การศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม บน ArcGIS 9

นางสาว แววววรรณ คำฟองเครือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5070458721

STUDY AND DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR PRESENTING GEOGRAPHIC INFORMATION BY CARTOGRAM ON ARCGIS DESKTOP 9

Miss Waewwan Khamfongkrua

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Spatial Information System in Engineering
Department of Survey Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

530429

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรมบน ArcGIS 9
โดย	นางสาว แววววรรณ คำฟองเครือ
สาขาวิชา	ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ ทินนโชติ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ธงทิศ ฉายากุล)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. สุกิจ วิเศษสินธุ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แวววรรณ คำฟองเครือ : การศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรมบน ArcGIS 9. (STUDY AND DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR PRESENTING GEOGRAPHIC INFORMATION BY CARTOGRAM ON ARCGIS DESKTOP 9) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รศ.วิชัย เฌี่ยงวีรชน, 141 หน้า.

การแสดงผลแผนที่แบบโคโรเพลท โดยการใช้สีเพียงอย่างเดียว จะยังมีปัญหาในการแสดงผลกับข้อมูลที่มีขนาดของโพลิกอนเล็ก แต่มีค่าข้อมูลมาก ซึ่งการแสดงผลแผนที่แบบคาร์โตแกรมจะช่วยแก้ปัญหาในจุดนี้ได้ เพราะว่าคาร์โตแกรมจะเปลี่ยนขอบเขตของพื้นที่ตามค่าพารามิเตอร์ที่ได้รับมาจากข้อมูลเชิงคุณลักษณะ แต่ปัญหาคือ ในประเทศไทย คนส่วนใหญ่ยังไม่รู้จัก และไม่เข้าใจรายละเอียดในวิธีการแสดงผลแผนที่แบบคาร์โตแกรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม บน ArcGIS 9 เพื่อศึกษาชนิดและรูปแบบ รวมทั้งความเหมาะสมในการนำเสนอข้อมูลแบบต่างๆ จากการศึกษาพบว่า คาร์โตแกรมนิยมใช้กันอยู่ 4 แบบ คือ Feature shape cartogram, Circular cartogram, Rectangular cartogram และ Diffusion base cartogram ดังนั้นผู้วิจัยจึงพัฒนาโปรแกรมให้สามารถสร้างคาร์โตแกรมได้ทั้ง 4 แบบ และมีการประเมินผลจากการอบรมการใช้งานและทดสอบโปรแกรมจาก สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม มีผู้เข้าร่วมการอบรมจำนวน 10 คน ซึ่งมีพื้นฐานในการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS Desktop9 ต่างกัน พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมทั้งหมดมีความเห็นว่า คาร์โตแกรมเป็นเรื่องใหม่ มีความน่าสนใจ และวิธีที่เหมาะสมกับข้อมูลของหน่วยงานมากที่สุดคือวิธี Feature shape cartogram ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับดี ถึงร้อยละ 90 แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมสามารถใช้งานได้ง่าย และมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้กับข้อมูลจริงของหน่วยงานได้

โปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นนี้ สามารถนำมาใช้แสดงผลแผนที่แบบคาร์โตแกรมได้โดยให้ผลลัพธ์ที่ดึงดูดความสนใจ ทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายแผนที่ได้ชัดเจน รวดเร็ว และประหยัดเวลาในการอ่านข้อมูลมากยิ่งขึ้น

ภาควิชา วิศวกรรมสำรวจ ลายมือชื่อนิสิต แวววรรณ คำฟองเครือ
สาขาวิชา ระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....
ปีการศึกษา 2553

5070458721 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING
KEYWORDS : CARTOGRAM / FEATURE SHAPE CARTOGRAM / CIRCULAR CARTOGRAM / RECTANGULAR CARTOGRAM / DIFFUSION-BASE CARTOGRAM

WAEWWAN KHAMFONGKRUA: STUDY AND DEVELOPMENT OF AN APPLICATION FOR PRESENTING GEOGRAPHIC INFORMATION BY CARTOGRAM ON ARCGIS DESKTOP 9. THESIS ADVISOR: ASSOC.PROF. VICHAI YIENGVEERACHON, 141 pp.

The Choropleth map, use only shaded of color to display on the map, has a problem about displayed with small polygon but contain a huge data. This problem can be solved by cartogram, because cartogram will distort the boundaries of regions so that the size of the distorted regions is according to their attribute. But the problem of cartogram is cartogram isn't well known in Thailand. A lot of people never see or don't understand cartogram. Therefore, this research is aimed to study and development of an application for presenting geographic information by cartogram on ArcGIS 9 to learning about types, format and appropriate data of cartogram. The result of this study indicates that cartogram has 4 famous types, Feature shape cartogram, Circular cartogram, Rectangular cartogram, and Diffusion-base cartogram. Therefore, an application on ArcGIS 9 has designed to create all types of cartogram. Assessment by training and testing program at Office of The Cane and Sugar Board (OCSB), Ministry of Industry of Thailand. Training participants, 10, have varied knowledge base about ArcGIS 9. Result is all of participants said cartogram is new and interesting. Feature shape cartogram more appropriate to presented OCSB's data than other cartogram and 90% of participants gratify with cartogram. It show that the application easy to use and have a potential to use with OCSB's data.

The result from processing of this application able to present a cartogram, advantage is more interesting, quickly and clearly understanding, and saving your time when reading the map.

Department : Survey Engineering ..... Student's Signature แววรรณ คำฟองเครือ

Field of Study : Spatial Information System In Engineering ..... Advisor's Signature .....

Academic Year : 2010 .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือและความกรุณาจากบุคคลหลายท่าน ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และญาติพี่น้อง ผู้ซึ่งให้การสนับสนุน คอยดูแล และเป็นกำลังใจต่อการศึกษาในครั้งนี้เป็นอย่างยิ่ง

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วิชัย เยี่ยงวีรชน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการให้แนวความคิด คำแนะนำ คำปรึกษาในการวิจัย ตรวจสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้ข้อชี้แนะต่างๆ เพื่อแก้ไขปัญหา และให้แรงบันดาลใจ ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์นี้ จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ ทินนโชติ และอาจารย์ ดร. ธงทิศ ฉายากุล คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการอ่านตรวจสอบข้อบกพร่องและแนะนำสิ่งต่างๆ ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้เป็นอย่างดี รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำที่ดี ที่เป็นประโยชน์แก่ข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ดร. สุกิจ วิเศษสินธุ์ ที่ได้กรุณาสละเวลามาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำปรึกษา ตลอดจนคำแนะนำต่างๆเป็นอย่างดี

ข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ทุกท่านที่ได้ให้การสนับสนุน ให้ความช่วยเหลือ และความห่วงใยในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะก่อเกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศชาติสืบไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ญ

สารบัญภาพ.....ฎ

บทที่

1 บทนำ……1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา……1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย……...3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย…….. 3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ……4

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย……... 4

2 แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง……... 6

2.1 คาร์โตแกรม……...6

2.2 แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง…….....7

2.2.1 Rubber Map Method……... 7

2.2.2 Rubber Sheet Distortion Method……7

2.2.3 Dorling's circular cartograms……..8

2.2.4 Constructing Continuous Cartograms: A Constraint-Based Approach……...8

2.2.5 Continuous Cartogram Construction ……..9

2.2.6 Constructing contiguous area cartogram using Arcview avenue …….. 10

2.2.7 CartoDraw: A Fast Algorithm for Generating Contiguous Cartograms …… 10

2.2.8 Medial-Axis -Based Cartograms ……... 11

2.2.9 Diffusion-based method for producing density equalizing maps ……..11

2.2.10 WORLDMAPPER: the world as you've never seen it before ……... 13

2.2.11 On Rectangular Cartograms …… 13

2.2.12 A Map of Olympic Medals ……. 14

2.3 แนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม……18

3 การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์…….. 21

3.1 การออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ …… 21

3.2 หลักการทำงานของคาร์โตแกรม …… 23

3.2.1 Feature shape cartogram …… 23

3.2.2 Circular cartogram …… 25

3.2.3 Rectangular cartogram …….. 27

3.2.4 Diffusion based cartogram …… 30

3.3 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับโปรแกรมประยุกต์ ……... 32

3.3.1 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับโปรแกรมประยุกต์……32

3.3.2 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับทดสอบโปรแกรม ……33

3.3.2.1 ข้อมูลจำนวนประชากรชาย จำนวนประชากรหญิง จำนวนประชากรรวมและจำนวนครัวเรือนรวมของ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2552…….33

3.3.2.2 ข้อมูลจำนวนประชากรชาย จำนวนประชากรหญิง จำนวนประชากรรวม และจำนวนครัวเรือนรวมของ จังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549……...34

3.3.2.3 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆในประเทศไทยปีพ.ศ. 2551....35

3.3.2.4 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 …….. 36

3.3.2.5 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553……37

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.4 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์……38
4 การทดสอบโปรแกรมประยุกต์……..43
4.1 แนวคิดในการทดสอบทดสอบ…… 43
4.2 ทดสอบการทำงานในส่วนการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม..…... 44
4.2.1 Feature shape ……...45
4.2.2 Circular cartogram ……..56
4.2.3 Rectangular cartogram ……61
4.2.4 Diffusion-based method …… 66
4.3 ทดสอบการทำงานในส่วนของเครื่องมือเสริมที่สร้างขึ้น……77
4.3.1 Add New Layer …… 78
4.3.2 Polygon to Point …… 78
4.3.3 Create Line 80
4.3.4 Animation..... 83
4.3.5 Buffer 84
5 การวิเคราะห์และประเมินผล..... 85
5.1 การวิเคราะห์ผล 85
5.1.1 การแสดงแผนที่คาร์โตแกรมแบบ Feature 85
5.1.2 การแสดงแผนที่คาร์โตแกรมแบบ Circular cartogram 87
5.1.3 การแสดงแผนที่คาร์โตแกรมแบบ Rectangular cartogram 87
5.1.4 การแสดงแผนที่คาร์โตแกรมแบบ Diffusion based 88
5.2 การประเมินผลจากหน่วยงานภายนอก..... 95
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 102
6.1 สรุปผลการวิจัย 102
6.2 อภิปรายผลการศึกษา..... 104
6.3 ข้อเสนอแนะ..... 105

รายการอ้างอิง..... 106
ภาคผนวก.....108
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 141

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้าที่**

5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมอบรม……..97

5.2 การทดสอบโปรแกรมด้านความพึงพอใจในการใช้งาน…….. 98

5.3 แสดงรายการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมประยุกต์…….. 100

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้าที่**

1.1 แสดงผลการเลือกตั้งประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 2008 แบบแผนที่โคโรเพลท 2
1.2 แสดงผลการเลือกตั้งประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 2008 แบบคาร์โตแกรม..... 2
1.3 แสดงแผนผังขั้นตอนการทำงาน.....5
2.1 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1960 แบบคาร์โตแกรม..... 7
2.2 แสดงจำนวนประชากรของประเทศอังกฤษแบบ Circular Cartogram..... 8
2.3 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1996 แบบ Continuous cartogram..... 9
2.4 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1996 แบบ Continuous cartogram..... 9
2.5 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1990 แบบ Contiguous cartogram.....10
2.6 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1996 แบบ Contiguous cartogram.....11
2.7 แสดงการกระจายข่าวใหม่ที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาแบบ Contiguous cartogram..... 12
2.8 แสดงจำนวนประชากรของทั้งโลก ในปี ค.ศ. 2005 แบบ Contiguous cartogram..... 13
2.9 แสดงจำนวนประชากรท้องถิ่นของสหรัฐอเมริกาแบบ Rectangular cartogram..... 14
2.10 แสดงจำนวนประชากรทั้งหมดของสหรัฐอเมริกาแบบ Rectangular cartogram.....14
2.11 แสดงผลการแข่งขันโอลิมปิกในปี ค.ศ. 2008 แบบ Circular Cartogram.....15
2.12 แสดงจำนวนประชากรในรัฐแคลิฟอร์เนียแบบ Contiguous cartogram.....16
2.13 แสดงจำนวนประชากรในรัฐแคลิฟอร์เนียแบบ Non-contiguous cartogram.....17
2.14 แสดงจำนวนประชากรในรัฐแคลิฟอร์เนียแบบ Rectangular และ Circular cartogram...17
2.15 แผนที่แสดงจำนวนประชากร ปีพ.ศ.2551 โดยให้สัญลักษณ์ไล่สีไปตามจำนวนประชากร..... 19
2.16 แผนที่แสดงความหนาแน่นของประชากร ปีพ.ศ.2551 โดยให้สัญลักษณ์ไล่สีไปตามความหนานแน่นของประชากร.....19
3.1 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมประยุกต์..... 22

3.2 แสดงลำดับการคำนวณของวิธี Feature shape cartogram…… 24
3.3 แสดงลำดับการคำนวณของวิธี Circular cartogram……...26
3.4 แสดงลำดับการคำนวณของวิธี Rectangular cartogram……29
3.5 แสดงลำดับการคำนวณของวิธี Diffusion based cartogram…….. 31
3.6 แสดงแผนที่ของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล……..33
3.7 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล……... 33
3.8 แสดงแผนที่ขอบเขตอำเภอของจังหวัดเชียงใหม่……...34
3.9 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของขอบเขตอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่……... 34
3.10 แสดงแผนที่ขอบเขตจังหวัดของประเทศไทย……..35
3.11 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของจังหวัดในประเทศไทย……... 35
3.12 แสดงผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549
แบบโคโรเพลท…….....36
3.13 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของข้อมูลผลการเลือกตั้ง
สมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549……36
3.14 แสดงผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553
แบบโคโรเพลท……... 37
3.15 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของข้อมูลผลการเลือกตั้ง
สมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553……37
3.16 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมคาร์โตแกรม…… 38
3.17 แสดงแถบเมนู Input & Output file…… 39
3.18 แสดงแถบเมนู Non-Contiguous Cartogram……39
3.19 แสดงแถบเมนู Contiguous Cartogram……40
3.20 แสดงแถบเมนู Tools & Animation……40
3.21 แสดงรายละเอียดประกอบ……...41
4.1 แสดงชั้นข้อมูลแผนที่ Data cane……... 44
4.2 แสดงขั้นตอนการเลือก Input and Output file…… 45
4.3 แสดงขั้นตอนการเลือกคาร์โตแกรมวิธี Feature shape…….. 45

4.4 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของ
กรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Feature shape
แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 46
4.5 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 47
4.6 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549
ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 49
4.7 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่
ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 50
4.8 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย
ปีพ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 52
4.9 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 53
4.10 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 55
4.11 แสดงขั้นตอนการเลือกคาร์โตแกรมวิธี Circular..... 56
4.12 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 57
4.13 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 57
4.14 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549
ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 58
4.15 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549
ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 59
4.16 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย
ปีพ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 59
4.17 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 60

4.18 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ..... 61
4.19 แสดงขั้นตอนการเลือกคาร์โตแกรมวิธี Rectangular..... 61
4.20 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับตามลำดับ.....62
4.21 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับตามลำดับ.....62
4.22 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549
ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ.....63
4.23 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549
ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ.....64
4.24 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย
ปี พ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ....64
4.25 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ.....65
4.26 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ.....66
4.27 แสดงขั้นตอนการสร้างคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base..... 66
4.28 แสดงขั้นตอนการสร้างคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base..... 67
4.29 แสดงขั้นตอนการสร้างคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base..... 67
4.30 แสดงขั้นตอนการสร้างคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base..... 68
4.31 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมชนิด Diffusion base..... 68
4.32 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Diffusion base.....69
4.33 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Diffusion base.....70
4.34 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549
ด้วยวิธี Diffusion base.....71

4.35 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่
ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Diffusion base…… 72
4.36 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย
ปีพ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Diffusion base…… 73
4.37 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Diffusion base…… 75
4.38 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Diffusion base…… 76
4.39 แสดงแถบเมนู Tools & Animation…… 77
4.40 แสดงการเพิ่มชั้นข้อมูล……78
4.41 แสดง Polygon to point……78
4.42 แสดงจุดศูนย์กลางของพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล……..79
4.43 แสดงจุดศูนย์กลางของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่……...79
4.44 แสดงจุดศูนย์กลางของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย…….. 80
4.45 แสดง Create Line……....80
4.46 แสดงเส้นเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล……..81
4.47 แสดงเส้นเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่…….. 81
4.48 แสดงเส้นเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของจังหวัดต่างๆในประเทศไทย……82
4.49 แสดงหน้าต่าง Animation……83
4.50 แสดงหน้าต่าง Animation จากผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2549 และ ปี พ.ศ.2553……..…83
4.51 แสดงหน้าต่างการ Buffer…… 84
4.52 แสดงผลลัพธ์ของ Buffer……84
5.1 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ …….. 85
5.2 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ……... 86

5.3 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย
ปีพ.ศ. 2551โดยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับ.....86
5.4 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ 87
5.5 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับตามลำดับ.... 88
5.6 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Diffusion base.....88
5.7 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล
ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Diffusion base..... 89
5.8 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ปี พ.ศ. 2549
ด้วยวิธี Diffusion base.....90
5.9 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่
ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Diffusion base..... 91
5.10 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย
ปี พ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Diffusion base.....92
5.11 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Diffusion base 93
5.12 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)
ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Diffusion base.....94
5.13 แสดงแผนที่ขอบเขตจังหวัดของประเทศไทย..... 95
5.14 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของจังหวัดในประเทศไทย..... 96

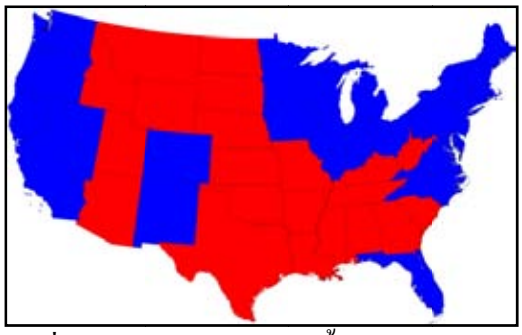
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

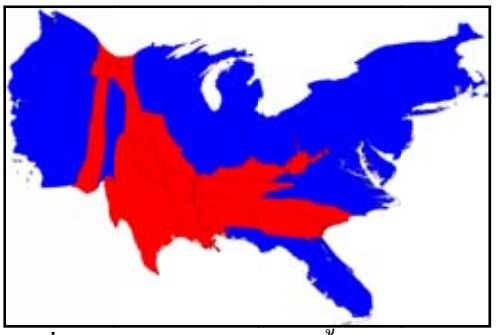
ปัจจุบันนี้นับได้ว่าระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) เป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางทั้งหน่วยงานภาครัฐบาล และภาคเอกชน โดยได้นำไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆมากมาย เช่น งานด้านเศรษฐกิจ ด้านการเกษตร การวางแผนด้านสาธารณะภัย การคมนาคมขนส่ง สาธารณสุข การปกครองส่วนท้องถิ่น การจัดการทรัพยากรธรรมชาติ การวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ฯลฯ เนื่องจากมีความจำเป็นต้องใช้ข้อมูลที่มีความทันสมัย ทันเหตุการณ์ และถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ระบบภูมิสารสนเทศจึงเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างสูง และได้รับการยอมรับโดยทั่วไป ให้นำมาประกอบการประยุกต์ใช้ เพื่อการจัดเตรียมฐานข้อมูลที่ทันเหตุการณ์ เพื่อรองรับการแก้ไขปัญหาทั้งปัญหาเฉพาะกิจ หรือปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งในการนำระบบภูมิสารสนเทศเข้ามาใช้จัดการกับข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์นั้น จะต้องคำนึงถึง การนำเข้าข้อมูล การจัดการข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแสดงผลข้อมูล และการนำเสนอข้อมูล

การแสดงผล และการนำเสนอข้อมูล เป็นส่วนสำคัญในการที่จะทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆในเชิงพื้นที่ได้เป็นอย่างดี มีส่วนช่วยทำให้เกิดความเข้าใจถึงประเด็นของปัญหา และนำมาประกอบการตัดสินใจ สำหรับการแก้ปัญหาเรื่องต่างๆได้ ในปัจจุบันจึงมีการพัฒนาเทคนิคการนำเสนอข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศ ที่มีความหลากหลายเป็นอย่างมาก เช่น คาร์โตแกรม

คาร์โตแกรมเป็นการนำเสนอข้อมูลรูปแบบหนึ่ง ที่กำลังได้รับความนิยม เนื่องจากเป็นการนำเสนอข้อมูลสถิติในรูปแบบของแผนที่ เพื่อให้เห็นรูปแบบการกระจายตัวของปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ โดยการเปลี่ยนขอบเขตของพื้นที่ (เช่น ประเทศ หรือจังหวัด) ตามค่าพารามิเตอร์ที่ได้รับมาจากข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ผลลัพธ์ที่ได้จากการใช้เทคนิคการแสดงผลแบบคาร์โตแกรม จะทำให้เข้าใจข้อมูลที่แสดงออกมาได้ง่ายและรวดเร็วเมื่อเทียบกับการนำเสนอข้อมูลแผนที่แบบอื่นๆ เช่น การแสดงผลการเลือกตั้งประธานาธิบดีของประเทศสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 2008 ผู้สมัครของพรรครีพับลิกัน John McCain แทนด้วยสีแดง ผู้สมัครของพรรคเดโมแครท Barack Obama แทนด้วยสีน้ำเงิน Newman (2008) ดังแสดงในรูปที่ 1.1 และ 1.2



รูปที่ 1. 1 แสดงผลการเลือกตั้งประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 2008 แบบแผนที่โคโรเพลท



รูปที่ 1. 2 แสดงผลการเลือกตั้งประธานาธิบดีของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 2008 แบบคาร์โตแกรม Newman (2008)

ในรูปที่ 1.1 เป็นการแสดงผลแผนที่แบบโคโรเพลท เมื่อดูแล้วจะให้ความรู้สึกว่า John McCain เป็นผู้ชนะการเลือกตั้ง เนื่องจากพื้นที่สีแดงมีมากกว่าสีน้ำเงิน แต่ในความเป็นจริงแล้ว รัฐที่แสดงด้วยสีน้ำเงินมีขนาดพื้นที่เล็กก็จริง แต่มีประชากรอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก คะแนนโหวตจึงมีค่ามาก เพราะฉะนั้นการแสดงผลการเลือกตั้งแบบโคโรเพลท จึงมีปัญหาในการรับรู้ของประชาชนบางส่วน อาจทำให้เข้าใจความหมายที่แสดงออกมาผิดพลาดว่า John McCain เป็นผู้ชนะการเลือกตั้ง นิวแมน Newman (2008) จึงได้ทำการแก้ไขโดยการใช้เทคนิคการแสดงผลแบบคาร์โตแกรม ดังแสดงในรูปที่ 1.2 ทำให้ขนาดพื้นที่ของแต่ละรัฐย่อ และขยายสัดส่วน ตามจำนวนประชากรที่มีสิทธิเลือกตั้ง จึงแสดงผลลัพธ์ออกมาเป็นที่เข้าใจได้ง่าย และถูกต้องว่า พื้นที่สีน้ำเงินมีคะแนนเสียงมากกว่าพื้นที่สีแดง Barack Obama เป็นผู้ชนะการเลือกตั้งและได้เป็นประธานาธิบดี

จากเหตุผลที่ การแสดงผล และการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศเป็นส่วนสำคัญอย่างมากในการรับรู้ข้อมูล และบางกรณี การแสดงผลแผนที่แบบโคโรเพลท ทำให้เกิดความเข้าใจข้อมูลผิดพลาดได้ จึงทำให้เกิดแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการแสดงผล และการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน สามารถใช้งานในส่วนของการแสดงผล และการนำเสนอข้อมูลได้สะดวกยิ่งขึ้น

จากแนวความคิดดังกล่าว จึงนำมาสู่งานวิจัยในการศึกษาและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์การแสดงผลและการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม เนื่องจากเป็นการแสดงผลที่สามารถทำให้คนดูเข้าใจข้อมูลได้ง่าย แต่ปัญหาคือคนส่วนใหญ่ยังไม่รู้จัก และไม่เข้าใจรายละเอียดในวิธีการแสดงผลแผนที่แบบคาร์โตแกรม เพราะซอฟแวร์ GIS ส่วนใหญ่ยังไม่มีฟังก์ชั่นโดยตรงในการแสดงผลแผนที่แบบคาร์โตแกรม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศในรูปแบบคาร์โตแกรม

1.2.2 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์บนระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตเนื้อหาที่ศึกษา

ศึกษาคาร์โตแกรม 4 แบบดังนี้

- Non-contiguous แบบ Feature shape cartogram
- Non-contiguous แบบ Circular cartogram
- Non-contiguous แบบ Rectangular cartogram
- Contiguous แบบ Diffusion base cartogram

1.3.2 ใช้ซอฟต์แวร์ ArcGIS และใช้ภาษา Visual Basic for Application ในการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

1.3.3 ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลผลลัพธ์ที่ผ่านการวิเคราะห์มาจากหน่วยงานที่รับผิดชอบแล้ว

- ข้อมูลจำนวนประชากรชาย จำนวนประชากรหญิง จำนวนประชากรรวม และจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2552
  จากสำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล กรุงเทพมหานคร

- ข้อมูลจำนวนประชากรชาย จำนวนประชากรหญิง จำนวนประชากรรวม และจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2549
  จากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

- ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551
  จากสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 และ ปี พ.ศ.2553
  จากกองประชาสัมพันธ์ กรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3.4 การประเมินโปรแกรมประยุกต์

ประเมินโดยนำโปรแกรมประยุกต์ให้หน่วยงานภายนอกทดลองใช้ และทำการประเมินโดยใช้แบบสอบถาม โดยหน่วยงานที่ทดลองใช้และทำการประเมิน คือ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นหน่วยงานที่มีการใช้แผนที่ในการนำเสนอข้อมูลเพื่อเผยแพร่ข้อมูลอยู่เป็นประจำ และมีบุคคลากรที่มีความรู้ความสามารถในด้านการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบแผนที่ รวมทั้งข้อมูลส่วนใหญ่ของหน่วยงานนี้มีความเหมาะสมกับการนำมาใช้ทดสอบโปรแกรมประยุกต์ เช่น พื้นที่ปลูกอ้อยของประเทศไทย ปริมาณผลผลิตอ้อยในประเทศไทย เป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นองค์ความรู้ในเรื่องรูปแบบการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม

1.4.2 เป็นแนวทางสำหรับผู้ใช้งานในการเลือกรูปแบบการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม

1.4.3 ได้โปรแกรมประยุกต์บนโปรแกรม ArcGIS สำหรับใช้ในการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเทคนิค ของการนำเสนอข้อมูลแบบต่างๆในระบบภูมิสารสนเทศ

1.5.2 ศึกษาและวิเคราะห์แนวทางการนำเสนอและการใช้กราฟิกชนิด จุด เส้น และพื้นที่

1.5.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเทคนิค ของการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศ ในรูปแบบคาร์โตแกรม

1.5.4 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์บน โปรแกรม ArcGIS โดยใช้ภาษา Visual Basic for Application

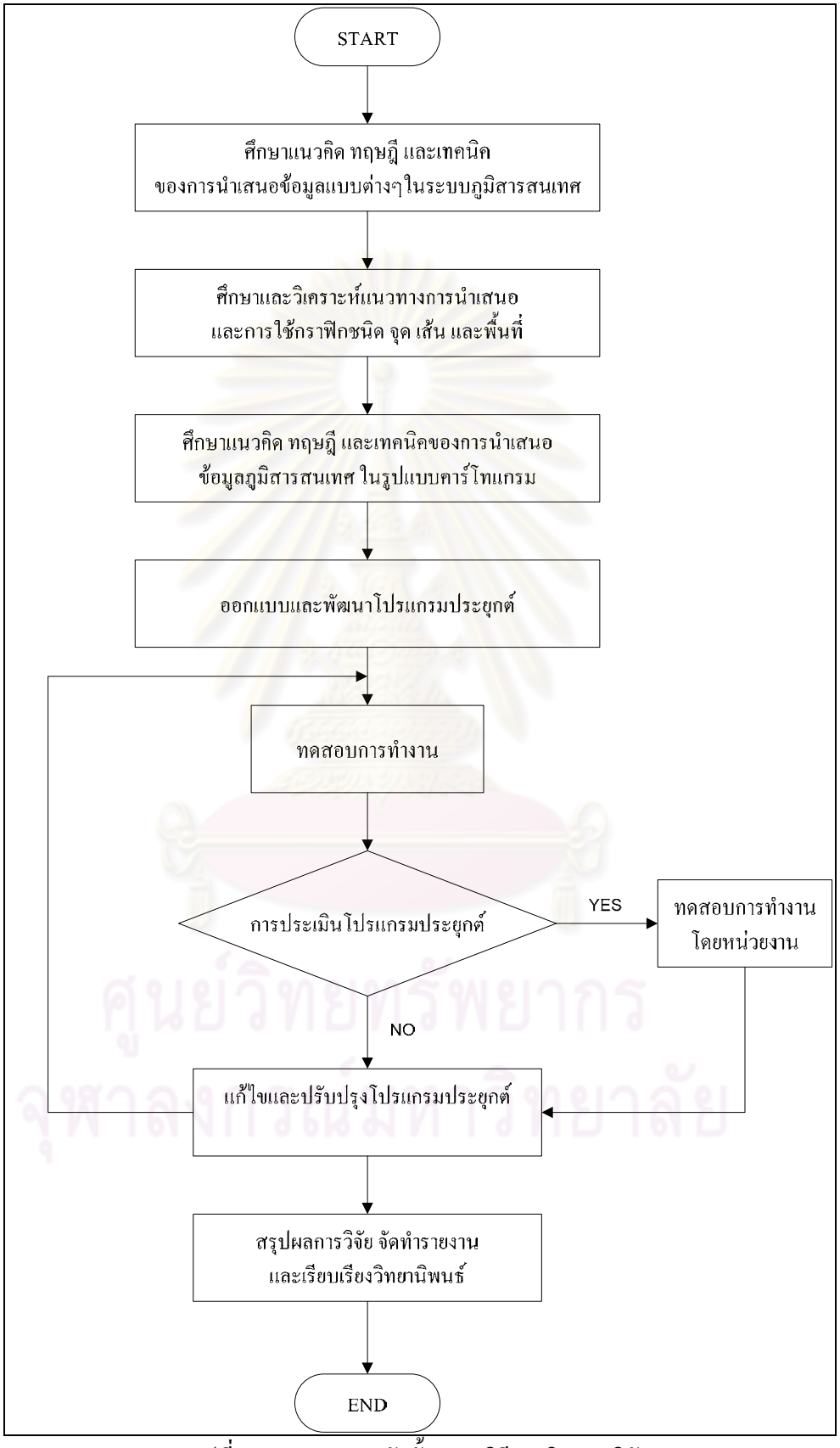
1.5.5 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้น

1.5.6 ทำการประเมินโปรแกรมประยุกต์ โดยนำโปรแกรมประยุกต์ให้หน่วยงานภายนอกทดลองใช้กับข้อมูลจริงของหน่วยงาน ซึ่งหน่วยงานที่นำไปทดสอบคือ สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม และประเมินโดยใช้แบบสอบถาม

1.5.7 แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมประยุกต์

1.5.8 สรุปผลการวิจัย จัดทำรายงานและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

วิธีดำเนินการวิจัย แสดงได้ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1. 3 แสดงแผนผังขั้นตอนวิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 2
แนวคิด เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คาร์โตแกรม

นักทำแผนที่และนักภูมิศาสตร์ มีการทำคาร์โตแกรมมานานหลายศตวรรษก่อนยุคดิจิตอลคอมพิวเตอร์ หนึ่งในคาร์โตแกรมที่เก่าแก่ที่สุดและรู้จักกันก็คือ คาร์โตแกรมแสดงขอบเขตของอาณาจักรโรมัน เมื่อประมาณ ค.ศ. 300 (Keim, North and Panse, 2003)

คาร์โตแกรมเป็นการนำเสนอข้อมูลสถิติ (เช่น ข้อมูลสถิติประชากร ข้อมูลการระบาดของโรค) ในรูปแบบของแผนที่ เพื่อให้เห็นรูปแบบการกระจายตัวของปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ โดยการเปลี่ยนขอบเขตของพื้นที่ (เช่น ประเทศ จังหวัด) ตามค่าพารามิเตอร์ที่ได้รับมาจากข้อมูลเชิงคุณลักษณะ และจากการที่ขนาดพื้นที่ในคาร์โตแกรมไม่ใช่ขนาดที่แท้จริง แต่จะเป็นขนาดของพื้นที่ที่สอดคล้องกับค่าตัวแปรเฉพาะที่ได้รับมา จึงทำให้ขอบเขตพื้นที่ที่แสดงในคาร์โตแกรมเปลี่ยนแปลงไปจากพื้นที่จริง ทำให้การแสดงผลออกมาเป็นที่เข้าใจง่าย และสื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

Dent (1995) กล่าวว่า ชื่อที่ใช้เรียกคาร์โตแกรม มีอยู่ 5 แบบ คือ 1. Cartograms 2. Diagrammatic Maps 3. Value-by-area Maps 4. Anamorphated Images 5. Simply spatial transformation ซึ่งคาร์โตแกรมที่มีประสิทธิภาพนั้น ผู้ใช้จะต้องดูแล้วเข้าใจข้อมูลและสามารถเชื่อมโยงรูปร่างที่เปลี่ยนแปลงไปแล้วเข้ากับรูปร่างเดิมได้อย่างรวดเร็ว การรับรู้ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ คือ 1. รูปร่าง (shape) 2. ทิศทางการวางตัว (orientation) 3. การติดกันของพื้นที่ (contiguity)

ข้อดีของคาร์โตแกรม คือ

1) เป็นการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบเฉพาะที่สามารถดึงดูดความสนใจจากผู้ดูแผนที่ได้
2) พัฒนาแผนที่ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นในการแสดงรายละเอียดข้อมูล
3) สามารถแสดงข้อมูลการกระจายตัวของปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ซึ่งอาจจะเป็นพื้นที่ที่มีความไม่ชัดเจน ให้เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ข้อเสียของคาร์โตแกรม คือ

1) ผู้อ่านแผนที่บางรายอาจจะรู้สึกไม่เห็นด้วยที่การแสดงผลแบบคาร์โตแกรมมีความคลาดเคลื่อนกับแผนที่ต้นฉบับ
2) ผู้อ่านแผนที่อาจจะสับสน
3) ตำแหน่งเฉพาะอาจจะแสดงได้ยาก เพราะว่ารูปร่างถูกเปลี่ยนแปลงไป

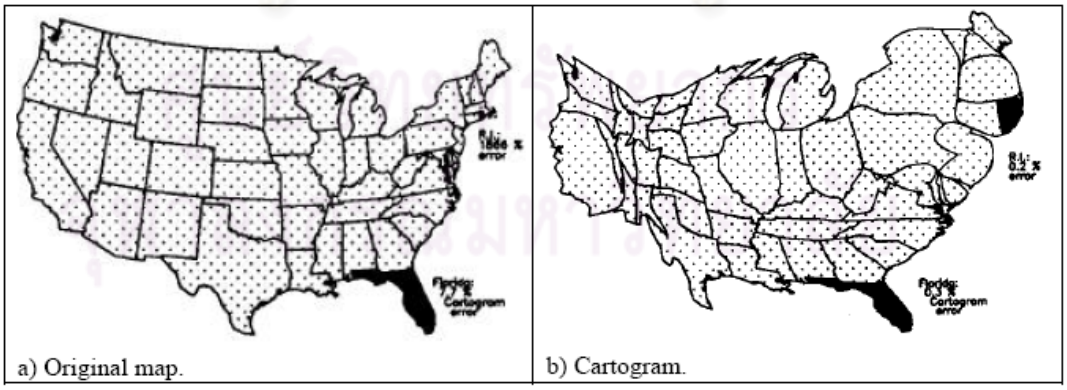
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1 บทความเรื่อง A Continuous Transformation Useful For Districting

Tobler (1973) เสนอวิธีการสร้างคาร์โตแกรมสำหรับใช้เฉพาะในเรื่องประชากร หลักการคือ เป็นการเปลี่ยนรูปแผนที่ ที่เหมือนกับหนังยาง คือสามารถยืดออกหรือกลับมาเป็นรูปแบบเดิมได้ วิธีการของ Tobler ในขั้นแรก จะแบ่งแผนที่ออกเป็นกริดเซลล์ แล้วคำนวณค่าความหนาแน่นในแต่ละกริดเซลล์ สำหรับในแต่ละจุดตัดของกริด การย้ายทิศทางจะคำนวณจาก การค้นหาความหนาแน่นที่ผิดพลาดน้อยที่สุด ในทุกๆ 4 เซลล์ ซึ่งถ้าพบจุดที่ผิดพลาดน้อยที่สุดในเซลล์ไหนก็จะทำการย้ายทิศทางไปทางเซลล์นั้น ซึ่งกระบวนการนี้จะดำเนินไปจนกระทั่งไม่สามารถหาความผิดพลาดได้ วิธีการนี้มีข้อดีคือ เป็นแนวคิดที่ชัดเจน ไม่ซับซ้อน สามารถเลือกระบบพิกัดได้

2.2.2 บทความเรื่อง An Algorithm to Construct Continuous Area Cartograms

Dougenik, Chrisman and Niemeyer (1985) ได้สร้างอัลกอริทึมนี้ขึ้นมาโดยปรับปรุงมาจากงานของ Tobler (1973) จุดเด่นของวิธีนี้คือ ขอบของเซลล์ในแต่ละเซลล์จะไม่ได้เปลี่ยนแปลงเพียงแค่ใช้ปัจจัยจากข้อมูลภายในเซลล์เท่านั้น แต่จะขึ้นอยู่กับแรงจากเซลล์อื่นๆที่อยู่ข้างเคียงด้วย โดยเซลล์ที่มีความหนาแน่นสูง หรือมีประชากรเยอะ จะสร้างแรงผลักเซลล์อื่นๆให้ออกไปจากตัวเอง เปรียบเสมือนพฤติกรรมของการชาร์ตแบตเตอรี่ในหลักการของไฟฟ้าสถิต ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการนี้ก็คือ เซลล์ที่มีประชากรมากจะมีขนาดใหญ่ขึ้น ส่วนเซลล์ที่มีประชากรน้อยก็จะมีขนาดเล็กลง อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ถึงแม้ว่าได้อัลกอริทึมที่ใช้เวลาคำนวณน้อยกว่าเดิม แต่ก็ยังไม่สามารถยืนยันได้ว่าผลลัพธ์จะถูกต้องมากขึ้น เนื่องจากไม่พบว่า ณ จุดตัด มีความถูกต้อง จะขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของผู้ใช้งานเองว่า พอใจกับผลลัพธ์ที่ได้หรือไม่ ผลลัพธ์ของวิธีการนี้แสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1960 แบบคาร์โตแกรม

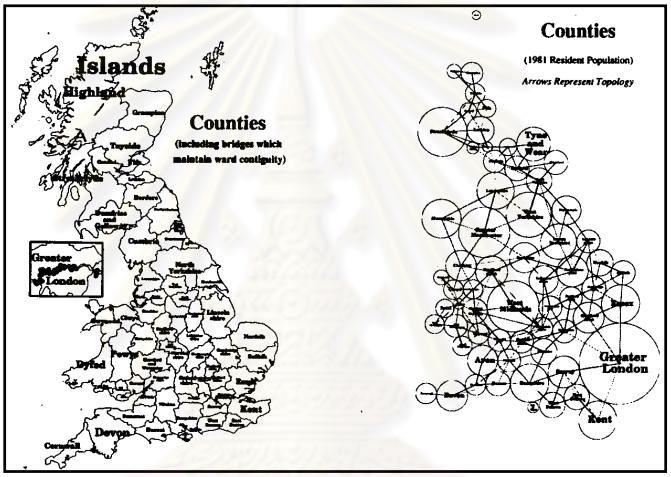
a) แผนที่ต้นฉบับ

b) คาร์โตแกรมแสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1960 โดย Dougenik et al.

(ที่มา: Dougenik, Chrisman and Niemeyer, 1985)

2.2.3 บทความเรื่อง Dorling's circular cartograms

Dorling (1996) ได้เสนอวิธีการสร้างคาร์โตแกรมแบบวงกลมโดยในการสร้างคาร์โตแกรมชนิดนี้จะใช้วิธีการแทนที่องค์ประกอบในแผนที่ด้วยรูปวงกลม ซึ่งขนาดของวงกลมจะแปรผันตรงกับข้อมูลที่ต้องการใช้แสดงผล หลักการคือ ในการเลื่อนวงกลมจะต้องเลื่อนให้ระยะต่างจากเดิมน้อยที่สุดโดยที่วงกลมแต่ละวงจะไม่ซ้อนทับกัน แต่ความสัมพันธ์เชิงตำแหน่งจะไม่เปลี่ยน ยกตัวอย่างเช่น โพลีกอนที่อยู่ติดกันในแผนที่ต้นฉบับ ยังคงอยู่ติดกันในคาร์โตแกรม ในที่นี้สามารถประสบความสำเร็จในการเปลี่ยนรูปร่างของโพลีกอนได้ และสามารถรักษารูปร่างให้เหมือนต้นฉบับ ลักษณะเด่นของโพลีกอน เช่นมุมหรืออัตราส่วนความยาว ควรจะถูกรักษาไว้ด้วย ผลลัพธ์ของวิธีการนี้แสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงจำนวนประชากรของประเทศอังกฤษแบบ Circular Cartogram

ซ้าย: แสดงแผนที่ต้นฉบับ

ขวา: แสดงคาร์โตแกรมแบบดอร์ลิ่งจำนวนประชากรของประเทศอังกฤษ

(ที่มา: Dorling, 1996)

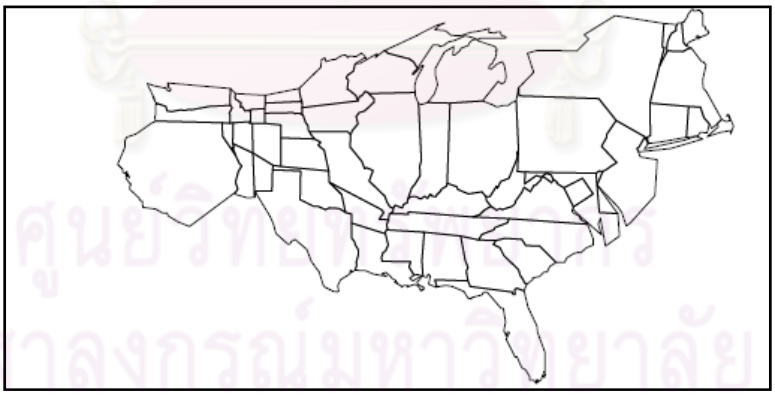
2.2.4 บทความเรื่อง Constructing Continuous Cartograms: A Constraint-Based Approach

Kocmoud (1997) เสนอ a mass-and-spring model สำหรับสร้างคาร์โตแกรม หลักการคือ ในขณะที่โพลิกอนหนึ่งใช้แรงผลักเพื่อที่จะเปลี่ยนแปลงพื้นที่ ในขณะเดียวกันโพลิกอนข้างเคียงก็พยายามใช้แรงต้านเพื่อที่จะรักษารูปร่างเดิมไว้ แต่อย่างไรก็ตามแรงผลักไม่ได้เป็นไปตามหลักการของการเคลื่อนที่แบบฮาร์มอนิกเชิงเดียว เพราะสุดท้ายแล้วคาร์โตแกรมที่คำนวณได้จะอยู่ในตำแหน่งที่สมดุลกันระหว่างแรงผลักกับแรงต้านของโพลิกอนที่อยู่ติดกัน ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะเป็นคาร์โตแกรมที่สามารถดูแล้วเข้าใจได้ง่าย ดังแสดงในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1996 แบบ Continuous cartogram (ที่มา: Kocmoud, 1997)

2.2.5 บทความเรื่อง Continuous Cartogram Construction

Kocmoud and House (1998) ปรับปรุงอัลกอริทึมใหม่ จาก A Constraint-Based method ซึ่งจะพัฒนาโดยพิจารณาปัญหาโครงสร้างที่ถูกจำกัด อัลกอริทึมนี้ใช้วิธีการที่ยืดหยุ่นได้ ซึ่งมีความสามารถในการแก้ปัญหาแบบลำดับขั้น การบังคับการเคลื่อนไหว ขอบเขตพื้นที่ที่ถูกต้อง และการปรับแก้รูปร่างของพื้นที่ รวมทั้งเปรียบเทียบกระบวนการที่มีอยู่ในเรื่องความสามารถ ของการรักษารูปร่างของพื้นที่ ให้เหมือนต้นฉบับ พร้อมกับได้ความถูกต้องสูงด้วย ผลลัพธ์ของวิธีการนี้แสดงในรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1996 แบบ Continuous cartogram (ที่มา: Kocmoud and House, 1998)

2.2.6 บทความเรื่อง Constructing contiguous area cartogram using Arcview avenue

Changming Du, Lin Liu (1999) พัฒนา Avenue script โดยปรับปรุงอัลกอริทึมการสร้างคาร์โตแกรมของ Dougenik et al. (1985) อัลกอรึทึมนี้ใช้โมเดลแรงจากจุดศูนย์กลางของแต่ละโพลีกอน

$$F_{ij} = (p_j - q_j) \cdot \frac{p_j}{d_{ij}}$$

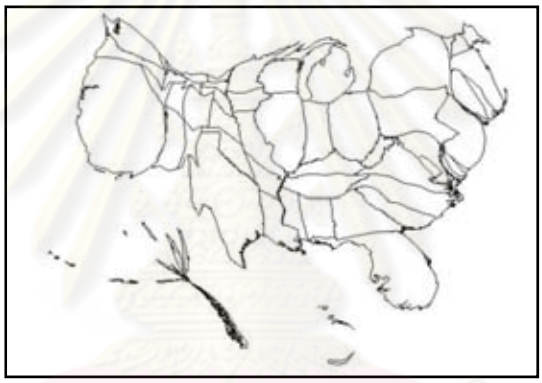
Where: F ij = force exerted by polygon j on vertex i

d ij = distance from centroid of j to vertex i

$$p_j = \sqrt{\frac{actual\ area}{\pi}}$$

$$q_j = \sqrt{\frac{desired\ area}{\pi}}$$

ผลลัพธ์ของวิธีการนี้แสดงในรูปที่ 2.5

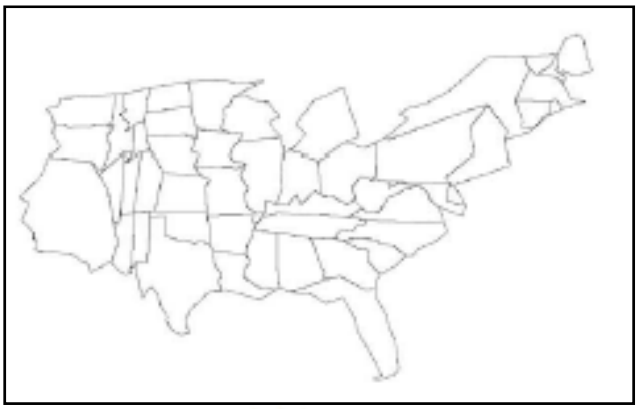


รูปที่ 2.5 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1990 แบบ Contiguous cartogram

(ที่มา: Changming Du, Lin Liu, 1999)

2.2.7 บทความเรื่อง CartoDraw: A Fast Algorithm for Generating Contiguous Cartograms

Keim, North and Panse (2002) ประสบความสำเร็จในการสร้างอัลกอริทึมสำหรับสร้างคาร์โตแกรมโดยใช้เวลาสั้นเพียง 25 วินาที วิธีการนี้เรียกว่า CartoDraw อัลกอริทึมนี้สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว เพราะว่าจะแบ่งพื้นที่ของแผนที่ต้นฉบับออกเป็นส่วนเล็กๆ ก่อน และจะใช้เพียงจุดตัดของเส้นในหนึ่งส่วนเท่านั้นที่จะเปลี่ยนแปลงในระหว่างการทำซ้ำ โดยในขณะที่วิธีการของ Kocmoud นั้น จะพิจารณาจุดตัดทั้งหมดในเวลาเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ไม่เหมาะสมกับแผนที่ที่มีรายละเอียดเยอะ ผลลัพธ์ของวิธีการนี้แสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2. 6 แสดงจำนวนประชากรของสหรัฐอเมริกา ปี ค.ศ. 1996 แบบ Contiguous cartogram

