DBpia

논문 14-39C-03-12

Korea Information and Communications Society '14-03 Vol.39C No.03
http://dx.doi.org/10.7840/kics.2014.39C.3.307

레이저 레이더 센서를 이용한 건널목 지장물 검지장치의 기능시험

신 동 호◆, 백 종 현°, 최 현 영*, 김 용 규*

Functional Testing of Level Crossing Obstruction Detecting System Using Laser Radar Sensor

Dong-ho Shin◆, Jong-hyen Baek°, Hyeon-yeong Choi*, Yong-gyu Kim*

요 약

기존의 건널목 지장물 검지장치는 선검지 방식으로 지장물을 검지하지 못하는 구간이 발생하며, 분산적인 기기 설치로 인해 유지보수 비용 및 안전성 측면에서 문제가 되고 있다. 따라서 이러한 지장물 검지장치의 문제점을 해결하기 위해 레이저레이더 센서를 이용한 건널목 지장물 검지장치가 개발되었다. 본 논문에서는 개발된 레이저레이더 센서를 이용한 건널목 지장물 검지장치의 기능시험을 수행한 결과에 대해 설명하고 있다. 기능시험은 지장물 검지에 따른 센서부와 제어부의 정상작동 시험과 센서부와 제어부에 고장 발생 시 고장정보를 표시하는 시험으로 구성하여 수행하였다. 수행된 기능시험을 통해 레이저레이더 센서를 이용한 건널목 지장물 검지장치의 기능들이 모두 정상동작하는 것을 확인하였다.

Key Words : level crossing, laser radar, sensor, obstruction detecting, functional test

ABSTRACT

Existing level crossing obstruction detecting system occurs section of not detecting an obstruction by line detecting. Due to installation of decentralized equipment, it has become a problem in terms of safety and maintenance costs. accordingly, We have developed level crossing obstruction detecting system using laser radar sensor in order to solve these problems. In this paper, Describe results of functional test for the developed level crossing obstruction detecting system. functional tests are normal operation test(control unit and sensor unit) and test to display the fault information in event of a failure(control unit and sensor unit). It was confirmed that it works properly all according to functional test of level crossing obstruction detecting system using laser radar sensor.

Ⅰ. 서 론

철도 건널목 사고는 피해규모 및 파급효과가 큰 대형사고로 이어질 가능성이 항상 존재하고, 최근에는 열차의 고속화와 운행 횟수의 증가 및 자동차와 보행자 등과 같은 교통량의 급증으로 열차 운행의 안전성이 위협받고 있다. 따라서 철도 건널목 사고를 방지하기 위해 기존 설비에 대한 문제점을 해결할 수 있는

◆ First Author : 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단, dongho15@krri.re.kr, 정회원
° Corresponding Author : 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단, jhbaek@krri.re.kr, 정회원
* 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단, hchoi@krri.re.kr, ygkim1@krri.re.kr
논문번호 : KICS2013-12-556, Received December 31, 2013; Reviewed February 20, 2014; Accepted March 5, 2014

www.dbpia.co.kr

새로운 설비의 필요성이 제기되었다. 이러한 새로운 설비의 필요성에 따라 레이저레이더 센서를 이용한 건널목 지장물 검지장치가 개발되었다[1-2]. 기존에 사용되고 있는 건널목 지장물 검지장치는 발광기와 수광기 간의 레이저 빔을 이용하여 지장물 유무를 검지하는 방식이며, 눈이나 비와 같은 기상 조건에 의한 영향을 많이 받게 되어 오동작 발생 등과 같은 사례가 발생할 우려가 있다. 이외에도 경제적인 측면에서 분산된 기기 설치로 인해 설치비용 및 센서 교체 시 유지보수 비용이 많이 요구된다. 하지만 레이저레이더 센서를 이용한 건널목 지장물 검지장치는 외부환경에 강인하며 기존 건널목 지장물 검지장치에 비해 기상변화에 대한 장애가 적으며, 일몰/일출시에도 정확한 물체 검지가 가능하다. 그리고 1개의 센서로 수광기, 발광기, 지자기 센서의 역할을 수행하여 설치 및 유지보수 비용을 감소시킬 수 있다. 또한 유지 보수용 컴퓨터를 통해 동작 상태 전송 및 영상 저장이 가능하며, 향후 철도 전용 무선 통신망 구축 시 무선인터페이스를 통해 차상으로 지장물 검지 유무 전송이 가능하다는 장점들이 있다. 기존 논문에서 개발된 레이저레이더를 이용한 건널목 지장물 검지장치를 이용하여 본 논문에서는 정상 기능시험과 비정상 기능 시험을 수행한 결과에 대해 서술하였다[3-5]. 이러한 기능시험을 통해 센서부와 제어부의 정상동작을 확인하였다.

