

지그비기반의 실시간 이미지전송시스템의 설계 및 구현

박 병 섭*

Realtime Image Transmission System based-on the Zigbee Protocol

Byoung-Seob Park*

요 약

원격지에 있는 이동 모형을 제어하기 위해서는 이동 모형이 있는 곳의 환경 정보(또는 이미지)를 획득해야 한다. 그러나 센서 네트워크로 구성되지 않은 중앙 통제형 시스템에서는 이동 모형에 대한 원격 제어가 쉽지 않다. 이를 위해 본 논문에서는 지그비(Zigbee) 기술에 기반한 이미지전송시스템과 통신 프로토콜을 설계하고 구현한다. 지그비는 근거리에서 Bluetooth에 비해 적은 전력소모로 신호를 송수신하기에 편리하다는 기술 특성을 이용해 다양한 서비스를 가능하게 해준다. 본 논문에서는 구현된 지그비 기반 제어 시스템과 통신프로토콜은 서버 PC와 WiFi에 기반한 스마트 기기를 이용하여 이동 모형을 원격으로 제어하며, 제어 기능으로는 일반 제어기능과 반복재생 기능을 탑재하고 있다. 최종적으로 구현된 시스템을 실제 무선 홈 네트워크 환경에 적용하여 기능적 동작성과 성능을 분석 하였다.

Abstract

In order to control moving facilities on a remote place effectively, it are required to acquire a environment informations such as images where the moving facilities are placed. However, since there is no tools to acquire such informations to the central control system based on the non-networked sensor environments, it is difficult to control the moving facilities remotely. Therefore, we design and implement the Zigbee based image transmission system and communication protocol to control the moving target remotely. The wireless control utilizing the Zigbee protocol is that electrically consumption is more small than the Bluetooth and reliability of data transmission is better. The implemented Zigbee based control systems and communication protocol have the normal and replay function for a realtime control of the moving target under the server PC and the mobile PDA with the WiFi protocol. The functional operability and performance are analyzed by a designed prototype under the wireless home network environment.

▶ Keyword : 지그비(Zigbee), 원격제어(Remote control), 이미지전송(Image transmission), 모터제어(Motor control)

• 제1저자 : 박병섭

• 투고일 : 2009. 10. 09, 심사일 : 2009. 12. 09, 게재확정일 : 2010. 02. 22.

* 인하공업전문대학 컴퓨터시스템과

※ 본 논문은 2008년 인하공업전문대학 연구비 지원에 의해 수행되었음.

1. 서론

지그비 프로토콜[1]은 최근 홈 네트워크 및 유비쿼터스에 대한 일반인들이 관심이 크게 증가하면서, 100m 내외의 단거리에서 사용하는 개인 무선 네트워크 솔루션인 무선 PAN(Wireless Personal Area Network)[1,2] 기술로 주목을 받고 있다. 무선 PAN 기술이 이더넷, PLC(Power Line Communication), HomePNA 등과 같은 기존 유선 홈 네트워크 기술들 보다 주목을 받고 있는 이유는 배선 작업이 필요 없는 사용의 편리함 때문이다. 또한 각 가정의 가옥은 기업의 사무실과 달리 본래 네트워크를 고려하여 설계 되지 않았기 때문에, 가정의 여러 기기들을 유선 케이블로 일일이 연결하는 것은 매우 번거롭고 불편한 일이 아닐 수 없다. 따라서 가급적이면 케이블을 이용하지 않고 무선으로 각 가정의 기기들을 연결할 수 있는 저렴한 단거리 무선 네트워크 기술에 대한 수요가 점차 커지고 있다.

