

명도조정기법을 이용한 천연색 지도영상의 제작 Design of Color Map Image Using Intensity-Adjustment Method

곽재하* · 최철웅** · 강인준***

Kwak, Jae-Ha · Choi, Chul-Ung · Kang, In-Joon

요 旨

색은 칼라 모니터 상에서 삼원색에 대한 수치를 조합하여 나타내는 RGB칼라모델과 명도, 색도, 채도항의 IHS 칼라모델, CMY칼라모델, YIQ 칼라모델 등을 이용하여 나타낼 수 있다. IHS칼라모델은 RGB칼라모델보다 사용자가 색을 수학적으로 평가하여 쉽게 조정할 수 있는 이점이 있다. 본 연구에서는 Landsat TM의 밴드 3,2,1을 조합한 인공위성 영상과 스캐닝한 지도영상을 IHS 변환과 명도 조정 기법을 이용하여 색분해를 통한 재합성을 실시하므로써 천연색 지도 영상을 제작할 수 있었다. 그리고 인공위성영상과 지도영상을 합성할 때 발생하는 문제점과 그 해결방안을 제시하였다.

ABSTRACT

There are four types of color model to represent color, which are RGB, IHS, CMY, and YIQ color model. RGB color model is the designation of the digital numbers(DNs) of the three primary colors(red, green, and blue), which are used to produce color images on color monitors. IHS color model is the designation of intensity, hue, and saturation(IHS). An advantage of considering color in terms of IHS over that of RGB is arrives more easily at a desired color product mathematically. In this study, authors use the IHS transformation and intensity-adjustment method to produce the color map images with Landsat TM and scanned map image. And, authors suggest the problems and their solutions when users produce the desired new images with satellite images and map images.

I. 서 론

색을 정의하기 위해 물리학, 생리학, 심리학, 예술, 그리고 컴퓨터 그래픽스를 연구하는 많은 학자들은 색 이론, 관측기법, 그리고 표준을 개발하기 위하여 많은 노력을 기울여 왔다.

색은 칼라 모니터 상에서 삼원색(RGB)에 대한 수치(DNs)를 조합하여 나타내는 RGB 칼라모델을 이용하는 방법과 좌표개념으로 색을 수학적으로 정의하기 위해 명도(intensity), 색도(hue), 채도(saturation)를 이용하는 IHS 칼라모델 등을 이용하여 나타낼 수 있다. 그 이외에 CMY(cyan, magenta, yellow) 칼라모델, YIQ 칼라

모델 등이 있다. 일반적으로 I, H, S항을 이용하여 색을 나타내는 방법은 RGB를 이용하는 방법보다 사용자가 원하는 색을 쉽게 수학적으로 평가하여 조정할 수 있다는 이점이 있다.^{1,2)}

1.1 연구동향

IHS 변환기법을 원격탐사에서 적용한 연구를 살펴보면 다양한 공간 해상도를 가진 데이터를 서로 합성하기 위하여 주로 사용되었다.

1986년 프랑스에서는 토지이용과 피복상태를 해석하기 위하여 SPOT-1호 위성이 가지고 있는 두개의 HRV linear array 센서로 10미터 해상도를 가지는 팬크로메틱(PAN) 밴드와 20미터 해상도를 가지는 3개의 다중스펙트럴(XS) 밴드의 고해상도의 다중스펙트럴 화상을 수집하여 이용하였다. 1987년 Welch와 Ehlers

*부산대학교 토목공학과 박사과정

**부산대학교 토목공학과 석사과정

***부산대학교 토목공학과 부교수

는 도시지역의 정성적인 판독을 위해 SPOT PAN과 XS 데이터 그리고 Landsat TM 다중스펙트럴 데이터의 합성을 위해 즉, SPOT PAN이 가지는 고해상도의 장점과 XS 데이터가 가지는 다중스펙트럴 특성을 함께 가지는 영상을 제작하기 위하여 IHS 변환의 사용을 제안하였다.¹⁾ 그리고, Kathleen Edwards와 Philip A. Davis(1994)는 IHS 변환을 이용하여 칼라 코드화된 표고 영상과 음영기복영상으로 칼라 음영기복영상을 제작하였고, Landsat TM 영상과 SPOT 팬크로메틱 영상을 서로 합성하였다.²⁾

