

영상처리와 초음파 센서를 이용한 자동 주차 시스템

박병준*, 오세종*

*단국대학교 나노바이오의과학과

e-mail:sg90615@naver.com

The Automatic parking system Using Image processing and ultra sonic sensor

Byoung-Joon Park*, Se-Jong Oh*

*Dept of Namobiomedical Science, Dankook University

요 약

최근 영상처리와 초음파 센서를 이용한 자동 주차 시스템을 장착한 차량들이 증가하고 있는데 기존의 자동 주차 시스템은 운전자가 탑승한 상태에서 주차 공간을 확인 후 주차를 하는 방식이다. 본 연구에서는 주차장의 주차관리 시스템과 연계하여 주차장 입구에서부터 주차 위치까지 무인자동 주차를 할 수 있도록 하는 발전된 형태의 자동 주차 시스템을 제안한다. 차량은 기존 자동 주차 시스템과 비슷하나 주차장은 일정한 구조와 표식을 이용하여 자동차의 영상처리와 센서 인식의 효율을 높여주게 되어 쉽고 안전하게 주차 할 수 있도록 도와주게 된다.

1. 서론

최근 닷산 자동차의 ‘어라운드 뷰’, 폭스바겐의 ‘파커시스트’와 같은 자동 주차 시스템을 장착한 차량이 초기의 안전성, 기술적 문제들을 해결하면서 하나 둘씩 출시되고 있다. 이러한 자동 주차 시스템 차량은 불편한 주차 과정을 손쉽게 해결해 주어 주차에 어려움을 느끼는 초보 운전자들이나 새로운 기술을 선호하는 운전자들에게 기대를 받고 있다.

자동 주차 시스템은 보통 영상 카메라와 초음파 센서를 이용한다. 예를 들어 닷산의 ‘어라운드 뷰’ 기능의 경우 차량 4곳에 카메라가 설치되어 360도를 모두 확인하며 주차 할 수 있도록 하는 시스템이다.

본 논문에서는 이 같은 카메라와 초음파 센서를 이용한 자동 주차 시스템을 확대 하여 주차장 입구부터 무인 주차 할 수 있는 새로운 형태의 자동 주차 시스템을 제안한다. 기존 자동 주차 시스템은 운전

자가 탑승 상태에서 주차 공간을 확인한 후 자동 주차를 진행 하므로 주차 기능 자체를 위한 시스템이지만 본 논문의 제안된 시스템은 주차장 입구에서부터 다른 일을 할 수 있도록 자동으로 주차 해줌으로써 주차로 인해 소요되는 시간을 줄일 수 있는 새로운 시스템이다.

2. 자동 주차 시스템 설계 및 구현

2.1 시스템 구성

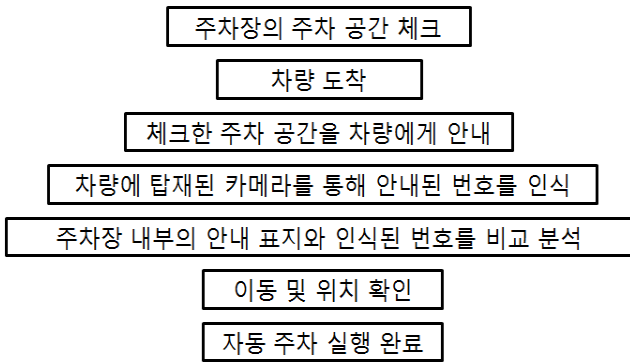
본 논문의 자동 주차 시스템 개발을 위한 환경을 다음과 같이 구축하였다.

- 운영체제 : Window XP, 리눅스
- 개발 도구 : GCC Compile, Visual studio 6.0, Atera QutusII
- 개발 장비 : HBE-KROBO ARM board
ATmega 128, 모형 차량
SRF04 초음파 센서

이 논문은 교육과학기술부의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(세계수준의 연구중심대학 육성사업, R31-2008-000-10069-0)

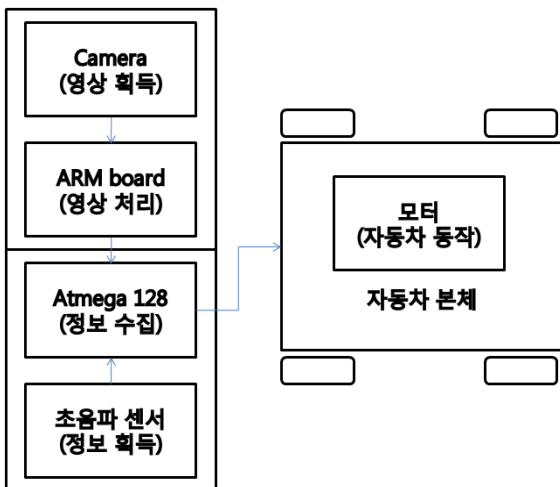
개발 환경을 구축 후 주차시스템 시나리오를 다음과 같이 계획하였다.