Ⅱ. 기존 건널목 지장물 검지장치와의 비교

기존 레이저 지장물 검지장치의 경우 발광기와 수광기 간의 레이저 빔을 이용하여 발광기에서 송신한 레이저 빔이 수광기에서 정상적으로 수신되는지 여부에 따라 지장물 존재 여부를 판단하는 방식이다. 또한 출구에 지자기센서를 추가로 설치하여 출구 측 차단간 검지를 수행한다. 그림 1과 같이 일반적으로 1개소당 발광기와 수광기 한 쌍으로 구성된 세트가 5세트 설치되며 출구 측 차단 간 검지용 센서가 2개 설치된다. 기존 레이저 지장물 검지장치는 기상변화에 의한 영향을 많이 받게 되어 오동작 발생이 일어날 우려가 있다. 또한 선검지 방식에 의해 물체를 검지하지 못하는 구간이 발생하며, 각도 조정 등의 유지보수를 수반하게 된다. 그리고 별도의 출구 측 지자기 센서를 설치해야하며, 설치비용 및 센서 교체 시 유지보수비용이 많이 요구된다.

이러한 문제들을 해결하기 위하여 레이저레이더를 이용한 건널목 지장물 검지장치가 그림 2와 같이 개발되었다. 개발된 지장물 검지장치는 레이저레이더 스캐너를 이용하는 방식으로 지장물을 검지하는 센서부와 건널목 주변설비들을 제어하는 제어부로 구분된다. 여기에 사용된 센서모듈은 기존 지장물 검지장치의 수광기와 발광기의 기능 및 출구 측 차단 간 검지장치의 기능을 통합하였다. 그리고 1개의 센서로 수광기, 발광기, 지자기 센서의 역할을 수행하여 설치 및 유지보수 비용을 감소시킬 수 있다. 또한 유지보수용 컴퓨터로 동작상태 전송 기능 및 영상 저장이 가능하며, 지장물 크기를 산출하여 크기에 따른 지장물 경보가 가능하다[6-8].

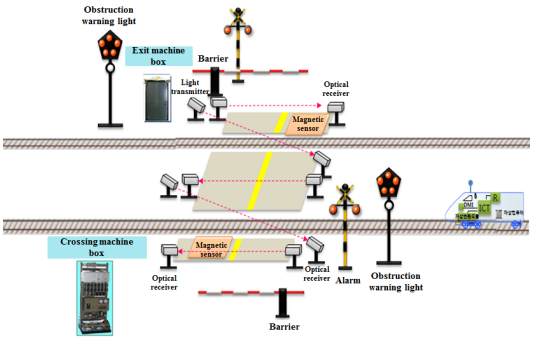

그림 1. 기존 건널목 지장물 검지장치
Fig. 1. Existing level crossing obstruction detecting system

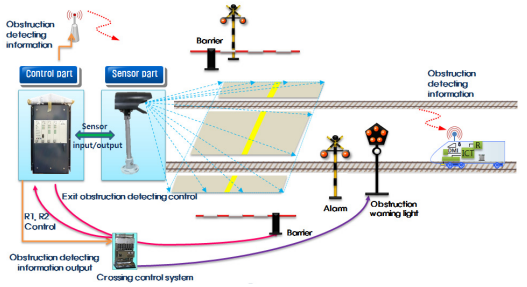

그림 2. 레이저레이더를 이용한 건널목 지장물 검지장치
Fig. 2. level crossing obstruction detecting system using laser radar

Ⅲ. 제어부의 구성 및 동작 상태

레이저레이더를 이용한 건널목 지장물 검지장치 제어부의 전체 모듈 구성은 POWER, CPU, IN, OUT 모듈로 구성되며, 그림 3에서는 각 모듈을 수용하는 1개의 서브랙 구성을 보여주고 있다. 그림 3에서 각 모듈의 LED 표시에 대한 정보는 표 1과 같다. 레이저레이더 지장물 검지장치 제어부의 동작은 건널목 제어유닛으로부터 열차 진입정보를 수신하여 센서부를 동작시켜 건널목의 지장물을 감시하며 이와 동시에 차

www.dbpia.co.kr

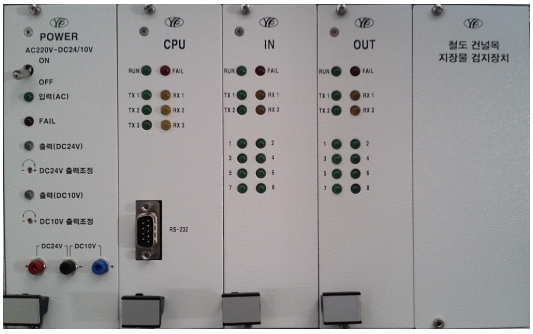

그림 3. 제어부 서브랙
Fig. 3. Sub-rack of control part

표 1. 제어부의 LED 표시 정보
Table 1. LED display information of control part

LED Display	RUN : Normal operating
	FAIL : Abnormal operating
	TX 1, RX 1 : Communication with Sensor part
	TX 2, RX 2 : Communication with other module
	TX 3, RX 3 : Communication with maintenance part
	Indicating lamp of input(1~8) : Information of contact relay

단기를 제어한다. 이런 일련의 동작 상태를 메모리에 저장하여 추후 유지보수부에서 재생할 수 있도록 하며 동시에 통신 포트로 동작 상태를 출력하여 타 인터페이스 장비 연결 시 건널목의 동작 상태를 확인할 수 있도록 한다. 다음 그림 4는 레이저레이더를 이용한 건널목 지장물 검지장치 제어부 동작의 전체 흐름도를 보여주고 있다.

