

## 스마트폰과 연동되는 M2M 기반 스마트 팩토리 관리시스템의 설계 및 구현

박 병 섭\*

### Design and Implementation of M2M-based Smart Factory Management Systems that controls with Smart Phone

Byoung-seob Park \*

#### 요 약

센서 네트워크기술과 모바일 장치가 연동된 애플리케이션이 사용된 연구는 주로 기후나 온도 변화, 재해 등의 환경 모니터링 관련 분야와 모바일 헬스 케어 관련 애플리케이션이 최근의 주된 이슈 사항이 되어 왔다. 본 논문에서는 안드로이드 폰으로 제어가 가능하고, 그린 스마트 팩토리 영역을 효율적으로 모니터링하고 관리할 수 있는 M2M 서비스 기반 스마트 팩토리 관리 시스템(SFMS : Smart Factory Management System)을 제안한다. 제안된 시스템은 TinyOS 기반의 IEEE 802.15.4 표준 스택을 적용하여 스마트 센서 네트워크를 구성하며, 제한된 시스템 구조의 기능성 검증을 위하여 온도/습도, 도어, 적외선(PIR), 카메라 센서로 센서 망을 구성하여 센싱 이벤트 요청 및 제공 테스트를 수행하였다.

▶ 키워드 : 스마트 팩토리, TinyOS, 센서네트워크, 스마트폰, 사물지능통신

#### Abstract

The main issues of the researches are monitoring environment such as weather or temperature variation and natural accident, and sensor gateways which have mobile device, applications for mobile health care. In this paper, we propose the SFMS(Smart Factory Management System) that can effectively monitor and manage a green smart factory area based on M2M service and smart phone with android OS platform. The proposed system is performed based on the TinyOS-based IEEE 802.15.4 protocol stack. To validate system functionality, we built sensor network environments where were equipped with four application sensors such as Temp/Hum, PIR, door, and camera sensor. We also built and tested the SFMS system to provide a novel model for event detection systems with smart phone.

▶ Keyword : Smart factory, TinyOS, Sensor network, Smart Phone, M2M

---

• 제1저자 : 박병섭 • 교신저자 : 박병섭

• 투고일 : 2011-02-28, 심사일 : 2011-03-09, 게재확정일 : 2011-04-05

\* 인하공업전문대학 컴퓨터시스템과(Dept. of Computer Systems & Engineering, Inha Technical College)

## I. 서론

스마트 빌딩(Smart building)이란 건축, 통신, 사무자동화, 빌딩 자동화 등의 4가지 시스템을 유기적으로 통합하여 첨단 서비스 기능을 제공하고 경제성, 효율성, 쾌적성, 신뢰성, 안전성을 추구한 빌딩을 말한다. 이 기술은 기존의 IBS(Intelligent Building System) 기술, IT 기술, 신재생 에너지 기술을 접목한 융복합 기술로 현재 주목받고 있는 스마트 그리드(Smart Grid) 기술과 연계된다. 이러한 추세와 맞추어 오늘날 그린 환경의 팩토리 관리 시스템에 대한 수요가 증가하고 있다[1]. 대기업이나 다국적 기업에서 개발한 솔루션이 다수 있으나 중소형 빌딩에 적용하기에는 규모가 크고 우선기반 시스템으로 설계 시 시스템 설치에 대한 내용이 반영되어 있어야 하며 사용자 요구에 부합하는 커스터마이징이 곤란하다. 따라서 국내의 중소규모 작업장을 대상으로 하며 무선 시스템으로 설계 시 시스템 설치가 반영되지 않았더라도 쉽게 설치할 수 있으며 기존 건물에도 추가 공사비용의 부담을 줄이면서 설치 가능한 시스템의 필요성이 증대되고 있다.

