

# 자율주행 가이드 로봇 서비스 연구개발

김성진<sup>1</sup>, 권혁민<sup>2</sup>, 최수현<sup>1</sup>, 장종현<sup>1</sup>

<sup>1</sup>국립 한국 교통대학교 전자공학과

<sup>2</sup>국립 한국 교통대학교 AI 로봇공학과

bigtree2528@ut.ac.kr, dk3066716@a.ut.ac.kr, soohun00@ut.ac.kr,

jjy2008@ut.ac.kr

## Autonomous Mobile Guide Robot Service R&D

Seong-Jin Kim<sup>1</sup>, Hyeok-Min Kwon<sup>2</sup>, Soo-Heon Choi<sup>1</sup>, Jong-Hyeon Jang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Electric Engineering, Korea National University of Transportation

<sup>2</sup>Dept. of AI Robotics Engineering, Korea National University of Transportation

### 요 약

최근 온라인 유통의 약진 속에서 대표적인 오프라인 유통인 백화점 채널이 예전에 비해 경쟁력이 약화 되었다는 평가를 받고 있다. 이는 유통채널로서의 경쟁력이 약화 된 것이지, 복합 문화 센터의 경쟁력은 나날이 느는 추세다. 길이 복잡한 백화점에서 비대면 방식으로 시설 안내 및 길 찾기 동행, 사용자 나이 및 성별에 따른 매장 추천, 고객 센터 연결 등을 고객에게 제공하는 가이드 로봇을 통하여 경쟁력을 키우고자 해당 서비스를 제안한다.

### 1. 서론

서비스 로봇 시장이 2026년까지 연평균 23.3% 성장할 전망이다. 2021년 362억 달러의 시장 규모는 2026년에 1,033억 달러[1]로 성장할 것으로 추정된다. 로봇 연구에 대한 자금 증가와 새로운 응용 분야에서 로봇 채택 증가가 서비스 로봇 시장을 증가하는 요인으로 지목됐다.

기존 백화점 가이드 로봇 서비스에서는 자율주행과 고객에 따른 추천 서비스 안내가 동반되지 않았다. 또한, 여러 기능이 탑재된 로봇에 대한 흥미를 유발할 수는 있지만 기능적 한계로 인해서 애초 기대했던 로봇의 효용성에 대한 불만이 제기되었다.

또한, 배터리 부족, 실내위치 오인식, 운영체제 작동 중단 등 관리자가 현장을 방문해야 하는 빈도가 높다는 단점을 가지고 있다.

이러한 기존의 단점을 영상인식, 센서, 도킹 시스템 등을 통해 보완하고, 기계학습 기반의 추천 시스템을 도입하여 차별성을 가진 제품을 제안한다.

### 2. 전체 서비스 구성

GUI(Graphical User Interface), 자율주행, 중앙제어,

자동 충전 시스템을 가진 로봇을 통하여 백화점에 서비스를 제공한다.



(그림 1) 전체 서비스 구성

1) 로봇을 처음 사용하거나 이용하기 힘든 고객들을 대상으로 GUI의 활용성, 가시성을 높인다. 또한 중앙제어와 접목하여 로봇 상태를 수시로 관찰할 수 있게 한다.

2) 딥러닝, SLAM 등 기술을 이용하여 안내 로봇의 정확한 주행 및 가이드, 연령/성별에 따른 데이터 기반 상품, 매장 추천 기능을 한다.

3) PID 제어 및 위치 제어를 통해 모터 정밀 제어를 구현하고, 충전소에서 특정 과장 대역의 적외선을 가이드 로봇에 부착된 감지 센서가 인식하여 발신원으로 이동 및 충전하는 방식을 구현한다.

**3. 이론구동 로봇 하드웨어 설계 방법**

이론구동 로봇을 설계할 때는 알맞은 배터리와 모터 선정이 매우 중요하다.

1) 배터리 선정 방법

자율주행 가이드 로봇에서는 배터리를 2개를 사용한다. 배터리 2개의 용도는 모터용 배터리와 MCU 및 회로용 배터리다. 모터는 기본적으로 MCU에 비해서 큰 전류를 소모하는데 이러한 전류소모량이 일정하지 않고 모터의 회전상태에 따라 달라지기 때문에 갑자기 급격한 양의 전류를 소모할 수 있다. 만약에 배터리 한 개로 모터와 MCU를 함께 사용하게 된다면 모터가 다량의 전류를 순간적으로 소모하게 되면 MCU에 공급되는 전류를 뺏어갈 수 있기 때문에 이러한 경우에 회로의 동작이 멈추는 상황이 발생한다. 이러한 상황을 방지하고자 배터리 2개를 사용한다.

