

## LIDAR 자료를 이용한 수치지도 건물레이어 갱신 Building Layer Update of Digital Map using LIDAR Data

김성삼<sup>1)</sup> · 구신희<sup>2)</sup> · 김원석<sup>3)</sup> · 유환희<sup>4)</sup>

Kim, Seong Sam · Goo, Sin Hoi · Kim, Weon Seok · Yoo, Hwan Hee

<sup>1)</sup> 경상대학교 대학원 도시공학과 박사과정(E-mail : kimss333@netian.com)

<sup>2)</sup> 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정(E-mail : bumerang00@nate.com)

<sup>3)</sup> 경상대학교 대학원 도시공학과 석사과정(E-mail : one2ne@nate.com)

<sup>4)</sup> 경상대학교 건설공학부 도시공학전공 교수(E-mail : hhyoo@gsnu.ac.kr)

### Abstract

As NGIS project has been implemented in 1995 and effectiveness of spatial information increased, Digital maps serve several purpose in administrative, living, and industrial fields. But, Digital maps have many differences with real world information and difficulties in application of managing urban facilities due to high update cost and long generation period. In this study, We suggest methodology to update a building layer of digital map in urban area as regenerating a building layer by detection of changed buildings in the existing digital map and extraction using LIDAR data and Aerial images, more easier to acquire data and available to guarantee accuracy. Experimental results are expected to applied for constructing 3D urban model in a broad expensive urban area.

### 1. 서론

최근 국내의 국가GIS사업의 일환으로 전 국토에 대한 대축척 수치지형도와 지적도, 지하시설물도와 주제도 작성이 진행 중이며 이를 이용한 다양한 지리정보시스템(GIS)을 개발하여 보급하고 있다. 그러나 공간정보 구축은 장기적이고 지속적인 자료갱신을 위해 많은 인력과 예산이 소요되는 특성을 지닌다. 대부분의 지자체의 경우 사업예산 부족으로 수치지도 갱신이 원활히 이루어지지 못해 실세계 정보와 수치지도 정보 간 많은 차이를 지니고 있다. 실세계 정보와의 차이로 신뢰성이 부족한 수치지도는 공간관련 행정 서비스의 질 저하와 주민의 공간정보 활용 미흡, 공간정보를 활용하는 신산업 창출이 취약해지는 결과를 초래할 수 있다. 공간정보 활용저하에 따른 여러 문제를 개선하기 위해서는 무엇보다 수치지도의 현실 반영성을 높일 수 있는 방안이 필요하다. 이를 위해서는 기존 방법에 비해 효율적으로 실세계 정보를 반영할 수 있는 수치지도 갱신방안이 필요하다. 현재의 수치지도 제작은 항공사진 촬영, 수정도화, 정위치 편집 등 복잡한 과정을 거쳐 수작업으로 이루어지고 있다. 이를 개선하기 위해 위성사진, GPS-VAN, GPS 측량, LIDAR 등 다양한 측량기술과 매핑기술이 등장하고 있다.

따라서 본 연구에서는 LIDAR 관측자료 및 디지털 영상, 수치지도 등의 Multi-source 자료를 활용하여 LIDAR 자료를 전처리하였으며, 필터링을 적용하여 지면과 비지면으로 분류하고 비지면 정보를 이용하여 건물레이어를 구축하여 수치지도를 갱신할 수 있는 방안을 제시하였다.



그림 1. 연구 흐름도

## 2. 자료의 전처리

본 연구에서 사용한 LIDAR 자료는 Opect사의 ALTM3070시스템을 이용하여 촬영고도 1,300m에서 취득하였고, 해상도는 6 point/m<sup>2</sup>, 촬영폭은 700m이며, 각 포인트에 대한 반사강도 정보가 포함되어 있다. 보조 자료로 LIDAR 시스템에 탑재된 ALTM 4K02 디지털 카메라를 이용해서 촬영된 디지털 항공영상, 1/1000 및 1/5000 수치지형도를 이용하였다. 대상지역은 대전시 서구일대로서 1/5000 수치지형도 1 도엽의 1/4 크기(약 1.56km<sup>2</sup>)로 선정하였다.

### 2.1 디지털 영상

대상지역을 포함하는 각각의 8장의 디지털영상을 1:1000 수치지도에서 기준점을 취득하여 3차 다항식을 사용하여 기하보정하였다. 8장의 기하보정된 디지털영상을 도로를 중심으로 cut-line을 따라 mosaic 하여 mosaic된 영상으로부터 대상지역의 subset 영상을 취득하였다.

