

임베디드 리눅스 기반 블루투스를 이용한 홍보용 비행선 및 영상 카메라의 제어 시스템 설계

신유식*, 박상조**

Implementation of Embedded Linux Based Control System for Ad Balloon and Video Camera Using Bluetooth Wireless Communication

Yousik Sin *, SangJo Park **

요약

비행선에 카메라를 부착하여 영상을 무선으로 대형 화면에 보여주어 행사장의 분위기를 고조시키고 대규모 행사장에서 안전사고를 예방할 수 있도록 ISM 밴드의 블루투스를 이용한 홍보용 비행선 및 영상카메라의 제어 시스템을 실현한다. 본 시스템에서 고려한 사항으로는 경량화 및 배터리 동작시간의 최대화, 그리고 사용자가 시각적으로 화면을 보면서 비행선을 제어할 수 있도록 임베디드 시스템을 이용한 리눅스 기반의 GUI(Graphic User Interface) 환경을 제공하는 것이다.

Abstract

In this paper, we implement the ad balloon control system in which a built camera monitors using bluetooth wireless communication with ISM(Industrial, Scientific and Medical) band. In the proposed system, the driving time of ad balloon is increased by adopting the mercury battery and light weight. An ad balloon with camera is easily controlled by Graphic User Interface using Linux based embedded system.

▶ Keyword : Linux based embedded system, ad balloon control system, bluetooth, ISM band

• 제1저자 : 박상조
• 접수일 : 2006.05.30, 심사일 : 2006.06.21, 심사완료일 : 2006.07.10
* 서원대학교 학부4학년 ** 서원대학교 교수

I. 서론

가이파트 청약 등의 광고에 기존의 TV, 신문, 라디오, 현수막 등의 홍보매체 보다 대형 고무 풍선을 이용한다. 그리고 최근에 헬륨 가스를 넣은 비행선을 무선 리모콘으로 이동하면서 광고 및 홍보를 할 수 있는 업체가 늘어나고 있다 [1][2]. 요즘 테러 및 행사장의 안전사고가 빈번히 발생하여 대규모 행사에 보안문제 및 경비의 중요성이 대두되고 있다. 연예인이 참가하는 대형 이벤트나 실내의 전시회 등 많은 관중이 모이는 행사장에 카메라가 장착된 대형 비행선을 무선으로 카메라 영상을 모니터링하면서 카메라 및 비행선을 제어하는 시스템에 대한 요구가 대두되고 있다. 카메라 및 비행선을 무선 제어하는 방식으로 블루투스(Bluetooth)를 사용하고자 한다.

블루투스(Bluetooth)는 산업이나 과학, 의료등의 최첨단 분야에 세계적으로 공통적으로 사용되어지는 주파수 대역인 2.4GHz~2.5GHz의 ISM(Industrial, Scientific and Medical) 밴드로 사용하기 때문에 면허와 사용료가 필요하지 않은 장점을 갖고 있어 널리 사용되고 있다 [3][4]. 본 논문에서는 연예인이 참가하는 대형 이벤트나 실내의 전시회 등 많은 관중이 모이는 행사장에 카메라가 장착된 대형 비행선을 블루투스를 이용하여 무선으로 카메라 영상을 모니터링하면서 카메라 및 비행선을 제어하는 시스템을 실현한다. 비행선에 장착된 카메라에서 촬영한 영상을 무선으로 지상으로 송신하여 대형 화면에 보여줌으로써 행사장의 분위기를 고조시킬 수 있고 대규모 행사장에서 안전사고를 예방할 수 있다. 사전에 보다 좋은 홍보를 제공하고자 비행선에 홍보용 로고를 장착하고, 비행선에 프로펠러가 부착된 비행선 제어 모듈이 장착되어 직진, 직좌, 직우, 좌회전, 우회전, 정지 등의 명령어를 사용하여 비행선을 블루투스를 이용하여 무선으로 제어하고, 또한 카메라에 필요한 화상 정보를 수집할 수 있다. 블루투스를 이용한 홍보용 비행선 및 영상 카메라의 제어 시스템의 구현에서 첫 번째로 고려해야 할 사항으로 항상 공중에 떠 있기 때문에 경량화와 배터리 소비전력의 최소화이다. 두 번째로 사용자가 시각적으로 화면을 보면서 비행선을 제어할 수 있도록 임베디드 시스템을 이용하여 리눅스 기반의 GUI(Graphic User Interface) 환경을 제공하고자 한다.

