

철도건널목 지능화를 통한 사고 예방 및 피해저감 기술개발



조 봉 관
한국철도기술연구원 선임연구원
bkcho@kriire.kr



류 상 환
한국철도기술연구원 책임연구원
shryu@kriire.kr

1. 연구배경

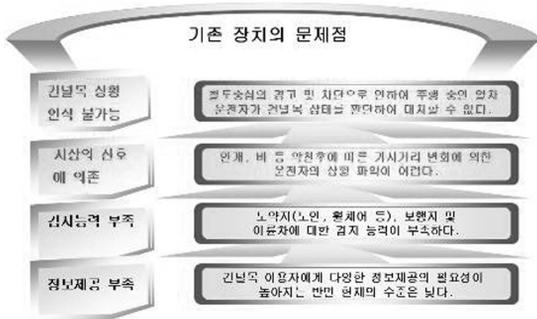
철도의 3대 요소는 안전·정확·신속으로 이 요소들 중 대량의 교통수단으로서 가장 중요한 요소는 안전의 확보라고 할 수 있다. 철도의 운행사고 중 약 90% 이상을 차지하는 철도건널목 충돌사고는 가장 심각한 안전 문제들 중 하나로 충돌 사고에 대해 개인들에게 책임을 돌리기보다는 안전한 해결책 제시를 필요로 하며, 최근에는 인간의 행동적인 측면의 중요성에 대한 인식이 증가하고 있고 건널목에서의 조치보다는 건널목 정보에 초점을 두고 있다. 본 연구는 기존의 철도건널목 보안설비의 단점을 보완하고, 철도건널목을 이용하는 통행자(열차, 자동차, 사람 등)의 안전을 확보하기 위해 기존의 사고사례 분석 결과 및 개선방향을 바탕으로 건널목의 사고방지 및 피해를 저감하기 위한 기술을 개발하는 것으로 기술개발이 성공적으로 완료되면, 철도건널목 사고의 획기적인 감소 및 국가의

안전도 수준 향상이 기대된다.

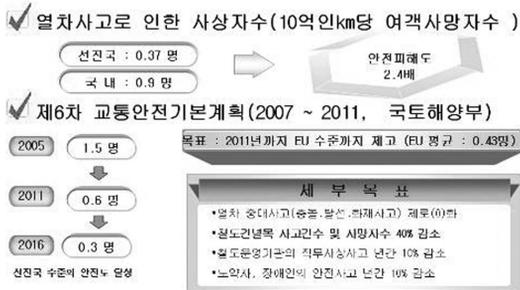
본 연구의 최종목표는 기존의 철도건널목 제어에 사용되던 기술보다 진일보한 최첨단의 지능화(센서, 컴퓨터, 정보처리, 통신)된 기술을 사용하여, 건널목에 정지된 차량을 검지하고, 이를 열차로 전송해주어 기관사가 적절한 행동을 취하게 하거나 열차와의 연계를 통해 열차를 자동으로 정지하게 하고, 또한 열차의 건널목 접근 상황을 도로측 운전자에게 실시간으로 표시 해주고, 도로교통신호기와의 연계를 통해 철도건널목의 사고를 방지하고 피해를 저감하기 위한 기술을 개발하기 위한 것이다.[1]

건널목사고는 열차사고의 대부분을 차지하며 인명피해 사상자가 발생하는 등 대형사고로 직결된다. 건널목 사고의 원인을 분석해 보면 일단정지무시, 차단봉 돌파, 운전부주의, 자동차 고장 등으로 대부분이 자동차로 인한 사고이다. 기존의 철도건널목제어는 열차위주의 일률적인 차단이 대부분이며, 철도건널목의 안전성에 지대한 영향을

미치는 인접한 도로교차로의 신호와 연계가 전무한 상태이고, 기존에 사용되고 있는 열차검지시스템은 열차의 속도와 무관한 정거리 방식과 열차의 가감속을 고려하지 않은 등속도의 정시간 방식을 사용함으로써 효율적인 건널목제어에 한계가 있는 실정이다. 또한, 건널목에 지장물이 검지되면 선로변 지장물 경고등을 통해 건널목 지장물 정보를 열차 운전사가 육안으로 인지하지만, 신호기 통과 후의 건널목 돌발 상황 발생을 파악할 수 없어 대형 참사를 초래할 잠재성을 내포하고 있다.



