

CBTC시스템의 열차위치 보정 및 재검지 방법

Train position compensation and re-detection method for CBTC system

조동래[†], 박기수*, 김자영*, 이성훈*, 이재형*

Dong-Rae Cho[†], Gie-Soo Park*, Ja-Young Kim*, Sung-Hoon Lee*, Jae-Hyung Lee*

Abstract In order for CBTC(Communication Based Train Control) control system to control a train periodically through wireless communication, wayside signal equipment compensates the train position and sends more detail train control informations to onboard signal equipment. If communication between the wayside and onboard signal equipment is failed by the failure of train control system and wireless communication equipment, the train sets related area as a protection zone for safety. then when the failure is released, train automatically starts re-detection.

Keywords : CBTC, Train Position, Compensation, Protection Zone, Wireless Communication equipment

초 록 CBTC(Communication Based Train Control)제어시스템이 무선 통신을 이용하여 일정주기로 열차를 제어하고 지상신호장치는 열차 위치를 보정해서 차상신호장치로 보다 정확한 열차 제어정보를 전송한다. CBTC시스템은 무선 통신장치 등의 고장에 의해 지상장치와 차상 장치 간의 제어정보를 송수신하지 못 할 경우, 열차의 안전을 확보하기 위해 해당구간을 방호구간으로 설정하고, 고장 등의 문제가 해소되면 열차의 위치를 자동적으로 재검지한다.

주요어 : CBTC, 열차위치, 보정, 방호구간, 무선통신장치

1. 서 론

열차의 차상신호장치는 지상신호장치로부터 보정된 열차 제어정보를 수신하여 열차를 정밀하게 제어할 수 있다. 열차제어시스템의 고장 등으로 인해 지상신호장치와 차상신호장치 간의 열차의 위치정보 및 제어정보가 송수신되지 않을 경우, 열차는 비상제동에 의해 정지하게 되고 지상신호장치는 열차의 안전을 확보하기 위한 최소의 구간만큼을 방호구간으로 설정한다. 고장 요인이 해소되면 해당 열차가 열차위치를 상실하기 전 최후의 위치와 재검지된 열차의 위치를 비교하여 방호구간 내에 열차가 검지될 경우 다시 열차의 위치 확정하여 운영의 효율성이 증대된다.

† 조동래: 포스코ICT 기술연구소(choddr687@poscoict.com)

* 포스코ICT 기술연구소

2. 본 론

2.1 열차위치 보정

CBTC 열차제어시스템에서 지상신호장치가 차상신호장치로부터 위치와 속도를 주기적으로 수집하고 선행열차와 속도 제한 지점까지의 거리를 차상신호장치로 전송하고 열차가 성능에 맞는 최적의 열차 속도제어를 하는 것으로 이동폐색방식에 의한 열차 제어를 토대로 한다.

CBTC 열차제어시스템이 무선 통신을 이용하여 열차를 제어하는데 있어 지상신호장치가 열차의 위치를 보정하여 차상신호장치로 보다 정확한 열차 제어정보를 전송한다.

CBTC 열차제어시스템은 차량의 차상신호장치가 열차의 위치정보(Report)를 무선기(VRS, WRS, SRS)를 통해서 지상신호장치로 송신하고 지상신호장치는 차상신호장치로 열차 제어정보(Command)를 송신한다.(Fig.1)

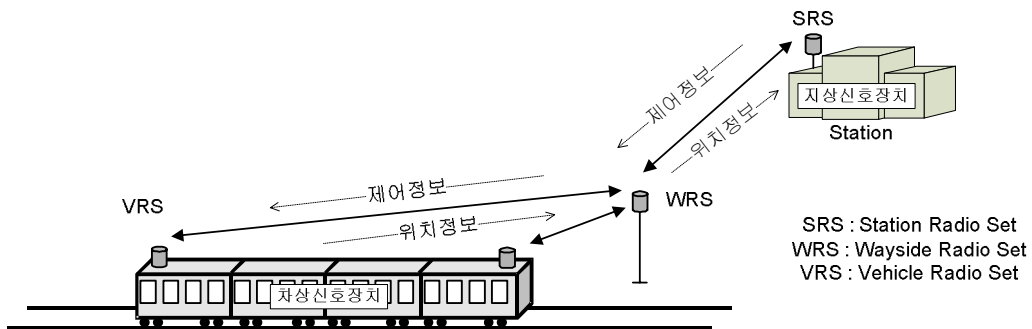


Fig. 1 The train control information between wayside equipment and onboard equipment

차상신호장치와 지상신호장치는 일정한 주기를 가지고 열차제어를 하기 위한 데이터를 송수신한다.

