

능동기기 무선센서 모니터링 시스템 구축에 관한 기초연구

박창대¹, 임병주¹, 이후락¹, 최봉우¹, 황성재¹, 정경열⁺

A basic study of wireless sensor monitoring system configuration for active machinery

Chang-dae Park¹, Byung-ju Lim¹, Hoo-rock Lee¹, Bong-woo Choi¹, Seung-jae Hwang¹ and Kyung-yul Chung⁺

Abstract : In the various industry plant, it need a condition monitoring system for an active machine that used an detachable wireless sensors. In this paper, IEEE802.15.4 standard based detachable wireless sensor monitoring system configure results will be introduced.

Key words : 플랜트(plant), 능동기기(active machinery), 무선센서(wireless sensor), 모니터링(monitring)

1. 서론

본 논문에서는 산업플랜트 현장 주요기기 가운데 능동기기의 상태를 지속적으로 감시하기위한 무선센서네트워크를 적용하는 것이다. 대부분의 무선센서네트워크는 배선설치가 어렵거나 임시적으로 일정기간동안 사용하기 위한 목적으로 이용된다. 그러한 목적에 맞도록 사용전원은 주로 배터리를 이용하여 전력소모를 최소화 하면서 동시에 노드간 데이터의 신뢰성을 높여야 한다. 두가지 목표를 동시에 만족하려면 감시대상에 최적화된 노드배치와 노드간의 효율적인 통신경로를 확보해야한다. 특정 전기설비의 단위 감시에 있어서 효율적인 통신경로 확보를 위한 노드구성 형태는 클러스터 단위 구성으로 조사되었다.

따라서, 클러스터 단위로 구성할 수 있는 무선센서노드를 선정하고 모니터링을 위한 시스템을 구성하고자 하였다.

2. 관련 연구

2.1 산업플랜트 무선센서 적용 동향

최근 산업플랜트 현장에 적용하고 있는 무선센서의 통신 방식은 ISA 100 기반의 Wireless HART, Honeywell 및 Aprpron 등과 같은 새로운 통신 표준을 제시하고 점차 적용해나가고 있다. 네트워크를 구성하는 토폴로지는 전통적인 방식의 토폴로지를 적용 방식에 따라 구분하여 설치 및 운용할 수 있다[1].

최근 ORNL(Oak Ridge National Laboratory)에서는 주요 시설로 분류되는 원자력플랜트에 예측 또는 상태기반정비 기술의 정비단가를 절감할 수 있는 방안에 대해서 무선기반 센서 적용을 검토하였다. 이 또한 회전기기에 대한 측정 및 진단을 목적으로 수행하였다. 적용 검토는 상용제품을 기준으로 Wireless HART와 Wireless LAN 또는 900MHz 무선 기반의 제품군을 대상으로 하였다[2].

또한 국내에서도 능동기계의 무선 측정 기술적용 연구를 진행해오고 있는바, 진동 측정을 목적으로 하는 2.4GHz 대역의 무선 네트워크 적용과 MEMS기반의 센서를 직접 개발 및 적용 연구를 진행하고 있다[3]. 다만, 많은 연구와 검토가 이루어지고 있지만 국내에서는 상용화된 무선 모니터링 제품이 시장에 미비한 실정이다.

2.2 근거리 센서네트워크 무선센서 제품

현재 국내에 판매되는 무선센서 제품은 극히 소량이며 대부

분 연구 또는 학습용으로 판매되고 있다. 또한, 그 종류도 다양하지 않으며, 측정한 물리량을 SI단위로 변환하는 방법도 제공하기 어려운 신뢰도를 갖는 교육용 장비가 대부분이다.

해외에서도 아직까지 근거리 센서네트워크를 이용한 능동기기 상태감시용 상용제품은 판매가 미비한 실정이며, 대부분 군사용 또는 연구용 등으로 사용되거나 주문제작 형태로 납품되고 있는 것으로 파악되었다.

