

# 충주댐 수몰지구의 3차원 영상복원 기법에 관한 실험적 연구 A Experimental Study on the 3-D Image Restoration Technique of Submerged Area by Chung-ju Dam

연상호<sup>1)</sup>

Yeon, Sang Ho

## Abstract

It will be a real good news for the people who were lost their hometown by the construction of a large dam to be restored to the former state. Focused on Cheung-pyung around where most part were submerged by the Chungju large Dam founded in early 1980s, It used remote sensing image restoration Technique in this study in order to restore topographical features before the flood with stereo effects. We gathered comparatively good satellite photos and remotely sensed digital images, then its made a new fusion image from these various satellite images and the topographical map which had been made before the water filled by the DAM. This task was putting together two kinds of different timed images. And then, we generated DEM including the outskirts of that area as matching current contour lines with the map. That could be a perfect 3D image of test areas around before when it had been water filled by making perspective images from all directions included north, south, east and west, for showing there in 3 dimensions. Also, for close range visiting made of flying simulation can bring to experience their real space at that time. As a result of this experimental task, it made of new fusion images and 3-D perspective images and simulation live images by remotely sensed photos and images, old paper maps about vanished submerged Dam areas and gained of possibility 3-D terrain image restoration about submerged area by large Dam construction.

Keywords : Image Restoration, DEM, Perspective Image, Cheung-pyng lake, Chung-ju Dam, Simulation

## 요 지

다목적 대형 댐의 건설로 수몰된 과거의 삶의 공간을 20년이 지나서 다시 복원한다는 것은 그곳에 살던 실형민에게는 참으로 반가운 소식이다. 본 연구에서는 1980년대 초에 완공된 충주댐으로 인하여 물 속에 잠긴 청풍 지구를 수몰이전의 입체 지형 공간적으로 원형복원하기 위한 원격탐사 기법을 적용한 것이다. 비교적 해상도가 좋은 인공위성 사진자료와 원격탐지된 디지털 영상자료를 수집하고, 수몰 직전에 제작된 지형도를 이용하여 위성 영상자료의 통합 적용하여 수몰이전의 지형공간정보를 현재시간으로 영상 복원하는 실험을 한 것이다. 이를 위하여 지형도에서 추출한 등고선과 현재의 등고선과의 접목을 통하여 청풍 주변지역을 중심으로 당시의 수치표고모형을 생성하였다. 또한 이를 입체적으로 보여주기 위한 투시조감도를 각 방향에서 생성함으로써 수몰이전의 아름다운 모습을 3차원적으로 영상복원 하였다. 좀 더 가깝게 수몰마을을 보기 위한 근접 비행 시뮬레이션 동영상을 제작하여 과거 기억 속의 고향을 찾아볼 수 있도록 한 것이다. 이러한 실험적인 연구 결과로 새로운 퓨전 영상의 생성에 의한 3차원 투시조감도의 생성과 근접방문이 가능한 비행시뮬레이션에 의한 과거 수몰된 댐 유역의 지형에 대한 영상복원이 가능하도록 하였다.

핵심용어 : 영상복원, DEM, 투시조감도, 청풍호반, 충주댐, 시뮬레이션

## 1. 서 론

현재 우리가 청풍면 일대에 가면 커다란 호수와 주변의

아름다운 경관에 감탄사를 부른다. 주변에는 이미 청풍 문 화재단지와 대형호텔, 드라마 촬영 세트, 국내 최대의 수경분수, 수상 비행기, 콘도 등이 들어서 있는 관광레저 리

1) 세종대학교 건설공학부 토목공학과 교수(E-mail:yshkge@hanmail.net)

조트 지역으로 크게 변모되어 가고 있음을 실감할 수 있다. 그러나 이곳은 오랜 역사동안 淸風明月의 중심지로서 유구한 문화유산을 간직해오던 유서 깊은 곳이라는 것을 상기한다면 과거의 모습을 기억하는 실향민에게는 참으로 가슴 시린 곳이기도 하다. 1985년에 충주댐의 완공으로 담수가 시작되면서 11면 101마을의 7,105가구가 수몰되면서 약 38,000 여명의 인구가 다른 곳으로 이주하게 된 것이다(충주댐 수몰 마을사, 1991).