II. 블루투스를 이용한 홍보용 비행선 및 영상카메라 제어 시스템의 설계

2.1 시스템 구성

[그림 1]은 블루투스를 이용한 홍보용 비행선 및 영상카메라의 제어 시스템의 구성도이다. 그리고 비행선 제어 모듈부의 구성도는 [그림 2]에 나타내고 있다. 비행선은 헬륨 가스를 주입시켜 공기 중으로 부양할 수 있도록 두꺼운 고무 풍선으로 제작되어 양면에 홍보용 로고를 부착할 수 있게 하고, 하측으로 비행선 제어 모듈부를 부착할 수 있는 구조로 제작된다. 비행선 제어 모듈부는 카메라, 블루투스 송수신부, 안테나, 배터리, 시리얼 통신 인터페이스부, DC 모터 구동부, 마이크로 프로세서부, 서브 모터 구동부, 좌측, 우측 및 중앙 프로펠러와 좌측 각도 조정, 우측 각도 조정 프로펠러로 구성되어 있다.

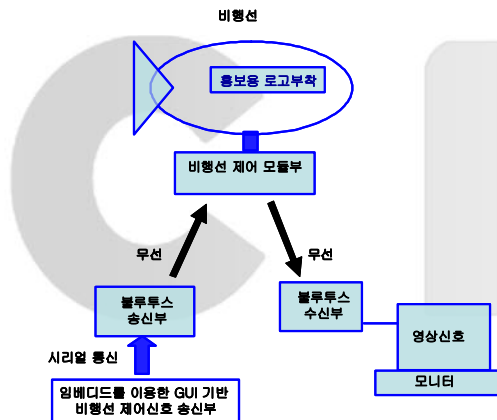


그림 1. 블루투스를 이용한 홍보용 비행선 및 영상카메라의 제어 시스템의 구성도

Fig.1 Configuration of ad ballon control system in which a built camera monitors using bluetooth.

좌측, 우측 및 중앙 프로펠러는 DC 모터로, 좌측 각도 조정, 우측 각도 조정 프로펠러는 서브 모터가 각각 부착되어 있어 비행선의 방향을 제어하며 이동시키고, 카메라로 촬영한 영상을 지상으로 송신한다. 비행선의 방향을 제어하는 좌측 각도 조정, 우측 각도 조정 프로펠러는 각각 좌측 및 우측 프로펠러 아래에 부착되어 있고, 0°에서 180° 까지 회전이 가능한 구조로 설계된다.

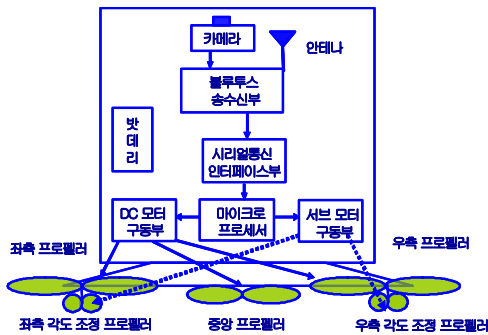


그림 2 비행선 제어 모듈부의 구성도
Fig.2 Configuration of ad ballon control module.