국내의 경우 지형적 분광반사특성의 보정에 있어서 지형에 따른 색속성의 변화를 기초로 하여 지형이 모니터에 나타난 색에 미치는 영향을 제거하므로써 분류정확도를 향상시키기 위하여 IHS 변환을 이용하였다.³⁾

1.2 연구의 목적

원격탐사(remote sensing)는 센서의 해상도와 영상해석에 사용되는 기법, 영상처리에 따른 하드웨어와 소프트웨어, 그리고 사용자의 인식, 기술, 지식에 따라 그 사용에 한계는 있지만 영국의 Britain form space와 같은 Landsat 영상지도는 Landsat TM 영상 및 해석을 통한 분류영상을 지도와 함께 나타내므로써 지질, 토지이용, 식생, 기상, 오염, 수심, 지도제작 등의 여러 응용부분을 설명하고 있다. 즉, 지도는 지표에서의 지형 및 지물을 패턴, 형상, 색, 선 등을 이용하여 사용자가 잘 인식하도록 하는 기능이 있으며 인공위성영상은 기존의 종이지도에 비하여 지표면을 현상 그대로 나타내고 있어 판독이 용이하다는 장점이 있다.⁴⁾

본 연구에서는 인공위성영상에 가지는 특성과 지도의 속성을 합성시킨 천연색 지도 영상을 제작하여 그 이용도를 높이기 위한 것이다. 즉, IHS변환과 명도 조정 기법을 사용하므로써 30미터의 해상도를 가지고 있는 Landsat TM 영상과 400dpi로 스캐닝한 지형도 영상으로 지도가 가지는 속성과 인공위성영상에 가지는 시각적인 특성을 모두 가지는 천연색 지도 영상을 제작하고자 하였으며, 또한 제작된 천연색 지도 영상의 이용에 대하여 고찰해 보고자 한다.

II. 명도조정기법과 GRID 해석

여러가지 다양한 색모델에서 RGB, CMY, YIQ 모델

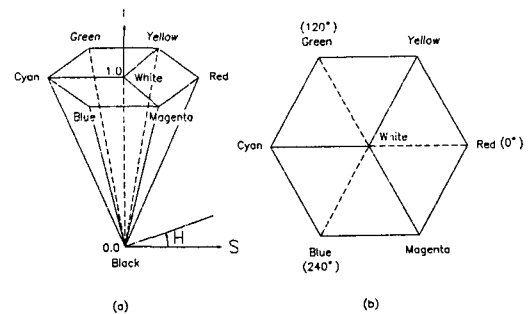


그림 1. IHS 육각뿔 칼라모델(a)과 RGB 칼라 육면체

은 하드웨어 지향적인 반면에 Smith의 HSV (hue, saturation, value)모델은 사용자 지향적이고, 예술가의 hue, shade, tone을 나타내는 직관에 기초한 것이다. 색 모델에서 IHS와 RGB 사이의 관계는 그림 1의 (a)와 같이 육각뿔로 정의하고 있다. 명도(intensity)는 색의 전체적인 밝기를 나타내고 그 범위는 0에서 1이다. 명도 1에 해당하는 육각뿔의 상단으로 갈수록 상대적으로 밝은색(흰색)을 나타낸다. 여기에서 I=1인 평면은 RGB 모델의 R=1, G=1, B=1을 의미한다.

색도(hue)는 빛이 색에 주는 주파장 혹은 평균파장을 나타내며 가시적인 효과를 나타내고 있으며 그 범위는 0도에서 360도까지이다. 육각형의 중심에서 붉은색 방향을 색도의 참조점인 0도로 하여 반시계 방향으로 녹색, 푸른색으로 변하여 360도 회전하도록 정의하고 있다. 그리고 채도(saturation)는 색의 순수한 정도를 나타내며 범위는 0에서 1까지이다. 채도가 높을수록 순수한 색을 나타내고 반대로 채도가 낮으면 회색에 가깝다.