지그비 기술은 여기에 그치지 않고 '모드제어' 서비스에도 응용된다. 지그비 기술을 이용해 에어컨을 가동시키고 바람의 세기·방향을 조절하거나, 냉장고에 들어 있는 식품의 수량과 개수를 확인하는 등 지그비 기술은 홈 네트워크 서비스 전반에 폭넓게 활용되고 있다. 이처럼 지그비는 근거리에서 신호를 송수신하기에 편리하다는 기술 특성을 이용해 다양한 서비스를 가능하게 해준다[3,4]. 예를 들어 가정 내 CCTV로 집안을 모니터링 해 휴대폰으로 연결해주는 서비스의 경우 CCTV 모니터와 게이트웨이를 유선으로 연결하지 않고도 정보를 보낼 수 있는 것이다. 물론, 선 없이 정보를 보내는 방법으로는 무선랜(WiFi)이나 블루투스 기술이 있지만, 이들 기술과 비교해 지그비는 아주 낮은 전력만을 필요로 한다는 것이 최대 강점으로 꼽힌다[3,4]. 지그비의 경우 무선랜이나 블루투스처럼 가전제품이나 창문을 제어하는 센서 장치에 전원을 연결할 필요가 없다는 것이 가장 큰 매력이며, AA 알카라인 건전지 하나로 1년 이상을 쓸 수 있을 정도로 전력 효율이 높다.

이 분야의 관련 연구로는 지그비를 이용한 양방향 통합 리모컨 설계 연구[5]와 지그비를 이용한 의료정보 무선 전송 시스템 설계에 대한 연구[6], 센서기반의 조명 시설물 관리 시스템의 설계 및 구현[7], 그리고 홈 네트워크내의 센서 모니터링 및 제어를 위한 유니버설 무선 플랫폼 개발 연구[8], 무선영상 전송을 위한 Bluetooth embedded system 구현[9], 네트워크 영상 감시 시스템 설계 및 구현에 관한 연구[10] 등을 들 수 있다. 이러한 연구들이 특정 시스템에 국한하여 무선 제어 데이터의 송수신 시스템을 구현한 것이다. 지그비로 구현된 대부분의 연구들은 특성상 센서 제어용으로 도입되고 있으며,

음성 및 이미지전송 관련 연구들은 좀 더 대역폭이 큰 Bluetooth 기술을 사용하여 구현하는 것이 일반적이다.

본 연구에서는 이러한 IEEE 802.15.4 표준 기반의 지그비 프로토콜을 이용하여 원격으로 이동 모형의 실시간 제어가 가능한 무선 이미지 전송시스템을 설계하고 구현한다. 이러한 시스템 기술개발은 "홈 시큐리티" 분야에서 필요로 하는 핵심 요소기술을 확보할 수 있는 연구이며, 향후 이동형 로봇 등에 탑재될 경우 무선으로 100m 이내거리에서 원격으로 이미지를 전송 받을 수 있어 가정이나 사무실에서 외부인의 침입 탐지나 특정 현장 사진 등을 원격으로 전송 받아 원격지에서 확인할 수 있는 기능으로 확장 가능하다. 또한 제어측면에서는 무선 인터넷 기반의 스마트 PDA를 이용하여 원격으로 이동 모형의 4-방향 제어를 가능케 하며, 레코딩 기능[11]을 이용하여 동일한 제어 동작을 반복 수행하는 것도 가능하도록 설계, 제작되었다.

본 논문은 2장에서 무선 송수신 제어기 기능을 다루고, 제 2장에서는 지그비기반 이미지전송시스템에 대한 구현부분을 설명한다. 3장에서는 데이터 송수신을 위한 지그비 프로토콜 및 패킷 포맷을 설계하며, 4장에서는 구현된 프로토콜을 실제 환경에서 동작 실험 및 성능에 대해 설명하고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 지그비-기반 이미지전송시스템 설계

2.1 시스템개요

구현된 지그비 기반 이동 모형 제어용 무선 송수신 시스템은 2.4Ghz RF 방식을 채용한 송신과 수신 파트로 구분되며, 전체적인 제어는 제어서버 PC 또는 WLAN(WiFi)으로 연결된 PDA 같은 모바일 스마트 기기를 이용하여 제어 가능하도록 구현하였다. [그림 1]은 구현한 무선 이미지전송 제어 시스템 구성도이다.



그림 1. 무선이미지전송 시스템 구성도
Fig. 1. Wireless image transmission system organization

2.2 전체 시스템의 데이터 흐름

모형 제어를 위해 구현된 무선 이동 모형에는 레이디오패스 사[12]의 2.4Ghz 대역의 MANGO 지그비 칩을 탑재한 LM2400 모듈을 코디네이터와 엔드 디바이스로 사용하였고, 수신부에는 이동체의 모터 제어를 위해 ATmega128 MPU를 사용하여 4-방향으로 움직이도록 구현 하였다. 다음 [그림 2] 전체적인 모듈간 데이터 송수신 흐름도를 보여준다.

