

논문 2011-48CI-5-5

목표 구조물에 대한 점군데이터의 무손실 압축 기법에 관한 연구

(A Study on a Lossless Compression Scheme for Cloud Point Data of
the Target Construction)

방 민 석*, 윤 기 방**, 김 기 두***

(Min-Suk Bang, Kee-Bang Yun, and Ki-Doo Kim)

요 약

본 논문에서는 지상라이다를 사용해 구조물을 측정한 점군데이터가 갖는 중복성을 피하고, 목표 구조물외에 불필요한 정보의 수를 감소시키도록 하는 점군데이터의 무손실 압축 기법을 제안한다. 제안된 방법을 적용하기 위해, 호프 변환을 이용하여 구조물과 지상라이다의 수평방향 사이의 각도를 찾아, 이를 점군데이터의 회전 변환에 적용하였다. 이로써 x축에 평행하도록 구성된 점군데이터에 대한 y좌표의 중복성은 기존의 데이터보다 많아지고, 따라서 압축률도 향상시킬 수 있다. 추가로, 불필요한 데이터를 찾아 정보량을 감소시키는 방법을 적용한다. 하나는 점군데이터를 데시메이션하는 것이고, 다른 하나는 목표 구조물이 갖는 y좌표의 범위를 찾아 목표로 하는 범위내 점군데이터만 추출하는 것이다. 제안한 방법은 실험을 통해 압축률이 향상되었음을 확인할 수 있다. 또한, 별도의 추가 정보 없이 점군데이터의 위치 정보만으로 데이터를 압축할 수 있고, 이 압축 알고리즘으로 처리속도를 높일 수 있다.

Abstract

In this paper, we propose a lossless compression scheme for cloud point data of the target construction by using doubleness and decreasing useless information of cloud point data. We use Hough transform to find the horizontal angle between construction and terrestrial LIDAR. This angle is used for the rotation of the cloud point data. The cloud point data can be parallel to x-axis, then y-axis doubleness is increased. Therefore, the cloud point data can be more compressed. In addition, we apply two methods to decrease the number of cloud point data for useless information of them. One is decimation of the cloud point data, the other is to extract the range of y-coordinates of target construction, and then extract the cloud point data existing in the range only. The experimental result shows the performance of proposed scheme. To compress the data, we use only the position information without additional information. Therefore, this scheme can increase processing speed of the compression algorithm.

Keywords : 지상라이다, 점군데이터, 호프 변환, 목표 구조물, 무손실 압축

* 학생회원, *** 평생회원, 국민대학교 전자공학과
(Department of Electronics Engineering, Kookmin University)

** 평생회원, 인천대학교 전자공학과
(Department of Electronic Engineering, University of Incheon)

※ 본 연구는 국토해양부 첨단도시기술 개발사업 - 지능형국토정보기술혁신사업과제(과제번호07국토정보 C02-2-2-03) 및 2011년도 국민대학교 교내연구비 지원으로 수행되었음.

접수일자: 2011년8월16일, 수정완료일: 2011년9월6일

I. 서 론

최근 지리 정보나 건축물 등의 정밀한 측정과 디지털화된 정보로서의 저장에 대한 요구가 증가함에 따라 3차원 모델링에 관한 연구가 많이 진행되었고, 특히, 물체에 대한 정밀한 거리 측정이나 원격 탐지 등의 기술이 필요한 군사용 목적으로도 응용되어 왔다^[1]. 그 중 지상라이다(Terrestrial LIDAR)를 이용한 구조물의 모

델링은 고밀도의 3차원 공간 정보를 제공해 줌으로써, 차세대 측량장비로 각광을 받고 있다. 기존에 항공라이다를 이용하여 지형 정보나 구조물을 모델링하는 연구가 많이 진행되었지만^[2], 지상라이다는 측량 시점(View Point)이 항공라이다와 다르고, 근거리에서 구조물을 측정하기 때문에 나무, 전봇대 등과 같은 장애물에 의한 목표 구조물 데이터의 손실이 발생할 수 있기 때문에 이전의 항공라이다에 대한 연구를 그대로 적용하기 어렵다.

지상라이다로부터 들어오는 점군데이터는 3차원 공간 정보를 담고 있고, 목표로 하는 구조물에 대한 정밀한 정보를 갖기 때문에 많은 양의 데이터를 포함한다. 이 때문에 점군데이터는 처리 속도가 느리고, 실시간 전송을 위해 넓은 대역폭이 요구되는 단점이 있다. 이를 극복하기 위해, 지상라이다 데이터의 고속처리 알고리즘과 데이터의 축소 및 압축에 관한 연구가 진행되었다. 공간 좌표로 구성된 3차원 데이터의 고속처리 알고리즘을 구현하기 위해, 옥트리(Octree)를 적용한 방법이 제안되었는데^[3], 이는 정밀한 정보에 대해 데이터의 훼손을 줄인다는 장점이 있지만 처리속도가 느리고, 공간 좌표에 의해 발생하는 중복 데이터의 양이 많다는 단점이 있다. 이에 반해, 쿼드트리(Quadtree) 분할 방식을 이용한 고속처리 알고리즘^[4]은 3차원의 공간 좌표로 구성된 데이터를 2차원의 평면과 그에 대한 높이맵을 이용하여 처리하기 때문에 처리속도는 향상되었지만, 데이터가 많이 손상된다는 단점을 갖는다. 대용량의 점군데이터의 양을 줄이고, 불필요한 데이터를 필터링하기 위한 대표적인 방법으로는 Morphological filtering^[5], Local Maxima filtering^[6], Slope based filtering^[7] 등이 있다. Morphological filtering 기법은 필터의 크기가 목표 구조물의 크기보다 커야 하기 때문에 목표 구조물에 따라 필터의 크기를 조절해야 하는 단점이 있으며, Local Maxima filtering 기법은 제거하는 장애물이 원도우 내에 포함되어야만하고 대상 지역의 경사도가 큰 곳에서 적용하기 어렵다. Slope based filtering 기법은 점과 점사이의 경사를 구하여 급격한 경사값을 갖는 점을 제거 하는 방법으로써 점들의 경사를 계산하여 급격한 경사가 지면 변화에 의한 것인지를 판단한다. 한 구조물을 대상으로 측정하는 지상라이다의 데이터는 구조물 내의 점과 점사이의 경사가 다양하기 때문에 Slope based filtering 기법의 적용이 어렵다. 이와 같은 기법들은 주로 항공라이다의 데이터에 적용하기 위한 것으

