

객체지향 데이터 모델에 기반 원격탐사를 위한 위성영상의 공간 관계 연산

Spatial relationship operations of the Satellite image for the Remote sensing based on an Object oriented data model

신언석, 이재봉*, 김형무*, 이홍로*
충북대학교, 군산대학교*

Shin Un-Sseok , Lee Jae-Bong* , Kim Hyung-Moo* ,
Lee Hong-Ro*
ChungBuk Univ., Kunsan Univ.*

요약

본 논문은 레스터 기반 위성영상에서 공간정보를 추출하기 위한 공간 관계 연산 방법과 예를 보인다. 복잡하고 다양한 현실 세계를 지리 정보 시스템은 추상화하고 단순화한 형상을 기반으로 구축한다. 추상화된 지형지물은 지리 객체와 지리필드로 구체화한다. 지리객체와 지리필드는 각각 벡터와 레스터로 표현한다. 레스터 자료형 위성영상은 원격탐사 응용에 이용한다. 원격탐사 공간 정보 추출을 위하여 위상 연산과 기하연산을 한다. 레스터형인 위성영상을 유연성이 뛰어난 벡터화된 객체로 변환하고 이로부터 공간 정보를 추출한다. 원격탐사에 위성영상의 활용이 증가하고 있으며, GIS와 접목함으로써 위성영상 활용의 극대화에 기여 할 것이다.

Abstract

This paper will show examples and methods of spatial relationship operations that extract spatial information from satellite images. Geographical information system phenomena of complex and variant real world can abstract and implement simple features. The abstract features classify geo_objects and geo_field. The geo_object and the geo_field can represent vector and raster respectively. The raster based satellite image can use remote sensing applications. This paper needs topology operations and geometric operations for extracting the remote sensing. The spatial information transforms the raster based image to the vector based object, and extract from the spatial information. The extracted information will contribute on the application of the remote sensing satellite images.

1. 서 론

1970년대부터 세계 각국은 우주개발에 나서고 있다. 우수한 기술과 장비의 개발로 인하여 영리 목적의 다국적 기업의 고성능 위성들이 지구위에 올려졌다. 높은 공간 해상력과 다양한 분광 해상력을 가지는 Landsat MSS, Landsat TM 및 SPOTS 등이 있다.

위성영상은 임업, 환경, 농업, 기상, 자원 탐사, 교통 및 교육 등 다양한 분야에서 활용되고 연구되어 왔다. 최근 들어 지표에 대한 연구로 지리학을 정보화 하는 지리정보시스템의 기반 기술 연구와 활용이 더욱 활발해 지고 있다. 수치지도는 지리정보시스템의 기초 자료이다. 신뢰성 있는 정확한 정보의 제공을 위해서

최신의 수치지도가 요구된다. 그러나 광활한 지리공간과 방대한 수치정보로 인하여 사용자 요구에 부응하지 못하고 있다. 높은 공간 해상도와 다양한 분광 해상도를 제공하는 위성영상의 판독 능력의 향상은 지리정보시스템의 한계를 단계적으로 극복시키고 있다.

위성영상은 접근이 불가능한 지리 영역의 지리정보 구축이 가능하게 되었으며, 광범위한 영역의 지리적 분석과 급변하는 형상이 공간적 분석 등을 가능하게 하였다. 위성영상을 활용한 원격탐사는 지리정보 기술을 활용함으로써 효과를 극대화시킬 수 있다.

지리현상을 지리필드와 지리객체로 규정하고 추상화된 지리 현상을 제시하였다[1]. 객체지향 지리자료 모델링에서 공간 자료인 공간 정보와 공간 관계의 결합조건을 제시하였다[2]. 공간 개념을 개체와 필드 개념으로 취급하였고, 두 개념을 결합한 하이브리드 표현을 시도하였다[3]. 해상도의 변화에 따른 축척 효과에 의해 영상이 변화되므로 축척 지수와 적정 해상도 모색 과정을 제시하였다[5]. 고해상도 위성영상을 이용하여 1:10,000축척의 수치지도를 제작하고 수치표고 모델을 추출하여 정사보정을 한 후 실측을 통하여 오차를 계산하였다[6].

