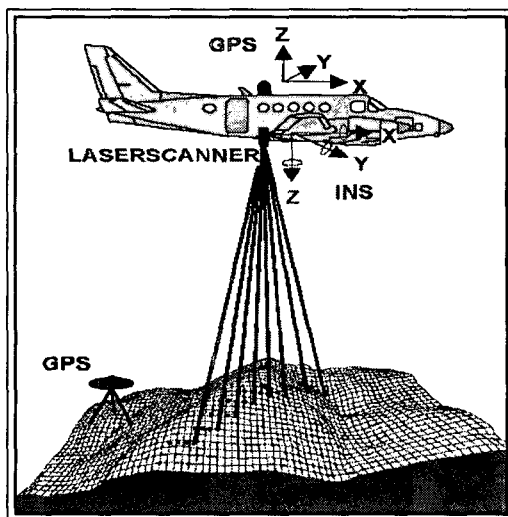


항공레이저 측량의 GIS 분야 적용에 관한 연구

김선용 · 적성욱
 [(주)바투엔지니어링]

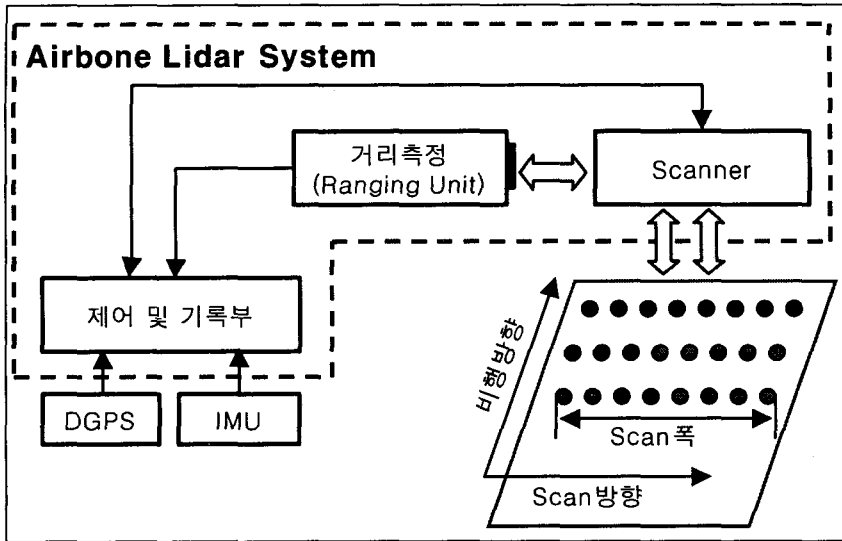
1. 항공레이저 측량 개요

항공레이저 측량은 항공기에 탑재된 레이저 스캐너와 GPS, IMU(Inertial Measuring Unit), 지상 GPS 기준국을 결합하여 초당 수천 ~ 수만 포인트의 삼차원 디지털 지형정보를 획득하는 최신 측량 기법으로써 1980년대 후반부터 본격적인 개발이 시작되어 1990년대 중반에 상용화된 제품이 출시되었다. 항공레이저 측량의 GIS 분야 활용은 기본적으로 고정밀도의 중·대축척 수치표고모형을 기반으로 하며 수치표고모형의 구축에 있어서 기존의 방법에 비해 매우 빠르고 경제적이다.



<그림 1> 항공레이저 측량 시스템의 개념

항공레이저 측량 시스템은 일반적으로 ALS(Airborne Laser Scanning) 라고 불리우며 레이저 기기와 지상의 점간의 경사거리 관측을 통해 자료를 획득한다. 이때 항공기의 위치 결정을 위해 GPS 와 IMU(또는 INS(Inertial Navigation System)로 쓰기도 한다)가 사용되며 지상 기준점에 설치된 GPS 기준국에서 동시에 관측된 데이터를 이용하여 DGPS 처리를 함으로써 정확도를 향상 시킨다. 이를 좀더 자세히 설명하면 항공기 탑재 GPS는 레이저 스캐너의 위치를 결정하고, IMU 가 스캐너의 자세를 결정하면 스캐너에 의해 측정된 경사거리가 3차원 X, Y, Z 좌표로 계산된다.



