

수치사진측량과 GIS를 이용한 최적노선선정에 관한 연구 A Study On The Optimum Road Design in Jeju Island Using Digital Photogrammetry and GIS

권혁춘¹⁾ · 이병걸²⁾

Quan, He Chun · Lee, Byung Gul

¹⁾ 제주대학교 대학원 해양토목공학과 석사과정(E-mail: qhchun@hanmail.net)

²⁾ 제주대학교 해양토목공학과 교수·공학박사(E-mail: leebg@cheju.ac.kr)

Abstract

The purpose of this research is to design a road using digital photogrammetry method to generate DEM(digital elevation model) and digital ortho image based on GIS which was applied to the road simulation. The example study area was the suburbs of Jeju city. To this study, 1/5,000 digital map and GIS technique were used for optimum road design of the island based on Arc View software. Using this software we can get an overlay map by combination of hill shade map, slope map, aspect map, and building buffer map. Based on this overlap map, we designed the best road line and along this line we performed three dimensional road simulation using Microstation CAD and Inroads road design programs.

From the results, we found that the DEM and digital ortho image acquired from stereoairphoto using digital photogrammetry was satisfied for choosing the best roadline and the developed three dimensional road simulation technique using GIS technique was very useful to estimate the reasonable road design before the real road construction works.

1. 서론

도로시설은 물자나 사람을 수송하는데 있어서 없어서는 안 될 가장 기본적인 공공교통시설이고 현재 나 앞으로도 개척이 향상될 것이므로 이에 의한 환경파괴를 최대한으로 감소시키고 그 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 대상지역의 여러 가지 조건을 고려하여 가장 적합한 노선의 위치를 결정하여 도로교통의 특성인 기동성, 편리성, 경제성을 최대한 증진시키고 경제, 사회발전을 촉진시키며 국민생활 향상에 기여할 것이 절실히 필요한 상황이다. 이것의 실현을 위해서는 우선 지형공간정보체계가 구축되어야 한다. 포괄적인 의미의 지형공간정보체계 GIS(Geo-Spatial Information System)는 지형정보와 속성 정보를 효율적으로 결합하여 주어진 문제의 해결 및 의사결정에 최대한 효율을 얻기 위해 결합된 정보 체계를 말한다(유복모, 1998).

GIS 구축 및 활용을 위하여서는 질적, 양적으로 향상된 수치표고모델과 정사영상이 요구되며, 활용 분야 또한 광범위하게 확대되고 있다. 특히 지도제작 분야에 있어서는 정사투영영상의 작성뿐만 아니라, 지형도의 신속한 제작, 등고선도, 경사도, 사면방위도, 지형기복도 및 표고 분포도 작성 등에 수치표고모델이 많이 활용된다. GIS는 엄청난 시장 잠재력과 응용분야의 다양성에도 불구하고, 3차원 데이터 구축의 자료획득 및 데이터베이스 구축의 고비용, 3차원 모델링 기술, 대용량 데이터베이스 처리 기술 등의 기술적인 어려움으로 인하여 개발이 부진한 실정이다.

그러나 최근에는 고해상도위성 및 국산위성인 아리랑 호 등에 의하여 공간 해상도가 1m~5m인 지도

제작용 위성영상의 획득이 가능하고, 3차원 정보를 취득할 수 있는 GPS(Global Position System)등과 같은 정보원이 다양해지고 항공디지털카메라와 컴퓨터에 의한 수치사진측량(Digital Photogrammetry)의 비약적인 발전에 의하여 3차원 데이터의 구축이 용이해지고, 최근 하드웨어 기술의 발달 및 컴퓨터 그래픽과 가상현실 기술의 발달로 인하여 비약적인 발전이 예상된다(고영호, 2002).

그리하여 본 연구에서는 한 쌍의 입체항공사진으로부터 수치사진측량기법을 적용시켜 수치표고모형을 추출하고 생성된 수치표고모형을 이용하여 연구대상지역부분의 정사영상을 제작하고 수치표고모형과 정사사진으로부터 GIS정보체계를 구축하고 Arithmetic Overlay 사칙연산을 이용하여 지형분석에 필요한 음영기복도, 경사도, 경사방향도, 건축물위치도등을 결합시킨 합성지도(Overlay Map)를 생성하여 최적노선을 선정하는데 그 목적을 두었다.

2. 연구대상지역

본 연구에서는 그림 1과 같이 제주도 제주시 교외지역을 연구대상지역으로 선정하였다. 이곳은 아직도 도로가 많이 개설되어 있지 않고 오름 들이 많이 분포하고 있으며 지세가 복잡하고 노선의 운행 시 주변부의 오름의 변화를 시각적으로 검토할 수 있어 연구지역으로 선정하였다.

