

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้ข้อมูลดาวเทียมช่วงคลื่นความร้อนเพื่อศึกษาปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง กรณีศึกษา: พื้นที่เมืองปทุมธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดาวเทียมเชิงตัวเลขช่วงคลื่นความร้อนกับค่าอุณหภูมิพื้นผิว ประเภทสิ่งปกคลุมดิน และการเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง บริเวณพื้นที่เมืองของจังหวัดปทุมธานี โดยใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข TERRA (ASTER) ช่วงคลื่นความร้อน นำมาศึกษาความสัมพันธ์ทางสถิติกับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนามที่ทำการตรวจวัด ณ เวลาเดียวกันกับการบันทึกข้อมูลของดาวเทียม คือในช่วงเวลากลางวันและกลางคืนของวันที่ 7 และ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เพื่อใช้ในการทำนายค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ศึกษา และนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลประเภทสิ่งปกคลุมดิน ที่ได้จากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 หลายช่วงคลื่น เพื่อศึกษาความแตกต่างของค่าอุณหภูมิพื้นผิวทำนายเฉลี่ยในพื้นที่เมืองและชนบท รวมถึงการอธิบายการเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของพื้นที่เมืองปทุมธานี

ผลการศึกษาพบว่าอุณหภูมิพื้นผิวจากการตรวจวัดภาคสนามมีความสัมพันธ์กับข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข TERRA (ASTER) ช่วงคลื่นความร้อน แบนด์ 12 อย่างมีนัยสำคัญ ด้วยรูปแบบความสัมพันธ์ของสมการเส้นตรง คือ ช่วงเวลากลางคืน สมการอุณหภูมิพื้นผิวทำนาย $\text{Temperature } (^{\circ}\text{C}) = 0.0514 (\text{DN}_{\text{Band}12}) - 41.535$ และช่วงเวลากลางวัน สมการอุณหภูมิพื้นผิวทำนาย $\text{Temperature } (^{\circ}\text{C}) = 0.0142 (\text{DN}_{\text{Band}12}) + 8.9317$ โดยบริเวณพื้นที่ศึกษาที่ปกคลุมด้วยสิ่งก่อสร้างและที่โล่งจะมีอุณหภูมิพื้นผิวทำนายสูงกว่าบริเวณที่ปกคลุมด้วยพืชพรรณทั้งในช่วงเวลากลางวันและกลางคืน การเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง บริเวณพื้นที่เมืองปทุมธานี จากการศึกษพบว่า ช่วงเวลากลางคืนอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของพื้นที่เมืองสูงกว่าพื้นที่ชนบท 0.60 องศาเซลเซียส ในขณะที่ช่วงเวลากลางวันอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของพื้นที่เมืองสูงกว่าพื้นที่ชนบท 1.26 องศาเซลเซียส ซึ่งลักษณะปรากฏการณ์โดมความร้อนของพื้นที่เมืองปทุมธานี มีความแตกต่างจากเมืองหรือมหานครอื่น ๆ อันเนื่องมาจากลักษณะพื้นที่เมืองปทุมธานีมีการกระจายตัวสลับกับพื้นที่เกษตรกรรม ไม่ติดต่อกันเป็นพื้นที่เมืองขนาดใหญ่ การเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมืองมีความสัมพันธ์โดยตรงกับรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่เมือง เช่น ย่านอุตสาหกรรม และพาณิชยกรรม

Abstract

This study presents the thermal remote sensing application on urban heat island in Pathumthani urban areas. The research objective is to analyze the correlation among thermal band of digital satellite images, in-situ surface temperature, land cover types and urban heat island in the study areas. The in-situ surface temperature data were acquired from the field that took place at the same time as the acquisition of Thermal Infrared band of TERRA (ASTER) on December 7 (night time) and December 8 (day time) in 2007. Regression analysis was employed in order to predict the surface temperature and investigate how they are related with land cover types. The land cover types were classified from digital SPOT-5 multispectral image. These data are then used to investigate urban-rural temperature differences and the phenomenon of urban heat island in Pathumtani urban areas.

