

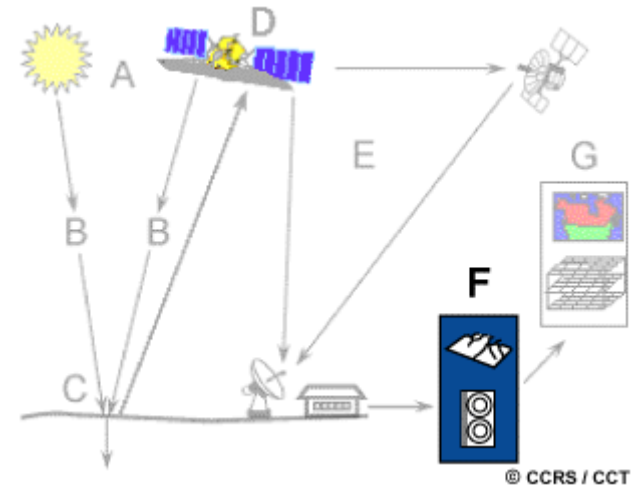
Remote Sensing

Ch. 4 이미지의 해석(Interpretation) 및 분석 (Analysis) (Part 1 of 2)

- 4.1 개요
- 4.2 시각적 해석 요소
- 4.3 디지털 이미지 처리
- 4.4 전-처리(Pre-processing)

4.1 Introduction

- RS에서 **이미지의 해석(Interpretation) 및 분석(analysis)** (RS 과정의 6 번째 요소)은 이미지로부터 유용한 **정보를 추출**하기 위해 이미지의 다양한 대상의 **식별 또는 측정**을 포함한다.
- 원격 탐사 이미지의 **목표물**은 이미지에서 **관찰되는 어떤 대상 또는 객체**도 될 수 있으며, 다음과 같은 특징을 갖는다 :



- ✓ 목표물은 **점, 선, 또는 영역**의 대상일 수 있다. 이는, 주차장의 버스나 활주로의 비행기로부터 다리 또는 도로와 물이나 필드의 큰 영역에 이르기까지 **어떤 형태도** 가질 수 있음을 의미한다.
- ✓ 대상은 **구별(distinguishable)**되어야 합니다, 그것은 이미지에서 그 주변을 둘러싸고 있는 **다른 대상들과 대비(contrast)**되어야 한다.

4.1 Introduction

RS 이미지에 많은 해석과 대상의 식별이 사람인 인터프리터에 의해서 수동으로 또는 시각적으로 수행된다.

- **아날로그(Analog) 형식** : 많은 경우에 이것은 그림 또는 사진형 포맷으로 표시된 이미지를 사용하여 수행된다.
- **디지털(Digital) 형식** : 시각적 해석은 또한 컴퓨터 화면에 표시되는 디지털 이미지를 검사함으로써 수행될 수도 있다.
- **아날로그 및 디지털 이미지 모두 흑백(또는 단색(monochrome))**으로 표시될 수 있고 또는 서로 다른 파장을 나타내는 서로 다른 채널 또는 밴드를 결합하여 **컬러 이미지**로 표시될 수도 있다.



4.1 Introduction

- 수동 해석과 분석은 항공 사진 해석을 하던 **원격 탐사의 초기 시절부터**.
- 디지털 처리 및 분석은 원격 탐사 자료의 **디지털 기록 및 컴퓨터의 기술의 발전과 함께 최근의 추세**이다.
 - 디지털 처리는 시각적 해석에 앞서서 **데이터를 개선하기 위해** 사용 될 수 있다.
 - 디지털 처리 및 분석도 인간 인터프리터에 의한 수동적 개입이 전혀 없이 **자동으로 대상을 식별하고 정보 추출을 수행** 할 수는 있다. 그러나, 디지털 처리 및 분석이 수동 해석의 **완벽한 대체 수행은 거의 흔치 않다**.
 - 디지털 처리 및 분석은 **인간의 분석을 보완하고 지원**하기 위한 것으로 사용된다.

4.1 Introduction

해석을 위한 수동 및 디지털 기술의 장점 및 단점

- ✓ - 일반적으로 수동 해석은, 약간의 전문 장비만 필요하지만,
 - 디지털 분석은 전문화된 그리고 종종 비싼 장비를 필요로 한다.
- ✓ - 수동 해석은, 다수의 이미지에 대해 시각적 해석을 수행하는데 어려움으로 인해서, 종종 한 번에 하나의 데이터 채널 또는 하나의 이미지 분석으로 제한된다.
 - 컴퓨터 환경은 몇 가지, 여러 채널 또는 여러 날짜의 복잡한 이미지를 다루는 것이 훨씬 수월하다. → 이러한 의미에서, 디지털 분석은 많은 스펙트럼 대역의 동시 분석에 유용하고 인간 해석가보다 큰 데이터 세트를 더 빠르게 처리할 수 있습니다.
- ✓ - 수동 해석 결과가 해석자에 따라 달라질 수 있다는 것은 주관적인 과정임을 의미한다.
 - 디지털 분석은 더 객관적이며 일반적으로 일관성 있는 결과를 준다. 그러나, 디지털 처리의 결과의 타당성과 정확성을 판정하는 것은 어려울 수 있다.
- ✓ 대부분의 경우에, 이미지를 분석 할 때 두 방법의 조합이 일반적으로 사용된다. 사실, 분석 과정의 끝에서 추출된 정보의 실용성과 관련성의 최종 결정은 여전히 인간에 의해 만들어져야 한다.