지상신호장치는 차상신호장치로부터 위치정보(Report)를 수신하여 그 정보를 토대로 해당 열차측으로 제어정보(Command)를 출력한다. 지상장치는 위치정보 'a0'라는 report를 수신하여 'b0'라는 command를 생성하는 걸리는 시간을 ' Δt '로 한다.(Fig 2.)

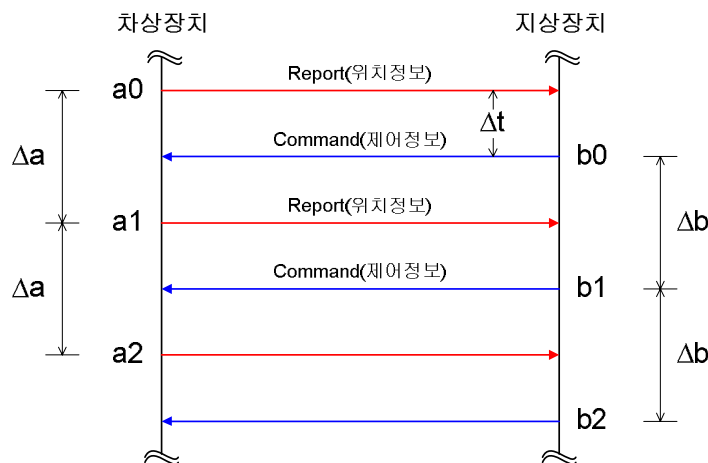


Fig. 2 The sequence train control information

열차를 정밀하게 제어하기 위해서는 궤도 상의 정확한 열차의 절대위치를 파악해야 한다. 지

상신호는 열차의 제어정보(command)를 생성하기 전에 열차의 위치정보(report)에 대해서 보정처리를 한다. 보정한 열차위치는 제어정보(command)의 생성에 사용된다.

지상신호장치는 검지한 열차의 절대위치를 토대로 열차제어정보를 생성한다. 그러나 열차의 위치를 갱신한 시각과 열차의 제어정보를 생성한 시각(Δt)가 발생이 되므로, 최신의 열차 제어 정보가 반영되지 않게 된다.

그래서 지상신호장치는 열차제어정보 생성시에 위치갱신 시의 열차위치로부터의 경과시간 및 열차속도를 이용해서 열차의 위치보정을 한다.

$$P_c = P_p \pm (\Delta t \times V_p) \quad (1)$$

P_c : 보정 후, 열차위치

P_p : 위치 갱신 시점의 열차위치

Δt : 위치 갱신 시점에서 제어정보 생성 시점까지의 시간

V_p : 위치 갱신 시점의 열차 속도

열차가 (Fig.3)의 R방향으로 진행시 상기 거리값을 더하고, L방향으로 진행시는 상기 거리값을 빼는 방식으로 보정위치정보(P_c)를 생성한다.

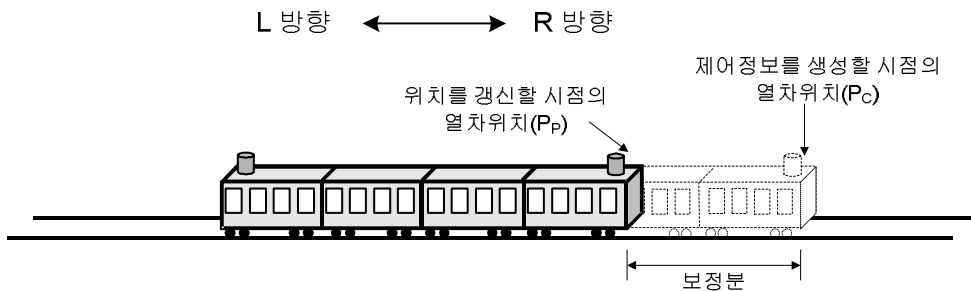


Fig. 3 Calibration of the train position

지상지상신호장치가 생성하는 여러 가지 열차 제어정보(command) 중에는 ATC정지점거리, 구배, 제한속도 등이 ‘ Δt (위치 갱신 시점에서 제어정보 생성 시점까지의 시간)’에 의해 열차위치가 보정됨에 따라 변경될 수 있는 제어정보의 요소들이다. ATC정지점거리는 차량이 이동할 수 있는 허용 거리이고, 구배와 제한속도는 현재 열차가 주행 중인 궤도의 구배와 제한속도값이다.