The result indicated that there is a strong linear relationship between thermal infrared (band 12) of TERRA (ASTER) digital data and the in-situ surface temperature by the following predicted surface temperature equations: temperature ($^{\circ}\text{C}$) = $0.0514 (\text{DN}_{\text{Band12}}) - 41.535$ for the night time and temperature ($^{\circ}\text{C}$) = $0.0142 (\text{DN}_{\text{Band12}}) + 8.9317$ for the day time. The study areas, both covered with the built-up and barren, showed higher predicted surface temperature than the vegetated areas in night time and day time. The results also showed that the average surface temperature in urban area was higher than in rural area: 0.6°C in the night time and 1.26°C in the day time. The urban heat island phenomenon in Pathumtani urban area differs from other cities or metropolis because of its unique urban land use pattern, where urbanized area is intermittently separated with scattered agricultural plots. The occurrence of urban heat island phenomenon is directly related to the urban land use pattern such as commercial and industrial areas.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่มอบกำลังใจและความเชื่อมั่น ให้กระผมมีความกล้าคิดสร้างสรรค์งานวิจัยนี้ และขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาหลักคือ รองศาสตราจารย์ ดร. ศิริพรรณ ทวีสุข และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมคือ พันเอก ดร. กนก วีรวงศ์ ที่คอยให้การสนับสนุนและใช้ประสบการณ์ชี้แนะแนวทางให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จออกมาเป็นรูปธรรมได้ ขณะที่ มีประธานกรรมการคือ รองศาสตราจารย์ ดร. ธีระยุทธ ภูเพ็ชร ที่เป็นแบบอย่างและให้คำชี้แนะในภาพกว้าง

ขอขอบพระคุณ กรมแผนที่ทหาร โรงเรียนช่างฝีมือทหาร สถานีอุตุนิยมวิทยา ปทุมธานี กรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย บริษัทนวนครจำกัด(มหาชน) บริษัทสวนอุตสาหกรรมบางกระดี บริษัทเซียร์พรีอเพอร์ตีจำกัด และบุคคลต่าง ๆ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลและอนุญาตให้ใช้พื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลภาคสนาม ซึ่งเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้เป็นอย่างมาก สุดท้ายขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน ๆ และรุ่นน้องที่ภาควิชาฯ ที่ให้การช่วยเหลือจนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงได้

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปี พ.ศ. 2550

ร้อยโทปฐมพงศ์ สุขทอง
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
พ.ศ. 2551

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
กิตติกรรมประกาศ.....	(3)
สารบัญตาราง.....	(8)
สารบัญภาพประกอบ.....	(10)
สารบัญแผนภูมิ.....	(12)
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์.....	3
สมมติฐาน.....	3
ขอบเขตการศึกษา.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. ผลงานวิจัยและงานเขียนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง.....	5
ปรากฏการณ์โคมความร้อนของเมือง.....	5
วิธีการศึกษาปรากฏการณ์โคมความร้อนของเมือง.....	7
การสำรวจข้อมูลระยะไกล.....	7
ช่วงคลื่นความร้อน.....	9
การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล.....	10

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การคำนวณค่าดัชนี	10
การประเมินค่าความถูกต้อง	11
ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลขที่ใช้ในการศึกษา	13
ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5	13
ข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข TERRA (ASTER).....	14
วิธีการทางสถิติที่ใช้ในการศึกษา	16
การวิเคราะห์การถดถอย	16
สหสัมพันธ์.....	16
นิยามศัพท์ที่ใช้ในการศึกษา	17
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	18
พื้นที่ศึกษา.....	26
ขอบเขตพื้นที่ศึกษา	26
ลักษณะภูมิประเทศ	26
ลักษณะภูมิอากาศ	28
ประชากร.....	35
เศรษฐกิจ.....	38
 3. วิธีการวิจัย.....	 43
อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	43
วิธีการ	44
การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนาม	46
การกำหนดจุดตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนาม	46
การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนาม	47
การปรับแก้ค่าอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนาม.....	47
การเตรียมข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 และ TERRA (ASTER)	52

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การจัดหาข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข	52
การนำเข้าข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข	56
การปรับแก้ค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่ง	56
การทำนายค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข TERRA (ASTER).....	58
การสร้างสมการทำนายอุณหภูมิพื้นผิว	58
การสร้างข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวทำนาย	59
การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5	60
การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล	60
การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากค่าดัชนี	62
ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวทำนายกับประเภท สิ่งปกคลุมดิน	64
การศึกษาปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง.....	64
การจำแนกพื้นที่เมืองและชนบท.....	64
ศึกษาการเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง.....	65
4. ผลของการวิจัย	67
ผลของการวิจัย	67
อุณหภูมิพื้นผิวภาคสนาม.....	67
ความถูกต้องเชิงตำแหน่งของข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 และ TERRA (ASTER)	69
การทำนายค่าอุณหภูมิพื้นผิวจากข้อมูลภาพดาวเทียมเชิงตัวเลข TERRA (ASTER).....	69
การสร้างสมการทำนายอุณหภูมิพื้นผิว	70
ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวทำนาย	72

