

위성영상의 해상력에 따른 지리정보의 판독

- 판독가능성과 프랙탈 차원을 중심으로

The Resolution Effects of the Satellite Images on the Interpretability of Geographic Informations

- Laying Emphasis on the Interpretability and the Fractal Dimension

김용일*

서병준**

구본철***

Kim, Yong-II

Seo, Byoung-Jun

Ku, Bon-Chul

要 旨

최근까지 위성 영상을 이용한 지리정보의 추출은 기존의 항공사진과 비교하여 공간 해상력의 한계로 인하여 많은 제약조건들을 지니고 있었다. 그러나, 공간 해상력이 약 1m 정도인 고해상도 위성들의 발사 계획이 앞으로의 많은 활용가능성을 제시하고 있다. 최근에는, 지리정보시스템을 구축하기 위해서 그 기반이 되는 기본도의 수치화사업이 진행되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 다양한 위성 영상의 해상도에 따라 지리정보의 판독과 검출가능성을 시험해보았으며 실험을 통하여 서로 다른 해상력을 지닌 6개의 영상에 대해서 6개의 범주로 나눈 46가지의 지형지물에 대한 해석과 검출가능성을 시험하여 보았다. 그 다음으로, 우리는 질감 정보의 정확도 평가를 위해 프랙탈 분석법을 시행하였다. 또한, 프랙탈 분석법을 통해서, 영상의 공간해상력이 증가할수록 질감 정보와 구분가능성이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이러한 실험결과를 통해서 본 연구에서는 특정 대상물의 판독에 적절한 공간 해상력을 검토해 봄으로써 위성 영상을 이용한 지리정보시스템 데이터베이스의 갱신 및 구축의 가능성을 제시해보고자 하였다.

ABSTRACT

Until now, the extraction of information on geographic features and the compilation of maps from satellite imagery has had many limitations because of its lower resolution compared to aerial photos to the recent. However, it is expected that the availability of high resolution satellite imagery whose spatial resolution is about 1m will reduce such limitations. Currently, a compilation of national-wide digital base maps is going on to construct the National Geographic Information Systems in Korea. It will be used for many application field of the social welfare. Therefore, in this study, we suggest that satellite imagery can help it and we have experimented on the possibility of detecting and interpreting geographic data using satellite imagery of various spatial resolutions. The interpretability and detectability of 46 features in 6 categories was experimented with 6 kinds of images of different resolutions. As a subsequent procedure, we have performed the fractal analysis for a quality test of the texture information. Through the fractal analysis, we could show that texture information and probability of discrimination increases as the spatial resolution of the image increases. Based on the results of this experiment, we could suggest the possibility of the renewal and construction of the National-wide Geographic Information Systems database using satellite imagery, as well as of examining appropriate spatial resolutions for objects of interest.

* 서울대학교 지구환경시스템공학부 조교수

** 서울대학교 지구환경시스템공학부 박사과정

*** 서울대학교 지구환경시스템공학부 석사과정

1. 서 론

기존의 위성영상은 지리정보추출의 측면에 있어서 항공사진에 비해 상대적으로 낮은 공간해상력을 가짐으로서 여러 가지 제약조건들을 가지고 있었다. 그러나 최근에는 기술수준의 발달로 높은 공간해상력을 가지고 있는 고해상도 위성들의 사용이 가능해졌다. 또한, 다중분광특성을 가지고 있는 고해상도 위성들은 항공사진보다 넓은 응용효과를 기대할 수 있다. 현재 한국내에 보급되는 주요 위성 영상으로는 LANDSAT, SPOT 등의 자료와 고해상도 위성의 범주로 분류할 수 있는 IRS-1C와 KVR-1000등이 있다. 이외에도 레이다 위성인 RADARSAT과 ERS 등의 자료도 널리 이용되고 있으며, 올해에는 전정모드에서 약 1m, 다중분광모드에서 약 4m의 공간해상력을 갖는 IKONOS가 7월 24일 California의 Vandenberg에서 발사되었으며

같은 해상력을 가지고 있는 2000년에 발사 예정인 ORBVIEW-3,4 위성 등이 있다.