Goodchild[1], Borges[2], Winter 등[3]은 지리정보 구축에 필요한 모델에 대하여 연구하였다. 윤근원[4], 구자용[5] 등은 위성영상 처리에 대하여 연구하였고, 연관성을 연구하였다. Byung-Hwan LEE[6]는 영상을 이용한 수치 지도제작에 대하여 연구하였다. 위와 같은 연구들은 위성영상과 지리정보시스템 등은 각각의 목적에 독립적으로 연구되었다. 본 연구는 원격탐사의 목적에 일치된 GIS 기술과 기법의 접목이 관한 것이다.

원격탐사에 대한 위성영상의 이용은 자료의 갱신 주기의 단축, 접근 불가능한 군사 분계선 지역 등에 적용시킬 수 있으며, 이를 공간적 기술과 기법을 이용하여 분석하고 해석함으로써 여러 활용 분야에서 비용과 시간을 절약할 수 있고 원격탐사 전문가들의 의사 결정에 도움을 주는데 기여할 수 있다.

2. 객체 지향 공간 자료 모델

2.1 공간 객체

지리정보시스템은 인간이 생활하는 실세계의 지리정보의 생성, 저장 및 분석을 효율적으로 활용하기 위한 정보 시스템이다. 사물의 목적에 맞는 타입으로 추상화시켜 형상화하면 특징에 따라 도형이나 속성으로 표현된다[1]. 본 논문은 실세계의 상징적 형상을 지리정보의 기본 최소 단위를 객체(Object)와 필드(Field)로 공간 객체화 한다.

비지리객체는 공간상의 임의 위치에서 독립적으로 존재하는 속성, 즉 공간독립속성(spatial independent attributes)을 가진다. 공간비동질속속 속성함수의 특성을 가지는 공간객체는 지리필드이다. 지리객체는 객체 식별자, 동질 속성, 메소드와 공간 자료형과 관계성으로 구성된다[7]. 지리객체와 지리객체 사이를 연결하는 공간관계를 의미한다. 자료형의 두 지리객체의 위상관계를 Egenhofe[8]의 구별법에 의해서 표현을 이용한다.

2.2 공간 객체 표현

형상화된 공간 객체(spatial object)를 컴퓨터에 표현하기 위한 자료 구조로서 벡터(vector)와 레스터(raster)가 있다.

(1) 레스터(Raster)

격자 구조에서는 공간은 일정 크기의 격자(셀, cell, pixel 등)로서 나누어지며, 공간객체의 위치는 행(column)이나 열(row)로서 표시된다. 각각의 격자가 나타내는 면적의 크기는 바로 자료의 정확도를 표시한다. 각각의 격자는 공간상에 실제 존재하는 객체의 형태를 표현하는 것이 아니고 각각의 격자위치에 존재하는 객체를 나타내는 수치 값만을 가지고 있다.

Point의 레스터자료의 Geometry은 Point ID와 좌표값(X_i, Y_i)와 속성(Attributes)으로 나타낸다.

Point Object = < pointID, Coordinate(i,j),
Attributes, Raster Type>

Line 객체의 레스터 자료의 Geometry은 Line의 식별자(LineID)와 연속적인 좌표점들의 집합 $\{(X_1, Y_1), \dots, (X_i, Y_i)\}$ 그리고 속성(Attributes)이다.

Line Object = < LineID, Coordinates((X₁, Y₁),
(X₂, Y₂).....(X_i, Y_i)),
Attributes, Raster Type>

영역(Area) 객체의 레스터 자료의 Geometry은 영역 식별자(Area ID)와 영역 형태의 좌표들의 그룹 $\{(X_1, Y_1), (X_1, Y_2), \dots, (X_i, Y_i)\}$, 그리고 속성값들(Attribute)로 구성되고, 좌표그룹은 "Run Length" 형태로 재정렬 되어진다.

