

스마트폰 기반 부가 위치 데이터 전송 및 Mobile 리모컨 App. 개발에 관한 연구

이정훈* 정회원

Additional location data transmission and Remote-controller App. Development using Smart Phone

JungHoon Lee* Regular Members

요 약

본 논문에서는 스마트폰을 이용한 모바일 소프트웨어 응용 기술 개발에 관한 연구를 수행하였다. 우선, 스마트폰에 장착된 LED 플래쉬 백라이트를 이용하여 스마트폰의 통신과는 별도로 부가적인 위치 데이터를 전송할 수 있는 기법을 제시하였고, 이와 더불어 스마트폰 사용자의 위치와 연계되는 가시광 기반 빔포밍 통신을 위한 원격제어 기능을 수행하는 스마트폰 리모컨 앱(어플리케이션)을 개발하였다. 스마트폰의 LED 플래쉬 백라이트를 이용한 데이터 전송기법은 송신기로서 기존의 스마트폰의 플래쉬 백라이트를 기반으로 OOK 데이터 전송방식을 적용하였으며 수신부는 포토다이오드 기반의 검출기를 적용하였다. 또한 리모컨 앱의 경우에는 WiFi와 연동하여 언제 어디서나 IP기반으로 스마트폰 사용자의 위치에 부합되는 가시광 빔포밍 통신을 위한 원격 제어 기능으로 구현하였다. 본 논문에서 제안한 스마트폰과 모바일 소프트웨어 기반의 응용기술은 유비쿼터스 위치인식 응용사례로서 널리 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Key Words : SmartPhone, OOK, LED, location data, Mobile Software

ABSTRACT

In this paper, we proceeded a study about the mobile software applications using smartphone technology. Firstly, we proposed a communication which a position data transmission technique using LED flashlight with built-in smartphone and we develop the application to perform a remote controller for beam-forming communication based on visible light associated with the position of Smartphone user. OOK modulation was applied for transmitting location data via LED backlight flash of smartphone and PD is used for detecting receiving light. In case of remote controller application which was controlled by WiFi IP-networking and it controls LED direction for beam-forming communication. These suggestion can be a good example for ubiquitous position recognition system using smart phone and software.

I. 서 론

최근 유비쿼터스 환경과 스마트 디바이스의 보급으로 인하여 통신 사용자의 위치를 기반으로 하는 서비스가 활성화되고 있으나[1-3], 사용자의 위치 정보를 제한된 지역(Local area)에서 M2M(Mobile to Mobile)으로 전달할 수 있는 방법에 대한 연구가 비교적 많이 이루어지지 않았다. 이에 본 논문에서는 기존의 RF 통신을 이용하지 않고, 그림 1과 같이 스마트폰의 백라이트 플래시를 이용한 가시광 통신을 통하

여 위치를 전송하는 방식을 제안하고 안드로이드 기반의 LED 제어 어플리케이션을 통하여 위치를 전송하고자 한다. LED를 이용한 데이터의 전송은 on/off를 통한 NRZ-OOK를 이용할 것이며, PD에서 가시광을 수신하여 데이터를 전기적인 신호로 변경하여 데이터를 복호하고자 한다.

또한 스마트폰을 이용하여 LED 통신을 수행할 때, 빛은 직진성이 강하기 때문에 사용자의 위치 이동에 따라서 음영 지역이 발생하기도 한다. 이 경우 통신 성능의 신뢰성이 낮아지는 심각한 상황을 초래하기 때문에, 본 논문에서는 이를

※ 본 연구의 일부는 방송통신위원회/한국방송통신전파진흥원 '방송통신기술개발사업'(No.11911-01111)의 자문 지원을 받아 수행 되었습니다.

*서울과학기술대학교 IT정책대학원

접수일자 : 2013년 4월 10일, 수정완료일자 : 2013년 6월 12일, 최종 게재확정일자 : 2013년 6월 17일

극복하기 위한 LED 통신 빔포밍 제어 리모컨 앱을 통해서 LED를 원격 제어하고자 한다.

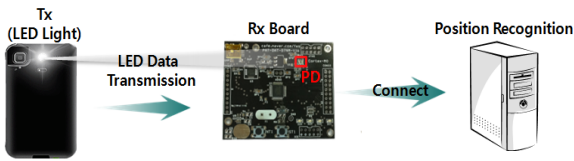


그림 1. 스마트폰 백라이트를 이용한 위치정보 전송 개념

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 서론에 이어 2장에서는 스마트폰의 플래시 백라이트를 이용한 위치 전송 기법에 대해서 연구하고, 3장에서는 스마트폰 기반 리모컨 App 구현에 대해서 연구하며, 4장에서는 실험을 통해서 위치데이터 전송과 빔포밍 제어 리모컨 앱의 유용성을 보이고, 5장에서 결론으로 마무리 지으려 한다.