로써, 이를 지상라이다의 데이터에 적용하면 성능이 떨어질 뿐 아니라 여러 단계에서 사용자의 개입을 필요로 하기 때문에 자동화 알고리즘을 적용하기 어렵다. 이를 극복하기 위해 윤곽선 정보를 이용한 구조물 추출 기법^[8]과 색상 정보를 이용하여 목표 구조물을 추출하는 방법^[9]이 제안되었다. 윤곽선 정보를 이용한 방법은 구조물을 추출하기 위해 다소 복잡한 알고리즘이 요구되고, 색상 정보를 이용한 방법은 점군데이터 외의 정보를 이용하기 때문에 처리속도가 느리다는 단점이 있다.

본 논문에서는 목표로 하는 구조물에 대해 손실 없이 데이터의 양을 줄이고, 위치 정보만을 이용하여 목표 구조물을 획득함으로써 처리속도를 개선할 수 있는 알고리즘을 제안한다.

II. 점군데이터의 구조

본 논문에서 사용된 실험 데이터는 Trimble 사의 지상라이다로부터 획득되었다. 표 1은 Trimble 지상라이다의 주요 규격을 나타낸다.

지상라이다는 측정하고자 하는 구조물에 레이저를 주사시켜 그 광선이 반사되어 돌아왔을 때에 해당하는 좌표를 기록함으로써 위치 정보를 획득한다. 이때, 지상라이다로 들어오는 각각의 광선은 점으로 표현된다. 이 점은 반사된 지점의 위치를 나타내는 좌표 정보와 색상 정보를 가지며, 이러한 정보를 갖는 수많은 점들이 모여 점군데이터를 형성한다. 점군데이터에서 각 점의 위치 정보는 공간좌표(x, y, z)를 기반으로 구성된다. 점군데이터의 좌표 구성은 그림 1과 같다. 기존의 카르테시안 좌표계와 달리, 지상라이다에서 사용되는 좌표계는 음의 값을 갖지 않으며, 지상라이다를 기준으로 봤을 때, x축은 수평방향, z축은 수직방향, 그리고 y축은 원근(앞뒤)방향을 나타낸다. 즉, 구조물을 정면에서 측정했다고 가정한다면, y축 데이터는 지상라이다와 구조물

표 1. Trimble GX 주요 규격
Table 1. Specification of Trimble GX.

항 목	내 용
측정범위	표준: 200m, 확장: 350m
스캔속도	최대 5,000 points per second
스캔해상도	spot size: 3mm @ 50m
스캔회전각	360° x 60° continuous single scan

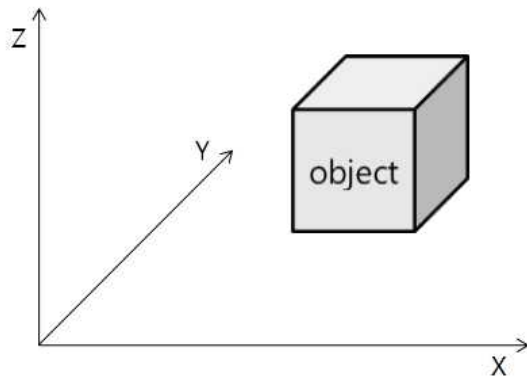


그림 1. 점군데이터의 좌표구성
Fig. 1. Coordinate structure of cloud point data.



그림 2. 실험에 사용된 구조물의 파노라마 영상
Fig. 2. A panorama image of the construction used in the experiment.

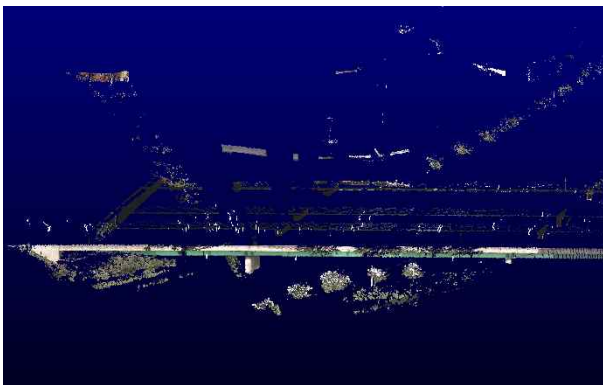


그림 3. 실험에 사용된 점군데이터
Fig. 3. The cloud point data used in the experiment.

사이의 거리를 알 수 있는 지표가 된다.

