

무선 탐사기기를 사용한 무인 경비 시스템 구현¹⁾

김지성^o 이재원 신연균 이완연
한림대학교 정보통신공학부 컴퓨터공학과
{kjs^o, neota, younkyun, wanlee}@hallym.ac.kr

Implementation of the Manless Security System Using a Wireless Exploring Unit

Ji Sung Kim^o, Jae Won lee, Youn Kyun Shin, Wan Yeon Lee
Dept of Computer Science Engineering, DIET, Hallym University

요 약

본 시스템은 기존에 사람이 수행하던 경비업무를 영상 전송용 무선 이동기기가 대신 수행하도록 설계된 무인 경비시스템이다. 본 시스템은 특정 지역 구간을 영상 전송용 무선이동기기가 수동 또는 자율 운행을 통하여 무인 순찰 업무를 수행한다. 영상 전송용 무선이동기기는 동영상을 실시간으로 수집하여 경비실에 설치된 서버로 무선 통신을 통하여 전달하고, 서버에서 전달된 동영상을 통하여 경비 업무를 수행하는 무인경비시스템이다. 세부 기능으로는 서버로부터 이동명령을 무선 통신으로 전달받아 DC 모터를 이용하여 무선이동기기를 이동하는 기능, 무선이동기기로부터 수집된 동영상을 서버에게 전송하여 서버가 영상을 분석하고 진행방향을 자율적으로 제공하는 기능, 무선이동기기의 배터리 잔량에 따라 실행중인 기능을 조절하여 배터리 지속 시간을 보장하는 기능 등이 있다.

1. 서론

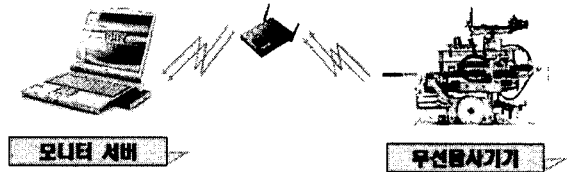
최근 들어 서비스 로봇이 보급되어 가정에서 가사노동의 부담을 줄여주는 가사로봇, 병원 또는 요양소등에서 재활 훈련을 돕거나 일상생활을 해나가는데 불편이 없도록 도와주는 생활도우미 로봇, 음식점등 대형 서비스 업체에서 효율적인 서빙작업을 수행하는 서빙 로봇 등이 개발되어 우리의 실생활로 다가오고 있다. 이처럼 다양한 분야에서 지능을 가진 로봇들이 필요해지고 있으나, 현재까지는 고가의 비용으로 인해서 많은 분야에서 활용되지 못하고 있다. 따라서 본 시스템에서는 반드시 필요한 최소의 기능만을 저가의 비용으로 제공하는 임베디드 장비를 사용하여 실용적인 지능형 무인 경비 시스템 기능을 구현하였다.

본 무인경비 시스템은 기존의 시스템에서 사람이 순찰을 돌며 수행하던 경비업무를 대신하며, 임베디드 기술을 사용하여 구현된 영상 전송용 무선탐사기기가 특정지역을 자율적으로 이동하여 동영상을 서버에게 전달하며, 시스템 관리자가 전송된 영상을 모니터링 하도록 한다. 그리고 관리자가 무선탐사기기를 스스로 제어하기를 원하는 경우에는 직접적인 제어 명령을 통하여 무선탐사기기의 이동 기능과 동영상 전송 기능을 수행한다. 또한 배터리 현재 잔량을 주기적으로 확인하여, 시스템의 전체 동작 시간을 보장할 수 있도록 배터리 잔량에 따라 시스템에서 동작하는 기능들의 작업 스케줄을 변경하여 탐사기기에

게 주어진 작업지속 시간을 보장하도록 한다[1].

2. 시스템 구성요소

전체적인 시스템 구성은 그림 1 과 같다. 무선탐사기기는 무선랜을 통해 모니터 서버에게 영상을 전송하고, 모니터 서버는 전송된 영상을 화면에 보여주거나, 전달받은 영상을 분석하여 향후 로봇이 나아갈 방향을 결정한다. 모니터 서버로부터의 제어 명령은 무선랜을 통해 무선탐사기기에 전송되어 지시된 방향으로 작동하게 된다.