2.2 열차의 방호구간 설정 및 재검지

열차제어시스템의 장애가 발생하여 지상신호장치가 차상신호장치로부터 수신하는 위치정보를 2회 이상 수신($\Delta a * 2$ 회)하지 못할 경우(Fig.2)에서 열차의 위치정보를 a_0, a_1 을 지상신호장치에서 수신하지 못할 경우, 열차의 위치가 불명이 된 것으로 간주하여 열차의 점유범위와 진행 가능 범위를 모두 방호구간으로 설정한다. (Fig. 4) 차상신호장치는 지상신호장치로부터 열차 제어정보를 2회 이상 수신($\Delta b * 2$ 회)하지 못할 경우(Fig. 2)에서 열차의 위치정보를 b_0, b_1 을 지

상신호장치에서 수신하지 못할 경우), 비상브레이크를 체결하여 열차를 비상정지 시킨다.

기존 방식은 열차가 점유하고 있는 폐색구간과 진로허용 구간을 모두 방호구간으로 설정하나 본 방식은 열차의 안전을 고려한 최소의 구간만을 방호구간으로 설정하여 선로의 효율성을 향상 시킨다.

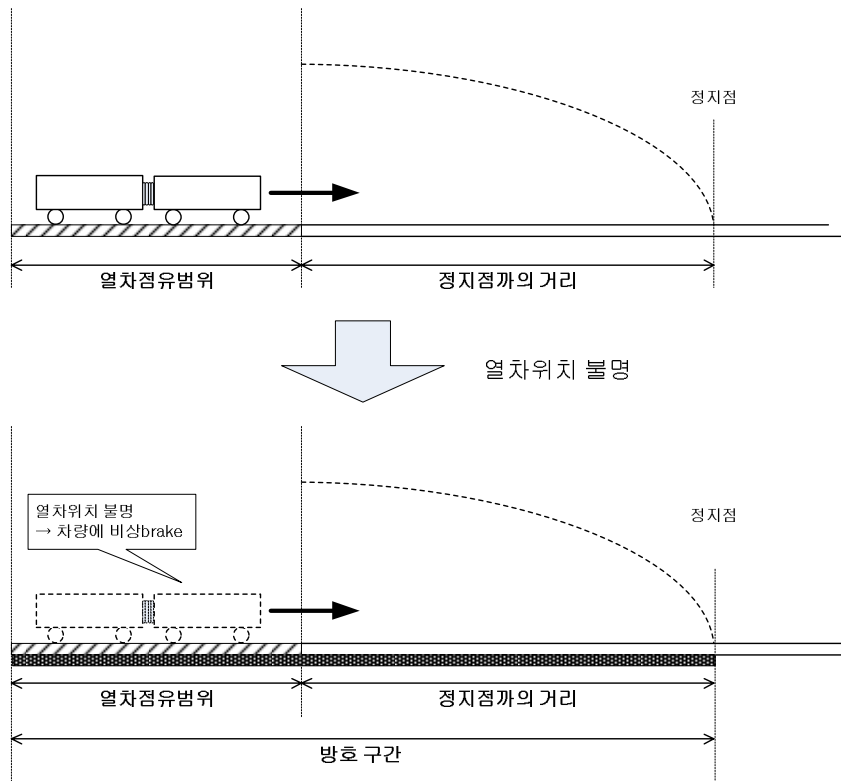


Fig. 4

지상신호장치는 위치 불명 된 해당 열차를 위치 불명 열차로서 기억하고 해당 열차의 점유 끝단에서 전방측 정지점을 포함하고 있는 Segment까지의 모든 Segment를 방호구간(진입금지)으로 설정하여 후행 열차가 진입하지 못하도록 한다. (Fig. 7)

열차제어시스템 장애 요인이 제거되어 지상신호장치와 차상신호장치간의 통신이 다시 정상적으로 동작하면 아래와 같은 방법으로 열차위치를 재검지하게 된다.