1. 주차장은 수시로 비어있는 주차공간을 확인하여 데이터를 저장한다.
2. 새로운 차량이 도착 시 체크해 두었던 주차공간을 화면을 통해 안내한다.
3. 차량에 탑재된 카메라를 통해 안내된 주차 공간을 카메라를 통해 인식한다.
4. 인식된 번호와 주차장 내부의 안내표지를 비교, 분석하여 위치를 찾아간다.
5. 자동 주차 기능을 이용하여 주차를 완료한다.
6. 1~5의 과정이 반복된다.



[그림 1] 자동 주차 시스템 시나리오

그림1의 시나리오를 바탕으로 자동 주차 시스템은 영상처리를 위한 ARM 보드모듈과 초음파 센서를 제어하는 ATmega128 모듈 그리고 자동차 본체로 그림 2와 같이 구성되어있다.

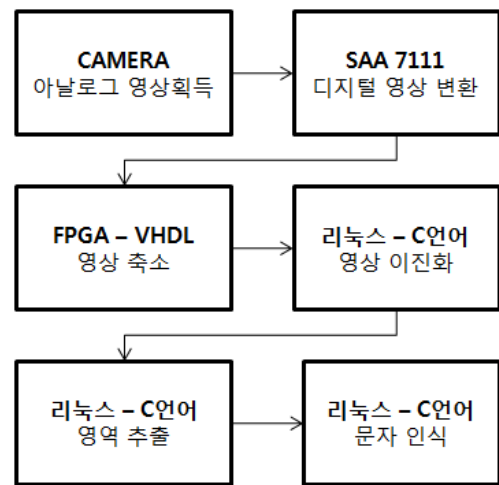


[그림 2] 자동 주차 시스템 기본 구조

2.2 구성 요소 특징

2.2.1 ARM board 모듈

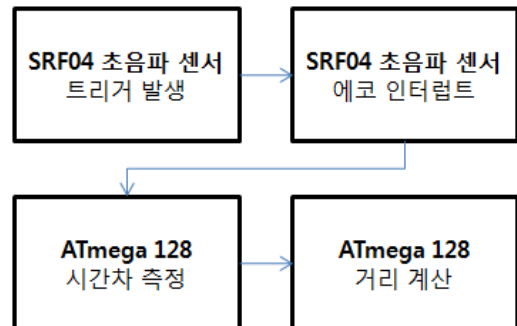
ARM board 는 외부로는 카메라가 있으며 내부적으로는 FPGA 칩이 있어서 입력된 영상 데이터를 Decoder를 통해 디지털 데이터로 변환한 후 FPGA칩을 이용하여 효율적인 영상처리를 위해 영상을 축소한다. 이후 보드에 내장된 리눅스 상에서 C언어를 이용해 이진화, 영역 추출, 문자 인식과 같은 고급 영상처리를 수행한다. 이후 처리된 정보는 시리얼 통신을 통해 ATmega 128 모듈에 전달하여 자동차가 알맞은 동작을 할 수 있도록 한다.



[그림 3] ARM board 모듈 구조

2.2.2 ATmega 128 모듈

ATmega 128 MCU는 초음파 센서에서 트리거 펄스를 보낸 후 발생 되는 에코 신호의 시간차를 이용하여 물체와의 거리를 인식한다. 이후 처리된 정보를 이용하여 자동차를 제어한다.



[그림 4] ATmega128 모듈 구조

2.2.3 자동차 본체

ARM 보드를 통해 입력된 정보와 ATmega 128에서

수집된 정보를 종합하여 최적의 동작을 수행한다. 서보 모터는 자동차의 핸들로서 방향을 설정하고 DC 모터는 차의 속도를 결정한다.

2.3 사용기술

2.3.1 ARM board 모듈

ARM 보드는 영상처리를 담당하며 리눅스 기반에서 동작을 수행한다.

① 디바이스 프로그래밍

영상획득을 위해선 카메라와 리눅스와의 연결이 필요하기 때문에 리눅스 커널에 디바이스 드라이버를 포팅 시켜 카메라가 작동 할수 있도록 한다.

② VHDL

카메라는 NTSC 포맷을 사용하는 아날로그 카메라로서 입력되는 아날로그 신호를 SAA7111 Decoder를 이용하여 디지털 신호로 변환하고 변환된 데이터는 FPGA 칩내에서 우선 적으로 처리된다. FPGA 칩은 사용자 용도에 맞게 프로그래밍 할 수 있는 반도체로서 설계를 위해선 VHDL 또는 Verilog HDL 언어가 필요하다.