2.2 비행선 구동부

좌측, 우측 프로펠러는 DC모터가 부착되어 구동된다. DC 모터에 노이즈 발생을 제거하기 위하여 각 단자와 케이스 사이에 0.01uF~0.4uF 정도의 세라믹 콘덴서를 직접 부착한다. 이것으로 정류자에서 발생하는 스파크를 흡수하여 전기 노이즈를 감소시켜준다. 이때 세라믹 콘덴서는 DC 모터의 금속 몸체와 직접 부착하며 가급적 콘덴서를 DC 모터의 단자에 가깝게 부착하도록 한다. DC 모터 제어 구성도를 [그림 3]에 보여 주고 있다.

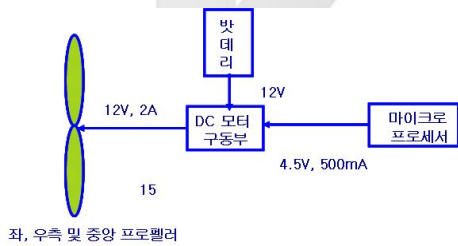


그림 3 DC 모터 제어 구성도
Fig.3 Configuration of DC motor control.

마이크로 프로세서부 에서 출력 신호는 4.5V와 50mA이기 때문에 직접 좌측, 우측 프로펠러를 구동하는 것이 어렵다. 좌측, 우측 및 중앙 프로펠러는 비행선을 이동시켜야 하기 때문에 12V, 2A DC 모터가 부착되어 있어 DC 모터 구동부를 사용하여 좌측, 우측 및 중앙 프로펠러를 구동한다 [5]~[7].

좌측 각도 조정, 우측 각도 조정 프로펠러는 비행선의 방향을 제어하기 때문에 서보 모터가 부착되어 각도를 조절할 수 있다. 서보모터는 동작 특성이 입력신호에 따라 0도에서 180도까지 움직이며 작으면서도 제어회로를 내장하고 있으

며 크기에 비해 큰 토크를 낼 수 있다. 마이크로 프로세서부가 서보 모터 구동부를 통해 PWM(Pulse Width Modulation)신호로 서보 모터의 각도를 조정한다. 펄스의 주기는 20ms이고, 펄스의 폭이 좌측 각도 조정, 우측 각도 조정 프로펠러의 회전각을 결정한다[5] ~[7]. [그림 4]는 펄스의 폭의 변화에 따른 서보 모터의 회전 각도를 보여 주고 있다.

2.3 비행선 제어부

프로펠러 제어 신호 송신부는 시각적으로 화면을 보면서 비행선을 제어할 수 있도록 임베디드 시스템을 이용하여 리눅스 기반의 GUI로 구성된다. 임베디드를 이용한 GUI 기반 프로펠러 제어 신호 송신부에서 좌측, 우측 및 중앙 프로펠러의 제어 신호를 발생시켜 블루투스 송신부로 송신하며, 제어 신호는 시리얼 통신을 이용한다.

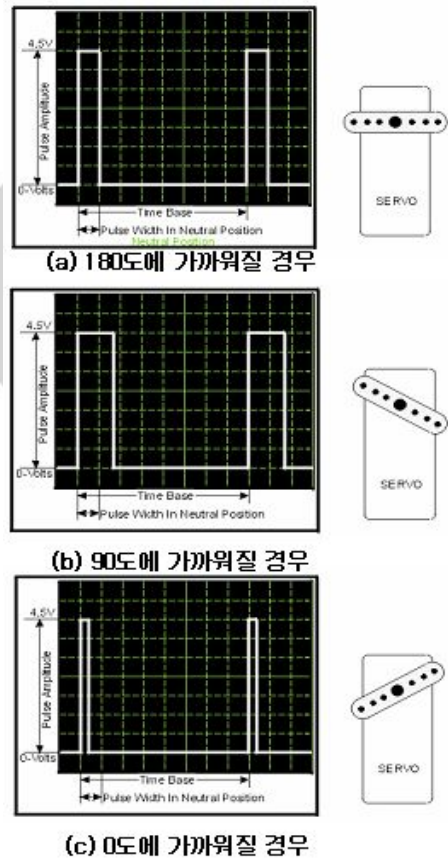


그림 4. 펄스의 폭의 변화에 따른 서보 모터의 회전 각도
Fig.4 Rotation angle of servo motor according to pulse width variation.