당시 이곳에 살던 마을 사람들은 인근 이주마을이나 다른 곳으로 이사를 갈 수 밖에 없었고, 지금은 물속에 잠겨 버린 옛 고향을 꿈속에서만 볼 수 있게 된 것이다. 따라서 이러한 과거의 생활공간을 현실의 컴퓨터 영상공간에서 당시의 형상대로 3차원으로 복원한다는 것은 매우 뜻 깊은 일임에 틀림없다. 이를 위하여 먼저 수몰당시의 자료를 찾아 관련 관공서, 수자원공사, 건설회사, 기타 지역문화센터를 방문하여 관련 문서와 사진을 입수하여 정리하였고, 1985년 이전의 지적도 및 지형도 등의 국내 자료를 구입하여 살펴본 다음 당시의 원격탐사 관련 위성사진과 디지털 영상을 검색한 것이다. 본 연구는 현재의 공간에 사라져간 과거의 지형공간의 내용을 영상 복원한다는 목표를 두고 가능한 자연 색의 칼라영상복원과 3차원 입체영상복원에 의한 실제 지형공간으로의 접근을 통한 비행시뮬레이션까지를 연구목표로 하였다.

## 2. 연구대상지역 분석 및 자료준비

연구대상지역은 과거에 제원군의 행정 소재지로서 5개 면으로 되어 있었으나, 1995년 시군 통합으로 제천시에 편입되었다. 전체 수몰된 경지면적은 논, 밭, 대지, 임야 및 기타에서 11,907천평에 61개의 행정리동으로 조사되었고 제천시의 수몰된 총 면적은 충주댐 전체 수몰지역의 50% 이상을 차지하고 있다(충주댐 수몰 마을사, 1991).

본 연구를 위하여 수몰이전의 지형도와 당시의 마을사진, 관련 자료집을 조사하고 수집하기 위하여 이 지역에 대한 원격탐사 항공사진, 위성사진, 위성영상을 조사하기 위하여 관련기관에 요청하였다. 당시 건설된 충주댐의 발주자이며 관리자인 수자원공사 충주지부를 방문하여 청풍면 일대의 자료를 찾아보았으나 대부분 충주댐공사 주변의 지형과 사진 자료만 있을 뿐 수몰 예정지였던 대부분의 마을에 대하여는 전무한 상태였다. 관련 행정소관인 제천시에도 수몰 마을사의 일부 자료집만 있을 뿐 당시의 문서와 지형도 및 사진 등을 상세히 얻어낼 수가 없는 실정이었다. 청풍문화재단지내에 건축된 수몰박물관에서 바라본 모형과 국립지리원에서 1984년 발행한 1/50,000축척의 지형도를 근거로 하여 대상지역에 대한 영상복원을 위한 기초적인 작업을 시작하였다(그림 1, 그림 2).

우선 사용가능한 마을사진을 동리별로 구분하여 수몰전과 후의 지형도를 비교 절출하고 그 당시의 마을사진을 칼라 스캔하여 사진으로 보는 마을로 정리하였다(그림 3, 그림 4). 각 동리별로 정리한 자료집을 참조로 마을의 영상이 보여 질수 있도록 추후에 만들어진 위성사진 및 영상과의 통합편집을 고려하였다. 본 연구에서는 가장 많은 면적과 가옥이 수몰된 청풍면을 대상으로 하여 집중적인 분석으로 우리가 원하는 3차원 영상복원의 과정과 결과를 최대한 보여줄 수 있도록 하였다.

원격탐사 영상자료의 수집을 위하여 우선 1985년 이전에 촬영된 당시의 유일한 인공위성이었던 미국 NASA에서 1984년 2월에 촬영한 LANDSAT 3호에 탑재한 TM센서의 7개 밴드의 디지털 이미지를 서울대학교 공간정보연구실로부터 입수하였고, 다음으로 1969년 NASA에서 촬영한 코로나 위성사진의 정보를 입수하여 연구 대상지역을 포함한 일부영상을 추출하여 사용하였다. 또한 이를 간접적으로 확인할 수 있는 수몰이후의 LANDSAT 4호의 TM 영상과 최근에 촬영된 IKONOS 1호 영상을 참조영상



그림 1. 청풍면 물태리 (1984년)

