

การจำลองเชิงพื้นที่รูปแบบการขยายตัวของชุมชนในเขตอำเภอเมือง นครราชสีมาด้วยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

Spatial Modeling of Urban Growth Pattern in Nakhon Ratchasima District Using Remote Sensing Data and GIS

ชัยพล กิรติกลีกร

ชรัตน์ มงคลสวัสดิ์

รัศมี สุวรรณวีระกำธร

ศูนย์ภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาภาคตะวันออกเฉียงเหนือ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ธาดา สุทธิธรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

Chaiyapon Keeratikasikorn

Charat Mongkonsawat

Rasamee Suwanwerakumtorn

Northeast Regional Geo-Informatics and Space
Technology Center, Khon Kaen University

Thada Sutthitham

Faculty of Architecture, Khon Kaen University

Abstract

This study explores the combined application of remote sensing, Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) and Land Transformation Model (LTM) couples with geographic information systems (GIS) to the analysis and modeling of urban growth pattern in Nakhon Ratchasima district, Nakhon Ratchasima. The investigation was based on a 10-year time series data set compiled from interpreted historical satellite imagery. The LTM urban growth was calibrated using multi-temporal data sets for the entire study area while ESDA was used to visually explore how factors such as highways, roads, existing urban area and village centers could influence urbanization patterns. Finally, a grid-based GIS was used to perform spatial analysis on the results that illustrate the amount and spatial pattern of urban growth and land use changes to the year 2015. The study showed that concrete road was the strongest predictor variable and the most vulnerable land use lost was horticulture. However, the forecast of urban growth pattern remains problematic because the model performed with a relatively moderate predictive ability (40 %) at a resolution of 25 x 25 m. This application of the LTM model demonstrated an ability to address a range of local planning issue, but spatial accuracy and variable selection were among the factors

that must be further considered for practical application.

Keywords: Urban Growth, Spatial Modeling, Geographic Information System

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้วิทยาการทางด้านการรับรู้จากระยะไกล, วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรเชิงพื้นที่แบบ Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) และแบบจำลองการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมือง Land Transformation Model (LTM) ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ในการวิเคราะห์และจำลองรูปแบบการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมืองภายในอำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา กระบวนการศึกษาความสัมพันธ์อ้างอิงข้อมูลจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมย้อนหลังเป็นเวลา 10 ปี โดยรูปแบบการขยายตัวของชุมชนเมืองในอดีตที่ได้จากการจำลองแบบด้วย LTM จะถูกนำไปสร้างค่าเทียบวัดด้วยการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรกับการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุมชนเมืองต่างช่วงเวลา ในขณะเดียวกันก็ทำการตรวจสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีต่อรูปแบบการขยายตัวของชุมชนเมือง เช่น ทางหลวงแผ่นดิน, ถนนสายหลัก, พื้นที่เมืองเดิม หรือศูนย์กลางหมู่บ้าน ด้วยวิธีการของ ESDA เพื่อกำหนดระดับความสำคัญระหว่างตัวแปร และในท้ายที่สุด ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้ถูกนำมาใช้ใน

กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ซึ่งอยู่ในรูปแบบตารางกริด พร้อมทั้งแสดงผลลัพธ์ในเชิงรูปแบบและปริมาณของการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมืองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินคาดการณ์ในปี พ.ศ. 2557 ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าถนนคอนกรีต เป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการขยายตัวของชุมชนเมืองมากที่สุด ในขณะที่พื้นที่ปลูกพืชผัก พบว่าเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินมีสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่มากที่สุด อย่างไรก็ตามจากการศึกษาพบปัญหาเรื่องความถูกต้องในการคาดการณ์รูปแบบการขยายตัว จากการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่งพบว่ามีความถูกต้องในระดับปานกลาง (40 %) ภายใต้ความแยกชัดของตารางกริดขนาด 25 x 25 ม. จากการประยุกต์ใช้ LTM แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองมีความสามารถในการวางแผนจัดการชุมชนได้ในระดับหนึ่ง แต่ควรให้ความสนใจในเรื่องของค่าความถูกต้องและการคัดเลือกปัจจัยที่ใช้ในการจำลองแบบ ทั้งนี้เพื่อให้แบบจำลองมีความเป็นไปได้ในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ : การขยายตัวของชุมชน การจำลองแบบเชิงพื้นที่ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1. ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน การใช้ประโยชน์ที่ดินของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงสภาพในด้านต่างๆ อย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมโดยรอบชานเมือง ซึ่งในระยะเวลาที่ผ่านมาพื้นที่เกษตรกรรมไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก แต่จากการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรม การท่องเที่ยวและนันทนาการที่มีเพิ่มขึ้น ได้ส่งผลให้การใช้พื้นที่เกษตรกรรมมีปริมาณลดลง พื้นที่เกษตรกรรมที่อุดมสมบูรณ์ถูกเปลี่ยนเป็นย่านที่พักอาศัย ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมชุมชน แต่เป็นที่เข้าใจกันโดยทั่วไปว่าชุมชนเมืองเป็นระบบทางกายภาพขนาดใหญ่ที่มีความซับซ้อนทั้งทางกายภาพของตัวระบบเองและมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบย่อยต่างๆ ภายในระบบ ทั้งนี้การทำความเข้าใจกับระบบที่ซับซ้อนนี้สามารถกระทำได้โดยการสร้างแบบจำลอง (Model) เพื่ออธิบายรูปแบบการขยายตัวของชุมชนเมือง ทั้งนี้ Wu (2000) ได้กล่าวว่าการจำลองแบบคือกระบวนการทำซ้ำรูปแบบจากการสังเกตภายใต้ตัวแปรที่ทราบค่า (Known Factors) เพื่อคาดการณ์รูปแบบการใช้ที่ดินในอนาคต โดยที่ Ward (1999) พบว่าขั้นตอนของการกำหนดเงื่อนไข (Transition Rules) มีความสำคัญมากที่สุดในกระบวนการสร้างแบบจำลอง โดยที่ Jantz (2003)

สรุปว่าขั้นตอนของการคาดการณ์แนวโน้มโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนของการสร้างมาตรวัด (Calibration) โดยศึกษาและจำลองสถานการณ์เปรียบเทียบกับข้อมูลย้อนหลัง และ 2) ขั้นตอนของการคาดการณ์แนวโน้ม (Prediction) ทั้งนี้ในปัจจุบัน แบบจำลองมีพัฒนาการที่รวดเร็วและได้กลายเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตัดสินใจที่สำคัญ ส่วนหนึ่งเนื่องมาจากพัฒนาการด้านข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล (Remote Sensing) และเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ที่มีความสามารถสูง ส่งผลให้แบบจำลองการขยายตัวของชุมชนเป็นที่ยอมรับกันอย่างกว้างขวางในการวิเคราะห์และวางแผนเพื่อแก้ปัญหาเชิงพื้นที่ Jantz (2003) จำแนกข้อมูลพื้นที่เมืองจากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM เพื่อจำลองแบบการขยายตัวของเมือง Herold (2003) ประยุกต์ทฤษฎี Cellular Automation (CA) ในแบบจำลองการขยายตัวของเมืองภายใต้หลักการพื้นฐานการวิเคราะห์แบบตารางกริดซึ่งได้จากการจำแนกข้อมูลเชิงพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT ระบบ TM Wu (2000) วิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เมืองย้อนหลังจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมเพื่อศึกษาขีดจำกัดการขยายตัวของพื้นที่เมืองที่ยอมรับให้เกิดขึ้นได้ด้วยการคำนวณ Pixel ภาพด้วย Kernel 3x3 Wu (2002) ยังได้จำแนกข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลมาประยุกต์ใช้กับทฤษฎี Cellular Automation (CA) โดยวิเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีทางสถิติแบบ Stochastic เพื่อหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่จากการวิเคราะห์ Pixel รอบข้างที่มีผลต่อ Pixel กลาง

