

지능형교통시스템(ITS)과 도시철도 CBTC와의 상호연계기술 방안연구

한성호, 이수길, 김원경, 이관섭  
한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단

An intersection technologies of ITS & CBTC in Urban Transit System

Seong-Ho Han, Su-Gil Lee, Won-Kyong Kim, Kwan-Sub Lee  
Korea Railroad Research Institute, Urban Transit Engineering Department

**Abstract** - This paper presents an intersection of technologies of ITS(intelligent transport systems) and CBTC(communication based train control) in urban transit system. ITS is based on Information and communication technologies. And also these techniques are fundamental for railway system. ITS has some technologies useful in railways such as traveler information service, public transportation information service, and advanced vehicle control Systems. Therefore, both systems need to technological cooperation. In this paper, we proposed useful an cooperation method for both systems.

1. 서론

지능형교통시스템(ITS : Intelligent transport Systems)은 도로, 자동차, 철도, 항공, 해운 등 기존의 교통시스템에 전자, 통신, 제어 등 첨단기술을 접목시켜 신속, 저렴하고 안전한 교통환경을 확보하고 운영의 효율화를 목적으로 혁신된 새로운 교통체계이다. 이는 현대 사회경제가 당면한 각종 교통문제를 해결하고 안전성 증대, 교통의 효율성 증대, 교통흐름의 원활화, 환경오염 감소, 에너지 절감, 그리고 경제 생산성 향상 등의 다양한 목적을 달성하고자 미국, 일본, 유럽 등 주요 선진국들을 중심으로 80년대 중반 이후부터 활발히 연구되어 오고 있다.

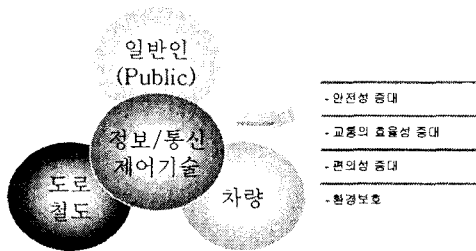


그림 1. 지능형교통시스템(ITS) 개념도

현재 국내·외에서 진행중인 ITS기술은 인구가 밀집되어 있는 대도시를 중심으로 우선 교통혼잡과 사회문제의 원인이 되고 있는 자동차와 관련한 도로교통문제를 해결하고자 관심과 연구개발이 중점적으로 진행되고 있다. 최근 철도기술과 관련하여서는 철도건설목 신호제어 기술 분야에 대한 연구가 부분적으로 이루어지고 있다. 그러나 향후 새로운 개념의 대도시 교통체계의 구축을 위해서는 철도분야, 특히 교통혼잡의 커다란 해결이 되고 있는 도시철도시스템을 고려하지 않을 수는 없는 문제이다. 특히, 최근 도시철도 분야에 정보·통신 기술이 활발히 적용되고 있어 정보기술을 기본으로 하는 ITS기술과의 연계는 기술적인 측면에서 전혀 문제가 없는 사

항이다.

미국, 캐나다, 일본 등 선진 외국의 경우, 최신 정보 기술(information technology)의 적용이 철도에도 활발히 적용되는 것과 때를 같이하여 ITS기술과 철도기술의 연계를 위한 프로젝트들이 활발히 진행되고 있다. 두 시스템의 연계에 대한 개념은 철도시스템에 지상신호설비와 차상제어장치간의 무선통신기술의 적용으로 기존 도로교통정보관리시스템과 철도운영관리시스템간의 정보교환이 가능해지고 이를 지상신호제어기를 통해 주행중인 열차에도 각종 정보의 전송이 가능하게 된다.

도시철도기술의 핵심은 이제 정보기술이 되었으며 열차제어기술은 기존의 궤도회로를 이용하는 단방향 코드인식을 벗어나 양방향 통신 및 무선 통신방식으로 진행되고 있다. 미국의 경우 CBTC(Communication Based Train Control)기술을 규격화하여 이를 토대로 한 AATC(Advanced Automatic Train Control)을 개발하여 NYCTA(New York City Transit Authority)와 BART(San Francisco Bay Area Rapid Transit District)가 함께 도시철도에 도입하여 실용화에 성공하였다.

