



## 추적정보 활용 물체인식 성능향상 방안에 대한 연구

A Study on Improvement of Object Recognition Using Tracking Information

---

저자 (Authors)	최덕선, 민지홍, 안성용 Tok Son Choe, Ji-Hong Min, Seong Yong Ahn
출처 (Source)	<a href="#">대한전자공학회 학술대회</a> , 2018.6, 916-919(4 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">대한전자공학회</a> The Institute of Electronics and Information Engineers
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07515908">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE07515908</a>
APA Style	최덕선, 민지홍, 안성용 (2018). 추적정보 활용 물체인식 성능향상 방안에 대한 연구. 대한전자공학회 학술대회, 916-919
이용정보 (Accessed)	을지대학교 119.194.245.*** 2020/02/20 17:37 (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.

# 추적정보 활용 물체인식 성능향상 방안에 대한 연구

\*최덕선, 민지홍, 안성용

국방과학연구소

e-mail : *kbluefe@hanmail.net*, *pjk@add.re.kr*, *seongyong.ahn@gmail.com*

## A Study on Improvement of Object Recognition Using Tracking Information

\*Tok Son Choe, Ji-Hong Min, Seong Yong Ahn

5<sup>th</sup> R&D Institute

Agency for Defense Development

### Abstract

This paper introduces improvement of object recognition using tracking information. Intermittent erroneous recognition and occlusion are important problems to overcome in object recognition. Using the trajectory information of each object generated by tracking, the problems are solved in this paper. The possibility of the proposed method is verified by a simple experiment.

### I. 서론

물체를 탐지하고 인식하는 기술은 민수용 무인차량 뿐만 아니라 군수용 무인차량에 있어서도 자율주행의 안정성 확보를 위해 필수적인 기술이다. 물체 인식 기술은 지금까지 대부분 영상 센서를 활용하여 연구를 수행해 왔지만, 영상센서의 다양한 한계(시점/조명 변화, 복잡한 배경, 가리어짐, 크기 변화, 변형 등)[1]를 극복하고자 최근에는 라이다(LIDAR : Light Detection And Ranging)를 활용한 물체 인식 연구가 활발히 진행되고 있다[2].

영상센서 뿐만 아니라 라이다 기반의 물체 인식 알고리즘은 데이터 부족, 가리어짐 등 여러 가지 원인에 의해 오인식(물체가 없지만 있다고 판단하는 오류 false positive, 물체가 있지만 인식하지 못하는 오류 false negative)이 발생한다. 이런 오인식을 줄이기 위해 추적정보를 활용하여 물체의 정보를 누적함과 동시에 물체가 연속 2 프레임 이상 인식되어야 물체로 인식하도록 필터를 개선시켜서 인식율을 향상시킨 접근방법[2]이 제안되었고 성능개선을 보여주었다. 하지만, 누적의 정합 성능에 의해 인식율이 많은 영향을 받을 수 밖에 없다.

본 논문은 기존 관련 연구[3]를 기반으로 이를 향상시키기 위해 추적정보를 활용하였고 기존의 방식과 다른 접근방식을 사용하였다. 기본적인 아이디어는 추적정보를 활용하여 각 물체의 궤적을 일정 시간 동안 유지시키고 인식 시점의 분류 결과 또한 같은 시간 동안 유지시켜서 일시적으로 중간에 오인식되거나 짧은 순간 중첩에 의해 가려짐이 발생하더라도 궤적에 포함된 전체 인식 정보를 활용하여 확률적으로 높은 확률을 가지는 인식 결과를 유지시키는 방법이다.

본 논문은 2장에서 관련 연구를 간략히 설명하고, 3장에서는 제안된 방법에 대해 상세히 설명한다. 4장에서는 실험환경과 실험결과를 보여준다. 마지막 장에서 결론을 설명한다.