แบบจำลอง Land Transformation Model (LTM) ได้ถูกนำมาใช้ในการจำลองแบบเพื่ออธิบายผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินบริเวณแหล่งทรัพยากรทางธรรมชาติที่สำคัญของรัฐ Michigan ประเทศสหรัฐอเมริกาในงานวิจัยหลายชิ้น เนื่องจากความสามารถในประยุกต์ใช้ได้ดีกับตัวแปรเชิงพื้นที่ภายใต้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ Pijanowski และคณะ (1997) ประยุกต์ใช้แบบจำลอง LTM เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมือง Pijanowski และคณะ (2001) ประยุกต์ใช้แบบจำลองร่วมกับ Artificial Neural Network (ANN) ในการทำนายรูปแบบการเปลี่ยนแปลง

ด้วยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ของการใช้ที่ดิน Pijanowski และคณะ (2002) ได้เสนอการศึกษาเรื่องผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่รับน้ำตามแนวชายฝั่งจากแนวโน้มการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมืองที่มีลักษณะไม่เป็นระเบียบ ทั้งนี้ขั้นตอนในการประมวลผลค่าทางสถิติของตัวแปรที่เกี่ยวข้องเป็นกระบวนการวิเคราะห์แบบ Multi-Criteria Evaluation โดยเป็นการประมวลผลหาความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่จากการกำหนดเงื่อนไขของตัวแปรหลายชนิดผ่านโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ภายใต้ฟังก์ชันวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ในรูปแบบราสเตอร์ (Raster) ความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่เป็นผลรวมของค่าน้ำหนักภายในตัวแปรคูณด้วยค่าน้ำหนักระหว่างตัวแปรหรือระดับความสำคัญของตัวแปรซึ่งมีวิธีการวิเคราะห์หลายวิธี โดยในวิธีหนึ่งของการวิเคราะห์ระดับความสำคัญระหว่างตัวแปรที่มีการใช้ในงานวิจัยการขยายตัวของเมือง Wuhan ประเทศจีน คือ Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) โดย Cheng (2002) พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยในรูปของความหนาแน่นเชิงพื้นที่ (Density) สามารถเปลี่ยนไปเป็นความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงเชิงพื้นที่ได้ (Probability of Change) ภายใต้การแปลงค่าความสัมพันธ์ดังนี้

$$f(x) = \lim \frac{\Delta p}{\Delta x} \approx \Delta p$$

$$= \frac{CH_{\Delta x}}{CH_{\Delta x} + NCH_{\Delta x}} = \beta e^{\lambda x} = p(x)$$

$f(x)$ = ความหนาแน่นเชิงพื้นที่ ณ ตำแหน่งใดๆ

$p(x)$ = ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลง

Δp = ความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนแปลงภายใต้ช่วง Δx

$CH(\Delta x)$ = ปริมาณพื้นที่เมืองที่มีการเปลี่ยนแปลง

$NCH(x)$ = ปริมาณพื้นที่เมืองที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

ทั้งนี้ภายหลังจากกระบวนการแปลงค่าแบบลอการิทึม (Logarithmically Transforming) จะสามารถคำนวณค่าระดับความหนาแน่นเชิงพื้นที่ (x) ซึ่งใช้ในการวัดระดับความสัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อการขยายตัวเชิงพื้นที่ได้โดยมีรูปแบบ $\log(\Delta p) = \log(\beta) + \lambda x$

ซึ่งจากสมการสามารถสรุปลักษณะของความสัมพันธ์เชิงพื้นที่ได้โดยการสร้าง Scatter Plot ($\log(\Delta p)$, x) ซึ่งค่าความชันของสมการที่เป็นตัวแทนของชุดข้อมูลจะแสดงให้เห็นถึงระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการขยายตัวคือ

ปัจจัยที่ความสัมพันธ์ของข้อมูลให้ค่าความชันมากกว่าหมายถึงปัจจัยมีความสำคัญมากต่อรูปแบบการขยายตัวที่มากกว่าเช่นเดียวกัน

จากแผนพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 กำหนดบทบาทในจังหวัดนครราชสีมาเป็นเมืองหลักในการกระจายความเจริญไปสู่ภูมิภาคและเป็นเมืองหลักในการพัฒนาอุตสาหกรรม รวมทั้งเป็นศูนย์กลางทางด้านพาณิชยกรรม การบริการและการปกครอง อย่างไรก็ตามในปัจจุบัน จังหวัดนครราชสีมาได้ประสบปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ เช่น การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ ปัญหาดินเค็ม การขาดแคลนน้ำเพื่อการอุปโภคและการเกษตร โดยมีสาเหตุเนื่องมาจากการพัฒนาเมืองและการพัฒนาทางเศรษฐกิจที่เติบโตขึ้นโดยขาดการจัดการและการวางแผนที่เหมาะสม (คณิต สงวนตระกูล, 2545) ผลลัพธ์จากการศึกษาจึงเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ทราบกระบวนการจัดการการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เกิดความสมดุลระหว่างการพัฒนาทางเศรษฐกิจ การตั้งถิ่นฐานของชุมชนและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่อไป

2. วัตถุประสงค์

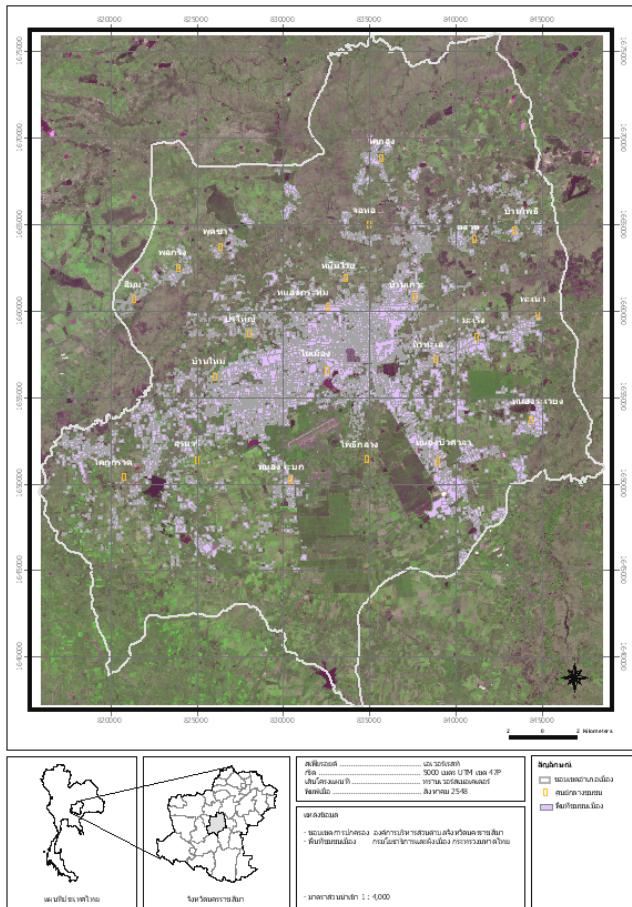
2.1 เพื่อจำลองรูปแบบการขยายตัวของชุมชนด้วยการประยุกต์ใช้ข้อมูลการรับรู้จากระยะไกล ในการวิเคราะห์ร่วมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนวิเคราะห์ระดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ

2.2 เพื่อประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมืองภายใต้ขอบเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา

3. วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

อำเภอเมืองนครราชสีมา มีพื้นที่ประมาณ 755.50 ตารางกิโลเมตร ประกอบไปด้วยชุมชนย่อยจำนวน 22 ชุมชน ได้แก่ ชุมชนในเมือง ชุมชนหนองกระทุ่ม ชุมชนบ้านใหม่ ชุมชนปูลูใหญ่ ชุมชนหมื่นไวย ชุมชนบ้านเกาะ ชุมชนหัวทะเล ชุมชนมะเรียง ชุมชนหนองบัวศาลา และชุมชนโพธิ์กลาง ชุมชนหนองจะบก ชุมชนสุรนารี ชุมชนโคกกรวด ชุมชนสี่มุม ชุมชนพลกรัง ชุมชนพุดซา ชุมชนจอหอ ชุมชนโคกสูง ชุมชนตลาด ชุมชนบ้านโพธิ์ ชุมชนพะเนา และชุมชนหนองระเวียง (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ชุมชนในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา

หลักการดำเนินการวิจัย

3.2.1) การสร้างค่าเทียบมาตรฐาน

ฐาน เป็นการประมวลค่าสถิติภายในชุดข้อมูลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการขยายตัว (Spatial Driving Variables) ซึ่งสามารถให้ผลลัพธ์ของการจำลองรูปแบบที่มีความคล้ายคลึงกับรูปแบบของพื้นที่เมืองที่เกิดขึ้นจริงในอดีตให้มากที่สุด ทางผู้วิจัยได้เลือกกระบวนการวิเคราะห์ที่เรียกว่า Exploratory Spatial Data Analysis (Cheng, 2002)

3.2.2) การคาดการณ์แนวโน้ม

เป็นการนำเอาค่าเทียบมาตรฐานจากการจำลองรูปแบบการขยายตัวในอดีต มาใช้ในการคาดการณ์รูปแบบการขยายตัวในอนาคต ผ่านกระบวนการซ้อนทับแบบให้น้ำหนัก (Weighting Overlay) ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ในขั้นตอนของการจำลองแบบทั้ง 2 ขั้นตอน โดยมีความสัมพันธ์ของ

ข้อมูลดัง ----- (1) ทั้งนี้ค่าน้ำหนักสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะคือ ค่าน้ำหนักระหว่างชั้นข้อมูล (ค่าน้ำหนักชั้นที่ 1, ค่าน้ำหนักชั้นที่ 2...) ได้จากการเปรียบเทียบระดับความสำคัญของปัจจัยที่มีผลต่อการขยายตัวและค่าน้ำหนักภายในชั้นข้อมูล (ค่าข้อมูลในชั้นที่ 1, ค่าข้อมูลในชั้นที่ 2...) ได้จากกระบวนการแปลงค่าข้อมูลในแต่ละปัจจัยตามความสัมพันธ์แบบลอการิทึม โดยค่าข้อมูลผลลัพธ์ภายหลังกระบวนการซ้อนทับที่ได้คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่แสดงระดับความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เมือง ทั้งนี้การแสดงรูปแบบการขยายตัวของพื้นที่เมือง ณ เวลาหนึ่งๆ คำนวณได้จากข้อมูลเชิงพื้นที่ที่แสดงระดับความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เมือง ภายใต้การกำหนดขอบเขตของระดับความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา โดยข้อมูลตารางกริดที่มีระดับของความน่าจะเป็นเชิงพื้นที่ที่มากกว่า ถูกเปลี่ยนค่าข้อมูลพื้นที่เมืองก่อนข้อมูลตารางกริดที่มีระดับความน่าจะเป็นที่น้อยกว่า งานวิจัยนี้ได้เลือกวิธีการกำหนดขอบเขตจากพื้นที่เมืองที่เพิ่มขึ้นในแต่ละช่วงเวลาของการคาดการณ์ ซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลแนวโน้มจำนวนประชากรในแต่ละช่วงปีคูณกับสัดส่วนพื้นที่ต่อประชากร

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยแบ่งออก

ได้เป็น 6 ขั้นตอน (ภาพที่ 2) โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนดังนี้

3.3.1) การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อ

แบบจำลองการขยายตัวของชุมชน

3.3.2) การกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

ข้องกับการขยายตัว ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายตัวของชุมชนเมืองในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย ศูนย์กลางหมู่บ้านเป็นปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ใช้เป็นตัวแทนของการเข้าถึงแหล่งงานทั้งทางภาคการเกษตรและอุตสาหกรรม พื้นที่ชุมชนเมืองเดิม เป็นปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ใช้เป็นตัวแทนของการเข้าถึงระบบสาธารณูปการและสาธารณูปโภคที่จำเป็นต่างๆ ระบบ

$$\text{ค่าข้อมูลผลลัพธ์} = (\text{ค่าน้ำหนักชั้นที่ 1} * \text{ค่าข้อมูลในชั้นที่ 1}) + (\text{ค่าน้ำหนักชั้นที่ 2} * \text{ค่าข้อมูลในชั้นที่ 2}) + \dots \quad (1)$$

$$\text{ค่าน้ำหนักชั้นที่ 1} + \text{ค่าน้ำหนักชั้นที่ 2} + \dots$$

ด้วยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

คมนาคม เป็นปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคม ใช้เป็นตัวแทนของการเข้าถึงระบบการบริการของภาครัฐและเอกชน และ พื้นที่ที่ถูกจำกัดในการขยายตัว ประกอบด้วยข้อจำกัดทางกายภาพ หรือสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถทำการก่อสร้างได้ คือ พื้นที่แหล่งน้ำและแม่น้ำ รวมถึงพื้นที่เมืองที่มีอยู่เดิม และข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งเป็นปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่ก่อให้เกิดรูปแบบที่แตกต่างกันของแต่ละชุมชนเมืองจากนโยบายการวางแผนของภาครัฐ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทชนบทและเกษตรกรรม

3.3.3) การสร้างฐานข้อมูล

ข้อมูลนำเข้าแบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้ คือ ข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลปฐมภูมิประกอบด้วยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมใน 2 ช่วงเวลาคือ พ.ศ. 2537 และ พ.ศ. 2546 โดยข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมใน พ.ศ. 2537 นำมาใช้ในการสร้างชั้นข้อมูลแสดงพื้นที่ชุมชนเมืองเดิมในปี พ.ศ. 2537 ในขณะที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ. 2546 ใช้ในการสร้างชั้นข้อมูลแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2546 ข้อมูลทุติยภูมิ ประกอบด้วยข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ ที่ได้จากการนำเข้าข้อมูลโดยตรงจากฐานข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยเลือกชั้นข้อมูลที่ตรงตามเงื่อนไขของปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งอยู่ในรูปแบบฐานข้อมูลแบบ Shapefiles