(ที่มา: Keim, North and Panse, 2002)

2.2.8 บทความเรื่อง Medial-Axis -Based Cartograms

Keim, North and Panse (2003) อธิบาย M-CartoDraw ว่าเป็นอัลกอริทึมที่เพิ่มการแทนที่จุดตัดของโพลีกอน โดยใช้ส่วนของแกนที่อยู่ตรงกลาง หรือเรียกว่า สแกนไลน์ The medial axis หรือโครงกระดูกอยู่ในรูป 2D (2 มิติ) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ตรงกลางของวงกลมที่บรรจุอยู่ในรูปอื่น

2.2.9 บทความเรื่อง Diffusion-based method for producing density equalizing maps

Gastner and Newman (2004) อธิบายความหนาแน่นของประชากรไว้ว่า ขนาดของพื้นที่จะเป็นสัดส่วนกับจำนวนประชากร ดังนั้น ในการสร้างคาร์โตแกรมด้วยวิธีนี้ก็จะคำนวณพื้นที่จาก พื้นที่ที่มีความหนาแน่นมาก ไปสู่พื้นที่ที่มีความหนาแน่นน้อย จนกระทั่งมีความหนาแน่นเท่ากันทุกพื้นที่ ซึ่งพื้นที่ที่นำมาคำนวณคือพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอยู่ โดยขอบเขตที่แบ่งคือขอบเขตประเทศ ขอบเขตทางการเมือง หรือขอบเขตชายฝั่ง โดยพื้นที่ที่ไม่มีประชากรอาศัยอยู่นั้นจะไม่นำมาคำนวณ ในการคำนวณจะมีการแบ่งพื้นที่เป็นตารางกริด เพื่อความรวดเร็วในการคำนวณ โดยขนาดตารางที่ใช้คือ $L_x L_y$ จากการศึกษาพบว่า ถ้ากำหนดให้ลิมิตของ $L_x L_y$ มีค่าเข้าใกล้อนันต์ คาร์โตแกรมที่ได้จะเป็น Unique Deterministic Mapping และจะขึ้นอยู่กับระบบพิกัดโดยที่ขอบเขตจะไม่ซ้อนทับกัน ขอบเขตที่เหมาะสมที่สุดที่ใช้ในการคำนวณเรียกว่า Neumann boundary ซึ่งเมื่อทำงานบน Fourier space จะได้สมการว่า

$$\rho(\boldsymbol{r},t) = \frac{4}{L_x L_y}\sum_{k}\tilde{\rho}(\boldsymbol{k})\cos(k_x x)\cos(k_y y)\exp\left(-k^2 t\right)$$

โดยที่ ρ = ความหนาแน่นของโพลิกอน

k = ผลรวมของ Wavevectors $= (k_x, k_y) = 2\pi(\frac{m}{L_x}, \frac{n}{L_y})$

L_x L_y = ขอบเขตของ Neumann boundary โดยที่ m,n ต้องเป็นค่าบวกเสมอ

$\tilde{\rho}(\boldsymbol{k})$ = discrete cosine transform ของ $\rho(\boldsymbol{r}, t = 0)$

ซึ่งแยกได้ตามสมการ

$$\tilde{\rho}(\boldsymbol{k}) = \begin{cases} \frac{1}{4}\int_0^{Lx}\int_0^{Ly}\rho(r,0)dxdy & if\ k_x{=}\ k_y{=}0 \\ \frac{1}{2}\int_0^{Lx}\int_0^{Ly}\rho(r,0)\cos(k_y y)dxdy & if\ k_x{=}0\ and\ k_y{\neq}0 \\ \frac{1}{2}\int_0^{Lx}\int_0^{Ly}\rho(r,0)\cos(k_x x)dxdy & if\ k_x{\neq}0\ and\ k_y{\neq}0 \\ \int_0^{Lx}\int_0^{Ly}\rho(r,0)\cos(k_x x)\cos(k_y y)dxdy & otherwise \end{cases}$$

r = ตำแหน่ง

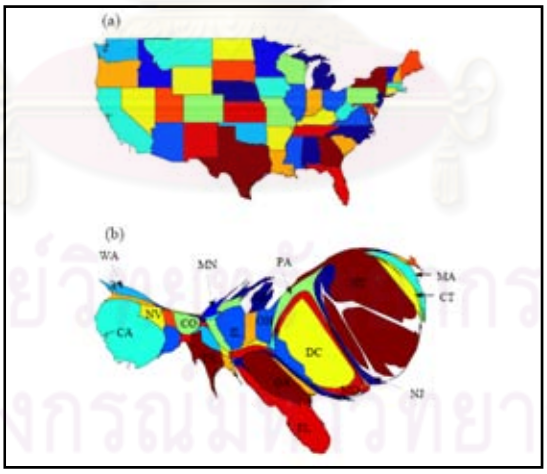
t = เวลา

สุดท้ายเมื่อให้เวลามีลิมิตเข้าใกล้อนันต์จะได้สมการว่า

$$\rho(\boldsymbol{r}, \infty) = \frac{4\tilde{\rho}(0)}{L_x L_y} = \frac{1}{L_x L_y}\int_0^{L_x}\int_0^{L_y}\rho(\boldsymbol{r}, 0)dxdy = \bar{\rho}$$

$\bar{\rho}$ = ความหนาแน่นเฉลี่ยของประชากร

วิธีการนี้มีความสมดุลระหว่าง ความหนาแน่นที่เท่าเทียมกันและเปลี่ยนรูปร่างแผนที่น้อยที่สุดรวมทั้งมีความยืดหยุ่นเพียงพอสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลายด้าน ผลลัพธ์ของวิธีการนี้แสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการกระจายข่าวใหม่ที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาแบบ Contiguous cartogram

a) แผนที่ต้นฉบับ

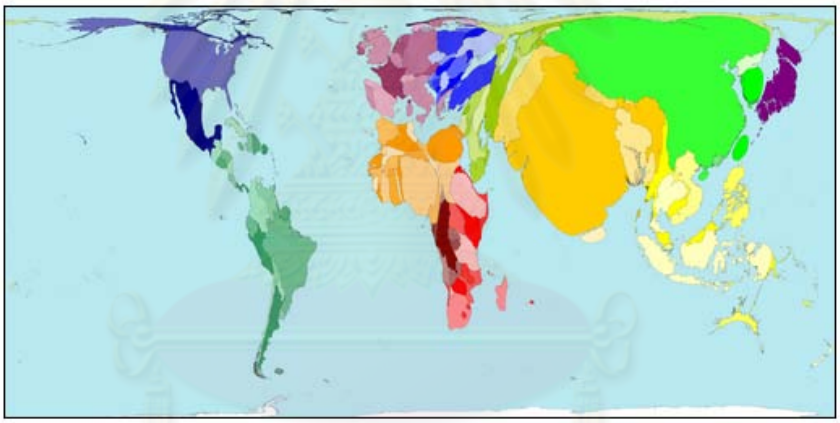
b) “Mindshare map” ขนาดของแต่ละรัฐจะเป็นสัดส่วนกับจำนวนข่าวใหม่

โดยการใช้สีของรูป a และ b ในแต่ละรัฐจะเหมือนกัน

(ที่มา: Gastner and Newman, 2004)

2.2.10 บทความเรื่อง WORLDMAPPER: the world as you've never seen it before

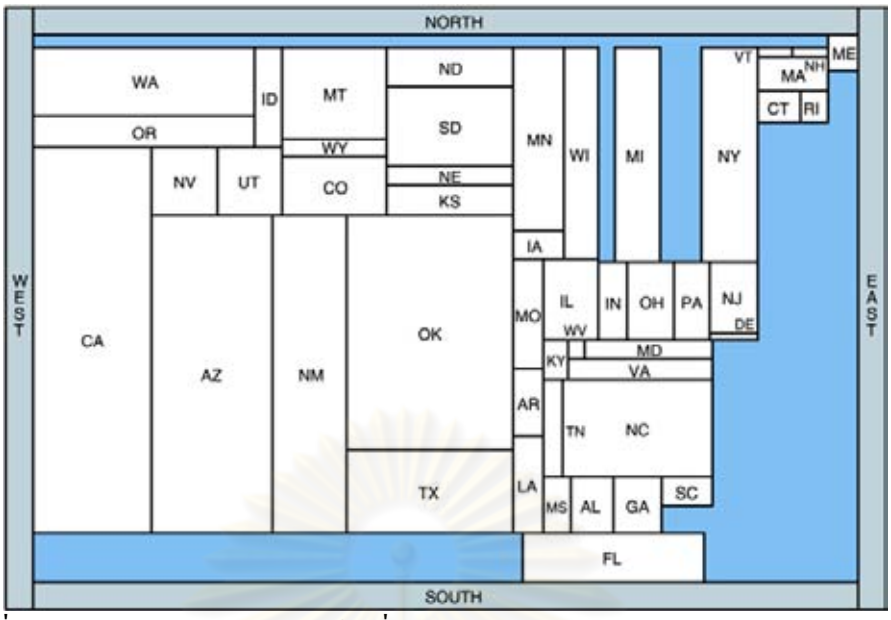
Dorling, Barford and Newman (2006) ได้เสนอ The Worldmapper Project ซึ่งทำขึ้นเพื่อใช้แสดงข้อมูลทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศต่างๆ ทั่วทั้งโลก เนื่องจากข้อมูลสถิติจำนวนประชากรทั่วทั้งโลก เข้าใจได้ยาก และถ้าแสดงเป็นตารางก็จะยุ่งยาก ซับซ้อน จึงเสนอออกมาเป็นรูปแผนที่คาร์โตแกรม เป้าหมายของโครงการนี้คือ ใช้ความรู้ของเทคนิคการแสดงผลแบบคาร์โตแกรม ในการแสดงข้อมูลการเปรียบเทียบและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างประเทศที่แตกต่างกัน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ ทำให้นักเรียน นักศึกษา ได้ใช้ประโยชน์ ทำเป็นโปสเตอร์ติดผนังห้องเรียน และ ใช้ฟรีทางอินเตอร์เน็ท โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลมาจาก united nations agencies ข้อมูลอัตราการเกิดของประชากร มาจาก The World Health Organization's 2005 World Health Report และ ข้อมูลจำนวนประชากร มาจาก The United Nations Environment Programme (UNEP) figures and the Central Intelligence Agency's (CIA) "The World Factbook" ผลลัพธ์ของวิธีการนี้แสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงจำนวนประชากรของทั้งโลก ในปี ค.ศ. 2005 แบบ Contiguous cartogram (ที่มา: Dorling, Barford and Newman, 2006)

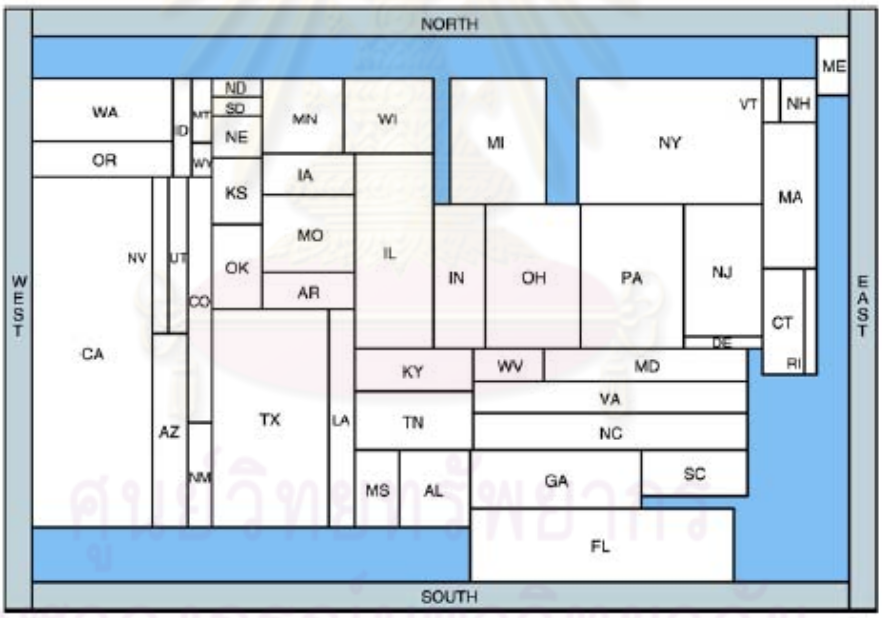
2.2.11 บทความเรื่อง On Rectangular Cartograms

Kreveld and Speckmann (2007) กล่าวว่าคาร์โตแกรมสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นแผนที่ชนิดหนึ่งที่ทุกๆภูมิภาคจะเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก (สี่เหลี่ยมผืนผ้า) ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากนี้จะเป็นพื้นที่ที่ถูกแทนที่ด้วยตัวแปรทางภูมิศาสตร์ เช่น จำนวนประชากร และได้สร้างอัลกอริทึมใหม่สำหรับการสร้างคาร์โตแกรมสี่เหลี่ยมมุมฉาก อัลกอริทึมนี้จะขึ้นอยู่กับแบบแผนที่ถูกต้องของขอบเขตที่อยู่ติดกันและสร้างอยู่บน VLSI layout algorithms ผลลัพธ์ของวิธีการนี้แสดงในรูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 แสดงจำนวนประชากรท้องถิ่นของสหรัฐอเมริกาแบบ Rectangular cartogram

(ที่มา: Kreveld and Speckmann, 2007)

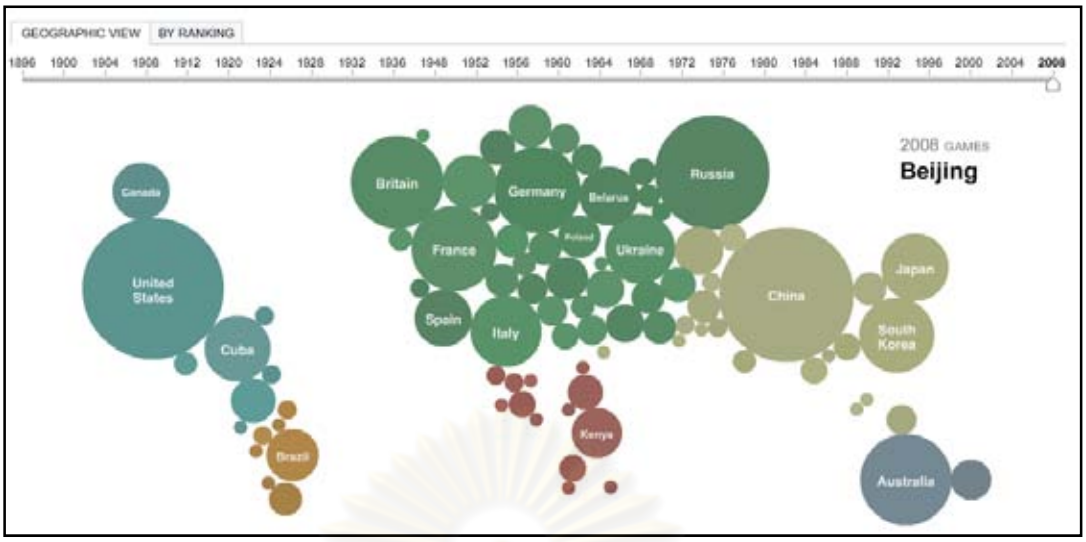


รูปที่ 2.10 แสดงจำนวนประชากรทั้งหมดของสหรัฐอเมริกาแบบ Rectangular cartogram

(ที่มา: Kreveld and Speckmann, 2007)

2.2.12 A Map of Olympic Medals

Byron, Cox and Ericson (2008) ได้เสนอผลการแข่งขันโอลิมปิกในรูปแบบคาร์โตแกรมดอร์ลิ่ง โดยใช้จำนวนเหรียญรวมที่แต่ละประเทศได้รับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1896-2008 บนเวปไซต์ http://www.nytimes.com ดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงผลการแข่งขันโอลิมปิกในปี ค.ศ. 2008 แบบ Circular Cartogram

(ที่มา: http://www.nytimes.com)

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ สามารถสรุปได้ว่าคาร์โตแกรม มี 4 ชนิด คือ

1. Contiguous area Cartogram

เป็นคาร์โตแกรมที่คงความสัมพันธ์ของขอบเขตพื้นที่ที่อยู่ติดกัน แต่จะทำให้เกิดการบิดเบือนของรูปร่าง โดยขอบเขตของแต่ละพื้นที่จะเปลี่ยนแปลงตามค่าพารามิเตอร์ที่ใช้แสดงผล

ข้อดี คือ

1) สามารถรักษาความสัมพันธ์ระหว่างเขตแดนและทิศทางการวางตัวไว้ได้ทำให้การเชื่อมโยงระหว่างคาร์โตแกรมกับข้อมูลทางภูมิศาสตร์เป็นจริง
2) ผู้อ่านจะไม่ได้เห็นพื้นที่ที่ขาดหายไปจากขอบเขตของแผนที่
3) รูปร่างของพื้นที่ศึกษาทั้งหมดจะถูกรักษาไว้

ข้อเสีย คือ

1) ขอบเขตที่บิดเบือนไปและความสัมพันธ์ของทิศทางการวางตัว จะเป็นปัญหาใหญ่ในการเชื่อมโยงกับข้อมูลจริงทางภูมิศาสตร์และอาจจะทำให้ผู้อ่านสับสน
2) รูปร่างภายในจะถูกบิดเบือนไปทำให้ไม่สามารถยอมรับความถูกต้องได้ทั้งหมด

รูปที่ 2.12 แสดงจำนวนประชากรในรัฐแคลิฟอร์เนียแบบ Contiguous cartogram

ซ้าย: แสดงจำนวนประชากรในรัฐแคลิฟอร์เนียแบบ Contiguous cartogram

(ที่มา: http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central/types.html)

ขวา: แสดงแผนที่รัฐแคลิฟอร์เนีย

(ที่มา: http://www.ltanet.org/findlandtrust/state.tcl?state_id=california06)

2. Non-contiguous area Cartogram

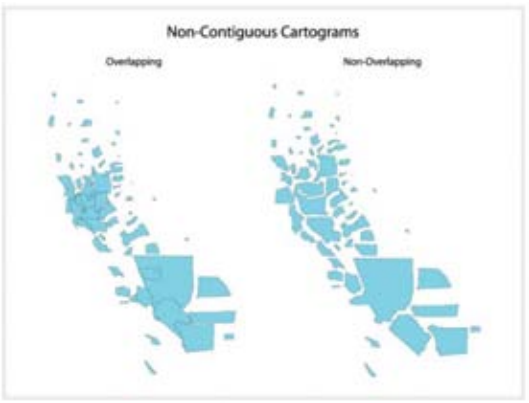
เป็นคาร์โตแกรมที่ไม่รักษาความสัมพันธ์ของขอบเขตที่อยู่ติดกัน จึงทำให้มีช่องว่างระหว่างพื้นที่ แต่ละพื้นที่ถูกแยกออกจากกัน โดยขอบเขตของแต่ละพื้นที่จะเปลี่ยนแปลงตามค่าพารามิเตอร์ที่ใช้แสดงผล การแสดงผลมีได้ 2 รูปแบบคือ แบบซ้อนทับ ดังแสดงในรูป 2.13 ซ้ายมือ ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะยังคงรักษาจุดศูนย์กลางของโพลิกอนเดิมไว้ จึงทำให้บางโพลิกอนเกิดการซ้อนทับกัน และแบบไม่ซ้อนทับ ดังรูป 2.13 ขวามือ นอกจากจะมีการย่อหรือขยายโพลิกอนแล้ว ยังมีการขยับโพลิกอนเพื่อที่จะให้ไม่ซ้อนทับกัน ดังนั้นตำแหน่งจุดศูนย์กลางจึงไม่ใช่ตำแหน่งเดิม

ข้อดี คือ

1) โครงสร้างและมาตราส่วนสร้างได้ง่าย
2) รูปร่างที่แท้จริงทางภูมิศาสตร์ สามารถรักษาไว้ได้

ข้อเสีย คือ

1) ข้อมูลจะไม่ติดต่อกัน
2) รูปร่างจะไม่ติดต่อกัน และในการรักษารูปร่างของพื้นที่ศึกษาจะทำได้ยาก



รูปที่ 2.13 แสดงจำนวนประชากรในรัฐแคลิฟอร์เนียแบบ Non-contiguous cartogram

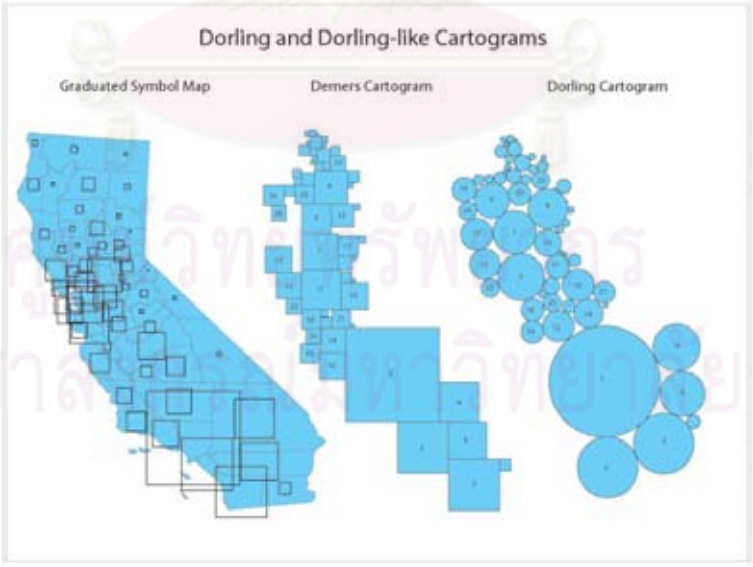
(ที่มา: http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central/types.html)

3. Based on circles (Dorling Cartogram)

เป็นคาร์โตแกรมที่ใช้วิธีการแทนที่พื้นที่ด้วยรูปทรงเรขาคณิต คือ วงกลม โดยที่ขนาดของวงกลมจะแปรผันตรงกับข้อมูลที่ต้องการใช้แสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 2.14

4. Rectangular Cartogram

เป็นคาร์โตแกรมที่ใช้วิธีการแทนที่พื้นที่ด้วยรูปทรงเรขาคณิต คือ สี่เหลี่ยมโดยที่ขนาดของสี่เหลี่ยมจะแปรผันตรงกับข้อมูลที่ต้องการใช้แสดงผล ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แสดงจำนวนประชากรในรัฐแคลิฟอร์เนียแบบ Rectangular และ Circular cartogram

(ที่มา: http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central/types.html)

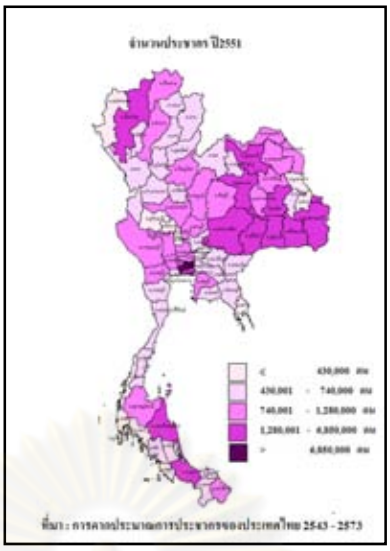
2.3 แนวคิดในการพัฒนาโปรแกรม

จากการศึกษาความสามารถในการแสดงผลแผนที่ และการให้สัญลักษณ์ข้อมูลแผนที่ (ความสามารถของโปรแกรม ArcGIS 9) สามารถสรุปได้ว่า ชั้นข้อมูลต่างๆ เมื่อนำเข้าใน TOC จะแสดงเป็นสัญลักษณ์เดียว ซึ่งผู้ใช้สามารถเปลี่ยนสัญลักษณ์ได้ คือให้สัญลักษณ์กับชั้นข้อมูลได้ตามลักษณะของข้อมูลและความเหมาะสม ในการให้สัญลักษณ์ข้อมูลสามารถแบ่งข้อมูลได้เป็น 2 ประเภท คือ

1) ข้อมูลเชิงคุณภาพ สัญลักษณ์ที่ให้กับข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่
   - การให้ค่าสัญลักษณ์รูปแบบเดียวกัน (Single Symbol) เป็นค่า Default ของโปรแกรม
   - การให้ค่าสัญลักษณ์แบบไม่ซ้ำ (Unique Value)
   - การให้ค่าสัญลักษณ์แบบไม่ซ้ำจากหลายๆ ฟิวด์ (Unique Value, many fields)
   - การให้ค่าสัญลักษณ์สอดคล้องกับสไตล์ (Match to symbols in a style)
2) ข้อมูลเชิงปริมาณ สัญลักษณ์ที่ให้กับข้อมูลเชิงปริมาณ ได้แก่
   - การไล่ระดับสี (Graduated Color)
   - การไล่ระดับสัญลักษณ์ (Graduated Symbol)
   - การให้สัญลักษณ์เป็นสัดส่วนกับข้อมูล (Proportional symbols)
   - ความหนาแน่นแสดงด้วยจุด (Dot Density)
   - การแสดงสัญลักษณ์ด้วยกราฟ (Chart)
   - การให้สัญลักษณ์ด้วยฟิลด์หลายๆ ฟิลด์ (Multiple attributes)

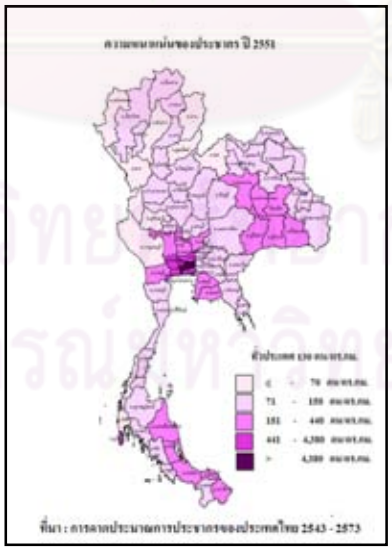
ตัวอย่างแผนที่เฉพาะเรื่องเชิงปริมาณที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น แผนที่แสดงจำนวนประชากร ปีพ.ศ.2551 ดังแสดงในรูปที่ 2.15 เป็นการแสดงจำนวนประชากรแยกตามจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย โดยให้สัญลักษณ์ไล่สีไปตามจำนวนประชากร คือ สีม่วงเข้มเป็นจังหวัดที่มีจำนวนประชากรมาก สีม่วงอ่อนเป็นจังหวัดที่มีจำนวนประชากรน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.15 แผนที่แสดงจำนวนประชากร ปีพ.ศ.2551
โดยให้สัญลักษณ์ไล่สีไปตามจำนวนประชากร
ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2551)

ตัวอย่างแผนที่แสดงความหนาแน่นของประชากร ปีพ.ศ.2551 ดังรูปที่ 2.16 เป็นการแสดงความหนาแน่นของประชากรเทียบกับพื้นที่จังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย โดยให้สัญลักษณ์ไล่สีไปตามความหนาแน่นของประชากร คือ สีเข้มแสดงถึงจังหวัดที่มีความหนาแน่นของประชากรมาก สีอ่อนแสดงถึงจังหวัดที่มีความหนาแน่นของประชากรน้อย



รูปที่ 2.16 แผนที่แสดงความหนาแน่นของประชากร ปีพ.ศ.2551
โดยให้สัญลักษณ์ไล่สีไปตามความหนาแน่นของประชากร
ที่มา: สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2551)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากตัวอย่างรูปที่ 2.16 จะเห็นได้ว่าการแสดงผลแผนที่แบบเดิมยังมีข้อจำกัดอยู่ เช่น กรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุด แต่มีขนาดพื้นที่เล็ก ทำให้การให้สัญลักษณ์ที่ใช้โทนสีเพียงอย่างเดียว อาจทำให้การรับรู้ข้อมูลที่ต้องการแสดงออกมายังไม่ชัดเจน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะใช้การนำเสนอข้อมูลแบบคาร์โตแกรมมาใช้ในการนำเสนอข้อมูลเพราะคาร์โตแกรมสามารถนำเสนอข้อมูลเชิงปริมาณเทียบกับพื้นที่ได้อย่างชัดเจน

จากการศึกษางานวิจัยต่างๆ รวมถึงข้อจำกัดของการสร้างคาร์โตแกรมในแต่ละวิธีแล้ว ทำให้สรุปได้ว่า คาร์โตแกรมนั้นมีหลากหลายรูปแบบ แต่จากการศึกษาวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดจะมีอยู่ 2 แบบ คือ Non-contiguous Cartogram และ Contiguous Cartogram โดยที่ Non-contiguous จะนิยมใช้อยู่ 3 แบบ คือ Feature shape, Circular และ Rectangular

ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบโปรแกรมประยุกต์ ให้สามารถสร้างคาร์โตแกรมได้ 4 แบบดังนี้

1. Non-contiguous Cartogram โดยใช้วิธี Feature shape (Dent, 1996) ซึ่งจะพัฒนาต่อจาก Cartogramcreator (Wolf, 2007) เพราะเป็นวิธีแสดงผลคาร์โตแกรมแบบแต่ละโพลิกอนไม่ติดกัน แต่คงรูปร่างเดิม สามารถสร้างได้ง่าย เพราะไม่ต้องคำนึงถึงการสัมผัสกันของรูปปิด (polygon) ที่อยู่ติดกันในแผนที่ และสามารถรักษารูปร่างให้เหมือนกับรูปร่างเดิมได้มาก

2. Non-contiguous Cartogram โดยใช้วิธี Circular Cartogram (Dorling, 1996) เพราะเป็นวิธีแสดงผลคาร์โตแกรมในรูปวงกลม ซึ่งสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ได้อย่างชัดเจน จะแตกต่างกับการให้สัญลักษณ์ด้วยฟิลด์หลายๆฟิลด์ในโปรแกรม ArcGIS คือเมื่อมีการเปลี่ยน มาตราส่วนในการแสดงแผนที่ การให้สัญลักษณ์ด้วยฟิลด์หลายๆฟิลด์จะมีการคงขนาดเดิมไว้ ไม่เปลี่ยนไปตามมาตราส่วน แต่ Circular Cartogram ขนาดวงกลมจะย่อหรือขยายตามมาตราส่วนที่แสดง

3. Non-contiguous Cartogram โดยใช้วิธี Rectangular Cartogram เพราะเป็นวิธีแสดงผลคาร์โตแกรมในรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ได้อย่างชัดเจน จะแตกต่างกับการให้สัญลักษณ์ด้วยฟิลด์หลายๆฟิลด์ในโปรแกรม ArcGIS คือ เมื่อมีการเปลี่ยนมาตราส่วนในการแสดงแผนที่ การให้สัญลักษณ์ด้วยฟิลด์หลายๆฟิลด์จะมีการคงขนาดเดิมไว้ ไม่เปลี่ยนไปตามมาตราส่วน แต่ Rectangular Cartogram ขนาดสี่เหลี่ยมจะย่อหรือขยายตามมาตราส่วนที่แสดง

4. Contiguous Cartogram โดยใช้วิธี Diffusion-based method (Gastner and Newman, 2004) ซึ่งมีการพัฒนาเป็น Arctoolbox โดย Tom Gross จากเวปไซต์ http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=15638 เพราะเป็นวิธีแสดงผลคาร์โตแกรมแบบแต่ละโพลิกอนติดกัน สามารถแสดงผลลัพธ์ออกมาแล้วดูเข้าใจข้อมูลที่ต้องการแสดงออกมาได้อย่างชัดเจน และอธิบายเปรียบเทียบกันได้ รวมทั้งการคำนวณผลลัพธ์ออกมานั้นใช้เวลารวดเร็ว

บทที่ 3
การออกแบบและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ และหลักการทำงานของคาร์โตแกรมทั้ง 4 ชนิด คือ 1. Feature shape cartogram 2. Circular cartogram 3. Rectangular cartogram และ 4. Diffusion base cartogram รวมทั้งการจัดเตรียมข้อมูลสำหรับนำมาทดสอบโปรแกรม ตลอดจนนำมาสู่การพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

3.1 การออกแบบเพื่อพัฒนาโปรแกรมประยุกต์

จากการศึกษาข้อจำกัดในการนำเสนอข้อมูลแผนที่แบบโคโรเพลท และการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศในรูปแบบคาร์โตแกรมวิธีต่างๆ ทำให้เห็นว่า คาร์โตแกรมนั้นมีหลากหลายรูปแบบ ผู้วิจัยจึงออกแบบโปรแกรมประยุกต์ ให้สามารถสร้างคาร์โตแกรมได้ 4 แบบดังนี้

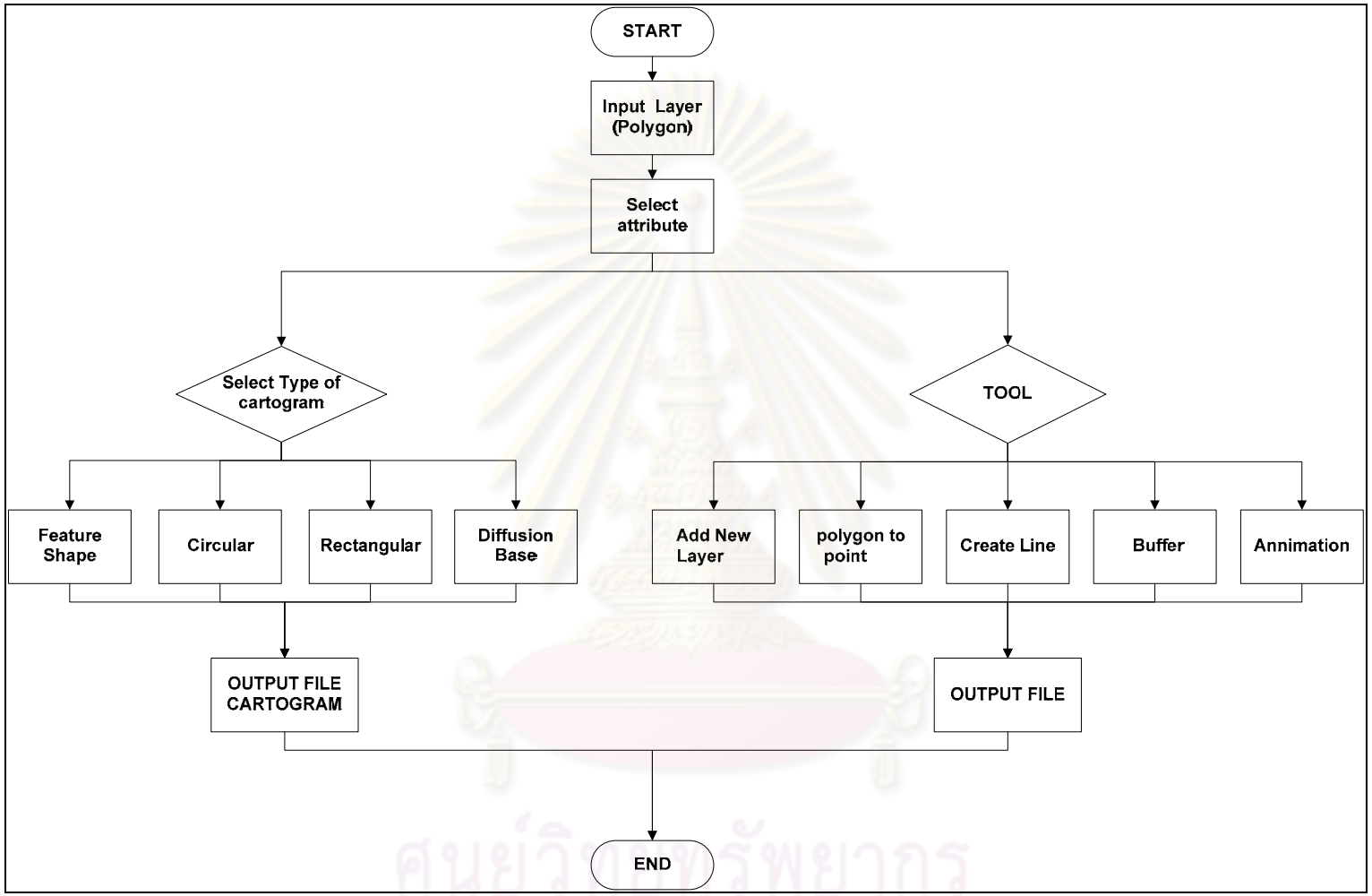
1. Non-contiguous แบบ Feature shape cartogram
2. Non-contiguous แบบ Circular cartogram
3. Non-contiguous แบบ Rectangular cartogram
4. Contiguous แบบ Diffusion base cartogram

นอกจากนี้เพื่อความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม จึงออกแบบให้โปรแกรมประยุกต์มีฟังก์ชั่นเสริมต่างๆ ดังนี้ คือ

1. สามารถสร้างชั้นข้อมูลจุด ที่จุดศูนย์กลางของโพลิกอน
2. สามารถสร้างเส้นระหว่างจุดศูนย์กลางของโพลิกอนที่อยู่ติดกันได้
3. สามารถทำ Buffer ได้
4. สามารถทำเป็นภาพเคลื่อนไหว หรือแอนิเมชันได้

จากแนวคิดที่ออกแบบ สามารถเขียนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 3.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมประยุกต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 หลักการทำงานของคาร์โตแกรม

3.2.1 Feature shape cartogram

เป็นวิธีแสดงผลคาร์โตแกรมแบบแต่ละโพลิกอนไม่ติดกัน แต่คงรูปร่างเดิม สามารถสร้างได้ง่าย เพราะไม่ต้องคำนึงถึงการสัมผัสกันของรูปปิด (Polygon) ที่อยู่ติดกันในแผนที่ และสามารถรักษารูปร่างให้เหมือนกับรูปร่างเดิมได้มาก ฟังก์ชันในการคำนวณที่ใช้ในการย่อและขยายขนาดของโพลิกอนตาม Scale Factor คือ ITranform2D.Scale โดยจะใช้จุดศูนย์กลางของโพลิกอนเดิมเป็นหลัก

ขั้นตอนการคำนวณ มีดังนี้

1. เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการสร้างคาร์โตแกรม
2. เลือกข้อมูลในตารางคุณลักษณะ
3. เริ่มทำการคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$NEW\ POLYGON\ AREA = \frac{ATTRIBUTE\ VALUE}{DENSITY}$$

โดยที่

NEW POLYGON AREA คือ พื้นที่ใหม่

ATTRIBUTE VALUE คือ ค่าในตารางคุณลักษณะที่เลือกนำมาคำนวณ

DENSITY คือ อัตราส่วนระหว่างค่าในตารางคุณลักษณะที่เลือกนำมาคำนวณ เทียบกับพื้นที่ของโพลิกอน

- หากกำหนดให้พื้นที่สามารถซ้อนทับกันได้

$$DENSITY = \frac{\sum(ATTRIBUTE\ VALUE)}{\sum(POLYGON\ AREA)}$$

- ถ้าไม่สามารถซ้อนทับกันได้

$$DENSITY = MAX\left(\frac{ATTRIBUTE\ VALUE}{POLYGON\ AREA}\right)$$

$$SCALE\ FACTOR = \frac{NEW\ POLYGON\ AREA}{POLYGON\ AREA}$$

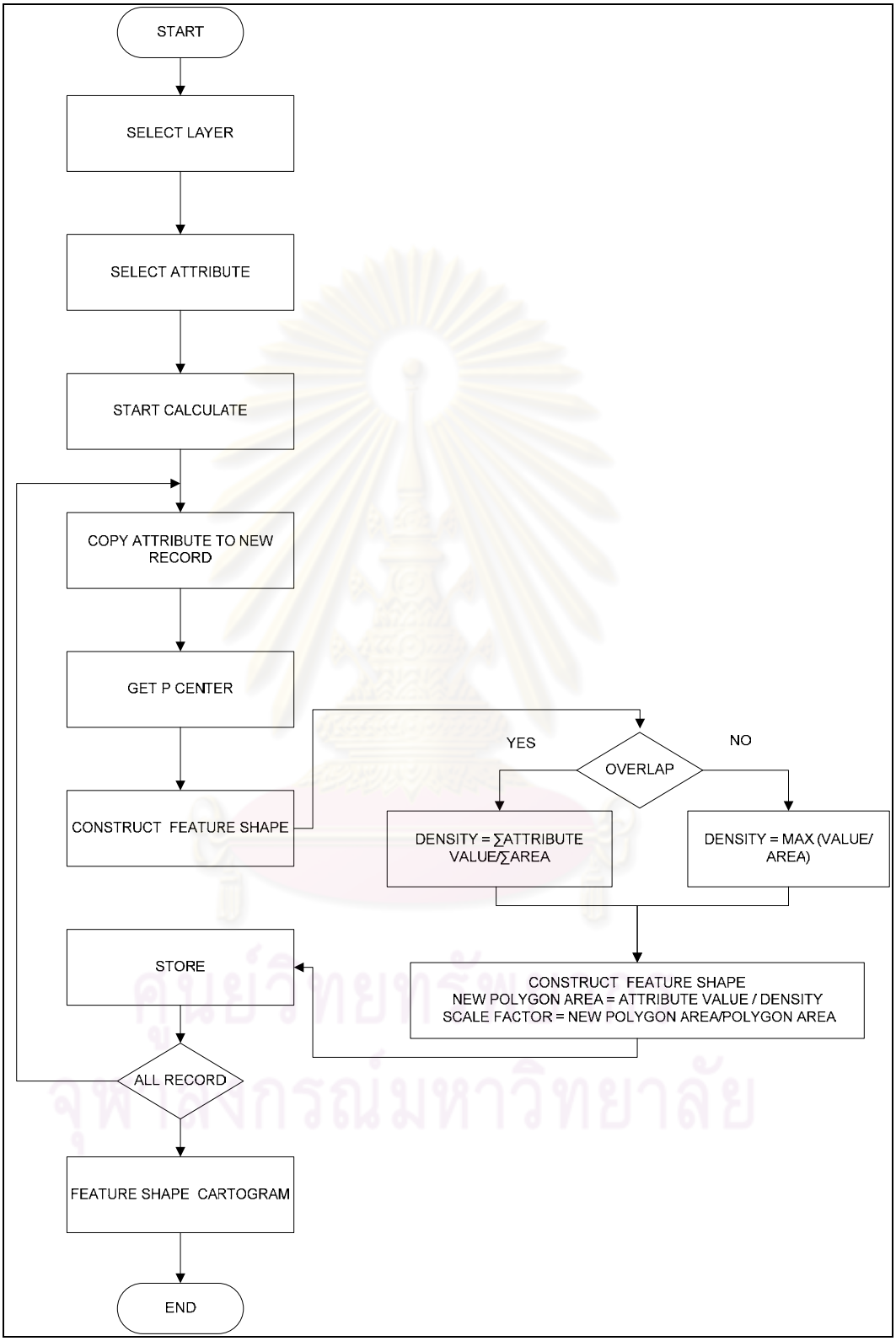
SCALE FACTOR คือ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่

POLYGON AREA คือ พื้นที่เดิม

4. ทำการคำนวณซ้ำจนครบทุกข้อมูล
5. บันทึกเป็นชั้นข้อมูลใหม่
6. เสร็จสิ้นการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนวิธีการคำนวณของวิธี Feature shape cartogram ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงลำดับการคำนวณของวิธี Feature shape cartogram

3.2.2 Circular cartogram

เป็นวิธีแสดงผลคาร์โตแกรมเป็นรูปวงกลม ซึ่งพัฒนาต่อมาจากแบบ Feature Shape โดยนอกจากจะให้ย่อและขยายโพลิกอนแล้ว ยังเปลี่ยนรูปร่างให้เป็นรูปวงกลมอีกด้วย คำสั่งที่ใช้ในการสร้างวงกลม คือ IConstructCircularArc.ConstructCircle

ขั้นตอนการคำนวณ มีดังนี้

1. เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการสร้างคาร์โตแกรม
2. เลือกข้อมูลในตารางคุณลักษณะ
3. เริ่มทำการคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$NEW\ POLYGON\ AREA = \frac{ATTRIBUTE\ VALUE}{DENSITY}$$

$$Circular\ radius = \sqrt{\frac{NEW\ POLYGON\ AREA}{\pi}}$$

โดยที่ NEW POLYGON AREA คือ พื้นที่ใหม่

ATTRIBUTE VALUE คือ ค่าในตารางคุณลักษณะที่เลือกนำมาคำนวณ

Circular radius คือ รัศมีของวงกลมที่สร้างเป็นคาร์โตแกรม

DENSITY คือ อัตราส่วนระหว่างค่าในตารางคุณลักษณะที่เลือกนำมาคำนวณ เทียบกับพื้นที่ของโพลิกอน

- หากกำหนดให้พื้นที่สามารถซ้อนทับกันได้

$$DENSITY = \frac{\sum(ATTRIBUTE\ VALUE)}{\sum(POLYGON\ AREA)}$$

- ถ้าไม่สามารถซ้อนทับกันได้

$$DENSITY = MAX\left(\frac{ATTRIBUTE\ VALUE}{POLYGON\ AREA}\right)$$

$$SCALE\ FACTOR = \frac{NEW\ POLYGON\ AREA}{POLYGON\ AREA}$$

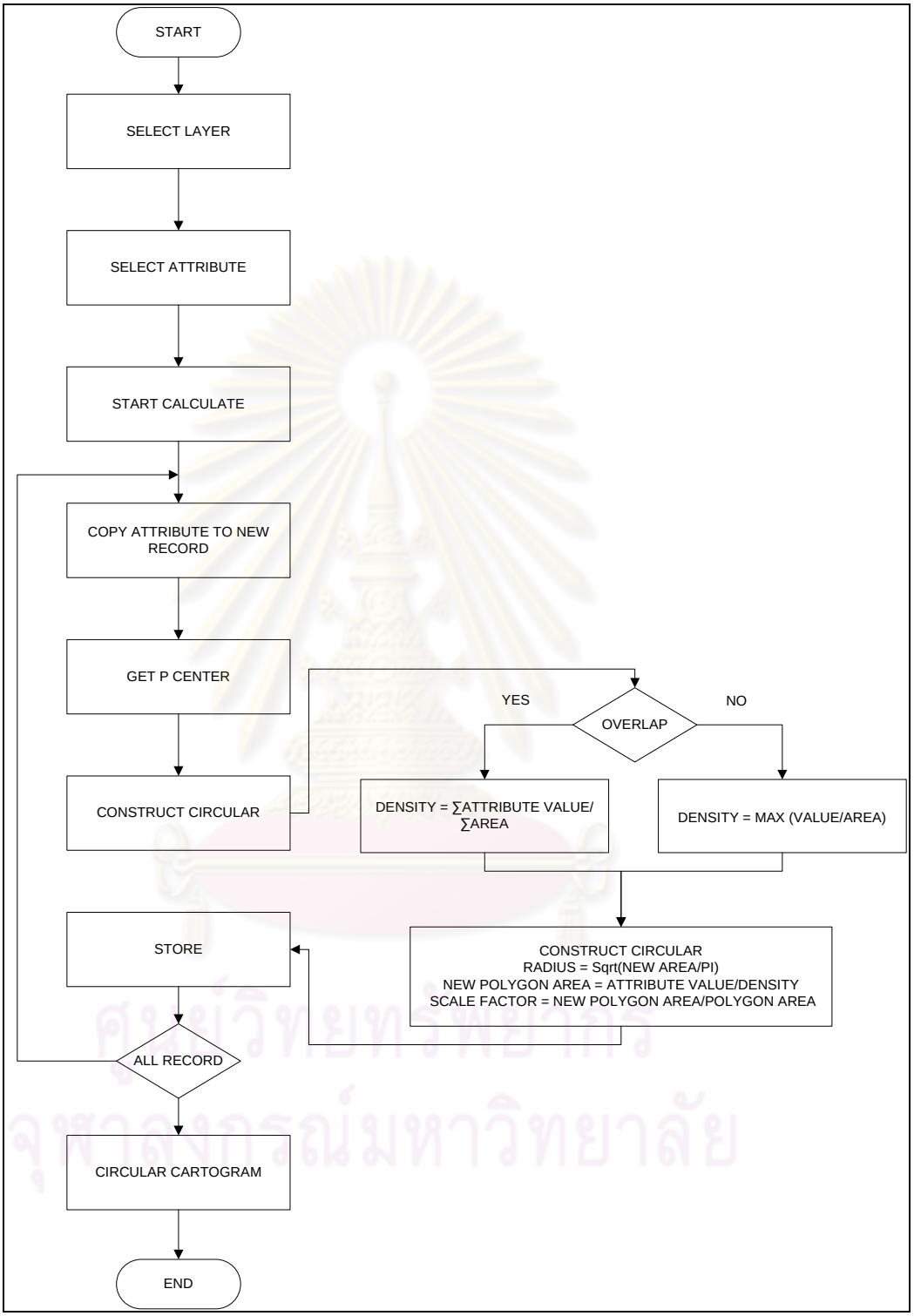
SCALE FACTOR คือ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่