4.2 Elements of Visual Interpretation

- **RS의 이미지 분석**은 이미지의 **다양한 대상의 식별**을 포함하며, 그 대상은 **점, 선, 또는 영역**으로 구성된 대상일 수 있다.
- 우리 주변 환경의 **일상적인 시각적 해석**보다 **이미지의 해석이 어려운 이유**는 무엇입니까?
 - ✓ 우리가 높이의 3 차원 시뮬레이션 할 수 있도록 입체를 볼 수 없는 한, 우리는 **2 차원 화상을 볼 때 우리의 깊이 감각을 잃게** 됩니다.
 - ✓ 물체를 바로 위에서 보는 것은 우리가 **익숙한 시각**과는 **매우 다른 관점**을 제공합니다.
 - ✓ 매우 **다른 축척(scale)**과 인식될 **세부사항의 부족**에 **익숙하지 않은 관점(perspective)**까지 더하면, 가장 잘 알고 있는 개체도 이미지에서 인식 할 수 없기도 하다.
 - ✓ 마지막으로, 우리는 단지 **가시 파장을 보는 데 익숙하므로, 이외의 파장 영상**은 우리가 **이해하기 더 어렵습니다**.

4.2 Elements of Visual Interpretation

- **목표물 인식**하는 것이 **해석과 정보 추출의 열쇠**입니다. 목표물들 간의 그리고 그 배경과의 차이를 관찰하는 데는 다음과 같은 **시각적 요소**들에 기초하여 서로 다른 목표물을 비교하는 과정이 수반됩니다.

색조(tone), 모양(shape), 크기(size), 패턴(pattern),

질감(texture), 그림자(shadow), 연관/조합(association).

이러한 시각적 요소를 기반으로 원격 탐사 이미지에서 대상을 확인하는 것은 우리가 더 잘 해석하고 분석하게 해 줍니다.

- **색조(Tone)**는 이미지의 **상대적인 밝기** 또는 **개체의 색**을 의미한다. 일반적으로 톤이 다른 대상이나 특징을 구별하는 기본 요소입니다. **톤의 변화**는 또한 객체의 **모양, 질감, 패턴**의 요소를 구별하게 해 줍니다.



4.2 Elements of Visual Interpretation

- **모양(Shape)**은 일반적인 형태, 구조, 또는 개별 개체의 **윤곽**을 의미한다. 모양은 해석을 위한 **매우 독특한 단서**가 될 수 있습니다.
- 숲 가장자리 등의 **자연 대상**들은, 일반적으로 사람이 만든 도로 또는 명확한 컷의 경우를 제외하고는, **모양이 불규칙**하여, **똑 바른 가장자리 모양**은 일반적으로, **도시, 농작물 (필드) 대상**을 나타냅니다.
- **스프링클러 시스템**을 돌려 관개하는 농장 또는 작물의 토지는 독특한 **원형의 모양**을 나타냅니다.



- 이미지에서 객체의 **크기(Size)**는 **축척의 함수**이다. 그것은 그 목표물의 해석을 돕기 위하여, 장면의 다른 개체에 대한 목표의 **상대적인 크기**뿐만 아니라 **절대적인 크기**를 평가하는 것이 중요하다. 대상 크기의 빠른 근사는 더 빨리 적절한 결과를 해석할 수 있게 해준다.
- 예를 들면, 해석가가 **토지 이용의 영역**을 구별해야 하고 그 일련의 건물과 지역을 확인했다면, **작은 건물**들은 **주거 용도**를 나타내며, 공장이나 창고 등의 **상업용 부동산**들은 **대형 건물**로 나타낸다.



4.2 Elements of Visual Interpretation

- **패턴(Pattern)**은 시각적으로 식별 할 수 있는 **객체의 공간 배열**을 의미한다.
- 일반적으로 **비슷한 톤과 텍스처의 순서대로 반복**이 독특하고 궁극적으로 인식 할 수 있는 **패턴을 생성**합니다.
- **일정한 간격의 나무를 갖는 과수원과 일정한 간격의 주택을 갖는 도시의 거리가 패턴의 좋은 예**입니다.



- **질감(Texture)**은 이미지의 특정 영역에 **색조 변화의 배열과 주파수**를 의미한다. **부드러운 질감**은 **약간의 색조 변화**를 가지는 반면, **거친 질감**은 작은 지역에서 **그레이 레벨이 갑자기 변화**하는 얼룩덜룩 한 색조로 구성된다.
- **부드러운 질감**은 필드, 아스팔트, 또는 초원 같은 **균일하며 평편한 표면**의 결과이며, 숲의 **캐노피(forest canopy)** 같이 **거친 표면과 불규칙한 구조**를 가진 대상은, **거친 질감**의 외관을 가진다.
- **텍스처**는 레이더 이미지에서 **특징을 구별하기 위한 가장 중요한 요소** 중 하나이다.



4.2 Elements of Visual Interpretation

- **그림자(Shadow)**는 목표물의 식별이 용이하게 하거나, 목표물의 **프로파일(profile)**과 **상대적 높이**의 아이디어를 제공할 수 있으므로 해석에 도움이 됩니다. 그러나, 그림자 내의 목표물은 주변보다 더 어렵게 식별되거나 또는 전혀 식별될 수 없기 때문에 그 영향권 안에서의 **해석을 감소 시키거나 불가능하게도** 합니다.
- 그림자는, 특히 **레이더 영상**에서, **지형과 기복을 강화**하거나 **식별**하는 데 유용합니다.



- **연관/조합(Association)**은 관심 있는 목표에 **근접한 다른 대상**이나 인식 할 수 있는 **객체들 사이의 관계**를 고려하는 것입니다. 어떤 대상과 **조합으로 나타날 것이 기대되는 대상**의 식별은, **식별을 용이하게** 하는 정보를 제공할 수 있습니다.
- 크기 요소에 주어진 예에서, **주거 지역**은 학교, 놀이터, 운동장과 연관 될 수 있는 반면, **상업 지역**은 주요 교통 노선에 근접과 연관 될 수 있다.
- 오른쪽의 예에서, **호수**는 보트, 선착장, 인접 레크리에이션 지역과 연관되어 있다.