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในปี

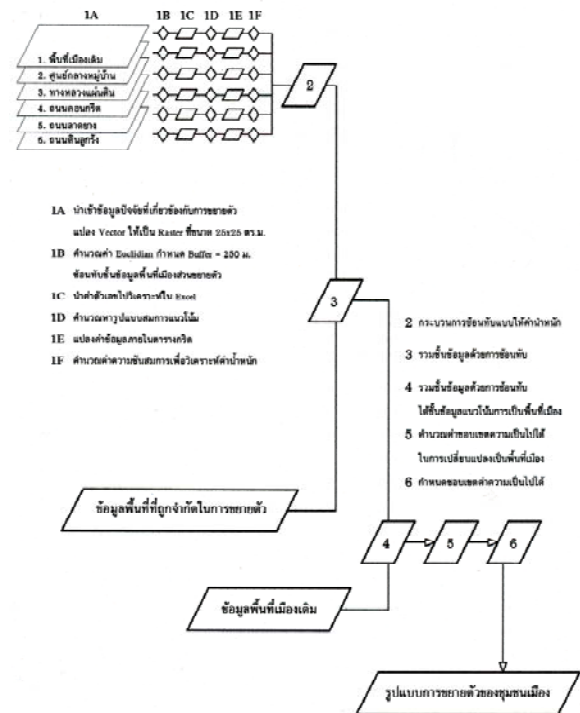
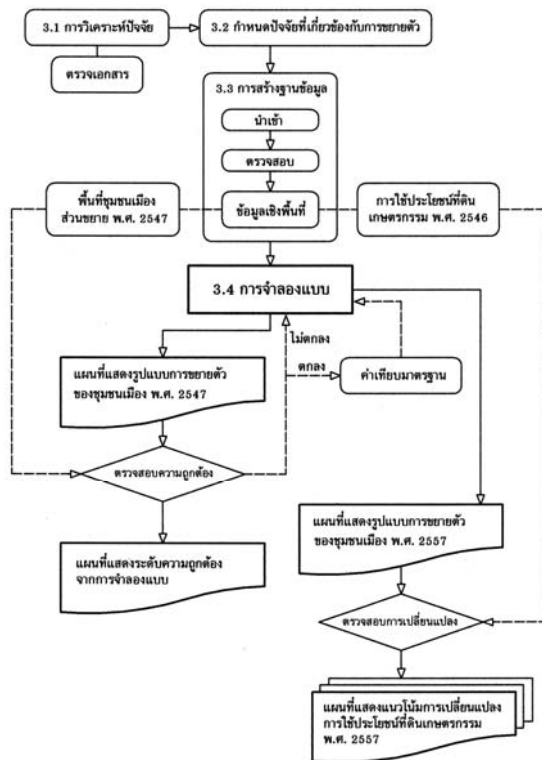
พ.ศ. 2537 จะถูกนำมาแปลงค่าข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบนามสกุล .Tif จากนั้นนำเข้าสู่โปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcView 3.1 เพื่อใช้เป็น Base Map ในการปรับแก้ชั้นข้อมูลข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ข้อมูลทุติยภูมิ) ของพื้นที่ชุมชนเมืองในปี พ.ศ. 2547 เพื่อปรับแก้ขอบเขตพื้นที่ชุมชนเมือง (โดยการปรับลดพื้นที่) ให้สอดคล้องกับสภาพความเป็นจริง แล้วจึงบันทึกค่าข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบ Shapefiles แสดงชั้นข้อมูลพื้นที่ชุมชนเมืองเดิมในปี พ.ศ. 2537 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ. 2546 ถูกนำมาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการนำเข้าข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ. 2546 เพื่อใช้เป็น Base Map ในการปรับแก้ชั้นข้อมูลข้อมูลสารสนเทศ โดยการซ้อนทับชั้นข้อมูลสารสนเทศการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2543 มาตราส่วน 1 : 50,000 เพื่อปรับแก้ขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สอดคล้องกับความเป็นจริงในปี พ.ศ. 2546 ชั้นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการจำลองแบบประกอบด้วยชั้นข้อมูลตัวแปร

จำนวน 4 ชั้นข้อมูล รายละเอียดแสดงไว้ ตารางที่ 1 และ ภาพที่ 3

3.3.4) การจำลองแบบ

การสร้างแบบจำลองเป็น

การประยุกต์ใช้ขั้นตอนในการวิเคราะห์แนวโน้มการขยายตัวของแบบจำลอง Land Transformation Model (LTM) (Pijankowski, 1997) โดยมีขั้นตอนทั้งหมด 6 ขั้นตอนดังนี้ (ภาพที่ 2) ขั้นตอนที่ 1 นำเข้าชั้นข้อมูลตัวแปรทั้งหมดซึ่งอยู่ในรูปแบบเวกเตอร์และทำการแปลงค่าชั้นข้อมูลทั้งหมดให้อยู่ในรูปแบบราสเตอร์ จากนั้นคำนวณค่าปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นภายในตารางกริดแบบ Euclidian Distance นำข้อมูลที่ได้ไปซ้อนทับกับข้อมูลพื้นที่เมืองที่เกิดขึ้นใหม่เพื่อตรวจสอบความสัมพันธ์ชั้นข้อมูลทั้งสองโดยกำหนดให้ช่วงระยะทางในการวิเคราะห์เท่ากับ 250 เมตร ผลลัพธ์ที่ได้คือแผนภูมิแท่งที่แสดงปริมาณความถี่ของจุดภาพที่คำนวณได้ในแต่ละช่วงระยะทางภายใต้ชั้นข้อมูลพื้นที่เมืองที่เกิดขึ้นใหม่ จากนั้นสร้างความสัมพันธ์เชิงเส้นด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลตัวเลขทางสถิติในโปรแกรม Excel และนำความสัมพันธ์เชิงเส้นที่ได้นั้นไปทำการแปลงค่าข้อมูลเชิงพื้นที่โดยการแทนค่าภายใต้สมการที่คำนวณได้ จากนั้นวิเคราะห์ค่าน้ำหนักระหว่างปัจจัยของตัวแปรด้วยวิธีการแบบ Exploratory Spatial Data Analysis ขั้นตอนที่ 2 สร้างชั้นข้อมูลตัวแปรรวมด้วยวิธีการซ้อนทับแบบให้ค่าน้ำหนัก ขั้นตอนที่ 3 รวมชั้นข้อมูลพื้นที่ที่ไม่สามารถทำการก่อสร้างทั้งหมด ด้วยวิธีการแบบ Boolean Operation (Union) ขั้นตอนที่ 4 รวมชั้นข้อมูลพื้นที่ส่วนที่ไม่ใช่พื้นที่เมือง (Non-Urban) ด้วยวิธีการแบบ Boolean Operation (Union) ขั้นตอนที่ 5 คำนวณปริมาณประชากรในปีที่ต้องการคาดการณ์ จากสมการคาดการณ์แนวโน้ม แสดงไว้ดัง ตารางที่ 2 และคำนวณค่าขอบเขตความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เมืองของตารางกริดใดๆ จากการคูณจำนวนประชากรส่วนที่เพิ่มขึ้น ณ เวลาคาดการณ์นั้นๆ กับความต้องการพื้นที่ต่อประชากร ขั้นตอนที่ 6 นำข้อมูลเชิงพื้นที่ที่แสดงระดับความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่เมืองมาทำการกำหนดขอบเขตของระดับความเป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย (ซ้าย) และขั้นตอนของการจำลองแบบ (ขวา)

