

RS/GIS 기반 친수시설 자동 분류 알고리즘의 적용성 검토

김창성*, 김서준**

*한국수자원조사기술원 연구사업실

** (주)하이드로셈

e-mail:csckim@kihs.re.kr

Evaluation of Field Application of Automatic Hydrophil Classification Algorithm Based on RS/GIS

Chang Sung Kim*, Seo Jun Kim**

*Korea Institute of Hydrological Survey

**HydroSEM

요 약

최근 국가에서는 국가하천 주변 지역의 체계적 관리를 위한 「친수구역 활용에 관한 특별법」을 제정하여 현재 297개소의 친수지구를 중점으로 관리하고 있으나 하천 친수공간에 대한 정보 구축은 인적 조사 방식을 통한 데이터 수집으로 많은 비용이 필요할 뿐만 아니라 DB 갱신 부분에도 한계가 있다.

RS/GIS 연계 기술은 인적 조사 방식을 통한 데이터 수집 과정을 거치지 않고 항공사진이나 위성사진을 기반으로 공간지형자료를 추출할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 객체 기반 분류 기법인 LSMS (Large-Scale Mean Shift) 기법을 이용하여 친수시설의 정보맵을 작성할 수 있는 알고리즘을 제시하였고, 이를 근거로 실제 항공영상을 사용한 친수시설의 객체 분류기법 적용을 통하여 추출한 객체와 실제 친수시설의 면적을 비교하여 신뢰도 높은 정확도를 확인할 수 있었다.

개발된 알고리즘을 이용한 객체분류기법을 통하여 친수시설의 정보맵의 작성 뿐만 아니라 여러 인적 조사 방식을 통한 데이터 수집분야에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

과거 하천관리는 주로 치수와 이수에 초점이 맞추어진 개발이 주를 이루었으나 국민 생활수준 향상에 따라 점차 하천환경에 대한 관심과 그에 따른 연구가 활발히 진행되고 있다.

이에 국가에서는 국가하천 주변지역의 체계적 관리를 위한 「친수구역활용에관한특별법」을 제정하여 시행하고 있으며 현재 297개소의 친수지구를 중점으로 관리하고 있다.

친수지구는 체육시설, 물놀이, 생태학습, 공연장, 휴게공간, 캠핑장 등 국민들의 여가와 삶의 질 향상을 위해 다양한 역할을 담당하고 있으며, 이러한 친수지구의 효율적인 유지, 관리를 목적으로 과거 수년간 다양한 방식의 친수지구 이용과 관련한 조사 및 연구가 수행되고 있고, 이를 바탕으로 친수지구와 관련한 일련의 정책들이 시행되어 왔다

하천 친수공간에 대한 정보 구축은 한국수자원조사기술원 조사, 유지관리 기관 조사 등 인적 조사 방식을 통한 데이터 수집으로 많은 비용이 필요할 뿐만 아니라 DB 갱신 부분에도 한계가 있다.

또한, 최근 직접 인적 조사 방식을 통한 데이터 수집과정을 거치지 않고, 영상정보를 이용하여 공간지형자료를 추출하는 RS/GIS 연계 기술에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이현직 등(2010)은 1m(PAN5)), 4m(R,G,B, NIR6))급 고해상도 위성영상(KOMPSAT-27))을 활용하여 $\pm 3.5m$ 의 정확도를 가지는 토지피복도 자동 추출 연구를 수행^[1]하였고, 김란희 등(2016)은 NASA가 기상관측을 위해 운용중인 Terra 위성의 모디스(MODIS) 영상을 활용해 2001년부터 2014년까지 북한의 토지피복과 식생변화를 추정하는 연구를 수행^[2]하였다. Inglada 등 (2017)은 머신러닝 기법인 자가 학습 분류(automated supervised classification)를 통해 프랑스 전역에 대한 17개 항목의 토지피복 분류도 제작 가능성에대한 연구를 수행^[3]하였다. Cooner 등(2016)은 2010년 1월 12일 포르투 프랑스(아이티) 지역에 발생한 지진 피해지역을 파악하기 위해 2009년 WorldView-1과 2010년 Quickbird-2 위성영상을 활용해 변화탐지를 수행^[4]하였다.

