

원격탐사(Remote Sensing)

Ch. 2 센서 (Part 1 of 3)

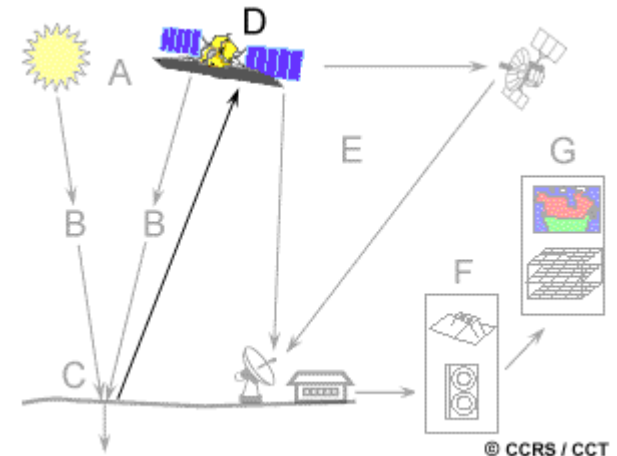
- 2.1 지상에서, 공중에서, 우주에서
- 2.2 위성의 특성: 궤도와 관측폭(Swath)
- 2.3 공간해상도, 픽셀과 축척
- 2.4 분광해상도
- 2.5 복사해상도
- 2.6 시간해상도

2.1 지상에서, 공중에서, 우주에서

RS 과정의 4 번째 요소 : 센서에 의한 에너지 기록 (D)

원격탐사 센서의 플랫폼은 다음과 같은 곳에 위치 할 수 있다

1. 지상에
2. 항공기 또는 풍선에,
3. 지구 대기권 밖의 위성이나 우주선에



지상 기반 센서(Ground-based sensors)

- 항공기나 위성 센서에서 수집된 정보와 **비교**하여 지표면에 대한 **자세한 정보를 기록하는 데** 사용됩니다.
- 다른 센서에 의해 촬영되는 대상을 더 잘 **특성화**하는데 **사용**하며, 이를 통해서 이미지의 **정보를 더 잘** 이해 할 수 있게 된다.
- 센서는 **사다리, 비계(scaffolding), 높은 건물, 체리 피커(cherry picker), 크레인** 등에 배치 될 수 있다.



2.1 On the Ground, In the Air, In Space



항공 플랫폼(Aerial platforms)

- 주로 **안정된 비행** 항공기입니다.
- 매우 **자세한 이미지**를 수집하고자 할 경우에 종종 사용되며, **언제든지** 지구 표면의 거의 **모든 부분**에 걸쳐 데이터의 수집에 용이하게 하기 위해 사용.

위성 플랫폼 (Satellite platform)

- 우주에서 원격 탐사는 **우주 왕복선 (space shuttle)**에서 또는 더 일반적으로 **위성(satellites)**에서 수행됩니다.
- 위성은 지구 주위를 돌고 있는 개체입니다. 그들의 **궤도(orbit)**때문에, 위성은 **지속적으로** 지구 표면의 **반복적 커버**가 허용된다.



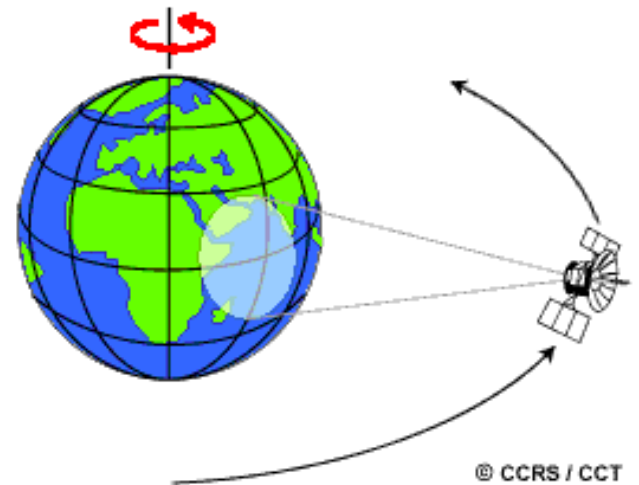
2.2 위성의 특성 : 궤도와 관측폭(Swath)

위성(Satellites)은 지구 표면을 원격 탐사하기에 특히 유용한 여러 가지 고유한 특성이 있다.

궤도(Orbit) : 위성이 따르는 경로. 위성 궤도는 그들이 가지고 **센서의 기능과 목적에 부합**됩니다. 궤도 선택은 고도와 지구에 대한 자신의 방향과 회전에 따라서 다를 수 있습니다.

정지 위성 궤도 (Geostationary orbits)

- 매우 높은 고도(~ 36.000 Km)에서 항상 지구 표면의 동일한 부분을 바라본다
- 그들은 지구 표면에 상대적으로 고정된 것 같도록 지구의 회전과 같은 속도로 회전한다 . 이로써 위성은 지속적으로 특정 영역의 정보를 관찰하고 수집 할 수 있습니다.
- 날씨 & 통신 위성
- 높은 고도로 인해, 어떤 정지 궤도 기상 위성은 지구 전체 반구를 덮는 구름 패턴과 기상을 모니터링 할 수 있습니다.