II. 스마트폰의 플래시 백라이트를 이용한 위치 전송 기법

1. LED 제어 안드로이드 App.

LED제어용 어플리케이션은 안드로이드 기반 apk로 제작 되었으며, Mainactivity, TorchService, PreferencesActivity, DecodeHandler로 구성되어 있고, 그 구조는 그림 2와 같이 위치정보를 수신하는 부분과 플래시 백라이트를 통해 가시 광 통신을 할 수 있도록 변조를 하는 부분으로 구성되어 있다. 그리고 모든 요소기능 모듈이 반대로 구성되어 있는 수신부는 그림 2의 우측과 같이 구성된다.

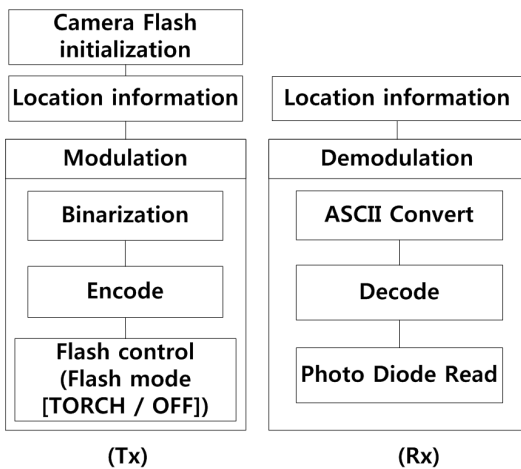


그림 2. 플래시 백라이트 제어 흐름도

플래시 백라이트 제어 흐름도는 Tx부분과 Rx부분으로 나눌 수 있다. Tx 부분에서는 먼저 플래시를 초기화하며 위치정보를 받아들여 변조부에서 이진화 과정을 거쳐 플래시

제어 데이터를 보내기 위해 인코딩을 수행한다. Rx 부분에서는 복조부의 포토다이오드를 통해 플래시 제어 데이터를 읽어들인 후 아스키코드로의 변환을 위해 디코딩을 거쳐 위치 정보 데이터를 제공한다.

그림 2의 플로우 차트 중에 핵심 기능에 해당하는 변조부분의 일부 Java 코드는 그림 3과 같으며, 카메라 플래시의 제어를 setCamera 메소드를 통하여 직접 수행하고 있다.

```
public void run() { // 쓰레드의 동작
    for(int i=0; i<timingArray.size(); i++){
        for(int j=0; j<timingArray.get(i).length; j++){
            if(!isReleased){
                // Log
                Log.d("LED-ID", "Current LED-ID transmit protocol signal : "
                    + timingArray.get(i)[j]);
                if (j == 18) { // trailer control
                    try {
                        Thread.sleep(160);
                    } catch (Exception e) {
                        // TODO: handle exception
                    }
                    this.mOn = true; continue;
                }
                if (this.mOn) { // LED를 켜야 한다면
                    Camera.Parameters params = mCamera.getParameters(); // 카메라 파라미터 받아옴
                    params.setFlashMode(Camera.Parameters.FLASH_MODE_TORCH); // 카메라 플래시 모드를 쏘동으로
                    mCamera.setParameters(params); // 파라미터 설정해줌
                    this.mOn = false; // next is off

                    // maintain led status
                    try {
                        if(j==0)
                            Thread.sleep(160);
                        else
                            Thread.sleep(timingArray.get(i)[j]*50);
                    } catch (InterruptedException e) {
                        // TODO Auto-generated catch block
                        e.printStackTrace();
                    }
                } else { // LED가 꺼져있으면
                    Camera.Parameters params = mCamera.getParameters(); // 카메라 파라미터 받아옴
                    params.setFlashMode(Camera.Parameters.FLASH_MODE_OFF); // 카메라 플래시 모드를 off로
                    mCamera.setParameters(params); // 파라미터 설정해줌
                }
            }
        }
    }
}
```

그림 3. 스마트폰 백라이트를 이용한 위치정보 전송 개념

2. NRZ OOK 성능 분석

LED 백라이트를 이용한 데이터 전송에 사용된 방식은 NRZ-OOK로서 그림 4와 같은 파형을 갖는다. NRZ는 none return to zero의 의미로서 데이터 구간 동안에 레벨이 변하지 않는 방식이며, 클럭(clock)이 인가됨에 따라서 신호가 출력되는 구조이다. 따라서 수신단에서는 신호의 에지(edge) 검출(detection)이 아닌 레벨(level) 검출 방식을 사용하여 신호의 유무를 판단해야 한다.