스마트 팩토리 관리시스템(SFMS)은 지그비 기반의 USN (Ubiquitous Sensor Network)망을 통해 고온을 감지하여 화재 발생을 인지하며, 출입관리 시스템을 통과하지 않은 출입(창문 등의 센서 및 인체감지를 이용하여 감지)을 감지하는 방법 기능 등의 안전관리 시스템과 사용자 부재시 및 예약시간의 전등 전원 차단, 출입자 상태를 확인하고 출입자의 재실위치를 파악할 수 있는 출입관리 시스템을 통합하여 첨단화 되어가는 건축기술을 고부가가치화하며, 지속적으로 증대되는 안전 및 편리성에 대한 사용자 요구를 충족시키고, 관리효율 향상을 통한 비용절감으로 관리자의 요구를 충족시킬 수 있는 USN 기반 스마트 팩토리 통합관리 시스템 개발을 목표로 한다. 본 논문에서 구현한 시스템은 M2M(Machine-to-Machine)[2] 서비스의 일환으로 2.4GHz TinyOS기반의 지그비(Zigbee) 무선 통신기술 [3]을 적용한 스마트 팩토리 관리 시스템이다. 제안된 SFMS 시스템은 출입관리 시스템을 통과하지 않은 출입(창문 등의 센서 및 인체감지를 이용하여 감지)을 감지하는 방법 기능 등의 안전관리 시스템과 사용자 부재시 및 예약시간의 전등 전원 차단, 온도체크를 통한 화재감지, 무선 카메라로 출입자 상태를 확인하고 출입자의 재실위치를 파악할 수 있는 출입관리 시스템 등으로 구성되며, 이를 스마트폰 연동을 통해 통제할 수 있는 관리시스템을 설계, 구현 하였다.

본 논문은 2장에서 관련 연구동향을 다루고, 제 3장에서

는 SFMS 시스템 설계기술에 대해 설명한다. 4장에서는 SFMS 시스템의 구현과 분석을 다룬다. 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

### 1. 국내외 동향 및 관련연구

건물에너지 관리 기술은 지멘스, 하니웰, 존슨컨트롤스 등 선진 외국의 빌딩 자동화 기술을 기반으로 개별 에너지 설비에 대한 각각의 에너지 관리를 운영 관리자가 수행하는 EMS(Energy Management System) 수준의 에너지 관리가 이루어지고 있으므로 독자 기술개발이 시급하다[1]. 국가 에너지 소비의 25%를 점유하고 있는 건물에너지에 대한 국내의 절감 효율은 약 5~8% 정도로서 약 20% 정도의 에너지 절감 효과를 제공하는 일본, 미국, 독일, 영국 등 선진국에 비해 매우 낙후된 수준으로서 정부의 적극적인 기술개발 전략이 제시되고 있다. 그러나 국내의 빌딩 에너지 소비 분석 및 수요 예측 분야에서도 개념적 연구가 진행되고 있어서 선진국 대비 4년 이상의 격차가 있으며, 특히 관리시스템의 핵심기술은 선진국에 대부분 의존하고 있는 실정이다.

센서 네트워크기술과 모바일 장치가 연동된 애플리케이션이 사용된 연구는 주로 기후나 온도 변화, 재해 등의 환경 모니터링 관련 분야의 연구와 이동성을 지닌 모바일 장치의 특성상 센서네트 워크에서의 게이트웨이로의 사용, 모바일 헬스케어 관련 애플리케이션이 최근의 주된 이슈 사항임을 알 수 있다. 또한 애플리케이션에서 사용된 응용 센서들의 적용 분야는 주로 환경 모니터링에 주로 사용된 온/습도 센서가 가장 많이 사용되고 있었고[4-6], 이어서 가속도센서와 바이오센서가 주로 응용 연구에 이용되었다.

본 논문에서 구현하는 SFMS 시스템은 센서와 서버간의 통신 제어기술을 M2M[2] 서비스 기술을 이용하고 있다. M2M 통신기술은 사람이 아닌 기계와 기계간의 통신 네트워크를 구성하는 분야로 적용 범위에 따라서 장치의 상태 통보, 머신의 제어, 머신과 머신간의 통신 등의 형태로 구분된다. 현재 전기검침, 가스검침, 시설물 관리, 산업용 머신제어 등에 주로 활용되며, 향후 센서 네트워크 기술로 주목받고 있다. 최근에는 NFC(Near Field communication), 지그비, 블루투스(Bluetooth) 기술 등이 M2M 서비스구축의 핵심 기술로 활용되고 있다. 다음 그림은 M2M 통신 기술을 기용한 서비스 종류를 보여준다.

