Thai J. For. 22 : 36-50 (2003)

วารสารวนศาสตร์ 22 : 36-50 (2546)

การประมาณหาอุณหภูมิพื้นผิวในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร ด้วยเทคนิคการสำรวจจากระยะไกล

SURFACE TEMPERATURE ESTIMATION IN BANGKOK METROPOLITAN USING REMOTE SENSING TECHNIQUES

กาญจน์เขจร ชูชีพ[1]

Kankhajane Chuchip[1]

ABSTRACT

Surface temperature of Bangkok Metropolitan and its surroundings were estimated using remote sensing techniques. The field measurement of surface temperature (T_s) of selected objects was done to incorporate the digital number (DN) of Landsat Thematic Mapper (TM). Simple linear regression has been employed to prove the affect of DNs of each TM band on T_s. The best-fit regression equation was derived. A number of DNs of TM band that affected significantly to T_s have been measured systematically random. Measured DNs were input into the regression equation to estimate surface temperatures. Then, the estimated surface temperatures have been used to interpolate a SURFACE containing the value of surface temperature of the study area. Derived SURFACE was then used to generate the isoline of T_s and incorporate to GIS data for describing the temperature phenomena of the study area.

The results showed that DNs of the sixth channel of Landsat TM, had significantly affect on the surface temperature. The best fitted regression model was in form of exponential equation (with R^2 = 0.707). SPLINE interpolator was suited for performing a SURFACE for this study. The surface temperature analysis indicated that the highest surface temperature of Bangkok, was found in the Bangkok Airport, was approximately 60.80 degree Celsius. In addition, the lowest temperature was found in Taling Chan district with 25.36 degree Celsius. It was also found that surface temperature was relatively high in the area covering with dense buildings and infrastructures. Meanwhile, agricultural lands located in the outer part of the Bangkok Metropolitan had concretely low surface temperature. The agriculture in form of standing trees had lower surface temperature than the agriculture in form of paddy fields or abandoned land. Results demonstrated that the differences in cooling and heating between the green area and building including infrastructure surfaces could affect city temperatures. Thus, urban forests would be important to keeping cities cool.

บทคัดย่อ

การประมาณหาอุณหภูมิพื้นผิวของกรุงเทพมหานครและบริเวณข้างเคียงดำเนินการโดยการวัดอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุตัวอย่างในภาคสนามแล้วนำมาหาความสัมพันธ์กับค่าหลักเลข (Digital Number, DN) ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT TM แล้วหาสมการถดถอยเชิงเส้นที่ดีที่สุดโดยให้อุณหภูมิพื้นผิวเป็นตัวแปรตาม และให้ค่า DN ของแบนด์ที่มีความสัมพันธ์มากที่สุดเป็นตัวแปรอิสระ ทำการสุ่มวัดค่า DN จากข้อมูลภาพอย่างเป็นระบบ แล้วแทนค่าลงในสมการเพื่อการพยากรณ์หาอุณหภูมิพื้นผิว ณ จุดต่างๆ กระจายทั่ว

[1] ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10903

พื้นที่ศึกษา นำข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวที่ประมาณได้ไปทำการสร้าง SURFACE สำหรับบรรจุค่าอุณหภูมิพื้นผิวของทั้งพื้นที่ศึกษาด้วยวิธีการประมาณค่าในช่วงด้วยเทคนิคที่เหมาะสม ผลลัพธ์ที่ได้สามารถใช้สร้างเส้นชั้นอุณหภูมิพื้นผิวเท่าและวิเคราะห์ค่าทางสถิติเพื่อการอธิบายเกี่ยวกับอุณหภูมิและลักษณะของพื้นที่ศึกษาได้

จากการศึกษาพบว่าค่า DN ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT TM แบนด์ที่ 6 มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุในรูปของสมการเอกโพเนนเชียล โดยมีค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดเท่ากับ 0.707 สามารถใช้สมการพยากรณ์ค่าอุณหภูมิพื้นผิวเพื่อสร้างเป็น SURFACE ได้ โดยพบว่า SPLINE Interpolator สามารถสร้าง SURFACE ในกรณีศึกษานี้ได้ดี จากการวิเคราะห์ผลพบว่ากรุงเทพมหานครมีอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุปกคลุมดินช่วงเช้าสูงสุดเท่ากับ 60.80 องศาเซลเซียส ที่บริเวณสนามบินดอนเมือง และมีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำสุดที่ 25.36 องศาเซลเซียส ซึ่งอยู่บริเวณสวนผลไม้ในเขตตลิ่งชัน นอกจากนี้ยังพบว่าบริเวณตัวเมืองที่มีอาคารสิ่งก่อสร้างหนาแน่นจะมีอุณหภูมิพื้นผิวสูง ส่วนบริเวณชานเมืองจะมีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำกว่า โดยในย่านฝั่งธนบุรีที่มีพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพวกไม้ผลยืนต้นจะมีอุณหภูมิพื้นผิวต่ำกว่าย่านชานเมืองที่มีพื้นที่เกษตรกรรมเป็นพวกนาข้าวและพื้นที่รกร้าง ดังนั้นการปลูกไม้ยืนต้นในเมืองเป็นผืนกระจายทั่วไปจะสามารถทำให้อากาศเย็นสบายขึ้นได้

คำนำ

กรุงเทพมหานครจัดเป็นเมืองขนาดใหญ่เมืองหนึ่งในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์ที่ประสบกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมหลายอย่าง เช่น ปัญหามลพิษ ขยะ การจราจร ฯลฯ อีกปัญหาหนึ่งก็คือ การร้อนขึ้นในเขตพื้นที่เมืองอันเนื่องมาจากการไม่ถ่ายเทของอากาศในเขตที่มีอาคารหนาแน่น สภาพจราจรที่วิกฤติ การลดลงของจำนวนต้นไม้ในเมือง ลักษณะสิ่งก่อสร้างที่แผ่ความร้อนสูง ฯลฯ ในสภาวะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก ประกอบกับการที่ประเทศไทยตั้งอยู่ในแถบมรสุมเขตร้อน จึงถือได้ว่าปัญหาดังกล่าวเป็นสิ่งที่ไม่ควรมองข้าม สภาพอากาศร้อนในเมืองจะทราบได้จากการรับรู้ด้วยตนเองและสามารถวัดค่าออกมาได้จากการใช้เครื่องมือวัดอากาศ แต่ถ้าต้องการที่จะทราบว่าในพื้นที่ส่วนต่างๆ ของกรุงเทพมหานครมีอุณหภูมิพื้นผิว (Surface Temperature) ในแต่ละช่วงเวลาเป็นอย่างไรนั้นอาจได้จากการตรวจวัดโดยตรง ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากกว่าการวัดอุณหภูมิของอากาศ แต่เมื่อพิจารณาถึงหลักการที่ว่าวัตถุเมื่อมีอุณหภูมิสูงกว่าองศาสัมบูรณ์เมื่อได้รับคลื่นพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์แล้วจะปลดปล่อยรังสีออกมาเนื่องจากมีพลังงานจลน์อยู่ในโมเลกุลโดยคลื่นความร้อนอินฟราเรด (Thermal Infrared) เป็นช่วงคลื่นที่วัตถุปลดปล่อยออกมา และเมื่อพิจารณาถึงความสามารถของดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ เช่น NOAA, LANDSAT ที่มีอุปกรณ์ที่มีความสามารถในการตรวจจับช่วงคลื่นยาวขนาดของอินฟราเรดความร้อนได้ ประกอบกับการใช้กระบวนการประมวลผลภาพที่เหมาะสมจะทำให้สามารถประมาณหาอุณหภูมิพื้นผิวของโลกได้ การศึกษาครั้งนี้จะใช้เทคนิคของการสำรวจจากระยะไกลทำการประมาณหาอุณหภูมิพื้นผิวบริเวณกรุงเทพมหานคร และพิจารณาลักษณะของเมืองเพื่อการตีความหมายแล้วจัดทำเป็นแผนที่แสดงให้เข้าใจได้ ผลที่ได้คาดว่าจะให้ความหมายที่เป็นประโยชน์ในการอธิบายเกี่ยวกับความร้อนที่เกิดขึ้นในเมืองใหญ่ๆ เช่น กรุงเทพมหานครได้ ข้อมูลที่ได้จะเป็น

