

## 열차 분리 결합을 위한 근접 주행 기술 연구

## Study on Close Proximity Driving for Coupling and Uncoupling of Trains

채은경\*†, 이강미\*\*, 오세찬\*, 김경희\*

Eunkyung Chae\*†, Kang-Mi Lee\*\*, Sehchan Oh\*, Kyung-Hee Kim\*

**Abstract** Train to train collision cause injury or death and property damage as well as huge losses by train delay. Train control system protect the train to train collision by interlocking route and safe train separation which limits block or the movement authority of the following train. However coupling and uncoupling of trains require that the following train move into close proximity of the preceding train. To ensure the safety and speed of coupling and uncoupling of trains, train control system for close proximity driving such as railway collision avoidance system and airplane and ship collision avoidance system is studied.

**Keywords** : Railway, Coupling and uncoupling of trains, Collision avoidance, Close proximity driving

초 록 열차 충돌 사고는 사람의 사상 또는 물건의 손괴 및 열차 운행 지연으로 인한 막대한 손실을 유발한다. 열차제어시스템은 안전한 열차 운행을 위하여 열차의 진로를 제어하고 폐색 구간 또는 이동 권한을 설정하여 열차의 간격을 제어하여 열차를 방호하고 있으나 중련 혹은 구원 운전을 위한 열차 결합 과정에서는 안전거리 내의 근접 주행이 요구된다. 신속하고 안전한 열차의 결합을 위해 근접주행 기술에 대한 연구가 필요하며 이를 위해 해외 열차 충돌 방지시스템의 동향 및 항공기, 선박의 충돌방지 시스템을 살펴보고 근접 주행 기술에 대해 연구하였다.

주요어 : 철도, 열차분리결합, 근접주행, 충돌방지, 열차제어

## 1. 서론

열차제어시스템은 열차의 안전한 운행을 위해 진로를 제어하고 열차의 간격을 제어하여 열차의 충돌을 방지하고 있다. 열차의 간격제어는 열차의 위치와 속도를 검지하여 후행 열차가 선행열차와 충돌이 발생하지 않는 안전거리까지만 운행이 가능하고 충돌 발생이 가능한 근접 거리는 후행 열차가 진입할 수 없는 방호구간을 설정하고 있다. 열차의 중련 운행 혹은 구원 운전을 위해서 선행 열차와의 결합을 위해서는 방호구간에서의 근접 주행이 요구되며 방호구간에서의 열차 운행은 열차의 충돌을 방지하기 위한 새로운 열차제어기술이 필요하다. 근접 주행 시 열차제어기술 연구를 위해 국내에서 운행 중인 열차의 결합 시 근접 주행 기술에 대해 조사하였으며 해외 철도 및 항공기, 선박의 충돌 방지 시스템에 대하여 연구하였다.

† 교신저자: 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단 (ddial@krri.re.kr)

\* 한국철도기술연구원 무선통신열차제어연구단

\*\* 한국철도기술연구원 시험인증안전센터

## 2. 근접 주행 기술 연구

### 2.1 열차 분리 결합

#### 2.1.1 자동 분리 결합

국내에서 운행되고 있는 철도 차량 중 중련 운전 혹은 구원운전을 위한 결합 과정을 열차 제어시스템에서 완전자동(무인)으로 수행하고 있는 경우는 의정부 경전철이 유일하며 의정부 경전철은 중련 운행은 고려하지 않고 무인 구원 운전이 가능하다. 의정부 경전철의 VAL 208시스템은 지상에서 위치 별로 정해진 정상 운행시와 비정상 운행시의 열차 속도 프로그램에 따라 운영하는 방식으로 선행 열차의 위치에 따라 열차제어시스템에서 후행 열차의 속도를 제어하는 다른 열차제어시스템과 다르다. VAL208은 과 열차의 위치에 따라 정해진 속도로 운행하며 구원운전의 경우는 3 km/h로 정해진 속도로 열차를 운행하여 안전 사고를 예방하고 있다. 용인 경전철의 경우 무인으로 열차 결합이 가능한 열차제어시스템을 적용하였으나 현재 기능은 구현되지 않은 상태이다.

