

위성영상 관련 입체도시시스템 개발에 관한 연구

A study of Satellite Image-Based Stereoscopic Vision System

김감래¹⁾ · 김훈정²⁾ · 김주용³⁾

Kim, Kam Rae · Kim, Hoon Jung · Kim Ju Young

¹⁾ 명지대학교 토목환경공학과 교수 · 공학박사(E-mail : kam@mju.ac.kr)

²⁾ 명지대학교 대학원 토목환경공학과 박사과정(E-mail : giskim@koreageomatics.com)

³⁾ 명지대학교 대학원 토목환경공학과 석사과정(E-mail : sayqop@nate.com)

요 지(Abstract)

It does not exist almost that Most satellite image has both high spectral and spatial resolution. In order to apply the satellite image for to be actual, we need numerical and analytical technique development to improve the resolution. Specially in the function of solid illustration, we represent the solid image through the image generation to solid screen. The main function includes magnification, reduction, screen center movement, Panning, territory magnification. The method to process the image includes histogram and contrast modulation. Afterwards, we will develop the function includes 3-dimension cursor to control the elevation position and calculate the ground coordination automatically. There is the layer control includes the representation and the edition of 3D vector, extraction the Z value by On the Ground and digital elevation.

1. 서론

국내 위성영상 시장은 세계 위성시장 규모에 비해 미비한 상태에 머물러 있는 상태로, 아리랑 2호의 개발에 따라 위성 개발이 가속화될 전망이며 이에 따라 획득된 고해상도 위성 영상을 활용한 기술 개발에 투자할 필요성이 증대되었다.

대부분의 위성 영상은 분광 해상도와 공간 해상도 모두가 높은 경우는 거의 없다. 따라서 위성영상을 실제 응용하기 위해서는 이 두 가지를 모두 높이기 위한 멀티 센서 데이터를 합성하기 위한 수치해석적인 기술 개발이 요구되고 있다. 특히 도시 지역의 경우 구조물의 형태를 구분하는 것이 중요하므로, 공간적 분광 특성을 식별하기 위해, 분광 해상도가 높은 다중 영상과 공간해상도가 높은 전경 영상의 합성은 매우 유용한 정보를 제공하게 된다.

영상 융합 기술은 SPOT Panchromatic(10m) 등의 고해상도의 위성영상은 대부분 흑백 영상이므로 색상이 다양하지 못하여, 판독할 수 있는 정보가 한정적일 수밖에 없다. 반면에 SPOT MultiSpectral, Landsat TM 등과 같은 다중분광 위성영상은 비록 해상도는 낮지만 다양한 파장대의 여러 밴드로 구성되므로, 산악지역, 농경지, 강하천, 연안지역 등 각종 지형지물의 상태를 보여주는 다양한 색상을 제공한다. 영상 모자이크 기술은 각 위성의 관측폭(Swath)으로 인해 대상 지역에 대하여 다수의 Scene으로 구성되는 위성영상은 서로 중첩하여 하나로 합치는 과정이 요구되어지는데 영상 집성을 위해 대상 자료들은 원시 위성영상 구입 시 인접부위에서 중첩되도록 하였다. 영상 집성시 색상차를 줄이기 위해 촬영시기가 동일한 영상을 선택해야 하지만, 대상지역의 최신 영상을 구입하기 위해 일부 영상은 서로 다른 촬영시기의 것이 선택된다.

현재 국내에서는 이러한 영상융합, 영상모자이크, 입체도시 기술들이 포함된 시스템을 개발할 필요성이

크게 대두되고 있다.