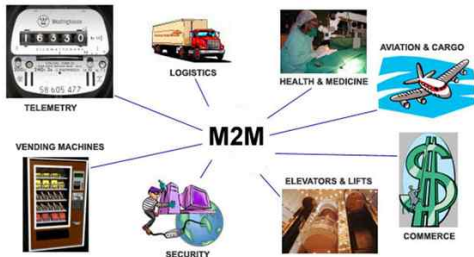


그림 1. M2M 통신기술을 이용한 서비스 종류[2]  
Fig. 1. Service category using M2M technologies[2]

지그비 무선통신 기술은 USN 사회의 기반기술로 최근 IT 업계의 이슈가 되고 있다. 핵심인 지그비 칩이 국내의 회사에서 제품화되어 판매되고 있으며 이의 다양한 어플리케이션이 발표되고 있다[7]. 그러나 전력소비, 고가 부품, 네트워크 구성 프로토콜 등 아직 상용 제품을 구성하기에는 해결해야 할 문제가 많다.

관련 논문으로 NIST에서는 [8]에서 발표한 것과 같이 휴먼-물체를 위해 실험한 노드의 이동성과 RF리더를 부착한 위한 모바일장치 응용 기술 연구와 [9]에서 제안한 핵발전소 주변 환경 모니터링 시스템인 'RadMote' 연구가 있었다. 건물 제어 시장은 글로벌 기업의 개발기술이 세계시장을 주도하는 형태이다. 세계 빌딩제어 시장에 영향을 미치는 글로벌 기업으로는 미국의 에셀론, 독일의 지멘스 등이 있으며 최근의 빌딩자동화 기술은 전기 및 기계설비, 환경, 건축요소, 방법, 주차, 물류 설비 등을 종합적으로 관리 제어되는 기능 구축을 최대의 과제로 삼고 있다. 더하여, 빌딩관리시스템에 의한 일일업무, 연·월간 점검/보수, 공사, 에너지, 자재, 도면 등의 관리와 경영 전반인 인사, 교육, 재무와 연계된 관리 시스템의 구축 또한 급속하게 보편화되는 추세이다. 첨단 기술의 도입으로 다양한 기능 및 편리성 증대, 프라이버시 보호, 안전 대책 등에 대하여 기능이 강화되고 있다[10].

### III. SFMS 시스템의 설계

#### 1. 제안된 SFMS 시스템 구조

##### 1.1 시스템 구조

개발 시스템의 사양은 다음과 같은 시스템 모듈로 구성된다. 전체 시스템은 크게 스마트 팩토리 내의 감시영역, 관리통제 시스템 영역, 스마트폰 제어 영역으로 구분할 수 있다. 특

히 감시영역에는 온도, 습도, 도어락, 적외선 센서와 감시 카메라가 설치되어 있다. 관리통제서버에서는 감시영역을 실시간으로 감시 및 제어하는 역할을 수행하고 스마트폰과의 통신을 담당하여 그린 스마트 팩토리 내의 상황 정보를 스마트폰에 제공해준다. 따라서 그린 스마트 팩토리 영역에서 센싱된 실시간 데이터는 관리통제 서버를 거쳐 WiFi로 연결된 스마트폰에서 센싱된 데이터를 감시할 수 있는 구조로 구현되었다.

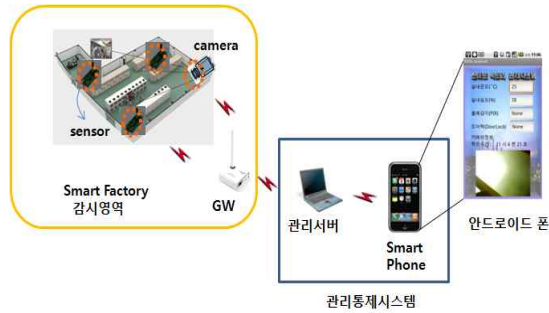


그림 2. 스마트 팩토리 관리 시스템 구성도  
Fig. 2. SFMS Architecture

##### 1.2 TinyOS 기반 지그비 프로토콜 구조

다음 그림은 각 구성요소간의 프로토콜 스택을 보여준다. 센서노드는 TinyOS 플랫폼 하에서 PHY, MAC 그리고 라우팅 기능을 수행하며, 센싱된 정보를 서버로 실시간전송하는 역할을 수행한다. 게이트웨이(GW) 노드는 센서와 서버를 연결하는 브리지 역할을 수행한다. 관리통제 서버의 상위계층은 통신설정 모듈, 명령어 처리 모듈, 장치제어 모듈, 데이터수집 모듈로 구성된다. 스마트폰과 서버는 WiFi 기반의 TCP/IP로 통신하도록 설계하였다.

