

# 이동로봇에서의 영상처리 구현

이지수, 조명진, 유운섭, 김상훈

국립한경대학교 전기전자제어공학과  
e-mail: kimsh@hknu.ac.kr

## Embedded Image Processing of Mobile Robot

Jisoo Lee, Myungjin Cho, Yoonseop Yoo, Sanghoon Kim  
Dept. of Electrical, Electronic, and Control Engineering,  
Hankyong National University

### 요 약

본 논문은 진공흡착방식을 이용한 벽오르는 로봇에 탑재하기 위한 임베디드 시스템의 설계와 영상처리 알고리즘의 구현에 관한 연구이다. 벽로봇은 안정적인 부착과 이동성을 기반으로 벽면에서의 위험 요인 발견과 지능적인 처리를 위해 영상처리가 가능하고 원격의 스마트 단말기와 실시간 통신이 가능한 환경을 구축하였으며 이상 물질을 탐지하기 위해 색상성분을 정규화하고 특정객체를 탐지 후 영상을 전송하는 방법을 구현하였다. 이러한 기능은 무인로봇을 이용해 위험한 벽 환경에서의 균열이나 이상 원인을 지능적으로 탐색하는 분야에 응용 가능하다.

### 1. 서 론

본 논문에서는 지면과 벽면을 이동 가능하도록 하고 소형 카메라를 통한 영상처리가 가능한 지능로봇의 임베디드 소프트웨어 환경구축을 목표로 연구가 수행되었다. 과거에는 사람에 의해 진행된 작업들이었으나 대부분의 검사 및 보수 작업이 위험하고 효율이 떨어지므로 벽면을 이용한 지능로봇에 대한 다양한 연구가 최근에 진행되었다[1][2][3].

본 논문에서는 기존의 연구들에서 제안한 방식 중, 부착방식으로는 벽면 흡착방식을 하드웨어의 대형화 및 환경의존성을 개선하기 위해 유리하다는 이유로[6][7] 선택하였으며, 이동방식에서는 이동성을 고려하여 상용 모터를 활용한 바퀴동식[4][5][6]을 선택하였다. 특히 본 논문은 벽로봇의 안정적인 부착과 이동성을 기반으로 벽면에서의 위험 요인 발견과 기타 생활속에서 필요한 대상 물체의 인지와 지능적인 처리를 위해 고급의 영상처리가 가능하고 원격의 스마트 단말기와 실시간 통신이 가능한 환경을 구축하였으며 이상 물질을 탐지하기 위해 색상성분을 정규화하고 특정객체를 탐지 후 영상을 전송하는 방법을 구현하였다[9].

### 2. 임베디드 시스템의 구성

임베디드 보드는 최대한 간결하게 구성되어야 하는 본연의 특징을 살리기 위해 내부적으로 컴파일러가 존재하지 않는다. 그러므로 PC와 임베디드 보드 사이에 교차 개발 환경(Cross Development Environment)을 구성하여야 한다. 그림 1은 Android OS를 사용하는 임베디드 보드와 스

마트폰 간의 대략적인 데이터 흐름도이다. 임베디드 보드와 스마트폰이 하나의 소켓 통신 기반 연결망(Wi-Fi, Wi-Fi Direct등)으로 묶여있다는 가정 하에 두 개의 포트를 사용하여 임베디드 보드의 영상 획득부터 보드로부터 수신한 영상을 스마트폰에 출력하는 단계까지 포함하고 있다.

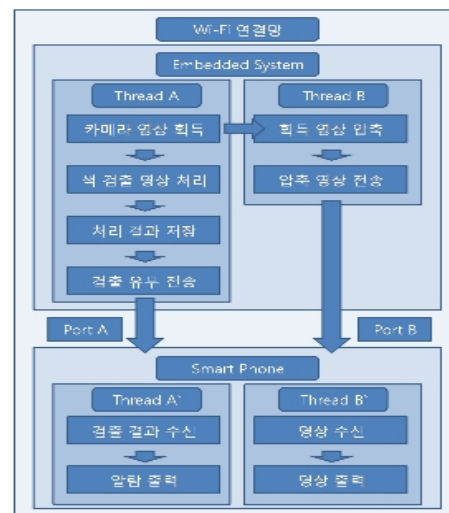


Fig.1 Data flow summary between embedded board and smart phone

### 3. 영상처리 블록도

본 논문에서 수행된 임베디드 환경에서의 영상처리 전체 과정을 그림 2에서 보여준다.

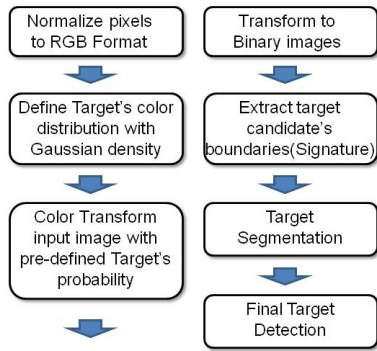


Fig. 2 Object detection procedure

4. 실험

표 1은 위의 임베디드 시스템과 거의 흡사한 사양을 가진 스마트폰을 802.11g를 지원하는 Wi-Fi 환경에서 실험한 데이터이다. 영상의 해상도는 320 \* 240으로 고정하였으며 압축 포맷은 안드로이드에서 지원하는 JPEG으로 실험하였다. 압축률이 높을수록 전송 프레임 수는 높아지지만 높은 압축률에서는 물체 구분에 어려움이 따르므로 수신 영상의 질과 속도에 대한 절충선을 찾아야 할 필요가 있었는데 본문에서는 이 절충선을 50%로 결정할 수 있었다. 그림 3을 보면 압축률에 따른 영상 화질의 차이를 알 수 있다.