2. 위성영상 관련 입체도시 시스템

2.1 시스템 개요

입체시는 동일한 대상을 찍을 두장의 사진을 양쪽 눈에 각각 한 사진을 동시에 볼 때 3차원 "모델"이 만들어지는 현상을 지칭하는 말로서 이 입체모델은 가상의 현상으로 물리적인 실체는 아니지만 쌍안시에 결부되어 있는 정상적인 처리과정에 의해 뇌에서 형성되는 것이다. 이때 깊이에 대한 인지는 대상물의 크기, 원근감, 폐색, 시차의 이동 및 눈의 초점 변화에 의해 일어난다. 깊이의 자극의 종류에는 이중영상(Double images), 수렴(Convergence)을 들수 있으며, 이 자극을 이용하여 형성된 입체모델에서 깊이를 인식할 수 있고, 모든 3차원 측정이 가능하다.

위성 영상은 입체영상 모델링을 통해 생성된 입체 영상으로 변환하여 3차원 입체영상으로 보여주는 기능이며, 위성 영상이 아닌 일반영상도 중첩된 부분이 있는 다른 각도에서 찍은 영상으로도 입체영상으로 볼 수 있고 3차원 입체영상을 모니터 상에서 구현해야 하므로 하드웨어 부분과 소프트웨어 부분으로 구성이 이루어진다.

2.2 시스템 구축

본 연구에서는 위성 영상들을 GeoTIFF 포맷으로의 변환을 통해 sxk 시스템과 호환이 가능하도록 하는 것이고, 일반 영상에서 적용되는 영상처리 기술들을 위성영상에 적용되도록 알고리즘을 개발하고, 입체시 영상을 입체화면으로 도시하는 기술을 개발하였다. 또한 영상 모자이크 기술 개발을 통해 지역 규모가 작은 영상을 접합선 부근에서 부자연스러운 화소 값들이 발생하지 않는 범위에서 하나의 영상으로 접합하고, 다른 시기에 촬영된 영상이나 기타 이유로 노이즈가 발생한 영상들을 하나의 영상으로 접합하는 하였으며, 추후 백터 및 수치표고 데이터와 결합하여 홍수 등 재해 방지 및 관리시스템 개발 등 응용 소프트웨어 개발 활용을 목표로 한다.

2.2.1 시스템 개발 환경

본 연구에서는 PC 기반의 입체도시 시스템을 개발하기 위하여 설계툴로서는 그림 1과 같이 Rational Rose를 사용하였으며 개발 툴로서는 그림 2와 같이 Microsoft사의 Visual C++ 6.0을 사용하였다.

