

# 지능화된 건널목의 모니터링 시스템을 이용한 열차제동 방법

서형록\*, 이태유\*, 신동렬\*

\*성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과

e-mail:ted111@skku.edu, bbiroo99@skku.edu, drshin@ece.skku.ac.kr

## The Train Braking Method using the Monitoring System on Intelligent Railroad Crossing

Hyung-Rok Seo\*, Tae-You Lee\*, Dong-Ryeol Shin\*

\*Department of Electrical and Computer Engineering

Sungkyunkwan University

### 요 약

모니터링 시스템은 사고를 유발하는 건널목의 상황을 파악하여 기관사에게 정보를 제공하고 열차의 제동요건에 맞추어 자동제동을 지원한다. 그러나 열차 제동 시 그에 따른 비용이 발생하기 때문에 모니터링 시스템과 연계하여 열차제동에 따른 비용을 최소화하고 건널목에서의 사고를 예방할 수 있는 열차제동 방법을 제안하고자 한다.

### 1. 서론

건널목은 철도시설과 도로시설이 합쳐진 공간이다. 관리 측면에서도 철도는 철도청에서 관리하며 도로는 도로공사에서 관리하게 된다. 현재 건널목의 입체화를 통하여 철도와 도로의 분리를 추진하고 있지만 여전히 건널목 구간은 존재하고 이러한 시설에서의 안전관리는 매우 중요하다. 열차사고는 막대한 인명피해와 재산피해 및 사회적 비용을 치르게 한다. 또한 열차사고를 예방하기 위해 긴급 상황을 인지하고 열차 제동하더라도 한 선로를 달리는 열차간의 연쇄반응을 일으켜 다른 열차의 흐름을 방해할 수 있으므로 초단위의 도착시간을 다투는 철도운송에 많은 손해비용을 발생하게 한다. 따라서 본 논문에서는 지능화된 건널목의 모니터링 시스템을 통하여 보다 정확한 열차제동 여부를 판단하고자 한다.

치된 카메라를 통하여 건널목의 영상정보를 수신 후 장애물 감지여부를 판단하게 된다. 카메라는 건널목에 설치된 서버와 연결되어 비전 알고리즘을 통해 물체를 감지하고 건널목을 지나다니는 모든 물체를 추적하여 건널목 내에 포착된 물체가 움직임이 없을 경우 장애물로 간주하여 해당 물체에 관한 정보를 서버에 저장하고 모니터링 장치에 경고 메시지를 전달한다. 열차에 설치된 GPS는 열차내부의 시스템을 통해 건널목의 서버들에게 GPS데이터를 전송한다. 건널목의 서버는 건널목의 상황정보와 열차로부터 받은 GPS데이터를 분석하여 열차의 속도, 남은거리, 위치와 같은 열차정보를 산출하여 열차 내부의 모니터링 장치에 전송한다. 기관사는 이러한 정보들을 모니터링 장치를 통하여 확인하고 대처할 수 있다. 또한 모니터링 장치는 이러한 정보들을 이용하여 열차의 자동제동 여부를 결정하게 된다.

### 2. 본론

#### 2.1. 모니터링 시스템

건널목의 지능화된 환경을 구성하기 위해 개발된 모니터링 시스템[1]은 건널목의 상황에 대한 정보를 기관사에게 제공해 주는 시스템이다. 건널목과 열차 사이는 무선 네트워크로 연결되고 건널목에서는 설

#### 2.2. 열차제동 정보

건널목에는 열차의 제동을 위해 필요한 다양한 정보들이 존재한다. 모니터링 시스템은 건널목과 열차 내부의 다양한 정보들을 취합하고 분류하여 이러한 정보들을 통해 열차의 제동판단이 적합한지를 판단할 수 있다. 열차를 제동하기 위해 기본적으로 파악해야 할 건널목의 정보는 다음과 같다.

### • 건널목의 장애물 감지 여부

건널목의 장애물 감지는 가장 중요하고 기본적인 정보이다. 장애물 감지여부에 따라 열차의 제동 여부를 결정하기 때문에 정확한 장애물 감지가 필요하다. 건널목에 장애물이 감지되었다고, 장애물이 이동하여 건널목에서 제거 되었을 때는 안전한 상황으로 판단해야한다.