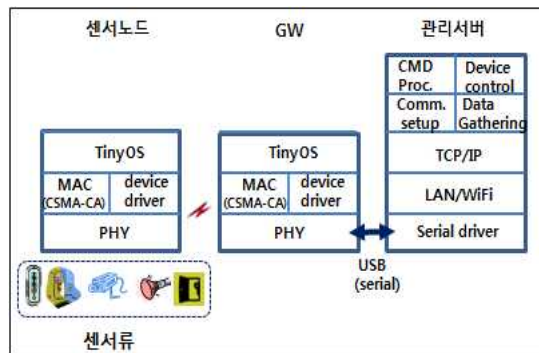


그림 3. 각 구성요소별 프로토콜 구조  
Fig. 3. Protocol Stack according to Each component

1.3 TinyOS 기반 지그비 프로토콜 동작절차

이절에서는 TinyOS 기반 지그비 센서 노드와 서버간의 데이터 송수신 흐름도를 설명한다. 각 센서노드들의 데이터 수집 절차는 다음 그림과 같다. [그림 3]은 온도, 습도센서의 동작 흐름도를 보여주는데, 루프는 연속적인 반복동작을 나타낸다.

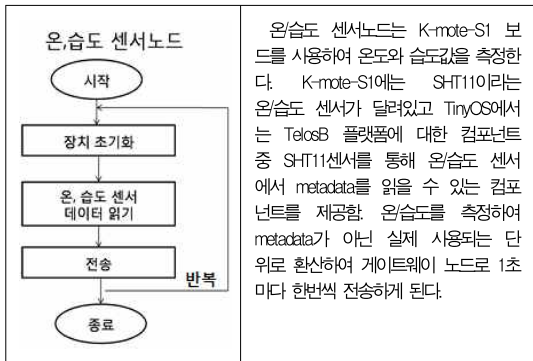


그림 4. 온도, 습도센서 수집 동작 흐름도  
Fig. 4. Temperature & Humidity sensor's Operation Flowchart

다음 그림은 외부 출입자를 감지하는 적외선 센서노드의 동작 흐름도이다.

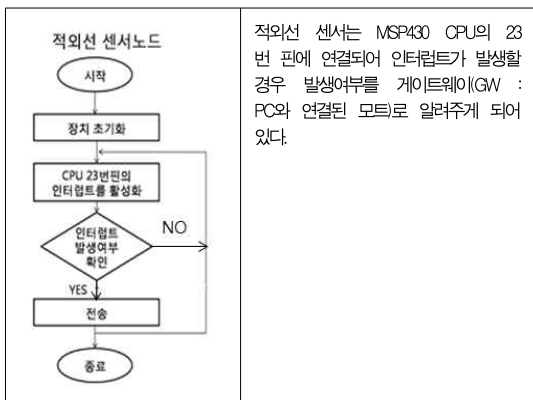


그림 5. 적외선 센서의 동작 흐름도  
Fig. 5. PIR sensor's operation flowchart

다음 그림은 감시영역내부의 침입을 감지하기 위해 도어에 장착된 도어 센서노드의 동작 흐름도이다.

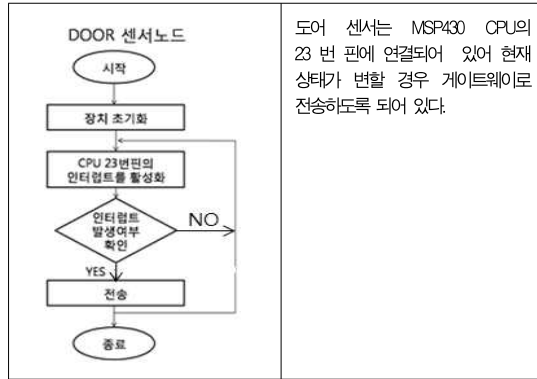


그림 6. 도어 센서의 동작 흐름도  
Fig. 6. Door sensor's operation flowchart

다음 그림은 센서들로부터 각 센싱 데이터를 수신 받아 관리서버에 연결된 게이트웨이(GW) 노드의 동작 흐름도이다.