유럽은 ERTMS/ETCS에 의해서 지상신호제어방식에 따라 단계별 시스템을 정의하고 규격 통합을 추진하고 있으며 이중 Level3이 CBTC기술과 유사한 무선통신기술을 이용한다. 일본의 경우는 RTRI의 주도로 기존의 신호시스템이 아닌 이동폐색을 갖는 열차제어시스템인 CARAT(Computer And Radio Aided Train control system)를 개발하였으며, JR-East에서는 동일개념의 ATACS를 개발하여 실용화단계와 있다. 국내에서는 한국철도기술연구원 주관으로 경량전철시스템 개발사업을 통해 CBTC기술을 토대로 한 한국형 경량전철시스템을 개발하고 있다.

2. ITS기술&CBTC기술 분류 및 특징

2-1. ITS 기술 분류 및 특징

ITS기술은 정보처리, 통신, 제어, 그리고 전자공학 등의 다양한 기술을 필요로 하고 있으며, 시스템의 특성상 관련된 분야가 광범위하므로 상당히 높은 잠재성을 갖고 있다. ITS기술은 교통에 관련한 모든 시스템을 총괄하고 있으며 다양한 연구분야 중 대표적인 분야는 다음 5가지로 크게 구분할 수 있다.

- 첨단교통관리분야(ATMS)
  - 실시간 교통제어(ATC)
    - 교통량 변화에 실시간으로 대응하여 신호시간, 고속도로 진입 등을 자동 조절
  - 돌발상황관리(AIM)
    - 교통사고, 차량고장, 혼잡 등 각종 돌발상황을 조속히 인지, 처리
  - 자동교통단속(ATE)
    - 속도위반, 버스전용차선 위반 등 각종 교통법

- 규위반 차량을 자동으로 단속
  - 자동요금징수(ETC)
    - : 톨게이트 통과시 정상주행 (non-stop) 상태에서 통행료, 혼잡통행료 등 요금을 자동으로 징수
- 중차량관리(HWV)
  - : 주행중 차량의 중량을 자동 계중하여 중차량의 위험교량진입 통제 및 과적차량 단속, 관리

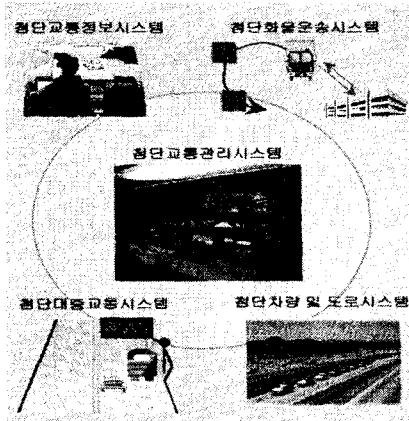


그림 2 ITS의 5개 기술분야

- 첨단교통정보분야(ATIS)
  - 교통정보제공 (TRIS)
    - : 교통정보를 수집·분석하여 다양한 매체를 통하여 제공할 수 있는 교통정보체계를 구축
  - 종합여행안내(TIF)
    - : 출발-목적지간의 경로 및 통행시간, 요금 등에 관한 제반 정보를 개별 제공
  - 최적경로안내(RGS : Route Guidance Service)
    - : 차량합법장치를 통하여 운전자가 원하는 목적지까지의 교통상황에 따른 실시간 최적경로 제공
- 첨단대중교통분야(APTS)
  - 대중교통정보제공(PTIS)
    - : 노선정보, 환승정보, 대중교통안내, 버스도착예정시간 등 실시간 대중교통정보 제공
  - 대중교통관리(PMT)
    - : 운수회사는 버스 위치, 승객 수 등 실시간 운행정보를 수집, 차량 배차 및 운전자 관리를 효율화
- 첨단화물운송분야(CVO)
  - 화물 및 화물차량관리(FFM)
    - : 화물 및 화물차량의 위치를 계속 추적하고 각종 운전정보를 제공함으로써 공차율을 최소화하고 효율적인 차량 및 배차관리
  - 위험물차량관리(HMM)
    - : 위험물 적재차량의 위치를 추적하여 지정노선 운행 감시 및 특정지역 운행제한 등 특별관리하고, 돌발상황시 교통관리시스템과 연계 신속한 사고처리를 수행
- 첨단차량제어시스템분야(AVCS)
  - 첨단차량시스템(AVS)
    - : 운전자 시계확대, 전후방 충돌 경고 및 자동제어 등 능동적 차량제어기술을 기반으로 한 첨단기술의 개발 및 보급
  - 첨단도로시스템(AHS)

