

2D Laser Scanner 포인트의 자동 분리를 통한 이동체의 구분에 관한 연구 A Study on the recognition of moving objects by segmenting 2D Laser Scanner points

이상엽¹⁾ · 한수희²⁾ · 유기윤³⁾

Lee, Sang Yeop · Han, Soo Hee · Yu, Ki Yun

¹⁾ 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 석사과정(E-mail:charm98@snu.ac.kr)

²⁾ 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 박사과정(E-mail:scivile2@snu.ac.kr)

³⁾ 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 조교수(E-mail:kiyun@snu.ac.kr)

Abstract

In this paper we proposed a method of automatic point segmentation acquired by 2D laser scanner to recognize moving objects. Recently, Laser scanner is noticed as a new method in the field of close range 3D modeling. But the majority of the researches are pointed on precise 3D modeling of static objects using expensive 3D laser scanner. 2D laser scanner is relatively cheap and can obtain 2D coordinate information of moving object's surface or can be utilized as 3D laser scanner by rotating the system body. In these reasons, some researches are in progress, which are adopting 2D laser scanner to robot control systems or detection of objects moving along linear trajectory. In our study, we automatically segmented point data of 2D laser scanner thus we could recognize each of the object passing through a section.

1. 서론

2D laser scanner는 스캔면을 통과하는 이동체 표면의 2차원 좌표를 수집하는 측량 장치로서, 제어 시스템의 핵심 과제인 이동체의 탐지와 형태 분류에 관한 연구에 많이 응용되고 있다(Andre Lourenco 등, 2002; Cang Ye 등, 2002). 또한 스캐너 자체를 회전시켜 3D laser scanner로 확장시키는 연구(Oliver Wulf 등, 2003) 등도 진행되고 있다. 국내의 지상 laser scanner 관련 연구의 대부분이 3D laser scanner를 활용한 정적 대상물의 정밀 모델링에 관한 연구에 속하며(이임평 등, 2004) 2D laser scanner에 관한 연구 성과는 아직까지 많지 않은 상태이다.

본 연구에서는 이동체를 인식하기 위하여 2D laser scanner로부터 취득한 포인트 자료를 자동으로 분리하는 알고리즘을 제시하였다. 분리 알고리즘은 기존의 스캔라인 특성을 이용한 ALS 포인트 자료의 분리에 관한 연구(한수희 등, 2005)에 기반을 두었으며, 본 연구에서는 2D laser scanner로부터 정확한 스캔라인 정보를 얻을 수 있다는 장점을 활용하여 보다 빠르고 간단한 분리 방식을 제시하였다. 결과적으로 각 이동체의 포인트를 효과적으로 그룹핑하고 다른 개체로부터 분리시킴으로써 이동체의 형태를 3차원으로 복원할 수 있었다.

2. 본론

2.1 2D laser scanner

본 연구에 사용된 2D Laser Scanner는 SICK사의 LMS-200 (indoor version) 모델로서, 주로 산업 현장에서 공장 자동화의 목적으로 사용되는 센서이다. 회전식 반사경을 통해 180°의 각 범위, 0.25°의 각 분해능을 가지며 최대 80m의 거리 측정이 가능하며 형태와 작동 원리는 그림 1과 같다.

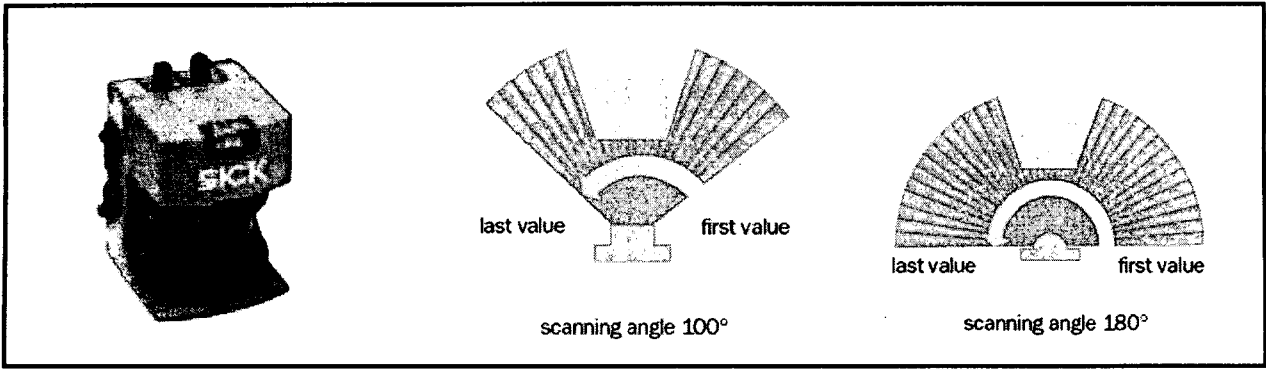


그림 1. 2D laser scanner - LMS 200 (indoor version)

1회 스캔에 요구되는 시간은 13ms이며 컴퓨터와의 통신 방식은 RS-232, 422 등의 직렬 통신 표준을 따른다. RS-422의 500k baud-rate 모드에서는 최대 75회/sec의 스캔이 가능한 것으로 알려져 있으며 중저속 이동체의 구분에 충분히 활용될 수 있을 것으로 보인다. 보다 자세한 사양은 표 1과 같다.

