



โครงการเผยแพร่ผลงานวิชาการ
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ลำดับที่ 173

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการและการประยุกต์



ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการและการประยุกต์

หากสนใจหนังสือวิชาการของคณาจารย์และนิสิต
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
โปรดติดต่อ

โครงการเผยแพร่ผลงานวิชาการ
คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 02-218-4888 โทรสาร 02-218-4888
ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทรศัพท์ 02-218-7000 โทรสาร 02-255-4441

หรือ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ISBN 978-616-407-279-4



9 786164 072794

ราคา 360 บาท

ดร.พรณี ชื่นศิริวัฒน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณี ชื่นศิริวัฒน์
ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โครงการเผยแพร่ผลงานวิชาการ

คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับที่ 173

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการและการประยุกต์

Geographic Information System: Principles and Applications

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์

ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พรรณี ชีวินศิริวัฒน์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการและการประยุกต์

กรุงเทพฯ: โครงการเผยแพร่ผลงานวิชาการ คณะอักษรศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

218 หน้า

ISBN: 978-616-407-279-4

จัดพิมพ์โดย	โครงการเผยแพร่ผลงานวิชาการ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รองฉบับดี	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรรณี ชีวินศิริวัฒน์ โทร. (02) 218 – 4888

พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม มกราคม พ.ศ. 2561

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

คำนำ

หนังสือเล่มนี้เขียนขึ้นเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับผู้สนใจศึกษาเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเน้นที่หลักการและการประยุกต์ มีวัตถุประสงค์ 2 ประการ ได้แก่ ประการที่ 1 เพื่อเป็นหนังสืออ่านประกอบสำหรับการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษา และประการที่ 2 เพื่อให้ความรู้กับบุคคลทั่วไปที่สนใจการประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แต่ไม่มีพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับภูมิศาสตร์ หนังสือเล่มนี้จึงเหมาะกับผู้อ่านที่ต้องการทราบถึงหลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และผู้อ่านที่นอกจากต้องการทราบหลักการแล้ว ยังต้องการศึกษาต่อไปว่าระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ในสิ่งแวดล้อมหรือสถานการณ์ใดได้บ้าง จากวัตถุประสงค์ดังกล่าว หนังสือเล่มนี้จึงไม่ได้นำเสนอแนวปฏิบัติที่อิงการใช้ซอฟต์แวร์โดยตรง เนื่องจากมีหนังสือและตำราเกี่ยวกับการใช้ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อยู่จำนวนหนึ่งแล้วในตลาดวิชาการปัจจุบัน

ในบทที่ 1 – 4 เป็นการให้ความรู้ในหลักการ เริ่มจากการแนะนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในบทที่ 1 จากนั้นบทที่ 2 เป็นการให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับแนวคิดเชิงพื้นที่เพื่อให้ผู้อ่านได้มีกรอบความคิดในการมองโจทย์บนพื้นที่ที่สามารถนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไปใช้ในการวิเคราะห์และให้ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับแผนที่เพื่อการนำเสนอข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้อย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ บทที่ 3 กล่าวถึงแบบจำลองข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งกล่าวถึงการแทนข้อมูลเชิงพื้นที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ซึ่งเป็นระบบคอมพิวเตอร์ และ

บทที่ 4 กล่าวถึงการใช้ฐานข้อมูล ในการจัดเก็บและจัดการข้อมูลภูมิศาสตร์ สำหรับบทที่ 5 – 8 เป็นการนำหลักการไปสู่ภาคปฏิบัติและการประยุกต์ เนื่องจากหนังสือเล่มนี้ไม่ใช่หนังสือแบบฝึกหัด ภาคปฏิบัติและการประยุกต์จึงหมายถึงการแทรกตัวอย่างการทำงาน เพื่อประกอบคำบรรยายเกี่ยวกับหน้าที่การทำงานต่างๆ ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยในบทที่ 5 กล่าวถึงการนำเสนอข้อมูลด้วยแผนที่ เริ่มจากการออกแบบเค้าโครงไปจนถึงการให้สัญลักษณ์แผนที่ในรูปแบบต่าง ๆ บทที่ 6 เป็นการนำเสนอวิธีการสอบถามข้อมูลที่จัดเก็บไว้ในระบบ บทที่ 7 อธิบายถึงความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลที่จัดเก็บในรูปแบบเวกเตอร์ และบทที่ 8 อธิบายความสามารถในการวิเคราะห์สำหรับข้อมูลในรูปแบบแรสเตอร์ ทั้งนี้ ในตอนท้ายของบทที่ 7 และ 8 ได้แสดงตัวอย่างงานวิจัยเพื่อให้ผู้อ่านได้เห็นภาพการประยุกต์ในบริบทต่างๆ

