



ระบบแผนที่แสดงสถานที่สำคัญโดยรอบพิกัดที่ระบุในรูปแบบภาพ
Easy Map: A Map System Indicating Points of Interest surrounding
the coordinates specified in the form of image

นางสาวฉามา มุลณี

Chama Moonnee

นางสาวณัฐนิชา ชูชม

Nutnicha Choochom

นางสาวสุทธิดา วงษ์อัยรา

Suttida Wongaiyara

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา พ.ศ. 2563



ระบบแผนที่แสดงสถานที่สำคัญโดยรอบพิกัดที่ระบุในรูปแบบภาพ
Easy Map: A Map System Indicating Points of Interest surrounding
the coordinates specified in the form of image

นางสาวฉามมา มุลณี

Chama Moonnee

นางสาวณัฐนิชา ชูชม

Nutnicha Choochom

นางสาวสุทธธีธิดา วงษ์อัยรา

Suttida Wongaiyara

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา พ.ศ. 2563



คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ชื่อหัวข้อโครงการ ระบบแผนที่แสดงสถานที่สำคัญโดยรอบพิกัดที่ระบุในรูปแบบภาพ

Easy Map: A Map System Indicating Points of Interest surrounding the coordinates specified in the form of image

นิสิต

นางสาวณามา	มูลนิธิ	60102010562
นางสาวณัฐนิชา	ชูชม	60102010563
นางสาวสุทธธีธิดา	วงศ์อัยรา	60102010583

ปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)

ภาควิชา

วิทยาการคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

ผศ.ดร.วราภรณ์ วิทยานนท์

ลงชื่อ.....

(ผศ.ดร.วราภรณ์ วิทยานนท์)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

บทคัดย่อ

ระบบแผนที่แสดงสถานที่สำคัญ มีบทบาทใช้งานด้านการคมนาคมขนส่งและการเดินทาง ปัจจุบันจำนวนข้อมูลของสถานที่สำคัญและเส้นทางมีจำนวนมากซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการนำข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์ แต่การแสดงผลของสถานที่สำคัญทั้งหมดบนแผนที่นั้นจะทำให้ของแผนที่นั้นดูเข้าใจยากต่อการใช้งาน

งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ได้จัดทำระบบแผนที่แสดงสถานที่สำคัญโดยรอบของตำแหน่งพิกัดที่ระบุหรือในที่นี้ขอเรียกว่าอีซีแมพ โดยได้นำข้อมูลทางภูมิศาสตร์จากนอสตรา มาใช้จัดการข้อมูลการแสดงผลของแผนที่เพื่อเลือกสถานที่สำคัญโดยใช้ข้อมูลร่วมกับข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศและผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสารสนเทศ ใช้อินเทอร์เน็ตสำหรับจำแนกพื้นที่ตัวเมืองและชานเมือง โดยข้อมูลแผนที่จะถูกนำมาตีตาราง (500 x 500 เมตร) ซึ่งแต่ละช่องจะถูกนำข้อมูลมาจัดกลุ่มโดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบเคมีน แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มตามระดับความหนาแน่นของข้อมูลสถานที่สำคัญ ได้แก่ (1) หนาแน่นน้อยที่สุด (0 สถานที่) (2) หนาแน่นน้อย (ช่วง 1-2 สถานที่) (3) หนาแน่นปานกลาง (ช่วง 3-11 สถานที่) และ (4) หนาแน่นมากที่สุด (ช่วง 12-83 สถานที่) และนำวิธีคอนโวลูชันมาช่วยปรับการจัดกลุ่มตามระดับความหนาแน่นที่พื้นที่ใกล้เคียงกันให้สัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน จากนั้นนำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการข้างต้นเก็บไว้ในแมพเชิร์ฟเวอร์ในรูปแบบเว็บแมพเซอร์วิส และสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์เพื่อกำหนดขอบเขตการแสดงผลของแผนที่ว่าจะแสดงข้อมูลโดยรอบพิกัดที่ผู้ใช้ระบุในระยะใด

ผลการดำเนินงานพบว่าเครื่องมือประมวลผลการจัดทำแผนที่ใช้เวลาเฉลี่ยประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป 1.2 นาทีและเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพใช้เวลาเฉลี่ย 58 วินาที โดยผู้เชี่ยวชาญยอมรับเวลาประมวลผลไม่เกิน 1 นาที จึงถือว่าเครื่องมือประมวลผลการจัดทำแผนที่ที่มีประสิทธิภาพในด้านเวลาและจากการประเมินผลลัพธ์การแสดงผลของระบบโดยผู้ประเมินจำนวน 105 คน สรุปผลได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.836 จากช่วงคะแนน 1 - 3 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก และงานวิจัยนี้ต้องนำมาพัฒนาต่อยอดเพื่อนำไปใช้จริงในการคมนาคมขนส่ง

Abstract

The map systems showing points of interest (POI) play an important role in transportation and travel. Due to the high volumes of POIs and road lines, it is useful for analysis, but showing all available data is a barrier to understanding the map.

The objective of this research is to create an easy-to-understand map system showing the surrounding POI of a specified coordinate location, or hereinafter called Easy Map, using geographic data from Nostra to select prominent points of interest based on the information from Fundamental Geographic Data Set (FGDS) and geospatial experts. The development began with the use of class interval for classifying urban and suburban areas, where map data was taken (500 m x 500 m), each of which was grouped using the K-means clustering method into 4 groups according to the density level of POI: (1) Least (2) Low (3) Medium and (4) most dense. The convolution method was used to adjust the clustering according to the density of the neighboring areas to be related in the same way. The data that has been processed is then stored in the map server as a web map service, which is then used for geo-processing to define the map display boundary around the user-specified coordinates.

The results showed that the mapping process took an average of 1.2 minutes on a conventional computer and 58 seconds on an efficient machine. Experts accept a processing time of less than 1 minute, making the mapping process efficient in time. And by usability evaluating the results of the display by 105 assessors, Summarizing the results of the four questions, the average score was 2.836 in the excellent level from a score range of 1-3. However, Easy Map needs to be further developed. So that it can be used website and can be used for transportation.

กิตติกรรมประกาศ

ระบบแผนที่แสดงสถานที่สำคัญโดยรอบพิกัดที่ระบุในรูปแบบภาพ (Easy Map: A Map System Indicating Points of Interest surrounding the coordinates specified in the form of image) ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือตลอดจนให้คำปรึกษา คำแนะนำต่าง ๆ เป็นอย่างดีจาก ผศ.ดร.วราภรณ์ วิทยานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาของโครงการวิจัยที่ได้กรุณาเสียสละเวลาสนับสนุนในการดำเนินโครงการวิจัยตลอดจนเสร็จสิ้นโครงการ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการดำเนินงานในครั้งนี้ รวมถึงสถานที่ที่ใช้ในการดำเนินโครงการ ทดสอบระบบ และขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาและการช่วยเหลือ ให้ความสนับสนุนในการดำเนินโครงการในครั้งนี้จนสามารถจัดทำโครงการได้ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่สำหรับดำเนินโครงการและเป็นแหล่งศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อนำมาความรู้ที่ได้จากการศึกษามาพัฒนาระบบงานและปรับปรุงระบบงานให้ดียิ่งขึ้น

ขอขอบคุณกลุ่มบริษัทซีดีจีคุณทิพย์ จันทรมโรภาส คุณทศพล ทูมมาลา และคุณวุฒิวสัน นิพิทชยังกูร ที่มอบโอกาส ให้ความรู้ คำแนะนำและการช่วยเหลือในการดำเนินโครงการในครั้งนี้จนสามารถจัดทำโครงการได้ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัวของผู้วิจัยทำให้การช่วยเหลือและสนับสนุนมาโดยตลอด รวมทั้งให้ความห่วงใย และเป็นกำลังใจสำคัญในการทำโครงการเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการในครั้งนี้ ทั้งที่คอยให้คำแนะนำ ให้คำปรึกษา และให้การช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ จนโครงการสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยหวังว่าโครงการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษา เพื่อที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดในอนาคตได้ดียิ่ง ๆ ขึ้นไป

นางสาวมามา มูลณี

นางสาวณัฐนิชา ชูชม

นางสาวสุทธิดา วงษ์อัยรา

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	ข
ABSTRACT.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
บทที่ 1.....	1
บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 สมมติฐานของงานวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2.....	4
องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ข้อมูลแผนที่ดิจิทัลสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	4
2.2 การทำแผนที่ (Cartographic).....	5
2.3 เทคนิคการจัดกลุ่ม (Clustering Model).....	10
2.4 คอนโวลูชัน (Convolution).....	11
2.5 กระบวนการทางภูมิศาสตร์ (Geoprocessing).....	13
2.6 เว็บเซอร์วิส (Web service).....	15
2.7 เครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Geoprocessing Service).....	16
2.8 การพัฒนาระบบด้วย Software ทางด้าน GIS.....	16
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
บทที่ 3.....	19
วิธีการดำเนินโครงการ.....	19
3.1 วิธีการดำเนินงาน.....	19
3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	20
3.3 แผนการดำเนินงานโครงการ	20
3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	22

บทที่ 4.....	42
ผลการดำเนินโครงการ	42
4.1 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ Polygon ที่รวมจากตำบลเป็นอำเภอในประเทศไทย	42
4.2 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ Polygon ที่แบ่งเป็นเขตเมือง ชานเมือง.....	42
4.3 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ของข้อมูล POI	43
4.4 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลเส้นทางที่ปรับโดยใช้การหลัก Cartography	44
4.5 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ การตี Grid ที่แบ่ง clustering.....	45
4.6 ผลลัพธ์ของการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่ของ Grid.....	46
4.7 ผลลัพธ์ของการตรวจสอบค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid.....	46
4.8 ผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox).....	47
4.9 ตารางเวลาเฉลี่ยเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox).....	48
4.10 ตารางสรุปการประเมินผลลัพธ์การแสดงผลของระบบ.....	48
บทที่ 5.....	52
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	52
5.1 สรุปผลการศึกษาค้นคว้า	52
5.2 อภิปรายผล.....	53
5.3 ปัญหาและอุปสรรค	53
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	53
บรรณานุกรม	54
ภาคผนวก	57
ภาคผนวก ก	58
การติดตั้งโปรแกรม ARCGIS PRO	58
ภาคผนวก ข	63
การติดตั้ง GLOBAL PROTECT AGENT.....	63

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 1 : ตัวอย่างภาพข้อมูลแผนที่จากฐานข้อมูล Nostra Data	1
รูปที่ 2 : มาตรฐาน.....	6
รูปที่ 3 : Generalize	9
รูปที่ 4 : Merge Divided Roads.....	10
รูปที่ 5 : หลักการในการซ้อนทับ.....	10
รูปที่ 6 : Stride	12
รูปที่ 7 : Padding.....	12
รูปที่ 8 : หลักการในการซ้อนทับ.....	13
รูปที่ 9 : หลักการของการกันพื้นที่.....	14
รูปที่ 10 : การทำงานของ Web Feature Service.....	18
รูปที่ 11 : ผลลัพธ์การทำงานของ Python toolbox for zonal landscape structure analysis.....	18
รูปที่ 12 : การเรียกใช้ไลบรารี Arcpy	23
รูปที่ 13 : ข้อมูลขอบเขตการปกครองที่อยู่ในระดับตำบลจำนวน 8279 แถว.....	23
รูปที่ 14 : การรวมรหัสขอบเขต/อำเภอที่เหมือนกันจากข้อมูลคอลัมน์ ADMIN_ID2	24
รูปที่ 15 : โค้ดของการนับจำนวนในแต่ละเขต/อำเภอที่มีสถานที่ชื่อเดียวกัน	24
รูปที่ 16 : การนับจำนวนสถานที่ที่เหมือนกันในคอลัมน์ Point_Count.....	25
รูปที่ 17 : การหาความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะในคอลัมน์ Density	25
รูปที่ 18 : การหาค่าสูงสุดของความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ	26
รูปที่ 19 : การหาค่าต่ำสุดของความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ.....	27
รูปที่ 20 : การหาค่าพิสัย.....	27
รูปที่ 21 : การหาความกว้างอันตรภาคชั้น	28
รูปที่ 22 : ผลลัพธ์ของข้อมูลอำเภอที่แยกออกเป็น 2 ประเภท	29
รูปที่ 23 : การเลือกเส้นถนน	29
รูปที่ 24 : ตัวอย่างการเลือกสถานที่สำคัญจากรหัสของสถานที่สำคัญ	30
รูปที่ 25 : การปรับเส้นถนนโดยใช้หลัก Generalize.....	30
รูปที่ 26 : การรวมเส้นถนนโดยใช้หลัก Merge Divided Roads	31
รูปที่ 27 : การตี Grid กำหนดขอบเขตเพื่อเข้าสู่การจัดหมวดหมู่	31
รูปที่ 28 : การจัดหมวดหมู่ของ Grid โดยใช้อัลกอริทึม Elbow method.....	32
รูปที่ 29 : ผลลัพธ์ของการทำ K-means Clustering ที่ค่า K = 4.....	33
รูปที่ 30 : การทำ Padding	33

รูปที่ 31 : การคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่และตัวกำหนดการเลื่อนตัวกรอง.....	34
รูปที่ 32 : การหาฐานนิยมใน Feature Map.....	34
รูปที่ 33 : โค้ดการหาค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid	35
รูปที่ 34 : การสร้างจุดจากการระบุตำแหน่งพิกัดโดยผู้ใช้.....	36
รูปที่ 35 : การสร้างการกันพื้นที่ (Buffering).....	37
รูปที่ 36 : การสร้างการแสดงผลในรูปแบบรูปภาพ.....	38
รูปที่ 37 : การอัปโหลดข้อมูลเป็น Geoprocessing Service ในส่วนของการกันพื้นที่	39
รูปที่ 38 : ข้อมูล Geoprocessing Service ในส่วนของการกันพื้นที่	39
รูปที่ 39 : การอัปโหลดข้อมูลเป็น Geoprocessing Service ในส่วนของการแสดงผลในรูปแบบรูปภาพ	39
รูปที่ 40 : ข้อมูล Geoprocessing Service ในส่วนของการแสดงผลในรูปแบบรูปภาพ	40
รูปที่ 41 : การอัปโหลดข้อมูลเป็น Web Map Service.....	40
รูปที่ 42 : ข้อมูล Web Map Service	40
รูปที่ 43 : ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ Polygon จากขอบเขตระดับตำบลเป็นขอบเขตระดับอำเภอในประเทศไทย	42
รูปที่ 44 : ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ Polygon ที่แบ่งเป็นเขตเมืองและชานเมือง.....	42
รูปที่ 45 : ผลลัพธ์จากการนำข้อมูลของ POI ทั้งหมดในประเทศไทย	43
รูปที่ 46 : ผลลัพธ์จากการนำข้อมูลของ POI มาเลือกตาม polygon เขตเมืองและชานเมือง	43
รูปที่ 47 : ตัวอย่างข้อมูลเส้นถนน (L_TRANS).....	44
รูปที่ 48 : ตัวอย่างผลลัพธ์ของข้อมูลเส้นถนน(RDLNCLASS_16) ที่ทำการ Generalize.....	44
รูปที่ 49 : ผลลัพธ์ของการนำข้อมูลของเส้นถนน (RDLNCLASS_16) มาปรับโดยใช้หลัก Cartography 2 อย่าง	45
รูปที่ 50 : ผลลัพธ์แสดงภาพข้อมูลแผนที่ภาพกว้าง (zoom out) และภาพขยาย (zoom in) ของการตี Grid ที่แบ่ง clustering	45
รูปที่ 51 : ผลลัพธ์แสดงภาพข้อมูลแผนที่ภาพกว้าง (zoom out) และภาพขยาย (zoom in) ของการเพิ่ม ประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่ของ Grid	46
รูปที่ 52 : ตัวอย่างผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox).....	47
รูปที่ 53 : กราฟสรุปการประเมินผลลัพธ์จากกลุ่มนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์.....	49
รูปที่ 54 : กราฟสรุปการประเมินผลลัพธ์จากกลุ่มบุคคลทั่วไป	50
รูปที่ 55 : กราฟสรุปผลการประเมินรวมทั้งหมดจากผู้ประเมินจำนวน 105 คน.....	51
รูปที่ ก - 1 : หน้าแรกของการติดตั้งโปรแกรม ArcGIS Pro.....	58
รูปที่ ก - 2 : รอกการโหลดโปรแกรมเสร็จสิ้น.....	58
รูปที่ ก - 3 : เมื่อโหลดเสร็จแล้วให้คลิกที่ Close	59

รูปที่ ก - 4 : เข้าสู่หน้าการติดตั้งโปรแกรม	59
รูปที่ ก - 5 : เลือกที่ I accept the license agreement	60
รูปที่ ก - 6 : เลือกเงื่อนไข User ที่ต้องการใช้ใน ArcGIS Pro	60
รูปที่ ก - 7 : คลิกที่ Next	61
รูปที่ ก - 8 : คลิกที่ Install.....	61
รูปที่ ก - 9 : รอการโหลดโปรแกรมจนติดตั้งสำเร็จ.....	62
รูปที่ ก - 10 : ติดตั้งโปรแกรมสำเร็จ.....	62
รูปที่ ข - 1 : หน้าจอ Login เพื่อทำการดาวน์โหลดโปรแกรม	63
รูปที่ ข - 2 : หน้าจอดาวน์โหลด agent.....	63
รูปที่ ข - 3 : หน้าแรกของการติดตั้งโปรแกรม	64
รูปที่ ข - 4 : ยืนยันการติดตั้ง.....	64
รูปที่ ข - 5 : รอการโหลดโปรแกรมจนติดตั้งสำเร็จ.....	65
รูปที่ ข - 6 : เมื่อติดตั้งสำเร็จจะแสดงหน้าจอตั้งค่าขึ้นมาอัตโนมัติ	65
รูปที่ ข - 7 : การตั้งค่า Portal	66
รูปที่ ข - 8 : การตั้งค่า Username และ Password	66
รูปที่ ข - 9 : ติดตั้งโปรแกรมและเชื่อมต่อสำเร็จ	67

สารบัญตาราง

ตาราง 1 ข้อมูล NOSTRA ASEAN Plus Thailand ที่สำคัญในการจัดทำโครงการ.....	4
ตาราง 2 แผนการดำเนินโครงการวิจัย.....	21
ตาราง 3 การเลือกชั้นข้อมูลจากฐานข้อมูล Nostra Data	22
ตาราง 4 ผลลัพธ์ของการตรวจสอบค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid	47
ตาราง 5 เวลาต่อรอบและเวลาเฉลี่ยเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox).....	48
ตาราง 6 ผลลัพธ์การประเมินจากกลุ่มนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์	49
ตาราง 7 ผลลัพธ์การประเมินจากกลุ่มบุคคลทั่วไป	50
ตาราง 8 ผลลัพธ์การประเมินรวมทั้งหมดจากผู้ประเมินจำนวน 105 คน	51



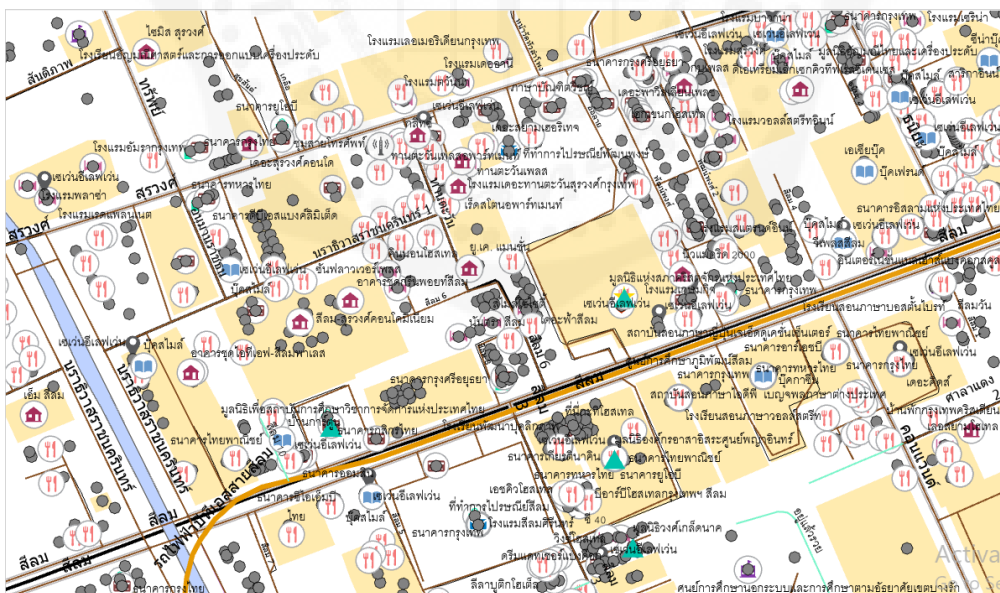
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

แผนที่ (Map) เป็นเครื่องมือที่สำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์มาอย่างยาวนาน ผู้คนนำแผนที่มาใช้ประโยชน์สำหรับการเดินทางประจำวัน หรือสำหรับการวางแผนการเดินทางไปยังสถานที่ต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแผนที่ถูกนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้นตามความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยี จากแผนที่ที่วาดด้วยมือ (hand drawn map) ที่ผู้คนใช้นำทาง สู่แผนที่ดิจิทัลในระบบที่พัฒนาต่อยอดให้ถูกนำมาใช้ในเชิงธุรกิจ เช่น ธุรกิจการคมนาคม ธุรกิจการขนส่งสินค้า และบริการ เป็นต้น

เนื่องจากความก้าวหน้าของเทคโนโลยีนั้นส่งผลให้แผนที่ดิจิทัลที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบันถูกออกแบบและพัฒนาให้มีรายละเอียดที่ครอบคลุมโดยแสดงผลเส้นทาง สถานที่ต่าง ๆ ที่สามารถค้นหาได้ผ่านทางดาวเทียมจึงทำให้แผนที่ดิจิทัลมีข้อมูลที่ละเอียดและครอบคลุมมาก ซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล แต่ก็ส่งผลให้แผนที่ดิจิทัลนี้กลายเป็นแผนที่ที่ยากต่อการใช้งานสำหรับผู้ที่ไม่มีความเชี่ยวชาญในการดูแผนที่และผู้ที่ไม่เคยใช้งาน เมื่อทำการระบุตำแหน่งพิกัดที่ต้องการค้นหาไปแผนที่จะแสดงข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล ซึ่งมีข้อมูลจำนวนมากที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานในเรื่องของการแสดงแผนที่โดยรอบตำแหน่งที่ต้องการจึงทำให้เกิดความซับซ้อนในการใช้งานมากยิ่งขึ้น ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 : ตัวอย่างภาพข้อมูลแผนที่จากฐานข้อมูล Nostra Data

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในการพัฒนารูปแบบการแสดงผลของแผนที่ดิจิทัลให้แสดงในรูปแบบที่ใช้ได้ง่ายและสะดวกมากยิ่งขึ้น จึงได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับในเรื่องของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) มาพัฒนาจากข้อมูลแผนที่เดิมที่มีจัดการข้อมูลโดยเลือกแสดงเพียงสถานที่สำคัญ (Point of Interest: POI) กับเส้นทางการเดินทางหลัก (transit) โดยใช้กระบวนการทางภูมิศาสตร์ (geoprocessing) ทำการสร้างแผนที่ (cartographic) ที่มีขอบเขตของแผนที่ (polygon) ซึ่งแสดงข้อมูลที่จัดการแล้วจะถูกเก็บลงใน Map Server เรียกใช้งานในรูปแบบของ Web Map Service (WMS)

ระบบแผนที่นี้แสดงผลในรูปแบบเว็บเมื่อผู้ใช้งานได้ทำการระบุตำแหน่งพิกัดละติจูด ลองจิจูดที่ต้องการเข้ามา จะทำการจัดการข้อมูลของแผนที่ กำหนดขอบเขต (Buffer) การแสดงผลว่าจะแสดงข้อมูลโดยรอบพิกัดในระยะเท่าใด และแสดงเฉพาะเส้นทางการเดินทางหลักและสถานที่สำคัญโดยรอบตำแหน่งที่ระบุแทนการแสดงเส้นทาง สถานที่ทั้งหมด โดยผลลัพธ์ของแผนที่ที่แสดงออกมาจากเดิมที่เป็นข้อมูลเวกเตอร์ที่แสดงอยู่บน Basemap จะทำการเปลี่ยนรูปแบบให้แสดงผลเป็นรูปภาพผ่านทางเว็บ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. สร้างแผนที่เพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลข้อมูลแผนที่ให้แสดงผลในรูปแบบที่เหมาะสมในการใช้งานมากยิ่งขึ้น
2. วิเคราะห์ข้อมูลแผนที่จาก Nostra Data [1] ในการจัดข้อมูลให้แสดงผลในรูปแบบแผนที่ที่มีเฉพาะเส้นทางหลักและสถานที่สำคัญออกมาเป็นชุดข้อมูลแผนที่ชุดใหม่
3. จัดหมวดหมู่ของ Grid ในการแบ่งระยะการกำหนดขอบเขตที่ต่างกันของพื้นที่ ด้วยการใช้ K-means Clustering
4. ศึกษาการทำงานของ Geoprocessing Service เพื่อนำมาสร้างเครื่องมือการประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox) เพื่อใช้ในการประมวลผลในการแสดงข้อมูลแผนที่
5. สร้างข้อมูล Web Map Service (WMS) และ Geoprocessing Service ให้เรียกใช้ผ่านเว็บเพื่อแสดงข้อมูลแผนที่ให้แสดงผลออกมาเป็นรูปภาพ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. นำข้อมูลแผนที่จาก Nostra Data มาจัดการหาเส้นทางการเดินทางหลักและสถานที่สำคัญที่สนใจ ทำการอัปโหลดขึ้น Map Server เป็นข้อมูล Web Map Service (WMS)
2. ใช้ K-means Clustering ในการจัดหมวดหมู่ของ Grid เพื่อเป็นตัวกำหนดระยะขอบเขตการแสดงผลของพื้นที่
3. ใช้ Python toolbox ในการสร้างตัวประมวลผลทางภูมิศาสตร์เพื่ออัปโหลดขึ้น ArcGIS Server เป็น Geoprocessing Service