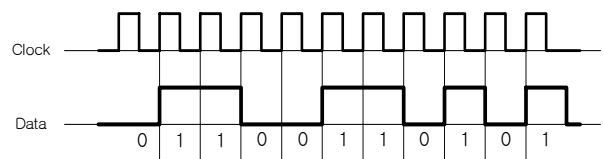


그림 4. NRZ-OOK 신호의 생성

전송된 신호의 크기를 A라하고 각각의 신호를 $s_i(t)$ 라 하면 $s_1(t)$ 와 $s_2(t)$ 는 식 1, 2 와 같다.

$$s_1(t) = A, \quad 0 \leq t \leq T \quad (1)$$

$$s_2(t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T \quad (2)$$

수신단에서의 신호 $r(t)$ 는 식 3과 같으며, 검파는 신호의 유무에 따라서 1 또는 0을 판단하게 되는데, 이에 사용되는

정합 필터의 출력은 식 4와 같고 $s_1(t)$, $s_2(t)$ 각각에 대한 검파 결과는 식 5-6과 같다[4].

$$r(t) = s_i(t) + n(t) \tag{3}$$

$$a_i(T) = E\left[\int_0^T r_i(\tau)s_i(\tau)d\tau\right] \tag{4}$$

$$a_1(T) = E\left[\int_0^T (A^2 + An(\tau))d\tau\right] = A^2T \tag{5}$$

$$a_2(T) = E\left[\int_0^T (0 + n(\tau))d\tau\right] = 0 \tag{6}$$

이때의 에리 확률 함수는 다음과 같다[4].

$$P_B(T) = Q\left(\sqrt{\frac{E_d}{2N_0}}\right) = Q\left(\sqrt{\frac{A^2T}{2N_0}}\right) = Q\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right) \tag{7}$$

NRZ OOK의 비트 오류율(BER) 성능을 모의 실험한 결과는 그림 5와 같다. 10^{-3} BER 성능을 내기 위해서는 10dB의 신호대 잡음비가 필요하였으며, 데이터 전송 신뢰성을 확보하기 위한 10^{-6} BER 성능을 내기 위해서는 신호대 잡음비가 13dB까지 필요했다.

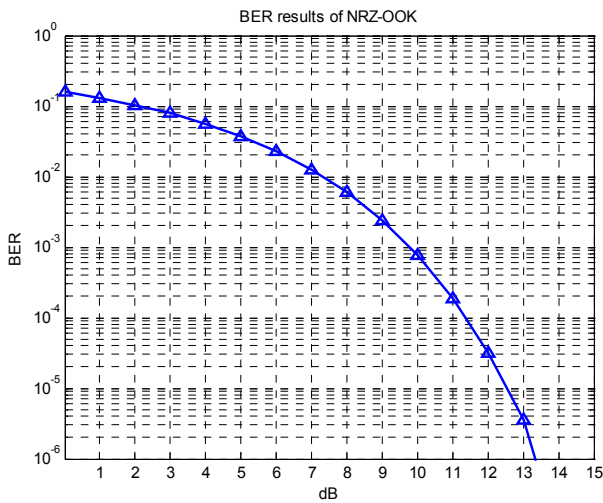


그림 5. NRZ-OOK BER 특성

III. 스마트폰 기반 리모컨 App 구현

가시광 통신의 끊임없는 지속성을 위하여 사용자 위치에 기반한 빔포밍 제어 기술이 필수적이며, 본 논문에서는 이를 위한 구조로서 그림 6과 같이 제안한다. 스마트 디바이스에서 TCP/IP를 통해서 웹서버에 접근하며, 웹서버에서 LED의 방향과 세기 조절을 UI상으로 수행한다. 웹서버는 해당 변경을 LED 제어 데이터로 변환하여 TCP/IP를 통하여 LED 제어 서

버로 보내며, LED 제어 서버는 RS232/485 케이블을 통하여 LED 구동 드라이버에 정보를 제공한다. 이에 따라 LED는 지향각과 세기를 변경하게 된다.