## II. 관련 연구

본 장에서는 제안된 추적정보 활용 물체 인식 성능 향상 방법을 설명하기에 앞서 기존 연구[3]에 대해 간략히 기술한다. 관련 연구는 3D 라이다와 CNN을 활용하여 사람을 인식을 목적으로 한다. 관련 연구는 크게 1) 거리 데이터 획득 및 전처리, 2) 경사도를 활용한 물체 탐지, 3) 탐지된 물체 기준 물체 분할, 4) 물체의 2차원 점유격자를 입력으로 하는 CNN 기반 사람 인식으로 구성된다. 개념도는 아래 그림 1과 같다.

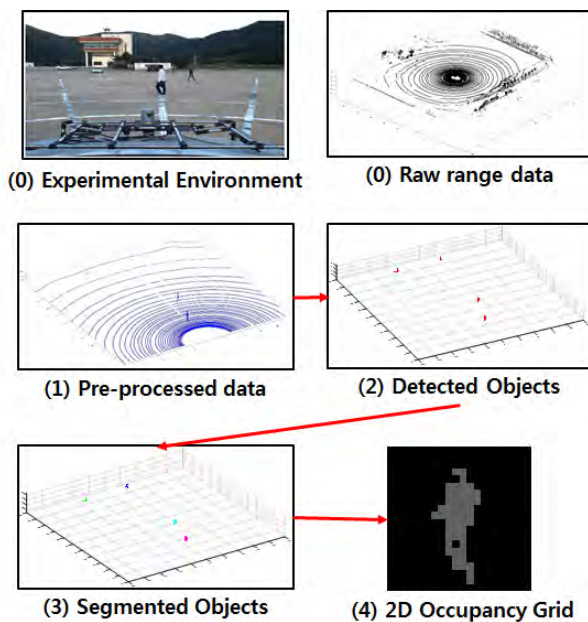


그림 1. 관련 연구 사람 인식 방법 흐름도

그림 1의 상단 두 그림은 실험환경 이미지와 3D 라이다로부터 획득한 거리정보를 보여준다. 사용된 3D 라이다는 Velodyne사의 HDL-64E를 활용하였다. 첫 번째 거리 데이터 획득 및 전처리 단계에서는 센서로부터 거리정보를 획득하고 관심있으며 유효한 데이터만 남기는 과정이다. 두 번째 단계는 3D 라이다의 기계적 스캔 특성을 이용하여 경사도를 계산하고 이를 기반으로 지면을 제거하는 과정이다. 세 번째 과정은 지면이 제거된 물체들을 개별 물체로 분할하는 과정이다. 마지막 과정은 개별 물체의 2차원 거리기반 격자 지도를 기반으로 CNN을 활용하여 물체를 인식하는 과정이다. CNN의 사람 모델은 별도로 생성한 참값 및 거짓값 데이터를 활용하여 학습되었다. 총 학습데이터의 개수는 참값 1,156개, 거짓값 1,000개를 포함 총 2,156개를 활용하였다. 관련 연구는 간단한 실험을 통해 그 가능성을 확인하였다.

## III. 제안된 방법

제안된 방법은 관련 연구를 기반으로 추적 알고리즘과 추적에 의해 생성되는 일정 시간 누적 위치 정보를 기반으로 궤적을 관리하는 알고리즘을 추가하여 구현하였다.

### 2.1 LMIPDA 기반 다중표적 추적 필터

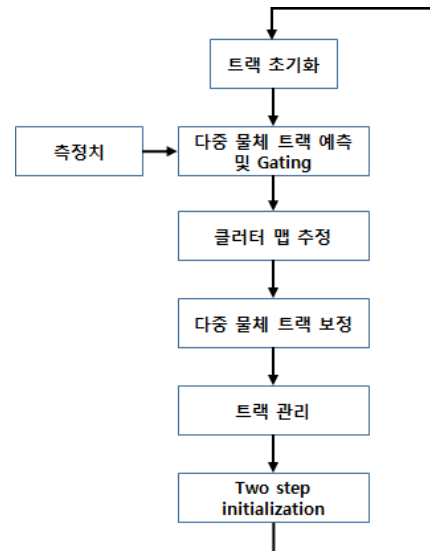


그림 2. 다중 물체 추적 필터 블록도

LMIPDA(Linear Multitarget Integrated Probabilistic Data Association)는 그림 2와 같이 트랙 초기화, 트랙 예측 및 Gating, 클러스터맵 추정, 트랙 보정, 트랙 관리, 다음 스텝을 위한 초기화로 구성된다. 자세한 설명은 참고문헌[4]를 참조하고 개략적인 알고리즘에 대해 기술한다.

