

# 항공사진을 이용한 인공위성영상의 분류정확도 향상기법

강인준\*, ○최철웅\*\*

## 1. 서론

Landsat TM(Thematic Mapper)영상은 SPOT HRV에 비해 공간해상력이 낮지만 뛰어난 다중분광분류의 기법을 적용하여 지형적 분광반사특성을 보정하기에 유리하다. 항공사진영상은 공간해상력이 좋아 지상의 작은 물체를 확인할 수 있으므로 위공위성영상과 항공사진을 서로 합성하면 보다 나은 영상처리가 가능하다. 해외연구동향은 정확한 분류특성 개선을 위해 다중영상자료의 해상력개선에 대한 연구<sup>1)</sup>가 있었고 IHS(intensity, hue, saturation)칼라를 이용한 해상도 향상된 영상처리를 하고 그결과를 이용하여 1:24000축척 지질도를 작성한 연구에서 사용한 데이터는 10미터해상력의 SPOT Panchromatic 영상을 사용하여 30미터 Landsat TM영상과 접합하는 10미터 해상력으로 개선한 연구가 있었다<sup>2)</sup>. RGB를 IHS로 변환한후 RGB로 변환하기 위한 색이론 연구가 Carper(1990), Chavez(1991), Ehlers(1991), A.H.J.M.Pellemans (1993.2)<sup>3)</sup>등에 의하여 주로 spot영상과 Landsat TM영상을 이용하여 해상력을 향상시키는 연구가 있었으며. 최근 1994년 여름에는 Landsat TM영상과 KVR-1000을 이용하여 2미터해상도를 갖는 인공위성영상 처리되었다. <sup>4)</sup> 국내에서는 인공위성 원격탐사조사 데이터의 분석정확도 향상에 관한 연구와 SPOT과 Landsat을 이용한 연구가 진행중 이다.<sup>5)</sup>

## 2. 영상 전처리

입력되는 1개의 화소(pixel)의 위치와 크기가 달라서 이를 같은 위치로 변환하려면 기하학적보정을 실시하여야 한다. 기하학적보정에는 입력좌표를 원하는 좌표계로 변환 하기위한 공간보간(spatial interpolation)와 공간보간을 마친 결과가 그위치와 다르고, 입력화소가 출력화소와 크기 다른경우 이를 보정하기 위하여 강도보간(intensity interpolation)을 하여야 한다.<sup>6)</sup>

### 2.1 기하학적 보정

통계적 요인에 의한 기하학적왜곡의 보정에서는 개략적인 보정만을 하기 때문에 비행체의 위치와 자세의 복합적인 움직임에 의한 왜곡과 지형적 요인에 의한 오차는 보정되지 않는다<sup>5)</sup>. 따라서 보정만으로는 실제영상은 실제 지도와 차이를 보이게 된다.

\*부산대 토목공학과 부교수

\*\*부산대 토목공학과 석사과정

### 2.1.1. 좌표변환과 공간보간법

입력화소위치( $x', y'$ )와 지도상에 대응한 출력화소의 위치( $x, y$ )사이의 기학적 관계는 입력영상의 위치에 대한 원하는 출력영상의 위치에 대하여 재배치하며 이때 공간보간법을 실시한다. 수학적 모델은  $M(x', y') = (x, y)$ 이며 이것을 고차다항식으로 표현한다. 이러한 오차는 불규칙적으로 일어남으로 지상기준점과 수학적 모델을 사용하여 보정하여야 한다. 이 변환식은  $x, y$ 의 변환값,  $x, y$ 의 변환배율, 회전각, 구부러짐(skew)의 6가지의 내용을 담고 있으며 affine 변환, 2차 affine 변환, projective 변환등 여러가지 방법으로 가능하다.<sup>6)</sup> 지상기준점(GCP: Ground Control Point)로는 인공위성영상 변환은 도로의 교차점, 작은섬, 작은 저수지등을 항공사진영상변환은 가옥의 모서리, 도로와 작은 수로의 교차점, 나무등을 영상과 지도에서 동시에 식별가능한 점이어야 한다.<sup>5), 6)</sup>

