

# LiDAR 데이터를 이용한 차량정보 추출에 관한 연구

## A Study on the extraction of vehicle information using LiDAR data

권승준  
Seung Joon Kwon

한국전자통신연구원 친환경차량IT연구팀 연구원 kwonsj@etri.re.kr

### 요 약

본 논문에서는 국토모니터링 기술의 한 부분으로서 도로 지역에 대한 효율적인 실시간 교통모니터링을 위해 도로상의 차량 정보를 LiDAR 데이터로부터 취득하는 과정을 실험하였다. 도로영역의 데이터를 추출하기 위해서 좌표 변환된 수치지도와 LiDAR 데이터를 이용하였고, 국지적 임계치 필터링을 사용하여 추출된 도로영역의 데이터를 차량과 도로의 자료로 분리시키는 작업을 수행하였으며, 추출된 차량의 포인트들을 이용하여 차량을 표현할 수 있는 기본 속성값을 추출하였다. 마지막으로, 분리된 차량의 포인트에 대해서 MDC(Minimum Distance Classification) 클러스터링을 이용하여 차량의 종류를 분류하였다. 결과적으로 본 연구를 통하여 차량인식과 차량의 종류에 대한 분류를 수행할 수 있음을 확인하였다.

### 1. 서론

최근 국토모니터링 기술의 한 부분으로서 재난상황이나 특별한 사고/사건이 빈번히 발생하는 도로 지역에 대한 실시간 교통모니터링 기술에 대한 관심이 증대되고 있다. 현재의 교통모니터링 기술 동향은 정보수집 방법의 항목에서는 지점검지에서 구간검지로 변화하고 있으며, 설치 위치 특성 항목에서는 루프검지기과 같은 매설식에서 항공시스템과 같이 넓은 지역을 모니터링 할 수 있는 기기를 이용한 비매설식으로 바뀌고 있다. 또한 교통정보 수집내용에서는 기존에 기초적인 교통데이터 위주로 수집을 하였으나, 최근에는 돌발상황이나 차량추적 등 고급 교통정보에 대한 관심과 수요가 늘어나고 있어 이 부분에 많은 연구와 기술개발이 시도되고 있다. 데이터의 전처리 과정을 최소화 하면서 대상체의 정확한 3차원 좌표를 추출

할 수 있는 LiDAR데이터는 DSM(Digital Surface Model) 생성, 3차원 건물 생성, 3차원 도시모델 구축 등과 같은 응용분야에 주로 사용되고 있지만, 새로운 영역이라고 할 수 있는 교통정보 제공 및 교통자료 DB 구축분야에서도 점차 활용도가 높아지고 있는 실정이다.

본 연구에서는 넓은 영역에 대한 효율적인 교통모니터링을 목적으로 LiDAR 데이터를 이용하여 특정한 교통정보를 획득할 수 있는 가능성을 실험하는데 그 목적을 두고 있다. 이에 본 연구에서는 광역적인 도로추출을 구현할 수 있고, 기존의 교통수집 방법에 대한 대안이라고 판단되는 LiDAR 시스템을 통해서 차종 분류에 대한 정보를 추출함으로써, 교통정보 획득의 가능성을 제시하였다.

## 2. 연구 방법

교통용용분야 처리기술에서 입력 자료로 LiDAR 데이터를 사용하기 위해서는 먼저 원시 전체 LiDAR 데이터에서 차량에 해당하는 포인트들을 추출해야 한다. 도로 영역추출이 목적일 경우에는 차량 LiDAR 포인트들을 탐지해서 제거하고, 교통모니터링이 목적일 경우에는 탐지된 차량 LiDAR 포인트들을 이용하여 교통정보를 분석해야 한다. 본 연구에서 수행되는 연구의 흐름도는 그림 1과 같다.

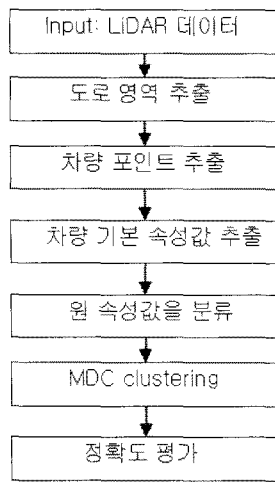


그림 1. 연구 흐름도

### 2.1. 도로 영역 추출

본 연구에서 가장 중요한 지상의 개체는 차량이 위치하고 도로이다. 따라서 원시 LiDAR 데이터로부터 차량이 위치하고 있는 도로영역을 정확하게 추출하는 것이 중요하다. 이를 위해 먼저 TM 좌표로 되어 있는 수치지도를 LiDAR 데이터의 좌표체계인 WGS 84로 변환한다. 수치지도의 좌표계를 LiDAR 데이터의 좌표계로 변환하는 작업에는 GDK\_Trans 프로그램이 사용된다. 변환된 수치지도의 도로 중심선을 직접 디지털화하여 선형 커버리지(coverage)를 만들고, 여기에 일정간격(4m)의 버퍼를 적용하여 도로영역 폴리곤을 생성한다. 생성된 폴리곤과 실험을 위

해 취득된 공통 지역의 LiDAR 데이터를 중첩하여 도로영역의 자료를 추출한다.