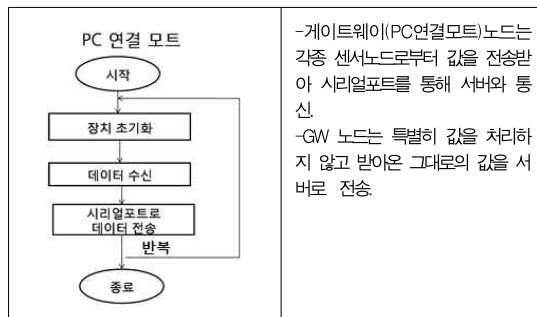


그림 7. 게이트웨이 노드의 동작 흐름도  
Fig. 7. Gateway node's operation flowchart

2. 관리 통제 서버 동작 프로세스

관리 통제 서버는 SFMS 시스템의 전체 제어를 담하는 부분으로 감시영역으로부터 센싱 데이터의 수집, 각종 센서를 제어하는 제어 데이터 전송, 스마트폰과의 통신을 담당하는 중앙 관리 모듈이다. 다음 그림은 관리 서버의 동작 프로세스를 나타낸다.

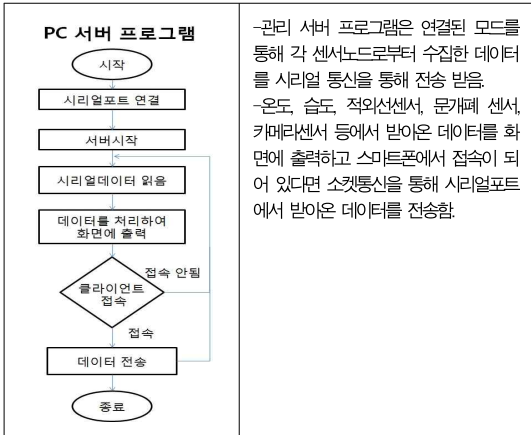


그림 8. 관리 서버의 동작 프로세스  
 Fig. 8. Management Server's Operation Process

### 3. 카메라 모듈의 동작 프로세스

도어나 적외선 센서로부터 외부인의 침입이 감지되면 자동적으로 카메라가 작동하여 감시영역내의 영상을 서버로 전송하게 된다. [그림 9]는 무인 감시를 위한 카메라 모듈의 동작 프로세스를 나타낸다.

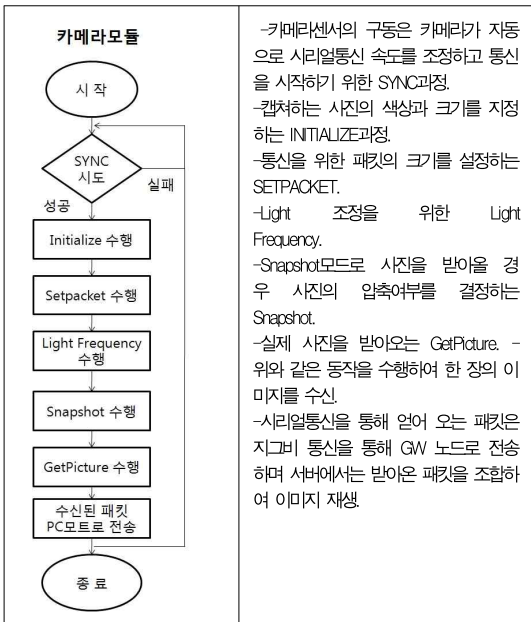


그림 9.카메라 모듈의 동작 프로세스  
 Fig. 9. Camera module's Operation Process

카메라 모듈로부터 한 번의 수신과정에서는 수신할 패키지

(Package)의 사이즈를 결정하게 되는데, 수신되는 하나의 패키지 구조는 [그림 10]과 같다. 논문에서는 Package Size를 64Bytes로 한다. 여기서 "ID" 필드는 이미지에 대해 0부터 시작되는 ID번호이고, "Data size" 필드는 패키지에서 이미지 데이터 크기이며, "Verify code"는 에러 검출 코드로 사용된다.