따라서, 선진국 수준의 안전도 달성을 위해 2005년부터 5년간 철도건널목 사고건수 및 사망자수 40% 감소를 목표로 한국철도기술연구원에서는 철도건널목 지능화를 통한 사고예방 및 피해저감 기술개발 연구를 수행하고 있다.



2. 철도건널목 지능화 시스템

지능화란 교통의 안전, 보안, 수송용량 및 운용효율을 증대시키기 위해, 센서, 컴퓨터 및 digital 통신 기술의 적용을 통해 정보를 수집, 처리 및 보급하는 것을 말하며, 본

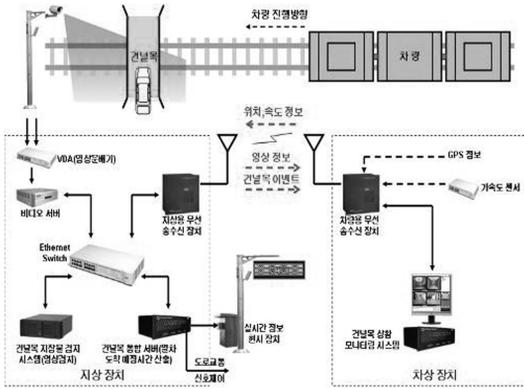
연구에서는 철도건널목을 지능화하기 위해 3가지 측면을 고려하였다.

첫 번째는 관련제어장치들과의 연계를 위해 열차와의 연계 및 도로교통제어기와의 연계를 구축하고 두 번째는 최신의 지능화된 기술을 적용하여 영상처리에 의한 건널목 지장물을 검지하고 RF통신에 의한 연속적인 정보를 전송한다. 마지막으로 다각적으로 정보를 제공하기 위해 도로측 운전자에게 건널목 정보를 제공하도록 열차운전자에게 건널목 상황정보를 제공한다. 이와 같이 철도건널목을 지능화함으로써 기존 철도 건널목 보안장치의 문제점을 해결할 수 있어 사고예방 및 피해저감을 기대할 수 있다.



<그림 1> 건널목 지능화의 정의

건널목 지능화시스템은 건널목과 열차간 양방향 무선 링크를 구성하여 건널목 사고방지 및 피해를 저감시키기 위한 정보를 열차와 건널목 인근 도로측에 제공한다. 건널목으로부터 열차로 전송하는 정보로는 건널목 지장물(건널목 차단기 내에 존재하는 자동차 및 보행자)에 대한 건널목이벤트(경고메시지) 및 영상정보가 있으며, 열차로부터 건널목으로 전송하는 정보로는 열차관련정보(진행방향, 속도, 위치 등)가 있다. 열차에 수신된 건널목 지장물 영상정보는 운전실 내의 모니터링 장치에 현시되고 기관사가 건널목 상황을 인지하여 건널목 진입전 열차를 정지시킨다. 건널목으로 수신된 열차관련정보는 건널목 통합 서버를 거쳐 도로측의 실시간 정보현시장치 및 인접 교차로 도로교통 신호제어기로 전송되며 도로측 운전자 또는 보행자에게 열차의 철도건널목 존재 및 건널목 접근 상황



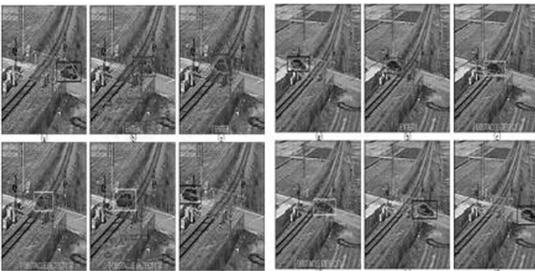
〈그림 2〉 철도건널목 지능화 시스템 구성

을 알려주고 열차 접근시 건널목 차단기내에 정제된 차량의 신속한 해소를 유도한다. 위와 같은 부분을 포함한 건널목 지능화시스템의 구성은 그림 2와 같다.

건널목 지능화 시스템을 구성하는 주요 장치와 기능은 다음과 같다.