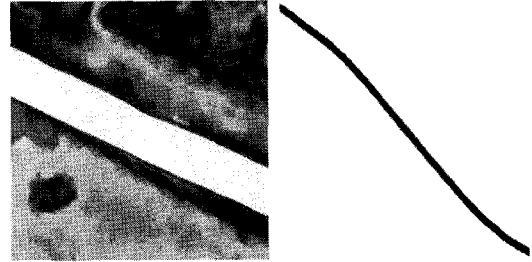


그림 2. 도로영역의 폴리곤(좌)과 추출된 도로영역 자료(우)

### 2.2. 차량 포인트 추출

도로영역을 촬영한 LiDAR 데이터는 차량과 같은 도로 시설물을 반드시 포함하고 있다는 가정을 바탕으로, 앞에서 추출된 도로영역의 자료에 국지적 임계치 필터링(3m x 3m window)를 적용하여 차량영역과 도로영역의 포인트로 분리시킨다.

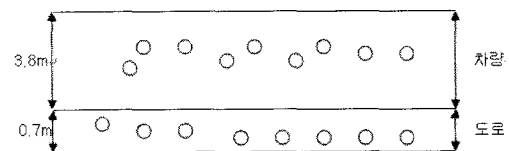


그림 3. 적용된 국지적 임계치 필터링

필터링 윈도우 내의 포인트들 중 높이값이 최소인 점을 찾고, 윈도우 내의 포인트들과 다른 포인트들간의 높이차( $\Delta z$ )를 계산한다. 계산되어진 높이차( $\Delta z$ )값을 가지고서 0.7m 이상, 4.5m 이하의 조건을 적용하여, 조건을 만족하는 범위에 해당되는 포인트들을 추출한다. 여기서 하위 임계치( $\Delta z=0.7m$ )는 도로의 경사면을 고려한 값이고, 상위 임계치( $\Delta z=4.5m$ )는 도로 시설물의 제한 높이를 적용한 값이다.

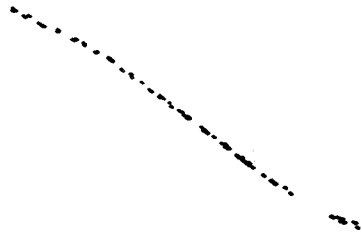


그림 4. 국지적 임계치 필터링을 통해 추출된 차량의 포인트

LiDAR 데이터의 시간 속성값을 이용하여 오차를 제거한 후 그림 5와 같은 도로와 차량 포인트를 취득한다.

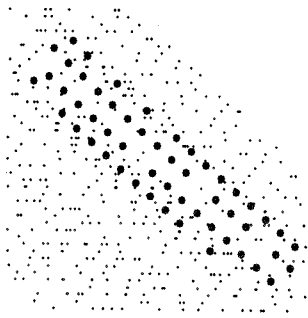


그림 5. 차량 포인트와 도로 포인트의 추출

### 2.3. 차량 종류 분류

추출된 차량 포인트들로부터 차량 종류를 분류하기 위해서는 차량의 기본 속성값을 추출해야한다. 차량의 기본 속성값을 추출하기 위해서 차량의 포인트들을 이용하여 1차 최소제곱 회귀직선을 결정하고 결정된 회귀식의 기울기만큼 차량의 포인트들을 역으로 회전변환 하는 과정이 필요하다. 이러한 과정을 거친 후, 차량의 기본 속성값(H1, H2, H3, L, W)을 추출한다.

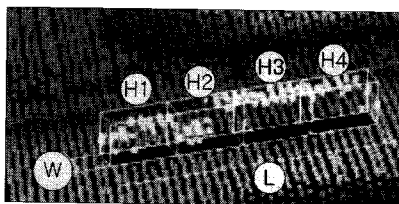


그림 6. 차량 LiDAR 포인트의 차량 기본 속성값 예시(C.K.Toth 2003)

차량의 기본 속성값을 추출하기 위해서 적용한 최소제곱 회귀직선은 아래 그림과 같다.