Table 1. Transferred frame rate according to the image compression rate

| 압축률(%) | 초당 프레임 수(fps) |
|--------|---------------|
| 0%     | 1             |
| 25%    | 2~3           |
| 50%    | 5~6           |
| 75%    | 8             |

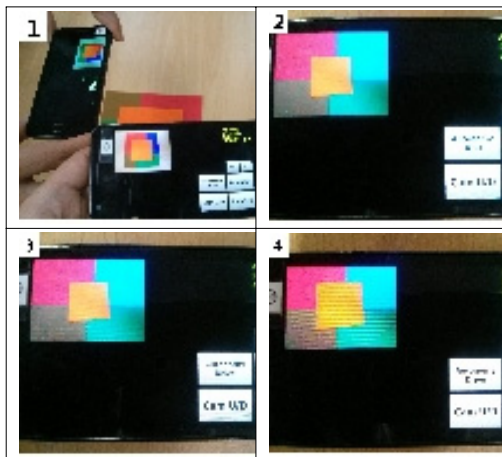


Fig. 3 Image quality in several compression rate (no.1-experiment environment, no.2-25%, no.3-50%, no.4 75%)

표 2에서 알 수 있듯 기존의 PC에서나 가능했던 고사양의 영상처리를 임베디드 보드와 스마트폰에서 가능하게 하기 위하여 소스의 크기를 최대한 간소화 하였다. 전체적인 소스의 크기가 크진 않지만 카메라에서 영상을 받아

오는 부분이 콜백(Call back)형식으로 되어있기 때문에 꽤 많은 부하가 걸리는 것으로 예상된다.

Table 2. Comparison of program size for each function

|       | 임베디드시스템 | 스마트폰    |
|-------|---------|---------|
| UDP통신 | 52      | 66      |
| 카메라   | 69      | 0       |
| 영상처리  | 162     | 0       |
| 영상 압축 | 5       | 0       |
| 블루투스  | 0       | 277     |
| 경고음   | 0       | 42      |
| UI    | 6       | 128     |
| 자동 실행 | 10      | 0       |
| 총 크기  | 24KB    | 3,191KB |

5. 결 론

본 연구에서는 진공흡착방식을 이용한 벽오르는 로봇에 영상처리를 탑재하기 위한 임베디드 시스템의 설계와 영상처리 알고리즘의 구현에 관한 연구를 수행하였다. 벽오르는 안정적인 부착과 이동성을 기반으로 벽면에서의 위험 요인 발견과 지능적인 처리를 위해 영상처리가 가능하고 원격의 스마트 단말기와 실시간 통신이 가능한 환경을 구축하였으며 이상 물질을 탐지하기 위해 색상성분을 정규화하고 특정객체를 탐지 후 영상을 전송하는 방법을 구현하였다. 본 연구를 통해 Mobile용으로 주로 사용되던 임베디드 시스템에서도 고성능의 영상처리들이 가능한 것을 확인하였고 기술적 추세인 Android Smart Phone에서도 고급의 영상처리를 구현할 수 있는 가능성을 확인하였다. 아직까지는 실시간이라고 할수 있는 30fps 이상의 성능을 구현하진 못했지만 다양한 필터연산과 물체검출 알고리즘 등을 시도하였고 프로그램을 더 간소화하고 개선함으로써 처리 속도의 개선 등 충분한 가능성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] Clark, J; Goldman, D; Lin, P; Lynch, G; Chen, T; Komsuoglu, H; Full, R; Koditschek, D. (2007). Design of a Bio-inspired Dynamical Vertical Climbing Robot, Proceedings of Robotics: Science and Systems 2007, Atlanta, Georgia, USA, June, 2007, on line proceedings,  
 [2] Tomotuki Yamaguchi, Yoshiaki Sorioka, Sunhong Park, and Shuji Hashimoto , Department of Applied Physics, Waseda University "SIEN: Telescopic-Arm Climbing-Support Robot" (2009. 2)  
 [3] Manuel F.Silva and J.A.Tenreiro Machado , Instituto Superior de Engenharia do Porto Portugal , "A Survey of Technologies and Applications for Climbing Robots Locomotion and Adhesion" (2006. 9)  
 [4] Jizhong Xiao and Ali Sadegh The City College, City University of New York USA , "City-Climber: A New Generation Wall-climbing Robots" (2008)  
 [5] 강무진, 문형필, 최혁렬, 성균관대학교, 메카트로닉스 협동 과정, "임펠러를 이용한 벽면이동로봇의 설계 및 제어에 관한 연구 (2010. 1)