POLYGON AREA คือ พื้นที่เดิม

4. ทำการคำนวณซ้ำจนครบทุกข้อมูล
5. บันทึกเป็นชั้นข้อมูลใหม่
6. เสร็จสิ้นการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ขั้นตอนวิธีการคำนวณของวิธี Circular cartogram ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดงลำดับการคำนวณของวิธี Circular cartogram

3.2.3 Rectangular cartogram

เป็นวิธีแสดงผลคาร์โตแกรมเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งพัฒนาต่อมาจากแบบ Feature Shape โดยนอกจากจะให้ย่อและขยายโพลิกอนแล้วยังเปลี่ยนรูปร่างให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมโดยใช้จุดศูนย์กลางของโพลิกอนเดิมแล้วกำหนดมุมทั้ง 4 ของรูปสี่เหลี่ยม แล้วลากเส้นปิดเป็นโพลิกอน

ขั้นตอนการคำนวณ มีดังนี้

1. เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการสร้างคาร์โตแกรม
2. เลือกข้อมูลในตารางคุณลักษณะ
3. เริ่มทำการคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$NEW\ POLYGON\ AREA = \frac{ATTRIBUTE\ VALUE}{DENSITY}$$

$$dsquare = \sqrt{NEW\ POLYGON\ AREA}$$

$$Xmin = pCenter.x - \frac{dsquare}{2}$$

$$Xmax = pCenter.x + \frac{dsquare}{2}$$

$$Ymin = pCenter.y - \frac{dsquare}{2}$$

$$Xmax = pCenter.x + \frac{dsquare}{2}$$

โดยที่ NEW POLYGON AREA คือ พื้นที่ใหม่

ATTRIBUTE VALUE คือ ค่าในตารางคุณลักษณะที่เลือกนำมาคำนวณ

dsquare คือ ด้านของสี่เหลี่ยม

Xmin คือ ค่าที่น้อยที่สุดของรูปสี่เหลี่ยมทางแกน X

Xmax คือ ค่าที่มากที่สุดของรูปสี่เหลี่ยมทางแกน X

Ymin คือ ค่าที่น้อยที่สุดของรูปสี่เหลี่ยมทางแกน Y

Ymax คือ ค่าที่มากที่สุดของรูปสี่เหลี่ยมทางแกน Y

pCenter.x คือ จุดศูนย์กลางทางแกน X

pCenter.y คือ จุดศูนย์กลางทางแกน Y

DENSITY คือ อัตราส่วนระหว่างค่าในตารางคุณลักษณะที่เลือกนำมาคำนวณ เทียบกับพื้นที่ของโพลิกอน

- หากกำหนดให้พื้นที่สามารถซ้อนทับกันได้

$$DENSITY = \frac{\sum(ATTRIBUTE\ VALUE)}{\sum(POLYGON\ AREA)}$$

- ถ้าไม่สามารถซ้อนทับกันได้

$$DENSITY = MAX\left(\frac{ATTRIBUTE\ VALUE}{POLYGON\ AREA}\right)$$

$$SCALE\ FACTOR = \frac{NEW\ POLYGON\ AREA}{POLYGON\ AREA}$$

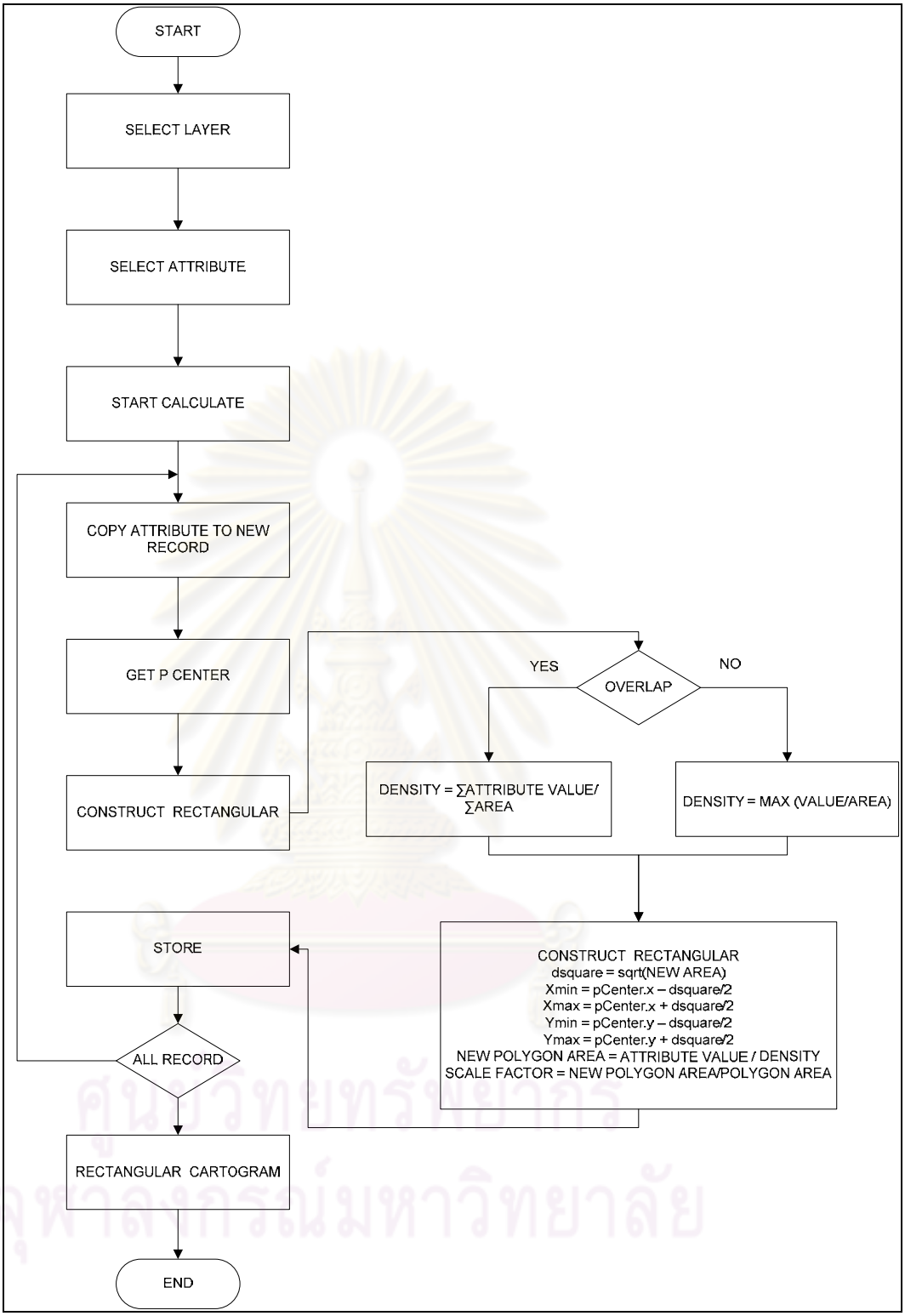
SCALE FACTOR คือ ร้อยละการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่

POLYGON AREA คือ พื้นที่เดิม

4. ทำการคำนวณซ้ำจนครบทุกข้อมูล
5. บันทึกเป็นชั้นข้อมูลใหม่
6. เสร็จสิ้นการคำนวณ

ขั้นตอนการคำนวณของวิธี Rectangular cartogram ดังแสดงในรูปที่ 3.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 แสดงลำดับการคำนวณของวิธี Rectangular cartogram

3.2.4 Diffusion based cartogram

เป็นวิธีแสดงผลคาร์โตแกรมแบบแต่ละโพลิกอนติดกัน สามารถแสดงผลลัพธ์ออกมาแล้วเข้าใจข้อมูลที่ต้องการแสดงออกมาได้อย่างชัดเจน และอธิบายเปรียบเทียบกันได้ รวมทั้งการคำนวณผลลัพธ์ออกมานั้นใช้เวลารวดเร็ว โดยจะใช้การคำนวณตามบทความ Diffusion-based method for producing density equalizing maps โดย Gastner and Newman (2004) ซึ่งมีการพัฒนาเป็น Arctoolbox โดย Tom Gross

ขั้นตอนการคำนวณ มีดังนี้

1. เลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการสร้างคาร์โตแกรม
2. เลือกข้อมูลในตารางคุณลักษณะ
3. เริ่มทำการคำนวณตามสมการต่อไปนี้

$$\rho(\boldsymbol{r},t)=\frac{4}{L_xL_y}\sum_k\tilde{\rho}(\boldsymbol{k})\cos(k_xx)\cos\left(k_yy\right)\exp\left(-k^2t\right)$$

โดยที่ k = ผลรวมของ Wavevectors $=\left(k_x,k_y\right)=2\pi(\frac{m}{L_x},\frac{n}{L_y})$

ρ = ความหนาแน่นของโพลิกอน

L_x L_y = ขอบเขตของ Neumann boundary โดยที่ m,n ต้องเป็นค่าบวกเสมอ

$\tilde{\rho}(\boldsymbol{k})$ = discrete cosine transform ของ $\rho(\boldsymbol{r},t=0)$

ซึ่งแยกได้ตามสมการ

$$\tilde{\rho}(\boldsymbol{k})=\begin{cases}\frac{1}{4}\int_0^{Lx}\int_0^{Ly}\rho(r,0)dxdy & if\ k_x=k_y=0\\ \frac{1}{2}\int_0^{Lx}\int_0^{Ly}\rho(r,0)\cos(k_yy)dxdy & if\ k_x=0\ and\ k_y\neq0\\ \frac{1}{2}\int_0^{Lx}\int_0^{Ly}\rho(r,0)\cos(k_xx)dxdy & if\ k_x\neq0\ and\ k_y\neq0\\ \int_0^{Lx}\int_0^{Ly}\rho(r,0)\cos(k_xx)\cos(k_yy)dxdy & otherwise\end{cases}$$

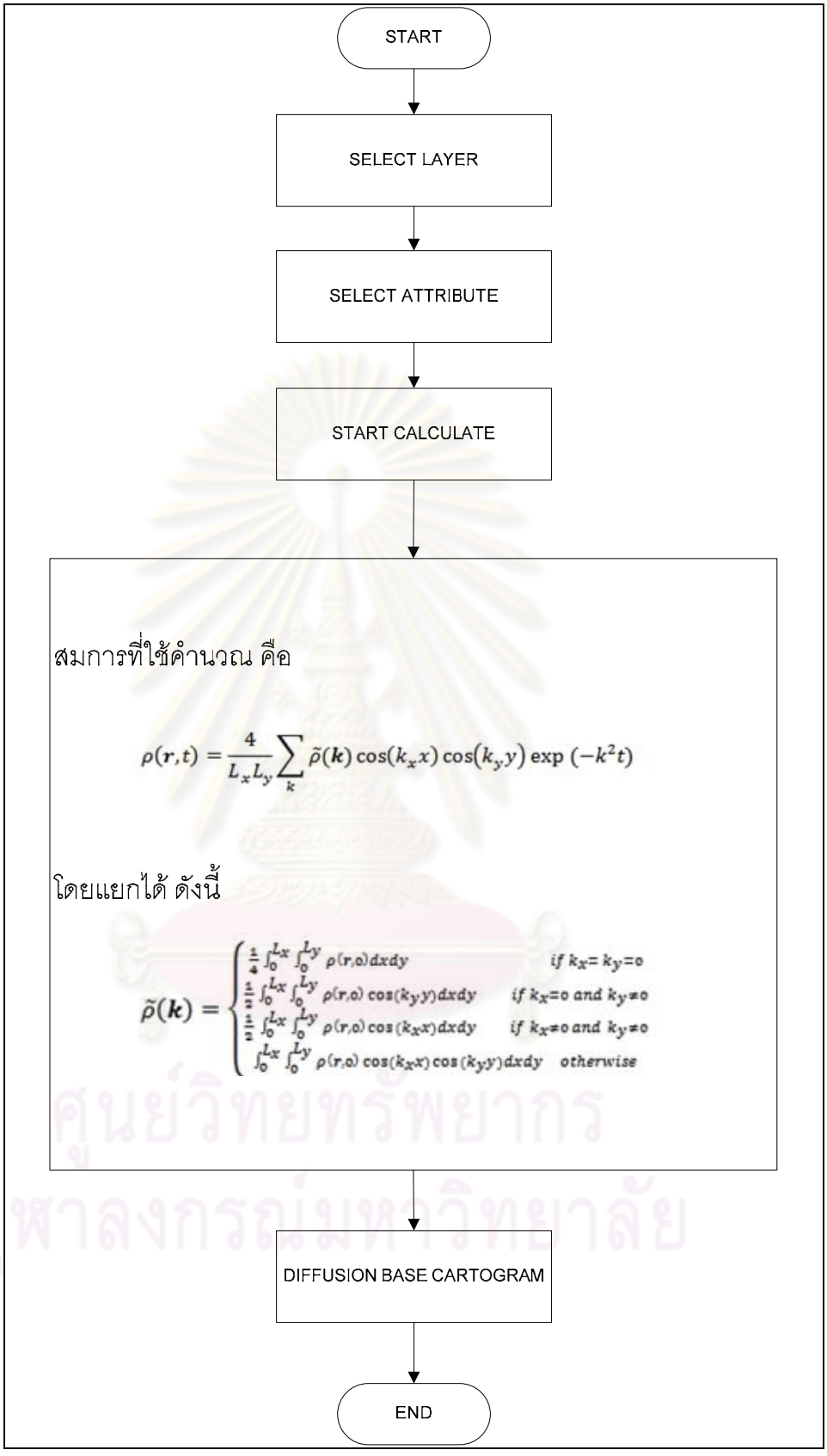
r = ตำแหน่ง

t = เวลา

4. ทำการคำนวณซ้ำจนครบทุกข้อมูล
5. บันทึกเป็นชั้นข้อมูลใหม่
6. เสร็จสิ้นการคำนวณ

ขั้นตอนการคำนวณของวิธี Diffusion based cartogram ดังแสดงในรูปที่ 3.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.5 แสดงลำดับการคำนวณของวิธี Diffusion based cartogram

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับโปรแกรมประยุกต์

3.3.1 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับโปรแกรมประยุกต์

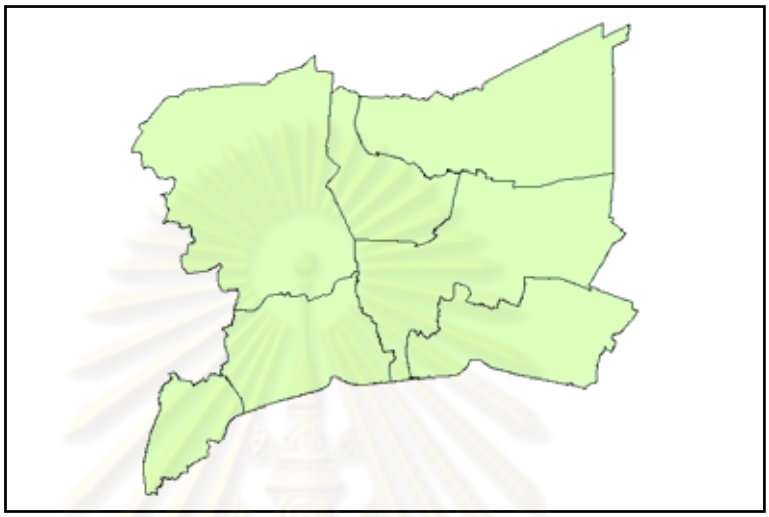
- ประเภทของข้อมูลจะต้องอยู่ในรูปแบบ .shp และ .gdb
- ในข้อมูลเชิงคุณลักษณะจะต้องมีคอลัมภ์แสดงชื่อ(NAME)ของข้อมูลเพื่อนำแสดงผลในโปรแกรมประยุกต์
- ในข้อมูลเชิงคุณลักษณะจะต้องมีคอลัมภ์ที่เป็นตัวเลขถึงจะสามารถนำมาคำนวณสร้างคาร์โตแกรมได้

ข้อดีของการใช้ File Geodatabase หรือ .gdb คือ สามารถเก็บข้อมูลทั้งหมดอยู่ในฐานข้อมูลเดียวกัน ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน การจัดการข้อมูลต่างๆเช่นการแก้ไข สามารถทำได้รวดเร็ว และมีความแม่นยำมากขึ้น รวมทั้งสามารถสร้างและจัดเก็บความสัมพันธ์ของข้อมูลตำแหน่งและข้อมูลรายละเอียด โดยการใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ได้อย่างหลากหลายอีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.2 การจัดเตรียมข้อมูลสำหรับทดสอบโปรแกรม

3.3.2.1 ข้อมูลจำนวนประชากรชาย จำนวนประชากรหญิง จำนวนประชากรรวมและจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ. 2552 ดังแสดงในรูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 แสดงแผนที่ของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

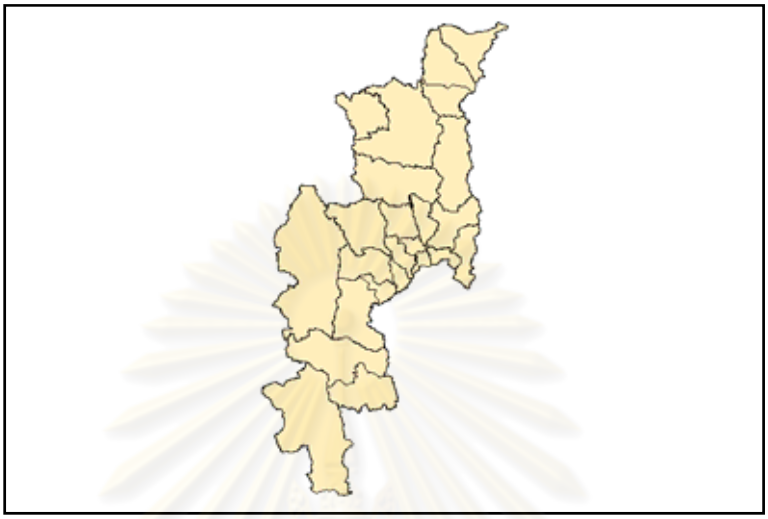
Attributes of กทมและปริมณฑล

FID	Shape *	PROV_NAMT	PROV_NAME	SUM_MALE	SUM_FEMAL	SUM_TOTAL	SUM_HOUS
0	Polygon	กรุงเทพมหานคร	BANGKOK	2705954	2952999	5658953	2006468
1	Polygon	นครปฐม	NAKHON PATHOM	391585	417376	808961	242668
2	Polygon	นนทบุรี	NONTHABURI	462010	510270	972280	388552
3	Polygon	ปทุมธานี	PATHUM THANI	391909	423493	815402	325149
4	Polygon	สมุทรปราการ	SAMUT PRAKAN	523247	554276	1077523	392552
5	Polygon	สมุทรสงคราม	SAMUT SONGKHRAM	93893	101175	195068	49526
6	Polygon	สมุทรสาคร	SAMUT SAKHON	219731	232286	452017	176742

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 7 Selected)

รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

3.3.2.2 ข้อมูลจำนวนประชากรชาย จำนวนประชากรหญิง จำนวนประชากรรวม และจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ดังแสดงในรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.8 แสดงแผนที่ขอบเขตอำเภอของจังหวัดเชียงใหม่

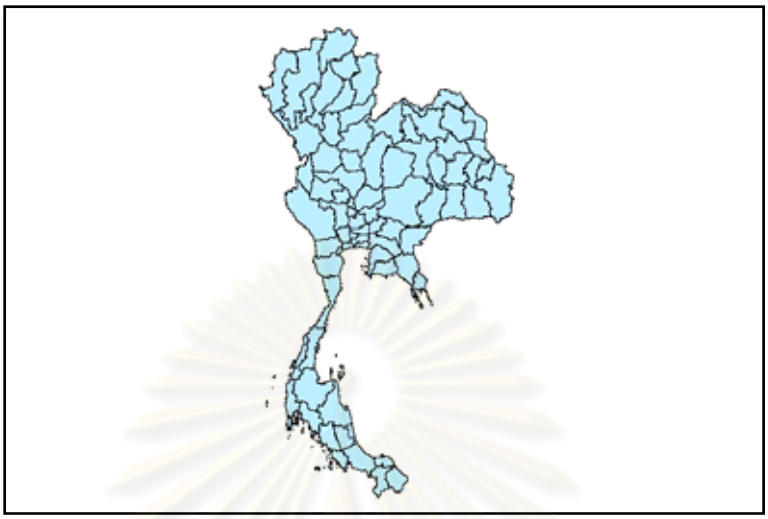
Attributes of chiangmai_pop49

FI	Shape *	AMP_NAME	SUM_MAL	SUM_FEMA	SUM_TOTA	SUM_HOUS
0	Polygon	CHAI PRAKAN	24241	23685	47926	13643
1	Polygon	CHIANG DAO	44500	42571	87071	20922
2	Polygon	CHOM THONG	32587	32976	65563	18508
3	Polygon	DOI SAKET	31528	33319	64847	22669
4	Polygon	DOI TAO	13717	13469	27186	8574
5	Polygon	FANG	61673	59701	121374	34178
6	Polygon	HANG DONG	35513	38025	73538	26813
7	Polygon	HOT	21687	22156	43843	13173
8	Polygon	KING AMPHOE DOI LO	13575	13871	27446	9599
9	Polygon	KING AMPHOE MAE ON	11028	10698	21726	7288
10	Polygon	MAE AI	39500	37990	77490	22714

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 24

รูปที่ 3.9 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของขอบเขตอำเภอในจังหวัดเชียงใหม่

3.3.2.3 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 ดังแสดงรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.10 แสดงแผนที่ขอบเขตจังหวัดของประเทศไทย

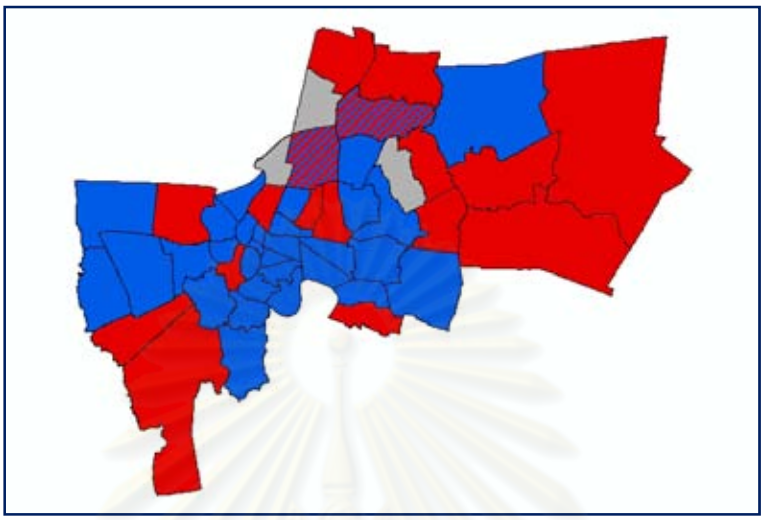
Attributes of data_cane

FID	Shape	PROV_ID_12	FREQUENCY	อ้อยไร่	NAME
0	Polygon	10	0	0	กรุงเทพมหานคร
1	Polygon	11	0	0	สมุทรปราการ
2	Polygon	12	0	0	นนทบุรี
3	Polygon	13	0	0	ปทุมธานี
4	Polygon	14	0	0	พระนครศรีอยุธยา
5	Polygon	15	1696	17574.21	อ่างทอง
6	Polygon	16	12990	463183.36	ลพบุรี
7	Polygon	17	2212	26364.25	สิงห์บุรี
8	Polygon	18	3741	57282.88	ชัยนาท
9	Polygon	19	1897	58964.57	สระบุรี
10	Polygon	20	11334	156497.41	ชลบุรี
11	Polygon	21	1278	15415.59	ระยอง
12	Polygon	22	1257	21289.24	จันทบุรี
13	Polygon	23	0	0	ตราด
14	Polygon	24	4015	60696.1	ฉะเชิงเทรา
15	Polygon	25	1047	17724.62	ปราจีนบุรี

Record: 0 Show: All Selected Records (

รูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของจังหวัดในประเทศไทย

3.3.2.4 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 ดังแสดงในรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.12 แสดงผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 แบบโคโรเพลท

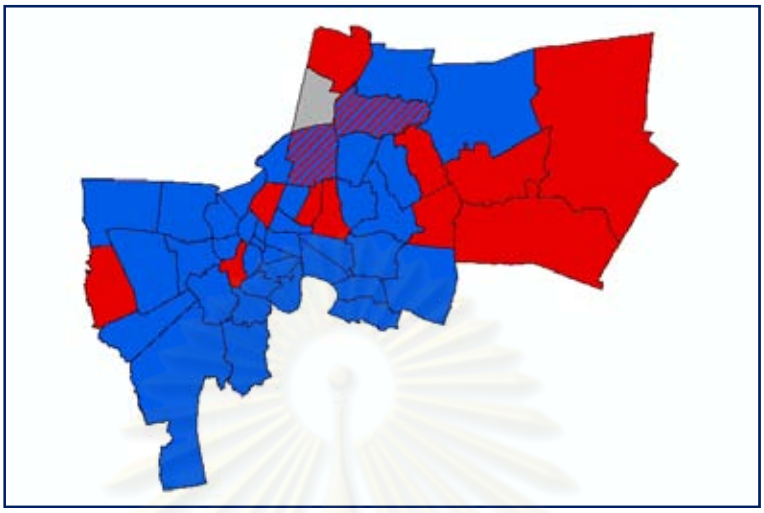
Attributes of bkk_member49

FID	Shape	AMP_NAMT	AMP_NAME	Member	Score *	Party
0	Polygon	คลองสาน	KHLONG SAN	น.ส.สายรุ้ง ปิ่นโมรา	17062	ประชาธิปัตย์
1	Polygon	คลองสามวา	KHLONG SAM WA	นายวิรัช อินช่วย	18766	ประชาธิปัตย์
2	Polygon	คลองเตย	KHLONG TOEI	นางกรณิศ งามสุคนธ์รัตนา	12030	ประชาธิปัตย์
3	Polygon	คันนายาว	KHAN NA YAO	นายพลภูมิ วิภัติภูมิประเทศ	15173	ไทยรักไทย
4	Polygon	จตุจักร	CHATUCHAK	นายอนันตชาติ บัวสุวรรณ์	11435	ประชาธิปัตย์
5	Polygon	จอมทอง	CHOM THONG	นายสุทธิชัย วีกุลสุนทร	15430	ประชาธิปัตย์
6	Polygon	ดอนเมือง	DON MUEANG	นายสุริยา ไหลกุล	9997	ไทยรักไทย
7	Polygon	ดินแดง	DIN DAENG	นางอนงค์ เพชรหัต	14686	ไทยรักไทย
8	Polygon	ดุสิต	DUSIT	นายศิริพงษ์ ลิมปิชัย	12246	ไทยรักไทย
9	Polygon	ตลิ่งชัน	TALING CHAN	พ.ต.ท.วันชัย ฟักเอี้ยง	15558	ไทยรักไทย
10	Polygon	ทวีวัฒนา	THAWI WATTHANA	นายสุไหง แสงสุข	13191	ประชาธิปัตย์

Record: 0 Show: All Selected Records (0 out of 50 Selected) Options

รูปที่ 3.13 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร(ส.ก.) ปี พ.ศ.2549

3.3.2.5 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 ดังแสดงในรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.14 แสดงผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 แบบโคโรเพลท

Attributes of bkk_member_53

FID	Shape *	AMP_NAMT	AMP_NAME	Member_53	Party_53	score53
0	Polygon	คลองสาน	KHLONG SAN	นายสมชาย เสี่มไพบูลย์กุล	พรรคประชาธิปัตย์	9590
1	Polygon	คลองสามวา	KHLONG SAM W	นายวิรัช จินช่วย และ นายชูชาติ ประเสริฐกรรณ	พรรคประชาธิปัตย์	22299
2	Polygon	คลองเตย	KHLONG TOEI	นางกรณิศ งามสุคนธ์รัตนา	พรรคประชาธิปัตย์	14387
3	Polygon	คันนายาว	KHAN NA YAO	นายพลภูมิ วิภาสิภูมิประเทศ	พรรคเพื่อไทย	15646
4	Polygon	จตุจักร	CHATUCHAK	นายประพนธ์ เนตรรังษี และนายอนันตชาติ บัวสุวรรณ์	รวมลองพรรค	21575
5	Polygon	จอมทอง	CHOM THONG	นายพีรกร วีรกุลลุนทร และ นายสุทธิชัย วีรกุลลุนทร	พรรคประชาธิปัตย์	25840
6	Polygon	ดอนเมือง	DON MUEANG	นายสุริยา โพสกุล นางพิมพ์ชนา โพสกุล	พรรคเพื่อไทย	23033
7	Polygon	ดินแดง	DIN DAENG	นางอมงค์ เพชรหัด	พรรคเพื่อไทย	17915
8	Polygon	ดุสิต	DUSIT	นายศิริพงษ์ ลิมปิชัย	พรรคเพื่อไทย	14160
9	Polygon	ตลิ่งชัน	TALING CHAN	พ.ต.ท วันชัย ฟักเอี้ยง	พรรคประชาธิปัตย์	16583
10	Polygon	ทวีวัฒนา	THAWI WATTHA	นายสุไหง แสวงสุข	พรรคประชาธิปัตย์	15627

Record: 1 Show: All Selected Records (0 out of 50 Selected) Options

รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร(ส.ก.) ปี พ.ศ.2553

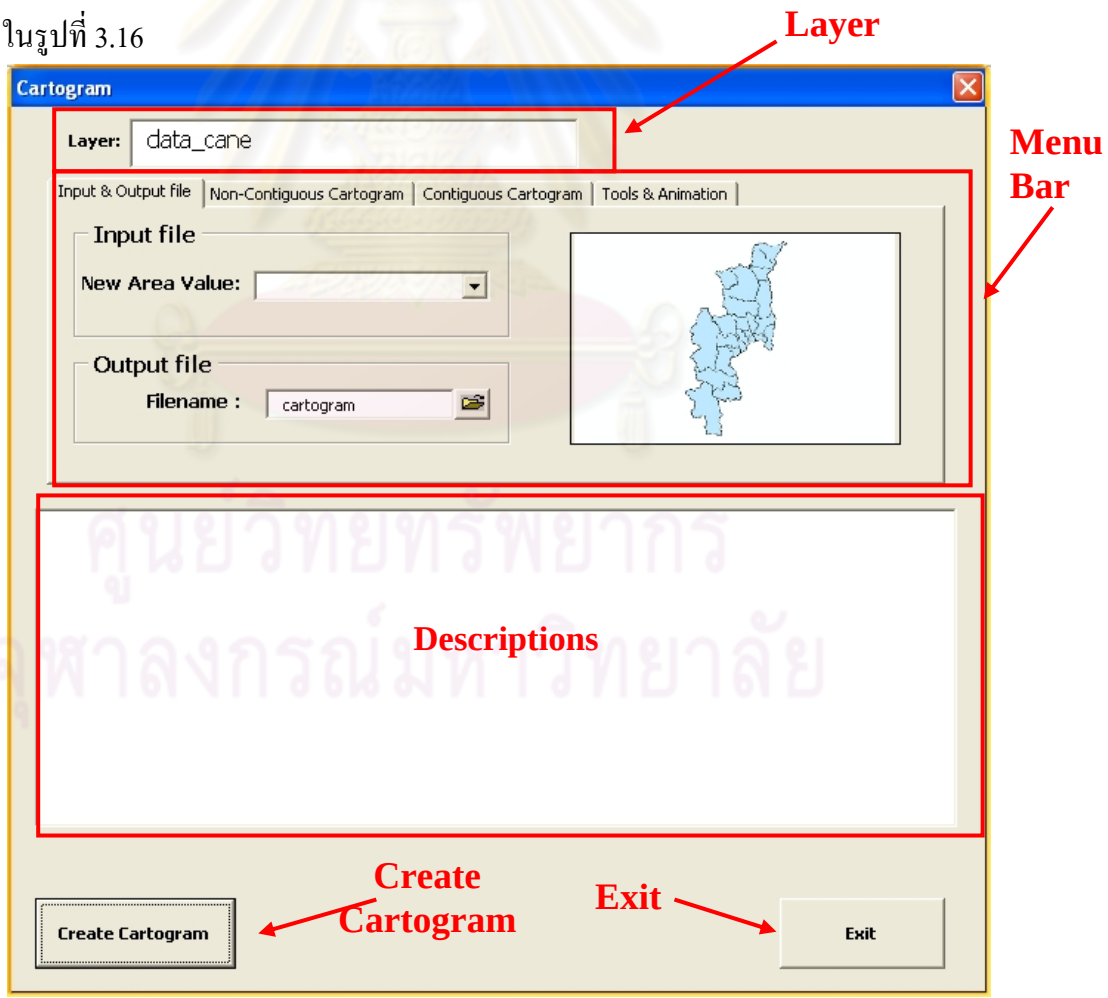
3.4 พัฒนาโปรแกรมประยุกต์

เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์เพื่อใช้ในการสร้างคาร์โตแกรมทั้ง 4 ชนิดประกอบด้วย Feature shape cartogram, Circular cartogram, Rectangular cartogram และ Diffusion base cartogram รวมทั้งฟังก์ชั่นเสริมต่างๆ ดังนี้คือ สามารถสร้างชั้นข้อมูลจุด ที่จุดศูนย์กลางของโพลิกอน สามารถสร้างเส้นระหว่างจุดศูนย์กลางของโพลิกอนที่อยู่ติดกันได้ สามารถทำ Buffer ได้ และสามารถทำเป็นภาพเคลื่อนไหว หรือแอนิเมชันได้ ด้วยการสร้างชุดคำสั่งในโปรแกรม ArcGIS โดยใช้ภาษา Visual Basic for Application ซึ่งมีส่วนประกอบของโปรแกรมดังต่อไปนี้

หน้าจอหลักของโปรแกรมคาร์โตแกรม ประกอบด้วย 5 ส่วนดังนี้

1. Layer แสดงชื่อชั้นข้อมูลที่เลือก
2. Menu bar แถบสำหรับเลือกการทำงานของโปรแกรม
3. Descriptions สำหรับแสดงรายละเอียดของการคำนวณ
4. Create Cartogram ปุ่มสำหรับสร้างคาร์โตแกรม
5. Exit ปุ่มสำหรับปิดโปรแกรม

ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงหน้าจอหลักของโปรแกรมคาร์โตแกรม

- **แถบเมนู**

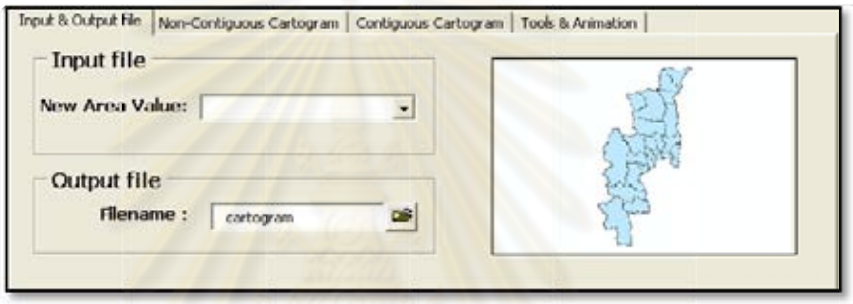
ประกอบไปด้วย 4 แถบ คือ Input & Output file, Non-contiguous Cartogram, Contiguous Cartogram และ Tools & Animation

1. Input & Output file

New Area Value สำหรับเลือกข้อมูลในตารางคุณลักษณะที่ต้องการนำมาใช้สร้างคาร์โตแกรม

Filename เลือกที่เก็บไฟล์ข้อมูลที่จะสร้างขึ้น

ดังแสดงในรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงแถบเมนู Input & Output file

2. Non-contiguous Cartogram

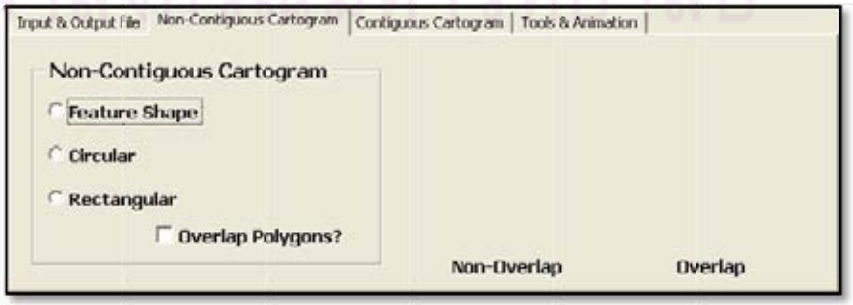
Feature Shape แสดงผลคาร์โตแกรมแบบแต่ละโพลิกอนไม่ติดกัน แต่คงรูปร่างเดิม

Circular แสดงผลคาร์โตแกรมเป็นรูปวงกลม

Rectangular แสดงผลคาร์โตแกรมเป็นรูปสี่เหลี่ยม

Overlap Polygons? ปุ่มให้เลือกว่าจะให้แต่ละพื้นที่ซ้อนทับกันได้หรือไม่

ดังแสดงในรูปที่ 3.18

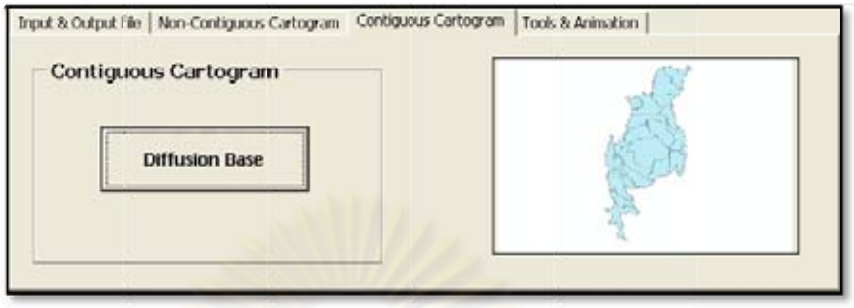


รูปที่ 3.18 แสดงแถบเมนู Non-Contiguous Cartogram

3. Contiguous Cartogram

Diffusion Base สร้างคาร์โตแกรมชนิดต่อเนื่องกัน

ดังแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แสดงแถบเมนู Contiguous Cartogram

4. Tools & Animation

Add New Layer เพิ่มชั้นข้อมูลในโปรแกรม

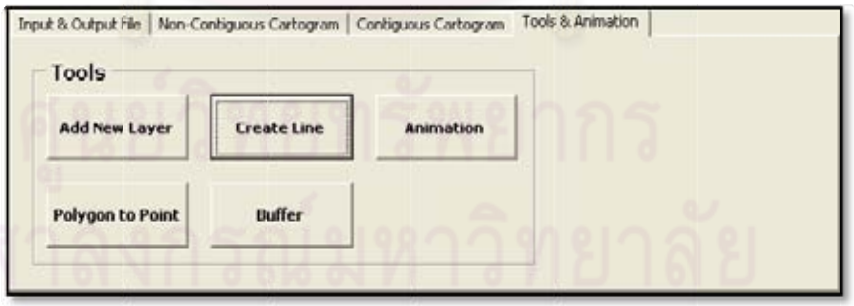
Create Line สร้างเส้นจากจุดศูนย์กลางของโพลิกอนไปยังโพลิกอนที่ติดกัน

Animation สร้างแอนิเมชันสำหรับชั้นข้อมูล

Polygon to Point สร้างจุดที่จุดศูนย์กลางของโพลิกอน

Buffer สร้างบัฟเฟอร์

ดังแสดงในรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 แสดงแถบเมนู Tools & Animation

- **ส่วนแสดงรายละเอียดการคำนวณ**

เป็นส่วนแสดงรายละเอียดการคำนวณต่างๆของโปรแกรมซึ่งมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.21

```
Map Units: meters
Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %   Feature              Area        Value       Cart Area      Radius
------------------------------------------------------------------------------
     .00% กรุงเทพมหานคร 1582432607.           .00           .00   22443.35
     .00% สมุทรปราการ  948637689.1           .00           .00   17377.02
     .00% นนทบุรี    626055484.4           .00           .00   14116.64
     .00% ปทุมธานี    1519814079.           .00           .00   21994.81
     .00% พระนครศรีอยุธยา 2528408469.           .00           .00   28369.30
   24.32% อ่างทอง     957025389.5     17574.21 232723240.3   17453.67
  100.00% ลพบุรี     6133620367.    463183.36 6133620367.   44185.88
   42.56% สิงห์บุรี   820355236.6     26364.25 349123726.6   16159.43
   30.99% ชัยนาท      2447377647.     57282.88 758557991.9   27911.01
   42.05% ชัยภูมิ    12668241541    402263.29 5326897556.   63501.39
    7.94% อำนาจเจริญ   3271798462.     19621.18 259829863.6   32271.44
   11.42% หนองบัวลำภู  4089751316.     35267.20 467019402.9   36080.58
   53.82% ขอนแก่น     10647050099    432725.87 5730292663.   58215.64
   61.29% อุดรธานี    11111453772    514279.20 6810247621.   59471.72
   11.27% เลย        10405977782     88545.73 1172550527.   57552.81
    5.88% หนองคาย     7301671807.     32448.93 429698981.3   48209.90
   22.67% มหาสารคาม   5644562322.     96614.70 1279402376.   42387.73
   11.27% ร้อยเอ็ด    7836714060.     66713.51 883441373.4   49945.01
   42.83% กาฬสินธุ์   6935012270.    224302.09 2970279130.   46983.86
    7.94% สกลนคร      9580493367.     57440.24 760641802.7   55222.87
    1.09% นครพนม      5556188326.      4574.23 60573398.61   42054.60
   29.64% มุกดาหาร    4189020386.     93772.24 1241761623.   36515.84
     .00% นราธิวาส    4493300839.           .00           .00   37818.81


Total feature:76

   Total Area: 515978645233.911
    Mean Area:6789192700.4462
      SD Area:4758038551.57901

  Total Value: 6222542.61
   Mean Value:81875.5606578947
     SD Value:136141.501949876

      Density: 7.55154920360077E-05
```

รูปที่ 3.21 แสดงรายละเอียดประกอบ

Map Units	หน่วยของแผนที่
Cartogram Type	ประเภทของคาร์โตแกรมที่จะใช้คำนวณ
Distance Units	หน่วยของระยะทาง
Scale %	ร้อยละของขนาดพื้นที่ใหม่ต่อขนาดพื้นที่เดิม $= \frac{Cart\ Area\ x\ 100}{Area}$
Feature	ชื่อของข้อมูล
Area	พื้นที่เดิมของแต่ละข้อมูล
Value	ค่าจากตารางคุณลักษณะที่นำมาคำนวณ
Cart Area	พื้นที่ใหม่ที่ได้ หลังจากการคำนวณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Radius	รัศมีของพื้นที่เดิม $= \sqrt{\frac{POLYGON\ AREA}{\pi}}$
Total Feature	ปริมาณข้อมูลทั้งหมดที่นำมาคำนวณ
Total Area	ผลรวมของพื้นที่เดิมของทุกข้อมูล
Mean Area	ค่าเฉลี่ยของพื้นที่เดิม
SD Area	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของพื้นที่เดิม
Total Value	ผลรวมของค่าจากตารางคุณลักษณะที่นำมาคำนวณ
Mean Value	ค่าเฉลี่ยของค่าจากตารางคุณลักษณะที่นำมาคำนวณ
SD Value	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าจากตารางคุณลักษณะที่นำมาคำนวณ
Density	ความหนาแน่นของค่าจากตารางคุณลักษณะที่นำมาคำนวณต่อพื้นที่

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
การทดสอบโปรแกรมประยุกต์

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดในการทดสอบโปรแกรมประยุกต์ การทดสอบการทำงานในส่วนการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรมทั้งสี่รูปแบบ และทดสอบการทำงานในส่วนของเครื่องมือเสริมที่สร้างขึ้น ซึ่งจะประกอบด้วยรายละเอียดทั้งหมดดังนี้

4.1 แนวคิดในการทดสอบ

ในการทดสอบการทำงานของโปรแกรมประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นนั้น ผู้วิจัยจะทำการทดสอบการสร้างคาร์โตแกรมทั้ง 4 ชนิด ตามข้อมูลที่ได้จัดเตรียมไว้ แล้วนำผลลัพธ์ที่ได้มาประเมินผลเพื่อที่จะดูว่าคาร์โตแกรมแต่ละชนิดเหมาะสมกับข้อมูลอะไรซึ่งข้อมูลที่จะนำมาทดสอบมีดังนี้

- ข้อมูลจำนวนประชากรชาย จำนวนประชากรหญิง จำนวนประชากรรวม และจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2552 จากสำนักยุทธศาสตร์และประเมินผล กรุงเทพมหานคร

  เนื่องจากจำนวนประชากรเป็นตัวแทนของข้อมูลที่สามารถรับรู้ได้ง่าย ส่วนจำนวนครัวเรือนเป็นตัวแทนของข้อมูลที่เป็นอัตราส่วนกันกับจำนวนประชากร และกรุงเทพมหานครและปริมณฑล เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีลักษณะโพลิกอนเป็นกลุ่มรวมทั้งมีความแตกต่างของข้อมูลสูง

- ข้อมูลจำนวนประชากรชาย จำนวนประชากรหญิง จำนวนประชากรรวม และจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2549 จากสำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย

  เนื่องจากจำนวนประชากรเป็นตัวแทนของข้อมูลที่สามารถรับรู้ได้ง่าย ส่วนจำนวนครัวเรือนเป็นตัวแทนของข้อมูลที่เป็นอัตราส่วนกันกับจำนวนประชากร และจังหวัดเชียงใหม่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีโพลิกอนเรียงตัวกันเป็นแนวยาว รวมทั้งมีความแตกต่างของข้อมูลสูง

- ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 จากสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม

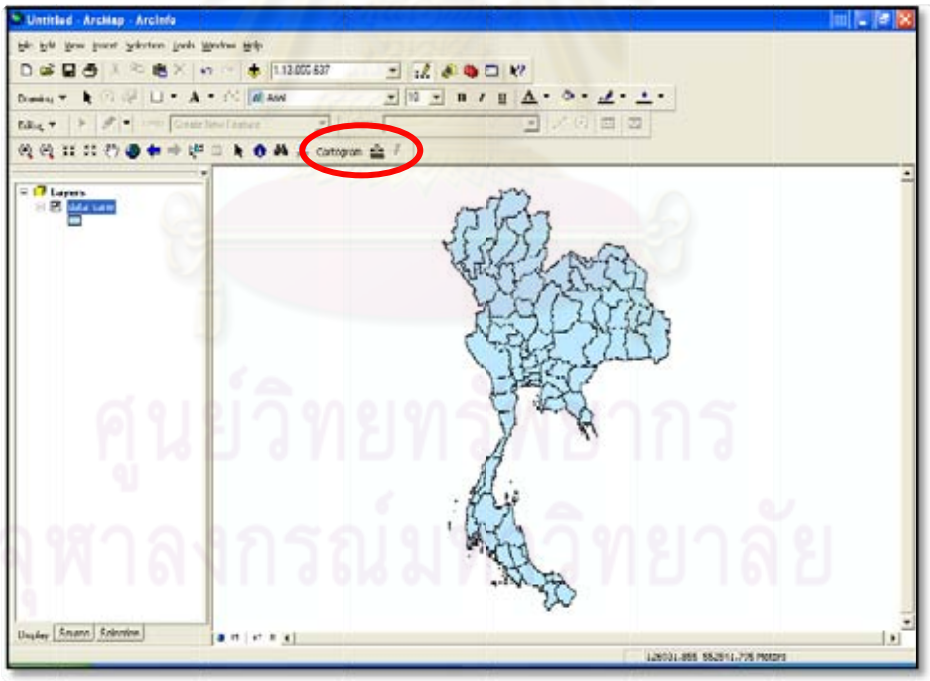
  เนื่องจากข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย เป็นตัวแทนของข้อมูลที่มีค่าข้อมูลในตารางคุณลักษณะเป็นศูนย์ในบางข้อมูลและเป็นข้อมูลที่ใช้ในการอบรมที่สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 และ ปี พ.ศ. 2553 จากกองประชาสัมพันธ์ กรุงเทพมหานคร

  เนื่องจากเป็นตัวแทนของข้อมูลที่มีการใช้สีช่วยในการแสดงผล และเป็นข้อมูลที่สามารถเปรียบเทียบกันได้