블루투스 송수신부는 Promi-ESD라는 제품으로 면허 없이 사용가능한 ISM 밴드인 2.5GHz로 시리얼 통신을 가능하게 한다. 통상 유효거리가 100m이고, UART interface를 지원하며, RTS/CTS, DTR/DSR/DCD를 지원하고, 1200~230000bps까지 다양한 Baud rate를 지원한다.

GUI(Graphic User Interface) 툴킷은 윈도우나 매킨토시에서는 그렇게 많이 알려진 개념이 아니지만 유닉스에서는 윈도우 GUI 프로그래밍 AP(Application Programming Interface) 또는 매킨토시 프로그래밍 툴들은 이미 버튼이나 스크롤바, 색상, 폰트등을 다룰 수 있는 여러 가지 고급 기능을 제공하기 때문에 광범위하게 적용되는 개념이다. 본 발명에서는 임베디드 시스템에서 Glade를 사용하여 GUI를 구현한다. Glade는 GUN-General Public License(GPL)을 따르는 GTK+User Interface Builder이고, GTK+라는 라이브러리를 이용하여 GUI 사용자 인터페이스를 만드는 RAD(Rapid Application Development)툴이다. Window NT/9x의 Visual studio와 비슷하며 Widget Template palette에 있는 위젯들을 드래그 앤 드롭으로 GUI폼과 그 위의 GUI 객체들을 생성하고 이들의 프로퍼티들을 조정하고 시그널 핸들러 등록/삭제/변경하여 C, C++소스를 생성할수 있는 통합 개발 환경이다 [8][11].

GUI로 구성된 터치 스크린의 화면은 [그림 5]와 같다. 프로펠러 제어 신호의 생성을 위한 GUI로 구성된 터치 스크린의 구성은 직진, 좌측, 우측, 직좌, 직우 등 5개로 구성되며 비행선 제어 모듈부의 좌측, 우측 및 중앙 프로펠러를 구동하여 비행선의 방향을 제어하며 이동시킨다. 비행선 제어 모듈부의 카메라에서 촬영한 영상을 블루투스 송신부 및 수신부를 통하여 모니터에 보여줌으로써 행사장의 분위기를 고조시킬 수 있고 대규모 행사장에서 안전사고를 예방할 수 있게 된다.

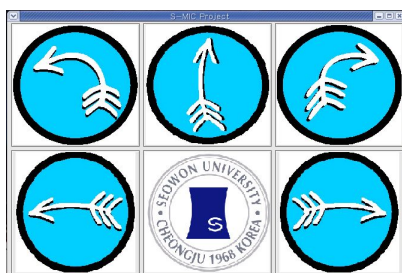


그림 5. GUI로 구성된 터치 스크린.
Fig.5 Touch screen of GUI.

