JKIICE Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering

한국정보통신학회논문지(J. Korea Inst. Inf. Commun. Eng.) Vol. 17, No. 12 : 2966~2975 Dec. 2013

u-Button을 활용한 스마트 조명 제어시스템

최형도[1] · 정인범[2*]

Smart Lighting Control System using u-Button

Hyeong-Do Choi[1] · In-Bum Jung[2*]

[1]Department of Computer Engineering, Kangwon University, ChunCheon 200-090, Korea
[2]Department of Computer Engineering, Kangwon University, ChunCheon 200-090, Korea

요 약

모든 것이 간소화되고 축약되는 시대가 도래하고 있다. 이것은 마크 웨버가 유비쿼터스 세상을 언급한 이래로 현재는 스마트폰을 통해 시대의 흐름을 살펴볼 수 있다. 이러한 시대의 흐름으로 미루어 볼 때, 미래에는 더 발전된 형태로 진화할 것이라고 예측할 수 있다. 그 진화방향은 여러 가지가 있지만, 그 중 하나는 모든 것을 버튼화 시키는 것이다. 이에 대한 연구로 MIT MEDIALAB의 MaKey는 그 가능성을 보여준다. 본 연구는 이러한 모든 것을 버튼화 시키는 연구의 응용으로 u-Button을 활용한 스마트 조명 제어 시스템을 제안한다. 실제 구현을 위해 MICAz와 각종 센서로 구성된 버튼역할의 u-Button모듈과 LED모듈・ZigBeX로 이루어진 Actuator Node를 제작하였다.

ABSTRACT

Everything has been simplified and abbreviated. The stream of times can be found through the smart phones since the ubiquitous world has be mentioned by Mark Webber. Judging by the flow of times, it's easy to predict that it will be more developed in the future. There are several ways of the development and one of them is to click a button in everything. For this study, the MaKey of MIT MELIALAB shows the possibility. As applying the study of clicking a button in everything, this paper proposes the Smart Lighting Control System using the u-Button. For the actual implementation, u-Button Module with MICAz and various sensors, Actuator Node composed of ZigBeX and LED Module are produced.

키워드 : 무선 센서 네트워크, 스마트 조명 제어시스템, 유비쿼터스-버튼, 유비쿼터스

Key word : WSN, Smart lighting control system, u-Button, Ubiquitous

접수일자 : 2013. 11. 01 심사완료일자 : 2013. 11. 28 게재확정일자 : 2013. 12. 06

*** Corresponding Author** In-Bum Jung(E-mail: ibjung@kangwon.ac.kr, Tel:+82-033-250-6396)
Department of Computer Engineering, Kangwon University, ChunCheon 200-090, Korea

Open Access http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.12.2966 print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

ⓒThis is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(http://creativecommons.org/li-censes/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

Ⅰ. 서 론

유비쿼터스는 '언제 어디서나 존재한다'는 뜻을 가진 라틴어로, 현대의 인간은 시간과 장소에 구애받지 않고 네트워크에 연결 가능한 유비쿼터스 환경을 가지게 되었다. 이러한 환경에서 현대의 거의 모든 사람들은 시간과 장소에 구애를 받지 않고, 정보 기술을 활용하여 정보에 접근・생산・분배가 가능하다. 거기에 더하여 현대의 인간은 한 명의 사용자가 TV, 컴퓨터, 스마트폰, 스마트 태블릿 등 여러 가지 디바이스를 사용할 수 있게 되었다. 이렇게 다양한 디바이스를 사용하여 사용자는 정보에 접근할 수 있는 루트가 다양해졌다[1].

이렇게 인간은 다수의 다양한 정보기기를 사용할 수 있는 환경 속에서 스마트폰에서부터 컴퓨터까지 상당히 다양한 정보기기를 활용하여 일상 업무 및 정보처리 활동을 하고 있다. 이러한 다수의 다양한 정보기기를 사용하기 위해 현재의 인간은 키보드, 마우스에서부터 터치 시스템까지 다양한 입력 시스템을 발명하여 편의성을 높이려 했지만, 동시에 이렇게 다양한 정보기기 및 입력 시스템에 노출되어 사용하는 것은 많은 어려움이 따른다. 여러 시스템이 디바이스에 의존적이고 디바이스마다 다른 사용법을 가지고 있기 때문이다. 또한 정보 기기는 하루가 다르게 다시 만들어지거나 새롭게 발명되어 변화하고 있다. 이렇게 급속도로 변화하는 정보기기와 함께 입력 시스템 또한 다양한 양상으로 변화하고 있다. 이러한 상황에서 새롭거나 각기 다른 사용법을 갖는 입력 시스템에 대한 학습도 부담으로 다가온다. 또한 대다수의 입력 시스템을 사용할 때에는 사용자가 손을 자유롭게 활용하지 못하는 단점을 가지고 있다. 예를 들어 키보드나 마우스, 터치식 입력기기의 경우 손으로 물체를 들고 있을 경우에는 사용하기 힘들다[1].

