
유비쿼터스 센서 네트워크 기반에서의 zigbee를 이용한 u-캠퍼스 설계(유한대학 사례연구)

Design of u-Campus Using zigbee based on USN(Case Study of Yuhan College)

안병도, 안병태
유한대학 경영정보과

Byeong-Do Ahn(dksqudeh11@nate.com), Byeong-Tae Ahn(ahnbt@yuhan.ac.kr)

요약

현재 무선통신의 효용성이 증가되면서 다양한 분야에서 유선과 무선을 통합한 형태의 연결망으로 구축된 유비쿼터스 환경이 발전되고 있다. 이러한 네트워크 환경에서 각 대학은 유비쿼터스 센서네트워크를 기반으로 한 u-캠퍼스 구축이 활발하게 발전하고 있다. u-캠퍼스는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 무선 네트워크기술을 대학의 캠퍼스에 접목시켜 구축한 형태의 새로운 캠퍼스이다. 본 논문에서는 이러한 u-캠퍼스 기반에서의 zigbee 기술을 이용한 전문대학의 특성에 적합한 u-캠퍼스를 설계하였다. zigbee 무선 통신 기술을 적용한 u-캠퍼스 서비스는 zigbee 네트워크를 이용한 편리한 서비스를 구성원에게 제공한다.

■ 중심어 : | 지그비 | 유비쿼터스 | u-캠퍼스 |

Abstract

As increasing the usefulness of wireless communication, there are developing the environment of ubiquitous that is combined the network of wireless and wire communication combinate type in various filed and in this network environment, u-campus constructions, based on ubiquitous sensor network, is developing. u-Campus is the new type campus which applies to ubiquitous computer technology and wireless network one. at this thesis, it is designed u-campus construction using zigbee technology with u-campus basic technology. u-Campus service, being subject to zigbee wireless communication skills, presents the members an convenient service using zigbee network.

■ Keywords : | Zigbee | Ubiquitous | u-Campus |

I. 서론

최근 정보통신 기술의 급격한 발전으로 인해 네트워크 인프라가 광범위하게 보급되고 있으며 다양한 첨단 디지털 장비가 일상생활 속에 보편화 되어감에 따라 이를 바탕으로 한 유비쿼터스(ubiquitous) 시대가 오고 있

다. 이러한 새로운 패러다임의 영향으로 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 교육에 접목하려는 시도가 다양하게 이루어지고 있으며, 이는 교육방법을 진화시키거나 교육과 관련된 모든 활동을 효율적으로 지원할 수 있는 요소들도 존재한다[1]. 이미 여러 선진 국가에서는 이러한 점에 착안하여 대학의 캠퍼스에 유비쿼터스 컴퓨팅 기술

을 적용한 u-캠퍼스 구축을 시도하고 있다[1]. 앞에서 언급한 u-캠퍼스란 소형 컴퓨터 기술과 유무선 네트워크 기술을 이용한 유비쿼터스 컴퓨팅 기술을 캠퍼스 구성원들의 편리하고 안전한 활동을 지원하는 캠퍼스를 의미한다. 현재 u-캠퍼스 관련 연구들이 활발하게 진행 중이고 그에 따른 기술 역시 새롭게 개발되고 있다.

본 논문에서는 이러한 추세에 맞추어 zigbee 무선 통신 기술을 이용하여 전문대학 특성에 적합한 u-캠퍼스 설계안을 제안한다. 본 논문의 2장에서는 u-캠퍼스의 연구개요 및 u-캠퍼스 구축의 무선통신기술을 알아보고 3장에서는 국내외의 u-캠퍼스 현황을 알아본다. 4장에서는 전문대학의 특성을 고려한 u-캠퍼스의 서비스를 구상하고 5장에서는 분야별 서비스 설계를 제안한다. 6장에서는 u-캠퍼스 구축 대학교들과의 센서네트워크를 통한 효율성을 비교하고 7장에서는 결론 및 향후 과제를 제안한다.

II. u-캠퍼스 연구 개요

u-캠퍼스란 캠퍼스 환경 내에서 가장 중심이 되는 지식과 정보의 이동에 대해 이것을 이용하는 사용자가 주변의 기기 등에 대한 의식적인 인지 없이 지능적으로 이동되는 캠퍼스를 의미한다[1][2]. u-캠퍼스는 현재 사용 가능한 최신의 컴퓨팅 기술과 네트워크 인프라를 기반 구조로 하며 이를 위해서는 유비쿼터스 컴퓨팅 서비스를 실현할 네트워크 인프라의 구축이 필요하다[3]. 본 논문에서는 이러한 u-캠퍼스를 구축에 있어 중심이 되는 센서네트워크 환경을 위한 네트워크 인프라구축에 대한 주요 기술들을 소개한다.

u-센서네트워크(ubiquitous sensor network, USN)는 각종 센서에서 수집한 정보를 무선으로 수집할 수 있도록 구성한 네트워크로 센서로부터 얻어진 온도, 가속도, 위치 정보, 압력, 지문, 가스 등을 파악하여 무선 네트워크를 통한 실시간 정보전송을 위한 네트워크 환경이다[4]. 본 논문에서는 zigbee 무선 통신 기술을 u-캠퍼스 구축에 적용하여 원격제어, 위치기반 서비스 및 실시간 정보공유를 지원한다.

