

텍스춰 기반의 자동 물체인식방법 연구: 비닐하우스를 중심으로

Automated Green House Extraction Method Using Texture Information in High Spatial Resolution Satellite Images

이 종 열, 김 병 선

Jong Yeol Lee, Byoung Sun Kim

국토연구원 GIS연구센터

경기도 안양시 동안구 관양동 1591-6 (우) 431-712

jylee@krihs.re.kr

요 약

지형지물은 각각의 특징적 요인을 내포하고 있다 이 특징적 요인들은 공간해상도에 따라 정도의 차이가 있겠지만 수집된 위성영상에도 반영된다 이러한 요인들 중에서는 영상분류에 활용될 경우 영상 분류의 정확도를 높혀 주고 때로는 이것이 거의 물체인식의 수준까지 기여할 수 있는 것들이 있다. 이 연구에서는 텍스춰 및 지형지물의 배열에 있어서 특징적 현상을 보이는 비닐하우스를 대상으로 spatial auto-corelation 개념을 기반으로 자동적으로 이를 인지하는 방법을 개발하였다. 사용된 알고리즘은 디지털징과 같은 사람의 직접적인 개입이 없이 자동화된 방법으로 비닐하우스의 특정한 패턴이 반복적으로 나타나는 것을 감지할 수 있도록 개발되었다 패턴의 인식에 더하여 비닐하우스의 기하학적 모양을 고려하는 방법도 도입하였다 그럼으로써 비닐하우스의 추출에 단순히 화소 단위의 분석이 아닌 보다 객체지향적인 방법으로 비닐하우스를 추출하도록 하였다. 개발된 방법을 제주지역의 IKONOS에 적용시켜 본 결과 연구대상지역 내의 비닐하우스가 매우 정확하게 추출되었다

주제어: 텍스춰, spatial auto-corelation, 물체인식

1. 서론

높은 공간해상도의 인공위성영상이 다수의 상업용 지구관찰 인공위성에서 생산되어 공급되고 있다. 인공위성의 센서들은 앞으로도 공간해상도를 점차 높여 갈 것이며, 한국도 아리랑 5호에서는 서브미터의 영상을 획득할 수 있는 센서를 탑재할 것을 계획하고 있다. 개개의 지형지물은 각각의 특징적 요인이 있을 수 있다 이들 센서를 통해 수집되는 고해상도의 위성영상에 있어서는 지형지물이 가지고 있는 여러 가지의 특성이 중저해상도에서와는 달리 그대로 유지될 가능성이 크다.

이러한 요인들 중에서는 영상분류나 물체인식에 활용될 수 있는 것들이 있다 활용이 가능한

정보로서는 지형지물의 기하학적 모양 특성 텍스춰 및 배열 특성 등을 들 수 있다(Ryherd and Woodcock, 1996). 기하학적 모양이 영상 분류에서 활용될 수 있는 지형지물의 대상으로는 도로와 철도를 들 수 있다 또 지형지물의 배열에 있어서 특성을 보이는 유형은 과수원이나 인공적인 식재림 등을 들 수 있다 이러한 배열의 특징을 보여주는 또 다른 유형으로서는 비닐하우스 등을 들 수 있다. 다음의 그림은 비닐하우스와 식재림의 공간적 배열의 특성을 보여준다. 비닐하우스의 경우 일정한 간격으로 동일하거나 유사한 분광특성의 스트립이 반복적으로 출현한다. 식재림의 경우도 정도의 차이는 있지만 동일한 특성을 보이고 있다 이러한 특징적 요소가 분명하게 드러나는 토지이용/피복 유형

에 대하여는 이러한 개별 지형지물의 특징을 감지할 수 있는 알고리즘이 적용될 수 있다면 매우 정확하게 그에 해당하는 토지이용/피복 유형 또는 물체를 분류 또는 인식하여 낼 수 있다. 이러한 특징을 보이는 요인들을 감지한 정보에 분광특성 정보를 추가하여 토지이용/피복 유형분류에 사용할 경우 정확도를 크게 향상시킬 수 있을 것이다.

이 연구에서는 위성영상의 토지이용/피복분류에 있어서 연구대상지역 내에서 이러한 특징을 보이는 지형지물을 별도로 분리하여 이들에 대한 검출 알고리즘을 적용하여 분류하는 방법을 탐색하였다. 그러므로써 물체인식이 이루어져 보다 정확한 분류결과를 얻을 수 있도록 하였다.

2. Spatial Autocorrelation 기반 비닐하우스 추출 방법

비닐하우스의 경우 이 지역에 대한 분광 측정치가 식생의 특징을 보이지 않기 때문에 일반적인 분광특성치 기반의 분석 방법으로는 농업 지역의 특성인 식생으로 분류되지 않는다. 더구나 일반적 도시적 토지이용/피복분류 유형과도 구별되지 않는 분광특성을 가지고 있어 일반적인 분광특성 기반의 분석방법으로는 기 개발된 도시지역으로 분류될 가능성이 크다. 따라서 이러한 결과는 농촌 한가운데 도시적 토지이용/피복이 간간히 나타나는 형태를 초래할 수 있다.