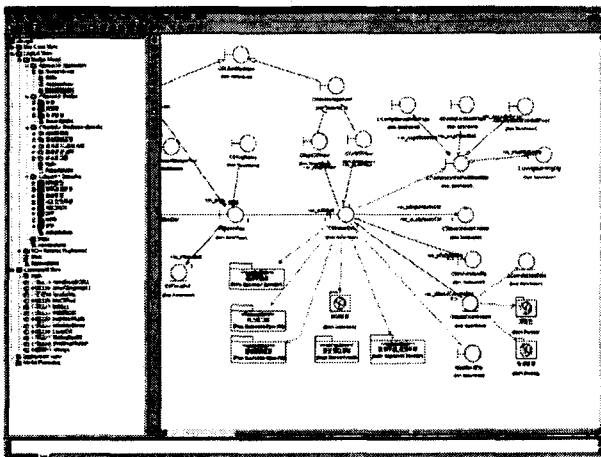


그림 1 Rational Rose 설계환경

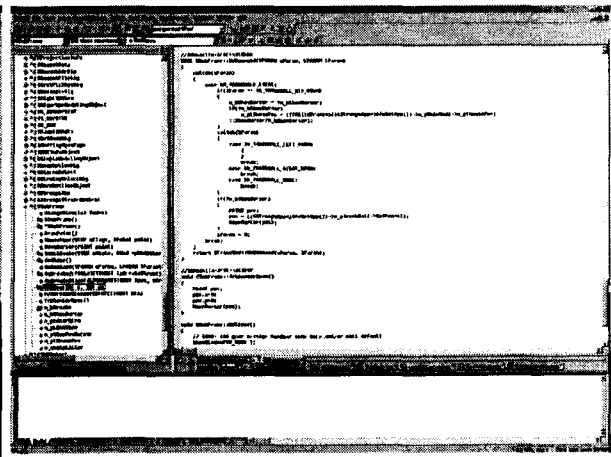
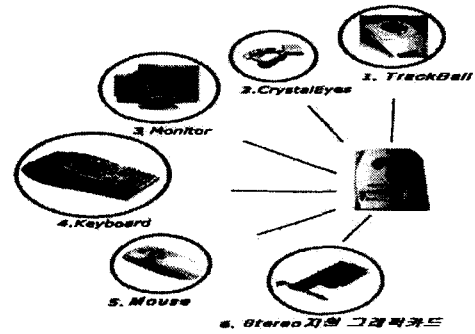


그림 2 Visual C++ 6.0 개발환경

또한 하드웨어 사양 및 구동 환경은 다음과 같으며 그림 3은 하드웨어 구성 요소이다.

- Intel Pentium CPU P3 866Mhz (P4 1.4GHz)
- RAM 512MB (RAM 1G)
- 21인치 : 삼성 싱크마스터 1100p (120Hz)
- 21인치 : Sillicon Graphics(SONY)
- 그래픽 카드 : 3Dlabs Oxygen GVX420(128M)
- 트랙볼 B-5XX9P
- 편광 모니터(Z2000i Zscreen) + 편광 안경



2.2.2 입체도시 시스템 개발

본 연구에서는 OpenGL상의 Stereo Buffering을 사용하여 입체도시를 렌더링 하였으며, 렌더링은 싱글 버퍼 모드에서는 1개의 컬러 버퍼를, 더블 버퍼 모드에서는 2개의 컬러 버퍼를 추가로 제공하여 왼쪽과 오른쪽 눈 스크린 이미지를 생성한다. 각 눈(eye)에 대한 알맞은 관측위치(viewing position)를 지정하여 제대로 된 3차원 이미지를 생성할 수 있으며, 보통 몇 인치(inch) 띄움으로써 각 눈 사이의 거리를 나타낸다.

대부분의 pc용 그래픽 카드에서는 스테레오 버퍼링을 지원하지 않고 있다. 앞면 혹은 뒷면 버퍼를 지정하는 것 외에, GLDrawBufer 함수를 사용하여 왼쪽 혹은 오른쪽 눈 버퍼를 선택할 수 있으며, 그림 4는 입체도시 시스템의 원리를 나타낸 그림이다.

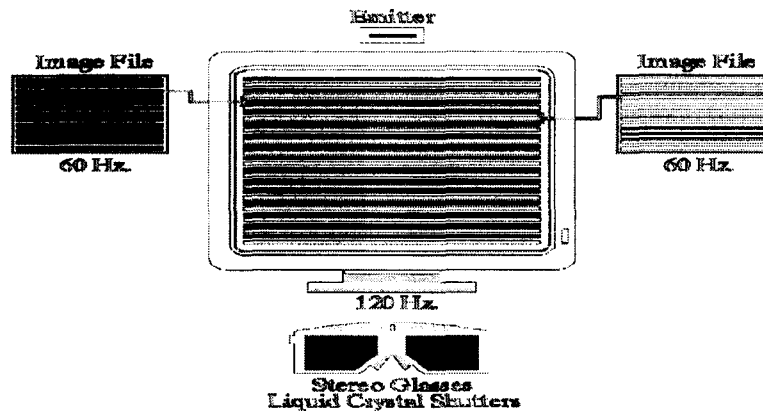


그림 4 입체도시 시스템의 원리

또한 On the Ground의 Z값을 추출하기 위하여 트랙볼의 볼을 하나의 원으로 보았을 때 호의 길이와 임의의 Z값을 생각하여 사용자가 굴린 트랙볼의 각도를 구하고 그 각도에 맞는 현의 길이를 구한 후 최종적으로 우리가 구하려는 z값을 구하였으며 Z값 추출식은 다음과 같다.