ตารางที่ 1 สรุปปัจจัยเชิงพื้นที่ที่ใช้ในการจำลองแบบการขยายตัวของชุมชนเมือง

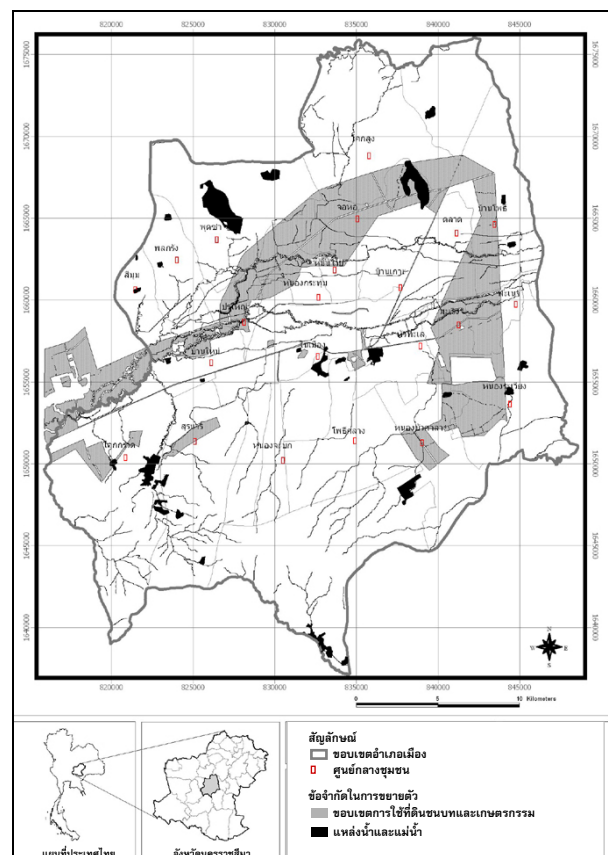
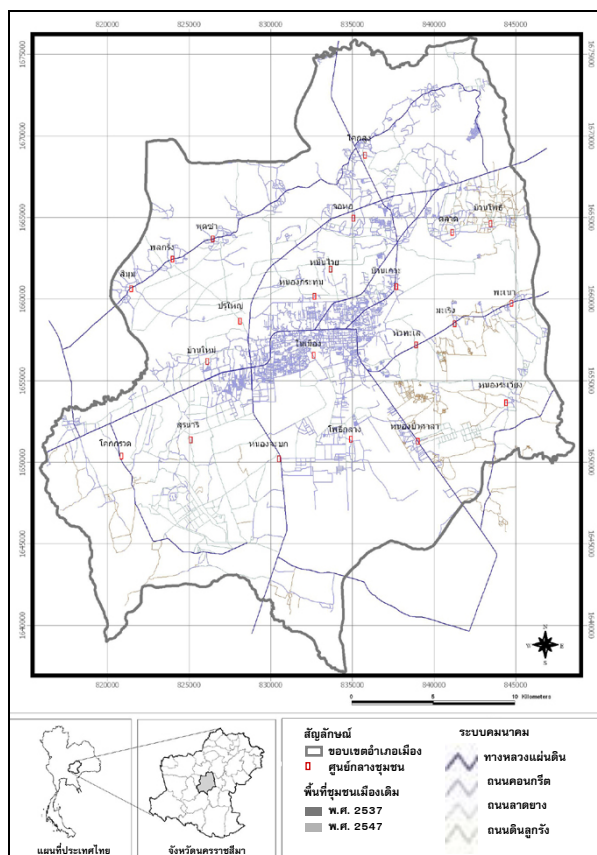
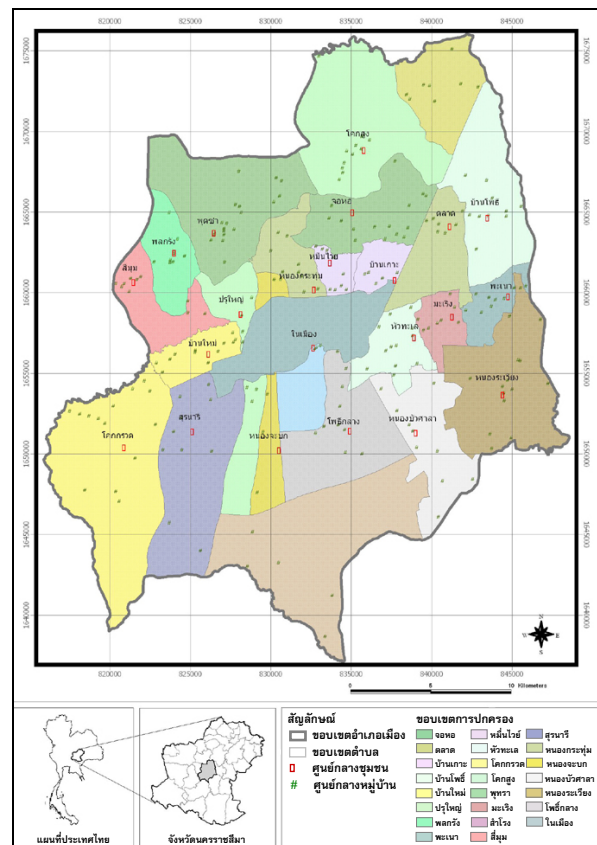
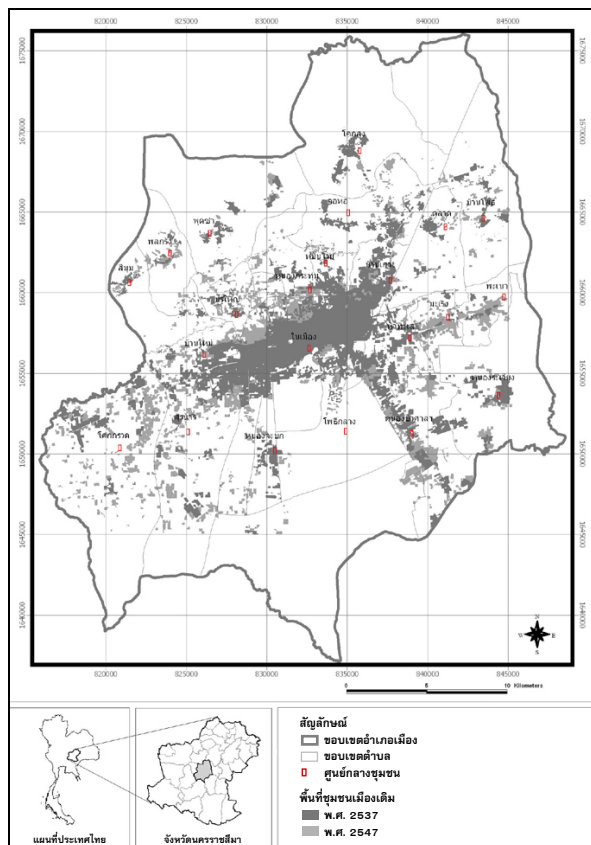
ลำดับ	ชื่อชั้นข้อมูล	มาตราส่วนนำเข้า
1	พื้นที่ชุมชนเมืองเดิม	
	พื้นที่ชุมชนเมืองเดิม พ.ศ. 2537	1 : 50,000
	พื้นที่ชุมชนเมืองเดิม พ.ศ. 2547	1 : 4,000
2	ขอบเขตการปกครอง	
	ศูนย์กลางหมู่บ้าน	1 : 50,000
3	ระบบคมนาคม	
	ทางหลวงแผ่นดิน	1 : 4,000
	ถนนคอนกรีต	1 : 4,000
	ถนนลาดยาง	1 : 4,000
	ถนนดินลูกรัง	1 : 4,000
4	ข้อจำกัดในการขยายตัว	
	แหล่งน้ำ	1 : 50,000
	แม่น้ำ	1 : 50,000
	ผังเมืองรวม	1 : 4,000

ตารางที่ 2 สมการในการคาดการณ์จำนวนประชากรของชุมชนที่ทำการศึกษ (คณิต สงวนตระกูล, 2545)

สมการ	$P_t = 211,735.0 + 2,411.50(t - 2538)$
-------	--

เมื่อ P = จำนวนประชากรในปีคาดการณ์
 t = ปีคาดการณ์

70 การจำลองเชิงพื้นที่รูปแบบการขยายตัวของชุมชนในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา
ด้วยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์