ประโยชน์ต่อการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวของสิ่งปกคลุมดินกับอุณหภูมิอากาศและการจัดการเมืองเพื่อความน่าอยู่ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้อมูลภาพเชิงตัวเลขจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM ดัชนีภาพ Path 129 Row 50 & 51

2. แผนที่ภูมิประเทศ ลำดับชุด L7017 ระวางที่ 5036 I&II, 5136I, II, III และ IV

3. Portable Infrared Thermometer

4. เครื่องกำหนดตำแหน่งด้วยดาวเทียม (GPS)

5. ระบบประมวลผลข้อมูลสำรวจระยะไกล

6. อุปกรณ์อื่นๆ เช่น กล้องถ่ายภาพดิจิตอล นาฬิกา เข็มทิศ ฯลฯ

ขอบเขตพื้นที่ศึกษา

ในการศึกษาได้เลือกกรุงเทพมหานครเป็นพื้นที่เป้าหมาย ขอบเขตพื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่ใหญ่กว่ากรุงเทพมหานคร โดยต้องเป็นพื้นที่ที่ครอบคลุมสิ่งปกคลุมดินหลากหลายประเภท เมื่อศึกษารายละเอียดข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ต้องใช้แล้ว ทำการกำหนดของเขตพื้นที่ศึกษาตามพิกัดแผนที่ในระบบ UTM ได้ที่พิกัดมุมบนซ้าย 640500 E, 1550500 N และพิกัดมุมล่างขวาที่ 714000 E, 1490500 N ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 4,410 ตารางกิโลเมตร หรือครอบคลุมตามขนาดของภาพถ่ายจากดาวเทียม 2941x2401 จุดภาพ

วิธีการศึกษา

1. รวบรวมข้อมูลเบื้องต้น อันได้แก่ ข้อมูลแผนที่แสดงบริเวณพื้นที่ศึกษาเพื่อศึกษาขอบเขตการปกครอง เส้นทางคมนาคม เส้นลำน้ำ และสถานที่ตั้งที่สำคัญๆ ข้อมูลเหล่านี้จะถูกนำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อไว้ใช้ในการศึกษา และข้อมูลสถิติภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา

2. เลือกช่วงเวลาศึกษา โดยกำหนดให้ในสภาพที่ปกติมีอากาศร้อน และวันที่จะเก็บข้อมูลภาคสนามกำหนดให้เป็นวันที่จะมีการบันทึกภาพโดยดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติที่ประเทศไทยรับด้วย

3. วัดข้อมูลพื้นผิวของวัตถุหลักในพื้นที่ศึกษาโดยอาศัยเครื่องมือวัดอุณหภูมิพื้นผิววัตถุในสนามแบบฉายด้วยลำแสงอินฟราเรดที่สามารถปรับค่าสัมประสิทธิ์การเปล่งรังสีตามชนิดของวัตถุ (ε) เพื่อการให้ค่าที่ถูกต้อง ทำการออกตรวจวัดข้อมูลในช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 08.00-12.00 น. ให้ได้แล้วเสร็จภายในวันเดียวกันโดยกำหนดวัตถุหลักๆ ที่จะเป็นเป้าหมายในการวัดอุณหภูมิ คือ กลุ่มอาคารหนาแน่น อาคารขนาดใหญ่ที่โดดเด่น กลุ่มอาคารที่พักอาศัย (ที่มักมีหลังคาเป็นกระเบื้อง มีขนาด ความสูง และจัดเรียงเป็นระเบียบ เช่น บ้านจัดสรร) กลุ่มอาคารที่มีหลังคาสังกะสี กลุ่มโรงเรือนที่มีหลังคา ทำจากวัสดุจากธรรมชาติพวกพืช ถนนลาดยาง ถนนคอนกรีต ถนนลูกรัง กลุ่มไม้ยืนต้น กลุ่มไม้ผลขนาดเล็ก นาข้าว สนามหญ้าที่ปลูก พื้นที่ชุ่มน้ำรกร้าง พื้นที่โล่งว่างเปล่า พื้นที่โล่งมีหญ้าขึ้นเองตามธรรมชาติ แหล่งน้ำธรรมชาติที่ระดับความลึกต่างๆ ในแต่ละจุดที่มีการตรวจวัดข้อมูลจะพิจารณาวัตถุหลักที่ปรากฏอยู่ในพื้นที่ที่ครอบคลุมอาณาบริเวณกว้างกว่า 30x30 เมตรขึ้นไป และเป็นอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย แต่ถ้ามีกลุ่มวัตถุคละกันหลายชนิดก็จะทำการวัดไว้หลายๆ ค่าตามวัตถุที่ปรากฏ แล้วนำมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลภาพในภายหลัง สำหรับตำแหน่งที่ทำการวัดหาอุณหภูมิจะกำหนดด้วย GPS เปรียบเทียบกับข้อมูลพิกัดที่หาไว้ก่อนแล้วว่าใกล้เคียงกันหรือไม่ เพื่อเป็นการยืนยันตำแหน่งที่ต้องการ แต่จะไม่เน้นความแม่นยำของค่าที่อ่านได้ในทุกหลักเลข เพราะข้อจำกัดด้านเวลา (สามารถวินิจฉัยตำแหน่งในข้อมูล

ภาพถ่ายจากดาวเทียมภาย หลังได้) วันที่เก็บวัดข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวกำหนดให้เป็นวันและช่วงเวลาที่ตรงหรือใกล้เคียงกับวันที่มีการบันทึกข้อมูลดาวเทียมมากที่สุด

4. วัดข้อมูลอุณหภูมิของวัตถุตัวอย่างที่อยู่บริเวณเดียวกัน เพื่อเก็บวัดข้อมูลวัตถุตัวอย่างตามช่วงเวลาในรอบวัน เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวที่เก็บมาจากส่วนต่างๆ ของพื้นที่ศึกษาเพื่อใช้ยืนยันผลการเก็บข้อมูลภาคสนาม เนื่องจากการเก็บข้อมูลในพื้นที่ต้องกระทำแข่งกับเวลา อาจจะทำให้ได้ข้อมูลผิดปกติมากได้ โดยมีสมมุติฐานว่าวัตถุประเภทเดียวกันจะต้องมีอุณหภูมิพื้นผิวใกล้เคียงกันถ้าแตกต่างกันมากอาจจะเป็นข้อมูลที่มีการวัดที่ผิดพลาดได้

5. จัดหาข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยเลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมดิจิตอลของดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM แล้วทำปรับแก้ความผิดพลาดของข้อมูลภาพจากดาวเทียมและตัดต่อภาพ

6. การศึกษาสภาพการใช้ที่ดินปีปัจจุบัน เพื่อให้ทราบถึงสภาพการปกคลุมพื้นที่และการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อที่จะใช้กำหนดบริเวณที่จะเก็บข้อมูลอุณหภูมิ

7. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการประมาณหาอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ศึกษามีขั้นตอนแสดงดัง Figuer 1 โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