$$\cos\phi = \frac{2r^2 - d^2}{2r^2} \quad (\text{Cosine 제2법칙}) \quad 2\pi : \theta = 2\pi r : l, \quad \theta = \frac{l}{r}$$

$$2\pi r : 1000 \cdot Rat = l : z, \quad l = \frac{2\pi r \cdot z}{1000 \cdot Rat}$$

(1000은 트랙볼 1바퀴당 가지는 Z 값이 1000이라고 임의로 설정한 값)

$$\cos\left(\frac{2\pi \cdot z}{1000 \cdot Rat}\right) = \frac{2r^2 - d^2}{2r^2}$$

$$d = \sqrt{2r^2 \left(1 - \cos\left(\frac{2\pi \cdot z}{1000 \cdot Rat}\right)\right)}$$

$$\therefore z = \frac{500 \cdot Rat \cdot A\cos\left(\frac{2r^2 - d^2}{2r^2}\right)}{\pi}$$

(단, Rat는 확대 축소 비율)

수치표고 파일의 Z값 추출에서는 보이는 하나의 픽셀값이 Z(표고)값을 의미하며 따라서 수치표고 파일이 가지는 지상좌표를 가지고 z값을 추출하였다.
 현재 지상좌표가 가르키는 Row와 Column 값을 찾아내고 그때의 Row와 Column 값을 가지고 표고값을 추출하였다.
 매칭을 이용한 z값 추출은 상관계수를 이용한 매칭을 사용하였다.

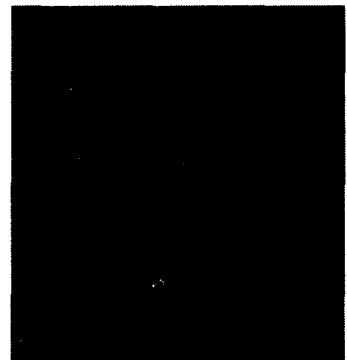
2.3 개발결과 및 평가

본 연구 결과에 대하여 평가를 위한 공인 기관 자료는 국내에 없는 실정으로 본 시스템 평가를 위해서는 타사 시스템과의 비교 평가를 통해 수행하였다.
 평가를 위한 타사시스템의 제원은 첫 번째, 헬레바, 두 번째 ER Mapper, 세 번째 ERDAS를 사용하였으며, PC 사양은 Pentium III 1GHZ, Graphic Card(1024*768*32bit), RAM(512Mb), HDD(30GB)을 사용하였다.

또한 평가를 위한 입력 영상제원은 다음과 같다.

■ SPOT PAN

Identification of the Satellite : SPOT3
 Spectral mode of Acquisition : PAN
 Date and Time of the Center : 1995/04/04 02:39:41
 Product Size : 6000lines * 6000pixels
 Pixel Space : 10m
 Incident angle : 3.6



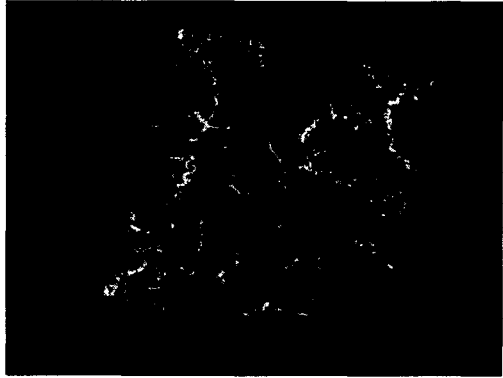
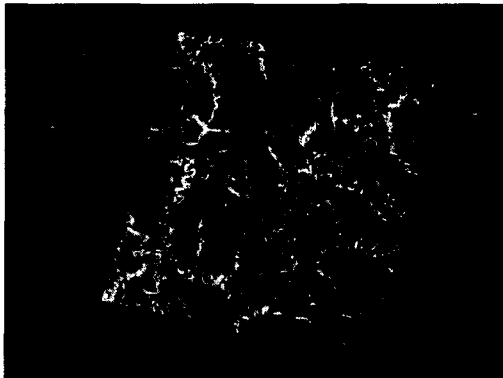
■ SPOT XS