อย่างไรก็ตาม ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังมีความสามารถในอีกหลายๆ ด้านที่ยังไม่ได้กล่าวถึงในหนังสือเล่มนี้ อาทิ การวิเคราะห์ข้อมูลโครงข่าย การวิเคราะห์ข้อมูลสามมิติ การสร้างแบบจำลองสามมิติ การวิเคราะห์สถิติเชิงพื้นที่ขั้นสูง มาตรฐานระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แบบพลวัตบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตไร้สาย ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อเมืองอัจฉริยะ และอื่นๆ ที่มีประโยชน์มากสำหรับสภาพแวดล้อมในยุคแห่งการพัฒนาไปสู่ประเทศไทย 4.0 ซึ่งผู้เขียนจะได้นำเสนอในโอกาสต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นที่รู้จักในประเทศไทยมากกว่า 30 ปี ผู้เขียนเป็นหนึ่งในนิสิตปริญญาตรีรุ่นแรกของภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่มีโอกาสได้เรียนวิชา “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” ขณะอยู่ชั้นปีที่ 4 โดยมี รองศาสตราจารย์ ศรีสอาด ตั้งประเสริฐ เป็นครูผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ในแขนงนี้ให้ นับเป็นจุดเริ่มต้นแห่งการเดินทางในเส้นทางเทคโนโลยีภูมิศาสตร์ของผู้เขียน บริษัท อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย) จำกัด หรือส่วนหนึ่งของบริษัท ดิจิทัลอินฟอร์เมชัน จำกัดในอดีต เปรียบเสมือนโรงเรียนฝึกฝีมือในด้านนี้ให้กับผู้เขียน นับแต่จัดทำคู่มือการใช้งาน Arc/Info ฉบับภาษาไทย (หรือ ArcGIS ในปัจจุบัน) อบรมลูกค้าจากหน่วยงานราชการต่างๆ ให้สามารถใช้ซอฟต์แวร์ Arc/Info ได้ สาธิตฟังก์ชันการทำงานใหม่ๆ ที่เหมาะกับงานของหน่วยงานต่างๆ รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้เหมาะกับผู้ใช้งาน ความรู้และทักษะเหล่านี้มีค่าอย่างประเมินมิได้ เมื่อมาปฏิบัติงานเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้เขียนได้ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ได้สั่งสมมาให้กับลูกศิษย์ในชั้นเรียนมานานกว่าสิบปี บัดนี้ คงถึงแก่เวลาที่จะได้ถ่ายทอดออกมาเป็นตัวหนังสือ ร้อยเรียงเป็นเล่ม “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์: หลักการและการประยุกต์” เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจได้ใช้ศึกษาและทำความเข้าใจเป็นความรู้พื้นฐานเพื่อการค้นคว้าและเรียนรู้ในขั้นสูงต่อไป

ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณครูบาอาจารย์ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้ให้ความรู้และความอบอุ่นตลอดเวลาที่เป็นนิสิต ผู้บริหารบริษัท อีเอสอาร์ไอ (ประเทศไทย) จำกัดในสมัยนั้น ผู้เอื้อเฟื้อสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกในการเก็บเกี่ยวประสบการณ์ตลอดเวลาที่เป็นพนักงานของบริษัท ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิของโครงการเผยแพร่ผลงานวิชาการ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้คำแนะนำอันมีค่าในการปรับปรุงหนังสือ ขอขอบคุณทุกท่านที่เป็นกำลังใจในการเขียนหนังสือเล่มนี้ และท้ายที่สุดขอขอบคุณ อาจารย์ ดร.ชูเดช โลศิริ ที่กรุณาช่วยตรวจทานและให้ความเห็นเพื่อปรับแก้จนได้เป็นหนังสือเล่มนี้ออกมา

พรณี ชีวินศิริวัฒน์

ผู้เขียน

สารบัญ

บทที่ 1 แนะนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	1
1.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คืออะไร	2
1.2 ประวัติของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	5
1.3 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	8
1.3.1 ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์.....	9
1.3.2 ซอฟต์แวร์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	9
1.3.3 ข้อมูล	10
1.3.4 บุคลากร	10
1.3.5 ระเบียบวิธี	11
1.4 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในชีวิตประจำวัน	11
1.5 สรุปท้ายบท	13
 บทที่ 2 การคิดเชิงพื้นที่และแผนที่.....	15
2.1 การคิดเชิงพื้นที่	15
2.1.1 ตำแหน่งและระยะทาง	16
2.1.2 การกระจายและความหนาแน่น	17
2.1.3 ความสัมพันธ์เชิงพื้นที่.....	18
2.2 การแทนข้อมูลเชิงพื้นที่.....	20