트랙 초기화에서는 추적을 위한 상태변수와 트랙에 대해 초기화를 수행한다. 다중 물체 트랙 예측 및 Gating 단계에서는 필터를 통해 물체의 상태와 공분산을 예측하고 측정치에 대해 gating을 함으로써 각 트랙에 해당하는 측정치의 값과 번호를 얻어낸다. 클러스터 맵 추정 단계에서는 클러스터 맵(혹은 클러스터 인텐시티) 추정을 수행한다. 이는 측정치 간의 인접이나 교차 상황에서 측정치를 각 표적에 올바르게 할당해 주기 위함이다. 다중물체 트랙 보정 단계에서는 트랙별로 물체의 존재 확률을 갱신한다. 트랙 관리 단계에서는 빈 트랙을 제거하고 다시 재배치를 수행한다. Two step initialization 단계에서는 다음 스텝을 위한 물체의 초기 상태 및 공분산을 계산하고 매 프레임 각 단계를 반복한다.

## 2.2 물체별 추적 궤적 연관 및 관리

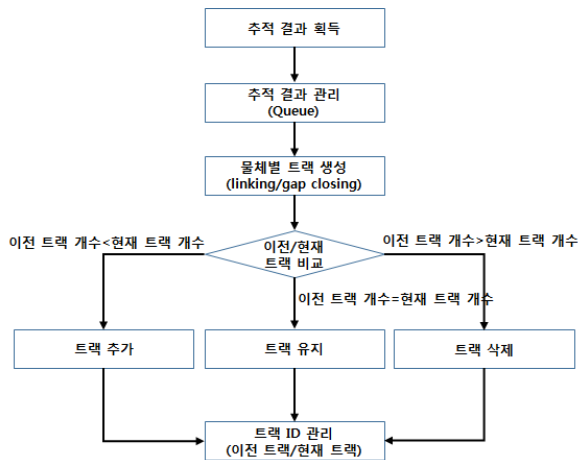


그림 3. 물체별 추적 궤적 연관 및 관리 블록도

물체별 추적 궤적 연관 및 관리 알고리즘은 그림 3과 같이 추적 결과 획득, 추적 결과 관리, 물체별 트랙 생성, 이전 트랙 및 현재 트랙 비교 및 트랙 ID 관리로 구성된다.

추적 결과 획득 단계에서는 매 프레임마다 LMIPDA 기반 추적 알고리즘에서 생성된 물체별 위치 정보를 획득한다. 추적 결과 관리 단계에서는 매 프레임 획득되는 물체별 위치 정보를 일정 크기를 가지는 Queue에 쌓는 기능을 수행한다. 이를 수행하는 목적은 물체별 추적 결과를 과거부터 현재까지 일정 시간 동안 누적하여 관리하기 위함이다.

물체별 트랙 생성 단계에서는 frame to frame linking 방법과 gap closing 방법을 활용하여 트랙을 생성하는 기능을 수행한다. frame to frame linking과 gap closing을 수행하는 이유는 일정 프레임 누적된 물체별 위치 정보들을 nearest neighbor 기반으로 물체별 궤적을 생성하기 위함이다. 물체별 트랙 생성 방법은 참고문헌 [5]의 다양한 방법 중 12번째 방법을 참조하여 구현하였다.