Identification of the Satellite : SPOT2
 Identification of the instrument : HRV2
 Spectral mode of Acquisition : XS
 Interleaving Indicator : BIL
 Number of Spectral Bands : 3
 GRS Designator : 305277
 Date and Time of the Center : 2000/10/04 02:29:37
 Product Size : 3000lines * 3000pixels
 Pixel Space : 20m
 Incident angle : -3.6



입체도시 수행 결과는 여색입체시의 결과 편광입체시의 결과로 다음과 같이 도출되었다.

평가항목	개발시스템 결과화면	평가시스템 결과화면
여색입체시		

평가항목	개발시스템 결과화면	평가시스템 결과화면
평광입체시		

3. 결론 및 향후과제

위성영상 관련 입체도시 시스템을 개발하였다. 입체도시 기능에 있어서 PC기반 시스템의 입체시로서 입체시 영상 생성을 통해 생성된 입체시 영상을 입체 화면으로 도시하고, 주요 기능으로는 영상의 입체시, 확대, 축소, 화면 중심 이동, Panning, 창 크기, 영역 확대 기능 등을 개발하였으며, 입체시 영상간의 히스토그램 스트레칭, 평활화, 대비조정기능을 구현하였다. 현재 개발 완료된 처리 시스템의 상용화를 위해서는 뷰어의 속도가 기존 타 시스템보다 빠르거나 같아야 하는데 현재 벡터자료를 도시할 경우 속도 저하 요인이 발생하여 과부하 여부 및 메모리 사용 여부파악을 통해 개선하여야 한다. 또한 현재 우리나라 국가 타원체 및 좌표계, 국가간 공인 좌표계까지는 변환이 가능하나 다른 타 국가에서 사용할 시스템으로 발전하기 위해서는 대상지역에 대한 국지좌표계변환 모듈도 포함되어야 하므로 이는 단계적인 모듈구현을 통해 개선해 나가야 할 점이며, 본 연구의 한계는 영상처리 제작이 아닌 처리용 시스템이므로 제작용으로 발전시킴으로서 국가 경쟁력 강화, 시스템의 사용성 증대, 시스템의 기능을 강화시켜야 할 것이다. 본 연구를 기반으로 하여 외국 시스템에 전적으로 의존하고 있는 국내 현실을 탈피하여 국내의 기술을 기반으로 한 국산 소프트웨어를 개발하고, 국내에 보급함으로써 외화유출을 방지하고 국내의 소프트웨어 개발 기반을 다질 수 있는 개기를 마련하였다. 나아가 추후에는 3차원 커서를 도시하고, 제어하는 기능, 상관 매칭 기법을 이용한 3차원 커서의 표고 위치 자동 조정 및 자동 지상 좌표를 계산하는 기능, 레이어 관리로서 영상, 수치표고, 벡터에 대한 중첩 도시 기능, 3D 벡터 도시 및 편집 기능, On the Ground에 의한 Z값 추출, 수치표고에 의한 Z값 추출, 트랙볼 컨트롤 기능 등 까지도 개발할 예정이다.

참고문헌

- 유복모, Toni Shenk, (2001), 현대디지털사진측량학, 문운당
 김원대, (2003), 수치사진측량, 동인문화사, pp. 203-230
 Schenk, T., Li, J. C., and 썬소, C., (1991), Towards an Autonomous System for Orienting Digital Stereopairs, P. E. & R. S., Vol. 57, No. 8, pp1057-104
 하여호, 임재권, 남재열, 김용석, (1998), 디지털영상처리, 그린출판사, pp316-408
 Sonka, Hlavac, Boyle, (2001), Image Processing Analysis and Machine Vision, PWS, pp508-640