현재의 이러한 문제점을 해결하고자 한 연구의 일환으로 MIT MEDIALAB의 MaKey가 있다. MaKey는 Make + Key 의 합성어로 무엇이든 Key로 만든다는 아이디어를 기반에서 출발하였다. MaKey는 실제로 바나나, 종이, 찰흙 등의 여러 가지 물체를 버튼, 즉 key로 사용할 수 있다. 그러나 MaKey는 해당 물체를 key로 만들기 위해서 전기신호를 흘려야 하기 때문에 입력 신호를 보내는 손 외의 다른 한손은 Ground 부분을 잡아줘야 한다는 단점이 존재한다[2].

도시화되고 산업구조가 변화하는 현대사회에서 사람들은 직장과 가정 등의 실내에서 보내는 시간이 늘어나고 있다. 이러한 흐름은 선진국에서 극명하게 드러난다. 미국의 예를 보면 2001년 미국인간행동패턴조사 연구결과에서는 성인을 기준으로 할 때 하루의 약 81%를 건물 안, 즉 실내에서 보내는 것으로 조사되었다. 이러한 현상은 우리나라도 마찬가지이다. 통계청의 2004년 조사결과에 따르면 하루의 62.9%를 실내에서 보낸다[3]. 이는 하루의 절반 이상을 실내에서 보낸다는 것을 의미한다.

실내 생활에서 조명은 단순한 빛이 아니라, 인간의 감정변화와 작업능률에까지 영향을 준다[4]. 그러나 현대인에게 실내조명은 일률적으로 제공되고 있다. 사람들은 그저 제공되는 조명을 점등・소등 시킬 뿐이다. 조명의 점등・소등 외에도 사용자의 기호에 맞게 조명이 조절 된다면 작업능률의 향상 및 실내생활의 만족도가 상승할 것이다. 본 연구는 u-Button(Ubiquitous Button)과 AN(Actuator Node)을 통해 이러한 문제를 해결할 수 있다.

u-Button 모듈은 MICAz와 3축 가속도 센서, 압력 센서, 마이크로 구성된다. u-Button 모듈은 부착 가능한 형태의 사물에 부착되어, 3축의 정보와 힘의 작용・ 소리정보를 통해 모션을 인식한다. 모션이 인식되면 그에 따른 LED 제어명령이 AN으로 전달되어 실내조명이 제어된다. AN은 조명 제어 모듈과 통신을 위한 센서 모듈로 구성된다. 조명 제어모듈은 Led의 On・Off・Dimming 제어가 가능하도록 설계되었고, ZigbeX 센서 모듈은 u-Button과의 통신을 통해 조명제어를 위한 명령수신과 u-Button과의 Pairing을 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구로써 무선 센서 네트워크에 대해 언급을 하고, 3장에서는 u-Button 기반 스마트 조명 제어시스템 아키텍처에 대해 알아본다. 4장에서는 구현을, 5장에서는 본 논문의 결론을 맺는다.

Ⅱ. 관련 연구

2.1. 무선 센서 네트워크(WSN, Wireless Sensor Network)

유비쿼터스(Ubiquitous) 컴퓨팅 기술은 눈에 보이지 않을 만큼 작거나 일상적인 주변 사물과 결합된 소형

혹은 이형의 디바이스를 통해 언제 어디서나 컴퓨팅 서비스를 제공받을 수 있는 환경을 의미한다. 근래 들어 비약적으로 발전된 MEMS(Micro Electro Mechanical Systems) 기술은 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅의 현실화를 앞당기고 있으며 이 중에서 무선 센서 네트워크는 현재 가장 활발한 연구가 진행되고 있는 분야이다 [5-7].

무선 센서 네트워크는 마이크로프로세서와 메모리, 전원 공급기, 무선 통신 기능을 갖춘 저전력 디바이스인 지능형 소형 센서 노드들의 집합으로 구성되며, 건물,도로, 산, 초원 등 다양한 공간에 설치되어 주위 환경 정보를 수집한 뒤 센서 노드들 간의 독립적인 무선 네트워크를 통해 목적지로 전송 할 수 있는 기술이다. 각각의 센서 노드는 바이오 센서, 화학 센서, 자기 센서,빛 감지 센서와 같이 필요에 따라 다양한 센서를 사용할 수 있다. 이러한 장점을 기반으로 무선 네트워크는 날씨 및 온습도의 변화 감지, 야생 동물 감시, 교통 관리 제어 등 다양한 분야에서 활용되고 있다[8-10].

무선 센서 네트워크는 센서 노드와 싱크노드로 구분된다. 센서 노드는 센서를 통한 정보의 수집이 주 목적이고, 수집된 정보를 싱크노드로 전송한다. 싱크노드는 전달받은 정보를 시리얼 통신을 통해 호스트 컴퓨터로 곧바로 전달하거나 인터넷을 통하여 사용자에게 전달한다. 센서 노드가 싱크노드로 정보를 전송하기 위한 네트워크 구성 방법은 여러가지가 있으나, 신속한 망 구축을 기반으로 한 낮은 데이터 전송률과 다수의 노드를 고려하여 Ad-hoc 네트워크가 사용된다.

