

GIS 콘텐츠 구축에서의 다양한 공간자료의 통합적인 활용방안

A Method of Integrative Application of Various Spatial Data
on GIS Contents Implementation

연상호*, 홍일화**

세명대학교 토목공학과 교수*

세명대학교 건설공학과 석사과정**

Yeon sang-ho*, Hong il-hwa**

Professor, dept of Civil Engineering

Semyng Univ.*

graduate course, dept of Construction

Semyung Univ.**

요약

GIS 콘텐츠의 가장 중요한 대상이 되는 지형 및 지리 공간정보는 다양한 자료의 수집과 변환에 의한 시스템 통합을 통하여 완성된다. 즉 다양한 공간자료의 통일된 표준화에 의해 통합을 이룰 수 있으므로, 그 내용과 형태가 서로 다른 공간정보는 처음 수집된 상태에서 여러 변환 과정을 통해 다른 형태와 영상으로 새롭게 생성되어 통합을 이루는 요소가 될 수 있다는 것이다. 본 연구에서는 대형 댐의 건설로 인하여 수몰된 지역의 과거의 지공간의 정보원 찾아 현실세계와 비교하여 그 차이를 살펴보기 위하여 영상복원을 하는데 이용된 여러 가지의 지공간 자료의 처리과정을 통하여 일반 사진부터 디지털 위성영상자료, 수몰 직전에 제작된 지형도, 마을 사진 등을 통합과정을 통하여 수몰 이전의 GIS콘텐츠의 공간정보의 통합에 의한 활용 기법을 확인하였다.

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

GIS분야에서 처리하는 자료들은 지구를 공간적으로 참조하는 위치와 연관된 지리적 현상에 관한 것이다[1]. 공간자료의 생성은 지리정보시스템을 수행함에 있어서 가장 기초적인 자료로서 대부분 측량적인 요소에 의하여 대부분 이루어진다. 이러한 방법에는 지형도를 이용하는 방법과 항공사진 측량자료, 원격탐측을 통한 인공위성 영상자료, 지상 측량 자료를 이용하는 방법이 있다. 이들 방법들은 서로 완전히 개별적인 관계는 아니고, 두 가지 혹은 여러 가지가 서로 조합되어 상호 보완적인 관계를 이루며 공간적으로 관련된 자료를 찾아내고 저장하고 표현

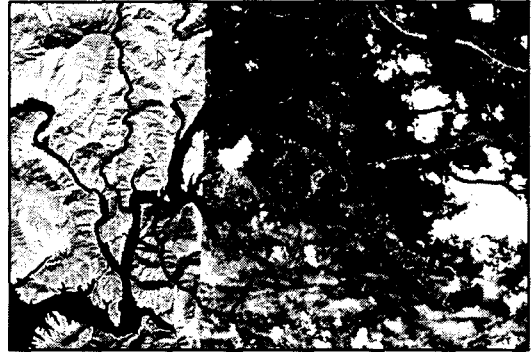
한다[2]. 또한 생성되어진 도면자료에서 디지털타이징 및 스캐닝 과정을 통하여 자료를 취득한다. 공간자료를 저장하고 표현하는 방식에는 Raster 방식과 Vector 방식이 있다[3]. 최근 디지털 영상의 대중화 시대로 이동 중이거나 고정된 장소에서 휴대폰이나 PDA 단말기를 통하여 데이터 및 영상 서비스를 제공하고 있다. 나아가 온·오프라인 콘텐츠를 아우르는 관광 문화산업에서 각종 시뮬레이션 및 가상현실 시스템의 응용분야가 증가함에 따라 실제 지형이 정확한 표현을 위한 지형이 3차원 시각화에 대한 요구가 더욱 높아지고 있는 실정으로 공간영상정보의 중요성은 더욱 부각되고 있다. 본 연구에서는 20년 이전 다목적 대형 댐의 건설로 담수된 수몰 지구를 대상으로 현재 사라진 과거의 지형공간을 영상 복원하

기 위한 작업 과정에서 기초 자료가 부족한 과거의 자료를 인공위성 및 과거의 지형도를 이용하여 공간 자료를 취득하는 방법들을 제시하고 그를 보완하기 위한 다양한 공간 자료의 시스템 통합 및 활용 방안을 모색하고자 하였다.