본 논문에서 사용된 실험 데이터는 지상라이다로 교량을 측정하여 위치 정보를 기록한 것이다. 실험에 사용된 구조물은 그림 2와 같고, 이에 해당하는 점군데이터는 그림 3과 같다. 본 논문은 점군데이터의 위치 정

보 처리에 관한 연구를 다루고 있으므로 색상 정보에 대해서는 고려하지 않았다.

III. 압축 알고리즘

1. 데이터 처리 과정

본 논문에서는 그림 4와 같은 과정을 거쳐서 점군데이터를 압축한다.

지상라이다로 측정하는 일반적인 구조물의 표면은 대체로 평면으로 이루어져있다. 이러한 특징은 점군데이터의 압축률을 향상시키는데 이용될 수 있다. 구조물

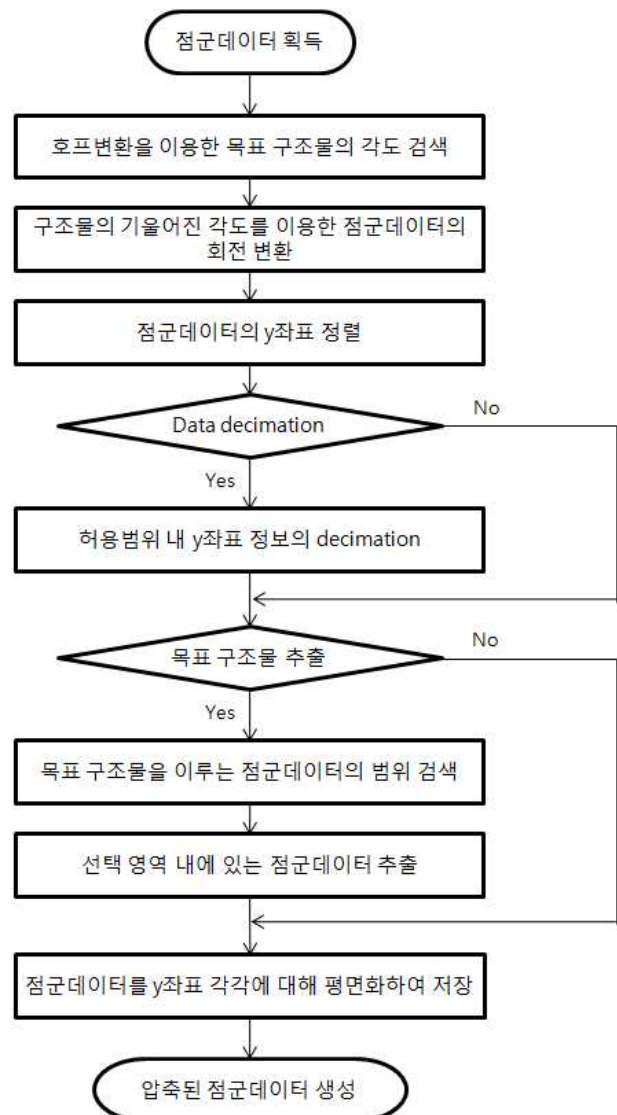


그림 4. 제안한 방법을 적용한 점군데이터의 압축 알고리즘

Fig. 4. The proposed compression algorithm of the cloud point data.

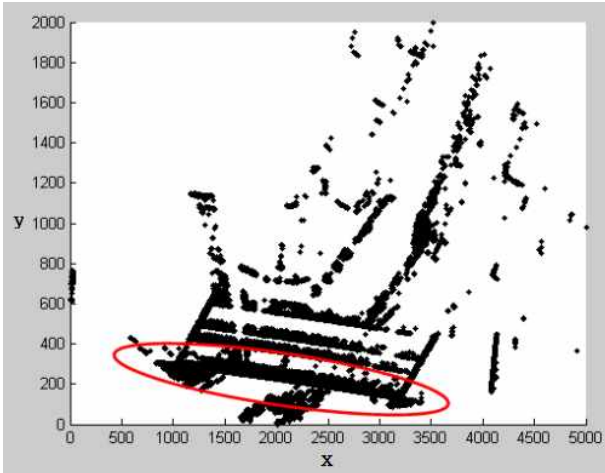


그림 5. 위에서 바라본 점군데이터(z좌표 무시)
Fig. 5. The cloud point data shown from the viewpoint of top (disregarding z-coordinates).

을 정면에서 측정하였다면 목표 구조물의 표면은 점군 데이터의 y좌표(지상라이다와 구조물 사이의 거리)가 동일하다. 중복된 y좌표에 대한 x, z좌표를 모아서 이를 평면화 시키기 위해서는 목표 구조물의 표면이 x축과 수평방향을 이루고 있어야 하고, 그것을 인위적으로 정확히 조절할 수 없다. 그림 5는 구조물의 정면에서 측정된 점군데이터에 대하여 z좌표값을 무시하고, x, y 좌표로만 나타낸 것이다. 여기서 가로축은 수평방향을 나타내는 x좌표를, 세로축은 원근방향을 나타내는 y좌표를 의미한다.

그림 5에서의 타원내 점군데이터는 목표 구조물인 교량의 표면을 나타내는데, 이는 x축과 평행하지 않음을 알 수 있다. 즉, 구조물의 표면을 이루고 있는 각각의 평면들의 y좌표가 동일하지 않음을 의미한다. 이러한 점군데이터는 본 논문에서 제안하는 압축 알고리즘을 적용하기 어렵다. 따라서 이를 극복하기 위해, 하나의 평면을 구성하는 y좌표가 동일하도록 변환이 이루어져야 하고, 데이터의 중복성을 높여줌으로써 점군데이터의 압축률을 증가시킬 수 있다.