선행 연구 검토를 통하여 원격탐사 기법은 비용 대비 효율

성이 높아 토지이용 현황 모니터링 분야에서 많이 활용되는 방법론임을 알 수 있었으며, 토지이용 현황 파악 시 광범위한 지역에 대한 빠른 갱신이 가능해 기존의 토지이용 현황도와 토지피복도 제작 과정과 성과가 얹고 있는 문제점을 보완 가능할 것으로 판단되었다.

이에, 본 연구에서는 RS/GIS 기반 기술은 인적 조사 방식을 통한 데이터 수집과정을 거치지 않고 항공사진이나 위성 사진을 기반으로 공간지형자료를 추출할 수 있도록 RS/GIS 기반 기술을 이용하여 친수시설 자동분류 알고리즘을 개발하였고, 항공영상을 이용하여 개발된 알고리즘의 현장 적용 가능성을 판단하였다.

2. RS/GIS 기반 친수시설 자동 분류 알고리즘

2.1 친수시설 자동 분류를 위한 절차

RS/GIS 기반의 친수시설 자동 분류를 위한 알고리즘 및 절차는 [그림 1]과 같이 이루어진다.



[그림 1] 친수시설 자동 분류 절차

2.2 센서해상도

영상분석 자료는 센서해상도(공간·시간·분광)에 의해 특징이 결정되며, 이에 따라 활용 목적에 적합한 영상 자료를 선택하는 기준이 된다. 여기서, 공간해상도는 식별대상 물체의 크기를 원격탐사 센서로 구분할 수 있는, 즉 두 물체 사이의 최소 각 또는 직선 간격을 의미함. 많은 위성 원격탐사 시스템은 순각시야각이 일정한 광학시스템을 탑재하고 고정된 궤도를 따라 운용되고 있음. 이에 따라 실용적인 목적을 위해 지상에 투사되는 순각시야각의 크기로서 센서 시스템의 공간해상도를 정의한다.

시간해상도(temporal resolution)는 원격탐사에서 시간해상도는 센서가 특정한 지역의 화상을 얼마나 자주 기록하는가를

나타내는 것이며, 분광해상도(spectral resolution)는 위성에 탑재된 센서가 기록할 수 있는 전자기스펙트럼 파장 범위를 나타낸다.

2.3 객체 기반 분류 기법

객체 기반 분류 기법은 영상의 분광정보를 이용한 화소 기반 분류 기법(무감독, 감독분류)을 기초로 하고 공간 정보를 이용하여 분류하며, 분광정보와 공간 정보를 이용해 영상을 객체 단위로 분할 후 균일한 영역이라고 정의되는 화소들을 군집화 하여 분류하는 기법이다.

화소 기반 분류 기법은 최근 영상의 해상도가 향상됨에 따라 같은 객체라 할지라도 다양한 분광특성을 나타내며, 공간적으로 다양한 형태를 보여 분석에 어려움이 있으며, 이를 보완하기 위해 제시된 객체기반분류법은 화소단위의 분광정보만을 이용하기 보다는 축척(scale), 분광정보(color), 공간 정보(shape), 평활도(smoothness)와 조밀도(compactness) 등을 종합적으로 고려하여 각 픽셀이 서로 관련되어 있을 때 공간 속성을 고려하여 지역화 된 픽셀 그룹으로 분류하는 기법이다.

일반적으로 항공영상을 이용한 객체 기반 영상분석(Object-Based Image Analysis, OBIA)은 분할(segmentation)과 분류(classification) 단계를 거치는데 본 연구에서는 LSMS (Large-Scale Mean Shift) 기법을 사용하여 친수시설 객체 기반 분류를 수행 하였다.

LSMS (Large-Scale Mean Shift) 기법은 2015년에 데이비드 요우세피(David Youssefi)와 줄리안 미셸(Julien Michel)이 개발 영상이 너무 커서 민 시프트(Mean-Shift) 알고리즘으로 객체 분할을 하기 어려운 UAV 또는 항공영상과 같은 대규모 영상을 타일방식(tile-wise)으로 처리하는 분할 작업이다. 즉, 큰 영상을 타일 방식으로 분할해서 세그멘테이션을 적용하지만, 그 결과물이 이론적으로는 한 장의 영상을 처리했을 때와 동일한 결과를 제공하고, 영상을 한번에 처리하지 않고 타일로 나눠서 처리하기 때문에 그만큼 메모리 소모량을 줄일 수 있어 UAV 영상과 같은 대용량 데이터에 유리한 장점을 가지고 있다.