한편, 국내에서는 국토공간 이용 및 관리, 환경 및 교통 대책, 재해 예방 및 긴급구조체계 등의 목적의 지리정보시스템을 개발하기 위하여 그 구축 기반이 되는 기본도의 수치화 사업이 추진 중에 있다. 그러나, 이러한 국가 지리정보시스템의 구축에 있어서 데이터의 최신성은 필수적인 요소로서 항공사진에 의한 데이터 구축의 한계점을 위성 영상을 활용함으로써 보완할 수 있을 것으로 기대된다. 따라서, 본 연구에서는 다양한 위성 영상의 해상도, 즉 공간해상도와 분광해상도에 따른 지리정보의 판독과 검출 가능성을 실험해 보고, 이를 통하여 특정 대상물의 판독에 적절한 공간 해상력을 검토해 봄으로써 위성 영상을 이용한 지리정보시스템 데이터베이스의 갱신 및 구축의 가능성을 제시해보고자 하였다(Kennie and Matthews, 1985).

표 2.1 지리정보 수집 방법별 특징

| 구분 | 장점 | 단점 |
|--------------|--|---|
| 현지조사 | <ul style="list-style-type: none"> 기상의 영향이 비교적 적음 소규모 지역인 경우 경제적 측정장비가 비교적 단순 대상지역에 대한 현장정보 동시 확보 | <ul style="list-style-type: none"> 대상지역이 넓을 경우 비경제적 정확도의 균일성 확보 불가 시가지의 경우 대상물에 대한 접근이 어려움 대상지역에 대한 부분적인 측정 |
| 항공사진 판독 | <ul style="list-style-type: none"> 사진의 정확성 거시적 관찰 가능 정확도의 균일성 확보 측정의 신속성 확보 정량적/정성적 측정 자료의 보관이 용이 | <ul style="list-style-type: none"> 기상 및 계절의 영향을 많이 받음 소규모 지역에 대해서는 비경제적 고가의 장비 고도의 기술을 요구 |
| 위성영상 판독 및 처리 | <ul style="list-style-type: none"> 기상의 영향이 매우 적음 광역적인 측정 가능 일정한 주기성 비접근지역에 대한 영상취득 가능 다양한 분광정보를 이용한 분석 가능 디지털 자료로서 처리 및 보관이 용이 항공사진에 비하여 비용 저렴 컴퓨터 상에서 작업하므로 직접 지형지물 데이터베이스로 이전 가능 다양한 자료원의 이용 가능 | <ul style="list-style-type: none"> 항공사진에 비하여 공간해상력이 낮음 위치정확도 낮음 |

2. 위성영상 판독의 의의

일반적인 지리정보의 수집 방법은 현지조사, 항공사 진판독, 위성영상판독 및 처리 등으로 나누어볼 수 있을 것이다. 각각의 지리정보 수집 기법의 특징은 표 2.1과 같이 요약할 수 있다.

위성 영상의 적용 여부는 공간 해상력이 주요 문제점이었으나 고해상도 위성 영상의 출현으로 그 한계의 극복 가능성이 암시되고 있다(Kennie and Matthews, 1985) (Ridley et al, 1997).