무인운전 열차주행 중 역간에서 열차위치 자동 재검지하는 방법이다.

- (1) 열차위치 상실에 의한 방호구간 설정은 열차가 재선하고 있는 범위와 그 열차의 이동 허용범위까지의 거리이다.
- (2) 지상신호장치는 열차가 열차위치를 상실전 최후 재선하고 있던 위치 기억한다.
- (3) 열차제어시스템 및 기타 장치가 정상적으로 동작 한다.(열차의 장애 요인 제거)
- (4) 열차위치를 상실(위치불명인 열차)한 열차가 송신을 재개하여 열차의 위치정보가 지상신호장치로 송신되면 지상장치는 열차위치 재검지를 시도한다. 지상신호장치는 해당 열차가 열차위치를 상실하기 전 최후의 위치와 재검지를 시도한 열차의 위치를 비교하여 재검지한

열차가 방호구간 내에서 검지될 경우 해당 방호구간을 해제하고 열차위치를 확정한다.

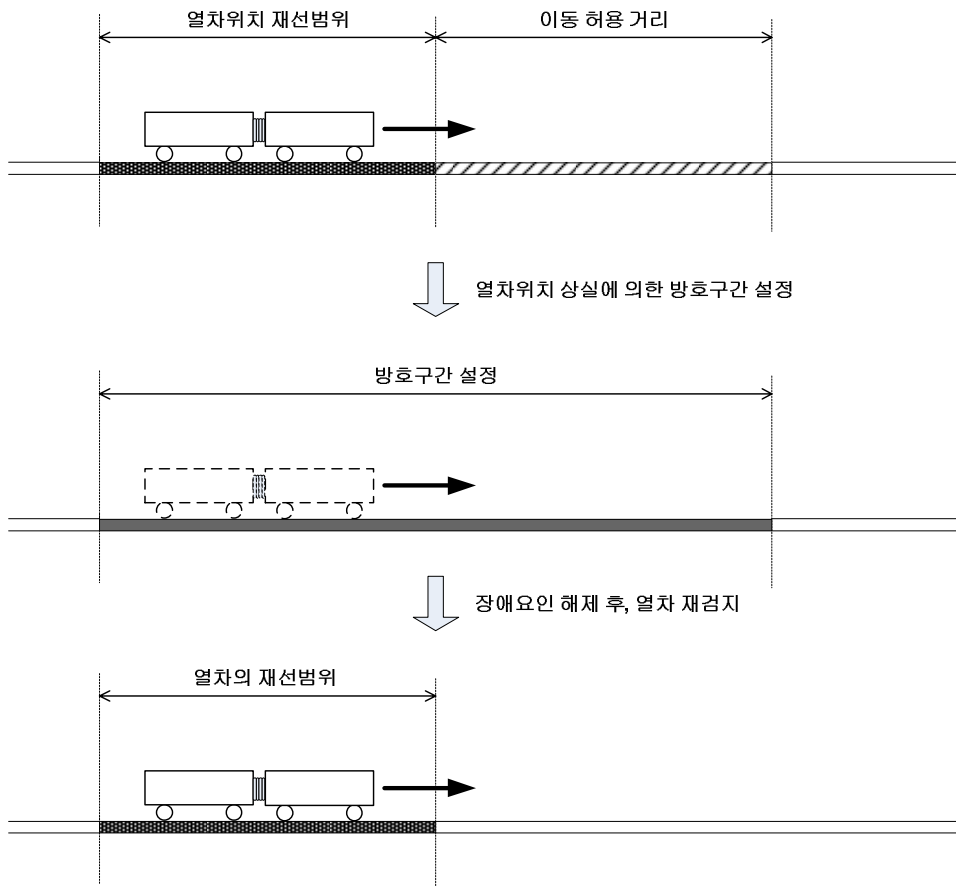


Fig. 5

(5) 열차위치를 재검지하였을 경우, 위치가 방호구간 밖일 경우, 열차가 위치 불명인 상태에서도 이동하고 있었던 것으로 간주하여 안전을 위해서 방호구간을 해제하지 않는다. 운영자의 육안을 통해 안전이 확인되면 수동으로 방호구간을 수동으로 해제할 수 있다.