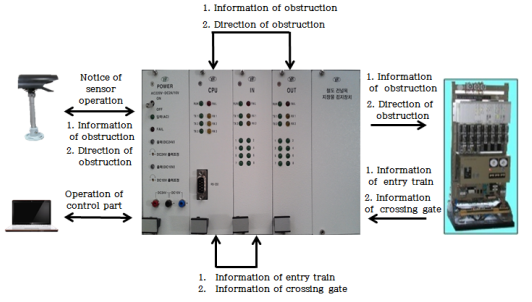

그림 4. 제어부 동작 흐름도
Fig. 4. operation flow diagram of control part

Ⅳ. 지장물 검지장치의 기능시험

앞에서 설명된 제어부 동작을 기반으로 레이저레이더를 이용한 건널목 지장물 검지장치의 성능 검증을 위하여 기능 시험을 수행하였다. 기능 시험은 정상상태 시와 비정상상태 시에 건널목 지장물 검지장치의 동작 여부를 확인하였다. 정상 기능 시험은 열차 접근 인식 및 차단기 동작, 지장물 진입 방향에 따른 인식에 대해 제어부에서 정상 작동하는 지 확인하였다. 비정상 기능 시험은 제어부 모듈 고장 검지와 센서 고장 확인, 센서 위치 변경에 따른 센서 1, 2의 문제 발생에 따라 뷰어 프로그램 화면 및 제어부 모듈의 LED 변화를 확인하였다.

4.1 정상 기능 시험

4.1.1 열차 접근 정보 인식 및 차단기 하강 인식 시험

열차가 건널목으로 접근할 때 건널목 차단기를 구동시켜 보행자와 자동차 운전자에게 열차의 접근을 알리고 건널목 진입을 차단하여야 한다. 건널목 차단기는 그림 5와 같이 경보가 시작되고 3초 이상 경과된 후에 차단을 시작한다. 건널목 차단기의 하강시간은 8초±2초이며 차단 종료 후 열차가 건널목에 도달할 때까지 15초 이상 확보되어야 한다. 따라서 지장물 검지장치는 출구측 차단기의 제어를 위해 건널목 차단기의 동작 정보를 수신하여야 한다.

건널목 차단기의 동작 정보를 수신하기 위한 시험 방법은 다음과 같다. (1) 건널목 시뮬레이터를 통하여 열차 접근 인식 시 경보가 시작되고 3초 이후에 건널목 차단기를 하강한다. (2) 건널목 차단기 동작 시 건널목 제어장치는 차단기 동작 여부를 지장물 검지장치로 송신한다. (3) 지장물 검지장치는 건널목 제어장치로부터 차단기 동작 상태를 수신하여 건널목 차단

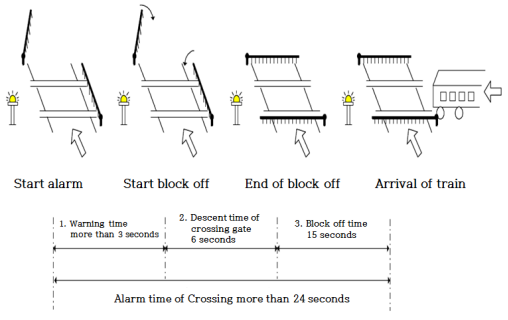

그림 5. 건널목 차단기 동작 시간
Fig. 5. Operation time of level crossing gate

www.dbpia.co.kr

기 동작 상태를 수신한다. 이러한 시험 방법에 따라 시험한 결과 그림 6의 제어부 모듈 IN 카드의 LED 1(열차검지)번이 점등된 후 3초 이내에 LED 2(건널목 차단기 작동)번이 점등되는 것을 확인하였다.

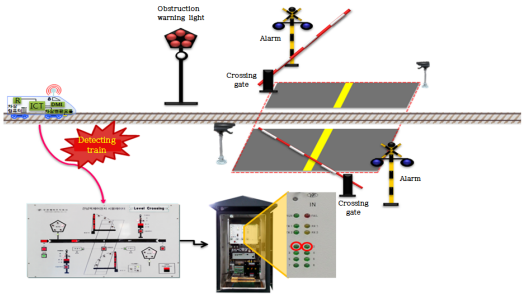

그림 6. 열차 접근 정보 및 차단기 하강 인식 시험
Fig. 6. Test of recognition for descent of crossing gate

4.1.2 지장물 검지 시 지장경고등 확인 시험

지장 경고등은 그림 7과 같이 철도 건널목 내 지장물 검지 시, 지장 경고등을 점등시켜 기관사가 철도 건널목 내 지장물 유무를 판단할 수 있도록 한다. 따라서 열차접근 시 지장물 검지장치는 철도 건널목 내 지장물을 검지하여 지장 경고등을 점등해야 한다.