### • 열차의 위치정보

위치정보는 열차의 GPS 정보로써 열차의 남은거리와 속도를 판단하는데 기초정보가 된다. 또한 열차가 어떤 건널목에 접근하는지 파악할 수 있기 때문에 위치정보를 토대로 건널목에 대한 보다 상세정보를 파악할 수 있다. 열차의 제동 시, 다른 열차의 위치를 파악하고 대처하는데 중요한 정보가 되므로 정확한 위치정보를 파악해야한다.

### • 열차의 남은거리

열차의 남은거리는 건널목에 설치된 GPS수신모듈의 데이터와 열차로부터 전송되는 GPS 데이터를 비교하여 산출된다. 즉, 건널목의 현재위치와 열차의 이동위치를 통해 남은거리를 계산한다. 일반적으로 남은거리는 열차가 건널목에 접근하여 네트워크에 접속하기 시작하는 2 km 이내의 구간에서 산출된다. 열차의 속도에 비하면 2km는 매우 짧은 거리이지만 모든 연산의 기본이 되는 정보이므로 정확한 거리 측정이 필요하다.

### • 열차의 속도

열차의 속도는 열차의 이동거리를 단위시간으로 나누어 계산할 수 있다. GPS 데이터에 기초한 거리측정을 통하여 속도를 산출하기 때문에 오차를 줄이는 것이 중요하다. 열차의 속도에 따라 제동시간 및 거리가 달라지기 때문에 속도에 대한 연산은 매우 중요하다. 속도에 따라 긴급함 판단하여 일반제동이나 긴급제동과 같은 제동의 단계를 조절할 수 있다.

### • 건널목 차단장치

열차의 제동에 있어서 차단장치 즉, 차단기의 개폐여부는 상당히 중요한 의미를 갖는다. 차단기의 개폐여부는 건널목에서 열차의 접근에 대한 준비 여부를 나타내 주는 신호이다. 차단장치인 차단기가 내려가 있다는 것은 첫 번째로 곧 열차가 건널목을 통과한다는 정보를 제공하고 두 번째로 건널목을 폐쇄

한 상황을 의미하므로 차단기가 내려간 상태에서 장애물이 감지된 경우는 더 위험한 상황을 의미한다. 또한 차단기가 내려가 있게 되면 인원이나 차량의 이동이 제한 받는다. 예를 들어 차량이 건널목에 정차해 있고 열차가 접근하는 도중에 건널목 안에서 장애물로 감지 되었다면, 차단기가 내려갔을 경우에 차량은 차단기 때문에 이동의 제한을 받기 때문에 차단기가 올라간 것 보다 더 위험한 상황이 될 수 있다. 이러한 차단기 개폐의 여부도 건널목의 중요한 정보로 모니터링 시스템에 전송된다.

## 2.3. 열차제동 판단

건널목의 열차사고로 인한 인명피해와 복구비용, 연쇄적인 다른 열차운행 비용을 따져 보았을 때 열차의 자동제동으로 인한 사고의 감소는 많은 손해비용을 절약하게 한다. 하지만 오판으로 인해 열차를 제동 할 경우, 또 다른 비용을 초래하므로 열차의 제동여부를 주어진 시간 내에 판단하고 검증하여 기관사가 신중한 결정을 내릴 수 있는 시스템이 필요하다. 또한 기관사의 졸음운전이나 신변의 이상과 같은 통제 불능의 상황에서 열차를 자동으로 제동할 수 있는 시스템이 필요하다. 열차제동 요건을 확인한 후 열차는 자동으로 제동할 수 있지만 시스템의 오판으로 인한 열차제동을 막기 위하여 아래와 같은 세 가지 방법 중 기관사가 최종적으로 확인하고 제동 할 수 있는 세 번째 방법을 고려하였다.

