

WSN기반의 국지적 기상모니터링 시스템 고찰

정완영* · 정상중** · 김종진*** · 권태하****

*, ***, **** 부경대학교 전자컴퓨터정보통신공학부 전자정보통신공학전공

** 부경대학교 대학원 전자공학과

Study of Local Area Weather Condition Monitoring System in WSN

Wan-Young Chung* · Sang-Joong Jung** · Jong-Jin Kim*** · Tae-Ha Kwon****

* ***, **** Division of Electronic, Computer and Telecommunication Engineering,

Pukyong National University

** Department Electronic Engineering, Graduate School, Pukyong National University

E-mail : wychung@pknu.ac.kr

요 약

본 논문은 산악지역이나 지역적으로 급작한 기후 변화를 일으키는 곳을 모니터링할 수 있는 시스템을 통하여 재난피해를 최소화시키기 위한 국지적 기상모니터링 시스템 개발을 위한 기초연구이다. 우선 우리나라의 재해재난 관련 모니터링 시스템에 관한 연구 현황을 수집 및 분석하였으며, 이러한 국지 기상모니터링 시스템의 실현가능성과 장점에 대해 조사하였다. 또한, 외국의 사례들을 참조하여 무선센서네트워크와 CDMA망의 통합을 바탕으로 한 효율적인 국지 기상모니터링 시스템의 구축을 위한 방향을 제시하였으며, 이러한 시스템을 위해 필요한 각종 센서와 센서노드의 형태, 100~500m 정도의 가까운 거리 마다 설치될 센서노드의 형태와 센서인터페이스, 전력공급장치 등에 대하여 조사하였다. 본 연구의 결과는 앞으로의 모니터링 시스템 관련 연구과제의 도출과 통합된 정보가 기상 관측소, 방송국, 지역 재난경보시스템과 연결되어서 급작스런 기후변화나 또는 홍수 등의 위험 경보를 그 지역에 있는 관광객 또는 거주자에게 휴대폰 또는 방송으로 알려주는 서비스를 통해 많은 연구 분야에서 활용될 수 있으리라 판단된다.

ABSTRACT

An local area weather condition monitoring system to minimize many disasters from the sudden change of weather condition in local and mountain area is proposed. Firstly, the comparison of present state of the related monitoring systems and the possibility of realization with some merits are investigated. Moreover, this paper present direction of local area weather condition monitoring system based on integration of wireless sensor network and CDMA network following some case study. Through the efficient integration of both networks, the measured weather condition data from sensors can be transmitted to the server or mobile to monitor with high reliability.

The proposed monitoring system will guide new type of project in wireless sensor network and support alarm service of the sudden change of weather condition to mobile user from central official regulations.

키워드

기상관측, 국지적 기상모니터링 시스템, 무선센서네트워크, CDMA(Code Division Multiple Access)

1. 서 론

최근 지구온난화에 따른 기후의 급변으로 인하여

여 다양한 자연재해가 빈번히 발생하고 있으며, 재해에 의한 피해규모도 증가됨에 따라 정밀한

기상재해 모니터링 시스템 구축의 필요성이 요구되어지고 있다. 특히, 산악지역이 많은 우리나라는 이러한 지역의 기후가 기존의 예측방법에 의해 예측하기가 더욱 어려운 실정에 있다. 따라서 산악지역과 같은 곳에서의 갑작스러운 기상변화에 의한 폭우, 폭설, 한파, 폭서 등에 의한 피해가 매년 되풀이 되고 있다. 그림 1과 같이 소방방재청 집계에 따르면 1960년대에 연간 1067억원이던 기상재해 피해액이 1970년대에는 1748억원, 1980년대에는 4693억원, 1990년대에는 6852억원, 2000년대 들어서는 2조 6953억원으로 급증하고 있는 추세이다[1].

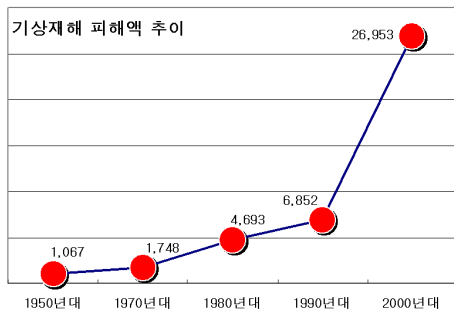


그림 1. 기상재해 피해액 추이(소방방재청, 2005).