4.2 Elements of Visual Interpretation

아날로그(시각적) 이미지 처리 – 이미지 해석 요소	디지털 이미지 처리 - 이미지 해석 요소가 추출되고 사용되는 방법
회색조: (black to white)	8- to 12-bit brightness values, or more appropriately scaled surface reflectance or emittance
컬러: (RGB)	24-bit color look-up table display Multiband RGB color composites Transforms (e.g. IHS)
높이: Height(elevation) and depth	Soft-copy photogrammetry, LIDAR, radargrammetry, Radar interferometry, SONAR
크기: Size (length, area, perimeter, volume)	Soft-copy photogrammetry, radargrammetry, Radar interferometry, measurement from rectified images
모양(Shape)	Soft-copy photogrammetry, radargrammetry, Radar interferometry, landscape ecology spatial statistics (metrics), object-oriented image segmentation

4.2 Elements of Visual Interpretation

아날로그(시각적) 이미지 처리 - 이미지 해석 요소	디지털 이미지 처리 - 이미지 해석 요소가 추출되고 사용되는 방법
질감(Texture)	Texture transforms, geostatistical analysis (e.g. krigging), landscape ecology metrics, fractal analysis
패턴(Pattern)	Autocorrelation, geostatistical analysis, landscape ecology metrics, fractal analysis
그림자(Shadow)	Soft-copy photogrammetry, radargrammetry, measurement from rectified images
조합(Association)	Contextual, expert system, neural network analysis

4.2 Elements of Visual Interpretation

Quiz 오른쪽의 실제 항공 사진의 살펴보시오. 이미지에 다음과 같은 대상을 확인하고 이 절에서 설명하는 **시각적 해석의 요소를 기반으로** 그렇게 할 수 있었던 방법에 대해 설명하시오.



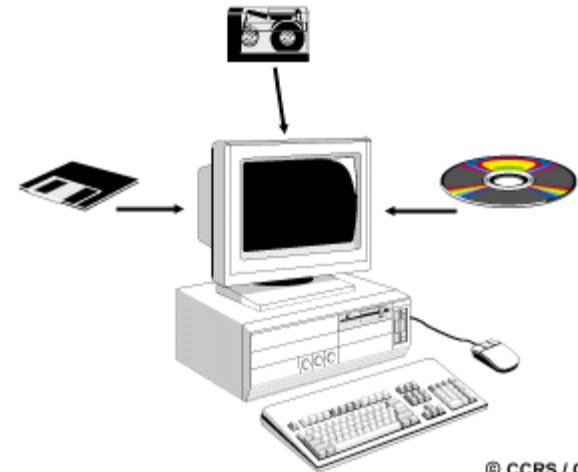
레이스-트랙 / 강 / 도로 / 교량 / 거주 지역 / 댐

ANS

- 이미지의 왼쪽 아래에 있는 **레이스 트랙**이 특징적인 **모양** 때문에 식별하는 것은 매우 간단합니다.
- **강**은 주변의 토지와 대비되는 **색조(tone)**와 **모양**에 의해서 식별하는 것이 쉽다
- 이미지에서 **도로**는 그들의 **모양**으로 식별되며 (대부분의 경우 **직선**), 일반적으로 다른 어두운 대상보다 **밝은 톤**으로 대비된다.
- **교량**은 그들의 **모양**, **톤**과 강을 가로지르는 **조합**에 기초해서 확인할 수 있다.
- 이미지의 좌측 및 우측 상부에 **거주 지역**들은 **도로와 함께** 주어지는 **패턴**에 의해 식별될 수 있다. **개별 주택**과 다른 건물은 또한 **어둡고 밝은 톤**으로 식별할 수 있습니다.
- 이미지의 상단 중앙에 있는 강의 **댐**은 어두운 강물과의 대조되는 **톤**, 그 **모양**, 그리고 강과의 **연관**에 기초하여 식별할 수 있습니다.

4.3 Digital Image Processing

- 요즘 대부분의 원격 탐사 데이터는 디지털 형식으로 기록되고 거의 모든 이미지의 해석과 분석을 디지털 처리의 몇 가지 요소를 포함한다.
- 디지털 이미지 처리는 컴퓨터에 의한 형식변환 (**formatting**), 자료 수정(**correcting**), 시각적 해석을 용이하게 하기 위한 디지털 향상(**enhancement**), 목표물과 대상의 자동 분류(**automated classification**), 등 다수의 과정을 포함 할 수 있다.



- 원격 탐사 이미지를 디지털로 처리하기 위해서, 데이터가 컴퓨터 테이프 또는 디스크에 저장에 적합한 **디지털 형태(digital form)**로 기록되고 이용 가능해야 합니다. 물론, 디지털 이미지 처리를 위한 다른 필요 조건은 적절한 하드웨어와 데이터를 처리하는 소프트웨어로, **화상 분석 시스템(image analysis system)**이라고도 칭하는 컴퓨터 시스템이다. 여러 **상업적으로** 이용 가능한 **소프트웨어 시스템**들이 원격 탐사 영상 처리 및 분석을 위해 특별히 개발되었다.