픽셀의 R,G,B 좌표값에서 I,H,S 좌표값으로의 기하학적 변환에는 수학적 표현 방법에 있어서 차이가 있는데 이것은 색도(hue)에 대한 참조점으로 사용되는 기본색의 설정에 따라, 그리고 어떻게 강도를 계산하여 적용할 것인가에 따라 결과가 달라지게 된다.²⁾ Kathleen Edwards와 Philip A.Davis (1994)의 연구에서 명도는 각 R, G, B DN의 합으로 나타내고, 색도는 참조점으로 blue를 선택하여 수학적으로 표현하였다. 본 연구에서는 red를 참조점으로 선택하여 색을 수학적으로 계산하였다.

I, H, S값을 이용하여 새로운 R, G, B를 계산하는데 있어 명도값 1의 적용방법에 따라 결과가 달라지게 되는데 이것을 명도 조정 기법(intensity adjustment method)라 하며, 그 과정은 그림 2와 같다.⁶⁾

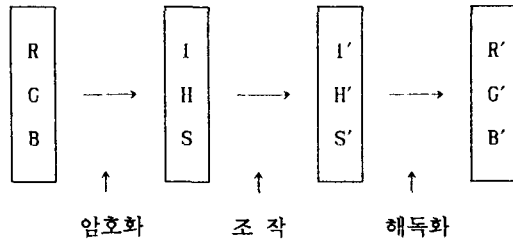


그림 2. IHS/RGB의 이미지 조작에 따른 암호화와 해독화

GRID 데이터를 이용하여 수행할 수 있는 해석은 최적노선 결정, 거리계산, 반경내의 검색, 중첩에 의한 면적계산, 격자중첩 등이 있다. 연 연구에서는 부런지도 모델 중첩(Boolean Map Model Overlay)의 격자중첩을 사용하였다. 이것은 다중 레이어의 분류값에 대하여 선택적으로 경중첩을 주므로서 합성 데이터를 수치적으로 생성할 수 있다.⁷⁾

III. 적용예

3.1 모델지역

모델지역은 부산광역시 영도구를 선정하였으며, 그 범위는 약 6 km×6 km이다. 해석에 사용한 지도는 축척 1:25,000의 행정구역도이고 400 dpi로 스캐닝하여 지도영상을 획득하였다. 인공위성영상은 Landsat TM의 밴드 1, 2, 3을 이용하였다. 그림 3은 모델지역의 위치를 나타내는 축척 1:25,000 지형도를 디지털화한 수치지도이고 사각형은 모델지역을 나타내고 있다.

본 연구에 사용된 시스템은 INTERGRAPH의 2700 Series이며, 사용한 소프트웨어는 영상처리를 위한 ISI 2, 그리고 GRID해석을 위한 MGGA이다. 연구의 수행 순서는 다음과 같다.

3.2 기하학적 보간

먼저 R,G,B→I,H,S→I',H',S'→R',G',B의 변환을 실시하기 위하여 Landsat TM영상과 지도영상의 위치 및 화소 크기는 동일해야만 한다. 따라서, 영상의 크기를 동일하게 하기 위하여 스캐닝에 의한 지도영상과 인공위성영상에 대하여 각각 공간보간과 강도보간을 실시하여야 한다.⁸⁾

30미터의 해상도를 가지는 인공위성영상과 지도영상의 합성에 있어서는 축척 1:25,000 지형도를 TM표본

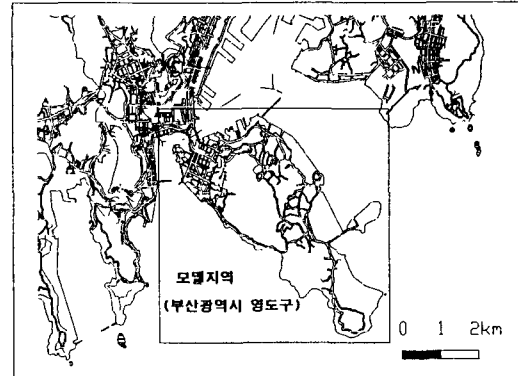


그림 3. 모델지역(부산광역시 영도구: □ 지역)