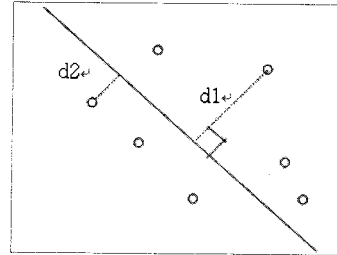


그림 7. 최소제곱 회귀직선

$s^2 = d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_n^2$  에서  $s$ 의 값이 최소가 되게 하는 최소제곱 회귀직선식  $y = ax + b$  를 구한다. 생성된 회귀직선식의 기울기  $a$  만큼 아래의 식에 의해서 역으로 회전 변환시킨다.

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{pmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix}$$

그림 8은 차량에 대해서 최소제곱 회귀직선식의 기울기를 구한 후, 식에 의해서 회전 변환된 모습이다.

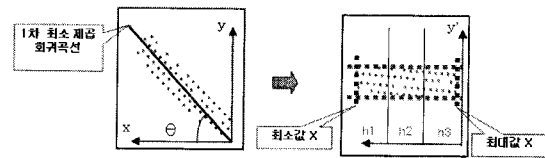


그림 8. 차량 포인트의 회전변환  
추출된 포인트들로부터 차량을 표현할 수 있는 5종류의 차량 기본 속성값을 추출하였다.

### 3. 실험 결과

본 연구에서 차량 개체의 너비(W)와 길이(L)는 차량의 특징적인 값을 표현하는 절대 수치로 보기 힘들기 때문에, 실험에 사용하는 자료에서 제외하고, 각 차량의 높이 정보인 H1, H2, H3를 추출한다. 여기서 H1, H2, H3 값은 차량의 길이를 동일하게 3등분하여 그 영역에 해당되는 높이값을 평균한 값이다. 이러한 높이값을 추출한 이유는 차량의 종류별로 차량의

앞부분과 중간부분, 뒷부분의 높이에 대한 기하학적인 차이가 발생하기 때문이다. 또한 차량의 높이 정보는 차량의 종류를 인식할 수 있는 특징적인 패턴을 가지는 경향이 있다(C.K.Toth 2003). 차별화된 기하학적인 정보를 가지고서 다음 그림과 같이 차량의 종류를 나눌 수 있다.



그림 9. 차종별 높이값에 대한 기하학적 정보 형태

분리된 차량의 포인트에 대해서 MDC (Minimum Distance Classification) 클러스터링을 이용하여 차량의 종류를 6가지로 분류하였다.

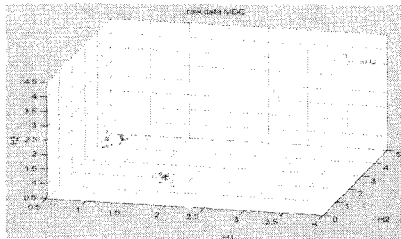


그림 10. MDC 클러스터링을 이용한 차량 분류 결과

차량 분류 카테고리는 아래 표1과 같이 6가지로 분류한다.

표 1. 차량의 종류

Class	Color	차량 종류
1	Red	소형트럭
2	Cyan	봉고
3	Magenta	승용 SUV
4	Green	승용차
5	Blue	대형트럭
6	Black	버스

정확도 평가를 위해 실험에 사용된 LiDAR 데이터와 동시에 취득된 컬러항공영상을 레퍼런스 데이터로 사용한다. 항공영상에는 총 9대의 차량이 인식되었고, 시각적인 판단을 통해 차량의 종류를 구별하였다.

표 2. 차량분류 결과

차량 번호	항공영상	실험결과
	차량 class	차량 class
1	3	3
2	4	4
3	1	1
4	1	1
5	5	5
6	1	1
7	3	3
8	1	1
9	1	1

#### 4. 결론

DEM과 같은 3차원 지형정보 등의 생성에 주로 활용되어 온 LiDAR 데이터를 교통 모니터링의 한 부분인 차량의 종류 분석에 사용될 수 있는지를 연구해 보았다. 결론적으로 LiDAR 데이터를 사용하여 교통흐름 분석용 데이터 중의 하나인 차량의 종류 분류가 가능하다는 것을 보였다. 실험결과는 수치상으로는 좋은 결과를 보였지만, 차량 분류를 위한 차량 종류 설정이 객관성을 크게 확보하지 못했으며, 실험 적용 차량 대수가 소수였고, 정확도 평가 과정에서 시각적인 판단 요소가 개입된 문제점이 발생하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시기술개발 사업-지능형국토정보기술혁신 사업과제의 연구비지원(07국토정보C03)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

- Wehr A. 1999, Airborne Laser Scanning & Introduction and Overview, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 54, pp.68-82
- Toth, C, 2003, Vehicle recognition from LiDAR data. International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences 23(Part 3/W13), 163 - 166.