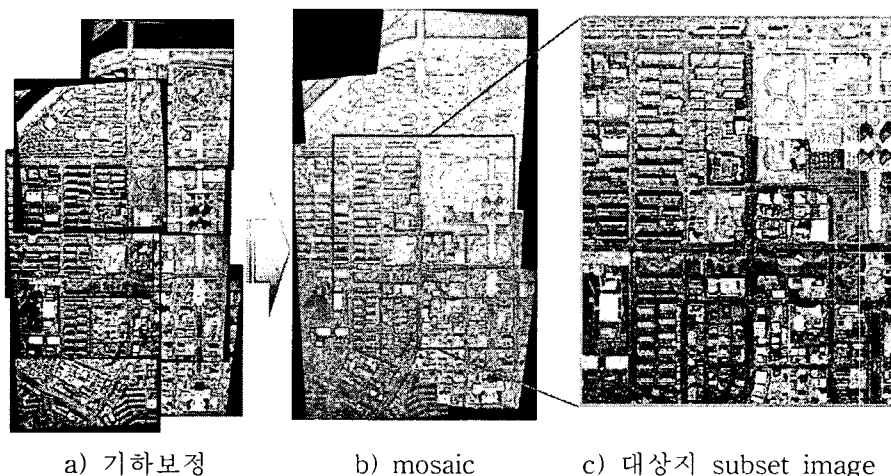


그림 2. 디지털영상 처리

## 2.2 LIDAR 자료

### 2.2.1 GRID 변환

LIDAR 자료는 불규칙적인 3차원 포인트 자료로 이루어져 있기 때문에 LIDAR 자료를 정규격자형태의 래스터 자료로 변환할 경우 처리 과정이 단순해지고 기존의 알고리즘을 적용하기 편리해진다. 이때 LIDAR 데이터가 가지고 있는 정보의 손실을 최대한 줄이면서 LIDAR 데이터를 정규 격자화하기 위해 Morgan(2002)은 LIDAR 데이터의 점밀도가  $n(n/m^2)$ 일 때 격자의 크기는  $1/\sqrt{n}m$ 가 적당하다는 결과를 도출하였다.

본 연구에서는 3차원 포인트 자료를 데이터의 손실을 최소화하기 위해서 0.4m 간격의 정규격자의 래스터 자료로 변환 후 필터링 기법을 적용하였다. 또한, 항공 LIDAR 자료의 취득과정에서 발생할 수 있는 우연오차(blunder)를 제거하는 과정이 필요하며, 대상지역의 평균 표고와 정규격자 간격을 고려하여 탐색영역을 설정 후 주변의 점들과 비교하여 과대하게 높거나 낮은 포인트들을 검색하여 제거하였다.

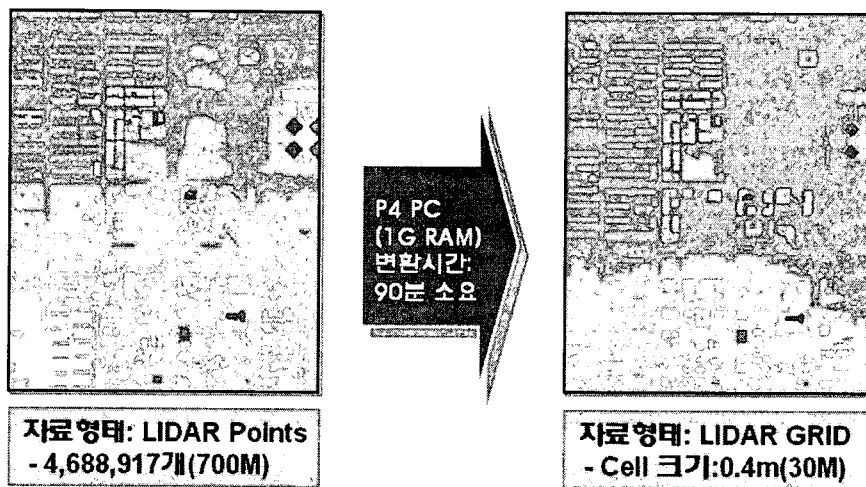
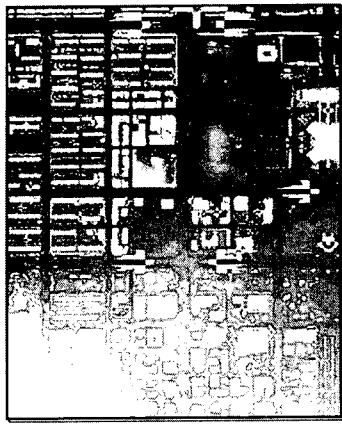