(1) 건널목 지장물 검지시스템(영상검지)

건널목 차단기 내부의 지장물(자동차, 보행자) 정보를 카메라와 영상처리장치를 이용하여 영상으로 정확하게 검지 및 추적, 저장하고 영상정보를 기관사에게 알려주기 위해 무선전송장치로 전송한다.

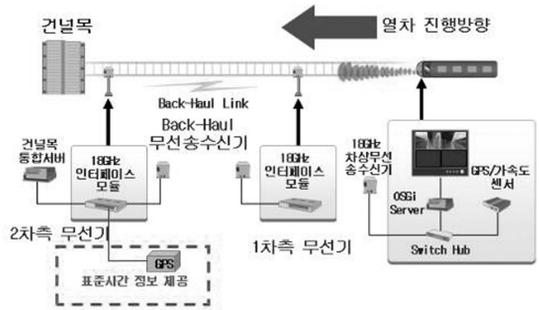


소형차 검지 결과

중형차 검지 결과

(2) 건널목-열차간 양방향 무선전송장치

건널목과 열차간 18GHz 양방향 무선 송수신장치로 무선링크를 구성하며 건널목의 영상검지장치로부터 지장물 영상정보를 열차로 전송하며, 열차내에 설치되어 있는 GPS장치로부터의 열차위치정보를 건널목 통합서버로 전



송한다.

(3) 열차내 모니터링 장치

양방향 무선전송장치로부터 수신된 건널목 차단기 내부의 지장물(자동차, 보행자) 정보를 열차내의 기관사가 영상으로 인지할 수 있도록 모니터링하는 장치이며 지장물에 대한 경고 정보를 시청각으로 표출하고 필요시 제동장치와 인터페이스할 수 있다.



(4) 열차내 GPS장치

건널목 접근열차의 위치정보를 건널목통합서버로 전송하기 위한 GPS 수신장치이다.

(5) 실시간 정보현시장치(VMS)

건널목 통과열차로부터 자동차나 보행자를 보호하기 위한 도로측 현시장치로 건널목 통합서버로부터 열차도착예정정보를 수신하여 철도건널목을 통과하는 자동차나 보행자에게 실시간으로 알려준다.

(6) 인접교차로 연계신호장치

건널목 사고를 미연에 방지하기 위해 인접도로교통신호기에서 건널목 차단기 내부의 지장물(자동차, 보행자)을 해소하기 위한 장치로 열차의 건널목 접근시 철도건널목으로 진입하는 자동차를 통제하고 진출하는 자동차를 소통시키도록 도로교통신호의 우선신호를 제어한다.

(7) 건널목 통합서버

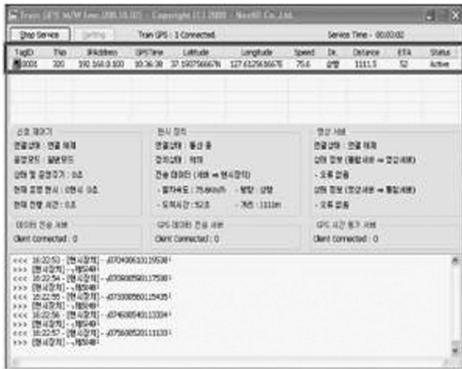
열차로부터의 수신된 GPS정보를 이용하여 열차의 위치, 속도, 건널목 도착예정시간을 계산하고 인접교차로 연계신호장치 및 실시간 정보현시장치로 관련 정보를 제공한다. 또한, 지상에 설치되어있는 GPS장치를 이용하여 전하부시스템간의 시간동기를 위한 표준시간을 제공한다.