표 1. LMS 200(indoor version)의 상세 제원

스캔 분해능	0.25°	0.50°	1°
스캔 범위	100°	100°/180°	100°/180°
포인트 개수(1스캔라인)	401	201/361	101/181
최대 측정 거리	약 80m		
오차	±15mm (mm모드시)		

2.2 포인트 분리 알고리즘

스캔된 포인트는 라인별로 일정 크기의 배열에 저장된다. 예를 들어 100°의 각 범위와 0.5°의 각 분해능으로 스캐닝을 수행하였을 경우 라인당 201개의 포인트가 취득되며 201개의 셀로 구성된 배열에 포인트의 x, y좌표를 저장한다. 포인트의 분리는 각 라인 내에서 순차적으로 이루어지며 그 기준은 인접한 두 포인트 간의 y값의 차이이다. 즉, 인접한 두 포인트 간의 y값 차이가 주어진 임계치 t_{dist} 를 초과할 경우 두 포인트는 서로 다른 그룹에 속하는 것으로 인식된다. 이렇게 새로운 그룹의 후보로 인식된 포인트는 이전 스캔 라인에 속한 인접 포인트들과의 y값 차이를 t_{dist} 와 비교하여 기존 그룹에 편입시키거나 새로운 그룹을 생성하여 편입시킨다.

예를 들어 그림 2에서와 같이, p_{21} 와 p_{22} 는 같은 그룹(group A)으로 인식되나 p_{23} 는 p_{22} 와의 y값 차이로 인해 새로운 그룹(group B)으로 분리된다. p_{33} 의 경우 p_{32} 와의 y값 차이로 인해 새로운 그룹의 후보 포인트로 인식되나 이전 라인(line 2)의 인접한 p_{23} 이나 p_{24} 와 유사한 y값을 가지므로 기존 그룹(group B)으로 편입된다.

p_{23} 이나 p_{33} 와 같은, 새로운 그룹의 후보 포인트의 기존 그룹 편입 여부를 효율적으로 결정하기 위하여 이전 스캔라인에 속한 일정 수의 셀에 대해서만 비교를 수행한다. 즉 이전 스캔라인에 대하여, 그림 3과 같이 후보 포인트 p_{33} 이 속한 셀과 같은 index 값을 갖는 셀의 포인트로부터 일정 범위 t_{buffer} 내에 있는 셀의 포인트에 대해서만 검색한다.

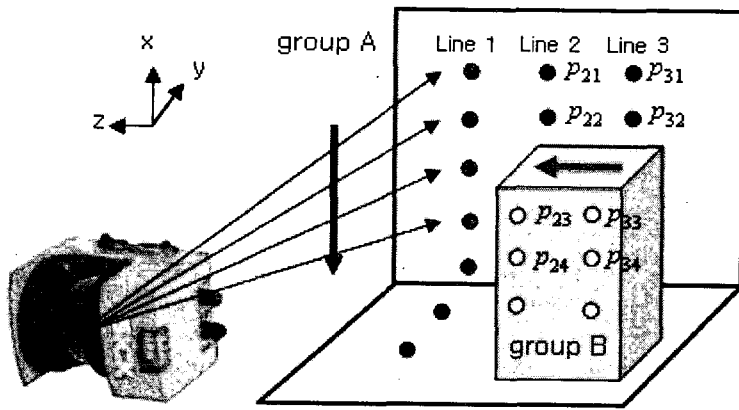


그림 2. 포인트 분리 알고리즘

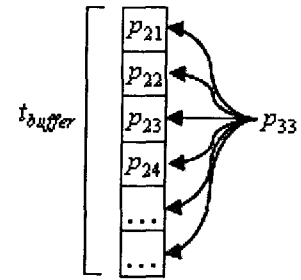


그림 3. t_{buffer} 의 개념

3. 적용 및 결과

3.1 실험 설정

알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 그림 4와 같이 직육면체, 원기둥, 구의 형태를 가진 대상물에 대한 스캐닝 및 처리를 하였으며 약 3cm/sec의 거의 일정한 속력으로 이동시켰다. 레이저 스캐너는 스캔면이 바닥에 수직이 되도록, 스캐너의 중심이 대상체들의 바닥 높이에 오도록 설치하였다. 스캐너의 데이터 취득 범위 및 각 분해능 등의 상세 설정은 표 2와 같다.