지장 경고등을 점등하기 위한 시험방법은 다음과 같다. (1) 건널목 시뮬레이터를 통하여 열차접근 신호 및 차단기 동작을 설정한다. (2) 차단기 동작 시 건널목 내 지장물을 유입시킨다. (3) 제어부는 센서부를 통하여 지장물 검지 신호를 수신하여, 제어부 모듈 OUT 카드의 지장 경보등 LED를 점등시킨다. (4) 제어부 모듈 OUT 카드의 지장 경고등 LED 점등과 동시에 현장장치로 신호를 보내어 지장 경고등을 점등한다. 이러한 시험방법으로 시험한 결과 그림 8과 같

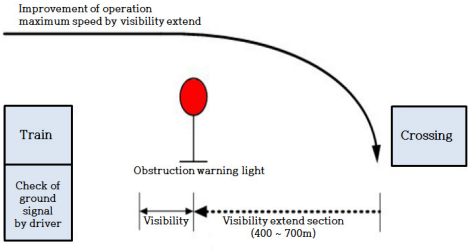

그림 7. 지장 경고등 설치 이후의 철도 건널목에서 열차운행 패턴
Fig. 7. Pattern of train operation in crossing since installing obstruction warning light

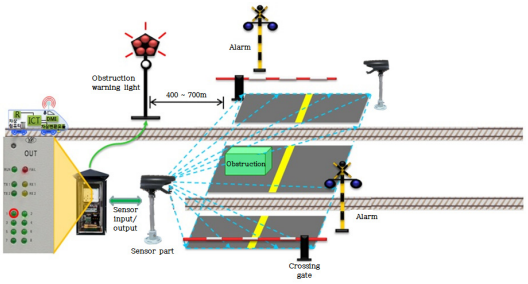

그림 8. 지장물 검지 확인 시험
Fig. 8. Test of confirmation for detection of obstruction

이 열차 검지 및 지장물 검지 시 제어부 모듈 OUT 카드의 LED 1(지장물 경고등 작동)번이 점등되는 것을 확인하였다.

4.1.3 방향에 따른 지장물 진입 시 검지 확인 시험

열차가 철도 건널목에 접근하여 경보기가 동작 하는 상황에서 자동차가 철도건널목에 진입하여 건널목 출구 측 차단기 하강으로 빠져나오지 못하고 정차하는 경우, 출구 측 차단기를 지연시켜 자동차가 안전하게 철도건널목을 통과하도록 해야 한다. 따라서 그림 9와 같이 지장물 검지장치는 철도 건널목 내 지장물의 진행 방향을 판단하여 출구 측 차단기를 제어하여 지장물이 빠져나올 수 있도록 해야 한다.

철도 건널목 내 지장물의 진행 방향을 판단하여 출구 측 차단기의 제어 확인을 위해 아래에서 위쪽 방향으로 지장물 진입 시와 완전 진입 시에 대하여 시험하였다. 지장물 진입 시 시험방법은 다음과 같다. (1) 건널목 시뮬레이터를 통하여 열차 접근 정보 및 차단기 동작을 설정한다. (2) 건널목 내 지장물을 아래에서 위쪽 방향으로 진입시킨다. (3) 지장물이 아래에서 위로 진입을 시작하는 상황을 식별하여, 양쪽 출구 측 차단기를 제어한다. (4) 제어부는 양쪽 차단기에 출구 측 차단기 제어 확인 정보를 송신한다. 지장물 완전

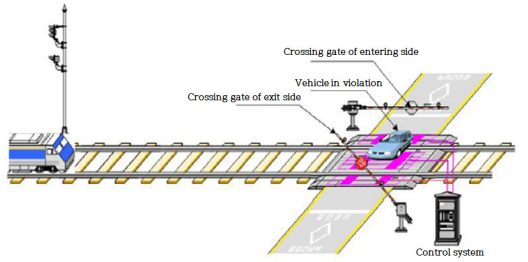

그림 9. 기존 출구측 차단기와 검지기 운영 현황
Fig. 9. Situation of operation detecting system with crossing gate of existing exit side

www.dbpia.co.kr

진입 시 시험 방법은 지장물 진입 시 시험 방법과 유사하다. 지장물 진입 시와 유사한 방법으로 지장물을 위쪽 방향으로 완전 진입시킨 상태에서 양쪽 출구 측 차단제어 시험을 하였다. 이러한 방법으로 시험한 결과, 지장물 진입 중일 경우 그림 10과 같이 제어부 모듈 OUT 카드의 1, 2, 3번 LED가 점등 되는 것을 확인할 수 있었고, 양쪽 차단기가 상승하는 것을 확인하였다. 지장물이 완전 진입할 경우에는 그림 11과 같이 점등되어 있던 제어부 모듈 OUT 카드의 1, 2, 3번 LED에서 3번 LED만 소등되어 제어부 모듈 OUT 카드의 1, 2번 LED에만 점등되는 것을 확인하고 위쪽 차단기가 상승되는 것을 확인 할 수 있었다.