2. 지공간 지역 및 연구범위

공간적 범위는 충청북도 제천시 청풍호반 일대이다. 이 지역은 20여 년 전에 충주 다목적댐 건설 사업으로 인하여 대부분 수몰된 지역으로 본 연구에서는 가장 넓은 지공간이 수몰된 청풍면 일대를 주요대상으로 실험하였다. 또한 공간에 대한 주요 자료의 획득 시기는 수몰이전의 위성영상의 구입이 서로 다르며 이를 극복하기 위하여 1969년의 코로나 위성의 사진을 스캔한 것과 1984년 2월에 촬영된 LANDSAT 3호의 TM센서의 7개 밴드의 디지털 위성영상을 구하여 이용하였다. 최근 이 지역에 대한 고해상도 영상과의 비교를 위하여 2002년에 촬영한 IKONOS 영상을 좌표 기하보정 후에 영상지도로 이용하였다. (그림1)

본 연구에서는 이 지역의 위성영상과 수몰당시의 국가 지형도 1/25,000를 복사하여 이용하고, 수몰이전의 마을 사진을 입수하여 지공간 정보의 수집과 확인에 이용하였다. 따라서 다양한 지공간 자료의 입수 및 분석, 기준좌표계에 맞는 정밀기하보정, 서로 성격이 다른 그래픽과 영상의 통합적 활용의 방안을 실험하여 그 결과를 보여주는 것을 그 연구범위로 하였다.



▶▶ 그림 1 연구대상 지역 (IKONOS 영상, 2002)

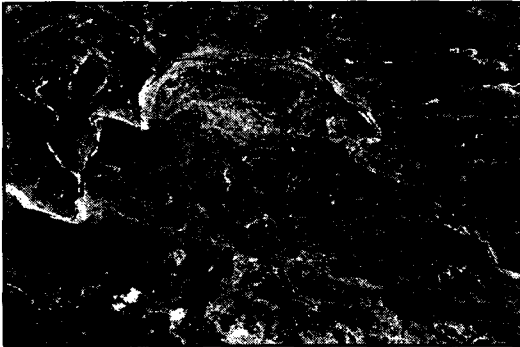
II. 공간자료의 수집

본 연구를 위하여 수몰이전의 지형도와 당시의 마을사진, 관련 자료집을 조사하고, 연구대상지역의 위성영상, 위성사진 등 여러 가지 형태의 공간자료를 준비하였다. 여러 가지 자료를 이용하여 넓은 지역의 지리정보를 구축하는 경우 다양한 형태의 오차가 발생할 수 있다[4]. 수집한 공간자료들은 촬영된 시기 및 축척 및 투영법이 서로 다르기 때문에 위치오차를 포함하고 있다. 따라서 본 연구에서는 영상과 영상의 좌표변환, 영상과 지도와의 정밀 기하보정, 과거지도에서의 등고선 추출을 통한 수치표고모델 생성, 또한 수치표고모델과 위성영상과의 중첩오차를 최소화하여 영상 복원 시에 공간정보의 위치오차를 보정하기로 하였다.

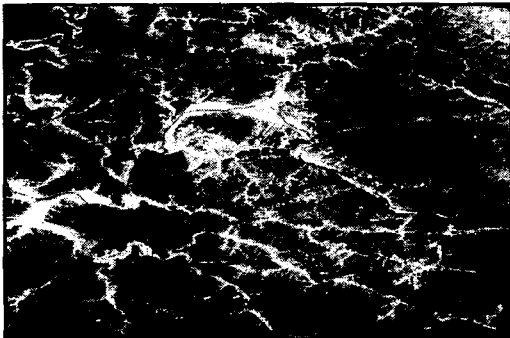
1. 원격탐사 자료의 변환

댐 건설 이전의 필요한 공간정보자료를 효율적으로 얻기 위하여 원격탐사 기법을 활용하였다. 인공위성 영상자료는 디지털 형태의 데이터이기 때문에 지리정보시스템에서 다른 정보와의 연계가 용이하고 다양한 응용이 가능하다. 또한 주기적으로 자료를 얻을 수 있기 때문에 시계열 분석이 가능하다. 본 연구에서 해상도가 서로 다른 1969년에 촬영된 Corona 영상과 1984년 2월과 수몰 후 1991년에 촬영한 Landsat TM 영상을 취득하여 실험을 실시하