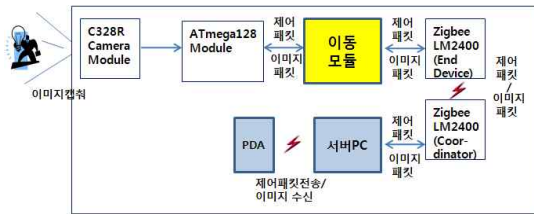


그림 2. 구성모듈간 데이터 전송흐름도
Fig. 2. Data flow diagram between the components

전체적인 시스템 동작 흐름은 크기 2가지이다. 하나는 이동 모형의 방행 제어와 이동을 위한 모터 제어용 명령 전달 경로이며, 또 다른 동작은 이동 모형에서 촬영된 이미지를 수신받기 위한 이미지 수신용 데이터 흐름 동작이다. [그림 2]의 데이터 흐름도를 보면 제어 패킷과 이미지패킷으로 명령과 데이터가 전송됨을 볼 수 있다.

2.3 모터 제어를 위한 서버응용-코디네이터 설계

서버 PC에서 이동 모형의 모터를 제어하기위한 먼저 시리얼 포트를 오픈한 후에 키보드 값이 입력되면 대응하는 이벤트를 호출하여 코디네이터로 키 값을 전송한다. 작성된 MFC 응용은 이벤트 기반 프로그램으로써 이벤트 발생시 그에 해당하는 이벤트 함수가 호출된다. 키보드 또한 이벤트로써 키보드 입력시(또는 프로그램에 위치한 4-방향 조이스틱 버튼 클릭시)에 [그림 3]) 아래 [표1]에 따라 그에 대응하는 함수가 호출된다.

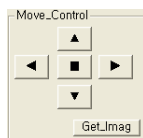


그림 3. 이동 모형을 위한 4-방향 조이스틱 버튼
Fig. 3. 4-directions joystick buttons for the moving facility

버튼 이벤트에 따른 각각의 함수가 호출이 되면 함수 내부에서 WriteCommBlock() API를 통해 오픈된 포트에 키값 사상 테이블인 [표 1]에 따른 값을 코디네이터 측으로 전송(write)한다.

표 1. 키값(key/Value) 사상 테이블
Table 1. key/Value mapping table

Button Mapping Table <버튼에 따른 Key/Value>		
Button	Key/Value	호출함수
▲	0xA1	OnGo()
◀	0xA2	OnLeft()
▶	0xA3	OnRight()
▼	0xA4	OnBack()
■	0xA5	OnStop()
GetImage 버튼 (control key 동일)	0xF0	OnBUTTONGetimg()

2.4 이미지 수신을 위한 서버응용-코디네이터 제어

서버 PC에서 이동 모형의 카메라를 제어하여 이미지를 획득하기 위한 흐름도는 [그림 4]와 같다.

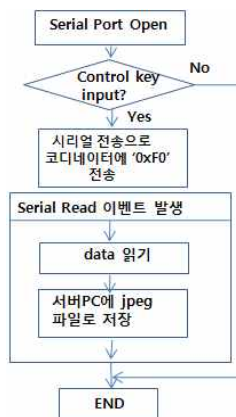


그림 4. 카메라 이미지 획득을 위한 데이터 흐름도
Fig. 4. Data flow for image acquisition in a camera

먼저 시리얼 포트를 오픈하는 동작은 모터 제어 순서와 같다. 키보드 입력으로 제어키(control key) 혹은 프로그램에 위치한 4-방향 조이스틱에 위치한 'GetImage' 버튼이 눌려졌다면, 서버 PC에서 시리얼 포트로 "0xF0"를 전송한다. 한편, 서버 PC와 연결된 코디네이터에서 UART0 포트를 통해 이미지 요청 명령인 "0xF0"을 수신할 경우 일련의 과정을 통해 카

메라 모듈로부터 JPEG 이미지 정보를 획득하여 서버 PC측으로 시리얼 통신을 통해 획득 이미지를 전송한다. PC측은 시리얼 포트를 통해 데이터가 수신되는 것을 감지하여 수신되는 데이터를 JPEG 형식으로 파일에 기록함으로써 이미지 파일을 생성한다.