센서에 사용되는 운영체제는 UC Berkeley에서 제안한 이벤트 발생에 의한 상태 천이방식을 채택한 State Machine 기반 TinyOS, UCLA의 런타임시에 응용 프로그램은 물론 커널 모듈까지 업그레이드가 가능하도록 설계된 SOS, Colorado의 초소형 스레드를 기반으로 하는 멀티스레드 구조인 MATIS, 한국전자통신연구원(ETRI)에서 개발한 센서네트워크용 운영체제 QPlus 등이 있다. 그리고 이러한 운영체제의 프로그래밍 시스템은 nesC(UC Berkeley), galsC(UC Berkeley), TinyTCL(UCLA), SQTL(Delaware) 등이 개발되었다[11-12].

Ⅲ. u-Button 기반 스마트 조명 제어시스템

3.1. 시스템 아키텍처

그림 1은 u-Button 기반 스마트 조명 제어 시스템의 배경도이다. 사용자의 모션이 입력으로 들어오면, u-Button 기반 스마트 조명 제어 시스템은 이를 처리하여 Led모듈로 제어명령이 나가는 형태이다.

그림 1. u-Button 기반 스마트 조명 제어 시스템 배경도
Fig. 1 Context diagram of smart lighting control system using u-Button

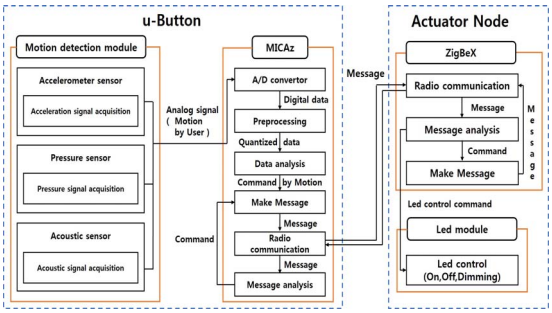

그림 2. u-Button 기반 스마트 조명 제어시스템 구성도
Fig. 2 block diagram of smart lighting control system using u-Button

u-Button 기반 스마트 조명 제어시스템은 그림2와 같이 u-Button 과 AN으로 구분된다. u-Button은 사용자의 모션 수집(Motion detection module)과 analog signal 데이터를 처리하고 AN 과의 통신을 담당하는 MICAz로 구성된다. MICAz에서 실행되는 기능을 살펴보면, 센서들로부터 전달된 analog데이터를 digital 데이터로 변환(A/D convertor), digital 데이터에 HighPass-Filtering 및 Quantization 적용(Preprocessing), preprocessing 된 데이터를 분석하여 어떤 모션이 발생하였는지 검출(Data analysis), 검출된 모션에 맞는 명령 메시지를 생성(Make message), make message에서 생성된 메시지를 AN으로 송신 및 AN으로부터의 메시지 수신(Radio communication), 마지막으로 수신된 메시지를

분석하여 메시지의 송신이 필요한 경우 message를 생성하도록 command를 전달(Message analysis)하는 것들로 이루어진다.

AN은 통신을 위한 ZigBeX와 Led를 제어하는 Led 모듈로 구성된다. ZigbeX의 기능은 MICAz로부터 전해지는 메시지를 수신하거나 MICAz로 송신(Radio communication)과 이 메시지를 분석하여 Led module로 Led control command를 전달하거나 메시지의 송신이 필요한 경우 메시지를 생성하도록 하는 Message analysis, MICAz로 전달될 메시지를 생성하는 make message가 있다. Led module은 message analysis로부터 전해진 led control message를 기준으로 Led를 on・off・dimming 제어한다.

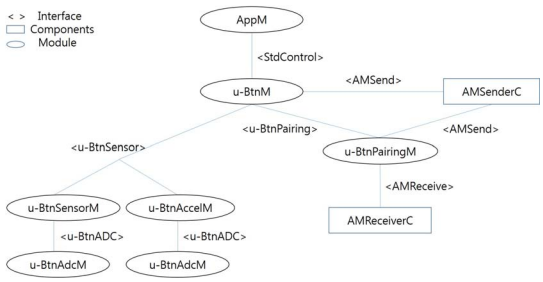

그림 3. u-Button 기반 스마트 조명 제어시스템 소프트웨어 내부 구성도
Fig. 3 software block diagram of smart lighting control system using u-Button

3.2. 소프트웨어 아키텍처

u-Button의 소프트웨어 구성은 그림 3과 같다. u-BtnAppM은 StdControl interface를 사용해 u-BtnM을 동작시킨다. u-BtnM이 시작되면 통신, Pairing, Sensor가 활성화된다. 통신은 AMSend interface를 통해 AMSenderC와 연결되어 사용하고, AMSendC를 통해서는 다른 노드로 송신만 가능하다. Pairing은 u-Btn Pairing interface를 통해 u-BtnPairingM과 연결되어야 사용가능하다. Pairing은 다른 노드와 메시지를 주고 받기 때문에 메시지 송신을 위한 AMSenderC외에도 메시지 수신을 위해 AMReceive interface를 사용하여 AMReciverC와도 연결된다. 센서는 활성화 하기 위해 u-BtnSensor interface를 사용하여 u-BtnAccelM, u-Btn SensorM과 연결된다. u-BtnAccelM은 기본적으로 탑재되는 3축 가속도 센서를 제어하고, u-BtnSensorM은 압력 센서나 마이크와 같이 추가로 탑재되는 센서를 제어하기 위해 존재한다. u-BtnAccelM과 u-BtnSensorM은 센싱데이터를 추출하기 위해 u-BtnADC interface를 사용하여 u-BtnAdcM과 연결된다. u-BtnAdcM은 연결된 센서의 센싱 데이터를 u-BtnAccelM과 u-BtnSensorM으로 반환한다.