7.1 วิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บได้จากภาคสนาม ได้แก่ ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิววัตถุที่วัดได้ และข้อมูลพิกัด นำมาพิจารณาความเหมาะสมก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์โดยการวิเคราะห์จุดภาพในข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม โดยมีเกณฑ์การตัดสินใจ คือ 1) จะต้องเป็นวัตถุหรือกลุ่มวัตถุที่วินิจฉัยได้ในภาพถ่ายจากดาวเทียม 2) จะต้องไม่เป็นวัตถุที่โดยสภาพแวดล้อมรอบข้างกลืนค่าในภาพถ่ายที่บันทึกได้ 3) ถ้ากรณีที่ข้อมูลภาพที่ใช้มีการบันทึกไม่ตรงกับวันที่ตรวจวัดอุณหภูมิก็จะต้องเป็นวัตถุที่มีสภาพคงสภาพเดิมทั้งสองช่วงเวลา 4) ควรเป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับเวลาบันทึกภาพเพื่อหลีกเลี่ยงการแปรผันอันเนื่องมาจากรังสีตกกระทบและการเปล่งรังสีของวัตถุที่เปลี่ยนแปลงในรอบวัน

7.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมและอุณหภูมิพื้นผิว โดยใช้พิกัดทางแผนที่ที่ได้จากการอ่านค่าจากแผนที่ในขั้นตอนการวางแผนเก็บข้อมูลประกอบกับการใช้ค่า GPS มาวินิจฉัยหาตำแหน่งวัตถุ (จุดภาพ) ในข้อมูลภาพและปรับค่าพิกัดให้แม่นยำให้ถึงเลขหลักหน่วย แล้วทำการวัดอ่านค่า DN ของจุดภาพทั้ง 7 ช่วงคลื่นนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ในรูปของสมการการถดถอยเชิงเส้น

7.3 เลือกช่วงคลื่นของข้อมูลภาพที่มีความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิพื้นผิวสูงสุด นำมาทำการวิเคราะห์หาสมการที่ดีที่สุด

7.4 กำหนดตำแหน่งเพื่อการอ่านค่าจุดภาพที่กระจายเป็นระบบทั่วพื้นที่ โดยการเลือกจุดพิกัดเริ่มต้นของการสุ่ม แล้วทำการสุ่มวัดค่าจุดภาพเป็นระบบห่างกันคิดเป็นระยะในพื้นที่จริงทุกๆ 5 กิโลเมตร และสุ่มวัดทุกๆ 1 กิโลเมตร ในบริเวณใจกลางพื้นที่ศึกษา (เขตเมืองของกรุงเทพมหานคร)

7.5 ทำการวัดค่า DN ของจุดภาพทุกๆ ตำแหน่งที่สุ่ม

7.6 ประมาณหาอุณหภูมิพื้นผิว ณ ตำแหน่งที่สุ่มด้วยสมการที่ได้จากข้อ 7.3

7.7 นำค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ประมาณได้จากข้อ 7.6 มาทำการประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เพื่อสร้างข้อมูลภาพที่เป็น SURFACE โดยใช้ SPLINE Interpolator เพราะเป็นวิธีที่ได้โค้งของ Surface เข้าใกล้กับค่าที่ป้อนเข้า (ค่าอุณหภูมิพื้นผิว)

7.8 สร้างเส้นชั้นอุณหภูมิเท่า (ISOLINE / ISOTERM) จากข้อมูล SURFACE ที่ได้

7.9 กำหนดเขตพื้นที่ศึกษาออกเป็นส่วนๆ เพื่อการศึกษาลักษณะของข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว โดยใช้ขอบเขตการปกครองมาทำการตัดส่วนข้อมูล SURFACE เพื่อการคำนวณหาค่าทางสถิติที่สำคัญ

7.10 ทำการซ้อนทับข้อมูล SURFACE พื้นผิวกับข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษาเพื่อการอธิบายผล

ผลและวิจารณ์ผล

การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่

จากการรวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษาและการหาข้อมูลจากหน่วยงานทำให้ได้ข้อมูลที่สำคัญ คือ ข้อมูลแสดงลักษณะโครงสร้างพื้นฐานของพื้นที่ อันได้แก่ ข้อมูลจากแผนที่ของกรมแผนที่ทหาร สำนักผังเมือง แผนที่เส้นทางต่างๆ และข้อมูลสถิติอุณหภูมิในรอบปี 2543 ของกรุงเทพมหานคร

การเลือกวันที่เก็บข้อมูลภาคสนาม

ตามแผนการทดลองที่กำหนดว่าควรจะต้องเก็บข้อมูลภาคสนามได้ทันภายในเดือนเมษายน 2543 ซึ่งปกติจะถือว่าเป็นช่วงเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดและแสงแดดจัดของปี แต่เนื่องจากได้รับอนุมัติโครงการวิจัยไม่ทันเวลาที่กำหนด จึงต้องเริ่มทำการศึกษาในเดือนพฤษภาคม เมื่อพิจารณาตารางกำหนดการรับสัญญาณข้อมูลดาวเทียม LANDSAT 5 ประจำปี พ.ศ. 2543 ปรากฏว่าจะมีการบันทึกภาพบริเวณพื้นที่ศึกษาในวันที่ 2 พฤษภาคม 2543 จึงได้กำหนดเป็นวันที่เก็บข้อมูลภาคสนามสำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้

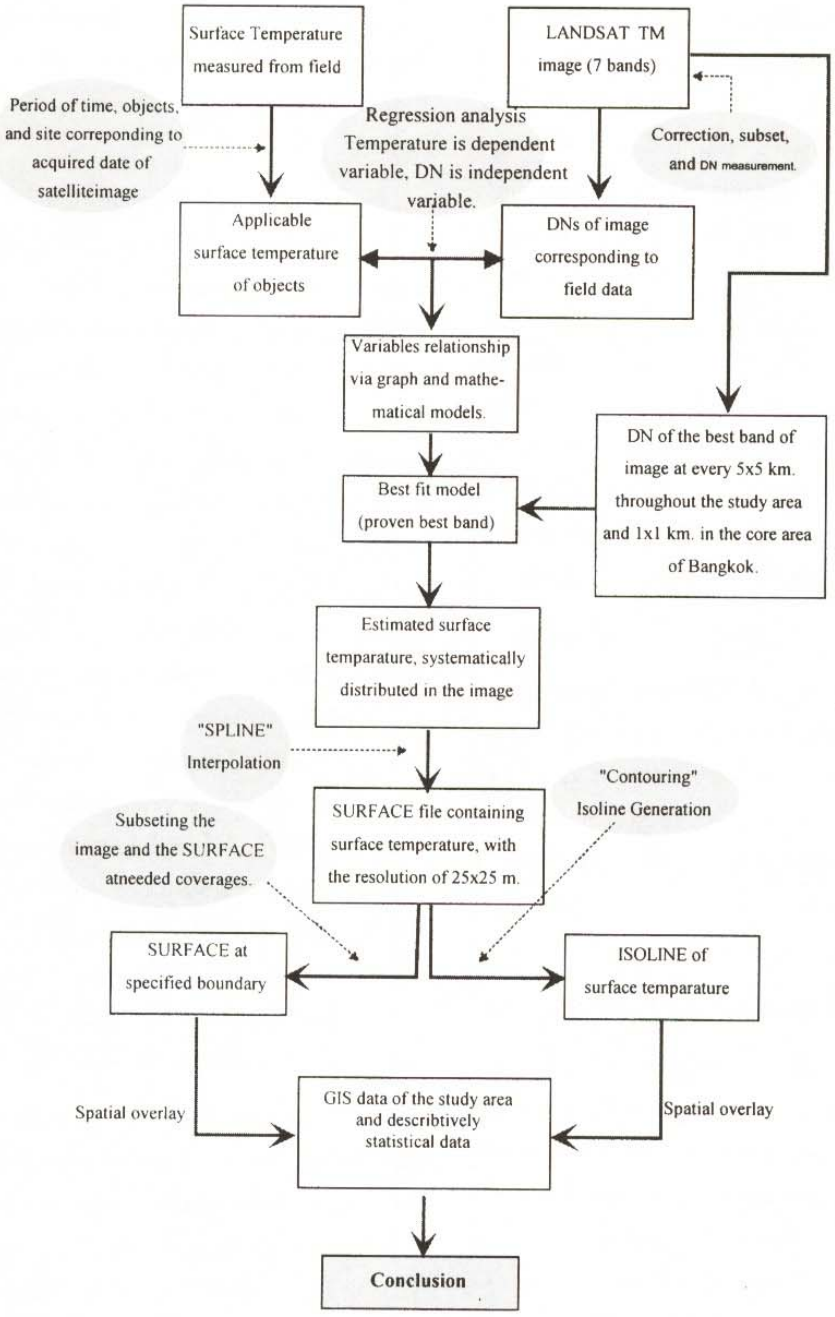
การวัดข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวจากภาคสนาม

โดยใช้เครื่องมือวัดอุณหภูมิพื้นผิวด้วยลำแสง Infrared ตามจุดต่างๆ ทั่วพื้นที่ศึกษา ได้ทั้งหมด 86 จุด

การเลือกและเตรียมข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

1. การเลือกข้อมูลภาพ

ในการเลือกใช้ข้อมูลดาวเทียมเพื่อประมาณหาอุณหภูมิพื้นผิวในครั้งนี้ ได้กำหนดที่จะใช้ข้อมูลที่บันทึกเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2543 แต่พบในภายหลังว่าภาพที่ได้มีเมฆปกคลุมอยู่บางส่วนโดยเฉพาะเหนือบริเวณพื้นที่ศึกษา และมีอิทธิพลจากชั้นบรรยากาศสูง เนื่องจากในวันนั้นมีฝนตกในช่วงบ่าย ซึ่งจะทำให้ค่าตัวแทนการแผ่รังสีของวัตถุ (DN) ของจุดภาพบริเวณเดียวกันกับที่มีการเก็บภาคสนามข้อมูลผิดเพี้ยนไปมาก และจะไม่สามารถอ่านค่าที่ถูกต้องจากจุดภาพได้ในบางบริเวณ แต่เนื่องจากได้ดำเนินการเก็บวัดข้อมูลอุณหภูมิในภาคสนามตามแผนการทดลองไปแล้ว หากจะทำการเก็บข้อมูลใหม่โดยรอการบันทึกภาพใหม่ก็จะเป็นช่วงฤดูฝนซึ่งจะยิ่งเป็นอุปสรรคต่อการศึกษาอย่างมาก จึงต้องพิจารณาเลือกใช้ข้อมูลย้อนหลังวันเก็บข้อมูลภาคสนามที่ใกล้เคียงที่สุดโดยใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้คือ 1) ข้อมูลภาพทั้งสอง (วันที่ 2 พฤษภาคม 2543 กับภาพวันที่อื่นที่จะใช้แทน) จะต้องมีสหสัมพันธ์กันสูงเป็นที่ยอมรับได้ 2) ข้อมูลภาพที่ใช้จะต้องอยู่ในช่วงที่มีสภาพอากาศคล้ายคลึงกับวันที่เก็บข้อมูลอุณหภูมิภาคสนาม 3) ข้อมูลภาพจะต้องมีคุณภาพดีปราศจากเมฆและสัญญาณรบกวน และ 4) เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลภาพกับข้อมูลอุณหภูมิภาคสนามจะต้องมีความสัมพันธ์กัน แต่เนื่องจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล



Figuer 1. Steps of data analysis

ภาพทั้งสองวันดังกล่าวนั้น จะต้องใช้ภาพต้นฉบับมาทำการทดสอบซึ่งไม่สามารถกระทำได้เนื่องจากจะต้องจัดซื้อภาพเพิ่มเติม ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบความเหมาะสมด้วยเงื่อนไขอื่นที่เหลือ จากการนำข้อมูลสถิติอุณหภูมิในรอบปีมาพิจารณาพบว่าวันที่มีการบันทึกข้อมูลภาพที่จะเลือกใช้ศึกษา (28 กุมภาพันธ์ 2543) มีสภาพการแปรเปลี่ยนอุณหภูมิอากาศที่ไม่แตกต่างกับวันที่เก็บข้อมูลมากนัก เมื่อพิจารณาคุณภาพของข้อมูล Quick Look ก็พบว่ามีคุณภาพดีกว่าภาพที่บันทึกในวันอื่นๆ ในรอบปีอย่างชัดเจน และเมื่อทำการวิเคราะห์ความ สัมพันธ์โดยใช้ค่าที่วัดได้ทั้งหมดจาก 86 จุด ปรากฏว่า อุณหภูมิพื้นผิวที่วัดได้จากภาคสนามมีความสัมพันธ์กับค่า DN ของข้อมูลภาพจากดาวเทียม LANDSAT ที่จะใช้จริง

2. <u>การปรับแก้ความผิดพลาดของข้อมูลภาพ</u>

การปรับแก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อ มูลภาพได้ใช้สมการปรับแก้แบบโพลิโนเมียลดีกรี 2 ทั้งสองภาพ โดยภาพแรก (129-50) ใช้จุดควบคุม 23 จุด ภาพที่สอง (129-51) ใช้ 20 จุด สมการปรับแก้ที่เหมาะสมให้ค่าความถูกต้องที่คิดเป็นค่า RMSe ได้เท่ากับ 0.698 และ 0.735 จุดภาพตามลำดับ โดยใช้ Resampling แบบ Nearest Neighbor

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลหาความสัมพันธ์

ก่อนการนำข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวที่เก็บวัดจากภาคสนามมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลภาพ ได้ทำการพิจารณาความเหมาะสมของข้อมูลก่อน เนื่องจากเป็นการเก็บข้อมูลโดยหลายคนเก็บ และในช่วงเวลาที่แตกต่างกันตั้งแต่ 09.00-14.00 น. ซึ่งข้อมูลที่วัดได้บางค่าอาจจะไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ได้ จึงใช้เกณฑ์พิจารณา คือ 1) จะต้องเป็นข้อมูลที่เก็บในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกับการบันทึกภาพถ่ายของดาวเทียม 2) จะต้องเป็นข้อมูลที่เก็บมาจากวัตถุหรือกลุ่มวัตถุที่ปรากฏอยู่ในภาพถ่ายที่จะใช้ 3) จะต้องเป็นข้อมูลที่เก็บมาจากวัตถุที่มีสภาพข้อมูลภาพเหมือน หรือใกล้เคียงกับที่เป็นอยู่ในวันที่มีการบันทึก

จากเกณฑ์ดังกล่าว เมื่อใช้ข้อมูลภาพที่บันทึกเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2543 เวลาประมาณ 09.11 นาฬิกา จึงได้นำข้อมูลเกี่ยวกับการวัดค่ารังสีตกกระทบที่บันทึกโดย Solar Radiation Research Laboratory (BSRN) ของวันที่ดังกล่าวเปรียบเทียบกับข้อมูลของวันที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2543 ซึ่งเป็นวันที่มีการเก็บวัดข้อมูลภาคสนาม ปรากฏว่าช่วงเวลาที่น่าจะนำข้อมูลมาใช้ไม่ควรเกินเวลา 11.00 นาฬิกา และเมื่อพิจารณาวัตถุที่ที่ได้มีการวัดข้อมูลภาคสนามก็จะได้ว่า ถ้าจะใช้เปรียบเทียบกับข้อมูลดาวเทียม LANDSAT ที่มีขนาดจุดภาพครอบคลุม 30x30 เมตร จุดเก็บวัดข้อมูลหลายรายการไม่ควรเอามาร่วมวิเคราะห์ เช่น บ้านหลังคาจากเดี่ยวหรือเป็นกลุ่มไม่กี่หลัง อาคารหลังคากระเบื้องเดี่ยว ฯลฯ และถ้าพิจารณาประกอบกับความแตกต่างในเรื่องเวลาที่เก็บข้อมูลกับเวลาบันทึกข้อมูลภาพจากดาวเทียม จุดเก็บวัดข้อมูลหลายรายการไม่ควรเอามาร่วมวิเคราะห์ อาทิเช่น กองเหล็ก สนามหญ้าที่ไม่ได้ปลูกสร้างหรือดูแลโดยมนุษย์ เลน โคลน ถนนที่ลาดยางทับพื้นคอนกรีตเดิม ฯลฯ ทั้งนี้เพราะวัตถุเหล่านี้อาจมีสภาพที่ไม่เหมือนหรือไม่ใกล้เคียงกับที่เป็นอยู่ในวันบันทึกภาพ (28 ก.พ. 43) เลยก็ได้