표 1. zigbee의 표준 및 주요 스택 비교

	2.4 GHz	863 MHz	915 MHz
Data Rate	250 Kbps	20 Kbps	40 Kbps
Channel	11-26 channel	1 channel	10 channel
DSSS	12-chip FSK codes		15-chip PPM codes
Chip Modulation	G-PPSK		PPSK
Symbol Rate	62.5 ksymbols	23 Ksymbols	40 Ksymbols
Chip Rate	2.0 Msymbols	300 Kchips/s	600 Kchips/s
Sensitivity	-96 dBm		-92 dBm
RF Linearity		-10 dBm (IP3), -4 dBm (Output P1dB)	
Transmit Power		0 dBm (1mW)	
Adjacent Channel Rejection		0 dB	
Allocating Channel Rejection		30 dB	

[표 1]은 zigbee의 표준 및 주요 스택을 비교한 것이다. zigbee는 868MHz, 902~928MHz 및 2.4GHz의 PHY 주파수 대역을 이용하며 3개의 주파수 대역에 총 27개의 채널을 지원하고 250Kbps에서 최고 1Mbps의 전송 속도를 갖는다. 성형, 그물망형, 피어 투 피어 등을 이용한 다양한 멀티 토폴로지 구성이 가능하며 충돌회피를 지원하는 CSMA-CA 네트워크 액세스 방법을 사용한다. 최소 몇 달에서 몇 년까지 지원되는 저 전력이 특징이며 무선 네트워크의 문제점인 QoS(Quality of service)를 보장하기 위해 GTS (Guaranteed Time Slot) 데이터 전송 방식을 지원한다[6][13][14].

III. 국내.외 연구 및 동향 분석

1. 국내 u-캠퍼스 현황

u-캠퍼스는 4가지 핵심기술이 필요하다. 단말기 기술, 네트워크 기술, 플랫폼 기술, 서비스 기술이다[1]. 각 분야는 대학의 u-러닝 발전과 함께 계속 발전되고 있으며 그중 센서네트워크 분야의 발전이 가장 활발하다.

국내 u-캠퍼스 발전을 보면 1999년 숙명여대자대학교에서는 모바일 컴퓨팅을 활용한 'u-bi숙명 서비스'를 구축하였다[3]. u-bi숙명 서비스는 모바일학생증을 활용한 전자출결, 2D 바코드 및 무선 네트워크 환경을 지원하였다. [그림 1]은 u-bi숙명서비스의 모바일을 이용한 학생증으로써 기본 학생증의 기능뿐만 아니라 보안 기능, 도서 대출, 주차 카드 등 RF 모듈을 통한 네트워크 접근을 통하여 다양한 기능을 통합적으로 제공하고 있다.

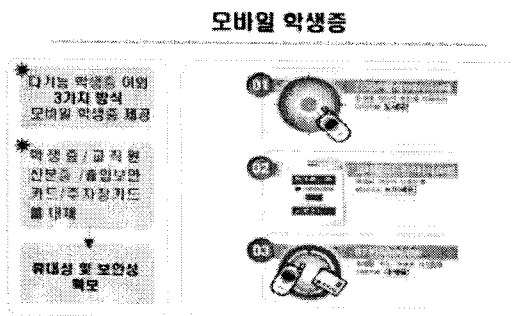


그림 1. 숙명여자대학교 모바일 학생증

연세대학교의 유토피아 연구팀에서는 컬러 코드기반의 u-프로필, u-메시징 및 u-캠퍼스 투어 가이드 서비스 등의 모바일의 무선 네트워크 접근을 통한 u-캠퍼스를 구축하였다[3].

[그림 2]는 연세대학교의 전체 u-캠퍼스 구조도를 나타낸 것이다. 연세대학교의 u-캠퍼스는 일반적인 기능 외에도 전자문서기반 행정 서비스 등 다양한 서비스를 제공하고 있다.

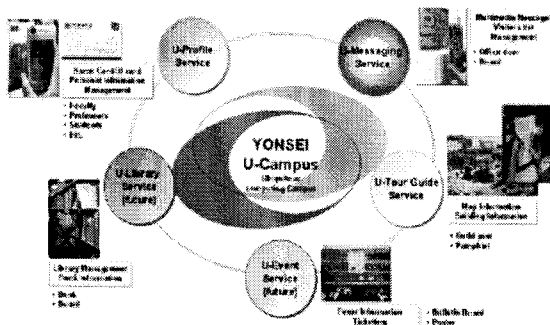


그림 2. 연세대학교 u-캠퍼스

그러나 이러한 u-캠퍼스는 규모가 큰 종합대학교로써 서비스 제공에 따른 기술적, 경제적, 생산적 측면에서 전문대학에서 구축하기에는 현실적 어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 전문대학의 규모 대비 서비스 특성을 고려한 유한대학의 u-캠퍼스 서비스인 u-캠퍼스를 설계하였다.

2. 국외 u-캠퍼스 현황

유비쿼터스 컴퓨팅 환경(ubiquitous computing)에

대한 연구와 개발은 해외기업 및 관련분야에서도 많은 발전을 이루고 있다. 일본의 경우에는 도쿠시마대학이 각 사물에 RFID태그를 부착하여 사물의 정보를 인식하는 시스템(tango) 개발과 적외선 데이터 통신 IrDA(Infrared data Association) 기반의 예절교육 시스템(JAPELAS)을 구현했다[3].

하노버 대학(University of Hannover, 독일)은 노트북, 모바일 및 그 외 정보화기기를 활용한 일명 ‘노트북 대학 프로젝트’를 구현 하였다. [그림 3]은 국외 대학교 중 u-캠퍼스가 잘 구축된 하노버 대학의 시스템 구조도를 나타낸 것이다.

