

철도건널목 사고방지를 위한 지능화 방안 연구

조봉관, 류상환, 황현철, 조홍식, 이호용
한국철도기술연구원

Accident prevention and damage reduction technology development through intelligence of Highway-railroad grade crossing

B. K. Cho, S. H. Ryu, H. C. Hwang, H. S. Cho, H. Y. Lee
Korea Railroad Research Institute

Abstract - The level crossing collision accident which comprises more than 90 percent of all level crossing accidents is one of the most serious safety problems. There is a critical need for providing safe strategy and is focusing on the level crossing information rather than measures at a grade crossing. This study is intended to develop technology for accident prevention and damage reduction based on accident cases analysis result and improvement direction to complement shortcomings of safety equipment of conventional level crossing and to establish safety of travelers(train, motor vehicle, person).

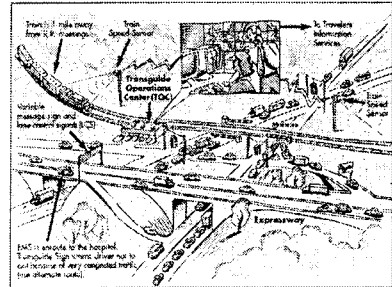


그림 1. AWARD 시스템에 대한 개요

AWARD시스템을 사용하여 얻어지는 주행시간 단축은 운전자가 얼마나 VMS를 따르느냐에 달려있으며, 운전자가 15%이상 따를 때 시간단축의 효과가 있다.

1. 서 론

철도건널목은 통계적으로 철도사고의 90%를 차지할 만큼 취약하며 입체화에 따른 경제적인 부담으로 여러 가지 건널목 신호보안장치를 설치하여 운영하고 있으나, 정확한 건널목지장물의 검지, 기관사로의 통보수단 등에서 기술적인 한계와 자동차, 보행자의 신호부시 무단횡단 등의 문제점을 해소하기에는 미흡한 부분이 없지 않다.

본 논문에서 철도건널목을 운영하는 여러 국가의 사례를 검토하고 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 표시해주고, 도로교통신호기와와의 연계를 통해 철도건널목의 사고를 방지하고 피해를 저감하기 위한 방안을 제시한다.

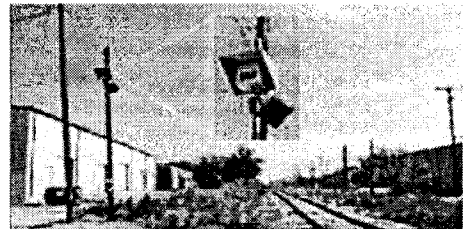


그림 2. 현장에 설치된 AWARD 시스템

2. 본 론

2.1 국외 사례 검토

2.1.1 AWARD 시스템

AWARD(Advanced Warning to Avoid Railroad Delays) 시스템은 1998년 미국 텍사스주 남부에 있는 샌안토니오에서 시작되었으며, 열차가 선로에 접근할 때 열차의 속도와 길이, 특징을 파악하기 위해서 철도건널목에 음향 감지기, 도플러 레이더 및 카메라를 설치하고 감지기로부터 수신된 데이터는 TransGuide Control Center로 전송되어 차단 및 정체시간이 계산되고 예측된다. 정체정보는 VMS(Variable Message Sign), 인터넷/키오스크, in-vehicle display를 통해서 통행자에게 전달되며, 철도건널목에 대한 사전정보를 TransGuide 운영자, 응급서비스 제공자 및 통행자에게 제공하고 접근하는 열차 운전실에 무선통신으로 경고를 보내 열차를 정지시키거나 차량충돌을 피하게 한다.

2.1.2 IGC 시스템

뉴욕주 교통부와 알스툼 시그널링(Alstom Signalling)사가 제휴하여 Intelligent Grade Crossing(IGC)을 개발하였으며, 주요 기능은 다음과 같다.