ดังนั้นข้อมูลที่เก็บวัดภาคสนามที่ถูกเลือกมาวิเคราะห์ร่วมกับค่า DN ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมมีทั้งหมด 32 ค่า ซึ่งพิกัดแผนที่ของตำแหน่งที่เก็บวัดจะใช้เป็นตัวระบุค่าพิกัดภาพเพื่อการอ่านค่า DN จากข้อมูลภาพที่ได้รับการปรับแก้และกำหนดพิกัดอ้างอิงเข้ากับระบบพิกัดแบบเดียวกันกับพิกัดของจุดเก็บวัดข้อมูลอุณหภูมิ ข้อมูลที่วัดได้แสดงดัง Table 1

Table 1. Measured surface temperature and digital number (DN) of satellite image used in the study

ID	Dominant Objects	Temp.	DN of Landsat TM						
		(°C)	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TM7
1	Concrete paved road	48.89	94	43	51	55	75	138	39
2	Lateritic road	47.78	100	53	64	66	83	137	61
5	Abandon land (tropical grass)	31.83	90	38	40	70	65	129	25
41	Buildings with grass windows	48.89	95	41	49	45	58	136	32
42	Intermixed buildings and roads	38.89	95	39	43	38	51	135	32
43	Intermixed buildings and roads	38.89	90	40	45	34	47	135	27
44	Buildings nearby canal	37.78	95	46	58	55	66	131	39
45	Intermixed buildings and roads	45.00	90	39	44	38	46	134	31
46	Built-up areas	44.44	91	41	46	41	66	134	44
6	Concrete yard	51.11	114	60	80	67	103	140	69
47	Trees	37.00	91	40	43	56	56	133	31
48	Cement roof	43.33	91	50	59	62	83	133	54
49	Trees	38.33	85	38	39	53	50	132	22
50	Concreting buildings	45.56	97	46	53	48	55	134	31
7	Asphalt road	46.11	96	43	50	43	67	134	46
56	Massive structure of monument	47.22	92	43	47	67	111	134	54
55	Massive structure of monument	41.00	98	46	60	51	87	130	54
78	Built-up area	42.78	99	45	50	64	79	132	46
57	Tree belts	35.67	87	40	45	41	47	132	26
79	Mixed asphalt and concrete road	39.44	93	42	45	37	57	136	39
59	Grass yard	36.00	93	43	48	55	67	130	33
60	Massive building	45.56	97	45	54	61	113	133	72
61	Roof with red brick	45.56	95	50	65	55	90	134	55
82	Pond with herbaceous plants	35.83	87	38	37	31	21	130	12
64	Green park	37.22	92	44	48	66	79	130	40
11	Open land with grass	37.78	100	44	50	53	95	134	56
84	Rugby yard	36.67	89	40	44	74	69	133	32
66	Water near riverbank	33.06	86	36	36	21	11	126	6
67	Water, 5 meters from bank	33.11	75	35	34	20	10	125	8
68	Water, 5 meters from bank	31.56	84	37	35	20	13	124	6
69	Water, 5 meters from bank	31.44	88	37	35	20	11	124	4
86	Swamp with herbaceous plants	33.50	85	37	37	88	58	127	21

เมื่อนำข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิวมาหาความสัมพันธ์กับค่า DN ของทุกช่วงคลื่น แสดงเป็น Scatter Plot และสมการได้ดัง Figure 2 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าค่าอุณหภูมิพื้นผิวมีความสัมพันธ์กับค่า DN ของช่วงคลื่นที่ 6 ของดาวเทียม LANDSAT TM มากที่สุด โดยมีความสัมพันธ์ในลักษณะของสมการเส้นตรงที่มีค่าสัมประสิทธิ์ของตัวกำหนดเท่ากับ 0.6876 เมื่อทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติของสมการที่ได้ พบว่า อุณหภูมิพื้นผิวที่กำหนดให้เป็นตัวแปรตาม กับค่า DN ของช่วงคลื่นที่ 6 ที่กำหนดให้เป็นตัวแปรอิสระ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ($F = 57.525$)

เมื่อหาสมการที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าของตัวแปรตาม (อุณหภูมิพื้นผิว, T_s) ที่มีค่า DN ของข้อมูลภาพ TM แบนด์ 6 เป็นตัวแปรอิสระ พบว่าสมการรูปแบบ เอกซ์โพเนนเชียล เป็นสมการที่ดีที่สุด โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.707 รูปแบบของสมการคือ

$$T_s = 0.6558e^{0.0311DN} \quad \text{---------- (1)}$$

ผลการประมาณค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ศึกษา

1. การพยากรณ์ค่าอุณหภูมิพื้นผิว

เมื่อทำการสุ่มวัดหาค่า DN จากข้อมูลภาพตามตำแหน่งจุดภาพที่กระจายเป็นระบบทั่วทั้งภาพ โดยกำหนดให้เริ่มวัดที่ พิกัด 641000 E, 1550000 N และสุ่มวัดค่าตำแหน่งอื่นๆ ห่างกันทุกๆ 5 กิโลเมตร จะได้จุดที่วัดค่า DN รวมทั้งสิ้น 180 จุด และเพื่อให้การประมาณค่าในบริเวณตัวเมืองกรุงเทพมหานครละเอียดขึ้น จึงทำการสุ่มวัดค่าเป็นระบบห่างกันทุกๆ 1 กิโลเมตร โดยเริ่มวัดที่พิกัด 658500 E, 1547500 N เป็นจำนวน 945 จุด รวมเป็นจุดที่ทำการสุ่มวัดค่า DN จากข้อมูลภาพเพื่อการประมาณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวให้กระจายทั่วพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 1,125 จุด การกระจายตัวของจุดสุ่มดังกล่าวแสดงดังภาพที่ 2 นำค่า DN ที่วัดได้แทนลงในสมการที่ 1 ก็จะได้ค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่จะนำไปใช้ในการหาอุณหภูมิพื้นผิวของทั้งพื้นที่ศึกษาในรูปของข้อมูล SURFACE