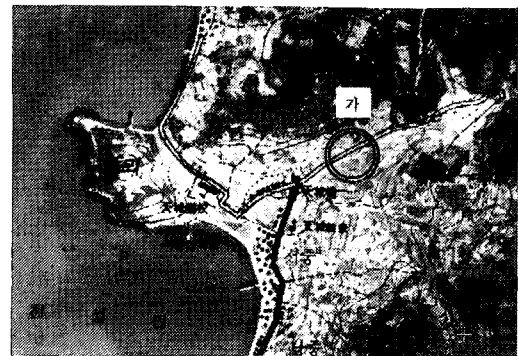


사진 1. 항공사진 영상을 이용한 칼라 지도영상

로 디지털화한 수치지도를 기초로 하여 공간보간을 실시할 때 생기는 오차는 인공위성영상의 1화소 크기보다 작기 때문에 충분히 이용할 수 있지만, 해상도가 높은 칼라 항공사진영상과 지도영상을 합성할 때에는 대축척의 수치지도를 중심으로 공간보간을 실시하여야 한다. 사진 1은 가덕도 지역의 칼라 항공사진과 지도영상을 축척 1:25,000 지형도를 디지털화한 수치지도를 이용하여 공간보간을 실시하여 합성한 영상이다. 여기에서 "가"지역과 같이 도로의 선형은 일치하고 있으나 그 위치가 약 30미터정도 차이를 보이고 있다. 따라서, 공간보간을 실시할 때 항공사진과 같은 고해상도 영상은 대축척의 수치지도를 이용하여 실시하여야 위치를 정확하게 나타낼 수 있다.

강도보간은 각 영상의 해상도를 중심으로 적당한 픽셀 크기를 선정하여야 한다. 본 연구에서는 픽셀 크기가 3미터가 되도록 resampling을 실시하였다. 1:25,000 축척의 지형도를 400 dpi로 스캐닝할 경우 지도영상의

표 1. 스캐닝 dpi에 따른 영상의 축척별 화소크기
(단위 : M)

	1:5,000	1:10,000	1:25,000	1:50,000
100 dpi	1.27	2.54	6.35	12.7
200 dpi	0.63	1.27	3.17	6.35
300 dpi	0.42	0.85	2.12	4.23
400 dpi	0.32	0.63	1.59	3.17

화소크기는 약 1.59미터로 5미터 혹은 Landsat TM 영상이 가지는 30미터 해상도와 같이 픽셀크기를 크게할 경우 지도가 가지는 특성을 상실하게 된다. 1:25,000 지형도를 100 dpi로 스캐닝 할때 1화소의 크기가 6.35미터로 resampling을 실시할때 10미터 그리고 1:50,000 지형도의 경우 20 혹은 30미터로 resampling하면 된다. 표 1은 스캐닝 dpi에 따른 지도축척별 화소의 크기를 나타낸다.

그리고 1:10,000 칼라항공사진의 경우 2.5 km × 2.5 km 범위의 지역을 TIFF 데이터 형태로 400 dpi로 스캐닝할 경우 약 40 MByte의 크기를 가지며, 해상도를 높일 경우와 영상접합을 하여 넓은 지역을 한번에 처리할 경우 화일크기가 더욱 커지기 때문에 시스템의 처리능력을 고려하여야 한다. 따라서, 모델지역의 영상크기와 컴퓨터의 처리능력을 고려하여 공간보간과 강도보간을 실시하여야 한다.

3.3 I,H,S 변환과 색분해에 따른 새로운 명도(I), 색도(H), 채도(S)값의 적용

Landsat TM의 밴드 1(blue), 2(green), 3(red)의 DN's (Digital Numbers)을 이용하여 I, H, S값으로 변환한다. 생성된 I, H, S 값을 다시 새로운 R, G, B값으로 변환하는데 있어 필요로 하는 결과를 얻기 위하여 새로운 명도(I)항의 적용방법은 기존의 명도값이 가지는 밝기값 히스토그램과 그 분포가 비슷하게 하기 위하여 스캐닝한 지도영상을 바로 입력하지 않고, (1)지도영상과 인공위성영상을 이용하여 IHS변환을 시킬 경우 생성되는 명도값은 지도의 밝기값과 인공위성영상의 밝기값이 합성되어 두개 영상의 속성을 모두 가지고 있게 되므로 지도영상(R)과 인공위성영상의 밴드 2(G), 밴드 1(B)로 IHS변환을 하여 구해진 명도값을 I'로 채택하는 방법, (2) GRID 해석방법을 이용하여 행정구역의 경계선, 행정구역명, 도로 등 지도가 나타내는 특성