였다. 코로나 위성영상은 사진을 스캔하여 얻어진 흑백 이미지 파일로서 공간해상도가 5-10m 정도이고, 궤도 정보 및 부가적인 정보를 가지고 있지 않다. 따라서 기본적인 위성시스템의 자세와 기상에 의한 대기보정 및 방사보정을 전혀 할 수 없어 지상기준점을 이용한 정밀기하보정 방법에만 의존하였다. 이렇게 빈약한 수몰이전의 수몰지역에 대한 지형공간자료의 미흡은 무에서 유를 찾아 원격탐사 영상을 여러 가지 방법으로 실험해보는 계기가 된 것이다. 당시의 저해상도의 영상자료는 오늘날 1m이하의 고해상도 센서의 공간자료 수집이 가능해 짐에 따라 그 차이를 실감있게 비교해 볼 수 있다(그림2, 그림3)



▶▶ 그림 2 Corona (1969년)



▶▶ 그림 3 Landsat TM (1984년)

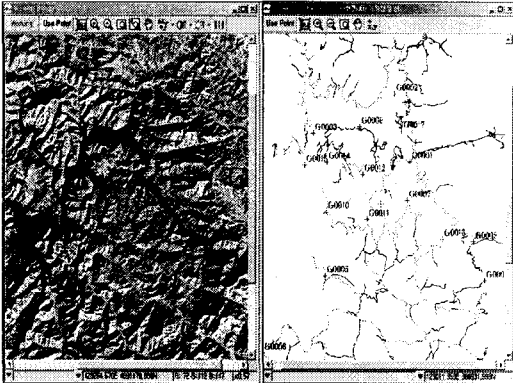
먼저 정확한 기하 보정된 보정영상을 얻기 위해 지상기준점을 수집하여 정밀보정을 하였다. 다음으로 1991년 UTM 좌표로 만든 영상으로 칼라복원하

고 TM 좌표로 변환하여 재배열하고, 이를 이용하여 영상에서 동일점을 확인하여 1984년의 왜곡영상을 정밀 기하보정하는 것으로 하였다. 1969년의 코로나 사진영상은 15년 후의 변화된 지형에서의 영상간 식별이 불가능하여 수몰전 발행된 지형도에서 확인할 수 있는 곳을 지상기준점으로 정하여 기하보정을 수행하였다.

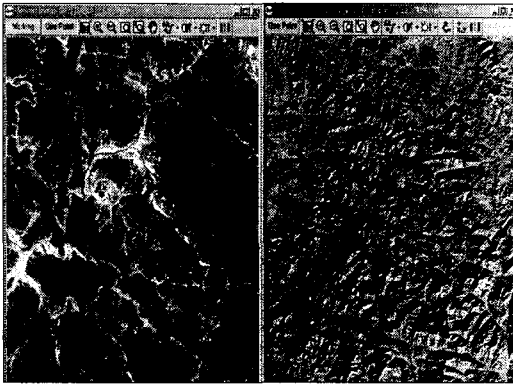
또한 지도좌표로 변환하여 재배열하고, 이를 이용하여 영상에서 동일점을 확인하여 1984년의 왜곡영상을 정밀 기하보정하는 것으로 하였다. 1969년의 코로나 사진영상은 15년 후의 변화된 지형에서의 영상간 식별이 불가능하여 수몰전 발행된 지형도에서 확인할 수 있는 곳을 지상기준점으로 정하여 기하보정을 수행하였다.

