

# 무인 자동화 주차 시스템 설계

## Design of Unmanned Automated Parking System

도 대 만, 현 맹 환, 최 영 북\*  
 동명대학교 대학원 전기전자정보통신공학과,  
 동명대학교 전자공학과\*

DaeMan Do, MaengHwan Hyun, Youngbok Choi\*  
 Dept of Electrical, Electronic, Information and  
 Communication Engineering, Tongmyong Univ.,  
 Dept of Electronic Engineering, Tongmyong Univ.\*

### 요약

본 논문에서는 무인 자동화 주차시스템 개발을 위하여 차량이 스스로 주차공간을 판단하여 주차가 가능하게 하는 자동 주차 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 차량이 주행 중에 주차 공간의 크기를 판단하고, 주차 공간에 따라 일렬 후진주차, 평행 후진주차, 주차 불가능을 차량이 스스로 판단 후 자동으로 주차를 하게 한다. 자동주차가 가능하게 하기 위해 4개의 적외선 센서를 장착하여 센서의 세기를 거리로 환산하고, 센서를 통하여 얻어진 데이터를 이용한다. 설계된 주차 알고리즘의 성능을 테스트하기 위해 8개의 주차 공간에서 실험을 진행하였다. 8개의 주차 공간에서 상황에 따른 자동 주차를 실시하였고, 테스트 결과 95% 이상의 자동 주차 성공률을 보이는 것을 확인할 수 있었다.

## I. 서론

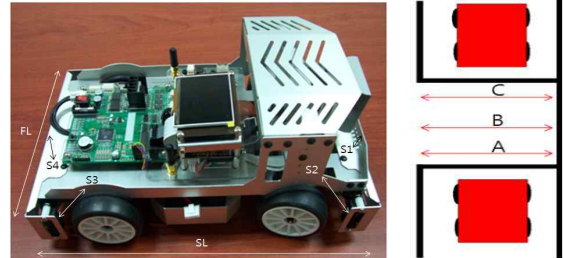
IT기술의 급속한 성장은 자동차에도 많은 변화를 주었다. 21세기에 출시되는 차량들은 최첨단의 기술들이 접목되어 있는 기술의 총체이다. 그 중 주차 보조시스템은 운전자가 차량을 주차함에 있어서 지정된 공간에 좀 더 쉽게 차량 주차를 가능하게 하는 기술을 제공하고 있다. 특히, 주차에 미숙한 운전자의 경우에는 주차 보조 시스템은 주차에 있어서 필수적인 요소이다. 현재의 주차 보조 시스템은 운전자의 탑승을 전제로 하여 운전자가 전·후진 및 브레이크를 제어해야 하며, 주차 방식에 따른 자동 조향만을 제공하고 있다. 이와 같은 기술을 발전시켜 무인으로 차량의 주차를 제공하는 기술을 개발하고자 한다.

본 논문에서는 무인 자동화 주차시스템 개발을 위한 자동 주차 알고리즘을 제안한다. 제안 알고리즘은 차량이 주행라인을 따라 이동하여 주차 공간을 스스로 판단하고 주차 공간의 크기에 따라 차량이 주차 공간에 자동으로 주차를 가능하도록 구성한다. 주차 공간은 적외선 센서에서 추출된 8개의 서로 다른 데이터를 이용하여 주차 방식을 결정하도록 구성한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 자동 주차 알고리즘에 대해 상세히 기술한다. 3장에서는 8가지의 모의 주차 환경에서의 실험을 통해 알고리즘의 성능을 검증한다. 마지막으로, 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대하여 기술한다.

## II. 자동 주차 알고리즘

자동 주차 알고리즘은 차량이 주행 중에 주차 공간의 크기를 측정하고, 측정된 크기를 계산하여 어떤 방식으로 차량을 주차할 것인지 판단하는 주차 공간 확인 알고리즘, 주차 공간 크기에 따라 적용될 후진 일렬 주차 알고리즘과 후진 평행 주차 알고리즘으로 구성된다[1],[2].