2.2 Satellite Characteristics: Orbits and Swaths

극 궤도(Near-polar orbit)

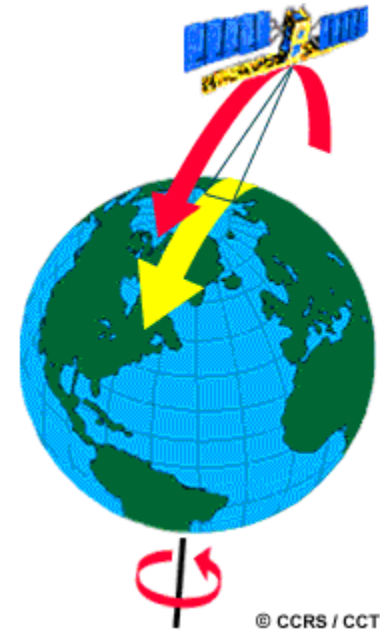
- 남-북궤도(north-south orbit)는 지구의 자전(동-서 방향)와 함께 일정 기간 안에 지구 표면의 대부분을 커버 할 수 있도록 해줍니다. 이들은 그래서 북극과 남극을 잇는 라인에 대한 궤도 상대적인 경사로 인해서 이름이 극-근접 궤도(Near-polar orbit)입니다.

- 태양 동기화(sun-synchronous)

- 하루의 특정 현지 시간(현지 태양 시간: local sun time)에 세계의 각 지역을 커버하게 해준다. 특정 위도에서 위성에 대한 하늘에 있는 태양의 위치가 같은 시점에는 동일하게 됩니다.

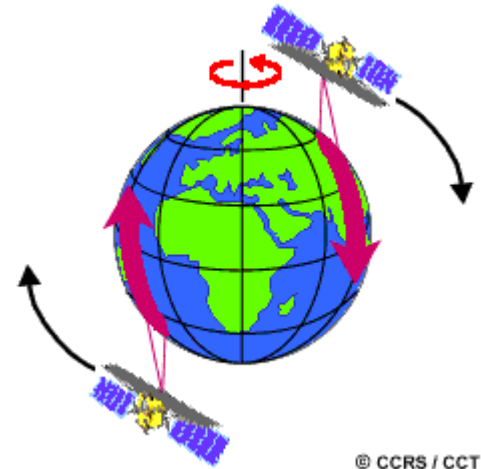
- 그것은 연속된 수 년 동안 특정 계절에 특정 지역의 이미지를 획득 할 때 일관성 있는 조명 조건을 보장 해 준다.

- 이는 다른 조명 조건에 대해 보정 될 필요가 없기 때문에, 서로 인접하는 영상 모자이크를 만들 때 또는 이미지 사이 변화를 감시할 때 중요한 요소이다.



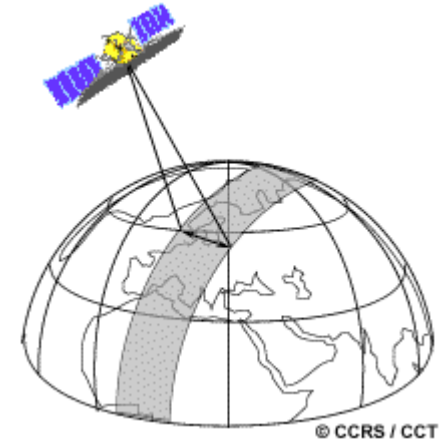
2.2 Satellite Characteristics: Orbits and Swaths

- 오늘날 대부분의 원격 탐사 위성 플랫폼은 극 궤도를 따르며, 지구의 한쪽에서는 북쪽으로 이동 한 후 궤도 후반에 남극을 향한다. 이들은 각각 **상승(ascending)** 및 **하강(descending)** 패스라고 합니다.
- 궤도가 또한 **태양 동기화(sun-synchronous)**되어 있다면, **하강(descending)** 패스가 태양이 비추는 면인 반면에, **상승(ascending)** 패스가 지구의 그림자 측면일 가능성이 높습니다.
- 센서는 태양의 조명을 사용할 수 있는 **하강(descending)** 패스에서 이미지 표면으로부터 **반사된 태양 에너지를 기록**한다.
- 자신의 조명을 제공하는 **능동(Active)** 센서나, 열 같은 **방출 복사**를 기록하는 **수동(passive)** 센서는 **상승(ascending)** 패스의 표면의 이미지를 기록할 수 있습니다.



