

패턴인식을 이용한 무인 주유 로봇의 구현

정근용*, 강현수, 김찬성, 이상진, 이영섭
 인천대학교 임베디드시스템공학과
 e-mail : *podduby@naver.com

Implementation of Unmanned Fuel Dispensing Robot System

Geun-Yong Jeong*, Hyun-su Kang, Chan-Sung Kim, Sang-jin Lee, Young-sup Lee
 *Dept. of Embedded Systems Engineering, University of Incheon

요 약

본 논문은 영상처리 및 센서를 이용하여 주유할 차량으로 이동, 주유구 인식 및 개폐, 주유까지의 과정을 처리할 수 있는 무인 주유 로봇의 구현 과정을 기술하였다. 캐터펄트는 자동차가 주차된 곳에 정확히 멈추게 되고, 로봇 팔이 영상 처리를 이용하여 주유구 위치를 찾아낸 뒤 주유를 시작한다. 로봇은 현 주유 시스템의 불편한 점을 사람 없이 전 과정을 처리하는 역할을 함으로써 주유소를 무인화하여 인건비를 최소화 시키고, 악천후 상황에서 주유의 편리성을 기대할 수 있다.

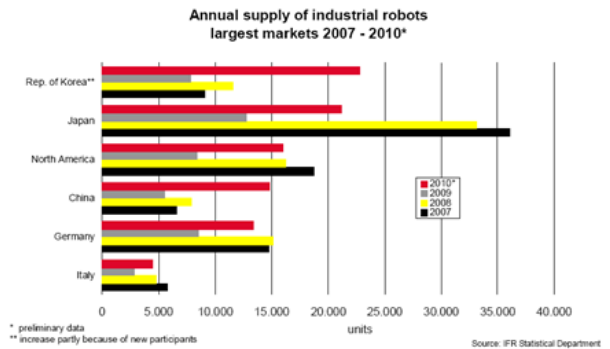
1. 서론

로봇은 스스로 보유한 능력에 의해 주어질 일을 자동으로 처리하거나 작동하는 기계이다. 현재 로봇의 응용분야로는 산업용, 의료용, 해저용 등으로 분류할 수 있다. 고온이나 저온 등의 위험한 환경에서의 작업 또는 아주 단조로운 작업 등은 모두 인간에게 부적합한 환경으로서 이것을 로봇이 대체 할 수 있다. 주유소도 마찬가지로 직원들이 직접 차량 앞까지 이동해 사용자가 돈을 지불하면 주유하는 방식이다. 하지만 이러한 단조로운 작업을 인간이 수행한다는 것은 비효율적이다. 게다가 주유소 측에서는 주유소의 대부분의 운영비를 인건비로 쓰고 있는 실정이다.

최근 다양한 로봇 분야에 대한 연구가 활발하다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 공급이 계속 증가하는 상황이다. 서비스 로봇의 경우, 가정용 로봇을 근간으로 1~2년 사이 사용화의 가능성이 매우 높아지면서, 지식경제부에서 2013년까지 로봇과 관련한 분야에 대한 지원을 바탕으로 고용시장이 확대될 예정이다. 이러한 상황에 발 맞추어 변화하는 로봇 시장에 대한 학습과 주유소의 무인화를 실현하고자 무인 주유로봇을 제작하였다.

무인 주유로봇을 구현하기 위해서는 주유구의 위치를 찾을 수 있는 영상처리 기술과 초음파와 적외선 센서를 이용한 거리측정, 프레임과 모터를 이용한 6관절 로봇의 제작, 주유구를 돌릴 수 있는 모터의 힘(토크)이 필요하다.

본 논문에서는 정확하게 주유구를 찾아서 주유할 수 있는 로봇 팔을 만들 수 있는 기술과 방법에 대해 설명하고 결과를 제시한다. 구현된 시스템은 로봇 팔, 영상처리, 센서에 관련된 구현 방법을 모두 포함한다.



(그림 1) 세계 주유 로봇 생산국 공급 기록 [1]

2. 관련 연구

로봇을 이용한 무인 자동 주유기는 운전자가 카드리더기를 조작하여 로봇을 작동시켜 자동으로 주유하도록 로봇을 이용한 무인 자동 주유기에 관한 것이다. 효과로써 인건비가 절감되며, 야간에도 주유가 가능하고 카드의 이중발행이 방지되며 카메라에 의해 운전자의 차량번호가 모니터링 되므로 고객관리가 가능하게 되고, 주유 중에 광고 메시지를 안내할 수 있으므로 광고효과를 부여하게 된다.