2.3 แผนที่.....	23
2.3.1 ประเภทของแผนที่	23
2.3.2 มาตรฐานส่วนแผนที่	25
2.3.3 ระบบพิกัดและการฉายแผนที่	26
2.4 สรุปท้ายบท	33
 บทที่ 3 แบบจำลองข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	35
3.1 ข้อมูลในระบบคอมพิวเตอร์.....	35
3.2 การแทนข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบคอมพิวเตอร์	39
3.3 แบบจำลองข้อมูลเวกเตอร์	42
3.4 แบบจำลองข้อมูลแรสเตอร์	50
3.5 แบบจำลองข้อมูลสามมิติ	54
3.6 สรุปท้ายบท.....	59
 บทที่ 4 ฐานข้อมูลกับข้อมูลภูมิศาสตร์	61
4.1 แนวคิดเกี่ยวกับฐานข้อมูล.....	62
4.2 ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์	67
4.3 ภาษาสอบถามเชิงโครงสร้าง (Structured Query Language: SQL)	72
4.4 ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่	78
4.5 สรุปท้ายบท	82
 บทที่ 5 การนำเสนอข้อมูลด้วยแผนที่.....	83
5.1 องค์ประกอบแผนที่	83

5.2 การออกแบบเค้าโครงแผนที่	87
5.2.1 ชื่อแผนที่	89
5.2.2 คำอธิบายสัญลักษณ์แผนที่	90
5.2.3 ตัวแผนที่	90
5.2.4 เครื่องหมายทิศเหนือ	91
5.2.5 มาตรฐานแผนที่	91
5.2.6 ชื่อผู้ผลิต และ/หรือ หน่วยงานที่ผลิตแผนที่	92
5.3 การให้สัญลักษณ์ข้อมูลภูมิศาสตร์	92
5.3.1 การให้สัญลักษณ์แสดงตำแหน่งข้อมูล	93
5.3.2 การให้สัญลักษณ์แสดงข้อมูลอธิบาย	94
5.3.3 การเขียนข้อความกำกับ	100
5.4 สรุปท้ายบท	101
 บทที่ 6 การสอบถามข้อมูล	103
6.1 การสอบถามเชิงพื้นที่	103
6.1.1 การสอบถามลักษณะเชิงพื้นที่ของข้อมูล	104
6.1.2 สอบถามข้อมูลโดยใช้ความสัมพันธ์กับตำแหน่งข้อมูลในชั้นข้อมูลอื่น	108
6.2 การสอบถามจากข้อมูลอธิบาย	112
6.3 สรุปท้ายบท	119
 บทที่ 7 การวิเคราะห์ข้อมูลเวกเตอร์	121
7.1 การจำแนกประเภท	122
7.2 การซ้อนทับ	124
7.2.1 การซ้อนทับข้อมูลจุด เส้น และพื้นที่	124

7.2.2 ขอบเขตเชิงพื้นที่ของผลลัพธ์จากการซ้อนทับ.....	129
7.3 การวิเคราะห์ระยะใกล้ไกล	132
7.3.1 การสร้างบัฟเฟอร์.....	132
7.3.2 การสร้างพื้นที่แบบฮิสเซน	136
7.3.3 การวัดระยะทางไปยังข้อมูลที่ใกล้ที่สุด	136
7.4 การวิเคราะห์แบบรูปเชิงพื้นที่	138
7.4.1 ตำแหน่งศูนย์กลางเฉลี่ย	140
7.4.2 รูปลักษณ์ศูนย์กลาง.....	141
7.4.3 ระยะมาตรฐานของการกระจัด.....	141
7.4.4 ทิศทางและการวางตัว.....	142
7.4.5 การวิเคราะห์เพื่อนบ้านใกล้ที่สุด.....	144
7.5 การประยุกต์การวิเคราะห์ข้อมูลเวกเตอร์	146
7.5.1 การวิเคราะห์แบบรูปทางพื้นที่ของประชากรสูงวัยระดับจังหวัดในประเทศไทย	146
7.5.2 การวิเคราะห์แบบรูปการตั้งถิ่นฐานของกลุ่มชาติพันธุ์ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์.....	150
7.5.3 การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสม	154
7.6 สรุปท้ายบท.....	161
บทที่ 8 การวิเคราะห์ข้อมูลแรสเตอร์	163
8.1 การวิเคราะห์ระดับเฉพาะที่.....	164
8.2 การวิเคราะห์ระดับเพื่อนบ้าน	169
8.3 การวิเคราะห์แบบบล็อก	172
8.4 การวิเคราะห์แบบโซน.....	173
8.5 การวิเคราะห์โดยรวม.....	174
8.6 การประยุกต์การวิเคราะห์ข้อมูลแรสเตอร์	178

8.6.1 การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม.....	178
8.6.2 การวิเคราะห์พื้นที่เกิดอาชญากรรม.....	183
8.7 สรุปท้ายบท.....	187