또한, 뉴욕 타임스(2007년 5월 12일자)는 미국의 최고 정보책임자인 마이클 맥코넬이 미 하원 정보위원회에 보낸 서한에서 급작스러운 기후 변화가 미국의 안보에 미치는 의미를 평가하고 분석하는 것은 당연하다고 보도하였으며, 미국뿐만 아니라 전 세계의 많은 나라가 기상이변에 따른 피해가 인류의 생활과 국가안보 차원에서 중요한 이슈로 다루고 있음을 알 수 있다.

이에 특수한 환경에서의 기상데이터의 획득에서 오는 문제점들을 극복하기 위한 원격모니터링 시스템의 구축이 절실하고, 안정적이고 효율적인 모니터링이 필수적이다.

II. 국내의 기상모니터링 시스템 모델

국지적 기상모니터링 시스템의 구현을 위해서는 여러가지 기상데이터의 수집과 분석 그리고 적절한 서비스의 제공을 위한 모니터링 프로그램 및 데이터베이스가 필요하며, 이러한 정보는 모니터링 시스템을 구축하여 운영함으로써 신뢰성을 인정받게 된다. 국내에서 기상데이터를 확보하기 위하여 현장관측을 정기적으로 실시하는 기상청은 그림 2와 같이 기상 관측망을 구축하였으며, 전국에 산재한 600여개의 기상관측센서들로 구성된 무인관측시스템(AWS: Automatic Weather System)들과 AWS로부터의 기상관측정보를 한곳으로 수집하는 국지수집장치(LAU: Local Acquisition Unit)가 2400bps의 저속 모뎀을 연결

하여 사용하고 있으며, 유선의 시리얼 통신을 통하여 AWS에서 LAU로 정해진 자료 포맷의 기상정보를 주기적으로 전송되어 진다. LAU에서 수집된 기상정보들은 기상청의 전용회선을 통하여 기상분석을 위한 기상정보 저장소로 전송되어 진다[2].

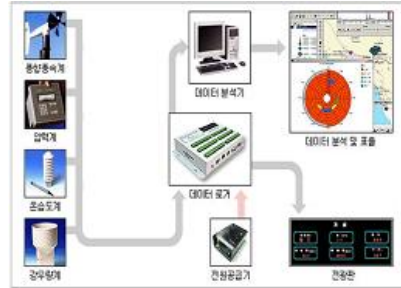


그림 2. 자동 기상 관측 시스템 구성도.

일본의 경우, 자동차 와이퍼 기상정보 수집 시스템(IIC, WIDE project)을 구현하여 2000대의 자동차에 와이퍼 속도 감지 센서를 장착하여 지역에 따른 기상정보를 수집하는 시험을 수행하였으며, 자동차 와이퍼의 속도 정보를 수집, 분석하여 그 지역의 강우 상황을 파악하는 시스템을 개발하였다. 또한 기상청에서 실시된 국지적인 기상정보의 수집은 그림 4와 같은 순서로 수집되며, 수집된 데이터들은 각각의 통신망들을 통하여 전달되어지고, 슈퍼컴퓨터에 의한 수치해석을 포함하고 있는 기상자료 종합자료처리시스템에서 처리되어지고 있다[2].

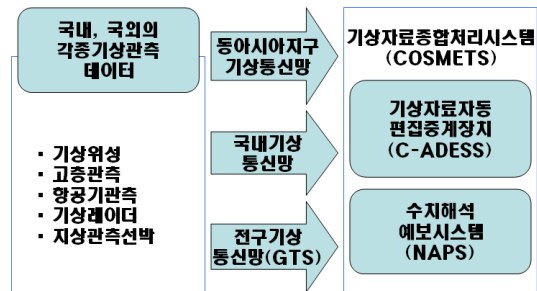


그림 3. 일본 기상청에서 기상정보의 수집과정.

국외의 경우, 미국에서 연구된 GEMS(Global Environmental Micro Sensors) 시스템은 공중 낙하식 부표에 장착된 센서를 활용하여 포괄적인 기상 정보를 수집하며, 여러 개의 센서가 상호간 RF 통신을 수행하면서 기상정보 교환, 수집 및 전송을 수행한다[3].



그림 4. 기상정보 모니터링 화면(온도센서, 습도센서, 고도, 위도, 경도 등)

미국, 일본 등지에서는 Field-Server라는 센서 데이터 수집용 Wireless Mesh Network 노드를 농업 분야에 실제 적용할 수 있도록 기능 개발을 추진 중에 있으며, Field-Server에는 온도, CO2 농도, 자외선량, 대기습도, 토양습도 등을 측정할 수 있는 센서와 태양전지가 장착되어 있고, 다른 Field-Server들과 Wireless Mesh Network를 구성하는 기능을 가지고 있다[4].