영상의 지도투영법은 TM E002 투영법으로 수치지도의 투영법과 동일한 것으로 하였다. 좌표 변환은 지상기준점을 통해 보정 전 영상에서의 좌표 값과 보정 후 계산되는 좌표 값 사이의 관계식을 만들어 영상내의 좌표를 변환시키는 1차 다항식을 이용하였다.

즉, UTM 좌표계인 Landsat 1991년도 영상을 수치지형도를 이용하여 'Image-to-Vector' 방법으로 보정을 하였고, TM E002 투영법으로 보정된 Landsat (1991년)영상과 Landsat (1984년) 영상은 'Image-to-Image' 방법을 사용하여 보정하였다. 다음으로 Image-to-map의 방법으로 1차 기하보정된 Corona 영상을 2차로 기하보정된 Landsat 1984년 영상을 이용하여 'Image-to-Image' 방법으로 기하보정을 하였다. 영상의 재배열은 최근린내삽법을 이용하였다.(그림4, 그림5)



▶▶ 그림 4 Image-to-Map rectification



▶▶ 그림 5 Image-to-Image rectification

지상기준점에 대한 매칭의 정밀도를 확인하기 위하여 최소자승오차(RMSE)방법으로 최종 정밀보정에 사용한 GCP에 대한 정확도를 평가하였다. 그 결과 1991년에 촬영한 Landsat TM 영상은 0.38m, 1984년 촬영한 Landsat TM 영상은 0.18m, Corona 영상은 15.74m 로 나타났다.

여기서 Corona 영상에 대한 RMS오차가 상대적으로 크게 나타났으나 약4-5m의 해상도를 가진 사진이므로 30m의 지상 해상도를 보여주는 Landsat TM 영상과의 중첩시 시각적으로는 크게 어긋나지 않아 이를 감안하더라도 큰 문제가 되지 않는 것으로 보여주었다.(표1, 표2, 표3)

[표 1] Landsat 1991년 RMS 오차

Residual Units:		Ground		Pixels	
RMS: 0.38		X RMS: 0.29		Y RMS: 0.25	
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	
G0008	0.58	0.48	-0.33	GCP	
G0010	0.56	-0.38	0.42	GCP	
G0005	0.49	0.18	-0.46	GCP	
G0004	0.47	-0.47	0.07	GCP	
G0015	0.45	-0.31	-0.32	GCP	
G0002	0.39	-0.28	0.27	GCP	
G0003	0.39	0.37	-0.11	GCP	

[표 2] Landsat 1984년 RMS 오차

Residual Units:		Ground		Pixels	
RMS: 0.18		X RMS: 0.13		Y RMS: 0.12	
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	
G0012	0.24	0.05	-0.24	GCP	
G0010	0.23	-0.17	0.16	GCP	
G0009	0.23	0.12	0.19	GCP	
G0017	0.22	0.22	-0.04	GCP	
G0002	0.20	-0.18	-0.10	GCP	
G0011	0.20	0.10	0.17	GCP	
G0003	0.19	-0.19	-0.03	GCP	

[표 3] Corona RMS 오차

Residual Units:		Ground		Pixels	
RMS: 15.74		X RMS: 9.59		Y RMS: 12.48	
Point ID	Residual	Res X	Res Y	Type	
G0004	22.35	21.79	4.94	GCP	
G0002	22.15	-7.90	-20.70	GCP	
G0013	22.03	2.49	21.89	GCP	
G0008	21.36	-2.86	21.16	GCP	
G0021	21.33	9.11	-19.29	GCP	
G0024	21.25	-5.41	20.54	GCP	
G0014	21.00	13.41	-16.16	GCP	

2. 종이지형도 및 수치지도 자료의 변환

과거의 수물된 공간자료를 획득하기 위해 국토지리정보원에서 1979년 발행한 축척 1/25,000 지형도 4장(도엽명: 공전, 수산, 황강, 구룡)을 복사하여 도면 스캐너로 스캔하여 래스터 영상으로 저장하였다.(그림6, 그림7)

이 경우에 1985년 편집되었으나, 대부분의 정보가 Landsat 위성영상과 잘 일치되지 않아 지상의 기준점 결정시에 많은 어려움과 오차를 감수해야 했다.