2. 호프 변환을 이용한 목표 구조물의 각도 검색

호프 변환^[10]은 점군데이터에서 목표 구조물의 표면을 이루고 있는 직선을 찾기 위해 이용된다. 그림 6은 xy 평면상의 선들을 $\rho\theta$ 매개변수로 변화시키는 관계를 보여준다.

임의의 한 점 (x_i, y_i) 과 이점을 지나는 모든 직선들은 $y_i = ax_i + b$ 의 직선의 방정식을 만족하며, 이는 매개

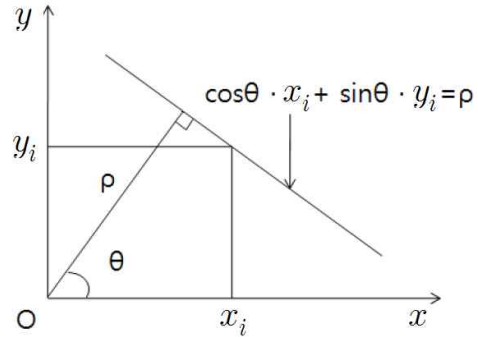


그림 6. xy 평면상의 선들의 $\rho\theta$ 매개변수화
Fig. 6. $\rho\theta$ parameterization of lines in the xy plane.

변수 ρ 와 θ 를 갖는 (ρ, θ) 의 공간으로 변환할 수 있고, 변환식은 식 (1)과 같다.

$$x \cos \theta + y \sin \theta = \rho \tag{1}$$

여기서 ρ 와 θ 는 각각 (x_i, y_i) 를 원점에서의 거리와 위각을 나타낸 것이며, 이때 θ 는 $-90^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ 범위를 갖는다. 점군데이터의 모든 점은 식 (1)에 대입하여 ρ 와 θ 의 값으로 변환될 수 있다. $\rho\theta$ 평면으로 변환된 정현과 곡선의 교점은 xy 평면에서는 동일한 직선을 의미하고, 이들 중 가장 많은 곡선이 포함된 교점이 갖는 θ 를 찾는다. 이것은 목표 구조물의 직선과 수선의 기울기이므로, $90^\circ - \theta$ 를 최종 회전 변환에 필요한 각도 값으로 넘겨줄 수 있다.

3. 점군데이터의 회전 변환

앞서 호프변환을 이용하여 추출한 직선을 통해, 목표 구조물의 기울어진 각도를 얻을 수 있고, 이는 목표 구조물의 표면과 x축을 평행하도록 변환하기 위한 점군데이터의 회전 변환에 이용된다. 점군데이터의 각 점이 이루고 있는 위치 정보는 절대적인 수치가 아닌 상대적인 위치의 좌표로 기록되어 있으므로 점군데이터의 회전 변환은 기존의 데이터를 왜곡시키지 않는다.

점군데이터의 회전 변환을 위해, 식 (2)를 이용한다.

$$\begin{bmatrix} x'_c \\ y'_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_c \\ y_c \end{bmatrix} \tag{2}$$

여기서 x'_c 와 y'_c 는 각각의 x_c 와 y_c 가 θ 만큼 회전 변환한 좌표값을 의미하고, 이는 그림 7과 같이 나타낼 수 있다^[11].

그림 8은 회전 변환된 점군데이터를 나타낸다. 그림

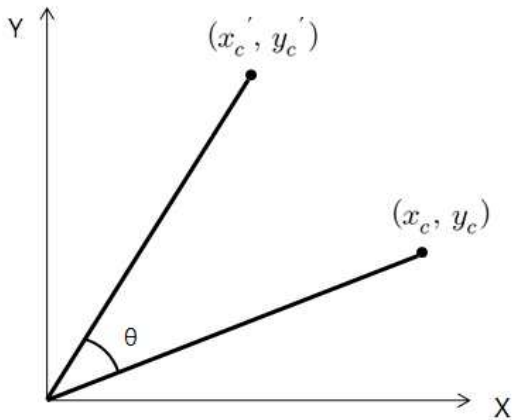


그림 7. 점군데이터의 회전 변환
Fig. 7. Rotation of cloud point data.

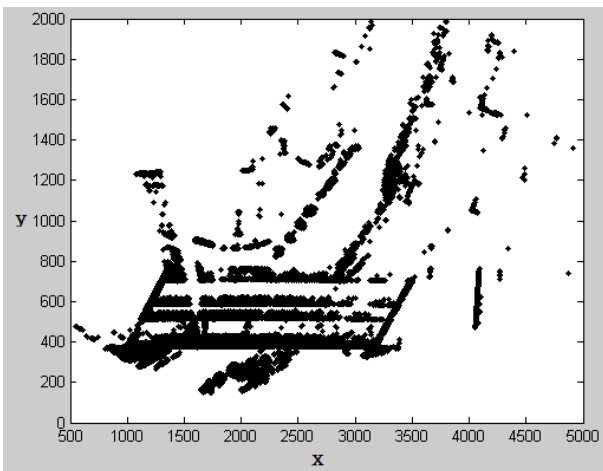


그림 8. 회전 변환된 점군데이터
Fig. 8. Rotated cloud point data.

5와 비교할 때, 목표 구조물의 표면이 x축과 평행하도록 변환된 모습을 볼 수 있다.

