

철도건널목 사고방지를 위한 방안 연구

조봉관*, 류상환*
한국철도기술연구원*

Accident prevention technology development at a level crossing

Bong-Kwan Cho*, Sang-Hwan Ryu*
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).

1. 서 론

철도의 운행사고중 약 90% 이상을 차지하는 철도건널목 충돌사고는 가장 심각한 안전 문제들 중 하나로 충돌사고에 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.

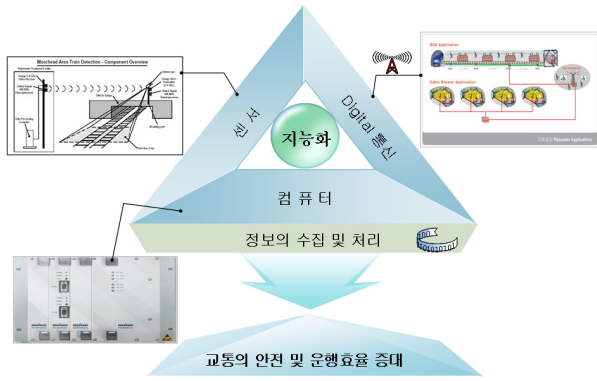
본 논문에서 진일보한 최첨단의 지능화(센서, 컴퓨터, 정보처리, 통신)된 기술을 사용하여 건널목에 정지된 차량을 연속적으로 검지하고, 이를 열차로 전송해주며 기관사가 적절한 행동을 취하게 하거나 열차와의 연계를 통해 열차를 자동으로 정지하게 하는 방안을 제시한다. 또한, 열차의 건널목 접근 상황을 도로 교통측으로 표시해주고, 인접 도로교통통신 기와의 연계를 통해 철도건널목의 사고를 방지하고 피해를 저감하기 위한 방안을 제시한다.

2. 본 론

2.1 철도건널목의 지능화

철도건널목을 지능화하기 위해 3가지 측면을 고려하였다. 첫 번째는 관련제어장치들과의 연계를 통해 열차와의 연계 및 도로교통제어기와의 연계를 구축하고 두 번째 최선의 지능화된 기술을 적용하여 화상처리에 의한 건널목 지장물을 검지하고 RF통신에 의한 연속적인 정보를 전송한다. 마지막으로 다각적인 정보제공하기 위해 도로측 운전자에게 건널목 정보를 제공하도록 열차운전자에게 건널목 상황정보를 제공한다.

이와 같이 철도건널목을 지능화함으로써 사고예방 및 피해저감 측면에서 더 나은 결과를 얻을 수 있다. 이러한 지능화된 시스템을 구현하기 위해서 그림 1과 같이 컴퓨터, 센서 및 디지털 통신 등의 최신 기술을 적용할 수 있다.



〈그림 1〉 지능화의 정의

2.2 건널목 지능화 시스템

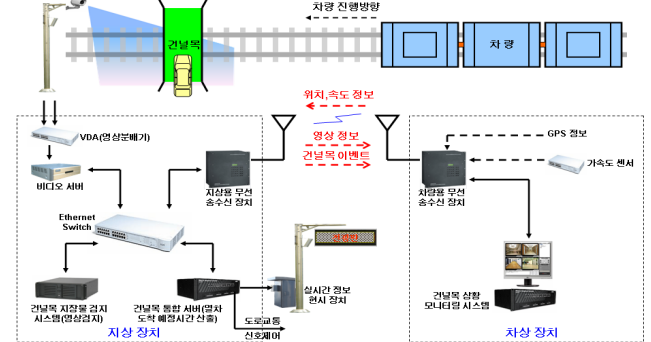
2.2.1 시스템 구성

건널목지능화시스템은 건널목 상황을 열차로 전송하는 부분과 건널목에 진입하는 열차에 대한 정보를 건널목 및 도로교통측으로 전송하는 부분으로 구성된다.

열차로 전송하는 정보장치 부분은 건널목 지장물의 상황을 정확하고 연속적으로 검지하기 위해 지장물의 영상정보를 분석하는 건널목 지장물 영상검지부분, 건널목 지장물 정보 및 상황변화에 대한 연속적인 영상정보를 열차에 전송하는 전송부분, 열차의 기관사가 건널목에서 정지할 수 있도록 건널목 지장물의 정보, 실시간 변화영상 제공 및 인위적인 오류로부터 사고방지기 위한 열차와의 연계부분이 있다.

열차로부터 건널목으로 전송하는 정보로는 열차관련정보(진행방향, 속도, 도착시간 등)가 있으며, 이러한 정보는 철도건널목 현시부분 및 인접교통신호를 제어하는 부분이 있다.