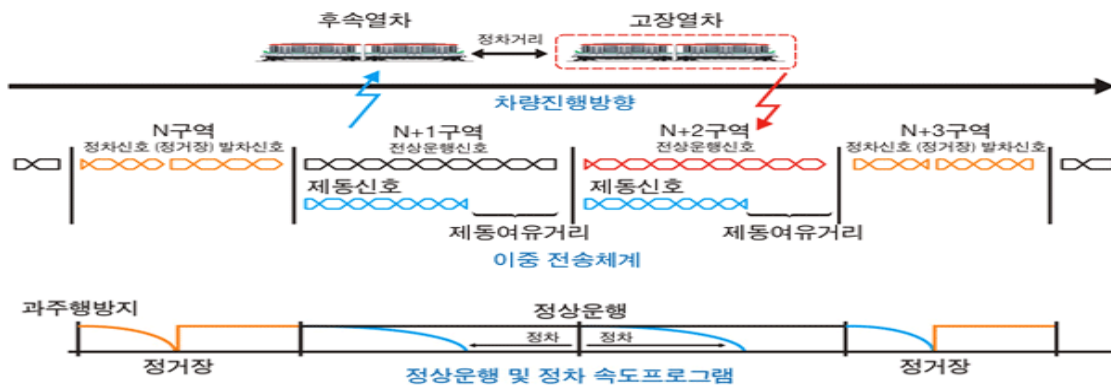


Figure 1. VAL 208 speed control (reference : <https://www.ulrt.co.kr>)

#### 2.1.2 수동 분리 결합

국내에서 중련 편성 운행이 가능하도록 개발된 차량은 KTX-산천, 누리로, 광명 셔틀이 있으며 열차제어시스템에 의해 방호구간이 설정되어 열차 결합을 위한 근접 주행을 불가능하여 열차 결합 과정은 열차제어시스템을 사용하지 않고 운전자에 의한 수동 방식으로 진행되고 있다. KTX-산천의 경우 하나의 폐색 구간 내에 2대의 열차가 운행하기 위하여 구내 진입 시 관제와의 무선 통신으로 진입을 허가 받고 특수모드로 전환하여 운전자가 수동으로 운전을 하고 운전자가 결합과정을 확인할 수 없어 운영요원의 지원으로 결합이 진행되어 결합시간 증가 및 인적 오류 발생 가능성이 존재한다.

### 2.2 충돌방지 시스템

#### 2.2.1 열차 충돌 방지 시스템

독일의 DLR(항공우주센터)에서 열차 충돌방지시스템(Railway Collision Avoidance System :

RCAS)에 대해 연구 중이며 400MHz 테트라 통신 방식의 차량간 통신을 통하여 5km 범위내의 열차에 열차의 위치, 속도, 진행 방향 등을 전송한다. 열차의 위치는 모노 카메라 및 스테레오 카메라를 사용하여 분기기를 검지하고 위치를 계산하며 GPS 정보 및 주행거리계 등 다양한 센서를 사용하여 위치의 정확도를 높일 수 있으며 운전실 화면에는 운행 노선의 지도에 차량 및 장애물의 위치를 표시하고 이동 벡터를 계산하여 충돌이 감지될 경우 운전자에게 경고하여 충돌을 방지한다.

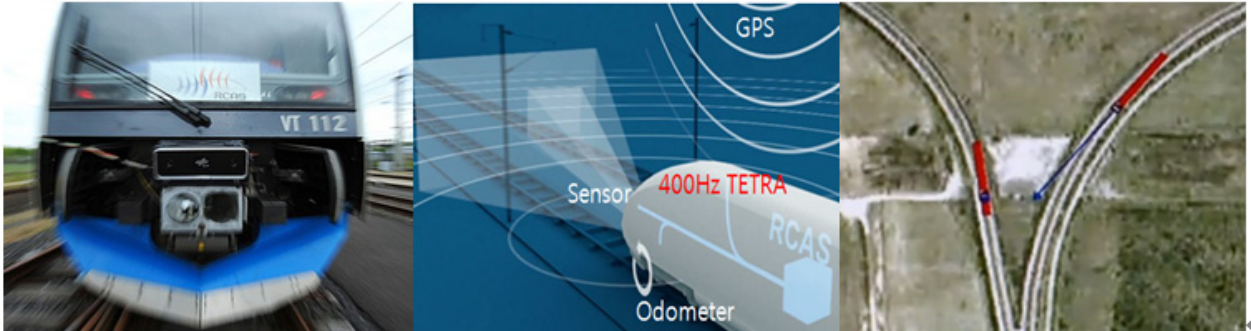


Figure 2. RCAS

### 2.2.2 항공기 충돌방지 시스템

항공기의 충돌방지시스템(Traffic Collision Avoidance System :TCAS)은 레이더 시스템을 기반으로 항공기간의 위치와 관련된 1030MHz로 질문을 하면 1090MHz로 응답을 매초 몇차례 반복 수행하면서 컴퓨터 계산으로 잠재적 충돌 위험이 감지되면 경고를 보내며 음성으로 조종사에게 상황에 대처 방법을 제시하며 추가로 GPS에서 전송된 위치와 3D 속도를 주변 항공기에 방송하는 방송형 자동 종속감시(Automatic Dependent Surveillance-Broadcast : ADS-B) 신호를 1090MHz로 송신하여 조종석 표시판에 항공기의 운행 상황이 표시되어 충돌 예측 기능을 개선할 수 있다.