그림 5. Field-Server

우리나라에서 발생하는 대부분의 자연재해는 기상현상이 그 주요 원인이며, 최근 기상이변에 따른 국지적 이상강우로 인한 집중호우의 피해가 증가하고 있으며, 앞으로도 예측하기 힘든 강우변동이 예상되고 있다. 특히, 산골마을, 인적이 드문 계곡, 한철만 사람들이 봄비는 캠프장과 같은 곳에서의 기후변화는 광역지역이나 도시지역과는 달리, 일반적인 기상관측 및 예보만으로는 그 기후변화 및 위험 모니터링이 정확하지 못하며, 그에 대한 기상재해 모니터링 기술이 현재로서는 매우 많이 부족한 실정이다. 이러한 문제점을 극복하고자 본 논문에서는 Wireless Mesh Network를 네트워크 인프라 망으로 활용한 USN의 네트워크망과 CDMA망을 결합한 국지적 기상모니터링 시스템을 제안하여 오지의 국지적인 기상을 효율적으로 모니터링할 수 있도록 설계하였다.

III. 국지적 기상모니터링 시스템 구축

시스템의 구성은 크게 다음과 같이 3부분으로 구성된다. 현장에서 기상데이터를 수집하는 무선센서네트워크 부분, 관측자료를 무선통신을 통해 관제센터로 전송하기 위한 CDMA망 부분, 그리고 수집된 자료를 분석, 관리, 보관하는 중앙관제센터 부분으로 전체의 시스템을 소개한다. 그림 3은 본 논문에서 제안하는 국지적 기상모니터링 시스템의 전체 구성도를 보여주고 있다.

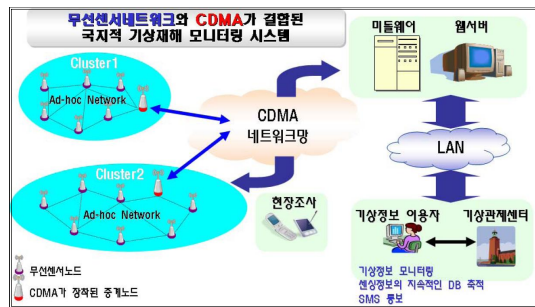


그림 6. 국지적 기상모니터링 시스템의 개념도.

메쉬형태의 비교적 넓은 지역에서의 활동성 보장을 위한 ZigBee 모듈이 탑재된 원형 모양의 초소형 4mm × 4mm 사이즈 이하의 2.4GHz, 250Kbps, IEEE 802.15.4 기반의 무선센서노드를 설계 및 제작하여 원격모니터링을 가능하게 할 수 있다.

무선센서노드의 내부 블록도

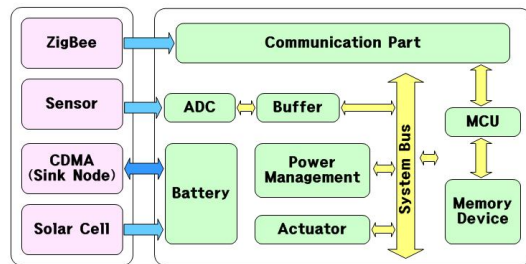


그림 7. 무선센서노드 하드웨어 블록도.

사용될 무선센서노드는 그림 4와 같이 저가형, 고용량의 Flash Memory를 가진 MSP430F1611(TI, USA) 마이크로컨트롤러와 IEEE 802.15.4를 적용한 RF트랜시버(CC2420, Chipcon AS, Norway), 외부 플래시메모리(M25P80, STMicroelectronics, USA)로 구성하여 주변 인터페이스와 확장 가능하도록 제작하였다. 무선센서노드는 확장커넥터를 통해 외부 센서와의 연결을 가능하도록 하여 기상관측 모니터링이 가능하도록 하며, 기존의 무선

센서네트워크와의 호환성을 유지하기 위해 TinyOS 지원이 가능하도록 한다. 또한, 무선센서노드로부터 수집한 기상정보를 CDMA망으로 접속하기 위해 중계노드와의 인터페이스 제작하여 무선센서노드와 CDMA 모뎀 간 상호통신을 가능하게 하며, 기본적인 동작은 무선센서노드로부터 센싱된 데이터를 중계노드를 통해 모바일 폰에서 읽어 들이고 CDMA망을 이용하여 메시지 형식으로 측정 데이터를 전송하여 CDMA망을 무선센서네트워크와 상호 연동하도록 한다[5]. 센서네트워크와 CDMA망의 효율적인 연동을 통해 중앙관제센터에서는 PC용 모니터링 서버 프로그램을 개발하여 측정된 데이터를 원격으로 모니터링할 수 있도록 한다.