### 2.1.2. 강도보간법

공간보간으로 기하학적 보정을 하였을 경우 수치영상은 화소값만을 가지고 있게 된다. 즉 각 화소가 자신의 위치만 가지고 있는 수치영상이 된다. 이를 수치영상의 최소 수치영상의 화소값에서 원 수치영상의 화소값으로 변환하여야 하고 화소의 밝기값은 결정되어야 한다. 입력화소값과 출력화소값은 1대1로 대응함으로 출력화소의 크기가 차이가 날 경우 이를 사이에서는 보간하여 재배치를 할 필요가 있다. 화소의 재배치에 사용되는 방법은 최근치 보간법(nearest neighbor or zero order)이며 가까운 값을 사용하는 방법으로 출력값( $x, y$ )에 대응하는 입력값은 ( $x', y'$ )일 때 이에 대응하는 값은 없으면 가장 가까운 곳에 있는 값을 사용하는 방법이다. 따라서 입력값이 30미터×30미터일 때 출력값이 30미터×30미터이 되는 결점이 있었다. 양선형 보간법(bilinear interpolation)은 인접한 4개 화소값들의 거리에 따른 밝기평균값(bright average)를 택하여 사용하는 방법이다.

출력값( $x, y$ )에 대응하여 입력값( $x', y'$ )일 때 아래의 식을 이용하여 새로운 밝기값(bright value) 구한다.

$$BV_{wt} = \frac{\sum \frac{Z_k}{D_k^2}}{\sum \frac{1}{D_k^2}}$$

여기서  $Z_k$ 는 대응입력주위의 값이고,  $D_k^2$ 는 출력값으로 부터의 거리이다

이를 이용하여 밝기값을 구하면 입력값이 30미터×30미터일 때 출력값은 각각다른 1미터×1미터값이 되기때문에 양선형보간식을 사용하였다. cubic convolution은 양선형보간법과 같은 식을 이용하나 입력좌표출력값 인접한 16개 화소들의 밝기값을 이용하여 새로운 밝기값을 구하는 방법이다. 그러므로 많은 시간이 소요되는 단점이 있었다.

### 2.1.3 RBG와 IHS의 색이론

원격탐사 데이터를 결합하는 방식에는 여러가지 방식이 있는데 일반적으로 더하거나 빼거나 돌리는 방식이 이용되었다. 그러나 1986년 Chaves에 의하여 아래 RGB를 IHS로 변환하는 연구를 하였는데 색은 색도(hue), 명도(intensity), 채도(saturation)으로 나눌수 있는고 색도는 빨간색, 노란색, 초록색등 색도를 표현하는 용어이고, 채도는 색의 순수한 정도이며, 명도는 색의 밝음과 어두움을 나타내는 속성이다. 이러한 속성은 사람에 따라 다르기때문에 색을 하나의 체계를 가진 수치로 표현하기 위해 다음과 같은 삼원색에 의한 색모델이 사용된다. <sup>4)</sup> RGB (R(빨간), G(녹), B(파란))는 색의 삼원색이고 이는 모니터등의 출력에 이용되고, CMY모델(C(청록), M(보라), Y(노랑))는 색의 재료의 삼원색이고 이는 칼라프린터에 이용된다. 그러므로 출력장치는 모니터임으로 RGB모델에 대해서 간략하게 정리하였다. <sup>7), 8), 9), 10)</sup> IHS변환은 일반적으로 가장 많이 사용되고 있다. 방법은 3개의 입력밴드가 필요로 하고 이것은 일반적으로 SPOT영상과 7개밴드의 TM밴드를 이용하는데 명도 "I"(intensity)는 3개의 입력값(R,G,B)에서 평균값으로 구하고 색도 "H"(hue)와 채도 "S"(saturation)은 입력하여 입력값 (R,G,B)에 대하여 출력값 (I,H,S)를 식으로 얻을수 있다. <sup>5)</sup> 입력되어지는 R,G,B에 대하여 출력되는 I,H,S에 대하여 식을 역산하여 R,G,B를 구할수 있는데 역식에 I,H,S에서 I'(사진영상)으로 대치하여 해상도를 개선한 R'G'B'를 구할수 있다.