마이크로 프로세서는 저전력을 소비하는 ATmega128을 사용한다. ATmega128은 AVR RISC(Reduced Instruction

Set Computer) 구조로서 저전력 CMOS 8비트 컨트롤러이다. 단일 클럭 사이클 내에 명령을 실행함으로써, 1MHz당 1MIPS까지 처리속도를 낼 수 있으므로 시스템 설계자가 전력 소비를 최적화 할 수 있고, 32개의 범용 작업 레지스터를 가지고 명령 셋을 조합한다. 모든 32개의 레지스터는 산술 논리유닛과 직접적으로 연결되며, 한 클럭 사이클 내에 실행되는 단일 명령 사이에 두 개의 독립된 레지스터를 한꺼번에 처리한다. 결과적으로 CISC(Complexed Instruction Set Computer) 마이크로 컨트롤러보다 10배 이상 빠른 속도로 실행이 이루어진다 [12][13]. 시리얼 통신 인터페이스부는 임베디드를 이용한 GUI 기반 프로펠러 제어 신호 송신부로부터 블루투스 송신부 및 수신부를 통하여 수신한 시리얼 프로펠러 제어 신호를 마이크로세서부에 전송시킨다. 시리얼 통신 포트는 데이터를 직렬로 전송하기 위한 인터페이스로서 직렬 입/출력장치인 모뎀을 이용하여 마이크로 프로세서와 연결하는 포트로서 시리얼포트는 COM1, COM2, COM3, COM4 등이 있는데, 이중에서 COM1에서 COM4까지를 사용한다 [14]. [그림 6]은 시리얼 통신 인터페이스부의 구성도이다. RS-232C 23은 컴퓨터들과 관련 장치들 간에 비교적 느린 속도의 직렬 데이터 통신을 하기 위한 물리적 연결과 프로토콜에 관해 기술하고 있는 표준으로 데이터 단말기(DTE: Data Terminal Equipment)와 데이터 통신기(DCE: Data Communication Equipment)사이의 인터페이스에 대한 전기적인 인수, 컨트롤 핸드 셰이킹, 전송속도, 신호 대기시간, 임피던스 인수 등을 정의한다. MAX232C는 마이크로 프로세서가 RS-232C 23을 통하여 블루투스 송수신부와 시리얼 통신을 하기 위해 신호를 변환해주는 인터페이스이다 [14]. MAX232C로 의 RXD, TXD 선을 연결하여 블루투스 송수신부측에서 보내는 +10V의 신호는 MAX232C를 거치면서 +5V의 레벨신호가 되어 마이크로 프로세서측의 RXD에서 받아들일 수 있으며 마찬가지로 마이크로 프로세서측의 TXD에서 전송된 신호는 MAX232C 22를 통과하면서 +10V 신호가 되어 블루투스 송수신부측의 RXD에서 받아들일 수 있게 되는 것이다.

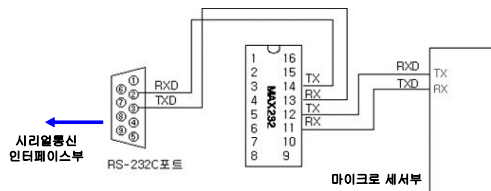


그림 6. 시리얼 통신 인터페이스부의 구성도
Fig.6 Configuration of serial communication interface.

GUI(Graphic User Interface) 및 프로펠러 제어 신호 송신부 4로부터 비행선을 제어하는 과정을 보면 다음과 같다. 임베디드를 이용한 GUI 기반 프로펠러 제어 신호 송신부의 [그림 5]의 터치 스크린에서 비행선 방향 버튼을 누르면 버튼에 속해있는 예약된 문자열 값이 시리얼 포트에 전송된다.

- ① 직좌 버튼 - 문자열값 "q" 전송하여 비행선을 직진과 좌회전이 가능하도록 한다.
- ② 직진 버튼 - 문자열값 "w" 전송하여 비행선을 직진이 가능하도록 한다.
- ③ 직우 버튼 - 문자열값 "e" 전송하여 비행선을 직진과 우회전이 가능하도록 한다.
- ④ 좌회전 버튼 - 문자열값 "a" 전송하여 비행선을 좌회전이 가능하도록 한다.
- ⑤ 정지 버튼 - 문자열값 "s" 전송하여 비행선을 정지가 가능하도록 한다.
- ⑥ 우회전 버튼 - 문자열값 "d" 전송하여 비행선을 우회전 가능하도록 한다.