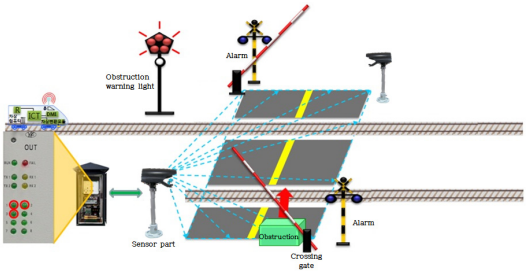

그림 10. 지장물 진입 시험(아래에서 위로)
Fig. 10. Test of entry obstruction(Down → Up)

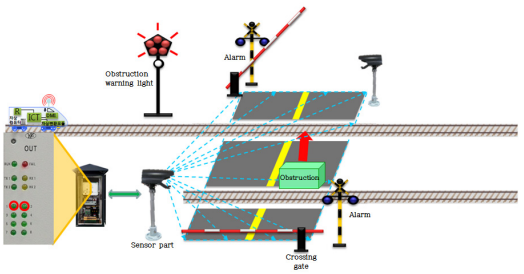

그림 11. 지장물 완전 진입 시험(아래에서 위로)
Fig. 11. Test of full entry obstruction(Down → Up)

4.2 비정상 기능 시험

4.2.1 센서부와 제어부 고장 검지 시험

센서부와 제어부의 통신상태가 정상일 경우 그림 12와 같이 OUT 모듈 5번(센서고장정보) LED가 점등되어 센서부 고장정보 계전기가 여자된다. 센서부와 통신 장애 발생 시에는 OUT 모듈의 5번 LED가 소등되고 센서부 고장정보 계전기가 낙하하게 된다. 또한 제어부 전원 모듈 및 CPU 모듈의 동작 상태를 인지하여 정상 상태로 동작하게 되면 제어부 모듈 OUT 카드의 6번 LED가 점등되어 제어부의 고장정보 계전

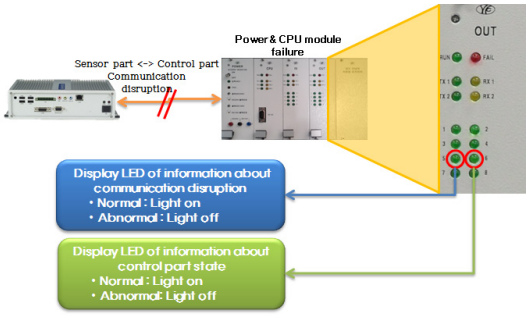

그림 12. 센서부 및 제어부 고장 정보 표시
Fig. 12. Display of failure information about sensor part & control part

기가 여자된다. 그리고 제어부 전원 출력 장애 또는 CPU 모듈의 고장 시 OUT 모듈의 6번 LED 및 7, 8(센서 동작 상태 LED)번 LED를 소등하여 모든 출력을 차단하며, 제어부 고장정보 계전기를 낙하시켜 인근 역 건널목 제어장치에 고장정보를 전송한다.

4.2.2 센서 고장 정보 표시 시험

센서의 동작 상태를 인지하여 센서 1, 2가 정상적으로 동작할 때는 그림 13과 같이 제어부 모듈 OUT 카드의 7, 8번 LED 점등으로 확인할 수 있다. 정상상태일 경우 2개의 센서 중 센서 1은 7번 LED, 센서 2는 8번 LED가 점등되며 각각의 센서가 고장 날 경우에는 소등된다. 센서 1, 2 모두 고장 시 7, 8번 LED가 소등되고 센서의 정상상태를 나타내는 5번 LED가 소등된다. 이때, 센서부 고장정보 계전기는 낙하하게 된다.

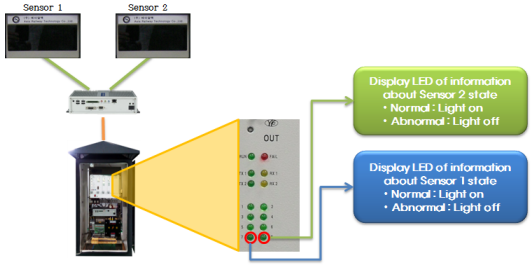

그림 13. 센서 고장 정보 표시
Fig. 13. Display for failure information of sensor

4.2.3 센서 위치 변경 시 고장 확인 시험

센서부에서는 건널목의 지장물을 감시하여 얻은 데이터를 수신하여 이미지 처리를 하게된다. 이 때 처리된 이미지는 센서 뷰어 프로그램 화면으로 확인할 수 있다. 뷰어 프로그램 화면에서 센서 위치가 변경 될

www.dbpia.co.kr

경우의 상황을 고려하여 센서 위치 변경 시 정확한 검지를 위해 기준점을 설정하였다. 다음 그림 14와 같이 기준점을 설정하여 최초 검지 시 기준점에 대한 포인터 수를 저장하여 상시 비교할 수 있도록 하였다. 기준점의 포인터 수가 변경 될 경우, 센서의 고장을 감지하여 제어부로 고장정보를송신한다.