2. ผลการสร้าง SURFACE ค่าประมาณอุณหภูมิพื้นผิวของทั้งพื้นที่ศึกษา

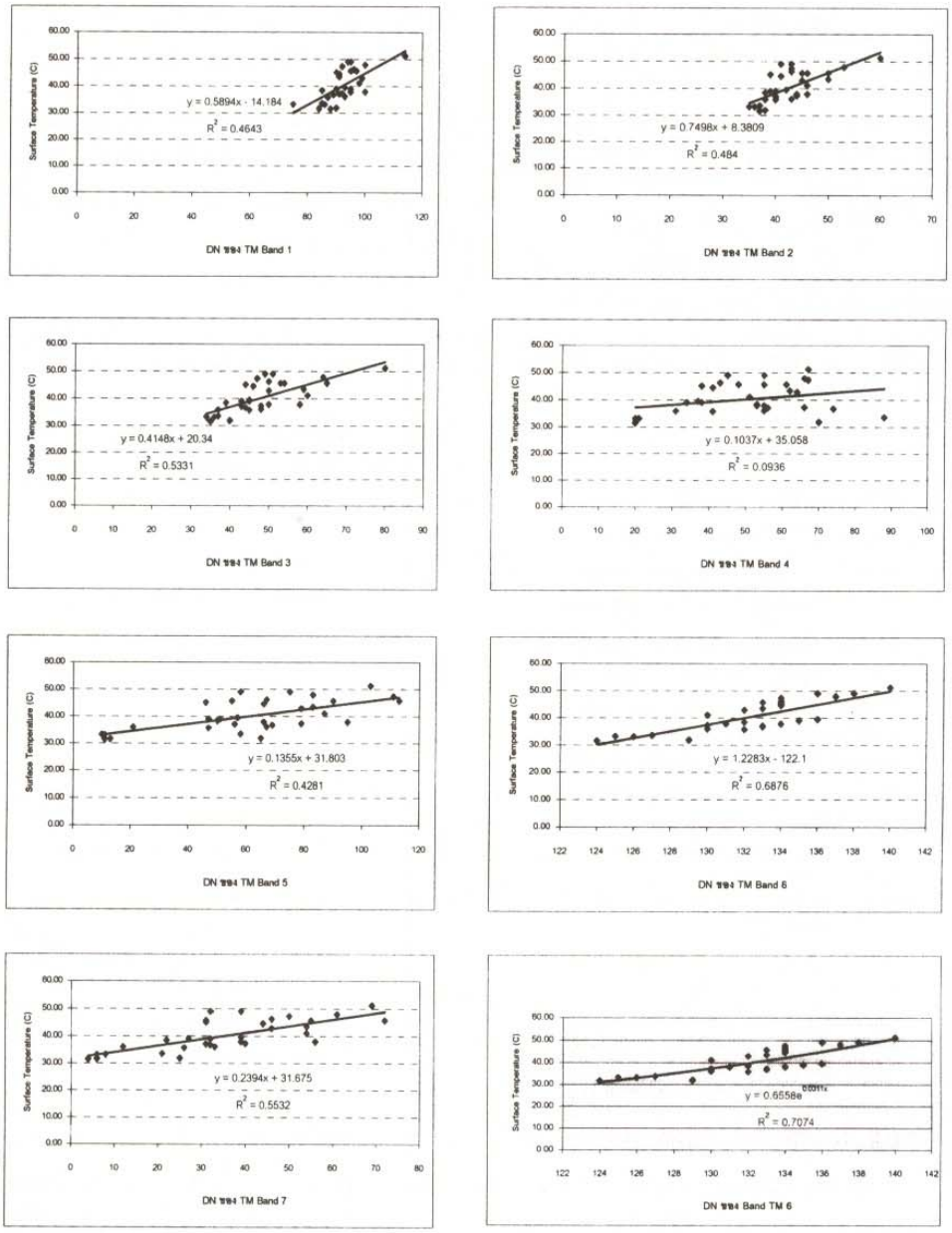
ค่าอุณหภูมิพื้นผิวที่ประมาณได้จากสมการดังกล่าวข้างต้นของตำแหน่งสุ่มต่างๆ ใช้เป็นตัวป้อน (input) สำหรับการประมาณค่าในช่วงเพื่อให้ได้ SURFACE ขนาด 32 บิต บรรจุค่าอุณหภูมิพื้นผิวเป็น Floating Number โดยมีขนาดความละเอียดคิดเป็นจุดภาพที่เทียบเท่ากับ 25x25 เมตร

3. ผลการสร้างเส้นช่วงชั้นอุณหภูมิพื้นผิวเท่า

ข้อมูล SURFACE ที่บรรจุค่าอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ศึกษา สามารถทำการสร้างเส้นชั้นอุณหภูมิเท่าที่ระดับความต่างของอุณหภูมิ 1, 2 และ 5 องศาเซลเซียส เพื่อไว้ใช้ในขั้นตอนการศึกษาต่อไป

4. ผลการวิเคราะห์อุณหภูมิพื้นผิวแยกตามลักษณะสภาพเมืองของกรุงเทพมหานคร

เมื่อทำการแบ่งขอบเขตพื้นที่ศึกษาออกเป็นส่วนๆ ที่เป็นตัวแทนของลักษณะตามการแบ่งเขตเมืองเพื่อการจัดทำผังเมืองรวมกรุงเทพมหานครด้านการพัฒนาสวนสาธารณะของสำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร ใน 3 ลักษณะเฉพาะดังนี้



Figuer 2. Derived scatter plots and regression models

1) เขตเมืองชั้นใน เป็นย่านพาณิชยกรรม และที่อยู่อาศัยหนาแน่นเป็นส่วนใหญ่

2) เขตต่อเมืองและเขตชั้นกลาง อยู่โดยรอบเมืองชั้นในภายในรัศมี 20 กิโลเมตร เป็นย่านที่อยู่อาศัยหนาแน่นน้อย

3) เขตชานเมืองหรือเขตชั้นนอกที่ห่างจากศูนย์กลางเมืองเกินกว่า 20 กิโลเมตร มีข้อจำกัดทางด้านกายภาพ และมีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานไม่มากนัก ยังคงมีพื้นที่เกษตรกรรมเหลืออยู่

จากเกณฑ์ที่กำหนดสามารถแบ่งเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครได้เป็น 9 เขต เมื่อทำการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาของอุณหภูมิพื้นผิวในแต่ละเขตได้ผลดัง Table 2

Table 2. Statistical data of estimated surface temperature of the selected regions of the study area

	Regions	Surface Temperature (degree celsius)					
		Min	Max	Mean	Median	Mode	SD
1	Ratchatewi, Phaya Thai, Bang Sue, Chatuchak, Huai Khwang, Din Daeng, Dusit, Phra Nakorn, Pomparb Sattruphai, Samphanthawong, Bang Ruk, Prathumwan, Sathon, Khlong San, Vadhana, Khlong Toei, Bang Kholaem, Thon Buri, Yannawa, Bangkok Yai, Bangkok Noi, Bang Plad	28.96	58.89	42.55	42.36	41.90	3.53
2	Lat Phrao, Bung Kum, Bang Kapi, Kannayao, Saphan Sung, Wang Thonglang	35.33	58.53	45.33	45.49	48.92	4.20
3	Donmuang, Bang Khen, Lak Si, Sai Mai	32.64	60.80	42.28	42.23	43.90	4.52
4	Pravet, Phra Khanong, Suan Luang	30.43	53.04	40.94	41.43	43.71	4.47
5	Taling Chan, Phasicharoen, Bang Kae, Nong Khaem, Thawi Watthana	25.36	45.39	35.43	35.21	34.50	3.20
6	Bang Khuntian, Rat Burana, Bang Bon, Chom Thong	26.29	53.05	35.61	34.99	31.26	4.11
7	Nong Chok	30.29	52.17	38.38	37.07	33.81	5.09
8	Min Buri	30.32	50.06	39.69	40.37	42.55	4.57
9	Lat Krabang	31.02	50.61	40.50	40.12	34.58	4.92

จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า เขตพื้นที่ 2 อันประกอบด้วย เขตลาดพร้าว บึงกุ่ม บางกะปิ คันนายาว สะพานสูง และวังทองหลาง มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยสูงกว่าเขตพื้นที่อื่น คือ มีค่าเท่ากับ 45.32 องศาเซลเซียส ในขณะที่เขตพื้นที่ 5 และ 6 ที่ตั้งอยู่ในฝั่งธนบุรี มีค่าเฉลี่ยต่ำ คือ 35.43 และ 35.61 ตามลำดับ และมีอุณหภูมิส่วนใหญ่อยู่ที่ประมาณ 35 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะเมื่อพิจารณาถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจะเห็นได้ว่า เขตพื้นที่ 5 มีความแตกต่างของอุณหภูมิพื้นผิวน้อยกว่าเขตอื่นๆ สำหรับเขตพื้นที่ 1 ซึ่งเป็นเขตเมืองชั้นในมีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยประมาณ 42.5 องศาเซลเซียส ทั้งเขตพื้นที่ไม่ค่อยแตกต่างกันมาก และมีอุณหภูมิส่วนใหญ่อยู่ที่ประมาณ 42 องศาเซลเซียส โดยเขตพื้นที่นี้มีลักษณะของอุณหภูมิพื้นผิว

คล้ายคลึงกับเขตพื้นที่ 3 (ดอนเมือง บางเขน หลักสี่ สายไหม)

