

도시철도 운행시간 단축을 위한 차량과 차상신호장치간 인터페이스 개선 사례

A Case Study on Improvement of An Interface between Vehicles and Onboard Signaling Devices to Minimize the Urban Rail Travel Time

강병욱*, 이재호*[†], 오세화*, 박종문*

Byung Wook Kang*, Jae Ho Lee*[†], Sea Hwa Oh*, Jong Moon Park*

초 록 최근 도시철도에서는 열차 운행시간 단축을 통한 선로용량 증대를 위해 최신의 열차제어시스템이 도입되고 있다. 역간 주행시간은 차량성과 신호방식에 따라 결정되는데 신분당선에서는 차량과 차상신호장치간 인터페이스 회로를 분석하여 열차출발 시간을 단축 할 수 있도록 개선하였다. 본 논문에서는 역간 주행시간 단축을 위한 차량과 차상신호장치간 인터페이스 회로 개선 사례를 소개하고자 한다.

주요어 : 도시철도, 주행시간, 차상신호장치, 인터페이스

1. 서 론

국내 최초의 무인 증전철을 운영하고 있는 신분당선 열차제어시스템은 무선통신을 이용한 열차제어시스템(CBTC)을 도입하여 운영 중이다. 해외 제작사의 열차제어시스템을 도입하여 운영함에 있어 국내의 환경과 문화에 맞는 인터페이스를 조정하는 것은 결코 쉽지 않은 문제였다. 해외에서의 열차제어시스템에 대한 사회적 인식과 우리나라의 열차제어시스템에 대한 인식은 확연한 차이가 있다. 해외의 경우 안전을 위한 열차지연은 이해하고 기다리는 여유가 있는 반면 우리나라와 같이 정시성을 중요시 하고 열차 지연에 있어 민감한 사회적 분위기는 해외 열차제어시스템을 도입하여 운영함에 있어 크나큰 차이점을 드러내고 있다.

본 논문에서는 안전한 측면을 고려하면서 차상신호시스템의 서브시스템 단위에서 계전기의 결선을 개선함으로써 열차 주행시간을 단축시킬 수 있는 방안에 대하여 사례를 기반으로 논하고자한다.

[†] 교신저자: 네오트랜스주식회사 기술연구팀(byungwook2.kang@shinbundang.co.kr)

* 네오트랜스주식회사 기술본부

2. 본 론

2.1 신분당선 열차제어시스템 현황

신분당선에서 운영중인 열차제어시스템인 무선통신기반 열차제어(CBTC, Communication based Train Control)시스템으로 무인운전·이동폐색 시스템을 구현하는 가장 현실적인 방법으로 열차의 위치를 궤도회로가 아닌 무선통신을 이용해 수신하고 열차의 목적지, 속도, 방향 등을 전송하여 열차를 통제한다. 지상-차상간의 양방향 무선통신으로 궤도회로 보다 더 정밀하게 열차의 위치를 파악할 수 있으며, 무인운전을 위한 차상설비 감시와 제어가 가능하다. 신분당선 CBTC 시스템의 기본 구성은 그림 1과 같다

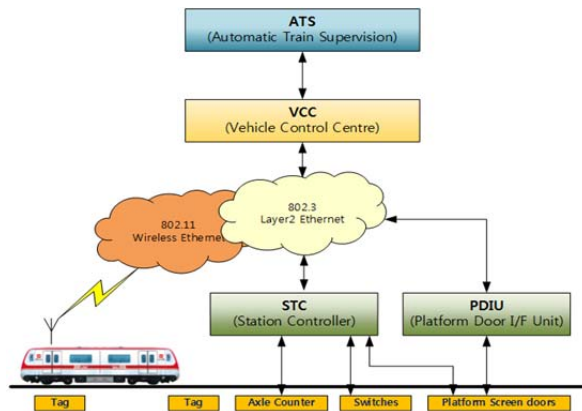


그림 1. 신분당선 열차제어시스템 구조

신분당선 1단계 구간인 강남 ~ 정자 간 최소운전시각 확보를 위한 주행시간 단축방안 마련이 필요하였으며, 이에 대한 연구결과로 차상신호장지(VOBC, Vehicle On-Board Control)내 서브시스템이라 할 수 있는 IRU(Interface Relay Unit)에 대한 결선 변경을 통한 주행시간 단축방안을 도출 하였다.

2.2 주행시간 단축방안 도출

열차가 운행함에 있어 그림2와 같이 열차 출입문 닫힌 상태에서 열차가 움직이는데 걸리는 시간이 약 5~6초로 필요이상의 많은 시간이 소요 되고 있음을 확인하였고, 이에 대한 개선을 위하여 VOBC에서 차량 C/I(Converter/Inverter) 쪽으로 전송하는 FWD/REV(전진/후진) 정보전송 방식을 수정 변경하여 열차 출발 시간을 2~3초(2초 정도 개선)로 개선하는 방안을 도출하였다.