2.5 이미지전송을 위한 코디네이터- 엔드디바이스 제어

코디네이터에서 이동 모형의 카메라를 제어하기위한 흐름도는 [그림 5]와 같다. 전체적인 흐름도 내용은 모터제어의 코디네이터-엔드 디바이스 절차와 동일하며, 차이점은 UART0을 통해 수신된 데이터를 분석한 후, 명령-값 사상 테이블(command-value mapping table)에 따라 이미지 캡취를 요구하는 명령일 경우, 엔드 디바이스 측으로 RF를 통해 전송한다.

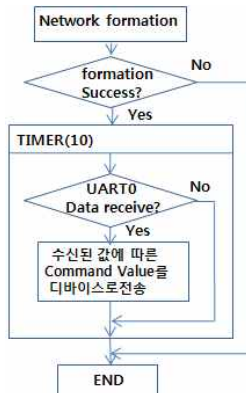


그림 5. 코디네이터의 카메라 제어 흐름도
Fig. 5. Control flow of the Coordinator for camera control

엔드 디바이스 에서 카메라를 제어하기위한 흐름도는 [그림 6]과 같다. 전체적인 흐름도 내용은 모터제어의 코디네이터-엔드디바이스 동작 흐름도의 엔드 디바이스 동작과 동일하다. 단지 차이점은 수신된 데이터의 타입이 데이터 타입 사상표(data type mapping table)의 'Get_Image_Command' 값이 수신되었을 경우, AVR 모듈 측으로 "0xFF" 를 UART0 포트로 전송한 후, UART0을 통해 수신되는 이미지 데이터를 수신하고 이를 RF를 통해 코디네이터측으로 재전송 한다는 점이다.

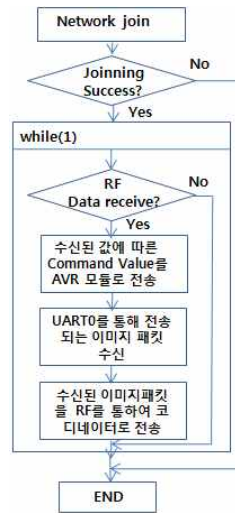


그림 6. 엔드 디바이스의 카메라 제어 흐름도
Fig. 6. Control flow of the End device for camera control

2.6 PDA와 제어 서버간 통신

서버 PC 응용에서 무선인터넷으로 연결된 PDA와 소켓통신을 수행하기 흐름도는 [그림 7]과 같다. PDA에서 서버를 오픈한 후, 소켓 통신을 통하여 이동 모형 제어 명령일 경우와 이미지 획득 명령일 경우를 구분하여 서버 PC를 통해 이동 모형을 원격으로 제어토록 한다.

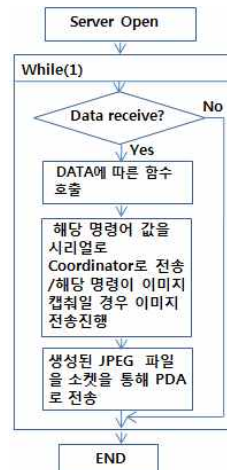


그림 7. 서버응용과 PDA간 통신 흐름도
Fig. 7. Communication flow between the server application and the PDA

III. 지그비 전송프로토콜 및 패킷 형식

3.1 지그비 패킷 형식

이 절에서는 지그비 프로토콜을 동작하기위한 패킷을 설계하고 정의한다. [그림 8]은 지그비 스택 레이어별 패킷 프레임 형식으로 각 레이어별 캡슐레이션 형태를 보여준다. 지그비 스택은 응용계층까지 포함하여 5계층으로 구성되어 있으므로 각 계층에 대한 패킷을 구성해야 한다. 먼저, APS (Application Service Layer) 계층의 프레임 제어 바이트의 0~1비트가 '00' 값을 가지면 APS 페이로드에 데이터를 저장 할 수 있다. 명령 키의 페이로드 값은 APS 페이로드에 저장 된다. 이동 모형 제어 위한 프로토콜의 기본 틀은 지그비의 무선통신 방식을 따르고[8-9], 페이로드(PAYLOAD)에서 데이터(DATA)부분을 사용한다.