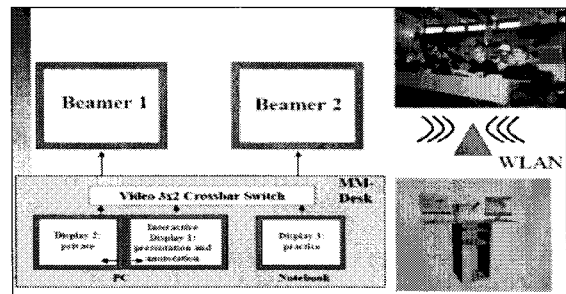


그림 3. 하노버 대학교 u-캠퍼스

IV. u-캠퍼스 서비스 구상

1. u-캠퍼스 zigbee 네트워크 구현을 위한 기반 설계

각 u-캠퍼스를 구축한 대학교들은 다양한 네트워크 인프라를 기반으로 정보의 전송 및 검색을 통하여 효율적인 유비쿼터스 환경을 구현하였다. 본 논문에서는 전문대학의 특성을 고려한 저 비용, 저 전력, 저속도의 센서네트워크 환경에 적합한 zigbee 무선통신을 이용하여 u-캠퍼스를 구축한다.

본 논문의 설계는 zigbee 기반의 네트워크를 구현하기 위하여 필요한 사물이나 장소에 zigbee 센서 모듈을 부착, 내장하여 사물의 인식 및 설치한 장소의 주변 환경을 센싱하고 해당 데이터를 무선 네트워크로 송신하여 정보를 처리한다[4][5]. 모듈의 효율적인 센싱을 위하여 건물의 위치와 실내 외부 건축 구조물 및 기자

제의 위치에 따른 통신효율성을 고려하여 적합한 위치를 선정하여 zigbee RF 트랜스시버를 설치하며, 운영체제는 대규모 네트워크 구현에 적합한 센서네트워크 노드용 운영체제인 Tiny운영체제를 제안한다[6][12]. 그리고 구역별 PAN 형성을 통하여 다양한 채널을 확보하고 Mango를 사용하여 최대 전송속도 1Mbps를 확보한다. 네트워크 초기화에 따른 센서 디바이스 반응속도가 빠르고 zigbee 스택을 효율적으로 구동시키기 위하여 이벤트 구동 방식보다 라운드 로빈 방식에 의한 커널을 사용한다[6].

2. zigbee 네트워크를 이용한 u-캠퍼스 구성도

다음 [그림 4]는 zigbee 네트워크를 이용한 u-캠퍼스의 전체 시스템 구성이다.

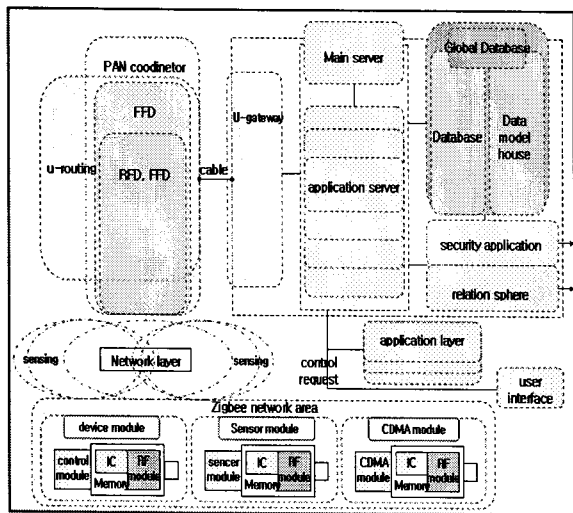


그림 4. u-캠퍼스의 전체 시스템 구성도

USN 인프라 기반의 u-캠퍼스 서비스는 전문대학의 특성을 고려하여 zigbee칩을 이용한 센서 네트워크를 기반으로 지능형 정보 서비스를 제공한다.

지능형 도서관, 원격 제어, 전자 게시판 등은 전자 학생증 및 모바일에 부착된 zigbee 모듈을 이용하여 사용자 식별을 통한 인증 및 zigbee 네트워킹을 이용한 정보 접근을 제공한다. zigbee 모듈을 통한 AP의 센싱을 통하여 전자 출결 기능, 사람 및 공공기물의 위치 검색 서비스를 지원한다. 또한 환경 감시를 통한 안전하고

효율적인 교육 환경을 소프트웨어 틀이 내장된 인터페이스와 지속적인 환경 모니터링을 이용한 서버의 적절한 제어를 통하여 제공한다[6][8]. 그리고 u-캠퍼스 구축에 있어 무선 네트워크의 보안 취약점을 zigbee의 128-bit AES를 통하여 보완된 무선 네트워크 서비스를 제공한다[13].

전자 도서관은 현재 바코드인식의 도서 관리 및 출입 관리가 이루어지고 있으며 비접촉이나 인식률이 낮고 도서 위치의 실시간 추적이 불가능한 단점이 있다. 하지만 zigbee 모듈을 이용하여 구축한 zigbee 네트워크는 실시간 센싱 시스템을 이용하여 주요 도서 위치 검색이 가능하며 모바일을 이용한 도서 예약 및 특정 페이지 검색, 해당 파일의 다운로드가 가능하다. 비교적 큰 용량의 파일의 경우 이메일이나 개인 웹 하드디스크를 이용하여 정보를 제공 받을 수 있으며 파일전송의 완료 및 추가적인 도서정보는 SMS문자를 제공하여 서비스 한다[8].