ภาพที่ 3 ชั้นข้อมูลตัวแปรเชิงพื้นที่จำนวน 4 ชั้นข้อมูล (จากภาพบนซ้ายวนตามเข็มนาฬิกา) ประกอบด้วย
พื้นที่ชุมชนเมืองเดิม, ศูนย์กลางหมู่บ้าน, ข้อจำกัดในการขยายตัว และเส้นทางคมนาคม

3.3.5) การตรวจสอบความถูกต้องเชิงพื้นที่ กระทำโดยการนำชั้นข้อมูลจากการจำลองแบบที่ได้ มาซ้อนทับกับชั้นข้อมูลพื้นที่เมืองส่วนขยายตัวที่เกิดขึ้นจริง โดยเปรียบเทียบตำแหน่งของจุดภาพจากการจำลองแบบกับข้อมูลพื้นที่ชุมชนเมืองที่เกิดขึ้นจริง

3.3.6) การประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้ใช้วิธีการบรรยายจากผลลัพธ์การซ้อนทับระหว่างแผนที่แสดงแนวโน้มการขยายตัวของชุมชนเมืองที่ได้จากการจำลองแบบและแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน ใน 2 ลักษณะคือ การเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณ และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงสัดส่วน

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 รูปแบบการขยายตัวของชุมชน

ผลลัพธ์จากการคาดการณ์จำนวนในขณะทีประชากรและปริมาณพื้นที่ชุมชนเมืองส่วนขยายตัวที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2557 (ตารางที่ 3) รูปแบบการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมืองในปี พ.ศ. 2557 แสดงไว้ดังภาพที่ 5

ตารางที่ 3 แสดงผลลัพธ์จากการคาดการณ์

จำนวนประชากรระหว่างปีพ.ศ. 2547-2557

ปี พ.ศ.	จำนวนประชากร คาดการณ์ (คน)	พื้นที่ชุมชนส่วน ขยายตัว (ตร.กม.)
2537	209,324	39.78
2547	230,327	16.06
2557	254,442	15.80

4.2 ระดับความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายตัว

จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า ถนน คอนกรีต เป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการขยายตัวมากที่สุด เนื่องจากถนนคอนกรีตเป็นปัจจัยที่มีค่าน้ำหนักของตัวแปรมากเป็นลำดับที่ 1 และยังพบว่ามีจำนวนครั้งของการเป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการขยายตัวในแต่ละชุมชนในอันดับแรกมากที่สุด (9 ครั้ง) ตารางที่ 4 แสดงค่าน้ำหนักของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายตัวและความถี่ของการเป็นปัจจัยในอันดับแรกของปัจจัยแต่ละประเภท เรียงลำดับตามระดับความสำคัญของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายตัว

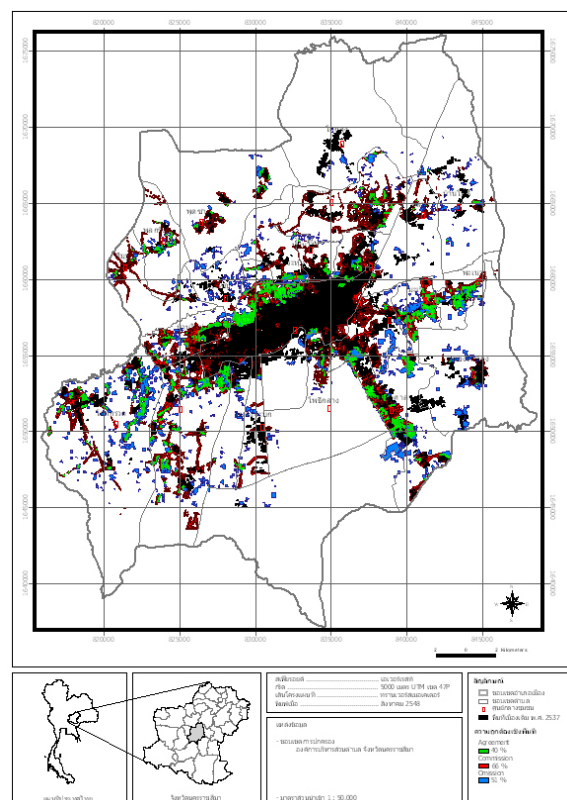
4.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

จากผลการศึกษาพบว่าพื้นที่นาดำ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงปริมาณไปเป็นพื้นที่ชุมชนเมืองมากที่สุด (4,180 ไร่) ในขณะที่พื้นที่ปลูกพืชผัก มี

แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงสัดส่วนมากที่สุด (28.74 %) ตารางที่ 5 แสดงปริมาณพื้นที่และสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของการใช้ประโยชน์ที่ดินคาดการณ์ภายในเขตอำเภอเมือง เรียงลำดับตามสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงจากมากไปหาน้อย

4.4 ความถูกต้องของการจำลองแบบ

ผลลัพธ์จากการตรวจสอบความถูกต้องเชิงตำแหน่ง โดยใช้ค่าเทียบวัดที่ได้จากตารางที่ 4 และแสดงรูปแบบไว้ดังภาพที่ 4 พื้นที่สีเขียวแสดงจำนวนจุดภาพที่เกิดจากการจำลองแบบและมีตำแหน่งตรงตามการขยายตัวที่เกิดขึ้นจริง (Agreement) พบว่ามีจำนวนจุดภาพทั้งหมด 21,230 จากจำนวนจุดภาพทั้งหมด 63,128 คิดเป็นสัดส่วนความถูกต้องทั้งหมดประมาณ 40.4 % ในขณะที่พื้นที่สีแดง (Commission) แสดงพื้นที่ที่แบบจำลองระบุตำแหน่งที่มีการขยายตัวเกิดขึ้น แต่ไม่เกิดขึ้นในความเป็นจริง พบว่ามีจำนวนจุดภาพทั้งหมด 42,416 จากจำนวนจุดภาพทั้งหมด 63,649 หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 66.6 % ส่วนพื้นที่สีน้ำเงิน (Omission) แสดงพื้นที่ที่มีการขยายตัวเกิดขึ้นจริงแต่ไม่ปรากฏในผลลัพธ์จากการจำลองแบบ พบว่ามีจำนวนจุดภาพทั้งหมด 32,406 จากจำนวนจุดภาพทั้งหมด 63,649 หรือคิดเป็นสัดส่วนประมาณ 50.9 %



ภาพที่ 4 ผลลัพธ์ความถูกต้องเชิงตำแหน่ง

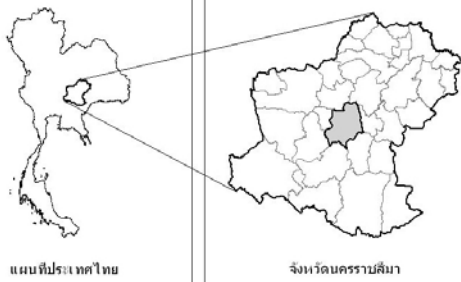
72 การจำลองเชิงพื้นที่รูปแบบการขยายตัวของชุมชนในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมา
ด้วยข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ตารางที่ 4 แสดงลำดับความสำคัญของปัจจัย ค่าน้ำหนัก และความถี่ของการเป็นปัจจัยในอันดับแรก