<그림 2> 항공레이저 측량시스템의 구성

항공레이저 측량의 오차는 GPS 관측의 오차, IMU 관측의 오차, 레이저 거리 측정의 오차 및 이들 센서의 통합을 위한 좌표계 변환에서 발생하는 오차로 크게 분리하여 생각할 수 있다. 이러한 여러 가지 오차중 센서 통합에 의해 발생하는 오차는 관측을 위한 비행전에 장비설치를 위한 검정과정을 통해 파악되어 최소화 될 수 있으나, GPS, IMU 및 레이저 거리 측정 오차는 발생원인이 주로 자연적인 조건에 의한 것으로서 계통적 오차와 우연오차의 성질이 혼합되어 사전 검정과정에서 결정되기 어렵다. 현재의 기술수준으로 얻을수 있는 항공레이저 측량의 정확도는 수직 위치에서 ± 15 cm, 수평위치는 항공기 비행고도의 $1/2,000$ 정도이며 적절한 오차보정 후처리를 거칠 경우 30% 가량 오차를 줄일 수 있다.

2. 항공레이저 측량의 특징

2.1 항공사진 측량과 항공레이저 측량의 차이

항공사진 측량에서의 자료획득은 지표면에서 반사된 광이 항공기에 탑재된 두 개의 센서(카메라)에 도달해야 한다(수동적 센서 시스템). 그러나 산림지역의 경우 사진 측량은 숲만 촬영되거나 숲사이의 지표면이 검은그림자로 나타나게 되므로 도화작업이 불가능하거나 매우 큰 오차가 발생하게 된다. 이에 반해 항공레이저 측량은 능동적 센서시스템으로써 태양과 구름등의 기상조건에 거의 영향을 받지 않으며, 산림지역에 있어서도 레이저 펄스의 일부분이 숲을 통과하여 지표면에 도달하기 때문에 데이터의 사후처리를 통하여 식생이 제거된 지표면의 지형을 구할 수 있다. 외국학자들의 산림지역에 대한 시범연구에 의한 산림지역의 투과율은 다음과 같다.

〈표 1〉 산림지역의 레이저 투과율

연구자	발표년도	침엽수	활엽수
Krabil et. al.	1984	54% (여름) 63% (겨울)	10% (여름) 65% (겨울)
Lindenberger	1991	35% (여름)	24.7% (여름)
Achermann	1996	24 ~ 39% (여름)	22 ~ 25% (여름)
Hoss	1996	31.3% (봄, 90% 산림지역)	

2.2 항공레이저 측량의 장점

- 지형자료의 정확성 : 10 ~ 20 cm 의 높은 수직위치 정확도
- 자료처리의 신속성 : 획득시부터 디지털 자료이므로 자동처리가 가능
- 측량 작업의 높은 생산성
 - 초당 수천, 수만개의 측정점 측량
 - 연안 및 습지 측량의 경우 지상기준점 없이도 측량 가능
 - 능동식 센서이므로 기상조건에 거의 영향을 받지 않음
 - 응용 목적에 따라 단위면적당 점밀도를 조절가능
- 자료통합의 융통성
 - 측량결과를 DEM, DTM, DSM 으로 제작 가능
 - 항공사진, 위성영상, SAR, 수치지도등 다양한 자료와의 통합이 가능
- 자료의 호환성: 수집된 자료는 디지털자료로써 다양한 형태로 포맷 변환 가능

3. 수치표고모형 제작 방법 비교

지리정보시스템에서 기본 지형자료는 수치지도와 수치표고모형으로 구성된다. 수치지도는 지형지물의 위치와 모양을 평면상에 점, 선, 면으로 나타내고 여기에 그 속성을 연계하여 나타낸 평면모형이고, 수치표고모형은 지형의 기록을 점, 선 형태로 취하여 구조화한 입체모형이다. 수치표고모형은 지형이나 다른 표면과 관련된 형상을 해석하고 보여줄 수 있도록 모형화하는 기능을 가지고 있어서 지구와 공학분야의 수많은 응용분야에 기초적인 데이터로 취급되고 있다. 수치표고모형을 구축하는 기존의 방법은 크게 지상 측량에 의한 방법, 기존지도에 의한 방법, 사진측량(해석식과 수치식)에 의한 방법등이 있으며, 최근에는 레이더 간섭계(SAR; Synthetic Aperture Radar)와 항공레이저측량에 의한 방법이 활용되고 있다. 수치표고모형의 제작은 임의의 3차원 좌표값을 관측하는 자료수집단계와 수집된 자료로부터 보간에 의해 또 다른 고도자료를 만드는 자료처리 단계로 구분된다. 이 가운데 수치표고 모

형의 정확도나 제작 효율에 직접적인 영향을 주는 것은 자료수집단계라고 할 수 있다.

