감시용 로봇에서의 임베디드 영상처리 구현

신선웅, 오세엽, 김상훈
국립한경대학교 전기전자제어공학과
e-mail: kimsh@hknu.ac.kr

Embedded Image Processing of Surveillance Robot

Seonwoong Shin, Seyeop Oh, 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. 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 이상원인을 지능적으로 탐색하는 응용이 가능하다.

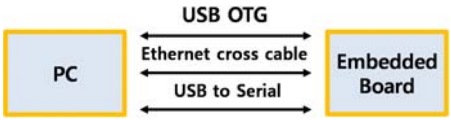
1. 서 론

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].

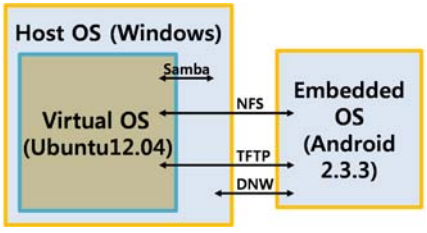
본 논문에서는 기존의 연구들에서 제안한 방식 중, 부착방식으로는 벽면 흡착방식을 하드웨어의 대형화 및 환경의존성을 개선하기 위해 유리하다는 이유로[2][3] 선택하였으며, 이동방식에서는 이동성을 고려하여 상용 모터를 활용한 바퀴이동식[4][5]을 선택하였다. 또한 기타 생활속에서 필요한 대상 물체의 인지와 지능적인 처리를 위해 고급의 영상처리가 가능하고 원격의 스마트 단말기와 실시간 통신이 가능한 연구가 진행되었다[6]. 본 논문은 벽로봇의 안정적인 부착과 이동성을 기반으로 벽면에서의 위험 요인 발견을 위해 영상처리가 가능하고 원격의 스마트 단말기와 실시간 통신이 가능한 환경을 구축하였으며 이상 물질을 탐지하기 위해 색상성분을 정규화하고 특정객체를 탐지 후 영상을 전송하는 방법을 구현하였다.

2. 임베디드 시스템의 구성

그림 1은 PC와 임베디드 보드의 대략적인 환경 구성도이다. 임베디드 보드는 최대한 간결하게 구성되어야하는 본연의 특징을 살리기 위해 내부적으로 컴파일러가 존재하지 않는다. 그러므로 PC와 임베디드 보드 사이에 교차 개발 환경(Cross Development Environment)을 구성하여야 한다. NFS와 TFTP를 이용하기 위하여 Ethernet cross cable을 연결하였고 DNW를 이용하기 위하여 USB OTG와 USB to Serial cable을 연결하였다. 안드로이드에서는 ADB Interface를 지원하기 때문에 USB to Serial cable을 이용하여 실시간 디버깅이 가능하다. S5PV210의 ADB 드라이버는 Windows 32bit OS에서만 지원 가능하므로 Host OS는 Windows로, 안드로이드를 포팅하여 범용적인 응용프로그램들을 이용하기 위해 Ubuntu 12.04 LTS (Long Term Support)을 사용하는 환경을 구축하였다.



(a) 교차 개발 환경 H/W



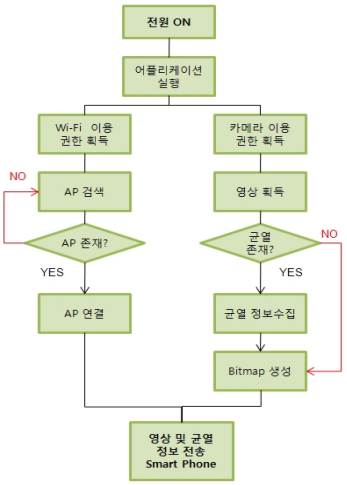
(b) 교차 개발 환경 S/W

(그림 1) PC와 임베디드 보드의 환경구성

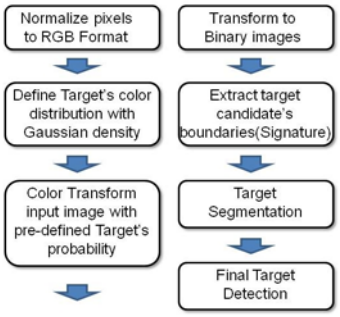
또한 그림2는 임베디드 보드내의 제어에 의한 스마트폰 출력단간의 데이터 흐름을 보여주며 두 개의 포트를 사용하여 임베디드 보드의 영상 획득부터 보드로부터 수신한 영상을 스마트폰에 출력하는 단계까지 포함하고 있다.

3. 영상처리 블록도

본 논문에서 수행된 임베디드 환경에서의 영상처리 전체 과정을 그림 3에서 보여준다.



(그림 2) 임베디드 보드와 스마트폰 출력간의 데이터 흐름



(그림 3) 임베디드 환경에서의 영상처리 알고라즘

4. 실험

본 연구의 실험에서는 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 4) 처리결과의 영상 확인

또한 벽 로봇에 장착된 임베디드 보드의 카메라로 영상을 얻은 후, 그 결과를 임베디드 보드와 스마트폰의 플랫폼 환경에서 그림 3의 흐름도에 의해 영상처리 알고리즘을 적용하고 처리한 결과를 그림 4에서 보여주고 있다. 화면의 왼쪽은 원격지에 있는 벽로봇에 부착된 MT9P111 카메라 모듈에 의해 캡처된 영상이고, 오른쪽 영상은 특정색상분포(빨강색)를 갖는 대상만을 필터링하여 검출해낸 결과를 흰색으로 강조한 결과 영상이다. 실제 임베디드 보드에서 테스트 한 결과 현재 검출대상으로 설정된 파라미터들 범위의 붉은 계통의 영역을 필터링하여 출력한 결과를 볼 수 있으며 경계영역추출과 영상분할을 통하여 일정 분포 내의 영역을 성공적으로 부분해 낸 것을 알 수 있다. 제한된 개발환경에서 다양한 알고리즘을 탑재한 이유로 처리속도는 약 5~6fps정도로 낮게 구현되었는데 더 간소화하고 개선된 연산을 통해 속도를 개선하는 연구가 필요한 것으로 생각된다.

5. 결 론

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. 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)

[6] 권혁성,이지수,김상훈,제37회 한국정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제19권 제1호, “벽오르는 로봇의 임베디드 영상처리 구현” (2012. 11)