③ C언어

FPGA 칩을 통해 처리된 데이터를 불러와 이진화, 영역 추출, 문자인식과 같은 영상처리를 위해 사용된다.[2][8]

2.3.2 ATmega 128 모듈

ATmega128은 센서와 자동차 제어를 담당한다.

① 모터제어(PWM, CTC)

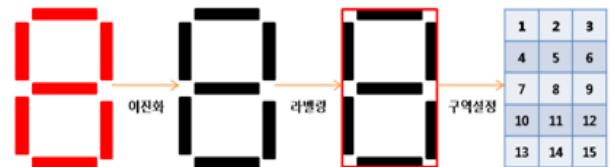
자동 주차 시스템에 사용되는 모터로는 서보모터와 DC모터가 있다. 각 모터는 특성에 따라 다른 방식으로 제어한다. 서보모터의 경우 CTC 방식을사용하는데 CTC는 Clear Timer on Compare Match의 약자로 사용자가 세팅한 값과 타이머가 같을 때 인터럽트가 발생한다. 서보모터의 각도는 상위 펄스의 시간을 이용하는데 CTC는 타이머의 세는 수를 조절 할 수 있기 때문에 정확한 타임을 측정하여 각도를 유지할 수 있다. 다음으로 DC 모터는 PWM 방식을 이용하여 제어하는데 PWM은 Pulse Wid Modulation 의 약자로 펄스 폭 변조를 말한다. 일정 크기의 DC전압이 공급되면 스위칭 소자가 주파수 대역을 on/off 하면서 펄스 폭을 제어하는 방식이다. PWM 방식은 DC 모터를 제어할 때 사용되는데 DC모터에 흐르는 전류 펄스의 폭을 임의로 조절하여 원하는 속력을 얻

을 수 있다.[7]

2.4 알고리즘

2.4.1 영상처리

본 시스템에서의 영상처리 핵심은 주차 위치를 나타내는 문자나 숫자를 인식하는 것이다. 일반적으로 주차 위치는 숫자로 표시하면로 주차 위치를 나타내는 디스플레이로는 7세그먼트를 이용하였고 이를 카메라를 통해서 입력 받는다. 입력된 영상은 FPGA 칩을 통하여 160*120 사이즈의 영상으로 축소되어 저장되며 이를 이용하여 영상처리를 한다. 저장된 영상에서 7세그먼트의 빨간색 부분을 인식하여 이진화한다. 이진화는 otsu알고리즘을 사용하면 지역적으로 threshold 값을 적용시켜 이진화의 성능을 높인다. 이진화된 영상은 Grass 알고리즘을 이용하여 라벨링 처리를 하여 숫자 영역을 분할한다. 분할된 영역은 7세그먼트의 특징을 이용하여 분석한다. 분석 방법은 분할된 영상을 15구역으로 나누어 각 부분에 이진화된 비율을 통하여 점등 구역을 파악하는 것이다. 이때 모든 구역을 비교하는 것이 아니라 점등 가능성이 있는 부분만 분석하게 된다. [1][3][4][6]

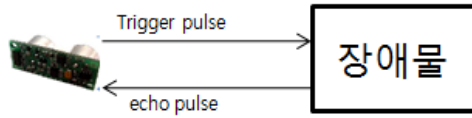


[그림 5] 영상처리 과정

2.4.2 초음파 센서

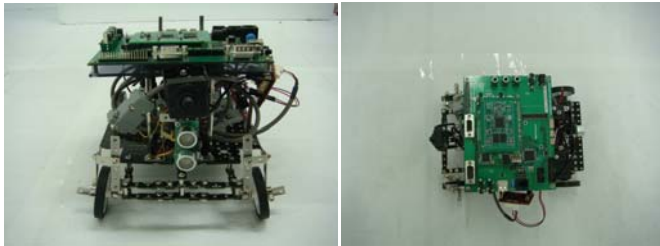
초음파 센서는 주차 시 주변 환경을 인식할 때 사용하는 것으로 센서에서 trigger pulse를 10us 만큼의 시간 동안 출력하면 이 신호가 어떠한 물체에 부딪혀 echo pulse로 돌아오는데 까지 걸리는 시간을 측정하여 물체와의 거리를 계산하게 된다. 본 시스템에 사용된 초음파 센서인 SRF04는 trigger pulse를 10us 만큼 출력하고 echo pulse로 돌아오는데 까지 걸리는 시간이 59us일 경우 물체와의 거리가 1cm라는 것을 의미하게 된다. 그러므로 echo pulse로 입력되는 시간을 계산하여 원하는 거리 값을 알 수 있다. SRF04는 인식 범위가 최소 3cm부터 최고 3m까지고 인식 반경은 30도 이므로 주차장의 벽이나 다른 자동차와의 거리를 계산하기에는 충분하다. 자동 주차 시스템에서는 초음파 센서를 통해 인식된 거리 정보를 이

용해 서보모터와 DC모터를 제어함으로 충돌을 피하고 원하는 곳에 안전하게 주차 할 수 있다.