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 ความเชื่อมโยงของศาสตร์แขนงอื่นที่เกี่ยวข้องกับภูมิสารสนเทศศาสตร์ (GI Science)	4
รูปที่ 1-2 องค์ประกอบหลักของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)	8
รูปที่ 2-1 ค่าพิกัดเชิงมุมของระบบพิกัดภูมิศาสตร์	27
รูปที่ 2-2 การฉายแผนที่บนฉากแบบแผ่นระนาบ ทรงกรวย และทรงกระบอก	29
รูปที่ 2-3 การวางตัวของฉากทรงกระบอกในการฉายแผนที่	31
รูปที่ 2-4 การแบ่งโซนในระบบพิกัดกริดยูทีเอ็ม	31
รูปที่ 2-5 การให้ค่าพิกัดในแต่ละโซนของระบบพิกัดกริดยูทีเอ็ม	32
รูปที่ 3-1 ภาพจำลองแสดงข้อมูลภูมิศาสตร์เมื่อนำเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์จะอยู่ในเลขฐานสอง เรียงต่อเนื่องกัน	37
รูปที่ 3-2 แบบจำลองข้อมูล 4 ระดับสำหรับการแทนข้อมูลภูมิศาสตร์ในระบบคอมพิวเตอร์ และ ตัวอย่างข้อมูลของแต่ละระดับ	41
รูปที่ 3-3 ข้อมูลที่ปรากฏบนแผนที่กระดาษ จำแนกได้เป็น 3 แบบ คือ จุด เส้น และพื้นที่ ตัวอย่างเช่น จุดที่ตั้งวัดและโรงเรียน เส้นทางและทางน้ำ พื้นที่แสดงขอบเขตการใช้ ที่ดิน	42
รูปที่ 3-4 รูปเรขาคณิตของจุดหมายเลข 1 2 และ 3	43

รูปที่ 3-5 รูปเรขาคณิตของเส้น ซึ่งประกอบด้วย 3 จุด	44
รูปที่ 3-6 รูปเรขาคณิตของพื้นที่ปิด ซึ่งประกอบด้วย 3 จุด โดยจุดหมายเลข 1 เป็นทั้งจุดเริ่มต้น และจุดสุดท้าย	44
รูปที่ 3-7 ทอพอโลยีการเชื่อมต่อของเส้น	47
รูปที่ 3-8 (a) ภาพข้อมูลพื้นที่ปิดและหมายเลขประจำตัวพื้นที่ เส้น โหนด และทิศทางของเส้น (b) ตารางข้อมูลทอพอโลยีของเส้นในข้อมูลพื้นที่	49
รูปที่ 3-9 (a) พื้นที่ตัวอย่าง (b) ภายในพิกเซลเดียวกันมีข้อมูลหลายประเภท (c) เมื่อพิกเซลมี ขนาดเล็กลงทำให้ในหนึ่งพิกเซลมีความหลากหลายของข้อมูลลดลง	50
รูปที่ 3-10 การบีบอัดข้อมูลแบบ RLE	53
รูปที่ 3-11 การบีบอัดข้อมูลแบบ Quadtree วิธีเรียงลำดับแบบ Morton order	53
รูปที่ 3-12 ภาพข้อมูลภูมิประเทศ 2.5 มิติ	54
รูปที่ 3-13 (a) เส้นชั้นความสูงของจังหวัดแพร่ (b) จุดบนเส้นชั้นความสูงถูกนำมาสร้างเป็น โครงข่ายสามเหลี่ยมไม่สม่ำเสมอ (c) แสดงโครงข่ายสามเหลี่ยมและให้สีตามระดับความ สูง (d) แสดงสีของพื้นที่สามเหลี่ยมตามระดับความสูงโดยไม่วาดเส้นโครงข่ายสามเหลี่ยม	56
รูปที่ 3-14 (a) ตารางกริดแสดงสีตามระดับความสูง (b) ภาพแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลข ของจังหวัดแพร่	57
รูปที่ 3-15 โครงสร้างข้อมูลสามมิติของ CityGML ซึ่งเป็นมาตรฐานของ OGC	57
รูปที่ 3-16 ภาพข้อมูล 3 มิติ ที่ระดับความละเอียด 0 – 4 (LoD 0-4)	58
รูปที่ 4-1 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลของฐานข้อมูลแบบลำดับขั้น	64
รูปที่ 4-2 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลของฐานข้อมูลแบบข่ายงาน จะเห็นว่า สัก สามารถมีแม่ มากกว่าหนึ่งแห่ง และไม่จำเป็นต้องเชื่อมโยงตามลำดับขั้น	64