4. 정보량 축소

가. 데시메이션

지상라이더는 항공라이더와 달리 근거리에서 구조물을 측정하기 때문에 특정 범위에 대해서는 필요 이상으로 과도한 데이터를 갖는다. 과부하 정보는 점군데이터의 용량을 늘릴 뿐 아니라, 데이터 처리속도에도 지장을 줄 수 있다. 이러한 이유 때문에 대한지적공사에서는 측정하는 구조물의 최대 오차 허용범위를 6cm로 지정하였다.

본 논문에서는 대한지적공사에서 지정한 최대 오차 허용범위를 고려하여 점군데이터의 y좌표 데이터 수를

감소시키는 방법을 시도하고, 이를 통해 압축률을 향상시킨다. 이는 y좌표의 중복성을 높여줄 수 있고, 동일한 y좌표에 대해 더 많은 x, z좌표를 포함할 수 있기 때문에 더 향상된 압축률을 획득할 수 있다.

나. 목표 구조물 범위의 검색 및 추출

지상라이더는 구조물에 반사되어 들어오는 모든 위치 정보를 포함하기 때문에 점군데이터 내에 있는 모든 점들이 목표 구조물을 표현하는 데이터라고 단정할 수 없다. 이 때문에 목표 구조물과 상관없는 불필요한 데이터를 판단한 후 그것을 제거하는 후처리 작업이 필요하다. 이 과정을 측정하고자 하는 구조물이 점군데이터의 분포에서 가장 높은 밀도를 가진다는 가정 하에 적용 가능하고, 다음과 같은 순서로 처리한다.

- ① 점군데이터의 y좌표 데이터에 대한 도수 분포를 계산한다.
- ② 도수 분포값 중 최대값을 탐색한다.
- ③ y좌표의 최소값(y_{min})에서 ②에서 구한 최대값의 1/10 이상인 값이 처음으로 나오는 곳의 y좌표까지의 범위를 찾는다. (그림 9의 ㉠에 해당)
- ④ y좌표의 최대값(y_{max})으로부터 ②에서 구한 최대값의 1/10 이상인 값이 처음으로 나오는 곳의 y좌표까지의 범위를 찾는다. (그림 9의 ㉡에 해당)
- ⑤ ③과 ④에서 탐지된 범위인 ㉠, ㉡를 잘라낸다.

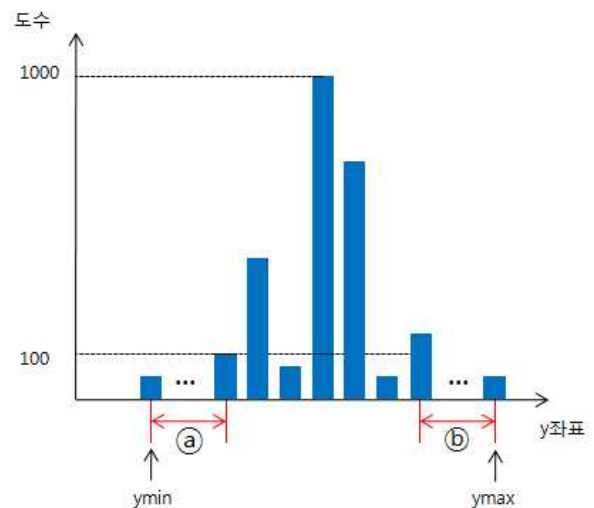


그림 9. y좌표값에 대한 도수 분포도의 예시
Fig. 9. Example of the histogram on y-coordinates.

5. 압축된 점군데이터 저장

본 논문에서 제안한 점군데이터의 구조는 그림 10과 같다. 각 행은 점군데이터에서의 각 점을 나타내고, 첫 번째와 두 번째 열은 각각 x좌표와 z좌표를 나타낸다. y좌표는 처음 들어오는 점에 대해서만 세 번째 열에 기록될 수 있다. 만일 다음에 들어오는 점이 이전 y좌표와 같으면 y좌표를 기록하지 않고, 다르다면 이전 y좌표와의 차이를 기록한다. 또한, 다음 y좌표가 현재 y좌표와 다르면, 현재까지 동일한 y좌표로 간주된 점의 개수를 세 번째 열에 기록한다.

1	16643	4841	1497
2	16642	4832	
3	16644	4798	2
4	16643	4825	1
5	16644	4815	1
6	16642	4797	1
7	16644	4828	2
8	16643	4820	
9	16643	4810	
10	16649	4827	
11	16649	4815	
12	16649	4805	
13	16650	4793	6
14	16642	4799	1
15	16641	4789	

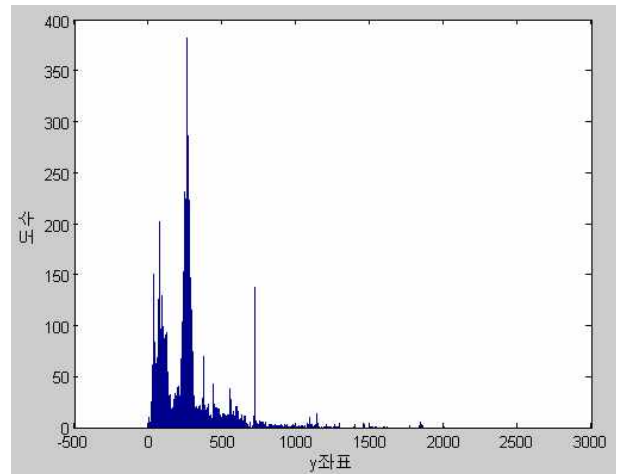
그림 10. 압축된 점군데이터의 구조
Fig. 10. Structure of the compressed cloud point data.