- 지속적인 경고 : IGC는 열차의 속도, 종류와 상관없이 30초마다 지속적으로 경고 신호와 근처 VMS를 동작시켜 운전자에게 경고를 한다.
- 긴급차량 우선 : 긴급차량이 철도 건널목을 통과하여야 할 경우에 IGC에 무선통신으로 메시지를 보내면 IGC는 열차속도와 거리가 허용되는 한 건널목 앞에서 열차가 안전하게 제동할 수 있게 한다.
- 임시 차단기 제어 : 두 열차가 짧은 시간내에 건널목 통과시 이를 인지하여 차단기를 계속 폐쇄 상태로 유지시킨다.
- VMS(Variable Message Sign) : Intelligent Grade Crossing은 VMS에 메시지를 현시하여 운전자들에게 건널목의 상태(열차접근 중, 건널목 정체, 탈출로 폐쇄, 열차 정지 중)를 알리도록 한다.
- 건널목내 정지된 차량의 검지 : 기존의 루프감지기 및 최첨단 비디오 기반의 센서로 자동차 등이 선로 상에 정지되어 있는지 또는 차량이 건널목을 빠져

나갈 수 없는지를 감지함. 어떤 이유로, 건널목이 차단되면 신호가 기관사에게 보내져서 열차가 건널목에 도착하기 전에 멈추거나 속도를 줄이도록 한다.

- 대기 차량 검지 : 교통신호를 기다리는 대기 차량들을 감지하고 VMS를 사용하여 운전자들이 건널목을 건너지 않도록 함. 또한 정체를 줄이고 건널목을 비우기 위해 도로의 교통신호와 연계시켜 진행신호로 전환하여 건널목의 차량정체를 해소 할 수 있음. 뉴욕의 New Hyde Park 건널목에 차량정지 검지와 가변정보 안내 시범적용 하였다.

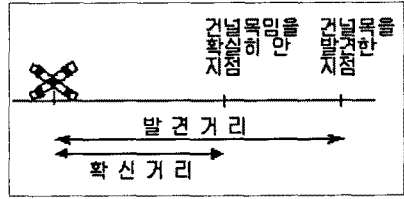
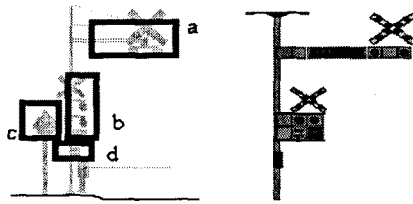


그림 5. 건널목 발견거리 및 확신거리

- 건널목 표지에 대한 분석을 통해서 분류와 대응시켜 표준적인 건널목에서의 표지류 배치안 정리



< 배치안 > < 신디자인 >

그림 6. 건널목에서의 표지류 배치안

2.1.3 차내 경고(In-Vehicle Signing) 시스템
차내 경고(In-Vehicle Signing) 시스템은 운전자에게 잠재적으로 위험한 상황들을 경계시키기 위한 보완적인 경고 시스템으로 미네소타 교통부(MnDOT)와 3M, DVSS에서 개발하였다.

차내 경고 시스템은 음향과 시각적인 신호로 통하버스 운전자에게 버스가 건널목에 접근한 정도와 건널목 열차의 유무를 알려준다. 음향신호는 버스 내 환경소음 정도에 따라 자동 조절되어 운전자가 들을 수 있게 하였다. 이 장치는 특수한 지역을 제외하고 차량이 건널목 인접 지역에는 있지만 건널목을 건너가지 않을 때에는 경고음이 작기 위해서 동작되지 않는다. 차내 경고 시스템은 열차 검지장치, 건널목 송신기, 노변 안내나 신호, 차량 안내나 플래이트, 차량 수신기, 차내 디스플레이로 구성된다.