그림 3. LIDAR GRID 변환

### 2.2.2 지면 및 비지면 분류

건물 후보점을 추출하기 위하여 대상지역의 LIDAR 자료에서 지면과 비지면 요소로 분할하는 과정이 필요하다. 기존의 연구에서는 3차원 좌표정보를 갖고 있는 LIDAR 자료의 기본적인 특성인 높이 정보, 경사, 모폴로지(morphology) 등을 이용한 형태학적인 접근방법으로 연구가 이루어지고 있다. 본 연구에서는 LIDAR 자료의 기본적인 특성을 이용하여 정동기 등(2005)에 의해 선행 연구된 3가지 필터링 기법을 활용하여 연구를 수행하였다. 3가지 필터링 가운데 ETEW(Elevation Threshold Expanding Window) 방법은 특정 영역내에 있는 포인트의 높이값 중에서 최소값을 검색하여 그 최소값과 영역내의 포인트의 높이를 비교한 후 그 비교한 값이 특정 임계치보다 클 경우 그 포인트를 비지면점으로 분류하는 방법이다. 본 연구에서는 최초 윈도우 크기를 2x2로 설정하였으며, 윈도우 크기를 증가시키면서 반복적으로 연산을 수행하여 비지면요소를 추출하였다.



a) 지면요소 추출



b) 비지면요소 추출

그림 4. 필터링에 의한 지면/비지면 분류

### 3. LiDAR data로부터 건물레이어 구축

#### 3.1 DTM 생성

지면과 비지면으로 분류된 LIDAR 자료중 지면요소만을 이용해서 지형을 생성하였다. DTM의 정확도는 원 자료의 분포형태와 품질, 설정한 보간법의 적절성에 좌우되며, DTM 구축을 위한 보간법의 선정은 지형의 변화에 따라 달라진다. DTM 구축에 이용되는 보간법은 자료의 특성이나 정확도, 중요도 및 이들 자료의 분포특성을 반영할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 거리를 가중인자로 하여 보간하는 IDW(Inverse Distance Weighting) 보간법을 이용하여 DTM을 생성하였다.

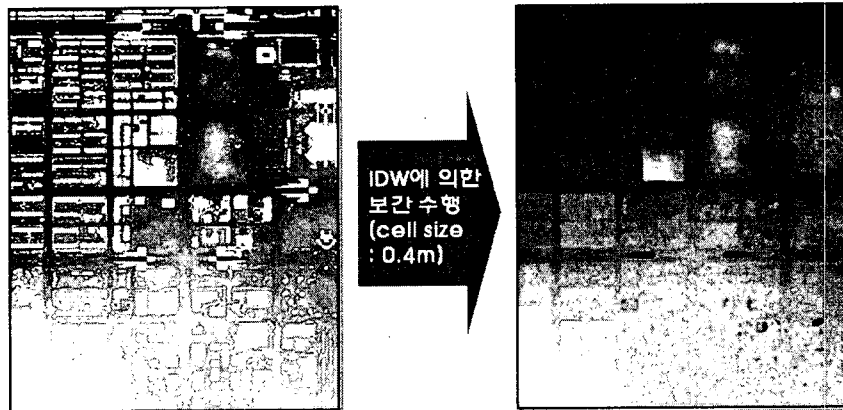


그림 5. DTM 생성

#### 3.2 비지면요소로 부터 건물 데이터 추출

##### 3.2.1 후보 건물정보 추출

필터를 통해 추출된 비지면 정보의 높이 값을 이용하여 등고선(Contour)을 추출하고 자료의 검출된 영역중의 최대, 최소 높이를 이용하여 높이 간격의 2/3 부분의 등고선을 초기 건물의 경계로 선택하여, 건물 주변의 낮은 비지면을 분리해 내고 후보건물정보를 얻을 수 있다. 이를 선형화 및 폴리곤 형태로 변환하여 후보 건물에 대한 건물레이어를 구축하였다. 하지만 추출된 비지면 자료에는 건물 정보뿐만 아니라 수목, 자동차 등의 다른 지물 정보들이 포함되어 있으므로, 건물정보만을 추출해 내기 위해 주로

면적이나 형태학적인 특징을 이용한다. 수목이나 자동차의 경우 면적이 건물보다 작다는 특성을 이용해서 대상지역내의 최소건물면적을 선정하여 미소 폴리곤을 제거하였다. 이때 최소건물면적은 1/1000 수치지도상의 최소면적건물을 기준으로 하였다.