사용이 허용된 교내 공공기물 및 주요 기자재는 서버의 사용 승인을 통하여 원격 제어 서비스를 제공한다. 제어 모듈이 연결된 PC 및 모바일을 이용하여 zigbee 네트워크를 통한 서버에 승인을 요청하고 서버의 승인이 완료되면 사용자 인터페이스를 통하여 원격 제어 인터페이스를 제공한다. 원격 제어 서비스는 제어의 등급을 두어 구성원의 편의 제공에 있어서 불리함이 없도록 제공하며 효율적인 원격 제어 서비스를 통하여 구성원의 편리한 학내 활동을 지원한다.

zigbee 네트워크를 이용한 실시간 전자 게시판은 교내 어디서든 학생 및 교직원 간의 네트워크를 통한 메시지 전송 및 전자보드의 학생알림, 광고 및 홍보 등 유용한 정보의 공간으로 활용되며 사용빈도가 높은 문서 파일 및 그림 파일의 무료 전송을 지원하여 효율적인 통신 공간을 지원한다. 그리고 구성원의 모바일 모듈 및 전자 학생증 모듈을 통한 개인 인증과 zigbee 네트워크를 이용하여 해당서버 및 데이터베이스접근을 통하여 교내 어디서든 결제 가능한 서비스를 지원한다.

V. u-캠퍼스 서비스 설계

1. 지능형 도서관 및 전자 출결 서비스 설계

본 논문에서 설계하는 지능형 도서관은 기존의 바코드 시스템에서의 문제점을 보완하며 실시간 센싱을 통하여 데이터를 전송하는 zigbee 센서 네트워크를 적용함으로써 편리하고 효율적인 지능형 도서관 서비스를 제공한다.

기존의 바코드 시스템의 장기간 사용 시 코드인식률의 저하와 사람이 리더기를 작동하거나 감시하여 인식을 체크해야 하는 비효율성을 지니고 있다[3]. 그리고 바코드의 손상 여부를 파악하기 어려운 시스템의 단점을 포함한다. 이러한 단점을 보완하여 zigbee 네트워크를 이용한 실시간 도서 관리 및 지능형 도서관 서비스를 제공한다.

지능형 도서관은 zigbee 모듈을 부착한 도서와 주변 기자재를 통한 zigbee 네트워크를 형성한다. 지능형 도서관은 mesh 토폴로지로 구성되며 하위 장치의 데이터는 각 노드의 상위 장치며 라우팅 역할을 하는 FFD(Full Function Device)를 통하여 전송된다[13]. 최적화된 모듈의 센싱을 위하여 AP를 밀폐 시킨 통신공간을 기준으로 효율적인 위치에 선정하며 도서관의 장애요인을 고려하여 다중 AP를 통한 zigbee 네트워크를 형성한다.

도서의 데이터는 라운드 로빈 방식에 의한 센싱을 통하여 실시간 네트워크를 유지하며 해당 모듈의 네트워크 상태를 지속적으로 점검하여 장애 발생 시 휴면모드의 특정 모듈로의 지속적인 센싱 정보를 요청하게 되고 해당 센싱 정보는 사용자 인터페이스에 내장된 소프트웨어 툴의 zigbee의 최상위 스택과 window application 사이의 EAI(Electronic Industries Association)-RS232c 통신을 이용한 서버의 다양한 모니터링을 통하여 이상 유무 판단과 빠른 유지보수가 가능하다.

모듈이 부착된 도서는 zigbee 네트워크의 지속적인 센싱을 통한 위치정보를 서버로 전송하고 데이터베이스의 접근을 통한 위치정보서비스를 제공한다.

[그림 5]는 지능형 도서관의 서비스 설계를 나타낸다.

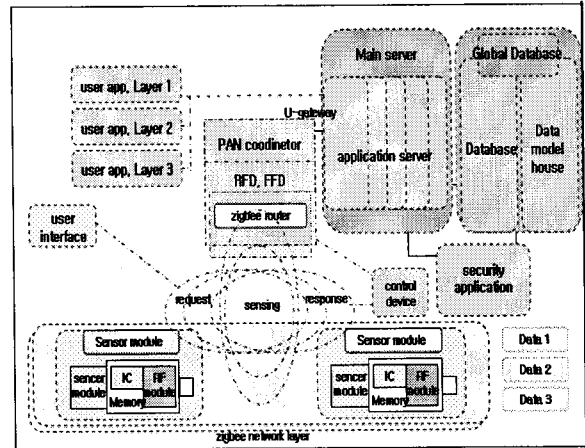


그림 5. 지능형 도서관의 서비스 설계

도서의 모듈로부터 얻어진 도서의 데이터는 AP의 역할을 하는 zigbee 라우터에 의해 데이터를 전송하며 인접한 도서 및 기자재와 zigbee 모듈을 통한 하위 네트워크인 RFD (reduced function device)나 FFD를 형성한다. 이러한 하위 네트워크와 또 다른 하위 네트워크를 FFD 또는 PAN 코디네이터를 통한 다중 네트워크를 형성함으로써 지능형 도서관의 네트워크 토폴로지를 형성한다. 데이터의 전송은 zigbee PAN 코디네이터로부터 슈퍼프레임 모드를 통한 연결 접근시기 방식에 의해 요청을 받은 하위 FFD, RFD의 응답을 통하여 이루어진다[9]. 그 후 하위 RFD, FFD의 라운드 로빈 방식에 의해 데이터 요청을 받은 특정 모듈의 응답에 의하여 센싱 확인 및 데이터를 주파수를 통하여 전송받아 인접 FFD나 상위 장치로 센싱 정보를 전송한다.

