# 3 차원 깊이 카메라를 이용한 실내외 이동형 장애물 인식 시스템

# Portable indoor-outdoor obstacle recognition system using 3D depth camera

*박수현 [1], 김상수 [1], #최인묵 [1], 이성준 [1], 박연규 [1], 우삼용 [1]

*Suhyeon Park[1], Sangsu Kim[1], #In-Mook Choi(mookin@kriss.re.kr)[1], Sungjun Lee[1], Yon-Kyu Park[1] and Sam-Yong Woo[1]

[1] 한국표준과학연구원 기반표준본부 질량힘센터

Key words : intensity-based depth camera, obstacle recognition

## 1. 서론

삼각법(triangulation)과 비행 시간법(time-of-flight) 기술을 이용한 스테레오 카메라 혹은 레이저 레이더(라이더, LIDAR)같은 고성능 깊이 카메라가 연구 개발되고 있다.[1] 이런 신기술을 일상화된 스마트폰과 같은 이동형 기기(mobile device)와 연동하면 일반 사용자가 쉽게 접근할 것이다. 시각 장애인을 위한 안내 장치나 그 밖에 다양한 지능형 시스템에서 이동형 3 차원 깊이 기술이 활용 가능하다.[2] 하지만 해상도와 정확도가 우수하더라도 고사양 프로세서나 큰 전력이 필요하고 크기가 크고 복잡해서 사람이 들고 이동하는 소형 기기에 장착하기 어려운 점이 큰 문제로 대두되고 있다. 마이크로소프트사의 키넥트(Kinect)가 저가 깊이 카메라로 대중화되고 있지만 실외용이나 이동형으로는 적합하지 않다. 본 연구에서는 실외에서 사용이 가능한 광 세기 방식(intensity-based)의 3 차원 깊이 인식 시스템을 설계 제작하고 키넥트와 비교 분석했다.

## 2. 기본 원리와 실험 구성

광 세기 방식의 3 차원 깊이 인식은 단순한 구조로 소형화에 적합하다. 거리가 멀어지면 물체까지 도달하는 적외선 신호가 작아지고 따라서 물체 표면에서 난반사되어 돌아오는 신호 세기가 작아짐에 따라 센서에서는 거리의 제곱에 반비례하는 광도가 검출된다. 센서 신호를 미리 얻어진 기준 데이터로 보정하면 거리를 얻을 수 있다.

이 연구에서는 적외선 LED 와 CMOS 카메라로 깊이 카메라 시스템을 구성하였다. 850 nm 적외선 LED 와 일반 흑백 CMOS 카메라를 기본으로 실외에서 작동 가능하도록 광학 필터(optical band-pass filter, 중심 850 nm, 폭 10 nm)를 카메라 전단부에 부착하였다.

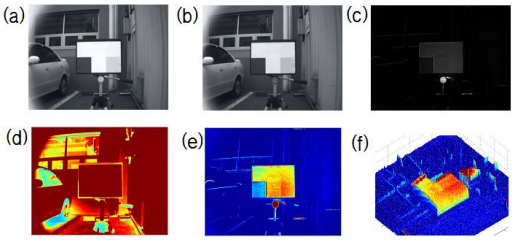


Fig. 1 Principle of differential method (a) : original intensity with LED on, (b) : intensity with sun light only, (c): difference of intensity, (d) : color mapped original, (e) : color mapped difference, (f) 3d mesh of difference.

태양광의 850 nm 성분 중 10 nm 필터를 통과하는 에너지는 약 10 W/m$^2$ 이다.[3] 광학 필터만으로는 Fig. 1 (a)처럼 태양광의 영향이 크게 보인다. 따라서 추가적인 차분 기법으로 카메라 프레임과 LED 를 동기화해서 자연광 영향을 상쇄하면 Fig. 1 (c)의 거리 정보를 얻을 수 있다.