에 대한 밝기값에 대해서는 스캐닝한 지도영상에서 추출하고, 나머지 부분은 인공위성영상의 R, G, B를 IHS 변환을 통하여 생성된 명도값을 I'로 채택하는 방법이 있다. 본 연구에서는 (2)의 방법을 이용하였다. 예를들면 인공위성영상의 R, G, B를 I, H, S항으로 변환한 경우 I항을 Layer 1, H항을 Layer 2, S항을 Layer 3, 스캐닝한 지도영상을 Layer 4이라고 할 때, 다음과 같은 문장(statements)을 이용하여 새로운 I'를 구할 수 있다.

Layer o1 := select{ Layer 4 ≥ 48 and Layer 4 ≤ 120, Layer 4, Layer 1 }

여기에서 Layer o1은 새로이 생성할 레이어이고, 48과 120은 지도영상에서 도로나 경계선 등의 밝기값 범위를 나타낸다. 그리고 select{A,B,C}은 선택 명령으로서 A의 범위일때 B를 선택하고 나머지 부분은 C를 선택하라는 의미이다. 따라서 위 문장의 의미는 지도영상의 행정구역명과 경계선 등의 밝기값 범위인 48~120 부분은 스캐닝한 지도영상인 Layer 4에서 선택하고 그의 부분에서는 명도(I)항인 Layer 1에서 선택하게 된다.

이때 색분해를 하여야 하는데 이는 인공위성영상에서 구해진 채도값이 0인 경우 색도를 정의할 수 없기 때문에 생기는 색의 튀는 현상을 제거하기 위한 것이다. 각각의 지역이 가지는 밝기값의 분포도를 해석하므로서 이러한 현상은 소거할 수 있다. 예를들면, 색도를 정의할 수 없는 채도가 0인 지역을 추출하여 그 지역에 있어서의 원래의 IHS항과 새로 적용한 I', H, S항을 서로 비교하여 생성된 R', G', B'의 값이 가지는 색이 원영상의 R, G, B가 가지는 색과 유사하게 되도록 H와 S항의 값을 조정하는 것이다.

이러한 과정을 바다지역, 산림지역, 주거지역에 대하여 실시하여 적용시킴으로써 인공위성영상이 가지는 가시적인 효과와 지도영상이 가지는 행정구역의 경계선, 행정구역명, 도로명 등의 정보를 모두 가지는 새로운 천연색 지도영상을 제작할 수 있었다.

IV. 비교고찰

해상도가 서로 다른 두개의 영상을 합성하여 새로운 영상을 만드는데 있어서 본 연구에서는 Landsat TM 영

표 2. 인공위성영상의 공간보간을 위한 GCP 획득값과 표준오차 (단위 : M)

지 점	X	Y	X'	Y'	오 차		SSE
					X	Y	
1	207639.7660	174915.9310	2214.7437	1510.4070	-13.0939	-17.9496	22.2180
2	205373.5660	177913.8310	1457.5263	520.7813	9.3175	12.9202	15.9295
3	202956.6460	176128.4750	664.3093	1108.7333	-5.3211	-11.0549	12.2688
4	206148.1660	173251.0310	1802.8660	2076.8863	13.4720	14.5942	19.8617
5	208756.0660	173366.0310	2579.6137	2033.3049	0.5619	-0.1709	0.5873
6	205145.6660	174467.6310	1388.1003	1666.7760	-5.0463	1.5167	5.2693

상 및 칼라 항공사진과 스캐닝한 지도영상을 각각 이용하여 천연색 지도 영상을 제작하였다.