센서의 위치 변경 시 고장확인을 하기 전에 먼저 센서의 정상 상태를 확인하였다. 센서 1, 2가 모두 정상일 경우에 해당하는 검지 영역은 그림 15와 같이 뷰어프로그램 화면에서 중간에 사각형 모양으로 가상의 지장물을 표시하게 된다. 그림 15에서 두 개의 원은 기준점을 설정한 포인터를 나타내고, 두 개의 삼각형은 각각의 센서 1, 2를 나타낸다. 또한 센서에 의해 검지되는 영역에서 가상의 지장물 크기는 약 145cm로 나타낸다.

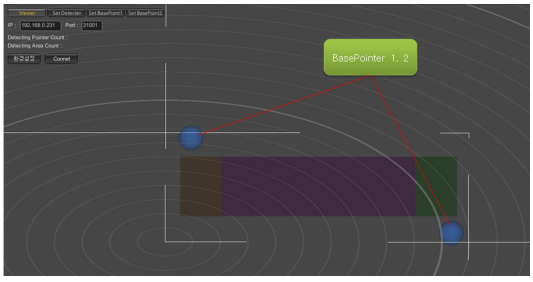

그림 14. 기준점 표시
Fig. 14. Display of base pointer

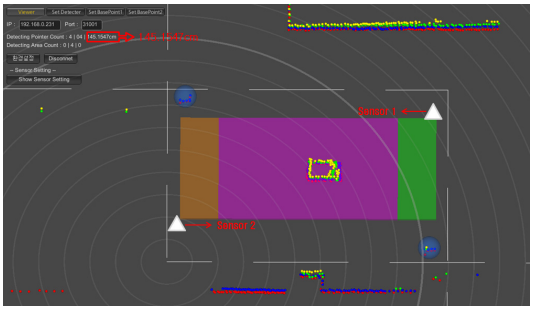

그림 15. 센서 기준점 설정
Fig. 15. Setting of sensor base pointer

4.2.4 센서 1 상태 이상 시 고장 확인 시험

센서 1의 상태 이상 시 고장을 확인하기 위해 그림 16과 같이 센서 1과 센서 2를 배치하고 센서 1을 가린 상태에서 시험하였다. 시험한 결과 뷰어프로그램 화면에서 그림 17과 같이 검지영역 중간에 가상의 지장물이 표시된 부분의 왼쪽 하단부가 사라지는 것을 볼 수 있다. 이것은 센서 1이 검지영역 안에서 지장물

그림 16. 센서 1 고장 시뮬레이션
Fig. 16. Simulation for failure of sensor 1

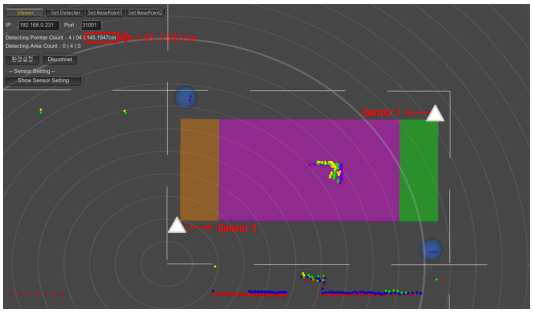

그림 17. 센서 1 고장 표시
Fig. 17. Display for failure of sensor 1

을 검지하지 못하는 것을 나타내며, 센서 2만 검지하고 있는 것을 나타낸다. 센서 1에서 상태 이상이 발견되면 센서 1의 데이터에 대한 정보 입력을 차단하고 제어부에 센서 1의 고장정보를 송신한다. 또한 뷰어프로그램에서 산출된 가상의 지장물 크기가 초기의 가상 지장물 크기와 마찬가지로 약 145cm로 나타나며, 검지영역에서 가상의 지장물이 우측 상단부만 검지되는 것을 통해 센서 2는 계속 지장물을 검지한다는 것을 확인하였다.

센서 1의 고장정보를 수신한 제어부에서는 그림 18과 같이 제어부 모듈 OUT 카드의 7번 LED(센서 1 동작 상태 LED)만 소등 되고, 5, 6, 8번 LED는 점등되어 센서 1이 고장 시에도 센서 2의 지장물 검지 능력이 유지된다는 것을 확인하였다.