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากข้อมูลภาพถ่ายเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5	75
การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล	75
ค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล	75
การจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากค่าดัชนี	79
ค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากค่าดัชนี	82
ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวทำนายกับประเภทสิ่งปกคลุมดิน	84
ปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมือง	86
พื้นที่เมืองและชนบท	86
การเกิดปรากฏการณ์โดมความร้อนของเมืองปทุมธานี	88
5. สรุปผลการศึกษาวิจัยและข้อเสนอแนะ	99
สรุปผลการศึกษาวิจัย	99
ข้อเสนอแนะ	100
เอกสารอ้างอิง	102
ภาคผนวก	
ก. การตรวจวัดอุณหภูมิพื้นผิวภาคสนาม	108
ข. การหารูปแบบสมการการวิเคราะห์การถดถอยที่เหมาะสม	114
ประวัติการศึกษา	120

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	การประเมินค่าความถูกต้องโดยใช้ตารางคำนวณค่าความผิดพลาด.....	12
2.2	คุณลักษณะของดาวเทียม SPOT-5.....	13
2.3	คุณลักษณะของดาวเทียม TERRA (ASTER)	14
2.4	รายละเอียดช่วงคลื่นของข้อมูลภาพดาวเทียม TERRA (ASTER)	15
2.5	ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรายปีของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2530 – 2550.....	30
2.6	ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนของจังหวัด ปทุมธานี ปี พ.ศ. 2550	32
2.7	อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรายวันของจังหวัดปทุมธานี เดือนธันวาคม พ.ศ. 2550	33
2.8	อุณหภูมिरาย 3 ชั่วโมงของจังหวัดปทุมธานี วันที่ 7 – 8 ธันวาคม พ.ศ. 2550..	34
2.9	จำนวนและความหนาแน่นของประชากรของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2536 – 2550.....	36
2.10	จำนวนและความหนาแน่นของประชากรรายอำเภอของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2550.....	37
2.11	มูลค่าผลิตภัณฑ์ภาคเกษตร นอกภาคเกษตร และผลิตภัณฑ์มวลรวม ของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2541 – 2550	39
2.12	รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนต่อปีของครัวเรือนในจังหวัดปทุมธานี ข้อมูลราย 2 ปี พ.ศ. 2541 – 2549	40
2.13	จำนวนโรงงาน คนงาน และเงินลงทุนในภาคอุตสาหกรรมของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2546 – 2551.....	42
3.1	คำนิยามของประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ทำการจำแนกในการศึกษา.....	60
3.2	จำนวนจุดตัวอย่างอ้างอิงที่ใช้ในการประเมินค่าความถูกต้องของการจำแนก ประเภทสิ่งปกคลุมดิน.....	61
4.1	อุณหภูมิมัถวิภาคสนามต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย จำแนกตามประเภท สิ่งปกคลุมดิน ช่วงเวลากลางวันและกลางคืน.....	68

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.2	Total RMS Error จากการปรับแก้ค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่ง.....	69
4.3	เปรียบเทียบรูปแบบสมการทำนายค่าอุณหภูมิพื้นผิวช่วงเวลากลางคืน	70
4.4	เปรียบเทียบรูปแบบสมการทำนายค่าอุณหภูมิพื้นผิวช่วงเวลากลางวัน	71
4.5	ค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทข้อมูลภาพดาวเทียม SPOT-5 แบบกำกับดูแล วันพฤหัสบดีที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่เมือง ปทุมธานีและพื้นที่ใกล้เคียง.....	78
4.6	ค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากค่าดัชนีข้อมูลภาพ ดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 หลายช่วงคลื่นความละเอียดของจุดภาพ 90 เมตร	84
4.7	อุณหภูมิพื้นผิวทำนายต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย กลางคืน/กลางวัน ตามประเภทสิ่งปกคลุมดินที่จำแนกแบบกำกับดูแล	85
4.8	อุณหภูมิพื้นผิวทำนายต่ำสุด สูงสุด และเฉลี่ย กลางคืน/กลางวัน ตามการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่เมืองปทุมธานีและชนบท.....	89

