AIR-MS(Airborne Integrated Rapid Mapping System)를 이용한 3D GIS 모델링

3D GIS Modelling Using Airborne Integrated Rapid Mapping System

손홍규* · 윤공현** · 김기태*** · 서일홍****

Sohn, Hong Gyoo · Yun, Kong Hyun · Kim, Gi-Tae · Seo, Il-Hong

* 연세대학교 사회환경시스템공학부 교수(sohn1@yonsei.ac.kr)
** 연세대학교 사회환경시스템공학부 박사과정(ykh1207@yonsei.ac.kr)
*** Vexcel Corporation, 소프트웨어 엔지니어, 공학박사(kim@vexcel.com)
**** 연세대학교 사회환경시스템공학부 석사과정(ykh1207@yonsei.ac.kr)

요 지

최근 디지털 카메라(Digital camera), 다중/고분광 영상(Mumltispectral/Hyperspectral image), LiDAR(Light Detection and Ranging), InSAR(interferometric SAR)와 같이 지상을 보다 상세하고 높은 정확도로 지상을 매핑할 수 있는 센서들이 출현하고 있다. 이러한 다양한 정보 취득 자료를 충분히 활용하여 통합하기 위해서는 영상에 대하여 정확한 기하보정 또는 정사영상의 제작과 LiDAR 자료와 같은 경우 평면위치의 오차를 조정하여 다중자료들 간의 정확한 지형보정(Coregistration)이 필요하다. 본 연구에서는 AIR-MS 자료를 이용하여 즉, 항공기로부터 취득한 LiDAR(Height와 강도(Intensity) 자료), digital camera을 통합하고, 기존의 컬러항공사진 및 1:1000 수치지도를 이용하여 3D GIS 자료의 생성을 시도하였다.

1. 서론

최근 센서 기술의 발달로 인하여 지형에 대한 다양한 자료를 취득, 제공하고 있다. 하지만 지형정보를 이용한 많은 응용 연구에서 있어서 각 개별 자료 취득원으로부터 얻은 정보는 완전하거나, 정밀하지 못하며 지속성이 부족하다 (Pohl and Genderen, 1998). 이러한 정보의 불완전성을 해결하기 위하여 서로 다른 자료를 통합 및 융합하므로서 보다 더 나은 결과를 산출할 수 있다. (Farina et al., 1996). 또한 최근 AIR-MS의 출현으로 항공기에 LiDAR 자료(Intensity 자료 포함) 취득 센서와 디지털 카메라 센서를 탑재하여 지상에 대한 영상정보와 3차원 위치정보를 동시에 취득하여 상세하고도 정확한 지상의 묘사가 가능하다.

본 연구에서는 경남 마산지역을 대상으로 취득한 LiDAR 자료와 디지털 카메라 영상을 활용하여 실제 다양한 분야에서 활용 가능한 3D 자료를 생성하였다. 이를 위하여 각 자료에 대한 정확한 지형보정을 시도하였다. 즉, 디지털 카메라 영상을 1:1000 수치지도로부터 취득한 기준점과 내부표정에 관한 보정자료(Calibration data)를 활용하여 정사영상을 생성하였으며 LiDAR 자료는 랜덤한 포인트 자료를 이용하여 정밀 DSM(Digital Surface Model)을 생성하였다. 그리고 동시에 취득된 랜덤한 Intensity 자료의 경우 격자형 자료(Raster data)로 변환 등이 필요하다. 이러한 처리 과정을 통하여 얻어진 자료를 통합하여 3차원 영상 자료를 생성하여 3D GIS 자료로 활용할 수 있다. 또한 기존의 컬러항공사진과 LiDAR 자료의 통합을 통한 3차원 영상정보를 생성하여 본 연구에서 생성된 디지털 카메라 영상기반 3차원 자료와 LiDAR Intensity 자료를 기반으로한 3차원 자료와 시각적인 비교를 수행하였다.