물체별로 생성된 트랙들에 대해 이전 총 트랙 개수와 현재 총 트랙 개수를 비교를 수행한다. 만약 이전 트랙 개수와 현재 트랙 개수가 같으면 물체별 트랙 ID를 유지하고 이전 트랙 개수가 현재 트랙 개수보다 크면 트랙 ID를 삭제한다. 만약 이전 트랙 개수가 현재 트랙 개수보다 작으면 트랙 ID를 추가하여 트랙의 ID가 동일 물체에 동일 ID가 유지되도록 관리하는 기능을 트랙 ID 관리 단계에서 수행한다. 마지막으로 다음 프레임에 대해 물체별 궤적 연관과 관리를 위해 현재 트랙 정보를 이전 트랙 정보로 갱신하고 매 프레임 반복 수행한다.

## IV. 실험환경 및 결과

## 3.1 실험환경

실험환경은 관련 연구[3]과 비교를 위해서 동일한 환경으로 구성하였다. 센서 앞을 기준으로 30m×30m 이내, 근거리 7m 제외한 유효한 거리데이터를 활용하였다. 물체 탐지용 경사도 문턱값은 50%를 사용하였고 DBSCAN용 최소 포인트 개수 및  $\epsilon$ 은 각각 5개, 1.3m이고, 2D 점유격자는 전체 2m×2m(10cm×10cm 해상도)로 설정하였다.



그림 4. 실험환경

그림 4와 같은 환경에서 사람 두 명이 좌우로 이동하고 중간에 SUV 차량이 들어왔다 나가는 시나리오에서 실험을 수행하였다. 실험의 전체 프레임 수(3차원 라이다)는 727 프레임이다.

## 3.2 실험결과

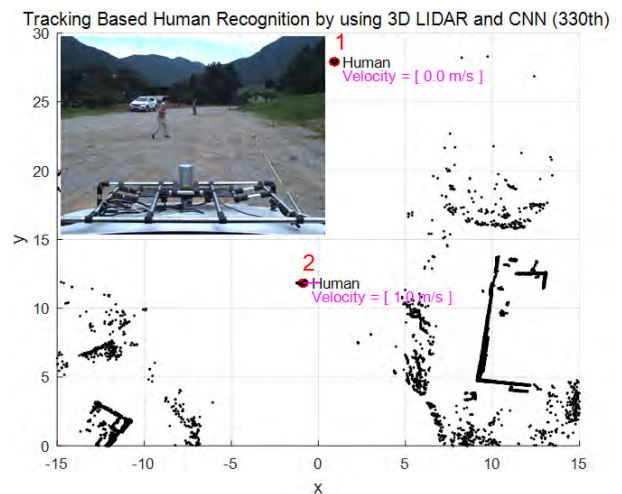


그림 5. 실험결과 1

그림 5는 360번째 프레임의 인식 결과를 보여준다. 그림에서 빨간 색 숫자는 트랙 ID를 의미하고, 빨간 색 숫자 옆의 검은 색 텍스트는 인식결과를 보여준다. 사람으로 인식되었을 경우 Human으로 출력되고 아닐 경우 Unknown으로 출력된다. 인식결과 텍스트 아래 보라색 텍스트와 숫자는 추적된 물체의 속도(m/s)를 나타낸다. 빨간 색 숫자 아래 빨간 원은 인식된 물체의 Point Cloud를 나타낸다. 그림 5에서 30미터 이내에 있는 두 사람이 모두 인식되었음을 확인할 수 있다.