용 무선 송수신장치 등

- 시범구축 열차 : 바다열차(관광열차, 강릉~삼척구간, 3회/일 왕복)
- 시범구축 대상물 : 열차내 무선기, 모니터링 장치 및 GPS 수신장치



(그림 3) 시범구축 현황(비행장 건널목 및 바다열차)



(1) 비행장 건널목 : 지장물 영상검지장치 및 건널목 통합서버

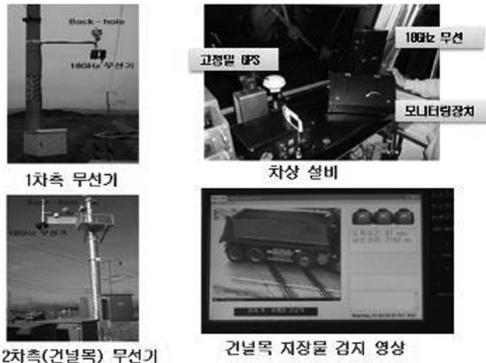


3. 개발시스템 시범구축

지금까지의 연구를 통해 개발된 철도건널목 지능화 시스템을 한국철도공사, 강릉시와 협조하여 영동선 강릉-정동진역 사이의 비행장건널목과 바다열차에 시범 구축하여 장치의 기능시험, 환경(적용성) 시험 및 최적화 방안을 도출하고 있다.[2]

- 시범구축 건널목 : 비행장 건널목(행정구역 : 강원도 강릉시 월호평동)
- 안인역 ↔ 강릉역 간(영주기점 188.868Km)
- 시범구축 대상물 : 지장물영상검지시스템, 비디오 서버, 영상분배기, CCTV카메라, 건널목통합서버, 지상

(2) 바다열차 : 모니터링 장치, 무선기/GPS



(3) 인접도로 : 정보현시 / 우선신호제어장치

개발된 인접교차로 연계신호장치는 도로교통공단으로부터 인증을 완료하였으며, 강릉시청 교통행정과와 협조하여 건널목 정보현시장치 및 도로교통 신호제어기를 설치하였다.



실시간 정보현시장치 (VMS)
<바다열차 접근시>



인접 교차로(우선신호) 제어

4. 기대효과 및 활용방안

4.1 기대효과

4.1.1 과학기술적 측면

최신의 지능화된 기술을 적용함으로써 철도건널목 제어기술의 향상에 기여하고 고속으로 주행하는 열차에 무선으로 정보를 송신할 수 있는 기술을 확보함으로써 추후 지상과 차상간의 정보송수신을 위한 기반기술을 확보할 수 있고 화상처리 기술을 이용한 지장물 검지 및 추적 시스템은 철도의 제어 및 검지시스템 분야의 기술적인 향상을 가져올 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 안전성과 효율성을 극대화시킨 지능화된 철도건널목의 설계기준을 제시함으로써 철도건널목 개선전략의 수립이 용이하다.

4.1.2 경제·산업적 측면

대형철도사고 예방으로 인명, 재산피해 및 복구비용을 절감할 수 있으며, 철도건널목과 열차와의 연계를 통해 비상상황에 대한 효율적인 건널목 제어로 건널목 이용자들

의 안전확보에 기여할 것으로 기대된다. 또한, 선진국 수준의 철도건널목 안전기술 확보 및 규격화에 따른 국외 수출을 기대할 수 있으며, 철도건널목과 교차로 신호연계시 대기행렬 및 영김현상을 사전에 대비할 수 있으며, 따라서 실질적인 교차로 용량을 증대시킬 수 있다.

4.2 활용방안

본 연구가 성공적으로 진행된다면, 사고가 다발적으로 일어나는 철도건널목 개소에 기존의 건널목 보안설비를 개량하거나, 추가로 설치하는데 활용할 수 있으며, 최신의 기술을 적용하여 제시되는 건널목 제어 방안은 건널목의 상황을 알 수 있으므로 인해 추후 철도교통과 도로교통과의 교통정보연계 및 여행자 정보제공 기능으로 기초데이터를 제공할 수 있다. 또한, 사고가 발생한 경우, 본 연구 결과를 통하여 건널목사고의 발생원인을 파악할 수 있으며, 그에 따른 책임소재를 규명하는데 활용할 수 있을 것이며, 추후 조기경보시스템(EWS : Early Warning System)이 구축되는 경우, 추가적인 연구를 통해 철도건널목 관련 정보에 대한 조기경보시스템의 하부시스템으로 데이터를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한국철도기술연구원, "철도건널목 지능화를 통한 사고예방 및 피해저감 기술개발 4차년도 연구보고서", 2009
2. 조봉관, 류상한 외2, "철도건널목 지능화시스템 시범 구축", 한국철도학회 춘계학술대회 논문집, 2010.