사용자는 이러한 zigbee 네트워크로 서비스를 제공하는 지능형 도서관을 통하여 편리한 도서관 이용 및 서비스를 제공 받는다. 사용자의 전자 학생증 모듈이나 모바일 모듈을 통하여 네트워크 접근을 감지하는 지능형 도서관은 도서관 입구에서 해당 사용자의 신원을 서버를 통하여 확인하고 도서관의 출입을 허용한다. 허용되지 않는 사용자가 도서관 출입 시 입구에 설치된 센서를 통하여 경고음과 사용 제안 메시지가 입구에 설치된 대형 LCD 모니터를 통하여 표시된다. 또한 특정 도서의 검색 시 교내에 한하여 위치검색 및 도서 기안 및 관련된 해당 정보를 제공하며 zigbee 네트워크를 이용한 데이터베이스 접근을 통하여 페이지 검색 및 저장된

도서 정보를 모바일, 이메일 및 사용자 웹 하드디스크로 전송된다.

2. 원격 제어 서비스 설계

본 논문에서 설계하는 원격제어 서비스는 캠퍼스 내 각종 기자재 및 주요 시설물들을 zigbee 모듈 및 zigbee AC 제어 보드를 내장하여 설정된 최하위 장치를 기반으로 주요지점의 FFD 등의 상위 장치간의 zigbee 네트워크를 형성하고 이를 코디네이터와 연결하여 외부로부터 축적된 유용한 데이터베이스정보를 제공받으며 사용자의 위치와 관계없이 토폴로지를 통한 하위 장치의 제어를 할 수 있는 수단을 제공하는 서비스이다[14].

zigbee의 제어를 위한 zigbee CF(compact flash) card 및 zigbee USB dongle 내장시킨 PC 및 모바일을 이용하여 zigbee 네트워크를 통하여 서버의 승인을 받은 후 제공되는 제어 인터페이스를 이용하여 주변 zigbee 네트워크로 연결된 각종 기자재 및 시설물들의 제어가 가능하다. 원격제어를 위한 정보요청 시 사용자 접속을 하는 동안 해당 모듈은 zigbee 네트워크를 통한 상위 노드를 통하여 원격제어 요청을 보내고 데이터 적재시간 동안 서버는 해당 사용자의 원격제어 가능 등급을 확인한다. 사용자의 원격제어 승인 시 관련 서버로 사용자 등급 메시지와 함께 사용자의 정보를 전송하고 원격제어 서버는 사용자 계층을 생성한다. 서버는 승인 결과 여부를 사용자 인터페이스를 통하여 응답하고 해당 접속에 대한 데이터베이스 갱신 후 다음 서비스를 제공한다.

사용자의 권한에 따른 가능한 제어정보를 코드화하여 해당 사용자 모듈로 전송하고 해당 코드를 인코딩하여 사용자 인터페이스로 보여준다[6][11]. 사용자는 해당 인터페이스를 통하여 가능한 제어요청을 서버로 요청하고 관련 제어 계층에 따른 해당 기자재 및 시설물에 내장된 zigbee AC 제어 보드의 on/off 기능을 통하여 해당 장치의 제어가 완료된다. 제어관련 zigbee 네트워크의 데이터 센싱은 관련 센싱에 대한 인터럽트 발생 및 lock을 통한 해당 제어의 우선순위 재부여 후 갱신을 통하여 이루어지며 슈퍼프레임 모드의 PAN 코디네이터의 연결 접근시기 방식에 의하여 빠른 데이터 전송

방식으로 전송한다.

또한 지속적인 환경 데이터의 모니터링을 통하여 설정해 둔 환경 데이터와 데이터를 비교하여 무인 환경 관리를 가능토록 지원한다. 이는 공기 정화기, 가스 조절, 조명 시스템 및 온도 제어 등에 적용이 가능하며 추가적인 zigbee 모듈을 내장하여 관련 기기의 효율적인 제어운용이 가능하다[14]. 모든 제어를 위한 데이터 센싱은 위의 제어과정과 동일하다. 다음 [그림 6]은 모바일에 내장된 모듈을 통하여 zigbee 네트워크의 장치 모듈이 내장된 전자기기의 원격 제어의 구조를 나타낸다.