▶▶ 그림 1. 알고리즘에 사용되는 차량의 센서 및 폭

그림 1은 알고리즘에 사용된 센서 및 차량의 폭을 측정한 것으로서 S1은 전면센서, S2는 측면센서1, S3는 측면센서2, S4는 후면센서, FL은 전면 폭, SL은 측면 폭, SL2는 SL-FL로 측면 폭에서 전면 폭을 뺀 나머지의 크기를 나타낸다. 또한 알고리즘의 구현을 위해 A, B, C, F를 구성하고 이는 주차 공간 내의 크기를 나타낸다. A는 1차 공간의 폭, B는 2차 공간의 폭, C는 3차 공간의 폭의 데이터를 저장하고, 차량이 이동 중에 실시간으로 저장되는 공간의 폭의 데이터는 F에 저장된다.

### 1. 주차 공간 확인 알고리즘

- 주차 공간 확인 알고리즘은 다음과 같은 순서로 진행된다.
- ① S2, S3 값을 통해 주행 중 주차공간의 유무를 확인한다.
  - ② 처음 측정한 공간을 A에 저장한 후 FL만큼 전진하며, 주차 공간의 폭을 F에 실시간 저장한다.
  - ③ F에 저장된 값 중 가장 작은 주차 공간 폭을 확인 후 B에 저장한다.
  - ④ SL2만큼 전진하며, 주차 공간의 폭을 F에 실시간 저장한다.
  - ⑤ F에 저장된 값 중 가장 작은 주차 공간 폭을 확인 후 C에 저장한다.

- ⑥ A<SL, B>SL 이면 후진 일렬 주차 알고리즘을 수행한다.
- ⑦ A<SL, B<SL, C>SL 이면 후진 일렬 주차 알고리즘을 수행한다.
- ⑧ A<SL, B<SL, C<SL 이고 A>FL, B>FL, C>FL 이면 후진 평행 주차 알고리즘을 수행한다.
- ⑨ 그렇지 않을 경우 주차 공간 인식 실패와 함께 다른 주차 공간을 확보하기 위해 이동한다.

## 2. 후진 일렬 주차 알고리즘

후진 일렬 주차 알고리즘은 다음과 같은 순서로 진행된다.

- ① 주차 가능 공간으로 차량을 이동한다.
- ② S2<400까지 좌측으로 최대 회전하여 전진한다.
- ③ ②의 거리만큼 우측으로 최대 회전하여 후진한다.
- ④ S4<300까지 직선으로 후진한다.
- ⑤ 일렬 주행 상태를 유지하며 후진하기 위해 다음과 같은 조건에 따라 이동한다.
  - S2<S3이면 S2=S3까지 좌측으로 3/5만큼 회전한 후 후진한다. S2=S3이면 직선으로 전진한다.
  - S2>S3이면 S2=S3까지 우측으로 3/5만큼 회전한 후 후진한다. S2=S3이면 직선으로 전진한다.
- ⑥ S4>500이면 후진을 멈추고 후진 일렬 주차를 종료한다.

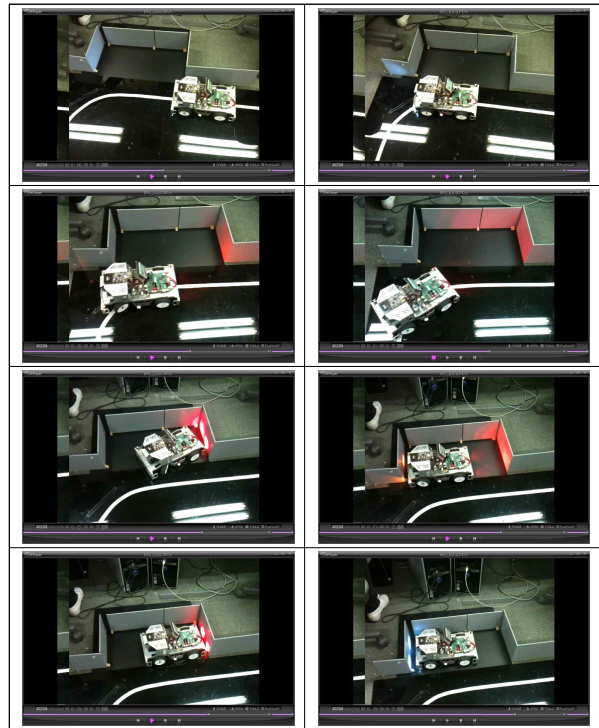
## 3. 후진 평행 주차 알고리즘

후진 평행 주차 알고리즘은 다음과 같은 순서로 진행된다.