3.2.1. 모션 인식 알고리즘

모션 인식은 u-Button에서 가장 중요한 요소의 하나다. 모션 인식을 통해 조명모듈에 제어명령이 전달되고, AN과의 Pairing이 맺어진다. 그래서 모션 인식의 정확성과 인식 속도가 중요하고, 두 가지를 다 만족시킬 수 있는 알고리즘이 필요하다. 이러한 알고리즘들은 여러 수식을 사용한 계산이 필수적이지만, MICAz의 연산속도를 고려하면 그러한 알고리즘의 사용은 다른 기능들의 동작에 영향을 미친다. 그러므로 본 연구에서는 가속도 센서의 3축 중 2축만을 사용하고, 문턱치 알고리즘으로 모션을 분석함으로써 그 연산량을 줄였다.

가속도 센서의 x축과 z축을 사용하기 때문에, 모션 인식 동작의 범위가 제한된다. 그러므로,, 동작은 최대한 단순할 필요가 있고 이러한 이유로 모션은 2가지 목적으로 구분되고 5가지 동작으로 구성된다. 조명제어를 위한 on・off・dimming 3가지 동작이 제공되고, pairing을 위한 pairing Start・End 동작이 제공된다.

그림 4. Pairing 시작, 종료 동작
Fig. 4 Pairing start, end motion

그림 5. Led 점등, 소등 동작
Fig. 5 Led on,off motion

그림 4와 같이 u-Button이 부착된 머그컵을 현재 위치에서 위로 이동한후 원 위치로 돌아오면 Pairing 을 제어하는 모션으로 인식된다. pairing제어는 toggle 형식이다. 처음에 동작되면 pairing start로 인식되고, pairing start 상태에서 다시 한 번 인식되면 pairing end로 인식되어 Pairing이 종료된다. 그림5는 조명 제어를 위한 모션이다. 현재 위치에서 아래로 이동한 후 원 위치로 돌아오면 Pairing 맺어진 AN들의 조명을 제어하는 모션으로 인식된다. pairing 모션과 마찬가지로 toggle 형식으로 동작된다.

그림 6. 밝기 증가 동작
Fig. 6 Dimming up motion

그림 7. 밝기 감소 동작
Fig. 7 Dimming down motion

그림 6, 7은 Led의 밝기 제어를 위한 모션이다. 그림6과 같이 머그컵을 오른쪽 45도로 기울이면 dimming up, 즉 밝기를 상승시킨다. 그림 7은 왼쪽 45도로 기울이는 모션으로 dimming down , 즉 밝기를 감소시킨다.

pairing 및 Led 제어를 위한 모션들은 인식의 정확성을 위해 좀 더 복잡하게 구성될 수 있다. 하지만, 본 연구에서는 사용자의 편의성과 모션의 인식의 속도를 위하여 단순한 형태를 취한다. 또한 복잡한 알고리즘을 사용할 수 없기 때문에 모션을 인식하기 위한 과정 역시 단순하다. 그 과정은 다음과 같다. 센서를 통해 센싱된 데이터는 MICAz의 ADC 컨버터를 통해 디지털 데이터로 변환된다. 변환된 디지털 데이터는 HighPass-Filtering과 quantization을 거친 후 모션 인식을 위해 그림 8과 같이 버퍼에 들어간다. 버퍼에 데이터가 N개까지 들어오면 가장 처음 들어온 데이터를 검사한다. 데이터가 문턱치를 넘으면 모션으로 인식하여 분석한다.

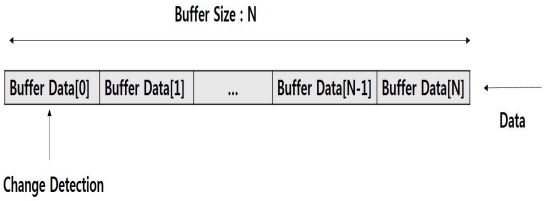

그림 8. 모션 인식 알고리즘 버퍼
Fig. 8 Motion detection algorithm buffer

3.2.2. Pairing

pairing은 사용자가 제어하길 원하는 조명장치와 연결을 맺는 기능이다. 블루투스 장치들 간에 사용되는 pairing과 같은 의미로 사용된다. 블루투스에서는 키워드를 이용하여 페어링이 맺어지지만, u-Button에서는 pairing start mode를 통해 pairing이 시작되면, u-Button의 10cm 이내에 존재하는 AN과 pairing이 맺어진다. pairing이 맺어지면 해당 AN은 반복적인 점등・소등을 통해 pairing된 상태라는 것을 표시한다.

u-Button에서 모션 인식과 더불어 pairing은 가장 중요한 요소이다. 두 가지 요소를 통해 다른 스마트 조명 제어 시스템이나 기존의 조명 시스템과 차별성을 가진다. 하지만, pairing은 wireless network에서 구현할 수 있는 방법이 많지 않다. 본 연구는 그 중 RSSI의 세기를 이용하여 pairing을 구현하였다.