IV. 실험결과

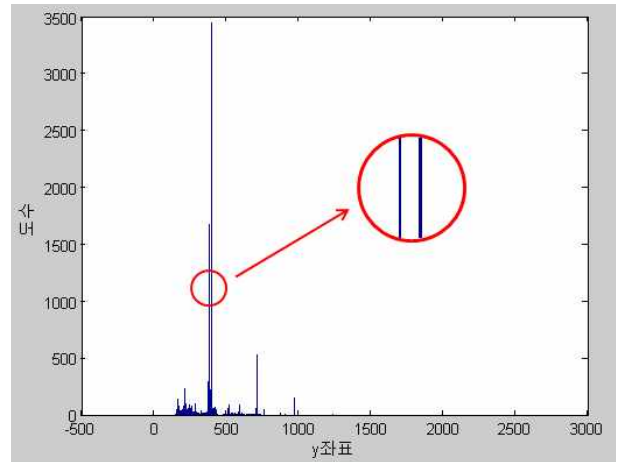
1. 회전 변환에 따른 분포도

본 논문에서는 y좌표의 중복성을 높이기 위해 호프 변환을 이용하여 x좌표의 축과 구조물의 각도를 구한 후, 그 각도에 따라 점군데이터에 회전 변환을 적용했다. 그림 11은 원본 데이터(a)와 회전 변환을 취한 데이터(b)의 도수 분포를 비교한 것이다. (a)는 y좌표의 최대 도수가 376인 반면에, (b)는 3352이다.

그림 11(b)에서 원으로 표시된 부분은 도수 분포도를 일부 확대한 모습을 나타낸다. 확대된 부분에서 우측에 있는 선은 점군데이터에 기록된 교량의 하부에 해당하고, 이는 그림 12(a)에서 위에 있는 선과 같다. 좌측에 있는 선은 점군데이터에 기록된 교량의 상부에 해당하고, 이는 그림 12(a)에서 아래에 있는 선과 같다.



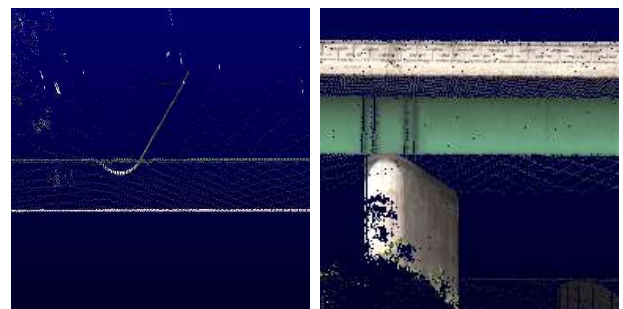
(a)



(b)

그림 11. y좌표의 도수 분포도
(a) 원본 데이터 (b) 회전 변환된 데이터

Fig. 11. Histogram of y-coordinates.
(a) Raw data. (b) Rotated data.



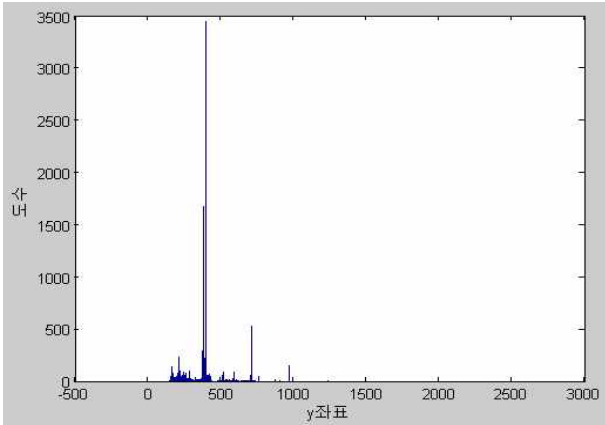
(a) (b)

그림 12. 교량을 측정한 점군데이터의 일부분 (a) 위에서 바라봄 (b) 정면에서 바라봄

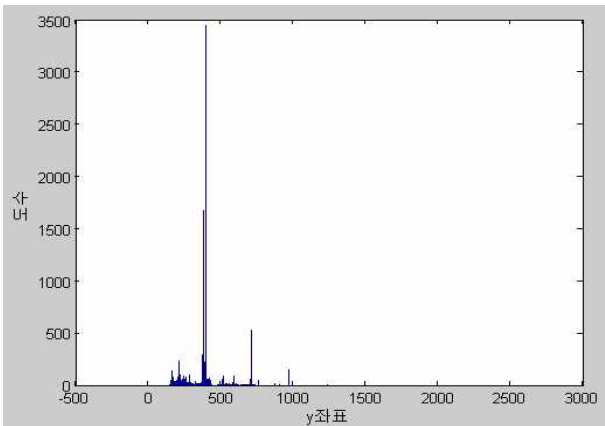
Fig. 12. A part of the cloud point data that measure the bridge. (a) The top view point. (b) The front view point.