## 3. 적용에

부산직할시 강서구 대저동지역을 약 1.3킬로미터 × 4.1킬로미터크기의 모델지역으로 선정하였으며, 항공사진은 부산시 발행 1/6000 축척의 1005, 1006, 1007, 1008, 1009번영상 88년 11월 22일 촬영한것을 중앙부위만을 이용하였고 항공사진축량도는 부산지역번호 8654(표준코드번호:3580425A3)에서 8664(표준코드번호:3590121B3)까지와 8554(표준코드번호:3580425A4)에서 8564(표준코드번호:3590121B4)까지를 90년 10월 19일발행 한것을 사용하였다. 인공위성영상은 미국 Landsat 5호의 path 114 - row 36인 89년 8월 31일 촬영한것을 이용하였다.

### 3.1 인공위성영상 처리

TM데이터는 기하학적 보정법은 bulk보정, 지도투영법은 UTM투영되어 있는 것을 이용하였다. 그러므로 실제사용한 TM좌표계와는 상이함으로 기하학적 보정중에서 공간보간과 30미터화소를 1미터화소로 변환하기 위하여 강도보간을 하여야 한다.

#### 3.1.1 좌표변환과 공간보간법

7개의 좌표를 1/5000축척의 지도에서 10미터단위까지 읽었으며, GCP는 인공위성영상과 지도상에서 구별할수 것으로 선택하였으며 크기 100미터크기의 작은 섬과 저수지 교차점을 사용하였다. 공간보간방법은 1차 affine, 2차 affine과 Projective 변환을 하여 비교하여 본 결과 2차 affine이 성과가 좋았으므로 2차 affine을 사용하여 실시하였다.

### 3.1.2 강도보간법

화소의 크기가 30미터인 관계로 화소를 1미터크기로 변환하기 위하여 공간보간식에서 얻은 2차 affine식을 이용하여 보간을 하여 1미터 크기로 변환으로 한후 밝기값보정은 최근치보간법(nearest neighbor), 양선형 보간법(bilinear interpolation), cubic convolution을 이용하여 각각 보간을 하여 보았다. 최근치보간법을 사용하였을 경우 보간치는 4등분되어 가까운 점의 값을 채택하여 값을 채택함으로써 30미터x30미터크기가 같은 값을 가지게 된다. 양선형 보간법은 주위 4개의 각각 밝기가중값를 이용하여 1미터x1미터크기의 각각 다른 밝기값을 가지게 됨으로 보다 정밀한 값을 가질수 있었고, cubic convolution방법을 이용하였을 때 주위 16개의 각각 밝기가중값를 이용하여 1미터x1미터크기의 각각 다른 밝기값을 가지게 됨으로 정밀하였다. 그러나 처리시간이 다른방법보다 많은 시간이 소요되므로 양선형 보간법을 이용하였다.

## 3.2 항공사진영상처리

### 3.2.1 공간보간법

5장의 사진에 대하여 1/1200축척을 이용하여 1미터단위까지 읽어서 사용하였으며 항공사진을 읽어서 중앙부분만을 사용하여 각각사진당 GCP(ground control point) 는 건물의 모서리, 도로와 다리접합점, 독립가옥의 교차점, 도로모서리등을 사용하였으며 각 사진별 사용한 GCP들 사진마다 1차affine, 2차affine, projective로 각각 사진마다 변환을 하여 분석하였으나 2차 affine변환식을 사용하는 것이 유리하게 나타남으로 2차affine변환을 사용하여 사진 5장을 TM좌표계로 변환하였다. 2차 affine변환을 사용하였을때 편차가 평균편차가 약 1미터안팎이며 최대편차는 2.5미터까지 나는 것으로 나타났었다.

2차 affine변환을 하여 얻은 결과는 흰색 접합부위에서 약 1-2미터 사이에서 접합됨을 알수 있었다.