4. ทดสอบประสิทธิภาพทางด้านเวลาของ Geoprocessing Service และประเมินคุณภาพด้านการแสดงผลของ Web Map Service (WMS)

1.4 สมมติฐานของงานวิจัย

1. สามารถทำข้อมูลแผนที่ของ Nostra Data มาแสดงผลในรูปแบบแผนที่ที่มีเฉพาะสถานที่สำคัญและเส้นทางการเดินทางหลักที่จำเป็นต่อการแสดงผลได้
2. สามารถแปลงการแสดงผลข้อมูลจากแผนที่ดิจิทัลให้อยู่ในรูปแบบรูปภาพ

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แก้ปัญหาสำหรับข้อมูลแผนที่ที่มากเกินไปจนความจำเป็น ให้เหลือเพียงข้อมูลที่จำเป็นดูได้ง่ายขึ้น
2. แก้ปัญหาจากเดิมที่ผู้ใช้บริการใช้การวาดแผนที่ด้วยมือเป็นการระบุตำแหน่งในหน้าเว็บ
3. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกรมคมนาคมขนส่งให้มีระบบที่ทันสมัยและสะดวกมากยิ่งขึ้น



บทที่ 2

องค์ความรู้ที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดการข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้องในเรื่องเทคโนโลยีสารสนเทศ ร่วมกับความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์ ดังนี้

2.1 ข้อมูลแผนที่ดิจิทัลสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ [2]

NOSTRA จัดเป็นข้อมูลแผนที่ดิจิทัล (Digital Map Data) ที่มีความละเอียดและถูกต้องมากที่สุด ในปัจจุบัน อีกทั้งข้อมูลยังครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศไทยที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย รูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ระบบนำทาง (navigation) ระบบติดตามรถยนต์ (tracking) ระบบแผนที่ออนไลน์ (Map Server) และอีกหลากหลายตามความต้องการของผู้ใช้งานในแต่ละองค์กร ซึ่งข้อมูลแผนที่ NOSTRA นั้น ประกอบไปด้วยข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial) ที่แสดงในรูปของแผนที่ที่เชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงบรรยาย (attribute data) หรือฐานข้อมูล (Database) การเชื่อมโยงข้อมูลทั้งสองประเภทเข้าด้วยกัน ทำให้ผู้ใช้สามารถที่จะแสดงข้อมูลทั้งสองประเภทได้พร้อม ๆ ซึ่ง สามารถนำไปแสดงผลวิเคราะห์ข้อมูล หรือบริการเรียกดูข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายได้ตามต้องการ

ข้อมูล NOSTRA ASEAN Plus Thailand [2]

ข้อมูล NOSTRA ASEAN Plus Thailand พัฒนาโดยบริษัท โกลบเทค จำกัดในกลุ่มบริษัทซีดีจี ซึ่งเป็นบริษัทด้านแผนที่ดิจิทัลประเทศไทยและภูมิภาคอาเซียน โดยข้อมูลประกอบไปด้วยสถานที่สำคัญ เส้นทาง และข้อมูลภูมิศาสตร์อื่น ๆ ดังตาราง 1

ตาราง 1 ข้อมูล NOSTRA ASEAN Plus Thailand ที่สำคัญในการจัดทำโครงการ

ชั้นข้อมูล	ชื่อไฟล์	Feature type
ขอบเขตการปกครอง	ADMIN_POLY	Polygon
เส้นทาง	L_TRANS	Line
สถานที่สำคัญ	LANDMARK	Point
แหล่งน้ำ	HYDROLOGY	Polygon
เส้นทางรถไฟ	RAILWAY	Line
สถานที่สาธารณะ	PUBLIC_AREA	Polygon

ชั้นข้อมูล	ชื่อไฟล์	Feature type
ตำแหน่งจุดเขตการปกครอง	ADMIN_POINT	Point
แนวเขตการปกครอง	ADMIN_LINE	Line
เส้นทางระบบขนส่งมวลชน	MASSTRANSIT	Line
เขตเทศบาล	MUNICIPAL	Polygon
ตำแหน่งทางแยก	INTERSECTION	Point
เขตอุทยานแห่งชาติ	NATIONAL_PARK	Polygon

2.2 การทำแผนที่ (Cartographic) [3]

การทำแผนที่ (Cartographic) คือ การนำข้อมูลหรือผลของข้อมูลมาอยู่ในรูปแผนที่เพื่อให้ผู้จัดทำแผนที่สามารถสื่อสารเนื้อหาของข้อมูลกับผู้ใช้แผนที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันได้มีการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการทำแผนที่ด้วย

2.2.1 การแบ่งขอบเขต

การแบ่งโดยใช้สูตรความหนาแน่น [4]

การแบ่งโดยใช้สูตรความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ ซึ่งอ้างอิงมาจากสูตรความหนาแน่นของประชากร ดังสมการที่ (2-1)

$$\text{ความหนาแน่นของประชากร} = \frac{\text{จำนวนประชากรทั้งหมด}}{\text{ขนาดพื้นที่}} \quad (2 - 1)$$

และนำมาประยุกต์เป็นการหาความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ ดังสมการที่ (2-2)

$$\text{ความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ} = \frac{\text{จำนวนสถานที่สาธารณะทั้งหมด}}{\text{ขนาดพื้นที่}} \quad (2 - 2)$$

การแบ่งช่วงความหนาแน่น [5]

การแบ่งช่วงความหนาแน่นของข้อมูลจากการหาอันตรภาคชั้น (Class Interval) ดังสมการที่ (2-3) และสมการที่ (2-4)

$$\text{พิสัย} = \text{ค่าสูงสุด} - \text{ค่าต่ำสุด} \quad (2 - 3)$$

$$\text{ความกว้างอันตรภาคชั้น} = \frac{\text{พิสัย}}{\text{จำนวนอันตรภาคชั้น}} \quad (2 - 4)$$

2.2.2 มาตราส่วน (Scale) [6]

มาตราส่วนแผนที่ (Map scale) โดยแผนที่คือรูปฉายเส้นที่เขียนหรือกำหนดขึ้นเพื่อแสดงสัญลักษณ์ของแผนที่ทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนลงบนพื้นราบตามมาตราส่วน โดยใช้สีและสัญลักษณ์แทนรายละเอียดของภูมิประเทศและสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นสิ่งต่าง ๆ ที่ปรากฏบนแผนที่จะมีขนาดย่อส่วนจากขนาดจริงด้วยอัตราส่วนระยะบนแผนที่ต่อระยะเดียวกัน บนพื้นผิวโลกโดยเทียบเศษเป็น 1 ดังสมการที่ (2-5)

$$\text{มาตราส่วนแผนที่} = \frac{\text{ระยะบนแผนที่}}{\text{ระยะเดียวกันบนพื้นดิน}} \quad (2 - 5)$$

ตัวอย่างแผนที่มาตราส่วน 1:1,000 หมายถึง วัดระยะบนแผนที่ได้ 1 มิลลิเมตรจะมีค่าเท่ากับระยะบนพื้นดิน 1,000 มิลลิเมตรหรือ 1 เมตร

มาตราส่วนแผนที่แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

1. แผนที่มาตราส่วนใหญ่ (Large scale map) คือแผนที่มาตราส่วน 1:250, 1:500, 1:2,500, 1:4000, 1:5,000
2. แผนที่มาตราส่วนกลาง (Medium scale map) คือแผนที่มาตราส่วน 1:10,000, 1:20,000, 1:25,000
3. แผนที่มาตราส่วนเล็ก (Small scale map) คือแผนที่มาตราส่วน 1:50,000, 1:100,000, 1:250,000, 1:500,000, 1:1,000,000 ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 : มาตราส่วน

ที่มา : [ออนไลน์] <https://www.gistda.or.th/main/th/node/905>

2.2.3 ระบบพิกัด (Coordinate system) [7]

ระบบพิกัด (Coordinate system) เป็นระบบที่สร้างขึ้นสำหรับใช้อ้างอิงในการกำหนดตำแหน่งหรือบอกตำแหน่งพื้นโลกจากแผนที่ มีลักษณะเป็นตารางโครงข่ายที่เกิดจากตัดกันของเส้นตรงสองชุดที่ถูกกำหนดให้วางตัวในแนวทิศเหนือ-ทิศใต้และแนวทิศตะวันออก-ทิศตะวันตก ตามแนวของจุดกำเนิด (origin) ที่กำหนดขึ้น ค่าพิกัดที่ใช้อ้างอิงในการบอกตำแหน่งต่าง ๆ จะใช้ค่าของหน่วยที่นับออกจากจุดกำเนิดเป็นระยะเชิงมุม (degree) หรือเป็นระยะทาง (distance) ไปทางทิศเหนือหรือทิศใต้และทิศ

ตะวันออกหรือทิศตะวันตก ตามตำแหน่งของตำบลที่ต้องการหาค่าพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ จะถูกเรียกอ้างอิงเป็นตัวเลขในแนวตั้งและแนวนอนตามหน่วยวัดระยะใช้วัดสำหรับระบบพิกัดที่ใช้อ้างอิงกำหนดตำแหน่งบนแผนที่

ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate system) [7]

ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ (Geographic coordinate system) เป็นระบบพิกัดที่กำหนดตำแหน่งต่าง ๆ บนพื้นโลกด้วยวิธีการอ้างอิงบอกตำแหน่งเป็นค่าระยะเชิงมุมของละติจูด (Latitude) และลองจิจูด (Longitude) ตามระยะเชิงมุมที่ห่างจากจุดกำเนิด (origin) ของละติจูดและลองจิจูดที่กำหนดขึ้นสำหรับจุดกำเนิดของละติจูด (origin of Latitude) นั้นกำหนดขึ้นจากแนวระดับที่ตัดผ่านศูนย์กลางของโลกและตั้งฉากกับแกนหมุนเรียกแนวระนาบจุดกำเนิดนั้นว่าเส้นศูนย์สูตร (Equator) ซึ่งแบ่งโลกออกเป็นซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ ดังนั้นค่าระยะเชิงมุมของละติจูดจะเป็นค่าเชิงมุมที่เกิดจากมุมที่ศูนย์กลางของโลกกับแนวระดับฐานกำเนิดมุมที่เส้นศูนย์สูตรที่วัดค่าของมุมออกไปทั้งซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้ค่าของมุมจะสิ้นสุดที่ขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้มีค่าเชิงมุม 90 องศาพอดี ดังนั้นการใช้ค่าระยะเชิงมุมของละติจูดอ้างอิงบอกตำแหน่งต่าง ๆ นอกจากจะกำหนดเรียกว่าวัดเป็นองศา ลิปดาและฟิลิปดา แล้วจะบอกซีกโลกเหนือหรือใต้กำกับด้วยเสมอ

2.2.4 หลักการในการเลือกเส้นทางและสถานที่สำคัญ

1) หลักการในการเลือกสถานที่สำคัญ [7]

MOT Transport FGDS เป็นชุดข้อมูลพื้นฐานเชิงพื้นที่ด้านเส้นทางคมนาคมขึ้นจากข้อมูล ArcData Thairoad ของบริษัททีไอเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย) จำกัด ด้วยการบูรณาการข้อมูลด้านโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกด้านการขนส่งที่อยู่ในความรับผิดชอบของกระทรวงคมนาคมและข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง และถือเป็นข้อมูลแผนที่พื้นฐาน (basemap) ด้านคมนาคม โดยจัดทำจากแผนที่เชิงเลขมาตราส่วน 1:20,000 ทั่วประเทศและมาตราส่วน 1:4,000 ในเขตกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี สมุทรปราการ และสมุทรสาคร ในเขตอำเภอเมืองทั่วประเทศ โดยนำทั้ง 2 มาตราส่วนมารวมเข้าด้วยกันเป็นชุดข้อมูล MOT Transport FGDS และเป็นลิขสิทธิ์ข้อมูลและการใช้งานของกระทรวงคมนาคม

Feature Catalogue ของรายการข้อมูลในชั้นข้อมูลเขตชุมชน/อาคาร รายละเอียดเนื้อหาของข้อมูลภูมิศาสตร์ในชั้นข้อมูลชุมชน/อาคาร สามารถถูกอธิบายในลักษณะของ Feature Catalogue ตามมาตรฐาน ISO19110

2) หลักในการเลือกเส้นทางที่สำคัญ [8]

ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงชนบท ถนนท้องถิ่น

ทางหลวงในประเทศไทยเป็นเครือข่ายของทางหลวงที่อยู่ในประเทศไทย โดยปกติมักหมายถึงทางหลวงแผ่นดินซึ่งอยู่ในความควบคุมของกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม ทางหลวงในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 5 ประเภทตามพระราชบัญญัติทางหลวง พ.ศ.2535 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติทางหลวง (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2549 ได้แก่ ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงชนบท ทางหลวงท้องถิ่น และทางหลวงสัมปทาน

กรมทางหลวงรับผิดชอบดูแล 3 ประเภท คือ ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงสัมปทาน นอกจากทางหลวง 5 ประเภท ดังกล่าว ยังมีทางพิเศษที่รับผิดชอบในการก่อสร้างและบำรุง ทางด่วนโดยการทางพิเศษแห่งประเทศไทยและการดำเนินการก่อสร้างทางเฉพาะกิจของหน่วยงานต่าง ๆ ทางหลวงพิเศษหรือทางหลวงพิเศษระหว่างเมืองคือทางหลวงที่จัดหรือทำไว้เพื่อให้การจราจรผ่านได้ตลอดรวดเร็วเป็นพิเศษ

ทางหลวงได้จำแนกออกเป็น 4 ระดับย่อยดังนี้

1. ทางหลวงที่มีหมายเลขตัวเดียว หมายถึงทางหลวงหลักที่เชื่อมต่อระหว่างกรุงเทพมหานครไปยังภูมิภาคหลักของประเทศไทย มีทั้งหมด 4 สาย ได้แก่ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 1 (ถนนพหลโยธิน), ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 (ถนนมิตรภาพ), ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 3 (ถนนสุขุมวิท) และทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม)
2. ทางหลวงที่มีหมายเลขสองตัว หมายถึงทางหลวงแผ่นดินสายประธานตามภาคต่าง ๆ ที่มีลักษณะโครงข่ายเชื่อมต่อกับทางหลวงหมายเลขตัวเดียวผ่านพื้นที่สำคัญหลายจังหวัด เชื่อมต่อกันเป็นระยะทางยาวและมีลักษณะกระจายพื้นที่ให้บริการของทางหลวงจากทางหลวงแผ่นดินหมายเลขตัวเดียวออกสู่พื้นที่ทั่วประเทศอย่างเหมาะสม
3. ทางหลวงที่มีหมายเลขสามตัว หมายถึงทางหลวงแผ่นดินสายรองประธานที่มีลักษณะโครงข่ายเชื่อมต่อกับทางหลวงหมายเลขตัวเดียวหรือสองตัวเข้าสู่สถานที่สำคัญของจังหวัดหรืออาจจะไม่ผ่านพื้นที่สำคัญแต่มีลักษณะเชื่อมต่อเป็นโครงข่ายที่ดีสามารถกระจายพื้นที่ให้บริการทางหลวงออกสู่พื้นที่ย่อยหรือเป็นทางลักษณะขนานกับแนวชายแดนต่อเนื่องกันเป็นระยะทางยาว
4. ทางหลวงที่มีหมายเลขสี่ตัว หมายถึงทางหลวงแผ่นดินที่เชื่อมระหว่างจังหวัดกับอำเภอหรือสถานที่สำคัญของจังหวัดนั้นในลักษณะการกระจายพื้นที่ให้บริการทางหลวงออกสู่พื้นที่ย่อย แต่ไม่ได้เชื่อมต่อเป็นโครงข่ายระยะทางยาว

เลือกเฉพาะถนนสายหลักที่มีความสำคัญในการเดินทางใช้ข้อมูลเส้นทางการจากข้อมูลเส้นถนน (L_TRANS) โดยเลือกจากประเภทของเส้นถนน (RDLNCLASS) ได้แก่

1. ทางหลวงแผ่นดินสายหลักที่เชื่อมโยงระดับประเทศและภูมิภาค
2. ทางหลวงแผ่นดินสายรองที่เชื่อมโยงภูมิภาคและเมืองภายในประเทศ
3. ถนนสายหลักในแต่ละจังหวัด
4. ถนน/ซอย สายรองที่เชื่อมสายหลัก

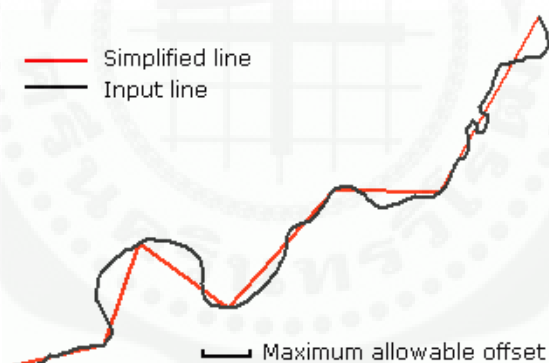
และในขอบเขตชุมชนชนเมืองจะแสดงเพิ่มเติม คือ

5. ถนนทั่วไป

2.2.5 การปรับเส้นทาง

1) การปรับแบบทั่วไป (Generalize) [9]

การปรับแบบทั่วไป (Generalize) เป็นกระบวนการที่ใช้อัลกอริทึมเดียวกับการลดความซับซ้อนของเส้น (Simplify line) โดยการลบจุดที่อยู่สูงสุดของแต่ละเส้นโค้งโดยใช้ The Douglas Peucker simplification algorithm จัดการจุดที่ไม่เกี่ยวข้องและในขณะเดียวกันก็รักษารูปทรงของเส้นที่จำเป็นไว้ไม่ให้ตำแหน่งผิดพลาดไปจากเดิม ดังรูปที่ 3

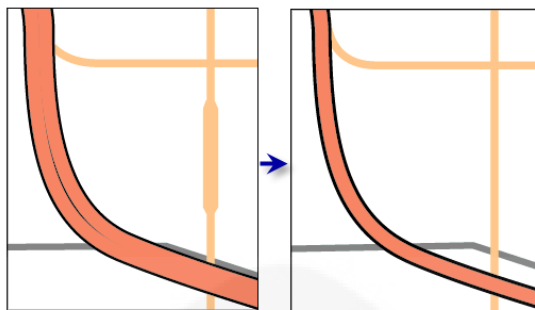


รูปที่ 3 : Generalize

ที่มา : [ออนไลน์] <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/editing/generalize.htm>

2) การรวมเส้นถนนที่แยกกัน (Merge Divided Roads) [10]

การรวมเส้นถนนที่แยกกัน (Merge Divided Roads) เป็นกระบวนการจัดการเส้นทางเพื่อลดความซับซ้อนของการแสดงผลรวมเส้นทางขนาดใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง โดยทำการรวมเส้นที่มีทิศทางกำหนดไปในทิศทางเดียวกันเข้าด้วยกันเพื่อลดความหนาแน่นของเส้นถนน ดังรูปที่ 4

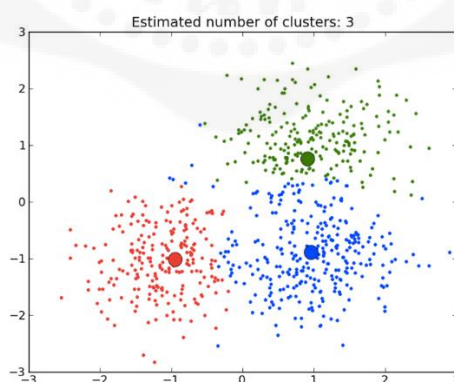


รูปที่ 4 : Merge Divided Roads

ที่มา : [ออนไลน์] <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/cartography/merge-divided-roads.htm>

2.3 เทคนิคการจัดกลุ่ม (Clustering Model) [11]

เทคนิคการจัดกลุ่ม (Clustering Model) เป็น Machine Learning Model ประเภท Unsupervised ที่ไม่มี Target หรือไม่มีต้นแบบของผลลัพธ์ทำให้ไม่สามารถวัดผลในเชิง Accuracy ได้ เช่น ไม่เคยมีการจัดประเภทมาก่อนเลยแต่ต้องการให้ Model จัดกลุ่มให้โดยใช้คุณลักษณะ (attribute) เป็นตัวแจกแจงแนวทางในการจัดกลุ่ม ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 : หลักการในการซ้อนทับ

ที่มา : [ออนไลน์] https://static.wixstatic.com/media/21a510_75a1555a90b44cd4b3e21f458350688f~mv2.png/v1/fill/w_708,h_575,al_c,q_90,usm_0.66_1.00_0.01/21a510_75a1555a90b44cd4b3e21f458350688f~mv2.webp

2.3.1 การจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-means Clustering) [12]

การจัดกลุ่มแบบเคมีน (K-means Clustering) เป็นการจัดกลุ่มโดยต้องมีการกำหนดจำนวนกลุ่มที่ต้องการจัดกลุ่มข้อมูลก่อนเป็นหนึ่งในวิธีการแบ่งเวกเตอร์ (vector quantization) วิธีนี้เป็นที่นิยมสำหรับการแบ่งกลุ่มข้อมูล (cluster analysis) การแบ่งกลุ่มข้อมูลแบบ K-means ใช้สำหรับการแบ่งการสังเกตจำนวน n สิ่งเป็น k กลุ่ม

2.3.2 เทคนิคการค้นหาจำนวนคลัสเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดข้อมูล (Elbow method) [13]

เทคนิคการค้นหาจำนวนคลัสเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุดข้อมูล (Elbow method) เป็นการวิเคราะห์ที่ใช้ในการกำหนดจำนวนคลัสเตอร์ในชุดข้อมูล วิธีการคือใช้การวัดข้อผิดพลาด (Error measurement) ของผลรวมของระยะห่างระหว่าง Object กับ Centroid เมื่อความผิดพลาดลดน้อยลง เส้นโค้งที่มีความชันจะเริ่มโค้งและราบเรียบ (smooth) จนเกิดเป็นมุมลักษณะเหมือน Elbow จุดนี้เป็นจุดที่ให้ค่าจำนวนกลุ่ม Cluster ที่ดีที่สุด

2.4 คอนโวลูชัน (Convolution) [14]

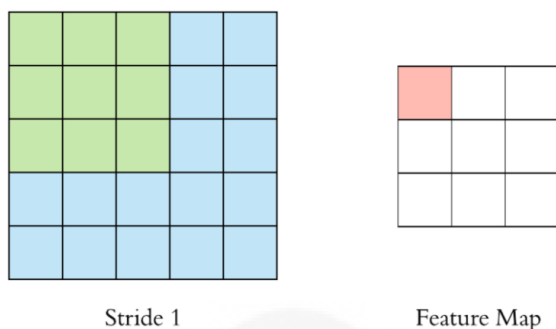
คอนโวลูชัน (Convolution) คือการคำนวณแบบ Dot Product ระหว่างพื้นที่ส่วนย่อยของรูปภาพ (sub-region) กับเคอร์เนล (kernel) เพื่อดึงลักษณะเด่น (feature extraction) ออกมาจากรูปภาพ โดยเคอร์เนลที่นำมาคำนวณจะมีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ส่วนย่อยของรูปภาพ โดยกำหนดเป็นเมทริกซ์จัตุรัส (square matrix)

2.4.1 ขั้นตอนการคัดแยกคุณลักษณะเด่น (Feature extraction) [15]

ขั้นตอนการคัดแยกคุณลักษณะเด่น (Feature extraction) เป็นการคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่ (spatial convolution) จะเริ่มจากการกำหนดค่าในตัวกรอง (filter) หรือเคอร์เนล (kernel) ที่ช่วยดึงคุณลักษณะที่ใช้ในการรู้จำวัตถุออก โดยปกติตัวกรองหรือเคอร์เนลอันหนึ่งจะดึงคุณลักษณะที่สนใจออกมาได้หนึ่งอย่าง

2.4.2 ตัวกำหนดการเลื่อนตัวกรอง (Stride) [15]

ตัวกำหนดการเลื่อนตัวกรอง (Stride) เป็นตัวกำหนดว่าจะเลื่อนตัวกรอง (filter) ไปด้วยจำนวนเท่าไร ดังรูปที่ 6