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.1	อุณหภูมิพื้นผิวทำนายนาย บริเวณพื้นที่เมืองปทุมธานีและพื้นที่ใกล้เคียง วันศุกร์ที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 22.40 น. (กลางคืน)	73
4.2	อุณหภูมิพื้นผิวทำนายนาย บริเวณพื้นที่เมืองปทุมธานีและพื้นที่ใกล้เคียง วันเสาร์ที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.55 น. (กลางวัน)	74
4.3	ข้อมูลสิ่งปกคลุมจากการจำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายเทียม SPOT-5 แบบกำกับดูแลภาพ วันพฤหัสบดีที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่เมือง ปทุมธานีและพื้นที่ใกล้เคียง	76
4.4	ดัชนีแหล่งน้ำ จากข้อมูลภาพถ่ายเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 หลายช่วงคลื่น บริเวณพื้นที่เมืองปทุมธานีและใกล้เคียง	80
4.5	ดัชนีพืชพรรณ จากข้อมูลภาพถ่ายเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 หลายช่วงคลื่น บริเวณพื้นที่เมืองปทุมธานีและใกล้เคียง	81
4.6	ข้อมูลสิ่งปกคลุมที่จำแนกจากค่าดัชนี ของข้อมูลภาพถ่ายเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 หลายช่วงคลื่น บริเวณพื้นที่เมืองปทุมธานีและใกล้เคียง	83
4.7	ค่าความถูกต้องของการจำแนกประเภทสิ่งปกคลุมดินจากค่าดัชนี ข้อมูลภาพ ดาวเทียมเชิงตัวเลข SPOT-5 หลายช่วงคลื่นความละเอียดของจุดภาพ 90 เมตร	87
4.8	เส้นชั้นอุณหภูมิพื้นผิวทำนายนาย บริเวณย่านศูนย์การค้าเซียร์รังสิต วันศุกร์ที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 22.40 น. (กลางคืน)	92
4.9	เส้นชั้นอุณหภูมิพื้นผิวทำนายนาย บริเวณย่านศูนย์การค้าเซียร์รังสิต วันเสาร์ที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.55 น. (กลางวัน)	93
4.10	เส้นชั้นอุณหภูมิพื้นผิวทำนายนาย บริเวณย่านนิคมอุตสาหกรรมนวนคร วันศุกร์ที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 22.40 น. (กลางคืน)	96
4.11	เส้นชั้นอุณหภูมิพื้นผิวทำนายนาย บริเวณย่านนิคมอุตสาหกรรมนวนคร วันเสาร์ที่ 8 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เวลา 10.55 น. (กลางวัน)	97

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่		หน้า
2.1	ปริมาณน้ำฝนรายปีของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2530 – 2550.....	29
2.2	อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรายปีของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2530 – 2550.....	29
2.3	ปริมาณน้ำฝนรายเดือนของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2550.....	31
2.4	อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรายเดือนของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2550.....	31
2.5	อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดรายวันของจังหวัดปทุมธานี เดือนธันวาคม พ.ศ. 2550.....	32
2.6	อุณหภูมิราย 3 ชั่วโมงของจังหวัดปทุมธานี วันที่ 7 – 8 ธันวาคม พ.ศ. 2550..	34
2.7	จำนวนประชากรของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2536 – 2550.....	35
2.8	จำนวนประชากรรายอำเภอของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2550.....	37
2.9	มูลค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดปทุมธานีปี พ.ศ. 2541 - 2550.....	38
2.10	รายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนต่อปีของครัวเรือนในจังหวัดปทุมธานี ข้อมูลราย 2 ปี พ.ศ. 2541 – 2549.....	40
2.11	จำนวนโรงงาน คมนาคมและเงินลงทุนในภาคอุตสาหกรรมของจังหวัดปทุมธานี ปี พ.ศ. 2546 – 2551.....	41
4.1	อุณหภูมิพื้นผิวภาคสนามเฉลี่ยจำแนกตามประเภทสิ่งปกคลุมดิน ของช่วงเวลากลางคืนและกลางวัน.....	68
4.2	อุณหภูมิพื้นผิวทำนายเฉลี่ยตามประเภทสิ่งปกคลุมดินที่ได้จากการจำแนก ข้อมูลภาพแบบกำกับดูแล ของช่วงเวลากลางคืนและกลางวัน.....	85
4.3	อุณหภูมิพื้นผิวทำนายเฉลี่ยจำแนกตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินของ พื้นที่เมืองปทุมธานีและพื้นที่ชนบทโดยรอบช่วงเวลากลางคืนและกลางวัน....	89
4.4	หน้าตัดข้างของอุณหภูมิพื้นผิวทำนายตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณย่านศูนย์การค้าเซียร์รังสิต เวลากลางคืนและกลางวัน.....	94
4.5	หน้าตัดข้างของอุณหภูมิพื้นผิวทำนายตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน บริเวณย่านนิคมอุตสาหกรรมนวนคร เวลากลางคืนและกลางวัน.....	98