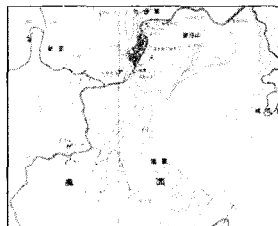


그림 2. 청풍면 물태리 (1998년)

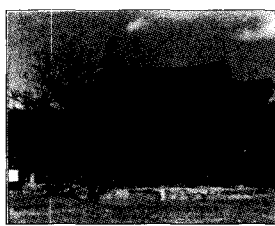


그림 3. 청풍면 읍리 (한벽루)

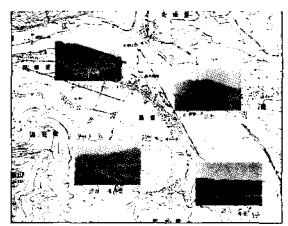


그림 4. 수몰이전의 지도와 당시 마을사진

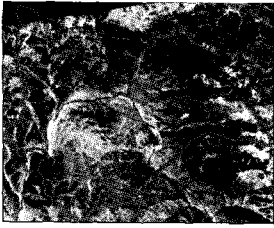


그림 5. CORONA 영상  
(1969년)

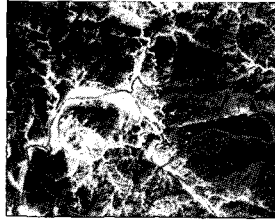


그림 6. LANDSAT 영상  
(1984년)

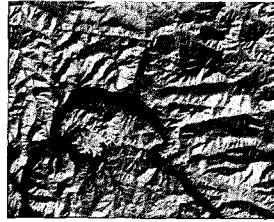


그림 7. LANDSAT 영상  
(1991년)

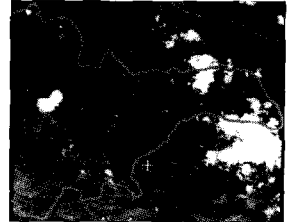


그림 8. IKONOS 영상  
(2002년)

으로 이용하였다(그림 5, 그림 6, 그림 7, 그림 8). 아래 그림에서 적색선은 당시의 행정구역이었던 청풍면의 행정 경계를 표시하고 있다.

### 3. 정밀기하보정 및 재배열 비교

UTM 좌표계인 랜셋 1991년도 영상을 수치지형도를 이용하여 'Image-to-Vector' 방법으로 보정을 하였고, TM E002 투영법으로 보정된 랜셋(1991년)영상과 랜셋(1984년) 영상은 'Image-to-Image' 방법을 사용하여 보정하였다. 다음으로 Image-to-map의 방법으로 1차 기하보정된 코로나 영상을 2차로 기하보정된 랜셋 1984년 영상을 이용하여 'Image-to-Image' 방법으로 기하보정을 하였다(윤근월 등, 2003). 영상의 재배열은 최근린내삽법을 이용하였다.

### 4. 칼라합성 영상생성 및 최적 퓨전 영상 선정

우선적으로 수몰지역에 대한 기초자료인 수몰이전의 확인된 정보인 지형도를 이용하여 수몰지역의 표고인 해발 80m부터 150m 사이의 등고선을 분리하여 추출하기로 하

였다. 이를 위하여 국토지리정보원에서 복사해온 흑백지형도를 도면 스캐너에서 스캔하여 분리를 시도하였으나 등고선의 식별이 어렵고 그래픽소프트웨어에서 수정편집이 불가하여 이를 포기하고 다시금 신청하여 수일간 빌려온 지형도 원본을 작은 칼라스캐너로 수십 개를 나누어 스캔하여 작게 만들어진 이미지 파일에서 등고선을 식별하여 수정 편집하는 것으로 하였다. 여기서 얻어진 등고선을 모두 접합하여 하나의 연속된 등고선 파일로 만들고 기존의 수치지도의 등고선과 연결하는데 성공하였다. 그 외에도 수몰 직전의 건물정보와 도로정보도 직접 지도로부터 수집하여 후에 만들어질 복원영상과 비교하였다(그림 9, 그림 10).