그림 10.패키지 구조  
 Fig. 10. Package Structure

### 4. USN 모듈기반 통제/관리 소프트웨어의 기능

본 논문에서 구현한 SFMS 시스템의 통제 관리 소프트웨어의 주요 기능들은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- 노드별 방법/방재 기능
  - 화재(온도) 감지
  - 침입 감지(도어락, 인체감지 센서)
  - 무선 카메라 센싱 이미지전송 기능 구현
- 에너지 절감 기능
  - 실별 온도 제어(최대/ 최소 범위 제한 및 지정 온도, 현재 온도 모니터링)
- 경보 시스템
  - 화재(온도) 등, 재해 발생 경보
  - 침입감지 경보(관리자 대상)
  - 기타 관리자에 의한 경보

## IV. SFMS 시스템의 구현 및 분석

### 1. 시스템 환경 및 구현화면

전체적인 구현은 스마트 팩토리 영역의 감시시스템, 서버 영역의 통제 관리시스템으로 구성된다. 이 제어 및 운영은 스마트폰과 연동되어 처리될 수 있다. 스마트 팩토리 영역에서 센싱된 실시간 데이터는 관리통제 서버를 거쳐 WiFi로 연결된 스마트폰에서 센싱된 데이터를 감시할 수 있는 구조로 개발되었다. 센서네트워크의 데이터를 수집하는 센서노드의 경우는 전자부품연구원에서 개발한 K-mote[11]를 USB 인터페이스를 이용해 연결하였다. SFMS 프레임워크의 전체 구

조 개발을 위해서 PC 서버 환경으로 Visual Studio 2008에서 C#으로 서버를 구현하였으며, 센서 데이터 수집 및 네트워크 부분은 TinyOS 기반으로 NesC언어를 사용하였다. 스마트폰은 구글폰인 '넥서스원'을 사용하였으며, OS 버전은 안드로이드 2.2를 사용하였다.

1.1 TinyOS 지그비 기반 M2M 구현

센서망 구축을 위해 사용한 센서노드 및 주변 장치들은 다음 표와 같다; 실험한 연구실의 테스트베드에서는 5개의 노드에 온도, 습도, 도어, 적외선 센서를 부착해 응용 센서의 침입 정보등 상황정보가 발생 시 이를 카메라로 포착하여 감시영역 주변의 영상 정보를 애플리케이션의 유저 인터페이스에 보여준다.

표 1. 구현 시스템 환경  
Table 1. Implemented System Environment

유형	센서 노드	역할
온도/습도 센서	K-mote-B1 K-mote-S1	작업장내부의 온도습도 정보 센싱
카메라제어	K-mote-S2	카메라 제어 및 데이터 송수신용
적외선 센서	PIR 센서	침입 탐지용
도어센서	도어센서	침입 탐지용
카메라모듈	o628R	침입자 탐지시 실시간으로 침입자 영상 획득용

1.2 시스템 구현 화면

다음은 SFMS 시스템이 작동되는 상황에서 감시영역의 정보를 캡춰한 관리 서버 구현 화면과 이 센싱 정보를 WiFi로 연결된 스마트폰에서의 보여주는 스크린 샷이다.

① 관리통제 서버 화면

[그림 11]은 시리얼포트와 연결된 센서노드에서 받아온 센싱 정보를 가공하여 서버관리 화면에 보여주는 그림이다. 온도, 습도, 마지막 인체감지 및 감지시간, 도어락 상태, 캡춰된 감시영역 영상 이미지 등을 보여준다. 서버에서는 센서들 간의 연결 설정 및 데이터 수집, 제어명령의 전송 등을 담당한다. 데이터들은 실시간으로 수집되며, 감시영역의 상황에 따라 침입자가 감지되면, 카메라 센서 시스템은 실시간으로 영상을 서버로 전송한다.



그림 11. 관리통제 서버의 UI 정보화면  
Fig. 11. Management Server's UI Screen shot

② 스마트폰 정보화면

관리서버에 연결된 스마트폰과는 먼저 입력된 IP/Port 주소로 서버와 연결을 시도한다. 연결이 완성되면, [그림 12]의 (b)와 같은 감시영역의 센싱 정보가 표시된다.



(a) 스마트폰 초기화면 (b) 센싱정보 표시화면  
(a) Smart phone's initial state (b) Sensing data screen

그림 12 스마트폰의 UI 정보화면  
Fig. 12. Smart phone's UI Screen shot

1.3 스마트 팩토리 모형 제작

본 논문에서 구현된 시스템은 센서 노드들로 지그비 기반 USN 망을 구축하고 서버와 스마트폰에 연결하여 실제 시스템이 구동되는 스마트 팩토리 모형을 만들어 적용하였다. 다음 그림은 제작한 모형과 센서들이 배치된 사진이다.

