

풀 코드 스위치 동작상태 모니터링 시스템

김대홍*, 양철오*, 이대성*, 임동순*, 강건민*, 양세영**, 송명현*, 박규남*
 순천대학교*, (주)제일시스템**

Condition Monitoring System of Pull Cord Switch

Dae-Hong Kim*, Chul-Oh Yang*, Dae-Sung Lee*, Dong-Soon Lim*, Gun-Min Kang*, Se-Young Yang**,
 Myung-Hyun Song*, Kyu-Nam Park*
 Suncheon National University*, Jeil System Co.,Ltd.**

Abstract - 벨트 컨베이어 설비에서 비상상태 발생 시 비상 정지 동작을 수행하는 풀 코드 스위치(Pull Cord Switch)는 동작 된 스위치의 위치 파악이 어려워 설비 정지시간을 길어지게 하여 막대한 손실을 발생시키게 한다. 이를 해결하기 위해 전력선을 이용한 방법, 단방향 무선통신을 이용한 방법 등이 제안되어 사용되고 있으나, 본 연구에서는 Zigbee 기반의 무선 센서 네트워크를 이용하여 벨트 컨베이어 시스템의 풀 코드 스위치 동작 상태를 실시간 모니터링 할 수 있는 시스템을 제안하고 사용자가 시스템의 장애상태, 위치를 좀 더 다양한 인터페이스를 통하여 감시 할 수 있는 모니터링 시스템을 구현하였다.

세 가지 신호를 내부에 장착된 Zigbee 모뎀에서 Base Mote로 고장 데이터를 송신하고 Base Mote에서 이를 수신하고 연결된 Main PC로 전송되어 LabVIEW의 분석 알고리즘에 의해 풀 코드 스위치의 동작 상태를 LED로 표시, 그리고 고장상태와 복구상태별 문자열을 Display하며, 상태별 경고를 출력하고 이를 실시간으로 Web을 통하여 전송함으로써 작업장이 아닌 다른 곳에서도 운용자가 이를 모니터링 할 수 있는 시스템을 구성하였다.

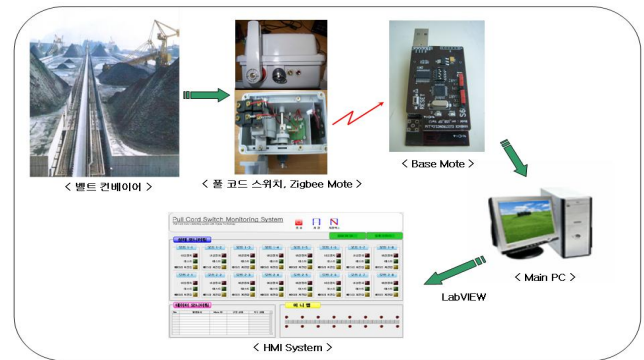
1. 서 론

컨베이어 풀 코드 스위치(Pull Cord Switch)는 운전 중 긴급한 상황 발생 또는 기타 연속 공정 설비의 운전 중 비상정지를 시켜야 할 필요가 있을 때 스위치에 연결된 와이어를 당겨 시스템을 비상 정지시키는 직렬로 연결된 스위치로서, 원료 운반 및 물류 이송 설비의 벨트 컨베이어를 따라 수십 미터 간격으로 설치되어 있다. 풀 코드 스위치는 수 킬로미터 정도로 매우 긴 컨베이어 설비에서 구동부로부터 원거리 상에 위치하게 되므로 긴급 상황으로 비상정지가 필요할 때 정확하게 동작하여야 하며, 점검 및 보수작업이 용이하도록 사고위치를 중앙관제실의 모니터링 시스템에 유, 무선으로 송신함으로써 실시간으로 고장 위치 파악이 가능하여야 한다. 또한, 풀 코드 스위치는 컨베이어 시스템에서 비상 상황이 해제된 후에는 신속히 시스템이 복구되어야 하기 때문에 신속한 복구를 위해서는 신속히 스위치 동작 지점을 파악할 수 있어야 한다. 현재까지는 운전자가 컨베이어 시스템을 순시하면서 시작적으로 동작 스위치를 찾거나, 전력선의 저항을 이용한 감지 시스템이나, RS-485를 이용하는 유선통신 방법이 사용되고 있다. 무선통신을 이용한 방법에는 각 풀 코드 스위치와 중앙 관제실에 위치한 기지국 간의 1:1 통신을 하였으며 통달거리에 한계가 있어 장거리 통신 시 중계기가 필요하다는 단점이 있다. 따라서 무선 네트워크의 구성에 있어 각 노드 설치 자유롭고 통신거리 연장이 용이한 Zigbee 통신을 이용한 시스템의 구성이 요구된다.