1969년에 촬영된 코로나 위성사진은 단밴드 사진을 스캔하여 얻어진 흑백 이미지 파일로서 약 5-10m의 지상분해능을 가질 수 있는 것으로 판단되었다. 그리고 LANDSAT TM은 약 28.5m의 지상분해능의 다밴드 영상이므로 이를 합성하여 퓨전영상으로 만들어 낼 수 있다면 적어도 10-15m의 시각적 분해능이 가능하리라 판단되어 두 가지의 서로 다른 시기의 데이터를 하나의 데이터 포맷으로 만들어 합성영상을 만들기로 했다. 이를 위하여 가장 어려운

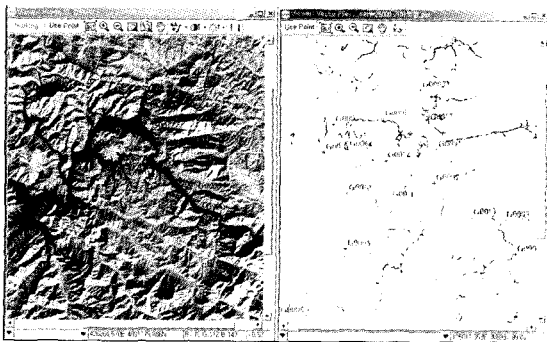


그림 9. Image-to-Map rectification

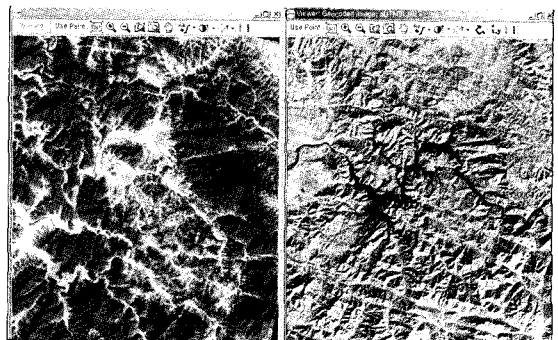


그림 10. Image-to-Image Rectification



그림 11. DEM

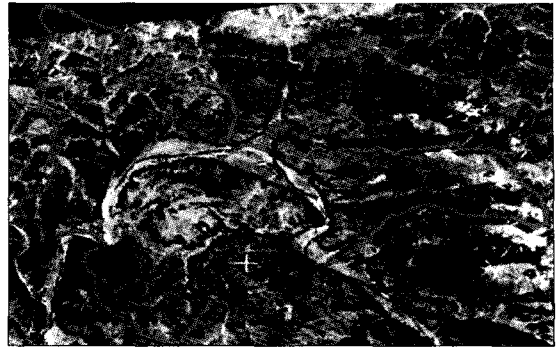


그림 12. 수몰전 도로 및 주택

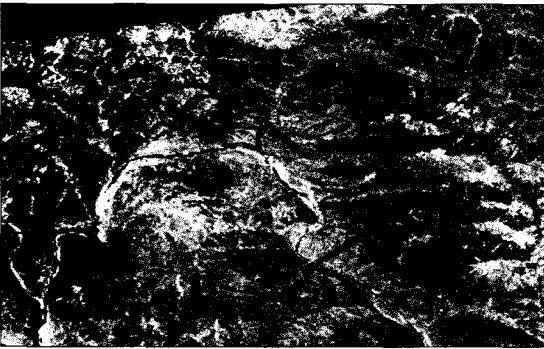


그림 13. 퓨전영상 1



그림 14. 퓨전영상 2

문제는 두 가지 모두 촬영 당시의 미보정된 왜곡영상이므로 이를 지도좌표에 맞는 최소의 위치오차를 가진 이미지 맵으로의 정밀기하보정이 선행되어야 한다는 것이다. 특히, 코로나 위성사진은 촬영당시의 아무런 위성관련 정보가 없으므로 위성자세 및 기상조건에 대한 상호표정이 불가능하기 때문에 직접적으로 보정할 수 없으며, 지상기준점을 통한 모델링을 통하여 영상의 왜곡을 보정(손흥규 등, 2002 ; 이영란 등, 1998) 할 수 있다. 여기서는 이의 자세한 보정과정은 다루지 않기로 하고 정밀기하보정된 코로나 영상과 TM 영상과의 영상합성 후에 생성된 퓨전영상만을 언급하였다. 약 15년의 시간차가 있는 픽셀 해상도가 전혀 다른 두 가지 영상정보가 합쳐져서 하나의 또다른 영상을 만들어내는 일은 새로운 퓨전 영상의 생성하였다. 이를 위하여 몇 가지 새로운 실험을 실시하였으며, 그에 대한 결과는 아래 퓨전 영상(연상호 등, 2003) 으로 나타내었다(그림 11, 그림 12, 그림 13, 그림 14).