## 3. 거리별 실험 결과

카메라와 물체 거리를 0.5 m 부터 3 m 까지 0.5 m 간격으로 변화시키며 얻은 결과가 Fig. 2 (a)에 나타나 있다. 검은색 곡선은 실내, 파란색은 실외 그늘, 빨간색은 실외 햇볕 환경을 나타낸 것이며 파선은 거리 제곱에 반비례하는 맞춤 곡선(fitted curve)이다. 0.5 m 지점의 차이는 실내/외 태양광의 큰 차이와 센서의 비선형 특성에 의한 것으로 보인다. 로그 그래프인 Fig. 2 (b)의 기울기로 검출 신호 세기가 거리 제곱에 반비례함을 확인할 수 있다.

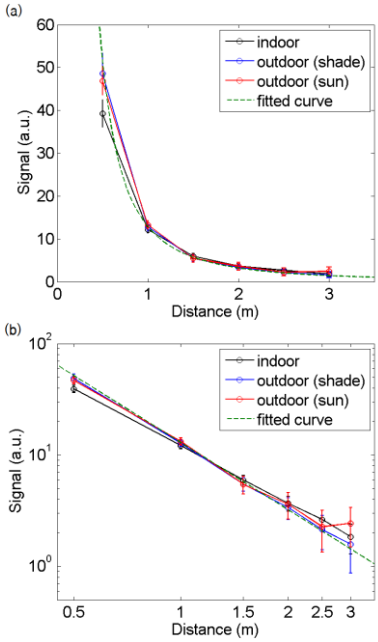


Fig. 2 Detected signal by distance under different environments (a) linear scale, (b) log scale.

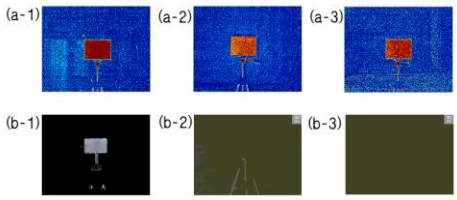


Fig. 3 Comparison between homemade system and MS Kinect (a-1): homemade- indoor (a-2): homemade- shade area, (a-3): homemade- sunny area, (b-1): Kinect- indoor (b-2): Kinect- shade area, (b-3): Kinect- sunny area.

## 4. 키넥트와 비교

키넥트는 Fig. 3 에서처럼 자연광이 존재하는 실외에서는 동작을 확인할 수 없는데 반해 자체 제작한 소형 모듈은 실내외(그늘, 햇볕)에서 모두 동작이 가능했다. 그리고 상대적으로 크기가 작아 이동형 시스템에서 활용하기에 유리한 것으로 보인다.

## 5. 결론

실내외에서 이동 가능한 3 차원 깊이 카메라를 적외선 LED 와 CMOS 카메라로 구성하고 몇 가지 환경에서 적용 가능성을 확인하였다. 상용화된 제품인 키넥트보다 실외에서 강건한 동작이 확인되었다. 거리별 실험 결과 햇빛의 영향에서도 깊이 인식이 가능했다. 거울이나 유리처럼 일반적이지 않은 반사 특성을 갖는 물체나 반사도가 낮은 색이나 재질에서 거리 정보가 왜곡될 수 있으며 앞으로 객체 인식 영상 처리를 통해 왜곡을 보상하는 방향으로 연구를 더 진행할 것이다.

스마트폰과 깊이 카메라를 연동하여 진동이나 음성으로 시각 장애인 등에게 보행 정보를 안내하는 통합 시스템을 후속 연구를 통해 개발할 계획이다.

## 후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 휴먼인지환경사업본부-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2012K001326).

## 참고문헌

1. Antonio Medina, Francisco Gayá, and Francisco del Pozo, "Compact laser radar and three-dimensional camera," JOSA A, **23**, 800-805, 2006.
2. 한상일, 김종수, 안진우, 차형태, "스마트폰을 이용한 시각 장애인 안내 시스템에 관한 연구", 한국지능시스템학회 2010 춘계학술대회 논문집, 20, 63-66, 2010.
3. ASTM G173 – 03, Annual Book of ASTM Standards, **14.04**, 2012.