본 연구에서는 벨트 컨베이어 시스템에의 풀 코드 스위치에 Zigbee 기반의 무선 센서 네트워크를 이용하여 종래의 무선통신 시스템이 갖고 있는 통신거리 제약의 문제점과 중계기가 필요 없는 Zigbee 통신기술을 응용하였으며, 원격 모니터링과 알람기능으로 시스템의 장애상태를 좀 더 효율적이고 체계적으로 감시할 수 있는 모니터링 시스템 개발을 그 목적으로 한다. 이를 위하여 (주)한백전자의 HBE-ZigbeX 모듈을 응용하여 모뎀에서 센서정보를 원거리의 서버로 자동통신망을 구축하면서 연결될 수 있는 무선 센서 네트워크를 구축하였다. 풀 코드 스위치로부터 전송되는 상태정보는 ①Wire에 의해 레버가 당겨짐으로써 스위치가 동작되는 비상 정지 신호 ②풀 코드 스위치의 작동 상태 확인을 위한 시험동작 신호 ③ 풀 코드 스위치 박스 내부의 Zigbee에 전원을 공급하는 배터리의 잔량이 모듈의 정상적인 동작을 보장하는 전압 이하로 낮아졌을 때의 저전압 경고 신호 등 세 가지의 경우가 있으며, 이 세가지의 전송된 신호는 중앙관제실의 모니터링 시스템에서 수신하고 (주)National Instrument의 LabVIEW로 프로그래밍 하여 수신 패킷을 검증, 분석해 풀 코드 스위치의 상태에 따른 정보를 HMI 화면에 구성하도록 하였다.

2. 본 론

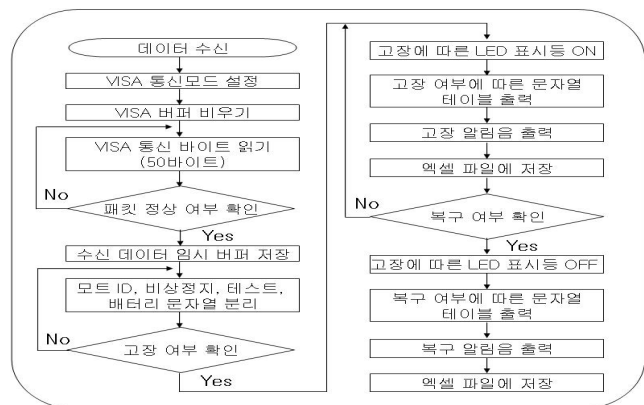
<그림 1>은 본 개발의 시스템 구성도이다. 벨트 컨베이어 설비에서 풀 코드 스위치 고장 발생지점과 고장내용을 판별하기 위하여 풀 코드 스위치박스 내부에 USN Module을 장착하였다. 각 스위치의 동작 상태와 현재 배터리의 전압을 센싱하여 비상정지, 테스트, 배터리 저전압의



<그림 1> 개발 시스템 구성도

3. 결과 및 검토

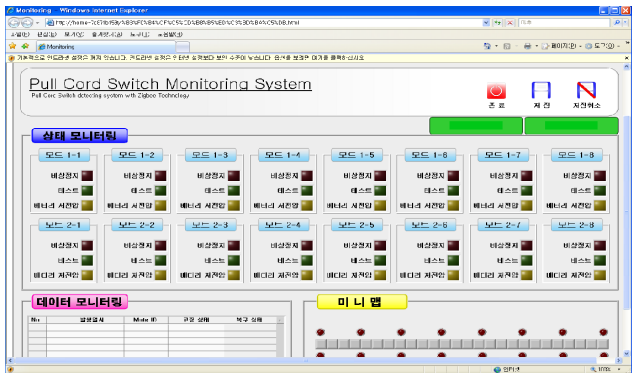
<그림 2>는 전체적인 시스템의 동작상태 알고리즘 플로어차트이다. ZigbeX로부터 수신된 패킷은 LabVIEW로 프로그래밍 된 알고리즘에 의해 수신된 패킷이 정상인지를 판별하게 되며, 임시 저장버퍼를 통해 수신된 데이터 손실을 방지하였다. 정상인 데이터는 수신된 패킷을 분석하여 Mote ID와 비상정지, 테스트, 배터리 저전압 경고의 신호를 판별하게 되고 세 가지의 신호를 고장 여부에 따라 LED 표시등에 표시하도록 하였다. 또한 세 가지의 상황에 따라 '비상정지 발생', '테스트 발생', '배터리 저전압 발생'이라는 문자열이 테이블로 출력되는 동시에 고장 및 복구 알람음이 출력되게 하였으며, 엑셀 파일에 Mote ID와 고장 발생 시간, 고장여부와 복구여부에 따른 문자열이 저장되게 하였다.