ลำดับ	ปัจจัย	ความสัมพันธ์ของค่าน้ำหนักภายในชั้นข้อมูล	ค่าน้ำหนักของปัจจัย	ความถี่ของปัจจัย
1	ถนนคอนกรีต	$y = -12545\text{Ln}(x) + 95111$	10	9
2	พื้นที่ชุมชนเมืองเดิม	$y = -16187\text{Ln}(x) + 119881$	4.8	7
3	ถนนลาดยาง	$y = -6150.1\text{Ln}(x) + 49824$	3.5	4
4	ศูนย์กลางหมู่บ้าน	$y = -6115.7\text{Ln}(x) + 48996$	3.3	-
6	ทางหลวงแผ่นดิน	$y = -4411\text{Ln}(x) + 36472$	2.7	-
5	ถนนดินลูกรัง	$y = -1434.4\text{Ln}(x) + 13295$	0.4	2

ตารางที่ 5 ปริมาณและสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ชุมชนเมือง ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ระหว่างปี พ.ศ. 2547 ถึงปี พ.ศ. 2557

ลำดับ	การใช้ประโยชน์ที่ดิน		การเปลี่ยนแปลงภายในเขตอำเภอเมือง			
	พื้นที่เกษตรกรรม		พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)		จำนวนลดลง	
A	ระดับ 2	ระดับ 3	2547	2557	ไร่	%
1	พืชไร่		3,309	3,294	-15	-0.45
2	ไม้ผล		6,151	5,897	-254	-4.13
3	ไม้ยืนต้น		176	176	0	0.00
4		นาดำ	167,827	163,647	-4,180	-2.49
5		มันสำปะหลัง	154,344	151,463	-2,881	-1.87
6		มะม่วง	2,768	2,709	-59	-2.12
7		พืชผัก	2,190	1,561	-629	-28.74
8		มะพร้าว	546	141	-405	-8.23
9		อ้อย	384	384	0	0.00
10	โรงงานเลี้ยงสัตว์		343	343	0	0.00
F	พื้นที่ป่าไม้		พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)		ลด	
	ระดับ 2	ระดับ 3	2547	2557	ไร่	%
11	สวนป่า		141	133	-8	-5.82
12		สวนป่าผสม	4,718	4,700	-18	-0.38
13		ยูคาลิปตัส	19,023	19,004	-19	-0.10
U	พื้นที่อยู่อาศัย		พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)		ลด	
	ระดับ 2	ระดับ 3	2547	2557	ไร่	%
14	สถานที่ราชการ		23,148	22,743	-405	-1.75
15	สถานที่พักผ่อน		717	716	-1	-0.11
M	พื้นที่อื่นๆ		พื้นที่ทั้งหมด (ไร่)		ลด	
	ระดับ 2	ระดับ 3	2547	2557	ไร่	%
16	พื้นที่ลุ่ม		4,490	3,292	-1,198	-26.67
17	ไม้พุ่ม		1,277	1,276	-1	-0.09
18		ทุ่งหญ้า	254	202	-52	-20.49
	รวม		391,806	381,681	-10,125	-2.70



ภาพที่ 5 รูปแบบการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2567

4.5 อภิปรายผลการวิจัย

ผลลัพธ์จากการจำลองแบบเพื่อคาดการณ์
แนวโน้มการขยายตัวของชุมชน สามารถแบ่งประเด็นในการ
อภิปรายได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้ คือ

4.5.1 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายตัว จากผล
การศึกษารูปแบบการขยายตัวของชุมชนเมืองในอดีตแสดงให้เห็นว่า
เส้นทางคมนาคม ยังคงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อ
รูปแบบการขยายตัวที่สำคัญที่สุด ซึ่งจากการศึกษาพบว่า
ถนนคอนกรีต เป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการขยายตัวมาก
ที่สุด โดยสรุปได้จากค่าน้ำหนักเฉลี่ยของปัจจัยจากทุกชุมชน
ที่ทำการศึกษาค่าความถี่ของการเป็นปัจจัยที่มีผลต่อ
การขยายตัวมากที่สุดในแต่ละชุมชน (9 ชุมชน) ในขณะที่
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเส้นทางคมนาคมอื่นๆ แม้จะมีค่า
น้ำหนักที่ค่อนข้างน้อย แต่เมื่อพิจารณาถึงความถี่ของการ
เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการขยายตัวมากที่สุดในแต่ละชุมชนแล้ว
พบว่า ถนนลาดยาง (4 ชุมชน) และถนนดินลูกรัง (2 ชุมชน)
ยังมีค่าความถี่มากกว่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับศูนย์กลาง
หมู่บ้านซึ่งไม่เคยเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการขยายตัวในลำดับ
แรกเลย จึงเป็นเหตุในการสนับสนุนผลสรุปที่ว่า เส้นทาง
คมนาคม เป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการขยายตัวมากที่สุด
ในงานวิจัยชิ้นนี้ ทั้งนี้สาเหตุที่ส่งผลให้ ถนนคอนกรีต เป็น
ปัจจัยที่มีผลต่อการขยายตัวที่มากที่สุด น่าจะมาจาก
ความสามารถในการเข้าถึงที่มีมากกว่าปัจจัยประเภทอื่นๆ
ทั้งจากสภาพความสมบูรณ์ของถนนและปริมาณการ
กระจายตัวที่ครอบคลุมพื้นที่ศึกษามากกว่า ในขณะที่ 2
ปัจจัยในลำดับสุดท้าย คือ ถนนดินลูกรังและทางหลวง
แผ่นดิน พบว่ามีผลเหตุในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ที่
แตกต่างกัน ในขณะที่ระดับความสัมพันธ์ของถนนดินลูกรัง
ที่มีค่าน้อย น่าจะเกิดจากความไม่สมบูรณ์ของสภาพถนน
รวมถึงปริมาณของเส้นทางคมนาคมที่มีค่อนข้างน้อย แต่กับ
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับทางหลวงแผ่นดิน น่าจะมาจากค่าความ
หนาแน่นเชิงพื้นที่ที่น้อยเกินไปของชั้นข้อมูล ประกอบกับ
ขอบเขตชั้นข้อมูลดังกล่าวมีลักษณะที่ไปซ้อนทับกับบริเวณที่
มีข้อกำหนดการใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตผังเมืองรวม (พื้นที่
ชนบทและเกษตรกรรม) ส่งผลให้ปัจจัยทางหลวงแผ่นดินจึง
มีค่าความสัมพันธ์ในระดับต่ำ เนื่องจากการขยายตัวที่น้อย
กว่าความเป็นจริง

4.5.2 ความถูกต้องของแบบจำลอง จากการ
ทดลองจำลองรูปแบบการขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมืองใน
อดีต แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองไม่ประสบความสำเร็จใน
การคาดการณ์แนวโน้มเชิงตำแหน่งมากนัก (40.4 %)
อย่างไรก็ตาม โดยภาพรวมแบบจำลองสามารถแสดง

แนวโน้มของทิศทางการขยายตัวที่มีความใกล้เคียง
สภาพความเป็นจริง โดยเฉพาะแนวโน้มบริเวณโดยรอบ
พื้นที่ชุมชนศูนย์กลาง ที่มีการขยายตัวออกตามแนว
เส้นทางคมนาคมสายหลัก ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความ
ถูกต้องแล้วพบว่า บริเวณโดยรอบพื้นที่ชุมชนศูนย์กลาง
มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยมากกว่าพื้นที่ชุมชนในบริเวณที่
อยู่ห่างออกไป ซึ่งน่าจะมีสาเหตุมาจากปัจจัยด้านความ
หนาแน่นของตัวแปรที่มีมากกว่า