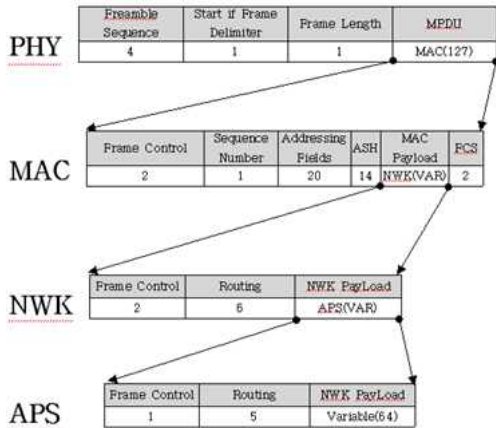


그림 8. 지그비 패킷 형식
Fig. 8. Zigbee packet format

3.2 이동 모형의 제어 동작 모드

먼저 레코딩(recording) 기능은 제어 버튼 화면에서 레코딩에 해당하는 'REC' 버튼을 누르면 레코딩 기능이 시작된다. 기능이 시작된 후에는 일반(normal) 상태와 같은 패킷이 이동 모형으로 전송되면서 동작에 대한 정보를 메모리에 저장한다. 최대 저장 공간을 넘으면 기록기능은 종료된다. 반복재생(REPLAY) 모드는 제어 버튼 화면에서 'REPLAY' 버튼을 누르면 반복재생기능이 시작된다. 현재 제어부에 저장되어 있는 명령 데이터를 순차적으로 이동 모형에 전송하며 데이터를 모두 전송하거나 제어 화면에서 다시 'REPLAY' 버튼을 누르면 반복재생 기능은 종료한다.

면 반복재생 기능은 종료한다.

3.3 이미지 처리 명령

본 연구에서 사용한 이동 모형 카메라의 이미지 수신 처리를 위한 주요 명령을 기술하면 다음 [표 2]와 같다.

표 2. 이미지처리 명령어
Table 2. Image processing commands

명령어	코드	설명
Initial Jpeg preview VGA	AA 01 00 07 yy 07 <yy : Don't Care>	Jpeg 이미지를 얻기위하여 카메라 모듈을 초기화 시키는 명령
Set Package Size	AA 06 08 40 00 00	카메라 모듈로부터 한번의 수신과정에서 수신할 패키지의 크기를 결정(64 바이트)
Snapshot Compressed picture	AA 05 00 00 00 00	이미지를 Jpeg방식으로 압축하는 명령
GetPicture snapshot picture	AA 04 01 00 00 00	이 명령을 카메라모듈로 전송하면 카메라모듈측은 이미지를 캡처한 후 명령에 대한 ACK 와 촬영한 jpeg이미지의 크기정보 데이터를 보냄

IV. 동작 제어 구현 및 성능분석

4.1 구현한 이미지전송 시스템

구현된 이동 모형 시스템은 [그림 9]에서처럼 지그비 수신부, 카메라 모듈, 모터 제어를 위한 ATmega128 모듈로 구성된다. 서버 PC의 코디네이터를 통해 명령을 전송받아 지그비 기반 프로토콜을 이용하여 캡춰된 이미지를 제어 서버로 전송한다.



그림 9. 구현 시스템의 모형사진
Fig. 9. Picture of the implemented system

[그림 10]은 전체 시스템 동작을 위한 트랜잭션을 보여준다. 먼저 모터제어 명령인지 이미지 요청인지를 분석하여, 모터 제어 명령일 경우는 모터를 제어하는 명령을 전송하고, 이

미지 캡처 명령일 경우는 카메라를 제어하여 이미지를 캡처한 후 이를 제어 서버로 전송한다.