그림 3은 양쪽으로 주유 가능한 TankPitstop이다. 이것은 8만~9만 유로의 설치비용 소요가 되며 2008년 10월, 첫 TankPitstop 설치됐다. 노약자, 장애인, 사업가, 젊은 여성들의 호응이 대체적으로 높았다. 또한 캐나다 및 중동 등 악천후를 가진 지역에서 많은 관심을 보여 이를 설치한 곳이 많다. 이 제품은 반드시 차를 올바른 곳에 주차시켜야 하

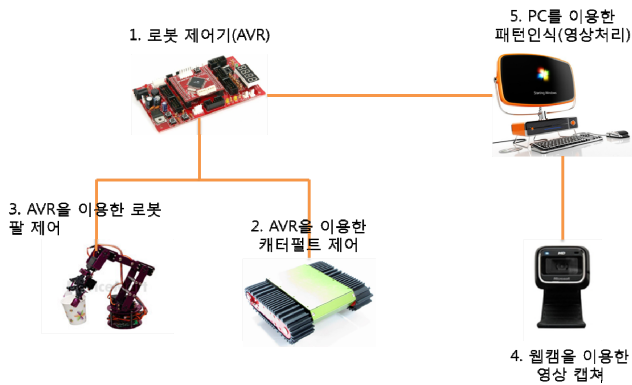
며, 주유구의 높이와 차의 종류를 확인하기 위해서 차량을 사전에 등록해야만 한다. 이러한 기술은 소요시간이 길다. 우리는 이런 단점을 바탕으로 영상처리를 이용하여 이를 개선해보고자 한다.



(그림 2) TankPitstop [2]

3. 구현 과정

3.1 시스템 흐름도



(그림 3) 시스템 흐름도에 대한 간략한 설명

우리가 구현한 시스템의 동작 순서는 그림 3 과 같다. 간단하게 말로 설명하자면, AVR의 PWM을 이용하여 캐터펄트를 움직인다. 캐터펄트는 영상처리와 센서의 출력 값을 통하여 정확히 주유구 앞에 멈추게 된다. 캐터펄트가 멈추면, AVR을 이용하여 로봇 팔을 제어하게 된다. 로봇 팔은 패턴 인식을 통한 영상처리로 정확한 주유구의 위치를 찾아서 열고 닫게 된다. 그 후 시스템은 종료된다.

3.2 주유구 덮개 개폐를 위한 첫 번째 로봇 팔

그림 4는 첫 번째 로봇 팔의 모습이다. 첫 번째 로봇 팔은 주유 덮개를 열 수 있도록 만들어졌다. 운전자가 주유를 하기 위해 주유덮개 잠금장치를 풀면, 첫 번째 로봇 팔에 달려있는 진공패드와 진공 펌프로 주유덮개를 흡착한다. 로봇 팔에 달려있는 서보모터는 주유덮개가 있는 위치까지 접근한 후, 끝부분에 달려 있는 진공패드와 주유 덮개의 거리가 가까워지면 진공펌프가 작동하게 되고, 결국 첫 번째 로봇 팔은 주유덮개를 흡착 한 후 열 수 있다.



(그림 4) 첫 번째 로봇 팔이 주유 덮개를 여는 모습

3.3 주유구 마개 개폐를 위한 두 번째 로봇 팔

두 번째 로봇 팔은 그림 5 과 같이 엔티렉스 사의 NT-RobotARM-RC을 구입하여 사용하였다. 6개의 서보모터를 통한 6 자유도를 가지고 있어 손목 및 손의 움직임이 좋아 주유캡을 열고 닫는데 정교한 작업이 가능하다. 본 작품에서는 AVR의 PWM을 이용하여 로봇 팔의 각각의 관절을 담당하고 있는 서보모터를 제어한다. 두 번째 로봇팔은 주유뚜껑을 열고 로봇팔에 달려있는 호스를 통해 주유를 할 수 있다. 여기서 호수는 압력작용에 의해 물을 수송하는 펌프를 통해 주유를 할 수 있도록 설계했다. 주유를 한 후, 로봇팔은 다시 뚜껑을 열었을 때와 반대작업을 통해 주유 뚜껑을 닫는다.



(그림 5) 두 번째 로봇 팔의 모습 [3]

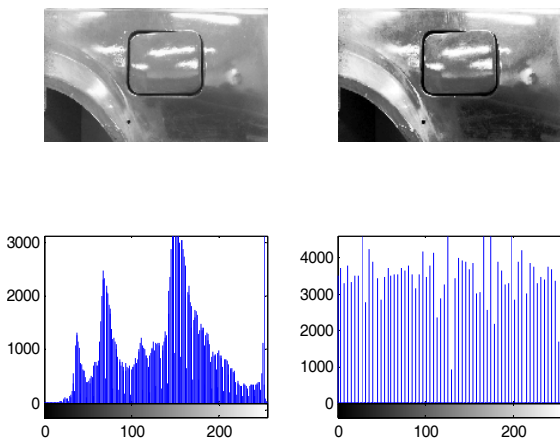
3.4 영상처리

무인 자동화 시대로 넘어오면서 영상처리는 시스템 구성에 있어서 유용하게 사용되고 있다. 불량검출, 사람인식 등 과거 사람만이 할 수 있었던 일들을 컴퓨터가 할 수 있는 것이다. 이러한 영상처리 중 차량 및 주유구의 위치를 사람이 아닌 컴퓨터를 이용해 파악하기 위해 영상처리 방법 중 패턴인식을 이용하고자 한다.

