

GIS기반의 통계정보를 이용한 토지이용 분류

Land Use Classification Using GIS based Statistical Unit data

민숙주¹⁾ · 김계현²⁾ · 박태옥³⁾ · 전방진⁴⁾

Min, Sookjoo · Kim, Kyeheyun · Park, Taeok · Jeon, Bangjin

¹⁾ 서울시정개발연구원 도시정보연구센터 초빙부연구위원(E-mail : sjmin@sdi.re.kr)

²⁾ 인하대학교 지리정보공학과 교수(E-mail : kyeheyun@inha.ac.kr)

³⁾ 한국정보통신교육원 산업기술교육사업단장(E-mail : topark@aiik.ac.kr)

⁴⁾ 인하대학교 지리정보공학과 박사과정(E-mail : metalhv@empal.com)

ABSTRACT

Landuse information is used to plan land use, urban and environmental management as base data. And, demand for landuse information is rising due to ecological consideration in urban area. But existing method to extract landuse information from aerial photographs or satellite images is difficult to describe sufficient urban landuses. Also landuse information need to be linked with statistical data because statistical data is used to make decision for urban planning and management with landuse. Therefore this study aims to examine the landuse classification method using statistical unit data and 1:1,000 digital topographic data. For the purpose, the method was applied to a part of metropolitan Seoul. The results of study shows that total accuracy is 95%. For the future, the method will be effectively applicable for the city maintenance.

1. 서론

최근들어 심각한 환경문제로 인하여 정책수립과정에서 토지이용정보의 활용이 증대되고 있다. 특히 도시지역은 인구밀집도가 높고 토지이용도 집약적이므로 친환경적 정책수립을 위하여 작은 공간단위로 분류된 토지이용정보를 필요로 한다. 그러나 현재 활용되고 있는 토지이용정보는 주로 항공사진 판독, 위성영상자료 분석 등의 방법을 통해 분류되고, 토지이용분류의 최소공간단위가 1ha 이상이므로 도시지역에서 활용하는데 어려움이 있다. 또한 도시 계획이나 도시지역의 토지이용계획을 수립하는 과정에서는 각종 통계정보와 토지이용정보를 함께 사용하고 있으므로 통계정보의 수집단위와 토지이용 분류단위가 일치하는 것이 효율적이다.

그러므로 본 연구에서는 작은 공간단위로 분류되며, 통계자료와도 연계 분석이 가능한 토지이용정보를 생성하기 위하여 통계조사단위를 토지이용경계로 활용하는 토지이용 분류기법을 제기하였다. 제기된 기법의 활용성을 검증하기 위하여 서울시 일부지역을 대상으로 실험분석 하였다.

2. 기존 토지이용분류

기존의 토지이용분류는 주로 항공사진을 판독하거나 위성영상자료를 분석하는 방법을 사용하였다. 위성영상자료를 이용하는 방법은 위성영상자료가 갖는 화소값을 군집화하여 분리하는 방법으로 국내 환경부와 미국 지질조사국((United States Geological Survey)에서 제작하는 토지피복도가 있다(환경부, 2002; USGS web site). 위성영상자료를 이용한 토지이용 분류기법은 이론적 연구도 활발히 수행되고 있다. 최근에는 정확도 향상을 위하여 신경망기법, 퍼지기법 등을 이용한 분류기법이 소개되고 있으며, 한 화소에 혼재되어 있는 다른 토지피복정보를 분류하는 VIS (Vegetation -Impervious surface-Soil)기법 등도 제기되고 있다(Gamba 외, 2001; 양인태 외, 1999; Hung, 2002), 위성영상을 이용하여 토지피복을 분류하는 경우 분류의 최소 공간단위는 150ha~2.5ha가 적합한 것으로 제기되고 있

다(Lillesand and Kiefer, 1994).

항공사진을 이용한 토지이용 분류방법은 전문가의 육안판독에 의한 것으로, 전문가의 숙련정도가 토지이용정보 분류결과에 영향을 준다. 또한 항공사진에서는 공공시설물이나 주택의 종류, 건물의 이용용도 등은 파악하기 어려우므로 토지이용의 구체적인 내용을 파악하는데 어려움이 있다. 그러므로 현장조사 또는 문서자료와 같은 참조자료를 통하여 토지이용정보의 정확도를 확보하게 된다. 국내 국토지리정보원과 미국 오스틴시와 같은 지방정부에서 항공사진을 이용해 토지이용정보를 취득하고 있다(국토지리정보원, 1999; Austin city website). 국내 국토지리정보원에서 항공사진을 이용해 제작한 1:25,000 토지이용현황도는 최소공간단위를 1ha로 규정하고 있다.