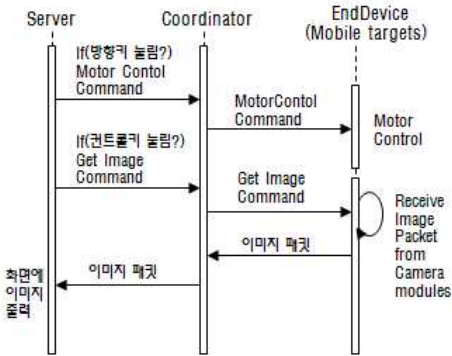


그림 10. 시스템 동작 트랜잭션
Fig. 10. System behavior transactions

[그림 11]은 엔드 디바이스에서 코디네이터로부터 수신된 데이터를 CatTerm을 통해 확인한 결과이다. 그림에서 1은 수신된 명령어 값, 2는 전파수신감도(RSSI : Received Signal Strength Indication), 3은 수신된 명령 타입을 나타낸다.

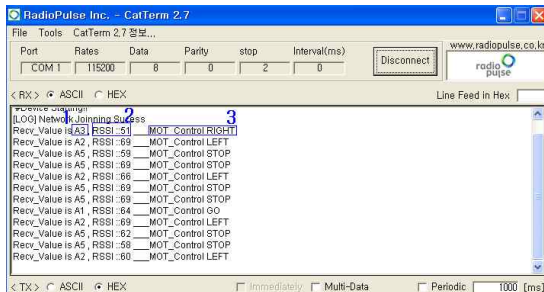


그림 11. 엔드 디바이스로부터 수신된 데이터
Fig. 11. Received data from the End device

[그림 12]는 AVR(ATmega128) 측으로부터 수신된 'Image Data'를 엔드 디바이스측에서 CatTerm을 통해 출력한 결과이다. 데이터의 시작바이트가 JPEG 파일의 시작 표시코드인 "FF D8"을 확인 할 수 있다. 또한 데이터 마지막 부분은 JPEG 파일의 종료 표시코드인 "FF D9"를 확인해보면 정상적으로 이미지가 수신된 것을 알 수 있다.

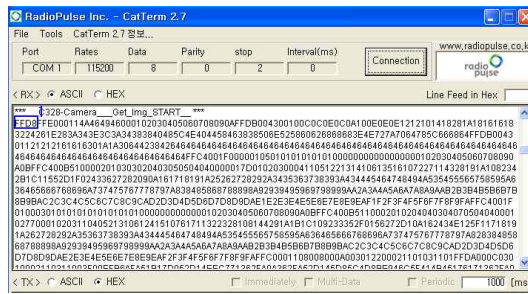


그림 12 AVR로부터 수신된 이미지 데이터 시작부
Fig. 12. Start part of received image data from the AVR

AVR(ATmega128)와 카메라 모듈(C328R)간에 세션이 성립되면, 이후 [그림 13]의 절차에 따라 카메라 모듈로부터 이미지 패킷을 수신 받는다. "ACK PackageID 0000..... ACK PackageID F0 F0" 부분은 실제로 이미지 패킷을 수신하게 되는 부분이다. 총 수신 패킷 수만큼 반복문을 수행하며, ACK를 카메라 모듈로 보내고 그에 대한 이미지 패킷을 수신하는 과정을 반복하며 들어온 패킷을 UART1 포트를 통하여 64 바이트 단위로 엔드 디바이스측으로 전송한다. ACK 명령은 "AA 0E 00 00 00"으로 시작되어 "AA 0E 00 00 01 00, AA 0E 00 00 02 00"으로 진행되며, 최종 이미지 패킷까지 수신하였을 경우, "AA 0E 00 00 F0 F0"를 카메라 모듈 측으로 전송함으로써 이미지 수신이 끝났다는 것을 알려준다.

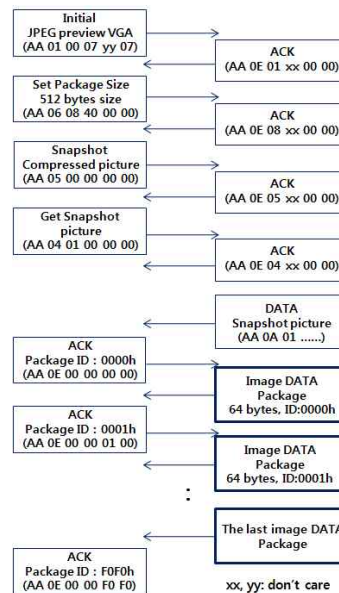


그림 13. AVR과 카메라 모듈간 세션설정 후 데이터 흐름
Fig. 13. Data flow after a session connection between the AVR and camera module

4.2 서버 PC 및 PDA 제어화면

이동 모형 제어를 위한 서버 PC 제어화면 구성은 [그림 14] 처럼 상단 좌측의 이미지 표시부, 상단 우측의 시리얼 설정부, 4방향 제어 버튼처리부, 레코딩 및 플레이 기능처리부 등으로 구분된다. 이에 대응하는 PDA 제어 화면은 [그림 15]에서 볼 수 있다.