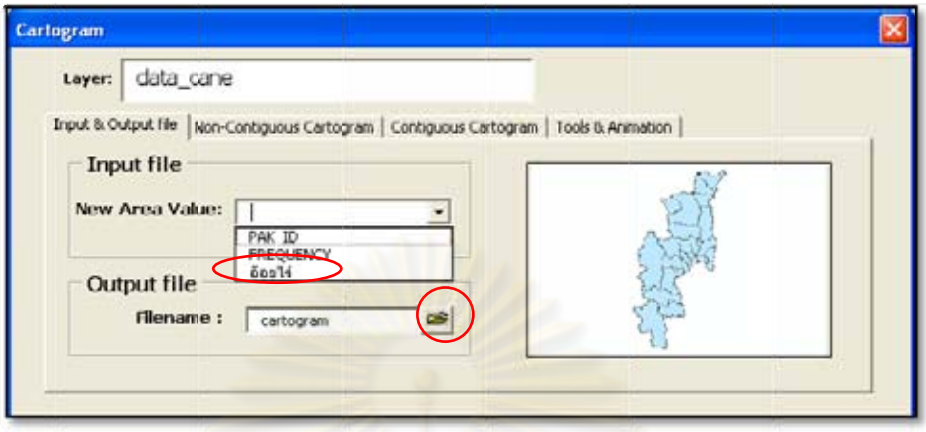
4.2 ทดสอบการทำงานในส่วนการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม

การทำงานในส่วนการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม จะเริ่มจากการเลือกชั้นข้อมูลที่ต้องการสร้างคาร์โตแกรม แล้วกดปุ่ม Cartogram ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงชั้นข้อมูลแผนที่ Data cane

เมื่อกดปุ่ม Cartogram แล้ว จะปรากฏหน้าต่าง Cartogram ขึ้นมาดังรูปที่ 4.2 จากนั้นเลือกข้อมูลที่ต้องการนำมาสร้างคาร์โตแกรมจากตารางคุณลักษณะ ซึ่งจะปรากฏตรงช่อง New Area Value และเลือกโฟลเดอร์ที่จะบันทึกไฟล์ข้อมูลที่ Output file

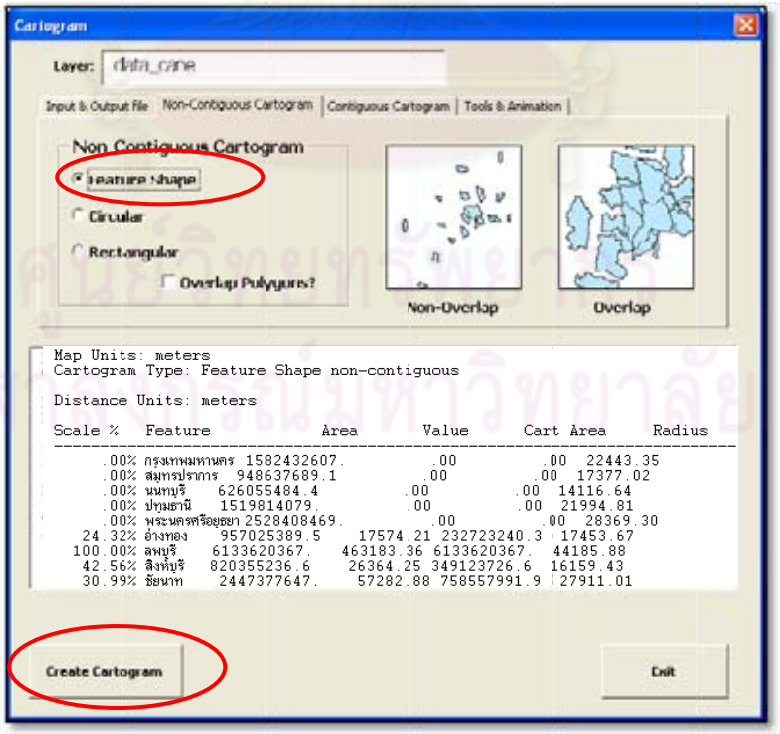


รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการเลือก Input and Output file

จากนั้นทำการเลือกชนิดของคาร์โตแกรมที่ต้องการสร้าง

4.2.1 Feature shape

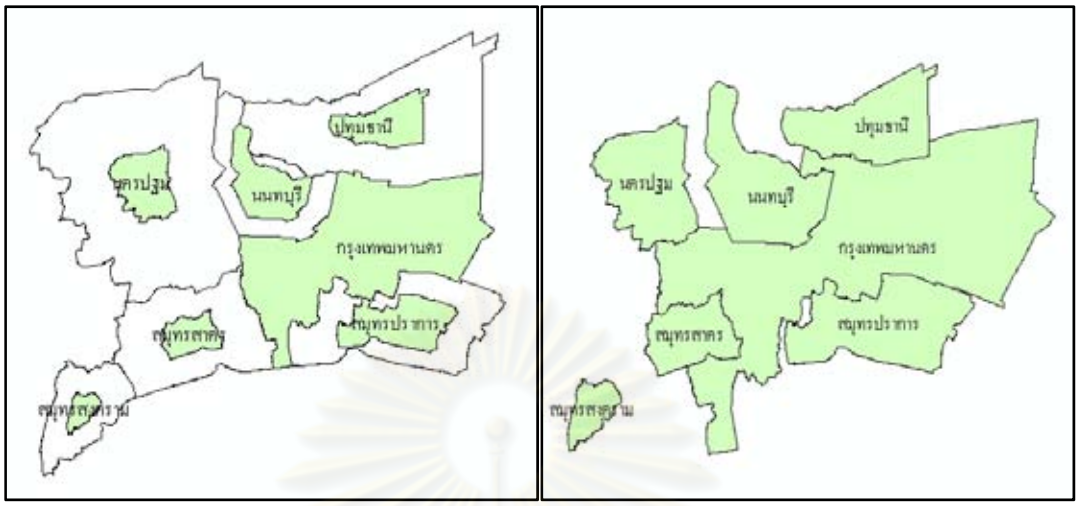
เลือกหน้าต่างที่2 Non-Contiguous Cartogram และเลือกชนิดของคาร์โตแกรมเป็น Feature Shape แล้วกดปุ่ม Create Cartogram ดังแสดงในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการเลือกคาร์โตแกรมวิธี Feature shape

จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552



รูปที่ 4.4 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ.2552 (ดังรูปที่ 4.4) ผลลัพธ์ที่ได้ในแบบไม่ซ้อนทับ แสดงให้เห็นได้ว่าขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดแสดงถึงมีจำนวนประชากรมากที่สุด คือ กรุงเทพมหานคร เพราะมีจำนวนประชากรรวมมากกว่าจังหวัดอื่นๆในเขตปริมณฑล ขนาดพื้นที่จะคงเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือมีขนาด 1,568,877,119.00 ตารางเมตร รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 298,730,380.10 ตารางเมตร จังหวัดนนทบุรี 269,553,015.50 ตารางเมตร จังหวัดปทุมธานี 226,060,464.00 ตารางเมตร จังหวัดนครปฐม 224,274,773.70 ตารางเมตร จังหวัดสมุทรสาคร 125,316,313.60 ตารางเมตร และขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดคือ จังหวัดสมุทรสงคราม มีขนาด 54,080,272.81 ตารางเมตร ตามลำดับ

โดยจำนวนประชากรเรียงจากมากไปน้อยได้ดังนี้ กรุงเทพมหานคร มีจำนวนประชากร 5,658,953 คน จังหวัดสมุทรปราการ 1,077,523 คน จังหวัดนนทบุรี 972,280 คน จังหวัดปทุมธานี 815,402 คน จังหวัดนครปฐม 808,961 คน จังหวัดสมุทรสาคร 452,017 คน และจังหวัดสมุทรสงคราม 195,068 คน ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่คือพื้นที่ที่มี Scale% มากจะมีความหนาแน่นของประชากรมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของประชากรน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีจำนวนประชากรหนาแน่นที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร 100% รองลงมาคือ จังหวัดนนทบุรี 42.57% จังหวัดสมุทรปราการ 31.12% จังหวัดปทุมธานี

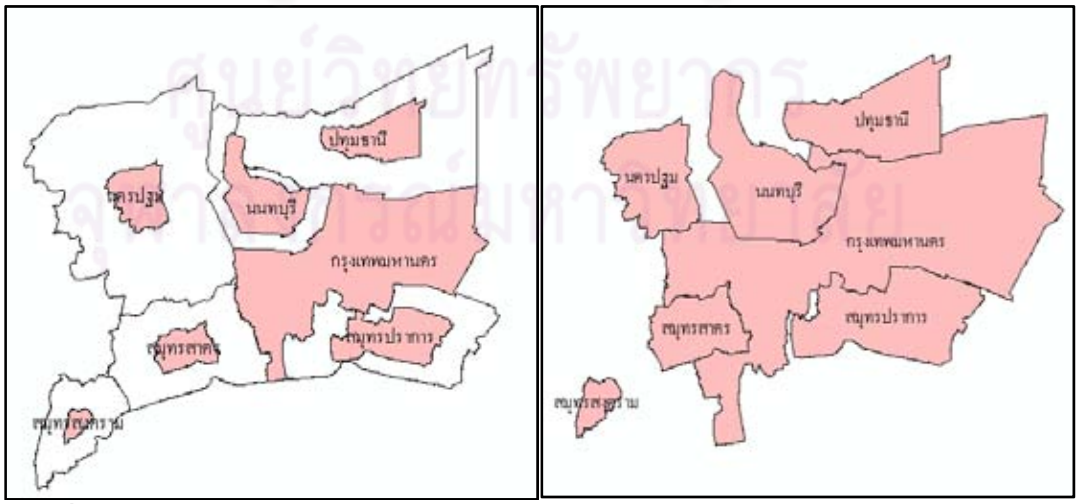
14.87% จังหวัดสมุทรสาคร 14.5% สมุทรสงคราม 13.22% และจังหวัดนครปฐม 10.48% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1

สาเหตุที่ลำดับการจัดเรียงของขนาดพื้นที่โพลิกอนใหม่ กับลำดับการจัดเรียงของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ไม่เหมือนกัน เพราะ ลำดับการจัดเรียงของขนาดของพื้นที่ใหม่จะขึ้นอยู่กับจำนวนของประชากร แต่ลำดับการจัดเรียงของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชากร

ในส่วนของแบบซ้อนทับกัน แสดงให้เห็นได้ว่าขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร เพราะมีจำนวนประชากรรวมมากกว่าจังหวัดอื่นๆในเขตปริมณฑล คือมีขนาด 4,590,603,737.00 ตารางเมตร รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 874,098,284.80 ตารางเมตร จังหวัดนนทบุรี 788,724,027.60 ตารางเมตร จังหวัดปทุมธานี 661,462,901.10 ตารางเมตร จังหวัดนครปฐม 656,237,892.40 ตารางเมตร จังหวัดสมุทรสาคร 366,681,067.90 ตารางเมตร และขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดคือจังหวัดสมุทรสงคราม มีขนาด 158,241,266.50 ตารางเมตร ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน แต่จะสามารถอธิบายด้วยตัวเลขได้ ดังนี้ ความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของประชากรมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของประชากรน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นที่สุดคือกรุงเทพมหานคร 292.6% รองลงมาคือ จังหวัดนนทบุรี 124.55% จังหวัดสมุทรปราการ 91.05% จังหวัดปทุมธานี 43.52% จังหวัดสมุทรสาคร 42.43% จังหวัดสมุทรสงคราม 38.68% และจังหวัดนครปฐม 30.65% ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1

- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552



รูปที่ 4.5 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552(ดังรูปที่ 4.5) ผลลัพธ์ที่ได้ออกมา ในแบบซ้อนทับ เป็นไปในทางเดียวกันกับจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คือ พื้นที่ของกรุงเทพมหานครมีจำนวนครัวเรือนมากกว่าในเขตปริมณฑล จึงทำให้ โพลิกอนของกรุงเทพมหานครมีขนาดใหญ่ที่สุด คือมีขนาด 1,568,877,119 ตารางเมตร รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 306,940,280.70 ตารางเมตร จังหวัดนนทบุรี 303,812,641.20 ตารางเมตร จังหวัดปทุมธานี 254,237,210.20 ตารางเมตร จังหวัดนครปฐม 189,744,502.70 ตารางเมตร จังหวัดสมุทรสาคร 138,196,313.00 ตารางเมตร และขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดคือ จังหวัดสมุทรสงคราม มีขนาด 38,724,867.90 ตารางเมตร ตามลำดับ

โดยจำนวนครัวเรือนรวมเรียงจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ กรุงเทพมหานคร มีจำนวนครัวเรือน 2,006,468 ครอบครัว รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 392,552 ครอบครัว จังหวัดนนทบุรี 388,552 ครอบครัว จังหวัดปทุมธานี 325,149 ครอบครัว จังหวัดนครปฐม 242,668 ครอบครัว จังหวัดสมุทรสาคร 176,742 ครอบครัว และจังหวัดสมุทรสงคราม 49,526 ครอบครัว ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของประชากรมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของประชากรน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นที่สุดคือกรุงเทพมหานคร 100% รองลงมาคือ จังหวัดนนทบุรี 47.98% จังหวัดสมุทรปราการ 31.97% จังหวัดปทุมธานี 16.73% จังหวัดสมุทรสาคร 15.99% จังหวัดสมุทรสงคราม 9.47% และจังหวัดนครปฐม 8.86% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-2

ในส่วนของแบบซ้อนทับกันแสดงให้เห็นได้ว่าขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร เพราะมีจำนวนครัวเรือนรวมมากกว่าจังหวัดอื่นๆในเขตปริมณฑล คือมีขนาด 4535460431 ตารางเมตร รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 887,332,398.60 ตารางเมตร จังหวัดนนทบุรี 878,290,718.60 ตารางเมตร จังหวัดปทุมธานี 734,973,308.20 ตารางเมตร จังหวัดนครปฐม 548,531,604.70 ตารางเมตร จังหวัดสมุทรสาคร 399,511,154.70 ตารางเมตร และขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดคือ จังหวัดสมุทรสงคราม มีขนาด 111,949,561.70 ตารางเมตร ตามลำดับ

ส่วนความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนสูง และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีจำนวนครัวเรือนหนาแน่นที่สุดคือกรุงเทพมหานคร 289.09% รองลงมาคือ จังหวัดนนทบุรี 138.7% จังหวัดสมุทรปราการ 92.43% จังหวัดปทุมธานี 48.36% จังหวัดสมุทรสาคร 46.23%

จังหวัดสมุทรสงคราม 27.37% และจังหวัดนครปฐม 25.62% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-2

- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549

รูปที่ 4.6 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 (ดังรูปที่ 4.6) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับกัน โพลิกอนทั้งหมดจะมีขนาดใกล้เคียงกัน ทำให้ไม่สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนและจำนวนโพลิกอนมีการกระจายตัวสูง ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุด 3 อันดับแรก คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ เพราะมีจำนวนประชากรรวมมากกว่าอำเภออื่นๆ ขนาดพื้นที่จะคงเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือมีขนาด 150,231,953.40 ตารางเมตร รองลงมาคือ อำเภอฝาง 75,018,012.14 ตารางเมตร อำเภอสันทราย 66,969,463.41 ตารางเมตร และลำดับสุดท้ายคือ กิ่งอำเภอแม่ออน 13,428,257.55 ตารางเมตร ตามลำดับ

โดยจำนวนประชากร 3 อันดับแรก เรียงจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ อำเภอเมืองเชียงใหม่ มีจำนวนประชากร 243065 คน อำเภอฝาง 121,374 คน อำเภอสันทราย 108,352 คน และลำดับสุดท้ายคือ กิ่งอำเภอแม่ออน 21,726 คน ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของประชากรมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของประชากรน้อย โดยเรียงลำดับพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ อำเภอเมือง

เชียงใหม่ 100% อำเภอสารภี 42.88% อำเภอสันป่าตอง 27.16% และลำดับสุดท้ายคือ อำเภอแม่แจ่ม 1.23% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-3

ส่วนในแบบซ้อนทับ จำนวนโพลิกอนจะซ้อนทับกันบริเวณตรงกลางจนทำให้ไม่สามารถแสดงข้อมูลและรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน แต่สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ดังนี้ ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุด 3 อันดับแรก คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ เพราะมีจำนวนประชากรรวมมากกว่าอำเภออื่นๆ คือมีขนาด 3,233,527,010.00 ตารางเมตร รองลงมาคือ อำเภอฝาง 1,614,654,958.00 ตารางเมตร อำเภอสันทราย 1,441,421,507.00 ตารางเมตร และลำดับสุดท้ายคือ กิ่งอำเภอแม่ออน 289,023,955.80 ตารางเมตร ตามลำดับ

ส่วนความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของประชากรมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของประชากรน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นที่สุด 3 อันดับแรก คืออำเภอเมืองเชียงใหม่ 2152.36% อำเภอสารภี 923% อำเภอสันป่าตอง 584.59% และลำดับสุดท้ายคือ อำเภอแม่แจ่ม 26.57% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-3

- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549

รูปที่ 4.7 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 (ดังรูปที่ 4.7) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับกัน โพลิกอนทั้งหมดจะมีขนาดใกล้เคียงกัน ทำให้ไม่สามารถสื่อความหมายได้อย่างชัดเจนและจำนวนโพลิกอนมีการกระจายตัวสูง ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุด

3 อันดับแรก คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ เพราะมีจำนวนครัวเรือนรวมมากกว่าอำเภออื่นๆ ขนาดพื้นที่จะคงเดิม ไม่มีการเปลี่ยนแปลง คือมีขนาด 150,231,953.40 ตารางเมตร รองลงมาคือ อำเภอฝาง 45,768,065.27 ตารางเมตร อำเภอสันทราย 53,806,736.22 ตารางเมตร และลำดับสุดท้ายคือ อำเภอเวียงแหง 8,333,274.92 ตารางเมตร ตามลำดับ

โดยจำนวนครัวเรือนรวม 3 อันดับแรก เรียงจากมากไปน้อย ได้ดังนี้ อำเภอเมืองเชียงใหม่ มีจำนวนครัวเรือนรวม 112,188 ครอบครัว อำเภอสันทราย 40,181 ครอบครัว อำเภอฝาง 34,178 ครอบครัว และลำดับสุดท้ายคือ อำเภอเวียงแหง 6,223 ครอบครัว ตามลำดับ

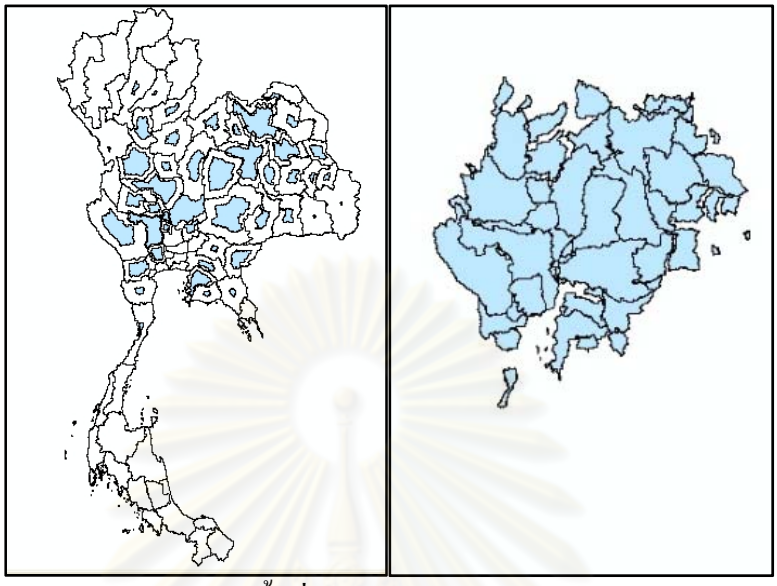
และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนรวมมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีจำนวนครัวเรือนหนาแน่นที่สุด 3 อันดับแรก คืออำเภอเมืองเชียงใหม่ 100% อำเภอสารภี 32.2% อำเภอสันป่าตอง 20.87% และลำดับสุดท้ายคือ อำเภอแม่แจ่ม 0.58% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-4

ส่วนในแบบซ้อนทับ จำนวนโพลิกอนจะซ้อนทับกันบริเวณตรงกลางจนทำให้ไม่สามารถแสดงข้อมูลและรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน แต่สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ดังนี้ ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุด 3 อันดับแรก คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ เพราะมีจำนวนครัวเรือนรวมมากกว่าอำเภออื่นๆ คือมีขนาด 4,493,281,189 ตารางเมตร รองลงมาคือ อำเภอสันทราย 1,609,303,414 ตารางเมตร อำเภอฝาง 1,368,875,142 ตารางเมตร และลำดับสุดท้ายคือ อำเภอเวียงแหง 249,239,569.60 ตารางเมตร ตามลำดับ

ส่วนความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของประชากรมากและพื้นที่ที่Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของประชากรน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นที่สุด 3 อันดับแรก คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ 2990.9% รองลงมาคือ อำเภอสารภี 963.19% อำเภอสันป่าตอง 624.06% และลำดับสุดท้ายคือ อำเภอแม่แจ่ม 17.42% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551



รูปที่ 4.8 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 (ดังรูปที่ 4.8) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าคาร์โตแกรมแบบ Feature shape เมื่อข้อมูลในตารางคุณลักษณะไม่มีข้อมูลหรือมีค่าเท่ากับศูนย์แล้วจะไม่ปรากฏโพลิกอนในแผนที่ที่แสดงออกมา แต่เมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมจะทำให้สามารถเข้าใจข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น คือ ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดแสดงถึงมีพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุด 3 อับดับแรก คือ จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ 6,950,386,150.00 ตารางเมตร รองลงมาคือ จังหวัดอุดรธานี 6,810,247,621.00 จังหวัดลพบุรี 6,133,620,367.00 ตารางเมตร และขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดคือ จังหวัดอุบลราชธานี 34,328,585.17 ตารางเมตร ตามลำดับ

โดยพื้นที่ปลูกอ้อย 3 อับดับแรก เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ปลูกอ้อยเท่ากับ 524,861.83 ไร่ จังหวัดอุดรธานี 514,279.2 ไร่ จังหวัดลพบุรี 463,183.36 ไร่ และจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยน้อยที่สุด คือ จังหวัดอุบลราชธานี 2,592.34 ไร่ ตามลำดับ

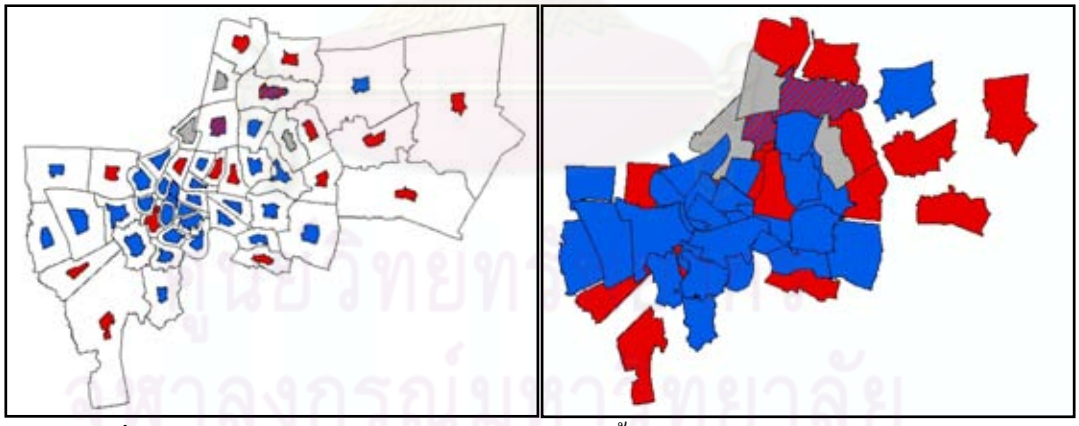
และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกอ้อยมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกอ้อยน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีการปลูกอ้อยหนาแน่นที่สุด 3 อับดับแรก คือ จังหวัดลพบุรี 100% รองลงมาคือ จังหวัดสุพรรณบุรี 84.42% จังหวัดอุดรธานี 61.29% และจังหวัด

ที่มีความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกอ้อยน้อยที่สุดคือ จังหวัดอุบลราชธานี 0.22% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-5

ส่วนในส่วนแบบซ้อนทับกันจะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากโพลิกอนจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมาก ถึงแม้จะนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมก็ยังไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน แต่สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ดังนี้ ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดแสดงถึงมีพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่ 43,521,999,438.00 ตารางเมตร รองลงมาคือ จังหวัดอุดรธานี 42,644,478,554.00 ตารางเมตร จังหวัดลพบุรี 38,407,567,061.00 ตารางเมตร และขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดคือ จังหวัดอุบลราชธานี 214,959,087.40 ตารางเมตร ตามลำดับ

และสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอน เดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกอ้อยมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกอ้อยน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีการปลูกอ้อยหนาแน่นที่สุด 3 อันดับแรก คือ จังหวัดลพบุรี 626.18% รองลงมาคือ จังหวัดสุพรรณบุรี 528.64% จังหวัดอุดรธานี 383.79% และจังหวัดที่มีความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกอ้อยน้อยที่สุดคือ จังหวัดอุบลราชธานี 1.37% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-5

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549



รูปที่ 4.9 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 (ดังรูปที่ 4.9) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับ โพลิกอนในแต่ละเขตจะมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่เมื่อใช้สีแสดงร่วม คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทา แทนพรรคอื่นๆ (พรรคบึงกุ่ม พรรคกลุ่มคนบางซื่อ และอิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้

ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค และเมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมแล้วจะทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือรับรู้ได้ว่าจำนวนโพลิกอน ของสีน้ำเงินมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง

เขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุด จะมีพื้นที่ใหญ่ที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตบางแค 5,811,366.82 ตารางเมตร รองลงมาคือ เขตบางเขน 5,131,503.64 ตารางเมตร เขตจอมทอง 5,111,743.42 ตารางเมตร และเขตที่มีพื้นที่เล็กที่สุดคือเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 1,408,194.81 ตารางเมตร ตามลำดับ

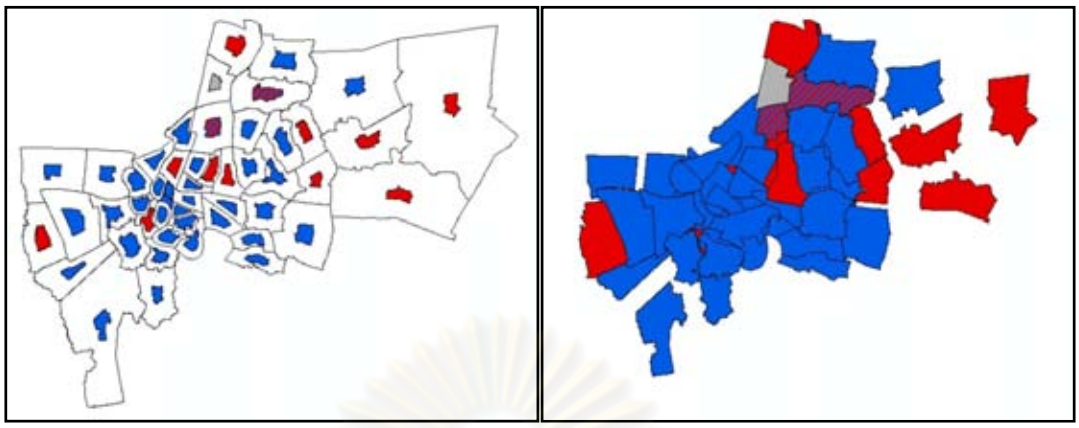
คะแนนเสียง เขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตบางแค 31,174 คน เขตบางเขน 27,527 คน เขตจอมทอง 27,421 คน และเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 7,554 คน ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตสัมพันธวงศ์ 100% รองลงมาคือ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย 81.9% เขตคลองสาน 53.39% และ เขตที่มีความหนาแน่นของคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตหนองจอก 1.71% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-6

ส่วนในแบบซ้อนทับ จำนวนโพลิกอนจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมากจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน แต่สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ดังนี้ เขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุด จะมีพื้นที่ใหญ่ที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตบางแค 60,134,136.14 ตารางเมตร รองลงมาคือ เขตบางเขน 53,099,132.79 ตารางเมตร เขตจอมทอง 52,894,660.52 ตารางเมตร และเขตที่มีพื้นที่เล็กที่สุดคือเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 14,571,542.45 ตารางเมตร ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้ แต่จะสามารถอธิบายเป็นตัวเลขได้ ดังนี้ ความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตสัมพันธวงศ์ 1034.77% รองลงมาคือ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย 847.44% เขตคลองสาน 552.49% และพื้นที่ที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุด คือ เขตหนองจอก 17.73% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-6

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553



รูปที่ 4.10 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 (ดังรูปที่ 4.10) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับ โพลิกอนในแต่ละเขตจะมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่เมื่อใช้สีแสดงร่วม คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทา แทนพรรคอื่นๆ (พรรคบึงกุ่ม พรรคกลุ่มคนบางซื่อ และอิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค และเมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมแล้วจะทำให้การแสดงผลชัดเจนมากขึ้นคือรับรู้ได้ว่าจำนวนโพลิกอนสีน้ำเงินมีมากกว่าสีแดงและสีเทา

เขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุด จะมีพื้นที่ใหญ่ที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตบางแค 6,568,226.05 ตารางเมตร รองลงมาคือ เขตบางเขน 5,876,799.34 ตารางเมตร เขตสายไหม 5,800,993.63 ตารางเมตรและเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุด คือ เขตสัมพันธวงศ์ 1,408,194.81 ตารางเมตร

คะแนนเสียง เขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตบางแค 30,066 คน เขตบางเขน 26,901 คน เขตสายไหม 26,554 คน และเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 6,446 คน ตามลำดับ

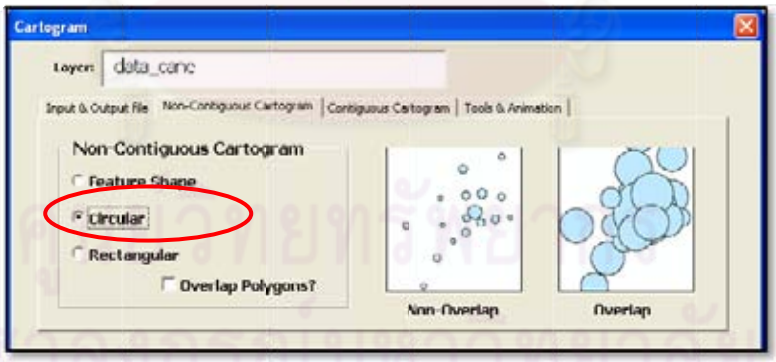
และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตสัมพันธวงศ์ 100% รองลงมาคือ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย 78.79% เขตบางใหญ่ 48.94% และเขตหนองจอก 1.92% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-7

ส่วนในแบบซ้อนทับ จำนวนโพลิกอนจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมากจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน แต่สามารถแสดงเป็นตัวเลขได้ดังนี้ เขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุด จะมีพื้นที่ใหญ่ที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตบางแค 57,374,415.69 ตารางเมตร รองลงมาคือ เขตบางเขน 51,334,702.2 ตารางเมตร เขตสายไหม 50,672,528.24 ตารางเมตร และเขตที่มีพื้นที่เล็กที่สุดคือเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 12,300,787.72 ตารางเมตร ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้ แต่จะสามารถอธิบายเป็นตัวเลขได้ ดังนี้ ความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ เขตสัมพันธวงศ์ 873.51% รองลงมาคือ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย 688.22% เขตบางใหญ่ 427.51% และเขตที่มีความหนาแน่นของคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตหนองจอก 16.75% ตามลำดับ ดังแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-7

4.2.2 Circular cartogram

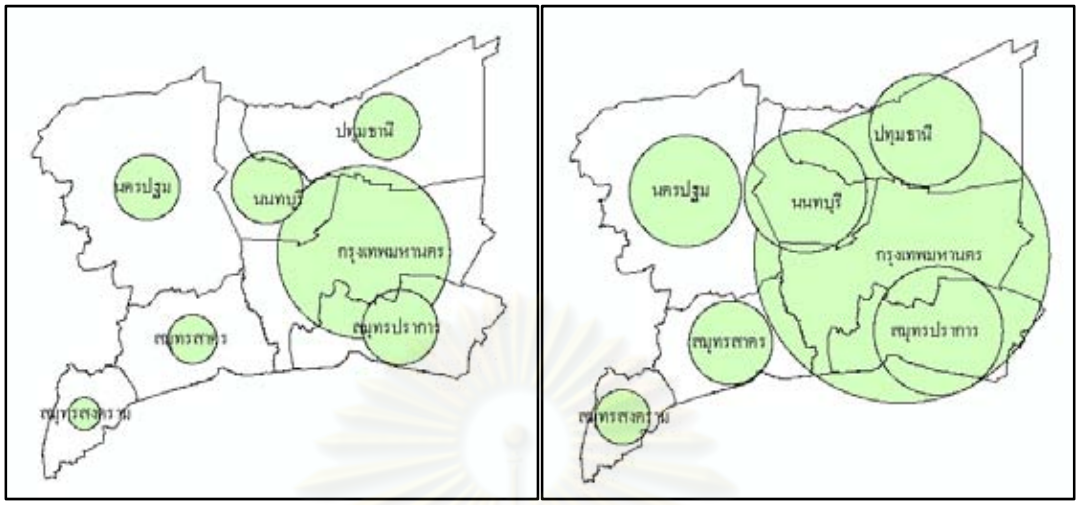
เลือกหน้าต่างที่ 2 Non-Contiguous cartogram จากนั้นเลือกชนิดของคาร์โตแกรมเป็น Circular แล้วกดปุ่ม Create Cartogram ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงขั้นตอนการเลือกคาร์โตแกรมวิธี Circular

จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

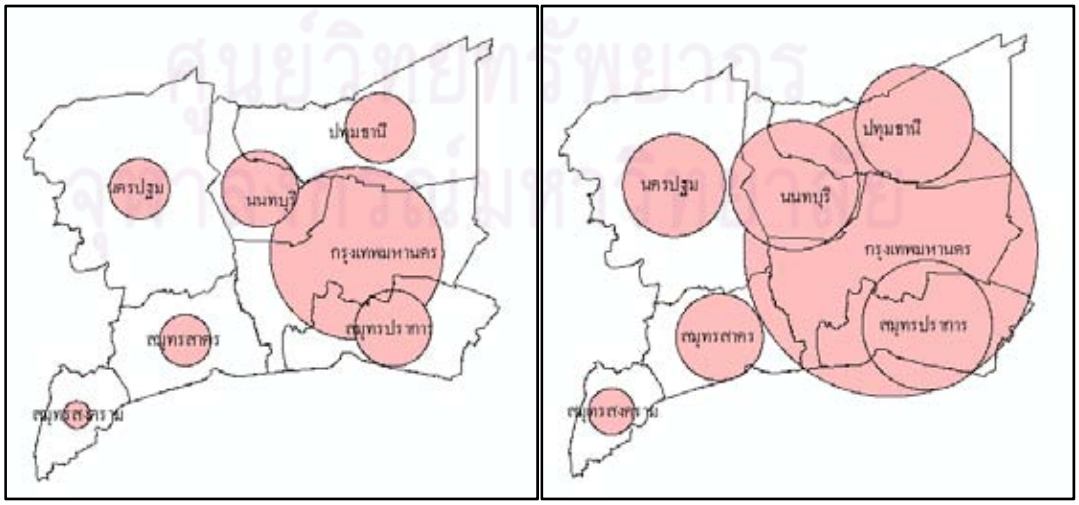
- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552



รูปที่ 4.12 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ.2552 (ดังรูปที่ 4.11) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับ พื้นที่กรุงเทพมหานครมีจำนวนประชากรรวมมากกว่าในเขตปริมณฑลอย่างเห็นได้ชัด จึงทำให้ขนาดของรูปวงกลมของกรุงเทพมหานครมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของรูปวงกลมของจังหวัดอื่นๆ ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 และในส่วนของแบบซ้อนทับกัน ก็ยังสามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1

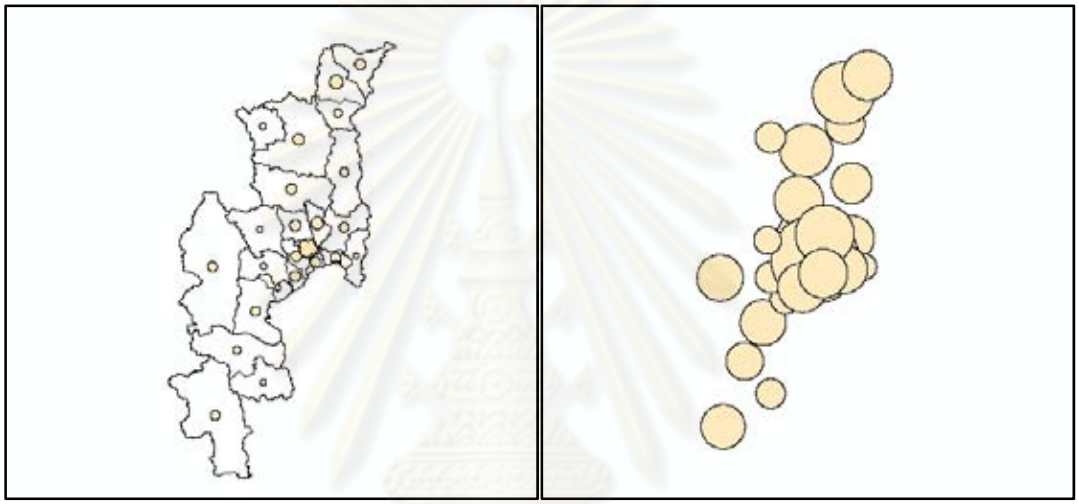
- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552



รูปที่ 4.13 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 (ดังรูปที่ 4.13) ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นไปในทางเดียวกันกับจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คือในแบบไม่ซ้อนทับ พื้นที่ของกรุงเทพมหานคร มีจำนวนครัวเรือนมากกว่าในเขตปริมณฑล จึงทำให้ขนาดของรูปวงกลมของกรุงเทพมหานครมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของรูปวงกลมของจังหวัดอื่นๆ โดยรอบ ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-2 และในส่วนของแบบซ้อนทับกันก็ยังสามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-2

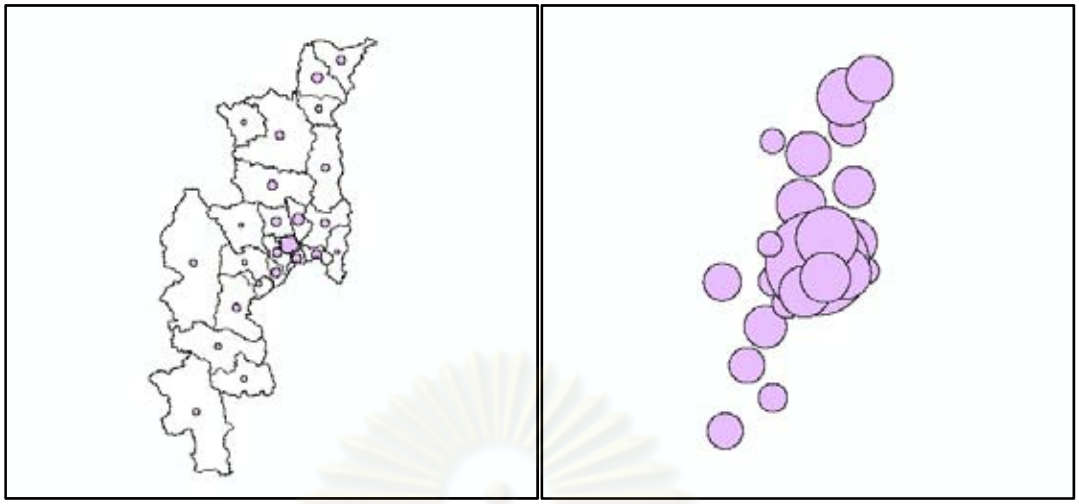
- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549



รูปที่ 4.14 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 (ดังรูปที่ 4.14) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าในแบบไม่ซ้อนทับสามารถรับรู้ข้อมูลได้ดีกว่าแบบ Feature shape เพราะรูปร่างของวงกลมทำให้เห็นขนาดที่ดูเหมือนใกล้เคียงกันต่างกันชัดเจนยิ่งขึ้น อำเภอเมืองเชียงใหม่มีจำนวนประชากรมากที่สุดจึงทำให้ขนาดของรูปวงกลมมีขนาดใหญ่ที่สุด ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-3 ส่วนในแบบซ้อนทับ จำนวนวงกลมจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมากจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-3

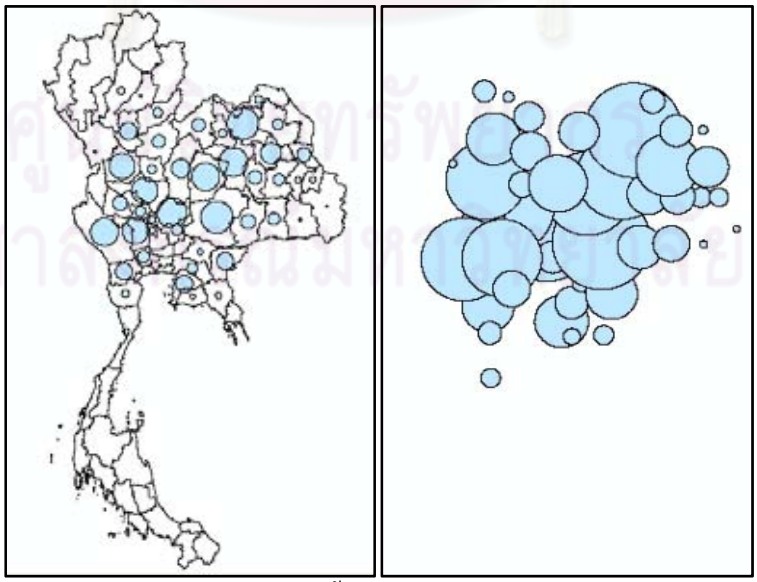
- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549



รูปที่ 4.15 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 (ดังรูปที่ 4.15) ในแบบซ้อนทับกัน อำเภอเมืองเชียงใหม่มีจำนวนครัวเรือนรวมมากที่สุดจึงทำให้มีขนาดของวงกลมใหญ่ที่สุด และยังสามารถรับรู้ข้อมูลได้ดีกว่าแบบ Feature shape เพราะรูปร่างของวงกลมทำให้เห็นขนาดที่ดูเหมือนใกล้เคียงกันต่างกันชัดเจนยิ่งขึ้น ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-4 ส่วนในแบบซ้อนทับจำนวนวงกลมจะซ้อนทับกันจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-4

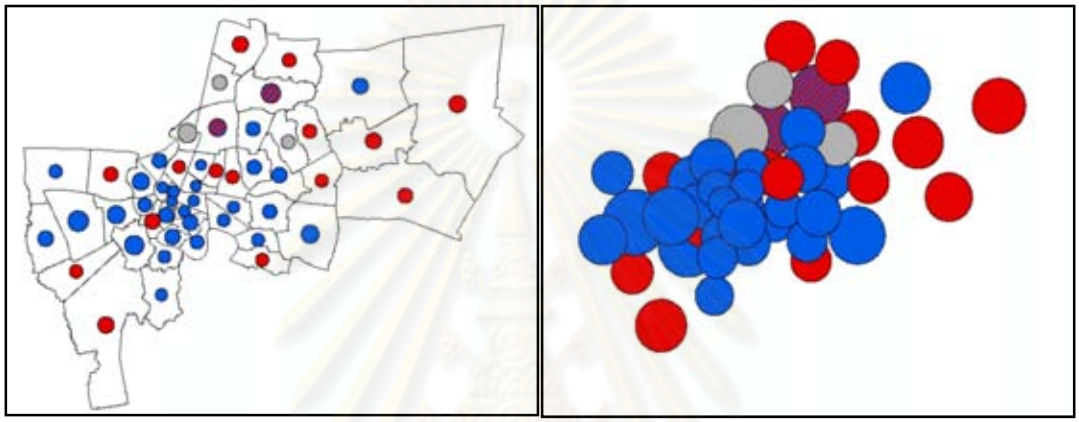
- จากข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551



รูปที่ 4.16 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (รูปที่ 4.16) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าคาร์โตแกรมแบบ Circular เมื่อข้อมูลในตารางคุณลักษณะ ไม่มีข้อมูลหรือมีค่าเท่ากับศูนย์แล้วจะไม่ปรากฏโพลิกอนในแผนที่ที่แสดงออกมา แต่เมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมจะทำให้สามารถเข้าใจข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-5 ในส่วนแบบซ้อนทับจะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากจำนวนวงกลมจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมาก ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-5

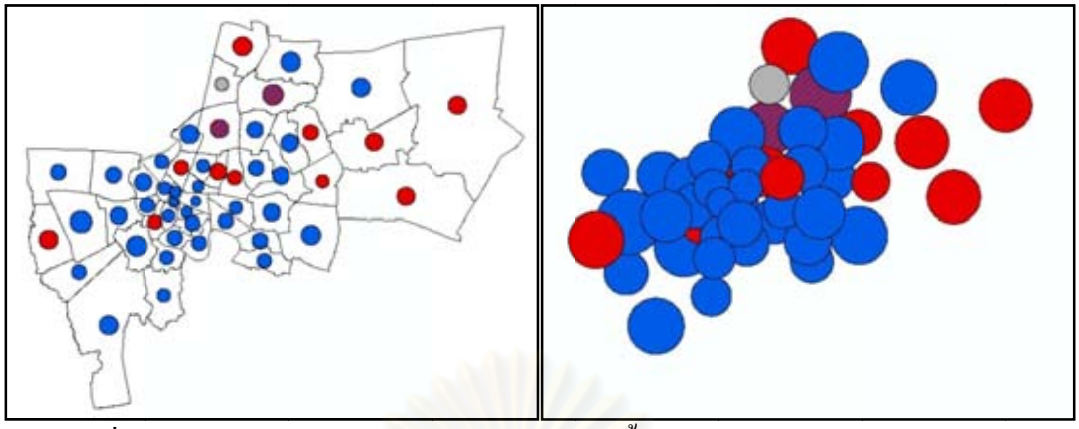
- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549



รูปที่ 4.17 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 (ดังรูปที่ 4.17) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับ ขนาดของวงกลมในแต่ละเขตจะมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่เมื่อใช้สีแสดงร่วม คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทาแทนพรรคอื่นๆ (พรรคบึงกุ่ม พรรคกลุ่มคนบางซื่อ และอิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค และเมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมแล้วจะทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือรับรู้ได้ว่าจำนวนวงกลมของสีน้ำเงินมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-6 ส่วนในแบบซ้อนทับ จำนวนวงกลมจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมากจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-6

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553

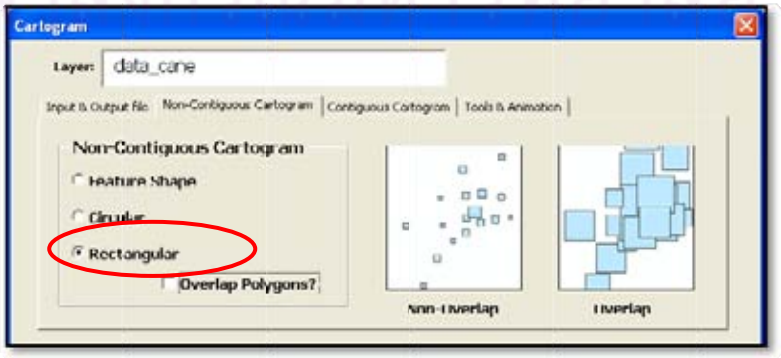


รูปที่ 4.18 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 (ดังรูปที่ 4.18) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับ ขนาดของวงกลมในแต่ละเขตจะมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่เมื่อใช้สีแสดงร่วม คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทาแทนพรรคอื่นๆ (พรรคบึงกุ่ม พรรคกลุ่มคนบางซื่อ และอิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค และเมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมแล้วจะทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือรับรู้ได้ว่าจำนวนวงกลมของสีน้ำเงินมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-7 ส่วนในแบบซ้อนทับ จำนวนวงกลมจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมากจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-7