영상합성을 위해서는 먼저 이용목적에 따라 각각 공간보간 및 강도보간을 달리 실시하여야 한다. 공간보간을 위해 사용되는 기본 수치지도의 축척을 결정하는 문제이다. 즉, 공간보간을 위한 초기 GCP가 잘 선택이 되었는가의 평가는 각 지상조정점에 대한 평균제곱근오차 RMS_{error} 로 하는데 공간보간에 따른 강도보간은 RMS_{error} 가 1화소 이내일 때 실시한다. Landsat TM과 같은 인공위성영상의 공간보간을 위해서는 축척 1:25,000 지형도의 디지털이징에 의한 수치지도를 이용하여 각 지상조정점에 대한 RMS_{error} 가 1화소이내에 들기 때문에 무방하다. 표 2는 인공위성영상의 공간보간을 위하여 실시한 GCP에 대한 x,y 좌표와 픽셀좌표 x' , y' , 잔차와 SSE의 일부를 나타내고 있으며, RMS_{error} 는 4.5117이다.

사진 1과 같이 가덕도 지역의 칼라 항공사진과 지도 영상을 축척 1:25,000 지형도를 디지털이징한 수치지도를 이용하여 공간보간을 실시하여 합성한 영상의 경우 도로의 선형은 일치하지만 위치오차를 가질 가능성이 많다. 따라서, 공간보간을 실시할 때 항공사진과 같은 고해상도 영상은 대축척의 수치지도를 이용하여 실시하거나, GPS로 정확하게 획득된 위치정보를 이용하여 1화소이내의 RMS_{error} 를 가지는 공간보간을 실시할 경우 칼라항공사진영상과 지도영상은 정확하게 합성할 수 있을 것이다.

그리고 강도보간은 스캐닝할 때 지정하는 dpi에 따라 그 크기를 결정하여야 하며 여기에서는 시스템의 처리능력 등을 고려하여야 한다. 1:10,000 축척의 칼라항공사진 23 cm×23 cm 범위를 TIFF 데이터 형태로 400 dpi로 스캐닝할 경우 약 40 MByte의 크기를 가지기 때

표 3. dpi에 따른 스캐닝 화일의 크기

	화일크기(MByte)
100 dpi	2.5
200 dpi	9.8
300 dpi	22.1
400 dpi	39.3

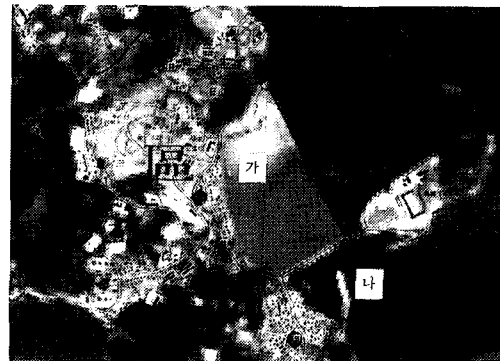


사진 2. 천연색 지도 영상의 이용

문에 대규모지역을 한번에 처리한다거나 해상도를 높일 경우 화일크기가 커져 PC 베이스에서는 처리가 어려우므로 시스템의 처리능력을 고려하여 영상의 크기를 결정하여야 한다. 항공사진의 스캐닝의 dpi의 선정은 고해상도 일수록 판독에 용이하기 때문에 본 연구에서는 400 dpi로 스캐닝하여 영상처리를 하였지만 실용상 100 dpi 혹은 200 dpi가 경제적이다.⁹⁾ 표 3은 1:10,000 축척의 칼라항공사진을 TIFF 데이터형태로 스캐닝할 때 dpi에 따른 화일 크기를 나타내고 있다.

IHS 변환과 명도조정기법을 적용하여 생성된 천연색 지도 영상은 인공위성영상에 가지는 가지적인 특성과 종이지도영상이 가지는 행정구역명, 도로망 등의 지도