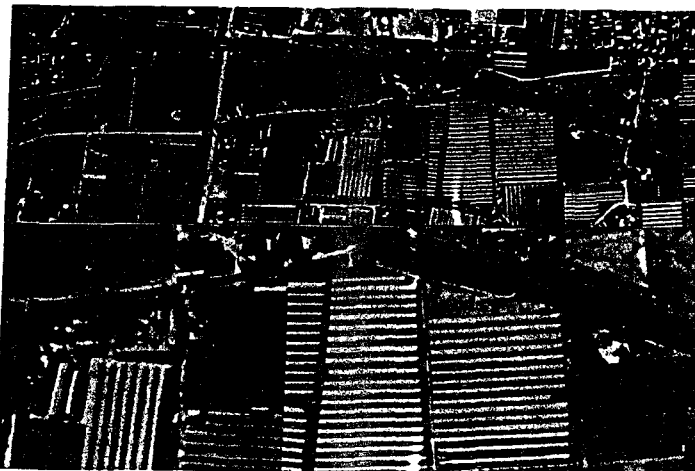


사진 3.1 접합부 확대사진

### 3.2.2 강도보간법

항공사진에서 사용한 강도보간은 최근치보간법, 양선형 보간법, cubic convolution법이 있는데 0.38미터의 크기를 1미터크기로 변환하였을때 양선형 보간법을 사용하였다.

### 3.3 RGB에서 IHS변환

Landsat 7(red), 4(green), 3(blue)band을 이용하여 RGB영상을 인공위성영상처리로 공간및 강도보간을 하였고 항공사진을 공간및 강도보간을 실시하였다.

여기서 무엇보다도 중요한것은 인공위성영상의 화소크기와 항공사진영상의 화소크기가 같아야 하고 입력RGB 인공위성영상의 크기와 좌표계가 입력항공사진의 크기와 좌표계가 같아야 한다. 이를 위하여 동일 좌표계및 화소크기로 변환하기위하여 공간보간에서 2차 affine변환을 하였고 강도보간에서 양선형보간을 하여 화소의 크기를 1미터크기로 동시에 변환하였다.

공간보간과 강도보간인공위성영상크기와 항공사진영상의 크기를 같도록 절단하여야 하며 이를 과정을 마치면 사진3.2와 같다.

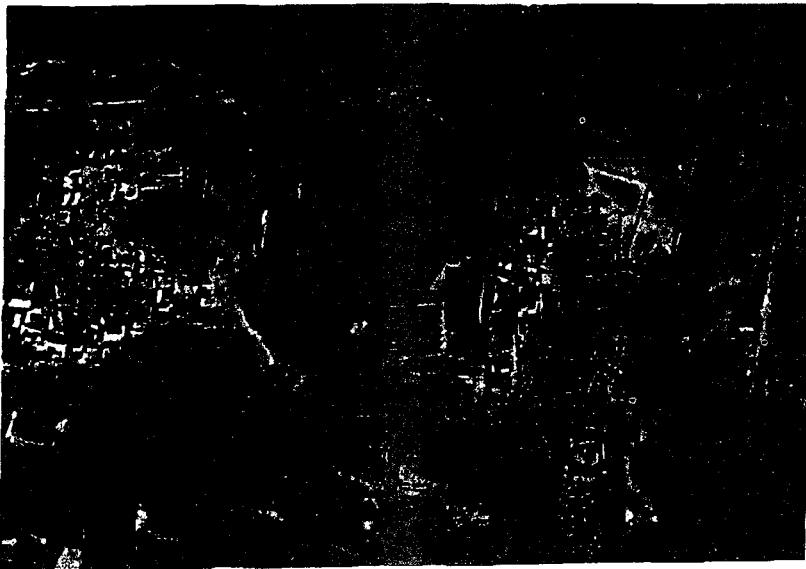


사진 3.2 처리후의 사진

### 3.3 비교고찰

Landsat TM영상의 화소의 크기는 30미터이므로 물체가 30미터보다 작으면 인공위성 영상에서 판독할수 없음을 뜻한다 그러나 본 연구에서 30미터이하 물체를 구별할수 있었으며 그 결과 보다 나은 분류특성값을 얻을수 있었다. 사진 3.3은 이들을 비교한 사진이다. 사진3.3의 상단은 인공위성영상이고, 하단은 보정시킨 결과이다.