2) 적절한 모터 선정 방법

로봇의 중량, 바퀴의 지름, 모터의 등속 회전 속도, 가속구간으로 모터의 토크를 결정한다[2]. Weight는 로봇의 중량을, Diameter은 바퀴의 지름을, TIME은 가속구간을, u는 마찰계수를 나타낸다. 마찰계수는 상황에 따라 정확하게 알기 어렵기 때문에 통상적으로 0.1으로 사용한다. 먼저, 부하관성(J)을 계산한다. 그리고, 등속토크(T<sub>m</sub>)를 계산한다.

$$J = \frac{Weight \times Diameter^2}{8} \quad T_m = \frac{\mu \times Weight \times Diameter}{4}$$

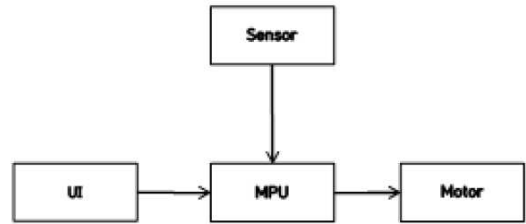
앞에 계산한 부하관성과 등속토크를 이용하여 가속토크를 계산한다. 여기서 g는 중력가속도로 980/cm<sup>2</sup>으로 계산한다. 또한, Frequency는 등속 회전 속도로 최고속도/ 바퀴의 둘레로 구한다.

$$T_a = \frac{J}{g} \times \frac{2\pi \times Frequency}{Time} + T_m$$

최종적으로 계산을 통해 나온 이론값인 가속토크에서 1.5-2배 정도를 곱해서 계산해야 한다. 이렇게 곱해주는 이유는 상황에 따라 변동될 수 있으므로 충분하게 여유를 두는 것이다. 그렇게 나온 토크 값과 원하는 rpm 값을 고려해서 적절한 모터를 선정했다.

**4. 자율주행 시스템의 구성**

Guide Robot Service는 2-Wheel Mobile Robot을 기반으로 자율주행 기능을 탑재한다. 기본적으로 자율주행 로봇의 구조는 그림 2과 같은 블록으로 구성되어 있다. MCU에 센서와 UI에서 Value를 받아 처리한다. 이번 연구에서는 MCU보다 CPU 크기가 크고 연산에 특화되어있는 MPU와 임베디드 리눅스를 이용하여 Sensor를 통해 MPU로 들어오는 Value 및 Topic들을 제어한다.



(그림 2) 자율주행 로봇의 간단한 구조

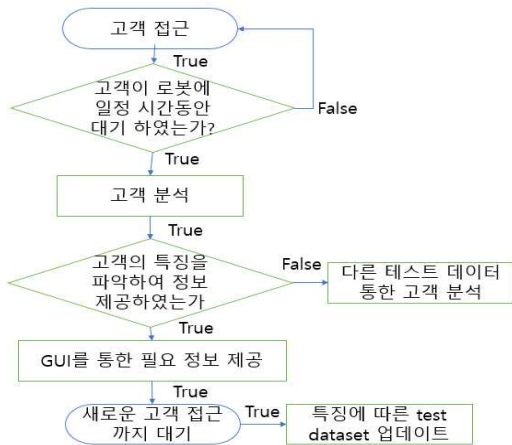
로봇을 제어하기 위하여 Robot Operating System (ROS)를 사용한다. 리눅스 기반의 OS인 Ubuntu 환경에서 제공하는 소프트웨어로 센싱 데이터 처리와 MPU에 연결된 디바이스를 제어하여 로봇이 특정 기능을 수행하게 한다. Mobile Robot이 자율주행하기 위해선 로봇이 자신의 위치를 알아야 한다.

로봇 스스로 위치를 추정하게 만드는 Topic은 Odometry로 엔코더 또는 IMU 등을 이용해 초기 위치로부터 얼마나 이동했는지를 알게 해준다. 또 로봇의 눈이 되어주는 센서인 라이다(LiDAR)가 필요하다. 라이다는 레이저를 비춰 대상을 적중하고 돌아오는 것으로 주변 사물에 대한 위치를 알 수 있다.

이를 기반으로 로봇은 지도 (Map)를 생성하는 Mapping을 실시한다. 이렇게 생성된 지도를 토대로 로봇이 스스로 자율주행을 할 수 있는 소프트웨어를 구현시키면 자율주행 로봇[3]이라고 할 수 있다. 자율주행 로봇은 활용할 수 있는 범위가 정말 넓고 다양한 로봇으로 Rebuild 할 수 있다.

Guide Robot Service는 백화점을 대상으로 Information Desk의 안내 기능을 대체하며 위급 상황 등 다양한 방안으로 활용할 수 있도록 설계하고 연구했다.