퓨전1은 코로나69와 TM의 1/2/3 밴드의 합성영상이고, 퓨전2는 코69와 TM의 1/3/5 밴드의 합성영상이며, 퓨전3

은 코69와 TM의 1/2/7 합성영상이고, 퓨전4은 코69와 TM의 1/3/7의 합성영상의 결과이다.

본 연구에서는 수몰이전의 지형과 마을의 형태를 가장 잘 보여주는 자연색의 퓨전3의 영상으로 결정하여 이후에 이루어진 3차원 입체영상의 최적의 퓨전영상으로 선정하였다.

## 5. 3차원 조감도 생성 및 시뮬레이션

3차원 투시조감도의 영상을 얻기 위해서는 사용해야할 최적영상과 DEM의 데이터를 사전에 확인하여 가능한 완벽한 자료를 이용(연상호 등, 2003) 해야 한다는 것이다. DEM의 정보를 2차원적인 퓨전 영상에 매칭 할 시에는 픽셀의 해상도와 DEM의 정도가 거의 비슷해야하고 표현하고자 하는 표고의 상대적인 높이가 너무 작거나 커서는 원하는 투시조감도를 생성할 수 없다는 것이다. 본 연구에서는 수평면과 연직의 대비를 몇 가지 실험을 거쳐 약 5:1로 하였으며 이는 지형의 조건에 따라 다르게 설정해야 한다.

투시해보고자 하는 각도와 방향도 올바르게 설정하여야 하며 특히 대상지역이 가지고 있는 기준투영이 다르기 때문에 이를 잘 확인하여 조건을 설정하고 원근각과 경사각도 적절히 고려하여 설정한 다음 3차원 렌더링을 실시해야 한다.

본 연구에서 나타난 청풍면에 대한 최종 3차원 조감도를 동서남북의 4개 방향에서 투시하여 다음의 영상으로 제작

하였다(그림 15, 그림 16, 그림 17, 그림 18).

조감도1은 동쪽 방향에서 약 60도의 원근각과 30도의 경사각으로 서쪽으로 조망하여 본 것이며, 조감도2는 서쪽 방향에서 약 60도의 원근각과 25도의 경사각으로 동쪽으로 조망하여 본 것이고, 조감도3은 남쪽 방향에서 약 60도의 원근각과 35도의 경사각으로 남쪽으로 조망하여 본 것이고, 조감도4는 북쪽 방향에서 약 60도의 원근각과 30도