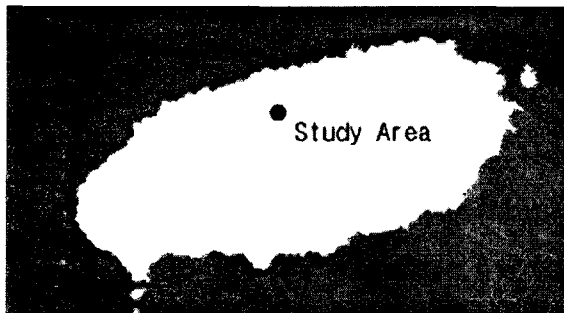


그림 1. 연구대상지역

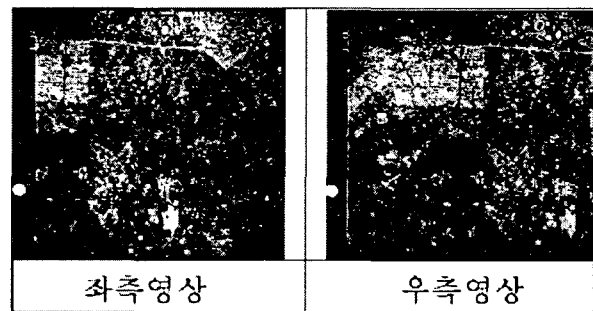


그림 2. 입체항공영상

수치표고모델과 정사영상을 획득하기위하여 사용된 입체항공사진의 좌우측영상은 그림 2와 같다.

3. 수치표고모델과 정사영상의 생성

1995년 국가지리정보체계(NGIS) 구축 기본계획에 근거하여 국가기본도인 지형도 전산화 사업이 추진되었으며, 주된 대상축척은 1/1,000, 1/5,000, 및 1/25,000의 지형도들이다. 이러한 수치지도들은 현재 짧게는 3년부터 길게는 5~7년 정도 지난 노후화된 지형자료들로 변화하게 마련이다. 또한 공사현장에 따른 중·소규모지역의 지형지물 변화는 시시각각으로 바뀌고 있는 실정이므로 최적노선선정을 위해서는 최적의 기술력을 이용하여 성과물을 갱신하는 것이 효율적일 수 있다(강준목 등, 2002).

그리하여 본 연구에서는 기존에 있던 수치지도를 사용하지 않고 Intergraph사의 수치사진측량시스템인 Image-Station Z를 사용하여 그림 3과 같은 모듈을 통하여 산악지역에 대한 수치표고모델을 자동 추출하고 정사영상을 제작하여 최적노선선정에 필요한 자료들을 추출하고자 하였다.

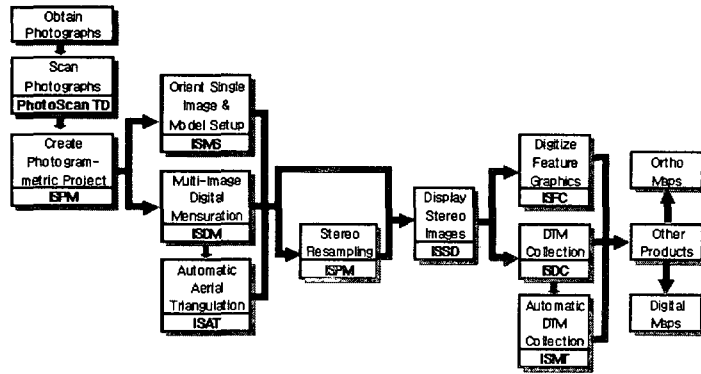


그림 3. 수치사진측량시스템 모델

4. 지형분석 및 최적노선선정

지형분석은 GIS의 중추적인 기능으로서 분석방법에는 공간분석(Spatial Analysis)과 통계분석(Statistical Analysis)이 있다. 공간분석은 하나 혹은 그이상의 데이터 계층에 나타난 정보의 공간구성을 이용하는 것이다. 일반적으로 GIS는 사칙연산을 통해 지도를 중첩함으로써 새로운 지도를 합성하고 네트워크 연결을 추적하거나 방향이나 거리를 측정할 수 있으며 통계적인 분석 등이 가능하다. 본 연구에서는 GIS프로그램인 ArcView를 이용하여 Arithmetic Overlay사칙연산을 이용한 최적노선을 선정하는데 필요한 주요구성성분요소를 모두 고려한 모델구조를 형성하여 새로운 합성지도를 생성하였다. 이 합성 지도를 생성함에 있어서 건축물 위치도는 정사사진으로부터 추출하였으며 도로를 설계할 때 반드시 피해야 할 건축물들의 위치를 합성지도상에 나타내는 역할을 하고 음영기복도는 지형의 기복변화를 나타내는데 기복변화가 작은 데로부터 큰 데로의 순서로 등급을 나누었다. 그리고 경사도는 지형의 경사 정도를 수치적으로 나타낸 도면인데 지형경사가 작으면 도로설계에 유리하므로 경사가 작은 데로부터 큰 데로의 순서로 등급을 나누었다.