3. 통계정보를 이용한 토지이용분류

기존의 위성영상과 항공사진을 이용해 분류한 토지이용정보는 최소공간 단위가 1ha~150ha에 이르는 것으로 나타나 토지이용이 집약적인 도시지역은 위성영상과 항공사진으로 토지이용을 상세히 분류하기는 어려운 것으로 판단된다. 그러므로 본 연구에서는 복잡한 토지이용을 작은 공간단위로 상세하게 표현할 수 있는 토지이용 분류방법으로 통계조사단위 자료를 토지이용경계로 활용하고 수치지형도를 이용해 토지이용 속성을 결정하는 토지이용분류 기법을 제기하였다.

제기된 기법의 활용성 검증을 위하여 서울시 강남구와 성동구 일대 24.7km²를 선택하여 토지이용을 분류하였다. 강남구 지역은 계획된 도시로 상가와 빌딩, 주택 등이 혼재해 있으며, 성동구 지역은 공장과 주택이 혼재하는 비계획 도시의 형태를 보여주고 있다. 실험분석 자료로는 통계조사단위로 사용되는 기초단위구 자료와 1:1,000 수치지형도를 활용하였다.

3.1 GIS 기반의 통계정보자료

본 연구에서 활용한 기초단위구는 통계청에서 지역에 맞는 통계자료를 생성하기 위하여 사용하는 통계조사 및 집계 단위인 최소단위로서 2001년에 새롭게 설정되었다. 기존의 통계집계 방식은 행정경계를 기준으로 통계를 집계하는 조사구 방식이 사용되었으나 행정경계가 자주 변화함에 따라 조사구를 재 작성해야하므로 예산과 인력의 소요가 크고, 작성된 통계자료를 시계열분석에 사용할 수 없었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 통계청에서는 기초단위구 개념을 도입하였으며, 2003년부터 각 기관과 지방자치단체의 요청이 있는 경우 기초단위구별로 통계자료를 제공하고 있다(통계청, 2002).

기초단위구의 구분은 수치지형도상의 도로, 하천, 능선 등 변화가 적은 지형지물을 경계로 하고 있으며, 특히 대도시지역은 3m이상의 실폭도로를 기준으로 하되 건물밀집도 또는 면적을 고려하여 생성하였다. 서울시의 기초단위구는 3m 이상의 도로와 도시 주요 시설물에 의해 구분되고 있어 건물밀집지역을 작은 공간단위로 분할하고 있으며, 수치지형도를 이용해 제작되었으므로 수치지형도상의 지형지물 경계와도 일치한다.

3.2 토지이용분류

본 연구에서는 기초단위구 자료를 토지이용분류의 경계로 활용하였으며, 토지이용의 속성 결정은 수치지형도를 사용하였다. 토지이용분류항목은 기존 서울시와 국토지리정보원의 토지이용분류항목을 참고로 하되 수치지형도로부터 추출 가능하다고 판단된 22개 항목을 선정하여 본 연구에 적용하였다.

기초단위구 자료는 폴리곤 형태의 GIS자료로서 특별히 편집과정을 거치지 않았으며, 수치지형도는 지형지물의 속성정보를 하나의 레이어 코드로 표현하고 있어 토지이용정보 추출을 위하여 자료의 변환, 편집과정을 거치도록 하였다. 그림 1은 토지이용 분류절차를 나타낸다.