그림 15. 퓨전영상 3

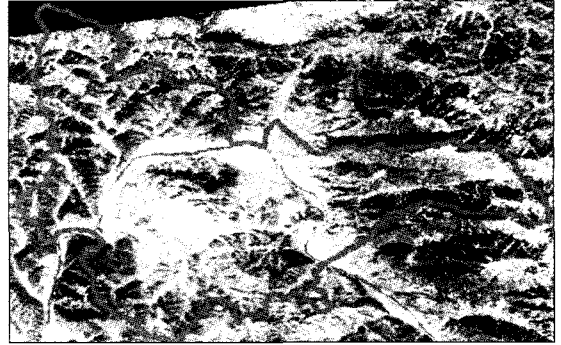


그림 16. 퓨전영상 4

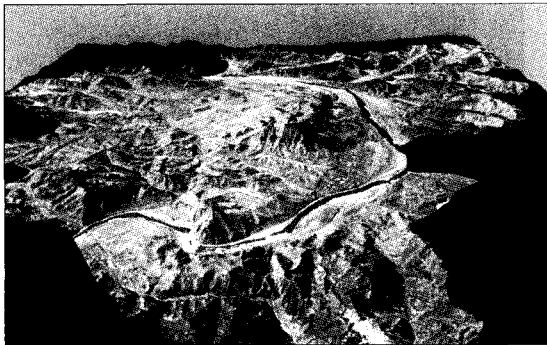


그림 17. 조감도 1

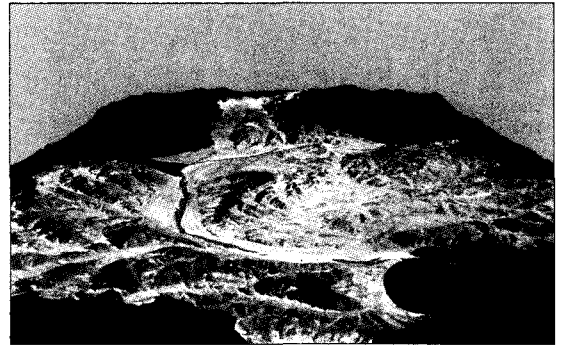


그림 18. 조감도 2

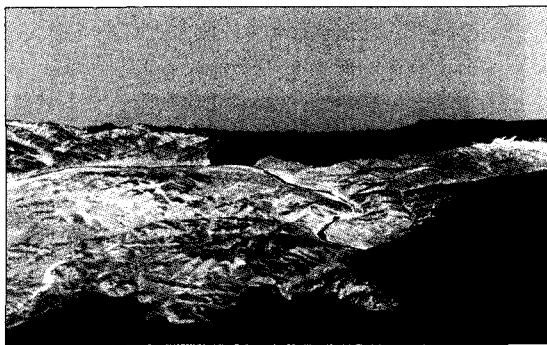


그림 19. 조감도 3

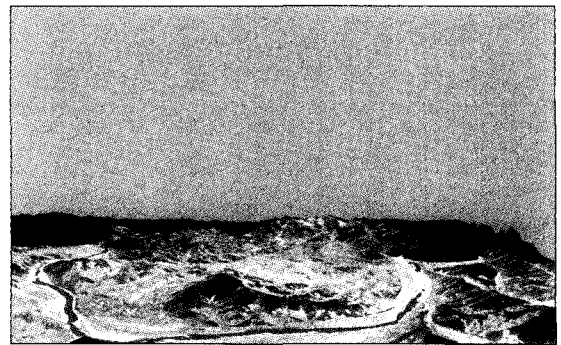


그림 20. 조감도 4

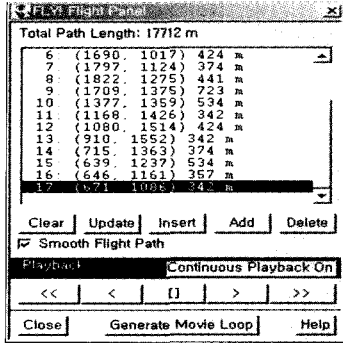


그림 21. 비행경로 설정(1)



그림 22. 비행경로 설정(2)



그림 23. 동영상 초기화면

의 경사각으로 남쪽으로 조망하여 본 것이다.

다음으로 3차원 동영상 시뮬레이션을 위하여 3차원 투시조감도에서 이용한 DEM과 최적 뷰전 영상을 가지고 비행을 위한 조건인 속도변화, 높이변화, 경사변화를 부여하여 비행코스를 지정하여야 한다. 본 연구에서는 수몰된 하천유역을 중심으로 각 마을을 따라 비행경로를 설정하였고, 가능한 청풍면 일대를 두루 연계하여 코스선정 지점의

조건에 따라 속도와 높이 및 방향과 경사를 달리하여 접근 가능하도록 하였다(그림 19, 그림 20, 그림 21).

## 6. 평가 및 결론

본 연구는 사라져간 과거의 수몰된 마을들을 원격탐사 자료들을 활용하여 입체적으로 영상 복원하고자 시도한 실험연구로서 매우 만족할 만한 성과를 얻었다.

1. 초기에 기대할 수 없었던 새로운 정보를 적외선 7번 채널을 통해 뷰전영상을 생성하여 가장 자연색에 가까운 영상을 찾아내었다. 즉, 원색에 가장 근접한 자연색 영상을 복원하기 위해서는 우리 눈으로 감지할 수 없는 적외선 파장대역을 필수로 선택하여 비교 검증하여야 훨씬 효과적인 자연색의 3차원 영상의 복원이 가능하였다.