2. 대상지역, 자료 및 처리과정

본 연구에서 사용된 자료는 AIR-MS 자료로서 경상남도 마산지역의 컬러항공사진, LIDAR 자료(고도와 강도), 디지털 카메라 영상 그리고 1:1,000 축척의 수치지도이다. 컬러항공사진은 2003년 9월 30일에 취득된 영상이며 2003년 태풍 매미의 영향으로 피해가 발생한 지역이다. 항공사진은 50㎛의 해상도로 스캐닝하였으며 실제 지상의 해상력은 25cm 이다. 또한 다른 자료와 좌표체계를 통일시키기 위해서 항공영상은 1:1000 수치지도를 이용하여 정사영상을 생성하였으며 수평 정확도는 대략 0.75m 이다. 디지털 카메라영상은 태풍 매미의 발생시기와 거의 일치하여 촬영하였으며 Optech 회사에서 제작되었다. 해상도는 가로 세로의 길이가 지상에 약 715m에 해당한다. 또한 LIDAR는 지상의 건물 등을 포함한 표면을 묘사하는 정보를 제공하는 시스템으로서 Optech 회사의 ALTM1020 시스템으로 대상지역의 자료를 취득하였다. 이 시스템은 5kHz 레이져 빈도률이며 지표면을 약 1350m 상공에서 스캔되었다. 점밀도는 1.0 point/m^2 이며 수직위치 정확도는 15cm, 수평위치 정확도는 50cm로 알려져 있다. 아래 그림 1은 본 연구의 흐름도를 보여주고 있으며 그림 2는 디지칼 카메라의 영상을 나타내고 있으며 그림 3 LDAR의 포인트 자료(고도와 강도)를 표현하고 있다.

