

Aruco 마커 기반 건설 현장 작업자 위치 파악 적용성 분석

Analysis of the Applicability of Aruco Marker-Based Worker Localization in Construction Sites

최태훈¹ · 김도근² · 장세준^{3*}

Choi, Tae-Hung¹ · Kim, Do-Keun² · Jang, Se-Jun^{3*}

Abstract : This paper presents a new method for indoor localization track workers in construction sites. While GPS and NTRIP are effective for outdoor positioning, they are less accurate when used indoors. To address this issue, the proposed method utilizes Aruco markers to measure the distance between workers and the markers. By collecting data values, the location of each worker can be determined in real-time with high accuracy. This approach has the potential to enhance work efficiency and safety at construction sites, as it provides more precise indoor positioning compared to conventional methods, leading to improved work efficiency.

키워드 : 아루코마커, 실내 측위, 위성항법장치

Keywords : aruco marker, indoor localization, global positioning system

1. 서론

1.1 연구의 목적

건설 현장 작업자 위치 파악은 현장관리에 중요한 역할을 한다. 최근엔 위치 기반 서비스를 건설 현장에 사용하여 작업자 위치 파악을 시도하고 있다[1]. 그러나 GPS를 비롯하여 인공위성 신호로 위치를 파악하는 기술인 DGPS와 NTRIP과 같은 위성 항법 보정장치는 실내에서는 인공위성 신호를 잡기 어렵다는 본질적인 문제가 있다[2]. 이 논문에서는 Aruco 마커를 이용한 실내 위치 파악 방법에 대해 설명할 것이다. Aruco 마커를 이용한 위치 파악 방법은 많은 분야에서 유용하게 사용될 수 있다. 그러나 이 방법도 완벽하지는 않다. 예를 들어, Aruco 마커를 인식하지 못하는 상황이 발생할 수 있다. 따라서 이러한 기술의 발전에 대한 연구도 필요하며, 이를 통해 더욱 효율적인 위치 기반 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

2. 실내 측위 방법 제안

2.1 기존 실내 측위 시스템의 한계

기존의 실내 측위 시스템의 대표적 사례인 Wi-Fi 또는 비콘등을 활용한 실내 측위는 표 1과 같은 한계점을 가지고 있는데 공통적으로 신호 마힘으로 인한 정확도 저하, 유지관리, 비용문제 등의 한계점으로 나타나고 있다.

표 1. 기존 실내 측위 한계점

Wi-Fi	UWB	Beacon	RFID
Wi-Fi신호가 잡히지 않는 지역이 있을 수 있다.	신호의 확산으로 인해 전파 간섭이 발생할 수 있다.	거리에 따른 측정 오차가 크다.	RFID 태그 간의 충돌이 발생할 수 있다.
건물의 구조, 장애물, interference 등으로 인해 측정 오차가 발생할 수 있다.	전파 간섭으로 인한 오차가 위치 추정 정확도에 영향을 미칠 수 있다.	다수의 비콘을 설치해야 하므로 비용이 증가할 수 있다.	RFID 리더기의 적정거리에서만 동작하기 때문에 멀리 떨어진 물체는 감지 못 할 수 있다.
Wi-Fi 모듈을 포함한 기기를 추가로 설치해야 하므로 비용이 증가할 수 있다.	안테나 및 기타 하드웨어를 추가로 설치해야 하므로 비용이 증가할 수 있다.	방향성 정보를 제공하지 않아 위치 추정이 어려울 수 있다.	장애물 및 환경 조건에 따라 신호가 차단될 수 있다.

2.2 Aruco marker 위치 파악 방법 실험 개요

본문에 들어가기에 앞서 Aruco 마커에 대하여 알아볼 필요가 있는데 Aruco 마커는 OpenCV 라이브러리를 이용하여 생성되는 마커이다. Aruco 마커는 그림 1과 같이 여러 개의 블랙박스와 화이트박스로 이루어져 있으며, 각각의 마커에는 고유한 ID가 부여된다. 이 고유한 ID를 이용하여 Aruco 마커를 인식하고, 해당 마커가 그림 2와 같이 위치한 곳을 식별할 수 있다. 실험에서는 ASUS 사의 노트북 웹캠(HD1280×720)을 사용하여 Aruco 마커를 이동시키며 거리를 측정하였다.