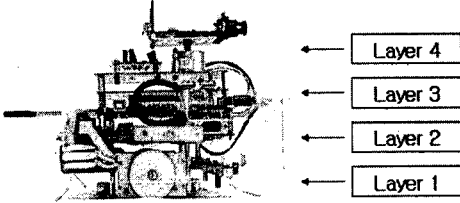


[그림 1] 전체 시스템 구조

무선탐사기기는 그림2와 같이 4단계로 구성된다. Layer 1에는 DC 모터가 장착된 구동부, 무선탐사기기가 이동하는 길을 보정하기 위한 센서부, 무선탐사기기 전체에 전원을 제공하는 배터리가 장착되어 있다. Layer 2에는 DC 모터제어 및 센서 값을 읽어서 임베디드 보드에 전송하기 위한 80196 모듈이 탑재되어 있다. Layer 3에는 영상정보 및 제어정보를 처리하기 위한 임베디드 보드(Hyby사의 PXA-255B)[3]와 이를 무선으로 전송하기 위한 무선랜(MMC사의 MW-1000 PCM)[4]이 장착되어 있다.

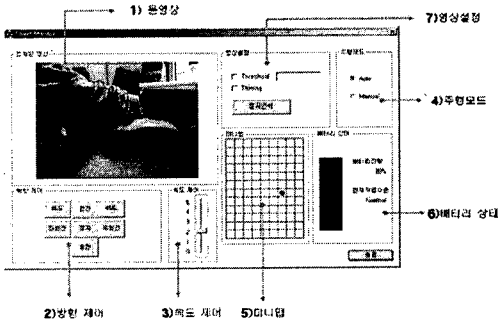
1) 본 논문은 정보통신연구진흥원에서 지원하는 정보통신기초 기술연구지원사업의 연구결과임 (과제번호: B1220-0401-0188).

Layer 4 에는 영상을 수집하기 위한 웹카메라(Omni사의 Omni-WebCam) 이 장착되어 있고, 배터리 잔량을 측정하기 위한 배터리 측정모듈(STB사의 STB-A Chip)[5]이 탑재되어 있다.



[그림 2] 무선탐사기기의 구조

사용자 프로그램은 그림3과 같다. 무선탐사기기로부터 전송된 영상을 보여주는 부분(1), 무선탐사기기를 동작시키는 부분(2), 속도를 제어하는 부분(3), 자율주행, 수동주행과 추적주행을 선택하는 부분(4), 탐사기기의 위치를 표시하기 위한 부분(5), 배터리의 상태를 보여주는 부분(6), 수집된 영상을 이진화, 세션화된 영상으로 영상처리된 형태로 보여주는 옵션을 선택하는 부분(7)으로 구성된다.



[그림 3] 모니터 프로그램

2.1 Layer 1

Layer 1은 바퀴2개, 바퀴를 굴리는 DC 모터, 구동체를 지지하는 프레임과 주전원이 되는 배터리, 방향 보정을 위한 센서 장치로 구성되어 있다. DC motor를 사용한 무선탐사기기는 두 개의 바퀴에 각각 회전력을 발생시켜 주행하게 된다. 바퀴를 두 개만 사용함으로써 방향전환의 효율성을 높였다. DC motor는 Step Motor에 비해 저전력을 사용함으로써 전체 시스템의 전력 사용의 효율을 높이고, 장시간 주행할 수 있는 장점을 가진다. 배터리는 시스템의 주 전력 공급원으로서, 각각의 Layer에 전력을 공급하는 기능을 가진다. 센서는 영상을 통해 인식하기 힘든 사각지대를 감지하는 기능을 가지고 있다. 이를 통해 놓치기 쉬운 장애물, 정지선, 중앙선을 인식하게 된다. 영상정보만을 가지고 제어하기 힘든 부분을 보조하기 위한 장치이다. 정해진 주행도로를 좌, 우측이 벗어났는지 여부를 판단하는 기능과 정지선을 감지하는 기능을 가지고 있다.

2.2 Layer 2

제어프로토콜을 시리얼 포트를 통해 수신하여, 구동체를 제어할 수 있게 하는 기능을 가진다. 또한 센서의 데이터를 수신하여, 보정하는 역할을 담당한다. 모터를 동작시키고, 센서를 위한 기능등 주행의 기본기능을 80196 마이크로 컨트롤러를 탑재한 무선탐사기기 제어보드를 제작하여 구현함으로써, Layer 3의 부담을 줄였으며, 제어처리의 효율성을 높였다. 또한 무선탐사기기 제어 모듈은 각 Layer 1의 배터리로부터 입력된 전력을 구동모듈, 모터 그리고 임베디드 보드에 공급하고 필요한 전압으로 변환하여 공급하는 기능을 수행한다.