4.3 Digital Image Processing

이미지 분석 시스템(image analysis systems)에서 사용할 수 있는 일반적인 이미지 처리 기능(image processing functions)의 대부분은 다음과 같은 네 가지 범주로 분류될 수 있다 :

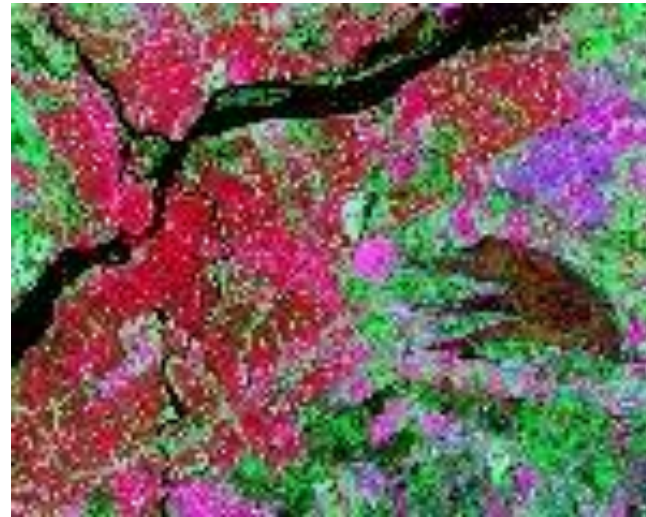
- ① 전처리 (Preprocessing)
- ② 이미지 향상 (Image Enhancement)
- ③ 이미지 변환 (Image Transformation)
- ④ 이미지 분류 및 분석 (Image Classification and Analysis)

(1) 전처리 함수(Preprocessing functions)들은 주된 자료 분석과 정보의 추출에 앞서 일반적으로 요구되는 작업들을 포함하며, 일반적으로 복사 또는 기하 보정 (radiometric or geometric corrections)으로 그룹화된다.

- 복사보정(Radiometric corrections) : 센서 불균질과 원치 않는 센서 또는 대기 노이즈에 대한 데이터를 보정하고, 그들이 센서에 의해 측정된 반사 또는 방출되는 복사선을 정확하게 표현되도록 데이터를 변환합니다.
- 기하보정(Geometric corrections) : 센서와 지구간의 기하학적 구도변화에 의한 기하학적 왜곡을 보정하고, 지구 표면의 실제 좌표 (예 : 위도와 경도)로 데이터를 변환한다.

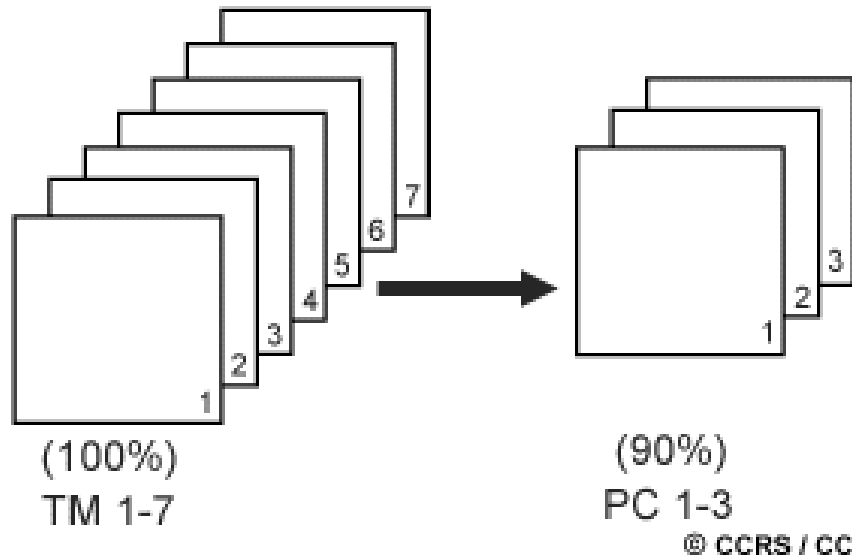
4.3 Digital Image Processing

(2) **이미지 향상(image enhancement)**이라는 용어로 그룹화되어 있는 영상 처리 함수들의 두 번째 그룹의 목적은, **시각적 해석 및 분석을 돕기 위해 이미지의 외관을 향상**시키기 위한 것이다. 향상시키는 함수의 예는 장면에서 다양한 대상들 간의 밝기 차이를 증가시키기 위한 **대비 스트레칭(contrast stretching)**과 이미지의 특정 공간 패턴을 강화(또는 억제)시키는 **공간 필터링(spatial filtering)** 방법이 있습니다.