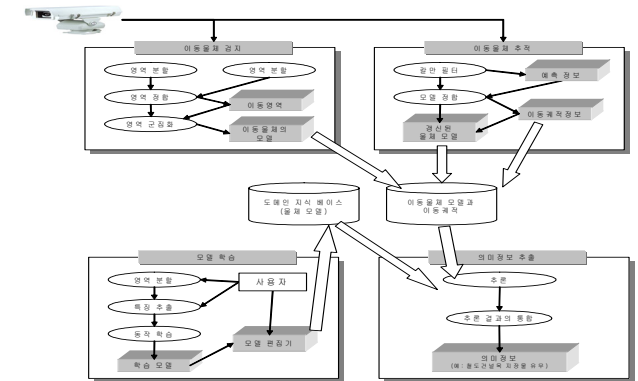
위와 같은 부분을 포함한 건널목지능화시스템의 구성(안)은 그림 2와 같다. 철도건널목의 지장물을 검지하는 부분과 열차에 경고, 현시 및 열차와 연계하는 부분, 건널목에 열차도착과 관련된 정보를 현시하는 부분 및 인접교통신호와 연계하는 부분으로 구성되며 이에 해당하는 정보를 전송하는 무선전송장치로 구성할 수 있다.



〈그림 2〉 철도건널목 지능화 시스템 구성(안)

2.2.2 건널목 상황을 열차에 전송하는 정보장치

가. 건널목 지장물 검지
철도건널목에서 정지/동 영상 분석에 의한 지장물 검지 및 추적을 목적으로 검지부는 그림 3과 같이 이동물체 검지, 추적 모듈과 모델학습, 의미정보추출 모듈로 기능을 구분할 수 있다.



〈그림 3〉 건널목 지장물의 검지 및 추적

- 이동물체 검지 모듈
연속된 영상 프레임으로부터 이동 물체를 찾기 위해 각 프레임은 영역 단위로 분할하고, 이들을 서로 정합함으로써 이동 영역을 추출하며, 각 영역의 이동정보를 기반으로 영역들을 군집화하여 이동하는 물체를 검지하고, 검지한 이동물체 영역들을 중심으로 이동물체 모델을 구축하여 이동물체 추적에 사용할 수 있도록 한다.

- 이동물체 추적 모듈
이동물체 모델을 기반으로 매 영상 프레임에서 모델정합 기법을 통해 이동물체를 찾아냄으로써 검지된 이동물체의 이동궤적 정보를 계산한다. 모델정합시 탐색공간을 줄이고 정확하게 정합을 수행하기 위해 동적 예측 알고리즘을 사용한다. 모델에서 계산된 이동궤적 정보는 의미정보 추출 단계에서 활용되어 각 이동물체의 동작을 분석하는데 사용된다.

- 모델학습 모듈
의미정보 추출 모듈에서 사용하게 될 모델을 학습한다. 즉, 이동하는 물체를 인식하기 위해 각 도메인에서 관심의 대상이 되는 물체들에 대한 모델을 학습을 통해 구축한다. 따라서 의미정보 추출 과정에서 각 이동물체를 쉽게 식별하여 보다 높은 차원의 의미정보를 추출할 수 있도록 한다.

- 의미정보 추출 모듈
사전에 학습된 모델을 이용하여 이동물체 검지 단계 및 이동물체 추적 단계에서 추출한 이동물체 모델과 이동궤적 정보를 추론함으로써 이동물체를 식별하고, 이동궤적 정보를 분석함으로써 식별된 이동물체의 동작정보를 추출하여 동영상의 의미정보를 추출한다.

나. 열차로의 정보 전송
건널목에서의 지장물 경보정보 및 상황변화정보를 연속적으로 열차에 전송하기 위한 방안을 수립하기 위해 그림 4와 같이 4가지 방안을 검토하였으며 각각의 방안에 대한 전송거리, 전송속도 등에 대해 다방면에서 장·단점을 비교 검토한바 현재 RF 무선통신을 이용한 방안이 최적의 전송방안으로 결론을 도출하였다.

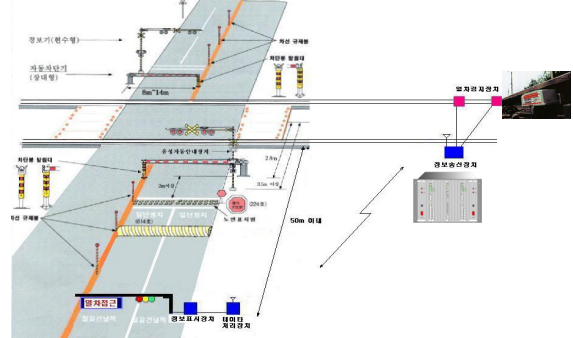


<그림 4> 열차로의 건널목상황 전송 방안

다. 열차에서 건널목상황 모니터링
열차의 기관사가 건널목에서 정지할 수 있도록 건널목 지장물의 경보, 실시간 변화영상 제공 및 인위적인 오류로부터 사고방지하기 위한 열차와의 연계부분으로 OSGi를 이용한 모니터링에 대해 검토중이다.