3. 무선센서 모니터링 시스템 구축

3.1 탈부착 무선센서 모니터링 시스템 설계

능동기기의 상태를 감시할 수 있는 탈부착 무선센서를 선정하고 모니터링을 수행할 수 있는 시스템 구성을 설계하였다. 설계한 구성도는 Fig.1에 나타내었다. 구성도에서 알 수 있듯이 가장 기초적인 N:N 데이터 송수신 형태로 구성하여 능동기기에서 발생하는 신호를 동시에 수신할 수 있도록 하였다.

본 논문에서는 상부에 있는 온도, 음향, 변위, Strain만을 우선 구축하여 실험을 수행하였다.

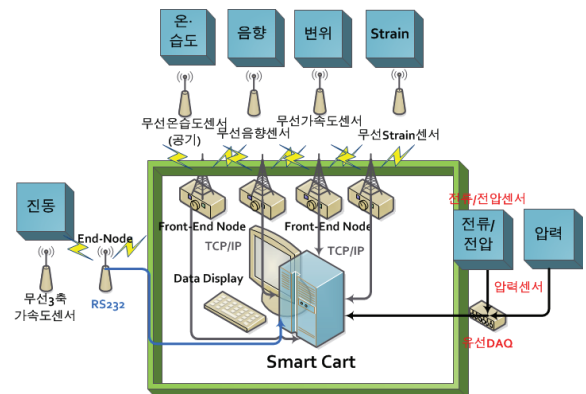


Fig. 1 N:N Wireless Sensor Network Configuration

구축한 시스템은 Monitoring Sever, Front-End Node, Sensor Node로 나뉘어 구성된다. Monitoring Sever는 윈도우 운영체제에서 Delphi tool을 이용하여 C++로 프로그래밍 하였다. 구현된 프로그램은 서버로 동작하여 TCP/IP를 통해 중계역할을 담당하는 Front-End Node로 데이터를 송수신하게 된다. Front-End Node는 32비트 ARM기반 MCU에 리눅스 커널을 포팅하였고 CC2420 칩을 통해 무선데이터를 중계하는 역할을 담당한다. 마지막으로 Sensor Node는 TinyOS-1.x와 2.x로 구동하는 IEEE802.15.4 규격의 통신노드로 능동기기의

+ 정경열(한국기계연구원 환경-에너지기계연구본부), E-mail:kychung@kimm.re.kr, Tel: 042)868-7333, 책임/교신저자
1 박창대, 임병주, 이후락, 최봉우, 황성재(한국기계연구원)

상태신호를 취득하여 송신하는 역할을 담당한다. 이렇게 동작하는 시스템의 구동 흐름도를 Fig.2에 나타내었다.

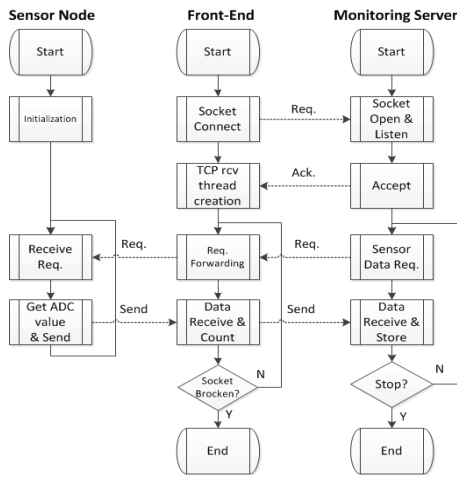


Fig. 2 Sensing Data Acquisition Flow diagram

3.2 센서노드 구동프로그램 구현

일반적인 무선센서노드는 센서에서 취득한 신호를 지속적 또는 요청하는 데이터 개수만큼 취득횟수별로 전송을 하여 빈번한 통신횟수와 과도한 오버헤드를 부과하였으나 본 논문에서는 10개 단위 20ms 샘플링으로 요청 횟수만큼 무선전송을 함으로써 무선 송수신단의 부하를 줄이고 데이터 전송량을 늘릴 수 있었다.

구축한 센서노드 중 1축 가속도 센서노드의 TinyOS-1.x wiring 다이어그램을 아래 Fig.3에 나타내었다. 크게 나누어 볼 때 ADC 제어부분과 무선통신 제어부분으로 컴포넌트가 구성이 되어 각 하드웨어 드라이버를 통해 데이터를 취득하고 통신 드라이버를 통해 무선 송수신을 수행하도록 구성되어 있다.