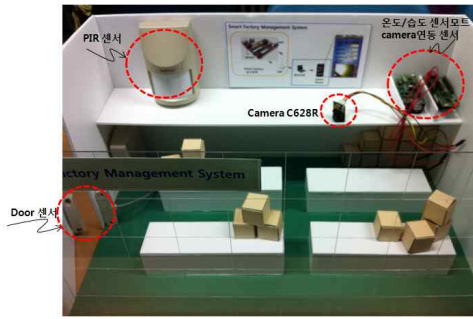


그림 13. 제작한 스마트 팩토리 모형  
Fig. 13. Smart Factory Prototype

## 2. 구현 시스템의 분석

### 2.1 센서 데이터 분포 및 전송속도

구현된 SFMS 시스템의 기능과 성능 분석을 위해 센서노드에서 서버/게이트웨이 노드까지의 거리를 1-15m까지 이동하면서 각 거리에 대해 센싱 데이터 및 수신되는 캡춰 이미지의 전송시간을 측정하였다(그림 14). 이미지 전송시간 측정시는 먼저 센서에서 서버/게이트웨이 노드까지 전송시간을 측정하였으며, 테스트에 적용된 이미지 크기는 센서의 속도를 고려하여 160×128, 320×240 크기를 사용 하였다. 전송시간은 각 이미지에대해 기본적으로 실생활에서 적용가능한 지연시간인 최대 2-4초 내외의 전송시간을 보여주었다.

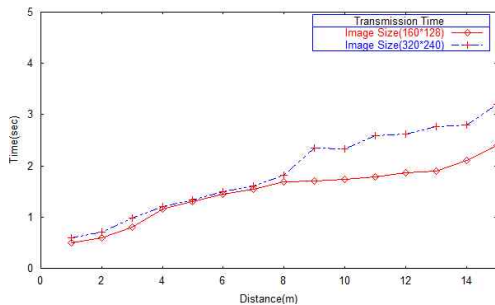


그림 14. 거리에 따른 이미지 전송시간(센서-서버PC)  
Fig. 14. Distance vs. Image transmission time(Sensor-Server PC)

### 2.2 시간대별 이벤트 횟수 분석

시간대별 센서 노드들의 동작과 수집된 패킷량을 바탕으로, 각 센서들의 이벤트 발생 비율을 비교하였다. 본 논문에서는 일상 근무시간에서 8시간 동안의 테스트베드에서 수집된 센서 노드들의 이벤트 발생 빈도와 분포를 확인하였다. [그림 15]는 실험에서 사용된 각 센서 노드의 시간에 따른 이

벤트가 발생 분포이다. 실험용 테스트베드가 설치된 연구실의 주요 업무시간은 10시부터 18시 전후이다. 시간대별 분포에서 확인한 바와 같이 온도/습도 센서의 경우 480번의 이벤트가 발생하였는데, 이는 1분마다 측정 데이터를 전송하도록 하여 온도/습도(Temp /Hum) 센서의 이벤트 비율이 가장 높았으며, 적외선 센서(PIR)는 근처에서 사람의 움직임이 포착되면 작동하므로 그 다음 순으로 빈도수가 측정되었다. 시스템에서는 PIR과 카메라(Camera) 센서가 연동되도록 구성하였으므로 카메라 센서의 경우는 PIR과 동일한 이벤트를 보여준다. 도어센서(Door)의 경우 인위적으로 도어를 열고 닫는 경우에만 이벤트가 발생됨으로 인해, 다른 응용 센서들에 비해 비율이 낮음을 확인할 수 있다.