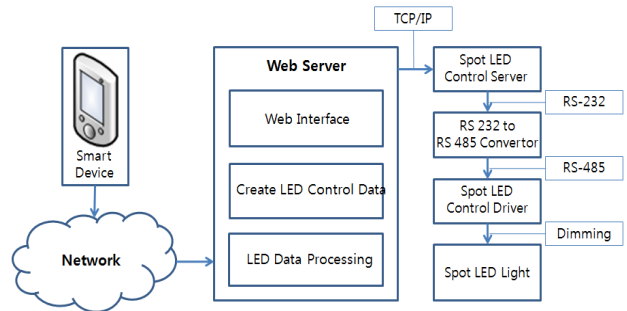


그림 6. 리모컨 앱을 통한 빔포밍 제어 시스템

리모컨 앱에서의 동작 알고리즘은 그림 7과 같다. 무한루프를 돌면서 TCP/IP 패킷이 수신되기를 기다리다가 어떤 데이터가 들어오게 되면 그 유효성을 판단하게 된다. 빔포밍을 위한 데이터가 들어오거나 LED 빛 세기 제어 패킷이 수신되면 LED 제어 PC에 새로운 TCP/IP 콘트롤 패킷을 보내고, 유효하지 않은 패킷이 수신되었을 경우 다시 무한 루프를 수행하면서 패킷을 기다리게 된다.

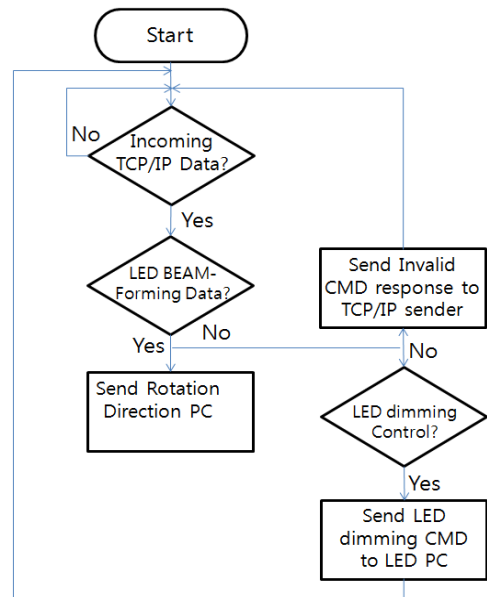


그림 7. 리모컨 앱을 통한 빔포밍 제어 시스템

위 작업을 위한 SW 개발 환경은 표1과 같으며, 웹 언어인 HTML 기술과 동적인 기능 처리가 가능하도록 Java 언어 기반 JSP 프로그래밍을 하였고 Apache Tomcat을 사용한 웹서버의 구축을 통해 일반 PC는 물론 스마트 단말에서도 제어 및 모니터링이 가능한 환경을 구축하였다.

표 1. SW 개발 환경

구분	내용
OS	Windows 7, Windows XP Professional
language	JAVA, JSP, JavaScript, HTML
Server	Apache Tomcat 7.0
JDK version	JDK 1.7.0
JRE version	JRE 7.0
tool	Eclipse Indigo Service 1

구현된 웹페이지 기반 앱은 그림 8과 같으며, LED의 각도를 변경하기 위한 angle 조절 부위가 있으며, 빛의 세기를 조절하기 위한 dimming component가 있다.

