

# 오픈포즈 기반 실시간 공간 맵핑을 이용한 객체 이동경로 추적 알고리즘에 관한 연구

신승현, 김태완, 이동명

동명대학교

tmdgus5249@gmail.com, wanykt@gmail.com, dmlee@tu.ac.kr

## A Study on the Path Tracking Algorithm of Object Movement using Real-time Space Mapping based on Open Pose

Seyoung-Hyun Shin, Tea-Wan Kim, Dong Myung Lee

Tongmyoung Univ.

### 요 약

본 논문에서는 오픈 포즈(Open Pose) 기반 실시간 공간 맵핑을 이용한 객체 이동경로 추적 알고리즘을 제안하였다. 제안 알고리즘은 영상 사용자 추적, 실시간 공간 맵핑, 이동경로추적 3가지 단계로 구성된다. 객체의 위치를 추적하기 위해 오픈포즈를 통해 얻은 관절 포인트의 중앙값을 찾아 이동경로를 추적하였다. 실험결과, 수직 이동 시 장애물이 없는 5개의 좌표 오차는 한 자릿 수로 낮은 오차가 측정되었으나, 수평 이동 시 장애물이 존재하는 1, 4, 5 지점에서의 좌표 오차율은 수직의 경우에 비해 비교적 높게 측정되었다.

### I. 서론

일반적으로 위치 측위기술은 실외의 경우는 GPS를, 실내의 경우 Wi-Fi, Bluetooth, UWB, 초음파 등의 다양한 통신환경을 이용하여 객체의 위치를 추정한다. 그러나 이러한 측위 기술은 다양한 환경적 요인에 의한 무선신호 세기의 변화가 커 객체의 이동경로를 파악하기에 어려운 단점을 가지고 있다. 이의 대안으로 최근 깊이(Depth) 센서, 레이더 센서 등을 이용한 객체 측위 기술이 있으나 대부분 고가의 장비이어서 실제 이용하기에는 어려움이 있다[1].

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고 비용 절감 및 정확도 향상을 위해 기존에 설치된 CCTV 영상을 활용하여 객체의 이동경로를 추적하는 알고리즘을 제안하고자 한다. 제안하는 알고리즘은 인공지능 학습기반의 오픈포즈(Open Pose)를 이용하여 객체를 추적하고, 아울러 객체의 이동경로 추적의 정확도를 높이기 위해 실시간 공간 맵핑(Space Mapping) 기법을 적용하였다[2].

### II. 실시간 공간 맵핑을 이용한 객체 이동경로 추적 알고리즘 설계

#### 1. 설계 중점사항

공간은 3차원(X, Y, Z)으로 구성되지만 우리가 눈으로 볼 수 있는 정보는 2차원(X, Y) 공간이다. 그럼에도 불구하고 우리는 2차원 이미지를 통해 원근감을 느낄 수 있다. 예를 들어 누군가 어떤 사물을 가까운 곳과 멀리서 보는 경우, 동일한 사물의 크기임에도 불구하고 기준점에서 사물까지의 거리에 따라 기준점에서의 사물의 크기는 달라진다. 제안하는 알고리즘은 이러한 아이디어에 착안해 기준점에서 거리에 따라 사물의 2차원 이미지의 크기가 달라지는 점을 이용하여 객체의 움직임을 추적하는 실시간 공간 맵핑 개념을 적용한 이동경로 추적 알고리즘을 제안한다.

#### 2. 제안 알고리즘의 구성

제안하는 알고리즘은 그림 1과 같이 객체 추적 단계, 실시간 공간 맵핑 단계 그리고 이동경로 추적 단계로 구성된다. 객체 추적 단계에서는 카메라 혹은 스트리밍 장치로부터 수집된 영상을 기반으로 오픈포즈를 이용하여 객체 정보를 획득한다. 실시간 공간 맵핑 단계에서는 추정영역을 지정하고 Matrix 변환 알고리즘을 이용하여 이 영역을 원근법 변환 이미지로 변환한다. 그리고 획득된 객체 정보와 Matrix 변환 알고리즘에 의해 변환된 정보를 이용하여 객체의 위치 좌표를 계산한다. 마지막으로 이동경로 추적단계에서는 계산된 객체의 위치정보를 저장하여 객체의 이동경로를 추적한다.

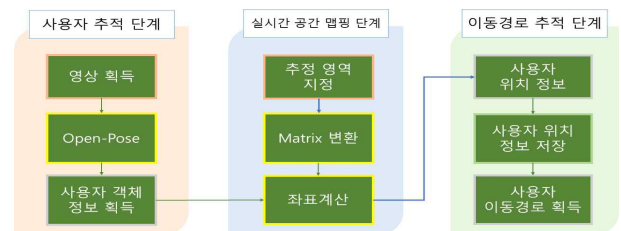


그림 1. 제안 알고리즘의 구성

#### 3. 객체 이동경로 추적 알고리즘

객체 추적단계 알고리즘에서는 그림 2에서 보는 바와 같이 오픈포즈를 이용하여 객체 관절의 위치정보를 가져온다. 해당 관절의 위치 정보는 학습모델의 정보와 비교 후 객체의 좌표로 변환되고, 각 관절의 좌표 중 골반, 무릎, 발목 위치 좌표의 중심점을 구해서 이를 객체의 위치 기준점으로 설정한다.

실시간 공간 맵핑 단계 알고리즘은 그림 3과 같다. 먼저 원근법 변환(Perspective-Transform)을 위하여 카메라에서 읽어 들인 이미지에서 4개의 포인트를 지정한 다음 식(1)을 이용하여  $n \times n$  변환 행렬과 이미지를 만든다.