2. 정보량 축소에 따른 분포도

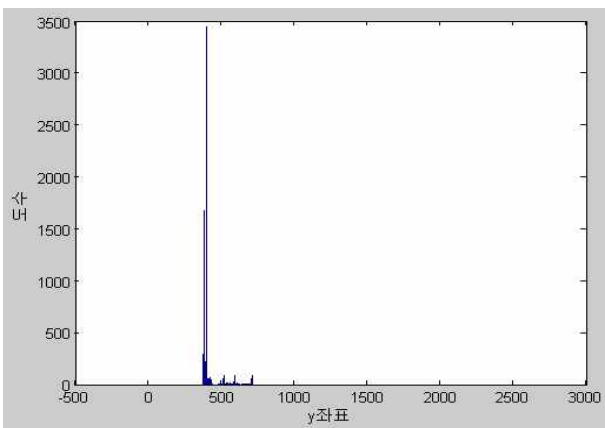
그림 13은 회전 변환된 점군데이터의 정보량 축소에 따른 도수 분포도를 보여준다.



(a)



(b)



(c)

그림 13. y좌표의 도수 분포도 (a) 회전 변환된 데이터 (b) 데시메이션된 데이터 (c) 목표 구조물만의 데이터

Fig. 13. Histogram of y-coordinates. (a) Rotated data. (b) Decimated data. (c) Data for target construction only.

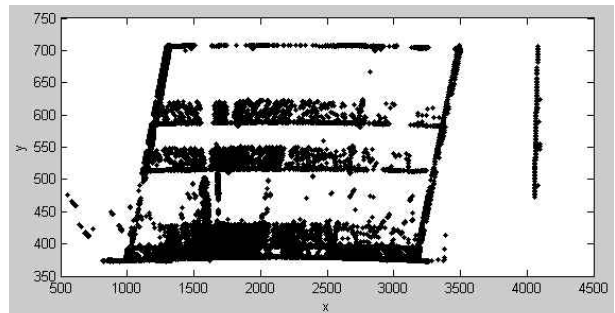


그림 14. 목표 구조물이 추출된 점군데이터
Fig. 14. The cloud point data after the target construction is extracted.

그림 13(a)는 회전 변환된 점군데이터의 도수 분포도를 나타내고, 그림 11(b)와 같다. 그림 13(b)는 회전 변환된 점군데이터를 대한지적공사에서 지정한 허용오차(6cm) 만큼 데시메이션 시킨 데이터의 도수 분포도를 보여준다. 그림 13(c)는 목표 구조물만 추출한 점군데이터의 도수 분포도를 나타내고, 그에 따른 점군데이터는 그림 14와 같다. 그림 13(a)와 (b)를 비교하면, 도수의 최대값은 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 즉, 원래의 데이터와 허용오차 내의 값으로 데시메이션 시킨 데이터의 압축률은 큰 차이가 없다. 이는 목표 구조물에 해당하는 점군데이터는 정밀하게 측정되어 기록되기 때문에 허용오차범위에 크게 영향을 받지 않기 때문이다.

3. 압축률 비교

표 2와 그림 15는 실험한 데이터의 크기와 압축률 비교를 나타낸 것이다. 여기서 압축률[%]은 식 (3)에 의해 계산된다.

$$\text{압축률} = (1 - \text{압축 데이터}/\text{원본 데이터}) \times 100 \tag{3}$$

표 2에 제시된 압축 데이터의 종류는 다음과 같다.

- ① rotated only data: 회전 변환된 점군데이터
- ② decimated data: 데시메이션을 수행한 점군데이터
- ③ target data: 목표 구조물을 추출한 점군데이터
- ④ target and decimated data: 목표 구조물을 추출하고 데시메이션을 수행한 점군데이터

표 2와 그림 15를 보면, 회전 변환된 점군데이터의 압축률은 23.93%이고, 목표 구조물을 추출한 점군데이터의 압축률은 58.14%로 크게 향상되었다. 하지만 데시

표 2. 데이터 크기와 압축률 비교
Table 2. Comparison between the data size and compression rate.

종 류		크기[kB]	압축률[%]
원본 데이터		2,845	-
압 축 데 이 터	① rotated only data	2,164	23.93
	② decimated data	2,133	25.03
	③ target data	1,191	58.14
	④ target and decimated data	1,180	58.52

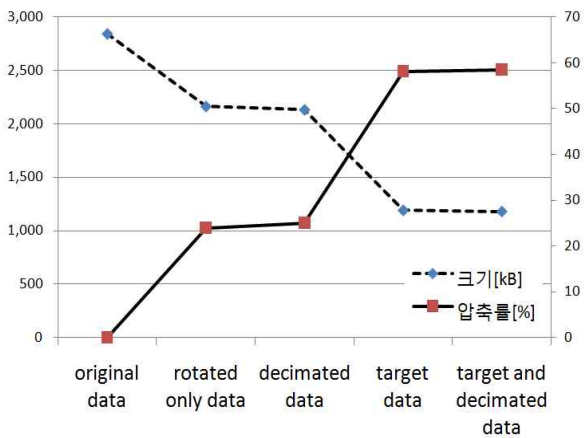


그림 15. 데이터 크기와 압축률 비교
Fig. 15. Comparison between the data size and compression rate.

메이션에 대한 압축률은 앞서 분석했던 것처럼 회전 변환된 경우와 크게 차이 나지 않았다.

V. 결 론

본 논문에서는 구조물을 공간좌표로서 기록한 점군 데이터의 특성이 갖는 데이터의 중복성을 피하고, 목표로 하는 구조물외에 불필요한 데이터의 수를 감소시켜서 목표 구조물을 나타내는 점군데이터의 무손실 압축을 가능하게 하는 방법을 제안하였다.