Area Object = < AreaID,
Coordinates((X₁, Y₁), (X₂, Y₂).....(X_i, Y_i)),
Attributes, Raster Type>

[표 1] 벡터(Vector)와 레스터(Raster) 자료구조의 비교

구분 \ 자료구조	Vector	Raster
Feature	· spatial object	· spatial field
장 점	· 유연성 높다 · 동일 속성 지역 단일 값 부여	· 자세한 현실 세계 표현
단 점	· 자료구조복잡	· 속성값 부여 복잡 · 격자가 클수록 정확도 감소

Area run length Object = < AreaID,
LineNo1(NumberOfPixel1:AreaName1);
LineNo2(NumberOfPixel2:AreaName1);
LineNo3(NumberOfPixel3:AreaName1);
...
LineNoN(NumberOfPixelX:AreaNameY);},
Attribute1, Attribute2, ... ,Attribute1Y>

(2) 벡터

벡터는 현실세계의 객체 및 객체와 관련되는 모든 형상이 점, 선, 면을 이용하여 마치 지도상에 나타나는 것과 같이 표현된다. 각각의 객체는 지도에 표시되는 공간상에 좌표시스템을 이용하여 정확하게 표시되며 지도상에 나타난 모든 원소는 위치를 갖는다. 점(point)과 선(line, arc), 면(polygon, area)이 공간상에 존재하는 불규칙한 형상의 객체를 나타낸다.

점(point)

Object_{point} = [OID,
Location]{Attribute₁, ... , Attribute_n}

선(ling)

Object_{line} = [OID,
Location₁, ... , Location_e]
{Attribute₁, ... , Attribute_e}

다각형(polygon)

Object_{polygon} = [OID, Location₁,
... , Location_p , ... , Location₁]
{Attribute₁, ... , Attribute_e}

(3) 자료 구조 분석

레스터 모델은 망의 분석이나 공간 분석이 어렵다. 예로 픽셀의 그룹으로된 라인은 쉽게 식별되지만 자취의 추적이 어렵고 레스터 모델의 Polygon에서 Polygon이 쉽게 식별되지만 경계(boundary)와 노드는 적어도 세 개 이상의

polygon이 교차 되었을 때 축척(trace)되고 인지된다. 벡터구조는 레스터 구조는 <표 1>과 같은 장단점을 가진다.

3. 위성영상 공간 정보 추출

3.1 위성영상 처리

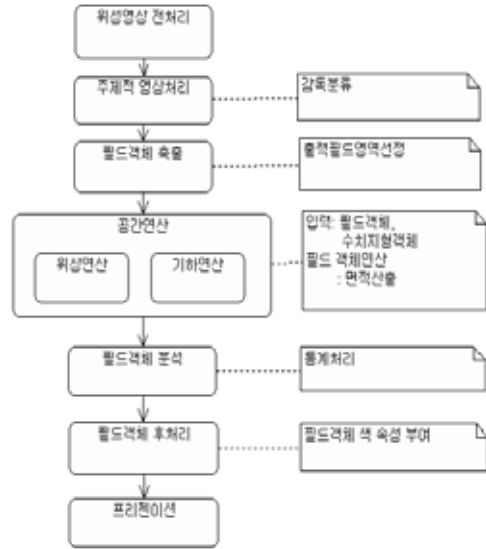
위성영상은 자료의 수집과정에서 자료의 훼손이나

왜곡은 보정을 통한 수정 작업이 필요한 전처리는 자료의 기하학적 변형, 대기의 효과 간접, 센서의 기능 저하 등이 중요한 요소이다. 획득된 위성영상은 절대 위치의 차이로 인하여 변형이 발생하며, 기하학적으로 각 점의 위치 변동으로 지형도화 정확한 중첩되지 못한다. 전처리에서 위성영상의 각점과 같은 위치 같은 크기와 투영 되도록 보정한다.

주제적 영상 처리는 위성 정보의 이용을 위해서 응용 영역에 적절히 처리하는 것이다. 연안 지형 변화의 탐지, 도시의 확산, 자원의 탐사 등과 같이 주제의 영역들을 나타내는 특징이 있으며, 위성영상의 정보들을 조합하거나 융합한다. 해수면 온도 정보의 추출에 있어서도 관측한 위성의 특징에 따라서 다른 정보 추출 방법이 필요하다.

