

리모트센싱 데이터의 분류향상을 위한 IHS 변환기법 적용

연상호¹

A Study on the Application of IHS Transformation Technique for the Enhancement of Remotely Sensed Data Classification

Sangho Yeon¹

요 약

하나의 원격탐사자료를 이용하여 얻고자하는 정보를 추출하는 것은 한계가 있다. 현재 원격탐사 분야의 세계적인 추세는 광학위성자료와 레이더 위성자료, 항공사진, 항공 스캐닝 데이터, 지상의 분광스캐너 데이터 등을 모두 통합하여, 정보를 추출하고 있다. 그러나 국내에서는 이들 자료의 연구가 따로 행하여지고 있다. 본 연구에서는 광학위성자료와 레이더 위성 자료의 통합기법을 소개하고 이렇게 통합하여 얻어진 자료를 기존연구방식을 이용하여 추출된 결과와 비교하여 고찰해 보고자 하였다. 이를 위하여 서로 다른 여러 가지 디지털 영상의 혼합결과물을 이용하여 분류를 수행하는데 있어서 독자적인 RGB 가법혼합의 밴드별 상관관계의 방식보다는 각기 다른 해상력의 영상들을 IHS 변환 후 다시 RGB 변환하여 얻어진 결과물의 시각적 특성치를 조사하고, 영상을 혼합하는 것이 정확도 및 해상도의 향상을 기대할 수 있다는 비교결과를 얻을 수 있었다.

주요어 : RGB 혼합, IHS 변환, Hexcone 알고리즘, 이미지 퓨전

ABSTRACT

To obtain new information using a single remotely sensed image data is limited to extract various information. Recent trends in the remote sensing show that many researchers integrate and analyze many different forms of remotely sensed data, such as optical and radar satellite images, aerial photograph, airborne multispectral scanner data and land spectral scanners. Korean reseachers have not been using such a combined dataset yet. This study intended to apply the technique of integration between optical data and radar data(SAR) and to examine the output that had been obtained through the technique of supervised classification using the result of integration. As a result, we found of better enhanced image classification results by using IHS conversion than by using RGB mixed and interband correlation.

KEYWORDS : RGB composition, IHS transformation, Hexcone algorithm, Image fusion

1998년 8월 12일 접수 Received on August 12, 1998

¹ 세명대학교 토목공학과 Department of Civil Engineering, Semyong University (ysh_kgi@hanmail.net)

연구배경

자연상에 존재하는 나무를 살펴보면, 나무의 나뭇잎은 녹색을 띄지만 실제로 모두 같은 녹색은 아니며, 미세한 색상변화를 지니고 있다는 것을 사람의 눈은 인식하고 있다. 그러나, 나무의 사진을 컴퓨터로 스캔하여 모니터에 256 컬러나 1600만 컬러로 디스플레이하면 어딘지 모르게 영상이 어색함을 느낄수 있다.

칼라(색)를 정확히 규정하고 표현하는 것은 현대 산업 및 학문분야에서 그 중요성이 날로 증가하고 있다. 최근들어 자연에 존재하는 색을 표현하기 위해 우리는 많은 방법을 생각해왔으며 그러한 방법을 여러 가지로 고안해서 적용하게 되었다.

컴퓨터의 사용과 더불어 발전하게 된 색-표현방법은 RGB가법 혼합법이다. 이 방법을 이용하면 인간이 느끼는 색상을 정량적으로 구현할 수 있다. 색을 정량적으로 표현할 수 있기 때문에 이 방법은 컴퓨터의 발달과 더불어 사용되게 되었으나, 컴퓨터를 사용하는 사람은 RGB혼합법이 색을 표현하는 모든 방법이라고 잘못 생각하고 있는 것이다.