표 2.2 한국의 축척 1/5,000 및 1/25,000 지형도 평균 갱신 주기

| 구분 | 평균 갱신 주기 | | |
|----|----------|---------------------|----------------------|
| | 축척 | 1/5,000 | 1/25,000 |
| 1회 | | 9.0년 | 12.6년 |
| | | 8.3년 (최초편집-1차갱신) | 15.3년 (최초편집-1차갱신) |
| 2회 | | 3.5년 (1차갱신-2차갱신) | 3.4년 (1차갱신-2차갱신) |

표 2.2는 우리 나라의 지도 축척별 평균갱신주기를 나타내는 것으로서 지형지물의 변화 내용이 주기적으로 반영되지 못한다면 그 데이터의 활용도와 가치가 떨어진다고 할 수 있다(National Geography Institute Republic of Korea, 1998). 또한 한국의 정치적 요인에 의한 항공촬영의 제한과 기상조건에 의한 영향이 항공사진에 의한 지도갱신을 더욱 어렵게 한다. 국가지리정보체계 구축의 측면에서 데이터의 최신성은 매우 중요한 선결과제임이 분명하다(National Geography Institute Republic of Korea, 1998). 그러한 측면에서 위성영상의 주기성과 광역성은 항공사진에 의한 지형자료 갱신에 대한 한계점을 보완할 수 있는 장점을 지니고 있다고 할 수 있다.

3. 영상 해석과정

3.1. 영상의 기하학적 보정과 좌표 등록

위성 영상은 지구의 곡률과 자전, 위성체의 자세와 고도 및 속도, 그리고 센서의 기하 특성으로 인하여 실제의 지형에 대하여 기하학적 왜곡을 갖는다. 이러한 왜곡들은 위성체의 궤도와 자세 정보 등을 이용하여 어느 정도 보정이 가능하며 이를 초기 기하학적 보정이라 한다. 항공사진의 경우에는 사진상에서 삼각점 및 대공 표지등을 확인하여 이를 지상 기준점으로 하여 기하학적 왜곡을 보정한다. 위성 영상에서는 이러한 삼각점등의 확인이 어려우므로 지도나 GPS를 이용하여 지상 기준점을 설정하여 정밀 기하학적 보정 및 좌표 등록을 실시한다(Kardoulas et al, 1996). 영상에 기하학적 보정 및 좌표 등록이 이루어져야 지리 정보들이 실제의 기하학적 크기와 모양, 방향 등을 지니게 되므로 이는 영상판독에 앞서 실행되어야 할 중요한 선행 절차이다. 표 3.1은 수평위치 정확도에 관한 국립지리원 규정으로서 영상의 기하보정의 조건으로서 이용될 수 있다.

표 3.1 수치지도와 축척별 오차의 허용범위

| 도화축척 | 평면위치 | |
|----------|------|-------|
| | 표준편차 | 최대오차 |
| 1/1,000 | 0.2m | 0.4m |
| 1/5,000 | 1.0m | 2.0m |
| 1/25,000 | 5.0m | 10.0m |

3.2. 영상 강조

다중 분광 영상의 경우에는 적절한 분광밴드의 조합이나 분광 히스토그램을 조정함으로써 특정 지역이나 지물의 특징을 강조하여 원하는 지리정보를 강조하거나 추출하는 것이 가능하다. 또한 흑백 전정 모드 영상에서도 히스토그램의 조정을 통하여 지형 지물들간의 대조를 높이는 것이 가능하다. 이러한 영상 강조 기법을 통해 사용자는 영상판독을 보다 용이하게 할

수 있는 여건이 마련된다.

3.3. 영상 처리

영상 처리는 원 영상에서 화소가 갖는 밝기 값을 변경시켜 대상물을 추출하는 것이라 할 수 있다. 간단한 영상처리 기법들로는 영상의 필터링과 다중 분광 영상에서 분광 밴드들의 비율을 이용하는 밴드 비율 기법, 그리고 공간 해상력이 높은 흑백 전정 모드의 영상과 분광 해상력이 높은 다중 분광 영상을 합성함으로써, 공간해상력과 분광해상력을 모두 지니도록 하여 영상분석에 이용하는 기법 등이 있다.