<그림 2> 전체 시스템 알고리즘 플로어차트

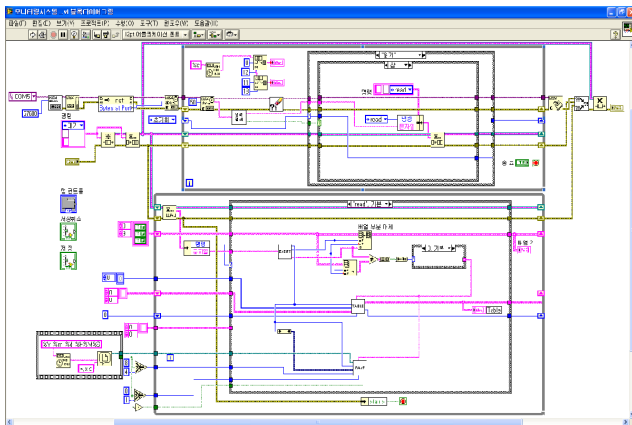
<그림 3>은 본 연구에서 LabVIEW로 구현한 풀 코드 스위치 동작 상

태 모니터링 시스템의 Web을 통하여 출판한 LabVIEW의 Monitoring 프론트패널을 보여주고 있다. 각 모트에 세 가지의 고장 상태에 따라 각각 비상정지 시 적색, 테스트 발생 시 초록색, 배터리 저전압 경고 시 황색 LED가 점등되도록 구성하였다. 또한 데이터 모니터링 탭에 각 상황별 발생 시간과 Mote ID, 고장상태 문자열, 복구상태 문자열이 테이블에 표시됨으로써 그래픽을 통한 시스템 상태 표시기능 뿐만 아니라 텍스트 결과 출력 기능도 포함하여 운전자들은 모니터링 시스템을 통하여 시스템의 장애 및 복구상태를 쉽고 신속하게 파악할 수 있다. 그리고 미니맵을 통하여 벨트 컨베이어의 어느 위치에서 풀 코드 스위치가 동작 되었는지를 쉽게 관찰할 수 있도록 구성하였다.



〈그림 3〉 Web을 통한 LabVIEW Monitoring 화면

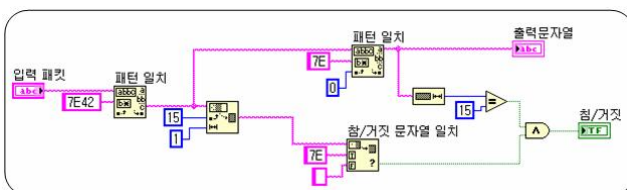
〈그림 4〉는 LabVIEW로 구성된 풀 코드 스위치 동작상태 모니터링 시스템의 블록다이어그램이다. HBE-ZigbeX모듈에서 데이터는 Base Mote로 패킷으로 전송되며 패킷의 구성은 〈그림 5〉와 같이 '7E'로 시작하여 '7E'로 끝나게 되어 있으며, 데이터 수신 시 오류 코드의 발생으로 인해 정상 패킷이 18바이트에서 19바이트로 패킷의 길이가 늘어나 전체 모니터링 시스템의 치명적인 오류를 불러와 시작과 끝 문자열 사이의 데이터 패킷 길이를 계산하고 마지막 종료 문자인 '7E'가 정상적으로 들어왔을 때 데이터를 읽어오는 방법을 제안하였다. 〈그림 6〉은 고장 패킷을 추출하고 정상 패킷일 때만 데이터를 수신 할 수 있도록 프로그래밍한 LabVIEW의 블록다이어그램의 일부이다.