신분당선의 열차 운행에서 DEWLL TIME 30 초 기준으로 열차가 역에 정차 후 출입문 제어 및 출발하는 과정은 그림 2 를 통해 확인할 수 있다. 열차가 역에 정차한 후, 열차 실제 정차시간(Dwell Time)이외에 열차 출발을 위해선 약 5 초로 나타났다. 각 역사마다 5 초에서 6 초 정도 Delay 되는 이유는 열차가 역사에 정차하고, 출발하기 전까지 FWD/REV 신호가 유지되지 않기 때문임을 확인하였다.

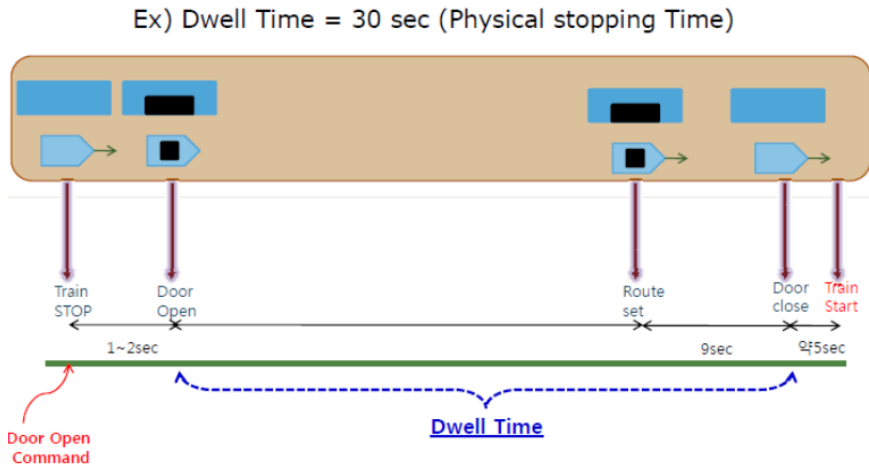


그림 2. 최초 신분당선 열차제어시스템

2.3 주행시간 개선 사례

IRU 의 기존 인터페이스를 보면 그림 3 과 같이 FWD/REV 신호의 24V 소스전원에서 Door Enabled 신호(DERP, DERN, DELP, DELN)를 통해 받는다. 그러므로 출입문이 닫혀있을 때는 24V 소스전원에서 Door Enabled 계전기를 따라 FWD/REV 신호를 유지하지만, 출입문이 열려있는 경우, 계전기가 여자되어 FWD/REV 신호를 유지하지 않는 구조였다. 이에 대한 해결방안으로 열차제어시스템의 안전성을 고려하여 IRU 의 인터페이스 회로를 변경하는 방안을 도출 하였다. DERP(Door Enabled Right)는 오른쪽 열차 출입문에 대한 정보이며, DIS 는 Disconnection 의 약자로 열차 출입문 상태 정보에 대한 바이패스 회로 구성을 통해 다음과 같이 설계변경을 진행하였다.