그림 18. 센서 1 고장 시 제어부 작동 상태
Fig. 18. Operation state of control part in case of sensor 1 failure

www.dbpia.co.kr

4.2.5 센서 2 상태 이상 시 고장 확인 시험

센서 2의 상태 이상 시 고장 확인 시험은 센서가 외부환경요인에 의해 센서 위치가 변경되는 상황을 고려하여 수행하였다. 그림 19처럼 센서 2는 검지영역과 반대편으로 돌려놓고 센서 1번만 정상적으로 배치하여 시험하였다. 시험한 결과 그림 20의 뷰어프로그램 화면을 보게 되면 센서 2가 검지영역 안에서 지장물을 검지하지 못하고 기준점을 이탈하여 검지 영역을 벗어난 구역을 검지하는 것을 확인할 수 있다. 센서 2에서 검지가 되지 않는 경우 센서 2의 데이터에 대한 정보 입력을 차단하고 센서 2의 고장 정보를 송신한다. 또한 뷰어프로그램에서 산출된 가상의 지장물 크기가 초기의 가상 지장물 크기와 거의 변함없이 약 141cm를 나타내며, 검지영역 안의 좌측하단부에 가상의 지장물이 검지되는 것을 통해 센서 1은 지장물을 검지한다는 것을 확인하였다.

센서 2의 고장정보를 수신한 제어부에서는 그림 21과 같이 제어부 모듈 OUT 카드의 8번 LED(센서 2 동작 상태 LED)만 소등 되고, 5, 6, 7번 LED는 점등되어 센서 2가 고장 시에도 센서 1의 지장물 검지 능력이 유지된다는 것을 확인하였다.

그림 19. 센서 2 기준점 이탈 시뮬레이션
Fig. 19. Simulation for breakaway base pointer of sensor 2

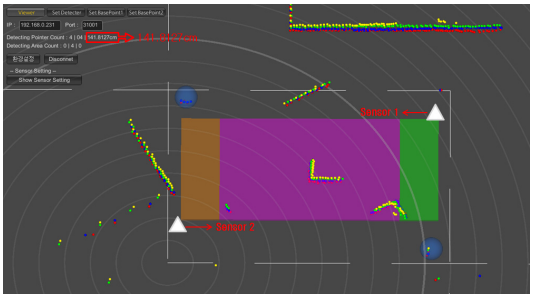

그림 20. 센서 2 기준점 이탈 표시
Fig. 20. Display for breakaway base pointer of sensor 2

그림 21. 센서 2 기준점 이탈 시 제어부 작동 상태
Fig. 21. Operation state of control part in case of breakaway base pointer of sensor 2

4.2.6 센서 1, 2 상태 이상 시 고장 확인 시험

센서 1, 2 모두에서 상태 이상이 발생된 경우를 시험하기 위해 그림 22와 같이 센서 1은 물체를 이용하여 가리고, 센서 2는 검지영역과 반대편으로 돌려놓고 시험하였다. 시험한 결과 그림 23과 같이 뷰어프로그램 화면을 보게 되면 센서 1, 2 모두 검지영역 안에서 지장물을 검지하지 못하는 것을 확인할 수 있다. 확인된 내용을 통해 검지를 중지하고 제어부로 센서 1, 2

그림 22. 센서 1 고장 및 센서 2 기준점 이탈 시뮬레이션
Fig. 22. Simulation for Failure of sensor 1 & Breakaway base pointer of sensor 2

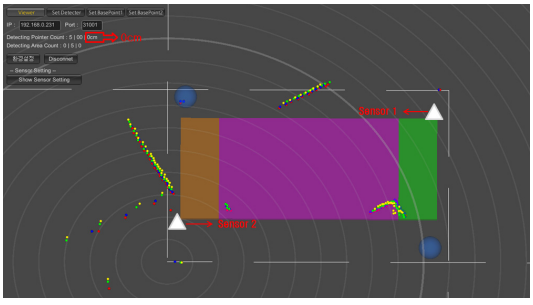

그림 23. 센서 1 고장 및 센서 2 기준점 이탈 표시
Fig. 23. Display for failure of sensor 1 & Breakaway base pointer of sensor 2

www.dbpia.co.kr

의 고장 정보를 송신한다. 또한 뷰어프로그램에서 산출된 가상의 지장물 크기가 초기의 가상 지장물 크기와 달리 0cm로 변경된 것과 검지영역 안에서 가상의 지장물을 검지하지 못하고 검지영역을 벗어난 지장물을 검지하는 것을 통해 센서 1은 고장으로 인해 검지가 되지 않고, 센서 2는 기준점을 이탈하여 검지 영역을 벗어나서 검지한다는 것을 확인 할 수 있다.

센서 1, 2의 고장정보를 수신한 제어부에서는 그림 24와 같이 제어부 모듈 OUT 카드의 6번 LED만 점등되고, 5, 7, 8번 LED는 소등되어 센서 1, 2 모두 고장이라는 것을 확인하였다.