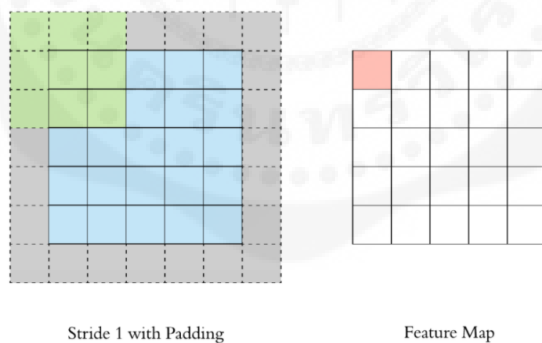


รูปที่ 6 : Stride

ที่มา : [ออนไลน์] <https://www.glurgeek.com/wp-content/uploads/2019/05/9-2.png>

2.4.3 การขยายขอบของข้อมูล (Padding) [15]

การขยายขอบของข้อมูล (Padding) คือการขยายขอบของข้อมูลอินพุตออกทุกด้านเท่า ๆ กันดังรูปที่ 7 พื้นที่สีเทาขอบ ๆ อินพุตเป็นพื้นที่ที่เติมเข้าไปโดยอาจจะเป็นเติม 0 หรือค่าต่าง ๆ เข้าไปเพื่อให้เวลาในการทำ Convolution นั้น feature map ที่ได้ยังคงมีขนาดเท่ากับอินพุต



รูปที่ 7 : Padding

ที่มา : [ออนไลน์] <https://www.glurgeek.com/wp-content/uploads/2019/05/11-4.png>

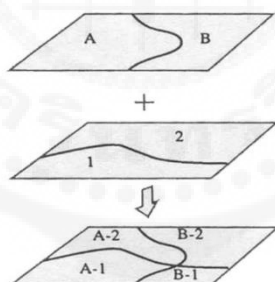
2.5 กระบวนการทางภูมิศาสตร์ (Geoprocessing) [16]

กระบวนการทางภูมิศาสตร์ (Geoprocessing) เป็นหนึ่งในความสามารถขั้นพื้นฐานของ GIS เป็นกระบวนการทำงานทั้งหมดที่อยู่ภายใน GIS ซึ่งจะรับเอาอินพุตเข้ามาเพื่อสร้างเป็นเอาต์พุตใหม่ผ่านกระบวนการต่าง ๆ ได้แก่ การซ้อนทับการของ Feature (Features overlay) เป็นต้น ขั้นตอนการปฏิบัติงานคือ กำหนดงานขึ้นโดยการรับอินพุตเพื่อทำการสร้างข้อมูลสารสนเทศใหม่ที่สามารถตอบคำถามในเชิงของพื้นที่ได้ เครื่องมือกระบวนการทางภูมิศาสตร์สามารถรองรับงาน GIS ในระดับทั่วไปที่เรียกใช้งานเป็นประจำ เช่น การซ้อนทับ (Overlay) การสร้างพื้นที่กันชน (Buffering) และการเชื่อมความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ระหว่าง Feature (Spatial join) และการจัดการข้อมูล

2.5.1 เทคนิคการซ้อนทับ (Overlay) [17]

เทคนิคการซ้อนทับ (Overlay) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญและเป็นพื้นฐานทั่วไปในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หลักการคือการนำข้อมูลที่มีอยู่เข้ามารวมกันจากแหล่งข้อมูลที่มีอยู่หลากหลายเพื่อใช้ในการตัดสินใจแก้ปัญหา (Decision Making)

โดยทั่วไปในการซ้อนทับข้อมูลแผนที่จะอาศัยจุดคู่ควบ (x,y) และข้อมูลเชิงบรรยายจะถูกสร้าง ขึ้นใหม่หลังจากทำการซ้อนทับ ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์การซ้อนทับข้อมูลอาจจะใช้กระบวนการทางเลขคณิต (arithmetic) เช่น การบวก, ลบ, คูณ, หาร หรือตรรกศาสตร์ (logical) เช่น AND, OR, XOR ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 : หลักการในการซ้อนทับ

ที่มา : [ออนไลน์] [http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008/modules.php?](http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008/modules.php?m=gis_forever&gr=remotesensing&page=12)

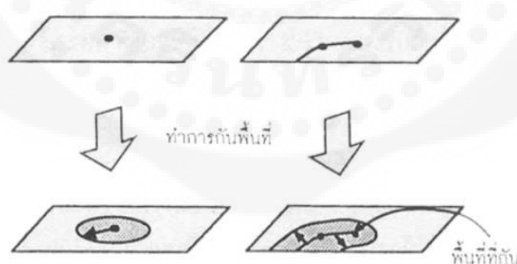
[m=gis_forever&gr=remotesensing&page=12](http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008/modules.php?m=gis_forever&gr=remotesensing&page=12)

2.5.2 เทคนิคการกันพื้นที่ (Buffering) [18]

หลักการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่อีกประเภทที่นิยมใช้กันมากคือฟังก์ชันการหาพื้นที่ใกล้เคียง (ใกล้เคียง) ของวัตถุซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม “ฟังก์ชันความใกล้เคียง (Neighborhood function)” ประเภทหนึ่ง ฟังก์ชันดังกล่าวนอกจากใช้ตอบคำถามว่าตำแหน่งไหนอยู่ที่ใดและยังตอบได้ว่ามีสิ่งใดอยู่ใกล้กับวัตถุเป้าหมายอีกด้วย วิธีการของฟังก์ชันความใกล้เคียงประกอบไปด้วยการคำนวณค่าที่อยู่ใกล้เคียง (Proximity computation) การคำนวณพื้นที่ส่วนที่ขยายออก (Spread computation) และการคำนวณเพื่อค้นหา (Seek computation) ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธีการคำนวณค่าที่อยู่ใกล้เคียงสำหรับวิธีการคำนวณค่าที่อยู่ใกล้เคียงที่รู้จักกันดีคือการสร้างพื้นที่กันชน ซึ่งเป็นการสร้างพื้นที่ล้อมรอบตัวแทนข้อมูลเชิงพื้นที่ (จุด เส้น และอาณาบริเวณ) ด้วยระยะห่างตามที่กำหนด ผลที่ได้คือชั้นข้อมูลใหม่ที่แสดงระยะห่างออกจากลักษณะที่ระบุ นอกจากนั้นเรายังใช้พื้นที่กันชนเพื่อควบคุมความเสียดทานบนพื้นผิว (friction surface) ภูมิประเทศ (topography) ตัวกั้น (barrier) และอื่น ๆ ได้อีกด้วย การสร้างแนวกันชนสามารถกระทำกับข้อมูลที่เป็นเวกเตอร์และแรสเตอร์

พื้นที่กันชนตามระยะทางที่กำหนด (At a specified distance หรือ Arbitrary Buffer) [18]

พื้นที่กันชนตามระยะทางที่กำหนด (At a specified distance หรือ Arbitrary Buffer) เป็นการกำหนดค่าคงที่สำหรับการสร้างระยะกันชน พื้นที่กันชนที่ถูกสร้างจะมีระยะทางออกจากวัตถุเป้าหมายเท่ากันในทุกทิศทางโดยวัตถุที่เป็นอาณาบริเวณสามารถเลือกสร้างระยะกันชนเข้ามาในพื้นที่ (set back) หรือออกจากพื้นที่ก็ได้ การสร้างแนวกันชนประเภทนี้นิยมใช้เพื่อกำหนดเขตควบคุมการระบาดหรือการสร้างรัศมีพื้นที่ออกจากเขตโรงงานอุตสาหกรรม ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 : หลักการของการกันพื้นที่

ที่มา : [ออนไลน์] http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008

/modules.php?m=gis_foreveryone&gr=remotesensing&page=12

2.6 เว็บเซอร์วิส (Web service) [19]

เว็บเซอร์วิส (Web service) คือระบบซอฟต์แวร์ที่ออกแบบมาเพื่อสนับสนุนการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบเครือข่าย โดยที่ภาษาที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์คือเอกซ์เอ็มแอล เว็บเซอร์วิสมีอินเทอร์เน็ตเฟสที่ใช้อธิบายรูปแบบข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์ประมวลผลได้ เช่น WSDL ระบบคอมพิวเตอร์ใช้งานสื่อสารโต้ตอบกับเว็บเซอร์วิสตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้แล้วโดยการส่งสาส์นตามอินเทอร์เน็ตเฟสของเว็บเซอร์วิส นั้น โดยที่สาส์นดังกล่าวอาจแนบไว้ในช่อง SOAP หรือส่งตามอินเทอร์เน็ตเฟสในแนวทางของ REST สาส์นเหล่านี้ปกติแล้วถูกส่งโดยอาศัย HTTP และใช้ XML ร่วมกับมาตรฐานเกี่ยวกับเว็บอื่น ๆ โปรแกรมประยุกต์ที่เขียนโดยภาษาต่าง ๆ และทำงานบนแพลตฟอร์มต่าง ๆ กันสามารถใช้เว็บเซอร์วิสเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านทางเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เช่น อินเทอร์เน็ต ในลักษณะเดียวกับการสื่อสารระหว่างโพรเซส (Inter-process communication) บนเครื่องเดียวกัน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระบบที่ต่างกันนี้ (เช่น การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมที่เขียนโดยภาษาจาวาและโปรแกรมที่เขียนโดยภาษาไพทอนหรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนไมโครซอฟท์วินโดวส์และโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนลินุกซ์) เกิดขึ้นได้เนื่องจากการใช้มาตรฐานเปิดโดย OASIS และ W3C เป็นคณะกรรมการหลักในการรับผิดชอบมาตรฐานและสถาปัตยกรรมของเว็บเซอร์วิส

รูปแบบเว็บแมพเซอร์วิสที่ให้บริการ

1) เชพไฟล์ (shape file) [20]

เชพไฟล์ (shape file) เป็นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ประเภทหนึ่งที่เก็บข้อมูลอยู่ในรูปของเวกเตอร์ (vector) ใน 3 ลักษณะ คือ จุด (point) เส้น (line) และรูปปิด (polygon) ซึ่งจะแยกเก็บเป็นแต่ละชั้นข้อมูล (layer) ประกอบด้วยไฟล์อย่างน้อย 3 ไฟล์ ได้แก่

1. ไฟล์ประเภท (.shp) ประกอบไปด้วยข้อมูลเวกเตอร์แต่ละประเภท และอ้างอิงพิกัด UTM
2. ไฟล์ประเภท (.dbf) ประกอบไปด้วยข้อมูลในรูปแบบตารางฐานข้อมูลเพื่อแสดงรายละเอียดของแต่ละเวกเตอร์
3. ไฟล์ประเภท (.shx) ทำหน้าที่ผสมผสานไฟล์ (.shp) และ (.dbf) เข้าด้วยกัน

2) เว็บแมพเซอร์วิส (WMS : Web Map Service) [20]

เว็บแมพเซอร์วิส (WMS : Web Map Service) เป็นรูปแบบการให้บริการข้อมูลโดยทำการแปลงข้อมูลที่เป็นลักษณะข้อมูลตั้งต้นหรือ Raw Data จากเครื่องแม่ข่าย (Server) ส่งเป็นข้อมูลในรูปแบบไฟล์ภาพ (Image format) เช่น JPEG, PNG, TIFF ไปยังผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้ข้อมูลในพิกัดต่างกันได้ ระบบจะแสดงข้อมูลที่แปลงค่าพิกัดตามที่ผู้ใช้องขอ นอกจากนี้ยังแสดงผลข้อมูลล่าสุดทุกครั้งที่ใช้ทำให้ข้อมูลมีความทันสมัยอยู่เสมอ

2.7 เครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Geoprocessing Service) [21]

เครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Geoprocessing Service) หมายถึงการสร้างบริการการประมวลผลทางภูมิศาสตร์ คำนวณพื้นที่และข้อมูลเพื่อนำไปเรียกใช้ภายในองค์กร คือการเลือกหรือสร้างเครื่องมือการกำหนดพารามิเตอร์อินพุตและเอาต์พุตของงานและตำแหน่งของข้อมูลใด ๆ ที่ใช้งาน มีขั้นตอนดังนี้

1. เลือกเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์อย่างน้อยหนึ่งรายการที่จะกลายเป็นงานในบริการ สามารถใช้หนึ่งในเครื่องมือระบบที่มาพร้อมกับ ArcGIS หรือสร้างเครื่องมือเองโดยใช้ Model Builder หรือ Python scripting
2. การรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นในการใช้งานเครื่องมือ โดยทั่วไปชุดข้อมูลเหล่านี้เป็นเลเยอร์ในสารบัญ ArcMap
3. เรียกใช้เครื่องมือเพื่อสร้างผลลัพธ์ในหน้าต่างผลลัพธ์
4. การกำหนดสัญลักษณ์ของชุดข้อมูลอินพุตและเอาต์พุต
5. แบ่งปันผลลัพธ์เป็นบริการประมวลผลทางภูมิศาสตร์ เมื่อคุณแชร์ผลลัพธ์คุณใช้ Service Editor เพื่อกำหนดโหมดการป้อนข้อมูลของชุดข้อมูล พร้อมกับคุณสมบัติอื่น ๆ ของบริการและงานของเซอร์วิส

2.8 การพัฒนาระบบด้วย Software ทางด้าน GIS [22]

การพัฒนาระบบด้วย Software ทางด้าน GIS ระบบภูมิสารสนเทศ เป็นการรวบรวมบริหารจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลบนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ด้านแผนที่ ซึ่งเป็นการนำเอาข้อมูลต่าง ๆ มาซ้อนลงบนแผนที่และภาพ 3 มิติเพื่อให้สามารถมองเห็นข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น นำไปสู่การคิดวิเคราะห์ให้เห็นความสัมพันธ์กันของข้อมูลและรูปแบบของข้อมูลต่อพื้นที่ที่สามารถนำไปใช้วางแผนธุรกิจ ตัดสินใจ แก้ปัญหาหรือสามารถนำไปเป็นต่อยอดเป็น solution เพื่อให้เกิดเป็น Location Intelligence การวิเคราะห์ด้วยระบบภูมิสารสนเทศในมุมมองใหม่ๆ เช่น การจัดการเส้นทางการขนส่ง การแบ่งเขตการทำ site selection หรือการเลือกทำเลที่ตั้ง

2.8.1 ArcGIS Server [23]

ArcGIS Server เป็นซอฟต์แวร์ที่ช่วยให้สามารถสร้าง จัดการและกระจายของ GIS Service สนับสนุนการใช้งานบน Desktop mobile และ Web Application นอกจากนี้ ArcGIS Server ได้ปรับขนาดแพลตฟอร์มเซิร์ฟเวอร์ GIS ที่สามารถใช้งานในเครื่องเดียวเพื่อสนับสนุนกลุ่มงานขนาดเล็กหรือสามารถกระจายในหลายเซิร์ฟเวอร์เพื่อรองรับการใช้งานรัฐวิสาหกิจยังสามารถปรับใช้ ArcGIS Server on Cloud สำหรับการพัฒนา ArcGIS Server สามารถแบ่งคอมโพเนนต์สำหรับการสร้างไว้ 2 แบบ คือ Web MAP API และ Web MAP ADF Framework

2.8.2 ArcGIS Pro [24]

ArcGIS Pro เป็นซอฟต์แวร์ที่ติดตั้งบนโน้ตบุ๊กหรือแล็ปท็อป เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการสร้าง จัดเก็บ รวมถึงใช้ในการวิเคราะห์เจาะลึกข้อมูลเชิงธุรกิจสำหรับการใช้ในการตัดสินใจเพื่อประหยัดงบประมาณ ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและยังแบ่งปันข้อมูลให้ผู้ได้รับผลกระทบ หรือผู้มีส่วนเกี่ยวข้องได้อีกด้วย ArcGIS Pro สามารถจัดการแผนที่และข้อมูลเพื่อทำให้เกิดข้อมูลรูปแบบใหม่เพื่อการตัดสินใจด้วย ArcGIS Pro และยังสามารถสร้างแอปพลิเคชันและแบ่งปันการใช้ข้อมูลร่วมกันผ่าน ArcGIS Platform การใช้ ArcGIS Pro ร่วมกับ ArcGIS Online ทำให้สามารถเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการได้ พร้อมแอปพลิเคชันการใช้งานได้ทันทีและเป็นการวิเคราะห์บนพื้นฐานการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์โดยการทดสอบสมมติฐานและมุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ ดังนั้นคำตอบที่ได้จึงเป็นข้อเท็จจริงไม่ใช่ความคิดเห็นหรือการคาดคะเน

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยเรื่อง “K-Value Selection Method of K-means Clustering Algorithm” [25]

ในบรรดาอัลกอริทึมการจัดกลุ่มทั้งหมด อัลกอริทึม K-means ได้ถูกใช้อย่างกว้างขวาง เพราะเป็นอัลกอริทึมที่เรียบง่ายและรวดเร็วในการลู่เข้า ค่า K ของการจัดกลุ่ม ต้องถูกกำหนดไว้ล่วงหน้า และการเลือกค่า K จะมีผลโดยตรงต่อผลของการจัดกลุ่ม ในบทความนี้จะเป็นการวิเคราะห์อัลกอริทึมการเลือกค่า K 4 แบบหลัก ได้แก่ Elbow Method, Gap Statistic, Silhouette Coefficient และ Canopy โดยให้ pseudo code ของอัลกอริทึม และใช้ชุดข้อมูลมาตรฐาน Iris สำหรับการตรวจสอบการทดลอง และได้ผลสรุปว่าสำหรับการจัดกลุ่มชุดข้อมูลขนาดเล็กวิธีการเลือกค่า K ทั้ง 4 ที่กล่าวถึงในบทความสามารถตอบสนองความต้องการได้ และสำหรับชุดข้อมูลขนาดใหญ่และมีความซับซ้อนจะเห็นได้ชัดว่าอัลกอริทึม Canopy เป็นตัวเลือกที่ดีที่สุด

2.9.2 งานวิจัยเรื่อง “THE ROLES OF WEB FEATURE AND WEB MAP SERVICES IN REAL-TIME GEOSPATIAL DATA SHARING FOR TIMECRITICAL APPLICATIONS” [26]

งานวิจัยศึกษามาตรฐานแบบเปิด โปรโตคอล และเทคโนโลยีในปัจจุบันที่สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเผยแพร่ข้อมูลได้ เข้าถึง การแยก และแสดงภาพข้อมูลเชิงพื้นที่ของเครือข่ายแบบเรียลไทม์บนเว็บ ซึ่งมาจากแหล่งข้อมูลแบบกระจายที่มีรูปแบบ GIS ที่แตกต่างกัน ระบบต้นแบบถูกนำไปใช้เพื่อทดสอบโซลูชันที่เสนอผลลัพธ์แสดง WFS และ WMS

ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดเฉพาะคุณลักษณะที่สนใจของไฟล์ข้อมูลแทนที่จะเป็นทั้งไฟล์ สามารถเผยแพร่อัปเดตข้อมูลเชิงพื้นที่ได้อย่างถูกต้องและทันเวลา นอกจากนี้การทดสอบแสดงให้เห็นว่าเฟรมเวิร์กช่วยลดขั้นตอนการแปลงข้อมูลที่ใช้เวลานาน สามารถนำข้อมูลภูมิสารสนเทศที่มีอยู่กลับมาใช้ซ้ำบนเว็บด้วย WFS และ WMS ดังรูปที่ 10

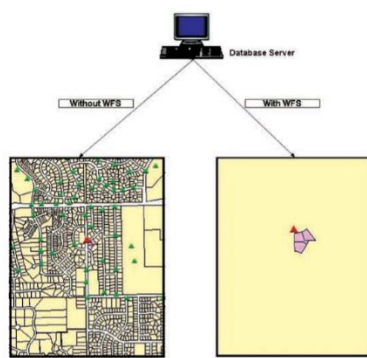


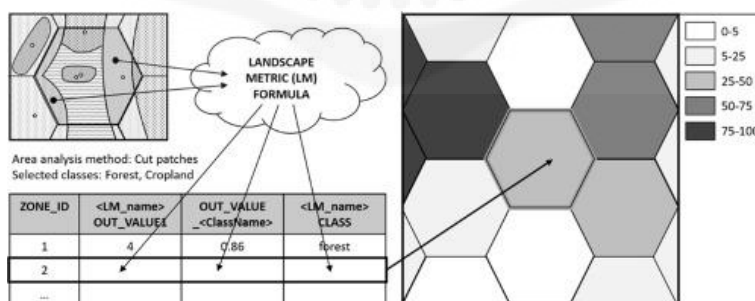
Figure 3. Downloading multiple features with WFS.

รูปที่ 10 : การทำงานของ Web Feature Service

ที่มา : [ออนไลน์] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.477.4955&rep=rep1&type=pdf>

2.9.3 งานวิจัยเรื่อง “ZonalMetrics - a Python toolbox for zonal landscape structure analysis” [27]

ในบทความนี้นำเสนอเกี่ยวกับ Python toolbox สำหรับการคำนวณตัวชี้วัดภูมิทัศน์แบบแบ่งเขต (zonal landscape metrics) แทนที่จะคำนวณทั่วโลกที่มุ่งเน้นไปที่ภูมิทัศน์ทั้งหมด กล้องเครื่องมือ ZonalMetrics จะช่วยให้สามารถคำนวณเมตริกภูมิทัศน์สำหรับโซนที่ผู้ใช้กำหนด โดยพื้นที่เหล่านี้สามารถกำหนดผ่าน regular units (เช่น กริดหกเหลี่ยม) ที่สามารถสร้างได้ภายในกล้องเครื่องมือ นอกจากนี้ผู้ใช้สามารถใช้ชุดรูปหลายเหลี่ยมใด ๆ ที่ระบุโดยผู้ใช้ จะถูกเลือกโดยเฉพาะโซนที่กำหนดและใช้ได้สำหรับการคำนวณภายในโซนนั้น ๆ เครื่องมือนี้แสดงให้เห็นโดยอิงจากกรณีศึกษาสำหรับเขตเมือง Warsaw และแสดงความเป็นไปได้ในการใช้กล้องเครื่องมือสำหรับชั้นแบ่งเขตที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 : ผลลัพธ์การทำงานของ Python toolbox for zonal landscape structure analysis

ที่มา : [ออนไลน์] <https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0098300416306586-fx1.jpg>

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

การดำเนินโครงการในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าตามขั้นตอนดังนี้

- 3.1 วิธีการดำเนินงาน
- 3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
- 3.3 แผนการดำเนินโครงการ
- 3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 วิธีการดำเนินงาน

- 1) เริ่มต้นและวางแผนโครงการ
 - 1.1 ศึกษาค้นคว้าแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทำแผนที่ การจัดหมวดหมู่ การสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 1.2 ศึกษาเครื่องมือโปรแกรม ArcGIS Pro เพื่อใช้ในงานวิจัย
- 2) ออกแบบขั้นตอนและหลักการในการพัฒนาแผนที่
 - 2.1 เลือกเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา
 - 2.2 กำหนดหลักในการเลือกสถานที่สำคัญและเส้นทางการเดินทางหลัก
 - 2.3 กำหนดระยะการกำหนดขอบเขตของพื้นที่ตามหมวดหมู่
- 3) อัปโหลดข้อมูลแผนที่ในฐานข้อมูลเข้าโปรแกรม ArcGIS Pro
 - 3.1 นำข้อมูลทางภูมิศาสตร์จาก Nostra Data เรียกใช้ในโปรแกรม ArcGIS Pro
 - 3.2 คำนวณความหนาแน่นของข้อมูลขอบเขตระดับอำเภอ
 - 3.3 นำชั้นข้อมูลชื่อ LANDMARK และ L_TRANS มาทำการเลือกสถานที่สำคัญและเส้นทางการเดินทางหลักที่ต้องการ
 - 3.4 สร้างข้อมูล Grid และคำนวณจำนวนสถานที่สำคัญภายใน Grid
 - 3.5 ทำการจัดหมวดหมู่ของ Grid ด้วย K-means Clustering และ Convolution
 - 3.6 สร้างตัวประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox) เป็นตัวรับค่าอินพุตแต่ละจุด ลองจับคู่และแสดงผลลัพธ์เป็นรูปภาพ
- 4) อัปโหลดขึ้น Server
 - 4.1 อัปโหลดข้อมูลแผนที่เป็น Web Map Service (WMS) บน Map Server
 - 4.2 อัปโหลดตัวประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox) เป็น Geoprocessing Service บน Server

- 5) ทดสอบการใช้งาน ปรับปรุงแก้ไขและประเมินผลการทดลอง
 - 5.1 ทดลองเรียกใช้ Geoprocessing Service และ Web Map Service
 - 5.2 ประเมินประสิทธิภาพทางด้านเวลาของ Geoprocessing Service
 - 5.3 ประเมินผลทางด้านการแสดงผลโดยกลุ่มบุคคลตัวอย่าง
- 6) สรุปผลงานวิจัย

3.2 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

- 1.1 Intel® CORE™ i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz 2.80GHz 8.00 GB of RAM
- 1.2 Intel® CORE™ i7-8550U CPU @ 1.80GHz 1.99 GHz 8.00 GB of RAM
- 1.3 Intel® CORE™ i5-1035G1 CPU @ 1.00GHz 1.19GHz 8.00 GB of RAM
- 1.4 Intel(R) Xeon(R) Gold 5218 CPU @ 2.30GHz 2.30GHz