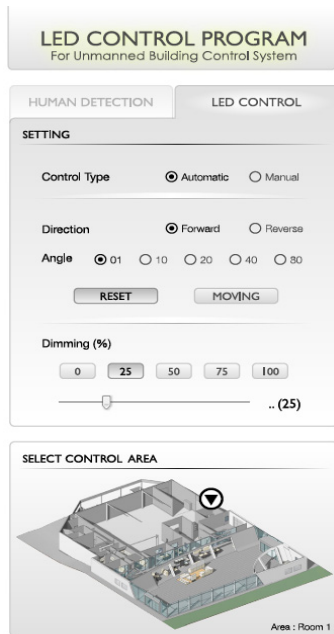


그림 8. 스마트폰 기반의 리모컨 App UI

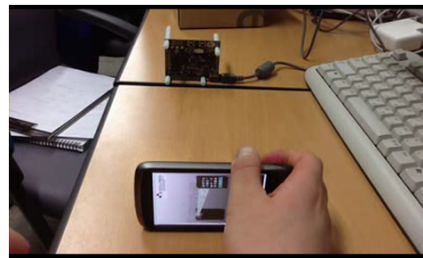
IV. 실험 및 고찰

1. 스마트폰 백라이트를 이용한 위치 전송 실험

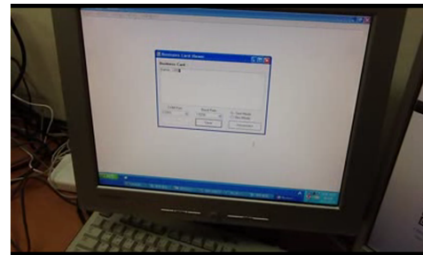
본 절에서는 앞에서 제안하고 구현한 안드로이드 App을 기반으로하여 스마트 폰 백라이트를 이용한 위치 전송 실험을 수행하였다. 실제 구현된 App의 UI는 그림 9와 같으며, 그림 10-(a)과 같은 환경에서 검증을 진행하였다. 그림 10-(b)에서는 위치 데이터가 오류없이 출력되는 모습을 나타내었으며, NRZ-OOK를 이용한 데이터의 전송이 성공적으로 진행됨을 의미한다. 다만, 그림 5에서 나타낸 바와 같이 10^{-6} BER 성능을 내기 위해서는 신호대 잡음비가 13dB 필요하므로, 주변 빛 잡음이 작아서 충분한 신호 이득을 얻을 수 있는 환경에서의 검증이 필요했다.



그림 9. 백라이트를 이용한 위치 전송 UI



(a) 스마트폰 플래시 송신부 및 PD

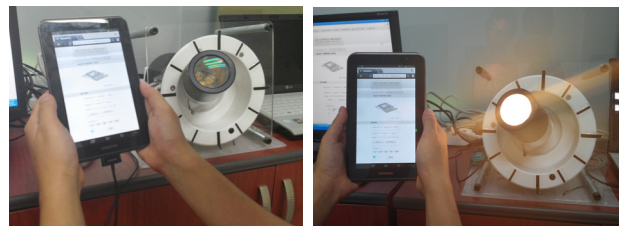


(b) 위치 결과 데이터 출력

그림 10. 백라이트를 이용한 위치 전송 실험

2. 스마트폰 App기반 LED조명 제어

앞서 설명한 개발 환경에서 개발된 App을 스마트 디바이스에서 실행하여 LED 조명을 제어하는 테스트를 그림 11에 나타내었다. (a)는 300도 만큼 LED가 회전한 후 dimming이 zero 처리된 것이며, (b)는 300도 만큼 LED가 회전한 후 dimming이 20% 처리된 것이다. 이와 같이 웹기반 앱을 이용하여 TCP/IP를 기반으로 하는 빔포밍 제어 시스템이 제대로 작동하여 LED 구동 드라이버가 LED의 방향과 빛의 세기를 제어함을 확인하였다.



(a)

(b)

그림 11. 스마트폰 App기반 LED조명 제어
(a) position:300degree, Dimming 0%,
(b) position:300degree, Dimming 20%

V. 결 론

본 논문에서는 스마트폰을 이용한 모바일 소프트웨어 응용 기술 개발에 관한 연구를 수행하였다. 스마트폰의 백라이트를 이용한 위치 전송 방법을 제안하고 안드로이드 어플리케이션을 통하여 제어하였으며, 가시광 통신을 끊임없이 이용하기 위한 빔포밍 방식을 제어하기 위한 웹기반 어플리케이션 프로그램을 구현하여 LED의 방향과 빛의 세기를 조절할 수 있음을 보였다. 본 논문은 스마트폰과 모바일 소프트웨어 기반의 응용기술은 유비쿼터스 위치인식 응용사례로서 널리 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

- [1] 김동기, 장은정, 박상준, 이석호 “위치기반서비스 기술 동향 및 이슈”, 한국방송통신전파진흥원, PM Issue Report 2013-제2권 이슈2, 2013.6.7.
- [2] 정구민, 최완식 “스마트폰 위치기반 서비스(LBS) 기술 동향”, 한국정보통신기술협회, TTA Journal No.130, 2010.7
- [3] 이성호 “스마트폰과 위치기반 서비스를 활용한 서비스산업 혁신전략”, 삼성경제연구소, SERI 경영 노트 제62호, 2010.7.1
- [4] BERNARD SKLAR, DIGITAL COMMUNICATIONS, Prentice Hall, pp.92-93

저자

이 정 훈(Jung Hoon Lee)

정회원



- 1999년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 학사
- 2001년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 석사
- 2012년 2월 : 서울과학기술대학교 IT 정책대학원 박사

<관심분야> : 디지털통신, 무선통신, LED통신