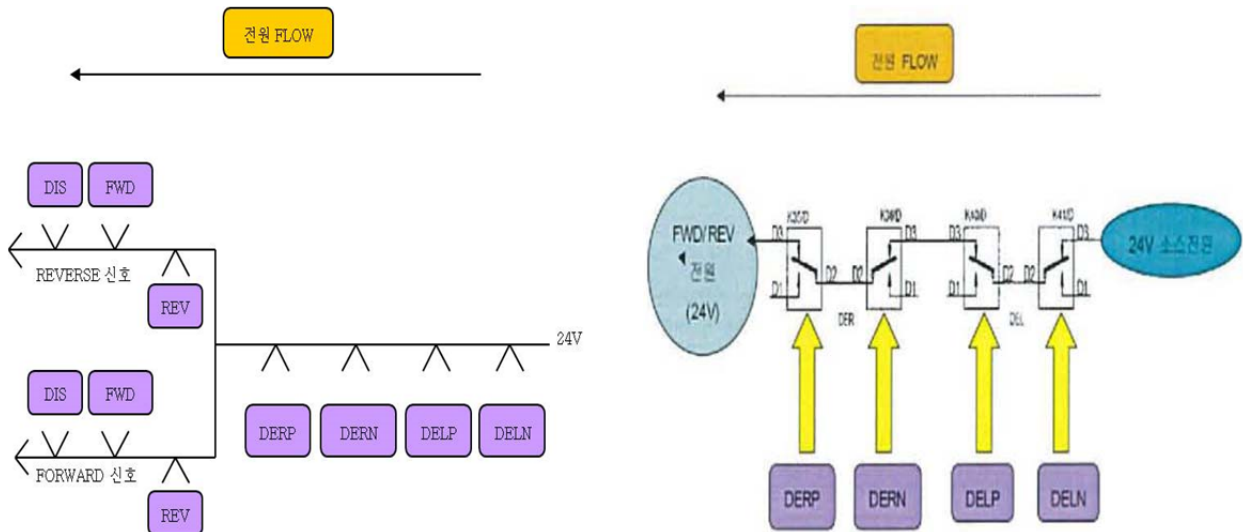


그림 3. 변경 전 IRU 인터페이스 회로도

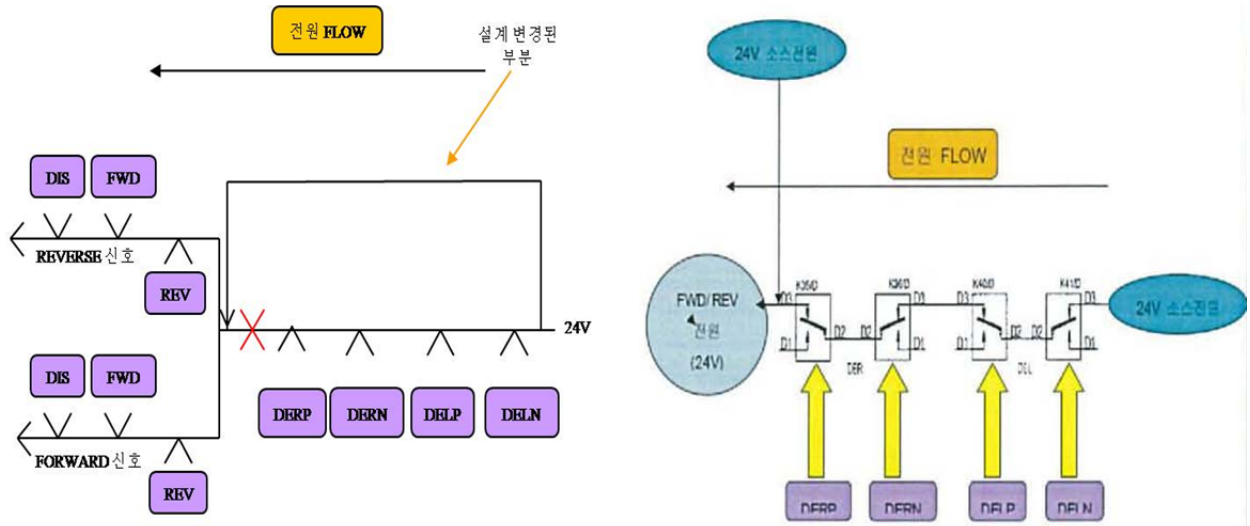


그림4. 변경 후 IRU 인터페이스 회로도

그림 4 과 같이 24V 소스 전원이 Door Enabled(DERP, DERN, DELP, DELN)신호를 거치지 않고 FWD/REV 소스에 직렬로 연결하였다. 이로 인해 24V 소스는 Door Enabled 계전기를 거치지 않아 시간을 절약할 수 있고, 출입문의 개폐와 관계 없이(계전기의 여자와 관계없이) 항상 FWD/REV 신호를 유지할 수 있었다. 이에 따라 기존에 열차 출입문 닫힘 후 출발 시간 중 차상장치 및 차량 C/I 반응시간을 약 5~6 초에서 2 초를 단축하는 효과를 가져 왔다. 이는 역사 별 기준이며 역사수가 늘어 날수록 그 효과는 증대 될 수 있는 결과이다.

또한 VOBC 가 위의 방안을 통해 방향정보를 계속해서 유지함으로써 C/I 회로관련 계전기 뿐만 아니라 주변장치에 대한 수명 개선에 대한 효과도 확인 할 수 있었다.

4. 결 론

신분당선은 위 사례와 같이 열차가 역에 정차하여 승객의 승/하차 후, 출발하기 전까지 지체 되는 시간을 개선하여 1 단계(강남~정자)구간을 16 분 대에 운영 할 수 있는 방안을 마련하였다. 이는 신분당선 2 단계(정자~광교) 구간의 차상신호장치에도 모두 반영되어 주행시간 단축을 통한 신속하고 안전한 열차운행을 시행하고 있다. 효과를 조금 더 보면 사회적인 측면에서는 승객의 안전하고 신속한 수송서비스를 제공하고, 기술적으로는 해외에서 도입된 열차제어시스템을 우리나라의 실정에 맞게 개선함으로써 나아가 우리의 기술로 변화시키는 효과를 가져왔다고 할 수 있을 것이다. 이러한 기능들은 열차제어시스템에 ATO(Automatic Train Operation)기능을 탑재하고 무인운전을 구현함에 있어 필요한 조건들이라 할 수 있다.

향후 현재 개발중인 한국형 무선기반 열차제어시스템인 KRTCS(일반, 고속철도용)에도 ATO 기능이 추가되고 도시철도구간을 혼용하여 운영될 경우 고려되어야 할 요구사항 중에 하나라 할 수 있을 것이다.

후 기

This research is supported by a grant from Railway Technical Research Project (15RTRP-B089551-02) funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport of the Korean government.

참고 문헌

- [1] FAHEEM AHMED(2009) System Design Description, Thales Canada System design team
- [2] Jong Moon Park (2014) Study on the specific Driverless operation features for the Metro Driverless operation, The Korean Society for Railway 2014 Autumn Academic Conference, KSR2014A131
- [3] Neo Trans(2015) CBTC 용어해설집
- [4] Jae Ho Lee(2015) Safety Security Method and Onboard Design for Inter-operation between CBTC, ATC Train Control System, Korea Institute of Electronic Communication Sciences Journal Vol 10. no 8, pp **875-881**