1) 군산대학교 건축해양건설융합공학부, 학사과정
 2) 군산대학교 건축해양건설융합공학부, 시공연구실 연구원, 플로리젠로보틱스, 대표이사
 3) 군산대학교 건축해양건설융합공학부, 조교수, 교신저자(jang@kunsan.ac.kr)



그림 1. Aruco 마커 ID : 1



그림 2. 거리측정 화면

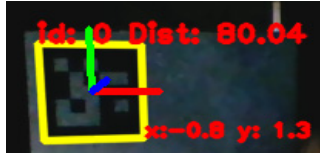


그림 3. 1lx 상황의 측정 화면



그림 4. 7300lx 상황의 측정 화면

2.3 Aruco marker를 이용한 위치 파악 성능 분석

설치된 Aruco 마커는 카메라를 통해 인식되며, 인식된 마커를 이용하여 해당 마커가 위치한 좌표를 계산할 수 있다. 위치 추정 알고리즘은 2D 이미지에서 마커 모서리를 감지한 후, 카메라의 내부 및 외부 매개변수를 추정하고 마커의 회전 및 변환을 추정하여 거리를 추정한다[2]. 각 지표에 따른 계측값은 표 2로 제시 되었으며, 여러 상황에서 마커의 인식가능성에 대해 확인하기 위하여 조도에 따라 실험한 결과는 그림 3, 4과 같다(*지표는 카메라의 성능에 따라 계측값이 바뀔 수 있다).

표 2. 성능테스트 지표와 계측값

지표	지표설명	계측값	측정방법
인식률	마커를 인식하는 데 성공한 비율	80%	카메라에 여러 각도로 마커를 인식 시켰을 때 인식한 횟수/전체 시도 횟수
거리 오차	마커의 위치를 실제 위치와 비교하여 계산한 위치 오차	1~3cm(멀어질수록 오차 증가)	카메라 렌즈부터 마커까지의 거리의 실제 측정값과 시스템 추정거리의 차
반응속도	마커를 감지하고 인식하는 데 걸리는 시간	0.01s	카메라 앵글 속 마커가 인식되는 시간을 측정
안정성	마커를 인식하는 데의 안정성이 있는지의 여부	99.9%	카메라 앵글 속 마커를 인식시켰을 때 끊김 현상이 있는지 실험
*최대 인식거리	마커를 인식하는 최대거리	4.22m	인식거리 최대 한계점 측정
*조도	마커를 인식하는 최소 최대 조도	최소 1lx, 최대 7400lx 측정가능	조도를 조절해가며 최소값과 최대값을 측정하였지만 여건상 최소값과 최대값의 한계측정하지 못하였음
*다중마커 처리	시스템이 여러 개의 Aruco 마커를 동시에 인식하고 처리할 수 있는 능력.	카메라 앵글에 들어오는 마커는 전부 인식(확인값 : 48개)	시스템이 여러 개의 Aruco 마커를 인식하고 처리하는 최대 개수 측정

2.4 Aruco marker 실내 측위 방법 보완점

Aruco 마커를 이용한 위치 파악 방법에는 다음과 같이 보완 되어야 한다. 첫째로, 노이즈가 포함된 데이터 값으로 인해 정확도가 떨어질 수 있으므로 Kalman Filter[3]를 이용하여 노이즈를 제거해야 한다. 둘째로, 카메라 시야 범위에 따라 위치 파악에 한계가 있으므로 센서와 데이터를 이용하여 위치 파악을 보완해야 한다. 셋째로, 표 2의 최대 인식거리와 같은 카메라 성능에 따라 계측값이 변화하는 지표들은 사용하는 건설 현장의 특성에 맞게 마커의 위치 또는 카메라 성능을 조절하여 사용해야 한다.

3. 결론

본 논문에서는 Aruco 마커를 인식하여 나온 거리를 이용한 작업자의 실내 위치 파악 방법에 대해 다루었다. Aruco 마커를 이용한 방법은 높은 반응속도와 안정성으로 기존의 실내 측위보다 높은 정확도를 기대할 수 있다. 그러나 이 방법에는 여전히 보완해야 할 점이 존재하며, 이러한 보완점을 극복하여 더욱 정확하고 다양한 실내 위치 파악 방법을 개발해 나가는 것이 중요하다. 건설 현장의 발전을 위해서는 위치 파악 기술의 발전이 필수적이며, 작업자의 실시간 위치 파악을 하여 보다 편리하고 높은 작업수행력에 기여할 수 있을 것이다. 더 나아가 건설 현장의 특성에 따른 효율적인 마커 배치에 관해 연구할 것이다.

감사의 글

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단 기초연구사업(No. 2022R1C1C1005963)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참고문헌

- 안치선, 윤수원, 진상윤. (2012). 스마트 폰의 위성항법시스템(GPS)를 활용한 전문건설업체 현장 근태관리 체계 구축. 한국건설관리학회 논문집. 제13권 3호. pp. 56-66.
- 손현석. NTRIP 을 이용한 GPS 위치 오차 범위 및 정밀도 향상에 대한 연구. 국내석사학위논문 한국산업기술대학교 산업기술 경영대학원. 2017.
- Ho Chuen Kam. 2018 19th IEEE/ACIS International Conference on Software Engineering, Artificial Intelligence, Networking and Parallel/ Distributed Computing (SNPD)
- 김건우, 박진형, 이성준, 김종훈. 이동 평균 필터와 적응 칼만 필터를 이용한 노이즈 제어 및 SOC추정 성능 향상 연구. 전력전자학회 학술대회 논문집. 2019. pp. 198-200.