ผลการซ้อนทับเส้นชั้นอุณหภูมิเท่ากับข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ศึกษา

เมื่อเลือกพื้นที่ที่น่าสนใจในของเขตพื้นที่ข้างต้นมาพิจารณาอุณหภูมิพื้นผิว ได้ผลดังต่อไปนี้

1. บริเวณเขตใจกลางเมือง

ในย่านนี้ พบว่า มีเส้นชั้นอุณหภูมิพื้นผิวเท่าที่ 35 องศาเซลเซียส พาดผ่านเป็นเส้นชั้นต่ำสุด ซึ่งอยู่บริเวณฝั่งธนบุรีติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา โดยมีเส้นชั้นสูงสุดคือ 45 องศาเซลเซียส เป็นบริเวณถนนราชดำเนินนอก จากสภาพสิ่งปกคลุมดินมีลักษณะเป็นอาคารสิ่งก่อสร้างหนาแน่น จึงทำให้มีอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ค่อนข้างสูงและใกล้เคียงกันการถ่ายเทความร้อนจะไม่ดี ซึ่งจะมีผลให้อากาศร้อนอบอ้าวได้ ดัง Figure 3

2. บริเวณเขตตลิ่งชัน (ตัวแทนของเขตพื้นที่สีเขียวที่อยู่ชานเมืองกรุงเทพฯ)

ในย่านนี้พบว่ามีเส้นชั้นอุณหภูมิพื้นผิวเท่าที่ 30 องศาเซลเซียส พาดผ่านเป็นเส้นชั้นต่ำสุด ซึ่งอยู่บริเวณแถวถนนกาญจนาภิเษก และมีเส้นชั้นสูงสุดคือ 38 องศาเซลเซียส เป็นบริเวณย่านวัดมะกอก และมีค่าสูงขึ้นไปทางย่านพาณิชยกรรมแถบถนนจรัญสนิทวงศ์ (Figure 4)

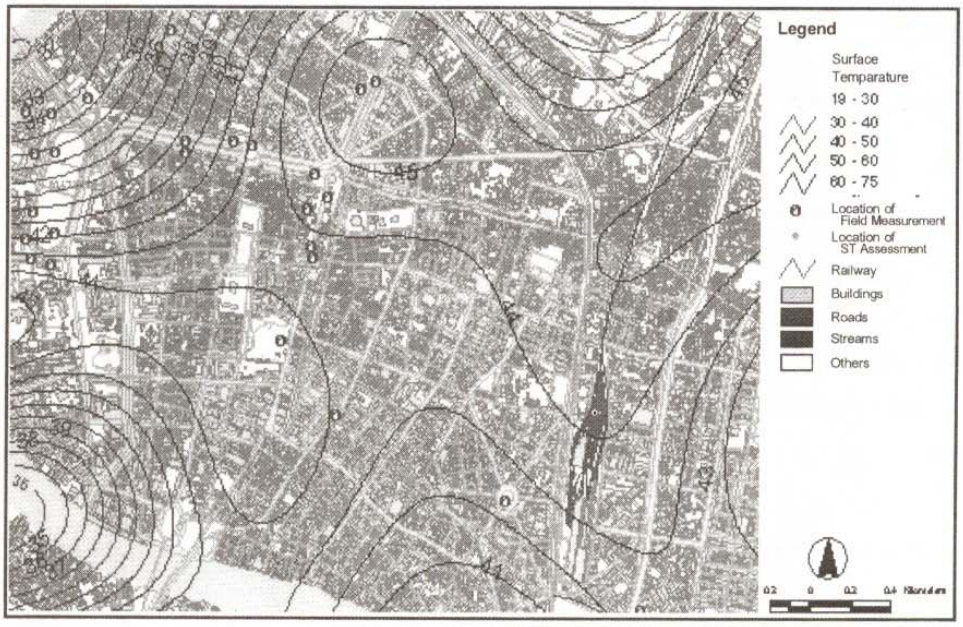


Figure 3. Isoline of surface temperature in the center of Bangkok Metropolitan

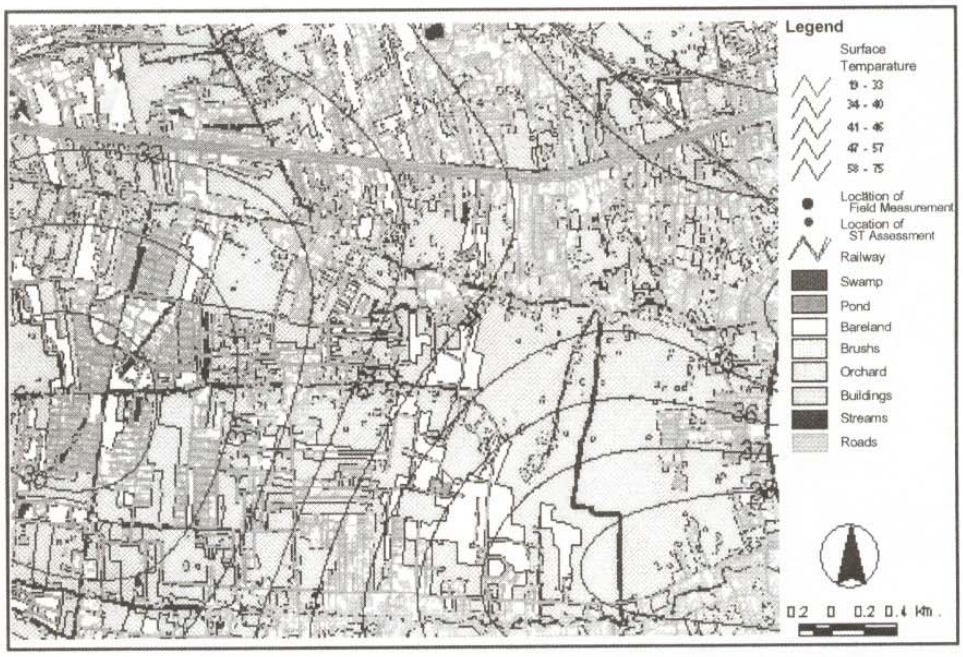


Figure 4. Isoline of surface temperature in Taling Chan District

สรุปผลการศึกษา

1. อุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุที่เป็นสิ่งปกคลุมดินมีความสัมพันธ์กับค่า Digital Number (DN) ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT TM ในแบนด์ที่ 6 มากที่สุด ตามมาด้วยแบนด์ 7, 3, 2, 1, 5, และ 4

2. อุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุที่เป็นสิ่งปกคลุมพื้นที่บริเวณกรุงเทพมหานครและปริมณฑลมีความสัมพันธ์กับข้อมูลแบนด์ที่ 6 ของดาวเทียม LANDSAT TM ที่บันทึกเมื่อวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2543 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ในรูปแบบของสมการเส้นตรง

3. เมื่อหาสมการที่ดีที่สุดเพื่อนำไปใช้ในการประมาณค่าของตัวแปรตาม (อุณหภูมิพื้นผิว, T_s) ที่มีค่า DN ของข้อมูลภาพ TM แบนด์ 6 เป็นตัวแปรอิสระ พบว่าสมการรูปแบบ เอกซ์โพเนนเชียล เป็นสมการที่ดีที่สุด โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.707 โดยมีรูปสมการดังนี้

$$T_s = 0.6558e^{0.0311DN}$$

4. สมการที่ได้สามารถใช้พยากรณ์อุณหภูมิพื้นผิวของตำแหน่งต่างๆ ของพื้นที่ศึกษาได้โดยแทนค่า DN แบนด์ที่ 6 ของข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT TM

5. ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว ณ ตำแหน่งต่างๆ ที่กระจายทั่วพื้นที่ศึกษาสามารถนำมาสร้างข้อมูลภาพในรูปของ SURFACE ที่เก็บค่าประมาณอุณหภูมิ