각 방법별 정확도는 기존지도(수치지도)의 등고선으로부터 수치표고모형을 제작할 경우 정확도는 1 m ~ 2 m 범위이며, 항공사진측량을 이용할 경우 0.5 ~ 0.75 m, 항공레이저측량을 이용할 경우, 0.1 ~ 0.2 m 정도로써 정확도가 월등하다. 구축비용면에서는 항공레이저측량법의 비용을 1로 할 경우, 항공사진해석도화의 경우 2.5배 수치지도 이용시 0.05 로써 정확도가 문제되지 않는 경우에는 수치지도로부터 수치표고모형을 제작하는 것이 경제적이나, 정확도가 요구되는 경우에는 항공레이저측량이 가격면에서도 유리하다.

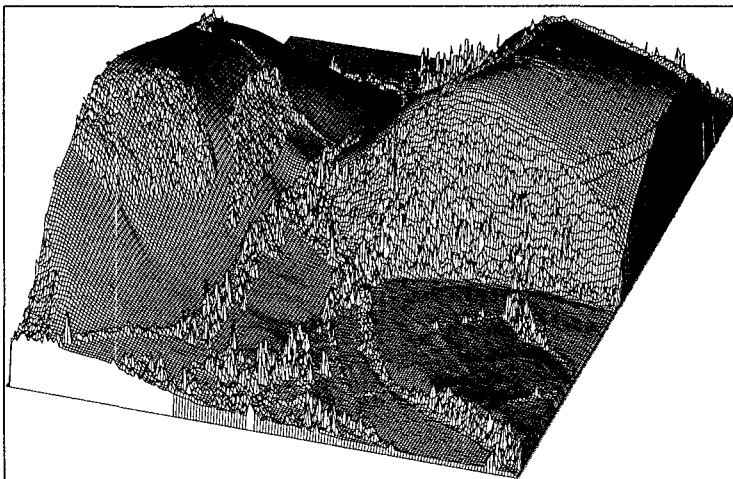
4. 활용 분야

항공레이저측량을 이용한 고정밀 수치표고모형은 정사영상 제작시 지형기복에 따른 영상변위 제거, 하천범람 감시 및 예측과 같은 수리모델링, 재해 감시 및 예측을 위한 지형 및 경사 모델링, 등고선 작도, 환경 및 자원조사, 도시계획, 조경, 무선통신분야의 기지국 설치 및 전파확산모델분석, 해안선 관리, 산림관리, 수목량추출, 송전탑 위치분석, 도로 및 철도 선형 계획등 GIS 분야에서 다양한 활용이 가능하다.

4.1 측량 및 지형도 제작

1) 등고선도 작성

수치표고모형의 데이터를 적당한 높이 간격으로 재분류하고, 같은 높이를 갖는 지점을 선으로 연결하거나, 색깔또는 농담을 부여하면 등고선도를 얻을 수 있다.



2) 정사투영지도제작

중심투영의 왜곡을 가진 사진 또는 위성영상에 수치표고모형의 X, Y, Z 좌표로부터 대응되는 영상좌표를 계산하여 기하학적 특성이 부여된 정사투영사진지도를 제작할 수 있다.



4.2 수리수문

1) 댐 부지 선정

댐 부지 선정시 중요 고려 요소인 저수 용량과 수몰지역 파악이 쉽게 시뮬레이션된다.

2) 홍수 범람 구역 매핑

홍수시에 침수 구역의 예측을 위한 수리분석에 기본 자료로써 활용된다.



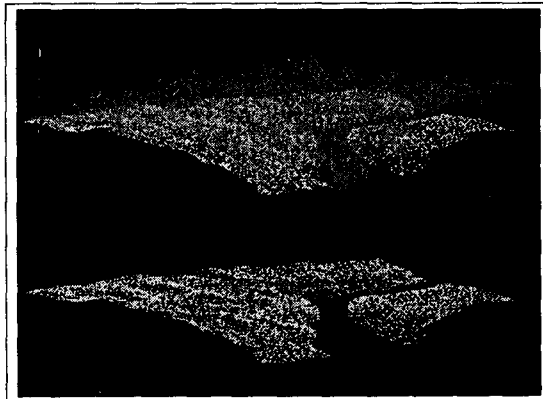
4.3 토목 설계

1) 노선 설계

도로, 철도등의 노선 선정시 시뮬레이션을 통해 여러 가지 대안에 대한 평가를 용이하게 수행할 수 있으므로 최적 노선의 선정이 가능하다.

2) 토공량 산정

수목이 제거된 정확한 수치표고모형을 이용하여 토공량을 정확히 산정할 수 있기 때문에 토목공사에서 가장 불확실성이 높은 토공량 추산을 설계 단계에서부터 정확히 파악하여 절, 성토 균형 설계 및 최적설계가 가능하게 된다.