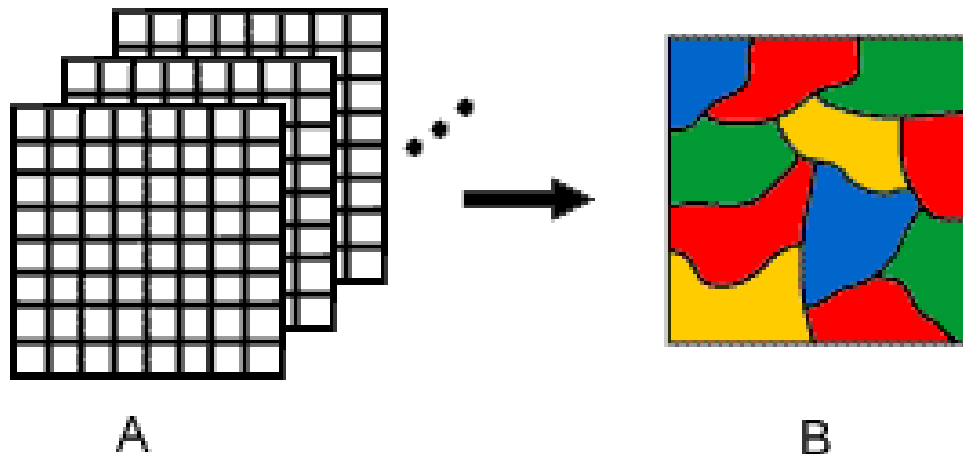
4.3 Digital Image Processing

(3) **이미지 변환(Image transformations)**은 이미지 향상을 위한 것과 비슷한 개념의 작업입니다. 그러나, 일반적으로 한 번에 오직 하나의 데이터 채널에 적용되는 이미지 향상 연산과는 달리, 이미지 변환은 일반적으로 **여러 스펙트럼 대역들의 데이터의 조합된 처리**를 포함한다. 장면의 **특정 대상을 더 잘 표시**하거나 또는 **강조하기 위해 원래 밴드를 결합**하고 변형하여 "**새로운**" 이미지를 만드는데 **산술 연산**(즉, 뺄셈, 덧셈, 곱하기, 나누기)들이 수행된다. 이러한 작업들 중 일부로 **스펙트럼 또는 밴드 비(spectral or band ratioing)**를 구하는 다양한 방법들과, 보다 효율적으로 멀티 채널 이미지의 정보를 나타내는 데 사용되는 **주성분분석(principal components analysis)법**이라는 과정을 살펴보겠다.



4.3 Digital Image Processing

(4) **이미지 분류 및 분석(Image classification and analysis)** 작업은 데이터의 픽셀들을 디지털적으로 식별하고 분류하는(**digitally identify and classify pixels**) 데 사용됩니다. **분류**는 일반적으로 **멀티 채널 데이터 세트 (A)**에서 수행하고 이 프로세스는 이미지의 각 픽셀을 **픽셀 휘도 값의 통계적 특성**에 기초하여 **특정 클래스 또는 테마 (class or theme) (B)**에 할당한다. 디지털 분류를 수행하는 데는 다양한 접근 방식이 있다. 우리는 가장 자주 사용되는 두 가지 일반적인 방법, 즉 **감독(supervised)**과 **무감독(unsupervised)** 분류를 간단히 설명합니다.



4.3 Digital Image Processing

Quiz 하나의 **8-bit 픽셀**은 컴퓨터의 디스크 공간이 하나의 **1 byte**를 차지합니다. **1 킬로바이트(Kb)**는 **1024 bytes** 입니다. **1 메가바이트(Mb)**는 **1024 Kb** 이다. **6000 pixels x 6000 lines** 크기의 **8-bit Landsat Thematic Mapper (TM)** 이미지 (**7 bands**)를 저장 하는데 얼마나 많은 **Mb** 공간이 필요한가?

ANS 각 픽셀이 1 byte를 차지하는, 6000 pixels x 6000 lines의 크기를 갖는 밴드 7개로 구성된 TM 자료는 :

$$7 \times 6000 \times 6000 = 252,000,000 \text{ bytes of data}$$

Kilobytes 로 변환하기 위해서 1024로 나누고, megabytes 로 변환하기 위해 다시 또 1024로 나누면 :

$$252,000,000 / (1024 \times 1024) = 240.33 \text{ Mb}$$

따라서, 이미지를 분석하고 변화를 주는 것을 떠나서, **하나의 TM 이미지 전체**를 저장하는 데만 **240 megabytes** 이상의 디스크 공간이 필요하다. 말 할 것도 없이, 오늘날의 원격탐사시스템으로부터의 자료를 분석하는 데는 **많은 저장공간과 강력한 컴퓨터**가 요구된다.

4.4 전처리(Pre-processing)

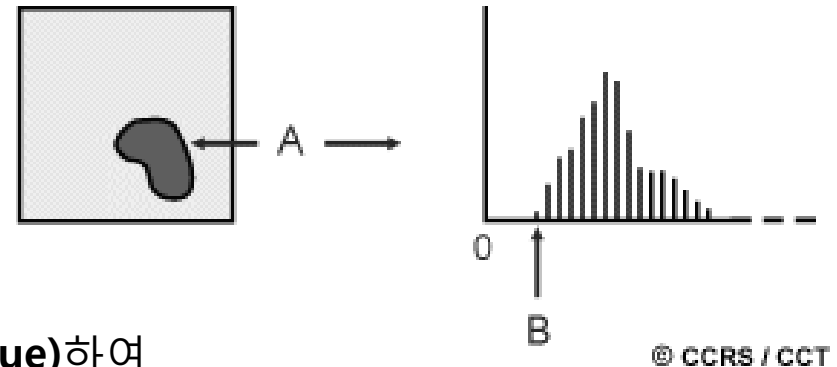
- **전처리(Pre-processing)** 작업은, 때때로 이미지 **복원(restoration)** 및 **편위수정(rectification)**이라고 불리는, **센서 및 플랫폼 별 복사 보정(radiometric corrections)** 및 데이터의 **기하학적 왜곡을 보정**하기 위한 것이다.
- **복사 보정(Radiometric corrections)**은 **관측구도(viewing geometry)** 및 **조명(illumination)**, **대기 조건(atmospheric conditions)** 변화와 **센서 잡음 및 응답** 때문에 필요하다. 이들 각각은 데이터 획득하기 위해 사용되는 특정 센서 및 플랫폼에 따라서, 그리고 **획득하는 동안 조건에 따라서 달라질** 것이다.
- **광학 센서 이미지들 간의 조명과 관측 구도의 변화**는 영상화된 지표 영역과 태양, 센서들 간의 **거리와 기하학적인 관계를 모델링함으로써 보정**될 수 있다. 이는 **다른 날짜 또는 시간에 다른 센서에서 수집한 이미지들을 비교**하거나, 하나의 센서로부터 얻어진 **여러 이미지를 모든 장면에서 균일한 조명 조건을 유지하면서 모자이크** 하고자 할 때 종종 필요합니다.