RSSI는 신호의 세기를 의미한다. WSN은 통신의 세기를 설정할 수 있고, 별 다른 설정이 없으면 같은 세기로 보내진다. 그러면 거리가 가까울수록 그 신호의 세기가 강할 것이라는 가정 하에 pairing에 대한 연구를 시작하였다. 그 결과 RSSI의 세기로 AN들과의 거리를 분별할 수 있지만, 그 정확성이 떨어지는 문제가 존재한다. 바로 옆에 있는 AN이 아닌 더 멀리 떨어진 AN과 pairing이 맺어지는 결과가 발생하기도 했다. 이를 해결하기 위해 RSSI 수집 횟수 증가와 문턱치 알고리즘을 사용하였다.

RSSI의 정확성 문제를 해결하기 위한 방법은 RSSI 수집횟수를 늘리는 것이다. 본 연구에서 RSSI는 메시지가 1번 전송될 때마다 1번 측정할 수 있고, 통신은 5ms

이내에 재전송이 가능하다고 가정할 때 1초에 최대 200회까지 수집할 수 있다. 하지만, 짧은 시간 내에 많은 통신이 발생할 경우, 그에 따른 손실도 커지기 때문에 RSSI 수집 횟수는 1초에 최대 100회가 넘지 않는다고 가정한다.

표 1. Pairing 정확도 비교 및 인식 속도
Table. 1 Pairing accuracy and cognition velocity

	5회 실시(AN 개수 - 3개)		
RSSI 수집 횟수	Pairing 인식 속도 - 문턱치 알고리즘 적용 전 (평균 횟수)	Pairing 인식 속도 - 문턱치 알고리즘 적용 후 (평균 횟수)	Pairing 인식 속도 (평균 시간)
20 회	2	3	1 s
40 회	3	4	2 s
60 회	3	5	4 s
80 회	4	5	5 s
100 회	5	5	7 s

RSSI 수집 횟수가 늘어날수록 pairing의 정확성은 올라간다. 이는 표1을 통해 확인할 수 있다. 하지만, RSSI 수집횟수를 늘릴수록 pairing 인식속도 역시 증가한다. 그리고 각 AN으로부터 다수의 메시지를 수신해야하므로 AN의 숫자에 비례하여 인식속도가 증가하는 문제가 발생한다. 이에 대한 해결책으로 문턱치 알고리즘을 사용하였다.

RSSI를 수집하는 과정은 다음과 같다. 먼저 AN으로부터 메시지를 전송받으면 RSSI값을 RSSI list에 저장한다. 이렇게 모든 AN으로부터 RSSI 수집이 끝나면 각 AN의 RSSI의 평균을 구하고, 그 중 가장 작은 값을 찾는다. 실제 TinyOS의 RSSI 값은 -100~0까지의 값을 가지는데 0에 가까울수록 가깝다는 의미이기 때문이다. 이렇게 찾은 가장 작은 값을 가지는 AN의 id는 Pairing list에 저장된다. 문턱치 알고리즘은 RSSI수집에 적용된다. RSSI값은 AN이 연속적으로 다수의 메시지를 u-Button으로 전송하므로 값의 급격한 변화는 잘못된 경우일 가능성이 크다. 그러므로 급상승 또는 급하강하는 값을 문턱치 알고리즘을 이용하여 제거한다. 이는 HighPass-Filtering과 매우 흡사하지만, 다른 점은 급상승 또는 급 하강하는 값을 감지하는 기준이 다르다. 본 연구에서는 급상승・급하강을 검사하는 기준값으로 저장된 RSSI 값들의 최빈값을 사용한다. 최빈값을 기준으로 더 크거나 작은 값들을 최빈값으로 변경해준다.