2) ซอฟต์แวร์ (Software)

- 2.1 Visual Studio Code ใช้ในด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ในส่วนของการเขียนและแก้ไขโค้ด
- 2.2 ArcGIS Pro โปรแกรมที่ใช้ในการจัดการข้อมูลแผนที่และสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์
- 2.3 Jupyter Notebook เป็นเครื่องมือในการจัดการข้อมูล
- 2.4 GlobalProtect ตัวเชื่อมต่อ VPN ในการใช้โปรแกรม ArcGIS Pro และข้อมูล Nostra Data

3) ภาษาที่ใช้ (Language)

Python ใช้ในการจัดการข้อมูลแผนที่และสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ โดยใช้งานผ่านโปรแกรม ArcGIS PRO เป็น ArcGIS Python (ArcPy)

4) ชุดข้อมูล (Dataset Set) ที่ใช้งาน

ข้อมูลผลิตภัณฑ์ NOSTRA ASEAN Plus Thailand

3.3 แผนการดำเนินงานโครงการ

การดำเนินการในการทำโครงการได้แบ่งออกเป็น 4 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 : วางแผนจัดทำโครงการ ศึกษาทฤษฎีการทำแผนที่ การจัดทำหมุด การสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ศึกษาเครื่องมือและการทำงานของโปรแกรม ArcGIS Pro เพื่อใช้ในการวิจัย

ระยะที่ 2 : ออกแบบขั้นตอน หลักการในการพัฒนาแผนที่และการสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์

3.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. เลือกชั้นข้อมูลจากฐานข้อมูล Nostra Data

การเลือกชั้นข้อมูลจากฐานข้อมูล Nostra Data มีทั้งหมด 12 ชั้นข้อมูล ดังตาราง 3 โดยในงานวิจัยได้เลือกใช้ทั้งหมด 5 ชั้นข้อมูล ได้แก่

- 1) ขอบเขตการปกครอง (ADMIN_POLY) ใช้แบ่งประเภทขอบเขตการปกครองเป็น 2 ประเภท คือ (1) เมือง (2) ชานเมือง เพื่อเลือกแสดงสถานที่สำคัญที่ต่างกัน
- 2) เส้นถนน (L_TRANS) ใช้ปรับเปลี่ยนเพื่อแสดงผลบนแผนที่
- 3) สถานที่สำคัญ (LANDMARK) ใช้เลือกเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อแสดงผลบนแผนที่
- 4) แหล่งน้ำ (HYDROLOGY) ใช้แสดงลบนแผนที่
- 5) สถานที่สาธารณะ (PUBLIC_AREA) ใช้หาความหนาแน่นของสถานที่สำคัญในขอบเขตการปกครอง

ตาราง 3 การเลือกชั้นข้อมูลจากฐานข้อมูล Nostra Data

ชั้นข้อมูล	ชื่อไฟล์	Feature type	ใช้ในงานวิจัย
ขอบเขตการปกครอง	ADMIN_POLY	Polygon	✓
เส้นถนน	L_TRANS	Line	✓
สถานที่สำคัญ	LANDMARK	Point	✓
แหล่งน้ำ	HYDROLOGY	Polygon	✓
สถานที่สาธารณะ	PUBLIC_AREA	Polygon	✓
เส้นทางรถไฟ	RAILWAY	Line	-
ตำแหน่งจุดเขตการปกครอง	ADMIN_POINT	Point	-
แนวเขตการปกครอง	ADMIN_LINE	Line	-
เส้นทางระบบขนส่งมวลชน	MASSTRANSIT	Line	-
เขตเทศบาล	MUNICIPAL	Polygon	-
ตำแหน่งทางแยก	INTERSECTION	Point	-
เขตอุทยานแห่งชาติ	NATIONAL_PARK	Polygon	-

โดยการจัดการปรับเปลี่ยนข้อมูลแผนที่และสร้างเครื่องมือประมวลทางภูมิศาสตร์ในโปรแกรม ArcGIS Pro ด้วยการใช้ภาษา Python จะต้องมีการเรียกใช้ไลบรารี Arcpy โดยไลบรารี rcpy เป็นหนึ่งในแพ็คเกจของ Python ที่สร้างโมดูลการเข้ารหัส เพื่อนำมาใช้ในการจัดการ วิเคราะห์ การแปลงข้อมูลทางภูมิศาสตร์และการทำแผนที่อัตโนมัติด้วย Python ผ่านเครื่องมือ ArcGIS เช่น ArcGIS Pro ArcGIS Map เป็นต้น ดังรูปที่ 12

```
import arcpy
import arcpy.cartography as CA
```

รูปที่ 12 : การเรียกใช้ไลบรารี Arcpy

2. หาความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะในขอบเขตการปกครอง

การหาขนาดพื้นที่ จากชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครองเป็นข้อมูลขอบเขตระดับตำบลทำการปรับเปลี่ยนข้อมูลเป็นระดับอำเภอ โดยการรวมรหัสขอบเขต/อำเภอ ที่เป็นเลขเดียวกันจากข้อมูลคอลัมน์ ADMIN_ID2 ในชั้นข้อมูลขอบเขตการปกครอง (ADMIN_POLY) เพื่อรวมชื่อเขต/อำเภอ ที่เป็นชื่อเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยใช้ฟังก์ชัน Dissolve_management คือฟังก์ชันการรวมข้อมูลเข้าด้วยกันตามเงื่อนไขที่กำหนด โดยข้อมูลขอบเขตการปกครองที่จำนวน 8279 แถว ดังรูปที่ 13

```
arcpy.Dissolve_management("ADMIN_POLY",
"C:/Users/Asus/Documents/ArcGIS/Projects/MapSystem/MapSystem.gdb/district","ADMIN_ID2")
```

OBJECTID	ID	ADMIN_ID	NAME1	NAME_ENG1	NAME2	NAME_ENG2	NAME3	NAME_ENG3	ADMIN_ID1	ADMIN_ID2	ADMIN_ID3	TYPE	
0	1	1425.0	770103	ประจวบคีรีขันธ์	PRACHUAP KHIRI KHAN	เมืองประจวบคีรีขันธ์	MUEANG PRACHUAP KHIRI KHAN	คลองวาฬ	KHLONG WAN	77	7701	770103	2
1	2	7477.0	770103	ประจวบคีรีขันธ์	PRACHUAP KHIRI KHAN	เมืองประจวบคีรีขันธ์	MUEANG PRACHUAP KHIRI KHAN	คลองวาฬ	KHLONG WAN	77	7701	770103	2
2	3	1668.0	770503	ประจวบคีรีขันธ์	PRACHUAP KHIRI KHAN	บางสะพานน้อย	BANG SAPHAN NOI	ทรายทอง	SAI THONG	77	7705	770503	1
3	4	108808.0	770501	ประจวบคีรีขันธ์	PRACHUAP KHIRI KHAN	บางสะพานน้อย	BANG SAPHAN NOI	ปากแพรก	PAK PHRAEK	77	7705	770501	2
4	5	4645.0	770505	ประจวบคีรีขันธ์	PRACHUAP KHIRI KHAN	บางสะพานน้อย	BANG SAPHAN NOI	ไชยราช	CHAIYARAT	77	7705	770505	1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
8274	8275	5981.0	110301	สมุทรปราการ	SAMUT PRAKAN	บางพลี	BANG PHLI	บางพลีใหญ่	BANG PHLI YAI	11	1103	110301	1
8275	8276	109081.0	104703	กรุงเทพมหานคร	BANGKOK	บางนา	BANG NA	บางนาใต้	BANG NA TAI	10	1047	104703	1
8276	8277	382.0	430802	หนองคาย	NONG KHAI	สังคม	SANGKHOM	ผาดัง	PHA TANG	43	4308	430802	1
8277	8278	6.0	220409	จันทบุรี	CHANTHABURI	โป่งน้ำร้อน	PONG NAM RON	เทพนิมิต	THEP NIMIT	22	2204	220409	1
8278	8279	6020.0	110102	สมุทรปราการ	SAMUT PRAKAN	เมืองสมุทรปราการ	MUEANG SAMUT PRAKAN	สำโรงเหนือ	SAMRONG NUEA	11	1101	110102	1

8279 rows × 15 columns

รูปที่ 13 : ข้อมูลขอบเขตการปกครองที่อยู่ในระดับตำบลจำนวน 8279 แถว

การรวมรหัสขอบเขต/อำเภอที่เหมือนกันจากข้อมูลคอลัมน์ ADMIN_ID2 ได้ผลลัพธ์ข้อมูลจากระดับตำบลรวมเป็นระดับอำเภอมีข้อมูลจำนวน 928 แถวดังรูปที่ 14

```
arcpy.Dissolve_management("ADMIN_POLY",
```

```
"C:/Users/Asus/Documents/ArcGIS/Projects/MapSystem/MapSystem.gdb/district","ADMIN_ID2")
```

	OBJECTID	ADMIN_ID2	AREA_GEO	NAME1	NAME2	SHAPE
0	1	1001	5.389902	กรุงเทพมหานคร	พระนคร	{'rings': [[[100.50074689700006, 13.7410651100...
1	2	1002	11.382554	กรุงเทพมหานคร	ดุสิต	{'rings': [[[100.51798102800007, 13.8003613250...
2	3	1003	237.508553	กรุงเทพมหานคร	หนองจอก	{'rings': [[[100.91398158500004, 13.9462106020...
3	4	1004	4.032189	กรุงเทพมหานคร	บางรัก	{'rings': [[[100.51703032400007, 13.7180818980...
4	5	1005	40.840932	กรุงเทพมหานคร	บางเขน	{'rings': [[[100.60999131200003, 13.8907849680...
...	...	...	...	...	...	...
923	924	9609	516.730405	นราธิวาส	สุคีริน	{'rings': [[[101.80094835900007, 6.08706444600...
924	925	9610	142.660570	นราธิวาส	สุโงโก-ลก	{'rings': [[[102.04028857500003, 6.14574840100...
925	926	9611	373.134172	นราธิวาส	สุโงปาดี	{'rings': [[[101.91712836600004, 6.27785115800...
926	927	9612	577.676234	นราธิวาส	จะแนะ	{'rings': [[[101.71358679500008, 6.18526341400...
927	928	9613	188.603903	นราธิวาส	เจาะไอร้อง	{'rings': [[[101.84407384000008, 6.30609205900...

928 rows x 6 columns

รูปที่ 14 : การรวมรหัสขอบเขต/อำเภอที่เหมือนกันจากข้อมูลคอลัมน์ ADMIN_ID2

การหาจำนวนสถานที่สาธารณะทั้งหมดในแต่ละเขต/อำเภอ หาได้จากการนำชื่อสถานที่ที่เหมือนกันของชั้นข้อมูลสถานที่สำคัญ (LANDMARK) และสถานที่สาธารณะ (PUBLIC_AREA) มานับจำนวนว่าในแต่ละเขต/อำเภอมีสถานที่ที่ชื่อเดียวกันทั้งหมดกี่ที่ ดังรูปที่ 15 แสดงโค้ดของการนับจำนวนและรูปที่ 16 แสดงผลลัพธ์การนับจำนวนสถานที่ที่เหมือนกันในคอลัมน์ Point_Count เช่น เขตพระนครมีจำนวน 317 ที่ เขตดุสิตมีจำนวน 197 ที่

```
arcpy.env.workspace = "C:/Users/Asus/Documents/ArcGIS/Projects/EasyMap/EasyMap.gdb"
```

```
arcpy.SummarizeWithin_analysis('District_poly', 'POI_Public', 'CountPOI')
```

รูปที่ 15 : โค้ดของการนับจำนวนในแต่ละเขต/อำเภอที่มีสถานที่ชื่อเดียวกัน

OBJECTID	ADMIN_ID2	AREA_GEO	NAME1	NAME2	Point_Count	SHAPE	
0	1	1001	5.389902	กรุงเทพมหานคร	พระนคร	317	{'rings': [[[[100.50074689700006, 13.7410651100...
1	2	1002	11.382554	กรุงเทพมหานคร	ดุสิต	197	{'rings': [[[[100.51798102800007, 13.8003613250...
2	3	1003	237.508553	กรุงเทพมหานคร	หนองจอก	298	{'rings': [[[[100.91398158500004, 13.9462106020...
3	4	1004	4.032189	กรุงเทพมหานคร	บางรัก	345	{'rings': [[[[100.51703032400007, 13.7180818980...
4	5	1005	40.840932	กรุงเทพมหานคร	บางเขน	252	{'rings': [[[[100.60999131200003, 13.8907849680...
...	...	...	...	...	...	...	...
923	924	9609	516.730405	นราธิวาส	สุคีริน	42	{'rings': [[[[101.80094835900007, 6.08706444600...
924	925	9610	142.660570	นราธิวาส	สุโงโก-ลก	64	{'rings': [[[[102.04028857500003, 6.14574840100...
925	926	9611	373.134172	นราธิวาส	สุโงปาตี	59	{'rings': [[[[101.91712836600004, 6.27785115800...
926	927	9612	577.676234	นราธิวาส	จะแนะ	34	{'rings': [[[[101.71358679500008, 6.18526341400...
927	928	9613	188.603903	นราธิวาส	เจาะไอร้อง	32	{'rings': [[[[101.84407384000008, 6.30609205900...

928 rows × 7 columns

รูปที่ 16 : การนับจำนวนสถานที่ที่เหมือนกันในคอลัมน์ Point_Count

การหาความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะโดยหาผลหารจากคอลัมน์ Point_Count และ AREA_GEO จะได้ออกมาเป็นข้อมูล Density ดังรูปที่ 17

```
Public_Province['Density'] = Public_Province['Point_Count']/Public_Province['AREA_GEO']
Public_Province
```

OBJECTID	ADMIN_ID2	AREA_GEO	NAME1	NAME2	Point_Count	SHAPE	Density	
0	1	1001	5.389902	กรุงเทพมหานคร	พระนคร	317	{'rings': [[[100.50074689700006, 13.7410651100...	58.813685
1	2	1002	11.382554	กรุงเทพมหานคร	ดุสิต	197	{'rings': [[[100.51798102800007, 13.8003613250...	17.307188
2	3	1003	237.508553	กรุงเทพมหานคร	หนองจอก	298	{'rings': [[[100.91398158500004, 13.9462106020...	1.254692
3	4	1004	4.032189	กรุงเทพมหานคร	บางรัก	345	{'rings': [[[100.51703032400007, 13.7180818980...	85.561458
4	5	1005	40.840932	กรุงเทพมหานคร	บางเขน	252	{'rings': [[[100.60999131200003, 13.8907849680...	6.170280
...	...	...	...	...	...	...	...	
923	924	9609	516.730405	นราธิวาส	สุคีริน	42	{'rings': [[[101.80094835900007, 6.08706444600...	0.081280
924	925	9610	142.660570	นราธิวาส	สุโงโก-ลก	64	{'rings': [[[102.04028857500003, 6.14574840100...	0.448617
925	926	9611	373.134172	นราธิวาส	สุโงปาตี	59	{'rings': [[[101.91712836600004, 6.27785115800...	0.158120
926	927	9612	577.676234	นราธิวาส	จะแนะ	34	{'rings': [[[101.71358679500008, 6.18526341400...	0.058856
927	928	9613	188.603903	นราธิวาส	เจาะไอร้อง	32	{'rings': [[[101.84407384000008, 6.30609205900...	0.169668

928 rows × 8 columns

รูปที่ 17 : การหาความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะในคอลัมน์ Density

3. จำแนกข้อมูล

การจำแนกข้อมูลพื้นที่ตามความหนาแน่นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) เมือง (2) ชานเมือง เป็นการแบ่งช่วงความหนาแน่นของขอบเขตอำเภอในแต่ละจังหวัด ซึ่งได้จากการหาอันตรภาคชั้น (Class Interval) โดยการหาผลหารระหว่างค่าพิสัย (ผลต่างระหว่างค่าสูงสุดของความหนาแน่นสถานที่สาธารณะ กับค่าต่ำสุดของความหนาแน่นสถานที่สาธารณะ) กับจำนวนอันตรภาคชั้น

การหาค่าสูงสุดของความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ โดยใช้ฟังก์ชัน groupby ในการจัดกลุ่มในคอลัมน์ชื่อจังหวัด (NAME1) และฟังก์ชัน idxmax ในการหาค่าความหนาแน่นสูงสุด เพื่อการหาค่าความหนาแน่นสูงสุดของขอบเขตอำเภอในแต่ละจังหวัด ดังรูปที่ 18

```
P = province.loc[province.groupby(["NAME1"])[["Density"].idxmax()]]
P = P.rename(columns={"Density": "Max", "NAME2": "District_max", "Point_Count": "POI_max"})
P
```

	AREA_GEO		NAME1	District_max	POI_max	Max
800	729.432995		กระบี่	เมืองกระบี่	803	1.100855
3	4.032189		กรุงเทพมหานคร	บางรัก	345	85.561458
729	397.399335		กาญจนบุรี	ท่ามะกา	331	0.832915
464	705.020894		กาฬสินธุ์	เมืองกาฬสินธุ์	346	0.490766
654	1471.675886		กำแพงเพชร	เมืองกำแพงเพชร	697	0.473610
...	...		...	...	...	...
761	288.064519		เพชรบุรี	เมืองเพชรบุรี	464	1.610750
714	819.624480		เพชรบูรณ์	เขาค้อ	436	0.531951
408	1273.976620		เลย	เมืองเลย	484	0.379913
574	794.566940		แพร่	เมืองแพร่	548	0.689684
626	2288.201756		แม่ฮ่องสอน	ปาย	331	0.144655

77 rows × 5 columns

รูปที่ 18 : การหาค่าสูงสุดของความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ

การหาค่าต่ำสุดของความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ โดยใช้ฟังก์ชัน groupby ในการจัดกลุ่มในคอลัมน์ชื่อจังหวัด (NAME1) และฟังก์ชัน idxmin ในการหาค่าความหนาแน่นต่ำสุด เพื่อการหาค่าความหนาแน่นต่ำสุดของขอบเขตอำเภอในแต่ละจังหวัด ดังรูปที่ 19

```
P1 = province.loc[province.groupby(["NAME1"])[["Density"]].idxmin()]
P1=P1.rename(columns={"Density": "Min", "NAME2": "District_min", "Point_Count": "POI_min"})
P1
```

	AREA_GEO	NAME1	District_min	POI_min	Min
801	857.097969	กระบี่	เขาพนม	90	0.105005
2	237.508553	กรุงเทพมหานคร	หนองจอก	298	1.254692
732	3184.317311	กาญจนบุรี	สังขละบุรี	151	0.047420
480	249.974403	กาฬสินธุ์	ดอนจาน	37	0.148015
662	751.902008	กำแพงเพชร	ปางศิลาทอง	83	0.110387
...	...	...	...	...	...
763	1227.393058	เพชรบุรี	หนองหญ้าปล้อง	63	0.051328
712	931.960944	เพชรบูรณ์	น้ำหนาว	58	0.062234
413	624.936407	เลย	นาแห้ว	64	0.102410
579	1513.836452	แพร่	สอง	195	0.128812
630	1099.998846	แม่ฮ่องสอน	ปางมะผ้า	54	0.049091

77 rows × 5 columns

รูปที่ 19 : การหาค่าต่ำสุดของความหนาแน่นของสถานที่สาธารณะ

การหาพิสัยของความหนาแน่นสถานที่สาธารณะ โดยการหาผลต่างระหว่าง test['Max'] คือ ค่าสูงสุดของความหนาแน่นสถานที่สาธารณะ กับ test['Min'] คือ ค่าต่ำสุดของความหนาแน่นสถานที่สาธารณะ ดังรูปที่ 20 คอลัมน์ r คือข้อมูลค่าพิสัย

```
r = test['Max'] - test['Min']
r.to_frame()
```

	AREA_max	NAME1	District_max	POI_max	Max	AREA_min	District_min	POI_min	Min	r
0	729.432995	กระบี่	เมืองกระบี่	803	1.100855	857.097969	เขาพนม	90	0.105005	0.995850
1	4.032189	กรุงเทพมหานคร	บางรัก	345	85.561458	237.508553	หนองจอก	298	1.254692	84.306766
2	397.399335	กาญจนบุรี	ท่ามะกา	331	0.832915	3184.317311	สังขละบุรี	151	0.047420	0.785495
3	705.020894	กาฬสินธุ์	เมืองกาฬสินธุ์	346	0.490766	249.974403	ดอนจาน	37	0.148015	0.342750
4	1471.675886	กำแพงเพชร	เมืองกำแพงเพชร	697	0.473610	751.902008	ปางศิลาทอง	83	0.110387	0.363223
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
72	288.064519	เพชรบุรี	เมืองเพชรบุรี	464	1.610750	1227.393058	หนองหญ้าปล้อง	63	0.051328	1.559422
73	819.624480	เพชรบูรณ์	เขาค้อ	436	0.531951	931.960944	น้ำหนาว	58	0.062234	0.469717
74	1273.976620	เลย	เมืองเลย	484	0.379913	624.936407	นาแห้ว	64	0.102410	0.277502
75	794.566940	แพร่	เมืองแพร่	548	0.689684	1513.836452	สอง	195	0.128812	0.560872
76	2288.201756	แม่ฮ่องสอน	ปาย	331	0.144655	1099.998846	ปางมะผ้า	54	0.049091	0.095564

77 rows × 10 columns

รูปที่ 20 : การหาค่าพิสัย

การหาความกว้างอันตรภาคชั้นของข้อมูลขอบเขตระดับจังหวัด โดยการหาผลหารระหว่างค่าพิสัยกับจำนวนอันตรภาคชั้น ดังรูปที่ 21 คอลัมน์ interval คือข้อมูลความกว้างอันตรภาคชั้น

```
interval = r/2
```

```
test['interval'] = interval.to_frame()
```

```
test
```

	AREA_max	NAME1	District_max	POI_max	Max	AREA_min	District_min	POI_min	Min	r	interval
0	729.432995	กระบี่	เมืองกระบี่	803	1.100855	857.097969	เขาพนม	90	0.105005	0.995850	0.497925
1	4.032189	กรุงเทพมหานคร	บางรัก	345	85.561458	237.508553	หนองจอก	298	1.254692	84.306766	42.153383
2	397.399335	กาญจนบุรี	ท่ามะกา	331	0.832915	3184.317311	สังขละบุรี	151	0.047420	0.785495	0.392748
3	705.020894	กาฬสินธุ์	เมืองกาฬสินธุ์	346	0.490766	249.974403	ดอนจาน	37	0.148015	0.342750	0.171375
4	1471.675886	กำแพงเพชร	เมืองกำแพงเพชร	697	0.473610	751.902008	ปางศิลาทอง	83	0.110387	0.363223	0.181611
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
72	288.064519	เพชรบุรี	เมืองเพชรบุรี	464	1.610750	1227.393058	หนองหญ้าปล้อง	63	0.051328	1.559422	0.779711
73	819.624480	เพชรบูรณ์	เขาค้อ	436	0.531951	931.960944	น้ำหนาว	58	0.062234	0.469717	0.234858
74	1273.976620	เลย	เมืองเลย	484	0.379913	624.936407	นาแห้ว	64	0.102410	0.277502	0.138751
75	794.566940	แพร่	เมืองแพร่	548	0.689684	1513.836452	สอง	195	0.128812	0.560872	0.280436
76	2288.201756	แม่ฮ่องสอน	ปาย	331	0.144655	1099.998846	ปางมะผ้า	54	0.049091	0.095564	0.047782

77 rows x 11 columns

รูปที่ 21 : การหาความกว้างอันตรภาคชั้น

ผลลัพธ์ของข้อมูลอำเภอที่แยกออกเป็น 2 ประเภท คือ (1) เมือง (2) ชานเมือง ดังรูปที่ 22 โดยใช้เงื่อนไข ดังนี้

1. ถ้าคอลัมน์ Density (ความหนาแน่นสถานที่สาธารณะ) น้อยกว่าหรือเท่ากับคอลัมน์ class1 (ค่าต่ำสุดของอันตรภาคชั้นของขอบเขตอำเภอในแต่ละจังหวัด) จะเป็นข้อมูลประเภทชานเมือง
2. ถ้าคอลัมน์ Density (ความหนาแน่นสถานที่สาธารณะ) มากกว่าหรือเท่ากับคอลัมน์ class2 (ค่าต่ำสุดของอันตรภาคชั้นของขอบเขตอำเภอในแต่ละจังหวัด) และคอลัมน์ Density (ความหนาแน่นสถานที่สาธารณะ) น้อยกว่าหรือเท่ากับคอลัมน์ Max (ความหนาแน่นสูงสุดของขอบเขตอำเภอในแต่ละจังหวัด) จะเป็นข้อมูลประเภทเมือง

```
if len(result['Density']) <= len(result['class1']):
```

```
    result['condition_1'] = condition_1
```

```
    result[['condition_1']] = result[['condition_1']].astype(int)
```

```
if len(result['Density']) >= len(result['class2']) & len(result['Density']) <= len(result['Max']):
```

```
    result['condition_2'] = condition_2
```

```
    result[['condition_2']] = result[['condition_2']].astype(int)
```

```
result
```