4.4 Pre-processing

- **복사의 산란**은 복사가 대기를 통과하면서 대기와 상호 작용으로 발생한다. 이러한 산란은 표면을 조명하는 에너지의 일부를 감소 또는 감소시킨다. 또한 추가로, 대기는 타겟으로부터 센서까지 전파되는 신호를 더 감소시킬 것이다. **대기 보정(atmospheric correction)**하는 다양한 방법은 데이터 수집 동안 **대기 상태(atmospheric conditions)의 상세한 모델링**으로부터, 전적으로 영상 데이터에 근거한 **단순 계산**에 이르기까지 다양하게 적용될 수 있다.

- 후자의 예로써의 방법은 **측정된 휘도 값** (디지털 숫자)을 **조사**하는 것으로, 그림자의 영역이나 매우 어두운 객체(예: 큰 맑은 호수 - A)에서 **최소값 (B)**를 결정합니다. 보정은 각각의 밴드에 있는 모든 픽셀 값에서의 각각의 특정 밴드에서 결정된 **최소 관측 값을 감산(subtracting the minimum observed value)**하여

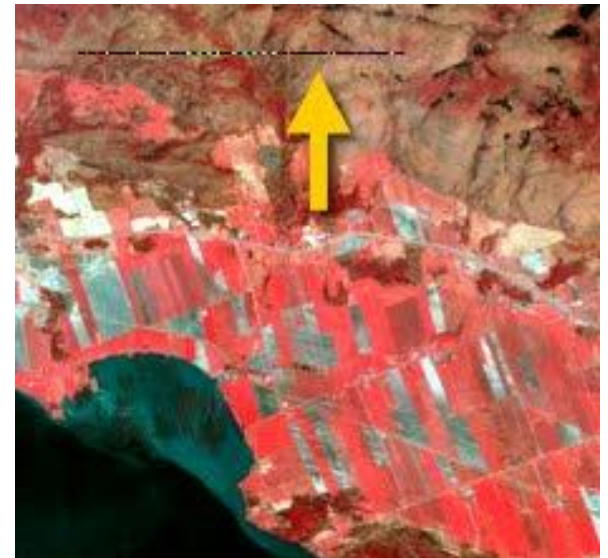
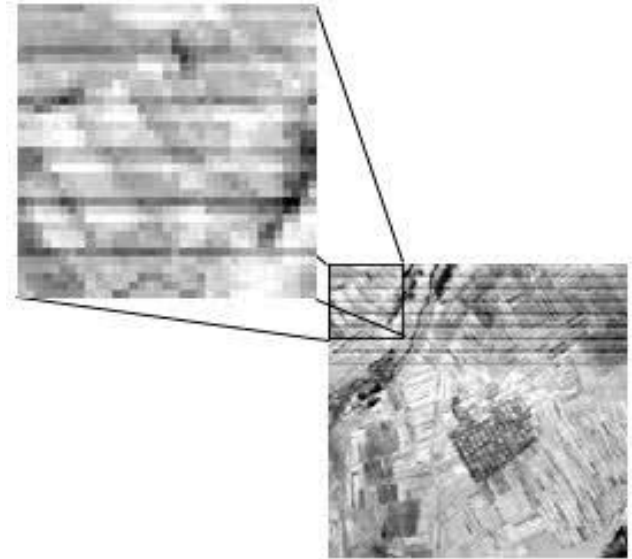


적용된다. 산란은 파장에 의존하기 때문에, **최소 값은 밴드마다 변화** 할 것이다.

← 이 메소드는 이러한 대상들에서 **반사율은, 대기가 깨끗한 경우에, 0은 아니더라도 매우 작아야 한다는 가정**에 기초한다. **0보다 훨씬 큰 값**이 관찰되면, 그들은 **대기의 산란**에 기인 한 것으로 간주될 수 있습니다.

4.4 Pre-processing

- 영상에서 노이즈는 센서 응답 및/또는 데이터 기록 및 전송에서 발생하는 불균칙성이나 오류에 기인 할 수 있다. 노이즈의 일반적인 형태에는 **체계적인 스트라이프(systematic striping)** 또는 **줄무늬(banding)**와 **드롭드 라인(dropped lines)**들이 포함된다.
- **스트라이핑(Stripping)**은 초기 **Landsat MSS** 데이터에서 흔히 나타나며, 여섯 MSS 탐지기(detectors)의 시간에 따른 응답의 변화 및 드리프트(drift)로 인해 발생한다. "드리프트(drift)"는 각 검출기에 의해 다르게 나타나며, **동일한 밝기가 여섯 검출기에서 각각 다르게 표시된다.** 따라서, 전체적인 모양은 '**줄무늬**' 효과('striped' effect)로 나타나며, **보정 과정**은 서로 라인에서의 명백한 값을 끌어 내기 위한 여섯 센서들 사이의 **상대적인 보정이 필요**하다.
- **드롭드 라인(Dropped lines)**은 시스템 오류가 있을 때 **스캔 라인을 따라 자료가 빠지거나, 결함이 생길 때 발생**한다. 드롭드 라인은 일반적으로 위 또는 아래에, 또는 이 둘의 평균에 해당하는 화소 값을 갖는 라인으로 대체하여 '수정'된다.



4.4 Pre-processing

- 모든 원격 탐사 영상은 본질적으로 **기하학적 왜곡(geometric distortions)**의 대상이 될 수 있습니다. 이러한 왜곡들은 다음과 같은 여러 가지 요인에 기인 합니다 :

- √ **센서광학의 관점**(the perspective of the sensor optics);
- √ **스캐닝 시스템의 움직임**(the motion of the scanning system);
- √ **플랫폼의 움직임**(the motion of the platform);
- √ **플랫폼의 고도, 자세 및 속도**(the platform altitude, attitude, & velocity);
- √ **지형의 기복**(the terrain relief);
- √ **지구의 곡률 및 회전**(the curvature & rotation of the Earth).