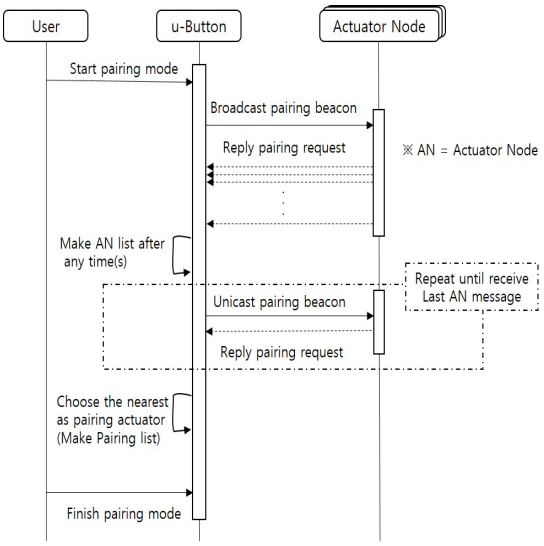

그림 9. Pairing 순서도
Fig. 9 Pairing Sequence

그림 9는 pairing sequence 이다. 가장 먼저 사용자가 u-Button으로 pairing start 명령을 전달한다. u-Button은 이 명령을 받고 broadcast 방식으로 자신의 주변 AN들에게 pairing beacon을 날린다. pairing beacon을 받은 AN들은 이에 대한 응답 메시지를 보낸다. 이 응답메시지를 기준으로 u-Button 주변 AN들의 Node id가 AN list가 저장된다. 처음 pairing beacon을 날린 후 일정시간이 지나면 AN list를 기준으로 각 AN에 20번 이상의 메시지 전송을 요구한다. AN list의 AN들로부터 메시지를 모두 수신하면 RSSI 평균값을 기준으로 u-Button과 가장 가까이 위치한 AN을 검출해낸다. 검출된 AN의 node id는 pairing list에 저장되고. 저장된 Node id는 이후 조명제어를 할 때 사용된다. 정상적으로 pairing된 노드는 pairing mode의 종료까지 점등・소등을 지속적으로 반복한다.

그림 9와 같이 AN list를 먼저 생성하고, 각 AN들로부터 차례로 메시지를 전송받는 이유는 통신의 안정성

을 위해서다. 만약 순차적으로 AN으로부터 메시지를 수신하지 않으면, u-Button으로 동시다발적인 메시지가 전송된다. 이는 메시지의 손실로 이어지기 때문에 pairing의 정확성을 떨어뜨리는 결과를 가져온다. 본 연구는 이 문제를 예방하기 위해 메시지를 받을 AN list를 생성한 후 순차적으로 메시지를 받음으로써 pairing의 정확성을 향상시킨다.

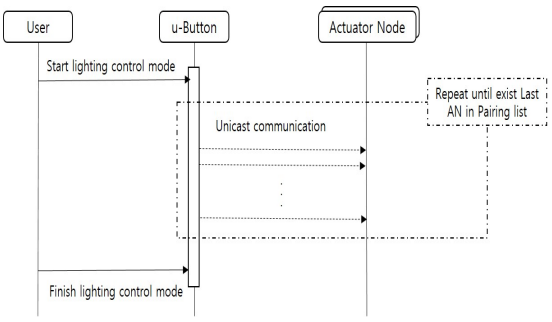

그림 10. 조명제어 순서도
Fig. 10 Lighting control sequence

3.2.3. 조명제어

조명 제어는 그림 10과 같이 사용자가 u-Button으로 조명 제어 모드 명령을 전달하면 시작된다. 조명제어 모드가 시작되면 pairing list에 저장된 모든 AN들의 id 값을 기준으로 unicast 방식의 메시지를 전달하여 조명 제어의 시작을 알린다. 이 메시지에는 조명상태를 점등으로 초기화하는 내용이 포함되어 있어 pairing 되어 있는 AN을 다시 한 번 확인할 수 있다.

조명의 dimming 제어는 조명 제어 모드 명령이 전달된 후에 가능하다. 메시지 전달방식은 조명 제어 모드 명령과 마찬가지로 pairing list 안의 AN id 값을 기준으로 unicast 전송을 한다. 사용자가 조명의 제어를 끝낼 경우 pairing list안의 모든 AN으로 조명 소등 메시지가 전달하여 조명 상태를 초기화한다.

조명 제어를 위한 통신은 신뢰성을 위해 자동재전송 기능을 사용할 수 없는 broadcast 방식 대신 unicast방식을 사용한다. 전송에 실패할 경우 5회 이상 재전송 하여 신뢰성을 향상시킨다.

Ⅳ. 구 현

사용자의 모션 인식을 위한 u-Button에는 Crossbow의 MICAz를 사용하였고, LED 모듈을 제어하기 위한 Actuator Node에는 한백전자의 ZigBeX-1을 사용하였다. 표 2는 두 기기의 세부적인 사양을 나타낸다.

표 2. 시스템 하드웨어 세부사양
Table. 2 System Hardware Specification

사양	구성 요소	
	u-Button	Actuator Node
기종	Crossbow MICAz	한백전자 ZigBeX-1
CPU	ATmega128L	ATmega128
메모리	Flash memory 128K bytes	Flash memory 512K bytes
운영체제	TinyOS 2.x	TinyOS 2.x

u-Button 의 어플리케이션은 Cygwin 상에서 nesC 언어를 사용하여 구현하였다. 움직임 측정을 위한 3축 가속도 센서는 50ms 의 주기로 데이터를 수집하고, 이 수집된 데이터는 HighPass Filter와 양자화를 사용하여 그 잡음을 제거한다.

4.1. Button 모듈 제작

u-Button 모듈은 디지털 데이터 생성과 Radio Communication, pairing을 담당하는 MICAz 와 MICAz의 51핀과 연결되는 PCB 기판, 그리고 PCB 기판과 연결된 가속도 센서로 구성된다.