민 시프트(Mean-Shift) 알고리즘은 영상의 화소값을 각각 x_i 와 z_i , $i = 1, \dots, n$ 이라고 가정할 때, 화소값들은 다음 식으로 계산한다.

1) initialize $j = 1$ and $y_{i,1} = x_i$

2) while $j < j_{\max}$ and $||y_{i,j} - y_{i,j+1}|| > t$ do:

$$y_{i,j+1} = \frac{\left(\sum_{x_k \in N(y_{i,j})} K(x_k - y_{i,j}) x_k \right)}{\left(\sum_{x_k \in N(y_{i,j})} K(x_k - y_{i,j}) \right)}$$

여기서, $y_{i,j}$ 는 j 번째 단계에서 x_i 화소에 대한 현재 모드 추정(current mode estimation), $j_{\max}$ 는 반복 최대값(maximum number of iterations), t 는 수렴 임계치(convergence threshold), $K(x)$ 는 커널 함수(kernel function), $N(x)$ 는 x 의 공간범위(spatial range) h_s 와 분광범위(spectral range) h_r 내에 있는 화소들의 집합을 나타낸다.

$$3) \text{ set } z_i = (x_{i,j}^s, y_{i,j}^r)$$

여기서, 윗첨자 s 와 r 은 각각 합동영역 영상 화소들의 공간과 분광요소를 나타낸다.

이와 같이 민 시프트(Mean-Shift) 알고리즘을 사용할 경우는 공간범위(spatial range) h_s 와 분광범위(spectral range) h_r 의 설정에 따라 객체 분할(segmentation) 결과가 달라지게 때문에 영상 내 객체 분할을 하고자 하는 대상에 따라 공간범위(spatial range) h_s 와 분광범위(spectral range) h_r 를 변화시켜 사용자가 원하는 정밀도로 분할하여야 한다.

3. RS/GIS 기반 친수시설 자동 분류 알고리즘 적용

3.1 항공영상 자료수집 및 영상처리

본 연구에서는 대상 유역의 친수시설 분류를 통하여 공간적으로 맵핑이 가능한지에 대한 테스트를 수행하기 위하여, 우선적으로 위성·항공·무인 항공영상의 특성을 알아보고 검토를 함으로써 분석 영상 선정을 하고자 하였다.

무인 항공영상은 시간 및 공간해상도, 비용적인 측면에서 매우 우수하며 시간해상도는 재해 및 재난 시 상시 모니터링을 수행할 수 있는 부분으로 연결되며, 공간해상도는 아주 작은 친수시설 등에 대해 분류할 수 있는 장점이 있다.

다만, 영상에서 물체를 탐지하기 위해 중요한 규칙의 하나로 센서 시스템의 공간해상도는 탐지대상 물체 중 가장 작은 물체 크기의 절반보다 반드시 작아야 한다.

이러한 시공간 해상도의 검토 결과 가장 적절한 영상은 무인 항공영상이며, 국토지리정보원에서 제공하는 항공영상(공간해상도 20cm)을 이용하였다.

수집된 항공영상은 [그림 2]와 같이 EPSG5181(Korea 2000 Korea Central Belt)로 좌표변환 과정을 수행하였다.

3.2 객체 기반 분류

객체 기반 분류는 [그림 3]과 같이 다음의 4단계로 작업으로 진행하였다.

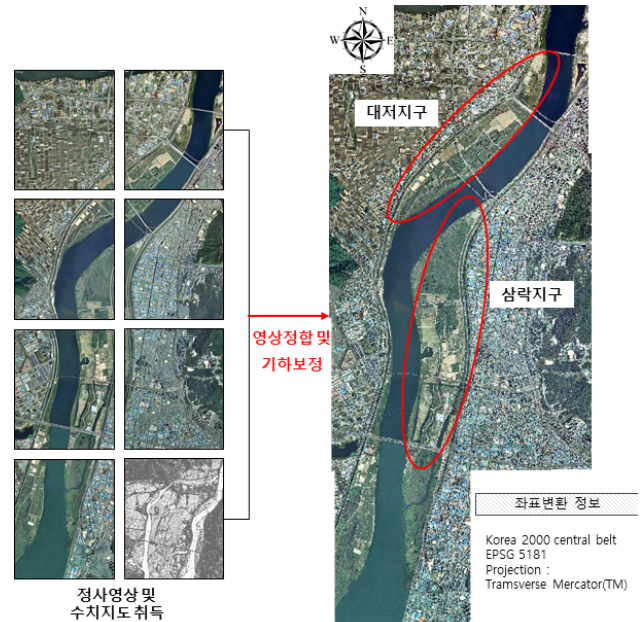
① UAV 영상에 민 시프트 필터링(mean shift filtering)을 적용하여 영상을 스무딩하는 과정으로 공간 반경(Spatial radius)과 범위 반경(Range radius)을 결정