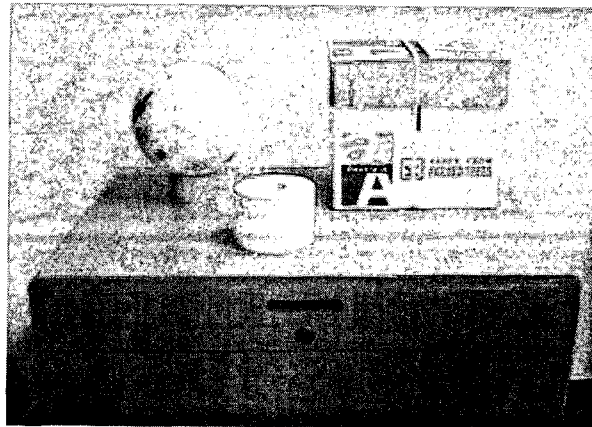


그림 4. 스캔 대상체의 구성

표 2. 스캐너의 실험 설정 값

각 범위	100°
각 분해능	0.5°
측정 단위	mm
통신 속도	19200 bps
데이터 취득 속도	2 lines/sec
측정된 포인트 수	10,050 points (50 lines)

3.2 실험 결과

포인트의 분리를 위한 임계치 t_{dist} 와 t_{buffer} 는 각각 30mm, 10으로 하였다. 포인트 분리에 소요된 실제 시간은 1초 미만으로 실시간 처리에도 큰 무리가 없을 것으로 보인다. 결과물을 3D point scattering으로

로 표현하여 확인한 결과 그림 5와 같이 대상체들이 서로 다른 개체로 바르게 분리되었음을 확인할 수 있었다. 그러나 각 대상체의 윗면이나 옆면으로부터 스캔 된 일부 포인트가 따로 분리되었으며 스캐너의 설치 위치가 추출된 대상물의 형태를 크게 좌우할 수 있음을 확인하였다. 따라서 이와 같은 단점을 보완하기 위하여 오 분리된 개체간의 통합을 위한 알고리즘의 개발과 스캐너와 대상체간의 거리 및 각도의 조절에 관한 연구가 필요할 것으로 보인다.

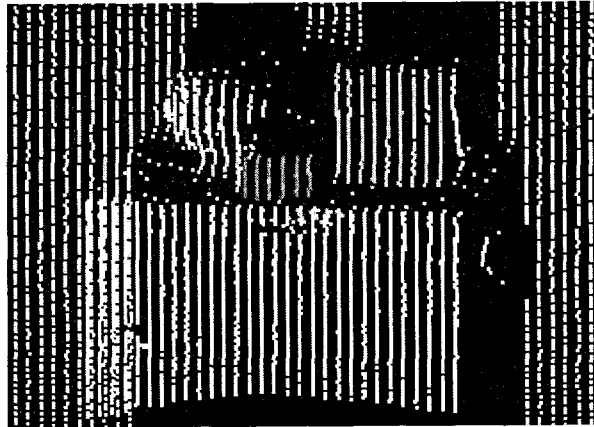


그림 5. 결과물의 3차원 표현

4. 결론

본 연구에서는 2D laser scanner로부터 취득한 포인트를 자동으로 분리하여 이동체를 구분할 수 있었다. 포인트를 분리하기 위한 기준으로, 동일한 스캔 라인에 존재하는 인접한 포인트와의 거리 차이 및 인접한 스캔라인에 속한 포인트와의 거리 차이를 사용하였다. 스캔 라인 정보를 이용한 일정한 크기의 배열 구조를 사용하였으며 인접 포인트의 검색 범위를 제한함으로써 간단하게 알고리즘을 구현하고 빠르게 자료를 처리할 수 있었다.

그러나 동일 개체가 두 개 이상의 클래스로 분리 되는 현상을 보완하기 위하여 동일 클래스의 감지 및 통합 기능이 추가되어야 하며 적절한 스캐닝 위치의 결정에 관한 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다. 추후 연구 과제로는 정량적 분석을 통한 알고리즘의 정확성 및 효율성에 대한 평가와 함께 더욱 복잡한 형태의 이동체를 구분하고 인식하기 위한 알고리즘을 개발하고자 한다. 아울러 실시간 자료 입력 및 처리를 통해 실시간 이동체 탐지 시스템 개발에 관한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

- 이임평, 최윤수, 서석재, 오의중 (2004), 지상 라이다를 이용한 건물의 정밀 모델링, 춘계학술대회 논문집, 한국측량학회, pp.491-500.
- 한수희, 이정호, 유기윤, 김용일, 이병길 (2005), 항공레이저측량 자료의 스캔라인 특성을 활용한 건물 포인트 분리에 관한 연구, 지형공간정보, 한국지형공간정보학회, 제13권, 제4호, pp.33-38.
- Andre Lourenco, Pedro Freitas, M.Isabel Ribeiro, and Jorge S.Marques (2002), Detection and Classification of 3D Moving Object, *Proceedings of the 10th IEEE Mediterranean Conference, Lisbon, Portugal.*
- Cang Ye, and Johann Borenstein (2002), Characterization of a 2-D Laser Scanner for Mobile Robot Obstacle Negotiation, *Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Robotics & Automation, Washington DC.* pp.2512-2518.
- Oliver Wulf, and Bernardo Wagner(2003), Fast 3D Scanning Methods for Laser Measurement System, *International Conference on Control Systems and Computer Science, Bucharest, Romania.*
- SICK, LMS 200 System Technical Description.