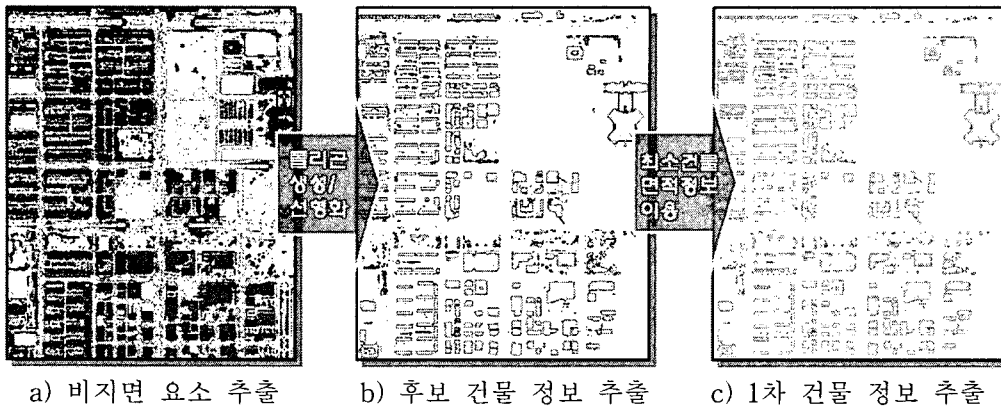


그림 6. 건물정보 추출 과정

### 3.2.2 건물 경계 복원 및 특징점 추출

필터링을 통해 추출된 비지면 정보는 등고선과 면적 정보를 이용해서 후보건물정보를 분리하였다. 분리된 건물은 LoG 연산자를 이용해서 경계를 검출하고 특징점을 찾아내어 굴곡을 직선화한다. 그림 7은 최초 추출된 건물의 경계와 LoG 연산자를 이용해 특징점을 찾고 직선화한 모습을 보여주고 있다.