② 필터 영상을 세그멘테이션하고 레이블(label)을 부여하는 과정으로 최소 영역 크기(Minimum Region Size)는 화소수가 이 값보다 낮으면 레이블을 0으로 설정한다. Size of tiles in pixel (X-axis, Y-axis) 설정이 기존 민 시프트 세그멘테이션과 대비되게 대용량 파일을 한번에 처리하지 않고 타일 방식(tile-wise)으로 처리함으로써 메모리 소모량을 낮출 수 있다.

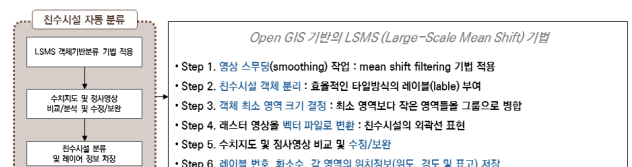
③ 최소 영역 크기(minimum region size)를 지정하여, 이 값보다 작은 영역은 인접한 그룹에 병합하여 소규모 영역을 줄이는 과정으로 친수시설의 경우 규모가 모두 다르고, 구분이 명확하지 않은 영역들이 존재하기 때문에 기본적으로 항공영상을 기준으로 보정 작업을 수행하여야 하고, 보정 작업의 정확도를 평가하여야 한다. 친수시설물 분류 시 일반적인 RGB 기반의 항공영상을 사용하기 때문에 공간 반경을 어떻게 결정하느냐가 분할 정확도에 영향을 준다.

④ 기존 래스터 영상을 GIS 벡터 파일로 변환하는 과정으로 단순히 변환만 하는 것이 아니라 속성값에 레이블 번호, 화소량, 각 폴리곤에 해당하는 밴드별 방사측정치(radiometry)의 평균(mean)과 분산(variance)값을 자동적으로 저장한다.

따라서 친수지구의 영상에서 친수시설별 폴리곤을 하나씩 클릭해 보면 속성에 레이블 번호(label), 화소수(nbPixels), RGB(Red/Green/Blue) 밴드 각각의 평균과 분산값을 확인할 수 있다.



[그림 2] 항공영상 전처리 과정



[그림 3] LSMS 기법 적용 절차

3.3 친수시설 레이어 보정 및 정확도 평가

친수시설의 경우 형태와 규모가 모두 다르기 때문에 정확도 높은 친수시설 정보맵 구축을 위해서는 LSMS 알고리즘을 이용하여 분류한 후에 개별적으로 친수시설 분류 결과의 보정 작업이 필요하다.

[그림 4]와 같이 운동장의 통로들은 도로와 연결되어 있기 때문에 공간 반경(Spatial radius)을 20으로 결정하여 객체 기반 분류를 실시할 경우 도로까지 운동장으로 분류되는 오류가 발생하기 때문에 공간 반경(Spatial radius)을 10으로 작게 하여 분류하였다.

공간반경으로 분류한 객체는 친수시설 내에서도 다양한 색상정보(R, G, B)가 포함될 수 있기 때문에 친수시설 내의 잡음들은 수동으로 보정해주어야 친수시설별로 하나의 레이어로 분류할 수 있고, 친수시설의 테두리도 나무 등으로 인해 불규칙한 선 형태로 레이어가 잡히는 경우가 있기 때문에 이 부분들도 수동으로 보정하는 작업이 필요하다.