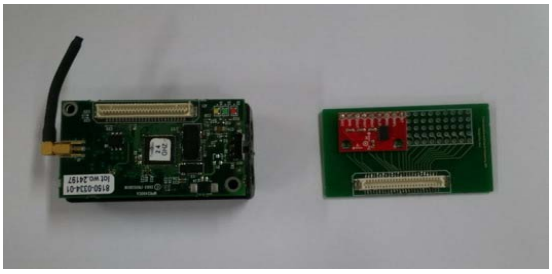

그림 11. u-Button 제작
Fig. 11 making u-Button

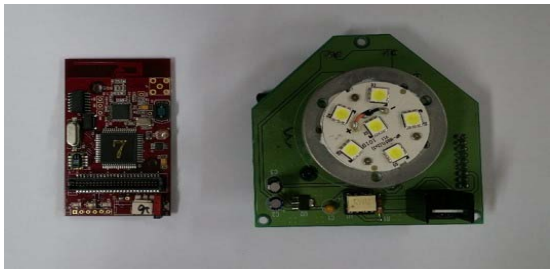

그림 12. Actuator Node 제작
Fig. 12 making Actuator Node

그 구성은 그림 11과 같다. MICAz 51핀과 연결되는 PCB 기판은 상용제품이 아닌 제작 의뢰한 것으로 MICAz 의 각 핀과 연결되어 다양한 기능을 사용할 수 있도록 구성되었다. 가속도 센서, 압력 센서, 마이크는 MICAz의 ADC 핀과 연결된다. 그 외의 연결은 GPIO 핀에 연결된다.

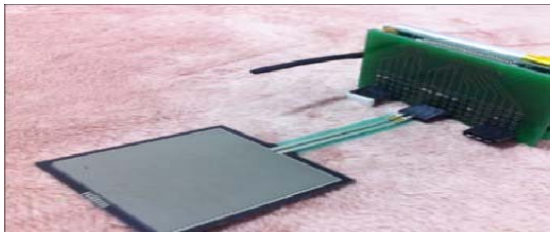

그림 13. 압력센서가 추가된 u-Button
Fig. 13 u-Button include Pressure sensor

AN은 그림12와 같이 radio communication과 pairing을 위한 ZigBeX 모듈과 Led 모듈로 구성된다. Led 모듈은 2011년 ITRC 포럼에 전시되었던 SLP(Simple Light Platform) 에 사용되었고 Led on・off・dimming 기능을 제공할 수 있도록 제작되었다.

u-Button 모듈은 기본적으로 가속도 센서가 내장되고, 그 용도에 따라서 다른 센서들이 추가되는 형태를 가진다. 그림 13,14는 압력센서가 추가된 u-Button 모듈과 마이크가 추가된 u-Button 모듈이다. 그림13은 압력센서가 추가되었기 때문에 힘의 작용에 대한 감지에 가능하다. 예를 들어 욕실을 드나드는 경우 욕실 입구 발판에 센서가 장착되어 있어서 사람이 들어갈 때는 욕실 조명이 켜지고, 나올 때에는 욕실 조명이 꺼지는 것과 같은 응용이 가능하다.

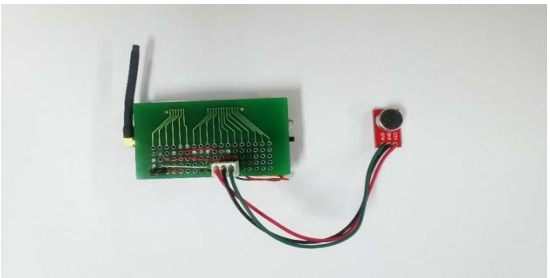

그림 14. 마이크가 추가된 u-Button
Fig. 14 u-Button include Mike

그림 14는 마이크를 통해 음향 정보를 처리 할 수 있다. 예를 들면, 가정집의 출입문 쪽에 u-Button을 설치하고 바람을 한번 불어주면 집안의 조명을 모두 점등시키거나 소등 시키는 것이 가능하다. 이와 같은 센서의 사용으로 u-Button은 풍부한 입력원을 가지게 되고, 이를 통해 다양한 기능의 제공이 가능하다.

4.2. 동작평가

u-Button을 구현한 후 실제로 잘 동작되는지를 확인해야 한다. 이를 위해 테스트를 하였고, 이는 그림 15, 16,17을 통해 확인할 수 있다. 그림의 진행 방향은 가로이다.

그림 15는 조명의 on・off하는 장면을 캡처한 장면이다. 조명의 on,off 과정을 나타내는 것으로 조명 off -> 조명 on 모션 -> 조명 on -> 조명 off 모션 -> 조명 off 의 과정을 나타낸다.

그림 15. 조명 점등·소등
Fig. 15 Lighting on·off

그림 16는 pairing start,end 과정을 나타낸다. pairing start motion -> pairing start -> AN과 pairing(조명이 on,off 반복) -> pairing end motion -> pairing end 로 구성된다.