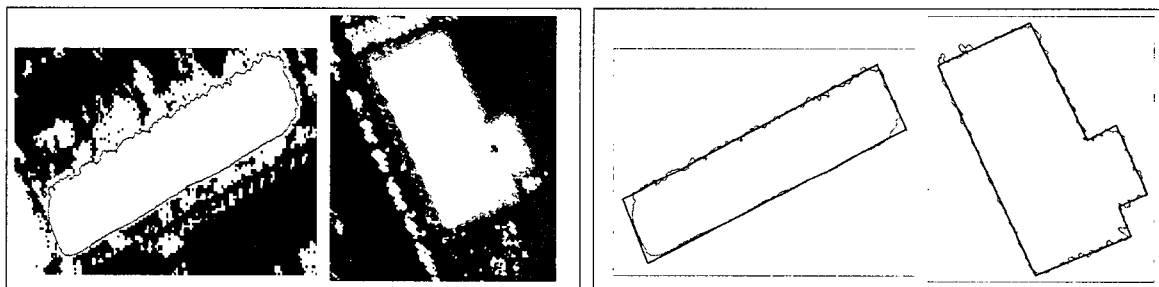


그림 7. 건물의 경계선 복원

## 4. Multi-source 자료를 이용한 수치지도 갱신

### 4.1 LIDAR 추출 건물 정보와 수치지형도 비교 분석

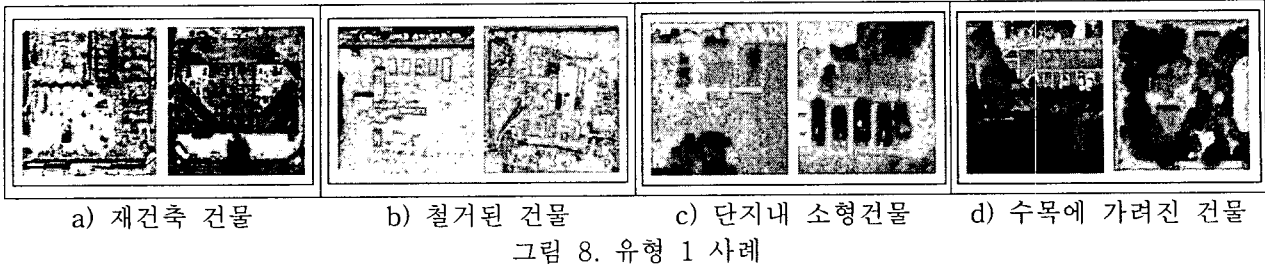
LIDAR 자료와 수치지형도(1/1000)에서 얻은 건물 정보를 비교하여 아래 표 1과 같이 3가지 유형(case)별로 분류하고 각 유형별로 처리 방법을 제시하였다. 보다 정확한 현황 파악과 처리방법 제시를 위해 보조 자료로서 항공 디지털영상을 이용하였다.

표 1. LIDAR 자료와 수치지형도 비교유형 분류

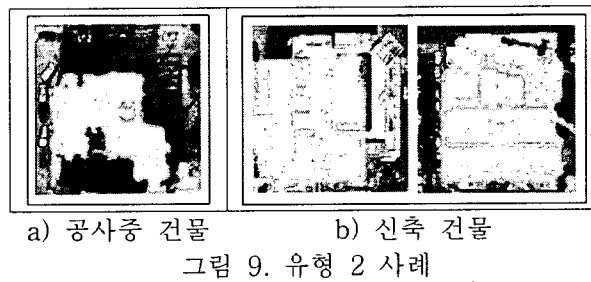
	LIDAR data	수치지도(1/1000)
Case I	×	○
Case II	○	×
Case III	○	○

○ : 건물 있음, × : 건물 없음

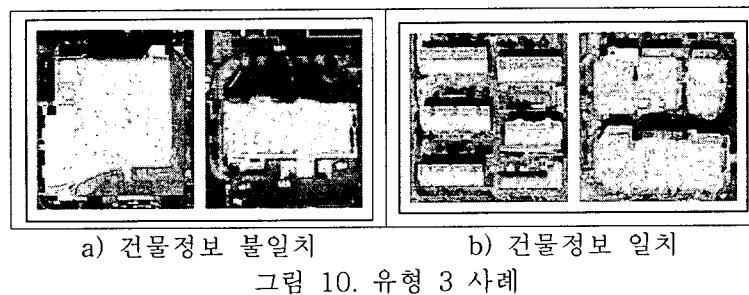
유형 1은 LIDAR에서 추출된 건물정보와 기존의 수치지형도 건물레이어를 비교했을 때 추출된 LIDAR 건물정보에는 없고 수치지형도의 건물레이어에는 존재하는 경우이다. 유형 1에 대한 대표적인 처리방법으로는 항공사진상에서 재건축중인 것으로 판독되는 건물들은 향후 추가적으로 갱신이 필요하며, 이미 철거되었으나 수치지형도 상에 남아있는 건물정보는 제거해야 하며, LIDAR 자료에서 추출이 어려운 대상지역내 작은 건물이나 수목에 가려진 건물들은 건물 레이어에 계속 보존하여 할 것으로 판단된다.



유형 2는 LIDAR에서 추출된 건물 정보와 기존의 수치지형도 건물레이어를 비교했을 때 추출된 LIDAR 건물정보에는 존재하나 수치지형도의 건물레이어에는 존재하지 않는 경우이다. 유형 2에 대한 처리방법으로는 항공사진상에서 공사중인 것으로 판독되는 건물들은 향후 추가적으로 갱신이 필요하며, 신축 건물인 경우에는 LIDAR 자료의 건물 정보를 이용하여 수치지도의 건물레이어를 갱신하여야 할 것으로 판단된다.



유형 3은 추출된 LIDAR 건물정보와 수치지형도의 건물레이어 모두 존재하나 건물정보가 정확히 일치하는 경우와 일치하지 않는 경우로 분류하였다. 유형 3에 대한 처리방법으로는 건물정보가 일치하는 것으로 판독되는 경우는 수치지형도 건물레이어를 이용하여 그대로 보존하고 불일치하는 경우는 LIDAR 자료의 건물정보를 이용하여 건물레이어를 갱신하여야 할 것으로 판단된다.