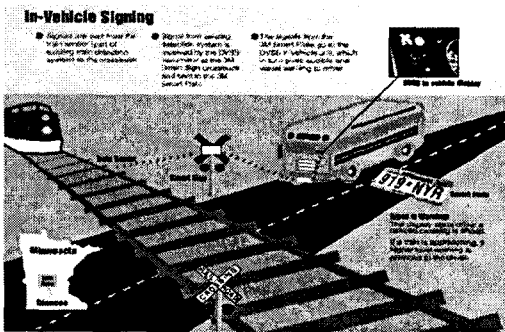


그림 3. 차내 경고 시스템 개념도

버스 운전자들과 실험 지역 및 기준 지역의 철도 직원들을 대상으로 일련의 인터뷰와 조사들을 기본으로 한 평가결과, 버스 운전자에게 철도 건널목에서의 열차의 유무를 경고하는 것이 효과적이라는 결과가 나왔다. 다수의 버스 운전자들은 차내 경고 시스템이 연구적으로 버스에 설치되어야 한다고 느꼈으며, 운전자에게 철도 건널목에 대한 인식과 열차에 대한 인식을 강화시켰다.

2.1.4 건널목 시인성 향상 대책
일본의 RTRI(철도종합기술연구소)에서 건널목 사고방지를 위해 수행한 몇 가지 프로젝트의 하나로써 건널목의 시인성에 대해 연구를 수행하였다.

- 자동차 운전자가 표지에 접근, 통과할 때 어떤 정보처리를 하는지를 모델화

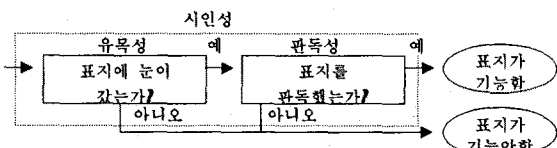


그림 4. 운전자의 정보처리 모델

- 건널목을 표지의 한 종류로 생각하고 건널목을 인지하는 과정을 모델로 고찰

건널목을 향해 보도 위를 걸으면서 그것을 발견한 위치와 확신한 위치를 여러 피험자에게 평가하도록 하고, 시인거리를 측정하는 간이 방법을 시험했다. 더욱이 보다 현실과 가까운 평가조건으로서 이동하는 차 속에서 평가하도록 하는 방법과 비교했다. 그 결과 일반적으로 보도 평가는 차상 평가보다도 측정되는 시인거리가 길어지고, 커브와 가로수와 같은 지형이 측정거리에 영향을 미치는 것이 명확해졌다. 전자의 차이는 자동차가 이동하고 있는 것에 의해, 후자의 영향은 시점의 위치 차이에 의한 것으로 생각된다. 후자의 영향을 감소시키기 위해서 보도 양측에서 보도 평가를 하는 개선안을 제안하였다.

2.2 철도건널목 지능화 방안
국의 연구사례 및 적용사례를 토대로 국내 적용을 위한 추진방안은 철도건널목과 관련된 제어장치(열차제동 및 경보, 도로교통신호제어기)들과의 연계하며 다각적인 정보제공(도로측 운전자에게 건널목 정보제공, 열차운전자에게 건널목 상황정보 제공)하고 최선의 지능화된 기술(화상처리에 의한 건널목 지장물 검지, RF통신에 의한 연속적인 정보전송)을 적용하는 방향으로 추진하는 것이 바람직하다.

2.2.1 개발시스템 요구사항
개발하고자하는 시스템의 요구사항을 정리하면 다음과 같다.

SR1	철도건널목 상황을 열차에 전송하는 정보장치의 설계
SR2	열차로의 정보전송 방안 개발
SR3	열차와의 연계를 통해 안전을 확보하는 기술 개발
SR4	철도건널목 통과 열차의 가감속을 고려하여 실시간 속도 및 도달 시간을 측정하고 전송할 수 있는 장치의 개발
SR5	도로교통운전자에게 건널목 진입을 경고하는 방안 개발
SR6	건널목 시인성 평가를 검지장치 개발
SR7	건널목 동작을 해석할 수 있는 시뮬레이터 개발
SR8	건널목 인접교차로 연계신호장치 개발