그림 14. 이미지전송시스템에서 서버 PC의 제어화면
Fig. 14. Control screen of the server PC in the image transmission system

전체적인 PDA 제어 화면구성 [그림 15]와 같다. 제어 화면 구성은 서버 연결부, 이동 모형의 방향 제어를 위한 4방향 버튼, 타겟 환경으로부터 캡춰된 이미지를 요청하는 'GetImage' 버튼처리부, 이미지 표시부 등으로 구성된다. PDA 단말로는 WiFi가 탑재된 국내 B사의 BM500 PDA를 사용하였으며, PDA에서의 제어는 먼저 단말을 서버에 연결한 후에, 이미지 전송 기능을 실험 분석 하였다. 전체적인 제어 및 작동 방법은 서버 구성과 동일하다.



그림 15. 이미지전송시스템에서 PDA 화면
Fig. 15. PDA screen shot in image transmission system

4.3 성능분석

성능 분석을 위해 지그비 엔드 디바이스와 카메라 모듈이

탑재된 이동 모형을 서버에서 제어하여 거리를 1-70m까지 이동하면서 각 거리에 대해 수신되는 캡춰 이미지의 전송시간을 측정하였다. 이미지 전송시간 측정은 두 경우에 대해 실험을 실시하였는데, 먼저 이동 모형에서 서버 PC까지 전송시간을 측정하였으며, 그림 [16-17]에서처럼 이동 모형에서 부터 서버와 WiFi로 연결된 PDA까지 전송하는데 소요되는 시간을 측정하였다.

사용된 이미지 크기는 160×128, 640×480 크기를 적용하였다. 전송시간은 각 이미지에대해 기본적으로 실생활에서 적용 가능한 지연시간인 최대 3초 내외의 전송시간을 보여주었다. 이동 모형과 PDA간은 무선 LAN을 통한 전송시간이 더 고려되어 아래와 같은 성능 결과가 도출되었다.

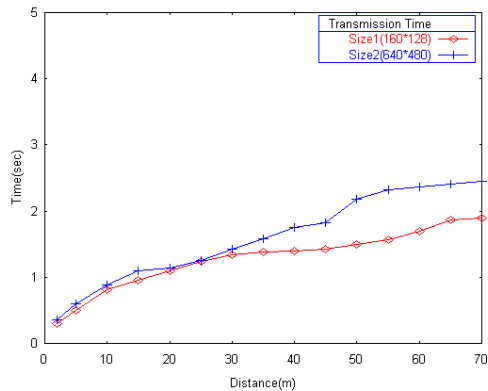


그림 16. 거리에 따른 이미지 전송시간(이동모형-서버PC)
Fig. 16. Distance vs. Image transmission time(the moving facility-server PC)

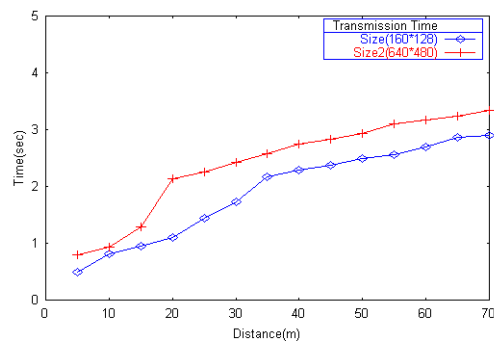


그림 17. 거리에 따른 이미지 전송시간(이동모형-PDA)
Fig. 17. Distance vs. Image transmission time(the moving facility-PDA)