시리얼 포트 전송 소스는 다음과 같다.

```
fd = open(MODEMDEVICE, O_RDWR | O_NOCTTY);
res = write(fd,buf,(int)strlen(buf));
```

위 소스는 해당 버튼을 누를 때 문자열 값을 시리얼 포트에 전송시켜주는 명령어 소스 일부분이다. 예약된 전송 문자열 1비트를 전송할 수 있다. 전송된 문자는 비행선 제어 모듈부 2의 마이크로 프로세서에서 해석하여 프로펠러 제어 명령을 실행한다. GUI 및 프로펠러 제어 신호 송신부의 출력은 표 1과 같고, 프로펠러 제어 신호를 생성하기 위한 흐름도는 [그림 7]과 같다.

표 1. GUI 및 프로펠러 제어 신호 송신부의 출력.
Table 1. Output of propeller control signal transmitter and GUI.

명령 실행	전송 문자	데이터 비트
① 직좌 버튼	q	0111 0001
② 직진 버튼	w	0111 0111
③ 직우 버튼	e	0110 0101
④ 좌회전 버튼	a	0110 0001
⑤ 정지 버튼	s	0111 0011
⑥ 우회전 버튼	d	0110 0100

GUI 및 프로펠러 제어 신호 송신부 의 터치 스크린에서 이벤트가 발생하면 예약된 문자값을 시리얼 포트쪽으로 보

내주게 되고 시리얼 통신 방법에 의해 전송된 문자값은 블루투스 송신부에 의하여 비행선 제어 모듈부로 무선으로 전송되고, 블루투스 수신부에 의하여 마이크로 프로세서부에 송신된다. 마이크로 프로세서부에서는 수신한 문자값을 비교하면서 해당부분에 맞는 입력이 들어온다면 DC 모터 및 서보모터를 구동하여 해당 프로펠러를 제어한다.

마이크로 프로세서부에서는 수신한 문자값을 IF문에서 비교하여 맞으면 [표 2]와 같이 각 DC 모터의 동작 여부를 결정하여 제어하는데 '1'일 경우 해당 모터가 구동된다.

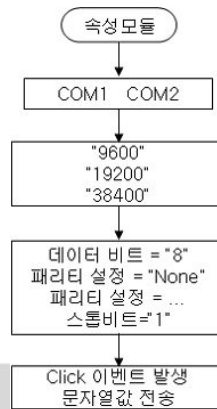


그림 7. 프로펠러 제어 신호를 생성하기 위한 흐름도
Fig.7 Flow chart for generating propeller control signal.

표 2. 프로펠러의 제어 신호 구성도
Table 1. Configuration of propeller control signal.

방향	입력 값	좌측 프로펠러	중앙 프로펠러	우측 프로펠러	좌측 각도 조정 프로펠러	우측 각도 조정 프로펠러
직진	w	1	1	1	0°	0°
좌측	a	0	0	1	0°	90°
우측	d	1	0	0	90°	0°
정지	s	0	0	0	0°	0°
직우	q	1	0	1	45°	0°
좌회	e	1	0	1	0°	45°

그리고 각도 조정 프로펠러를 구동하기 위한 서보 모터는 좌,우 회전시 90° 방향으로 회전하고, 직좌, 직우일 경우 45° 방향으로 회전하게 된다. GUI 및 프로펠러 제어 신호 송신부로부터 비행선을 제어하는 과정을 정리하면 [그림 8]과 같다.

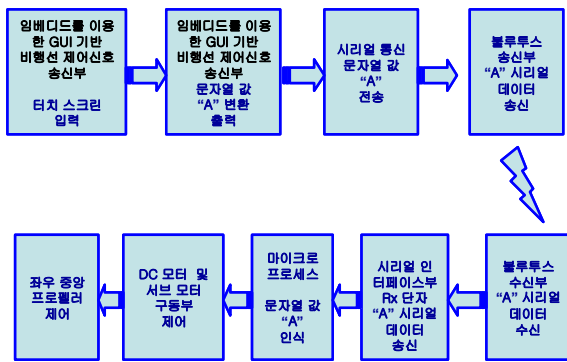


그림 8. GUI 및 프로펠러 제어 신호 송신부로부터 비행선을 제어하는 과정
Fig. 8 Process of ad ballon from propeller control transmitter and GUI.