〈그림 4〉 LabVIEW 블록다이어그램

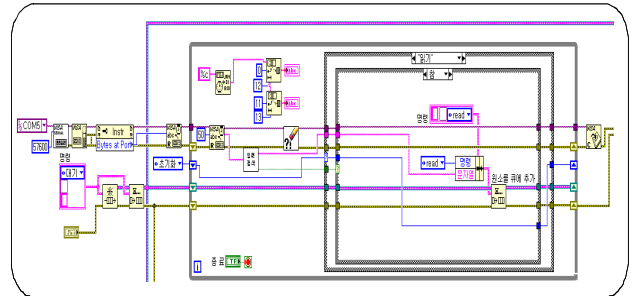
```
[RECV (18)] <- 7E 42 7D 5E 00 7A 7A 09 00 C0 01 62 02 00 00 04 14 7E
[RECV (18)] <- 7E 42 7D 5E 00 7A 7A 09 00 CE 01 66 02 00 00 9B 02 7E
[RECV (19)] <- 7E 42 7D 5E 00 7A 7A 09 00 D5 01 68 02 7D 5E 03 9B 02 7E
[RECV (18)] <- 7E 42 7D 5E 00 7A 7A 09 00 D6 01 63 02 83 03 9B 02 7E
[RECV (18)] <- 7E 42 7D 5E 00 7A 7A 09 00 D6 01 00 00 83 03 9B 02 7E
```

〈그림 5〉 정상패킷과 오류코드 삽입으로 인한 패킷



〈그림 6〉 패킷 비교 LabVIEW 블록다이어그램

〈그림 7〉은 풀 코드 스위치에서 고장발생시 수신되는 데이터의 손실을 방지하기 위하여 임시 저장 버퍼를 만들어 데이터 손실을 방지하기 위한 LabVIEW의 블록다이어그램 일부이다. LabVIEW의 '큐' 구조를 사용하여 프로그래밍 하였으며 Zigbee에서 수신되어 들어오는 데이터는 바로 전달되지 않고 임시 버퍼에 잠시 저장되어 있다가 정상패킷이 들어올 때 버퍼에 있는 정상 데이터를 넘겨 모니터링 하도록 프로그래밍 하였다.



〈그림 7〉 데이터 손실 방지를 위한 LabVIEW 블록다이어그램

〈그림 8〉은 고장상태와 복구상태의 각각 세 가지 상황에 따른 데이터의 문자열 출력 결과가 LabVIEW에서 자동 저장하도록 한 엑셀 데이터 파일로 각 모트별 고장상태와 복구상태에 따른 문자열을 출력하여 고장 데이터를 문서화 할 수 있도록 하였으며 발생하는 각종 경보를 자연스러운 경고음으로 출력함으로써 사용자가 단말기를 항상 감시해야 하는 업무 부담을 줄여주게 하였다. 또한 Monitoring System을 Web을 통하여 볼 수 있게 하였다.

TIME	Mote ID	고장상태	복구상태
2009-04-23 21:36	Mote 1	테스트 발생	테스트 복구
2009-04-23 21:37	Mote 3	비상정지 발생	
2009-04-23 21:37	Mote 3	배터리 저전압 발생	배터리 복구
2009-04-23 21:37	Mote 3		비상정지 복구
2009-04-23 21:39	Mote 4	배터리 저전압 발생	배터리 복구
2009-04-23 21:39	Mote 4	테스트 발생	테스트 복구
2009-04-23 21:39	Mote 4	비상정지 발생	
2009-04-23 21:39	Mote 4		비상정지 복구
2009-04-23 21:41	Mote 2	배터리 저전압 발생	배터리 복구
2009-04-23 21:41	Mote 2	비상정지 발생	
2009-04-23 21:41	Mote 2		비상정지 복구

〈그림 8〉 LabVIEW에서 자동으로 저장한 엑셀 파일

4. 결 론

본 연구에서는 Zigbee를 사용한 풀 코드 스위치의 동작 상태 모니터링 시스템을 제안하였다. 본 모니터링 시스템에서는 비상정지, 테스트, 배터리 저전압 경고 세가지와 각각의 복구 명령어를 테스트와 적색, 녹색, 주황색의 LED를 사용하여 출력하게 하였으며, 또한 알림을 출력 기능을 적용하였다. 또한 모니터링 화면이 실시간으로 Web을 통하여 모니터링 할 수 있게 하였고, 파일 저장 기능을 추가하였다. 앞으로 Zigbee 통신의 배터리 절약 문제와 열가형 모듈 연구가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] (주)한백전자 기술연구소, "유비쿼터스 센서 네트워크 시스템", ITC, 2007
- [2] 남상엽, "Mote-Kit를 이용한 무선센서네트워크 활용", 상학당, 2005
- [3] LabVIEW Intermediate I
- [4] 최남섭, "전력선 통신을 이용한 풀 코드 스위치의 동작위치 인식 시스템에 대한 연구", 한국해양정보통신학회종합학술대회, Vol.7 no.2, pp.745-748, 2003
- [5] Xiaohui Li, "An Improved Zigbee Routing Strategy for Monitoring System", 2008
- [6] 박승덕, "컨베이어용 풀 코드 스위치 및 이를 적용한 컨베이어 감시 제어시스템", 특허실용, 출원번호:1020060022419