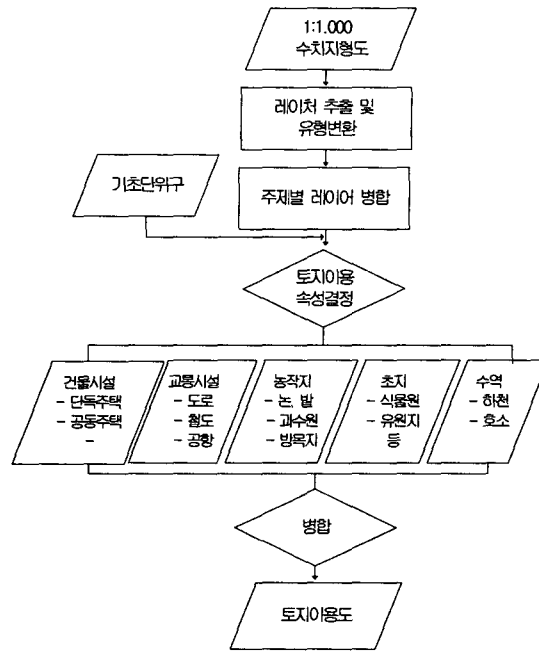


그림 1. 토지이용 분류절차

수치지형도로부터 토지이용 분류에 활용하기 위하여 113개 레이어를 추출하였으며, 자료 유형을 변환, 편집한 후 기초단위구 자료와 중첩하였다. 중첩된 자료는 본 연구에서 제시한 토지이용 속성결정방법에 따라 토지이용을 구분하였다.

본 연구에서 사용한 토지이용 속성결정 방법은 동일 기초단위구 경계 내에 존재하는 지형지물의 면적을 계산한 후 가장 우세한 분포를 보이는 토지이용 항목을 대표토지이용으로 결정하는 것이다. 우세 토지이용을 결정하는 기준은 서울시 일부구역을 대상으로 한 분석 및 현지조사에 근거하여 다섯가지 방법으로 적용하였다. 첫 번째, 토지 이용 분류항목이 동일 경계 내에서 70%를 차지하는 경우는 이를 대표 토지이용으로 결정하였다. 두 번째, 두가지 이상의 토지이용 항목 중 한가지의 토지이용이 50%이상 70%미만이고, 다른 것은 30% 미만인 경우 50% 이상을 차지하는 항목을 대표 토지이용으로 결정하였다. 세 번째, 두가지 이상의 항목이 30%이상 70% 이하의 수준에서 혼재하는 경우는 세가지 세부 경우를 고려하여 결정하였다. 우세한 두 비율이 단독주택과 공동주택이면 조금이라도 우세한 항목으로 결정하고, 우세한 두 항목 중 한 항목만 단독주택 또는 공동주택이며 나머지 한 항목이 공업지, 행정기관, 상업업무시설, 병원 및 요양기관, 대규모운동장, 처리시설, 발전시설, 건설현장이면 주거상업혼합지역이라는 항목으로 토지이용을 결정하였다. 그 외 우세한 두 항목에 공업지, 행정기관, 상업업무시설, 병원 및 요양기관, 대규모운동장, 처리시설, 발전시설, 건설현장이 포함되면 토지이용을 상업지역으로 결정하였다. 네 번째, 세 번째 경우와 다르게 가장 비율이 높은 하나의 항목은 30%이상 50% 미만을 차지하는데 그 외의 항목들은 모두 30% 미만의 수준에서 혼재하는 경우가 있다. 이러한 경우에는 분류항목의 비율을 재계산하여 결정하도록 하였다. 분류항목 중 주거지역에 해당하는 단독주택과 공동주택을 하나의 그룹으로 지정하고 그 외 기타시설들의 비율을 합산하였다. 단독주택과 공동주택의 비율을 합한 결과가 70%를 넘는 경우는 두 항목 중 조금이라도 비율이 높은 항목으로 토지이용을 결정하였다. 단독주택과 공동주택의 비율을 합한 결과가 30%를 넘지 않는 경우는 상업업무지로 결정하고, 합한 결과가 30%이상 70% 미만일 경우는 주거상업 혼합지로 결정하였다. 다섯 번째, 모든 항목이 30% 미만의 수준에서 혼재하는 경우에는 상대적으로 분포비율이 우세한 두 항목의 종류에 따라 토지이용을 재결정하도록 하였다.

4. 토지이용분류 결과

실험분석 결과 연구대상지역의 토지이용은 15개 항목으로 분류되었다. 분류된 토지이용 항목은 단독주택, 공동주택, 상업·업무시설지, 주거·상업혼합지, 교육시설, 행정기관, 건설현장지역, 공업지, 발전소, 하천, 철도 및 관련

시설, 도로 및 관련시설, 산림, 건설현장이 아닌 나지, 기타 등이다.