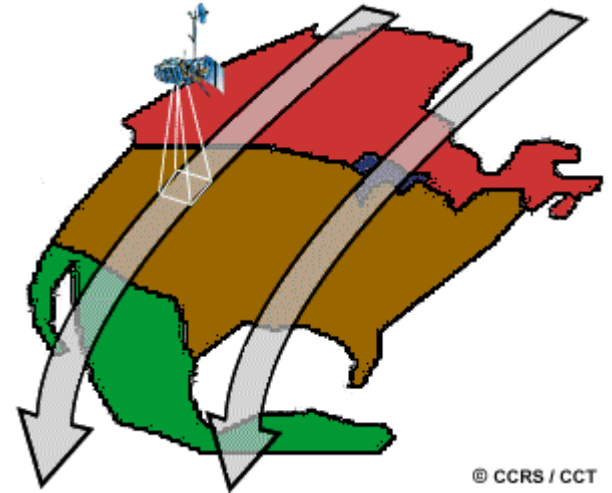
2.2 Satellite Characteristics: Orbits and Swaths

- **관측폭 (Swath)** : 위성이 지구를 중심으로 돌면서 센서에 의해 지구 **표면의 영상화된 영역**.
- **우주선에 탑재된 센서에 의해 영상화되는 관측폭은 일반적으로 수십~수백 Km 사이의 폭으로 주어진다.**
- 위성이 지구의 극에서 극으로 궤도를 돌 때, 지구가 그 아래에서 (서쪽에서 동쪽으로) 회전하기 때문에 위성이 서쪽으로 이동하는 것 같이 된다. 이러한 겹보기 움직임으로 위성의 **관측폭은 각 연속 패스 때마다 새로운 영역을 커버** 할 수 있게 됩니다.
- **위성의 궤도와 지구의 회전이 함께 작용하여, 궤도의 하나의 완전한 주기를 완료 한 후 지구 표면의 전체 범위를 커버** 하게 된다..
- **궤도 주기(Orbit cycle)** : 위성이 경로를 따라 움직일 때 **두 번째로 직하부의 지구 표면의 같은 지점(천지점 : nadir point)**을 통과하면 완료되는 기간.

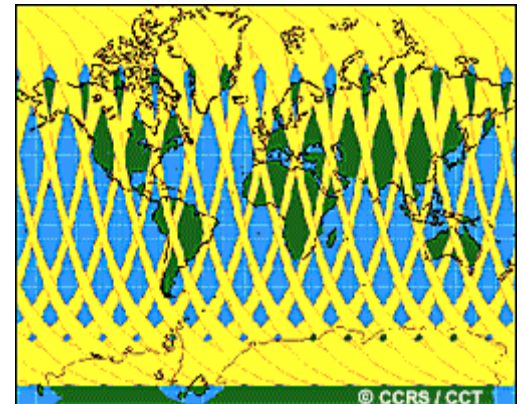


2.2 Satellite Characteristics: Orbits and Swaths

- **재방문 기간(Revisit period)**은 궤도주기의 시간과 동일하지 않습니다
- **조종가능(steerable)** 센서를 사용하면 궤도가 목표를 통과 전·후에 목표지역 (**천지점이 아닌 곳: off-nadir**)을 볼 수 있습니다. 따라서 궤도주기보다 '**재 방문**'시간이 적게 걸리게 된다.
- **재방문 기간(Revisit period)**은 특히 **짙은 이미징이 요구되는** (예를 들면 기름 유출의 확산, 또는 홍수의 정도를 관찰) **모니터링 응용**들에 대한 중요한 고려 사항이다).
- 궤도 경로가 **극 근처에 가깝게** 되면 인접한 **관측폭의 중첩된 영역**이 증가하게 되어, 극 궤도에서 고위도 지역에서 적도 영역에 비하여 **더 자주 영상화**가 됩니다.



© CCRS / CCT



© CCRS / CCT

2.2 Satellite Characteristics: Orbits and Swaths

Did You Know?

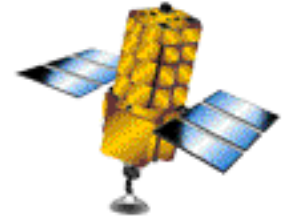
- ... 텔레비전 일기 예보에 표시되는 이미지의 대부분은 정지 위성으로부터 얻어진다. 그들은 대륙 규모의 날씨와 구름 모양을 넓은 범위에 걸쳐 제공하기 때문이다. 기상 학자(기상 예보관)는 날씨 패턴이 갈 가능성이 있는 방향을 결정하기 위해 이러한 이미지를 사용합니다. **정지 궤도 위성의 높은 반복된 커버 능력**은 그들이 이러한 패턴을 면밀히 모니터링 할 수 있도록 **매일 여러 이미지를 수집** 할 수 있게 해 준다.



- ... 위성은 때때로 자신의 **궤도 보정이 필요합니다**. **대기저항(atmospheric drag)**이나 위성이 궤도에 있을 때 발생하는 다른 어떤 힘 때문에, 그들은 초기 궤도 경로에서 벗어날 수 있습니다. **계획된 궤도를 유지하기 위해**, 지상에 제어 센터는 적절한 궤도에 다시 배치하는 명령을 위성에 수행한다. 대부분의 위성과 그들의 센서는 수 년에서 몇 년에 이르기까지 유한한 수명을 갖는다. 어느 센서의 적절한 **작동이 멈추거나**, 또는 위성 시스템이 더 이상 사용할 수 없을 정도로 **심각한 궤도 이탈**하는 경우에 해당된다.

2.2 Satellite Characteristics: Orbits and Swaths

Quiz 1 비행기에 탑재된 센서보다 위성에 탑재된 센서가 갖는 장점은 무엇인가? 당신이 생각할 수 있는 단점도 있습니까?