이러한 문제를 해결하기 위하여 이 연구에서는 비닐하우스가 가지고 있는 구조물의 Texture 특성 기반 접근 방법을 개발하여 비닐하우스를 별도로 분류하도록 하였다. 비닐하우스는 농업이 근대화되면서 매우 일반적인 영농의 방식이 되고 있다. 따라서 이러한 유형의 농업적 토지이용은 전반적으로 농촌지역에 편만하게 존재한다고 할 수 있다. 더구나 4계절의 전천후 영농과 경제성이 높은 작물들의 재배에 일반적으로 적용되고 있는 영농방법이기 때문에 이들 지역을 별도로 분리하여 검출하여낸 정보는 농업분야에서도 중요한 정보가 될 수 있다.

우선 비닐하우스가 가지고 있는 특성을 추론하여 보면 비닐하우스가 가지고 있는 독특한 texture를 들 수 있다. 군집된 비닐하우스 지역의 Texture 특성은 비닐하우스의 구조물이 일정

한 폭을 유지하며 구축되는 것이 일반적이기 때문에 동일한 분광특성이 일정한 간격을 두고 반복되어 나타나는 것이다. 이렇게 동일한 분광특성이 일정한 간격을 두고 반복되는 것은 과수원 및 인공 식재림에서도 발견할 수 있다. 이것은 일반적으로 구조적으로 잘 정돈된 식재 형태가 나타내는 특성과 일맥상통하는 현상으로 볼 수 있다.

이 형태가 보유한 Texture 특성 기반의 접근으로는 공간분석에서 사용하는 Spatial Autocorrelation의 현상이 일정한 간격으로 나타나는 것으로 간주할 수 있으며 이 방법을 상기의 두 토지이용/피복분류 방법에 적용할 수 있을 것이다(Wulder and Boots, 1998).

3. Spatial Autocorrelation 분석 방법

유사한 분광특성 측정치의 변화패턴이 일정한 거리(lag)를 두고 반복되는 현상에 대한 분석의 통계적 수단은 공간적 자기 상관을 분석하는 것이다. 분광특성의 공간적 자기상관의 패턴 추출의 방법은 다양할 수 있을 것이다. 이러한 현상을 규명하기 위하여 지금까지의 연구에서 사용한 방법의 개념을 수식으로 나타내면 다음과 같다. 이것은 특정 지역의 분광특성의 변화패턴이 일정한 간격으로 유사하게 변화하는 것을 찾아내기 위한 것이다.

$$x(norm)_{i,j} = (x_{i,j} - \bar{X})$$

여기서

$$\bar{X} = \sum_i^a \sum_j^a x_{i,j}$$

$$A_{(g,h)} = \sum_i^a \sum_j^a x(norm)_{i,j} x(norm)_{i+g,j+h}$$

Warner(2005)는 이러한 개념을 영상에 적용시키는 알고리즘을 개발하고 영상에 직접적으로 적용하였다. 그 과정을 살펴보면 우선 기준이 되는 특정크기의 커널을 설정하여 이 커널 내에서의 분광특성의 변화 패턴을 검출한다. 이 커널 내의 분광특성의 변화 패턴이 언급한 특성을 보이게 되면, 이 커널의 패턴을 커널을 이동하여 가면서 인접한 화소들의 집합에 적용시켜 비교

한다. 비교의 결과 변화의 패턴이 동질적인 것이 확인되면 그 커널에 대하여 공간적 자기상관이 있음을 표기하고 다음의 인접지역으로 커널을 이동시킨다. 이러한 과정을 영상 전체에 대하여 적용한 후 그 결과를 별도의 데이터 셀으로 저장하여 활용한다.

그러나 이 방법은 화소 단위의 접근방법으로 물체 자체의 인식에는 한계를 갖는다는 문제점을 가지고 있다. 따라서 기존의 화소단위 접근방법에 근간을 둔 텍스춰 및 공간자기상관의 분석을 물체단위의 접근방법으로 전환시킬 필요가 있다. 이 경우 보다 현실에 가까운 분석의 결과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

이 연구에서는 이러한 문제점을 보완하고 보다 물체기반의 접근방법을 도입하였다. 사용된 방법은 우선 영상의 텍스춰를 먼저 분석하여 물체의 특징을 나타내 주는 대표적인 텍스춰 특성을 도출하였다. 텍스춰를 도출하는 방법은 GLCM 등 다양하게 개발되어 있다(Haralick and Shanmugam, 1974). 그러나 이 연구에서는 spatial autocorrelation의 특성인 반복적인 DN의 출현을 쉽게 감지하여 낼 수 있도록 DN의 크기를 바탕으로 한 peak 혹은 valley를 추출하는 방법을 사용하였다. 추출된 DN의 peak 중 비닐하우스의 특성을 반영하여 줄 수 있는 일정 크기의 peak만을 분별하여 내었다.