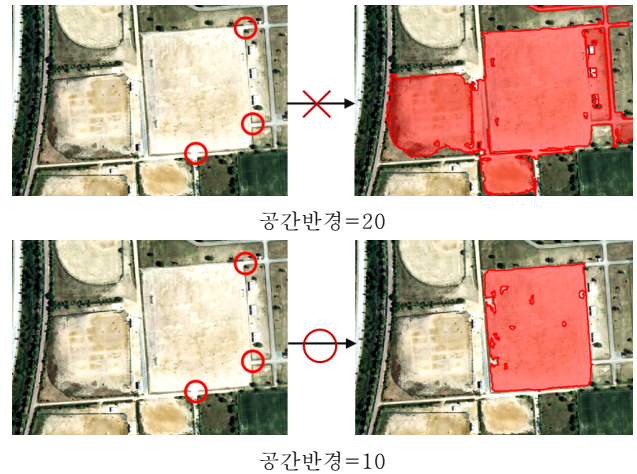
한편, 보정 작업을 완료한 분류맵의 정확도를 평가하기 위해서는 일반적으로 면적과 둘레의 차이를 비교하는 것이 필요하다. 면적과 둘레의 경우는 각 레이어 내의 화소수를 실제 길이단위로 변환하여 비교할 수 있는데 둘레의 경우는 레이어 자체의 외곽선이 불규칙하기 때문에 현실적으로 정확하게 맞추는 것은 불가능하여 본 연구에서는 면적비를 이용하여 정확도 평가를 수행하였다. [그림 5]와 같이 야구장과 공원시설의 경우 실제 항공영상에서 테두리를 수동으로 도식하여 제작한 레이어와 LSMS 알고리즘을 이용하여 분류한 레이어의 면적을 비교한 결과 각각 98.6%, 99.2%의 정확도를 확인하였다.

4. 결 론

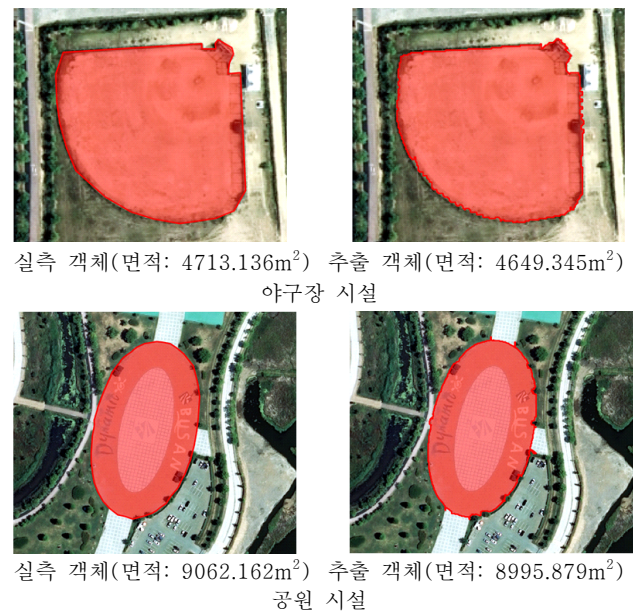
본 연구에서는 객체 기반 분류 기법인 LSMS (Large-Scale Mean Shift) 기법을 이용하여 친수시설의 정보맵을 작성할 수 있는 알고리즘을 제시하였고, 이를 근거로 실제 항공영상을 사용한 친수시설의 객체 분류기법 적용을 통하여 추출한 객체와 실제 친수시설의 면적을 비교하여 신뢰도 높은 정확도를 확인할 수 있었다. 개발된 알고리즘을 이용한 객체분류 기법을 통하여 친수시설의 정보맵의 작성 뿐만 아니라 여러 인적 조사 방식을 통한 데이터 수집분야에도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 환경부/한국환경산업기술원의 물관리 연구사업의 지원을 받아 수행되었습니다(22AWMP-B121090-07).



[그림 4] 공간반경 크기에 따른 객체기반분류 결과



[그림 5] 레이어 면적 비교 결과

참고문헌

- [1] 이현직, 유영걸, 유지호, 김상연, “QuickBird-2 위성영상을 이용한 토지피복분류”. 대한공간정보학회 학술대회, pp. 55-66. 2010.
- [2] 김란희, 김현우, 이재희, 이승훈. “위성자료를 이용한 북한 지역 토지피복 및 식생 변화 추정”. 국토연구, pp. 117-128. 2016.
- [3] Inglada, J., Vincent, A., Arias, M., Tardy, B., Moring, D. and Fodes, I. “Operational High Resolution Land Cover Map Production at the Country Scale Using Satellite Image Time Series”. Remote Sensing 9, no.1. 2017.
- [4] Austin J. Cooner, Yang Shao, James B. Campbell. Detection of Urban Damage Using Remote Sensing and Machine Learning Algorithms: Revisiting the 2010 Haiti Earthquake. 2016.