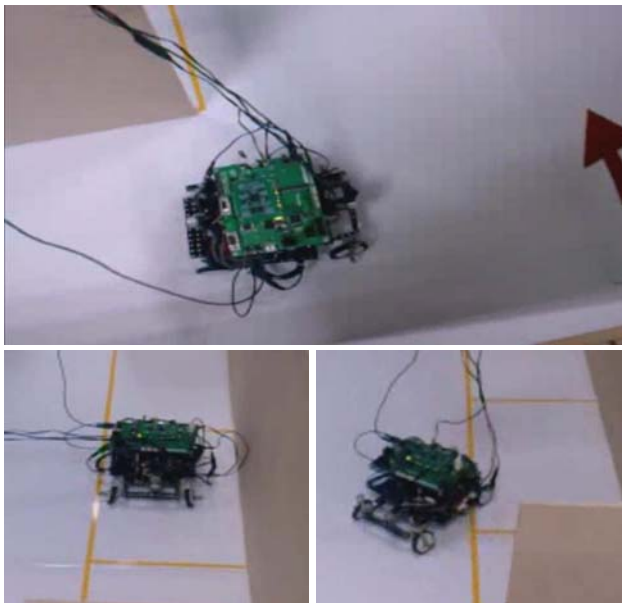
[그림 6] 초음파 센서 인식 과정

3. 구현 테스트 및 결과



[그림 7] 자동 주차 시스템 모형 자동차

본 논문에서는 [그림 7]과 같이 모형 자동차를 설계하였다. HRE-KROBO ARM 보드를 차량 위에 탑재하고 보드에 연결된 카메라는 차량 전면에 부착하였다. 초음파 센서는 총 4개를 사용하여 전,후, 좌,우에 설치하였으며 완성된 차량은 모형 주차장에서 테스트를 해보았다.



[그림 8] 모형 자동차 실행 화면

테스트 결과 원하던 주차 공간에 주차를 하게 되었지만 빛과 같은 주변 영향으로 인해 영상처리 결과가 달라져 실패하는 경우도 발생하였다.

4. 결론

본 논문을 통해 구현된 자동 주차 시스템은 주차장 입구 에서부터 자동으로 작동 하므로 운전자가 주차 공간을 찾기 위해 헤매는 시간을 줄이게 되는 장점이 있다. 하지만 이 같은 시스템이 구현 되기 위해서는 주차장 환경 자체에 많은 영향을 받는다. 우선 주차장 내에 주차 공간 인식과 같은 관리 시스템이 구축 되어야 하며 지하 주차장 또는 실내 주차장 같은 곳에 비해 야외에 개방된 주차장에서는 영상 처리에 어려움이 있어 적용시키기 어려운 점이 있다. 단 본 논문이 영상처리와 초음파 센서만을 이용하여 주차장 정보 습득에 있어서 불필요한 요소들이 있었지만 만약 무선 네트워크를 이용하여 주차장 관리 시스템과 연결할 경우 보다 쉽고 안전한 주차 시스템을 구축 할 수 있을 것으로 본다.

5. 참고문헌

- [1] N. Otsu, "A Threshold Selection Method From Gray-level Histograms", IEEE Trans, Systems, Man, and Cybernetics, vol, SMC-9, No.1, pp.62-66, 1979.
- [2] 이석, 문성빈, "리눅스 OS를 이용한 ARM CPU기반 독립형 영상 처리 모듈 개발", 電子工學會論文誌 第 40 卷 CI編 第 2 號, pp38-44, 3월, 2003.
- [3] 이현숙, 김희승, "특징 추출에 기반한 신경망 시스템을 이용한 차량 번호판 문자인식", 한국정보과학회 가을 학술 발표 논문집, p383-385, vol27, no2, 2000.
- [4] 최미영, "컬러 영상의 조명성분 분석을 통한 문자 인식 성능 향상", 韓國 컴퓨터情報學會 論文誌, pp131-136, 7월, 2007.
- [5] 강동중, "visual C++을 이용한 디지털 영상처리, 사이텍 미디어
- [6] 황선규, "영상처리 프로그래밍 by visual C++", 한빛 미디어
- [7] 이승일, 맹인재, "C언어를 이용한 AVR ATmega 128 이론과 활용", 응보 출판사
- [8] 한백전자 HBE-KROBO 매뉴얼