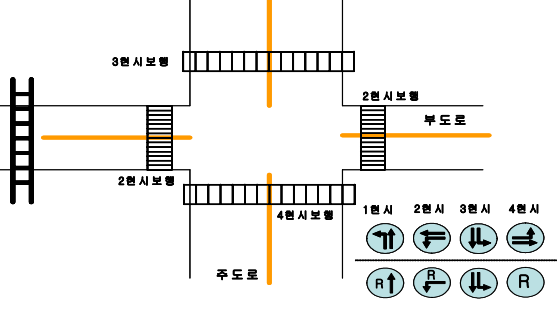
2.2.3 철도건널목을 통과하는 차량에의 실시간 정보현시장치
현재의 건널목 보안설비는 열차 접근정보(열차의 위치, 속도, 건널목까지의 도달시간, 등등)를 도로의 운전자 혹은 노변에 표시하여 줄 수 없으므로 기존의 건널목 보안설비들을 개량하거나 이러한 정보들을 생성하고 전송해 줄 수 있는 새로운 시스템을 구축하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 건널목에 접근하고 있는 열차의 위치 및 속도를 검지 및 산출하고, 건널목까지의 도달시간을 계산하여 이를 노변표지판으로 전송해 줄 수 있는 장치를 개발하고자 한다. 또한 건널목 열차정보 전송장치는 안전하고 신뢰성이 있는 열차의 위치 및 속도가 대단히 중요하므로 마이크로 프로세서 등을 이용하여 H/W를 구성하는 등 신뢰성과 안전성을 갖춘 시스템을 구현할 수 있도록 한다. 본 시스템의 구성을 보면 선로변의 레일 양측에 열차의 위치 및 속도를 검지할 수 있는 센서가 설치되며, 선로변에는 센서로부터의 입력 위치 및 속도 정보를 계산하고, 기존의 건널목 보안장치들과의 인터페이스 및 도로에 설치된 VMS(Variable

Message Sign)로 건널목 관련 열차정보들을 전송해 주기 위한 정보송신장치가 설치되며, 도로측에는 전송된 열차의 건널목 접근정보를 운전자에게 제공해주는 데이터 처리장치 및 정보표시 장치로 구성된다



<그림 5> 열차정보 현시시스템의 구성(안)

2.2.4 인접 교차로 연계신호장치
선로와 평행하는 도로간에 유용한 대기 공간을 고려한 최적화를 통해 도로교통 신호와 철도건널목 경보장치와의 연동화를 행하기 위한 알고리즘 및 장치를 개발하는 것이다. 자동차가 도로측의 신호대기로 인해 건널목 상에 정차되어 있는 것을 보여주고 있다. 물론 현장에 이 상황을 검지하여 열차에게 통보해 줄 수 있는 레이저식 지장물 검지장치가 설치되어 있기는 하지만, 이러한 상황은 열차의 지연을 발생하고 그에 따라 재정적, 경제적인 손실을 초래하게 된다. 또한, 만약 이런 상황에서 열차가 진입하게 되면 사고로 이어질 수 있다. 이런 상황을 해결하기 위해서는 도로교통신호와의 연동화가 하나의 방안이 될 수 있다.



<그림 6> 인접 교차로 연계신호

인접교차로에서의 연계신호알고리즘의 가장 큰 목적은 열차 접근시 인접 신호교차로의 영향으로 건널목 위에 있을 수도 있는 대기차량을 소거시키는 것이다. 열차가 건널목을 통과하는 동안은 인접 신호교차로가 영향을 받으므로 연계신호알고리즘의 두 번째 목적은 열차의 통과시 간동안 열차의 통과가 인접신호교차로에 미치는 악영향을 최소화시키는 것이고, 이를 위해서는 일반 Signal mode 하고는 다른 특별한 Signal mode가 필요하다. 또한, 열차의 통과 후 특별한 Signal mode에서 다시 일반 mode로 전환이 필요하게 된다. 즉, 철도측의 열차접근정보를 도로교통제어기로 전송해주고 도로교통제어기는 이 정보를 인식하여 도로교통신호기를 제어할 수 있도록 일련의 과정을 자동화시키는 연계신호알고리즘이 필요하다.

3. 결 론

철도사고의 90%를 차지하는 건널목사고의 개선은 철도안전의 중요한 부분이며, 외국사례를 통해 국내 적용방안을 검토하였다. 향후, 건널목 지장물 검지 및 전송장치에 대한 상세 설계, 열차의 건널목도달정보를 현시하기 위한 VMS 상세 설계 등 여러 가지 시스템 요구사항에 대해 검토를 통해 구체화하고 시제품제작 및 현장설치를 통해 실효성을 검토할 예정이다.

[참 고 문 헌]

[1] 조봉관, 류상환, 황현철, 조홍식, 이효용, “철도건널목 사고방지를 위한 지능화 방안 연구”, EMECS춘계학술대회, 2008.4.
[2] 류상환, 조봉관 외 “철도건널목 지능화를 통한 사고예방 및 피해저감 기술개발”, 한국철도기술연구원 연구보고서, 2007.8.