가 가지는 속성을 모두 만족하고 있었다. 사진 2는 영도구 동삼동 지역으로 "가"지역은 매립지이고 "나"지역은 천연색 지도 영상의 이용예를 보여준다. 스캐닝한 행정구역도는 1989년 4월에 발행한 지도로서 1989년 4월 이전에는 "나"지역에 방파제가 없었으나, 1989년 10월의 인공위성영상과 합성하여 살펴본 결과 새로 방파제가 형성되어 있었다. 그리고 인공위성영상에서는 알 수 없는 행정구역 경계선이나 동삼제1동과 같은 행정구역명, 도로망 그리고 학교 등의 지도가 가지는 속성을 잘 나타내 주고 있음을 알 수 있다. 따라서 부분적으로 지도제작의 정확도 및 신설 구조물의 발견 등에 그 이용도가 높다고 생각된다. 이것은 해상도가 상대적으로 낮은 영상에서는 그 구조물이 주변의 형상과 뚜렷한 차이가 있을 경우 예를들면 산림사이 에 있는 도로인 경우에는 그 판별이 용이하여 이용할 수 있지만, 주거지역에서는 그 특성을 판독할 수 없어 그 이용이 제한된다는 단점이 있지만 해상도가 높은 인공위성영상이나 칼라 항공사진을 이용할 경우 주거지역과 같은 고밀도 지역의 도로선형 판독이 가능하리라 생각된다.

또한 명도 조정 기법을 통하여 생성된 영상은 시각적인 효과를 기대할 수 있어 인공위성영상과의 합성을 할 경우 토지이용 및 피복상태 분류지도 그리고 환경오염 지도 및 식생도 등과 같은 환경지도의 제작에 도움을 주리라 생각된다.

V. 결 론

IHS 변환과 강도 조정 기법을 이용한 천연색 지도 영상의 제작과 그 이용에 관한 연구에 있어서 다음의 결과를 알 수 있었다.

첫째, Landsat TM 영상과 축척 1:25,000 행정구역도 영상을 IHS 변환과 명도 조정 기법을 이용하여 합성시킬 경우 축척 1:25,000 지형도를 디지털이장한 수치지도를 이용하여 공간보간을 실시할 수 있으며, 강도보간은 지도를 400 dpi로 스캐닝 할 경우 3미터로 resampling하는 것이 바람직 하다.

둘째, 명도조정기법을 이용하여 인공위성영상의 가시적인 특성과 지도의 속성을 모두 가지는 새로운 천연

색 지도영상을 생성할 수 있었다.

셋째, 인공위성 및 칼라 항공사진 영상과 지도가 합성되어 있으므로 새로이 형성된 방파제와 도로 등의 구조물 확인이 용이함을 알 수 있었다.

그리고, 앞으로 해상도가 높은 칼라 항공사진영상의 공간보간을 위한 GCP획득에 있어서 축척 1:1,200 수치지도 이용과 GPS에 의한 방법을 비교할 예정이며, 천연색 지도영상은 새로이 신설된 구조물의 발견이 가능하므로 차량항법용 수치도로지도 제작에 따른 정확도 검토에 본 기법을 활용하고자 한다.

참 고 문 헌

1. W.Joseph Carper, Thomas M.Lillesand, Ralph W.Kiefer, "The Use of Intensity-Hue-Saturation Transformations for Merging SPOT Panchromatic and Multispectral Image Data", Photo-grammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.56, No.4, 1990, pp.459-467.
2. Kathleen Edwards, Philip A.Davis, "The Use of Intensity-Hue-Saturation Transformations for Producing Color Shaded-Relief Images", Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.60, No.11, 1994, pp.1369-1374.
3. 김용일, "인공위성 원격탐사 데이터의 분석 정확도 향상에 관한 연구", 서울대학교 공학박사학위논문, 1991, pp.95-106.
4. R.K.Bullard and R.W.Dixon-Gouch, BRITAIN FROM SPACE -An atlas of Landsat images-, NRSC, 1985.
5. Foley, van Dam, Feiner, Hughes, Computer Graphics, Addison Wesley, 1987, pp.584-600.
6. Lillesabd and Kiefer, REMOTE SENSING AND IMAGE INTERPRETATION, Wiley & Sons, 1994, pp. 579-585.
7. Donna J.Peuquet, Duane F.Marble, Introductory readings in Geographic Information System, Taylor & Francis, 1990, pp.47-48.
8. 강인준, 최철웅, "항공사진을 이용한 인공위성영상의 분류정확도 향상기법", 한국지형공간 정보학회, '94 학술 발표개요집, 1994, pp.24-30.
9. 강인준, 정재형, 김충평, "이미지 데이터베이스에 의한 항공사진 관리의 기초적 연구", 대한 토목학회 학술발표개요집, 1992, pp.418-421.