3.4. 판독

사진판독에는 기본적으로 대상물의 크기(size) 및 형상(shape), 음영(shadow), 색조(tone), 질감(texture),

모양(pattern)과 상호위치관계(situation), 입지(site)의 8개 요소가 있으며(Lillesand and Kiefer, 1994) 판독은 이러한 요소들을 조합하여 관찰, 확인, 분석, 분류, 해석과정을 거치게 된다. 흑백 전정모드의 위성영상에 이 요소들이 그대로 적용 가능할 뿐만 아니라 디지털 형태의 자료이므로 다양한 영상 처리나 강조 기법들이 적용 가능하므로 판독 요소들의 범위가 더 확장될 수 있다. 다중 분광 영상의 경우에는 색조 요소의 활용이 더욱 부각된다.

3.5. 측정

기하보정 및 좌표가 등록된 영상을 이용한 다양한 측정이 가능하다. 간단하게는 거리, 면적 등의 계산이 가능하고, 입체쌍 영상을 이용하여 항공사진에서 이용되는 고전적인 도화기법도 적용가능하며 디지털화된 3차원 측정기법에 직접적으로 입력될 수도 있다(Shettigara and Sumerling, 1998). 높이 추출에 있어

표 4.1 시가화 지역에 대한 판독 결과표

| 판독 항목 | 판독여부 | | | | | | |
|-----------|----------------|---------------|---------|-------------|--------|----------|---|
| | LANDSAT MSS | LANDSAT TM | SPOT XS | SPOT PAN | IRS-1C | KVR-1000 | |
| 1. 시가화 지역 | 4차선 이상 포장도로 | △ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 2차선 포장도로 | × | △ | △ | ○ | ◎ | ◎ |
| | 1차선 포장도로 | × | × | × | △ | ○ | ◎ |
| | 비포장도로 | × | × | × | × | △ | △ |
| | 우마차로 | × | × | × | × | △ | △ |
| | 가로 | × | × | × | ◇ | △ | △ |
| | 교량 | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 선착장 | × | △ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 철도 | × | △ | △ | ◎ | ○ | ◎ |
| | 저층 주거지 | × | △ | △ | ○ | ◎ | ◎ |
| | 고층 주거지 | × | △ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 산업지역 | × | △ | △ | ○ | ◎ | ◎ |
| | 상업지역 | × | × | × | ◇ | △ | △ |
| | 사무용 빌딩군 | × | △ | △ | △ | △ | ◎ |
| | 백화점 | × | × | × | ◇ | △ | △ |
| | 학교 | × | ○ | ○ | ○ | ◎ | ◎ |
| | 골프장 | × | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 운동장 | × | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 종합운동장 | × | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 공항건물 | × | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| 활주로 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | |
| 높은 탑 | × | × | × | △ | △ | ○ | |
| 묘지 | × | ◇ | ◇ | △ | △ | ○ | |

서는 최근에 하나의 영상만을 이용하는 활용기법들이 다양하게 연구되고 있으며, 구체적으로는 SPOT 영상, KVR-1000 영상에서 위성센서의 기하특성 및 태양과 위성의 방위각정보를 바탕으로 그림자의 길이와 방위각 등을 이용하여 높이를 측정해낸 연구결과도 있다.

3.6. 분류

인공위성영상의 분류는 대상에 대하여 관측된 화소 값들을 서로 다른 집합으로 분리해내고 이를 새로운 관측치들에 적용하여 사전에 정의된 항목으로 분배하는 과정으로 생각할 수 있다. 다중 분광 영상의 경우에 여러 분류방법들을 이용한 대상물 추출이 가능하며 서로 다른 위성영상 자료의 통합으로 더욱 높은 분류가능성을 제시할 수도 있다(Richard, 1994).

현재 이용되는 분류기법들로는 통계적 이론에 기반을 두고 있는 최대우도분류(MLC, Maximum Likelihood Classification), 선형판별분석(LDA, Linear Discriminant Analysis)등과 인공지능의 범주에 속하는 인공지능(AI, Artificial Intelligence), 전문가 시스템(Expert System), 인공 신경망(Artificial Neural Network) 등이 주요하며, 지식기반논리에 기초한 분류기법들에 대하여도 많은 연구가 진행 중에 있다.

