

## 풀 코드 스위치 상태 모니터링 시스템 개발

양철오\*, 김준영\*, 이대성\*, 김대홍\*, 박규남\*, 송명현\*  
순천대학교\*

### A Development of Condition Monitoring System of Pull Cord Switch

Chul-Oh Yang\*, Jun-Young Kim\*, Dae-Sung Lee\*, Dae-Hong Kim\*, Kyu-Nam Park\*, Myung-Hyun Song\*  
Sunchon National University\*

**Abstract** - 풀 코드 스위치(Pull Cord Switch)는 컨베이어 벨트를 비상 정지시키기 위한 스위치로, 정지된 스위치 또는 미 복귀 스위치의 위치를 파악하는 문제가 시스템 가동시간과 밀접한 관계를 가지고 있다. 현재 전력을 이용한 방법, 단방향 무선통신을 이용한 방법 등이 사용되고 있으나, 별도의 유선시설이나 통신장애 등의 문제점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 이용한 상태모니터링시스템을 제안하고 그 가능성을 보였다.

#### 1. 서 론

풀 코드 스위치는 산업설비의 운전 중 긴급한 상황 발생 시 비상정지를 시키거나 또는 컨베이어 벨트 수리 시 안전을 확보하기 위하여 스위치에 연결되어 있는 와이어를 당겨 산업설비의 시스템을 비상 정지시키는 직렬로 연결된 스위치로서 원료 운반 및 물류 이송 설비의 컨베이어 벨트를 따라 수십 미터 간격으로 수 Km에 걸쳐 여러 곳에 복잡하게 설치되어 있다. 풀 코드 스위치는 매우 긴 컨베이어 설비에서 구동부로부터 원거리 상에 균등 간격으로 배치되어 긴급 상황으로 비상정지가 필요할 때 정확하게 동작하여야 하며, 점검 및 보수작업을 용이하게 할 수 있어야 하며 작업후 설비에 전원 투입 실패시에 스위치 동작 위치를 쉽게 파악할 수 있어야 한다. 이를 위하여 산업설비의 사고 또는 작업위치를 중앙관제실의 모니터링 시스템에 유, 무선을 이용하여 송신함으로써 실시간으로 상태 모니터링이 가능하여야 한다.

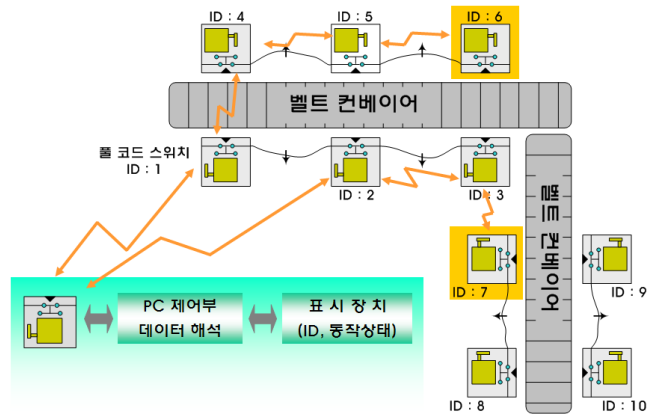
풀 코드 스위치는 컨베이어 시스템에서 작업의 안전성과 효율성을 확보하기 위하여 꼭 필요한 장치이지만, 비상 상황이 해제된 후에는 신속히 시스템이 복구될 수 있어야 한다. 따라서 신속하게 시스템을 복구하기 위해서는 스위치가 동작한 지점을 파악할 수 있어야 한다. 현재까지는 운전자가 컨베이어 시스템을 순시하면서 시각적으로 동작 스위치를 찾거나, 전력선의 저항을 이용한 감지 시스템이나, RS-485를 이용하는 유선 통신 방법이 사용되고 있었다. 제일시스템에서 개발된 무선통신을 이용한 방법에는[1], 각 풀 코드 스위치와 중앙 관제실에 위치한 기지국 간의 1:1 통신에 의해 모니터링이 가능하지만 통달거리에 한계가 있어 원거리 설치를 위해서는 중계기가 필요하며 전력소비가 크다는 점과 통신 장애가 생기는 단점이 있다. 따라서 무선 네트워크의 구성에 있어서 각 노드의 설치가 자유롭고 통신거리의 연장이 용이하며 저 전력 소비의 장점을 가지는 Zigbee 통신을 이용한 시스템의 구성이 요구된다.