District_max	POI_max	Max	AREA_min	District_min	POI_min	Min	r	interval	class1	class2	condition_1	condition_2
แม่สอด	549	0.347992	4830.130633	อุ้มผาง	131	0.027121	0.320870	0.160435	0.187557	0.187558	1	0
แม่สอด	549	0.347992	4830.130633	อุ้มผาง	131	0.027121	0.320870	0.160435	0.187557	0.187558	1	0
แม่สอด	549	0.347992	4830.130633	อุ้มผาง	131	0.027121	0.320870	0.160435	0.187557	0.187558	1	0
แม่สอด	549	0.347992	4830.130633	อุ้มผาง	131	0.027121	0.320870	0.160435	0.187557	0.187558	1	0
แม่สอด	549	0.347992	4830.130633	อุ้มผาง	131	0.027121	0.320870	0.160435	0.187557	0.187558	1	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
เมือง สมุทรสงคราม	398	2.241700	171.050656	อัมพวา	303	1.771405	0.470295	0.235147	2.006552	2.006553	0	1
เมือง สมุทรสงคราม	398	2.241700	171.050656	อัมพวา	303	1.771405	0.470295	0.235147	2.006552	2.006553	0	1
กะหู่	680	8.620504	282.155988	กลาง	556	1.970541	6.649963	3.324981	5.295523	5.295524	1	0
กะหู่	680	8.620504	282.155988	กลาง	556	1.970541	6.649963	3.324981	5.295523	5.295524	0	1
กะหู่	680	8.620504	282.155988	กลาง	556	1.970541	6.649963	3.324981	5.295523	5.295524	0	1

รูปที่ 22 : ผลลัพธ์ของข้อมูลอำเภอที่แยกออกเป็น 2 ประเภท

4. เลือกประเภท POI และเส้นถนน

การเลือกเส้นถนนโดยใช้ข้อมูลจากชั้นข้อมูลเส้นถนน (L_TRANS) เลือกเฉพาะข้อมูลถนนสายหลักที่มีความสำคัญในการเดินทางตามข้อมูลจากกรมทางหลวง โดยเลือกจากคอลัมน์ประเภทของเส้นถนน (RDLNCLASS) ใช้ฟังก์ชัน SelectLayerByAttribute_management ในการแยกประเภทข้อมูลของเส้นถนนที่ต้องการและสร้างเป็นชั้นข้อมูลใหม่โดยใช้ฟังก์ชัน CopyFeatures_management ดังรูปที่ 23

```

arcpy.env.workspace = 'C:/Users/acer/Downloads/easymap-master/easymap-master/EasyMap.gdb/NOSTRA.DBO.L_TRANS'
arcpy.SelectLayerByAttribute_management("NOSTRA.DBO.L_TRANS", "NEW_SELECTION",
"[RDLNCLASS] = '11'")
arcpy.CopyFeatures_management('NOSTRA.DBO.L_TRANS', 'LTrans_11')

```

รูปที่ 23 : การเลือกเส้นถนน

การเลือกสถานที่สำคัญโดยใช้ข้อมูลจากชั้นข้อมูลสถานที่สำคัญ (LANDMARK) เลือกตามมาตรฐาน MOT Transport FGDS ซึ่งเป็นชุดข้อมูลพื้นฐานเชิงพื้นที่ด้านเส้นทางคมนาคมของบริษัท อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย) จำกัด และเพิ่มเติมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสารสนเทศ โดยใช้ฟังก์ชัน `SelectLayerByAttribute_management` เลือกจากคอลัมน์รหัสของสถานที่สำคัญ (LOCAL_CODE) และสร้างเป็นชั้นข้อมูลใหม่โดยใช้ฟังก์ชัน `CopyFeatures_management` โดยแบ่งการเลือกต่างกันเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) เมือง (2) ชานเมือง ดังรูปที่ 24 แสดงโค้ดตัวอย่างการเลือกสถานที่สำคัญจากรหัสของสถานที่สำคัญ (LOCAL_CODE)

```
arcpy.env.workspace = 'C:/Users/acer/Desktop/cdg/data/DATA.gdb'
arcpy.SelectLayerByAttribute_management("LANDMARK", "NEW_SELECTION", "[LOCAL_CODE] = '10100' Or [LOCAL_CODE] = '10200' Or [LOCAL_CODE] = '10300' Or [LOCAL_CODE] = '10310' Or ... Or [LOCAL_CODE] = '10510'")
arcpy.CopyFeatures_management('LANDMARK', 'POI_Type1')
```

รูปที่ 24 : ตัวอย่างการเลือกสถานที่สำคัญจากรหัสของสถานที่สำคัญ

5. การปรับเส้นถนน

นำคอลัมน์ประเภทของเส้นถนน (RDLNCLASS) มาปรับโดยใช้หลัก Cartography 2 อย่างคือ (1) Generalize (2) Merge Divided Roads โดย Generalize คือ กระบวนการลดความซับซ้อนของเส้นถนนโดยใช้ข้อมูลประเภทเส้นถนนที่ต้องการและระยะทางที่ปรับเปลี่ยนได้ไม่เกินที่กำหนด ในงานวิจัยใช้ระยะเท่ากับ 4 เมตร อ้างอิงจากพระราชบัญญัติการจัดสรรที่ดิน [28] โดยที่ดินในการสร้างสถานที่จะต้องมีความกว้างของหน้าแปลงที่ดินถนนไม่ต่ำกว่า 4 เมตร เพื่อเป็นการปรับเปลี่ยนเส้นถนนที่ไม่เกิดข้อผิดพลาดซ้อนทับกับข้อมูลสถานที่ในการแสดงผล ดังรูปที่ 25 แสดงโค้ดตัวอย่างการปรับประเภทเส้นถนน

```
arcpy.env.workspace = 'C:/Users/acer/Desktop/cdg/data/DATA.gdb'
arcpy.Generalize_edit("LTrans1_11", "4 Meters")
```

รูปที่ 25 : การปรับเส้นถนนโดยใช้หลัก Generalize

และ Merge Divided Roads คือรวมข้อมูลเส้นถนนที่ไปในทิศทางเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยกำหนดคอลัมน์ประเภทเส้นทางที่ต้องการปรับ และระยะห่างของถนนที่ต้องการรวมโดยใช้ฟังก์ชัน `MergeDivideRoads_cartography` ดังรูปที่ 26 แสดงโค้ดตัวอย่างการรวมเส้นถนน

```

arcpy.env.workspace = 'C:/Users/acer/Downloads/easymap-master/easymap-master/EasyMap.gdb'
arcpy.env.referenceScale = "50000"
# Set local variables
in_features = "LTrans_11"
merge_field = "RDLNCLASS"
collapse_distance = "20 meters"
out_features = 'C:/Users/acer/Downloads/easymap-master/easymap-master/EasyMap.gdb/LTrans11test'
# Execute Merge Divided Roads
arcpy.MergeDividedRoads_cartography(in_features, merge_field, collapse_distance, out_features)

```

รูปที่ 26 : การรวมเส้นถนนโดยใช้หลัก Merge Divided Roads

6. การตี Grid กำหนดขอบเขตเพื่อเข้าสู่การจัดหมวดหมู่

นำชั้นข้อมูล District_poly คือข้อมูลขอบเขตของประเทศไทยมาตีตารางกำหนดขอบเขตเพื่อเข้าสู่การจัดหมวดหมู่ โดยใช้ฟังก์ชัน GridIndexFeatures_cartography ในการตีตารางกำหนดขนาดขอบเขต 500 เมตร x 500 เมตร ตามความกว้างระดับความหนาแน่นมากที่สุดเพื่อที่ข้อมูลจะได้มีความละเอียดมากได้เป็นข้อมูลใหม่ชื่อ grid ดังรูปที่ 27 แสดงข้อมูลการตี Grid กำหนดขอบเขตเพื่อเข้าสู่การจัดหมวดหมู่จำนวน 6094035 แถวในคอลัมน์ PageNumber

```
arcpy.GridIndexFeatures_cartography("grid","District", "", "", "", "500 meters", "500 meters")
```

	PageName	PageNumber	Shape_Leng	Shape_Area
0	A1	1	0.017986	0.00002
1	A2	2	0.017986	0.00002
2	A3	3	0.017986	0.00002
3	A4	4	0.017986	0.00002
4	A5	5	0.017986	0.00002
...	...	...	...	...
6094030	DWA1841	6094031	0.017986	0.00002
6094031	DWA1842	6094032	0.017986	0.00002
6094032	DWA1843	6094033	0.017986	0.00002
6094033	DWA1844	6094034	0.017986	0.00002
6094034	DWA1845	6094035	0.017986	0.00002

6094035 rows x 6 columns

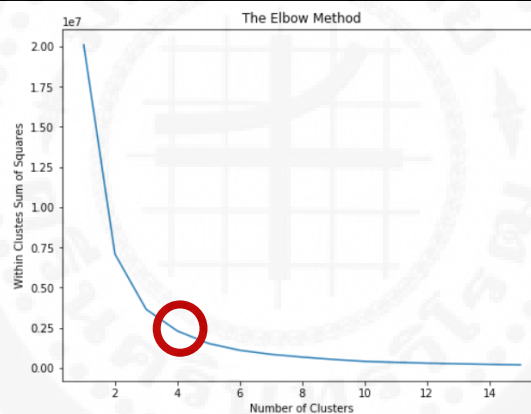
รูปที่ 27 : การตี Grid กำหนดขอบเขตเพื่อเข้าสู่การจัดหมวดหมู่

7. K-means Clustering

การทำ K-means Clustering ใช้จัดหมวดหมู่ของ grid โดยใช้อัลกอริทึม Elbow method ในการหาค่า K ที่ดีที่สุด ซึ่งค่าที่ได้จากกราฟ ดังรูปที่ 28 ค่า K ที่ดีที่สุดคือ 3 หรือ 4 เนื่องจากหลังจากค่าทั้งสองนั้นเส้นกราฟมีความโค้งที่มีความชันลดลงและคงที่มากขึ้น แต่ในการทำวิจัยนี้จะใช้ค่า K = 4 เพราะ

ข้อมูลในแต่ละ grid ของแผนที่ที่มีข้อมูลที่เป็นแม่น้ำ ป่า ทุ่งนา และอื่น ๆ ที่ทำให้ค่า POI ที่อยู่ใน grid นั้น ๆ มีค่าเท่ากับ 0

```
from sklearn.cluster import KMeans
wcss = []
for i in range(1,16):
    kmeans = KMeans(n_clusters=i, init='k-means++', max_iter=300, n_init=10)
    kmeans.fit(df)
    wcss.append(kmeans.inertia_)
plt.figure(figsize=(8, 6))
plt.plot(range(1,16), wcss)
plt.title('The Elbow Method')
plt.xlabel('Number of Clusters')
plt.ylabel('Within Clustes Sum of Squares')
plt.show()
```



รูปที่ 28 : การจัดหมวดหมู่ของ Grid โดยใช้ัลกอริทึม Elbow method

ผลลัพธ์ของการทำ K-means Clustering ที่ค่า K = 4 ดังรูปที่ 29 แสดงโค้ดการใช้ K-means ในการจัดหมวดหมู่จากข้อมูลของจำนวนสถานที่ (Point_Count) และข้อมูลหมวดหมู่ (Cluster)

```
from pandas import DataFrame
from sklearn.cluster import KMeans
df = DataFrame(cluster_poi,columns=['Point_Coun'])
kmeans4 = KMeans(n_clusters=4)
y4 = kmeans4.fit_predict(df[['Point_Coun']])
df['Cluster'] = y4
print(df.head())
```

	Point_Coun	Cluster
0	0	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0

รูปที่ 29 : ผลลัพธ์ของการทำ K-means Clustering ที่ค่า $K = 4$

8. การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่ของ Grid

การเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่ของ Grid โดยใช้หลัก Convolution เพื่อแก้ปัญหของการจัดหมวดหมู่ของ Grid ที่มีความขัดแย้งกับ Grid โดยรอบของ Grid นั้น ๆ

8.1 การทำ Padding

การทำ Padding โดยใช้ฟังก์ชัน pad_with คือการขยายขอบของข้อมูล Input ออกทุกด้านเท่า ๆ กัน ในที่นี้คือการเติม 0 เข้าไปในทุกด้านของข้อมูล input ดังรูปที่ 30 แสดงโค้ดการทำ Padding

```
def pad_with(vector, pad_width, iaxis, kwargs):
    pad_value = kwargs.get('padder', 0)
    vector[:pad_width[0]] = pad_value
    vector[-pad_width[1]:] = pad_value
d = c.reshape((3303,1845))
f = np.pad(d, 1, pad_with)
```

รูปที่ 30 : การทำ Padding

8.2 การคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่ และตัวกำหนดการเลื่อนตัวกรอง (Stride)

การคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่ (Spatial Convolution) และตัวกำหนดการเลื่อนตัวกรอง (Stride) โดยใช้ฟังก์ชัน `conv2d` คือการคำนวณระหว่างพื้นที่ส่วนย่อยของข้อมูล (sub-region) กับตัวกรอง (filter) เพื่อดึงลักษณะเด่น (feature extraction) ออกมาจากข้อมูล โดยกำหนดเป็นเมทริกซ์จัตุรัส (square matrix) และมีการกำหนดการเลื่อนตัวกรองด้วย Step เท่ากับ 1 ดังรูปที่ 31 แสดงโค้ดการคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่และตัวกำหนดการเลื่อนตัวกรอง

```
def convo2d(x,k,s=1,p=0):
    nx = x.shape
    nk = k.shape
    if(p):
        if(type(p)==int):
            p = p,p
        nx = nx[0]+2*p[0],nx[1]+2*p[1]
        x0 = np.zeros(nx)
        x0[p[0]:nx[0]-p[0],p[1]:nx[1]-p[1]] = x
        x = x0
    if(type(s)==int):
        s = s,s
    return np.array([[[[x[i:nx[0]-nk[0]+1,j:nx[1]-nk[1]+1]*k]
                      for j in range(0,nx[1]-nk[1]+1,s[1])]
                     for i in range(0,nx[0]-nk[0]+1,s[0])]])
```

รูปที่ 31 : การคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่และตัวกำหนดการเลื่อนตัวกรอง

8.3 การหาฐานนิยมใน Feature Map

การหาฐานนิยมใน Feature Map โดยใช้ฟังก์ชัน `mode` คือการส่งค่าข้อมูลที่ซ้ำกันมากที่สุดที่ได้มาจากการคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่ เพื่อดูว่า Grid โดยรอบของ Grid นั้น ๆ เป็นหมวดหมู่ไหนมากที่สุด ดังรูปที่ 32 แสดงโค้ดการหาฐานนิยม

```
from scipy.stats import mode
x_mode, counts = mode(g, axis=1)
x_mode
```

รูปที่ 32 : การหาฐานนิยมใน Feature Map

9. การตรวจสอบค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid

การตรวจสอบค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid กับจำนวนสถานที่สำคัญ โดยใช้ฟังก์ชัน corr เป็นการดูทิศทางความสัมพันธ์ของตัวแปรระหว่าง 2 ตัวแปร จะมีค่าอยู่ระหว่าง -1.0 ถึง +1.0 ดังรูปที่ 33 แสดงโค้ดการหาค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid

```
from pandas import DataFrame
```

```
j = DataFrame(Pop_poi,columns=['Point_Coun', 'Cluster_poi', 'Cluster_Pop_poi'])
```

```
j.corr()
```

	Point_Coun	Cluster_poi	Cluster_Pop_poi
Point_Coun	1.000000	0.844407	0.515966
Cluster_poi	0.844407	1.000000	0.516734
Cluster_Pop_poi	0.515966	0.516734	1.000000

รูปที่ 33 : โค้ดการหาค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid

10. การสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python Toolbox)

การสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python Toolbox) โดยใช้เครื่องมือภูมิศาสตร์ร่วมกับ script ที่เขียนด้วยภาษา python เพื่อใช้สำหรับการประมวลผลในการระบุตำแหน่งพิกัด คือรับค่าละติจูด ลองจิจูด จากผู้ใช้และแสดงผลออกมาในรูปแบบรูปภาพ

10.1 การสร้างจุดจากการระบุตำแหน่งพิกัดโดยผู้ใช้

การสร้างจุดจากการระบุตำแหน่งพิกัดโดยผู้ใช้ เป็นการสร้าง Python Toolbox ในส่วนการรับอินพุตค่าละติจูด ลองจิจูดเข้ามาเป็นประเภทตัวเลขทศนิยม (Double) แล้วทำการนำอินพุตไปสร้างเป็นข้อมูลจุด (Point) โดยใช้ฟังก์ชัน PointGeometry ดังรูปที่ 34 แสดงในส่วนของโค้ดการสร้างข้อมูลจุด

```
def createSPCPoint(lat, lon, outLayer):
```

```
    try:
```

```
        srWGS84 = arcpy.SpatialReference(4326)
```

```
        srSPC = arcpy.SpatialReference(2272)
```

```
        point = arcpy.Point(lon, lat)
```

```
    geometryPoint = arcpy.PointGeometry(point, srWGS84)
```

```
    addMessage('Created WGS 1984 point for latitude: {} and longitude {}'.format(lat, lon))
```

```

result = arcpy.Project_management(geometryPoint, outLayer, srSPC, "NAD_1983_To_WGS_1984_1",
preserve_shape = "PRESERVE_SHAPE")
while result.status < 4:
    time.sleep(0.2)
    resultValue = result.getMessages()
    arcpy.AddMessage(resultValue + '\n\n')
    addMessage('Reprojected point from WGS 1984 to PA State Plane South (feet).')
except Exception as e:
    tbE = sys.exc_info()[2]
    arcpy.AddError("Failed at Line %i\n\n" % tbE.tb_lineno)
    arcpy.AddError('Error: {} \n\n'.format(e.message))
    arcpy.AddError('There was an error running this tool \n\n')
    sys.exit()

```

รูปที่ 34 : การสร้างจุดจากการระบุตำแหน่งพิกัดโดยผู้ใช้

10.2 การสร้างการกันพื้นที่ (Buffering) จากจุดของการระบุตำแหน่งพิกัดโดยผู้ใช้

การสร้างการกันพื้นที่ (Buffering) จากจุดของการอินพุตค่าละติจูด ลองจิจูด โดยใช้ฟังก์ชัน Analysis.Buffer ในการสร้างขอบเขตที่กำหนดโดยระยะตามเงื่อนไขจากทั้งหมด 4 กลุ่มตามระดับความหนาแน่นของข้อมูลสถานที่สำคัญ ได้แก่ (1) Cluster1 (หนาแน่นน้อยที่สุด) กำหนดขอบเขตรัศมี 1000 เมตร (2) Cluster2 (หนาแน่นน้อย) กำหนดขอบเขตรัศมี 750 เมตร (3) Cluster3 (หนาแน่นปานกลาง) กำหนดขอบเขตรัศมี 500 เมตร และ (4) Cluster4 (หนาแน่นมากที่สุด) กำหนดขอบเขตรัศมี 250 เมตรดังรูปที่ 35 แสดงโค้ดการกำหนดขอบเขตระยะของภาพแผนที่ตาม Cluster 1-4

```

Cluster1 = "\\10.254.7.26\\Data\\EasyMap\\Mapsystem.gdb\\Cluster0"
if True_10:
    arcpy.analysis.Buffer(in_features=CreatePoint_2_, out_feature_class=Cluster1,
buffer_distance_or_field="1000 Meters", line_side="FULL", line_end_type="ROUND",
dissolve_option="NONE", dissolve_field=[], method="PLANAR")

Cluster2 = "\\10.254.7.26\\Data\\EasyMap\\Mapsystem.gdb\\Cluster2"
if False_11 and True_2_:
    arcpy.analysis.Buffer(in_features=CreatePoint_2_, out_feature_class=Cluster2,
buffer_distance_or_field="750 Meters", line_side="FULL", line_end_type="ROUND",
dissolve_option="NONE", dissolve_field=[], method="PLANAR")

```

```

Cluster3 = "\\10.254.7.26\\Data\\EasyMap\\Mapsystem.gdb\\Cluster3"
if False_11 and False_2_ and True_3_:
    arcpy.analysis.Buffer(in_features=CreatePoint_2_, out_feature_class=Cluster3,
buffer_distance_or_field="500 Meters", line_side="FULL", line_end_type="ROUND",
dissolve_option="NONE", dissolve_field=[], method="PLANAR")

Cluster4 = "\\10.254.7.26\\Data\\EasyMap\\Mapsystem.gdb\\Cluster4"
if False_11 and False_2_ and False_3_ and True_4_:
    arcpy.analysis.Buffer(in_features=CreatePoint_2_, out_feature_class=Cluster4,
buffer_distance_or_field="250 Meters",
line_side="FULL", line_end_type="ROUND", dissolve_option="NONE", dissolve_field=[],
method="PLANAR")

```

รูปที่ 35 : การสร้างการกันพื้นที่ (Buffering)

10.3 การสร้างการแสดงผลในรูปแบบรูปภาพ

การสร้าง Python Toolbox ในส่วนของ ExportMap คือ การนำแผนที่ที่อยู่ในขอบเขตออกมาในรูปแบบภาพ โดยรับอินพุต WebMap_as_JSON คือ ข้อมูล Web Map Service (WMS) ในรูปแบบ JSON และขอบเขตของแผนที่ที่ต้องการจะ Export เป็นรูปภาพออกมา (layoutTemplate) ดังรูปที่ 36 แสดงโค้ดในส่วนของการสร้าง ExportMap

```

def main():
    WebMap_as_JSON = arcpy.GetParameterAsText(0)
    outfilename = arcpy.GetParameterAsText(1)
    format = arcpy.GetParameterAsText(2).lower()
    layoutTemplatesFolder = arcpy.GetParameterAsText(3).strip()
    layoutTemplate = arcpy.GetParameterAsText(4).lower()
    if (layoutTemplate.lower() == MAP_ONLY):
        _isMapOnly = True
        layoutTemplate = None
    else:
        _isMapOnly = False
    if (WebMap_as_JSON.replace(" ", "") == '#'):
        WebMap_as_JSON = '#'
    if (_prodName == PRO_PROD_NAME):

```

```

        return
    elif (_prodName == SERVER_PROD_NAME):
        arcpy.AddIDMessage('ERROR', 590, 'WebMap_as_JSON')
    else:
        arcpy.AddIDMessage('ERROR', 120004, _prodName)
    if outfilename.isspace() or _prodName == SERVER_PROD_NAME:
        outfilename = generateUniqueFileName(format)
    if not _isMapOnly:
        tmpltFolder = _defTmpltFolder if not layoutTemplatesFolder else layoutTemplatesFolder
        layoutTemplate = os.path.join(tmpltFolder, '{}.{}'.format(layoutTemplate, PAGX_FILE_EXT))
    try:
        result = arcpy.mp.ConvertWebMapToArcGISProject(WebMap_as_JSON, layoutTemplate)
        if (_isMapOnly):
            if (result.outputSizeWidth == 0) or (result.outputSizeHeight == 0):
                arcpy.AddIDMessage('ERROR', 1305)
                exportMap(result, outfilename, format)
            else:
                exportLayout(result, outfilename, format)
        except Exception as err:
            arcpy.AddError(str(err))
        arcpy.SetParameterAsText(1, outfilename)

```

รูปที่ 36 : การสร้างการแสดงผลในรูปแบบรูปภาพ

11. การอัปโหลดข้อมูลเป็น Geoprocessing Service

การอัปโหลดข้อมูลเป็น Geoprocessing Service คือการนำเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox) มาอัปโหลดให้เป็น Service เพื่อที่จะสามารถดึงมาใช้ในหน้าเว็บได้ โดยเครื่องมือได้แบ่งออกเป็น 2 เครื่องมือ คือ SquareBuffer เป็นเครื่องมือสำหรับกำหนดระยะขอบเขตของแผนที่ตามเงื่อนไขที่กำหนดดังรูปที่ 37 รูปที่ 38 และ ExportMap เป็นเครื่องมือส่งออกข้อมูลแผนที่ที่ต้องการออกมาในรูปแบบรูปภาพ ดังรูปที่ 39 และรูปที่ 40



SquareBuffer (Geoprocessing Service)

SquareBuffer

Authoring Application:	ArcGIS Pro
Instance Type:	Dedicated
Status:	Started
Instances Running:	1
Instances in Use:	0
Maximum Instances:	2

รูปที่ 37 : การอัปโหลดข้อมูลเป็น Geoprocessing Service ในส่วนของการกำหนดพื้นที่

ArcGIS REST Services Directory

[Home](#) > [services](#) > [SquareBuffer \(GPService\)](#)

[JSON](#) | [SOAP](#)

SquareBuffer (GPService)

Service Description: SquareBuffer

Tasks:

- [SquareBuffer](#)

Execution Type: esriExecutionTypeAsynchronous

Result Map Server: [SquareBuffer](#)

MaximumRecords: 1000

Child Resources: [Info](#)

รูปที่ 38 : ข้อมูล Geoprocessing Service ในส่วนของการกำหนดพื้นที่



ExportMap (Geoprocessing Service)

Takes the state of a web app (for example, included services, layer visibility settings, and client-side graphics) and returns a printable page layout or basic map of the specified area of interest.