제안된 무선센서노드의 동작은 2.5V ~ 3.9V의 유연한 입력 전원을 사용하는 배터리 전원을 사용하며, 통신거리가 최적의 조건에서 최대 100m이며, 3V배터리로 전원을 인가할 경우 송신시 40mA, 대기상태에서 30uA정도의 전력을 소모한다. 또한, 무선센서노드는 기존 센서노드의 유연하지 못한 인터페이스를 방법에 대한 문제점을 보완하기 위해 휴대폰, PDA, Embedded기기, PC등과의 인터페이스를 고려하여 공통적으로 사용할 수 있는 외부 시리얼 인터페이스를 추가하여 다양한 확장성을 추구한다. 따라서 제안된 무선센서노드는 Analog 및 Digital I/O 센서인터페이스를 통해 기상 관측을 위한 다양한 센서를 연결할 수 있도록 하였으며, 확장 커넥터는 PC 및 휴대폰과의 데이터 통신을 위해 RS-232 인터페이스 및 센서노드의 펌웨어를 언제든지 교체할 수 있도록 ISP(In System Programmable) 커넥터를 포함하도록 하였다. 또한, 정확하고 신속하게 관측된 기후의 변화를 실시간으로 계측하고 데이터화하여 전송할 수 있는 센서보드를 구현하여 센서노드와 함께 사용한다. 센서네트워크에 사용된 기상관측용 센서로는 온도, 지중온도, 기압, 풍향, 풍속, 강우 감지, 강우량 센서 7가지 센서를 사용하여 각각의 총 8가지의 데이터를 수집한다. 다양한 기후에 적용할 수 있도록 이득, 대역, 임피던스 특성을 조절 가능한 기상관련에 맞는 센서보드를 설계한다.

무선센서네트워크에서는 기상 관측을 위한 국지적 영역에 수많은 센서 노드들이 미리 결정된 형태 없이 배치될 수 있고, 센서 노드의 동작이 실패하거나 기능이 소멸되는 경우에도 네트워크의 전체적인 동작에는 영향을 미치지 않는 장점을 가진다. 그러므로 이러한 무선센서네트워크를 위한 프로토콜은 에너지 소비를 네트워크 전체에 분산시켜 전체적 시스템의 수명을 증가시키는 방향으로 설계되어야 하며, 센서 네트워크의 동적인 변화에 빠르게 대응할 수 있어야 한다. 본 논문에서의 평면 라우팅은 네트워크 전체를 하나의 영역으로 간주하여 모든 노드들이 동등하게 라우팅

에 참여할 수 있으며, 멀티홉 라우팅을 가진 계층적 라우팅은 네트워크를 클러스터링을 기반으로 한 에너지 소비를 최소화하게끔 다수의 영역으로 분할하여 각각의 영역내 특정 노드에 헤드의 역할을 부여하여 TinyOS 기반으로 라우팅을 개발하고자 하였다.

기상 데이터를 입력받고 이 데이터를 수집/관리하는 장치인 모바일 폰은 기상 필드에 분산된 센서노드의 토폴로지를 디스플레이 할뿐만 아니라 위험 신호를 SMS 메일로 전송해주는 역할을 담당한다. 본 논문에서는 기상재해 관련 신호와 네트워크 토폴로지 형성을 모니터링 하기 위해 모바일 폰과 중계노드를 연결할 커넥터를 설계하였다. 중계 노드 상단에 센서 I/O 포트, RF 회로, MCU 회로가 구성되어 있으며, 하단에는 마이크로컨트롤러 선로를 위한 Ground 층으로 구현되어 있다. 중계노드 인터페이스는 3개의 커넥터를 사용하며, 6핀의 커넥터는 ISP 및 Serial 장치와 연결되며, 5핀의 커넥터는 제어 I/O 포트와 연결되고, 19핀의 커넥터는 확장 포트와 연결 되어 센서 값을 읽는다. 센서 포트는 I2C 포트와 각각의 ADC에 연결되어 있으며, RF 송수신을 담당하는 CC2420 RF IC와는 SPI 포트를 통하여 송수신 데이터의 전송이 이루어지며, 내부 레지스터는 3개의 제어 신호를 사용하여 접근이 가능하게 하였다.