본 연구에서는 종래의 무선통신 시스템이 갖고 있는 통신거리의 제약과 전력 소비의 문제점을 보완하기 위해서 중계기가 필요 없는 Zigbee 통신기술을 응용한 풀 코드 스위치 상태 모니터링 시스템을 개발하고 유용성을 확인하였다. 이를 위하여 (주)한백 전자의 HBE-ZigbeX 모듈을 응용하여[2], 모트의 센서정보를 원거리의 서버까지 자율통신망을 구축하면서 연결될 수 있는 무선 센서 네트워크를 구축하였다. 풀 코드 스위치의 동작 상태에 대한 정보는 리미트 스위치로 검출하도록 제작된 기구부를 이용하였으며 이 스위치의 레버에는 비상 동작용 와이어를 연결할 수 있도록 와이어 연결 홀을 설치하였다. 풀 코드 스위치로부터 전송되는 상태정보는 @Wire에 의해 레버가 당겨짐으로써 스위치가 동작되는 비상 정지 신호 및 누름 버튼에 의해 원상 복구되는 복귀접점 신호 @풀 코드 스위치의 작동 상태 확인을 위한 시험동작 신호, @풀 코드 스위치 박스 내부의 하드웨어에 전원 공급을 목적으로 장착되는 Battery의 전량이 모듈의 정상적인 동작을 보장하는 전압 이하로 낮아졌을 때의 전압 경고 신호의 세 가지의 경우가 있으며, 추후 다양한 센서들의 확장이 가능하도록 하였다. 전송된 신호는 중앙관제실의 모니터링 시스템에서 수신하고 (주)National Instrument의 LabVIEW로 프로그래밍[3]하여 수신 패킷을 검출, 분석해 풀 코드 스위치의 상태에 따른 정보를 HMI 화면에 구성하도록 하였다.

#### 2. 본 론

#### 2.1 시스템 구성

<그림 1>은 본 개발의 시스템 구성도이다. 컨베이어 벨트 설비에서 비상 정지용 풀 코드 스위치 BOX의 리미트 스위치는 컨베이어 벨트 구동 모터 전원의 전력선에 b점접으로 직렬로 연결되어 있다. 따라서 하나의 풀 코드 스위치가 동작 되면 모든 컨베이어 벨트 설비가 정지된다. 이때 동작 된 풀 코드 스위치의 위치 파악을 위해 각 풀 코드 스위치에 USN Module을 장착하였다. 그리고 각 스위치의 동작 상태와 Battery의 현재 전압을 HBE-ZigbeX 모듈의 센서 입력부에서 받아, 입력신호의 상태를 연산하여 송신하면, 이 송신된 신호는 Base Mote에서 수신하여 Base Mote가 연결된 PC로 전송되어 LabVIEW의 분석 알고리즘에 의해 풀 코드 스위치의 동작 상태를 Display하도록 시스템을 구성하였다.



<그림 1> 개발 시스템 구성도

#### 2.2 개발 방법 및 내용

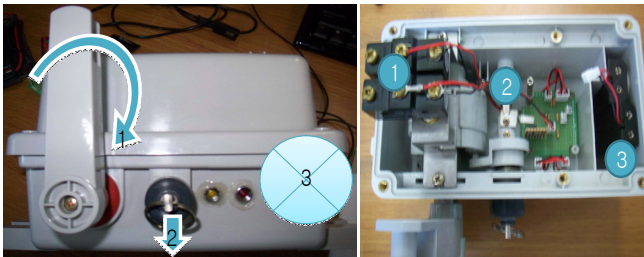
##### 2.2.1 Zigbee 통신

기준에 많이 사용되고 있는 무선 통신 기술인 IEEE 802.11 WLAN 기술은 통신 범위가 하나의 AP를 중심으로 1홉(hop) 이내로 한정되기 때문에, 네트워크 규모를 확장하거나 다른 장소에 새로 네트워크를 설치할 경우에는 Wire를 기반으로 하는 AP를 적정 장소에 설치해야만 한다. 그에 비해 최근 많은 연구와 적용이 되고 있는 USN 기술은 별도의 중계기 없이도 손쉽게 네트워크를 구성할 수 있는 ad-hoc 기법에 의해 통신 거리의 제약을 없앴는데 큰 의의가 있다.[4]