그림 17은 조명 밝기 조절을 하는 과정이다. 조명이 최고 밝기인 상태에서 컵을 왼쪽으로 기울여서 밝기를 점차적으로 줄인다. 그 다음 오른쪽으로 컵을 기울여 다시 밝기를 상승시킨다.

그림 16. Pairing 시작·종료
Fig. 16 Pairing start, end

그림 17. 조명 밝기 조절
Fig. 17 Lighting dimming

Ⅴ. 결 론

유비쿼터스 사회는 현재 진행 중이다. 무엇이 어떻게 바뀐다고 장담할 수는 없지만, 어떠한 방향으로 흘러갈지는 생각해 볼 수 있다. 본 연구는 미래의 유비쿼터스 시대가 모든 사물에 의미를 부여하여 각각이 Key 또는 버튼이 되는 시대가 열릴 것이라고 생각한다.

현대인의 생활은 실내생활이 주를 이루고 있다. 그렇기 때문에 실내생활에서 조명이 차지하는 비중이 매우 크다. 이러한 실내조명을 자신의 취향에 맞게 간단히 제어할 수 있다면, 사람들의 실내생활은 큰 변화를 맞이할 것이다.

발전하는 현대사회에서 무엇인가를 제어하는 방법은 때로는 복잡하기도 하고, 그렇지 않을 때도 있다. 그러나 그 변화의 속도가 빠르기 때문에 대부분의 사람들은 적응하는데 시간이 오래 걸린다. 이런 점에서 u-Button을 이용한 스마트 조명 제어시스템은 사람들에게 부담 없이 접근가능하다.

본 연구는 모든 사물의 버튼화라는 개념을 조명에 국한시켜 적용하였고, 이를 위해 u-Button과 AN을 구현하였다. 현재 u-Button은 몇몇 고려해야 할 점들 때문에 그 완성도가 높지는 않지만, 그 의의는 긍정적이다. 향후의 연구는 이러한 의의를 살리면서 조명에 국한되지 않는 진정한 u-Button을 제작할 것이다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신산업진흥원의 IT융합 고급인력과정 지원사업의 연구결과로 수행되었음 (NIPA-2013-H0401-13-1002)

REFERENCES

[1] JeongRae Kim, InBum Jeong, “Multiple Dimension User Motion Detection System base on Wireless Sensors”, International Journal of Information and Communication Engineering, vol. 15, no. 3, pp. 700~712, 2011
[2] MaKey Homepage, http://www.makeymakey.com/
[3] Statistics Korea , http://kostat.go.kr/
[4] YeongMun Yu, “LED Market and Technical Trends”, The Institute of Electronics Engineers of Korea, vol. 37, no. 2, 2010.
[5] MyungHun Chae, InBum Jung, “Analysis System for Dumbbell Curl Exercise based on Wireless Sensor Networks”, Journal Of The Korea Information Science Society: Computing Practices and Letters, vol. 18, no. 1, pp. 19~30, 2012.
[6] JoaHyoung Lee, InBum Jung, “Priority based Image

Transmission Technique with DPCM in Wireless Multimedia Sensor Networks", Korea Information Processing Society, vol. 14, no. 3, pp. 603~612, 2010.

[7] JoaHyoung Lee, InBum Jung, "Adaptive Power Control based Efficient Localization Technique in Mobile Wireless Sensor Networks", Korea Information Processing Society, 16-C, no. 6, pp.1-10, 2009.

[8] I.F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, "Wireless sensor networks: a survey," Computer Networks, vol.38, pp.393-422, 2002.

[9] ChongMyung Park, JoaHyoung Lee, InBum Jung, "Congestion Control based on Genetic Algorithm in Wireless Sensor Network", Journal Of The Korea Information Science Society, Vol. 36, no. 5, pp. 413~424, 2009.

[10] JoaHyoung Lee, InBum Jung, "Analysis of Packet Transmission Performance for Construction of Wireless Sensor Networks in Indoor Environment", International Journal of Information and Communication Engineering, vol. 13, no. 9, pp. 1941~1946, 2009.

[11] SeungMin Park, "Technical Trend of Sensor Network Node Platform & OS", Electronics and Telecommunications Trends, vol. 21, no. 1, pp. 14~24, 2006.

[12] SeoKu Kim, "Sensor Network Research and Development Commercialization Instance", Technical Trends every Weeks, no. 1325, pp. 1~14, 2007.

최형도(Hyeong-Do Choi)

2012년 강원대학교 정보통신공학과 학사.
2012년 ~ 현재 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 석사과정
※관심분야 : 지능형교통 시스템, 센서네트워크, 멀티미디어 시스템

정인범(In-Bum Jung)

1985년 고려대학교 전자공학과 학사.
1985년 ~ 1995년 (주) 삼성전자 컴퓨터 시스템 사업부 선임 연구원.
1992년 ~ 1994년 한국과학기술원 정보통신공학과 석사.
1995년 ~ 2000년 8월 한국과학기술원 전산학과박사.
2001년 ~ 현재 강원대학교 컴퓨터정보통신공학과 전공 교수.
※관심분야 : 소프트웨어 공학, 멀티미디어 시스템, 센서네트워크