그림 24. 센서 1 ,2 장애 시 제어부 작동 상태
Fig. 24. Operation state of control part in case of sensor 1, 2 failure

V. 결 론

본 논문에서는 앞서 개발된 레이저레이더 센서를 이용한 건널목 지장물 검지장치의 기능시험을 통해 센서부와 제어부의 정상동작 여부를 확인하였다. 기능시험은 정상 기능시험과 비정상 기능시험을 수행하였다. 정상 기능시험에서는 열차 접근 인식 및 차단기 동작, 지장물 진입 방향에 따른 인식에 대해 제어부에서 정상 작동하는 지 확인하였다. 비정상 기능시험에서는 제어부 모듈 고장 검지와 센서 고장 확인, 센서 위치 변경에 따른 센서 1, 2 장애에 따라 뷰어 프로그램 화면에서 상태 이상을 확인하고, 제어부에서는 고장 표시 정보를 확인하였다. 시험한 결과 정상 기능시험과 비정상 기능시험 모두 레이저레이더 센서 상태 정보를 제어부 모듈의 LED를 통해 확인 할 수 있었다. 본 연구에서 시험한 내용을 바탕으로 현장시험을 진행할 예정이다. 현장시험 시 센서부는 기존 지장물 검지 센서와의 간섭을 피하고 건널목 내 모든 위치의 지장물을 검지할 수 있는 위치를 선정하여 설치할 것이다. 그리고 제어부는 기존 건널목 기구함 옆 빈 공간에 설치하고, 철재 기초대를 사용하여 고정을 시킨 후 시험을 할 예정이다. 이러한 현장시험을 토대로 실 철도환경에서도 같은 결과가 나올 수 있도록 신뢰성과 안전성을 확보할 계획이다.

References

[1] G.-Y. Kim, J.-H. Baek, Y.-S. Song, and Y.-K. Kim, "Design of obstacle detection system using laser radar for railroad level crossings," in *Proc. KICS*, vol. 50, pp. 148-149, 2013

[2] G.-Y. Kim, J.-H. Baek, H.-J. Jo, K.-M. Lee, and J.-H. Lee, "Design and development of laser radar based monitoring system for railroad level crossings," *KIEE conf. Bio-medical syst.*, 2012.

[3] Korea railroad research institute, "*Development of ICT-based technologies for safety and efficiency of railway operation report 2 year*," 2012.

[4] K.-M. Lee, K.-H. Shin, D.-H. Shin, and J.-H. Lee, "Study on the speed control code design for fixed block TCS," *J. Korean Soc. Railway*, vol. 15, no. 1, pp. 37-41, 2012.

[5] Y.-H. Kim and W.-S. Choi, "Analysis of operational Issues for ICT-based On-Board train control system," *J. Korean Soc. Railway*, vol. 14, no. 6, pp. 575-583, 2011.

[6] Korail, "*Electrical task data*," 2010.

[7] J.-H. Baek, G.-Y. Kim, Y.-S. Song, S.-C. Oh, Y.-K. Kim, and E.-K. Chae, "Laser radar-based railroad crossing detection device developed for crossing security device integration," *J. Korea Inst. Commun. Inf. Sci.*, vol. 5, no. 38, pp. 471-478, 2013.

[8] Y.-J. Kim, J.-H. Baek, and K.-H. Choi, "Algorithm development of level crossing obstacle detection using laser radar sensor," *J. Korea Inst. Elect. Eng.*, vol. 62, no. 12, pp. 1813-1819, 2013.

www.dbpia.co.kr

신 동 호 (Dong-ho Shin)

2010년 2월 : 단국대학교 전자공학과 학사
2013년 8월 : 명지대학교 전기공학과 수료
2012년 12월~현재 : 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단 TFT 연구원
<관심분야> 지능형 시스템, 통신공학, 열차제어

백 종 현 (Jong-hyen Baek)

1995년 2월 : 전북대학교 제어계측공학과 학사
1997년 2월 : 광주과학기술원 메카트로닉스공학과 석사
2009년 8월 : 전북대학교 메카트로닉스공학과 박사
1997년 1월~현재 : 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단 TFT 책임연구원
<관심분야> 현대제어, 지능형 시스템, 열차제어

최 현 영 (Hyeon-yeong Choi)

2003년 2월 : 서울시립대학교 전자전기컴퓨터공학부 학사
2005년 2월 : 한국과학기술원 전기전자공학과 석사
2010년 2월 : 한국과학기술원 전기전자공학과 박사
2010년 3월~2011년 2월 : 한국과학기술원 정보전자연구소 연구원
2011년 3월~2013년 4월 : KDDI R&D Labs 연구원
2013년 5월~현재 : 한국철도기술연구원 무선 통신열차제어연구단 TFT 선임연구원
<관심분야> 전자공학, 통신공학, 광통신 공학

김 용 규 (Yong-kyu Kim)

1987년 2월 : 단국대학교 전자공학과 학사
1993년 9월 : DEA in Control Engineering from Institute National Polytechnique de Lorraine, France
1997년 7월 : Ph.D in control Engineering from Institute National Polytechnique de Lorraine, France
1997년 12월~현재 : 한국철도기술 연구원 무선 통신열차제어연구단 TFT 단장
<관심분야> 자동제어, 지능형 시스템, 제어계측

www.dbpia.co.kr