

전력선 통신을 이용한 풀 코드 스위치의 동작위치 인식 시스템에 대한 연구

최남섭, 이 범
여수대학교

A Study on Operating Position Sensing System of Pull Cord Switches Using Power Line Communication

Nam-sup Choi, Buhm Lee
Yosu National University
E-mail : nschoi@yosu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 각종 산업 현장의 라인에 긴급 정지 장치로 병설되는 풀 코드 스위치의 동작위치를 판별하는 시스템에 대하여 다룬다. 특히, 본 논문에서는 전력선 통신 기술을 사용하여 복잡한 케이블 포설 없이도 기존의 2선만을 사용하여 동작된 풀 코드 스위치의 위치를 인식하는 방법을 제시한다. 또한 전력선 통신 IC의 제어 기능을 사용하여 스위치 제어 인식장치에서 각 스위치를 리셋하는 신호를 전송할 수 있도록 구성한다. 끝으로, 논문에서는 제안된 전력선 방식의 풀 코드 스위치 동작위치 인식장치를 제작하고 전력선을 통하여 전달된 신호 및 반응시간 관찰함으로써 풀 코드 스위치의 위치인식 시스템으로 실제로 적용이 가능함을 확인하였다.

ABSTRACT

This paper presents a study on pull cord switch system which is employed in various industry for emergency stop of the equipments. By using power line communication(PLC) technique, in this paper, a new method for operation position detection of pull cord switch is suggested without complicated wiring of separate cables which utilize only 2 lines. Also, using control function of PLC IC, a reset signal for each switch reset can be implemented in the switch status control/sensing device. Finally, this paper shows validity and practical applicability of the proposed operating position sensing system of pull cord switch by implementing the system and revealing the response time and signal through the PLC line.

키워드

Pull Cord 스위치, 전력선통신, 위치인식, 긴급장치

1. 서 론

풀 코드 스위치(Pull Cord Switch)는 원료 운반 설비 및 물류설비의 벨트 컨베이어의 사고 및 긴급 상황 등의 이상 발생시 긴급히 컨베이어를 운전 중 비상 정지 시켜야 할 필요가 있을때 Wire를 이용하여 정지시키는 스위치이다.^[1,3]

이러한 풀 코드 스위치는 그림 1과 같이 벨트 컨베이어를 따라 대략 50 m 간격으로 다수개가 직렬

로 컨베이어의 길이만큼 연결되어 있고, 긴급하게 동작하는 벨트라인을 정지시킬 때는 풀 코드 스위치에 연결된 선을 잡아당겨 선에 가장 인접하게 연결된 풀 코드 스위치를 OFF 시킴으로써 릴레이를 차단 동작시켜 전체 벨트라인의 전동기 전원을 차단하는 것이다. 그런데, 제철소의 철광석 운반 설비의 경우 컨베이어 벨트의 길이가 1 km 이상도 많기 때문에 한번 풀 코드 스위치가 동작하여 벨트라인이 정지하면 동작된 풀 코드 스위치의 위치를

찾는데 모든 풀 코드 스위치를 각각 다 점검해야 하므로 시간이 많이 걸린다. 또한, 우천시나 폭한의 경우 옥외에 설치된 풀 코드 스위치를 일일이 점검하는 것은 매우 번거로운 작업이 될 뿐만 아니라 이러한 일에 인력이 투입됨으로써 효율적인 생산 인력의 운용에 저해가 되기도 한다.

지금까지 풀 코드 스위치의 동작 위치를 인식하는 방법은 별도의 유선 케이블을 각 스위치마다 연결하는 방법^[2]과 위치 인식을 위한 무선 모듈을 각 스위치마다 장착하는 방법^[3]이 있다.

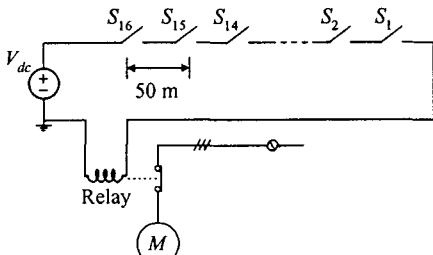


그림 1. 풀 코드 스위치의 동작
Fig. 1 Operation of pull cord switches.