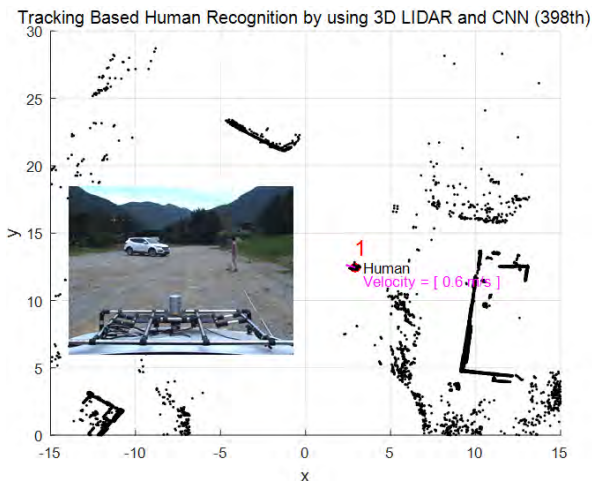


그림 6. 실험결과 2

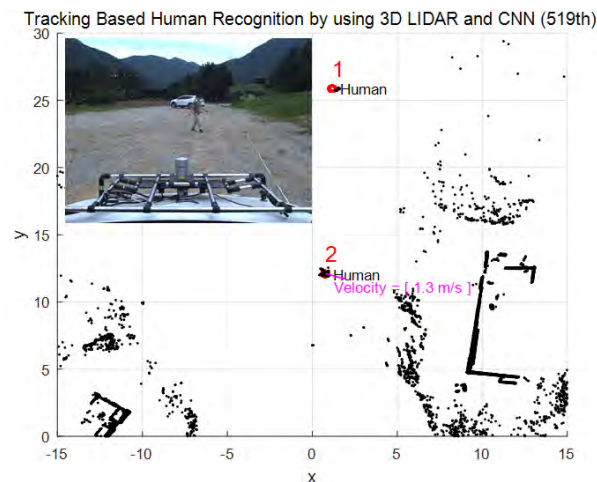


그림 7. 실험결과 3

그림 6과 그림 7은 398 프레임과 519 프레임에 대한 인식 결과이다. 그림 6의 경우 하얀 SUV 뒤에 사람이 1초 이상 있음으로 인해 인식이 안된 경우이다. 그림 7은 뒤의 사람이 앞의 사람에 의해 가리어짐으로 인해 추적이 수행되지 않았지만 10 프레임의 누적 트랙이 다 사라지지 않았기 때문에 인식이 유지된 경우이다.

추적 결과를 활용하여 인식을 수행할 경우 전체 727 프레임에서 21 프레임에서 오인식이 존재하였다. 프레임 기준 인식률은 97% 이다. 그 중 9 프레임은 시작 시점에 누적 궤적이 10 프레임을 수행함으로 인해 궤적 정보가 다 차지 않아서 생기는 오인식 구간을 포함하였다. 이를 제외하면 관련 연구[3]의 93% 인식률 대비 성능 향상을 이룬 것을 확인할 수 있다.

## V. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 야지 환경의 3D 라이다와 CNN을 활용한 사람 인식 연구에서 일시적인 가리어짐이나 오인식으로 인식이 제대로 수행되지 않은 경우를 극복하기 위해 추적 정보를 활용한 물체 인식 방법을 새롭게 제안하였고 실험을 통해 그 가능성을 확인하였다.

본 논문에서 제안하는 방법은 추적 정보를 활용하여 일정 시간 동안 동일 물체에 대해 동일 ID를 가지는 궤적을 관리함으로써 일시적인 가리어짐과 일시적인 오인식 문제를 해결하였다. 이는 다른 인식 연구의 성능 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

제안된 방법은 다양한 시나리오에 대해 실험을 수행함으로써 객관적인 성능 향상을 확인할 계획이다.

## 참고문헌

- [1] 김동환, 박성기, “물체 인식 연구 동향”, 한국로봇학회, 로봇과 인간 7(1), pp. 24-31, 2010.1
- [2] 이연준, 서승우, “GM-PHD 필터를 이용한 보행자 탐지 성능 향상 방법”, 전자공학회논문지, 제52권, 제12호, pp. 150-157, 2015.12.
- [3] 최덕선, 민지홍, 안성용, “야지 환경에서 3D 라이다와 CNN을 활용한 사람 인식”, 제33회 제어·로봇·시스템학회 학술대회, 2018.5.17~19
- [4] Musicki, Darki, barbara La Sclar, “Multi-target tracking in clutter without measurement assignment”, IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems, Vol. 44, Issue 3, pp. 877-896, July 2008.
- [5] Chenouard, Nicolas, et al, “Objective comparison of particle tracking methods”, Nature methods, 11(3), pp. 281-289, 2014.