รูปที่ 4-3 ตัวอย่างโครงสร้างข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์.....	65
รูปที่ 4-4 ตัวอย่างโครงสร้างตารางข้อมูลของฐานข้อมูลเชิงวัตถุสัมพันธ์.....	66
รูปที่ 4-5 ตัวอย่างโครงสร้างตารางข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ แสดงระเบียน (record) เขตข้อมูล (field) คีย์หลัก (primary key) และคีย์เชื่อม (foreign key)	68
รูปที่ 4-6 รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตารางในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์.....	69
รูปที่ 4-7 ตัวอย่างการทำให้เป็นมาตรฐาน (normalization) ของตารางข้อมูลในฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์	71
รูปที่ 4-8 แผนภูมิลำดับคีย์ของข้อมูลรูปเรขาคณิตที่จัดเก็บในเขตข้อมูลประเภทเรขาคณิต ..	79
รูปที่ 4-9 การแทนรูปเรขาคณิตด้วยข้อความมาตรฐาน WKT	80
รูปที่ 4-10 คำสั่งเอสคิวแอลให้ตรวจสอบการตัดกันของกลุ่มพื้นที่ 2 กลุ่ม.....	81
รูปที่ 5-1 องค์ประกอบแผนที่	84
รูปที่ 5-2 การแสดงสัญลักษณ์แสดงตำแหน่งของข้อมูล	94
รูปที่ 5-3 การให้สัญลักษณ์แทนระดับความเหมาะสม ซึ่งเป็นข้อมูลประเภทตัวอักษร	95
รูปที่ 5-4 การให้สัญลักษณ์แทนประเภทการใช้ที่ดิน ซึ่งเป็นข้อมูลประเภทตัวอักษร	95
รูปที่ 5-5 การให้สัญลักษณ์ข้อมูลอธิบายที่เป็นตัวเลข ด้วยการจัดกลุ่มข้อมูลด้วยวิธีต่างๆ.....	98
รูปที่ 5-6 การให้สัญลักษณ์แบบไล่ขนาดสัญลักษณ์.....	99
รูปที่ 5-7 ฟอนต์แบบต่างๆ.....	100
รูปที่ 6-1 การสอบถามค่าพิกัดของจุดสถานศึกษา ในตารางแสดงค่าพิกัด x (X_UTM) และ y (Y_UTM) ซึ่งมีหน่วยตามระบบพิกัดแผนที่	105
รูปที่ 6-2 การสอบถามความยาวของทางรถไฟ ในตารางแสดงความยาว (LENGTH) ซึ่งมีหน่วยตามระบบพิกัดแผนที่	105

รูปที่ 6-3 การสอบถามขนาดพื้นที่ของเขตราชเทวี ในตารางแสดงขนาดพื้นที่ (SHAPE_AREA) และความยาวของเส้นรอบรูปพื้นที่เขตราชเทวี (SHAPE_LEN) หน่วยตามระบบพิกัดแผนที่.....	106
รูปที่ 6-4 ข้อมูลพื้นที่จริงของพื้นที่ป่าไม้ และการแทนข้อมูลแบบแรสเตอร์ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะทำให้การคำนวณขนาดพื้นที่แตกต่างจากความเป็นจริง.....	107
รูปที่ 6-5 การวัดระยะทางแบบระยะยุคลิดและระยะแมนแฮทตันบนข้อมูลแรสเตอร์.....	108
รูปที่ 6-6 สถานศึกษาในเขตราชเทวีแสดงด้วยจุดสีฟ้า	109
รูปที่ 6-7 ตัวอย่างความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของรูปเรขาคณิตจากสองชั้นข้อมูล	111
รูปที่ 6-8 การสอบถามที่ตั้งของโรงเรียนศรีอยุธยา ซึ่งชื่อสถานศึกษาเป็นข้อมูลอรรถาธิบายของจุดที่ตั้งสถานศึกษา	114
รูปที่ 6-9 ตัวอย่างการสอบถามเพื่อแสดงตำแหน่งสถานศึกษาที่มีชื่อขึ้นต้นด้วยคำว่า มหาวิทยาลัย.....	115
รูปที่ 6-10 การใช้ตัวดำเนินการแบบบูล AND เชื่อมนิพจน์ในประโยคการสอบถามข้อมูล.....	116
รูปที่ 6-11 การใช้ตัวดำเนินการแบบบูล OR เชื่อมนิพจน์ในประโยคการสอบถามข้อมูล	117
รูปที่ 6-12 การใช้ตัวดำเนินการแบบบูล NOT นำหน้าประโยคการสอบถามข้อมูล	117
รูปที่ 6-13 การเชื่อมโยงตารางข้อมูล 2 ตารางเป็นตารางเดียวกันเพื่อใช้ในการสอบถามข้อมูลจากสองตาราง	118
รูปที่ 6-14 การสอบถามข้อมูลจากตาราง province และ C55Ratio ซึ่งเชื่อมโยงกันเป็นตารางเดียว	118
รูปที่ 7-1 จำนวนประชากรของประเทศต่างๆ ทั่วโลก	122
รูปที่ 7-2 ประเทศต่างๆ ทั่วโลก จำแนกเป็น 5 กลุ่มตามจำนวนประชากร	123