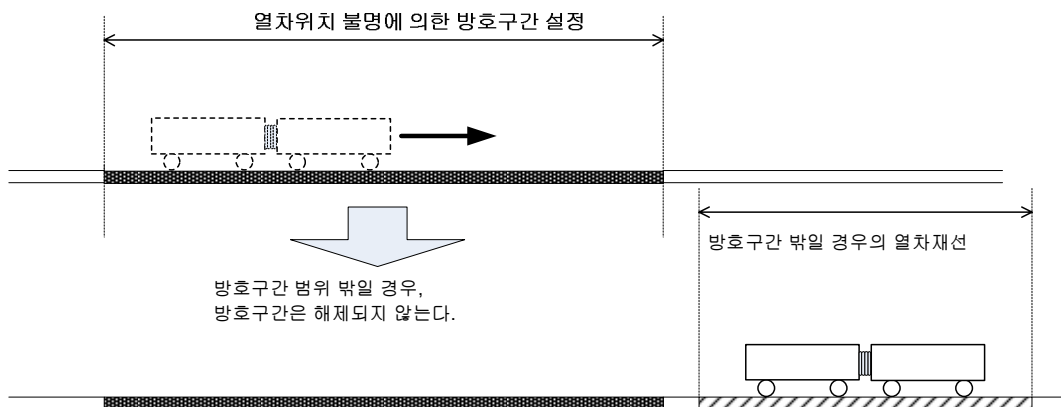


Fig. 6

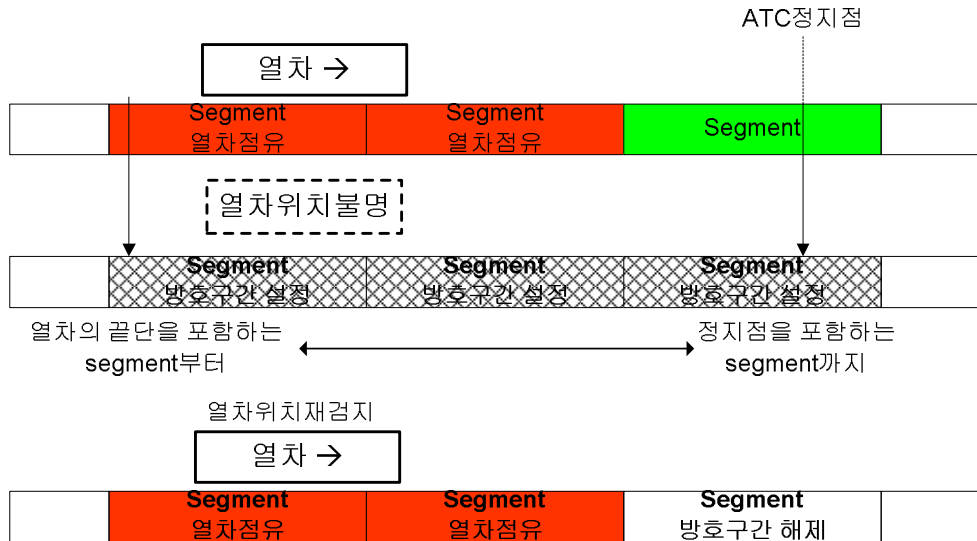


Fig. 7

3. 결론

열차제어정보 송신시간을 기준으로 보정된 열차위치에 따른 열차제어정보를 차상신호장치에 제공함에 따라, 보다 정확하게 열차를 제어할 수 있을 뿐만 아니라 열차 주행의 정확성과 안전성을 향상시킬 수 있다. 또한 안전을 위한 최소한의 구간에 대하여 방호구간을 설정함으로써, 선로 용량을 최대함은 물론 안전하면서도 정확하게 열차를 운행할 수 있는 효과가 있다. 열차 제어장치의 이상 없음이 확인되면 방호구간을 자동으로 해제할 수 있으므로 운행 효율을 향상시킬 수 있다.

참고문헌

- [1] Dong-Rae Cho, Gie-Soo Park, Myung-Seon Ryu(Application Date : 2010.12.29), Apparatus for Controlling Train and Method for the same, Republic of Korea, Application No.: 1020100137613