2.3 Layer 3

시스템에 두뇌에 해당하는 임베디드 보드와 무선 통신을 위한 무선랜카드로 구성되어 있다. 임베디드 리눅스가 포팅되어 있는 임베디드 보드에는 영상획득 및 전송, 모니터 서버로부터 전송된 제어신호를 구동부로 전송하는 제어 기능이 탑재되어 있다. 무선 인터넷을 이용한 제어 신호 수신, 영상 이미지 송신, 웨이브 파일을 이용한 경고음 방송의 부가적인 기능을 수행한다.

2.4 Layer 4

영상 획득을 위한 카메라와 카메라의 각도를 수정하는 스텝 모터로 구성되어 있다. 본 스텝 모터는 DC 모터에 비해, 회전이 정확한 각도를 유지하는 장점이 있기 때문에 회전체의 주 모터로 채택하였다. 프로토콜에 의해 15도 각도로 360도 회전이 가능하다. 회전체를 통하여 탐사기기가 순찰중 방향 표지판을 정확하게 바라볼 수 있도록 한다.

3. 시스템 동작

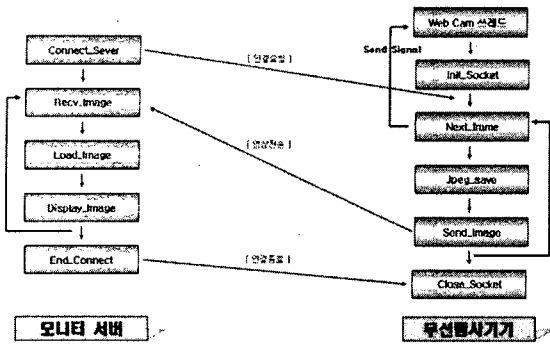
3.1 영상전송

영상을 전송하기 위해 무선탐사기기가 영상을 획득하는 과정은 표1과 같다. init_Cam() 함수 호출을 통해 Camera 구조체에 기본 값을 세팅한다. 다음 Open_Cam() 함수를 통해 카메라가 구동된다. 영상 획득을 하는 grab_Image 함수는 쓰레드로 실행되며, 하나의 영상이 모니터 서버에게 전송 완료되면 next_Frame()을 사용하여 다음 영상을 캡처한다. 획득한 이미치는 320*240 사이즈로 이미지를 축소시키고, JPEG형태의 파일을 저장한다.

```
grab_Image() --> jpeg_Save() --> send_Image()
```

[표 1] 영상획득

저장된 파일은 그림4와 같은 방법으로 전송된다. 저장된 영상의 크기 평균 6Kbyte이며, 이미지 전송용 구조체 PACKET_IMG를 통해 1Kbyte로 나뉘어 평균 6회의 패킷을 전송하여 한 장의 이미지를 클라이언트 모듈로 전송한다. 무선으로 전송되는 경우 연결이 끊어지는 경우가 있다. 이렇게 세션이 끊기거나 네트워크 에러가 발생할 경우 연결될 소켓을 종료하고 재 연결 설정을 하여 영상을 재전송 하도록 구현되어 있다.



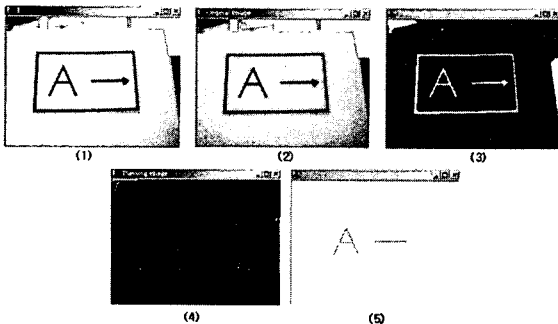
[그림 4] 영상 전송단계

3.2 구동부

구동부를 제어하기 위한 제어 데몬이 Layer 3의 임베디드 보드에서 작동하고 있다. Layer2로부터 실시간으로 센서 신호와 영상신호를 받아서 무선탐사기기가 이동할 곳을 설정하게 된다. 수동 모드로 동작할 경우에는 무선랜을 통해 모니터 서버로부터 사용자신호가 임베디드 보드에 전송되어지면 보드는 구동부 보드와 미리 정해진 프로토콜을 사용해서 DC 모터에 전기신호를 전송해서 DC 모터를 작동시킨다. 자율 모드로 이동시에는 Layer2의 센서값을 Layer3에서 실시간으로 읽으면서 직접 좌우 방향을 보정하고 정지선을 만나면 모니터 서버에게 제어권을 넘겨서 방향을 결정하여 이동한 후 모니터 서버로부터 제어권이 넘어오게 되면 다시 동작을 수행하게 된다.