รูปที่ 7-3 การวิเคราะห์การซ้อนทับจุดในพื้นที่ (บน) ชั้นข้อมูลจุดของโรงเรียน (กลาง) ชั้นข้อมูลเขต (ล่าง) ชั้นข้อมูลผลลัพธ์	125
รูปที่ 7-4 การวิเคราะห์การซ้อนทับเส้นในพื้นที่ (บน) ชั้นข้อมูลเส้นถนน (กลาง) ชั้นข้อมูลเขต (ล่าง) ชั้นข้อมูลผลลัพธ์ แสดงการแบ่งเป็น 2 เส้นเมื่อเส้นทางรถไฟข้ามเขตการปกครอง	126
รูปที่ 7-5 การวิเคราะห์การซ้อนทับพื้นที่ (บน) ชั้นข้อมูลการใช้ที่ดิน (กลาง) ชั้นข้อมูลเขต (ล่าง) ชั้นข้อมูลผลลัพธ์	127
รูปที่ 7-6 ขอบเขตเชิงพื้นที่ของผลลัพธ์จากการซ้อนทับ	131
รูปที่ 7-7 การวิเคราะห์พื้นที่บัพเฟอร์ (ซ้าย) บัพเฟอร์ระยะเท่ากัน (กลาง) บัพเฟอร์ระยะไม่เท่ากัน (ขวา) บัพเฟอร์วงแหวน.....	134
รูปที่ 7-8 การนำข้อมูลผลลัพธ์จากบัพเฟอร์ไปใช้ร่วมกับการวิเคราะห์การซ้อนทับแบบอินเตอร์เซก	135
รูปที่ 7-9 การสร้างพื้นที่แบบฮิสเซนของโรงเรียน	135
รูปที่ 7-10 การวิเคราะห์หาระยะทางไปยังถนนที่อยู่ใกล้สถานีวัดปริมาณน้ำฝนในจังหวัดหนองบัวลำภู	137
รูปที่ 7-11 รูปแบบการกระจายเชิงพื้นที่	139
รูปที่ 7-12 ตัวอย่างการแพร่กระจายของโรคระบาดโดยใช้การวิเคราะห์ตำแหน่งศูนย์กลางเฉลี่ยแบบไม่ถ่วงน้ำหนัก.....	140
รูปที่ 7-13 (ซ้าย) ระยะมาตรฐานของการกระชับของการเกิดอาชญากรรมในพื้นที่ศึกษา (ขวา) ทิศทางและการวางตัวของที่เกิดอาชญากรรมในพื้นที่ศึกษา.....	142
รูปที่ 7-14 แนวคิดในการคำนวณเส้นทิศทางเฉลี่ยที่แสดงทิศทางและการวางตัว	143
รูปที่ 7-15 เส้นการวางตัวเฉลี่ยของรอยเลื่อนในภาคเหนือ (เส้นสีดำมีลูกศรที่ปลายสองด้าน).....	143

รูปที่ 7-16 ร้อยละของประชากรสูงอายุในแต่ละช่วงเวลา	148
รูปที่ 7-17 การเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนผู้สูงอายุใน 4 ช่วงเวลา.....	149
รูปที่ 7-18 แผนที่แสดงตำแหน่งหมู่บ้านของแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์บนแรสเตอร์ค่าความสูงภูมิประเทศ	151
รูปที่ 7-19 ความสูงภูมิประเทศของแต่ละหมู่บ้านของแต่ละกลุ่มชาติพันธุ์ซึ่งแสดงถึงการเลือกตั้งถิ่นฐาน.....	152
รูปที่ 7-20 แผนที่ค่าคะแนนระดับความเหมาะสมของพื้นที่สำหรับที่ตั้งสถานีวิจัยและแยกสินค้ากล่อง ตามเกณฑ์ระยะทางจากโรงเรียน	156
รูปที่ 7-21 แผนผังการให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก และซ้อนทับแบบขอบเขตรวมกัน เพื่อหาคะแนนรวมความเหมาะสมถ่วงน้ำหนัก	158
รูปที่ 7-22 ระดับความเหมาะสมของพื้นที่ในการจัดตั้งสถานีวิจัยและแยกสินค้ากล่อง.....	159
รูปที่ 7-23 พื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการจัดตั้งสถานีวิจัยและแยกสินค้ากล่อง จังหวัดสงขลา	160
รูปที่ 8-1 การวิเคราะห์ระดับเฉพาะที่ (a) ฟังก์ชัน raster calculator เพื่อแปลงค่าระดับสูงจากหน่วยเมตรเป็นฟุต (b) แรสเตอร์ผลลัพธ์ที่มีค่าระดับสูงในหน่วยฟุต.....	166
รูปที่ 8-2 การวิเคราะห์ระดับเฉพาะที่ ทำงานกับชั้นข้อมูลเดียวเพื่อจัดกลุ่มค่าข้อมูลใหม่ (a) ฟังก์ชัน reclassification เพื่อการจัดกลุ่มข้อมูลใหม่ (b) แรสเตอร์ผลลัพธ์ Reclass แสดงผลข้อมูลตามค่าใหม่	167
รูปที่ 8-3 ข้อมูลตัวอย่างปริมาณน้ำฝนเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ และมีนาคม จังหวัดนครราชสีมา	168
รูปที่ 8-4 การวิเคราะห์ระดับเฉพาะที่ ทำงานกับหลายชั้นข้อมูลเพื่อหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ย	168
รูปที่ 8-5 ตัวอย่างพิกเซลเพื่อนบ้านแบบ 3x3 และ 5x5 ในการวิเคราะห์ระดับเพื่อนบ้าน	169