먼저, 각각의 풀 코드 스위치마다 케이블을 포설하는 방법은 인식률이 거의 100%에 이르지만, 전체 컨베이어 벨트 라인의 길이가 수 백 미터만 넘어도 케이블 가설의 어려움이 있을 뿐더러, 외부악조건에 노출된 상태에 있으므로 케이블 유지관리의 어려움 또한 상존한다. 그러므로, 최근에는 각 풀 코드 스위치에 무선 모듈을 장착하여 무선으로 동작된 스위치의 위치를 인식하는 방안도 제시되고 있다. 그러나 무선 인식장치가 내장된 풀 코드 스위치는 전파장애를 겪을 수 있고 수 km 이상 떨어진 스위치에 대하여는 감도가 현저히 저하되며 복잡한 무선 모듈을 내장함으로써 고장률이 잦고 생산 제조비용이 증가되며, 궁극적으로 내구성과 수명이 떨어진다는 단점이 있다. 또한 무선 모듈을 동작시키기 위한 별도의 전원이 공급되어야 한다는 단점이 있다.

본 논문에서는 풀 코드 스위치의 동작위치를 인

식하는데 전력선 통신 기술을 적용하여^[4], 각각의 스위치마다 별도의 복잡한 유선 케이블을 포설하는 작업을 하지 않고, 원거리 스위치에 대하여도 무선 모듈을 장착한 경우보다 전파장애 없이 높은 인식률을 보이는 방안을 제시한다.

II. 시스템 구성 및 동작 원리

2-1. 시스템 구성

그림 2는 제안된 전력선 통신을 이용한 동작 스위치 검출 장치의 구성 개념도를 나타낸다. 즉, 본 논문에서 제안된 풀 코드 스위치 동작위치 인식 시스템은 컨베이어 벨트를 따라 포설된 2개 선으로 이루어진 직류 또는 교류의 전력선(Power Line)에, 전력선 통신 송수신 칩을 내장한 풀 코드 스위치 모듈을 병렬 연결되도록 일정 거리마다 다수 개 배치하고, 각 풀 코드 스위치 모듈에서 전력선을 통하여 송신하는 스위치 상태 신호를 실내 제어반에 설치되는 스위치 상태 제어 인식 장치에서 인식하고 표시되도록 구성된다.

그림 2에서 전력선(Power Line)은 스위치 상태 제어 인식장치와 각각의 스위치 모듈이 동작하는데 필요한 전력을 공급하는 역할을 함과 동시에 각 스위치 모듈과 스위치 상태 제어 인식 장치가 통신하는 통신선로로 활용된다.

스위치 모듈배치 간격과 전체 전력선의 길이는 컨베이어 벨트의 길이를 정하는 작업장 환경에 따라 유동적으로 정해지는 것이며 그림 2에서는 50m 간격으로 최대 2km 구간내에 40개의 스위치 모듈이 병렬 연결되어 있음을 보이고 있다. 또, 스위치 모듈은 컨베이어 벨트를 따라 설치되므로 통상 실외 환경에 노출될 수도 있음을 나타내고, 반면에 스위치 상태 제어 인식 장치는 운전자가 조작하기 쉬운 실내에 설치된다.

또한, 그림 2에서 보듯이 전력선은 각 장치에 전력을 공급함과 동시에 통신선로로 활용되어 스위치의 동작 상태를 판별하므로 배선이 간단하고 그림 1과 같이 기존에 포설된 2개 라인의 전원선을 그대로 활용하여 설치가 가능하므로 별도의 선로

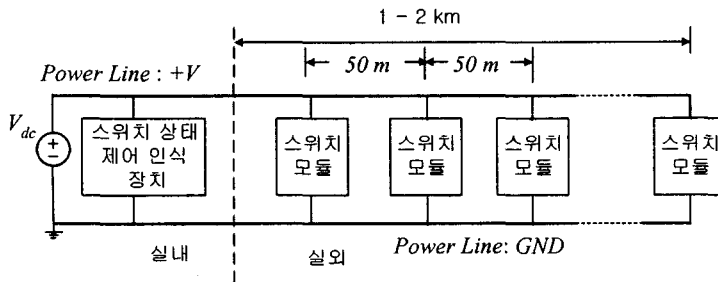


그림 2. 풀 코드 스위치의 동작위치 인식 시스템
Fig. 2 Operating position sensing system of pull cord switches.