5. 도로의 설계 및 3차원 시뮬레이션

본 연구에서는 선정된 노선에 대하여 설계후의 효과를 판정하고자 도로설계프로그램인 Inroads를 이용하여 도로의 평면선형 및 종단선형, 확폭, 시거, 편경사 등을 고려하여 설계하였고 3차원 시뮬레이션을 통하여 최종의 결과를 확인해 보았다.

연구지역의 설계조건으로는 설계속도 80km/h, 차선폭3.5m, 길어깨는 2m, 중앙분리대는 0.5m으로 왕복1차선도로로 하였고 도로의 종단면도는 그림 12와 같다. 하늘색은 기존지형선형을 나타낸 것이고 적색은 도로가 놓여 질 종단선형을 나타낸 것이다.

시뮬레이션을 진행함에 있어서 연구지역의 광원은 2004년 9월 정각 12시로 하고 태양광은 1.0으로 설정하였다. 프레임은 모두 600개로 구성되고 묘사조건에 대한 해상도는 860×640으로 하고 컬러로 구현하였다.

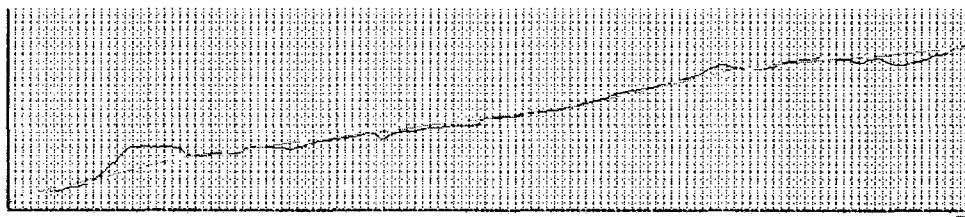


그림 4. 지형과 노선의 종단선형

아래의 그림 12, 13은 각각의 주행경로를 설정하여 도로완성후의 모습을 부동한 각도에서 바라본 모습과 시뮬레이션을 진행할 때 주요 스테이션에서의 경관 및 선형을 분석한 결과를 보여주고 있다.



그림 5. 도로의 왼쪽에서 본 모습



그림 6. 시뮬레이션의 한 장면

6. 결론

본 연구는 수치사진측량을 이용하여 수치표고모델과 정사영상을 생성하고 이로부터 지형공간정보체계를 형성하고 지형분석을 통하여 최적노선을 선정하고자 하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1. 수치사진측량방법으로 수치표고모델과 정사영상을 생성하여 지형공간정보체계를 구축하여 최적노선을 효과적으로 선정할 수 있었다.
2. 수치사진측량방법으로 형성한 연구대상지역의 DEM은 1/5000 수치지도로부터 생성된 DEM과 비교시 관측점의 표준편차는 규정한 표고점의 표준편차에 거의 만족하며 최대오차의 범위 내에 있으므로 수치사진측량의 방법으로 생성된 DEM은 최적노선을 선정하는데 사용될 수 있었다.
3. 지형공간정보체계를 이용하여 노선선정에 관계되는 여러 가지 요소를 모두 고려한 합성 지도를 형성하여 객관적이고 과학적인 방법으로 노선을 선정함으로써 비전문가들도 판정이 용이하다.
4. 3D GIS에서 양방향으로의 시뮬레이션을 진행함으로써 도로의 전체적인 선형과 최적노선선정의 결과를 효과적으로 검토할 수 있었으며 준공 후에야 알 수 있는 문제점을 시공 전에 예측할 수 있었다.

참고문헌

- 유복모, 토니 쉥크, (2003), 현대 디지털 사진 측량학, 피어슨 에듀케이션 코리아, pp. 348~351
- 이현직, 김정일, 항창섭, (2003), "항공사진 영상을 이용한 도심지역의 지형공간정보 취득", 한국측량학회논문집, 제21권, 제1호, pp. 27~36
- 유복모, 1998, 지형공간정보론, 박영사, pp.1~45
- 김의명, (2000), "시설물의 삼차원 모형을 통한 대축척 정사영상생성", 연세대학교 박사학위논문, pp. 31~37
- 한창복, (1999), "최적노선선정을 위한 지형공간정보체계의 적용에 관한 연구", 부산대학교 석사학위논문, pp. 1~26
- 강준목, 이철희, 이형석, (2002), "수치지도의 수정 및 갱신을 위한 고해상도 위성영상의 적용 가능성 평가", 한국측량학회논문집, 제20권, 제3호, pp.313~321
- 김감래·안병구·김명배, (2003), SPOT영상을 사용한 3차원 모델링 시 지상기준점수에 따른 정확도 평가, 한국측량학회지, 제21권 제1호, pp.61~69
- Understanding GIS, ESRI, 1998, pp. 9~10
- INTERGRAPH, Working with Inroads SelectCAD, 1999
- INTERGRAPH, MGE Terrain Analyst, 1996
- INTERGRAPH, MGE Grid Analyst, 1996