4. 화상 및 항목별 판독 가능성 실험

판독 실험에 이용된 분류체계는 1:50,000 한국국가지형도에 기초한 항목들과 판독상 중요하게 생각되는 항목들이 조합된 것이다.

이 분류항목들의 체계는 사용자 측면에서 설계되어야 할 것이다. 본 연구에서 영상판독실험은 그 객관성을 위하여 약 20여명의 판독결과를 종합하였으며 판독에 이용된 영상들은 각각 다중분광영상인 LANDSAT MSS, TM, SPOT XS와 전정모드영상인 SPOT PAN, IRS-1C, KVR-1000 영상들이다. 사용된 영상들은 약 80m~2m순서의 공간해상력을 지니며, 영상의 판독은 컴퓨터 스크린 상에서 이루어졌다. 표

4.1~4.6에서 판독 및 검출의 정도는 5단계로 구분하였으며, 여기에서 검출은 주변 지역과 다른 분광특성을 지니고 있음을 의미한다.

판독결과를 통하여 대부분의 지역들에 대하여는 영상의 공간해상력이 판독에 지배적인 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 판독결과를 통하여 대상물에 따라 수용 가능한 해상력도 선정 가능하다. 또한 영상의 공간해상력에 따라 영상 내에 포함되는 지상면적이 달라지므로, 대상 측척에 따른 영상의 선별도 판독 가능성과 함께 고려되어야 할 것이다.

5. 프랙탈 분석

5.1 프랙탈 이론

고전적인 기하학(유클리드 기하학)에서 선은 1차원, 면은 2차원, 입방체는 3차원으로 정의되어 왔다. 이것은 위상차원(Dt)라고 불려왔으며 정수의 값을 가진다. 프랙탈 기하학에서, 선의 차원은 선 자체의 복잡도에 따라 1과 2 사이의 어떤 값도 가질 수 있다. 마찬가지로, 면은 2와 3 사이의 차원을 가진다. 이런 비정수개념의 차원은 수학자인 Hausdorff와 Besicovitch에 의해서 고안되었다. 프랙탈은 선과 면을 포함하는 자연의 대다수의 공간적 패턴이 너무나 불규칙하고 파편화되어 있어 고전적 기하학에 기초한 도구로서는 이러한 형태를 분석하는 것이 불가능하다라는 문제점으로부터 기인한다. 이러한 프랙탈 차원을 영상에 적용하여 직접 그 값을 구할 수 있다. 주로 사용되는 프랙탈 차원 측정방법으로는 Variogram Method, Isarithm Method, Triangular Prism Method등이 있다.

5.2 삼각기둥 표면적 계산법 (Triangular Prism Surface Area Method)

삼각기둥 표면적 계산법(Jaggi et al, 1993)은 1986년 Clarke에 의해서 제안된 walking dividers 방법의 삼

표 4.2 농업 지역에 대한 판독 결과표

| 판독 항목 | | 판독 여부 | | | | | |
|---------|-------|----------------|---------------|---------|-------------|--------|----------|
| | | LANDSAT MSS | LANDSAT TM | SPOT XS | SPOT PAN | IRS-1C | KVR-1000 |
| 2. 농업지역 | 논 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 밭 | ○ | ○ | ○ | △ | △ | △ |
| | 과수원 | △ | △ | △ | × | △ | △ |
| | 비닐하우스 | × | × | ◇ | ◇ | △ | ○ |

표 4.3 식생에 대한 판독 결과표

| 판독 항목 | | 판독 여부 | | | | | |
|-------|------|----------------|---------------|---------|-------------|--------|----------|
| | | LANDSAT MSS | LANDSAT TM | SPOT XS | SPOT PAN | IRS-1C | KVR-1000 |
| 3. 식생 | 초지 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 관목 | × | × | × | × | × | ◇ |
| | 개별수목 | × | × | × | × | × | △ |