Authoring Application:	ArcGIS Pro
Instance Type:	Dedicated
Status:	Started
Instances Running:	1
Instances in Use:	0
Maximum Instances:	2

รูปที่ 39 : การอัปโหลดข้อมูลเป็น Geoprocessing Service ในส่วนของการแสดงผลในรูปแบบรูปภาพ

ArcGIS REST Services Directory [Login](#) | [Get Token](#)

[Home](#) > [services](#) > [ExportMap \(GPService\)](#) [Help](#) | [API Reference](#)

[JSON](#) | [SOAP](#)

ExportMap (GPService)

Service Description: Takes the state of a web app (for example, included services, layer visibility settings, and client-side graphics) and returns a printable page layout or basic map of the specified area of interest.

Tasks:

- [Export Web Map](#)

Execution Type: esriExecutionTypeAsynchronous

Result Map Server Name:

MaximumRecords: 1000

Child Resources: [Info](#)

รูปที่ 40 : ข้อมูล Geoprocessing Service ในส่วนของการแสดงผลในรูปแบบรูปภาพ

12. การอัปโหลดข้อมูลเป็นเว็บแมพเซอร์วิส (Web Map Service: WMS)

การอัปโหลดข้อมูลเป็นเว็บแมพเซอร์วิส (Web Map Service: WMS) คือการนำข้อมูลทางภูมิศาสตร์จาก Nostra Data มาใช้จัดการข้อมูลการแสดงผลของแผนที่เพื่อเลือกสถานที่สำคัญและเส้นถนน โดยใช้ข้อมูลร่วมกับข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศและผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสารสนเทศมาอัปโหลดให้เป็นเซอร์วิสเพื่อที่จะสามารถดึงมาใช้ในหน้าเว็บได้ ดังรูปที่ 41 และรูปที่ 42



Easy Map (Map Service)	
easymap	
Authoring Application:	ArcGIS Pro
Instance Type:	Dedicated
Status:	Started
Instances Running:	1
Instances in Use:	0
Maximum Instances:	2

รูปที่ 41 : การอัปโหลดข้อมูลเป็น Web Map Service

ArcGIS REST Services Directory [Login](#) | [Get Token](#)

[Home](#) > [services](#) > [Easy_Map \(MapServer\)](#) [Help](#) | [API Reference](#)

[JSON](#) | [SOAP](#)

Easy_Map (MapServer)

View In: [ArcGIS JavaScript](#) [ArcGIS Online Map Viewer](#) [ArcGIS Earth](#) [ArcMap](#) [ArcGIS Pro](#)

View Footprint In: [ArcGIS Online Map Viewer](#)

Service Description:

Map Name: EasyMap

[Legend](#)

[All Layers and Tables](#)

[Dynamic Legend](#)

[Dynamic All Layers](#)

Layers:

- POI_Type3 (0)
- POI_Type2 (1)
- POI_Type1 (2)
- LTrans11 (3)
- LTrans16 (4)
- LTrans15 (5)
- LTrans22 (6)
- LTrans21 (7)
- LTrans23 (8)
- river_canel (9)

รูปที่ 42 : ข้อมูล Web Map Service

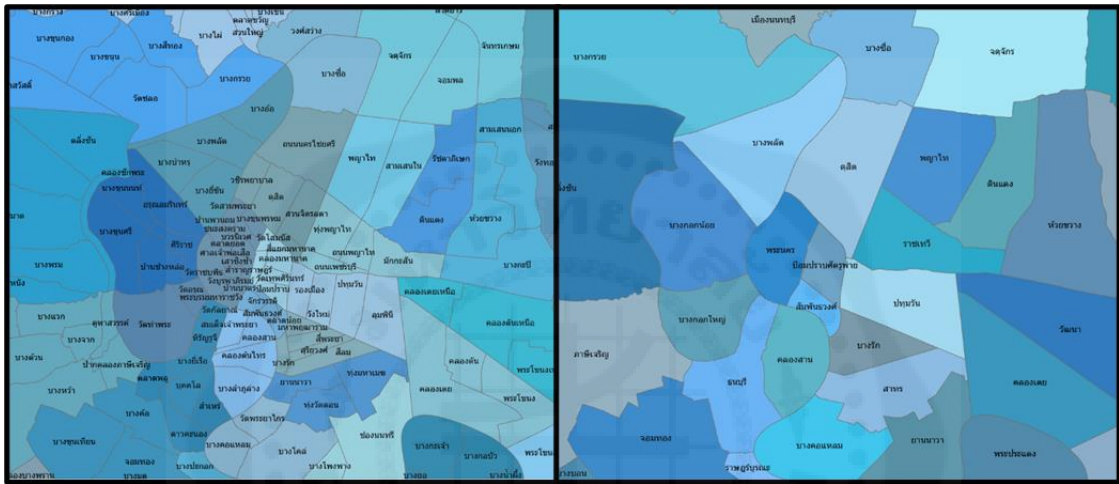
บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

การดำเนินโครงการในครั้งนี้ผู้จัดทำได้เสนอผลการดำเนินโครงการ โดยแสดงผลลัพธ์ดังต่อไปนี้

4.1 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ Polygon ที่รวมจากตำบลเป็นอำเภอในประเทศไทย

ผลลัพธ์จากการนำข้อมูล ADMIN_POLY เป็นข้อมูล Polygon ซึ่งเก็บในรูปแบบขอบเขตตำบลรวมเป็นข้อมูล Polygon อำเภอโดยการรวมข้อมูลตำบลที่มีรหัสเขต/อำเภอเดียวกันเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 43 จะเห็นได้ว่าข้อมูลขอบเขตการปกครองมีขนาดใหญ่ขึ้นจากการรวมข้อมูลขอบเขตระดับตำบลเป็นขอบเขตระดับอำเภอ



รูปที่ 43 : ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ Polygon จากขอบเขตระดับตำบลเป็นขอบเขตระดับอำเภอในประเทศไทย

4.2 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ Polygon ที่แบ่งเป็นเขตเมือง ชานเมือง

ผลลัพธ์จากการนำข้อมูลของ Public_area มาแบ่งอันตรายภาคขั้นให้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

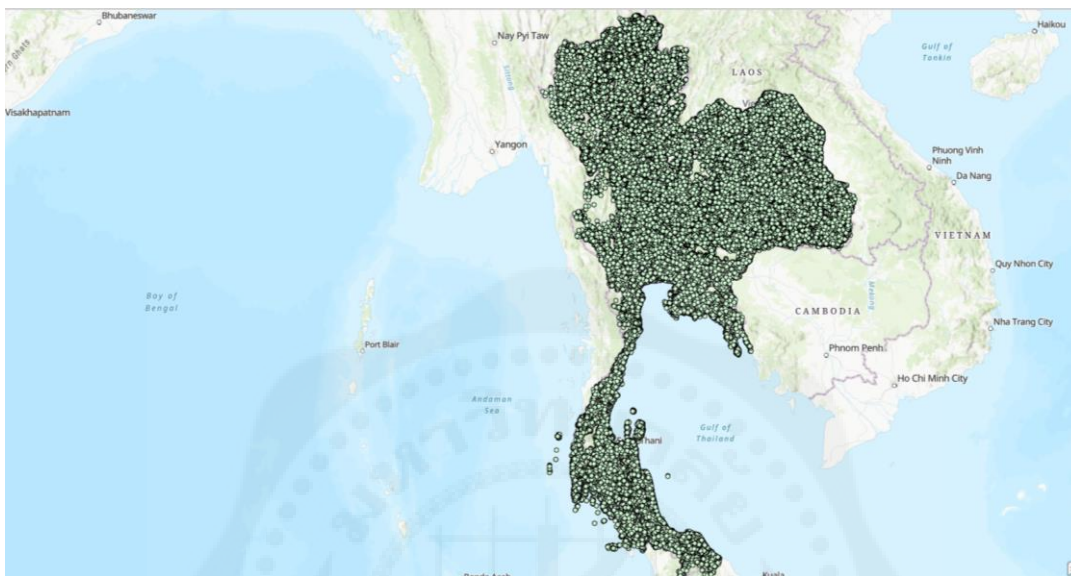
(1) เขตเมือง (สีฟ้า) (2) ชานเมือง (สีเขียว) ดังรูปที่ 44



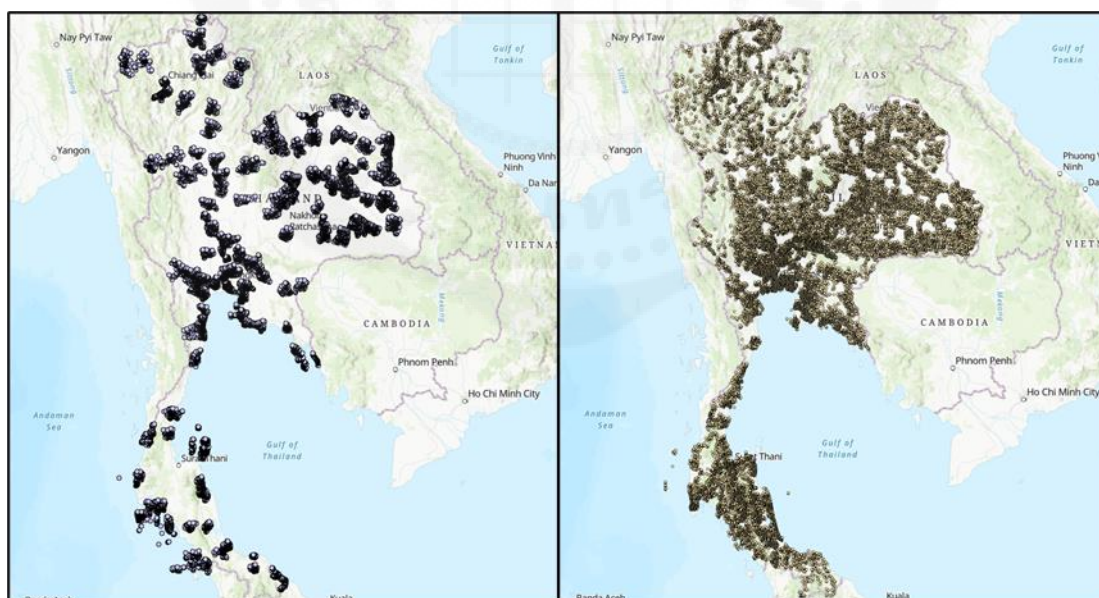
รูปที่ 44 : ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ Polygon ที่แบ่งเป็นเขตเมืองและชานเมือง

4.3 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ของข้อมูล POI โดยเลือกตามประเภทของ polygon

นำข้อมูลของ POI ทั้งหมดในประเทศไทย ดังรูปที่ 45 มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อปรับเปลี่ยนรูปแบบการแสดงผลข้อมูลแผนที่ให้เหลือเพียงสถานที่ที่จำเป็นและเป็นประโยชน์ในการแสดงผลบนแผนที่และเลือกข้อมูลสถานที่สำคัญที่ต่างกันตามประเภทของ polygon 2 ประเภท คือ (1) เขตเมือง (2) ชานเมือง ดังรูปที่ 46



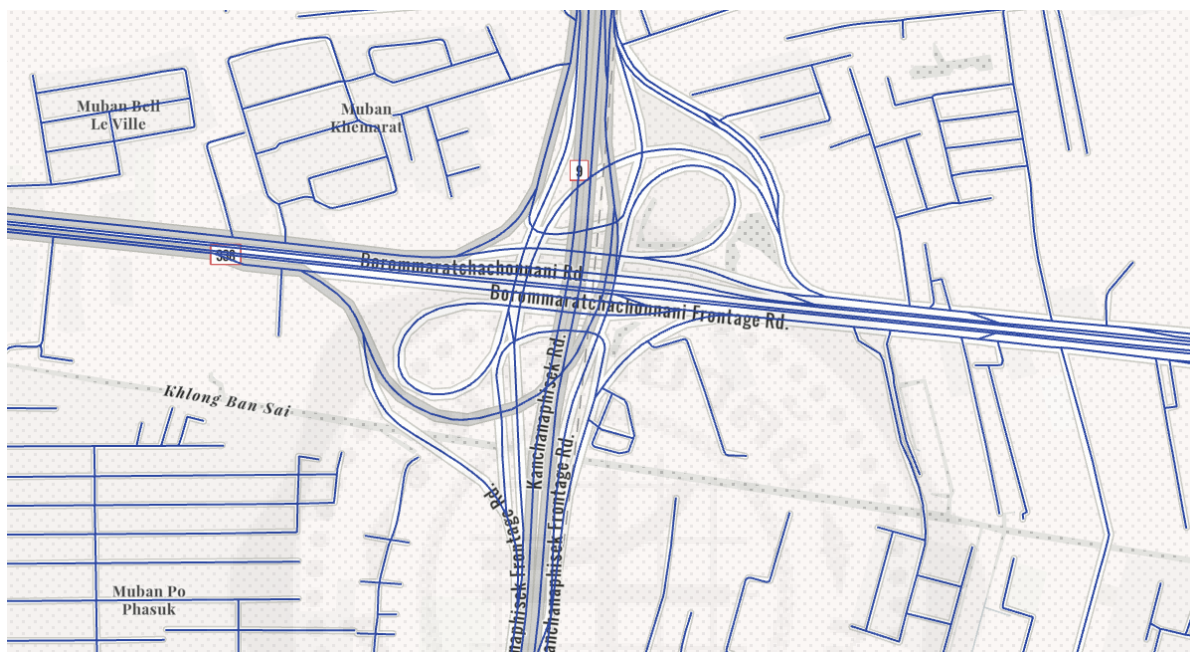
รูปที่ 45 : ผลลัพธ์จากการนำข้อมูลของ POI ทั้งหมดในประเทศไทย



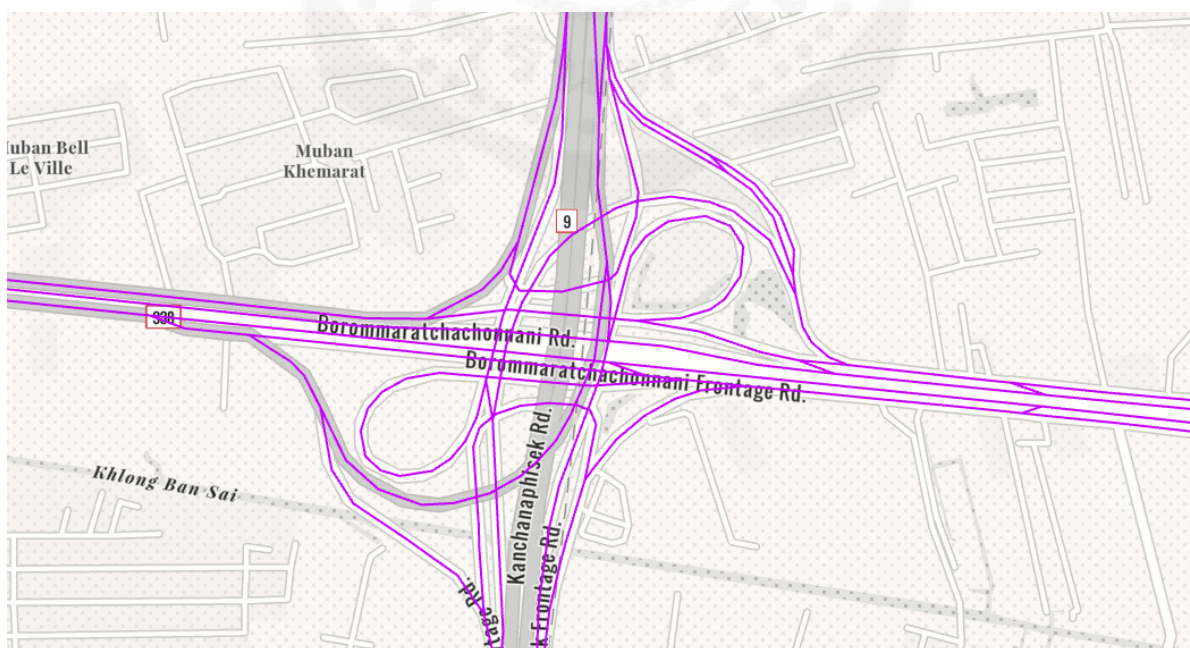
รูปที่ 46 : ผลลัพธ์จากการนำข้อมูลของ POI มาเลือกตาม polygon เขตเมืองและชานเมือง

4.4 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลเส้นถนนที่ปรับโดยใช้การหลัก Cartography

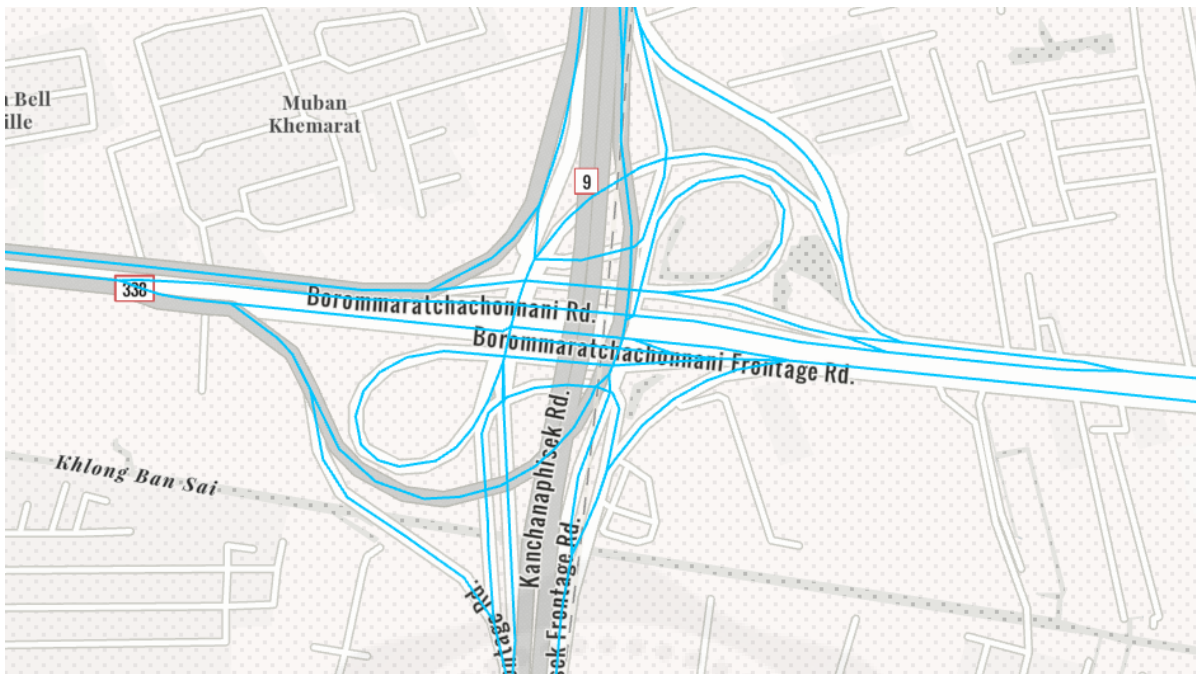
ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลเส้นถนนที่ปรับโดยใช้การหลัก Cartography นำข้อมูลของเส้นถนน (L_TRANS) ดังรูปที่ 47 มาปรับโดยใช้หลัก Cartography 2 อย่างคือ Generalize และ Merge Divided Roads เพื่อให้เป็นเส้นถนนที่ดูง่ายขึ้น ดังรูปที่ 48 และรูปที่ 49 โดย generalize คือการลดความซับซ้อนของเส้นถนนให้ดูง่ายขึ้น และ Merge Divided Roads คือ การรวมเส้นถนนที่มีทิศทางเดียวกันเข้าด้วยกัน



รูปที่ 47 : ตัวอย่างข้อมูลเส้นถนน (L_TRANS)



รูปที่ 48 : ตัวอย่างผลลัพธ์ของข้อมูลเส้นถนน(RDLNCLASS_16) ที่ทำการ Generalize



รูปที่ 49 : ผลลัพธ์ของการนำข้อมูลของเส้นถนน (RDLNCLASS_16) มาปรับโดยใช้หลัก Cartography 2 อย่าง

4.5 ผลลัพธ์ที่แสดงภาพข้อมูลแผนที่ การตี Grid ที่แบ่ง clustering

ผลลัพธ์ของการนำข้อมูล grid มาจัดหมวดหมู่โดยใช้หลัก K – means clustering แบ่งออกเป็น 4 กลุ่มตามระดับความหนาแน่นของข้อมูลสถานที่สำคัญ ได้แก่ (1) Cluster1 หนาแน่นน้อยที่สุด (0 สถานที่) (2) Cluster2 หนาแน่นน้อย (ช่วง 1-2 สถานที่) (3) Cluster3 หนาแน่นปานกลาง (ช่วง 3-11 สถานที่) และ (4) Cluster4 หนาแน่นมากที่สุด (ช่วง 12-83 สถานที่) ดังรูปที่ 50 แสดงภาพผลลัพธ์การตี grid ของข้อมูลแผนที่ที่ผ่านการทำ K-means Clustering



รูปที่ 50 : ผลลัพธ์แสดงภาพข้อมูลแผนที่ภาพกว้าง (zoom out) และภาพขยาย (zoom in) ของการตี Grid ที่แบ่ง clustering

4.6 ผลลัพธ์ของการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่ของ Grid

ผลลัพธ์ของการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่ของ Grid โดยใช้หลัก Convolution ที่มีการทำ Padding และหาฐานนิยมใน Feature Map ที่ได้มาจากการคำนวณคอนโวลูชันเชิงพื้นที่ เพื่อแก้ปัญหาของการจัดหมวดหมู่ของ Grid ที่มีความขัดแย้งกับ Grid โดยรอบของ Grid นั้น ๆ ดังรูปที่ 51 แสดงผลลัพธ์ของการทำ Convolution มาช่วยปรับการจัดกลุ่มตามระดับความหนาแน่นในพื้นที่ใกล้เคียงกันให้สัมพันธ์ไปในทางเดียวกัน



รูปที่ 51 : ผลลัพธ์แสดงภาพข้อมูลแผนที่ภาพกว้าง (zoom out) และภาพขยาย (zoom in) ของการเพิ่มประสิทธิภาพของการจัดหมวดหมู่ของ Grid

4.7 ผลลัพธ์ของการตรวจสอบค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid

ทำการตรวจสอบค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid เพื่อดูความสัมพันธ์การจัดหมวดหมู่ของ Grid ว่าการจัดหมวดหมู่แบบใดมีประสิทธิภาพและเหมาะสมในงานวิจัยมากที่สุด โดยที่ตัวแปรทั้งสองจะไปในทิศทางเดียวกันและมีความสัมพันธ์กัน เมื่อค่าเข้าใกล้ +1 โดยหาค่าความสัมพันธ์ทั้งหมด 3 รูปแบบ คือ

1. การจัดหมวดหมู่ของ Grid ที่มีความยาวโดยรอบ 500 เมตร x 500 เมตร กับจำนวนสถานที่สำคัญ (#POI)
2. การจัดหมวดหมู่ของ Grid ที่มีความยาวโดยรอบ 500 เมตร x 500 เมตร กับจำนวนสถานที่สำคัญ (#POI) และจำนวนประชากร (#POP)
3. การจัดหมวดหมู่ของ Grid โดยใช้หลัก Convolution ที่มีความยาวโดยรอบ 500 เมตร x 500 เมตร กับจำนวนสถานที่สำคัญ (#POI)

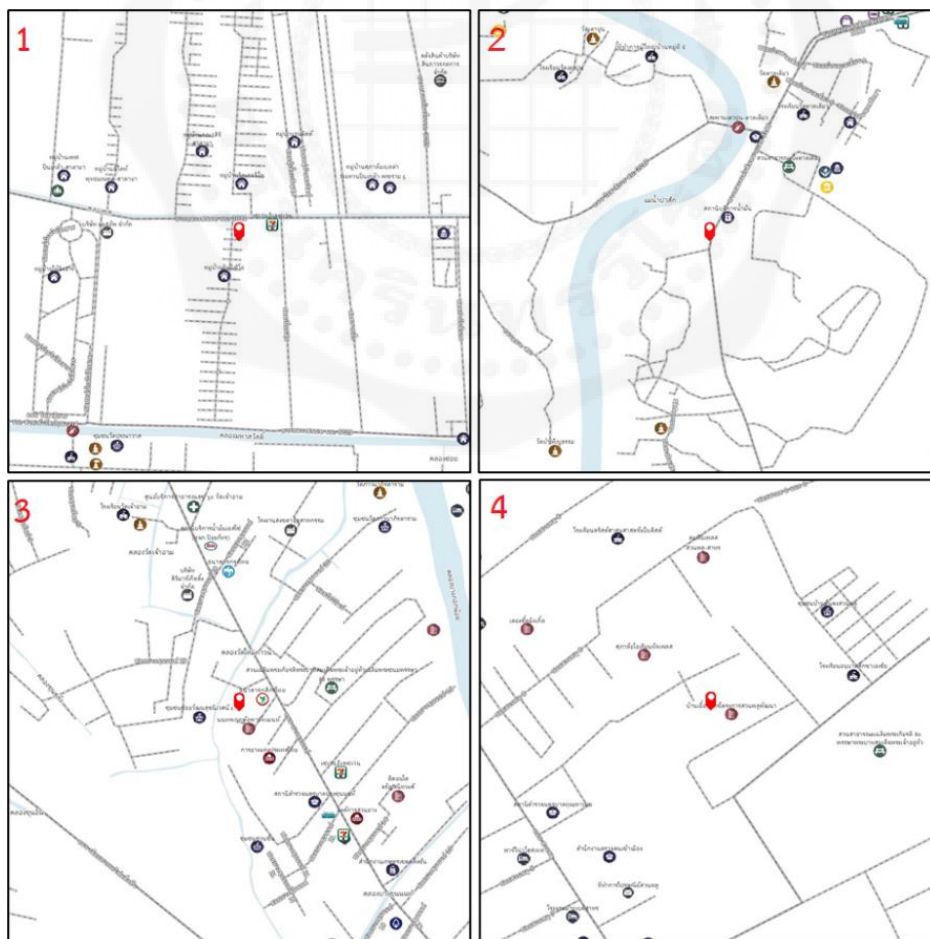
ดังอธิบายในตาราง 4 จะเห็นได้ว่าการหาค่าความสัมพันธ์รูปแบบที่ 1 และรูปแบบที่ 3 มีค่าเข้าใกล้ +1 ในงานวิจัยนี้เลือกการจัดหมวดหมู่รูปแบบที่ 3 เพราะมีประสิทธิภาพด้านการแสดงผลมากที่สุด