- ① 주차 가능 공간으로 차량을 이동한다.
- ② S3<250까지 좌측으로 최대 회전하여 전진한다.
- ③ S3<100까지 우측으로 1/3만큼 회전한 후 후진한다.
- ④ S2<200까지 좌측으로 1/3만큼 회전한 후 후진한다.
- ⑤ S4>500까지 S2>300이면 좌측으로 2/3만큼 회전한 후 후진하고 S3<300이면 좌측으로 최대 회전하여 후진한다.
- ⑥ S4>500, S3>420, S2>420이면 S1<500까지 전진 후 평행 주차를 종료한다.
- ⑦ ⑥을 만족하지 못할 경우 S4>S1이면 S1<500까지 전진하며 다음과 같은 조건에 따라 이동한다.
  - ① S2<S3이면 S2=S3까지 우측으로 3/5만큼 회전한 후 전진한다. S2=S3이면 직선으로 전진한다.
  - ② S2>S3이면 S2=S3까지 좌측으로 3/5만큼 회전한 후 전진한다. S2=S3이면 직선으로 전진한다.
- ⑧ ⑥을 만족하지 못할 경우 S4<S1이면 S4<500까지 후진하며 다음과 같은 조건에 따라 이동한다.
  - ① S3<450, S4<200까지 우측으로 3/5만큼 회전한 후 후진한다.
  - ② S2>450, S4<450까지 좌측으로 3/5만큼 회전한 후 후진한다.
  - ③ S4<500까지 직선으로 후진한다.
- ⑨ ⑥을 만족할 때까지 ⑦~⑧을 반복 수행한다.

## Ⅲ. 성능 평가 실험

주차 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여 알고리즘을 구현하였다[3]. 구현한 알고리즘을 탑재한 차량을 이용하여 8개의 서로 다른 주차공간에서 20회씩 성능테스트를 진행하였다. 그림 2는 후진 평행 주차 성능 테스트를 진행하는 모습을 나타낸 것이다.



▶▶ 그림 2. 후진 평행 주차 테스트 영상화면

성능 테스트 결과 95%의 자동 주차 성공률을 보였다. 5%의 실패율이 발생한 것은 적외선센서의 오차로 인해 발생되었고, 대부분 주차 공간 확인과정에서 발생하였다.

## Ⅳ. 결론

본 논문에서는 무인 자동화 주차시스템 개발을 위하여 장소, 상황에 따라 차량이 스스로 주차공간을 판단하여 주차가 가능하게 하는 자동 주차 알고리즘을 제안하였으며 95%의 높은 성공률을 보였다. 하지만 주차 공간 확인에서 5%의 실패율이 발생하였다.

100%에 가까운 자동 주차 알고리즘 설계를 위해 다른 대안을 제시하여 연구를 추가 진행하고, RFID등의 추가적인 기능을 적용하여 대규모 단지에서의 무인자동화 주차시스템을 연동하는 방안을 향후 연구과제로 남기기로 한다.

\* “본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음”(NIPA-2011-(C-1090-1121-0006))

## ■ 참고 문헌 ■

- [1] 남상엽, 최명복, PXA320을 이용한 임베디드 시스템 응용, 상학당, 2010.
- [2] 장상원, “반자동 주차시스템의 후진 경로추종 운동제어 알고리즘”, 한국 자동차 공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 2116-2121, 2007.
- [3] 우종정, 사공준, 임베디드 리눅스 기초와 응용, 한빛 미디어, 2007.