- **기하학적 보정(Geometric corrections)**은 이미지의 기하학적 표현이 가능하면 현실 세계와 일치 될 수 있도록 이러한 왜곡들을 보상하기 위한 것입니다.

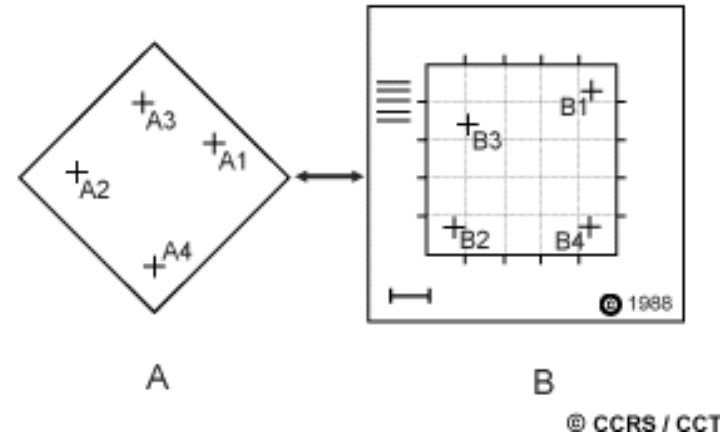
- √ 이러한 변화의 대부분은 **체계적(systematic)**이고, 또는 자연 속에서 **예측 가능(predictable)**하며, 센서 및 플랫폼 운동과 지구와 플랫폼의 기하학적 관계의 정확한 모델링에 의해 설명 될 수 있다.

- √ 기타 **비 체계적인(unsystematic)**, 또는 **임의의(random)** 오차가 이러한 방식으로 모델링되고 보정 될 수 없다.

따라서 **알려진 지표 좌표 체계(known ground coordinate system)**에 이미지의 **기하학적 등록(geometric registration)**이 수행되어야 합니다.

4.4 Pre-processing

- 기하학적 등록 과정(geometric registration process)은 왜곡된 이미지의 **그라운드 컨트롤 포인트 (ground control points GCP)**라고 부르는 여러 명확한 식별 점(즉, 행과 열)들의 화상 좌표 (**A - A1~A4**)를 식별 하여, 지상 좌표 (예 : 위도, 경도)에 있는 그들의 진정한 위치로 그들을 일치시키는(matching) 것이다. **실제 지상 좌표**는 일반적으로 종이 또는 디지털 형식의 지도에서 측정(**B - B1~B4**) 된다. 이는 **이미지로부터 지도 등록(image-to-map registration)**에 해당합니다.



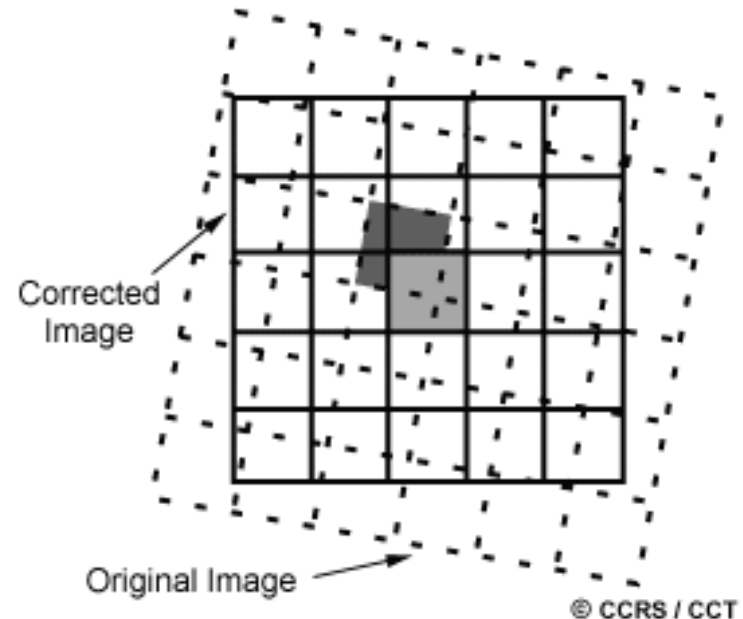
- 일단 몇 개의 잘 분산된 GCP 쌍이 식별되고 나면, 이미지 좌표를 그들의 새로운 지상 좌표로 매핑하기 위해서, **이미지 좌표(행과 열)에 적용 할 적절한 변환 방정식을 결정**하기 위해 컴퓨터로 좌표정보를 처리한다. 기하학적 등록을 지리적 좌표 대신에 **하나 (또는 그 이상)의 이미지를 다른 이미지에 등록**하여 수행 될 수 있다. 이를 **화상 간 등록 (image-to-image registration)**이라고 부르며, 각종 **이미지 변환(transformation)** 절차의 수행에 앞서서 또는 **다중-시간 이미지 비교(multi-temporal image comparison)**를 위해서 종종 수행된다.