V. 결 론

본 논문에서는 이동 모형 제어를 위해 IEEE 802.15.4 지그비 통신 기반의 무선 송수신 제어기와 동작 제어 프로토콜을 구현하고 이를 적용하여 원격으로 카메라를 장착한 이동 모형의 동작성과 성능을 분석 하였다. 전체적인 구현시스템은 구성은 카메라와 동작제어를 위한 ATmega128, 그리고 지그비 엔드바이스가 탑재된 이동 모형, 지그비 데이터를 송수신하는 코디네이터가 연결된 제어 서버, 그리고 무선으로 제어가 능도록 서버와 통신하는 스마트 PDA 단말로 구성하였다. 본 논문에서 원격으로 제어되는 이동 모형을 움직이기 위해 지그비 기술을 적용한 것은 전력문제와 전파에 노출된 이동 모형의 제어 환경이 매우 열악함에 기인한다. 지그비는 주위에서 방사되는 전자파 등에 보통의 RF 방식보다 영향을 덜 받고, 약 75m 까지의 거리까지의 비교적 긴 거리에서 적절한 제어 메시지 전송이 가능하다. 또한 장시간 데이터를 전송하려면 이동체 자체의 소비전력이 적어야 한다. 이러한 요구사항을 충족시키며 구현된 지그비 기반의 무선 이미지 전송 제어 시스템은 이동체 의 동작 제어를 위한 4-방향 제어 프로토콜을 적용하여 지정된 동작을 서버와 PDA환경에서 제어 할 수 있게 구성하였다. 또한 필요한 움직임 동작을 프로그래밍 한 후 연속 반복 동작 시킬 수 있다. 구현된 시스템은 실제 이동환경에 적용하여 이미지 전송과 제어 명령 전송을 실험하고, 전송 속도에 대한 성능을 확인하였다.

참고문헌

- [1] Zigbee Alliance, <http://www.zigbee.org>
- [2] 최동훈, 배성수, 최규태, “*지그비 기술과 활용*,” 도서출판 세화, 2007년 2월.
- [3] 서창수 외, “*HBE-Ubi-Mango*,” 한백전자기술연구소, 2006년 3월.
- [4] 박병섭, 최효현, “*Zigbee 기반 유비쿼터스통신기술*,” 도서출판 아진, 2009년 3월.
- [5] 신영술, 이우진, “Zigbee를 이용한 양방향 통합 리모컨 설계,” 2006년도 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집, 제 33권, 제 2호, 385-389쪽, 2006년 10월.
- [6] 김국전, 김영길, “Zigbee를 이용한 의료정보 무선 전송시스템 설계 및 구현,” 한국해양정보통신학회 논문지 제 9권, 제 3호, 487-492쪽. 2005년 9월.

- [7] 김동현, 조대수, 차경환, “센서기반의 조명 시설물 관리 시스템의 설계 및 구현,” 한국해양정보통신학회 논문지 제11권 제7호, 1325-1331쪽. 2007년 11월.
- [8] 성윤중, “*홈네트워크내의 센서 모니터링 및 제어를 위한 유비쿼터스 무선 플랫폼 개발*,” 중앙대석사논문, 2006년.
- [9] 김대진, “*무선영상 전송을 위한 Bluetooth embedded system 구현*,” 전남대 석사논문, 2002년 2월.
- [10] 엄윤선, “*네트워크 영상 감시 시스템 설계 및 구현에 관한 연구*,” 숭실대 석사논문, 2004년 2월
- [11] 박병섭, 신정호, “애니메트로닉스 모형 제어를 위한 반복 재생형 무선송수신제어기,” 한국콘텐츠학회논문지, 제 8권 10호, 45-53쪽, 2008년 8월.
- [12] (주)레이디오픈스, <http://www.radioplus.co.kr>

저 자 소 개



박 병 섭

1989 : 충북대학교 컴퓨터공학과 학사
 1992 : 서강대학교 전자계산학과 석사
 1997 : 서강대학교 전자계산학과 박사
 1997~2000 : 국방과학연구소 선임연구원
 2000~2002 : 우석대학교 컴퓨터교육과 교수
 2002~현재 : 인하공업전문대학 컴퓨터시스템과 교수
 관심분야 : RFID/USN, Zigbee/Bluetooth, Mobile-IPv6