4.2.3 Rectangular cartogram

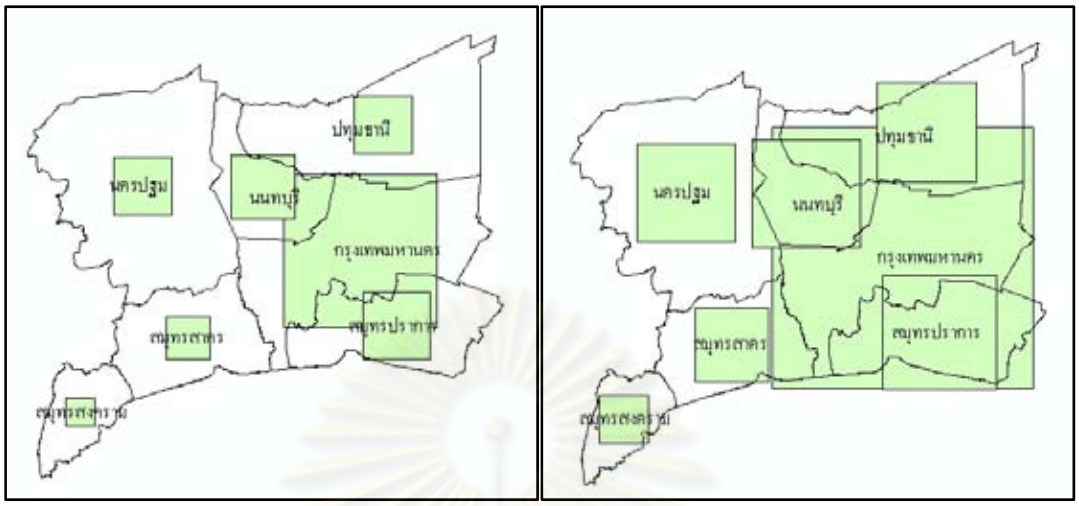
เลือกหน้าต่างที่ 2 Non-Contiguous cartogram และเลือกชนิดของคาร์โตแกรมเป็น Rectangular แล้วกดปุ่ม Create Cartogram ดังแสดงในรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 แสดงขั้นตอนการเลือกคาร์โตแกรมวิธี Rectangular

จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

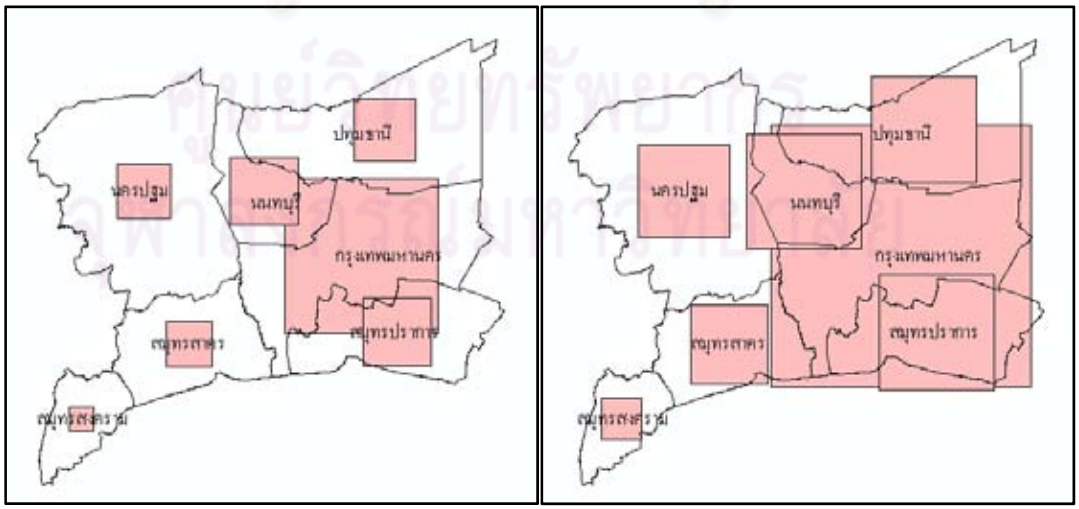
- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552



รูปที่ 4.20 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ.2552 (ดังรูปที่ 4.20) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับ พื้นที่กรุงเทพมหานครมีจำนวนประชากรรวมมากกว่าในเขตปริมณฑลอย่างเห็นได้ชัดจึงทำให้ขนาดรูปสี่เหลี่ยมของกรุงเทพมหานคร มีขนาดใหญ่กว่าขนาดสี่เหลี่ยมของจังหวัดอื่นๆ ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-1 และในส่วนของแบบซ้อนทับกัน ก็ยังสามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-1

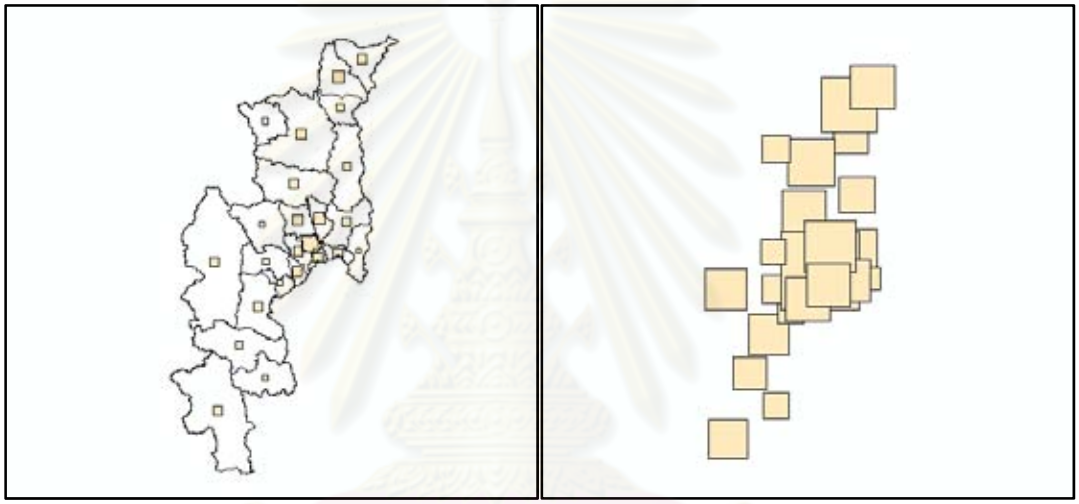
- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552



รูปที่ 4.21 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 (ดังรูปที่ 4.21) ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเป็นไปในทางเดียวกันกับจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล คือในแบบไม่ซ้อนทับ พื้นที่ของกรุงเทพมหานคร มีจำนวนครัวเรือนมากกว่าในเขตปริมณฑล จึงทำให้ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมของกรุงเทพมหานครมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของรูปสี่เหลี่ยมของจังหวัดอื่นๆ โดยรอบ ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-2 และในส่วนของแบบซ้อนทับกันก็ยังสามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-2

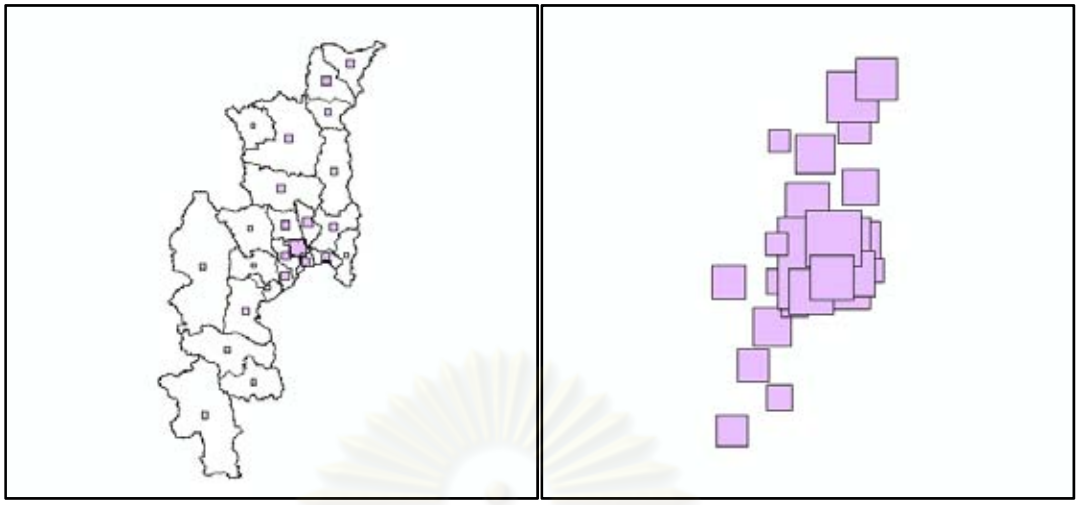
- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549



รูปที่ 4.22 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 (ดังรูปที่ 4.22) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าในแบบไม่ซ้อนทับสามารถรับรู้ข้อมูลได้ดีกว่าแบบ Feature shape เพราะรูปร่างของรูปสี่เหลี่ยมทำให้เห็นขนาดที่ดูเหมือนใกล้เคียงกันต่างกันชัดเจนยิ่งขึ้น อำเภอเมืองเชียงใหม่มีจำนวนประชากรมากที่สุดจึงทำให้ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมมีขนาดใหญ่ที่สุด ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-3 ส่วนในแบบซ้อนทับ จำนวนสี่เหลี่ยมจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมากจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-3

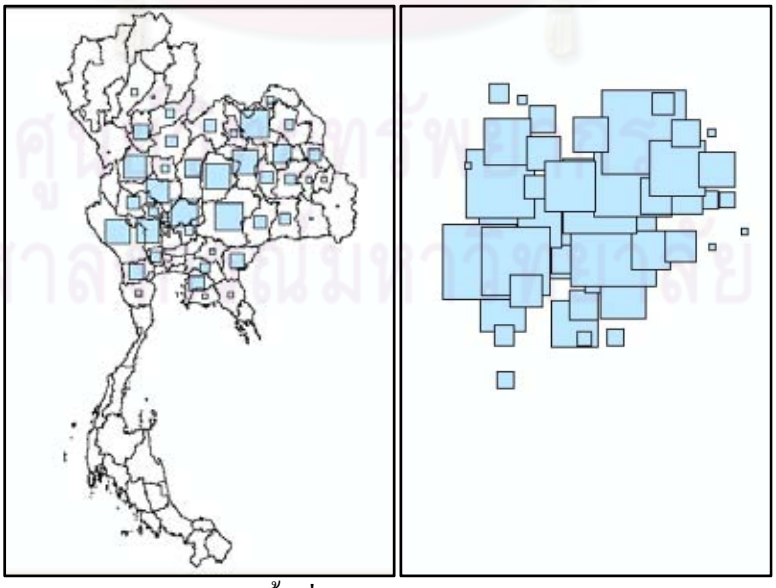
- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549



รูปที่ 4.23 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 (ดังรูปที่ 4.23) ในแบบซ้อนทับกัน อำเภอเมืองเชียงใหม่มีจำนวนครัวเรือนรวมมากที่สุดจึงทำให้มีขนาดของรูปสี่เหลี่ยมใหญ่ที่สุด และยังสามารถรับรู้ข้อมูลได้ดีกว่าแบบ Feature shape เพราะรูปร่างของรูปสี่เหลี่ยมทำให้เห็นขนาดที่ดูเหมือนใกล้เคียงกันต่างกันชัดเจนยิ่งขึ้น ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-4 ส่วนในแบบซ้อนทับจำนวนสี่เหลี่ยมจะซ้อนทับกันจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-4

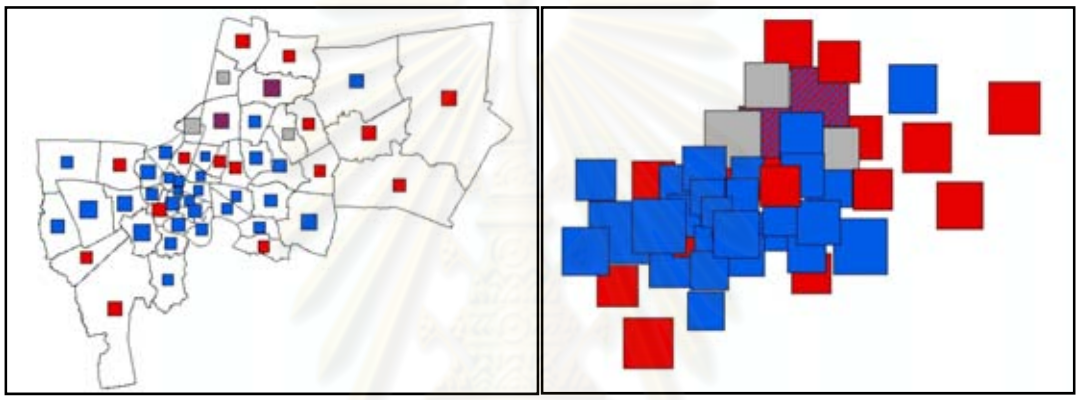
- จากข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551



รูปที่ 4.24 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (ดังรูปที่ 4.24) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าคาร์โตแกรมแบบ Rectangular เมื่อข้อมูลในตารางคุณลักษณะ ไม่มีข้อมูลหรือมีค่าเท่ากับศูนย์แล้วจะไม่ปรากฏโพลิกอนในแผนที่ที่แสดงออกมา แต่เมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมจะทำให้สามารถเข้าใจข้อมูลได้มากยิ่งขึ้น ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-5 แต่ในส่วนแบบซ้อนทับจะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน เนื่องจากจำนวนสี่เหลี่ยมจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมาก ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-5

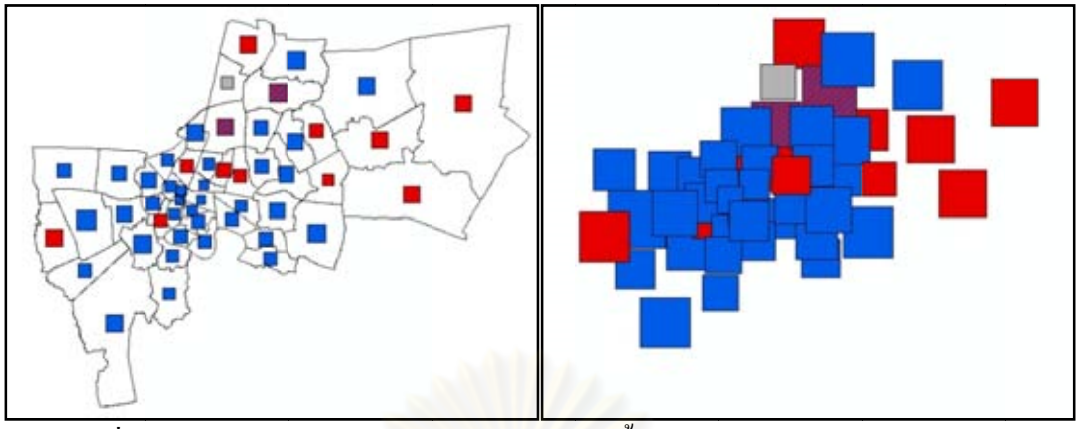
- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549



รูปที่ 4.25 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 (ดังรูปที่ 4.25) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับ ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมในแต่ละเขตจะมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่เมื่อใช้สีแสดงร่วม คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทาแทนพรรคอื่นๆ (พรรคบึงกุ่ม พรรคกลุ่มคนบางซื่อ และอิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค และเมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมแล้วจะทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือรับรู้ได้ว่าจำนวนรูปสี่เหลี่ยมของสีน้ำเงินมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-6 ส่วนในแบบซ้อนทับ รูปสี่เหลี่ยมจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมากจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-6

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553

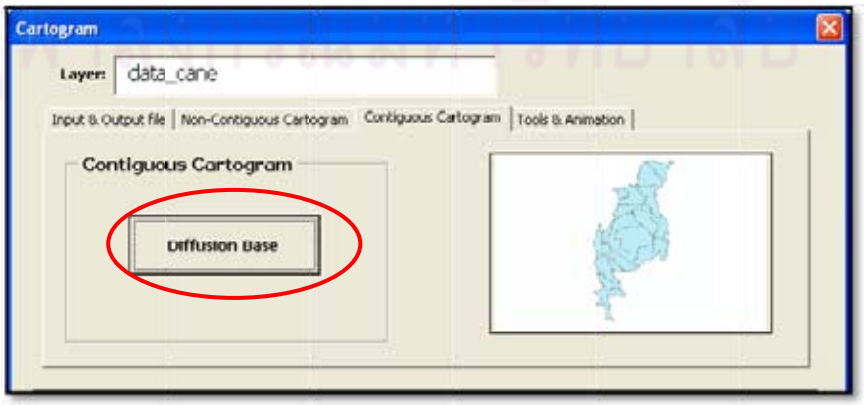


รูปที่ 4.26 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

จากข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 (ดังรูปที่ 4.26) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ในแบบไม่ซ้อนทับ ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมในแต่ละเขตจะมีขนาดใกล้เคียงกัน แต่เมื่อใช้สีแสดงร่วม คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทาแทนพรรคอื่นๆ (พรรคบึงกุ่ม พรรคกลุ่มคนบางซื่อ และอิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค และเมื่อนำมาซ้อนทับกับข้อมูลเดิมแล้วจะทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือรับรู้ได้ว่าจำนวนรูปสี่เหลี่ยมของสีน้ำเงินมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ ก-7 ส่วนในแบบซ้อนทับ รูปสี่เหลี่ยมจะซ้อนทับกันเป็นจำนวนมากจนทำให้ไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน ข้อมูลตัวเลขแสดงในภาคผนวก ข ตารางที่ ข-7

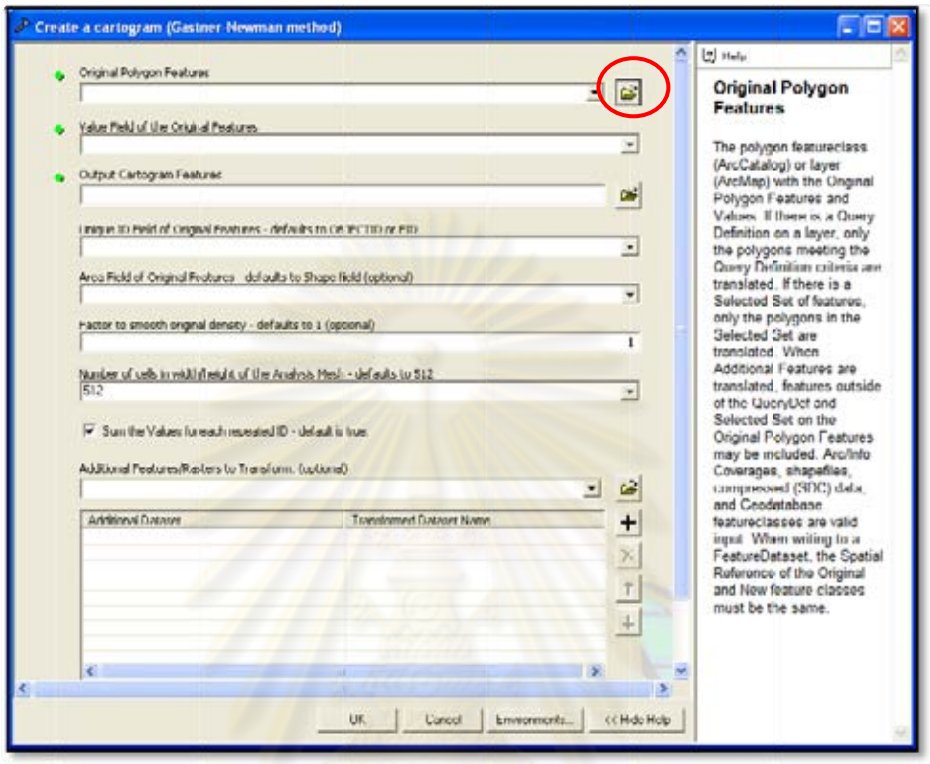
4.2.4 Diffusion-based method

1. เลือกหน้าต่าง Contiguous Cartogram แล้วกดปุ่มDiffusion Base ดังแสดงในรูปที่ 4.27

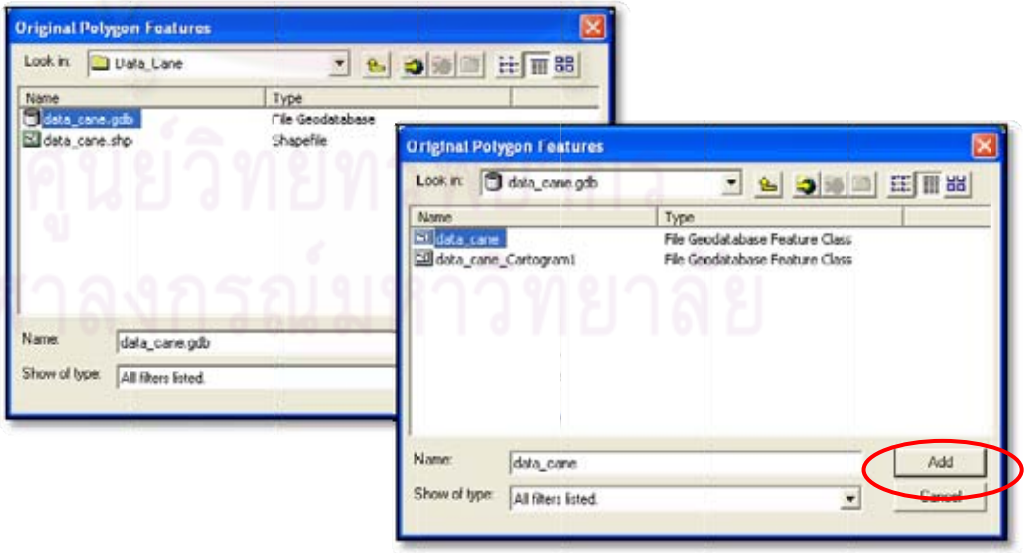


รูปที่ 4.27 แสดงขั้นตอนการสร้างคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base

2. ในช่องOriginal Polygon Features คลิกปุ่ม เพื่อเลือกไฟล์ (data_cane.gdb→data_cane) ดังแสดงในรูปที่ 4.28 และรูปที่ 4.29

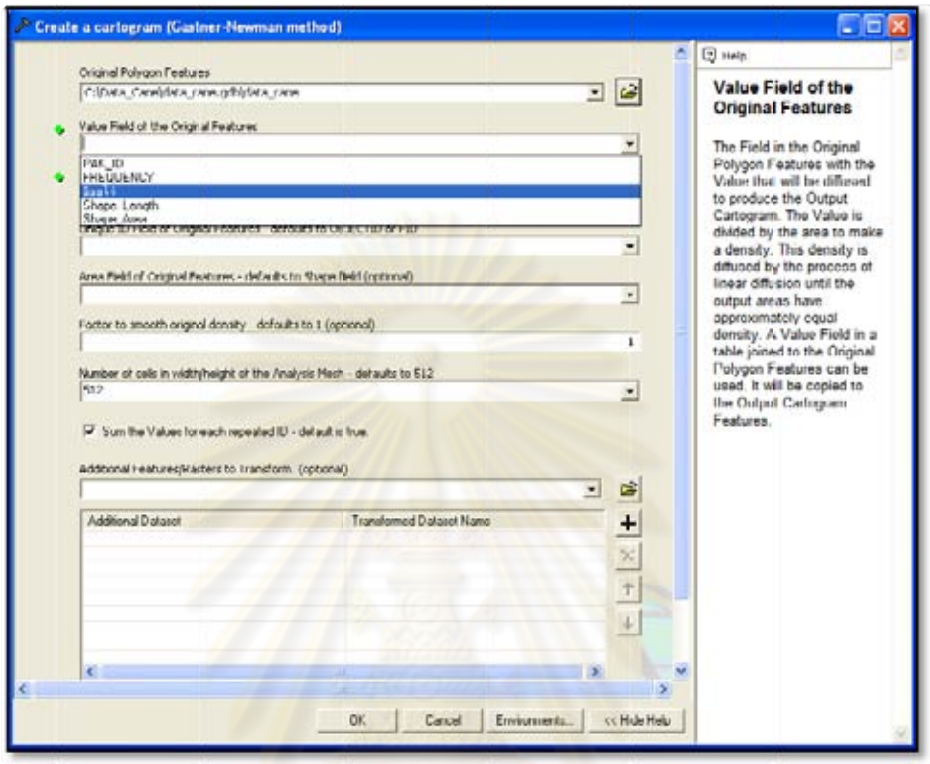


รูปที่ 4.28 แสดงขั้นตอนการสร้างคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base



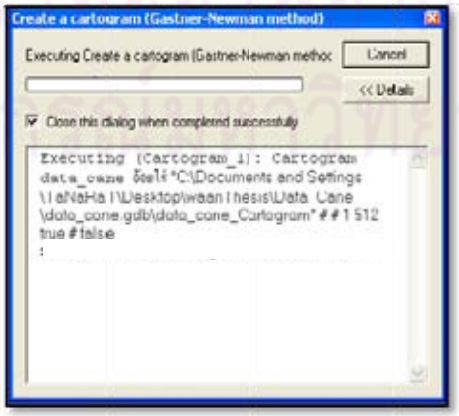
รูปที่ 4.29 แสดงขั้นตอนการสร้างคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base

3. ในช่อง Value Filed of the Original Feature ค่า Attribute ที่จะนำมาคำนวณ เลือก อ้อยไร่ ดังแสดงในรูปที่ 4.30



รูปที่ 4.30 แสดงขั้นตอนการสร้างคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base

4. เลือกไฟล์ที่จะบันทึกที่ Output Cartogram Feature เสร็จแล้ว กด OK เพื่อที่จะเริ่มทำการคำนวณ ดังรูปที่ 4.31



รูปที่ 4.31 แสดงการคำนวณคาร์โตแกรมชนิด Diffusion base

จะได้ผลลัพธ์ดังนี้

- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552

รูปที่ 4.32 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานคร และปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Diffusion base

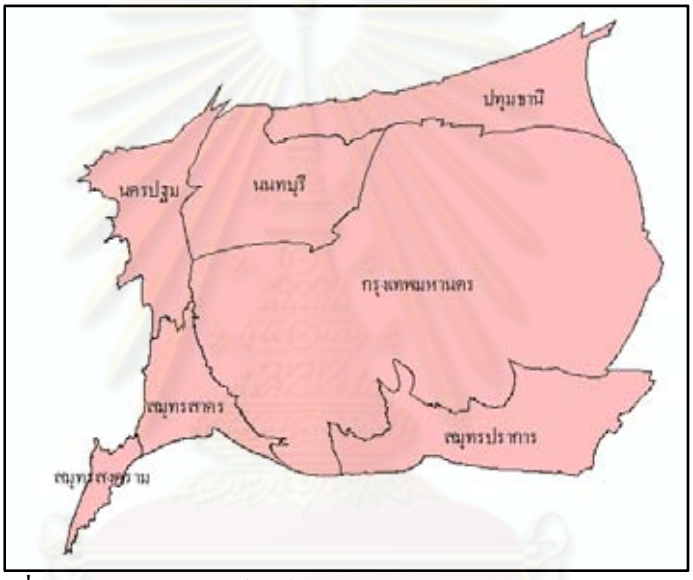
จากข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 (ดังรูปที่ 4.32) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานคร มีมากกว่าจังหวัดอื่นๆ ในเขตปริมณฑล จึงทำให้พื้นที่ของกรุงเทพมหานครขยายใหญ่ที่สุดและจังหวัดอื่นๆ มีพื้นที่เล็กลง วิธีนี้ทำให้รับรู้ถึงทิศทางการวางตัวและการติดกันของพื้นที่ได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ และยังสามารถแสดงข้อมูลได้อย่างครบถ้วนทุกโพลิกอนอีกด้วย

ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดแสดงถึงมีจำนวนประชากรมากที่สุดและขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดแสดงถึงมีจำนวนประชากรน้อยที่สุด โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ กรุงเทพมหานครมีขนาดของพื้นที่คาร์โตแกรมมากที่สุด เท่ากับ 4,516,388,952.23 ตารางเมตร รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 908,738,565.91 ตารางเมตร จังหวัดนนทบุรี 785,464,609.57 ตารางเมตร จังหวัดปทุมธานี 688,495,366.11 ตารางเมตร จังหวัดนครปฐม 684,178,920.17 ตารางเมตร จังหวัดสมุทรสาคร 390,392,809.17 ตารางเมตร และจังหวัดที่มีพื้นที่คาร์โตแกรมน้อยที่สุดคือ จังหวัดสมุทรสงคราม 165,885,729.03 ตารางเมตร ตามลำดับ

โดยมีจำนวนประชากรเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ กรุงเทพมหานครมีจำนวนประชากรมากที่สุด คือ 5,658,953 คน รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 1,077,523 คน จังหวัดนนทบุรี 972,280 คน จังหวัดปทุมธานี 815,402 คน จังหวัดนครปฐม 808,961 คน จังหวัดสมุทรสาคร 452,017 คน และจังหวัดสมุทรสงครามมีจำนวนประชากรน้อยที่สุด คือ 195,068 คน ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่คือพื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของประชากรมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของประชากรน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีจำนวนประชากรหนาแน่นที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร 287.87% รองลงมาคือ จังหวัดนนทบุรี 124.04% จังหวัดสมุทรปราการ 94.66% จังหวัดปทุมธานี 45.30% จังหวัดสมุทรสาคร 45.18% จังหวัดสมุทรสงคราม 40.55% และ จังหวัดนครปฐม 31.96% ตามลำดับ ข้อมูลตัวเลขดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-1

- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552



รูปที่ 4.33 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Diffusion base

จากข้อมูลจำนวนครัวเรือนของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 (ดังรูปที่ 4.33) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่ากรุงเทพมหานครมีจำนวนครัวเรือนรวมมากกว่าจังหวัดอื่นๆ ในเขตปริมณฑล จึงทำให้พื้นที่ของกรุงเทพมหานครขยายใหญ่ที่สุดและจังหวัดอื่นๆ มีพื้นที่เล็กลง วิธีนี้ทำให้รับรู้ถึงทิศทางการวางตัวและการติดกันของพื้นที่ได้ดีกว่าวิธีอื่นๆ และยังสามารถแสดงข้อมูลได้อย่างครบถ้วนทุกโพลิกอนอีกด้วย

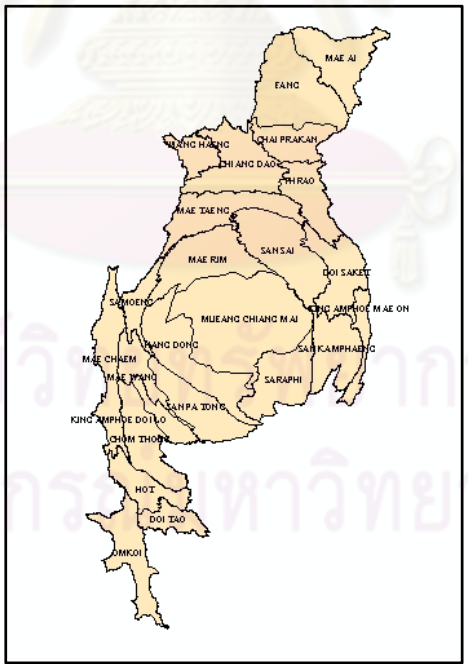
ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดแสดงถึงมีจำนวนครัวเรือนมากที่สุดและขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดแสดงถึงมีจำนวนครัวเรือนน้อยที่สุด โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ กรุงเทพมหานคร มีพื้นที่คาร์โตแกรมเท่ากับ 4,464,565,285.13 ตารางเมตร รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 921,025,938.21 ตารางเมตร จังหวัดนนทบุรี 872,107,275.11 ตารางเมตร จังหวัดปทุมธานี

760,679,017.45 ตารางเมตร จังหวัดนครปฐม 580,275,944.62 ตารางเมตร จังหวัดสมุทรสาคร 421,467,025.06 ตารางเมตร และ จังหวัดสมุทรสงคราม 121,649,747.78 ตารางเมตร ตามลำดับ

โดยมีจำนวนครัวเรือนเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ กรุงเทพมหานครมีจำนวนครัวเรือนมากที่สุด คือ 2,006,468 ครัวเรือน รองลงมาคือ จังหวัดสมุทรปราการ 392,552 ครัวเรือน จังหวัดนนทบุรี 388,552 ครัวเรือน จังหวัดปทุมธานี 325,149 ครัวเรือน จังหวัดนครปฐม 242,668 ครัวเรือน จังหวัดสมุทรสาคร 176,742 ครัวเรือน และ จังหวัดสมุทรสงคราม 49,526 ครัวเรือน ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่คือพื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีจำนวนประชากรหนาแน่นที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร 284.57% รองลงมาคือ จังหวัดนนทบุรี 137.72% จังหวัดสมุทรปราการ 95.94% จังหวัดปทุมธานี 50.05% จังหวัดสมุทรสาคร 48.77% จังหวัดสมุทรสงคราม 29.74% และ จังหวัดนครปฐม 27.11% ตามลำดับ ข้อมูลตัวเลขดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-2

- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549



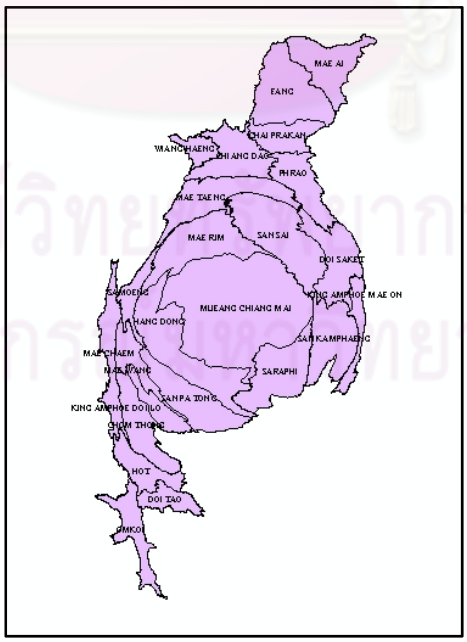
รูปที่ 4.34 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Diffusion base

จากข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 (ดังรูปที่ 4.34) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ขนาดโพลิกอนของอำเภอเมืองเชียงใหม่มีการขยายขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิมมาก เนื่องจากมีความหนาแน่นของจำนวนประชากรมากกว่าอำเภออื่นๆ ส่วนอำเภอที่มีพื้นที่มากแต่มีจำนวนประชากรน้อย เช่นอำเภออมก๋อยก็มีขนาดพื้นที่เล็กลงอย่างมาก วิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถมองเห็นข้อมูลได้ครบถ้วน

ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดแสดงถึงมีจำนวนประชากรมากที่สุดและขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดแสดงถึงมีจำนวนประชากรน้อยที่สุด โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ อำเภอเมืองเชียงใหม่ 2,809,518,541.56 ตารางเมตร อำเภอฝาง 1,569,984,476.72 ตารางเมตร อำเภอสันทราย 1,341,587,553.60 ตารางเมตร และกิ่งอำเภอแม่ออน 336,446,595.71 ตารางเมตร ตามลำดับ

โดยมีจำนวนประชากร เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ อำเภอเมืองเชียงใหม่ 243,065 คน อำเภอฝาง 121,374 คน อำเภอสันทราย 108,352 คน และกิ่งอำเภอแม่ออน 21,726 คน และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่คือพื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของประชากรมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของประชากรน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีจำนวนประชากรหนาแน่นที่สุดคือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ 1,870.12% อำเภอสารภี 909.49% อำเภอสันป่าตอง 528.14% และอำเภอแม่แจ่ม 28.57% ข้อมูลตัวเลขดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-3

- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549



รูปที่ 4.35 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Diffusion base

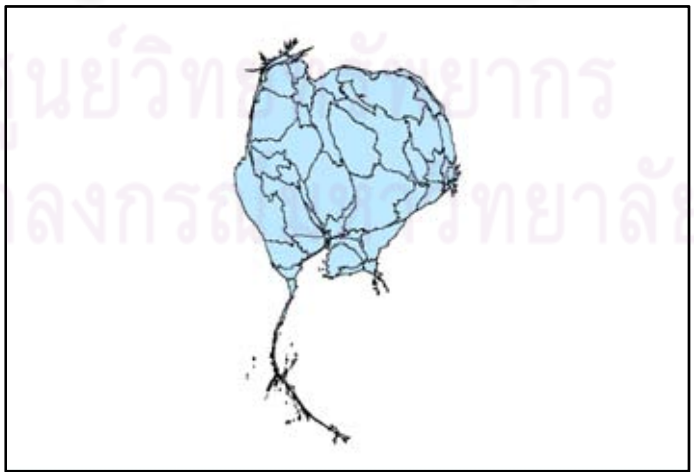
จากข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 (ดังรูปที่ 4.35) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ขนาดโพลิกอนของอำเภอเมืองเชียงใหม่มีการขยายขนาดใหญ่ขึ้นกว่าเดิมมาก เนื่องจากมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนรวมมากกว่าอำเภออื่นๆ ส่วนอำเภอที่มีพื้นที่มากแต่มีจำนวนประชากรน้อย เช่นอำเภออมก๋อยก็มีขนาดพื้นที่เล็กลงอย่างมาก วิธีนี้มีข้อดี คือ สามารถมองเห็นข้อมูลได้ครบถ้วน

ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดแสดงถึง มีจำนวนครัวเรือนมากที่สุดและขนาดโพลิกอนที่เล็กที่สุดแสดงถึงมีจำนวนครัวเรือนน้อยที่สุด โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อยดังนี้ อำเภอเมืองเชียงใหม่ 3,869,363,374.98 อำเภอหางดง 1,560,488,848.14 อำเภอสันทราย 1,501,103,471.99 และอำเภอเวียงแหง 265,262,116.53

จำนวนครัวเรือนรวม เรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ อำเภอเมืองเชียงใหม่ 243,065 ครัวเรือน อำเภอสันทราย 40,181 ครัวเรือน อำเภอฝาง 34,178 ครัวเรือน และอำเภอเวียงแหง 6,223 ครัวเรือน

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่คือพื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีจำนวนประชากรหนาแน่นที่สุดคือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ 2,575.59% อำเภอสารภี 998.44 อำเภอสันป่าตอง 563.60%
และ อำเภอแม่แจ่ม 19.67% ข้อมูลตัวเลขดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-4

- จากข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551



รูปที่ 4.36 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Diffusion base

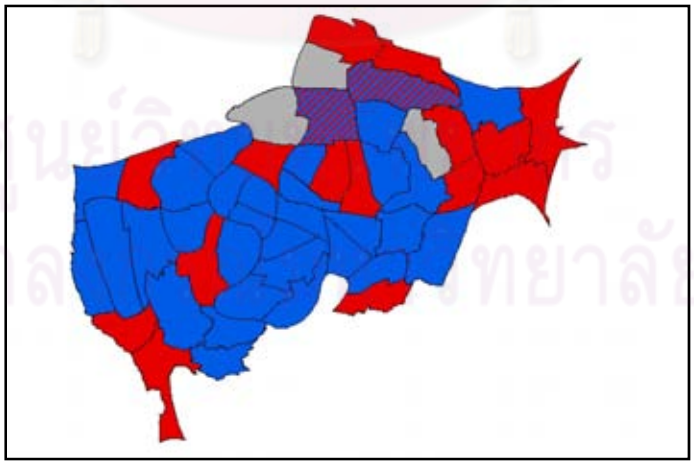
จากข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย (รูปที่ 4.36) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่าในจังหวัดใดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยมาก จังหวัดนั้นก็จะมีขนาดของโพลิกอนขยายใหญ่ขึ้นมากกว่าจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยน้อย และในส่วนของข้อมูลที่มีค่าในตารางคุณลักษณะเป็นศูนย์จะยังปรากฏรูปร่างของโพลิกอนอยู่ จึงทำให้แสดงข้อมูลได้อย่างครบถ้วน และยังสามารถรับรู้รูปร่างเดิมของข้อมูลได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ

ขนาดโพลิกอนที่ใหญ่ที่สุดแสดงถึงมีพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุด คือ จังหวัดนครราชสีมา มีพื้นที่จังหวัดนครราชสีมา 43,017,121,251.10 ตารางเมตร จังหวัดอุดรธานี 38,063,009,184.10 ตารางเมตร จังหวัดกาญจนบุรี 33,012,066,104.00 ตารางเมตร และจังหวัดพัทลุง 29,689,378.60 ตารางเมตร

โดยพื้นที่ปลูกอ้อย เรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ จังหวัดนครราชสีมา 524,861.83 ไร่ จังหวัดอุดรธานี 514,279.20 ไร่ จังหวัดลพบุรี 463,183.36 ไร่ และจังหวัดอุบลราชธานี 2,592.34 ไร่

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกอ้อยมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของพื้นที่ปลูกอ้อยน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีการปลูกอ้อยหนาแน่นที่สุดคือ จังหวัดลพบุรี 564.91% จังหวัดสุพรรณบุรี 459.32% จังหวัดอุดรธานี 342.56% จังหวัดพัทลุง 0.79% ข้อมูลตัวเลขดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-5

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549



รูปที่ 4.37 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Diffusion base

จากข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 (ดังรูปที่ 4.37) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ขนาดของแต่ละโพลิกอนจะแทน จำนวนคะแนนเสียงที่ผู้สมัครรับเลือกตั้งได้รับในแต่ละเขต โดยที่ขนาดของแต่ละโพลิกอน จะไม่ใช่ขนาดของพื้นที่ที่แท้จริง กล่าวคือ เมื่อเขตใดมีพื้นที่มากแต่มีจำนวนคะแนนเสียงน้อย เขตนั้นก็จะมีขนาดของโพลิกอนเล็กกว่า เขตที่มีพื้นที่น้อย แต่มีจำนวนคะแนนเสียงมาก และเมื่อใช้สีแสดงร่วมด้วย คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทาแทนพรรคอื่นๆ (พรรคบึงกุ่ม พรรคกลุ่มคนบางซื่อ และอิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค จึงทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือสามารถรับรู้ได้ว่าจำนวนโพลิกอนของสีน้ำเงินจะมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง

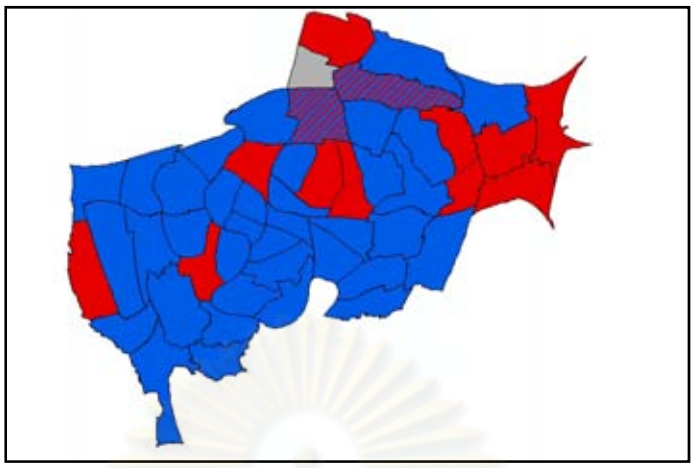
เขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุด จะมีพื้นที่ใหญ่ที่สุด คือ เขตบางแค 60,455,996.65 ตารางเมตร รองลงมาคือ เขตจอมทอง 53,256,056.36 ตารางเมตร เขตบางเขน 51,822,687.48 ตารางเมตร และเขตที่มีพื้นที่เล็กที่สุดคือเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 12,516,905.62 ตารางเมตรตามลำดับ

คะแนนเสียง เรียงตามเขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้ เขตบางแค 31,174 คะแนน เขตบางเขน 27,527 คน เขตจอมทอง 27,421 คน และเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 7,554 คน ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้ แต่จะสามารถอธิบายเป็นตัวเลขได้ ดังนี้ ความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมากที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 888.86% รองลงมาคือ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย 722.30% เขตคลองสาน 570.73% และ เขตหนองจอก 19.63% ตามลำดับ ข้อมูลตัวเลขดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553



รูปที่ 4.38 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Diffusion base

จากข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 (ดังรูปที่ 4.38) ผลลัพธ์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า ขนาดของแต่ละโพลิกอนจะแทน จำนวนคะแนนเสียงที่ผู้สมัครรับเลือกตั้งได้รับในแต่ละเขต โดยที่ขนาดของแต่ละโพลิกอน จะไม่ใช่ขนาดของพื้นที่ที่แท้จริง กล่าวคือ เมื่อเขตใดมีพื้นที่มากแต่มีจำนวนคะแนนเสียงน้อย เขตนั้นก็จะมีขนาดของโพลิกอนเล็กกว่า เขตที่มีพื้นที่น้อย แต่มีจำนวนคะแนนเสียงมาก และเมื่อใช้สีแสดงร่วมด้วย คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทาแทนพรรคอื่นๆ (อิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค จึงทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือสามารถรับรู้ได้ว่าจำนวนโพลิกอนของสีน้ำเงินจะมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง

เขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุด จะมีพื้นที่ใหญ่ที่สุด คือ เขตบางแค 57,415,589.62 ตารางเมตร รองลงมาคือ เขตบางเขน 51,011,087.56 ตารางเมตร เขตสายไหม 49,912,668.85 ตารางเมตร และเขตที่มีพื้นที่เล็กที่สุดคือเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 10,383,195.47 ตารางเมตร ตามลำดับ

คะแนนเสียง เรียงตามเขตที่มีคะแนนเสียงมากที่สุดไปน้อยที่สุด ดังนี้ เขตบางแค 30,066 คะแนน เขตบางเขน 26,901 คน เขตสายไหม 26,554 คะแนน และเขตที่มีคะแนนเสียงน้อยที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 6,446 คน ตามลำดับ

และเมื่อนำขอบเขตของพื้นที่เดิมมาซ้อนทับ จะไม่สามารถรับรู้ข้อมูลได้ แต่จะสามารถอธิบายเป็นตัวเลขได้ ดังนี้ ความสัมพันธ์ของอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ระหว่างขนาดโพลิกอนเดิมและขนาดโพลิกอนใหม่ คือ พื้นที่ที่มี Scale% มาก จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียง

มาก และพื้นที่ที่มี Scale% น้อย จะมีความหนาแน่นของคะแนนเสียงน้อย โดยเรียงลำดับได้ดังนี้ พื้นที่ที่มีความหนาแน่นของคะแนนเสียงมากที่สุดคือ เขตสัมพันธวงศ์ 737.34% รองลงมาคือ เขตป้อมปราบศัตรูพ่าย 594.21% เขตบางใหญ่ 411.16% และ เขตหนองจอก 18.72% ตามลำดับ ข้อมูลตัวเลขดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค-7

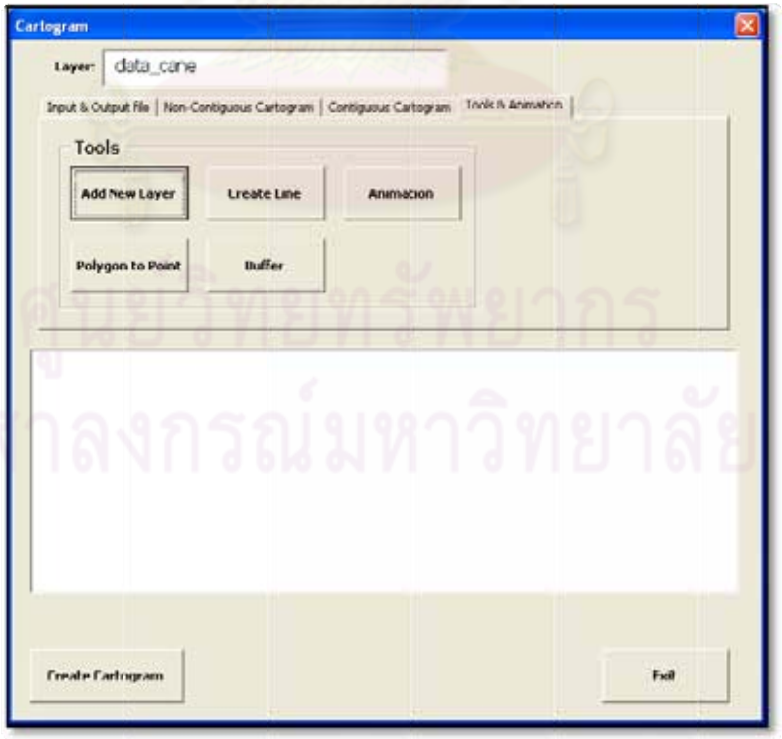
4.3 ทดสอบการทำงานในส่วนของเครื่องมือเสริมที่สร้างขึ้น

เพื่อความสะดวกในการใช้งานโปรแกรม จึงออกแบบให้โปรแกรมประยุกต์มีฟังก์ชั่นเสริมต่างๆ ดังนี้ คือ