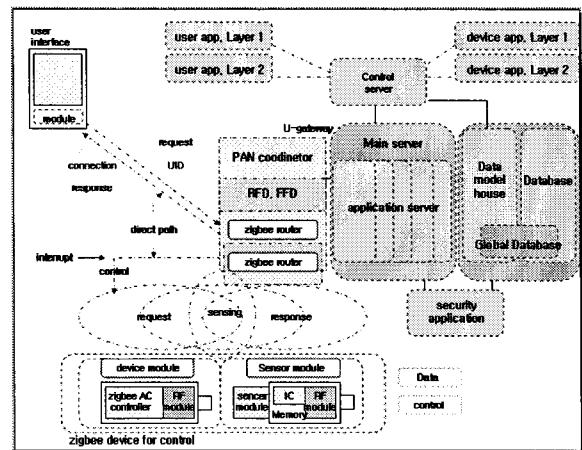


그림 6. 원격제어 서비스 시스템 설계

zigbee 네트워크는 주변 환경에 대한 모니터링을 위하여 정해진 주기와 시간에 따라 하위 센서모듈을 호출한다. 각 센서는 제어계층의 생성을 통하여 네트워크 내의 공기상태 온도상태 누수상태 등의 센싱 정보를 지속적으로 저장하여 데이터베이스에 전송한다. 이때 주변 환경요인의 악화 시 사용자에게 의해 미리 설정된 상한값, 하한값에 대하여 비교를 통하여 위험수치에 대한 경보음과 제어 명령을 전송한다. 제어 요청을 받은 제어장치는 각 디바이스에 내장된 제어 모듈을 통하여 네트워크 잠금을 설정하고 특정 계층의 장치 제어를 위한 데이터 송수신만을 우선 처리한다. 그리고 사용자가 모바일을 통하여 네트워크 내의 특정 장치의 제어를 요청할 경우 네트워크로 접속한 사용자의 사용자인증을 통하여 사용자 계층을 형성하고 사용자 계층과 특정 장치 계층의 연결을 통한 장치제어를 제공한다. 원격제어 서

비스는 주변 기기의 효율적인 제어를 통하여 편리함을 제공하며 위급한 상황이나 직접 제어가 어려운 상황에서 무선을 통한 제어를 제공함으로써 유비쿼터스에 가장 적합한 서비스를 구성원에게 제공한다.

3. 그 외 전자 게시판 및 전자 결제 서비스

인터넷, 공유서비스의 발전으로 구성원간의 정보 교환 및 파일 공유 등의 통신 공간의 필요성이 확대됨에 따라 구성원만을 위한 전자공간이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 요구를 zigbee 네트워크를 활용하여 언제 어디서든 모바일 및 PC의 모듈을 통한 네트워크접근을 통하여 구성원간의 통신 공간을 제공한다[9].

2.4GHz의 CDMA F/W 및 zigbee 프로토콜 스택이 내장되어 있는 zigbee CDMA 모듈을 이용하여 CDMA 망을 이용한 메시지 전송 및 활용빈도가 높은 문서파일, 그림파일등 파일크기가 비교적 크기 않은 파일에 한하여 무료 전송을 지원하며 모듈을 통한 네트워크접근으로 전자 게시판의 전자 공간 사용이 인증을 통하여 가능하다[14]. 접근을 위한 요청정보를 FFD로 전송하면 FFD는 해당 정보를 상위 노드로 전송하며 코디네이터를 통하여 요청정보를 전달 받은 서버는 해당 사용자의 모듈정보를 인코딩하여 인증을 실시한다. 이를 이용하여 구성원간의 데이터 무료 전송 및 전자보드를 활용하여 학생알림, 홍보 및 유용한 정보의 공유를 통한 효율적인 전자 공간을 지원한다. 그리고 구성원의 모바일 모듈 및 전자 학생증 모듈을 이용하여 zigbee 네트워크를 통한 해당서버의 접근을 통하여 결제관련 서버로 접속이 가능하다. 인증을 받아 인증서를 내장하여야 사용 가능하며 결제 관련하여 서버에 접근하거나 센싱이 일어나는 경우 해당 사용자가 설정한 패스워드를 전송하여 승인을 얻어야 전자결제가 가능하다. 승인이 된 후에는 해당 데이터의 데이터베이스 접근을 통하여 실시간 갱신이 이루어지며 이를 이용하여 교내 어디서든 결제 가능한 서비스를 지원한다.

VI. 기존 u-캠퍼스와 비교 분석

u-캠퍼스 구축에 있어 다양한 기반기술의 발전이 이루어지고 있으며 그중 USN분야의 센서네트워크 구축에 대한 연구 및 발전이 활발하다.

먼저 본 논문에서 제안하는 zigbee 무선통신의 비교 분석과 u-캠퍼스 구축의 서비스 분야의 비교 분석을 통한 국내 u-캠퍼스 구축에 적합한 무선통신 기술을 분석한다.

[표 2]는 국내 외 u-캠퍼스 구축에 적용된 무선 통신 기술과 본 논문에서 제안하는 zigbee의 기술 비교를 통한 전문대학에 적합한 무선통신 기술을 분석하였다.

표 2. 국내 외 u-캠퍼스 구축에 적용된 무선 통신기술과의 비교

	국내외 대학 적용 기술 WLAN(802.11b(g))	u-100km 적용 기술 Zigbee(802.15.4)	분산형 센서네트웍 적용 Bluetooth(802.15.1)
Network 확장성	로밍 가능	라우팅 지원	로밍 불가
주파수대역	2.4Ghz	2.4Ghz 868/915Mhz	2.4Ghz
최대속도	11 Mbps	20~250kbps Mango: 최고 1Mbps	음성:64kbps 데이터:720kbps
활동거리	100m~70m	1.6km~100m	<10m
Power profile	1W(1~2시22)	0.05W(24시간 이상)	0.1W(소일)
변조방식	DSSS/CCK	DSSS/OQPSK	FHSS
Network 초기화	3초	30mS	10초
node 허용량	32	64000	7
네트워크 구성	1-N	Ad-hoc, Star, Mesh	1-N
Network protocol	비교적 복잡	단순	매우 복잡
가격(\$)	\$20	\$2	\$5

국내 외 u-캠퍼스를 구현한 주요 대학교는 모바일 컴퓨팅과 WLAN을 이용한 무선 네트워크 기반이다. 그중 무선통신 분야는 숙명 여자 대학교, 연세 대학교를 비롯한 국내 u-캠퍼스가 구축된 주요 대학교의 무선통신 기반기술로는 802.11b기반 WiFi기술을 사용하고, 국외 u-캠퍼스를 구축한 대학교인 UC San Diego는 802.11b기반 WiFi 기술을 사용한 무선네트워크 환경을 지원하며 하노버대학 WLAN기술을 통한 모바일 컴퓨팅 환경을 구현했다[3][13].