##### 2.2.2 하드웨어 구성 및 인터럽트 발생

풀 코드 스위치 Box에 장착 되는 ZigbeX는 비상정지 스위치 동작 상태 파악을 위한 리미트 스위치 동작 상태, 정상동작 확인을 위한 테스트 스위치 상태, Battery의 저 전압 경고를 위한 Battery 전압 상태 3가지의 상태를 감지한다. 각 스위치와 Battery Output은 Module의 ATMegal28 Input에 직접 연결한다. ATMegal28은 인가된 Battery 전압을 MCU에 컴파일 된 프로그램에 의해서 계산하고 16진수의 패킷으로 변환하여 전송한다. 이 패킷들은 스위치가 ON 되면 0으로 변환되고 인터럽트 발생 시점으로 간주한다. Battery의 전량을 측정하는데 있어서 Module은 계속해서 전압 값을 전송하게 되고 LabVIEW에서는 이 전압 값을 감지하여 설정 레벨 이하로 저하되면 인터럽트를 발생시킨다. <그림 2>는 풀 코드 스위치의 외함의 모습과 내부 구성을 보여주는 것

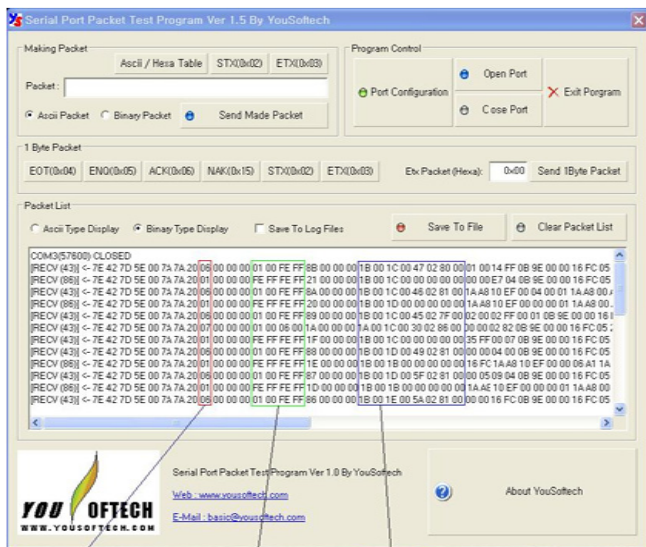
으로 여기서 1은 풀 코드의 당김에 의해 리미트 스위치가 동작할 수 있도록 좌와 우 코드를 연결할 수 있는 레버이며, 2는 테스트 스위치로서 이 고리를 당기면 비상시에 당겨졌던 레버 1을 원 상태로 복귀시켜주며, 풀 코드 스위치의 동작 상태를 시험하기 위하여 당기면 리미트 스위치가 동작하여 정상 동작여부를 전송하도록 하였으며, 3은 Battery의 위치를 보여준다.



<그림 2> 하드웨어 구성 및 동작

### 2.2.3 데이터 패킷 분석

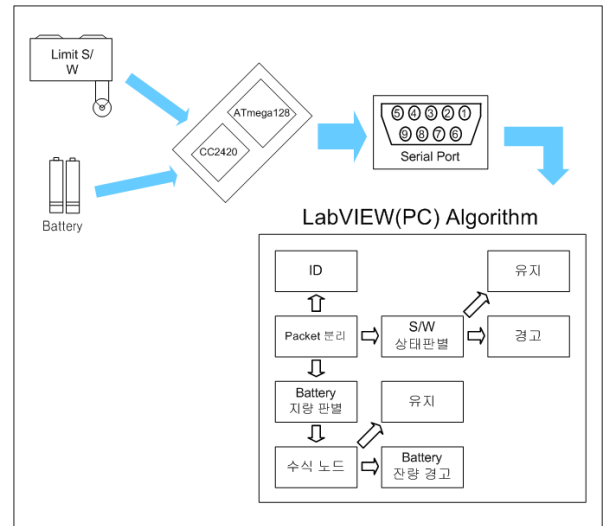
Zigbex 모듈을 통해 수집된 데이터 값은 정의된 패킷으로 구성되어 무선으로 PC까지 전송된다. 이 패킷은 <그림 3>에서 확인할 수 있다. 스위치 상태와 Battery 잔량에 대한 정보를 가지고 있으며 발신 Module의 ID와 전송 경로인 Routing Path에 대한 정보 또한 포함하고 있다. 이 모든 정보들을 LabVIEW에서 분석하고 디스플레이 한다. <그림 3>에서 체크된 데이터는 왼쪽에서부터 차례로 각각 Mote ID, Routing Path, 센서 패킷을 나타낸다. 이 중 센서 패킷에는 각 스위치의 상태 및 Battery 잔량에 대한 정보가 포함되어 있다.