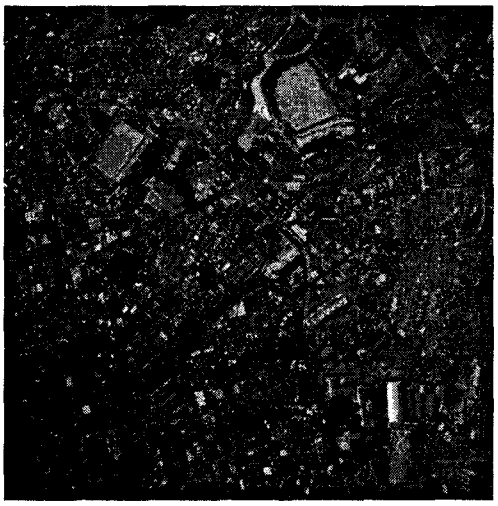

그림 2. 대상지역의 디지털 카메라 영상

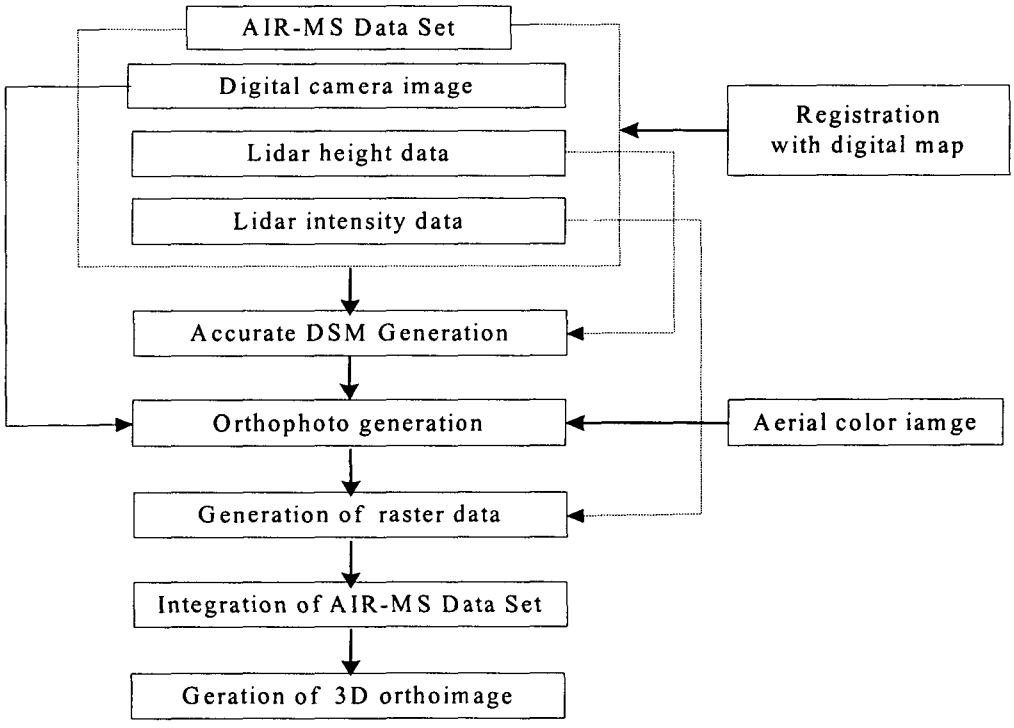

그림 1. 본 연구의 처리과정 흐름도

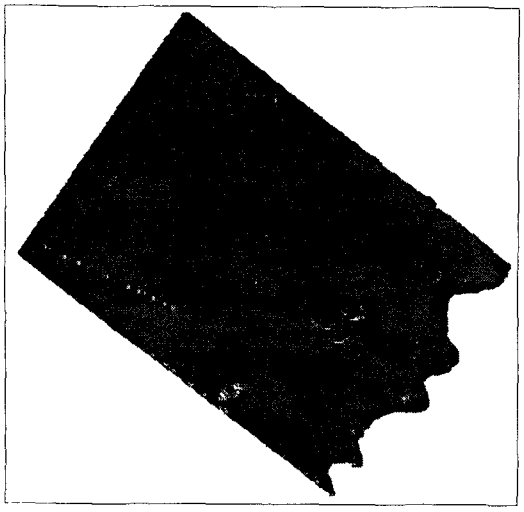

그림 3. 대상지역의 LiDAR 포인트 자료

3. 수치정사영상의 생성

본 연구에서는 첫 번째의 과정으로서 취득된 각 자료를 통합하기 위하여 디지털 카메라 영상과 향후 비교 검토될 컬러 항공사진 수치정사영상의 생성이 필요하다. 이를 위하여 다음 표 1, 표 2와 같은 기준점을 마산지도 1:1000 수치지도로부터 기준점을 취득하여 정사영상을 생성하였다. 항공사진에 비하여 디지털 카메라 영상의 차지하는 부분이 상대적으로 작기 때문에 동일한 기준점을 사용하기 어려워 별도로 디지털 카메라 영상에 해당되는 기준점을 별도로 취득하였다. 항공사진의 대한 정사영상의 처리과정은 지금까지 많이 연구되어 왔으므로 여기서 상세한 과정은 생략하며 디지털 카메라 영상의 처리과정으로서 디지털 카메라는 Optech 회사에서 제공하는 내부표정자료를 제공한다. 항공사진과 달리 디지털 카메라 영상에는 내부표정 처리를 위한 별도의 지표(fuducial mark)가 존재하지 않는다. 대신에 영상의 각 4 모서리 영상소에 해당하는 점을 지표로 가정하고 영상 중심을 사진좌표의 원점으로 설정하고 내부표정을 실시하게 된다. 내부표정요소의 보정값 자료는 다음 표 3과 같으며 디지털 카메라의 영상좌표계는 다음 그림 4에 나타나 있다. 또한 생성된 각각의 수치정사사진은 다음 그림4와 그림5와 같다.