▶▶ 그림 6 황강

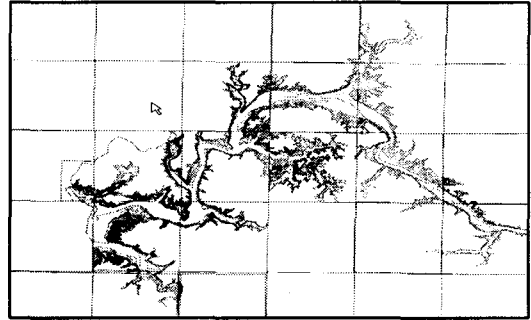


▶▶ 그림 7 공전

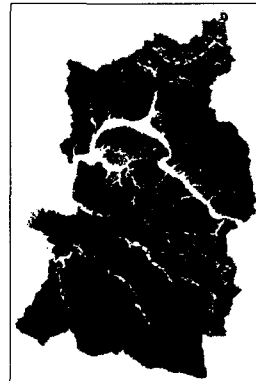
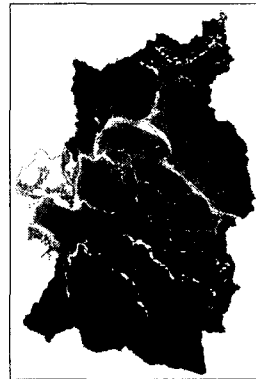
다음으로 수몰이전이 수치표고모델 생성을 위하여 스캐닝한 지형도를 이용하여 수몰지역의 표고인 해발80m부터 150m 사이의 등고선을 분리하여 추출하기로 하였다. 이를 위하여 국토지리정보원에서 복사해온 흑백지형도를 도면 스캐너에서 스캔하여 공간정보를 획득하려고 하였으나 스캔한 이미지 영상이 해상도가 낮고 등고선의 구분이 모호해서 그래픽소프트웨어에서 수정편집이 불가하여 이를 포기하고 다시금 신청하여 지형도 원본을 작은 칼라스캐너로 도엽별로 칼라영상과 흑백영상을 수몰된 하천유역을 중심으로 나누어 스캔하여 작게 만들어진 이미지 파일에서 등고선을 식별하여 수정 편집하는 것으로 하였다.

AutoCAD 환경에서 수동 디지털링으로 CAD 파일로 획득한 수몰이전의 도로 및 건물, 그리고 수몰경계지역 등의 그래픽 정보는 수몰이후의 영상자료와의 비교에 좋은 참고자료가 되었다. 또한 여기

서 얻어진 등고선을 모두 접합하여 하나의 연속된 등고선 파일로 만들고 기존의 수치지도의 등고선과 연결하였다.(그림8, 그림9, 그림10)



▶▶ 그림 8 지형도에서 등고선 추출(수몰전)

▶▶ 그림 9 수몰이후
(수치지도)▶▶ 그림 10 수몰전-후
등고선 연결

Ⅲ. 공간자료의 통합 및 매칭

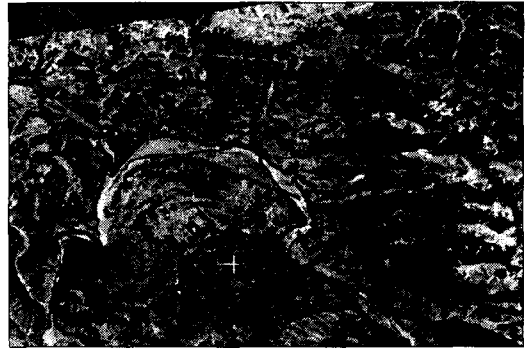
추출된 등고선으로부터 DEM을 생성하였고, 이를 2차원으로 보여주는 기하보정된 Corona 위성사진 위에 수몰당시의 수몰경계를 중첩시켜 전체적인 영상중첩시의 현황도를 완성하였다. 또한 DEM과의 매칭에 의해 나타난 3차원 영상위에 수치지도인 당시의 도로와 건물을 중첩시켜본 결과, 종이지도에서 추출한 지도데이터보다는 수치지도에서 분류한 도로데이터의 매칭이 훨씬 좋은 정확도를 보여주었다.(그림11, 그림12, 그림13)