국내 u-캠퍼스 구축에 적용된 802.11b 2.4GHz 대역의 WLAN은 긴 인식거리 및 대규모 네트워크 구성을 지원하는 네트워크 로밍이 가능하며 비교적 높은 11Mbps의 전송속도를 이용하여 모바일 computing 및 데이터 전송 등을 이용하여 국내 주요 대학교 및 국외

u-캠퍼스를 구현한 주요 대학교에서 WLAN기술을 이용하였다. 그러나 WLAN을 이용한 u-캠퍼스는 전력소비가 1W로 매우 크고 노드당 최대 허용량이 32노드며 복잡한 네트워크 protocol로 인하여 대규모 네트워크를 구축하는데 제한이 있다. 또한 무선통신 인프라 구축에 대한 비용적 측면의 부담이 크며 11Mbps의 전송속도를 이용한 무선 노트북등의 지속적인 멀티미디어 데이터 전송 환경에 적합한 무선 통신 환경이다[3][6][13].

그에 비해 본 논문에서 제안한 802.15.4 2.4GHz 대역의 zigbee 무선 통신 기술은 국내 외 u-캠퍼스 구축에 적용된 무선 통신 기술에 비교하여 다양한 정보의 센싱 및 무선제어환경에 적합한 전문대학의 u-캠퍼스 구축에 적합한 통신기술이다. 비용적 측면과 사용자의 수가 4년제 대학에 비하여 낮은 전문대학의 환경은 구성원의 서비스 환경의 향상을 위한 센서네트워크 환경이 적합하다. 이에 적합한 zigbee 네트워크의 전송거리는 100m이상의 전송거리를 갖으며 추가구성을 통하여 1.6Km의 전송거리를 지원한다. zigbee네트워크의 16개의 채널과 PAN ID에 따른 다양한 채널확보를 이용하여 인접 채널의 간섭을 최소화할 수 있으며, 최대 허용 노드가 64000으로 기존의 국내외 u-캠퍼스 구축에 적용된 WLAN에 비하여 대규모 네트워크 구성이 가능하며 0.05W 이하의 전력소비의 저 전력 특성과 단순한 네트워크 프로토콜의 WLAN과의 차이를 갖는 zigbee 네트워크는 대학교 캠퍼스와 같은 대규모 단지를 효율적이고 안정적인 센서네트워크 환경을 구축하는데 적합하다.

그리고 최고 1Mbps의 전송속도를 이용한 데이터통신 환경은 bluetooth 데이터 통신환경 보다 효율적 무선 데이터 통신환경 구축이 용이하며 네트워크 초기화 시간이 zigbee는 단지30ms로 WLAN의 3초와 bluetooth의 10초와 비교하여 매우 빠른 네트워크 갱신 속도를 갖으며 1:N의 단순한 네트워크만을 지원하는 WLAN, bluetooth에 비하여 애드-혹, 성형, 그물망 형, 클러스터 등 다양한 네트워크 토폴로지를 지원함으로써 다양한 환경의 무선네트워크 환경과 효율적인 u-캠퍼스 구축에 적합하다[13]. 이러한 zigbee를 적용한 u-캠퍼스는 WLAN 및 블루투스를 적용한 u-캠퍼스에 비하여 다양

한 분야의 서비스를 지원한다.

[표 3]은 zigbee 무선통신을 이용하여 구축한 u-캠퍼스 및 국내 외 u-캠퍼스를 구축한 대학교의 서비스를 비교 분석하였다.

표 3. 국내 외 u-캠퍼스구축 대학교의 서비스 비교

	출력 & 노드당 차량 서비스	경제 서비스	Wearable PC	위장 감각	데이터 전송	학사 행정	U-health	전자 도서관	일격 제어	양방향 시스템	센서 서비스
숙명여자대학교	○	○			○	○					
연세대학교	○	○	○		○	○		○			
한국정보통신 대학교	○				○	○				○	
동서대학교	○		○			○					
이화여자대학교	○	○		○	○	○	○	○			○
경희대학교	○				○	○				○	
Georgia Institute of Technology	○				○	○					
Hannover unicampus	○				○					○	
UC San Diego Active campus	○			○	○	○					
도주서대학교	○					○					
유한대학	○	○		○	○	○	○	○	○		○

[표 3]과 같이 모바일 컴퓨팅을 이용한 출결 서비스 및 모바일관련 서비스는 대부분의 대학교에서 지원한다. 무선 네트워크 환경을 이용한 학생 지원 분야에 관련된 데이터의 전송 및 학사행정 서비스는 소수 몇 대학을 제외하고는 서비스를 지원한다[3]. 하지만 대규모 센서 네트워크를 요구하는 전자 도서관 서비스는 연세대학교와 이화여자대학교 등 비교적 적은 대학에서만 서비스를 지원하며 무인 인식 및 환경 모니터링 등의 센서 네트워크 환경을 구현한 u-캠퍼스는 이화여자대학교 등 극소수 대학교이다. 그 외의 다양한 대학교에서 u-캠퍼스를 구현하였으나 비용의 문제로 인한 지원하는 서비스 분야가 한정적이며 제한적이다.