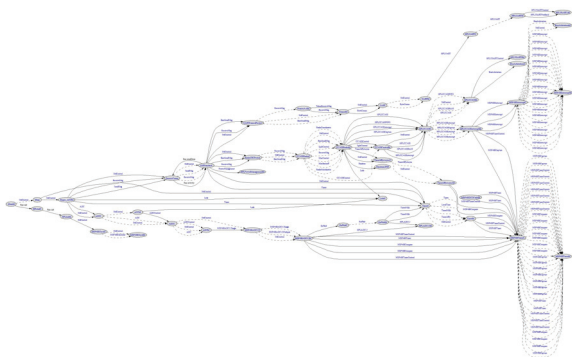


Fig. 3 TinyOS-1.x Component Wiring Diagram of 1-Axis Accelerometer Wireless Sensor Node

중계노드인 Front-End Node 는 리눅스 기반의 ANSI C로 구현한 CC2420 드라이버, TCP/IP 쓰레드 및 CC2420 쓰레드를 통해 데이터 송수신을 수행하는 구동프로그램으로 동작할 수 있도록 하였다.

3.3 모니터링 프로그램 구현

모니터링 프로그램은 TCP Server 소켓을 이용한 client와 통신을 하는 기본 구조이며, 프로그램 기본 구성은 데이터 취득과 그래프 표시이다. 음향, 온도, 습도, 변위, strain, 진동, 전류, 전압, 압력을 입력 받아 표출하는 형태를 취하며,

windows 계열 호환으로 Delphi XE2 Tool을 이용하여 C++로 구현하였다.

다중의 중계노드로부터 무선센서의 데이터를 동시에 요청하고 수신하기위한 모니터링 프로그램의 구성화면을 Fig.4에 나타내었다. 포트설정을 하고 시작 버튼을 누른 후에 중계노드의 구동프로그램으로부터 TCP 소켓 접속이 이루어지고 데이터 요청을 send 하면 요청한 데이터 개수만큼 데이터가 수신되고 그래프로 표시되도록 하였다.

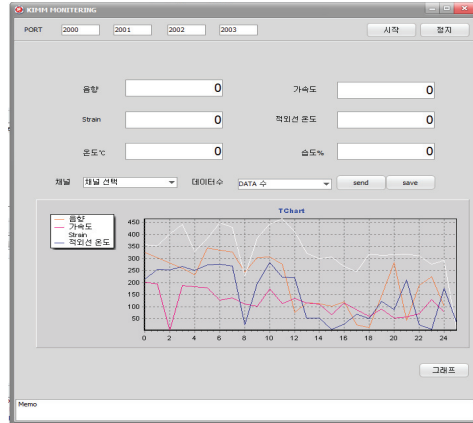


Fig. 4 TCP/IP Multi-sensing Data Monitoring Program

User Interface

4. 결론 및 향후 연구방향

본 논문에서는 능동기기에서 탈부착으로 취득가능한 신호를 분류하고 무선으로 데이터를 수집하여 GUI를 통해 상태분석을 할 수 있는 기초적인 연구를 진행하였다. 필요한 자료를 수집하고 시스템을 구축하여 발전 가능성을 확인 할 수 있었다.

향후 사용하는 센서를 분석하여 변환되는 ADC값을 SI 단위로 환산하는 식을 도출하고 그 데이터의 신뢰성을 높일 수 있는 연구를 진행해야 할 것이다.

후기

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 전력기반조성사업센터의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.
(제2011-515호)

참고문헌

- [1] 유재학, 이병복 외 “USN 기반의 플랜트 시설물 관리 시스템 연구 동향”, 정보통신산업진흥원 주간 기술동향, 1502호, 2011, pp.1-10.
- [2] H.M. Hashemian, “Wireless sensors for predictive maintenance of rotating equipment in research reactors”, Annals of Nuclear Energy 38, 2011, pp.665-680.
- [3] 유주연, 박근철, 전아영, 김철한, 김윤진, 노정훈, 진계록, "3축 가속도 센서 기반의 무선 진동 측정 시스템", Journal of Sensor Science and Technology, Vol. 20, No. 2 (2011) pp. 131-136.