제안된 알고리즘에 대한 압축 성능을 최대로 하기 위해 목표 구조물은 x축과 평행하도록 구성되어야 한다. 구조물과 x축 사이의 각도를 찾기 위해, 호프 변환을 이용하였고, 호프 변환된 곡선 중 가장 많은 교점을 갖는 각도를 찾아 데이터의 회전 변환에 적용하였다. 실

험을 통해, x축에 평행하도록 변환된 점군데이터에 대한 y좌표의 중복성은 기존의 데이터보다 높아짐을 확인할 수 있고, 이에 따라 압축률도 향상됨을 볼 수 있다.

추가로, 본 논문에서는 목표 구조물과는 무관한 모든 데이터를 보존하며 압축하는 위의 방법과 달리, 불필요한 데이터를 찾아 정보량을 감소시키기 위해, 점군데이터의 데이터 정보량 축소를 위한 두 가지 방법을 적용하였다. 하나는 점군데이터를 테시메이션하는 것이고, 다른 하나는 목표 구조물이 갖는 y좌표의 범위를 찾아 범위내 점군데이터만 추출하는 것이다. 전자는 대한지적공사에서 지정한 최대 오차 허용범위내에서 압축한 것이기 때문에 적용 가능했지만, 압축률은 크게 향상되지 않았다. 후자는 y좌표에 대한 밀도를 이용하여 목표 구조물에 대한 범위를 찾을 수 있고, 3.4절 나항에 제시된 알고리즘을 통해 목표 구조물이 갖는 범위를 탐색할 수 있다. 이는 밀도가 높은 범위를 찾기 때문에 목표 구조물에 대한 모든 데이터를 포함하며, 불필요한 정보가 제거되어 압축률이 크게 향상되었다.

제안한 방법은 색상(RGB), 휘도(intensity) 정보 등의 추가 정보 없이 점군데이터의 위치 정보만으로 데이터를 압축할 수 있고, 이 때문에 압축 알고리즘에 대한 처리속도를 높일 수 있어서 효과적이다. 또한, 정보량 축소에 대해서 선택적으로 접근할 수 있기 때문에 상황에 따른 점군데이터의 활용도를 높일 수 있다.

제안한 점군데이터의 압축 기법을 통해 고속의 목표 구조물 추출이 가능해짐으로써 무인 모니터링 분야에도 활용 가능하며, 기존에 수동으로 작업했던 지상라이다 데이터의 필터링을 대체할 수 있다. 추후 점군데이터내 상관도를 고려하여 압축률의 성능을 향상시킬 수 있는 방법을 모색하는 연구를 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 김재기, “레이저 기술의 군사적 응용,” 한국물리학회 물리학과 국방기술 특집호, 제15권, 1/2호, 4-10쪽, 2006년 1/2월.
- [2] 이동혁, 이경목, 이상욱, “광학 영상과 Lidar의 정보 융합에 의한 신뢰성 있는 구조물 검출,” 방송공학회논문지, 제13권, 제2호, 236-243쪽, 2008년 2월.
- [3] 송낙현, 신성웅, 조홍법, 조우석, “LIDAR 데이터를 이용한 유틸리티 분할 기반의 지붕요소 자동추출,” 한국측량학회지, 327-336쪽, 2007년 8월.
- [4] 김동현, 강제홍, 김기두, “Quad-tree의 확장을 이용한 대용량 3차원 공간 데이터 처리기법에 관한 연

구,” 한국통신학회 학술회의 논문집, 6C-15, 2011년 2월.

[5] 이정호, 유기운, “*LIDAR 데이터를 이용한 DEM 생성 기법에 관한 연구*,” 한국공간정보시스템학회 학술회의 논문집, 125-131쪽, 2004년 12월.

[6] 김형태, “*GIS 건물레이어 자동구축을 위한 LIDAR 데이터와 항공사진의 융합*,” 박사학위논문, 서울대학교, 2001년.

[7] G. Vosselman, “*Slope based filtering of laser altimetry data*,” IAPRS, Vol XXXII, Part B3, pp 935-942, Amsterdam, The Netherlands, 2000.

[8] 노이주, 김남운, 윤기방, 정경훈, 강동욱, 김기두, “*지상라이더 데이터를 이용한 구조물 윤곽선 자동 추출 알고리즘 연구*,” 전자공학회논문지, IE편, 제 46권, 제1호, 7-15쪽, 2009년 3월.

[9] 김남운, 노이주, 정경훈, 김기두, “*색상 정보와 호프변환을 이용한 3차원 점군데이터 구조물 추출 기법 연구*,” 전자공학회논문지, SP편, 제46권, 제3호, 379-387쪽, 2009년 3월.

[10] F. Tarsha-Kurdi, T. Landes, and P. Grussenmeyer, “*Hough-Transform and extended RANSAC algorithms for automatic detection of 3D building roof planes from LIDAR data*,” IAPRS Volume XXXVI, Part 3/ W52, Workshop Laser scanning. Espoo, Finland, September 2007.

[11] 신중홍, 장선봉, 지인호, “*디지털 영상처리 입문*,” 한빛미디어, 183-186쪽, 2010년 1월.

— 저 자 소 개 —



방민석(학생회원)
 2010년 2월 국민대학교
 전자공학부 학사 졸업
 2010년 3월~현재 국민대학교
 전자공학과 석박사통합과
 정 재학
 <주관심분야: 디지털통신, 디지털
 신호처리, 3D 방송>



윤기방(평생회원)
 인천대학교 전자공학과 교수
 대한전자공학회 논문지
 제47권 IE편 제4호 참조



김기두(평생회원)
 국민대학교 전자공학부 교수
 대한전자공학회 논문지
 제48권 SP편 제1호 참조