위성영상의 자료구조는 공간 데이터 모델의 지리필드로서 표현되는 레스터 모델이다. 2.2절의 레스터 자료구조는 공간 분석이 어려운 단점이 있다. 따라서 자료구조를 벡터로 변환하여 객체화함으로써 공간상의 정확한 좌표 시스템을 표현하여 닫힌 형태의 필드 객체를 추출한다.

공간 연산은 객체의 공간 정보를 이용하여 공간 관계를 해석하는 것이다. 2.1절의 공간 객체 관계성의 위상 관계 구별법에 기초한다. 지리객체는 면적이나 거리, 방향 등과 같이 공간 수치 자료를 기초로 기하 속성을 획득한다. 필드 속성 정보를 포함한 객체는 통계적 분석을 위한 것으로 특징적으로 주제에 맞게 표현하기 위하여 처리한다. 이것은 범례를 이용한 표현을 효과적으로 지원하기 위한 것이다.



▶▶ 그림 1. 위성영상을 이용한 공간 정보를 추출하는 UML 행위도

3.2 공간 연산 질의

공간 연산을 위해 위성영상 처리에 의한 온도 주제 클래스(Landsat_temperature)를 생성한다.

```

Select 19841128_temperature.temperature
From 1km, 19841128_temperature
Where 1km.boundary contain
      19841128_temperature.boundary
      (a) 두 객체를 이용한 온도 검색

Select 19991122_temperature.temperature
From 19991122_temperature, power_plant
Where circle(power_plant.location, 1000)
      contain 19991122_temperature.boundary
      (b) 거리관계를 이용한 온도 검색
    
```

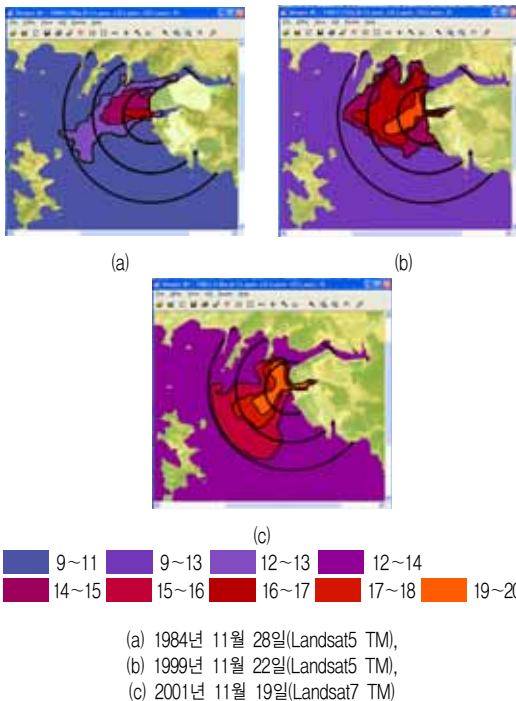
▶▶ 그림 2. 위성영상을 이용한 연안 온도 검색 질의

그림2는 객체의 온도 정보의 검색을 위한 질의이다. 그림 2(a)는 두 객체(1km, 19841128_temperature)에서 포함 (contain) 관계 위상 연산을 이용하여 19841128_temperature의 온도를 검색한다. 그림2(b)는 클래스 "19991122_temperature"에서 power_plant

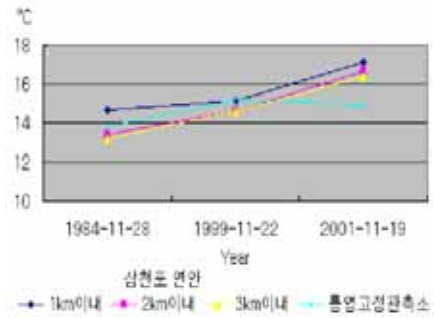
로부터 1000m 이내의 거리에 포함된 객체의 온도를 검색한다.

4. 지리 정보 기술을 적용한 원격탐사 적용

위성영상을 이용한 원격탐사에 지리정보 기술을 적용하기 위한 선택한 삼천포 연안은 청정 해역으로 어장과 양식장이 밀집해 있던 지역이다. 해양 환경을 분석하기 위해서는 조류, 해양 생물, 어장의 수 및 생화학적 성분의 분석이 필요하다. 본 연구에서 다양한 위성정보 중에서 Landsat 위성영상을 이용한다.