그리고 추출된 텍스춰 정보를 기반으로 spatial autocorrelation 방법을 적용하였다. 비닐하우스와 같은 경우 도출된 텍스춰 즉 peak와 valley가 비교적 일정한 lag를 두고 반복되어 나타나고 있다. 이렇게 spatial autocorrelation을 보이는 peak들 중 비닐하우스의 공간적 크기와 유사한 것들을 분류하여 비닐하우스의 존재를 확인하였다.

위에서 논의된 과정들은 포트란 7.0을 이용하여 개발되었다. 추출된 peak나 valley의 크기, 그리고 이들이 반복적으로 나타나는 간격으로서의 lag는 프로그램에서 조정할 수 있도록 하였다. 필요하다면 일정한 범위 내의 peak 등의 크기와 lag의 크기를 모두 분석하여 결과를 별도로 관리할 수 있을 것이다.

4. 연구대상지역 자료 및 처리

연구대상지역은 제주도 교외의 일부지역으로 시가지 지역과 농촌지역이 혼재되어 있는 지역이다. 연구대상지역은 도시화 지역과 농촌지역이 적절하게 포함되어 분석방법이 일반화될 수 있는지를 결과를 통하여 확인할 수 있도록 하였다.

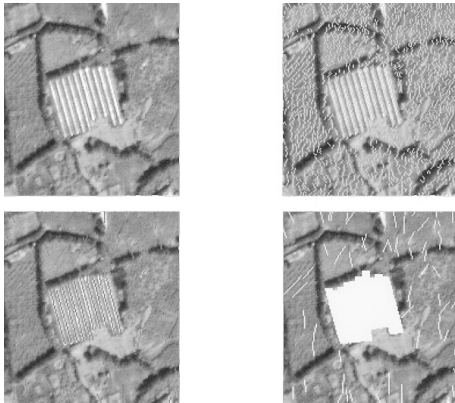
이 연구의 자료는 2000년 5월에 수집된 IKONOS pan-sharpened된 다중분광 영상이다. 이 영상은 원시자료가 11 bits 방사해상도를 가지나, 분석을 용이하게 하기 위하여 단순 linear stretching의 방법을 적용하여 8 bits 방사해상도를 갖도록 하였다. 분석에 사용된 밴드는 0.450-0.520 μ m 파장역을 갖는 blue 밴드이다. infra red를 제외한 3개의 밴드가 보이는 텍스춰 특성에서 서로 간에 큰 차이를 보이지 않아 밴드의 선택은 크게 중요하지 않았다.

개발된 비닐하우스 프로그램을 연구대상지역의 자료에 적용하였다. 연구대상지역의 blue 밴드에 대하여 DN의 peak를 구하였다. 이렇게 구하여진 peak는 그림 1의 우측 상단 그림에 제시되어 있다. 이 그림에서 보는 것과 같이 DN의 peak는 때로는 불규칙하게, 때로는 규칙적으로 나타나고 있다. peak가 연속적으로 나타나는 크기도 물체의 특성에 따라서 다양하게 나타나고 있다. peak의 추출 결과에서 보면 비닐하우스의 지역은 추출된 peak가 연속적으로 일정한 크기를 가지고 나타나고 있음을 발견할 수 있다.

추출하고자 하는 비닐하우스의 최소 크기를 설정하고 추출된 peak의 크기를 기반으로 그 이상의 크기를 가지는 peak만을 선택하였다. 이 연구에서 적용한 peak의 최소 크기 즉 비닐하우스의 최소 길이는 10미터로 설정하였다. 이 결과가 그림 1의 좌측 하단 그림에 제시되어 있다. 이를 살펴보면 10미터 이상을 대상으로 추출된 peak들은 비닐하우스 및 감귤 재배지를 중심으로는 규칙적으로 배열되어 있으며, 그 외의 지역에서는 다소 불규칙하게 배열되어 있는 것으로 나타났다.

10미터 이상의 크기를 갖는 peak들을 대상으로 이러한 현상들이 나타나는 lag를 peak의 방향과 함께 분석하였다. 방향은 추출된 peak를 이루는 화소들의 배열을 이용하여 산출하였으며 lag는 3-7미터를 기준으로 하였다. 설정된 lag의 범위 내에서 동일한 방향의 peak가 발견될 경우 이를 별도로 마크하여 비닐하우스가 인접되어

있는 것으로 판정하였다. 이렇게 선정된 peak들을 연결하여 이것들이 차지하는 부분을 비닐하우스로 지정하였다. 이 결과는 그림 1의 우측 하단에 제시되어 있다. 이 그림에서 제시된 것과 같이 비닐하우스가 설치된 부분과 개별 비닐하우스의 크기까지도 상세하게 인식하여 내고 있는 것을 볼 수 있다.