본 논문에서 제안된 WIPI(Wireless Internet Platform for Interoperability)는 한국의 휴대폰 어플리케이션을 위한 소프트웨어 표준 플랫폼이다. 한국에는 SK Telecom, KT Freetel 및 LG Telecom 3개의 이동통신사가 있는데 WIPI가 만들어지기 이전에는 각 통신사가 각각 다른 소프트웨어 플랫폼을 사용하여 개발하여 왔으나 어플리케이션의 발전과 더 많은 고급 개발인력 양성 및 개발의 효율성 증대를 위해 이동통신 3사 및 휴대폰 제조회사가 연합하여 표준 플랫폼을 제정하였다. WIPI가 지원하는 프로그램 언어는 C/C++과 JAVA를 지원하며 마크업언어로는 WML을 지원한다.

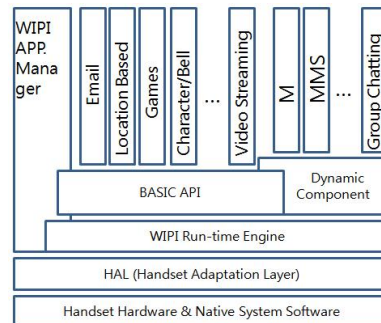
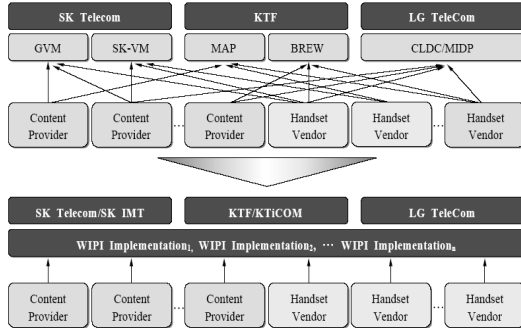


그림 8. 모바일 프로그램 구조.

WIPI는 휴대폰의 어플리케이션계층에 존재하기 때문에 직접 휴대폰의 하드웨어를 제어하지는 못하지만 WIPI Run-time Engine 을 통해 음성통신 기능, 키패드, LCD, 미디어 기능 등의 제어가 가능하다.



자료: EXE MOBILE

그림 9. WIPI 규격 채택이후 무선 플랫폼 환경.

본 논문에서는 모바일의 시리얼 통신 기능과 TCP Socket형태의 CDMA망을 통한 데이터 통신 기능과 기후 모니터링을 위한 그래픽 기능을 사용한다. WIPI 표준 제정 이전에는 콘텐츠 제공자 및 제조사들은 각 통신사 환경에 맞춰서 각각 다른 환경의 소프트웨어 및 플랫폼을 공급해야 하지만 WIPI 표준 제정 이후에는 모든 콘텐츠 제공자 및 제조사들은 WIPI 표준만 만족하면 된다. 즉 개발 비용 및 시간을 절감하기 위해 정통부, 이동 통신 3사, 전자통신연구원(ETRI), 한국정보통신기술협회(TTA)등이 참여하여 개발하였다. 본 논문에서는 JAVA환경으로 개발 하였으며 개발환경은 JDK 1.3 과 WIPI 1.2를 사용하였다. 모바일은 삼성 제품을 사용하였으며 통신사는 SK텔레콤, 어플리케이션 다운로드는 SK 개발자사이트에서 지원하는 시험용 서버를 사용하였다[5].

본 논문에서는 모바일 어플리케이션을 이용해서 센서네트워크를 제어하고 센서네트워크에서 측정된 데이터를 CDMA망을 통해 관측소나 서버 PC로 전달해주는 역할을 모바일이 수행하도록 하였다.

모바일에서 수집된 데이터는 CDMA망을 통해 통신서비스 회사에서 제공해주는 UP-Link server에 접속하여 인터넷망에 접속하기위한 IP와 게이트웨이 등의 정보를 제공받아 인터넷망에 접속할 수 있다. 이러한 접속은 HTTP 형식처럼 마크업 언어로 정보표시 및 원하는 정보를 찾아갈 수 있도록 만들어 주는 휴대용 기기를 위한 마크업 언어인 WML등을 이용할 수도 있지만 UDP 혹은 TCP/IP와 같이 실시간 데이터 통신을 위한 프로토콜도 제공된다. 또한, 수집된 기상 관측 데이터의 실시간 분석을 위해 실시간 데이터 전송이 요구되며 WIPI에서 Socket방식으로 지원해주는 네트워크 프로토콜인 TCP Socket방식이 이러한 방식을 지원한다.