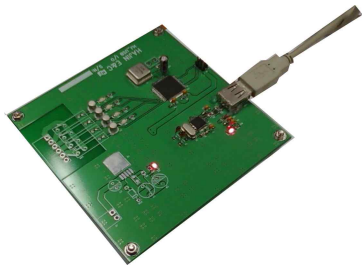
(1) 장애물이 감지되었을 경우 기관사의 반응을 고려하지 않고 현재위치에서 건널목까지 제동가능 거리를 초과하는 순간 자동으로 열차제동 (2) 기관사의 판단을 고려하여 장애물 감지 시 기관사에게 통보하고 열차제동 가능거리만 계속 통보 (3) 기관사의 판단을 최종적으로 고려하여 장애물 감지 시 기관사에게 통보하고 기관사의 적절한 반응이 없을 경우 열차를 자동제동

또한 기관사의 실수를 최대한 배제하기 위하여 기관사의 주기적인 반응을 확인하여 사전에 열차의 자동제동 여부를 결정할 수 있다.

## 2.4. 열차제동과 구현

열차가 건널목에 접근하면 무선 네트워크를 통하여 건널목의 서버와 연결된다. 건널목에서 장애물이 감지되었을 경우 그에 따른 열차제동 요건들을 판단하

여 긴급제동과 일반제동 여부를 결정한다. 제동여부가 결정되면 기관사에게 열차 내 모니터링 장치에 표시하게 되고 기관사는 터치스크린을 통해 열차 제동을 실시할 것을 버튼을 누름으로써 확인한다. 확인 후 수 초 이내에 열차에서 미리 정의한 제동방법으로 열차를 감속해야한다. 만약 모니터링 시스템이 기관사가 감속여부를 제대로 이행하지 않는 것을 확인하면 2차 경고를 표시하고 자동 제동 할 수 있다. 기관사의 정확하지 않은 반응은 줄음운전과 같은 상황으로 예측 될 수 있다. 열차를 자동으로 제동할 경우 긴급제동과 일반제동 중에 선택을 해야 한다. 긴급 제동은 열차가 최대한 단시간 내에 정지할 수 있도록 제동하기 때문에 열차의 탑승한 승객의 안전이 고려되어야 한다. 최종적으로는 제동여부를 미리 예측하여 일반제동으로 열차를 제동할 수 있어야 한다.



[그림 1] 제동장치 작동을 위한 접점모듈

모니터링 시스템과 열차 내부의 제동장치 사이의 인터페이스 역할을 하는 것이 접점모듈이다. 이 접점 모듈을 통해서 열차를 제동하게 된다. 모니터링 시스템이 열차의 자동제동을 결정하게 되면 접점모듈에게 신호를 전송한다. [그림1]에서와 같이 접점모듈은 모니터링 시스템과 USB 케이블을 통해 연결되고 시리얼 통신으로 신호를 전송한다. 전송된 신호의 종류에 따라 접점모듈의 릴레이가 개폐되는데, 릴레이가 열리면 제동장치에 제동신호가 전달된다.

### 3. 결론

지능화된 건널목은 열차정보와 건널목의 정보를 취합하여 자율적으로 판단하기 때문에 기존의 건널목 안전장치들만을 사용하는 것보다 더 뛰어난 사고 예방 효과를 가질 수 있다. 또한 현장 상황을 가장 잘 체감할 수 있고 판단 내릴 수 있는 기관사의 판단을 존중하여 열차제동의 신중을 기할 수 있도록 구성하였고 기관사와 시스템의 오판을 서로가 검증함으로써

써 열차의 자동제동의 판단여부를 더욱 더 효과적이고 신뢰할 수 있도록 하였다.

### 감사의 글

본 연구는 건설교통부 미래철도안전사업의 지원으로 수행되었음.

### 참고문헌

- [1] Hyung-Rok Seo, Hee-Yeon Cho, Choon-Sung Nam, Dong-Ryeol Shin, "A Study on Railroad Safety Management using Monitoring System", ITC-CSCC 2009, pp. 1268-1270, July 2009.
- [2] 오주택, 신성훈, 성낙문, 박동주, 최은수, "철도건널목 사고요인 분석에 관한 연구", 대한교통학회지(Journal of Transportation Research Society of Korea), 제23권, 1호, pp. 33-44, 2월, 2005.
- [3] 오주택, 김태권, 박동주, 신성훈, "철도건널목 정시간 제어를 위한 열차속도 및 위치추적방식 개발", 대한교통학회지(Journal of Transportation Research Society of Korea), 제23권, 4호, pp. 17-28, 8월, 2005.