표 4.4 산림에 대한 판독 결과표

| 판독 항목 | | 판독 여부 | | | | | |
|-------|------|----------------|---------------|---------|-------------|--------|----------|
| | | LANDSAT MSS | LANDSAT TM | SPOT XS | SPOT PAN | IRS-1C | KVR-1000 |
| 4. 산림 | 낙엽수림 | ◎ | ◎ | ◎ | × | × | × |
| | 상록수림 | ◎ | ◎ | ◎ | × | × | × |
| | 혼합지역 | ◎ | ◎ | ◎ | × | × | × |

표 4.5 수계에 대한 판독 결과표

| 판독 항목 | | 판독 여부 | | | | | |
|-------|---------|----------------|---------------|---------|-------------|--------|----------|
| | | LANDSAT MSS | LANDSAT TM | SPOT XS | SPOT PAN | IRS-1C | KVR-1000 |
| 5. 수계 | 하천 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 지류 | △ | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 호수, 저수지 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 해안선 묘사 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 제방 | ○ | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 댐 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 섬 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 개펄 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |

표 4.6 건조지대에 대한 판독 결과표

| 판독 항목 | | 판독 여부 | | | | | |
|---------|---------------|----------------|---------------|---------|-------------|--------|----------|
| | | LANDSAT MSS | LANDSAT TM | SPOT XS | SPOT PAN | IRS-1C | KVR-1000 |
| 6. 건조지대 | 해변 | ○ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 해변 제외 모래지역 | △ | ○ | ○ | ◎ | ◎ | ◎ |
| | 암석 | × | ◇ | ◇ | △ | △ | △ |
| | 채석장 | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |

(표식 설명) ◎:완벽 판독, ○:대부분 판독, △:경우에 따라, ◇:검출만 가능, ×:판독 불가

차원화된 방법으로서 먼저 영상에서의 화소값을 높이 화한 사각형의 각 끝점을 읽고 외곽화소의 평균값을 중심값으로 정한다. 그리고 나서, 중심값과 각 끝점으로 이루어지는 네 개의 삼각형의 넓이를 더한다. 여기에서 4개의 화소값들의 분포형태에 따라 표면 넓이의 합이 정해지는데, 화소간의 차이가 적으면 적을수록 그 넓이의 합이 적다고 할 수 있다. 이 계산은 사각형의 크기를 다르게 하면서 반복된다.

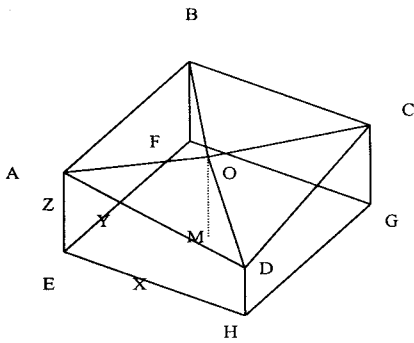


그림 5.1 삼각기둥 표면적 계산법

그림 5.1에서 E, F, G, H는 정규격자상의 네 화소이며 그 사이 간격은 step size로 결정된다. A, B, C, D는 각 화소의 화소값에 따라 E, F, G, H로부터 연장된 부분이다. 각 step size에 대하여 네 삼각형 OAB,

OBC, OCD, ODA의 면적을 반복하여 계산하고 step size의 로그값에 대한 전체 면적의 로그값의 분포에 대하여 회귀분석을 실시한다. 그 결과로서 프랙탈차원 D는 2.0-B로 계산되어지고, 여기에서 B는 회귀분석에 의한 기울기를 나타낸다.