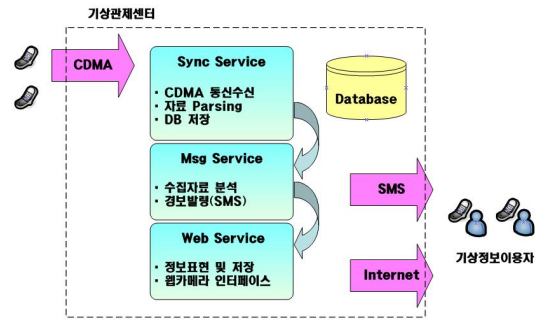


그림 10. 소프트웨어 구성도.

센서네트워크는 일반적으로 IEEE 802.15.4 방식으로 통신을 하지만 CDMA망으로의 접속을 위해서는 조정이 필요하다. 이러한 변환을 위해 어플리케이션을 검증하여야 하며 WIPI 에뮬레이터와 PC측의 시리얼데이터 전송프로그램을 제작하였다. 통신환경은 115200 bps , data 8-bit, parity none, stop 1-bit, none flow control이다. 십진포맷으로 전송된 ASCII코드가 WIPI 에뮬레이터로 전송되어 화면에 표시되는 것으로 시리얼통신이 이루어진다.

서버로 전송된 기상 데이터는 먼저 데이터베이스로 저장되며, 자료 분석, 해석, 통합 및 관리를 통해 인터넷이나 여러 가지 실시간 관측 서비스와 같은 프로그램들과 연동된다. 측정된 기상 데이터의 분석 및 모니터링을 위해 PC용 인터페이스 구현하여 상시 모니터링이 가능하도록 하였다. 또한 여러 개의 센서노드로 구성된 메쉬형태의 구성을 효율적으로 관리하기 위한 운용관리 상태 모니터링 소프트웨어를 서버에 구현하여 각 센서노드의 상태를 실시간으로 관리할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 센서네트워크와 CDMA망 기술의 접목한 국지적 기상모니터링 시스템을 제안하였으며, 이를 통해 기상이변에 의한 피해를 최소화하고 그 위험을 미리 경보하여 인명을 보호할 수 있도록 하였다. 또한 최소의 시간지연으로 데이터를 측정 및 전송하여 데이터 패킷구조 최적화 및 효율적인 전송을 제시하였으며, 모니터링의 결과 시간, 측정비용, 오염발생시 대처시간 및 복구, 유지보수 등의 모든 면에 걸쳐 향상된 결과를 기대할 수 있다.

이러한 모니터링 시스템의 개발에 의해 관련 장비의 국산화 개발은 물론 이 분야의 국제적 경쟁력을 높일 수 있을 것이라 사료된다.

참고문헌

- [1] 소방방재청, <http://www.nema.go.kr/>
- [2] 한국정보사회진흥원, 2006년도 USN 현장시험 결과보고서, 2006.
- [3] John Manobianco, "Global Environmental Micro Sensors (GEMS): A Revolutionary Observing System for the 21st Century", NASA Institute for Advanced Concepts Atlanta, GA, 31 August, 2005.
- [4] Masayuki Hirafuji, "Field Server - a Wireless Sensor Network for Plant and Field Condition Monitoring", Computational Modeling Laboratory, National Agricultural Research Center, Japan, 2004.
- [5] Chiew-Lian Yau and Wan-Young Chung, "Personal Mobile Healthcare Diagnosis System with Auto Switching of IEEE 802.15.4 Network and CDMA Network", 7th East Asian Conference on Chemical Sensors, December 3-5, Hotel Novotel Clarke Quay, Singapore, p.53, 2007.
- [6] (주)현대정보기술, "유비쿼터스 서비스 모델 발굴을 위한 USN 현장시험 연구과제: USN 기반의 소양강 상류천 수질관리를 위한 정보수집 시스템 구축", 2007.
- [7] 권원태, "우리나라의 최근 기후변화현황과 미래전망", 방재연구지, 통권36호, pp.8~15, 2007.