포설이 요구되지 않는 장점을 갖는다

2-2. 스위치 모듈

그림 3은 그림 2에 보인 개별 스위치 모듈의 구성을 나타낸다. 그림 3에서 기계적 점점 스위치 (S_m)는 Normally ON 상태로 있다가 긴급상황이 발생하면 운전자에 의하여 OFF 상태로 전환된다. 평상시의 Normally ON 상태에서 센싱저항 $R_{sensing}$ 에는 전력을 통하여 전류가 흐르므로 일정한 전압강하가 발생하지만, 기계적 스위치 S_m 이 OFF 되면 전류가 차단되어 센싱저항 $R_{sensing}$ 양단의 전압이 0이 된다. S_m 스위치 상태 송신회로는 저항 양단의 전압을 검출하여 V_{sens} 전압이 0이 되면 기계적 스위치가 OFF된 것으로 인식하고 이러한 정보를 즉시 전력선을 통하여 스위치 상태 제어 인식 장치에 송신한다.

한편, S_m 스위치 상태 송신회로는 스위치 상태 제어 인식 장치에서 스위치 리셋신호(로직 0 또는 1)를 받아 기계적 스위치 S_m 을 강제적으로 리셋하기 위한 1 비트(bit)의 출력을 갖는다. 이러한 1 비트의 리셋신호는 스위치 모듈 스위치를 건드리는 것과 같은 현장의 사소한 실수의 경우 내부 제어반에서 모든 스위치를 간단히 Normally ON 상태로 복귀하도록 하는데 유용하다.

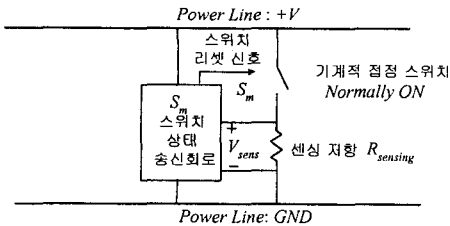


그림 3. 스위치 모듈의 구성
Fig. 3 Structure of switch module.

2-3. 스위치 상태 제어 인식장치

그림 4는 통상 실내 내부에 설치되는 스위치 상태 제어 인식 장치의 구성도이다. 스위치 상태 제어 인식 장치는 각 스위치 모듈로부터 전력선을 통하여 수신되는 스위치의 상태를 인식하는 스위치 상태 인식 회로와 긴급상황이 발생하여 임의의 스위치가 OFF 상태로 전환되면 컨베이어 벨트의 구동용 모터를 정지하기 위한 릴레이를 구동하는 릴레이 구동회로, 각 스위치 모듈을 Normally ON 상태로 만들기 위한 리셋신호를 각 스위치 모듈에 송신하는 스위치 리셋신호 발생회로를 포함한다. 또, 인터페이스 장치로는 스위치의 상태를 표시하기 위하여 운전자가 즉시 확인할 수 있는 스위치 상태 표시 LED와 PLC(Programmable Logic Controller)와 같은 외부 장치와의 통신을 위한 RS232 통신부로 구성된다.

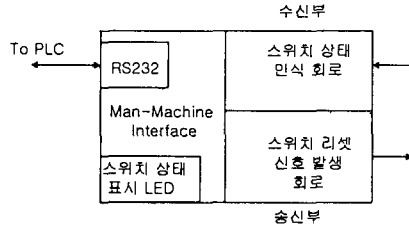


그림 4. 스위치 상태 제어 인식장치
Fig. 4 Device for switch status control and switch status sensing.

III. 제작 및 실험 결과

본 논문의 전력선 통신을 위하여 사용된 IC는 국내업체인 (주)콘트롤디바이스의 HIC7-C3-32D이다¹⁸⁾. Hybrid IC HIC7-C3-32D는 통신방식은 CENELEC EN50065-1 규격을 따르며, 통신규약은 상기 업체의 사사규격인 CDWay 및 국제규격인 EIA 709와 EIA 600을 지원하므로, LonWork, CEBus 등 기존 네트워크와 완전한 호환성을 유지하고 있다. 표 1은 HIC7-C3-32D의 사양이다¹⁴⁻⁸⁾.

표 1. 전력선 통신 IC HIC7-C3-32D의 사양
Fig. 3 Specification of Power Line Communication IC HIC7-C3-32D.

Power Line	0V ~ 220V AC/DC
FCC/CENELEC Compliance	Compliant with FCC and CENELEC EN50065-1 specification for low-voltage signaling
MiddleWare	CDWay based on C.S.M.A.
Frequency Band	CENELEC C Band
Transmission Level	Class 116, 2V p-p minimum
Receive sensitive	1mV
Network Length	2Km, maximum
Transmission Technique	Narrow band FSK
Transmission Power	10mW minimum
Input Supply Voltage/Current	Transmit mode 10V,62mA/5V,15mA Receive mode 10V,29mA/5V,15mA

그림 5는 2km 멀리 있는 풀 코드 스위치가 동작하여 ON에서 OFF 상태로 상태가 전환 되었을 때, 스위치 모듈의 V_{sens} 전압과 스위치 상태 제어 인식 장치의 인식 신호를 나타낸다. 그림 5에서 전체 인식 시간은 약 3 msec 정도임을 알 수 있다. 풀 코드 스위치의 인식 시간은 풀 코드 스위치에 의하여 OFF 되는 컨베이어 벨트의 전동기와 전체 기계적 시스템의 dynamics에 비하면 매우 작은 값으로 볼 수 있으므로 본 실험에 의한 시스템이 실제 적용 가능함을 확인 할 수 있다.