<그림 3> 패킷 수신과 분석

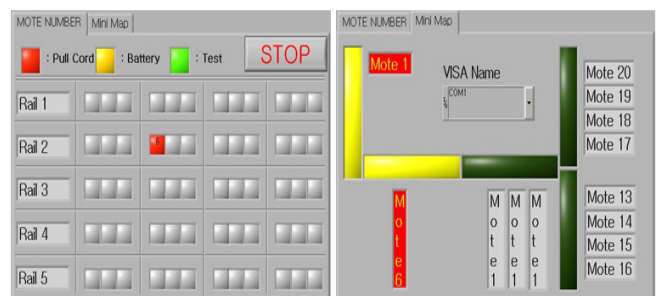
### 2.2.4 시스템 구성

<그림 4>는 풀 코드 스위치에서 전송된 데이터 패킷을 이용한 풀 코드 스위치의 상태 모니터링 알고리즘이다. 풀 코드 스위치의 동작으로 인한 리미트 스위치 동작 신호와 배터리 잔량 신호는 Zigbex 모듈을 사용하여 센싱 하고, 센싱 된 신호는 Ad-Hoc 통신 기법에 의한 상호 Routing Path를 거쳐 PC의 시리얼 포트를 통해 PC에서 수신한다. 수신된 데이터 패킷은 LabVIEW로 프로그래밍 된 알고리즘에 의해 Mote ID, 각 스위치 상태, Battery 잔량으로 분리하여 해석되며 해석 된 결과는 모니터링 시스템을 이용하여 각 ID별 풀 코드 스위치의 상태를 관리자가 한눈에 알아볼 수 있도록 하였다.



<그림 4> 상태 모니터링 알고리즘

<그림 5>는 LabVIEW Front Panel의 실행 화면으로 Block Diagram의 알고리즘에 의해 분석한 패킷의 정보와 종류를 Display하도록 하였다. 또 사용자가 한눈에 동작 상태를 인식하고 조치할 수 있도록, 두 가지 모니터링 화면을 탭으로 구분하였다. <그림 5>의 왼쪽에서부터 각각의 그림은 각각 ID별 상태 정보 표시 창, 컨베이어 벨트 설비 구역별 상태정보 표시 창으로 나누어 구성하였음을 보여준다. 풀 코드 스위치의 당김 상태, Battery 잔량 상태, 테스트 버튼 동작 상태에 따라 각각 적색, 황색, 초록색 LED가 점등되도록 구성하였다.



<그림 5> LabVIEW 프로그램 실행 Display 화면

## 3. 결 론

본 연구에서는 풀 코드 스위치 Box의 상태 모니터링을 위하여 USN 기술을 접목하였다. 적용한 USN 기술은 1:1 무선 데이터 전송을 위하여 필요한 별도의 중계기를 필요로 하지 않으며 USN Mote 간 자율적인 통신망 구축이 가능하고, 확장성이 용이하여 원거리 통신장에 문제를 해결할 수 있으며, 전력 소비가 낮아 풀 코드 스위치 상태 인식을 위한 효율적인 무선 네트워크를 구성할 수 있다. USN 기술을 이용하여 풀 코드 스위치의 상태 정보를 전송하고, 수신된 데이터를 LabVIEW로 프로그램을 이용하여 분석하여, 사용자 차원에서 분석이 용이한 HMI를 개발함으로써 설비 관리의 효율성을 개선하였다.

본 연구에 의한 풀 코드 스위치 상태 인식 제어장치의 개발로 기존 무선통신 시스템의 중계기를 사용하여 데이터를 전송하는 시스템에서 중계기를 없애면서도 신뢰성 있는 USN 기술을 도입함으로써 중계기 사용으로 발생 되는 비용을 절감하면서 시스템의 통신 장에 문제 해결로 신뢰성 있는 모니터링 시스템을 구현하였다.

### [참 고 문 헌]

- [1] (주)제일시스템, "산업설비의 유,무선을 이용한 제어위치 검출용 비상정지 장치" 특허실용, 10-2003-0052198, 2003.
- [2] (주)한백전자 기술연구소, "유비쿼터스 센서 네트워크 시스템", ITC, 2007.
- [3] National Instrument, "LabVIEW Intermediate I", 2005
- [4] 윤찬영 "무선센서 네트워크에서 에너지 효율적인 S-MAC 프로토콜" 한국통신학회, 제33권 제2호(통신산업응용), 2008