가법혼합기법은 서로 다른 파장 영역의 빛이 한곳에서 중첩되고 더 밝은 빛이 파장 영역이 넓어져서 다른 색을 나타내는 것이다. 그러나 일정한 면에서 여러 빛의 혼합 외에도 0.1 mm^2 미만의 크기의 색들이 인접해 있으면 눈은 그들을 분해하지 못하기 때문에 가법혼색을 나타낸다. 이것이 RGB 가법혼합의 단점중 하나이다. 또한 서로 다른 파장의 빛이 눈의 감지 속도보다 더 빠르게 전달아 눈에 도착하면 비슷한 가법 혼색의 결과를 나타낸다. 눈의 망막에 있는 추상시세포에는 적,녹,청의 3가지 감각 세포가 있으며, 이러한 적,녹,청은 가법 혼색의 3원색이 되어 이들을 적당한 비율로 혼합하면 가시광선 내에 존재하는 대부분의 색을 구현할 수 있다. 대표적이고 많이 사용되는 또 다른 방법으로는 미술가들이 생

각해낸 강도(I), 색상(H), 채도(S)를 이용하여 색을 표현하는 것이다. 색상은 파장의 분포가 다름으로 인해 눈이 구별할 수 있는 색의 빛깔을 말한다. 명도는 색의 밝음과 어두움을 척도화한 것이고, 채도 혹은 포화도란 색의 순수한 정도를 나타낸다. 이러한 3가지 색의 속성을 색상, 명도, 채도의 3차원으로 나타낸 것을 먼셀(Munsell)의 색입체라 하는데, 수직축으로 올라갈수록 명도가 증가하고, 중심축으로 멀어질수록 채도가 증가하며 수평면에서의 방향에 따라 색상이 달라진다. 즉 먼셀의 색입체는 색의 측정을 위한 표준 색도감인데, 이러한 표준 색도감을 갖고 미지의 색을 측정할 경우 이것들과 비교하여 주관적인 판단에 따라 결정하여야 한다. 그러나 표준색도감이 시간이 흘러 변색되면 그러한 측정은 신뢰를 할 수 없다. 또한 이 방법은 색을 규정하는 사람이나, 색을 배합하는 사람의 주관에 의해 색이 결정되기 때문에 정량화할 수 없다는 단점이 있고, 색을 비추는 광원에 따라 그 색이 다르게 보인다.(IHS, HVS, HIS 라는 용어로 알려져 있으나, 이는 모두 강도, 색상, 채도에 대한 용어이다.)

시료색광을 S라 하고 R, G, B의 빛의 양을 r, g, b라 하면, $S = rR + gG + bB$ 라고 나타낼 수 있다. 그러나 이식에서 등호는 감각적으로 같다는 의미이지, 물리적양이 같다는 의미가 아니다. 즉 분광 스펙트럼 분포가 서로 다른 두색이 같은 r, g, b를 가질수 있으며, 이것은 두 색이 같게 보인다는 뜻이다. '백색광은 $r=1, g=1, b=1$ 이다' 라고 가정하고 r, g, b 값을 동일한 비율로 바꾼다면 명도는 달라지나 색상과 채도는 불변이다. 색도는 색상과 채도에 의해 결정되므로 r, g, b의 상대적 값만 알면 되는 것이다. 이것을 이용해서 표준 눈을 가진 관측자가 색광의 대조 실험을 하여 가시광선 내의 각 파장에 대해 측정하여 얻은 결과치 r, g, b를 살펴보면, r, g, b 값들은 음수와 양수값을 지닌다. 즉 r, g, b 값을 이용하여

자연의 모든 색을 표현할 수 있다고 가정하여도, 컴퓨터에서 구현할 수 없는 색이 존재하게 되는 것이다.

RGB 혼합기법은 색을 정량적으로 표현할 수 있다는 장점을 지니고, IHS 기법은 사람이 구분할 수 있는 모든 색의 표현이 가능하다는 장점을 지니고 있다. (색을 표현하기 위해 RGB 기법을 이용하면 수치적으로 구현이 가능하지만, 연구자가 원하는 색을 만들고자 한다면, RGB 기법보다는 IHS 기법을 이용하면 색을 구현하기가 더 쉽다.) 따라서 이러한 RGB기법으로 분류할 수 없거나, 분류의 정확도를 기대할 수 없는 경우에 활용해볼 수 있는 방법중의 하나가 RGB 혼합기법로 구성되어 있는 색을 IHS 혼합기법으로 바꾸어 색을 표현하여, RGB 기법에서 얻지 못하였던 정보를 추출하는 것이다.

이러한 새로운 분류방법은 우리가 기대한 것 이상의 좋은 분류결과를 얻어낼 수가 있는 최근의 접근방법으로서 점차적으로 활용이 증대되는 추세이다.