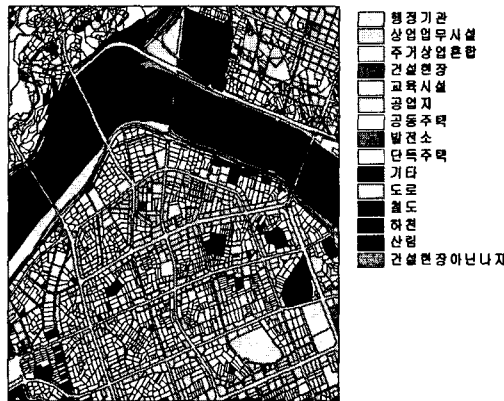


그림 2. 토지이용정보 추출기법 적용결과

분류결과에서는 10개 폴리곤이 미분류되었는데 이는 여러 토지이용이 혼재하여 특정 토지이용으로 판단하기 어려운 경우와 실험대상지역 경계에서 폴리곤이 잘려 토지이용정보를 추출하기 어려운 경우이다. 이들 지역은 토지이용의 면적분포비율을 확인한 후, 참고자료인 항공사진, 교통지도, 지번약도에서 확인한 후 토지이용 속성을 지정하였다.

1.78km²에 대하여 참조자료 및 현장조사 방법을 통하여 정확도를 평가한 결과 전체정확도는 95%로 높게 나타났다. 그러나 성동구 지역에 존재하는 공장지역과 강남지역의 행정기관은 잘못 분류되는 경우가 발생하였다. 공장지역의 경우 수치지형도상에 아파트형 공장 표기가 누락되어 있어 공동주택으로 분류되었으며, 행정기관은 주차장과 같은 부대시설이 차지하는 면적이 넓어 상업지 등의 토지이용으로 잘못 분류되었다. 또한 산림지는 교육시설, 공공용지 등과 혼재하는 경우 블록전체를 산림으로 구분함으로써 다른 토지이용을 과소평가하는 경우와 수치지형도상에 숲경계와 산림기호가 존재하지 않아 산림으로 분류되지 못한 경우가 나타났다. 이들 세 항목을 제외한 12개 항목에서는 정확도가 높았다.

5. 결론

본 연구에서 제기한 토지이용 분류방법을 적용하여 실험분석한 결과 단독주택, 공동주택, 상업·업무시설지, 주거·상업혼합지, 교육시설, 행정기관, 건설현장지역, 공업지, 발전소, 하천, 철도 및 관련시설, 도로 및 관련시설, 산림, 건설현장이 아닌 나지, 기타 등 15개 항목의 토지이용정보를 추출하였으며, 공장지역, 행정기관, 산림을 제외한 항목들이 높은 분류정확도를 나타내었다. 본 연구에서 제기한 방법을 이용하여 토지이용을 분류할 경우 작은 공간 단위로 토지이용정보를 분류할 수 있으며, 각종 통계정보와 연계하여 분석하는데 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

그러나 본 연구결과 두가지 사항은 향후 보완되어야 할 것으로 판단된다. 첫째, 수치지형도상에 표현이 누락된 정보들은 토지이용분류 결과에 영향을 미치므로 수치지형도상에 누락률이 높은 정보를 분석하여 토지이용 분류시 오분류를 최소화하는 방안이 필요하다. 둘째, 산림지역의 경우 수치지형도상의 숲경계와 기호만으로 분류하는데 한계가 있으므로 이를 보완할 수 있는 방법의 제시가 필요하다.

참고문헌

1. 국토지리정보원 (1999), '98 주제도 시범 제작사업-토지이용현황도 및 도로망도-.
2. 양인태, 김홍규, 신계중 (1999), "퍼지집합 이론을 이용한 Landsat TM 영상의 감독분류 정확도 향상", 대한토목학회논문집, 19권 3호, pp. 445-455. 산업경제연구, vol 7, no. 1, pp. 47-78.
3. 환경부 (2002), 인공위성영상자료를 이용한 토지피복지도 구축.
4. 통계청 (2002), 통계구 관련 회의집.

5. 통계청 website: www.nso.go.kr
6. Austin city website: www.ci.austin.tx.us
7. Gamba, P., and B. Houshmand (2001), "An efficient neural classification chain of SAR and optical urban images", International Journal of Remote sensing, Vol. 22, No. 8, pp. 1535-1553.
8. Hung, M. C., and M. K. Ridd (2002), "A subpixel classifier for urban land-cover mapping based on a maximum-likelihood approach and expert system rules", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 68, No. 11, pp 1173-1180.
9. USGS website: www.usgw.gov