5.3 프랙탈 분석

프랙탈 분석은 축척과 해상도의 영향을 찾아낼 유망한 방법으로 평가받고 있다. 주요 응용 방법중 하나가 실제계 데이터의 프랙탈 차원을 측정하고 이를 공간적 복잡성 또는 표면 거칠기의 지침으로 삼는 것이다(Quattrochi and Goodchild, 1997).

여기에서는 삼각기둥 표면적 계산법을 이용하여 각 영상의 항목별 프랙탈 차원을 구하였다. 사용된 영상은 대상 항목에 대한 300×300 m² 영역이며, 각 영상별 그리고 각 항목별 그리고 각 항목별로 최소 8영역 이상이 이용되어 그 평균값을 취하였다. 이 때, 프랙탈 차원의 유효성을 평가하는 R²수치에 임계치를 적용하였다.

그림 5.2, 5.3을 살펴본 결과 두 가지 사실을 알 수 있었다. 먼저 그림 5.2에서 해상도가 증가할수록, 프랙탈 차원이 증가함을 볼 수 있었다. 해상도가 증가함에

그림 5.2 항목-해상도별 프랙탈 차원값

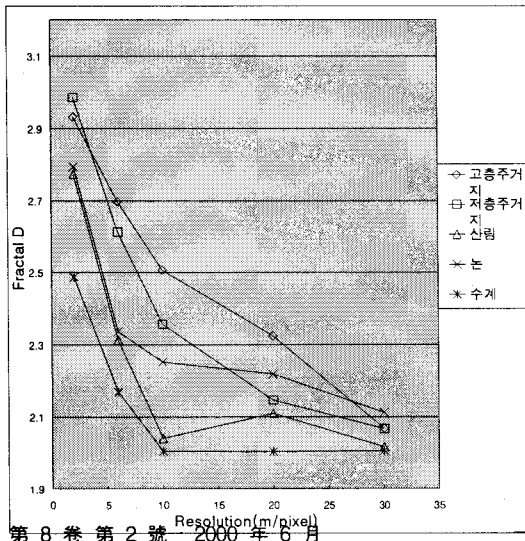
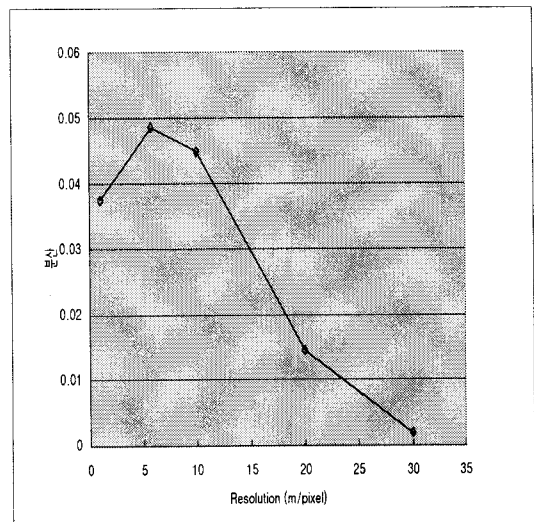


그림 5.3 해상도별 프랙탈 차원값의 분산



따라 프랙탈 차원이 증가함은 질감수치가 증가함을 의미하고, 질감수치가 높다는 것은 많은 양의 정보를 담고 있다고 할 수 있다. 또한 그림 5.3에서 해상도에 따른 프랙탈 차원의 분산값을 살펴본 결과 대체로 해상도가 높을수록 각 항목간의 구분이 용이한 것을 알 수 있었다.

6. 결론

본 연구에서는 다양한 공간해상력과 분광해상력을 갖는 위성영상들의 판독가능성 여부를 실험해 보았다. 이 실험을 통하여 해상력에 따른 지리정보의 판독 및 검출 가능성을 검토해보고 위성영상의 적용과 활용가능성을 제시하고자 하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 영상의 공간해상력이 증가할수록 판독가능항목들이 증가함을 알 수 있으므로 차세대 고해상도 위성 영상들이 이용될 경우 높은 효용가치를 얻을 수 있을 것이다. 즉, 더욱 세분화된 판독 항목의 적용이 가능할 것이며, 판독 가능성과 정확성도 더욱 높아질 것이다.