3) 부지 선정

대형 토목구조물의 부지 선정시에 부지의 경사도 및 방향, 진입로, 배수, 조경 등의 정확한 계획을 위해서는 대축적 수치표고모형이 필수적이다.

4.3 환경 및 방재

1) 오염 확산 모델링

각종 오염원의 확산 해석에 있어서 고정밀 수치표고모형이 필수적으로 사용된다. 이는 지하수, 토양 오염 뿐만 아니라 대기 오염의 경우에도 마찬가지이다.

2) 산불 방재

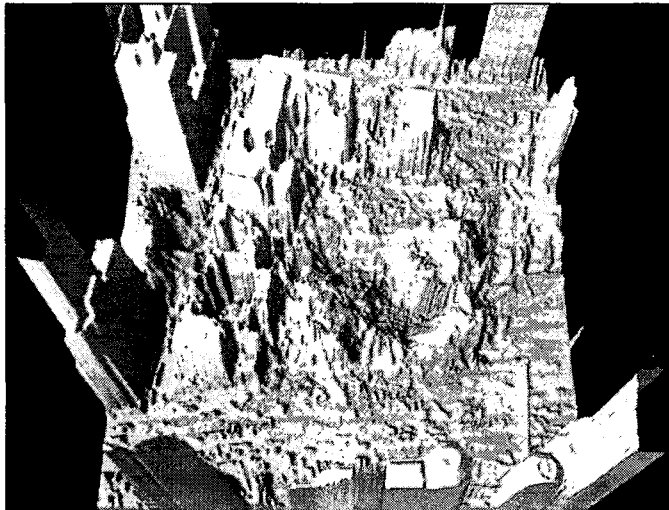
산불은 계곡을 좁, 배기구처럼 사용하여 정상으로 확산된다. 따라서 정밀한 수치표고모형을 이용하여 산불 확산 경로를 예측하여 소화작업과 대피작업에 활용하고 또한 감시초소 운용에도 활용할 수 있다.

3) 소음

소음 발생원과 기상조건등을 감안하여 이를 건물을 포함한 3차원 모형에서 모델링할 수 있다.

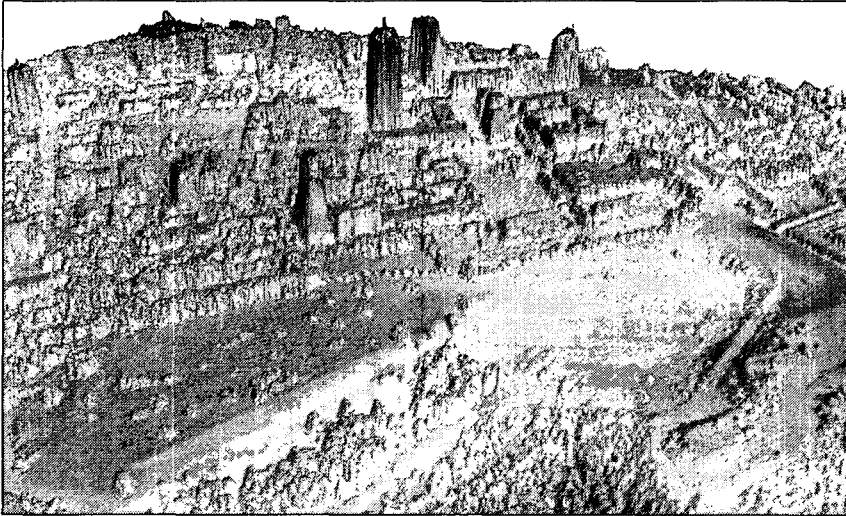
4) 재해지역 매핑

재해 발생시 대상 지역에 대한 신속한 매핑을 통해 대책 수립



5) 도시 미기후

도심지에서는 풍향, 풍속, 대류등의 조건이 고층 빌딩 등의 영향에 의해 왜곡되게 된다. 인공구조물을 포함한 지형 모델을 이용하여 도시 미기후 효과 모델링이 가능하다.



5. 결론

항공레이저측량은 중·대축척 고정밀 수치표고모형의 구축에 있어서 매우 효과적이고 경제적인 신기술로써 선진국에서는 이미 다양하게 활용되고 있으며, 국내에서도 국립지리원, 한국수자원공사등을 중심으로 시범사업이 진행중에 있으며, 정확도 향상을 위한 후처리 기술개발과 다양한 GIS 응용 솔루션 개발이 활발하게 이루어지고 있어서 빠른 시일내에 새로운 측량 방법의 하나로 정착될 것으로 예상된다.