รูปที่ 8-6 (a) การวิเคราะห์ทิศทางการไหลของน้ำบนภูมิประเทศ (b) ค่าสะสมของน้ำบนแต่ละ พิกเซล	171
รูปที่ 8-7 การหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ด้วยการวิเคราะห์แบบ บล็อก.....	172
รูปที่ 8-8 วิเคราะห์แบบโซน ค่าก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์เฉลี่ยรายชั่วโมงของแต่ละเขต.....	174
รูปที่ 8-9 ผลลัพธ์ของการประมวลผลฟังก์ชันระยะยุคคิด.....	175
รูปที่ 8-10 การคำนวณเส้นทางต้นทุนต่ำสุดระหว่างสองจุดบนข้อมูลแรสเตอร์	177
รูปที่ 8-11 (บน) ระดับความสูงของพื้นที่ชายฝั่ง จังหวัดสมุทรปราการ พ.ศ. 2553 (ล่าง) ระดับ ความสูงของพื้นที่ชายฝั่ง จังหวัดสมุทรปราการ อีก 50 ปีต่อมา ใน พ.ศ. 2603 อัน เนื่องจากการทรุดตัวของแผ่นดิน.....	181
รูปที่ 8-12 (บน) พื้นที่น้ำท่วมและระดับน้ำท่วม เดือนมกราคม พ.ศ. 2603 (ล่าง) พื้นที่น้ำท่วม และระดับน้ำท่วม เมื่อยกระดับคันกันน้ำเพิ่มขึ้น 50 ซม. พบว่าไม่สามารถป้องกันน้ำจาก ทะเลที่เอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่หลังคันกันน้ำ	182
รูปที่ 8-13 พื้นที่น้ำท่วมและระดับน้ำท่วม บริเวณชายฝั่ง เดือนมกราคม พ.ศ. 2603 เมื่อเพิ่ม ความสูงคันกันน้ำ 75 ซม. พบว่าสามารถป้องกันพื้นที่หลังคันกันน้ำไว้ได้	183
รูปที่ 8-14 แผนที่แสดงตำแหน่งการเกิดอาชญากรรมในรอบ 3 ปี (พ.ศ.2556-2558).....	185
รูปที่ 8-15 การนับจำนวนอาชญากรรมให้แต่ละช่องกริด (พิกเซล) ขนาด 20x20 เมตร.....	185
รูปที่ 8-16 ความหนาแน่นอาชญากรรม จากการวิเคราะห์ระดับเพื่อนบ้าน ด้วยฟังก์ชัน Point Density ขนาดเพื่อนบ้าน 5x5 พิกเซล.....	186

สารบัญตาราง

ตารางที่ 7-1	ดัชนีการกระจายเชิงพื้นที่ของกลุ่มชาติพันธุ์ในจังหวัดน่าน	150
ตารางที่ 7-2	ระยะทางจากหมู่บ้านของแต่ละชาติพันธุ์ไปยังถนนและแม่น้ำ	153
ตารางที่ 7-3	ตัวอย่างค่าคะแนนความเหมาะสมเฉพาะของปัจจัยด้านสาธารณูปการสำหรับที่ตั้ง สถานับรรจุและแยกสินค้ากล่อง	155
ตารางที่ 7-4	ผลการวิเคราะห์ลำดับความสำคัญของปัจจัยด้วยวิธี AHP	157
ตารางที่ 8-1	จำนวนคดีการเกิดอาชญากรรมในเขตท้องที่สถานีตำรวจนครบาลพญาไท	184