▶▶ 그림 3. 삼천포 연안 해수면 온도



▶▶ 그림4. 삼천포 발전소 반경(1km, 2km, 3km)의 년도별 해수면 온도평균

사용한 영상은 1984년 11월 28일(Landsat5 TM), 1999년 11월 22일(Landsat5 TM)과 2001년 11월 19일(Landsat7 TM)이다. 사용된 영상은 모두 11월 20일경 겨울로 해수 표면의 온도의 변화의 오차가 작게 나타나도록 하였다.

공간 정보를 분석을 위해서 ArcGIS 8.3을 이용하고, 위성영상의 처리를 위하여 ERDAS IMAGINE 8.6을 사용한다. 위 (그림3)은 삼천포 근해의 해수면 온도 분포를 위성영상에 분석한 것이다. 사용된 영상의 6번 밴드를 이용하여 획득된 영상 휘도값(DN)에서 NASA 알고리즘에 의해 섭씨온도를 계산하였다.

$$L = 1.238 + (15.600 - 1.238) * DN / 255$$

$$C = (1260.56 / (\log(607.76 / L + 1))) - 273$$

$$K = \text{섭씨온도}(C) + 273$$

여기서 DN은 Landsat7의 6밴드영상 휘도 값, L은 영상 휘도에 해당하는 태양광선 에너지, K는 태양에너지에 해당하는 지표면 절대온도이고, C는 섭씨온도이다.

(그림4)는 시간간격을 고려하지 않고 작성한 그래프이며, 온도가 시간이 지남에 따라 상승하고 있음을 보이고 있다. 이는 지구 온난화로 인한 해수 온도의 상승과 발전소의 발전의 증가로 인한 것으로 보인다.

5. 결 론

본 논문은 원격탐사를 위한 위성영상에서 공간 정보를 추출하였다. 원격탐사를 통한 정확한 해양 환경의 관찰과 연구는 고품질의 다량의 위성 정보가 필요하다. 본 연구를 통하여 원격탐사에 지리정보 기술과 기법의 활용의 가능성을 구체적으로 확인하였다.

원격탐사에 위성 자료와 지리정보시스템의 접목에 의해 추출된 정보는 관련된 전문가의 해석이 요구된다고 사료된다.

향후 연구과제는 우리나라도 고성능 인공위성 시대를 맞이하여 적합한 공간 정보 추출 모델과 기법에 대한 것이다.

■ 참고문헌 ■

- [1] Goodchild, M. F. 1992. "Geographical data modelling," Computers & Geosciences, Vol.18, pp.401-408.
- [2] Borges, K. A. V., Laender, A. H. F., and Davis Jr., C. A. 1999. "Spatial data integrity constraints in object-oriented geographic data modeling," ACM GIS, pp.1-6.
- [3] Sptephan Winter, 1998. Bridging Vector and Raster Representation in GIS, ACM GIS '98, Washington , D.C. USA
- [4] 윤근원, 박정호, 채기주, 박종현. 2003. 한반도 지역 Landsat 위성영상의 기하보정 데이터 구축, 한국 지리정보학회 6권 1호 pp.98-106.
- [5] 구자용, 황철수. 2001. 위성영상의 적정 해상도 탐색 방법에 관한 연구, Journal of the Korea Society of Remote Sensing Vol. 17, No.1, pp.71-84.
- [6] Byung-Hwan Lee, Jeong-Hee Kim, Kyung-Hwan Park, Il-Hoon Chung. 2000. 1:10,000 Scale Digital Mapping Using High Resolution Satellite Images, 한국지리정보학회지, 3권 2호, pp.11-23.
- [7] 이재봉, 곽훈성, 2004, 공간관계를 이용한 지하수 관정의 인전도 평가를 위한 시스템 설계 및 구현, 한국정보처리학회논문지, D 제11-D권 제1호, pp. 31-38
- [8] Egenhofer, M., J. and Franzosa, R., D., "Point-set topological spatial relation," IJGIS, Vol.5, No.2, pp.161-174, 1991.