둘째, 영상의 공간해상력이 높더라도 산림지역이나 농업지역에서는 판독에 어려운 점이 있으므로 이를 다중분광영상으로 보완할 수 있다. 다시 말해, 공간해상력이 높은 영상과 함께 다중분광특성을 지니는 영상을 병용함으로써 판독효과를 높이는 것이 가능할 것이다.

셋째, 위성영상의 경우 디지털 자료이므로 자유로운 영상강조와 영상처리 기법들의 적용이 가능하다. 이것은 영상의 판독이 더욱 객관화되고 용이해져서 경험과 지식에 기반한 기존의 항공사진판독에 비하여 더욱 진산화되고 체계화된 판독이 증가함을 의미한다.

넷째, 본 연구의 실험을 통하여 판독하고자 하는 대상물에 따른 적절한 해상력의 위성영상의 파악이 가능하였다. 또한 공간해상력에 따라 전체영상의 범위가 달라지므로, 판독하고자 하는 축척에 따라 적용 가능

한 해상력의 위성영상을 선별할 수 있을 것이다.

다섯째, 프랙탈 분석을 통하여 공간해상력의 증가에 따라 질감 정보가 더욱 증가함을 알 수 있었으며 질감정보의 증가는 판독 가능성의 증대를 의미한다고 말할 수 있다. 또한 해상력이 증가함에 따라 각각의 판독 대상물간의 프랙탈 차원의 차가 커짐으로서 판독 대상물간의 구분가능성이 증가한다는 것을 알 수 있었다.

따라서 추후로 해상도에 따른 판독항목 및 판독기법 설정에 관한 연구가 진행되어야 할 것이며, 대상물에 따른 판독기법의 체계화에 대한 연구도 함께 진행되어야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Dale A. Quattrochi, Michael F. Goodchild, Scale in Remote Sensing and GIS, CRC Press, 1997.
2. Kardoulas N. G., Bird A. C., and Lawman A. I., "Geometric Correction of SPOT and Landsat Imagery: A Comparison of Map- and GPS-Derived Control Points", PE&RS, Vol. 62, No. 10, 1996, pp. 1173-1177.
3. Lillesand, T. M. and Kiefer, R. W., Remote Sensing and Image Interpretation, 3rd ed., John Wiley & Sons, 1994, pp. 150-153,
4. Richard A. J., Remote Sensing Digital Image Analysis, 2nd ed., Springer-Verlag, 1994, pp. 122-131.
5. Ridley M. H., Atkinson M. P., Aplin P., Muller J. P., and Dowman I., "Evaluating the Potential of the Forthcoming Commercial U.S. High-Resolution Satellite Sensor Imagery at the Ordnance Survey", PE&RS, Vol. 63, No. 8, 1997, pp. 997-1005.
6. Shettigara V. K. and Sumerling G. M., "Height Determination of Objects Using Shadows in

- SPOT Images”, PE&RS, Vol. 64, No. 1, 1998, pp. 35-44.
7. S. Jaggi, Dale A. Quattrochi and Nina Siu-Ngan Lam, "Implementation and Operation of three Fractal measurement algorithms for analysis of remote-sensing data", Computers & Geosciences, Vol. 19, No. 6, 1993, pp 745-767.
 8. 국립지리원, 사진측량에 의한 수치지도의 수정, 1998, p. 31.
 9. 국립지리원, 수치지도 작업지침 개선연구, 1998, p. 144.
 10. 여화수, 박경환, 박병욱, "원격탐사의 동향과 고해상도 위성영상의 활용", 한국GIS학회지, 제5권, 제1호, 1997, pp. 89-98.
 11. 유복모, 사진측정학, 문운당, 1991.