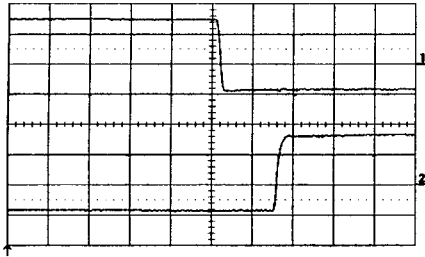


그림 5. (상) Vsens 전압의 변화 2V/div, 2msec/div (하) 스위치 상태 OFF 인식 신호, 2V/div, 2msec/div

Fig. 5 (upper) Variation of Vsens, 2V/div, 2msec/div, (bottom) switch status OFF sensing signal, 2V/div, 2msec/div.

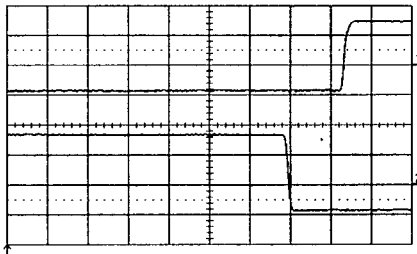


그림 6. (상) 스위치 리셋 동작 신호 2V/div, 2msec/div (하) 스위치 리셋 명령 신호, 2V/div, 2msec/div

Fig. 6 (upper) Switch reset operation signal, 2V/div, 2msec/div, (bottom) switch reset command signal, 2V/div, 2msec/div.

그림 6은 실내 제어반의 스위치 상태 제어 인식 장치에서 실외의 풀 코드 스위치에 리셋 신호를 전달했을 때 반응시간을 나타낸다. 즉, 스위치 리셋 명령신호에 대하여 실제 2km 떨어진 풀 코드 스위치에서의 리셋 동작신호는 약 2.5 msec정도 지연되어 전달됨을 볼 수 있다. 이러한 전달시간은 실제 시스템에 실용적으로 적용 가능함을 확인시켜 준다.

IV. 결론

본 논문에서는 전력선 통신기술을 사용하여 컨베이어 벨트의 긴급정지 장치로 사용되는 풀 코드 스위치에서 동작된 풀 코드 스위치의 위치를 검출하는 방법을 제안하였다. 사용된 전력선은 각 장치에 전력을 공급함과 동시에 통신선으로 활용되어 스위치의 동작 상태를 판별하므로 배선이 간단하고 기존에 포설된 2개 라인의 전원선을 그대로 활용하여 설치가 가능하므로 별도의 선로 포설이 요구되지 않는 장점을 갖는다. 끝으로 본 논문에서는 제안된 전력선 방식의 풀 코드 스위치 동작위치 인식장치를 제작하고 전력선을 통하여 전달된 신호 및 반응시간 관찰함으로써 풀 코드 스위치의 위치

인식 시스템으로 적용이 가능함을 확인하였다.

본 연구는 중소기업청지원 제11차(2003년도) 산학연 공동기술개발 지역혁신사업 과제 연구 결과의 일부이며 지원에 감사 드립니다.

참고 문헌

- [1] <http://www.conveyorcomponents.com>
- [2] <http://www.seg.co.kr>
- [3] <http://www.jeil21.co.kr>
- [4] 김가두, 이종성, "전력선 통신(PLC) 기술 개요", 2001년 11월 전자공학회지, 제 28 권, 제 11호, pp. 1232-1241.
- [5] 김현중, "전력선 통신 동향과 전망", 정보통신동향분석, 제 6 권, 제 4 호, 2000년 4월.
- [6] Ferreira, H. C., Grove, H. M., Hooijen, O., Han Vinck, A. J., "Power line communications: an overview", AFRICON, 1996., IEEE AFRICON 4th Volume 2, pp. 558-563.
- [7] Radford, D., "Spread spectrum data leap through AC power wiring", IEEE Spectrum Volume 33, pp. 48-53, Nov., 1996.
- [8] www.controldevices.co.kr