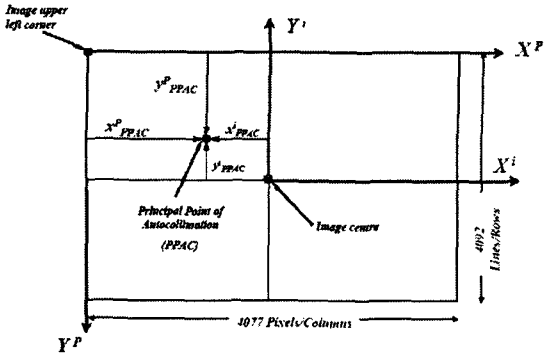

그림 4. 디지털 카메라 영상 좌표계

표 1. 컬러항공사진 정사영상 생성을 위한 기준점

GCP No.	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	159743.000	187017.730	3.200
2	159684.010	186690.960	7.500
3	159695.490	186445.910	12.700
4	160011.360	186117.440	3.700
5	160540.910	188250.060	5.900
6	160842.250	188690.430	2.300
7	161121.820	188937.760	1.900

표 2. 디지털 카메라영상의 정사영상 생성을 위한 기준점

GCP No.	X(m)	Y(m)	Z(m)
1	159711.440	186944.990	2.800
2	159717.840	187194.490	14.300
3	159597.010	187254.480	36.700
4	159409.260	187412.930	46.300
5	159.807.330	187272.670	15.800

표 3. DSS Serial 0015-55mm렌즈 카메라보정 자료

Parameter	Value	Accuracy
f(mm)	55.156	0.009mm
Pixel Non-squareness	1.0	0.0000001
x^{p}_{PPAC} (pixels)$^{+}$	2045.27	0.4 pxel
y^{p}_{PPAC} (pixels)$^{+}$	2053.77	0.4 pxel
x^{i}_{PPAC} (pixels)$^{++}$	0.061	0.0036
x^{i}_{PPAC} (pixels)$^{++}$	-0.07	0.0036