ANS

장점 (1) 위성의 센서는 항공기 센서에서 가능한 것보다 지구 표면의 훨씬 더 큰 영역을 볼 수 있습니다. **(2)** 그들은 계속해서 지구를 선회하기 때문에, 시간에 따른 변화를 모니터링하기 위해 체계적이고 반복적으로 영상을 수집하는 것이 비교적 용이하다. **(3)** 지구에 대한 위성 궤도의 위치는 매우 정확하게 계산하여 그들의 적절한 지리적 범위 및 위치에 따른 이미지의 보정을 용이하게 할 수 있다.



© CCRS / CCT

단점 : **(1)** 항공기 센서는 언제든지, 지구의 어디든지 데이터를 수집 할 수 있는데 반해, 위성 센서는 단지 자신의 궤도에 의해 결정되는 특정 시간 동안 특정 지역의 데이터 수집에 제한됩니다. **(2)** 문제 또는 고장이 발생하는 경우에 우주선의 센서는 수리하기가 훨씬 더 어렵습니다.

2.2 Satellite Characteristics: Orbits and Swaths

Quiz 2 태양 동기화된 극 궤도 위성이 지구 주위를 회전 할 때, 위성은 매일 같은 지역 태양 시간에 적도를 교차한다. 궤도 속도 때문에 세계의 다른 모든 지역은 이 시간 조금 전에 또는 이후에 지나게 된다. 스펙트럼의 **가시광선 영역을 탐지하는 센서**의 경우에 지역 태양시간이 **a) 이른 아침에, b) 정오 경에, 그리고 c) 오후 중반에** 지날 때 **장점과 단점**은?

ANS

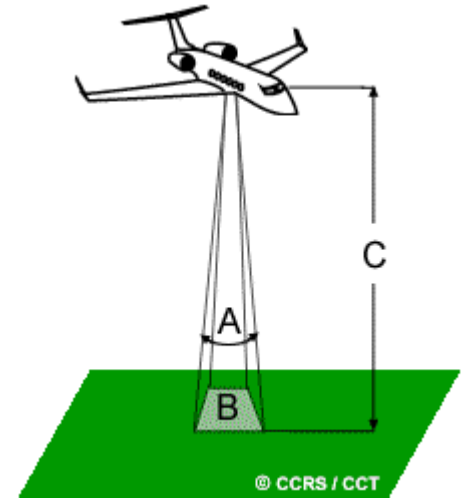
- (a) **이른 아침** : 태양이 하늘에서 매우 낮은 각도는 갖는다. 따라서, **지형 효과를 강조** 하지만, 높은 고도변화의 영역에 **그림자가 많이 발생**하게 된다.
- (b) **정오 경** : 하늘에서 가장 높은 지점에 태양이 위치하여, **가장 센**, 그리고 **가장 균일한 조명**의 조건을 제공한다. 낮은 반사율의 표면에 유용하지만, 얼음과 같은 **높은 반사율**의 표면은 **센서의 포화(saturation)**를 야기할 수 있습니다.
- (c) **오후 중반** : 조명 조건이 좀 더 **적당**하다. **태양열 난방** 때문에 반사 에너지의 기록에 어려움이 있게 된다.

이러한 효과들을 최소화하기 위해, 가시영역과 반사 및 방출된 적외선 영역을 영상화하는 대부분의 위성은 타협점으로 **아침 중간 (mid-morning) 나절** 정도 시간을 교차시간으로 사용합니다.

2.3 공간 해상도, 픽셀 크기, 축척(Scale)

공간 해상도(Spatial Resolution)

- 검출 할 수 있는 가장 작은 대상의 크기.
- 순간시야(Instantaneous Field of View : IFOV)에 주로 의존한다. IFOV는 센서의 가시(visibility) 각뿔(angular cone) (A)입니다
- IFOV 는 특정 순간에 주어진 고도(C)에서 "볼 수"있는 지구 표면의 영역 (B)를 결정한다. 이 영역의 크기는 센서의 지면으로부터 거리 (C)에 IFOV를 곱하여 결정된다. (i.e. $B = A \times C$)
- 지표의 영역 (B)는 해상도 셀(resolution cell)이라고 하며, 센서의 최대 공간 해상도를 결정 짓는다.
- 균질한 대상이 감지되려면, 그 크기는 일반적으로 해상도 셀과 동일하거나, 보다 커야한다. 대상이 이보다 작다면, 그 해상도 셀의 모든 대상의 평균 밝기가 기록되므로, 감지되지 않을 수도있다. 하지만, 자신의 반사율이 특정 해상도 세포 내에서 지배적인 경우에는 더 작은 대상도 때때로 서브-픽셀(sub-pixel) 또는 해상도 셀로 감지될 수 있다.



2.3 Spatial Resolution, Pixel Size, and Scale

- **픽셀 크기** : 이미지의 픽셀은 일반적으로 정사각형으로, **이미지에 특정 영역**을 나타냅니다. **픽셀의 크기와 공간 해상도를 구별**하는 것이 중요하다. 그들은 서로 교체 사용 할 수 없습니다
- 센서가 20 미터의 공간 해상도를 가지고 있으며, 그 센서로부터 얻어진 이미지를 **최대해상도(full resolution)**로 표시되는 경우, 각 픽셀은 20mX20m의 영역을 나타냅니다. 이 경우, **픽셀의 크기와 해상도는 동일**하다. 그러나, 해상도와는 다른 픽셀 크기를 가진 화상을 표시 할 수 있다. 이미지를 수집하는 센서의 원래의 공간 해상도는 동일하지만, 지구의 위성 사진의 많은 포스터들은 큰 영역을 나타내도록 픽셀들이 평균되어 표현된다.

2.3 Spatial Resolution, Pixel Size, and Scale

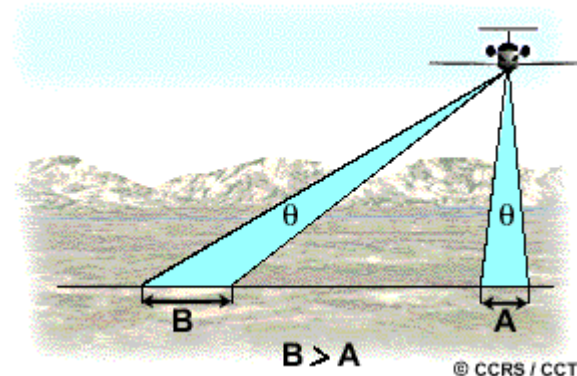
- 거친(**coarse**) 또는 **저해상도**의 이미지에서는 큰 대상만 볼 수 있으며, 정밀(**fine**) 또는 **고해상도** 이미지에서는 작은 물체를 감지할 수 있다. 일반적으로, 더 정밀한 해상도에서, 볼 수 있는 전체 바닥 면적이 더 작아지게 된다.
- **군사용 센서**는 가능한 한 많은 세부 사항을 볼 수 있도록 설계되어 **아주 정밀한 해상도**를 갖는다. **상업 위성은 몇 km** 에서 **몇 m** 에 이르는 다양한 해상도의 이미지를 제공한다.
- **축척(Scale)** : 실제 지상 거리에 대한 이미지나 지도에서의 거리의 **비율**을 **축척(scale)**이라고 합니다. 1:100,000 축척의 지도라면, 지도에서의 1cm 길이 = 지표에서 10만cm (1km)에 해당된다. **작은** "지도 대 지표 **비율**"의 지도나 이미지는 **작은 축척**(예를 들어, 1:100,000)이라 하고, 더 **큰 비율**(예를 들어, 1:5,000)에 해당하는 것은 **큰 축척**이라 합니다



2.3 Spatial Resolution, Pixel Size, and Scale

Did you know?

스캐너의 모든 픽셀에 대한 **IFOV**가 (보통의 경우) 변하지 않는다면, **천지점 (nadir)의 픽셀**로 표시되는 바닥 면적이 **천지점이외(off-nadir)의 픽셀** 보다 더 큰 축척을 갖는다. 이는 **공간 해상도**는 이미지의 중심에서 관측폭 가장자리로 이동되며 **변화함**을 의미한다.



2.3 Spatial Resolution, Pixel Size, and Scale

Quiz 1 두 이미지의 각 걸보기 세부 사항을 살펴보세요. 두 이미지 중 어느 것이 작은 축척인가? 그러한 결정을 하기 위해 어떤 단서를 사용했는가? 작은 축척의 이미지를 얻는데 사용된 이미징 플랫폼은 위성일까요 아니면 항공기였을까요?

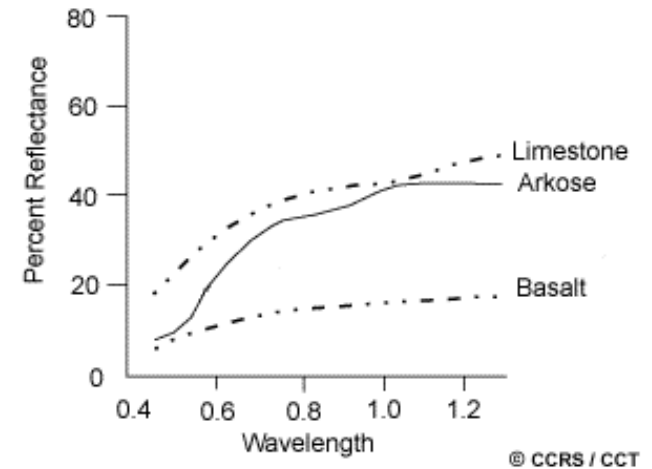
ANS

- 하단의 이미지는 항공기에서, 상단의 이미지는 위성에서 얻은 것 입니다
- 상단 이미지에서 확인할 수 없는 비교적 작은 대상들을 (즉, 개별 건물) 하단의 이미지에서는 식별 할 수 있습니다. 상단 이미지에서는 거리 패턴, 수로, 교량 등 대략적인 대상만 확인할 수 있습니다.
- 하단의 이미지에서 대상들이 크게 보여지고, 이미지의 특정 거리(예 : 1cm)가 지표의 작은 거리를 나타내므로, 이 이미지는 큰 축척이다.



2.4 분광 해상도 (Spectral Resolution)

- 스펙트럼 응답(Spectral response) 및 분광 복사 곡선(spectral emissivity curves)은 다양한 파장에 대한 대상 또는 타겟의 반사 및/또는 방출을 특징 짓는다. 이미지의 대상과 세부 사항의 서로 다른 클래스가 종종 특정 파장 범위에서의 응답을 비교하여 구별 될 수 있다.
- 물과 식물 등의 광범위한 클래스는, 일반적으로 매우 넓은 파장대역(가시와 근적외선)을 사용하여 분리할 수 있다.
- 다른 암석 종류와 같은 특정 클래스들은, 이러한 넓은 파장 범위 중 하나를 사용하여 쉽게 구별되지 않을 수 있으며, 훨씬 미세한 파장대역의 비교를 필요로 한다. 따라서, 높은 스펙트럼 해상도의 센서를 필요로 한다
- 스펙트럼 해상도는 미세한 파장 간격을 정의 할 수 있는 센서의 능력을 말한다. 스펙트럼 해상도가 미세할수록, 특정 채널 또는 밴드에 해당하는 파장 대역의 범위 좁아진다.

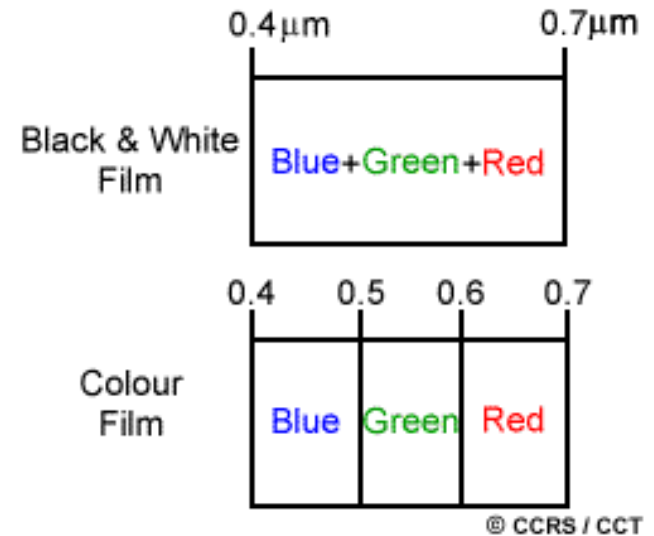


2.4 Spectral Resolution

- **흑백 필름**은 EM 스펙트럼의 가시영역 부분을 모두 확장 한 파장대역을 기록한다. 가시 스펙트럼의 다양한 파장을 개별적으로 식별되지 않고, 전체 가시 영역에서 전체적인 반사율이 기록 됨으로 상당히 **낮은 분광 해상도**를 갖는다.

- **컬러 필름** 또한 스펙트럼의 가시 영역에 대하여 반사된 에너지에 민감하지만, 이 스펙트럼의 청색, 녹색 및 적색 파장에서 반사된 에너지에 개별적으로 민감함으로, **높은 스펙트럼 해상도**를 가지고 있습니다. 따라서, 이러한 서로 다른 파장 영역의 반사율에 따라 다양한 색상의 특징을 나타낼 수 있습니다.

- **다중 분광(Multi-spectral) 센서**: 다양한 스펙트럼 해상도로 여러 서로 다른 파장의 에너지를 기록하는 원격 탐사 시스템을 말한다. **초다분광(hyperspectral)센서**라는 고급 다중 분광 센서는 EM 스펙트럼의 가시, 근-적외선, 중간-적외선 부분을 **수백 개**에 이르는 **매우 좁은 스펙트럼 대역**으로 감지합니다.



2.4 Spectral Resolution

Quiz 1 초다분광(Hyperspectral) 스캐너는 복사를 매우 좁은 스펙트럼 대역 몇 가지(아마도 수백)로 감지하고 기록하는 특수 다중 분광 센서입니다. 이러한 유형의 센서의 **장점**은 무엇일까요? **단점**에는 어떤 것이 있을까요?



ANS 초다분광 스캐너는 좁은 대역폭 때문에 **매우 높은 스펙트럼 해상도**를 갖는다. 여러 작은 파장 범위에서 방사선을 측정함으로써, 우리는 이미지의 각 픽셀에 대해 검출된 **복사의 연속적인 스펙트럼을 효과적으로 구축** 할 수 있다. 이것은 기존의 다중 분광 스캐너의 넓은 파장 범위를 사용하여 감지할 수 없었던, **자세한 반사율과 흡수 반응에 따른 목표물들 사이의 미세한 변화를 구분**할 수 있습니다.

그러나, 이 증가 된 감도는 수집된 **데이터의 양을 크게 증가**시킨다. 이는 데이터의 **저장 및 조작**이 모두 훨씬 더 **어렵게** 만든다. 한 번에 여러 개의 이미지를 **분석**하거나 **결합**하는 것은 **어렵게** 되고, 각각의 고유 응답이 "현실 세계"에서 무엇을 나타내는 지 식별하고 **설명**하는 것이 종종 **어렵게** 된다.

2.4 Spectral Resolution

Quiz 2 CASI(Compact Airborne Spectrographic Imager)의 **288 채널**의 스펙트럼 범위는 **0.4 μm** 부터 **0.9 μm** 이며, 각 **밴드**가 **1.8 nm**(nanometres, 10^{-9} m)의 **파장**을 다루고 있는 다면, **밴드 사이의 중첩**이 생기는가?

ANS 사용할 수 있는 **전체 파장 범위**는 **0.9-0.4 μm = 0.5 μm** 이다. 1.8 nm의 각각의 채널 (288)이 겹치지 않은 경우에 그들의 전체 파장 범위를 계산하자.

$$1.8 \text{ nm} = 1.8 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$1.8 \times 10^{-9} \text{ m} \times 288 = 0.0000005184 \text{ m}$$

$$0.0000005184 \text{ m} = 0.5184 \mu\text{m}$$

0.5184는 0.5보다 크기 때문에, 대답은 YES, 0.5 μm 의 범위에 288 밴드를 넣으려면, **일부 중복**이 있어야 할 것이다.

2.5 복사해상도(Radiometric Resolution)

복사 해상도

- 에너지의 아주 작은 차이를 구별 할 수 있는 능력.
- 영상이 필름 또는 센서에 의해 취득될 때, EM 에너지의 크기에 대한 **감도(sensitivity)**에 의해 결정 된다.
- 센서의 복사 해상도가 더 미세할 수록, 반사 또는 방출 에너지의 작은 차이를 검출하는 데 더 민감하게 된다.



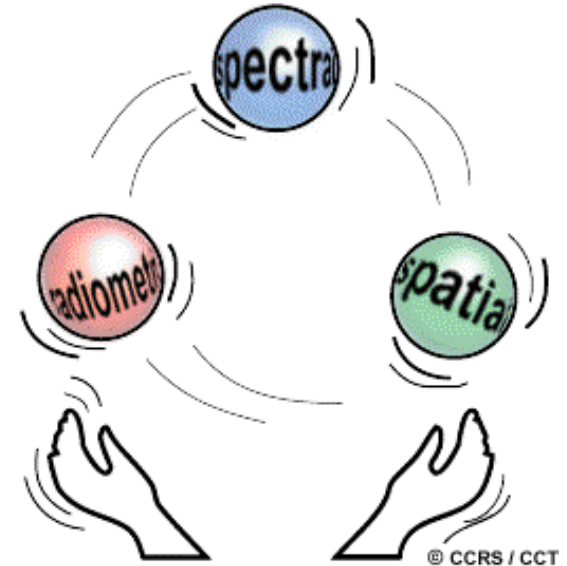
- 이미지 데이터에서 가능한 **휘도(brightness) 레벨의 최대 수는 사용 된 비트의 수**에 의존한다. 따라서, 센서가 데이터를 기록하기 위해 **8 비트**를 사용하는 경우, 사용 가능한 **$2^8=256$ 개의 디지털 값(0~255)**. 하지만 **4 비트**가 사용된 경우, **$2^4=16$ 값(0~15)**을 사용할 것입니다. 따라서, 복사 해상도는 훨씬 작습니다. 화상 데이터는 일반적으로 검은색은 0을, 흰색은 최대값을 나타내는 회색 색조의 범위에 표시된다. 위의 그림과 같이, 8 비트 화상을 2 비트의 화상과 비교함으로써, 우리는 그들의 **복사해상도에 따라서 세부 식별의 레벨에 큰 차이가** 있는 것을 알 수 있다.

2.5 Radiometric Resolution

Did you Know?

... 엔지니어는 센서를 설계 할 때 공간, 스펙트럼 그리고 복사 해상도 사이의 트레이드 오프를 고려해야 한다.

• 높은 공간 해상도의 경우, 센서는 작은 IFOV(순간시야)를 보유한다. 그러나, 이것은 IFOV 내의 지표 해상도 셀의 면적 작아짐으로 감지 될 수 있는 **에너지의 양을 감소**시킨다. 이로써 **복사 해상도**(미세한 에너지 차이를 감지하는 능력)의 **감소**를 초래한다.



• 공간 해상도를 저하시키는 일 없이 복사 해상도를 증가시키기 위해, 특정 채널 또는 주파수 대역에 대해 감지할 **파장 범위를 확장**해야 하며, 불행히도, 이는 센서의 **분광 해상도를 낮추게** 된다.

• 반대로 낮은 공간 해상도는 복사 및 분광 해상도를 향상시켜주게 된다.. 따라서, 이러한 세 가지 유형의 해상도가 센서의 원하는 기능과 목표에 대해 **균형을 이루어야** 한다.

2.5 Radiometric Resolution

Quiz 6 비트의 복사 해상도를 가진 디지털 이미지가 있다고 가정합니다. 그 이미지로 표현 될 수 있는 디지털 수치의 최대 값은 무엇인가?



ANS 화상의 디지털 숫자의 개수는 2의 이미지의 비트 수의 지수개(즉, $2^{\text{\# of bits}}$)이다. 6 비트의 화상에서 값의 개수는 $2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$ 와 동일 할 것이다. 디지털 이미지에 표시된 값의 범위는 일반적으로 0 에서 시작되므로, 64의 값을 갖기 위해, 가능한 **최대 값은 63** 이 될 것이다.



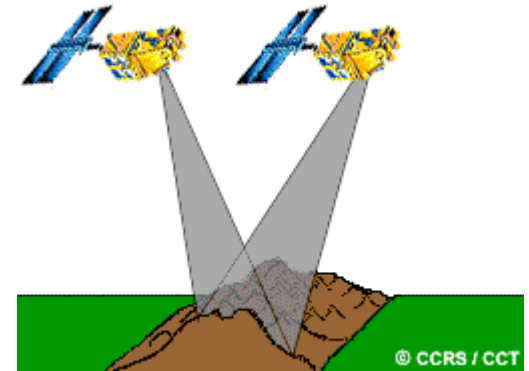
© CCRS / CCT

© CCRS / CCT

2.6 시간 해상도(Temporal Resolution)

시간 해상도

- **절대적인 시간 해상도는 재 방문 기간**(위성이 전체 궤도주기를 완료하기 위해 또는 위성이 동일한 시야각으로 동일한 지역을 두 번째 이미지 하는데 걸리는 시간)과 **동일하다**. **위성 센서의 재방문 기간은 통상 수 일(several days)**이다.



- 그러나, 인접 궤도 촬영 시 어느 정도의 **관측폭 겹침(swath overlap)**과 대부분의 위성의 **위도 증가**에 따른 이 **겹침(overlap)의 증가** 때문에, 지구의 일부 영역은 더 자주 다시 영상화하는 경향이 있다. 또한, 일부 위성 시스템은 1~5일 가량 차이가 나는 위성의 다른 패스에서 같은 지역을 자신의 센서로 바라볼 수 있기도 하다.
- 따라서, 센서의 **실제 시간 해상도**는 위성/센서 기능, **관측폭의 겹침**, 위도를 포함하는 다양한 요인에 따라 달라집니다.

2.6 Temporal Resolution

- 대상의 **스펙트럼 특성**은 시간이 지남에 따라 **변화** 될 수 있으며 이러한 변경은 다중 시간 영상을 수집 및 비교함으로써 검출 될 수 있다. 다중 시간 영상은 원격 탐사 데이터를 적용에 가장 중요한 요소 중 하나입니다.
- 예) 성장 기간 동안 **식물**의 대부분의 종은 **지속적인 변화**의 상태에 있어, 원격 탐사를 사용한 미묘한 변화 모니터링 할 수 있는 능력은 **언제, 얼마나 자주** 우리가 이미지를 수집하는지에 따라 달라집니다. 서로 다른 시간에 지속적으로 영상화함으로써 우리는 **자연적인 발생**(자연적 식물 커버 변화 또는 홍수) 또는 **인위적인 발생**(도시개발 또는 삼림 벌채)이든 간에, 지구 표면에서 발생하는 **변화 사항을 모니터링** 할 수 있습니다
- 영상화에서 **시간 요소가 중요한 경우**
 - 지속적 구름이 지구 표면의 선명한 **시야를 제한할 때** (열대지방)
 - **수명이 짧은 현상** (홍수, 오일 유출 등)을 영상화 해야 할 때
 - **다중 시간 비교가 필요할 때** (예를 들어, 연도별 숲 질병의 확산)
 - 거의 **비슷한 대상** (밀 / 옥수수)을 **구별 할 때** 시간에 따른 대상의 변화하는 모습을 사용할 수 있다.

2.6 Temporal Resolution

Quiz 1 몇 달 동안 캐나다 대초원(Prairie) 지역에 모든 식생의 일반적인 상태를 모니터링하고 싶다면, 어떤 유형의 플랫폼과 센서 특성(공간, 스펙트럼 및 시간 해상도)이 가장 좋은지? 그리고 그 이유는?

ANS

- 상당히 낮은 공간 해상도 : 넓은 측정폭(swath)과 적용 범위가 넓은 센서에 의해 동시에 넓게 펼쳐진 벌판을 가장 잘 커버 할 수 있게된다. 이는 매우 굵은(coarse) 공간 분해능을 갖는 센서를 의미한다
- 높은 시간 해상도 : 넓은 면적의 커버는 재방문 기간을 짧게 해주고, 변화 모니터링에 필요한 반복 적용의 기회를 증대시킨다. 잦은 커버는 구름으로 덮인 영역을 비교적 인접한 다른 날짜로부터 수집 된 데이터에 의해 채워지는 것을 허용한다.
- 낮은 스펙트럼 해상도 : 센서가 반드시 높은 스펙트럼 해상도를 필요로 하지는 않지만, 적어도 스펙트럼의 가시대역과 근적외선 영역의 채널을 필요로 한다. 식물은 일반적으로 근적외선에 보이는 높은 반사율을 가시대역에서는 낮은 반사율을 갖는다. 이 두 대역 사이의 반사율 대비는 식생을 식별하는 데 도움이 됩니다. 또한, 반사된 적외선 에너지의 크기는 식물의 건강의 표시이다.
- 미국 NOAA 시리즈 위성에 탑재된 센서는 정확하게 이러한 특성을 갖고 있으며, 실제로 지구 전체 표면의 이런 유형의 모니터링에 사용됩니다!