1. สามารถสร้างชั้นข้อมูลจุด ที่จุดศูนย์กลางของโพลิกอน
2. สามารถสร้างเส้นระหว่างจุดศูนย์กลางของโพลิกอนที่อยู่ติดกันได้
3. สามารถทำ Buffer ได้
4. สามารถทำเป็นภาพเคลื่อนไหว หรือแอนิเมชันได้

แนวทางในการทดสอบของเครื่องมือเสริมที่ได้ออกแบบมานั้น จะทำการทดสอบโดยใช้ตัวอย่างข้อมูลทั้ง 5 ข้อมูล มาทำการทดสอบเพื่อที่จะดูว่าเครื่องมือเสริมต่างๆ ทำงานได้หรือไม่

หน้าต่างที่ 4 เครื่องมือใน Tools & Animation ดังแสดงในรูปที่ 4.39

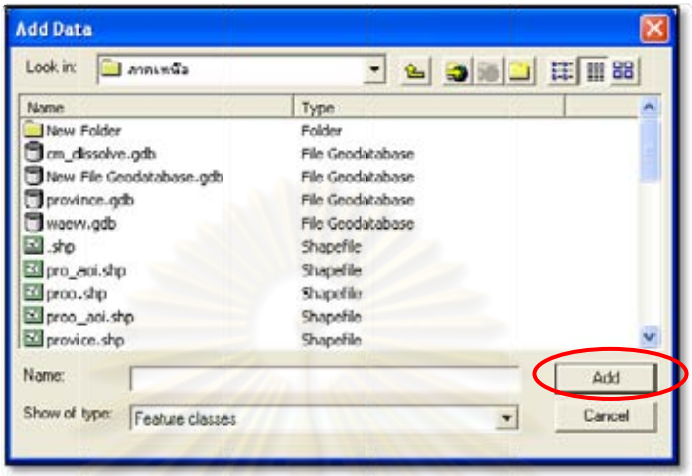


รูปที่ 4.39 แสดงแถบเมนู Tools & Animation

4.3.1 Add New Layer

เพิ่มชั้นข้อมูลในโปรแกรม

เลือกชั้นข้อมูลที่จะเพิ่มลงในโปรแกรม แล้วกด Add ดังแสดงในรูปที่ 4.40

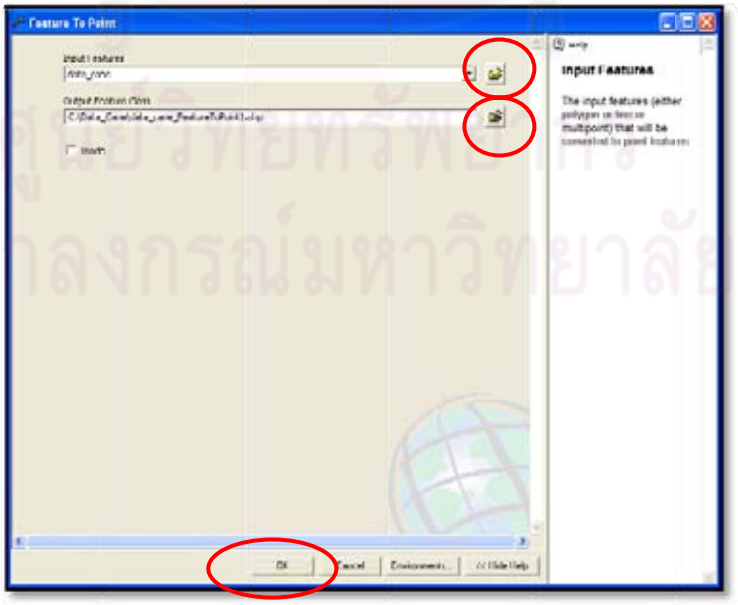


รูปที่ 4.40 แสดงการเพิ่มชั้นข้อมูล

4.3.2 Polygon to Point

สามารถสร้างจุดศูนย์กลางของโพลิกอน โดยที่จะสามารถเป็นตัวแทนของโพลิกอน เมื่อมีจำนวนโพลิกอนมาก หรือ ในคาร์โตแกรมแบบซ้อนทับกัน เพราะตำแหน่งของจุดจะไม่ซ้อนทับกัน

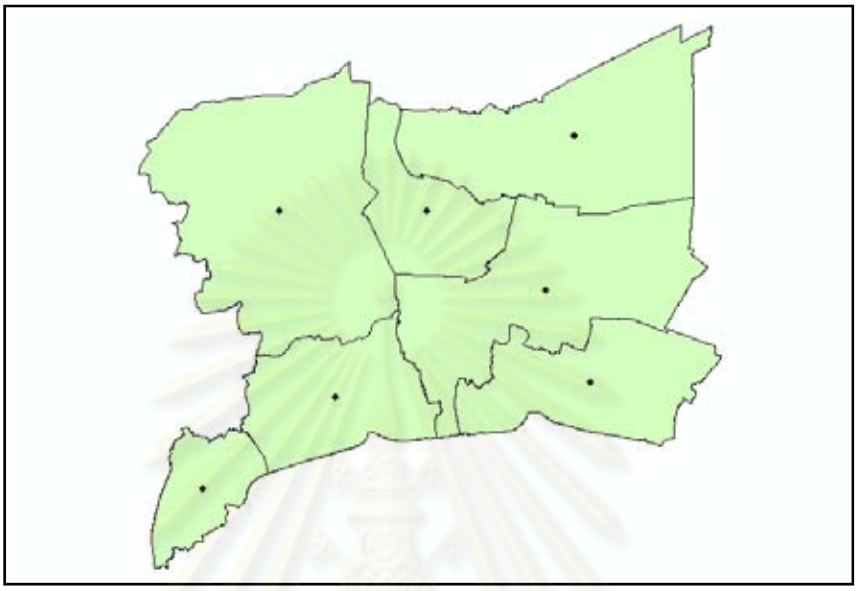
เลือกข้อมูลที่จะคำนวณ และเลือกโฟลเดอร์ที่จะบันทึกไฟล์ข้อมูล จากนั้นกด OK ดังแสดงในรูปที่ 4.41



รูปที่ 4.41 แสดง Polygon to point

ผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในรูป 4.42 4.43 และ 4.44

พื้นที่ของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

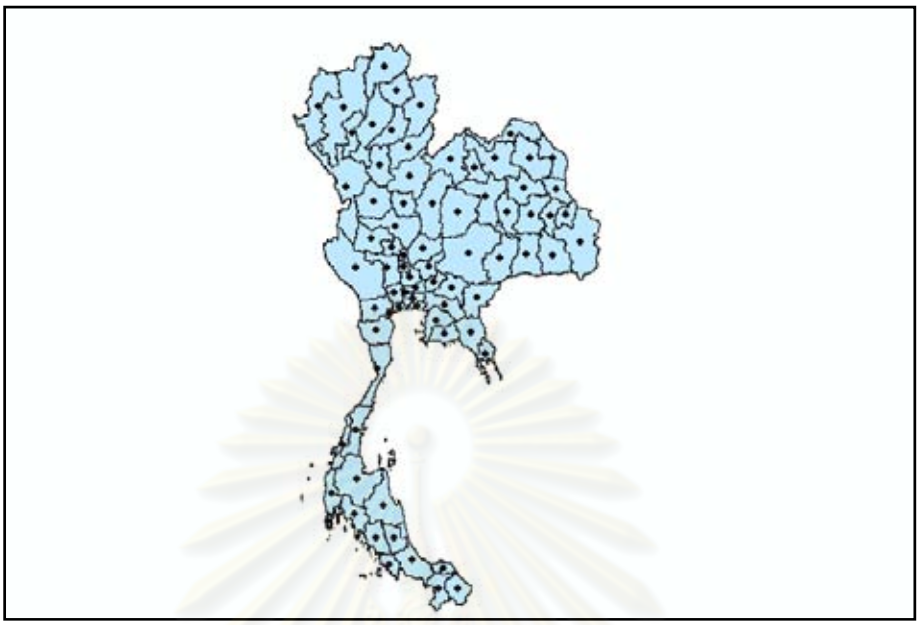


รูปที่ 4.42 แสดงจุดศูนย์กลางของพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

พื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่

รูปที่ 4.43 แสดงจุดศูนย์กลางของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่ของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย

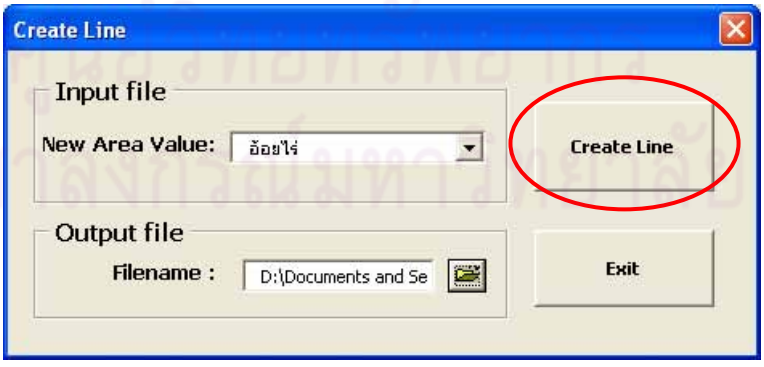


รูปที่ 4.44 แสดงจุดศูนย์กลางของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย

4.3.3 Create Line

สร้างเส้นจากจุดศูนย์กลางของโพลิกอนไปยังโพลิกอนที่ติดกัน โดยจะสามารถแสดงเป็น Diagram ระหว่างจุดศูนย์กลางของ polygon ที่ติดกันได้

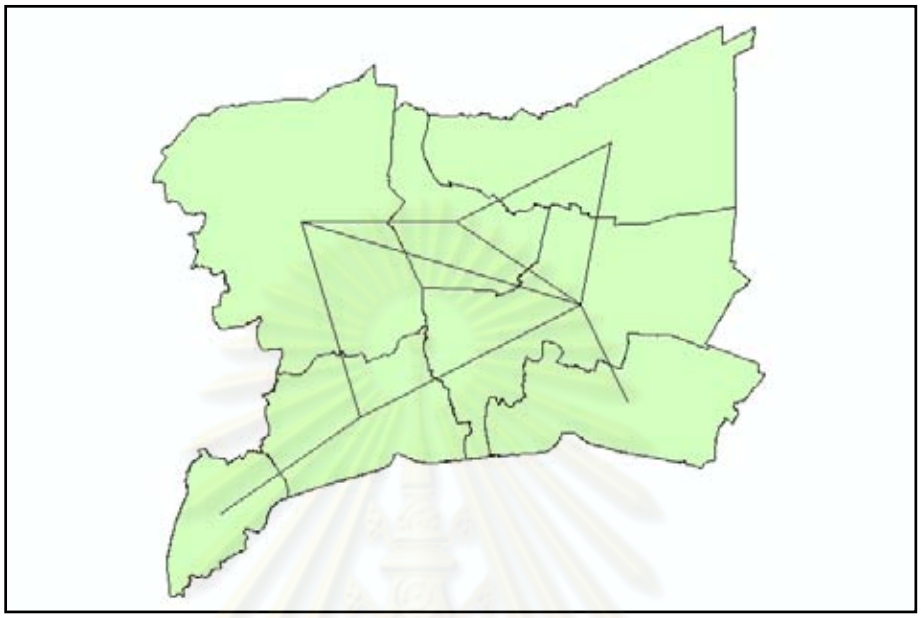
เลือกชั้นข้อมูลที่จะนำมาคำนวณแล้วเลือกโฟลเดอร์ที่จะบันทึกข้อมูลแล้วกด Create Line ดังแสดงในรูปที่ 4.45



รูปที่ 4.45 แสดง Create Line

ผลลัพธ์ที่ได้ดังแสดงในรูปที่ 4.46 4.47 และ 4.48

พื้นที่ของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

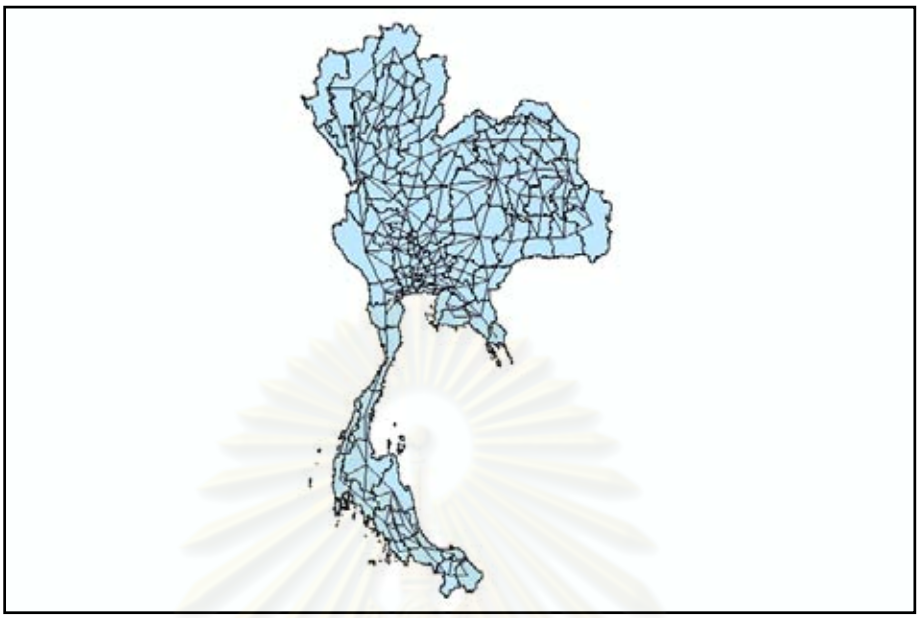


รูปที่ 4.46 แสดงเส้นเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล

พื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่

รูปที่ 4.47 แสดงเส้นเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่ของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย



รูปที่ 4.48 แสดงเส้นเชื่อมระหว่างจุดศูนย์กลางของจังหวัดต่างๆในประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3.4 Animation

สร้างแอนิเมชันสำหรับชั้นข้อมูลซึ่งจะสามารถแสดงการเปรียบเทียบของแผนที่ตามช่วงเวลาต่างๆได้

Create เพื่อสร้างแอนิเมชัน สำหรับทุกชั้นข้อมูลที่เปิดอยู่

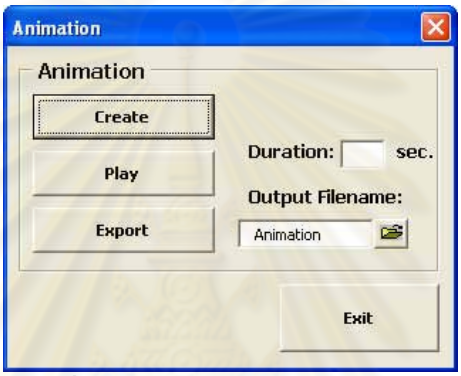
Play สำหรับเล่นแอนิเมชัน

Export สำหรับการบันทึกแอนิเมชันเป็น .avi

Duration เป็นการกำหนดเวลาของแอนิเมชันที่จะบันทึก

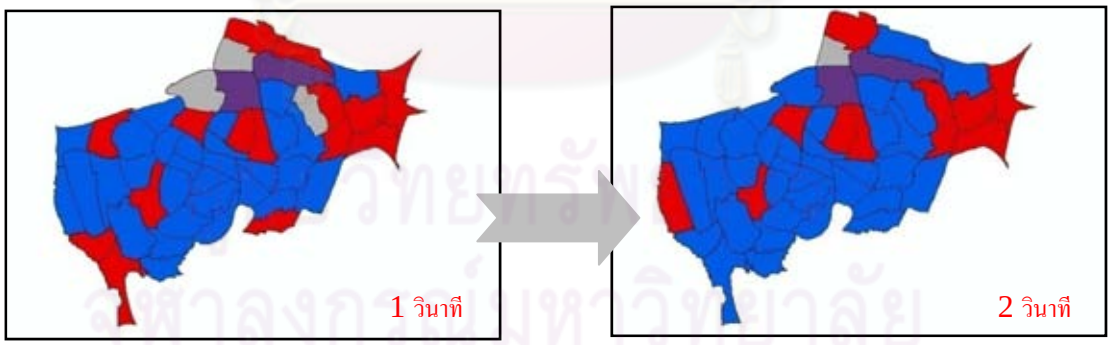
Output Filename เลือกโฟลเดอร์ที่จะบันทึกไฟล์ข้อมูล

ดังแสดงในรูปที่ 4.49 และ 4.50



รูปที่ 4.49 แสดงหน้าต่าง Animation

ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาดังนี้



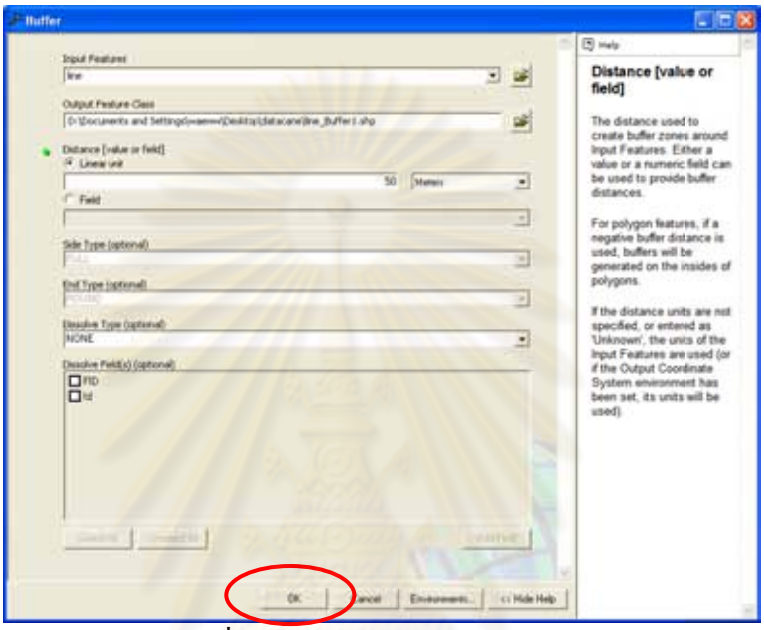
รูปที่ 4.50 แสดงหน้าต่าง Animation จากผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 และ ปี พ.ศ.2553

4.3.5 Buffer

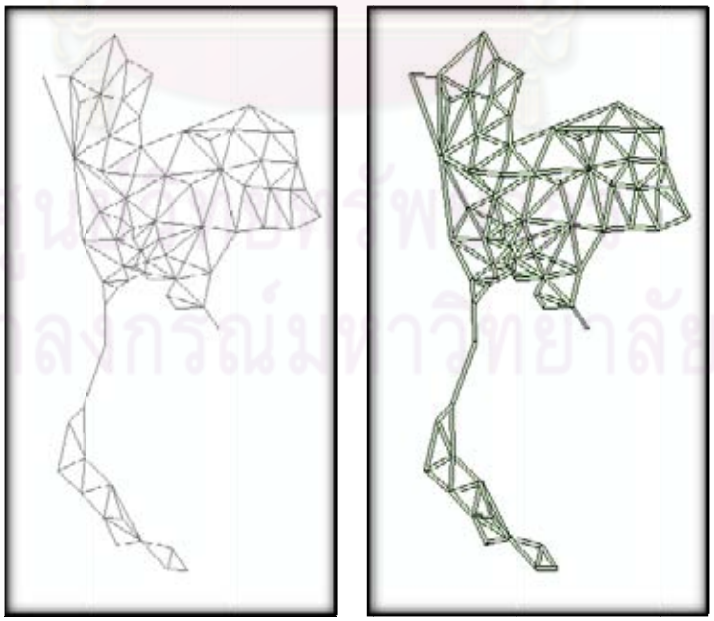
การสร้างบัฟเฟอร์ของชั้นข้อมูลที่ต้องการ

เลือกชั้นข้อมูลที่จะนำมาสร้าง Buffer เลือกโฟลเดอร์ที่จะบันทึกไฟล์ข้อมูลและเลือกระยะที่จะบัพเฟอร์ออกไป แล้วกด OK

ดังแสดงในรูปที่ 4.51 และ 4.52



รูปที่ 4.51 แสดงหน้าต่างการ Buffer



รูปที่ 4.52 แสดงผลลัพธ์ของ Buffer

บทที่ 5
การวิเคราะห์และประเมินผล

5.1 การวิเคราะห์ผล

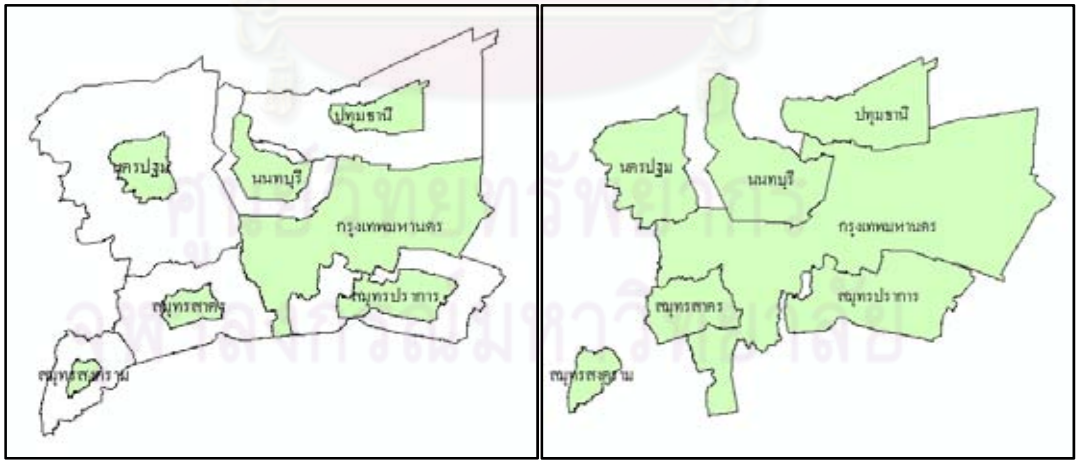
จากการทดสอบโปรแกรมประยุกต์ในบทที่ 4 สามารถวิเคราะห์ได้ว่า ข้อมูลที่เหมาะสมกับการแสดงผลแผนที่แบบคาร์โตแกรมชนิดต่างๆ โดยมีแนวทางในการวิเคราะห์ ดังนี้

- แผนที่ที่ได้มีความสวยงาม ดึงดูดความสนใจจากผู้ดูแผนที่ ข้อมูลเข้าใจง่าย ดูแล้วไม่สับสน
- สามารถรับรู้รายละเอียดของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น
- เห็นถึงการกระจายตัวของปรากฏการณ์เชิงพื้นที่ชัดเจนขึ้น

5.1.1 การแสดงแผนที่คาร์โตแกรมแบบ Feature shape

เหมาะสมที่จะแสดงผลกับข้อมูลที่มีอัตราส่วนระหว่างค่าจากตารางคุณลักษณะที่ต้องการทำคาร์โตแกรมกับพื้นที่มีค่าต่างกันมาก ตัวอย่างเช่น

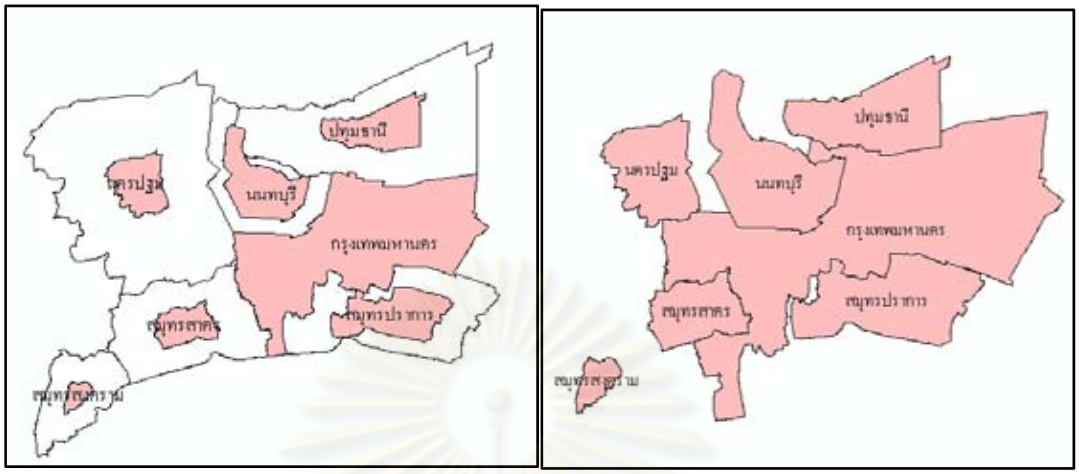
- จำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 เพราะสามารถรับรู้รายละเอียดของข้อมูลได้อย่างครบถ้วน เข้าใจง่าย ดูแล้วไม่สับสน คือกรุงเทพมหานครมีจำนวนประชากรมากที่สุด จึงทำให้มีขนาดของโพลิกอนใหญ่ที่สุด ทั้งในแบบซ้อนทับและไม่ซ้อนทับกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

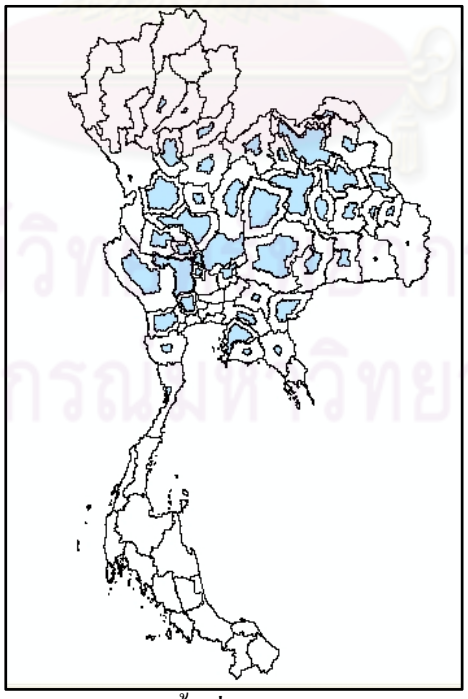
- จำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 เพราะสามารถรับรู้รายละเอียดของข้อมูลได้อย่างครบถ้วน เข้าใจง่าย ดูแล้วไม่สับสน คือกรุงเทพมหานครมี

จำนวนครัวเรือนมากที่สุด จึงทำให้มีขนาดของโพลิกอนใหญ่ที่สุด ทั้งในแบบซ้อนทับและไม่ซ้อนทับกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

- ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 เพราะสามารถแสดงรายละเอียดได้ครบถ้วน และเข้าใจข้อมูลได้ง่าย คือจังหวัดใดมีพื้นที่ปลูกอ้อยมากก็จะมีขนาดของโพลิกอนใหญ่ ส่วนจังหวัดใดมีพื้นที่ปลูกอ้อยน้อยก็จะมีขนาดของโพลิกอนเล็ก และจังหวัดใดที่ไม่มีพื้นที่ปลูกอ้อยเลย ก็จะไม่มีโพลิกอน ดังแสดงในรูปที่ 5.3

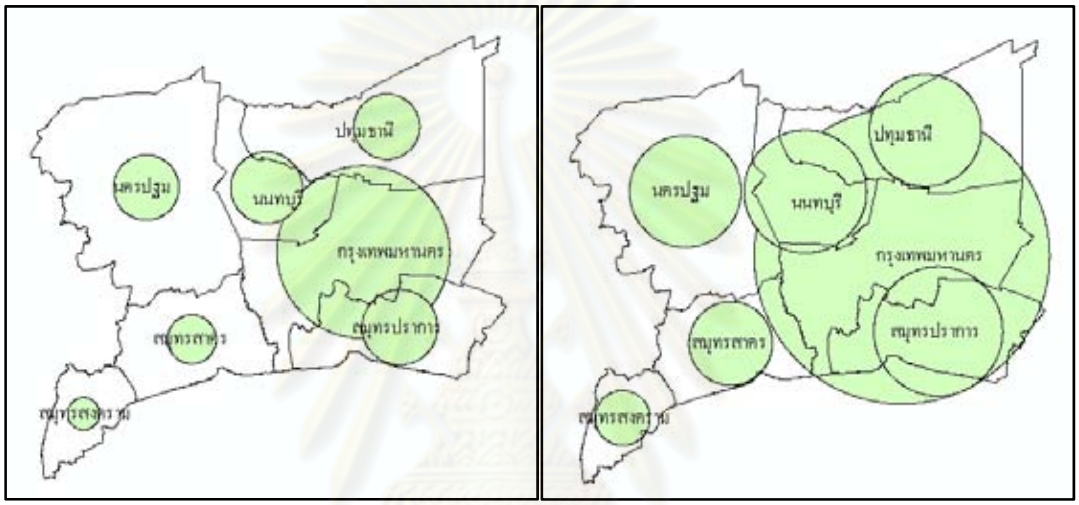


รูปที่ 5.3 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 โดยวิธี Feature shape แบบไม่ซ้อนทับ

5.1.2 การแสดงแผนที่คาร์โตแกรมแบบ Circular cartogram

เหมาะสมที่จะแสดงผลกับข้อมูลที่มีรูปร่างเป็นวงกลม หรือ ข้อมูลที่ไม่มีความซับซ้อน ทำให้สามารถรับรู้รายละเอียดของข้อมูลได้ชัดเจนขึ้น

- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 เพราะสามารถรับรู้รายละเอียดของข้อมูลได้อย่างครบถ้วน คือกรุงเทพมหานครมีจำนวนประชากรมากที่สุด จึงทำให้มีขนาดของรูปวงกลมใหญ่ที่สุด ทั้งในแบบซ้อนทับและไม่ซ้อนทับกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.4

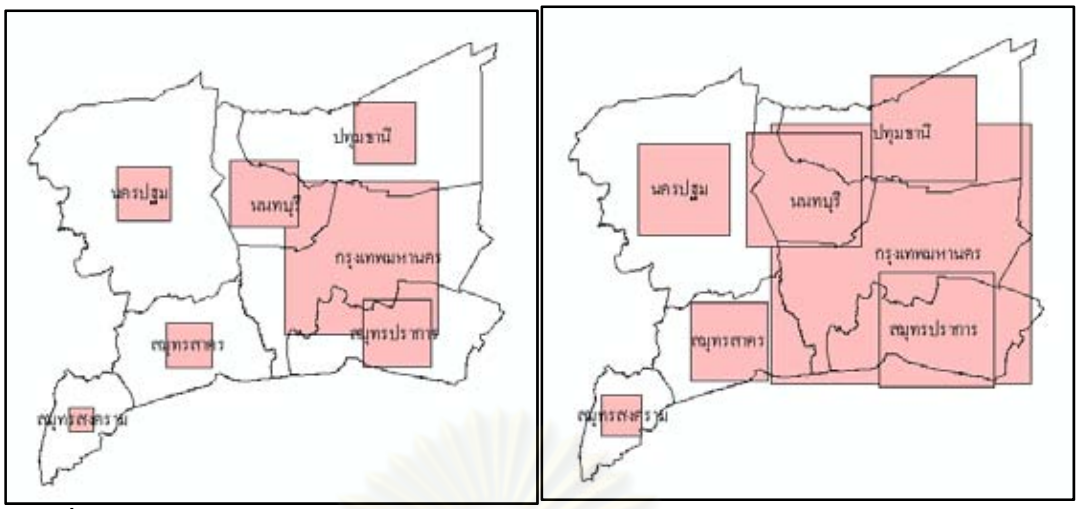


รูปที่ 5.4 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Circular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับ ตามลำดับ

5.1.3 การแสดงแผนที่คาร์โตแกรมแบบ Rectangular cartogram

เหมาะสมที่จะแสดงผลกับข้อมูลที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมเพราะจะทำให้สามารถรับรู้และเชื่อมโยงกับข้อมูลได้รวดเร็วขึ้น ข้อมูลเข้าใจง่าย ดูแล้วไม่สับสน

- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 เพราะสามารถรับรู้รายละเอียดของข้อมูลได้อย่างครบถ้วน เข้าใจง่าย ดูแล้วไม่สับสน คือกรุงเทพมหานครมีจำนวนประชากรมากที่สุด จึงทำให้มีขนาดของรูปสี่เหลี่ยมใหญ่ที่สุด ทั้งในแบบซ้อนทับและไม่ซ้อนทับกัน ดังแสดงในรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Rectangular cartogram แบบไม่ซ้อนทับกับซ้อนทับตามลำดับ

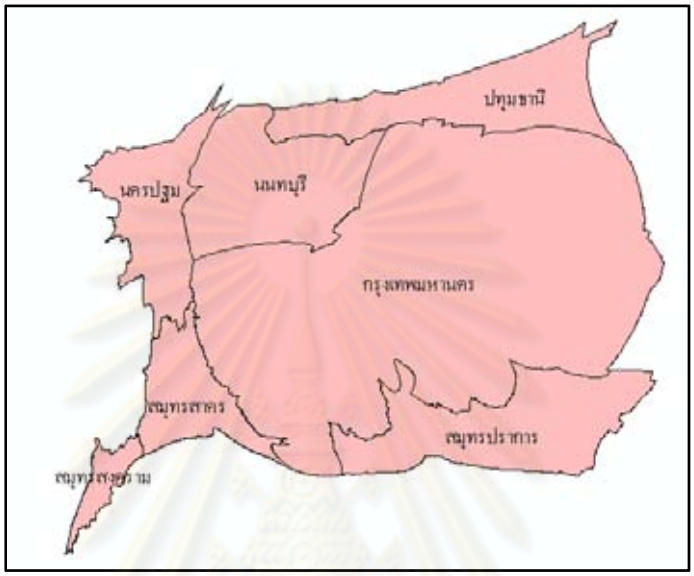
5.1.4 การแสดงแผนที่คาร์โตแกรมแบบ Diffusion based

เหมาะสมที่จะแสดงผลกับข้อมูลที่ผู้ใช้งานมีพื้นฐานความเข้าใจในข้อมูลระดับหนึ่ง เพราะรูปลักษณ์แผนที่ที่ได้ออกมาจะไม่เหมือนเดิม หรือข้อมูลที่ต้องการนำเสนอความหนาแน่นของข้อมูลโดยที่ยังคงรักษาขอบเขตของพื้นที่ที่อยู่ติดกันไว้

- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 เพราะสามารถรักษาความสัมพันธ์ของขอบเขตพื้นที่ที่อยู่ติดกันไว้ได้ ไม่มีพื้นที่ขาดหายไป และรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน คือ กรุงเทพมหานครมีความหนาแน่นของจำนวนประชากรรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 5.6

รูปที่ 5.6 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Diffusion base

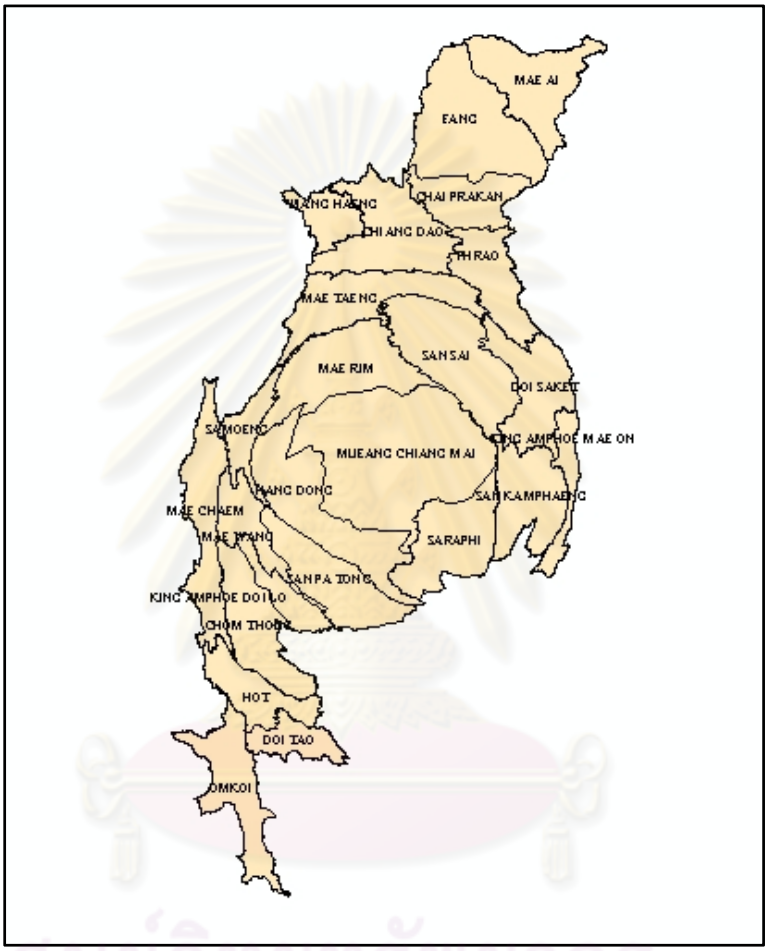
- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลปีพ.ศ. 2552 เพราะสามารถรักษาความสัมพันธ์ของขอบเขตพื้นที่ที่อยู่ติดกันไว้ได้ ไม่มีพื้นที่ขาดหายไป และรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน คือ กรุงเทพมหานครมีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปีพ.ศ. 2552 ด้วยวิธี Diffusion base

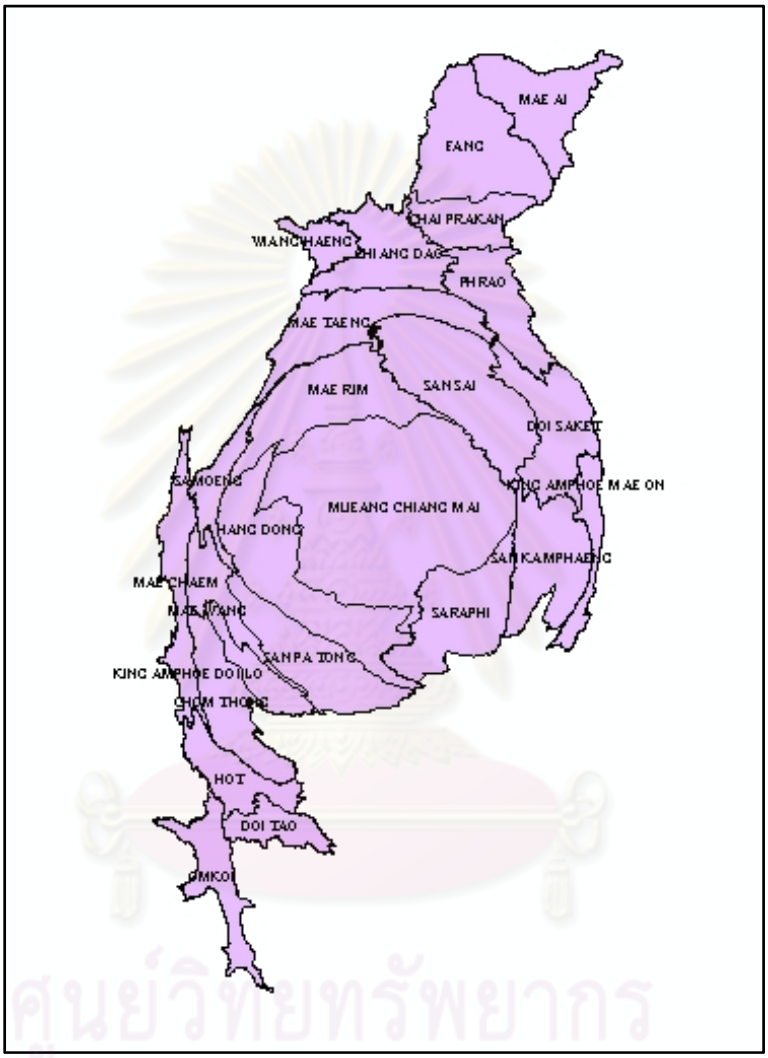
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 เพราะสามารถรักษาความสัมพันธ์ของขอบเขตพื้นที่ที่อยู่ติดกันไว้ได้ ไม่มีพื้นที่ขาดหายไป และรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ มีความหนาแน่นของจำนวนประชากรรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Diffusion base

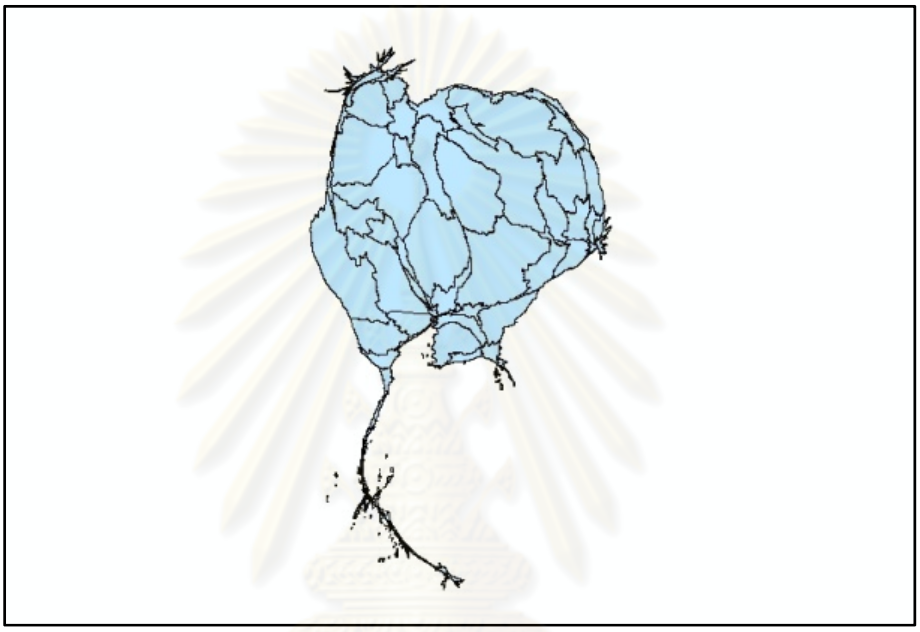
- ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 เพราะสามารถรักษาความสัมพันธ์ของขอบเขตพื้นที่ที่อยู่ติดกันไว้ได้ ไม่มีพื้นที่ขาดหายไป และรับรู้ข้อมูลได้อย่างครบถ้วน คือ อำเภอเมืองเชียงใหม่ มีความหนาแน่นของจำนวนครัวเรือนรวมมากที่สุด ดังนั้นจึงมีอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มากที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2549 ด้วยวิธี Diffusion base

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

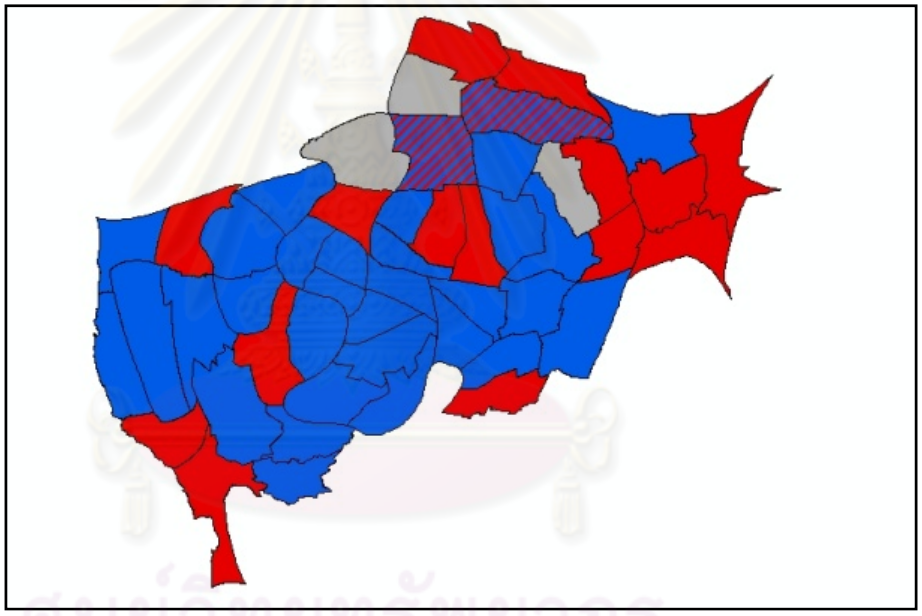
- ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 เพราะสามารถแสดงข้อมูลได้ครบถ้วน โดยที่จังหวัดใดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยมาก จังหวัดนั้นก็จะมีอัตราการเปลี่ยนแลปงขนาดของโพลิกอมากกว่าจังหวัดที่มีพื้นที่ปลูกอ้อยน้อย และในส่วนของข้อมูลที่มีค่าในตารางคุณลักษณะเป็นศูนย์จะยังปรากฏรูปร่างของโพลิกอนอยู่ จึงทำให้แสดงข้อมูลได้อย่างครบถ้วน และยังสามารถรับรู้รูปร่างเดิมของข้อมูลได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 ด้วยวิธี Diffusion base

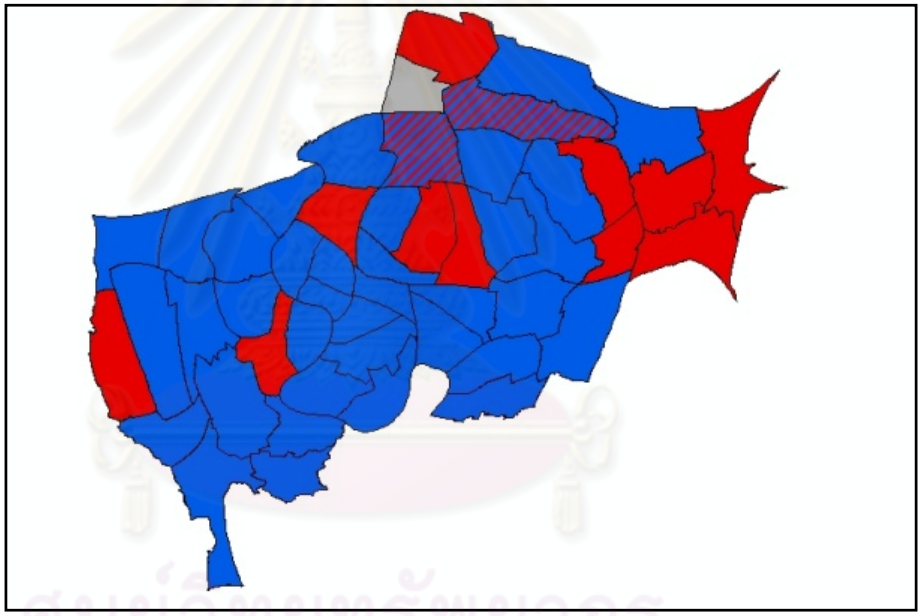
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 เนื่องจากเป็นวิธีการแสดงผลที่สามารถเข้าใจได้ง่าย คือ ขนาดของแต่ละโพลิกอนจะแทน จำนวนคะแนนเสียงที่ผู้สมัครรับเลือกตั้งได้รับในแต่ละเขต โดยที่ขนาดของแต่ละโพลิกอน จะไม่ใช่ขนาดของพื้นที่ที่แท้จริง กล่าวคือ เมื่อเขตใดมีพื้นที่มากแต่มีจำนวนคะแนนเสียงน้อย เขตนั้นก็จะมีขนาดของโพลิกอนเล็กกว่า เขตที่มีพื้นที่น้อย แต่มีจำนวนคะแนนเสียงมาก และเมื่อใช้สีแสดงร่วมด้วย คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทาแทนพรรคอื่นๆ (พรรคบึงกุ่ม พรรคกลุ่มคนบางซื่อ และอิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค จึงทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือสามารถรับรู้ได้ว่าจำนวนโพลิกอนของสีน้ำเงินจะมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง ดังแสดงในรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.11 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 ด้วยวิธี Diffusion base

- ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 เนื่องจากเป็นวิธีการแสดงผลที่สามารถเข้าใจได้ง่าย คือ ขนาดของแต่ละโพลิกอนจะแทน จำนวนคะแนนเสียงที่ผู้สมัครรับเลือกตั้งได้รับในแต่ละเขต โดยที่ขนาดของแต่ละโพลิกอน จะไม่ใช่ขนาดของพื้นที่ที่แท้จริง กล่าวคือ เมื่อเขตใดมีพื้นที่มากแต่มีจำนวนคะแนนเสียงน้อย เขตนั้นก็จะมีขนาดของโพลิกอนเล็กกว่า เขตที่มีพื้นที่น้อย แต่มีจำนวนคะแนนเสียงมาก และเมื่อใช้สีแสดงร่วมด้วย คือแยกว่า สีน้ำเงิน แทนพรรคประชาธิปัตย์ สีแดง แทนพรรคเพื่อไทย สีเทาแทนพรรคอื่นๆ (อิสระ) และสีน้ำเงินคาดแดง แทนเขตที่มีผู้ได้รับการเลือกตั้งสองพรรค จึงทำให้การแสดงผลชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือสามารถรับรู้ได้ว่าจำนวนโพลิกอนของสีน้ำเงินจะมีมากกว่าสีแดง สีเทา และสีน้ำเงินคาดแดง ดังแสดงในรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 แสดงผลลัพธ์คาร์โตแกรมผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.)ปี พ.ศ.2553 ด้วยวิธี Diffusion base