다양한 영상처리기법 중 외부의 빛이나 그림자 등과 같은 잡음이 섞여 영상처리를 하더라도 잘못된 결과를 초래할 수 있기 때문에 우리는 영상개선에 초점을 두었다.

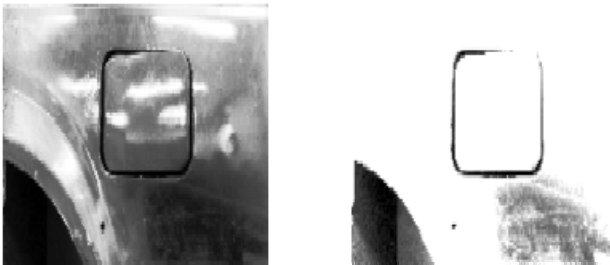
3.4.1 이미지 히스토그램 균등화

그림 6을 보면 알 수 있듯이 히스토그램 균등화를 통해 보다 선명한 영상을 획득 할 수 있다.



(그림 6) 히스토그램 균등화 전/후

3.4.2 수학적 연산 & 샤프닝 필터



(그림 7) 균등화를 거친 이미지의 각 픽셀 값에 연산을 한 이미지

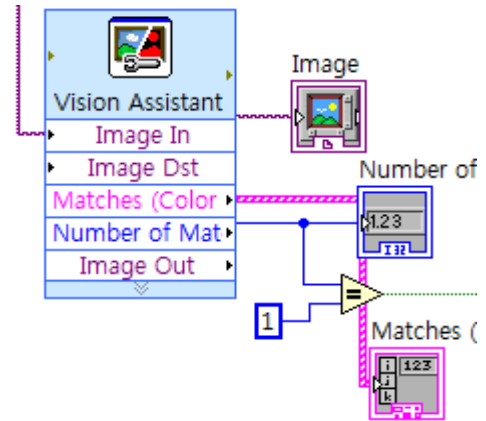
그림 7 은 히스토그램 균등화를 거친 이미지에서 최종적으로 필요한 주유구 위치를 판단하기 위해 수리적인 연산으로 획득한 이미지에서 필요한 부분을 강조하고, 그림 8 과 같이 샤프닝 필터를 이용하여 주유구 부분을 두드러지게 강조하였다.



(그림 8) 균등화와 샤프닝 필터를 거친 영상

3.4.3 패턴 인식[4]

패턴 인식은 주유구를 인식하기 위한 핵심기술이다. 위에서 처리된 이미지를 DB 에 저장해 두고 시스템에서 영상을 획득했을 때 두 이미지의 패턴을 비교한다. 그림 9 와 같은 과정을 통해 LabVIEW 에서 지원하는 라이브러리를 이용하여 패턴 인식을 구현하였다.



(그림 9) LabVIEW 의 Vision Assistant 를 이용한 패턴 인식 구현[5]

4. 결론

본 논문에서는 영상 처리를 통해 주유구의 위치를 찾고 로봇 팔을 이용하여 주유를 할 수 있는 시스템에 대해서 전반적인 내용을 기술하였다. 크기가 작은 주유구를 정확한 각도에서 개폐하는데 어려움이 있었지만, 많은 시뮬레이션 과정을 통해 정확한 위치에서의 제어를 할 수 있었다. 또한, 주유 뚜껑의 무게를 감당하기엔 토크가 큰 서보 모터를 로봇 팔에 달아야 했고 벨로크 테이블프를 통해 주유 뚜껑을 잡은 상태로 유지 할 수 있었다. 정교함이 필요하지만, 단순 작업으로 같은 동작을 반복하는 산업현장에서 사람의 손 역할을 하는 로봇 팔의 수요는 지속적으로 증가 할 것이다. 본 작품에서처럼 로봇 팔이 정교한 동작을 할 수 있다면 로봇 개발 분야에 커다란 발전을 가져오리라 기대한다.

참고문헌

- [1] IFR, "Industrial Robots: Statistics", <http://www.ifr.org/>, 2010
- [2] TankPitstop : <http://www.TankPitstop.com>
- [3] 김미경, "무인 주유 인공지능 다관절 로봇동작 장치", KIPRIS 기술정보분석 보고서, 1pp, 2002.11, pp.2~pp.3
- [4] Frank Y. Shin, "Image Processing and Recognition", Wiley, Oct. 2009.
- [5] 손혜영, "LabVIEW 랩뷰의 정석 기본편", 인피니티 박스, 2009.08, pp.51~pp.62