

LIDAR 센서를 이용한 컬링 스톤 위치 추정 알고리즘

Curling stone position estimation algorithm using LIDAR sensor

저자 (Authors)	권재현, 배현수, 김현, 이석규 Jae-Hyeon Gwon, Hyun-Soo Bae, Hyeon Kim, Suk-Gyu Lee
출처 (Source)	한국통신학회 학술대회논문집 , 2019.6, 744-745(2 pages) Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences , 2019.6, 744-745(2 pages)
발행처 (Publisher)	한국통신학회 Korea Institute Of Communication Sciences
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09234546
APA Style	권재현, 배현수, 김현, 이석규 (2019). LIDAR 센서를 이용한 컬링 스톤 위치 추정 알고리즘. 한국통신학회 학술대회논문집, 744-745
이용정보 (Accessed)	경북대학교 155.230.47.*** 2021/04/27 10:36 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

LIDAR 센서를 이용한 컬링 스톤 위치 추정 알고리즘

권재현, 배현수, 김현, 이석규*
*영남대학교

kwon8598@naver.com, bhs8017@naver.com, hynyhuny94@gmail.com, *sglee@ynu.ac.kr

Curling stone position estimation algorithm using LIDAR sensor

Jae-Hyeon Gwon, Hyun-Soo Bae, Hyeon Kim, Suk-Gyu Lee*
*Yeungnam University

요약

본 논문은 LIDAR 센서를 사용하여 컬링 시트와 같은 환경에서 움직이는 스톤의 위치를 인식하여 트래킹을 위한 데이터를 제공하기 위해 설계되었다. LIDAR 센서로부터 수신한 패킷의 데이터를 활용하여 스톤으로 추정할 만한 주변 장애물의 좌표를 인식하고 이를 군집화 하여 저장한 후 스톤의 원형 형태의 특성을 고려하여 스톤을 추정한다.

I. 서론

본 연구는 컬링 시트와 같이 반사율이 높은 환경에서 컬링 스톤이라는 특정한 물체를 트래킹하기 위해 위치를 추정하기 위한 방법이 필요하여 계획되었다. 컬링 스톤의 경우 실시간으로 위치가 변경되는 물체이기 때문에 위치의 추정에 걸리는 계산 시간을 최소화하여 실시간으로 물체를 트래킹할 수 있어야 한다는 점을 고려하여 한다. 그로 인해 카메라의 사용 보다 계산량이 적은 센서들의 사용을 고려해 보았으며, 그 중 LIDAR 를 본 연구에서는 사용하기로 결정하였다.

LIDAR 센서는 기존의 RADAR 센서가 전파를 이용하여 물체를 감지했는데 비해, LIDAR 센서의 경우 레이저를 이용하여 주변의 물체를 감지한다. LIDAR 센서는 채널 당 대응하는 레이저가 물체에 부딪혀 반사되는 시간을 측정하기 때문에 매우 높은 위치 정밀도를 보장해준다는 장점을 가지고 있다. 이를 활용하여 여러 자율 주행 자동차에서 Mapping 을 위한 센서로 사용되고 있으며, 항공, 위성 및 우주 등 다양한 분야에서 사용되고 있다.

본 연구에서는 LIDAR 센서가 다른 센서에 비해 높은 위치 정밀도를 보장해준다는 특성을 이용하여 컬링에서 스위퍼 역할을 하는 로봇이 스톤의 위치를 보다 정밀하게 추정하기 위한 방법을 제안한다. LIDAR 센서를 이용하여 주변의 물체들을 인식하고 이 데이터를 군집화하고 분석함으로써 최종적으로 주변의 물체 중 스톤으로 추정할 수 있는 물체의 위치를 반환하는 것을 목표로 한다.