2. 수몰이전의 고해상도 위성 단밴드 사진과 저해상도 멀티밴드 영상의 칼라합성의 정확도 평가를 위하여 본 연구에서 사용한 중축척 1/25,000은 지형도 및 주제별 자료와의 분석을 하였으며, 이를 보완할 수 있는 모든 과거 자료에 의해 선별 편집하여 영상과의 연계로 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

3. 원색에 가장 근접한 자연색 영상을 복원하기 위해서는 우리 눈으로 감지할 수 없는 적외선 파장대역을 필수로 선택하여 비교 검증하여야 훨씬 효과적인 자연색의 3차원 영상의 복원이 가능하다는 것이다. 이는 다양한 채널영상 수집이 가능한 하이퍼 스펙트럴의 센서정보의 적용이 필요함을 확인하였다.

4. 2차원적인 정보보기에서 3차원 입체영상으로의 복원을 각 방향에서 접근할 수 있는 투시 조감도로 복원하였고, 우리가 원하는 지점으로의 근접될 수 있는 여러 실험과정을 통하여 수평면과 연직의 대비를 몇 가지 실험을 거쳐 약 5:1로 하였으며 이는 지형의 조건에 따라 다르게 설정하여야 하며, 비행시뮬레이션을 위한 코스선정 지점의 조건에 따라 속도와 높이 및 방향과 경사를 달리하여 접근하여야 최적의 입체감을 얻어낼 수 있었다.

## 참고문헌

- 손홍규, 김기홍, 유복모 (2002), 코로나 KH-4B 영상의 기하보정, 한국측량학회 추계 학술대회 논문집, pp. 107-110.
- 안철호, 연상호 (1991), 리모트센싱과 GIS 통합 및 그 적용기법에 관한 연구, 한국측량학회지, 제 9권, 제 1호, pp. 97-111.
- 연상호 (2000), 수치정사 사진제작을 위한 DEM 생성 및 추출기

- 법에 관한 실험적 연구, 한국지리정보학회 춘계학술논문집, pp. 159-166.
- 연상호, 이상석 (1994), GIS개론 및 실습, 한울아카데미.
- 연상호, 조명희, 이진덕 (2001), 원격탐사입문, 구미서관, pp. 94-101.
- 연상호, 최기정 (2002), 고속도로 노선선정에서의 입체지형분석을 위한 영상조감도 생성에 관한 연구, 한국지리정보학회지, 제 5권, 제 3호, pp. 1-8.
- 연상호, 홍일화 (2003), 제천시 영상조감도 생성 및 3차원 시물레이션 기술개발에 관한 연구, 한국측량학회지, 제 21권, 제1호, pp. 45-51.
- 유복모, 토니웡크 (2003), 현대 디지털 사진측량학, 피어슨 에듀케이션 코리아, pp. 182-251.
- 윤근원, 박정호, 채기주, 박종현 (2003), 한반도지역 랜셋 위성영상의 기하보정 데이터 구축, 한국지리정보학회지, 제 6권, 제 1호, pp. 98-106.
- 이영란, 신동석, 이해연 (1998), 위성영상 보정을 위한 GCP 데이터베이스 구축, 검색 및 활용, 한국지리정보학회지, 제 1권 제 1호, pp. 8-17.
- 충주댐 수몰 마을사 편찬위원회 (2001), 충주댐 수몰 마을사(제천편), pp. 1-585.
- Paul M. Mather (1987), *Computer Processing of Remotely-Sensed Image*, John Wiley & Sons, pp. 189-202.
- PCI Geomatics Manual (2003), *OrthoEngine User Guide*, pp. 1-141.
- Robert H. Arnold (1996), *Interpretation of Air photos and Remotely Sensed Imagery*, Prentice Hall, pp. 23-35.
- T.E. Avery and G.L. Berlin (1985), *Interpretation of aerial photographs*, Burgess Publishing Co., pp. 275-290.
- John. R. Jensen (1996), *Introductory Digital Image Processing*, Prentice Hall, pp. 16-35.
- Peter Fisher & David Unwin (2001), *Virtual Reality in Geography*, Taylor and Francis, pp. 58-65.
- 
- (접수일 2003. 11. 24, 심사일 2003. 12. 20, 심사완료일 2004. 2. 27)