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การจำลองรูปแบบการขยายตัวของชุมชน
ภายในเขตอำเภอเมืองนครราชสีมาในงานวิจัยนี้ได้
บูรณาการข้อมูลการรับรู้จากระยะไกลและระบบ
สารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยประยุกต์ใช้กระบวนการ
วิเคราะห์ของแบบจำลอง Land Transformation Model
ตลอดจนการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของปัจจัยที่
เกี่ยวข้องกับการขยายตัวซึ่งมีทั้งหมด 6 ปัจจัย ด้วย
วิธีการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักระหว่างปัจจัยแบบ
Exploratory Spatial Data Analysis ผลลัพธ์ของการ
จำลองแบบให้ค่าความถูกต้องเชิงตำแหน่งประมาณ
40% ภายใต้ค่าความแยกชัด(Resolution) ของภาพถ่าย
ดาวเทียมขนาด 25 X 25 เมตร และจากการวิเคราะห์ค่า
น้ำหนักเฉลี่ยของปัจจัยในแต่ละชุมชนที่ทำการศึกษ
พบว่า ถนนคอนกรีต เป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการ
ขยายตัวของชุมชนมากที่สุด และเมื่อทำการซ้อนทับแผน
ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2543 กับข้อมูลพื้นที่
ชุมชนเมืองส่วนขยายตัวคาดการณ์ในปี พ.ศ. 2557 ซึ่ง
ได้จากการจำลองแบบแสดงให้เห็นว่า พื้นที่ที่นำหน้า
เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง
ในเชิงปริมาณมากที่สุด โดยคาดว่าจะมีพื้นที่ประมาณ 6.69
ตร.กม. ที่จะถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ชุมชนเมืองใน
อนาคต ในขณะเดียวกัน การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มี
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเชิงสัดส่วน(ปริมาณการ
เปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับการใช้ประโยชน์ที่ดินชนิด
เดียวกัน) ที่มากที่สุดคือ พื้นที่ปลูกพืชผัก โดยมีแนวโน้ม
การเปลี่ยนแปลงไปเป็นพื้นที่ชุมชนเมืองประมาณ 28.74
% อย่างไรก็ตาม งานวิจัยชิ้นนี้มีข้อกำหนดเงื่อนไขบาง
ประการเพื่อให้กระบวนการจำลองแบบเพื่อคาดการณ์
แนวโน้มมีความเรียบง่ายมากขึ้น ประการแรก
กระบวนการจำลองแบบกระทำภายใต้เงื่อนไขของค่า
น้ำหนักตัวแปรที่มีค่าคงที่ (Constant) ซึ่งประกอบด้วย

ค่าน้ำหนักภายในชั้นข้อมูลและค่าน้ำหนักระหว่างข้อมูล
ประการที่สอง ปัจจัยที่นำมาใช้วิเคราะห์สมมติให้มีรูปแบบ
และปริมาณที่คงที่ เนื่องปัจจัยบางประเภทมีการ
เปลี่ยนแปลงในระดับนโยบายได้ง่าย โดยเฉพาะปัจจัยที่
เกี่ยวข้องกับเส้นทางคมนาคมและประชากรสุดท้าย รูปแบบ
การขยายตัวของพื้นที่ชุมชนเมืองในปี พ.ศ. 2557 คำนวณ
จากสมการแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ภายใต้
ความสัมพันธ์ที่มีลักษณะคงที่แบบเส้นตรง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) กระบวนการคัดเลือกปัจจัยที่เกี่ยวข้อง
กับการขยายตัว ควรเน้นความถูกต้องและรายละเอียด
ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบคมนาคมให้มากที่สุด
เนื่องจากระบบคมนาคมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อรูปแบบการ
ขยายตัวของชุมชนในระดับสูง ทั้งนี้หากเป็นไปได้ควรศึกษา
ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวเส้นทางของโครงการก่อสร้าง
เส้นทางคมนาคมในอนาคตของระบบคมนาคมสายหลัก
โดยเฉพาะถนนคอนกรีต

2) การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง
ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการขยายตัวกับพื้นที่ชุมชนเมืองในอดีต
เพื่อสร้างค่าเทียบมาตรฐาน ควรศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ
ชุมชนเมืองมากกว่า 2 ช่วงเวลาเพื่อให้เห็นถึงแนวโน้มการ
เปลี่ยนแปลงของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องใน
ภาพรวม ซึ่งแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ได้สามารถใช้ในการ
ปรับแก้ค่าน้ำหนักระหว่างปัจจัยให้มีความใกล้เคียงกับ
สภาพความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

3) การอ้างอิงผลจากงานวิจัยขั้นนี้
สามารถใช้อ้างอิงได้เฉพาะพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะคล้ายคลึง
กันในเรื่องลักษณะทางภูมิประเทศ (Topography) เท่านั้น
โดยมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบ ซึ่งให้ค่าความชันเชิงพื้นที่ที่สาค่า
ใกล้เคียงกัน

เอกสารอ้างอิง

- คณิต สงวนตระกูล. (2545). **การจัดการสิ่งแวดล้อมชุมชน
และพื้นที่สีเขียวในเมืองหลักนครราชสีมา**. สำนักงานนโยบาย
และแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและ
สิ่งแวดล้อม
- Cheng Jianguan, Ian Masser. (2002). Urban growth pattern
modeling: a case study of Wuhan city, PR China. **Landscape and Urban Planning**, 199-217.
- Herold Martin, Gunter Menz and Keith C. Clarke. (2003).
Spatiotemporal form of urban growth: measurement,
analysis and modeling. **Remote Sensing of
Environment**, 286-302.

Jantz Clair, ScoH J Goetz, Mary K Shelley. (2003).
Using the SLEUTH urban growth model to simulate
the impacts of future policy scenarios on urban land
use in the Baltimore-Washington metropolitan area.
**Environment and Planning B: Planning and
Design**, 251-271

Pijankowski, B.C. (1997). **Conceptual Framework of
LTM**. Retrieved 23 June 2004, from: <http://www.geog.ucsb.edu/~kclarke/ucime/nsfdescription.htm>

Pijankowski, B.C., Daniel G. Brownb, Bradley A. Shellitoc,
Gaurav A. Manikd. (2001). **Using neural networks
and GIS to forecast land use changes: a Land
Transformation Model**. Retrieved 23 June 2004,
from: <http://www.personal.umich.edu/~danbrown/papers/ceus.pdf>

Pijankowski, B.C. (2002). **Application of the Land
Transformation, Groundwater Flow and Solute
Transport Models for Michigan's Grand Traverse
Bay Watershed**. Retrieved 23 June 2004,
from: <http://www.asu.edu/caed/proceedings01/PIJANO>
W S/pijanows.htm

Pijankowski, B.C, Bradley Shellito, Snehal Pithadia and
Konstantinos Alexandridis. (2002). **Forecasting and
assessing the impact of urban sprawl in coastal
watersheds along eastern Lake Michigan**.
Retrieved 23 June 2004, from: <http://web.ics.purdue.edu/~bpijanow/Pijanowski.203.pdf>

Ward D.P., A.T. Murray, S.R. Phinn. (1999). **An
optimized cellular automata approach for
sustainable urban development in rapidly
urbanizing regions**. Retrieved 16 June 2004, from:
http://www.geovista.psu.edu/sites/geocomp99/Gc99/025/gc_025.htm

Wu Fulong. (2000). A Parameterized Urban Cellular
Model Combining Spontaneous and Self-Organising.
Growth. **Geocomputation: Innovation in GIS 7**.
Taylor & Francis, 73-85.

Wu Fulong. (2002). Calibration of stochastic cellular
automata: the application to rural-urban land
conversions. **Geographical Information Science**,
795-818