II. 제안된 알고리즘

본 알고리즘에서는 LIDAR 센서의 데이터를 기반으로 다음과 같은 과정으로 진행된다. 센서는 LMS511 LIDAR 센서를 사용하였으며, 실제 컬링 경기장에서 컬링 스톤을 활용하여 실험을 진행하였고, 제안된 알고리즘을 활용하여 스톤의 위치가 추정된다

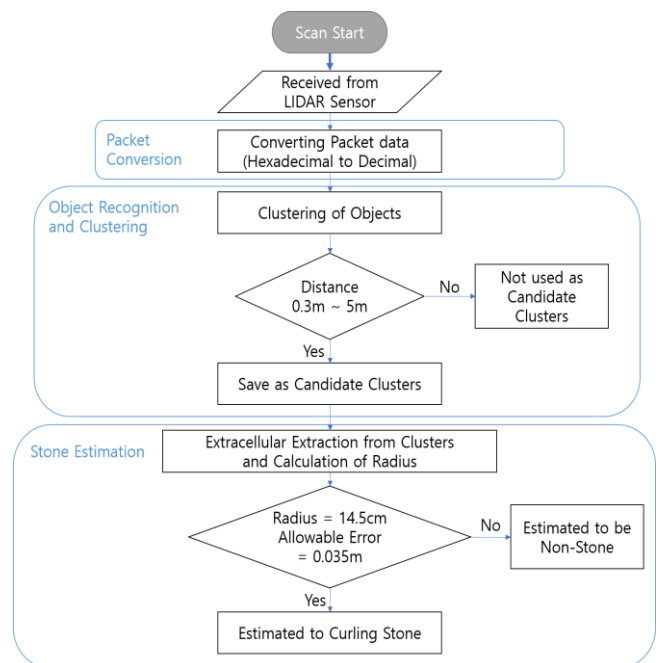


Figure 1. Proposed Algorithm

A. 물체 인식 및 군집화 과정

10 진수로 변화하여 가공한 데이터는 (거리, Degree, x 좌표, y 좌표)의 형식을 갖고 있다. 이 때 받은 데이터의 모든 지점을 검사하여 스톤으로 추정되는 데이터를 후보로 군집화하고 이를 저장한다.

군집화는 스톤이 움직일 때 센서와의 거리가 평균 0.3m~5m 임을 고려하여 이 범위 내의 데이터들만 사용하여 진행한다. 이 범위 외의 점들은 스톤이 아닐 가능성이 높은 데이터이기 때문에 군집화 대상에서 제외한다. 스톤으로 추정할 가능성이 있는 군집의 경우 시작 지점과 종료 지점을 지정한다. 단, 이 군집이 스톤인지 판별하기 위해 필요한 점의 최소 개수가 3 개이기 때문에 검사 지점과 군집화 시작 지점 사이의 점 개수가 3 개 이상일 경우에만 종료 지점에서 이 군집을 저장한다.

B. 스톤 추정

군집화 과정에서 도출된 군집들에서 군집의 시작 지점, 중간 지점, 종료 지점을 이어 만든 삼각형의 외심을 구한다. 이 때의 외심은 원형의 스톤의 중심과 일치한다고 볼 수 있다. 외심을 구하는 공식은 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} center_x &= \frac{(x_2^2 + y_2^2 - x_1^2 - y_1^2)(y_3 - y_1) - (x_3^2 + y_3^2 - x_1^2 - y_1^2)(y_2 - y_1)}{2((x_2 - x_1)(y_3 - y_1) - (x_3 - x_1)(y_2 - y_1))} \\ center_y &= \frac{(x_2^2 + y_2^2 - x_1^2 - y_1^2)(x_3 - x_1) - (x_3^2 + y_3^2 - x_1^2 - y_1^2)(x_2 - x_1)}{2((y_2 - y_1)(x_3 - x_1) - (y_3 - y_1)(x_2 - x_1))} \end{aligned} \quad (1)$$

x_1, y_1 = Coordinates of clustering start point
 x_2, y_2 = Coordinates of the midpoint of the cluster
 x_3, y_3 = Coordinates of clustering end point

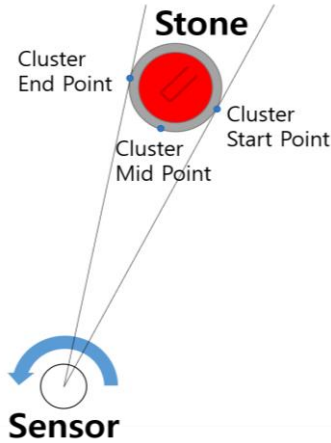


Figure 2. Three Point of Cluster

외심의 좌표 값, 즉, 스톤의 중심 추정 좌표 값과 군집에서의 시작 지점의 거리를 구하여 원의 반지름을 추정한다. 이 때의 값을 원의 반지름의 이론값이라고 하고 이론값을 구하는 공식은 (2)와 같다.