ตาราง 4 ผลลัพธ์ของการตรวจสอบค่า Correlation Coefficient ของการจัดหมวดหมู่ของ Grid

ความสัมพันธ์ในการจัดหมวดหมู่	Correlation Coefficient
1. การจัดหมวดหมู่ของ Grid ที่มีความยาวโดยรอบ 500 เมตร x 500 เมตร กับ #POI	0.844407
2. การจัดหมวดหมู่ของ Grid ที่มีความยาวโดยรอบ 500 เมตร x 500 เมตร กับ #POI และ #POP	0.515966
3. การจัดหมวดหมู่ของ Grid โดยใช้หลัก Convolution มีความยาวโดยรอบ 500 เมตร x 500 เมตร กับ #POI	0.751861

4.8 ผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox)

ผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์โดยใช้การระบุตำแหน่งพิกัด จากการรับค่าละติจูด ลองจิจูดที่อยู่ในการจัดหมวดหมู่ของ Grid ซึ่งมีความหนาแน่นทั้งหมด 4 ระดับ ดังรูปที่ 52 ได้แก่ (1) ความหนาแน่นน้อยที่สุด (2) ความหนาแน่นน้อย (3) ความหนาแน่นปานกลาง และ(4) ความหนาแน่นมากที่สุด



รูปที่ 52 : ตัวอย่างผลลัพธ์ของข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox)

4.9 ตารางเวลาเฉลี่ยเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox)

ตารางเวลาเฉลี่ยเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox) ที่เปรียบเทียบการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง ได้แก่ (1) เครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป (Intel® CORE™ i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz 2.80GHz 8.00 GB of RAM) ที่ต้องเชื่อมต่อ vpn เพื่อเรียกใช้งาน server (2) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ (Intel(R) Xeon(R) Gold 5218 CPU @ 2.30GHz 2.30GHz) ที่สามารถเรียกใช้ server ได้เลย ซึ่งเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์อื่นที่ 1 ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปใช้เวลาเฉลี่ย 26.42 นาทีและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพใช้เวลาเฉลี่ย 3.02 นาที เครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์อื่นที่ 2 ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปใช้เวลาเฉลี่ย 17.36 นาทีและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพใช้เวลาเฉลี่ย 1.42 นาที และเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์อื่นที่ 3 ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไปใช้เวลาเฉลี่ย 1.2 นาทีและเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพใช้เวลาเฉลี่ย 0.58 วินาที โดยผู้เชี่ยวชาญยอมรับเวลาประมวลผลไม่เกิน 1 นาที ดังอธิบายในตาราง 5 แสดงเวลาต่อรอบและเวลาเฉลี่ยของเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox)

ตาราง 5 เวลาต่อรอบและเวลาเฉลี่ยเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ (Python toolbox)

คอมพิวเตอร์/ รอบ	เครื่องมือประมวลผลอื่นที่ 1		เครื่องมือประมวลผลอื่นที่ 2		เครื่องมือประมวลผลอื่นที่ 3	
	เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ	เครื่องทั่วไป	เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ	เครื่องทั่วไป	เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ	เครื่องทั่วไป
รอบที่ 1	3.4	23.37	1.13	16.18	0.57	1.4
รอบที่ 2	3.12	22.56	2.27	19.31	1.4	1.3
รอบที่ 3	2.52	33.36	1.32	17.12	0.53	0.58
เวลาเฉลี่ย (นาที)	3.02	26.42	1.42	17.36	0.58	1.2

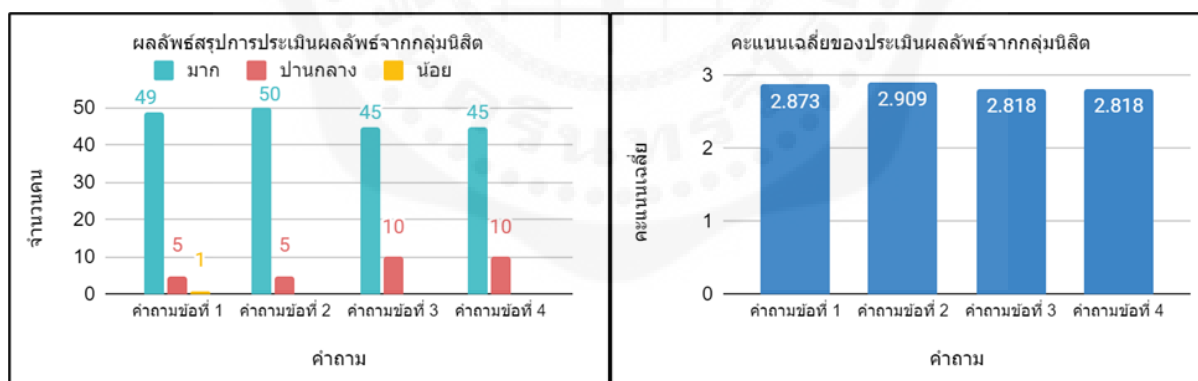
4.10 ตารางสรุปการประเมินผลลัพธ์การแสดงผลของระบบ

การประเมินผลลัพธ์การแสดงผลของระบบโดยจำนวนผู้ร่วมประเมินทั้งหมด 105 คน แบ่งเป็นนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์จำนวน 55 คนและบุคคลทั่วไปจำนวน 50 คน มีเกณฑ์ช่วงคะแนนเฉลี่ยเพื่อวัดระดับความพึงพอใจ 3 ระดับ ได้แก่ (1) ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.66 คะแนน หมายถึงระดับความพึงพอใจน้อย (2) ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.67 - 2.33 คะแนน หมายถึงระดับความพึงพอใจปานกลาง (3) ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.34 - 3.00 คะแนน หมายถึงระดับความพึงพอใจมาก

ผลการประเมินผลลัพธ์จากกลุ่มนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์จำนวน 55 คน สรุปได้ว่าคำถามที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.873 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก คำถามที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.909 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก คำถามที่ 3 และคำถามที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.818 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งสรุปผลของทั้ง 4 คำถามรวมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.855 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ดังตาราง 6 และรูปที่ 53 แสดงกราฟสรุปผลการประเมินผลลัพธ์

ตาราง 6 ผลลัพธ์การประเมินจากกลุ่มนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ			คะแนนเฉลี่ย	แปรผล
	มาก	ปานกลาง	น้อย		
1. จุดพิกัดที่ระบุในภาพตรงกับตำแหน่งที่อยู่ของคุณ	49	5	1	2.873	มาก
2. ข้อมูลการแสดงผลของสถานที่สำคัญโดยรอบมีความถูกต้อง	50	5	-	2.909	มาก
3. คุณสามารถใช้ภาพแผนที่นี้ประกอบการบอกทางสำหรับผู้ที่ต้องการทราบตำแหน่งที่อยู่ของคุณ	45	10	-	2.818	มาก
4. จากภาพข้อมูลแผนที่เดิมเปรียบเทียบกับภาพข้อมูลแผนที่ของระบบ การแสดงผลของสถานที่สำคัญและเส้นทางสามารถดูได้ง่ายมากยิ่งขึ้นหรือไม่	45	10	-	2.818	มาก
สรุปรวม 4 คำถาม	189	30	1	2.855	มาก

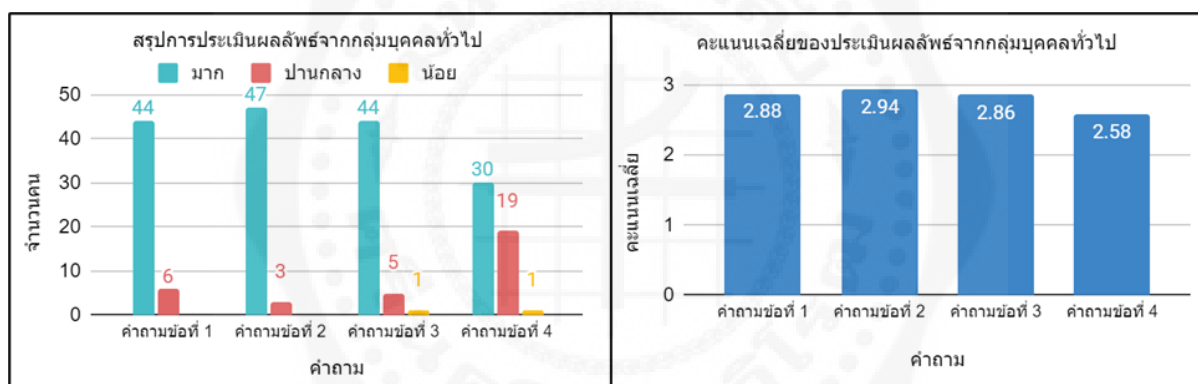


รูปที่ 53 : กราฟสรุปการประเมินผลลัพธ์จากกลุ่มนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์

และผลการประเมินผลลัพธ์จากกลุ่มบุคคลทั่วไปจำนวน 50 คน สรุปได้ว่าคำถามที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.880 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก คำถามที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.940 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก คำถามที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.860 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก และคำถามที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.580 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งสรุปผลของทั้ง 4 คำถามได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.815 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากดังตาราง 7 และรูปที่ 54 แสดงกราฟสรุปผลการประเมินผลลัพธ์

ตาราง 7 ผลลัพธ์การประเมินจากกลุ่มบุคคลทั่วไป

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ			คะแนนเฉลี่ย	แปรผล
	มาก	ปานกลาง	น้อย		
1. จุดพิกัดที่ระบุในภาพตรงกับตำแหน่งที่อยู่ของคุณ	44	6	-	2.88	มาก
2. ข้อมูลการแสดงผลของสถานที่สำคัญโดยรอบมีความถูกต้อง	47	3	-	2.94	มาก
3. คุณสามารถใช้ภาพแผนที่นี้ประกอบการบอกทางสำหรับผู้ที่ต้องการทราบตำแหน่งที่อยู่ของคุณ	44	5	1	2.86	มาก
4. จากภาพข้อมูลแผนที่เดิมเปรียบเทียบกับภาพข้อมูลแผนที่ของระบบ การแสดงผลของสถานที่สำคัญและเส้นทางสามารถดูได้ง่ายมากยิ่งขึ้นหรือไม่	30	19	1	2.58	มาก
สรุปรวม 4 คำถาม	165	33	2	2.815	มาก

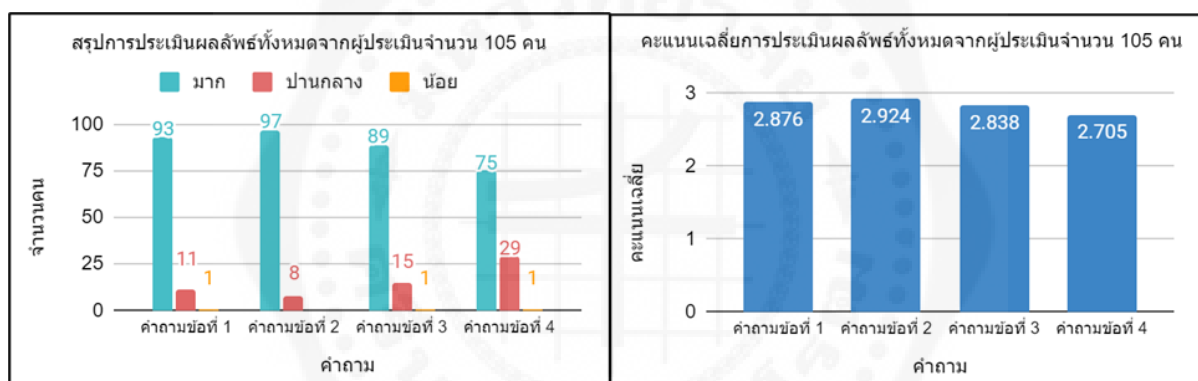


รูปที่ 54 : กราฟสรุปการประเมินผลลัพธ์จากกลุ่มบุคคลทั่วไป

โดยสรุปผลการประเมินรวมทั้งหมดจากผู้ประเมินจำนวน 105 คน ได้ว่าคำถามที่ 1 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.876 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก คำถามที่ 2 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.924 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก คำถามที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.838 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก และคำถามที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.705 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก ซึ่งสรุปผลของทั้ง 4 คำถามได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.836 อยู่ในระดับความพึงพอใจมากดังตาราง 8 และรูปที่ 55 แสดงกราฟสรุปผลลัพธ์การประเมิน

ตาราง 8 ผลลัพธ์การประเมินรวมทั้งหมดจากผู้ประเมินจำนวน 105 คน

คำถาม	ระดับความพึงพอใจ			คะแนนเฉลี่ย	แปรผล
	มาก	ปานกลาง	น้อย		
1. จุดพิกัดที่ระบุในภาพตรงกับตำแหน่งที่อยู่ของคุณ	93	11	1	2.876	มาก
2. ข้อมูลการแสดงผลของสถานที่สำคัญโดยรอบมีความถูกต้อง	97	8	-	2.924	มาก
3. คุณสามารถใช้ภาพแผนที่นี้ประกอบการบอกทางสำหรับผู้ที่ต้องการทราบตำแหน่งที่อยู่ของคุณ	89	15	1	2.838	มาก
4. จากภาพข้อมูลแผนที่ได้เปรียบเทียบกับภาพข้อมูลแผนที่ของระบบ การแสดงผลของสถานที่สำคัญและเส้นทางสามารถดูได้ง่ายมากยิ่งขึ้นหรือไม่	75	29	1	2.705	มาก
สรุปรวม 4 คำถาม	354	63	3	2.836	มาก



รูปที่ 55 : กราฟสรุปผลการประเมินรวมทั้งหมดจากผู้ประเมินจำนวน 105 คน

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

จากการศึกษาค้นคว้าและพัฒนาระบบแผนที่แสดงสถานที่สำคัญโดยรอบของตำแหน่งพิกัดที่ระบุในรูปแบบรูปภาพ ทางผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการจัดทำแผนที่ การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลขสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Nostra Data) และการสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ โดยจัดการข้อมูล que แสดงผลสถานที่สำคัญมาใช้จัดการข้อมูลการแสดงผลของแผนที่เพื่อเลือกสถานที่สำคัญโดยใช้ข้อมูลร่วมกับข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐานของประเทศและผู้เชี่ยวชาญด้านภูมิสารสนเทศและแบ่งระดับความหนาแน่นของพื้นที่อ้างอิงตามข้อมูลสถานที่สำคัญมาจัดหมวดหมู่ตามหลัก K – means clustering โดยใช้ Elbow method แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่มตามระดับความหนาแน่นของข้อมูลสถานที่สำคัญ ได้แก่ (1) หนาแน่นน้อยที่สุด (0 สถานที่) (2) หนาแน่นน้อย (ช่วง 1-2 สถานที่) (3) หนาแน่นปานกลาง (ช่วง 3-11 สถานที่) และ (4) หนาแน่นมากที่สุด (ช่วง 12-83 สถานที่) และเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผลการจัดหมวดหมู่โดย Convolutional ได้ค่า Correlation Coefficient เท่ากับ 0.751861 ซึ่งเป็นวิธีการจัดหมวดหมู่ที่เหมาะสมมากที่สุดจากทั้งหมด

เนื่องจากการจัดหมวดหมู่ของ Grid กับจำนวนสถานที่สำคัญได้ค่า Correlation Coefficient เท่ากับ 0.844407 และการจัดหมวดหมู่ของ Grid กับจำนวนสถานที่สำคัญและจำนวนประชากรได้ค่า Correlation Coefficient เท่ากับ 0.515966 ซึ่งมีค่าลดลงจากเดิม ถึงแม้การจัดหมวดหมู่ของ Grid กับจำนวนสถานที่สำคัญจะมีค่า Correlation Coefficient สูงที่สุด แต่ประสิทธิภาพในการแสดงผลนั้นไม่เหมาะสมกับโครงการวิจัย ผู้วิจัยจึงเลือกใช้การแสดงผลการจัดหมวดหมู่โดย Convolution ในโครงการวิจัยนี้ และได้ทำการสร้างเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์ที่เป็นตัวกำหนดระยะขอบเขตการแสดงผลของแผนที่ออกมาในรูปแบบรูปภาพที่ต่างกันตามหมวดหมู่ระดับความหนาแน่นทั้ง 4 ระดับข้างต้น จากนั้นอัปโหลดข้อมูลแผนที่เป็น Web Map Service (WMS) และเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์เป็น Geoprocessing Service บน Server

จากการทดสอบเครื่องมือประมวลผลการทำแผนที่ใช้เวลาเฉลี่ยประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป 1.2 นาทีและเครื่องที่มีประสิทธิภาพ ใช้เวลาเฉลี่ย 58 วินาที โดยผู้เชี่ยวชาญยอมรับเวลาประมวลผลไม่เกิน 1 นาที จึงถือว่าเครื่องมือประมวลผลการจัดทำแผนที่มีประสิทธิภาพในด้านเวลา และจากการประเมินผลลัพธ์การแสดงผลของระบบโดยผู้ประเมินจำนวน 105 คน แบ่งเป็นกลุ่มนิสิตคณะวิทยาศาสตร์ สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์จำนวน 55 คนและกลุ่มบุคคลทั่วไปจำนวน 50 คน มีเกณฑ์ช่วงคะแนนเฉลี่ยเพื่อวัดระดับความพึงพอใจ 3 ระดับ ได้แก่ (1) ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.00 - 1.66 คะแนน หมายถึงระดับความพึงพอใจน้อย (2) ช่วงคะแนนเฉลี่ย 1.67 - 2.33 คะแนน หมายถึงระดับความพึงพอใจ

ปานกลาง (3) ช่วงคะแนนเฉลี่ย 2.34 - 3.00 คะแนน หมายถึงระดับความพึงพอใจมาก สรุปผลได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.836 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

5.2 อภิปรายผล

จากการดำเนินโครงการสามารถจัดการข้อมูลเชิงตัวเลขสำหรับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นโดยใช้ความรู้ทางและเครื่องมือทางด้านภูมิศาสตร์ที่ได้ศึกษามาพัฒนาและแบ่งระดับความหนาแน่นของพื้นที่อ้างอิงตามข้อมูลสถานที่สำคัญมาจัดหมวดหมู่ตามหลัก K - means clustering โดยใช้ Elbow method และเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผลการจัดหมวดหมู่โดย Convolution พบว่าวิธีการนี้มีประสิทธิภาพมากที่สุดจากวิธีการอื่นที่ได้ทดลอง เนื่องจากได้ค่า Correlation Coefficient เท่ากับ 0.751861 และการแสดงผลมีความเหมาะสมกับโครงงานวิจัย สามารถอัปโหลดข้อมูลแผนที่ที่ผ่านการจัดการแล้วเป็น Web Map Service (WMS) และเครื่องมือประมวลผลทางภูมิศาสตร์เป็น Geoprocessing Service บน Server ทดลองเรียกใช้งานผ่านเว็บได้ ทดสอบเครื่องมือการประมวลผลทำแผนที่ใช้เวลาเฉลี่ยประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป 1.2 นาทีและเครื่องที่มีประสิทธิภาพ ใช้เวลาเฉลี่ย 58 วินาที โดยผู้เชี่ยวชาญยอมรับเวลาประมวลผลไม่เกิน 1 นาที จึงถือว่าเครื่องมือประมวลผลการจัดทำแผนที่มีประสิทธิภาพในด้านเวลา และประเมินผลลัพธ์การแสดงผลของระบบ สรุปผลได้ว่ามีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 2.836 อยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการดำเนินโครงงานวิจัยเป็นข้อมูลทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย ซึ่งข้อมูลมีจำนวนมากและซับซ้อนจึงทำให้การดำเนินงานมีความล่าช้า การประมวลผลของข้อมูลในแต่ละครั้งใช้เวลานาน และข้อมูลที่ได้มาเป็นข้อมูลแผนที่ที่ไม่ผ่านการอัปเดตเป็นปัจจุบัน จึงทำให้ข้อมูลไม่ถูกต้องในบางส่วน

5.4 ข้อเสนอแนะ

ควรปรับปรุงชุดข้อมูลแผนที่ให้เป็นข้อมูลปัจจุบัน เพื่อการแสดงผลของระบบจะได้มีความถูกต้องและมีประสิทธิภาพในการแสดงผลมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] NOSTRA Map บริการ ONE STOP SERVICE ด้านแผนที่ [Internet]. [cited 2020 Jun 27]. Available from: <https://www.nostramap.com/>
- [2] Data DM, Server M, Data A. บทที่ 1: บทนำ. :1–4.
- [3] การแผนที่เบื้องต้น - การแผนที่ขั้นสูงเพื่องานภูมิสารสนเทศ (Advanced Visualization Mapping) [Internet]. [cited 2021 Apr 13]. Available from: <https://sites.google.com/site/nawinssite/home/kar-phaenthi-beuxng-tn>
- [4] วิธีการคำนวณความหนาแน่นของประชากร : 10 ขั้นตอน (พร้อมรูปภาพ) [Internet]. [cited 2020 Jun 27]. Available from: <https://th.wikihow.com/คำนวณความหนาแน่นของประชากร>
- [5] สถิติเบื้องต้น.
- [6] หน่วยการเรียนรู้ที่ 11 การลงที่หมายวงรอบ.
- [7] เว็บไซต์ ทัศน สำหรับ ArcGIS WebALV for ArcGIS อมรเดช อุดมดิลกภาพ Amorndech Updomdilokphop สารนิพนธ์ ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปีการศึกษา 2553.
- [8] ทางหลวงพิเศษ ทางหลวงแผ่นดิน ทางหลวงชนบท ถนนท้องถิ่น.
- [9] Generalize (Editing)—ArcGIS Pro | Documentation [Internet]. [cited 2020 Oct 19]. Available from: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/editing/generalize.htm>
- [10] Merge Divided Roads (Cartography)—ArcGIS Pro | Documentation [Internet]. [cited 2020 Oct 19]. Available from: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/cartography/merge-divided-roads.htm>
- [11] Classification ต่างกับ Clustering อย่างไร? [Internet]. [cited 2020 Oct 19]. Available from: <https://www.coraline.co.th/single-post/classification-vs-clustering-model>
- [12] การทำ Machine Learning ด้วย Clustering Model | TNI University [Internet]. [cited 2020 Oct 19]. Available from: <https://medium.com/tni-university/การทำ-machine-learning-ด้วย-clustering-model-2a3c392e7faa>
- [13] การหาจำนวน k ที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธี Elbow Method | by Weerasak Thachai | EspressoFX Notebook | Medium [Internet]. [cited 2020 Oct 19]. Available from: <https://medium.com/espresso-fx-notebook/การหาจำนวน-k-ที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธี-elbow-method-79b9a75f934>

- [14] โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน. Convolutional Neural Network: CNN | by Olarik Surinta | olarik | Medium [Internet]. [cited 2020 Dec 4]. Available from: <https://medium.com/olarik/โครงข่ายประสาทเทียมแบบคอนโวลูชัน-4e9e3a7a39bf>
- [15] Convolutional Neural Network (CNN) คืออะไร | by Natthawat Phongchit | Medium [Internet]. [cited 2020 Nov 27]. Available from: <https://medium.com/@natthawatphongchit/มาลองดูวิธีการคิดของ-cnn-กัน-e3f5d73eebaa>
- [16] บทปฏิบัติการระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ขั้นพื้นฐาน. (1).
- [17] :::::::::: ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์กรุงเทพมหานคร :::::::::: [Internet]. [cited 2020 Jun 9]. Available from: http://www.bangkokgis.com/bangkokgis_2008/modules.php?m=gis_for_everyone&gr=remotesensing&page=12
- [18] การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ : ฟังก์ชันของการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ - LEARN [Internet]. [cited 2020 Jun 10]. Available from: <http://learn.gistda.or.th/2017/04/04/การวิเคราะห์ข้อมูลเชิง-2/>
- [19] Kanthasem S. A Design and Development of Web Services for Messenger Services with Real-Time Tracking.
- [20] Portal N. ระบบสืบค้นและบริการภูมิสารสนเทศกลางของประเทศ (NGIS Portal).
- [21] What is GIS? | ESRI Thailand [Internet]. [cited 2020 Jun 16]. Available from: <https://www.esrith.com/what-is-gis/>
- [22] A quick tour of authoring and sharing geoprocessing services—ArcGIS Server | Documentation for ArcGIS Enterprise [Internet]. [cited 2020 Oct 19]. Available from: https://enterprise.arcgis.com/en/server/latest/publish-services/windows/a-quick-tour-of-authoring-geoprocessing-services.htm#ESRI_SECTION1_0992972C57CA4914811CB94FE01C9835
- [23] มุมมอง ArcGIS Server ต่อการพัฒนาระบบ | GIS Developer [Internet]. [cited 2020 Jun 9]. Available from: <http://gis-rocker.blogspot.com/2011/05/arcgis-server.html>
- [24] ArcGIS Pro | ESRI Thailand [Internet]. [cited 2020 Jun 16]. Available from: <https://www.esrith.com/products/arcgis-pro/>
- [25] Yuan C, Yang H. Research on K-Value Selection Method of K-means Clustering Algorithm. J. 2019;2(2):226–35.
- [26] Zhang C, Li W. The Roles of Web Feature and Web Map Services in Real-time Geospatial Data Sharing for Time-critical Applications. Vol. 32, Cartography and Geographic Information Science. 2005.