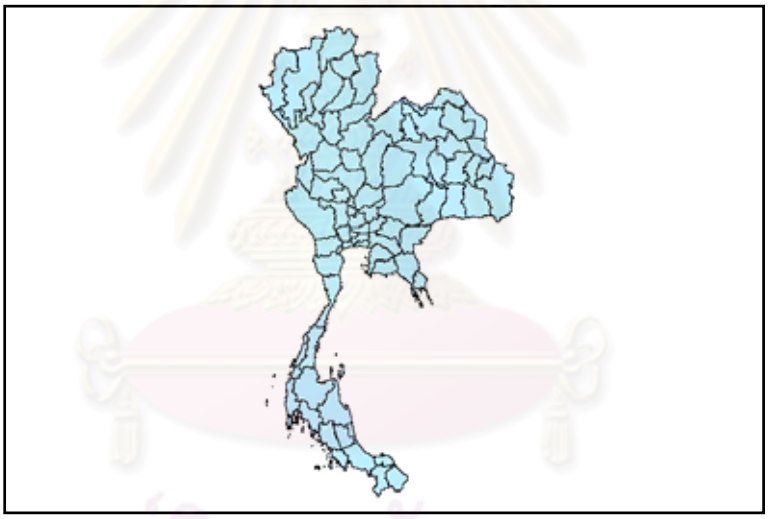
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การประเมินผลจากหน่วยงานภายนอก

ในการประเมินผลจากหน่วยงานภายนอกนี้ ผู้วิจัยได้ทำการอบรมการใช้งานโปรแกรมคาร์โตแกรมให้กับหน่วยงาน สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม โดยได้ให้ผู้เข้าร่วมอบรมทดลองใช้โปรแกรมและทำการประเมินผล ซึ่งมีวัตถุประสงค์ ดังนี้

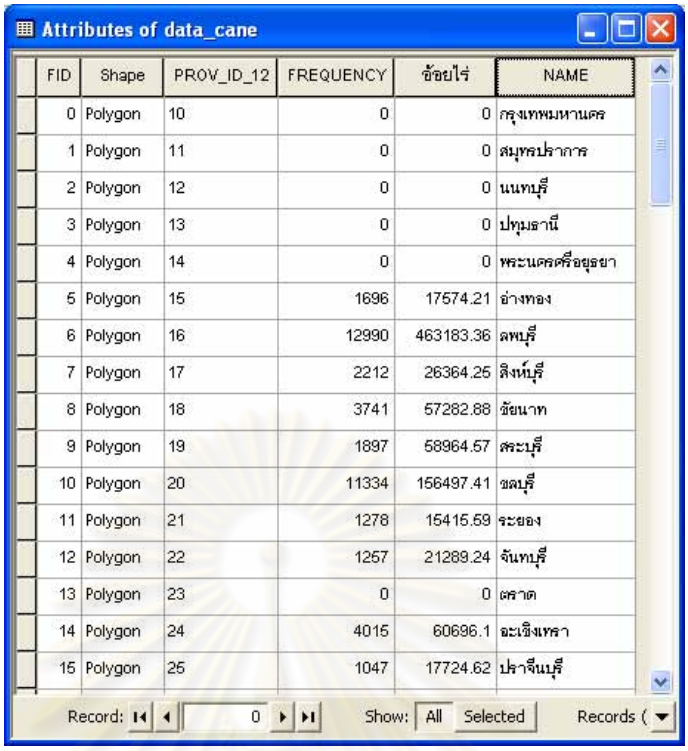
1. เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถใช้งานได้ง่าย
2. เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมสามารถนำไปใช้กับข้อมูลจริงของหน่วยงานได้
3. เพื่อทดสอบว่าผู้ใช้สามารถเข้าใจการแสดงผลแผนที่แบบคาร์โตแกรม

ในการอบรมได้ใช้ข้อมูลจริงของหน่วยงานทดสอบโปรแกรม คือ พื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 ดังแสดงรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 แสดงแผนที่ขอบเขตจังหวัดของประเทศไทย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Attributes of data_cane

FID	Shape	PROV_ID_12	FREQUENCY	ข้อยไร่	NAME
0	Polygon	10	0	0	กรุงเทพมหานคร
1	Polygon	11	0	0	สมุทรปราการ
2	Polygon	12	0	0	นนทบุรี
3	Polygon	13	0	0	ปทุมธานี
4	Polygon	14	0	0	พระนครศรีอยุธยา
5	Polygon	15	1696	17574.21	อ่างทอง
6	Polygon	16	12990	463183.36	ลพบุรี
7	Polygon	17	2212	26364.25	สิงห์บุรี
8	Polygon	18	3741	57282.88	ชัยนาท
9	Polygon	19	1897	58964.57	สระบุรี
10	Polygon	20	11334	156497.41	ชลบุรี
11	Polygon	21	1278	15415.59	ระยอง
12	Polygon	22	1257	21289.24	จันทบุรี
13	Polygon	23	0	0	ตราด
14	Polygon	24	4015	60696.1	ฉะเชิงเทรา
15	Polygon	25	1047	17724.62	ปราจีนบุรี

Record: 0 Show: All Selected Records (

รูปที่ 5.14 แสดงตัวอย่างตารางคุณลักษณะของจังหวัดในประเทศไทย

จากการทดสอบโปรแกรมจากผู้ใช้จำนวน 10 คน โดยการอบรมใช้เวลา 1 ชั่วโมง ได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมอบรม สามารถสรุปผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 5.1 และ 2) ด้านความพึงพอใจในการใช้งาน สามารถสรุปผลการทดสอบได้ ดังตารางที่ 5.2 โดยมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมอบรมจำนวน 10 คน

☐ รายชื่อ และตำแหน่งของผู้เข้าร่วมอบรม

1. คุณสามารถ น้อยวัน ตำแหน่ง ผู้อำนวยการกลุ่มสารสนเทศ
2. คุณปัทมา อินทโพธิ์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์
3. คุณจันทร์ฉาย ฟองอินทร์ ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์
4. คุณสราวุฒิ สุขเมือง ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์
5. คุณธัญญลักษณ์ เนียมพูลทอง ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์
6. คุณไตรยุทธ สุขใหญ่ ตำแหน่ง โปรแกรมเมอร์
7. คุณไพโรจน์ ใยโพธิ์ทอง ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่ระบบงานคอมพิวเตอร์
8. คุณนิติยา จันท้าว ตำแหน่ง นักวิชาการอุตสาหกรรม
9. คุณสมพิศ บำรุงศรี ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่สถิติ
10. คุณกิตติพันธ์ พรหมคำมล ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่บันทึกข้อมูลคอมพิวเตอร์

ตารางที่ 5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมอบรม

ลำดับ	หัวข้อและจำนวนคน
1	มีพื้นฐานในการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS Desktop9
	มี 7 คน
	ไม่มี 3 คน
2	เคยผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)
	เคย 7 คน
	ไม่เคย 3 คน
3	จุดมุ่งหมายสำหรับการเข้ารับฝึกอบรม (สามารถตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)
	ต้องการนำความรู้ไปประกอบการทำงาน 8 คน
	ต้องการหาความรู้เพิ่มเติม 5 คน
4	ก่อนการอบรมครั้งนี้ท่านรู้จักการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรมหรือไม่
	รู้จัก 1 คน
	ไม่รู้จัก 9 คน
5	ท่านคิดว่าการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรม น่าสนใจหรือไม่
	น่าสนใจ 10 คน

ที่มา : จากแบบสอบถาม

จากตารางแสดงข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมอบรม พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีพื้นฐานในการใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS Desktop9 และเคยผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรเกี่ยวกับการใช้โปรแกรมด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาบ้างแล้ว แต่ก็ยังมีผู้เข้าร่วมอบรมบางส่วนที่ไม่มีพื้นฐานการใช้โปรแกรมและไม่เคยผ่านการฝึกอบรมมาก่อน โดยผู้เข้าร่วมอบรมมีวัตถุประสงค์ที่จะต้องการนำความรู้ไปประกอบการทำงาน และต้องการหาความรู้เพิ่มเติม

และเมื่อสอบถามถึงการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรม พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมส่วนมากไม่รู้จัก แต่เมื่อถามว่าการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรม น่าสนใจหรือไม่ พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมทั้งหมดมีความเห็นว่า น่าสนใจ แสดงให้เห็นว่าการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรม เป็นเรื่องใหม่และน่าสนใจ

ตารางที่ 5.2 การทดสอบโปรแกรมด้านความพึงพอใจในการใช้งาน

ลำดับ	หัวข้อ	ระดับความพึงพอใจ (ร้อยละ)				
		ดีมาก	ดี	พอใช้	น้อย	ควรปรับปรุง
1	โปรแกรมและข้อมูลสามารถติดตั้งได้ง่าย	20	60	20	-	-
2	ความเหมาะสมของการออกแบบและการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรม	-	80	20	-	-
3	การเรียกใช้ชุดคำสั่งต่างๆ ในโปรแกรมสามารถทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว	10	80	10	-	-
4	ความเข้าใจการทำงานของโปรแกรม	-	80	20	-	-
5	ความเหมาะสมของแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรมกับข้อมูลของหน่วยงาน					
	5.1 Feature shape cartogram	-	90	10	-	-
	5.2 Circular cartogram	-	60	40	-	-
	5.3 Rectangular cartogram	-	70	30	-	-
	5.4 Contiguous cartogram	-	70	30	-	-
6	มีความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาของการฝึกอบรม	10	50	40	-	-
7	ความพึงพอใจในภาพรวมของโปรแกรม	10	80	10	-	-

ที่มา : จากการทดสอบโปรแกรมจากผู้ใช้

จากตารางแสดงการทดสอบโปรแกรมด้านความพึงพอใจในการใช้งาน ทุกหัวข้อมีการแบ่งระดับความถึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ ดีมาก ดี พอใช้ น้อย และควรปรับปรุง เริ่มจากหัวข้อโปรแกรมและข้อมูลสามารถติดตั้งได้ง่าย พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับดีถึงดีมากร้อยละ 80 และ มีความพึงพอใจในระดับพอใช้ ร้อยละ 20 แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมและข้อมูลสามารถติดตั้งได้ง่าย อยู่ในระดับดี

ส่วนความเหมาะสมของการออกแบบและการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรม ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับ ดี ถึงร้อยละ 80 มีเพียงร้อยละ 20 เท่านั้น ที่มีความพึงพอใจในระดับพอใช้ แสดงให้เห็นว่าการออกแบบและการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรมในการศึกษาครั้งนี้ อยู่ในระดับดี และมีความเหมาะสม

ในหัวข้อการเรียกใช้ชุดคำสั่งต่างๆ ในโปรแกรมสามารถทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับ ดีถึงดีมากร้อยละ 90 และมีความพึงพอใจในระดับพอใช้ร้อยละ 10 แสดงว่าการเรียกใช้ชุดคำสั่งต่างๆ ในโปรแกรมสามารถทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว

ส่วนความเข้าใจการทำงานของโปรแกรม ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่ มีความพึงพอใจในระดับดี ถึงร้อยละ 80 มีเพียงร้อยละ 20 เท่านั้น ที่มีความพึงพอใจในระดับ พอใช้ แสดงได้ว่า การทำงานของโปรแกรมสามารถเข้าใจได้ง่าย

ในหัวข้อความเหมาะสมของแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรมกับข้อมูลของหน่วยงาน ในที่นี้คือ ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย ปีพ.ศ. 2551 ของสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม ผู้เข้าร่วมอบรมได้ประเมินผลคาร์โตแกรมในแต่ละวิธี ดังนี้

วิธี Feature shape cartogram ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับดี ถึงร้อยละ 90 มีเพียงร้อยละ 10 เท่านั้นที่มีความพึงพอใจในระดับพอใช้

วิธี Circular cartogram ผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจในระดับดีร้อยละ 60 และมีความพึงพอใจในระดับพอใช้ร้อยละ 40

วิธี Rectangular cartogram ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับดีร้อยละ70 และมีความพึงพอใจในระดับพอใช้ ร้อยละ 30

วิธี Contiguous cartogram ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับดีร้อยละ70 และมีความพึงพอใจในระดับพอใช้ ร้อยละ 30

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า วิธีที่เหมาะสมกับการนำเสนอแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรมของข้อมูลในหน่วยงานนี้คือ วิธี Feature shape cartogram เนื่องจากเป็นวิธีที่ยังคงรูปร่างเดิมเอาไว้ ทำให้สามารถเชื่อมโยงเข้ากับแผนที่ต้นฉบับได้เร็ว และไม่สับสนกับรูปร่างของแผนที่ใหม่ที่แสดงออกมา รองลงมาคือ วิธี Rectangular cartogram วิธี Contiguous cartogram และสุดท้ายคือ วิธี Circular cartogram

ในหัวข้อ มีความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาของการฝึกอบรม ผู้เข้าร่วมอบรมมีความพึงพอใจในระดับดีถึงดีมากร้อยละ 60 และมีความพึงพอใจในระดับพอใช้ร้อยละ 40 แสดงได้ว่า ผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่เข้าใจในการแสดงผลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรม

และหัวข้อสุดท้ายคือ ความพึงพอใจในภาพรวมของโปรแกรม พบว่าผู้เข้าร่วมอบรมส่วนใหญ่มีความพึงพอใจในระดับดีถึงดีมากร้อยละ 90 และมีเพียงเพียงร้อยละ 10 เท่านั้น ที่มีความพึงพอใจในระดับพอใช้ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคาร์โตแกรมนี้ มีประสิทธิภาพในการนำไปใช้งานจริงได้

การประเมินการใช้งานโปรแกรมประยุกต์โดยแบ่งตามพื้นฐานการใช้โปรแกรม ArcGIS เป็นการประเมิน โดยให้ผู้เข้าร่วมอบรมทำการทดลองใช้โปรแกรมและประเมินให้คะแนนรายการประเมินในแต่ละข้อ โดยจัดระดับการประเมินออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง พอใช้

2 หมายถึง น้อย

1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ผลการประเมินที่ได้ออกมา จะเป็นไปตามตารางที่ 5.3 ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ได้มาจากผู้เข้าร่วมอบรมทั้งหมด 10 ท่าน สามารถสรุปได้ดังนี้

ตารางที่ 5.3 แสดงรายการประเมินความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรมประยุกต์

ลำดับ	รายการประเมิน	ผู้ที่มีพื้นฐาน (5)	ผู้ที่ไม่มีพื้นฐาน (5)
1	โปรแกรมและข้อมูลสามารถติดตั้งได้ง่าย	4.3	3.3
2	ความเหมาะสมของการออกแบบและการจัดวางองค์ประกอบของโปรแกรม	3.9	3.67
3	การเรียกใช้ชุดคำสั่งต่างๆ ในโปรแกรมสามารถทำได้ง่ายและสะดวกรวดเร็ว	4.1	3.67
4	ความเข้าใจการทำงานของโปรแกรม	3.9	3.67
5	ความเหมาะสมของแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรมกับข้อมูลของหน่วยงาน		
	1 Feature shape cartogram	4.0	3.67
	2 Circular cartogram	3.7	3.33
	3 Rectangular cartogram	3.7	3.67
	4 Contiguous cartogram	3.9	3.33
6	มีความรู้ ความเข้าใจ ในเนื้อหาของการฝึกอบรม	3.7	3.67
7	ความพึงพอใจในภาพรวมของโปรแกรม	4.1	3.67

ที่มา : จากการทดสอบโปรแกรมจากผู้ใช้

จากผลการประเมินสามารถสรุปได้ดังนี้

- สำหรับผู้ที่มีพื้นฐานในการใช้งานโปรแกรม ArcGIS ในส่วนการติดตั้ง ออกแบบและจัดวางองค์ประกอบ รวมทั้งการเรียกใช้ชุดคำสั่งต่างๆ ของโปรแกรมคาร์โตแกรม มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี ส่วนความเข้าในในการทำงานของโปรแกรมคาร์โตแกรมและความรวดเร็วในการรับรู้ข้อมูลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรมทั้งสี่ชนิด มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี ส่วนความรู้ความเข้าใจ เนื้อหาของการฝึกอบรม และความพึงพอใจต่อภาพรวมของโปรแกรมคาร์โตแกรม มีผลการประเมินอยู่ในระดับดี

- สำหรับผู้ที่ไม่มีพื้นฐานในการใช้งานโปรแกรม ArcGIS ส่วนการติดตั้ง ออกแบบและจัดวางองค์ประกอบ รวมทั้งการเรียกใช้ชุดคำสั่งต่างๆ ของโปรแกรมคาร์โตแกรม มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี ส่วนความเข้าในในการทำงานของโปรแกรมคาร์โตแกรมและความรวดเร็วในการรับรู้ข้อมูลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรมทั้งสี่ชนิด มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ ในส่วนความรู้ ความเข้าใจ เนื้อหาของการฝึกอบรมและความพึงพอใจต่อภาพรวมของโปรแกรมคาร์โตแกรม มีผลการประเมินอยู่ในระดับพอใช้ถึงดี

นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ได้ว่าการนำเสนอข้อมูลแผนที่ในรูปแบบคาร์โตแกรม เป็นวิธีการแสดงผลแผนที่ในรูปแบบใหม่ ที่คนส่วนใหญ่ยังไม่ค่อยรู้จักและมีความน่าสนใจ โดยที่วิธี Feature shape cartogram เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการนำเสนอข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุด เนื่องจากยังสามารถคงรูปโพลิกอนเดิมไว้ ทำให้สามารถเชื่อมโยงเข้ากับแผนที่ต้นฉบับได้ และรับรู้ข้อมูลที่ต้องการแสดงได้อย่างรวดเร็วที่สุด ซึ่งผู้ที่ไม่มีความสามารถในการใช้งานโปรแกรม ArcGIS ยังสามารถสร้างแผนที่แบบคาร์โตแกรมและทำความเข้าใจเบื้องต้นได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการศึกษา การอภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป โดยมีรายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรม แสดงให้เห็นว่าในวิธี Non-contiguous cartogram ขนาดพื้นที่ใหม่ที่คำนวณออกมาได้ จะมีลักษณะแปรผันตรงกับข้อมูลที่นำไปคำนวณ กล่าวคือ ถ้าข้อมูลมีปริมาณมากโพลิกอนจะมีขนาดใหญ่ ถ้าข้อมูลมีปริมาณน้อยโพลิกอนก็จะมีขนาดเล็กตามไปด้วย และอัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ จะแปรผันตรงกับความหนาแน่นของข้อมูลที่นำไปคำนวณต่อพื้นที่ของข้อมูลนั้น กล่าวคือ ถ้าความหนาแน่นของข้อมูลมาก อัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ก็จะมาก และถ้าความหนาแน่นของข้อมูลน้อย อัตราการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ก็จะน้อยตามไปด้วย และความหนาแน่นของข้อมูลที่นำมาคำนวณต่อพื้นที่ใหม่ที่คำนวณออกมาได้จะมีค่าเท่ากันในทุกโพลิกอน

ส่วน Contiguous cartogram ขนาดพื้นที่ใหม่ที่คำนวณออกมาได้ จะขึ้นอยู่กับ พื้นที่เดิมและข้อมูลที่นำมาคำนวณ ถึงแม้ว่าข้อมูลที่นำมาคำนวณจะมีค่าเป็นศูนย์ ก็จะยังปรากฏโพลิกอนของข้อมูลนั้นอยู่

การนำเสนอข้อมูลแบบคาร์โตแกรม มีจุดเด่นคือ

- ดึงดูดความสนใจผู้อ่านได้ดีกว่า
- ช่วยให้เข้าใจความหมายได้ชัดเจน รวดเร็ว และจดจำได้ง่าย
- ประหยัดเวลาในการอ่านข้อมูล
- สามารถเปรียบเทียบข้อมูลได้อย่างชัดเจน
- ถึงแม้ปริมาณข้อมูลจะไม่เท่ากัน แต่ถ้ามีลักษณะเป็นอัตราส่วนกัน ก็จะสามารถแสดงแผนที่ออกมาเป็นแนวทางเดียวกัน
- แสดงข้อเท็จจริงและความสัมพันธ์ที่ซ้อนเร้น ซึ่งช่วยกระตุ้นส่งเสริมให้เกิดความคิดเชิงวิเคราะห์

คาร์โตแกรมแบบ Feature shape แบบไม่ซ้อนทับ

- มีจุดเด่น คือ รูปร่างของโพลิกอนใหม่ที่ได้ถึงแม้จะมีการย่อขนาดลงแล้ว แต่ก็ยังคงลักษณะของขอบเขตให้เหมือนรูปเดิมอยู่ จึงทำให้สามารถเชื่อมโยงเข้ากับรูปร่างของแผนที่เดิมได้รวดเร็ว
- แต่ถ้าในชั้นข้อมูล มีโพลิกอนที่ไม่มีค่าของมูลหรือมีค่าข้อมูลเท่ากับศูนย์แล้ว ผลลัพธ์ที่ได้ออกมาจะไม่ปรากฏโพลิกอนเลย จึงเหมาะสมกับ ลักษณะของข้อมูลที่ผู้ใช้งานมีความชำนาญและคุ้นเคยกับข้อมูลบ้างแล้ว เพราะจะทำให้เข้าใจผลลัพธ์ได้ดียิ่งขึ้น
- จุดด้อยของคาร์โตแกรมชนิดนี้ คือ ถ้าในชั้นข้อมูล มีพื้นที่ของโพลิกอนเดิมที่มีขนาดเล็ก แต่มีค่าข้อมูลมาก ผลลัพธ์คาร์โตแกรมในโพลิกอนนี้ก็จะเต็ม ส่วนพื้นที่ของโพลิกอนเดิมที่มีขนาดใหญ่แต่มีค่าข้อมูลน้อย ผลลัพธ์คาร์โตแกรมในโพลิกอนนี้ก็จะเล็ก ซึ่งเมื่อดูผลลัพธ์โดยรวมแล้วจะไม่สามารถเห็นรายละเอียดได้อย่างชัดเจน

คาร์โตแกรมแบบ Circular แบบไม่ซ้อนทับ

- มีจุดเด่น คือ รูปร่างของโพลิกอนใหม่ที่ได้จะเป็นรูปวงกลม
- เหมาะสมกับข้อมูลที่มีรูปลักษณ์เป็นรูปวงกลม เช่นจำนวนเหรียญรางวัล พื้นที่การเพาะปลูกองุ่น เพราะจะทำให้สื่อความหมายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

คาร์โตแกรมแบบ Rectangular แบบไม่ซ้อนทับ

- มีจุดเด่น คือ รูปร่างของโพลิกอนใหม่ที่ได้จะเป็นรูปสี่เหลี่ยม ทำให้สามารถลดช่องว่างระหว่างโพลิกอนได้
- เหมาะสมกับข้อมูลที่มีรูปลักษณ์เป็นรูปสี่เหลี่ยม เช่น จำนวนที่อยู่อาศัย จำนวนครัวเรือน เพราะจะทำให้สื่อความหมายได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

คาร์โตแกรมแบบ Diffusion based

- มีจุดเด่น คือ รูปร่างของโพลิกอนใหม่ที่ได้จะบิดเบือนจากรูปร่างเดิม ทำให้แปลกตา สามารถดึงดูดความสนใจผู้อ่านได้ รวมทั้งยังสามารถรักษาพื้นที่ที่ติดกันไว้ได้ โดยเมื่อโพลิกอนใดมีค่าของข้อมูลมากก็จะขยายใหญ่ขึ้น ส่วนโพลิกอนที่มีค่าของข้อมูลน้อยก็จะเล็กลง
- ส่วนถ้าโพลิกอนใดไม่มีค่าข้อมูล ก็จะยังปรากฏรูปร่างอยู่ แต่จะเห็นไม่ชัดเจน จึงไม่เหมาะสมกับชั้นข้อมูลที่มีค่าข้อมูลไม่ครบทุกโพลิกอน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนคาร์โตแกรมแบบ Non-contiguous ของทั้ง 3 ชนิด คือ Feature shape, Circular และ Rectangular ในแบบซ้อนทับกันนั้น ผลลัพธ์ที่ได้ออกมา จะมีการซ้อนทับกัน จึงไม่สามารถแสดงข้อมูลไม่อย่างชัดเจน และแสดงข้อมูลได้ไม่ครบถ้วน ผู้อ่านแผนที่ที่ไม่คุ้นเคยกับแผนที่ อาจจะไม่เข้าใจ จึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการแสดงผลข้อมูล

จากการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ เพื่อการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรมที่สามารถสร้าง Non-contiguous cartogram แบบ Feature shape Circular และ Rectangular รวมทั้งสร้าง Contiguous cartogram แบบ Diffusion base ได้ มีผลการทดสอบเป็นไปตามที่ศึกษาไว้ โดยผลการทดสอบรายละเอียดของโปรแกรมสามารถสรุปได้ดังนี้

1. สามารถสร้างคาร์โตแกรมแบบ Feature shape ทั้งในแบบซ้อนทับและไม่ซ้อนทับได้
2. สามารถสร้างคาร์โตแกรมแบบ Circular ทั้งในแบบซ้อนทับและไม่ซ้อนทับได้
3. สามารถสร้างคาร์โตแกรมแบบ Rectangular ทั้งในแบบซ้อนทับและไม่ซ้อนทับได้
4. สามารถสร้างคาร์โตแกรมแบบ Diffusion based
5. สามารถสามารถสร้างชั้นข้อมูลจุด ที่จุดศูนย์กลางของโพลิกอน
6. สามารถสร้างเส้นระหว่างจุดศูนย์กลางของโพลิกอนที่อยู่ติดกันได้
7. สามารถทำ Buffer ได้
8. สามารถทำเป็นภาพเคลื่อนไหว หรือแอนิเมชันได้
9. คำนวณค่าทางสถิติอย่างง่ายของค่าที่เลือกมาคำนวณได้

โดยสรุปแล้ว โปรแกรมประยุกต์เพื่อการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศแบบคาร์โตแกรมสามารถนำมาช่วยในการนำเสนอข้อมูลให้มีประสิทธิภาพ ดึงดูดความสนใจและทำให้ผู้อ่านเข้าใจความหมายได้ชัดเจน รวดเร็ว ประหยัดเวลาในการอ่านข้อมูลมากยิ่งขึ้น

6.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากการไปอบรมการใช้งานโปรแกรมคาร์โตแกรม ให้กับสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งก่อนการอบรมผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐานไว้ว่า วิธีที่ดีที่สุดในการแสดงผลข้อมูล พื้นที่ปลูกอ้อยของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทย คือ วิธี Contiguous cartogram เพราะสามารถเห็นข้อมูลได้ครบถ้วน แต่จากการประเมินผลจากการอบรมออกมา ปรากฏว่า วิธี Feature shape cartogram เหมาะสมกับข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยมากที่สุด เพราะผู้ใช้มีความคุ้นเคยกับข้อมูล ทำให้สามารถรับรู้ข้อมูลได้รวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ

6.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะจากการพัฒนาโปรแกรม

1. การพัฒนาโปรแกรมในส่วนการสร้าง Non-contiguous cartogram แบบซ้อนทับทั้ง3 ประเภท ควรมีการขยับตำแหน่งของโพลิกอนให้ไม่ซ้อนทับกัน เพื่อที่ผู้อ่านจะได้เห็นรายละเอียดของข้อมูลได้อย่างครบถ้วน
2. การสร้าง Non-contiguous cartogram ในแบบไม่ซ้อนทับ ยังมีปัญหาในการแสดงผลของ Circular กับ Rectangular Cartogram โดยจะยังมีการซ้อนทับกันในบางข้อมูล เพราะในการพัฒนาโปรแกรมจะพัฒนาต่อมาจากแบบ Feature Shape ซึ่งในตอนสร้างรูปวงกลม หรือรูปสี่เหลี่ยม จะยังคงขนาดพื้นที่ใหม่ให้เท่ากับแบบ Feature Shape จึงเกิดปัญหาในการซ้อนทับกันในบางข้อมูล แนวทางการแก้ไขคือ ควรลดขนาดพื้นที่ลงจนได้พื้นที่ที่ใหญ่ที่สุดที่ไม่เกิดการซ้อนทับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

Bortins, I. and Demers, S. Cartogram Central [Online]. 2002. Available from : http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/Cartogram_Central/index.html [2008, September 3]

Byron, L., Cox, A., and Ericson, M. A Map of Olympic Medals [online]. Available from :http://www.nytimes.com/interactive/2008/08/04/sports/olympics/20080804_MEDALCOUNT_MAP.html [2009, January 18]

Changming Du, Lin Liu. Constructing continuus area cartogram using arcview avenue. Proceedings of Geoinformatics'99 Conference Ann Arbor, pp. 1-7. 1999.

Dent, B. D. Cartography: Thematic Map Design. 4 th ed. Dubuque, Iowa: William C. Brown, 1996.

Dorling, D. Area cartograms: Their use and creation, Concepts and Techniques in Modern Geography (CATMOG), vol.59, 1996.

Dorling, D., Barford, A., and Newman, M. WORLDMAPPER: the world as you've never seen it before. IEEE Transactions on visualization and computer graphics 12(5) (September/October 2006) : 757-764.

Dougenik, J.A., Chrisman, N.R., and Niemeyer D.R. An Algorithm to Construct Continuous Area Cartograms. The Professional Geographer 37(1) (1985): 75-81.

Eric Wolf . CartogramCreator [Online]. 2007. Available from : http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=14090 [2008, September 9].

Gartner, M. T., and Newman, M. Diffusion-based method for producing density equalizing maps, Center for the Study of Complex Systems and Department of Physics, University of Michigan, 2004.

Keim, D. A., North, S. C., Panse, C., and Schneidewin, J. Efficient Cartogram Generation: A Comparison. IEEE Information Visualization (2002).

Keim, D. A., North, S. C. and Panse, C. Cartodraw: A fast algorithm for generating contiguous cartograms. IEEE Transactions on visualization and computer graphics 10(1) (January/February 2004) : 95-110.

Keim, D. A., North, S. C. and Panse, C. Medial axis cartogram. IEEE Computer Graphics and Applications (May/June 2005).

Kocmoud, C. J. Constructing Continuous Cartograms: A Constraint-Based Approach. Master's Thesis, Visualization Sciences, Texas A&M University, 1997.

Kocmoud, C. J., and House, D. H. Continuous Cartogram Construction. IEEE Information Visualization (1998) : 197-204.

Kreveld, M. V. and Speckmann, B. On rectangular cartogram. ScienceDirect Computational Geometry 37 (2007) : 175–187.

Newman, M. Maps of the 2008 US presidential election results [Online]. 2008. Available from : http://www-personal.umich.edu/~mejn/election/2008/ [2009, January 18].

Slocum, T. A., McMaster, R. B., Kessler, F. C., and Howard, H. H. Thematic cartography and visualization. 2 nd ed. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 2005.

Tobler, W.R. A Continuous Transformation Useful For Districting. Annals, New York Academy of Science 219 (1973): 215-220.

Tom Gross. Cartogram Geoprocessing Tool version 2 [Online]. 2009. Available from **:** http://arcscripts.esri.com/details.asp?dbid=15638 [2010, January 18].

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ข้อมูลรายการคำนวณ Non – contiguous Cartogram แบบ ไม่ซ้อนทับ

ตารางที่ ก-1 ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2552 แบบไม่ซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
100.00%	BANGKOK	1568877119.000	5658953.000	1568877119.000	22347.020
10.48%	NAKHON PATHOM	2140797877.000	808961.000	224274773.700	26104.350
42.57%	NONTHABURI	633250509.100	972280.000	269553015.500	14197.530
14.87%	PATHUM THANI	1519900288.000	815402.000	226060464.000	21995.440
31.12%	SAMUT PRAKAN	960039817.400	1077523.000	298730380.100	17481.140
13.22%	SAMUT SONGKHRAM	409051228.600	195068.000	54080272.810	11410.740
14.50%	SAMUT SAKHON	864132336.400	452017.000	125316313.600	16584.990

Total feature:7

Total Area: 8096049178.33807

Mean Area:1156578454.0483

SD Area:609303164.537162

Total Value: 9980204

Mean Value:1425743.42857143

SD Value:1891321.94577293

Density: 3.60700843168592E-03

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-2 ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2552 แบบไม่ซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
100.00%	BANGKOK	1568877119.000	2006468.000	1568877119.000	22347.020
8.86%	NAKHON PATHOM	2140797877.000	242668.000	189744502.700	26104.350
47.98%	NONTHABURI	633250509.100	388552.000	303812641.200	14197.530
16.73%	PATHUM THANI	1519900288.000	325149.000	254237210.200	21995.440
31.97%	SAMUT PRAKAN	960039817.400	392552.000	306940280.700	17481.140
9.47%	SAMUT SONGKHRAM	409051228.600	49526.000	38724867.900	11410.740
15.99%	SAMUT SAKHON	864132336.400	176742.000	138196313.000	16584.990

Total feature:7

Total Area: 8096049178.33807

Mean Area:1156578454.0483

SD Area:609303164.537162

Total Value: 3581657

Mean Value:511665.285714286

SD Value:670407.115348754

Density: 1.27891979203715E-03

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-3 ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2549 แบบไม่ซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
5.88%	CHAI PRAKAN	503528967.100	47926.000	29621774.430	12660.100
2.49%	CHIANG DAO	2160598632.000	87071.000	53816248.420	26224.800
3.66%	CHOM THONG	1105984977.000	65563.000	40522730.820	18762.890
5.72%	DOI SAKET	700456593.000	64847.000	40080190.430	14931.920
1.82%	DOI TAO	921581898.100	27186.000	16802937.020	17127.420
9.00%	FANG	833140033.800	121374.000	75018012.140	16284.860
16.37%	HANG DONG	277675281.600	73538.000	45451864.300	9401.420
1.89%	HOT	1432099851.000	43843.000	27098181.710	21350.680
7.94%	KING AMPHOE DOI LO	213690299.900	27446.000	16963636.040	8247.410
2.86%	KING AMPHOE MAE ON	469581460.600	21726.000	13428257.550	12225.890
6.26%	MAE AI	765233819.700	77490.000	47894489.440	15607.100
1.23%	MAE CHAEM	3357215647.000	67055.000	41444895.980	32689.980
11.33%	MAE RIM	456691316.100	83716.000	51742612.950	12056.920
3.30%	MAE TAENG	1417593431.000	75784.000	46840056.620	21242.270
2.82%	MAE WANG	675664588.800	30859.000	19073119.750	14665.290
100.00%	MUEANG CHIANG MAI	150231953.400	243065.000	150231953.400	6915.220
1.35%	OMKOI	2787321150.000	60737.000	37539909.730	29786.440
2.51%	PHRAO	1277737696.000	51844.000	32043385.090	20167.210
1.41%	SAMOENG	1019275819.000	23301.000	14401722.780	18012.370
23.72%	SAN KAMPHAENG	194077781.900	74488.000	46039033.800	7859.830
27.16%	SAN PA TONG	174341311.800	76612.000	47351821.200	7449.470
19.63%	SAN SAI	341180584.300	108352.000	66969463.410	10421.190
42.88%	SARAPHI	108379774.000	75196.000	46476629.600	5873.530
2.52%	WIANG HAENG	717282716.100	29279.000	18096564.150	15110.200

Total feature:24

Total Area: 22060565587.6674

Mean Area:919190232.819473

SD Area:834069255.777963

Total Value: 1658298

Mean Value:69095.75

SD Value:45540.9967795382

Density: 1.61793143447562E-03

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-4 ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2549 แบบไม่ซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
3.63%	CHAI PRAKAN	503528967.100	13643.000	18269463.230	12660.100
1.30%	CHIANG DAO	2160598632.000	20922.000	28016837.190	26224.800
2.24%	CHOM THONG	1105984977.000	18508.000	24784228.220	18762.890
4.33%	DOI SAKET	700456593.000	22669.000	30356260.500	14931.920
1.25%	DOI TAO	921581898.100	8574.000	11481520.030	17127.420
5.49%	FANG	833140033.800	34178.000	45768065.270	16284.860
12.93%	HANG DONG	277675281.600	26813.000	35905527.940	9401.420
1.23%	HOT	1432099851.000	13173.000	17640082.030	21350.680
6.02%	KING AMPHOE DOI LO	213690299.900	9599.000	12854106.690	8247.410
2.08%	KING AMPHOE MAE ON	469581460.600	7288.000	9759425.940	12225.890
3.97%	MAE AI	765233819.700	22714.000	30416520.410	15607.100
0.58%	MAE CHAEM	3357215647.000	14605.000	19557686.030	32689.980
7.99%	MAE RIM	456691316.100	27258.000	36501431.420	12056.920
2.40%	MAE TAENG	1417593431.000	25434.000	34058896.720	21242.270
1.78%	MAE WANG	675664588.800	8991.000	12039928.460	14665.290
100.00%	MUEANG CHIANG MAI	150231953.400	112188.000	150231953.400	6915.220
0.63%	OMKOI	2787321150.000	13081.000	17516884.010	29786.440
1.82%	PHRAO	1277737696.000	17412.000	23316564.820	20167.210
0.85%	SAMOENG	1019275819.000	6472.000	8666713.040	18012.370
19.08%	SAN KAMPHAENG	194077781.900	27652.000	37029040.340	7859.830
20.87%	SAN PA TONG	174341311.800	27165.000	36376894.290	7449.470
15.77%	SAN SAI	341180584.300	40181.000	53806736.220	10421.190
32.20%	SARAPHI	108379774.000	26064.000	34902535.350	5873.530
1.16%	WIANG HAENG	717282716.100	6223.000	8333274.920	15110.200

Total feature:24

Total Area: 22060565587.6674

Mean Area:919190232.819473

SD Area:834069255.777963

Total Value: 550807

Mean Value:22950.2916666667

SD Value:21116.5521610916

Density: 7.4676523469422E-04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 แบบไม่ซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
0.00%	กรุงเทพมหานคร	1582432607.000	0.000	0.000	22443.350
0.00%	สมุทรปราการ	948637689.100	0.000	0.000	17377.020
0.00%	นนทบุรี	626055484.400	0.000	0.000	14116.640
0.00%	ปทุมธานี	1519814079.000	0.000	0.000	21994.810
0.00%	พระนครศรีอยุธยา	2528408469.000	0.000	0.000	28369.300
24.32%	อ่างทอง	957025389.500	17574.210	232723240.300	17453.670
100.00%	ลพบุรี	6133620367.000	463183.360	6133620367.000	44185.880
42.56%	สิงห์บุรี	820355236.600	26364.250	349123726.600	16159.430
30.99%	ชัยนาท	2447377647.000	57282.880	758557991.900	27911.010
22.05%	สระบุรี	3540968437.000	58964.570	780827462.100	33572.690
46.16%	ชลบุรี	4489190137.000	156497.410	2072388138.000	37801.500
5.52%	ระยอง	3697174324.000	15415.590	204138112.300	34305.210
4.42%	จันทบุรี	6376812053.000	21289.240	281918841.100	45053.330
0.00%	ตราด	2875128279.000	0.000	0.000	30251.970
15.52%	ฉะเชิงเทรา	5177816466.000	60696.100	803756929.300	40597.420
4.76%	ปราจีนบุรี	4928948634.000	17724.620	234715017.000	39609.760
0.00%	นครนายก	2145687218.000	0.000	0.000	26134.140
27.74%	สระแก้ว	6950776955.000	145617.460	1928312404.000	47037.230
33.47%	นครราชสีมา	20768404102.000	524861.830	6950386150.000	81306.750
14.41%	บุรีรัมย์	10117531043.000	110107.670	1458080547.000	56749.540
10.86%	สุรินทร์	8858393988.000	72651.350	962072126.400	53100.980
0.49%	ศรีสะเกษ	8936599994.000	3306.410	43784525.680	53334.870
0.22%	อุบลราชธานี	15646379367.000	2592.340	34328585.170	70571.930
7.26%	ยโสธร	4128985870.000	22627.660	299642621.500	36253.230
42.05%	ชัยภูมิ	12668241541.000	402263.290	5326897556.000	63501.390
7.94%	อำนาจเจริญ	3271798462.000	19621.180	259829863.600	32271.440
11.42%	หนองบัวลำภู	4089751316.000	35267.200	467019402.900	36080.580
53.82%	ขอนแก่น	10647050099.000	432725.870	5730292663.000	58215.640
61.29%	อุดรธานี	11111453772.000	514279.200	6810247621.000	59471.720
11.27%	เลย	10405977782.000	88545.730	1172550527.000	57552.810
5.88%	หนองคาย	7301671807.000	32448.930	429698981.300	48209.900
22.67%	มหาสารคาม	5644562322.000	96614.700	1279402376.000	42387.730
11.27%	ร้อยเอ็ด	7836714060.000	66713.510	883441373.400	49945.010
42.83%	กาฬสินธุ์	6935012270.000	224302.090	2970279130.000	46983.860
7.94%	สกลนคร	9580493367.000	57440.240	760641802.700	55222.870
1.09%	นครพนม	5556188326.000	4574.230	60573398.610	42054.600
29.64%	มุกดาหาร	4189020386.000	93772.240	1241761623.000	36515.840

ตารางที่ ก-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 แบบไม่ซ้อนทับ (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
0.00%	เชียงใหม่	22129921001.000	0.000	0.000	83929.570
0.00%	ลำพูน	4483744074.000	0.000	0.000	37778.570
2.88%	ลำปาง	12436441122.000	27032.970	357979128.100	62917.740
8.56%	อุตรดิตถ์	7803023252.000	50438.440	667921755.300	49837.530
1.23%	แพร่	6542977958.000	6089.850	80643717.410	45636.550
0.00%	น่าน	12169343317.000	0.000	0.000	62238.430
0.00%	พะเยา	6230911110.000	0.000	0.000	44534.940
0.00%	เชียงราย	11576699030.000	0.000	0.000	60704.020
0.00%	แม่ฮ่องสอน	12731110646.000	0.000	0.000	63658.770
49.86%	นครสวรรค์	9424542578.000	354847.260	4698999509.000	54771.570
21.65%	อุทัยธานี	6683260430.000	109243.980	1446643292.000	46123.180
52.67%	กำแพงเพชร	8643245864.000	343784.420	4552501887.000	52452.170
0.26%	ตาก	17257324804.000	3421.460	45308054.120	74115.970
31.26%	สุโขทัย	6619365947.000	156273.570	2069423978.000	45902.170
10.60%	พิษณุโลก	10653664160.000	85249.070	1128895114.000	58233.720
11.45%	พิจิตร	4449185188.000	38475.300	509502076.500	37632.690
19.61%	เพชรบูรณ์	12598023760.000	186589.950	2470883059.000	63325.160
37.81%	ราชบุรี	5169634116.000	147597.830	1954537089.000	40565.330
27.16%	กาญจนบุรี	19407961548.000	398115.290	5271968430.000	78598.640
84.42%	สุพรรณบุรี	5400069191.000	344269.630	4558927191.000	41459.560
46.47%	นครปฐม	2158070083.000	75736.140	1002921890.000	26209.450
0.00%	สมุทรสาคร	852131157.200	0.000	0.000	16469.420
0.00%	สมุทรสงคราม	408324498.600	0.000	0.000	11400.600
6.33%	เพชรบุรี	6221793893.000	29722.490	393594601.500	44502.340
4.23%	ประจวบคีรีขันธ	6371335058.000	20329.600	269210985.000	45033.980
0.00%	นครศรีธรรมราช	9975068798.000	0.000	0.000	56348.580
0.00%	กระบี่	4940900339.000	0.000	0.000	39657.750
0.00%	พังงา	4242743075.000	0.000	0.000	36749.250
0.00%	ภูเก็ต	541909782.500	0.000	0.000	13133.740
0.00%	สุราษฎร์ธานี	13153807025.000	0.000	0.000	64706.930
0.00%	ระนอง	3210093459.000	0.000	0.000	31965.680
0.00%	ชุมพร	5976741931.000	0.000	0.000	43617.150
0.00%	สงขลา	7815136702.000	0.000	0.000	49876.200
0.00%	สตูล	2666800544.000	0.000	0.000	29135.360
0.00%	ตรัง	4912206079.000	0.000	0.000	39542.430
0.00%	พัทลุง	3744460999.000	0.000	0.000	34523.890
0.00%	ปัตตานี	1958236980.000	0.000	0.000	24966.500
0.00%	ยะลา	4484675517.000	0.000	0.000	37782.490
0.00%	นราธิวาส	4493300839.000	0.000	0.000	37818.810

ตารางที่ ก-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 แบบไม่ซ้อนทับ (ต่อ)

Total feature:76

Total Area: 515978645233.911

Mean Area:6789192700.4462

SD Area:4758038551.57901

Total Value: 6222542.61

Mean Value:81875.5606578947

SD Value:136141.501949876

Density: 7.55154920360077E-05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-6 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 แบบไม่ซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
53.39%	KHLONG SAN	5957075.420	17062.000	3180648.640	1377.020
3.06%	KHLONG SAM WA	114304048.900	18766.000	3498303.380	6031.920
16.74%	KHLONG TOEI	13398091.000	12030.000	2242597.770	2065.130
11.06%	KHAN NA YAO	25565268.390	15173.000	2828506.730	2852.660
12.97%	CHATUCHAK	32549057.200	22652.000	4222720.250	3218.800
22.08%	CHOM THONG	23146757.060	27421.000	5111743.420	2714.380
9.64%	DON MUEANG	36788994.090	19023.000	3546212.580	3422.030
32.06%	DIN DAENG	8539459.620	14686.000	2737721.600	1648.690
19.91%	DUSIT	11465439.020	12246.000	2282863.860	1910.380
8.10%	TALING CHAN	35820714.920	15558.000	2900277.310	3376.700
4.89%	THAWI WATTHANA	50328260.780	13191.000	2459028.030	4002.500
6.41%	THUNG KHRU	32493241.460	11174.000	2083024.730	3216.040
43.17%	THON BURI	8079383.500	18710.000	3487864.030	1603.670
33.37%	BANGKOK NOI	12318907.750	22054.000	4111242.820	1980.210
43.02%	BANGKOK YAI	6307650.710	14557.000	2713673.790	1416.960
12.01%	BANG KAPI	27646181.590	17812.000	3320461.470	2966.490
3.05%	BANG KHUN THIAN	122303288.800	20038.000	3735425.940	6239.420
38.93%	BANG KHO LAEM	8432643.280	17611.000	3282991.630	1638.350
37.70%	BANG SUE	12993261.450	26275.000	4898109.420	2033.690
13.32%	BANG NA	17758027.820	12685.000	2364700.970	2377.510
7.42%	BANG BON	34058091.290	13563.000	2528375.190	3292.570
25.37%	BANG PHLAT	11782251.010	16037.000	2989571.110	1936.600
48.47%	BANG RAK	4031420.880	10482.000	1954024.090	1132.800
12.57%	BANG KHEN	40819604.460	27527.000	5131503.640	3604.620
12.14%	BANG KHAE	47856383.560	31174.000	5811366.820	3902.970
11.42%	BUENG KUM	23493073.660	14394.000	2683287.800	2734.610
22.20%	PATHUM WAN	8067762.790	9607.000	1790909.120	1602.510
8.34%	PRAWET	53691456.660	24019.000	4477552.430	4134.070
81.90%	POM PRAP SATTRU	2423971.880	10649.000	1985155.750	878.390
18.09%	PHAYA THAI	9059878.050	8790.000	1638606.350	1698.190
34.26%	PHRA NAKHON	5404763.470	9932.000	1851494.680	1311.640
17.56%	PHRA KHANONG	13361689.760	12587.000	2346432.100	2062.320
23.37%	PHASI CHAROEN	19125160.640	23974.000	4469163.660	2467.330
5.91%	MIN BURI	61346372.770	19452.000	3626185.520	4418.950
22.02%	YAN NAWA	12105247.090	14301.000	2665951.010	1962.960
22.59%	RATCHATHEWI	7167666.740	8686.000	1619218.970	1510.480
18.22%	RAT BURANA	12680892.600	12393.000	2310267.180	2009.090