$$\text{Theoretical value of the radius of a circle} = \sqrt{center_x^2 + center_y^2} \quad (2)$$

(2)의 공식으로 구한 반지름의 이론값을 실제 스톤의 반지름인 14.5cm 와 비교하여 오차가 0.035m 이하일 때 스톤이라고 추정한다. 이 때의 데이터를 임시로 저장하고 다른 후보 군집들에서도 위와 같은 추정 과정을 반복한다. 만약 이렇게 추측된 군집이 다수인 경우 LIDAR 센서와의 거리가 가장 가까운 군집을 스톤이라고 최종적으로 추정하고 그 군집의 데이터를 사용한다.

III. 실험

본 논문에서 제안한 알고리즘을 검증하기 위해 직접 컬링 경기장에서 실험환경을 구축하고 실험을 진행 하였다.

A. 각 거리에 따른 스톤 위치추정 테스트

본 실험이 진행되기 앞서 LIDAR 센서로부터 스톤까지 거리에 따른 스톤 데이터를 파악해볼 필요가 있어 다음과 같은 실험을 진행한다. 스톤이 점점 멀어질 경우 측정되는 범위가 줄어들기 때문에 그림(2)의 알고리즘이 잘 적용되는지 파악해볼 필요가 있기 때문이다. 결론적으로 LIDAR 에서부터 스톤까지 거리에 따라 측정되는 스톤 크기가 줄어드는 것을 아래의 그림 3 으로부터 알 수 있다. 이처럼 거리의 변화에도 위의 알고리즘이 정상적으로 동작하는 것을 알 수 있다.

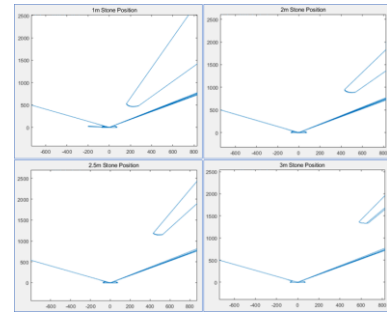


Figure 3. Stone Recognition by Distance

B. 스톤 트래킹 테스트

스톤 인식을 토대로 움직이는 스톤을 트래킹 한 결과를 그림 4 에서 볼 수 있다. 이처럼 움직이는 스톤을 트래킹 하여 스톤 인식하는 데에 문제없이 정상적으로 이루어지는 것을 볼 수 있다.

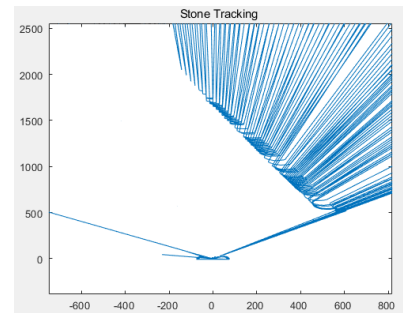


Figure 4. Stone tracking using an algorithm

IV. 결론

이 논문에서는 LIADAR 센서를 통해 스톤의 위치를 추정함으로써 스톤의 위치를 추정하는데 필요한 계산량을 줄여 실시간에 근접하게 스톤의 위치를 추정하는 것이 가능하도록 하였으며, 센서 주변에 스톤과 유사한 곡물을 가지고 있는 특수한 장애물이 존재하는 경우를 제외하고는 스톤에 위치를 판단하는데 성공하였다. 스톤으로 추정할 수 있는 후보 군집이 여러 가지인 경우 보다 정확한 추출을 위해 부가적인 센서를 이용한다면, 거리 순이 아니라 부가적인 센서를 통해 얻을 수 있는 데이터를 통해 스톤의 위치를 보다 정확히 추정할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported by BK21+ (Brain Korea 21 Plus) Program funded by the Ministry of Education, Science and Technology and Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science(2017R1D1A3B04031864)

참 고 문 헌

- [1] John Shackleton; Brian VanVoorst; Joel Hesch. "Tracking People with a 360-Degree Lidar." 2010 7th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, 29 Aug.-1 Sept. 2010,
- [2] B. Kalyan; K.W. Lee; S. Wijesoma; D. Moratuwage; N.M. Patrikalakis. "A random finite set based detection and tracking using 3D LIDAR in dynamic environments." 2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, 10-13 Oct. 2010.