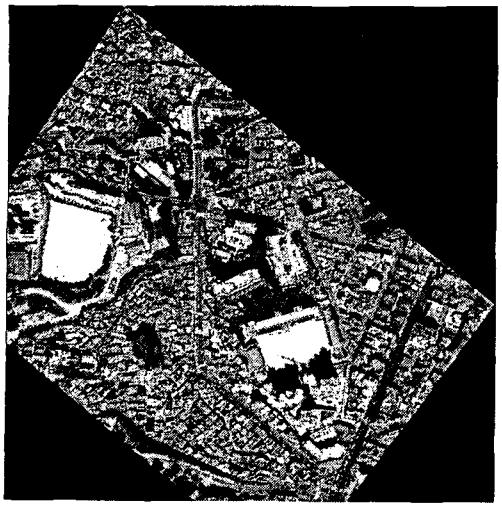

그림 5. 항공사진의 수치정사영상

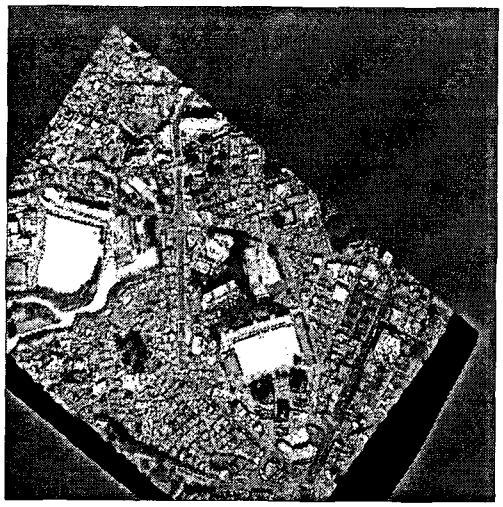

그림 6. 디지털 카메라영상의 수치정사영상

4. LiDAR 자료의 처리

수신된 LiDAR 자료는 WGS84-UTM 좌표로 수신이 되며 X, Y, Z 그리고 강도의 4 column 자료로 구성되어 있다. 이 자료는 항공사진과 Bessel-TM의 기준점을 사용하여 생성된 수치정사영상과 통합하기 위해서는 먼저 좌표계의 통일이 필요하다. 이를 위해 WGS84-UTM 좌표를 Bessel-TM으로 일치시켰다. 그 다음 처리과정으로 LiDAR의 고도자료 또는 intensity 자료는 랜덤한 포인트 자료이므로 일정한 격자형 자료로 변환이 필요하다. 즉 정밀한 DSM 자료를 취득하고 기존 수치지도와의 정확도 비교를 위해서 LiDAR의 고도자료를 일정한 샘플링 간격(0.5m)으로 보간이 필요하다. 이를 위해서 수치고도자료를 이용하여 TIN(Triangulated Irregular Network)모형을 생성하였으며 이를 0.5m 격자 간격의 영상을 생성하여 DSM 자료를 생성하였으며, 마찬가지로 intensity 자료를 바탕으로 TIN을 구성한 다음 동일한 격자의 영상을 생성하였다. 그 결과는 다음 아래 그림 7과 그림8과 같다.

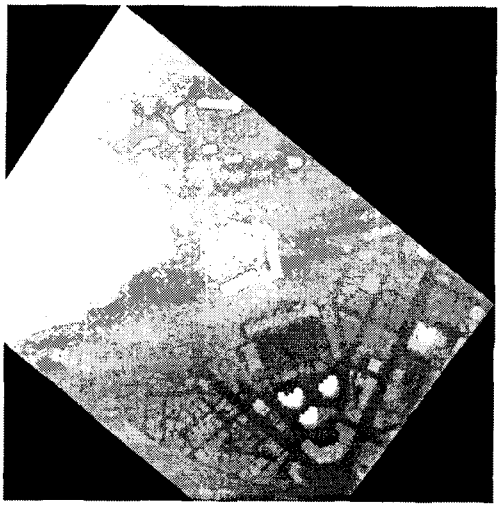

그림 7. LiDAR 고도자료의 영상

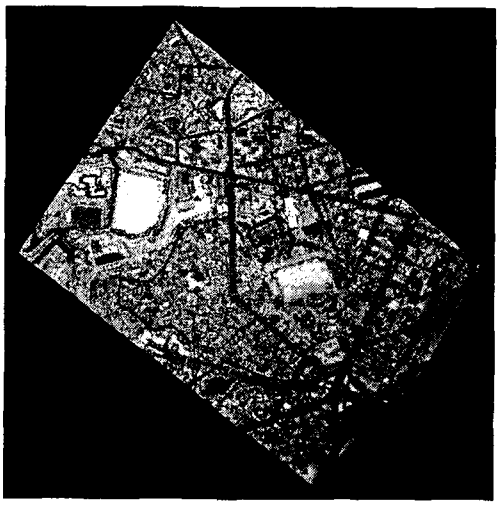

그림 8. LiDAR 강도자료의 영상

5. 3D GIS 자료생성을 위한 통합 및 분석

각각 최종 처리된 수치항공영상과 LiDAR 고도영상 그리고 LiDAR 강도영상을 통합하므로서 3D 영상을 생성하여 GIS에 활용 할 수 있는 자료를 생성하였다. 이러한 과정은 각 수치영상에 정밀 수치표면모형(DMS)을 이용하여 3차원 영상으로 제작 처리 가능 하였다. 이것은 2차원 평면좌표를 가지는 실제 지형의 영상에 지형과 건물에 대한 높이값을 부여함으로써 실제 지형의 영상을 가지는 3차원의 디지털 모델링이 가능함을 의미한다. GIS 상에서 어떤 시야각으로부터도 3차원 분석이 가능하기 때문에 가령 홍수로 인한 도시지역의 침수구역에 대한 시뮬레이션이 가능할 것으로 활용될 수 있을 것이다. 또한 생성된 3차원 자료의 정확도는 1:1,000 수치지도와 비교하였을 때 약 수평위치 0.5m 정도의 오차를 보였으며 LiDAR DEM자료와 동시에 얻어진 디지털 영상의 합성하는 과정은 항공사진을 합성하는 과정과 동일하다. 다음 그림 7과 8은 최종생성된 3차원 항공영상 및 디지털 카메라영상을 보여주고 있다.