ตารางที่ ก-6 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 แบบไม่ซ้อนทับ (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
2.47%	LAT KRABANG	128397786.900	17034.000	3175428.960	6392.990
13.87%	LAT PHRAO	20734631.170	15423.000	2875111.000	2569.050
17.15%	WANG THONG LANG	17411029.170	16014.000	2985283.510	2354.170
15.78%	WATTHANA	12998659.600	11003.000	2051147.400	2034.110
12.00%	SUAN LUANG	24142921.560	15540.000	2896921.800	2772.170
8.72%	SAPHAN SUNG	28101165.320	13146.000	2450639.260	2990.800
100.00%	SAMPHANTHAWONG	1408194.810	7554.000	1408194.810	669.510
43.26%	SATHON	7551748.670	17526.000	3267146.170	1550.420
6.17%	SAI MAI	43437678.780	14380.000	2680677.960	3718.420
1.71%	NONG CHOK	236807338.800	21763.000	4056995.450	8682.060
9.28%	NONG KHAEM	36103997.710	17981.000	3351965.960	3390.020
13.46%	LAK SI	22701613.730	16396.000	3056494.850	2688.150
15.07%	HUAI KHWANG	16408913.490	13267.000	2473195.730	2285.410

Total feature:50

Total Area: 1568877119.96697

Mean Area:31377542.3993393

SD Area:40831409.1827271

Total Value: 813318

Mean Value:16266.36

SD Value:5296.41396495433

Density: 5.36431462318492E-03

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-7 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 แบบไม่ซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
35.17%	KHLONG SAN	5957075.420	9590.000	2095033.850	1377.020
4.26%	KHLONG SAM WA	114304048.900	22299.000	4871445.240	6031.920
23.46%	KHLONG TOEI	13398091.000	14387.000	3142987.700	2065.130
13.37%	KHAN NA YAO	25565268.390	15646.000	3418029.160	2852.660
14.48%	CHATUCHAK	32549057.200	21575.000	4713280.020	3218.800
24.39%	CHOM THONG	23146757.060	25840.000	5645013.010	2714.380
13.68%	DON MUEANG	36788994.090	23033.000	5031795.070	3422.030
45.83%	DIN DAENG	8539459.620	17915.000	3913715.480	1648.690
26.98%	DUSIT	11465439.020	14160.000	3093397.220	1910.380
10.11%	TALING CHAN	35820714.920	16583.000	3622726.420	3376.700
6.78%	THAWI WATTHANA	50328260.780	15627.000	3413878.410	4002.500
7.82%	THUNG KHRU	32493241.460	11635.000	2541785.070	3216.040
34.67%	THON BURI	8079383.500	12821.000	2800878.940	1603.670
34.43%	BANGKOK NOI	12318907.750	19413.000	4240968.940	1980.210
48.94%	BANGKOK YAI	6307650.710	14131.000	3087061.870	1416.960
15.33%	BANG KAPI	27646181.590	19394.000	4236818.200	2966.490
4.06%	BANG KHUN THIAN	122303288.800	22740.000	4967786.210	6239.420
38.05%	BANG KHO LAEM	8432643.280	14689.000	3208962.700	1638.350
37.25%	BANG SUE	12993261.450	22157.000	4840423.880	2033.690
16.41%	BANG NA	17758027.820	13336.000	2913385.970	2377.510
9.03%	BANG BON	34058091.290	14073.000	3074391.180	3292.570
23.38%	BANG PHLAT	11782251.010	12608.000	2754346.900	1936.600
46.28%	BANG RAK	4031420.880	8540.000	1865650.580	1132.800
14.40%	BANG KHEN	40819604.460	26901.000	5876799.340	3604.620
13.72%	BANG KHAE	47856383.560	30066.000	6568226.050	3902.970
19.57%	BUENG KUM	23493073.660	21043.000	4597059.160	2734.610
17.50%	PATHUM WAN	8067762.790	6463.000	1411908.630	1602.510
9.77%	PRAWET	53691456.660	24007.000	5244575.360	4134.070
78.79%	POM PRAP SATTRU	2423971.880	8742.000	1909779.550	878.390
27.52%	PHAYA THAI	9059878.050	11415.000	2493723.820	1698.190
42.36%	PHRA NAKHON	5404763.470	10481.000	2289681.940	1311.640
26.44%	PHRA KHANONG	13361689.760	16170.000	3532502.330	2062.320
21.46%	PHASI CHAROEN	19125160.640	18784.000	4103557.440	2467.330
7.31%	MIN BURI	61346372.770	20532.000	4485425.970	4418.950
25.82%	YAN NAWA	12105247.090	14305.000	3125073.960	1962.960
25.78%	RATCHATHEWI	7167666.740	8457.000	1847518.380	1510.480
21.50%	RAT BURANA	12680892.600	12478.000	2725947.070	2009.090

ตารางที่ ก-7 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 แบบไม่ซ้อนทับ (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
3.49%	LAT KRABANG	128397786.900	20521.000	4483022.910	6392.990
17.88%	LAT PHRAO	20734631.170	16975.000	3708362.840	2569.050
19.31%	WANG THONG LANG	17411029.170	15391.000	3362321.790	2354.170
18.99%	WATTHANA	12998659.600	11301.000	2468819.350	2034.110
17.20%	SUAN LUANG	24142921.560	19005.000	4151837.160	2772.170
8.54%	SAPHAN SUNG	28101165.320	10983.000	2399348.990	2990.800
100.00%	SAMPHANTHAWONG	1408194.810	6446.000	1408194.810	669.510
41.74%	SATHON	7551748.670	14428.000	3151944.570	1550.420
13.35%	SAI MAI	43437678.780	26554.000	5800993.630	3718.420
1.92%	NONG CHOK	236807338.800	20787.000	4541133.330	8682.060
13.80%	NONG KHAEM	36103997.710	22804.000	4981767.670	3390.020
10.86%	LAK SI	22701613.730	11289.000	2466197.830	2688.150
18.13%	HUAI KHWANG	16408913.490	13621.000	2975647.140	2285.410

Total feature:50

Total Area: 1568877119.96697

Mean Area:31377542.3993393

SD Area:40831409.1827271

Total Value: 822141

Mean Value:16442.82

SD Value:5641.51755054092

Density: 4.57749166812947E-03

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข้อมูลรายการคำนวณ Non – contiguous Cartogram แบบ ซ้อนทับ

ตารางที่ ข-1 ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2552 แบบซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
292.60%	BANGKOK	1568877119.000	5658953.000	4590603737.000	22347.020
30.65%	NAKHON PATHOM	2140797877.000	808961.000	656237892.400	26104.350
124.55%	NONTHABURI	633250509.100	972280.000	788724027.600	14197.530
43.52%	PATHUM THANI	1519900288.000	815402.000	661462901.100	21995.440
91.05%	SAMUT PRAKAN	960039817.400	1077523.000	874098284.800	17481.140
38.68%	SAMUT SONGKHRAM	409051228.600	195068.000	158241266.500	11410.740
42.43%	SAMUT SAKHON	864132336.400	452017.000	366681067.900	16584.990

Total feature:7

Total Area: 8096049178.33807

Mean Area:1156578454.0483

SD Area:609303164.537162

Total Value: 9980204

Mean Value:1425743.42857143

SD Value:1891321.94577293

Density: 1.23272521944447E-03

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-2 ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2552 แบบซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
289.09%	BANGKOK	1568877119.000	2006468.000	4535460431.000	22347.020
25.62%	NAKHON PATHOM	2140797877.000	242668.000	548531604.700	26104.350
138.70%	NONTHABURI	633250509.100	388552.000	878290718.600	14197.530
48.36%	PATHUM THANI	1519900288.000	325149.000	734973308.200	21995.440
92.43%	SAMUT PRAKAN	960039817.400	392552.000	887332398.600	17481.140
27.37%	SAMUT SONGKHRAM	409051228.600	49526.000	111949561.700	11410.740
46.23%	SAMUT SAKHON	864132336.400	176742.000	399511154.700	16584.990

Total feature:7

Total Area: 8096049178.33807

Mean Area:1156578454.0483

SD Area:609303164.537162

Total Value: 3581657

Mean Value:511665.285714286

SD Value:670407.115348754

Density: 4.42395657573714E-04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-3 ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2549 แบบซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
126.62%	CHAI PRAKAN	503528967.100	47926.000	637566146.900	12660.100
53.61%	CHIANG DAO	2160598632.000	87071.000	1158317447.000	26224.800
78.86%	CHOM THONG	1105984977.000	65563.000	872193575.300	18762.890
123.16%	DOI SAKET	700456593.000	64847.000	862668529.200	14931.920
39.24%	DOI TAO	921581898.100	27186.000	361659084.200	17127.420
193.80%	FANG	833140033.800	121374.000	1614654958.000	16284.860
352.31%	HANG DONG	277675281.600	73538.000	978286093.400	9401.420
40.73%	HOT	1432099851.000	43843.000	583249438.300	21350.680
170.86%	KING AMPHOE DOI LO	213690299.900	27446.000	365117899.800	8247.410
61.55%	KING AMPHOE MAE ON	469581460.600	21726.000	289023955.800	12225.890
134.71%	MAE AI	765233819.700	77490.000	1030860091.000	15607.100
26.57%	MAE CHAEM	3357215647.000	67055.000	892041855.800	32689.980
243.86%	MAE RIM	456691316.100	83716.000	1113685422.000	12056.920
71.12%	MAE TAENG	1417593431.000	75784.000	1008164939.000	21242.270
60.76%	MAE WANG	675664588.800	30859.000	410521506.600	14665.290
2152.36%	MUEANG CHIANG MAI	150231953.400	243065.000	3233527010.000	6915.220
28.99%	OMKOI	2787321150.000	60737.000	807992635.800	29786.440
53.98%	PHRAO	1277737696.000	51844.000	689687837.900	20167.210
30.41%	SAMOENG	1019275819.000	23301.000	309976396.700	18012.370
510.58%	SAN KAMPHAENG	194077781.900	74488.000	990924073.600	7859.830
584.59%	SAN PA TONG	174341311.800	76612.000	1019179936.000	7449.470
422.48%	SAN SAI	341180584.300	108352.000	1441421507.000	10421.190
923.00%	SARAPHI	108379774.000	75196.000	1000342694.000	5873.530
54.30%	WIANG HAENG	717282716.100	29279.000	389502550.100	15110.200

Total feature:24

Total Area: 22060565587.6674

Mean Area:919190232.819473

SD Area:834069255.777963

Total Value: 1658298

Mean Value:69095.75

SD Value:45540.9967795382

Density: 7.51702395575501E-05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-4 ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2549 แบบซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
108.52%	CHAI PRAKAN	503528967.100	13643.000	546420608.800	12660.100
38.78%	CHIANG DAO	2160598632.000	20922.000	837954407.300	26224.800
67.02%	CHOM THONG	1105984977.000	18508.000	741270441.100	18762.890
129.62%	DOI SAKET	700456593.000	22669.000	907924120.900	14931.920
37.26%	DOI TAO	921581898.100	8574.000	343400300.500	17127.420
164.30%	FANG	833140033.800	34178.000	1368875142.000	16284.860
386.75%	HANG DONG	277675281.600	26813.000	1073896927.000	9401.420
36.84%	HOT	1432099851.000	13173.000	527596472.900	21350.680
179.91%	KING AMPHOE DOI LO	213690299.900	9599.000	384452937.300	8247.410
62.16%	KING AMPHOE MAE ON	469581460.600	7288.000	291894260.600	12225.890
118.88%	MAE AI	765233819.700	22714.000	909726431.800	15607.100
17.42%	MAE CHAEM	3357215647.000	14605.000	584950010.400	32689.980
239.05%	MAE RIM	456691316.100	27258.000	1091719779.000	12056.920
71.86%	MAE TAENG	1417593431.000	25434.000	1018666112.000	21242.270
53.30%	MAE WANG	675664588.800	8991.000	360101714.700	14665.290
2990.90%	MUEANG CHIANG MAI	150231953.400	112188.000	4493281189.000	6915.220
18.80%	OMKOI	2787321150.000	13081.000	523911748.400	29786.440
54.58%	PHRAO	1277737696.000	17412.000	697374158.300	20167.210
25.43%	SAMOENG	1019275819.000	6472.000	259212356.500	18012.370
570.65%	SAN KAMPHAENG	194077781.900	27652.000	1107500012.000	7859.830
624.06%	SAN PA TONG	174341311.800	27165.000	1087995004.000	7449.470
471.69%	SAN SAI	341180584.300	40181.000	1609303414.000	10421.190
963.19%	SARAPHI	108379774.000	26064.000	1043898464.000	5873.530
34.75%	WIANG HAENG	717282716.100	6223.000	249239569.600	15110.200

Total feature:24

Total Area: 22060565587.6674

Mean Area:919190232.819473

SD Area:834069255.777963

Total Value: 550807

Mean Value:22950.2916666667

SD Value:21116.5521610916

Density: 2.4967945532091E-05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 แบบซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
0.00%	กรุงเทพมหานคร	1582432607.000	0.000	0.000	22443.350
0.00%	สมุทรปราการ	948637689.100	0.000	0.000	17377.020
0.00%	นนทบุรี	626055484.400	0.000	0.000	14116.640
0.00%	ปทุมธานี	1519814079.000	0.000	0.000	21994.810
0.00%	พระนครศรีอยุธยา	2528408469.000	0.000	0.000	28369.300
152.27%	อ่างทอง	957025389.500	17574.210	1457268778.000	17453.670
626.18%	ลพบุรี	6133620367.000	463183.360	38407567061.000	44185.880
266.49%	สิงห์บุรี	820355236.600	26364.250	2186146540.000	16159.430
194.08%	ชัยนาท	2447377647.000	57282.880	4749946230.000	27911.010
138.08%	สระบุรี	3540968437.000	58964.570	4889393428.000	33572.690
289.07%	ชลบุรี	4489190137.000	156497.410	12976901349.000	37801.500
34.57%	ระยอง	3697174324.000	15415.590	1278274130.000	34305.210
27.68%	จันทบุรี	6376812053.000	21289.240	1765322296.000	45053.330
0.00%	ตราด	2875128279.000	0.000	0.000	30251.970
97.20%	ฉะเชิงเทรา	5177816466.000	60696.100	5032973402.000	40597.420
29.82%	ปราจีนบุรี	4928948634.000	17724.620	1469740906.000	39609.760
0.00%	นครนายก	2145687218.000	0.000	0.000	26134.140
173.72%	สระแก้ว	6950776955.000	145617.460	12074726432.000	47037.230
209.56%	นครราชสีมา	20768404102.000	524861.830	43521999438.000	81306.750
90.24%	บุรีรัมย์	10117531043.000	110107.670	9130223761.000	56749.540
68.01%	สุรินทร์	8858393988.000	72651.350	6024313130.000	53100.980
3.07%	ศรีสะเกษ	8936599994.000	3306.410	274170392.900	53334.870
1.37%	อุบลราชธานี	15646379367.000	2592.340	214959087.400	70571.930
45.44%	ยโสธร	4128985870.000	22627.660	1876305247.000	36253.230
263.30%	ชัยภูมิ	12668241541.000	402263.290	33356021872.000	63501.390
49.73%	อำนาจเจริญ	3271798462.000	19621.180	1627005310.000	32271.440
71.51%	หนองบัวลำภู	4089751316.000	35267.200	2924386897.000	36080.580
337.01%	ขอนแก่น	10647050099.000	432725.870	35882005500.000	58215.640
383.79%	อุดรธานี	11111453772.000	514279.200	42644478554.000	59471.720
70.56%	เลย	10405977782.000	88545.730	7342288943.000	57552.810
36.85%	หนองคาย	7301671807.000	32448.930	2690693497.000	48209.900
141.93%	มหาสารคาม	5644562322.000	96614.700	8011374953.000	42387.730
70.59%	ร้อยเอ็ด	7836714060.000	66713.510	5531942272.000	49945.010
268.19%	กาฬสินธุ์	6935012270.000	224302.090	18599324387.000	46983.860
49.72%	สกลนคร	9580493367.000	57440.240	4762994659.000	55222.870
6.83%	นครพนม	5556188326.000	4574.230	379299130.000	42054.600
185.62%	มุกดาหาร	4189020386.000	93772.240	7775675698.000	36515.840

ตารางที่ ข-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 แบบซ้อนทับ (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
0.00%	เชียงใหม่	22129921001.000	0.000	0.000	83929.570
0.00%	ลำพูน	4483744074.000	0.000	0.000	37778.570
18.02%	ลำปาง	12436441122.000	27032.970	2241597384.000	62917.740
53.60%	อุตรดิตถ์	7803023252.000	50438.440	4182399313.000	49837.530
7.72%	แพร่	6542977958.000	6089.850	504975658.600	45636.550
0.00%	น่าน	12169343317.000	0.000	0.000	62238.430
0.00%	พะเยา	6230911110.000	0.000	0.000	44534.940
0.00%	เชียงราย	11576699030.000	0.000	0.000	60704.020
0.00%	แม่ฮ่องสอน	12731110646.000	0.000	0.000	63658.770
312.21%	นครสวรรค์	9424542578.000	354847.260	29424243425.000	54771.570
135.54%	อุทัยธานี	6683260430.000	109243.980	9058605835.000	46123.180
329.82%	กำแพงเพชร	8643245864.000	343784.420	28506903110.000	52452.170
1.64%	ตาก	17257324804.000	3421.460	283710438.900	74115.970
195.76%	สุโขทัย	6619365947.000	156273.570	12958340342.000	45902.170
66.35%	พิษณุโลก	10653664160.000	85249.070	7068927029.000	58233.720
71.71%	พิจิตร	4449185188.000	38475.300	3190405339.000	37632.690
122.81%	เพชรบูรณ์	12598023760.000	186589.950	15472200939.000	63325.160
236.75%	ราชบุรี	5169634116.000	147597.830	12238940435.000	40565.330
170.10%	กาญจนบุรี	19407961548.000	398115.290	33012066104.000	78598.640
528.64%	สุพรรณบุรี	5400069191.000	344269.630	28547137145.000	41459.560
291.01%	นครปฐม	2158070083.000	75736.140	6280106599.000	26209.450
0.00%	สมุทรสาคร	852131157.200	0.000	0.000	16469.420
0.00%	สมุทรสงคราม	408324498.600	0.000	0.000	11400.600
39.61%	เพชรบุรี	6221793893.000	29722.490	2464614721.000	44502.340
26.46%	ประจวบคีรีขันธ	6371335058.000	20329.600	1685748113.000	45033.980
0.00%	นครศรีธรรมราช	9975068798.000	0.000	0.000	56348.580
0.00%	กระบี่	4940900339.000	0.000	0.000	39657.750
0.00%	พังงา	4242743075.000	0.000	0.000	36749.250
0.00%	ภูเก็ต	541909782.500	0.000	0.000	13133.740
0.00%	สุราษฎร์ธานี	13153807025.000	0.000	0.000	64706.930
0.00%	ระนอง	3210093459.000	0.000	0.000	31965.680
0.00%	ชุมพร	5976741931.000	0.000	0.000	43617.150
0.00%	สงขลา	7815136702.000	0.000	0.000	49876.200
0.00%	สตูล	2666800544.000	0.000	0.000	29135.360
0.00%	ตรัง	4912206079.000	0.000	0.000	39542.430
0.00%	พัทลุง	3744460999.000	0.000	0.000	34523.890
0.00%	ปัตตานี	1958236980.000	0.000	0.000	24966.500
0.00%	ยะลา	4484675517.000	0.000	0.000	37782.490
0.00%	นราธิวาส	4493300839.000	0.000	0.000	37818.810

ตารางที่ ข-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 แบบซ้อนทับ (ต่อ)

Total feature:76

Total Area: 515978645233.911

Mean Area:6789192700.4462

SD Area:4758038551.57901

Total Value: 6222542.61

Mean Value:81875.5606578947

SD Value:136141.501949876

Density: 1.20596901974094E-05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-6 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 แบบซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
552.49%	KHLONG SAN	5957075.420	17062.000	32912318.950	1377.020
31.67%	KHLONG SAM WA	114304048.900	18766.000	36199307.080	6031.920
173.20%	KHLONG TOEI	13398091.000	12030.000	23205673.250	2065.130
114.49%	KHAN NA YAO	25565268.390	15173.000	29268468.840	2852.660
134.24%	CHATUCHAK	32549057.200	22652.000	43695337.520	3218.800
228.52%	CHOM THONG	23146757.060	27421.000	52894660.520	2714.380
99.74%	DON MUEANG	36788994.090	19023.000	36695055.870	3422.030
331.74%	DIN DAENG	8539459.620	14686.000	28329053.810	1648.690
206.03%	DUSIT	11465439.020	12246.000	23622333.710	1910.380
83.78%	TALING CHAN	35820714.920	15558.000	30011127.540	3376.700
50.56%	THAWI WATTHANA	50328260.780	13191.000	25445223.260	4002.500
66.34%	THUNG KHRU	32493241.460	11174.000	21554463.250	3216.040
446.71%	THON BURI	8079383.500	18710.000	36091283.990	1603.670
345.34%	BANGKOK NOI	12318907.750	22054.000	42541805.300	1980.210
445.18%	BANGKOK YAI	6307650.710	14557.000	28080214.920	1416.960
124.28%	BANG KAPI	27646181.590	17812.000	34359056.680	2966.490
31.60%	BANG KHUN THIAN	122303288.800	20038.000	38652974.270	6239.420
402.86%	BANG KHO LAEM	8432643.280	17611.000	33971330.970	1638.350
390.08%	BANG SUE	12993261.450	26275.000	50684045.270	2033.690
137.79%	BANG NA	17758027.820	12685.000	24469157.530	2377.510
76.82%	BANG BON	34058091.290	13563.000	26162805.170	3292.570
262.56%	BANG PHLAT	11782251.010	16037.000	30935110.710	1936.600
501.55%	BANG RAK	4031420.880	10482.000	20219606.560	1132.800
130.08%	BANG KHEN	40819604.460	27527.000	53099132.790	3604.620
125.66%	BANG KHAE	47856383.560	31174.000	60134136.140	3902.970
118.19%	BUENG KUM	23493073.660	14394.000	27765790.580	2734.610
229.70%	PATHUM WAN	8067762.790	9607.000	18531745.870	1602.510
86.29%	PRAWET	53691456.660	24019.000	46332258.160	4134.070
847.44%	POM PRAP SATTRU	2423971.880	10649.000	20541746.830	878.390
187.15%	PHAYA THAI	9059878.050	8790.000	16955766.240	1698.190
354.48%	PHRA NAKHON	5404763.470	9932.000	19158665.560	1311.640
181.71%	PHRA KHANONG	13361689.760	12587.000	24280117.140	2062.320
241.80%	PHASI CHAROEN	19125160.640	23974.000	46245453.900	2467.330
61.17%	MIN BURI	61346372.770	19452.000	37522589.860	4418.950
227.89%	YAN NAWA	12105247.090	14301.000	27586395.100	1962.960
233.76%	RATCHATHEWI	7167666.740	8686.000	16755151.940	1510.480
188.52%	RAT BURANA	12680892.600	12393.000	23905894.310	2009.090

ตารางที่ ข-6 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 แบบซ้อนทับ (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
25.59%	LAT KRABANG	128397786.900	17034.000	32858307.400	6392.990
143.48%	LAT PHRAO	20734631.170	15423.000	29750714.750	2569.050
177.42%	WANG THONG LANG	17411029.170	16014.000	30890744.090	2354.170
163.28%	WATTHANA	12998659.600	11003.000	21224607.040	2034.110
124.16%	SUAN LUANG	24142921.560	15540.000	29976405.840	2772.170
90.24%	SAPHAN SUNG	28101165.320	13146.000	25358418.990	2990.800
1034.77%	SAMPHANTHAWONG	1408194.810	7554.000	14571542.450	669.510
447.68%	SATHON	7551748.670	17526.000	33807367.360	1550.420
63.86%	SAI MAI	43437678.780	14380.000	27738784.810	3718.420
17.73%	NONG CHOK	236807338.800	21763.000	41980471.060	8682.060
96.07%	NONG KHAEM	36103997.710	17981.000	34685054.920	3390.020
139.32%	LAK SI	22701613.730	16396.000	31627615.840	2688.150
155.96%	HUAI KHWANG	16408913.490	13267.000	25591826.010	2285.410

Total feature:50

Total Area: 1568877119.96697

Mean Area:31377542.3993393

SD Area:40831409.1827271

Total Value: 813318

Mean Value:16266.36

SD Value:5296.41396495433

Density: 5.18407713165659E-04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-7 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 แบบซ้อนทับ

Map Units: meters

Cartogram Type: Feature Shape non-contiguous

Distance Units: meters

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
307.20%	KHLONG SAN	5957075.420	9590.000	18300427.280	1377.020
37.23%	KHLONG SAM WA	114304048.900	22299.000	42552787.050	6031.920
204.91%	KHLONG TOEI	13398091.000	14387.000	27454457.480	2065.130
116.79%	KHAN NA YAO	25565268.390	15646.000	29856984.900	2852.660
126.49%	CHATUCHAK	32549057.200	21575.000	41171190.660	3218.800
213.03%	CHOM THONG	23146757.060	25840.000	49310014.680	2714.380
119.47%	DON MUEANG	36788994.090	23033.000	43953466.260	3422.030
400.34%	DIN DAENG	8539459.620	17915.000	34186877.440	1648.690
235.68%	DUSIT	11465439.020	14160.000	27021277.390	1910.380
88.34%	TALING CHAN	35820714.920	16583.000	31645045.410	3376.700
59.25%	THAWI WATTHANA	50328260.780	15627.000	29820727.530	4002.500
68.33%	THUNG KHRU	32493241.460	11635.000	22202864.580	3216.040
302.82%	THON BURI	8079383.500	12821.000	24466087.390	1603.670
300.72%	BANGKOK NOI	12318907.750	19413.000	37045484.330	1980.210
427.51%	BANGKOK YAI	6307650.710	14131.000	26965937.210	1416.960
133.87%	BANG KAPI	27646181.590	19394.000	37009226.960	2966.490
35.48%	BANG KHUN THIAN	122303288.800	22740.000	43394339.550	6239.420
332.41%	BANG KHO LAEM	8432643.280	14689.000	28030758.730	1638.350
325.41%	BANG SUE	12993261.450	22157.000	42281810.960	2033.690
143.31%	BANG NA	17758027.820	13336.000	25448852.780	2377.510
78.85%	BANG BON	34058091.290	14073.000	26855256.830	3292.570
204.20%	BANG PHLAT	11782251.010	12608.000	24059623.260	1936.600
404.24%	BANG RAK	4031420.880	8540.000	16296730.860	1132.800
125.76%	BANG KHEN	40819604.460	26901.000	51334702.200	3604.620
119.89%	BANG KHAE	47856383.560	30066.000	57374415.690	3902.970
170.93%	BUENG KUM	23493073.660	21043.000	40155984.480	2734.610
152.87%	PATHUM WAN	8067762.790	6463.000	12333228.520	1602.510
85.32%	PRAWET	53691456.660	24007.000	45812133.220	4134.070
688.22%	POM PRAP SATTRU	2423971.880	8742.000	16682203.880	878.390
240.43%	PHAYA THAI	9059878.050	11415.000	21783042.480	1698.190
370.06%	PHRA NAKHON	5404763.470	10481.000	20000706.810	1311.640
230.94%	PHRA KHANONG	13361689.760	16170.000	30856924.820	2062.320
187.42%	PHASI CHAROEN	19125160.640	18784.000	35845174.760	2467.330
63.87%	MIN BURI	61346372.770	20532.000	39180852.220	4418.950
225.51%	YAN NAWA	12105247.090	14305.000	27297978.330	1962.960
225.15%	RATCHATHEWI	7167666.740	8457.000	16138343.430	1510.480
187.78%	RAT BURANA	12680892.600	12478.000	23811546.560	2009.090

ตารางที่ ข-7 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 แบบซ้อนทับ (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Cart Area	Radius
30.50%	LAT KRABANG	128397786.900	20521.000	39159861.120	6392.990
156.23%	LAT PHRAO	20734631.170	16975.000	32393092.070	2569.050
168.69%	WANG THONG LANG	17411029.170	15391.000	29370372.910	2354.170
165.91%	WATTHANA	12998659.600	11301.000	21565498.290	2034.110
150.22%	SUAN LUANG	24142921.560	19005.000	36266905.150	2772.170
74.58%	SAPHAN SUNG	28101165.320	10983.000	20958664.520	2990.800
873.51%	SAMPHANTHAWONG	1408194.810	6446.000	12300787.720	669.510
364.59%	SATHON	7551748.670	14428.000	27532697.050	1550.420
116.66%	SAI MAI	43437678.780	26554.000	50672528.240	3718.420
16.75%	NONG CHOK	236807338.800	20787.000	39667464.210	8682.060
120.53%	NONG KHAEM	36103997.710	22804.000	43516469.610	3390.020
94.89%	LAK SI	22701613.730	11289.000	21542598.910	2688.150
158.41%	HUAI KHWANG	16408913.490	13621.000	25992713.230	2285.410

Total feature:50

Total Area: 1568877119.96697

Mean Area:31377542.3993393

SD Area:40831409.1827271

Total Value: 822141

Mean Value:16442.82

SD Value:5641.51755054092

Density: 5.24031480564463E-04

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ตารางข้อมูลคุณลักษณะของ Contiguous Cartogram

ตารางที่ ค-1 ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2552

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
287.87%	BANGKOK	1568877119.000	5658953.000	4516388952.230
31.96%	NAKHON PATHOM	2140797877.000	808961.000	684178920.179
124.04%	NONTHABURI	633250509.100	972280.000	785464609.574
45.30%	PATHUM THANI	1519900288.000	815402.000	688495366.119
94.66%	SAMUT PRAKAN	960039817.400	1077523.000	908738565.913
40.55%	SAMUT SONGKHRAM	409051228.600	195068.000	165885729.032
45.18%	SAMUT SAKHON	864132336.400	452017.000	390392809.170

ตารางที่ ค-2 ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี พ.ศ.2552

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
284.57%	BANGKOK	1568877119.000	2006468.000	4464565285.130
27.11%	NAKHON PATHOM	2140797877.000	242668.000	580275944.624
137.72%	NONTHABURI	633250509.100	388552.000	872107275.117
50.05%	PATHUM THANI	1519900288.000	325149.000	760679017.455
95.94%	SAMUT PRAKAN	960039817.400	392552.000	921025938.213
29.74%	SAMUT SONGKHRAM	409051228.600	49526.000	121649747.786
48.77%	SAMUT SAKHON	864132336.400	176742.000	421467025.068

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-3 ข้อมูลจำนวนประชากรรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2549

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
128.24%	CHAI PRAKAN	503528967.100	47926.000	645727365.653
55.02%	CHIANG DAO	2160598632.000	87071.000	1188720515.510
79.62%	CHOM THONG	1105984977.000	65563.000	880577447.752
126.30%	DOI SAKET	700456593.000	64847.000	884703656.661
41.39%	DOI TAO	921581898.100	27186.000	381451162.538
188.44%	FANG	833140033.800	121374.000	1569984476.720
478.74%	HANG DONG	277675281.600	73538.000	1329354510.350
41.82%	HOT	1432099851.000	43843.000	598908330.178
162.44%	KING AMPHOE DOI LO	213690299.900	27446.000	347122220.645
71.65%	KING AMPHOE MAE ON	469581460.600	21726.000	336446595.719
132.58%	MAE AI	765233819.700	77490.000	1014546240.670
28.57%	MAE CHAEM	3357215647.000	67055.000	959159211.122
261.86%	MAE RIM	456691316.100	83716.000	1195909132.580
73.54%	MAE TAENG	1417593431.000	75784.000	1042539793.740
72.21%	MAE WANG	675664588.800	30859.000	487892559.708
1870.12%	MUEANG CHIANG MAI	150231953.400	243065.000	2809518541.560
31.64%	OMKOI	2787321150.000	60737.000	882030627.860
56.73%	PHRAO	1277737696.000	51844.000	724850590.471
39.62%	SAMOENG	1019275819.000	23301.000	403788818.872
454.03%	SAN KAMPHAENG	194077781.900	74488.000	881177614.215
528.14%	SAN PA TONG	174341311.800	76612.000	920773260.697
393.22%	SAN SAI	341180584.300	108352.000	1341587553.600
909.49%	SARAPHI	108379774.000	75196.000	985701149.022
55.60%	WIANG HAENG	717282716.100	29279.000	398835886.309

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-4 ข้อมูลจำนวนครัวเรือนรวมของจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2549

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
110.03%	CHAI PRAKAN	503528967.100	13643.000	554014536.660
40.59%	CHIANG DAO	2160598632.000	20922.000	876955406.251
68.52%	CHOM THONG	1105984977.000	18508.000	757839673.364
133.26%	DOI SAKET	700456593.000	22669.000	933423688.656
39.36%	DOI TAO	921581898.100	8574.000	362776451.806
160.16%	FANG	833140033.800	34178.000	1334329327.580
561.98%	HANG DONG	277675281.600	26813.000	1560488848.140
37.70%	HOT	1432099851.000	13173.000	539856913.311
169.26%	KING AMPHOE DOI LO	213690299.900	9599.000	361697662.366
73.02%	KING AMPHOE MAE ON	469581460.600	7288.000	342883609.364
117.81%	MAE AI	765233819.700	22714.000	901559066.866
19.67%	MAE CHAEM	3357215647.000	14605.000	660511698.963
267.82%	MAE RIM	456691316.100	27258.000	1223089872.070
74.07%	MAE TAENG	1417593431.000	25434.000	1050041068.770
66.03%	MAE WANG	675664588.800	8991.000	446167801.997
2575.59%	MUEANG CHIANG MAI	150231953.400	112188.000	3869363374.980
21.94%	OMKOI	2787321150.000	13081.000	611608408.573
56.97%	PHRAO	1277737696.000	17412.000	727985926.807
35.12%	SAMOENG	1019275819.000	6472.000	357937259.237
507.05%	SAN KAMPHAENG	194077781.900	27652.000	984073143.966
563.60%	SAN PA TONG	174341311.800	27165.000	982587712.231
439.97%	SAN SAI	341180584.300	40181.000	1501103471.990
998.44%	SARAPHI	108379774.000	26064.000	1082101678.840
36.98%	WIANG HAENG	717282716.100	6223.000	265262116.537

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
9.09%	กรุงเทพมหานคร	1582432607.000	0.000	143914278.268
17.82%	สมุทรปราการ	948637689.100	0.000	169089549.258
22.48%	นนทบุรี	626055484.400	0.000	140708994.316
5.23%	ปทุมธานี	1519814079.000	0.000	79524009.175
41.02%	พระนครศรีอยุธยา	2528408469.000	0.000	1037232823.420
195.64%	อ่างทอง	957025389.500	17574.210	1872333068.970
564.91%	ลพบุรี	6133620367.000	463183.360	34649344532.400
329.27%	สิงห์บุรี	820355236.600	26364.250	2701181065.520
212.20%	ชัยนาท	2447377647.000	57282.880	5193235332.760
180.18%	สระบุรี	3540968437.000	58964.570	6380111658.400
245.76%	ชลบุรี	4489190137.000	156497.410	11032585655.300
57.56%	ระยอง	3697174324.000	15415.590	2128233850.120
35.90%	จันทบุรี	6376812053.000	21289.240	2289372523.710
28.04%	ตราด	2875128279.000	0.000	806195933.272
94.16%	ฉะเชิงเทรา	5177816466.000	60696.100	4875527010.570
49.79%	ปราจีนบุรี	4928948634.000	17724.620	2454180850.030
23.58%	นครนายก	2145687218.000	0.000	505933427.179
163.43%	สระแก้ว	6950776955.000	145617.460	11359326220.100
207.13%	นครราชสีมา	20768404102.000	524861.830	43017121251.100
96.38%	บุรีรัมย์	10117531043.000	110107.670	9751063923.710
66.49%	สุรินทร์	8858393988.000	72651.350	5889783524.720
7.17%	ศรีสะเกษ	8936599994.000	3306.410	640670869.309
9.48%	อุบลราชธานี	15646379367.000	2592.340	1482981010.010
52.59%	ยโสธร	4128985870.000	22627.660	2171580555.960
263.79%	ชัยภูมิ	12668241541.000	402263.290	33417076079.300
48.60%	อำนาจเจริญ	3271798462.000	19621.180	1589958670.880
117.97%	หนองบัวลำภู	4089751316.000	35267.200	4824663629.580
318.42%	ขอนแก่น	10647050099.000	432725.870	33902631193.000
342.56%	อุดรธานี	11111453772.000	514279.200	38063009184.100
80.33%	เลย	10405977782.000	88545.730	8359427855.420
59.39%	หนองคาย	7301671807.000	32448.930	4336325829.500
149.20%	มหาสารคาม	5644562322.000	96614.700	8421441306.960
79.58%	ร้อยเอ็ด	7836714060.000	66713.510	6236384085.540
254.74%	กาฬสินธุ์	6935012270.000	224302.090	17666251813.900
55.46%	สกลนคร	9580493367.000	57440.240	5312954472.650

ตารางที่ ค-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
22.21%	นครพนม	5556188326.000	4574.230	1234284024.600
164.70%	มุกดาหาร	4189020386.000	93772.240	6899221486.860
2.21%	เชียงใหม่	22129921001.000	0.000	488177347.719
2.01%	ลำพูน	4483744074.000	0.000	90287958.686
18.99%	ลำปาง	12436441122.000	27032.970	2361410747.490
54.32%	อุตรดิตถ์	7803023252.000	50438.440	4238540272.220
11.41%	แพร่	6542977958.000	6089.850	746239217.162
7.09%	น่าน	12169343317.000	0.000	863338581.205
2.29%	พะเยา	6230911110.000	0.000	142675368.332
7.07%	เชียงราย	11576699030.000	0.000	818815558.886
6.10%	แม่ฮ่องสอน	12731110646.000	0.000	777043403.150
300.67%	นครสวรรค์	9424542578.000	354847.260	28337103433.000
155.08%	อุทัยธานี	6683260430.000	109243.980	10364629477.200
307.77%	กำแพงเพชร	8643245864.000	343784.420	26601535432.400
18.01%	ตาก	17257324804.000	3421.460	3107480374.050
175.91%	สุโขทัย	6619365947.000	156273.570	11644365230.300
69.93%	พิษณุโลก	10653664160.000	85249.070	7450430844.940
83.97%	พิจิตร	4449185188.000	38475.300	3735833146.690
132.76%	เพชรบูรณ์	12598023760.000	186589.950	16725219279.900
222.91%	ราชบุรี	5169634116.000	147597.830	11523765238.300
179.24%	กาญจนบุรี	19407961548.000	398115.290	34786677463.300
459.32%	สุพรรณบุรี	5400069191.000	344269.630	24803464936.200
275.96%	นครปฐม	2158070083.000	75736.140	5955386907.340
42.15%	สมุทรสาคร	852131157.200	0.000	359135676.805
53.45%	สมุทรสงคราม	408324498.600	0.000	218261393.614
51.65%	เพชรบุรี	6221793893.000	29722.490	3213560914.500
38.34%	ประจวบคีรีขันธ	6371335058.000	20329.600	2442731847.720
7.65%	นครศรีธรรมราช	9975068798.000	0.000	762855859.698
5.32%	กระบี่	4940900339.000	0.000	263069263.589
10.22%	พังงา	4242743075.000	0.000	433652689.991
42.03%	ภูเก็ต	541909782.500	0.000	227759243.543
5.68%	สุราษฎร์ธานี	13153807025.000	0.000	746965635.091
10.22%	ระนอง	3210093459.000	0.000	328111640.411
11.24%	ชุมพร	5976741931.000	0.000	671803162.482

ตารางที่ ค-5 ข้อมูลพื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย ปี พ.ศ.2551 (ต่อ)

9.41%	สงขลา	7815136702.000	0.000	735466029.234
14.53%	สตูล	2666800544.000	0.000	387464895.554
2.55%	ตรัง	4912206079.000	0.000	125483248.434
0.79%	พัทลุง	3744460999.000	0.000	29689378.603
18.20%	ปัตตานี	1958236980.000	0.000	356418921.377
6.05%	ยะลา	4484675517.000	0.000	271359670.938
11.23%	นราธิวาส	4493300839.000	0.000	504485673.130

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-6 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
570.73%	KHLONG SAN	5957075.420	17062.000	33998701.063
32.92%	KHLONG SAM WA	114304048.900	18766.000	37630710.941
174.01%	KHLONG TOEI	13398091.000	12030.000	23314672.851
110.60%	KHAN NA YAO	25565268.390	15173.000	28275569.201
138.31%	CHATUCHAK	32549057.200	22652.000	45018003.414
230.08%	CHOM THONG	23146757.060	27421.000	53256056.361
99.83%	DON MUEANG	36788994.090	19023.000	36725458.675
308.45%	DIN DAENG	8539459.620	14686.000	26339911.745
217.30%	DUSIT	11465439.020	12246.000	24914189.307
90.70%	TALING CHAN	35820714.920	15558.000	32489306.407
53.29%	THAWI WATTHANA	50328260.780	13191.000	26820689.061
70.47%	THUNG KHRU	32493241.460	11174.000	22899257.384
450.10%	THON BURI	8079383.500	18710.000	36365453.196
335.33%	BANGKOK NOI	12318907.750	22054.000	41308817.631
436.70%	BANGKOK YAI	6307650.710	14557.000	27545500.303
124.31%	BANG KAPI	27646181.590	17812.000	34367952.864
34.95%	BANG KHUN THIAN	122303288.800	20038.000	42749903.428
401.65%	BANG KHO LAEM	8432643.280	17611.000	33869888.131
359.97%	BANG SUE	12993261.450	26275.000	46771625.822
137.27%	BANG NA	17758027.820	12685.000	24376676.990
78.67%	BANG BON	34058091.290	13563.000	26794367.751
256.43%	BANG PHLAT	11782251.010	16037.000	30213555.116
475.86%	BANG RAK	4031420.880	10482.000	19183860.822
126.96%	BANG KHEN	40819604.460	27527.000	51822687.483
126.33%	BANG KHAE	47856383.560	31174.000	60455996.659
118.18%	BUENG KUM	23493073.660	14394.000	27764426.802
240.19%	PATHUM WAN	8067762.790	9607.000	19377770.879
86.86%	PRAWET	53691456.660	24019.000	46635323.908
722.30%	POM PRAP SATTRU	2423971.880	10649.000	17508343.950
193.45%	PHAYA THAI	9059878.050	8790.000	17526558.456
382.50%	PHRA NAKHON	5404763.470	9932.000	20673182.022
174.40%	PHRA KHANONG	13361689.760	12587.000	23302446.313
238.03%	PHASI CHAROEN	19125160.640	23974.000	45523312.474
58.91%	MIN BURI	61346372.770	19452.000	36138570.258
232.32%	YAN NAWA	12105247.090	14301.000	28122746.205
235.55%	RATCHATHEWI	7167666.740	8686.000	16883353.939

ตารางที่ ค-6 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2549 (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
196.91%	RAT BURANA	12680892.600	12393.000	24969575.045
26.77%	LAT KRABANG	128397786.900	17034.000	34367766.563
142.73%	LAT PHRAO	20734631.170	15423.000	29595320.640
173.24%	WANG THONG LANG	17411029.170	16014.000	30162262.377
162.72%	WATTHANA	12998659.600	11003.000	21151166.843
123.83%	SUAN LUANG	24142921.560	15540.000	29895528.169
88.57%	SAPHAN SUNG	28101165.320	13146.000	24888445.351
888.86%	SAMPHANTHAWONG	1408194.810	7554.000	12516905.622
431.32%	SATHON	7551748.670	17526.000	32571838.379
65.52%	SAI MAI	43437678.780	14380.000	28461623.794
19.63%	NONG CHOK	236807338.800	21763.000	46487378.590
96.59%	NONG KHAEM	36103997.710	17981.000	34871605.496
137.00%	LAK SI	22701613.730	16396.000	31102249.240
160.77%	HUAI KHWANG	16408913.490	13267.000	26379845.503

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-7 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
342.26%	KHLONG SAN	5957075.420	9590.000	20388918.668
38.34%	KHLONG SAM WA	114304048.900	22299.000	43820894.536
202.22%	KHLONG TOEI	13398091.000	14387.000	27093532.240
113.47%	KHAN NA YAO	25565268.390	15646.000	29009082.896
130.16%	CHATUCHAK	32549057.200	21575.000	42365531.821
211.36%	CHOM THONG	23146757.060	25840.000	48923943.881
118.34%	DON MUEANG	36788994.090	23033.000	43537928.889
369.16%	DIN DAENG	8539459.620	17915.000	31524283.716
241.07%	DUSIT	11465439.020	14160.000	27639943.332
93.71%	TALING CHAN	35820714.920	16583.000	33567075.817
61.55%	THAWI WATTHANA	50328260.780	15627.000	30979227.109
72.31%	THUNG KHRU	32493241.460	11635.000	23497216.341
309.36%	THON BURI	8079383.500	12821.000	24994191.888
292.94%	BANGKOK NOI	12318907.750	19413.000	36087283.966
411.16%	BANGKOK YAI	6307650.710	14131.000	25934258.367
134.97%	BANG KAPI	27646181.590	19394.000	37314910.558
38.60%	BANG KHUN THIAN	122303288.800	22740.000	47203948.593
329.44%	BANG KHO LAEM	8432643.280	14689.000	27780123.161
302.26%	BANG SUE	12993261.450	22157.000	39273923.109
144.51%	BANG NA	17758027.820	13336.000	25661560.602
80.59%	BANG BON	34058091.290	14073.000	27446623.328
204.88%	BANG PHLAT	11782251.010	12608.000	24139809.677
378.44%	BANG RAK	4031420.880	8540.000	15256428.078
124.97%	BANG KHEN	40819604.460	26901.000	51011087.565
119.97%	BANG KHAE	47856383.560	30066.000	57415589.628
166.36%	BUENG KUM	23493073.660	21043.000	39083579.002
171.14%	PATHUM WAN	8067762.790	6463.000	13807297.897
86.08%	PRAWET	53691456.660	24007.000	46215583.257
594.21%	POM PRAP SATTRU	2423971.880	8742.000	14403538.375
244.09%	PHAYA THAI	9059878.050	11415.000	22113974.097
383.77%	PHRA NAKHON	5404763.470	10481.000	20741720.059
219.35%	PHRA KHANONG	13361689.760	16170.000	29308625.155
188.45%	PHASI CHAROEN	19125160.640	18784.000	36041907.389
61.64%	MIN BURI	61346372.770	20532.000	37812211.959
226.41%	YAN NAWA	12105247.090	14305.000	27407375.526
233.82%	RATCHATHEWI	7167666.740	8457.000	16759480.249
191.68%	RAT BURANA	12680892.600	12478.000	24306518.993

ตารางที่ ค-7 ข้อมูลผลการเลือกตั้งสมาชิกสภากรุงเทพมหานคร (ส.ก.) ปี พ.ศ.2553 (ต่อ)

Scale %	Feature	Area	Value	Shape_Area
31.44%	LAT KRABANG	128397786.900	20521.000	40361992.143
155.30%	LAT PHRAO	20734631.170	16975.000	32200295.016
166.43%	WANG THONG LANG	17411029.170	15391.000	28978041.482
167.07%	WATTHANA	12998659.600	11301.000	21716346.402
148.41%	SUAN LUANG	24142921.560	19005.000	35829849.429
74.85%	SAPHAN SUNG	28101165.320	10983.000	21034199.382
737.34%	SAMPHANTHAWONG	1408194.810	6446.000	10383195.472
352.65%	SATHON	7551748.670	14428.000	26630876.297
114.91%	SAI MAI	43437678.780	26554.000	49912668.852
18.72%	NONG CHOK	236807338.800	20787.000	44323411.641
119.32%	NONG KHAEM	36103997.710	22804.000	43078366.553
96.76%	LAK SI	22701613.730	11289.000	21966393.836
164.04%	HUAI KHWANG	16408913.490	13621.000	26917761.098

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ: นางสาว แวววรรณ คำฟองเครือ

วันเดือนปีเกิด: 18 มกราคม พ.ศ. 2527 ณ จังหวัดลำปาง

คุณวุฒิทางการศึกษา :

พ.ศ.2549 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ผลงานทางวิชาการ

บทความตีพิมพ์และการบรรยาย

แวววรรณ คำฟองเครือ และวิชัย เยี่ยงวีรชน. 2552. การศึกษารูปแบบคาร์โตแกรมในการนำเสนอข้อมูลภูมิสารสนเทศ. การประชุมวิชาการ เทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศแห่งชาติ ประจำปี 2552. ณ อิมแพ็ค เมืองทองธานี 16-18 ธันวาคม 2552

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย