น.

[9] Paul Bolstad. 2016. GIS Fundamentals: A First Text on Geographic Information Systems, Fifth Edition 5th edition. XanEdu Publishing Inc.: Acton, MA. 770 p.

[10] Haiwen Du, A-Xing Zhu, and Yong Wang. Spatial prediction of flea index of transmitting plague based on environmental similarity. Annals of GIS, Volume 26, Issue 3, pp. 227 - 236.

[11] Sohaib K M Abujayyab and Ismail Rakip Karas. 2020. Landslide Susceptibility Mapping Using Shallow Neural Networks Model at Refahiye District in Turkey. Turkish Journal of Remote Sensing and GIS. Volume 1, Issue 2. pp. 61 - 77.

[12] Yufan Zuo , Zhiyuan Liu and Xiao Fu. 2020. Measuring accessibility of bus system based on multi-source traffic data. Geo-spatial Information Science. Volume 23, Issue 3. pp. 248 - 257. DOI: 10.1080/10095020.2020.1783189

[13] Mohammad Abousaeidi, Rosmadi

Fauzi, Rusnah Muhamad. 2015. Geographic Information System (GIS) modeling approach to determine the fastest delivery routes. Saudi Journal of Biological Sciences (2016) 23, 555 – 564.

[14] Caliskan, E, ediroglu, S., Yildirim, V. 2018. Determination forest road routes via GIS-based spatial multi-criterion decision methods. Applied Ecology and Environmental Research. 17(1):759 - 779. DOI: http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1701_759779.

[15] Emad Basheer Salameh Dawwas. GIS as a Tool for Route Location and Highway Alignment. Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master in Highway and Transportation Engineering, Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University, Nablus, Palestine. 140 p.

[16] Sayed Ahmed, Romani Farid Ibrahim, and Hesham A. Hefny. 2017. GIS-Based Network Analysis for the Roads Network of the Greater Cairo Area. In Proceedings of the International Conference on Applied Research in Computer Science and Engineering ICAR'17, .Lebanon, 22 - 06 - 2017. Available online ar published at <http://ceur-ws.org>.

[17] Hino Thailand. 2020. 6 - wheel truck; FC9JLLA. Online available from: www.hinochairatchakarn.com/home/inventory/hino-500-dominator-fc9jela-fc9jlla-fc9jlla-175h [Accessed 9 December 2020]