연구범위 및 연구목적

특정색상은 RGB 혼합법을 이용하여 표현할 수도 있고, 강도, 색도, 채도를 이용한 방법으로 표현할 수도 있으며, 그 외 다른 많은 방법을 이용하여 표현할 수도 있다. 이러한 색상 표현방법들 사이에서 RGB로 표현된 색상을 IHS방법으로 전환한 다음 그때 생성된 새로운 영상을 I'H'S'로 나타내었다. 이 영상을 화면출력을 위한 칼라영상을 나타내기 위하여 다시 RGB방법으로 색을 표현하면 또 다른 새로운 정보(R'G'B')를 얻을 수 있도록 하였다.

리모트센싱분야에서 고해상도의 이미지나 마이크로웨이브를 이용하여 얻어진 이미지는 단밴드별 단색영상이고, LANDSAT TM, IRS-1C LISS-III 등은 멀티밴드이기 때문에 단색영상이 아닌 컬러 영상을 이용할 수 있으

나, 이 경우 낮은 해상도를 지니고 있다. 이 두 종류의 영상을 IHS기법으로 전환하여 합성하면, 단색영상의 고해상도라는 장점과 멀티밴드의 색상이라는 장점을 얻을 수 있다. 이렇게 얻어진 영상을 이용하여, 분류하게 되면 기존의 분류방법과 다른 결과를 얻을 수 있다.

또한 SAR 영상은 레이더의 고유한 특성을 지니고 있으며 대부분 단일밴드로 구성되어 있다. 광학영상에서 사용하는 분류기법을 이용하여 SAR 영상을 분류하면, 이러한 두가지 특성이 함께 작용하기 때문에 분류가 불편한 것이 많아 올바른 분류기법을 적용하기가 어렵다. 그러나 단일밴드 SAR 영상을 가지고 질감 분석, 신경망 분류, 광학영상과 합성하여 사용하면 더 좋은 결과를 얻을 수 있으며, 이러한 기법을 현재 사용할 수 있다. 레이더방식은 광학적인 방법과 달리, 특정 픽셀이 자신만이 지닌 고유의 정보를 나타내지 못하고 주변 픽셀들의 영향을 받기 때문에 정확한 분류가 어렵지만 질감분석은 가능하다. 멀티밴드의 레이더 영상을 이용하여 광학영상 분류방법을 사용하여도, 이러한 특성으로 인해, 분류의 결과가 좋지 않다고 알려져 있다. 그래서 이러한 SAR 이미지를 LANDSAT TM 3,2,1 이미지와 혼합을 하게 되면, 혼합된 결과 이미지는 레이더에서 질감이라는 특성과, 광학에서의 색상이라는 특성을 지니게 된다.

따라서 본 연구에서는 인간이 자주 사용하고 있는 색상 표현방식 중 RGB 기법과 IHS 기법이 무엇인지 우선 살펴보고, 영상 혼합기법을 이용할 때 가시적인 효과가 어느 정도 향상되는가 밝히는 것을 연구범위로 하였다. 또한 서로 다른 센서의 영상들을 가지고 퓨전이라는 방법을 이용하여 결과영상을 얻어내는 과정을 통해 새로운 원격탐사 자료의 처리방법을 제시하고, 분류정확도를 향상시킴으로서 추후 다양한 형태의 원격탐사 영상자료의 새로운 분류기법을 제시하는 것을 연구목적으로 하였다.

연구방법 및 처리과정

1. SPOT PAN 이미지와 LANDSAT TM 3,2,1 이미지 혼합 및 분류

(1) 두 이미지의 혼합

사용지역의 이미지는 미국 캘리포니아주 어바인 지역이다. SPOT이미지는 1024 × 1024 크기이며, 해상도는 10m이다. LANDSAT 이미지는 512 × 512 크기이며 해상도는 30m이다.

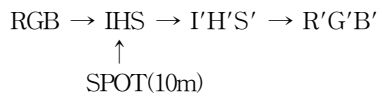


FIGURE 1. Flowchart of IHS transformation

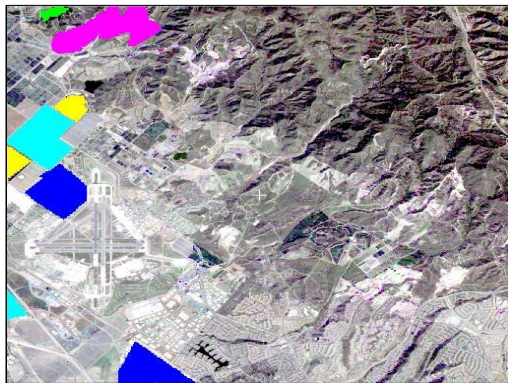


IMAGE 1. LANDSAT 3,2,1 band

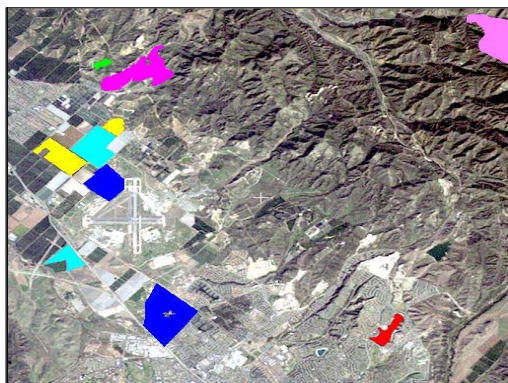


IMAGE 2. SPOT Panchromatic band

두 이미지를 퓨전하기 전에 두 이미지의 좌표계를 일치시켜야 한다(그림 1). LANDSAT TM이미지의 3,2,1 밴드의 이미지는 RGB 혼합 기법으로 표현될 수 있는 값으로 되어 있으므로, TM이미지의 값들을 IHS기법으로 표현할 수 있도록 RGB에 할당된 값들을 IHS값으로 전환한다. 즉 색상 표현방법중 하나인 RGB기법으로 할당된 값들을 다른 색상표현 방법인 IHS 기법에 맞는 값으로 전환하는 것이다.

이렇게 전환된 IHS 값들 중 색상의 강도부분을 SPOT PAN 이미지 값들로 대체한다. 새롭게 만들어진 I'H'S' 값들에서 I'는 SPOT PAN 이미지이고, H'S'는 LANDSAT에서 얻어진 HS값들을 그대로 이용한 것이다.

강도, 색도, 채도라는 개념은 미술가들이 구현하는 색상배합방법이고, 컴퓨터에서는 정량화된 색상배합법을 사용하기 때문에, I'H'S'로 구성되어 있는 색상배합을 RGB 배합형식으로 바꾼다. 이렇게 하여 얻어진 이미지는 LANDSAT 이미지의 색상과 SPOT 이미지에 10m 해상도를 지닌 새로운 결과로 만들어지게 된다.

TABLE 1. Chart of color combination by RGB/IHS

Color	RGB techniques	IHS techniques*
Red	R : 255	I : 120
	G : 0	H : 0
	B : 0	S : 240
Green	R : 0	I : 120
	G : 255	H : 80
	B : 0	S : 240
Blue	R : 0	I : 120
	G : 0	H : 160
	B : 255	S : 240

* The allocated values by IHS techniques are using for Hexcone algorithm

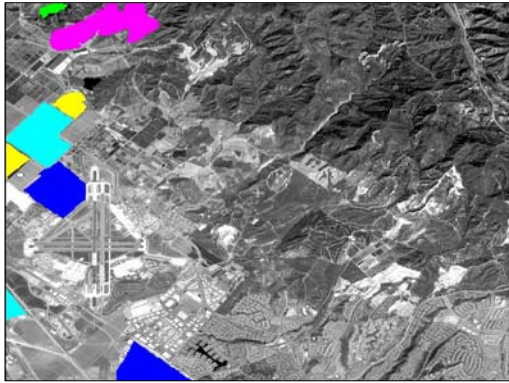


IMAGE 3. Mixed Image transformed by IHS Technique with LANDSAT 3,2,1 Image and SPOT panchromatic Image

Hexcone 모델에서 각도 0도는 적색을 의미하고, 색도는 적-녹-청-적색이 형성하는 원상의 값이다. 반면 Cylinder 모델에서 각도 0은 청색을 의미하고, 색도는 청-녹-적-청색이 형성하는 원상의 값이다. 표 2는 IHS 두가지 모델에 있어서 축소된 색도와 축소되지 않은 색도를 보여주고 있다.

TABLE 2. Difference between Hexcone model and Cylinder model

Color	Hexcone model		Cylinder model	
	Unscaled	Scaled	Unscaled	Scaled
Red	0	0	240	170
Yellow	60	42	180	128
Green	120	85	120	85
Cyan	180	127	60	42
Blue	240	170	0 or 360	0 or 255
Magenta	300	212	300	212
Red	360	255	240	170

채도는 현재 색상의 양이라고 할 수도 있고, 색도에 의해 형성된 원의 반지름이라고도 할 수 있다. 채도 0은 무색이라는 것을 의미하고, 채도는 조합된 강도에 근거를 둔 회색음영으로 나타난다. 채도의 최대 값이란 적, 녹, 청의 최대 색상을 의미한다. 최대 채도는 색상을

무시하고 RGB의 혼합을 강조하며, 색상은 최대 가능 채도 보다 낮은 채도에서 피크를 이룬다. IHS는 RGB보다 출력색을 제어하기 쉬운 방법이다. 예를 들어 이미지 밝기가 증가한다는 의미(강도의 증가), 많은 색상의 첨가(채도의 증가)라고 이해하는 것은 RGB값의 증감의 효과를 이해하는 것보다 쉽다. IHS의 가능한 한가지 응용은 세 개의 입력 채널로 IHS 채널을 만들고, 채도 채널을 스트레칭 한다는, IHS 채널을 동일한 RGB 채널로 바꾸는 것이다. 이렇게 생성된 출력이미지는 원 이미지의 색상을 바꾸지 않고 훨씬 좋은 채도 범위를 갖게 된다. 본 연구에서는 다음과 같은 Hexcone 모델을 이용하여 RGB 색상 값을 IHS 색상값으로 바꾸는 방정식을 사용하였다.

$$R=\text{적}, G=\text{녹}, B=\text{청}, I=\text{강도}, H=\text{색상}, S=\text{채도}$$

$$\text{Max}=\text{Maximum}(R,G,B),$$

$$\text{Min}=\text{Minimum}(R,G,B)$$

$$\text{Delta} = \text{Max} - \text{Min}$$

$$I = \text{Max}$$

$$\text{If } (\text{Max} <> 0) \quad S = \text{Delta} / \text{Max}$$

$$\text{If } (\text{Max} = 0) \quad S = 0$$

$$\text{If } (S = 0) \quad H = 0 \quad (\text{색도는 정의되지 않음})$$

$$\text{If } (R = \text{Max}) \quad H = (G - B) / \text{Delta}$$

(노랑과 심홍색 사이)

$$\text{If } (G = \text{Max}) \quad H = 2 + (B - R) / \text{Delta}$$

(푸른색과 노랑색 사이)

$$\text{If } (B = \text{Max}) \quad H = 4 + (R - G) / \text{Delta}$$

(심홍색과 푸른색 사이)

$$H = H * 60 \quad (\text{Hue 값을 각도로 전환})$$

$$\text{If } (H < 0) \quad H = H + 360$$

(Hue 값은 양수이어야만 된다)

$$\text{If } (H \geq 360) \quad H = H - 360$$

(Hue 값은 360보다 적어야 한다)

출력 채널이 모두 8-비트이면, 색도와 채도 값은 0에서 255 사이로 스케일된다.

$$H = H * (255 / 360)$$

$S = S * 255$ (표-2) RGB 기법에서의 할당값과 IHS 기법에서의 할당값

(2) SPOT, LANDSAT와 혼합된 이미지의 분류결과와의 비교

LANDSAT 이미지의 3,2,1 밴드에서의 8개의 시범대상지역을 정한 후, 이를 SPOT 이미지와 혼합된 이미지에도 적용하여 감독교사분류를 수행하였으며, 최근린 내삽방법을 이용하였다.

LANDSAT 이미지(512 × 512 → 15,360m × 15,360m)는 SPOT 이미지(1024 × 1024 → 10,240m × 10,240m)에 비해 넓은 지역이기 때문에 설정한 8개의 시범대상지역 중에서 1개의 대상지역이 분류과정에서 제외됐다. SPOT 이미지는 단일밴드로 사용되었기 때문에 분류결과가 좋지 않았다. 설정하였던 7개의 시범대상지역 이미지 중 5개 항목만이 분류되어 SPOT 이미지의 한계를 확인하였다. LANDSAT 이미지에서는 8개의 항목을 이용하여 8개 항목의 결과가 나왔으나, SPOT Pan이미지의 분류 결과보다 떨어지는 결과를 얻었다. 그러나, 합성된 이미지에서는 LANDSAT 이미지처럼 모든 항목이 분류되었으며, LANDSAT 및 SPOT 이미지와 비교하여 좋은 결과가 출력되었다.

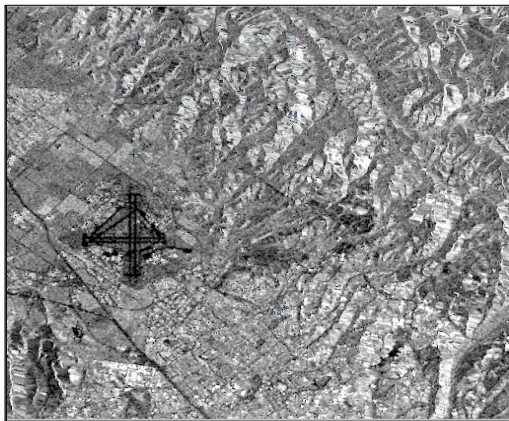


IMAGE 4. Classification results of LANDSAT 3,2,1 Image

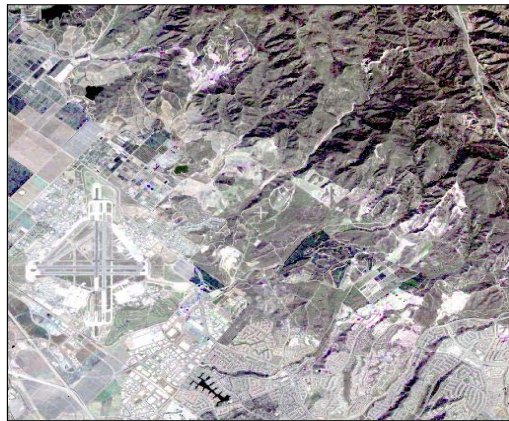


IMAGE 5. Classification results of SPOT panchromatic Image



IMAGE 6. Classification results of Mixed Image

2. SAR 이미지(ERS-1)와 LANDSAT 3,2,1 이미지 혼합후 분류방법

(1) 두 이미지의 혼합

두 이미지의 혼합하는 방법은 전술한 바와 동일하며, SAR 이미지를 강도요소로 사용한다. 전술한 1.(1)장에서는 SPOT 이미지가 10m의 해상도를 지니기 때문에 혼합된 결과물이 10m의 해상도를 지녔으나, ERS-1 이미지는 이미지 취득 후 재배열과정을 거치면 약 30m의 해상도를 지니게 된다. 여기에서 사용

된 ERS-1 이미지는 약 26m의 해상도를 지닌 것을 사용하였고, 기하 보정 후 30m로 재배열한 것이다.

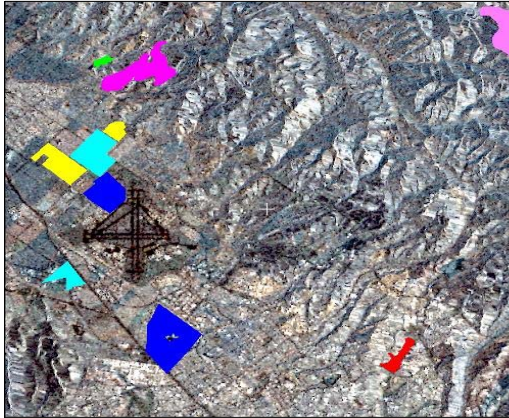


IMAGE 7. Original Image of SAR

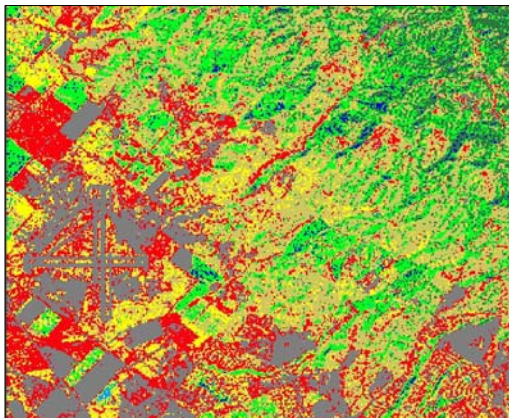


IMAGE 8. Mixed Image of SAR Image and LANDSAT Image

(2) SAR 이미지와 혼합(SAR + LANDSAT)된 이미지의 분류결과 비교

두 이미지의 분류방법은 전술한 1. (2)와 동일한 방법으로 적용하였으며 그 결과는 영상 9에 잘 나타나 있다.

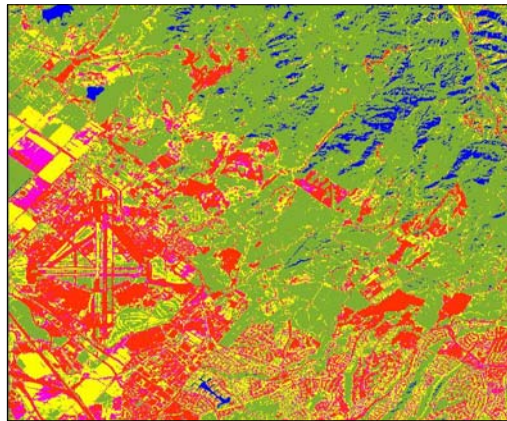


IMAGE 9. Classification results of SAR Image

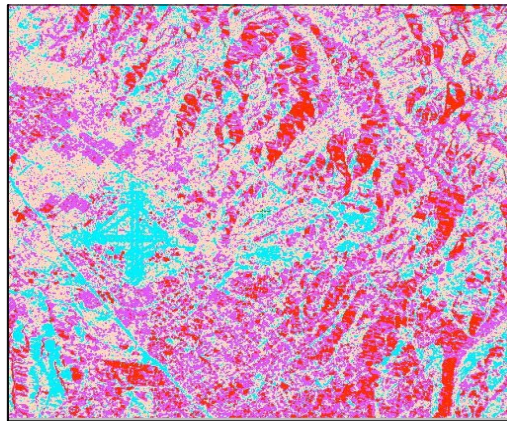


IMAGE 10. Classification results of Mixed Image

따라서 SAR 이미지의 분류결과는 단일밴드라는 특성과 레이더 고유의 특성으로 인하여 좋지 않았다. 혼합된 이미지의 이미지는 SAR 이미지 위에 색상을 지닌 새로운 이미지이지만, 분류결과는 광학의 고해상도와 저해상도 이미지의 혼합 후 얻어진 이미지를 분류한 결과에 비해 크게 떨어졌다. 이의 원인을 분석하여 새로운 SAR 이미지의 분류기법은 추후 연구, 개발하여야 할 과제이다.

그에 관한 각 이미지에 대한 분류결과값에 대한 처리결과를 일부 출력하여 부록으로 처리하였다.

결론 및 고찰

위성자료들의 디스플레이 방식의 전환을 이용하여, 각 이미지들을 혼합하면, 기존에 자료와는 다른 분류 및 판독이 용이한 수정된 결과의 데이터를 얻을 수 있다. 이렇게 해서 얻어진 자료를 이용하면, 기존자료보다 분류가 향상된 더 나은 결과를 얻을 수 있었다.

따라서 본 연구 결과, 현재 사용가능한 SPOT, LANDSAT, ERS(SAR)의 인공위성 리모트 센싱의 이미지를 개별적으로 이용하여 분류하는 것보다 이들 디지털 이미지의 혼합 결과물을 이용하여 분류를 수행하였으며, 이들 RGB 혼합의 밴드별 상관관계의 방식보다는 각기 다른 해상력의 IHS 변환에 의한 시각적 특성치를 조사하여 이미지를 혼합하는 것이 정확도 및 해상도의 향상을 기대할 수 있다는 비교결과를 얻을 수 있었다.

따라서 추후 LANDSAT와 SAR 자료의 혼합 후 Texture 분석도 좋은 결과를 기대할 수 있을 것으로 판단되어진다. 또한 얻어진 결과의 정략적인 분석 및 SAR 이미지의 해석을 위한 다른 기법들은 계속하여 연구하여야 할 과제라고 사료된다. **KAGIS**

참고 문헌

김영섭, 서애숙, 조명희(역). 1998. 원격탐사개론. 동화기술. 215-220쪽.

서울대학교 광학연구회. 1996. 현대광학. 교문사. 295-304쪽.

연상호. 1990. 리모트 센싱과 GIS의 통합 및 그 활용기법에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문

Foley, D. and H. Feiner. 1997. Computer Graphics : Principles and Practice(2nd ed.). Addison-Wesley Systems Programming Series. pp.20-120.

Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1993. Remote Sensing and Image Interpretation(3rd ed.). John Wiley & Sons, Inc. pp.579-608.

PCI Geomatics. 1998. Using PCI Software Manual 1.2. **KAGIS**

부 록

1. ERS 이미지의 분류결과 값(예)

Classification Algorithm: Maximum Likelihood

Name	Code	Pixels	Image	Thres	Bias
Water1	1	0	0.00	3.00	1.00
Water2	2	0	0.00	3.00	1.00
Urban	3	2751	100.00	3.00	1.00
Range	4	0	0.00	3.00	1.00
Crop1	5	0	0.00	3.00	1.00
Crop2	6	0	0.00	3.00	1.00
Crop3	7	0	0.00	3.00	1.00
Forest	8	0	0.00	3.00	1.00
NULL	0	0	0.00		
Total		2751	100.00		

CONFUSION MATRIX

Areas _Percent Pixels Classified by Code_

Name	Code	Pixels	1	3	5	7
Water1	1	470	45.74	4.04	34.47	15.74
Water2	2	145	8.97	6.21	53.79	31.03
Urban	3	3829	13.97	14.00	37.79	34.24
Range	4	1835	15.10	16.13	40.27	28.50
Crop1	5	1536	6.05	0.07	84.18	9.70
Crop2	6	2057	15.56	1.94	49.49	33.01
Crop3	7	350	2.86	4.86	18.29	74.00
Forest	8	1973	16.02	6.28	56.21	21.49

Average accuracy = 54.48

Overall accuracy = 37.24

KAPPA COEFFICIENT = 0.01926

Standard Deviation = 0.03100

Confidence Level :

99 +/- 0.07998

95 +/- 0.06076

90 +/- 0.05099

2. ERS와 LANDSAT TM 3,2,1의 혼합 이미지의 분류결과 값(예)

Classification Algorithm: Maximum Likelihood

Name	Code	Pixels	Image	Thres	Bias
Water1	1	318	3.40	3.00	1.00
Water2	2	92	0.98	3.00	1.00
Urban	3	2951	31.58	3.00	1.00
Range	4	4359	46.64	3.00	1.00
Crop1	5	0	0.00	3.00	1.00
Crop2	6	0	0.00	3.00	1.00
Crop3	7	281	3.01	3.00	1.00
Forest	8	1345	14.39	3.00	1.00
NULL	0	0	0.00		
Total		9346	100.00		

CONFUSION MATRIX

__Areas__ _Percent Pixels Classified by Code_

Name	Code	Pixels	1	2	3	4	5	6	7	8
Water1	1	470	88.30	0.85	0.00	0.43	6.81	0.21	1.06	2.34
Water2	2	145	0.69	91.72	0.00	0.00	0.69	0.00	6.90	0.00
Urban	3	3829	0.60	0.05	25.18	9.87	0.26	59.94	2.38	1.72
Range	4	1835	2.07	1.25	6.87	18.47	10.68	34.71	16.02	9.92
Crop1	5	1536	3.71	2.86	0.00	0.20	84.31	0.59	2.08	6.25
Crop2	6	2057	0.29	0.00	5.74	3.45	0.00	88.82	0.73	0.97
Crop3	7	350	0.00	24.57	0.86	7.14	2.29	5.71	50.57	8.86
Forest	8	1973	23.57	1.01	0.25	2.64	38.72	4.87	5.58	23.37

Average accuracy = 58.84

Overall accuracy = 46.01

KAPPA COEFFICIENT = 0.36473

Standard Deviation = 0.00539

Confidence Level :

99 +/- 0.01391

95 +/- 0.01057

90 +/- 0.00887