4.4 Pre-processing

• 왜곡된 이미지를 실제로 기하학적으로 보정하기 위해서는, 보정된 출력 이미지의 새로운 화소 위치에 놓일 디지털 값을 결정하는데 **리샘플링(resampling)**이라 하는 과정이 사용된다. 리샘플링 과정은 보정되지 않은 이미지의 원본 디지털 픽셀 값들로부터 새로운 픽셀 값을 계산한다. 리샘플링을 위한 **3 개의 일반적인 방법**이 있습니다 :

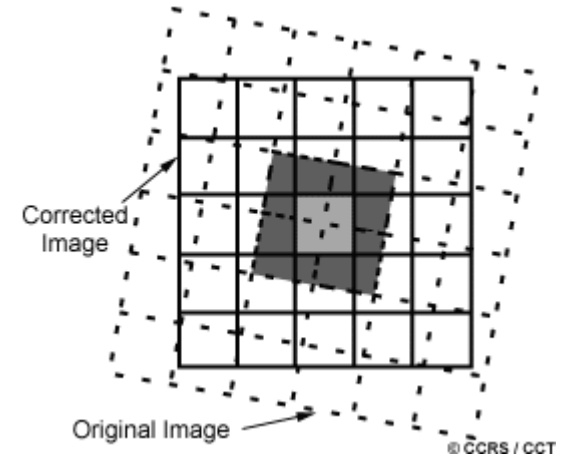
- ① **최근접 이웃법 (nearest neighbor),**
- ② **이중선형 보간법 (bilinear interpolation),**
- ③ **큐빅 컨벌루션 (cubic convolution).**

• **최근접 이웃(Nearest neighbor)** 리샘플링 방법은 보정된 이미지의 새로운 픽셀 위치에 가장 가까운 원본 이미지의 픽셀의 디지털 값을 사용한다. 이는 가장 간단한 방법이며 원래 값을 변경하지 않습니다, 그러나 어떤 픽셀 값은 손실되는 반면 일부 픽셀 값은 중복됨이 발생할 수 있습니다. 이 방법은 어긋나거나(disjointed) 또는 덩어리진(blocky) 이미지 외관을 만드는 경향이 있다.

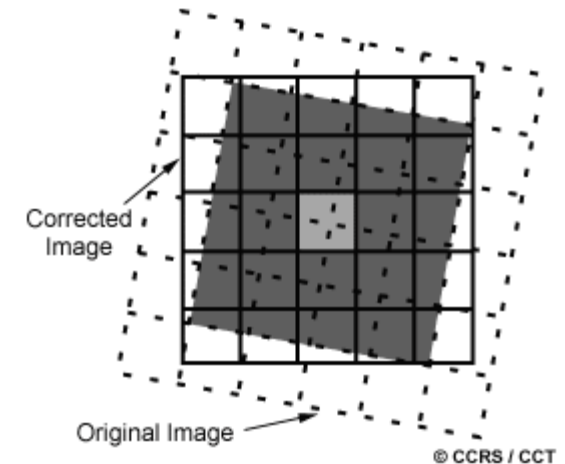


4.4 Pre-processing

- **이중선형 보간(Bilinear interpolation)** 리샘플링은 새로운 픽셀 위치에 **가장 가까운** 원래 이미지에서의 **4 개의 화소의 가중 평균**을 취한다. 평균 과정은 원래 픽셀 값을 변경하고 출력 이미지에서 완전히 **새로운 디지털 값을 생성**한다. 이는 스펙트럼 반응에 따른 분류 등의 추가 처리 및 분석이 예정된 경우에는 바람직하지 않을 수 있다. 이러한 경우라면, 리샘플링은 **분류 처리 후에 수행되는 것이 최선**일 수 있다.



- **큐빅 콘볼루션(Cubic convolution)** 리샘플링은 새로운 출력 화소 위치를 둘러싸는 원래 이미지로부터 더 나아가 **16 화소 블록에 대하여 거리 가중 평균**을 계산한다. 이중선형 보간과 마찬가지로, 이 방법은 **완전히 새로운 화소 값을 초래**한다. 그러나, 이러한 두 가지 방법은 모두 **최근접 이웃(nearest neighbor) 방법의 덩어리진 외관을 피하여 훨씬 선명한 외관을 가진 이미지를 생성**한다.



4.4 Pre-processing

Original image from SPOT



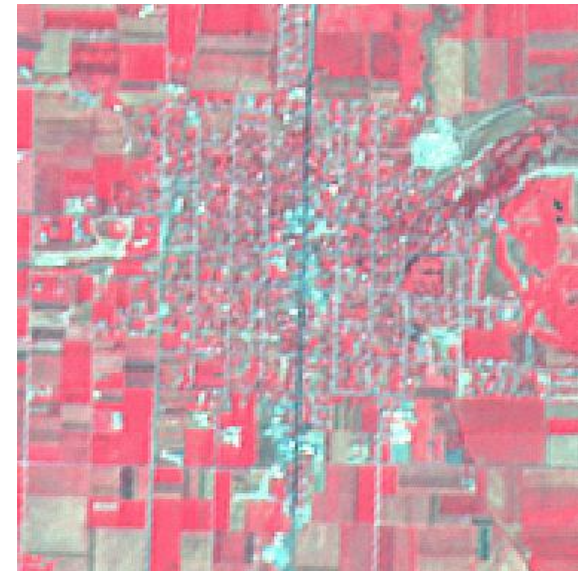
Nearest Neighbor



Bilinear Interpolation



Cubic Convolution



4.4 Pre-processing

QUIZ 추가 분석과 해석에 앞서서 지리적 좌표에 이미지를 기하학적으로 보정하는 것이 어떤 장점이 있는가?

ANS 그렇게 하면, 이미지의 대상들로부터 **거리 및 면적의 적절한 측정이 허용된다**. 이는 **도시의 매핑 응용**에서처럼 **실제 측정이 필요한 응용 프로그램들**에서 특히 유용 할 수 있다.

또한, 대상들의 **지리적 위치가 결정**될 수 있다. 이미지가 기하학적으로 알려진 지리적 베이스에 등록되면, 추가 분석을 위해 **디지털 환경에서 다른 매핑된 데이터와 결합** 될 수 있다. 이것은 GIS 관련 절에서 설명되는 **데이터 통합(data integration)**의 개념이다.