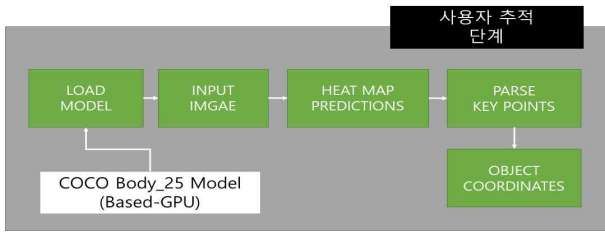


그림 2. 객체 추적 단계 알고리즘

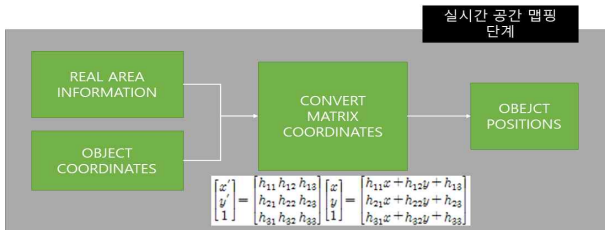


그림 3. 실시간 공간 맵핑 단계 알고리즘

$$dst(x, y) = src\left(\frac{M_{11}x + M_{12}y + M_{13}}{M_{31}x + M_{32}y + M_{33}}, \frac{M_{21}x + M_{22}y + M_{23}}{M_{31}x + M_{32}y + M_{33}}\right) \quad \text{식 (1)}$$

식 (1)에 의한 변환 행렬은 식 (2)와 같은 일반 행렬 속성을 가지며, 획득된 이미지를 객체의 좌표로 변환하기 위한 용도로 사용한다.[3]

이동경로 추적 단계 알고리즘은 그림 4와 같다. 이 알고리즘은 객체 추적단계와 실시간 공간 맵핑 단계에서 추출된 객체 좌표를 이용하여 객체의 위치를 추적한다.

$$w \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{식 (2)}$$

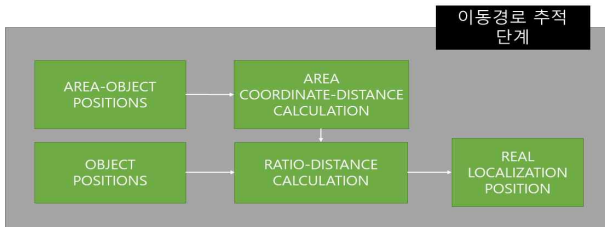


그림 4. 이동경로 추적단계 알고리즘

### III. 실험 및 결과

#### 1. 실험 환경

객체 추적을 위한 실험 환경은 그림 5와 그림 6과 같다. 실험을 위한 카메라의 설치 높이는 1.75m이며, 측정환경의 크기는 가로 8.68m 세로 7.64m 영역이다.

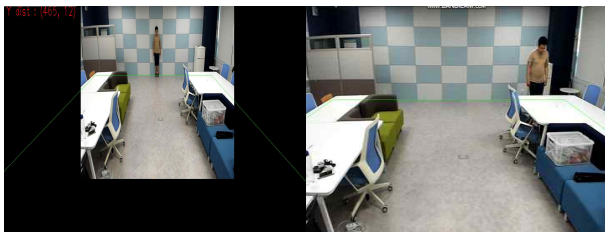


그림 5. 영상정보 Matrix 변환 결과 실행화면

#### 2. 실험 결과

실험 결과 장애물이 없는 경우 객체의 움직임이 관측됨을 확인하였고,

하반신이 장애물에 가려져 있는 경우에도 객체를 인지할 수 있음을 확인하였다.

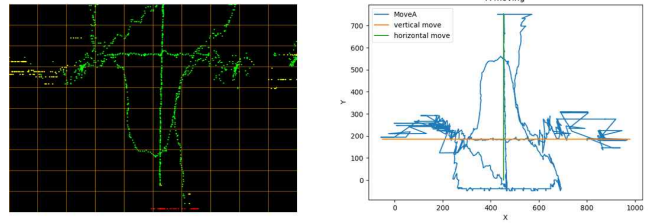


그림 6. 영상정보 이동경로 Matrix 맵핑 결과 실행화면

그림 7은 수직 수평 이동에 임의의 좌표이며, 각각 수직 이동과 수평 이동에서 임의의 좌표 5개를 설정해서 좌표 간 오차를 구하였다. 실험결과, 수직 이동 시 장애물이 없는 5개의 좌표 오차는 한 자릿 수로 낮은 오차가 측정되었으나, 수평 이동 시 장애물이 존재하는 1, 4, 5 지점에서의 좌표 오차율은 수직의 경우에 비해 비교적 높게 측정되었다.



그림 7. 수평/수직 이동 임의 좌표 위치

### IV. 결론

본 논문에서는 오픈포즈 기반 실시간 공간 맵핑을 이용한 객체 이동경로 추적 알고리즘을 제안하였고, 이동경로의 정확성을 확인하기 위해 임의의 경로를 지정하여 임의의 지점에 대한 좌표 오차를 측정하였다. 향후 객체가 장애물에 상당 부분 가려지는 경우에도 신뢰적인 객체 추적이 가능하도록 카메라의 왜곡 보정, 픽셀 당 실 거리 값 등을 구하여 실제 거리와 맵핑 기능을 추가로 개발 할 예정이다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2019R1F1A1062670).

### 참고 문헌

- [1] 김광열, 박인환, 임이랑, 홍애란, 김진영, 신요안, “위치 기반 서비스의 최근 동향,” 한국통신학회지(정보와통신), 28(7), pp.3-14. 2011.
- [2] Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, Yaser Sheikh, “OpenPose: Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields,” Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.4-14. 2018.
- [3] Elan Dubrofsky, “Homography Estimation,” Master of Science, The University of British Columbia, Vancouver, pp. 5-32. Mar. 2009.