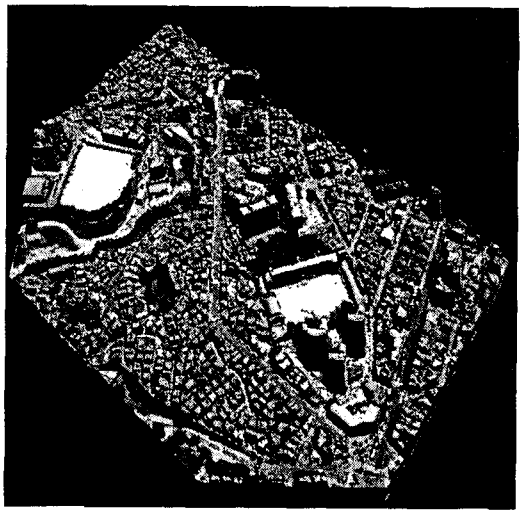

그림 8. 생성된 3차원 항공영상

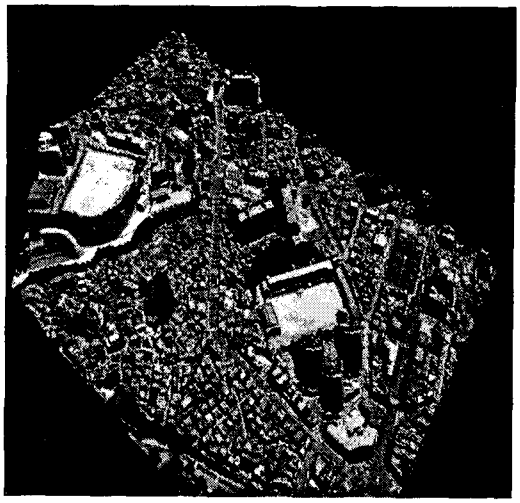

그림 9. 생성된 3차원 디지털 카메라 영상

6. 결론

본 연구에서 항공레이저스캐닝으로부터 얻은 LiDAR 자료와 디지털영상, 고해상도의 항공영상자료인 항공사진을 이용하여 GIS분석을 위한 3차원 자료를 제작하였다. LiDAR 자료의 경우 TIN 생성과정을 통하여 GIS 분석에 사용될 수 있는 격자형 고도자료(DSM)을 생성하였으며, 나머지 항공사진과 디지털영상의 경우는 정사영상으로의 기하보정을 통해 LiDAR 자료와 융합하여 GIS 자료로 사용될 수 있도록 하였다.

항공사진의 경우 높은 해상도를 가진다는 장점이 있으나 자료를 얻는 관측시점이 틀리므로 시간격차에 따라 LiDAR 자료와의 융합에서 오차가 있을 수 있다는 단점이 있으며 또한 비용면에서도 항공사진과 LiDAR 탐측을 모두 해야 한다는 부담이 있다. 디지털 카메라영상의 경우는 LiDAR 자료와 동시에 얻어지기 때문에 재해지역 조사 및 분석에 있어서 준실시간으로 3차원 GIS 분석이 가능한 장점이 있으나 항공사진의 해상도에는 약간 못 미치는 단점이 있다. 또한 LiDAR intensity 자료는 항공사진으로부터 얻을 수 없는 질감정보와 특성정보를 취득할 수 있으므로 영상판독, 특정 관심대상물을 추출함에 있어 유용한 정보를 제공할 수 있으며 앞으로 방재분야에 있어

서 항공레이저스캐닝 자료의 활용 가능성이 증대될 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Farina, A., M. Costantini, and F. Zirilli. 1996. Fusion of radar images: techniques and applications, *Invited Lecture, Colloquium Entretiens Science et Defence, Topic on le future du radar: une synthesis de techniques* 24-25, 285-296.
2. Pohl, C. and J.L. Van Genderen. 1998. Multisensor image fusion in remote sensing: concepts, methods, and applications, *International Journal of Remote Sensing*, 19(5). 823-854.