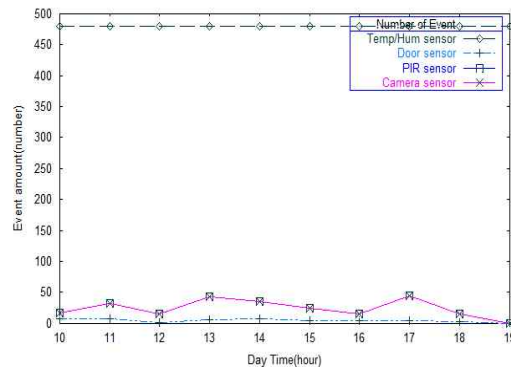


그림 15. 1일 이벤트 통계량  
Fig. 15. One-day event statistics

## V. 결론

본 논문에서는 그린 스마트 팩토리 환경을 구현하기 위해 M2M 통신 기술인 TinyOS 기반의 IEEE 802.15.4 지그비를 적용하여 센서 네트워크를 구축하고 스마트 팩토리 관리 시스템을 구현하여 작업장 영역을 실시간으로 모니터링 할 수 있는 환경을 구축하였다. 전체적인 구현시스템의 구성은 온도/습도 센서, 적외선 센서, 도어 센서, 카메라 센서 등의 각종 센서류, 그리고 관리통제 서버와 이를 이동환경에서 모니터링이 가능하도록 안드로이드 OS를 사용하는 스마트폰과 연동하는 구조로 구현하였다. 본 논문의 목적은 그린 환경에 적용 가능 하도록 센서 네트워크 기반 응용 서비스 제공시 스마트폰을 활용하여 센서 네트워크 활용성 및 그 효용성을 더욱 높일 수 있는 시스템 구조를 제안하는 것이다. 제안 시스템의 검증을 위하여 센서 네트워크상의 노드 주변에 이벤트가 발생하는 경우에 대해 동작성 및 성능 테스트를 수행하여 실제 이벤트 제공유무 및 요청시 응답되는 서비스에 대한 확인

과정을 수행하였다. 구현된 시스템은 실제 실험실 환경에 적용하여 감시영역의 이미지 영상 전송과 센서 제어 동작에 대해 실험하고, 전송 속도와 이벤트에 대한 이벤트 통계량 등의 성능을 확인하였다. 향후에는 그린 환경을 추구하는 작업장을 직접 테스트베드로 하여 개발 시스템의 성능을 분석할 예정이다.

### 참고문헌

[1] Chang-Whan Kim, "Green-IT Conversions Service and Trand Analysis", KETI EIC, Nov. 2009.

[2] Jun-Sung Park, Dong-Gie Kim, "New Generation Mobile Service: M2M Services and Technology," Comm of KIISE, Vol.28, No.9, pp.28-30, Sep. 2010.

[3] Sinem Coleri Ergen, "ZigBee/IEEE 802.15.4 Summary", Sep. 2004.

[4] P. P. Jayaraman, A. Zaslavsky and J. Delsing, "gSensor Data Collection Using Heterogeneous Mobile Devices," ICPS'07: IEEE International Conference. on Pervasive Services July 15-20, 2007, Istanbul, Turkey, pp.161-164, July, 2007

[5] Hartung, C., R. Han, C. Seielstad and S. Holbrook, "gFireWxNet: A Multi-Tiered Portable Wireless System for Monitoring Weather Conditions in Wildland Fire Environments,"h ICPS 2007, pp 161-164, July, 2007.

[6] S. A. Ong, "gA Mobile Webserver-Based Approach for Tele-Monitoring of Measurement Devices,"h MobiSys06, demonstration Paper, June, 2006.

[7] Delphine Christin, Parag S. Mogre and Matthias Hollick, "Survey on Wireless Sensor Network Technologies for Industrial Automation: The Security and Quality of Service Perspectives", future internet, ISSN 1999-5903. Feb. 2010.

[8] M. Souryal, J. Geissbuehler, L. Miller and N. Moyer, "Real-Time Deployment of Multihop Relays for Range Extension," MobiSys07, San Juan, Puerto Rico, pp.85-98, 2007.

[9] J. Barbaran, M. Diaz and I. E. B. Rubio, "RadMote: a mobile framework for radiation monitoring in nuclear power plants," CESSE 2007, pp. 160-165. WASET: Wien, Austria, 2007.

[10] Chatziannakis, Ioannis, Koninis, Christos, Mylonas, Georgios, Colesanti, Ugo and Vitaletti, Andrea, A Peer-to-Peer Framework for Globally-Available Sensor Networks and its Application in Building Management, in proc. of the 2nd International Workshop on Sensor Network Engineering (IWSNE 2009), Marina Del Rey, CA, USA, 2009.

[11] I&Tech, <http://www.tinyosmall.co.kr>, "K-mote User Manual", 2007.

### 저자 소개



#### 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, M2M,  
 Zigbee/Bluetooth, Android  
 Platform  
 Email : bspark@inhac.ac.kr