พื้นผิวทุกๆ จุดของพื้นที่ศึกษาในขนาดความละเอียดที่ต้องการ

6. SPLINE Interpolator สำหรับการสร้างข้อมูล SURFACE สามารถให้ผลในกรณีของการประมาณอุณหภูมิพื้นผิวเป็นที่น่าพอใจและดูสมจริง

7. ข้อมูลอุณหภูมิพื้นผิว ณ จุดต่างๆ และเส้นชั้นอุณหภูมิพื้นผิวเท่าที่สร้างได้จาก SURFACE สามารถใช้อธิบายความหมายของพื้นที่เมืองในแง่ของอุณหภูมิพื้นผิวได้ดี และสามารถนำไปสู่การเข้าใจปรากฏการณ์เกาะความร้อนที่เกิดขึ้นในพื้นที่ที่จะมีผลต่ออุณหภูมิอากาศได้

8. บริเวณที่มีสิ่งปกคลุมพื้นที่ลักษณะเดียวกัน มีความสูง และเป็นผืนใหญ่ต่อเนื่อง เช่น บริเวณที่มีอาคารบ้านเรือนหนาแน่น หรือสวนไม้ยืนต้น มักจะมีเส้นช่วงชั้นอุณหภูมิเท่าห่างกันและ มีค่าใกล้เคียงกัน ลักษณะเช่นนี้หากกระแสลมสงบจะทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวได้ เพราะการถ่ายเทความร้อนไปสู่พื้นที่ข้างเคียงไม่ดี

9. บริเวณใจกลางเมืองชั้นในที่เป็นย่านธุรกิจ เช่น ราชเทวี พญาไท ดุสิต พระนคร ปทุมวัน ฯลฯ มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในช่วงเช้าประมาณ 42.55 องศาเซลเซียส ในขณะที่เขตเมืองชั้นกลางที่เป็นย่านพาณิชยกรรมและที่อยู่อาศัย มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยแตกต่างกันออกไป โดยย่านเขตบางเขน ดอนเมือง สายไหม และหลักสี่ มีค่าเท่ากับ 42.28 องศาเซลเซียส เขตลาดพร้าว บึงกุ่ม บางกะปิ คันนายาว วังทองหลาง และสะพานสูง มีค่าเท่ากับ 45.488 องศาเซลเซียส และเขตประเวศ พระโขนง และสวนหลวงมีค่าเท่ากับ 40.94 องศาเซลเซียส แต่โดยทั่วไปในกลุ่มเขตประเวศพื้นที่ส่วนใหญ่จะมีอุณหภูมิต่ำกว่า สำหรับเขตเมืองชั้นนอกหรือชานเมือง อาทิเช่น ตลิ่งชัน ภาษีเจริญ หนองจอก มีนบุรี ฯลฯ จะมีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในช่วงเช้าต่ำกว่า 40 องศาเซลเซียส

10. อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในช่วงเช้าสูงสุดของพื้นที่ศึกษาอยู่ที่ท่าอากาศยานดอนเมือง คือ 60.80 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในช่วงเช้าต่ำสุดของพื้นที่ศึกษาอยู่ที่บริเวณสวนผลไม้ในเขตตลิ่งชัน โดยมีค่าเท่ากับ 25.36 องศาเซลเซียส

11. สิ่งปกคลุมดินที่มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในช่วงเช้าต่ำได้แก่ วัตถุจำพวก ต้นไม้ นาข้าว และน้ำ ส่วนสิ่งปกคลุมดินที่มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยในช่วงเช้าสูงได้แก่ วัตถุจำพวกคอนกรีตที่เป็นส่วนประกอบของสิ่งก่อสร้างต่างๆ เช่น อาคาร ถนน ฯลฯ

12. กรุงเทพมหานครมีบริเวณที่จะเป็นเกาะความร้อนกระจายอยู่ทั่วไปโดยส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณที่มีสิ่งก่อสร้างที่ขนาดสูงใหญ่หนาแน่น

13. พื้นที่กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันตก (ฝั่งธนบุรี) มีอุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยต่ำกว่าฝั่งตะวันออกและชานเมือง โดยมีความแปรผันไม่มาก (SD ต่ำ) จึงน่าจะเป็นบริเวณที่มีสภาพอากาศเย็นสบายกว่าบริเวณอื่น

14. บริเวณพื้นที่สีเขียวของกรุงเทพมหานคร (พื้นที่เกษตรกรรม) ที่มีลักษณะเป็นสวนไม้ยืนต้นเป็นส่วนใหญ่ (กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันตก) จะทำให้อุณหภูมิพื้นผิวเฉลี่ยของพื้นที่ต่ำกว่า บริเวณพื้นที่สีเขียวที่เป็นพวกนาข้าวหรือพื้นที่รกร้าง (กรุงเทพมหานครฝั่งตะวันออกแถบชานเมือง) เพราะพื้นที่บริเวณนี้บางครั้งจะเปิดโล่งและไม่มีพืชปกคลุมในบางช่วง เวลา

ข้อเสนอแนะ

1. การเก็บวัดอุณหภูมิพื้นผิวในภาคสนามควรตรงกับวันที่มีการบันทึกข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

2. ควรทดลองใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม LANDSAT 7 (ดวงใหม่)

3. ควรทดลองใช้ค่า Radiance แทนค่า Digital Number

4. ควรใช้การสุ่มวัดค่าจากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ถี่ขึ้นและเป็นระบบเหมือนกัน (ห่างเท่าๆ กัน) ทั้งพื้นที่เพื่อที่จะได้ SURFACE ที่ดู Smooth และสามารถใช้สร้างเส้นชั้นอุณหภูมิเท่าได้ดีขึ้น

5. ควรเพิ่มจุดวัดค่า DN ตามแนวลำน้ำเจ้าพระยาในภาพเพื่อเป็น Breakline ในการสร้าง SURFACE

6. ควรวัดอุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุตัวอย่างทุกช่วงเวลา (ครึ่งหรือหนึ่งชั่วโมง) ในรอบวันเพื่อดูการแปรผันอันจะสามารถนำไปใช้พยากรณ์อุณหภูมิพื้นผิวของวัตถุนั้นๆ ในช่วงเวลาใดของวันได้ ซึ่งจะทำให้สามารถประยุกต์การสร้าง SURFACE เพื่อประมาณหาอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่ในเวลาใดในรอบวันก็ได้

7. ควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวกับประเภทของสิ่งปกคลุมดิน

8. ควรศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิพื้นผิวของพื้นที่กับอุณหภูมิอากาศ (ด้วยการวัดในพื้นที่อย่างละเอียด) รวมทั้งตัวแปรอื่นๆ เช่น ความชื้นสัมพัทธ์ ลม เพื่อการหาความเป็นไปได้ในการประมาณหาอุณหภูมิอากาศโดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม

คำนิยม

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2540 ได้รับการสนับสนุนข้อมูลจาก ผศ.ดร. วันชัย อรุณประภารัตน์ และได้รับการเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์วิจัยของภาควิชาการจัดการป่าไม้ และภาควิชาวนวิทยา คณะวนศาสตร์ ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องดังกล่าว มา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2540. **บรรยายเรื่องการสำรวจจากระยะไกล.** โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, กรุงเทพฯ.

สำนักผังเมือง. มปป. **การจัดทำผังเมืองรวมกรุงเทพมหานครด้านการพัฒนาสวนสาธารณะ.** กรุงเทพฯ.

Beiser, A. 1991. **Physics**. Fifth Edition. Addison-Wesley Publishing Company, USA.

Schowengerdt, R. A. 1997. **Remote Sensing, Model and Methods for Image Processing**. Second Edition. Academic Press, London.

Turner M. G. and R. H. Gardner. 1990. **Quantitative Methods in Landscape Ecology**. Springer-Verlag New York, Inc., New York.

Watson, D.F. 1992. **Contouring : A Guide to the Analysis and Display of Spatial Data**. BPC Wheatons Ltd., London.