III. 시스템의 구현 및 실험 결과

리눅스 기반의 임베디드를 이용한 프로펠러 제어 신호 송신부는 임베디드 시스템을 탑재한 EMPOS-II로 [그림 9]와 같이 구현하였다.

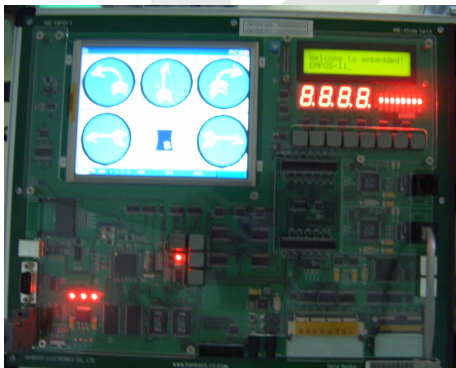


그림 9. 리눅스기반 임베디드를 이용한 프로펠러 제어 신호 송신부.
Fig. 9 Transmitter of propeller control signal using Linux based embedded system.

GUI 환경의 터치 스크린을 이용하여 비행선의 DC모터와 서보모터를 제어한다. 제작된 비행선 제어 모듈부는 [그림 10]과 같다. 그리고 비행선 제어 모듈부의 주요 부분은 [그림 11]과 같이 ATmega128의 마이크로프로세서, 배터리, Bluetooth부, DC모터 및 서보모터, 12V DC모터 제어부, 비디오 카메라, 블루투스 송수신기 등으로 구성된다. 제작된 블루투스를 이용한 홍보용 비행선 및 영상카메라의 제어 시스템을 [그림 12]와 [그림 13]과 같이 헬륨가스를 주

입하여 공기 중에서 부양하고, 프로펠러를 제어하여 원하는 위치로 비행선 및 영상카메라를 제어하고 있다. 제작된 시스템은 비행 고도 조정 기능을 갖추지 못하여 노끈을 이용하여 고도를 조정하고 있다.

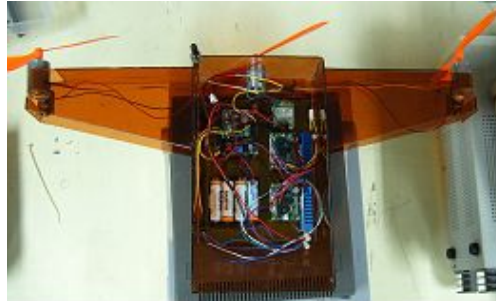


그림 10. 제작된 비행선 제어 모듈부.
Fig. 10 Implementation of propeller control signal module.

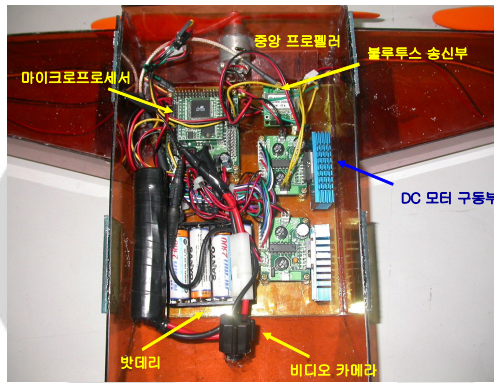


그림 11. 제작된 비행선 제어 모듈부의 주요 부분.
Fig. 11 Main parts of implemented propeller control signal module.



그림 12. 시험 중인 비행선의 측면 사진.
Fig. 12 Side photography of ad ballon control system under test.



그림 13. 시험 중인 비행선의 정면 사진
Fig. 13 Front photograph of ad ballon control system under test.