## 4.2 수치지형도 건물 레이어 갱신

LIDAR 자료, 수치지도, 항공영상을 활용하여 앞서 언급한 3가지 유형별로 LIDAR 자료에서 추출한 건물 정보와 수치지형도의 건물 레이어를 비교 분석한 후 수정·갱신된 최종적인 건물 레이어를 생성하였다. 그림 11의 좌측그림은 LIDAR에서 추출된 1차 건물정보와 수치지형도를 중복한 그림으로 일부 건물에서 두 자료간 차이가 발생하고 있음을 확인할 수 있으며, 3가지 유형별 분석을 통하여 그림 11의 우측그림과 같은 최종 건물 경계선을 추출하였다.

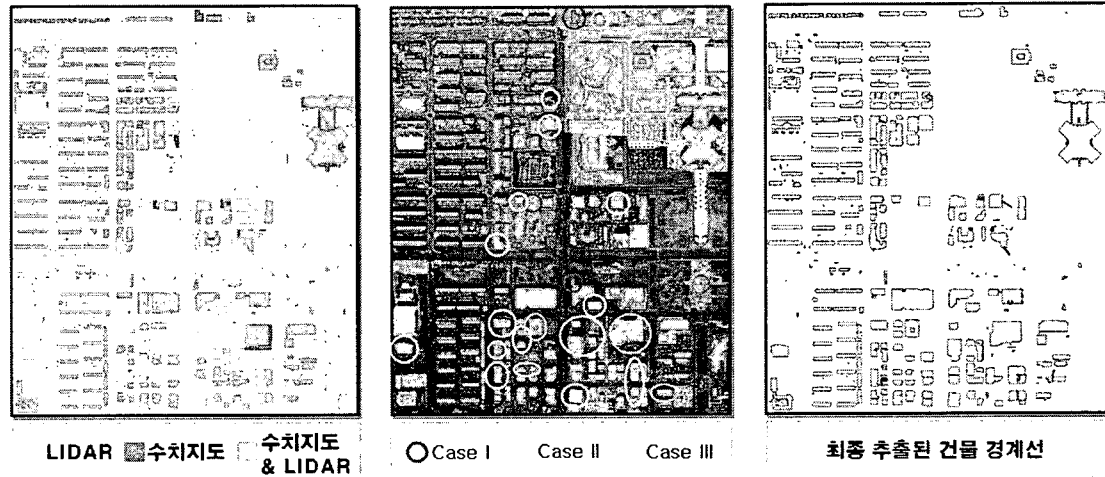


그림 11. 수치지형도 건물레이어 수정·갱신

## 5. 결론

최근 컴퓨터 기술과 분석알고리즘의 획기적인 발전에 따라 도시지역의 대축척 수치지도에 대한 수요 뿐만 아니라 3차원 도시 모델에 대한 수요가 증가하고 있다. 이에 대축척 수치지도에서 지형·지물 레이어를 효율적으로 제작·갱신하기 위한 연구의 일환으로 DSM(Digital Surface Model)으로부터 지표면의 표고인 DEM과 지물을 분리하기 위한 여러 가지 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 도시지역의 지물정보 중 대부분을 차지하는 건물을 정확하고 신속하게 추출하는 것은 수치지도의 갱신과 도시지역에 대한 정확한 3차원 정보를 제공하기 위해 필수적이다.

본 연구에서는 수치지도 갱신을 위해 LIDAR 자료, 디지털영상, 수치지도 등 Multi-source를 사용하였으며 LIDAR 데이터로부터 건물경계선을 자동으로 추출하고 직선화하여 기존 수치지도를 갱신하는데 효과적인 방법을 제시하였다.

## 참고문헌

- 김형태 (2000), GIS 건물레이어 자동구축을 위한 Lidar 데이터와 항공사진의 융합, 석사학위논문, 서울대학교 대학원, pp. 30~44
- 이원희 (2002), 수치지도와 LIDAR 자료를 이용한 도시지역 건물 3차원 모델링에 관한 연구, 석사학위논문, 서울대학교 대학원, pp. 12~23
- 정동기, 김원석, 김성삼, 유환희 (2005), LiDAR 자료로부터 건물 추출 및 3차원 복원, 2005 한국측량학회 춘계학술발표회 논문집, pp. 229~235
- 최승식 (2004), 항공 라이다 데이터 필터에 관한 연구, 석사학위논문, 인하대학교 대학원, pp. 29~37
- Keqi Zhang and Dean Whitman (2005), Comparison of Three Algorithms for Filtering Airborne Lidar Data, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 71, No. 3 pp. 313~324.