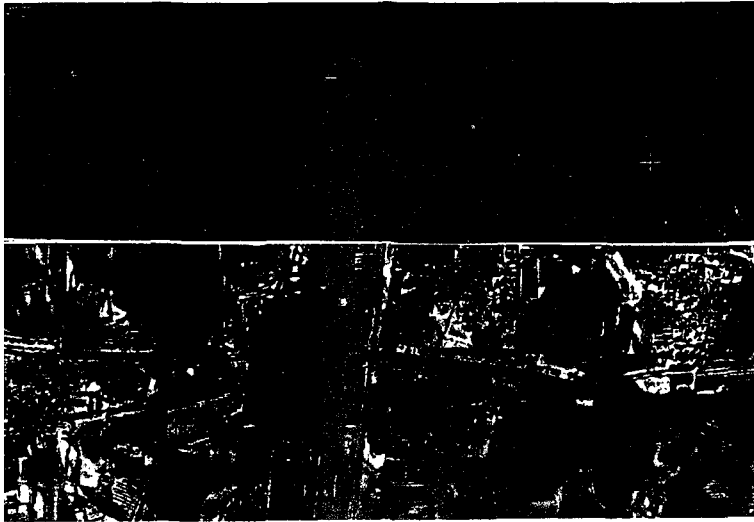


사진 3.3 처리전과 처리후

#### 4. 결론

인공위성의 분류정확도를 높이기 위하여 항공사진을 이용하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 30미터 해상력의 인공위성영상을 1미터해상력의 항공사진영상과 결합하여 1미터해상력의 인공위성 영상을 얻을수 있었으며

둘째, 초기단계에서 분류갯수 선정, 분류값에 대한 원인추적및 추정, 여과후 분류검정과정에 활용이 가능하며.

셋째, 도시지역, 산악지역 같은 미세한 분류가 필요한 모델지역선정과 분류결과를 향상된 해상도로 분류특성을 구할수 있었다.

그리고, 이를 이용하여 보다 정밀한 식생, 토지이용분류도(classification map)를 얻을수 있리라 생각된다.

#### - 참고문헌 -

1. Curtis K. Munechika, James S. Warnik, Carl Salvaggio, and John R. Scott, "Resolution Enhancement of Multispectral Image Data to Improve Classification Accuracy", PE&RS Vol.59, No.1, 1993, pp. 67 - 72
2. Dennis N. Grasso, "Applications of the IHS Color Transformation for 1:24,000 - Scale Geologic Mapping: A Low Cost Spot Alternative", PE&RS Vol.59, No.1, 1993, pp.73-80
3. A.H.J.M.Pellemans, R.W.L.Jordans and R.Allewiijn, "Merging Multispectral and Panchromatic SPOT Image with Respect to the Radiometric Properties of the Sensor", PE&RS Vol.59 No.1 1993, pp.81-87
4. EOSAT, "Merge Process Enhances Value of Data Set", EOSAT Volume 9 No.2, 1994. pp. 5-6

5. 김용일 "인공위성원격탐사 데이터의 분산 정확도향상에 관한 연구" 서울대학교 박사논문  
1991.8, pp.95-113
6. John R. Jensen, "Introductory digital image processing", Prentice Hall, 1987, pp. 104  
- 120
7. Foley, James D.etal, "COMPUTER GRAPHICS Pricples and Practice" 2nd ed., addison -  
wesley" , 1990, pp.65-78
8. Lillesand T.M. and R.W.Kiefer, "Remote Sensing and Image Interpretation", 2nd ed.,  
John Wiley & sons. 1987, pp.120-140
9. Stephen J. Walsh, "Spatial and biophysical analysis of alpine vegetation through  
Landsat TM and SPOT MX/PAN data", ACSM/ASPRS(2) ASPRS Technical Paper, 1993, pp. 1-10
10. Peggy Agouris, Toni Schenk "Automatic Processing of image blocks", ACSM/RSPRS(3) ASPRS  
technical Paper, 1993, pp. 11 - 20
11. Ralph W Klefer, Thomas M. Lillsand, Paul R. Wolf, David F. Mezerara, 1993,  
"Development of modular courses for remote sensing, Photogrammetry, and LIS/GIS  
instruction", ACSM/ASPRS(2) ASPRS Technical Paper, 1993, pp.157-170
12. 유복모, 이현직, "전처리수진에 따른 SPOT위성사진의 정확도 분석에 관한 연구", 한국측지학  
회지 제9권 제1호, 1991, pp.83-96