IV. 결론

비행선에 장착된 카메라에서 촬영한 영상을 무선으로 지상으로 송신하여 대형 화면에 보여줌으로써 행사장의 분위기를 고조시킬 수 있고 대규모 행사장에서 안전사고를 예방할 수 있는 홍보용 비행선 및 영상카메라의 제어 시스템을 실현하였다. 비행선에 홍보용 로고를 장착하고, 비행선에 프로펠러가 부착된 비행선 제어 모듈이 장착되어 임베디드 시스템을 이용한 리눅스 기반의 GUI 환경에서 터치 스크린을 보면서 직진, 직좌, 직우, 좌회전, 우회전, 정지 등을 사용하여 비행선을 블루투스를 이용하여 무선으로 제어하고, 또한 카메라에 필요한 화상 정보를 수집할 수 있었다. 그리고 플라스틱을 이용하여 비행선 제어 모듈부를 경량화하고, 수은전지를 이용하여 비행선의 동작시간을 연장하였다.

향후 연구 계획으로는 비행 고도 조정 기능을 추가하는 것이다 [16].

[감사의 글]

저자들은 실험에 참여하였던 박종민군 등에게 감사드린다.

참고문헌

- [1] <http://www.estesmall.com>.
- [2] <http://www.eventbiz.co.kr>.
- [3] 채회영, 강형원, 김영길, “블루투스를 이용한 웹으로의 원격 의료정보 전송 시스템”, 한국해양정보통신학회:학술대회지, 춘계종합학술대회, pp.130-133, 2002.
- [4] 김은영, 김길용, 박미선, “블루투스 기반 그룹 커뮤니케이션 프로토콜 연구”, 한국정보과학회:학술대회지, 한국정보과학회 02 가을 학술발표논문집(3), pp.568-570, 2003.
- [5] 김택수, 박상조, “무선 로봇을 이용한 네트워크 영상 제어 시스템의 설계”, 한국콘텐츠학회, 추계종합학술대회 논문집, pp.181-184, 2003.
- [6] 송용수, 배성준, 여러가지 로봇 만들기 AVR BIBLE, 북두출판사, 2002.
- [7] 안덕환, 전인효, PC를 이용한 전동기 제어, 도서출판 그린, 2003.
- [8] 박제삼, 신대섭, Visual Basic을 이용한 컴퓨터 인터페이스 응용, 도서출판세화, 2002.
- [9] 이병배, 프로그래머가 갖춰야 할 비주얼 베이직 필수 개발 팁, 사이버출판사, 2001.
- [10] 신영석 외, 임베디드 리눅스 실험 실습, 한백전자, 2003.
- [11] HBE-EMPOS 매뉴얼, 한백전자, 2004.
- [12] X-Hyper 255B-TKUIII를 이용한 Embedded system, 하이버스(주), 2005.
- [13] 이상부, 마이크로프로세서 응용.실험, 도서출판 연학사, 2003.
- [14] 송해상, 장구홍, 마이크로프로세서 실험 실습, 서원대학교 출판부, 2005.
- [15] 임윤환, 간단한 C 언어 프로그래밍을 활용한 데이터 전송 기초 및 실습, 내하출판사, 2001.
- [16] 김성필, 주광혁, 안이기, “50m급 중고도 무인 비행선의 자동비행시스템 설계”, 제어자동화시스템공학회 논문지, 1225-9845, 제10권2호, pp.139-144, 2004.

저 자 소개



신 유 식

2006년 현재 서원대학교 컴퓨터정
보통신 공학부 4학년
<관심분야> 무선통신



박 상 조

1983년 2월 서울대학교 제어계측공
학과(학사)
1985년 2월 서울대학교 대학원 제
어계측공학과(공학석사)
1990년 3월 일본 오사카대학 통신
공학(공학박사)
1984년~1991 삼성전자 종합연구
소 선임연구원
1995년~1996년 오사카대학 연구생
1992년~2000년 한국전자통신연구원
신입연구원
2003년~2006년 한국전자통신연구원
초빙연구원
2000년~현재 서원대학교 컴퓨터정보
통신공학부 교수
<관심분야> 광무선 액세스 네트워크,
광 CDMA 방식, 센서네트워크