3.3 영상인식

본 시스템에서 사용하는 영상인식의 목적은 로봇이 이동 중 표지판을 보고 나아갈 방향을 결정하는 것이다. 표지판에는 목적지의 방향정보(A-D)와 턴을 해야 하는 각도(직진, 45도 턴, 90도 턴)등의 정보가 표시되어 있다. 이는 영상처리 기술 [2] 중 임의의 값으로 Color Image(그림 5-1)를 Gray Image로 변환(그림 5-2)하여, Binary Image(그림 5-3)로 만들고, Thining(그림 5-4)하여 영상을 변환한 후에 세선화된 Image의 Pixel을 Corner Detect, End Point Detect, Turn Point Detect등을 사용하여 A,B,C,D의 문자를 구분하고, 각도를 결정한다.



[그림 5] 영상처리 단계

추적주행 기능은 사용자가 사용자 인터페이스에서 선택된 오브젝트를 추적하는 기능이다. 오브젝트를 선택하면 선택된 곳으로부터 9X9 픽셀의 RGB 값 평균을 기준값으로 하여 전송된 영상에서 사전에 입력된 오차값 이내에서 RGB 값을 갖는 오브젝트를 찾아 무선탐사기기를 이동시켜 화면의 중앙에 위치시키고, 탐사기기를 일정 부분만큼 전진 시킨다. 이동 후 다시 오브젝트가 화면의 중앙 영역에서 벗어났다면 보정하고 다시 전진시킨다. 이 오브젝트의 영역이 입력된 임계치값 이상 커질 때까지 전진 시켜 오브젝트를 추적하게 된다.

3.4 배터리 잔량에 기반한 동적 작업 스케줄링

무선탐사기기는 배터리 잔량을 일정한 시간을 주기로 체크하여 배터리 잔량에 따라 작업단계를 결정한다[1]. 무선탐사기기의 기본적인 세가지 주요 작업인 이동기능, 영상전송기능, 위치 알람 기능 중 배터리 잔량이 무선탐사기기의 작동시간을 보장하지 않는다면, 영상전송기능을 제외한 이동기능, 위치 알람만 동작 시키고, 이 두가지 기능을 실행도중 배터리 잔량이 작업 수행시간을 보장하지 않는다면 위치 알람 기능만 수행하게 된다. 이를 위해서 임베디드 보드와 배터리 사이에 STB-A Chip[4]을 장착하여고 텍스트 데이터로 정보를 변경해주는 dlsxjvpdltm 보드를 임베디드 보드와 시리얼 통신(RS-232C)으로 연결하여 사용 중인 전압, 배터리 잔량, 사용 가능시간, 전류를 얻게 된다.

4. 결론

임베디드 보드 기반에 무선랜과 웹카메라를 사용하여 무인경비시스템을 제안하였고, 특정 구간을 순회하거나, 사용자의 조작에 의해 동작하여 사람이 반복적으로 순찰해야 하는 작업을 무선탐사기기가 대신 수행하게 하였다. 배터리 잔량에 따라 선택적으로 작업을 수행함으로써 무선 탐사기기의 주요 작업에 대한 지속시간을 보장하였다. 그리고 기존의 영상처리 기능을 사용하여 시스템의 능동성을 높이려 하였다. 향후에는 획득한 영상에서 다양한 오브젝트를 분석하여 돌발 상황 회피 및 얼굴인식, 지문인식 등을 제공할 수 있도록 많은 연구를 통하여 무선탐사기기가 수행하는 기능의 영역을 넓히고자 한다.

[참고문헌]

- [1] 김지성, 이원연 “배터리 지속시간을 보장하는 동적 작업 스케줄링 방법” pp. 565-567, 정보과학회 추계학술대회 2004년 10월.
- [2] I.Pitas , "Digital Image Processing Algorithms and Applications", JOHN WILEY & SONC, INC.
- [3] (주)하이버스(www.hybus.com)
- [4] (주)MMC Tech(www.mmctech.com)
- [5] (주)STB (www.stbchip.co.kr)