<그림 1> Spatial autocorrelation
지역 분석 과정

5. 결과 및 논의

농업적 토지이용의 형태적 특성은 이용 형태에 따라 매우 다양하기 때문에 일반적으로 나타내기 어려우나 식물의 배치에 있어서 규칙적인 파종 및 식재의 형태를 들 수 있다. 그러나 이들도 작물의 종류에 따라서 형식이 다양하고 과수원과 같은 과수 농업까지를 감안한다면 더욱 복잡하여진다.

이렇게 농업적 토지이용의 형태적 특성은 다양하지만 분광특성 측면에서는 매우 뚜렷한 특성을 가지고 있는 바 이것은 식물의 분광특성에 의한 높은 NDVI 측정치이다. 그러나 이러한 특성은 식생이 분포하는 지역에 대하여는 그곳이 도시지역 내이든 농업지역 내이든 큰 차이가 없이 유사한 특성을 보인다.

이와 같은 분광특성 중심의 농업적 토지이용/피복 분류에 있어서의 또 다른 문제점은 농업적 토지이용/피복유형 중 상당한 부분을 차지하고 시설 영농은 매우 다른 분광특성을 가지기 때문에 이에 대한 분광특성을 이용한 판별이 불가능하다는 것이다. 따라서 분광특성 만으로는 농업

적 토지이용/피복 유형의 분류는 어려운 과제라고 할 수 있다.

이러한 측면에서 볼 때 단순한 분광특성에만 의존한 영상의 분류를 통하여 농업지역을 모두 추출하는데는 한계가 있을 수 밖에 없다. 이 연구에서는 분광특성에 의존할 수 없는 농업적 토지이용을 판별함에 있어서 이러한 제약을 극복하고, 고해상도의 영상이라는 특성을 살릴 수 있는 문제를 다루고자 하였다. 이 중 특히 비교적 중요하고 구별이 요구되는 비닐하우스 재배지역을 분류하는 것에 초점을 두었다.

사용된 알고리즘은 디지털이징과 같은 사람의 직접적인 개입이 없이 자동화된 방법으로 비닐하우스의 특정한 패턴이 반복적으로 나타나는 것을 감지할 수 있도록 개발되었다. 패턴의 인식에 더하여 비닐하우스의 기하학적 모양을 고려하는 방법도 도입하였다. 그럼으로써 비닐하우스의 추출에 단순히 화소 단위의 분석이 아닌 보다 객체지향적인 방법으로 비닐하우스를 추출하도록 하였다.

개발된 방법을 제주지역의 IKONOS에 적용시켜 본 결과, 연구대상지역 내의 비닐하우스가 매우 정확하게 적출되었다. 이 방법은 좀 더 발전된다면 인공식재림이나 과수원 등의 인식에도 활용될 수 있어 비닐하우스의 분포는 물론 인공식재림과 과수원 등의 위치와 크기 등의 파악에 크게 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

6. 결론

이 연구에서는 물체기반의 공간자기상관을 활용한 고해상도 위성영상의 영상분류 및 물체인식에 대하여 알고리즘을 개발하고 이 방법이 일정한 공간적 배열 패턴을 보이는 물체를 분류하여 내는데 있어서 매우 유용한 방법임을 제시하였다. 이 방법을 제주시의 IKONOS 영상에 적용하여 본 결과 매우 정확하게 비닐하우스 지역을 추출하여 낼 수 있었다. 특히 화소단위의 접근이 아니고 물체 단위의 접근방법을 적용하므로써 개별적인 비닐하우스의 동(棟)까지도 식별할 수 있는 가능성을 확인하였다. 향후 비닐하우스와 유사한 공간적 패턴을 보이는 과수원 및 인공식재림에 대하여도 이와 유사한 분류방법을 적용

하는 것을 연구할 필요가 있다

사사

이 연구는 과학기술부의 원격탐사기술개발사업에서 연구비를 지원받아 수행되었습니다 감사드립니다.

참고문헌

- Ryherd, S., and C. Woodcock. 1996. Combining spectral and texture data in the segmentation of remotely sensed images. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 62(2): 181-194.
- Warner, T., and K. Steinmaus. 2005. Spatial classification of orchards and vineyards with high spatial resolution panchromatic imagery. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 71(2): 179-181.
- Wulder, M., and B. Boots, 1998, Local spatial autocorrelation characteristics of remotely sensed imagery assessed with the Getis statistic. *International Journal of Remote Sensing*, 19 (11): p.2223-2231.