또한 공간정보를 구성하고 있는 벡터그래픽정보(등고선, 도로, 건물, 경계선 등)와 래스터이미지정보(DEM, 사진, 위성영상 및 디지털 영상, 비디오 등)의 통합적 매칭 및 활용은 GIS 콘텐츠를 이루고 있는 가장 중요한 지공간정보의 표현 및 활용에서 매우 유용한 기법으로 활용할 수 있을 것이다.

본 연구결과로 수몰역사관의 수몰지역 영상복원을 위한 통합적 공간자료의 다양한 변환과 매칭이 성공적으로 이루어졌으며, 특히 비디오 영상과 위성영상의 결합, 사진과 지도의 통합으로 추후 다양한 공간정보를 이용한 GIS 콘텐츠 제작의 기틀을 마련할 수 있었다.



▶▶ 그림 11 DEM 생성



▶▶ 그림 12 수몰전 도로 및 주택



▶▶ 그림 13 투시조감도와 등고선 및 도로의 매칭

Ⅳ. 결론

본 연구는 GIS 콘텐츠에서의 다양한 지공간 정보의 통합적 사용을 위한 다양한 지공간 정보의 수집 및 여러 단계의 변환과정을 통하여 최종적으로 어떻게 통합되어 활용되는지를 실제 수몰지를 연구대상으로 적용하여 실험을 한 결과를 보여주고 있다. 지금까지의 과정에서 얻어진 결과를 정리하면 다음과 같다.

첫째, GIS 콘텐츠는 지공간정보에서 가장 기본적으로 수집되어야 할 정보원은 그 지역에 관련한 정확한 최근의 지형도가 준비되어져 한다.

둘째, 이미 사라져간 수몰지역에 관한 지공간 자료의 수집과 정비는 대형 댐 주변에 비해 상대적인 자료가 빈곤하므로 앞으로 바뀌어 갈 국토공간에 대한 체계적이며 계획된 자료조사와 자료분석 및 보관이 이루어져야 한다.

셋째, GIS 콘텐츠는 영상 및 그래픽 등의 도형자료 외에도 다양한 정보원을 필요로 하므로 이를 통합하기 위해서는 표준화된 정보시스템 체계와 더불어 멀티미디어와 같은 다양성을 수용할 수 있는 새로운 시스템의 실험이 사전에 이루어져야 한다.

넷째, 실험결과, 대형 댐 주변에 대하여 자료수집 및 편집, 분석 및 데이터 변환에 의한 공간정보시스템 통합 및 데이터베이스 설계가 병행하여 이루어져야 하며, 그 또 다른 다양성(영상 및 음성, 배경음악)을 필요로 하고 있음을 보여주었다.

■ 참고문헌 ■

- [1] J. Cater, "Fundamentals of Geographic Information Systems: A Compendium, chapter on Defining the Geographic Information System", pp.3-8
- [2] 유복모, 지형공간정보학, pp.93, 동명사, 서울, 1994.
- [3] Donna J Peuquet., "Conceptual Framework and Comparision of Spatial Data Models," Cartographica, Vol. 21, No. 4, pp.66-113
- [4] P. A. Burroughs, "Principles of geographical information systems for land resources assessment," Oxford : Clarendon Press, pp.103-135
- [5] 안철호, 연상호, "리모트센싱과 GIS 통합 및 그 적용 기법에 관한 연구", 한국측량학회논문지, 제9권, 제1호, pp.97, 1991.
- [6] PCI Geomatics., Users Manual, 2002.
- [7] David F.Maune, "Digital Elevation Model Technolgies and Applications: The DEM Users Manual," ASPRS. 2001.