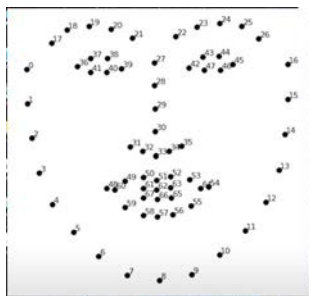
5. 고객 판별을 위한 분석 기술



(그림 3) 고객 판별 알고리즘

얼굴 인식을 위해 OpenCV(Open Source Computer Vision)를 사용하였다 OpenCV는 실시간 컴퓨터 비전을 목적으로 한 프로그래밍 라이브러리이다.

이번 기술에 있어 OpenCV는 실시간 처리에 중점을 두고 설계로 인해 빠른 속도와 효율성을 자랑하기에 얼굴 인식에 적합함. 또한 dlib 라이브러리는 딥러닝, 머신러닝 알고리즘을 내포하고 있으며 얼굴 인식(Face recognition)이 가능한 알고리즘이다.



(그림 4) 얼굴 인식 모델 정보

얼굴 인식 원리는 정지 영상(사진) 또는 비디오 내에 존재하는 얼굴 영역을 검출, 얼굴 영역에서 추출된 랜드마크 정보를 파악하기 위해 dlib 라이브러리를 사용하여 68개의 점을 통해 랜드마크를 파악하여 얼굴 인식 모델 정보를 얻는다. 그 이후 얼굴 전처리, 특징 추출, 분류모델 학습, 학습 모델을 끝으로 훈련이 끝난다.

```

0.08602273, -0.07081885, 0.02476622, -0.12466661, 0.01368668,
0.02543382, -0.06288794, 0.00818561, 0.05511311, -0.19797976,
0.12427098, -0.00718162, -0.04162131, -0.02797976, -0.08080808,
-0.13763449, 0.03128365, 0.20404954, -0.34584666, 0.21352284,
0.18222426, -0.00086687, 0.17248911, 0.03211845, 0.03484123,
0.02677721, -0.05790663, -0.12381572, -0.03790411, 0.07419691,
-0.03080296, 0.04652372, 0.00795829, 0.01917232, 0.23242448, 1.53424296, 1.08950809, -0.54231,
-1.47892798, -0.10037906, -0.25008119, -0.15080966, -0.1,
1.53214813, -0.17366328, -0.16425338, -0.33681381, -0.2,
-2.86486791, 7.07079781, -5.28007909, 1.67246044, -0.1,
-2.46489791, -2.28077909, -1.54306384, -0.34814807, -0.1,
1.05969801, 9.72082376, 7.47286296, 1.20604880, -0.1,
-1.65342031, -2.78244304, -7.27629291, -7.92548914, -0.2,
1.94784021, -1.47048308, -8.50472903, 1.10631121, -0.2,
-2.01727171, 2.48020806, 9.44848909, 1.20202021, -0.1,
-9.26082364, -2.01791984, 1.77209003, 2.06637726, -0.2
    
```

(그림 5) 사용자 사진의 얼굴값을 받아오는 코드

미리 지정해둔 사용자 사진의 얼굴값을 받아 오는 사진이다. 이후 사용자 데이터 셋을 저장한다. 좌측 상하, 우측 상하 4개의 영역을 나누어 데이터를 받아 온다.

6. 자율주행 가이드 로봇 초기 Modeling



(그림 6) 초기 모델링 사진

환경, 디스플레이, 라이더 센서, 디바이스, 전체 기구의 무게뿐만 아니라 배선도 고려하여 Fusion360을 이용하여 Modeling 한다. 로봇의 이동 간 안정적인 주행을 위해 노면에서 모든 바퀴가 굴러갈 수 있도록 지면과 바퀴 사이를 접지시킨다.

7. 결론

낮은 비용과 낮은 전력으로 백화점에서 가이드 로봇 서비스를 제공하며, 수천만 원에 달하는 기존 서비스와 달리 수백만 원으로 안정적으로 작동하는 서비스를 제공한다. 고객의 나이와 연령 맞춤형 안내 및 백화점의 특정한 이벤트 안내를 통해 구매 욕구를 증가시킨다.

참고문헌

[1] Service Robotics Market Information By Type (Domestic, Professional), End-User (Healthcare, Defense, Electronics, Automotive, Transportation, Construction, Supply & Logistics, Media & Entertainment) and Region - Forecast 2027  
<https://www.marketresearchfuture.com/reports/service-robotics-market-2437>

[2] 조정우, 박귀태 전자공학회 논문지 제 46권 SC편 제 5호 Hardware Design Methods for Segway Type 2-Wheeled Mobile Robots, 2009, 4p  
<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchArticle.do?cn=JAKO200933063798887&clbt=NART>

[3] Roger S. Pressman "Software Engineering A Practitiners' Approach" 3rd Ed. McGraw Hill  
[https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/Software\\_Engineering\\_-\\_Pressman.pdf](https://repository.dinus.ac.id/docs/ajar/Software_Engineering_-_Pressman.pdf)

※ 본 프로젝트는 과학기술정보통신부 정보통신창의 인재양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.