### 2.2.3 선박 충돌방지 시스템

선박은 선박자동식별시스템(Automatic Identification System: AIS)를 이용하여 선박의 위치, 속도, 이동 방향 등의 정보를 실시간으로 제공하여 해상에서 선박의 충돌을 방지한다. GPS, 레이더 등을 탑재하여 위치를 계산하며 육상에 설치된 기지국에서 선박과의 데이터 통신을 통하여 각 선박의 항해 정보를 제공하여 최대근접지점과 시간을 계산하여 충돌을 방지한다.

### 2.2.4 차량의 충돌방지 시스템

차량의 충돌방지시스템은 차량간 통신(V2V)과 차량과 인프라간 통신(V2I)를 이용하여 GPS 및 레이더 등 다양한 센서에 의한 위치 정보를 전송하여 위험 상황을 감지한다.

## 2.3 근접 주행 기술

### 2.3.1 열차위치 검지

기존 열차제어 시스템은 열차 위치를 검지하기 위하여 궤도회로를 사용하거나 무선통신 기반 열차제어시스템에서는 타코미터를 사용하여 열차의 위치를 계산하고 일정 거리마다 트랜스

폰더를 사용하여 열차위치를 보정하고 있으나 열차 위치의 정확도가 10m이상으로 10m이하의 거리에서 근접 주행이 요구되는 열차 결합에서는 열차 위치의 오차로 인한 충돌이 발생할 수 있다. 충돌을 방지할 수 있는 안전한 근접 주행을 위하여 GPS, 영상, 레이더, 초음파 센서 등 다양한 센서를 이용하여 열차 위치의 정밀도를 개선하기 위한 연구를 수행하고 있다.

### 2.3.2 안전보조시스템

현재는 운전자 및 관제에서 열차의 분리 결합 과정을 운전자가 확인할 수 없기 때문에 운영요원의 개입이 필요하고 결합에 많은 시간이 소요되고 있으며 인적 오류의 가능성이 존재하여 운전실 혹은 관제에서 열차 분리결합 상태를 확인 가능하도록 안전보조시스템을 구성하여 결합 시간 및 투입 인원을 저감할 수 있다. 자동연결기의 상태 감시 카메라를 설치하여 열차 분리 결합 상태 영상 정보를 운전실 및 관제실에 전송하고 열차가 일정 거리 이하로 근접할 경우 경보음을 발생하여 열차 충돌을 방지할 수 있도록 시스템을 구성하는 방안에 대한 연구를 수행하고 있다.

## 3. 결 론

철도 차량은 열차제어시스템에서 열차 위치를 검지하여 열차의 간격을 제어하여 충돌을 방지하는 방식으로 열차 결합을 위한 근접 주행 시에는 적용되지 않았다. 열차의 결합 시 충돌을 방지할 수 있는 근접 주행을 위해 열차 위치의 정밀도를 높이고 충돌을 예측하고 경고할 수 있는 시스템을 제안하였다.

## 참고문헌

- [1] J.M. Erbin, C. Soulas(2003) Twenty Years of Experiences with DRIVERLESS METROS in France, *VWT19*, pp. 1-33.
- [2] F. Kuhn (2001) The VAL : Lille urban community subway's experience 1972-2001, *Presentation to KRRRI*
- [3] L. Brown (2011) RCAS Rail Collision Avoidance system, *EURAIL mag Issue 23*, pp. 98-101.
- [4] C.R. Garcia, A. Lehner, T. Strang, M. Rockl (2007) Comparison of Collision Avoidance Systems and Applicability to Rail Transport, *7<sup>th</sup> International Conference on Intelligent Transportation systems Telecommunication 2007*, Sophia Antipolis .
- [5] J. Harding (2010) Vehicle Safety Communications Working Toward V2V Deployment, *IntelliDrive SM Safety Workshop 2010*