하지만 본 논문에서 설계하는 u-캠퍼스 서비스는 zigbee 네트워크기술을 통한 낮은 칩 가격과 0.05W이하의 저 전력 기술을 이용하여 상대적으로 낮은 비용으로 대규모 센서 네트워크 환경의 u-캠퍼스 구축이 가능하며 기존의 u-캠퍼스를 구현한 대학교의 대부분의 지원 서비스를 제공한다. 또한 높은 데이터 인식률과 전송 성공률로 환경 모니터링을 통하여 u-캠퍼스 내의 각 지역별 환경 데이터를 실시간 저장하고 이를 원격제어 기술을 이용하여 각종 장치 제어기를 지원함으로써

zigbee를 적용한 u-캠퍼스 환경을 효율적으로 관리한다. 따라서 zigbee를 적용한 u-캠퍼스는 비용에 대한 문제점 보완과 다양한 분야의 응용기술 지원을 통하여 국내외 대학교 및 전문대학에 적합하다.

VII. 결론 및 향후과제

본 논문에서는 USN환경 구축에 적합한 zigbee 무선 통신을 이용하여 전문대학의 서비스적 특성을 고려한 u-캠퍼스 인프라를 설계하였다. zigbee 네트워크를 통한 u-캠퍼스 서비스는 센서네트워크 환경의 u-캠퍼스 도입에 적합한 캠퍼스 지원 시스템 및 관련 분야의 효율적인 서비스를 제공한다. 또한 u-캠퍼스 구축 대학교 간의 무선네트워크 기반 기술을 비교분석 함으로써 zigbee를 이용한 센서네트워크 환경의 u-캠퍼스 구축이 4년제 대학교에 비해 전문대학의 u-캠퍼스에 가장 적합함을 보였다. 본 논문의 향후 과제로는 다양한 서비스가 요구 되는 u-캠퍼스 환경에서 다른 무선통신 기술과의 공존에 관한 호환성이 제공되어야 하며 복잡해지는 멀티미디어 데이터 환경에 적합한 데이터 전송환경의 연구가 요구된다. 그리고 zigbee 무선 네트워크 구성에 따른 AES 128-bit 이외의 추가적인 보안 방안이 연구 되어야 한다.

참고문헌

- [1] 임재현, *대학에서의 u-Campus* 구축, 한국교육학술정보원, RM2006-63, pp.6-21, 2006.
- [2] 김종영, 윤형인, 신현구, 이창수, 정철호, 한탁돈, "U-Campus 환경 구축을 위한 서비스의 구현", 한국정보과학회, 제30권, 제2호, pp.430-432, 2003.
- [3] 유재택, 김세훈, 반문섭, 장미진, "2006 대학정보화 최신 동향 분석 자료집", 한국교육학술정보원 연구자료 RM2006-86, pp.164-181, 2006.
- [4] 김기형, 정원도, 박준성, 서현곤, 박승민, 김홍남, "IEEE 802.14.4기반의 유비쿼터스센서네트워크 기술", 전자공학회지, 제31권, 제12호, pp.45-55, 2004.
- [5] 한창만, 최정훈, "SDL를 이용한 IEEE 802.15.4 MAC 프로토콜의 분석 및 검증", 한국정보과학회, 제31권, 제2호, 2004.
- [6] A. Andersson and M. Thoren, *zigbee, a suitable base for embedded wireless development*, CHALMER, 2005.
- [7] Z. Sahinoglu, P. Orlik, J. Zhang, B. Bhargava, and G. Ding, *Reliable Broadcasting in ZigBee Networks*, Mitsubishi Electric Research Laboratories, Inc., 2005.
- [8] J. P. Benson, T. O. Donovan, P. O. Sullivan, U. Roedig, and C. Sreenan, "Car-Park Management using Wireless Sensor Networks," USA, IEEE Computer Society, 2006.
- [9] M. Kuorilehto, M. Kohvakka, M. Hännikäinen, and T. D. Hämäläinen, "High Abstraction Level Design and Implementation Framework for Wireless Sensor Networks," SAMOS 2005, LNCS 3553, pp.384-393, 2005.
- [10] A. Lakas and K. Shuaib, "A Framework for SIP-Based Wireless Medical Applications," Vehicular Technology Conference, 2005.
- [11] K. Shuaib M. Boulmalf F. Sallabi, and A. Lakas, "Co-existence of Zigbee and WLAN, A Performance Study," Wireless Telecommunication Symposium, 2006.
- [12] D. E. Culler, "Wireless Embedded Systems and Networking TinyOS 2.0 Design and Application Services," AIT Summer Course - Tu1 TOS2, 2007.
- [13] <http://www.zigbee.org/>
- [14] <http://www.korwin.co.kr/>
- [15] <http://mdstec.com/>

저 자 소 개

안 병 도(Byeong-Do Ahn)

준회원



- 2005년 3월 : (주)스피텔 근무
- 현재 : 유한대학 경영정보학과 재학
- <관심분야> : 데이터베이스, 유비쿼터스, XML

안 병 태(Byeong-Tae Ahn)

정회원



- 1999년 2월 : 국민대학교 컴퓨터 과학부(이학사)
- 2001년 2월 : 경남대학교 컴퓨터 공학부(공학석사)
- 2006년 8월 : 경상대학교 컴퓨터 과학부(공학박사)
- 현재 : 유한대학 경영정보학과 교수
- <관심분야> : 데이터베이스, 유비쿼터스, XML