- [27] Adamczyk J, Tiede D. ZonalMetrics - a Python toolbox for zonal landscape structure analysis. *Comput Geosci*. 2017 Feb 1;99:91–9.
- [28] พระราชบัญญัติการจัดสรรที่ดิน | จ๊อบส์ดีบี ประเทศไทย [Internet]. [cited 2021 Apr 19]. Available from: <https://th.jobsdb.com/th-th/articles/พระราชบัญญัติ-จัดสรรที่/>



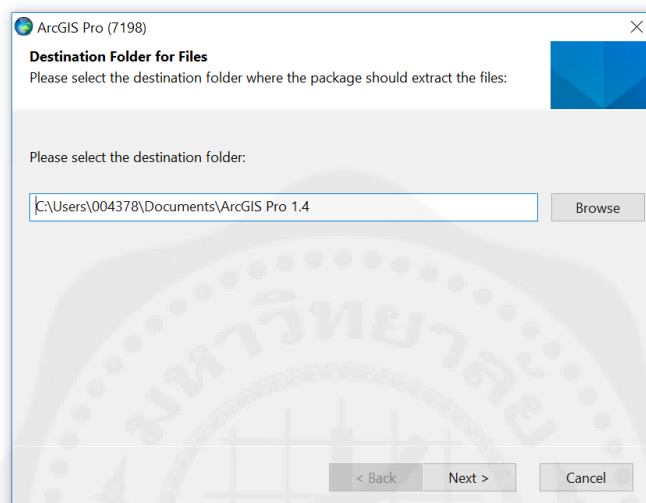
ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

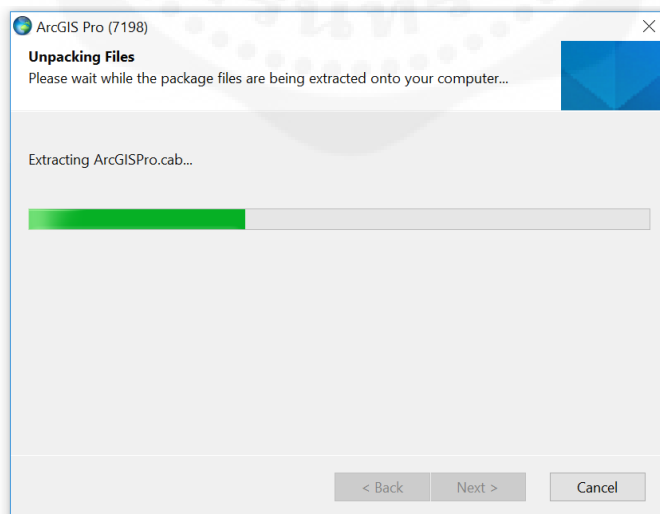
การติดตั้งโปรแกรม ArcGIS Pro

1. ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ ติดตั้งของโปรแกรม ArcGIS Pro (ArcGISPro_____.exe) เพื่อแยกไฟล์ติดตั้งที่อยู่ภายใน



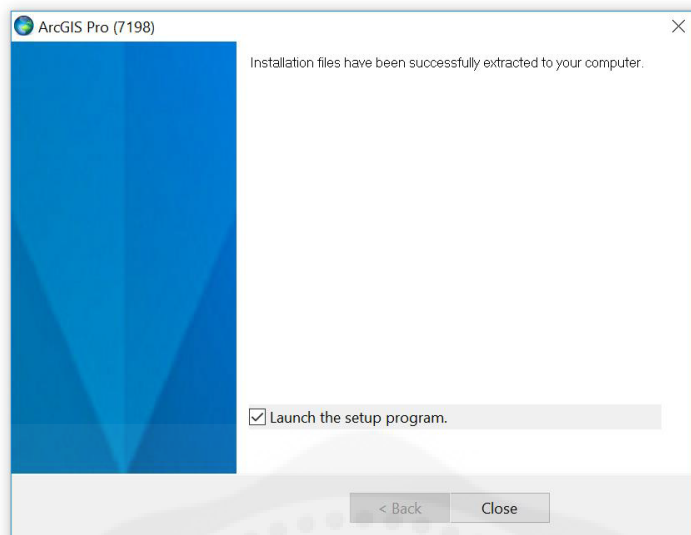
รูปที่ ก - 1 : หน้าแรกของการติดตั้งโปรแกรม ArcGIS Pro

2. รอจนโหลดเสร็จ



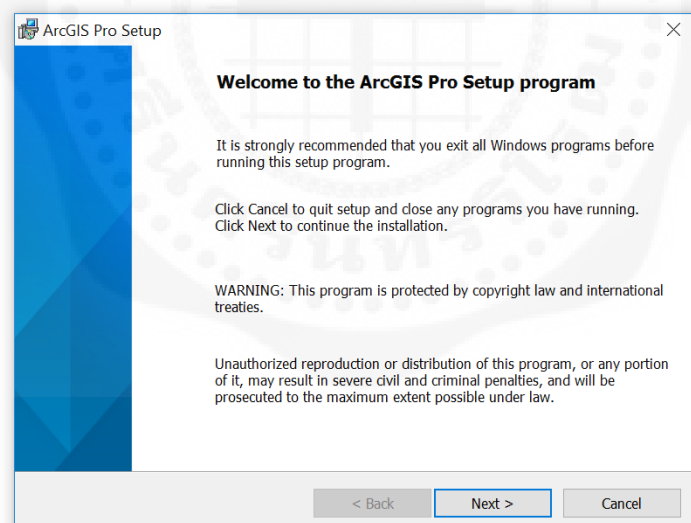
รูปที่ ก - 2 : รอการโหลดโปรแกรมเสร็จสิ้น

3. เมื่อโหลดเสร็จแล้วให้คลิกที่ Close



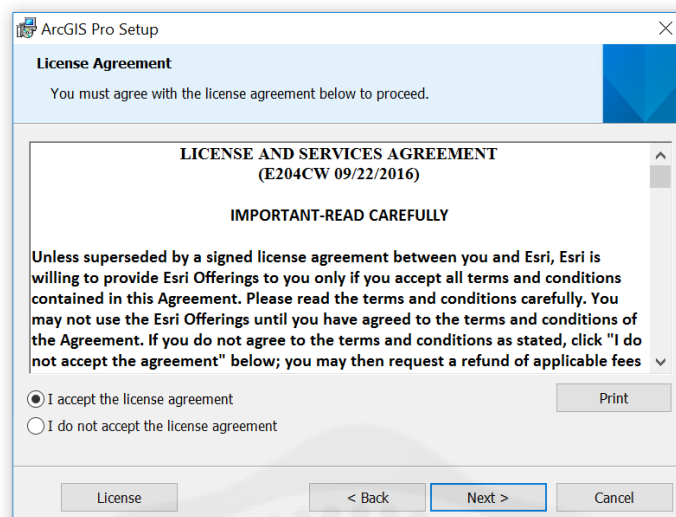
รูปที่ ก - 3 : เมื่อโหลดเสร็จแล้วให้คลิกที่ Close

4. จะเข้าสู่การติดตั้งโปรแกรมคลิก Next



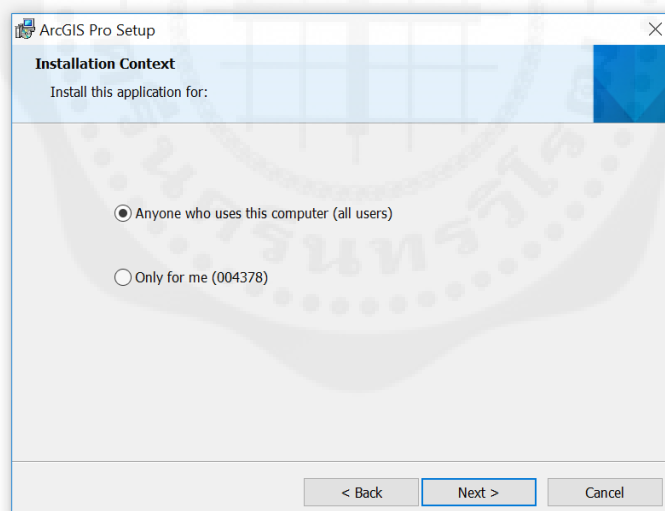
รูปที่ ก - 4 : เข้าสู่หน้าการติดตั้งโปรแกรม

5. เลือกที่ I accept the license agreement



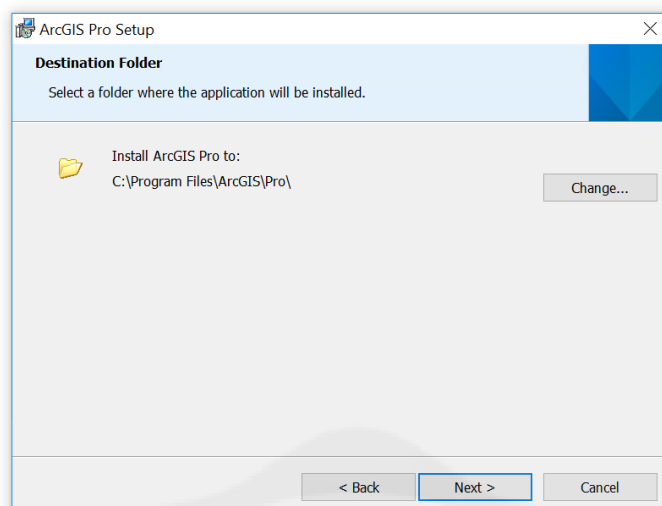
รูปที่ ก - 5 : เลือกที่ I accept the license agreement

6. เลือกเงื่อนไข User ที่ต้องการใช้ใน ArcGIS Pro



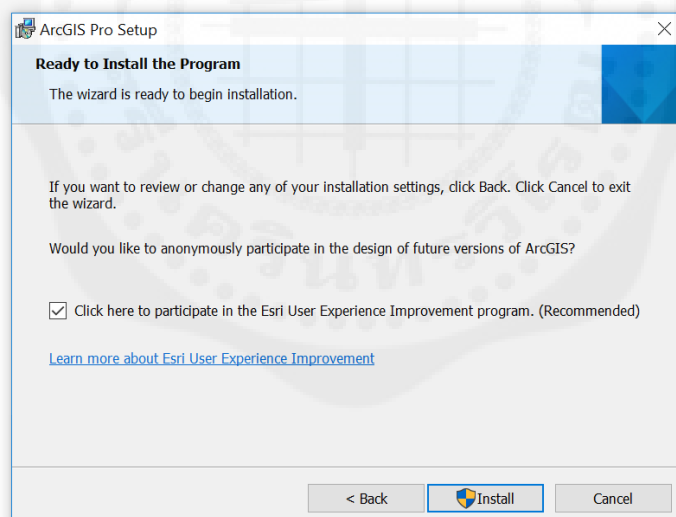
รูปที่ ก - 6 : เลือกเงื่อนไข User ที่ต้องการใช้ใน ArcGIS Pro

7. คลิกที่ Next



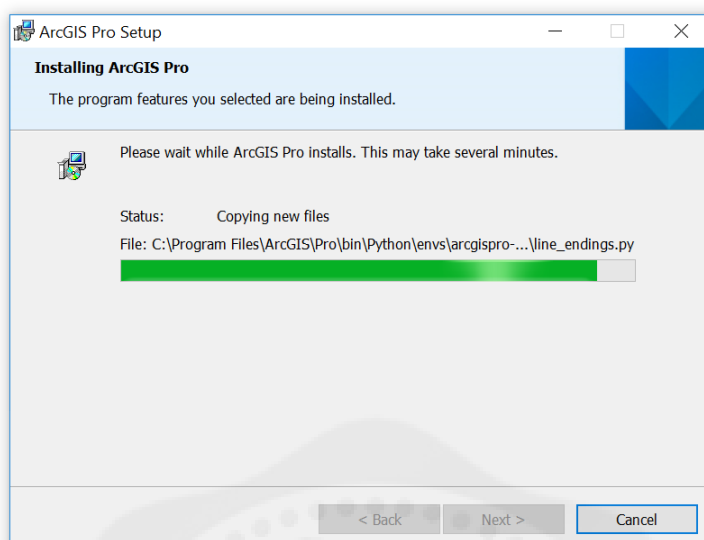
รูปที่ ก - 7 : คลิกที่ Next

8. คลิกที่ Install



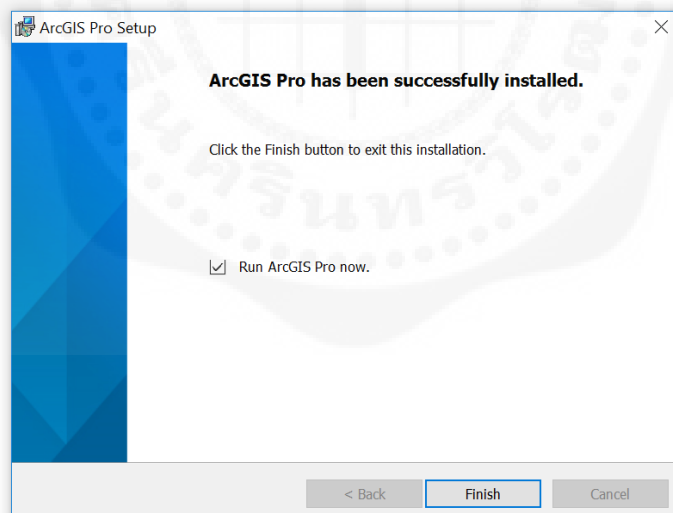
รูปที่ ก - 8 : คลิกที่ Install

9. รอจนกว่าโปรแกรมจะติดตั้งสำเร็จ



รูปที่ ก - 9 : รอการโหลดโปรแกรมจนติดตั้งสำเร็จ

10. คลิกที่ Finish ก็จะได้โปรแกรมสำเร็จ



รูปที่ ก - 10 : ติดตั้งโปรแกรมสำเร็จ

ภาคผนวก ข

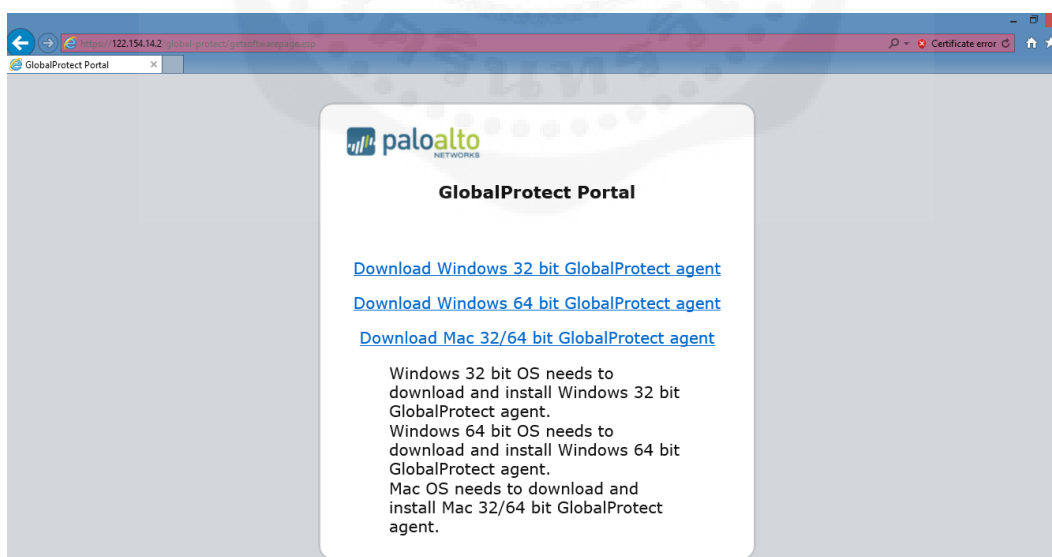
การติดตั้ง Global Protect Agent

1. ขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรม เพื่อทำการดาวน์โหลด Agent ที่ระบบจะปรากฏหน้าจอให้ Login



รูปที่ ข - 1 : หน้าจอ Login เพื่อทำการดาวน์โหลดโปรแกรม

2. เมื่อ Login สำเร็จจะเข้าสู่หน้าจอดาวน์โหลด agent ให้เลือกดาวน์โหลดตามประเภทของระบบปฏิบัติการที่ใช้ ระบบปฏิบัติการ Windows เป็น 32 bit หรือ 64 bit และ Mac OS 32/64 bit คลิกเพื่อดาวน์โหลดเมื่อดาวน์โหลดเสร็จจะได้ไฟล์ ชื่อ GlobalProtect



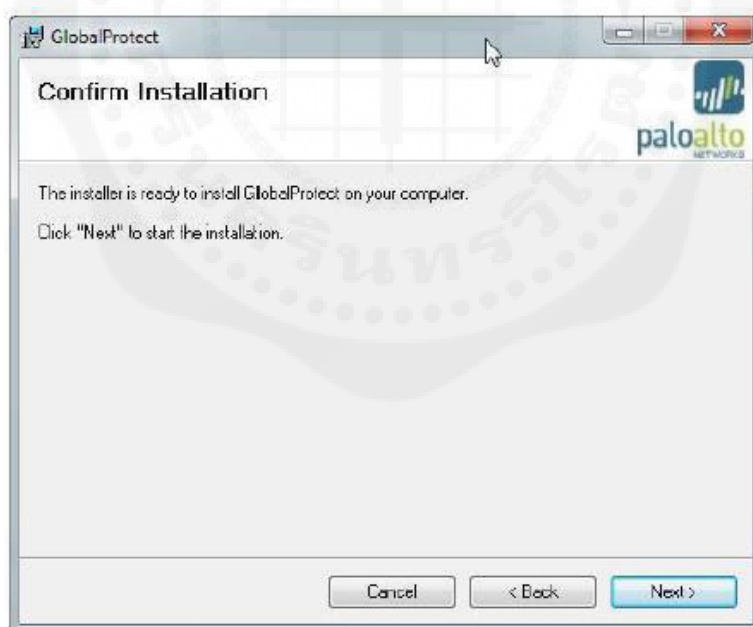
รูปที่ ข - 2 : หน้าจอดาวน์โหลด agent

3. ทำการติดตั้งโปรแกรม ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ GlobalProtect จะมีหน้าต่างขึ้นมาให้คลิกที่ Run



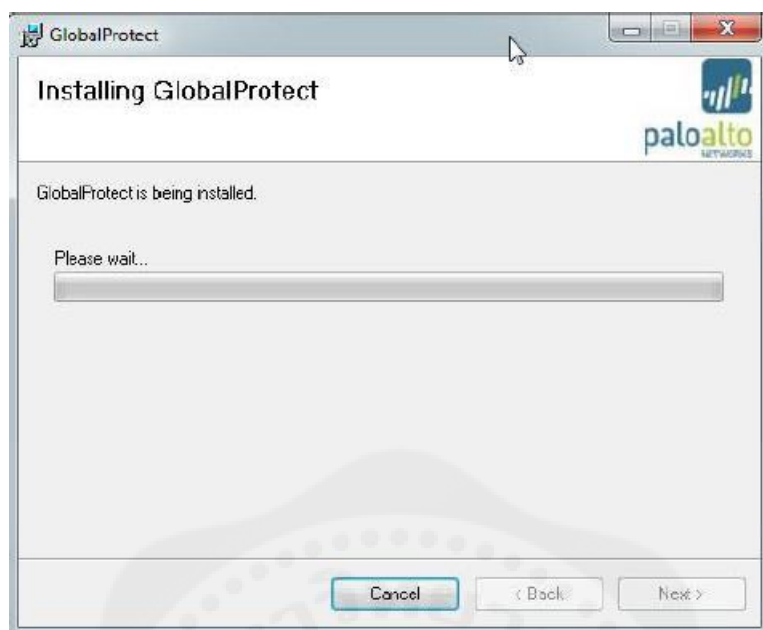
รูปที่ ข - 3 : หน้าแรกของการติดตั้งโปรแกรม

4. กด Next เพื่อยืนยันการติดตั้ง



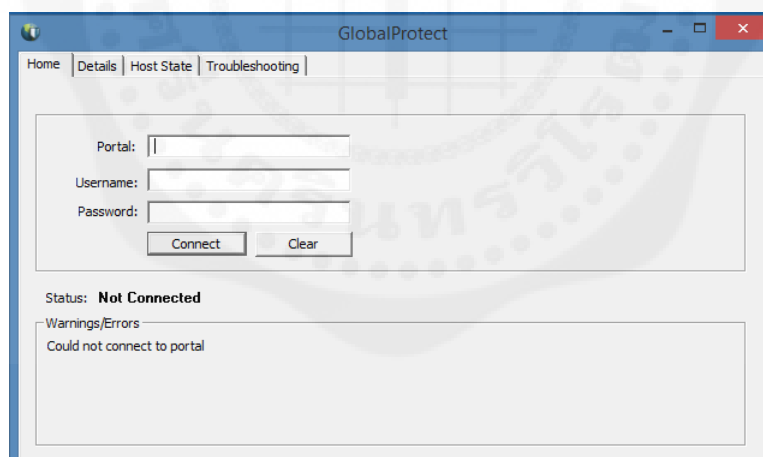
รูปที่ ข - 4 : ยืนยันการติดตั้ง

5. รอจนติดตั้งสำเร็จ



รูปที่ ข - 5 : รอการโหลดโปรแกรมจนติดตั้งสำเร็จ

6. เมื่อติดตั้งสำเร็จจะแสดงหน้าจอตั้งค่าขึ้นมาอัตโนมัติ

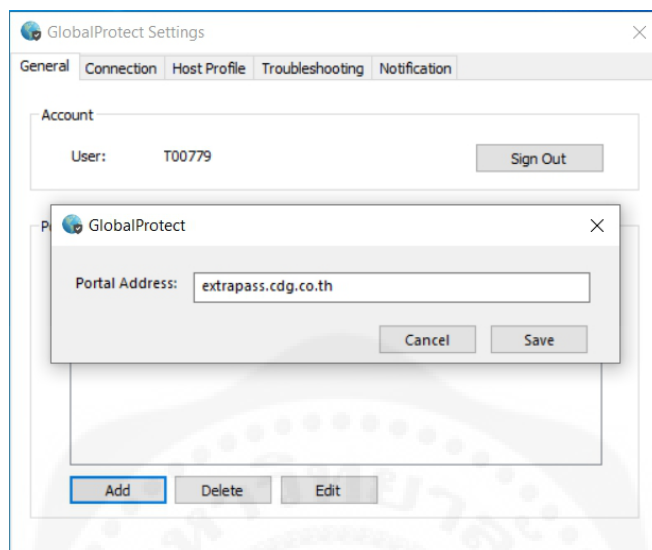


รูปที่ ข - 6 : เมื่อติดตั้งสำเร็จจะแสดงหน้าจอตั้งค่าขึ้นมาอัตโนมัติ

7. การตั้งค่าสำหรับการใช้งาน

Portal : extrapass.cdg.co.th

Username และ Password ใช้ชื่อและรหัส Login ที่ได้มาจากบริษัท

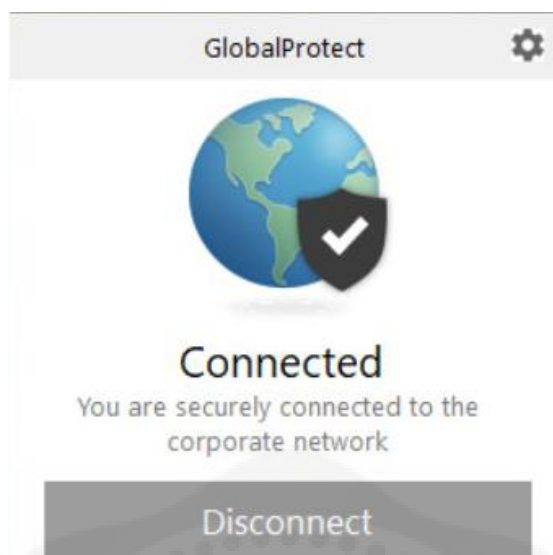


รูปที่ ข - 7 : การตั้งค่า Portal



รูปที่ ข - 8 : การตั้งค่า Username และ Password

8. ติดตั้งโปรแกรมและเชื่อมต่อสำเร็จ



รูปที่ ข - 9 : ติดตั้งโปรแกรมและเชื่อมต่อสำเร็จ