บทที่ 1

แนะนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

นักภูมิศาสตร์ศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ ตั้งแต่การบรรยายลักษณะทางธรรมชาติและวัฒนธรรมรวมถึงผู้คนในพื้นที่ ไปจนถึงการศึกษาวิเคราะห์การกระจายของปรากฏการณ์ ซึ่งอาจเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือลักษณะกิจกรรมของมนุษย์ในพื้นที่ที่สนใจ และการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยต่างๆ ในพื้นที่ที่มีผลต่อปรากฏการณ์ เพื่อนำไปสู่การคาดการณ์และวางแผนบริหารจัดการเพื่อชีวิตที่ดีขึ้นของมนุษย์ ปรากฏการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นบนพื้นที่ข้อเท็จจริงที่ว่าเกิดขึ้นที่ไหน เกิดขึ้นอย่างไร เหตุใดจึงเกิดขึ้นที่นั่น เป็นคำถามที่นักภูมิศาสตร์ต้องศึกษาวิเคราะห์ให้ได้มาซึ่งคำตอบ อันจะนำไปสู่ความเข้าใจในปรากฏการณ์ และอิทธิพลของธรรมชาติที่มีต่อมนุษย์ รวมถึงในทางกลับกัน อิทธิพลของมนุษย์ที่ประกอบกิจกรรมอันส่งผลต่อธรรมชาติเช่นกัน (Rubenstein, 2012)

ในการศึกษาไม่ว่าจะเรื่องใด เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาหรือทำงานเป็นสิ่งสำคัญยิ่ง เพื่อให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์ที่ถูกต้อง แม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือ แผนที่ถือเป็นเครื่องมือหลักของนักภูมิศาสตร์ในการศึกษาและวิเคราะห์ปรากฏการณ์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ต่างกันเพียงว่า ในอดีตแผนที่อยู่ในรูปของภาพวาดบนกระดาษหรือสื่ออนาล็อกอื่น แต่ในยุคโลกาภิวัตน์นี้ แผนที่ส่วนหนึ่งอยู่ในรูปของสื่อดิจิทัล ที่สามารถแสดงผลผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ หน้าจอโทรศัพท์สมาร์ทโฟน ทั้งแบบออฟไลน์และออนไลน์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต แสดงผลได้ทั้งแบบ 2 มิติและ 3 มิติ แผนที่ที่เป็นเครื่องมือที่มีได้จำกัดเพียงการใช้งานของนักภูมิศาสตร์ แต่ยังรวมถึงบุคลากรในสาขาอาชีพอื่นที่

ต้องการใช้ข้อมูลจากแผนที่ เช่น แพทย์ใช้แผนที่ในการแสดงการระบาดของโรคติดต่อ นักวางผังเมืองใช้แผนที่ในการออกแบบเมือง นักบรรเทาสาธารณภัยใช้แผนที่ในการศึกษาเส้นทาง การอพยพประชาชนออกจากพื้นที่เสี่ยงภัย นักสำรวจดินใช้แผนที่ดินในการศึกษาเพื่อปรับปรุงคุณภาพดิน นักการธนาคารใช้แผนที่ตรวจสอบตำแหน่งที่ดินของลูกค้าที่นำมาจำนอง แผนที่ที่จัดเก็บในรูปแบบดิจิทัลนี้เองที่เป็นข้อมูลสำคัญในการทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือจีไอเอส (Geographic Information System: GIS)

1.1 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คืออะไร

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง ระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการนำเข้า จัดเก็บ เรียกใช้ วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจในเรื่องที่เกี่ยวกับพื้นที่ (Burrough and McDonnell, 1998; Boham-Carter, 2002) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้รับการพัฒนาและมีความก้าวหน้าไปตามความทันสมัยของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในแต่ละยุคเรื่อยมา ตั้งแต่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนเครื่องเมนเฟรม จนถึงในปัจจุบันเป็นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์บนคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ บนโน้ตบุ๊กคอมพิวเตอร์ บนแท็บเล็ต โดยอาจเป็นการใช้งานเพียงคนเดียว หรือใช้งานบนระบบเครือข่ายในองค์กร รวมถึงผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งผู้ใช้สามารถสืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลได้จากทุกมุมโลก ทำให้ในปัจจุบัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อวงวิชาการและการขับเคลื่อนพัฒนาประเทศ โดยหน่วยงานของรัฐ รวมถึงการใช้งานในภาคธุรกิจโดยหน่วยงานเอกชน

นิยามหรือคำจำกัดความของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ผู้เขียนหนังสือหรือบทความเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้ไว้ในแต่ละช่วงเวลา อาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ กลุ่มที่นิยามว่าเป็น เครื่องมือ (tools) ในการจัดการและแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่ และกลุ่มที่นิยามว่าเป็น ระบบสารสนเทศ (information system) ที่ทำงานกับข้อมูลเชิงพื้นที่ ซึ่งคำนิยามในแต่ละ