: 각종 센서를 통해 노면 및 도로주변상태를 감지, 경고하는 등 우선적으로 도로 시설을 지능화

## 2-2 도시철도 CBTC 기술 분류 및 특징

도시철도 열차제어기술은 위치 검지기술과 속도제어방법에 따라 크게 고정폐색시스템(fixed block), 준이동폐색시스템(quasi-moving block), 이동폐색시스템으로 그림 3과 같이 분류할 수 있다.

국내 대부분의 도시철도에서 사용되고 있는 방식은 열차위치검지를 위하여 트랙회로(track circuit)를 이용하는 고정폐색시스템으로서 선로제한속도에 따라 목표속도를 설정하고 이를 추종하는 목표속도제어방식(target speed control) 방법이다. 또한 최근에 적용되고 있는 기술로서는 차량의 위치검지는 고정폐색방식을 이용하나 양방향 통신을 이용하여 선행열차의 위치를 전달받아 현재속도에서의 제동거리를 계산하여 선행열차와의 안전거리를 확보하는 정지제동거리(distance-to-stop) 제어방식을 이용하는 준이동폐색시스템을 사용한다. 이동폐색시스템은 열차의 위치를 지상이 아닌 차상에서 무선통신으로 검지하며 이를 통해 선행열차의 속도와 거리정보를 후행열차에 전달하므로써 속도를 제어한다.

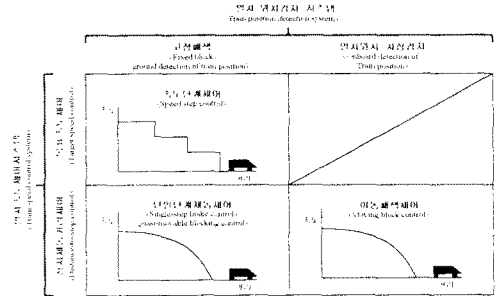


그림 3. 도시철도 열차제어기술의 분류

CBTC 시스템은 이동폐색시스템으로서 기존의 고정폐색시스템이 궤도회로를 이용하여 열차를 검지하는 방식과는 달리 무선통신을 이용하여 지상과 차상간의 정보를 양방향으로 교환한다. 따라서 지상 신호설비의 최소화로 효율적이고 경제적인 열차제어가 가능하므로 life-cycle 비용의 절감 효과를 얻을 수 있다. 그림 4는 CBTC기술의 개념을 나타낸 것으로 무선데이터 통신기술을 중심으로 하여 열차, 지상 운영시스템, 지상신호제어시스템, 정보관리시스템 등이 상호 연계되어 각종 정보를 교환할 수 있다.

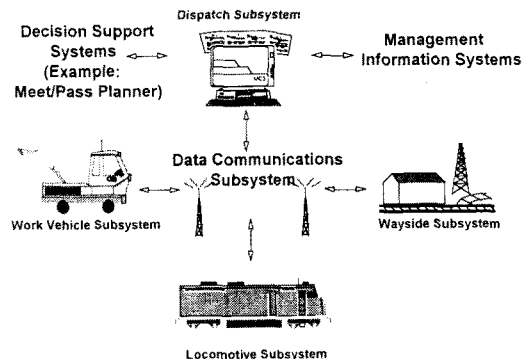


그림 4. CBTC기술 개념도

### 3. ITS기술과 도시철도 CBTC와 연계기술

최근 도시철도에도 자동/무인운전 시스템이 도입됨에 따라 열차제어시스템에 대한 고도의 안전성과 신뢰성이 요구되고 있다. 특히 승객의 승차감과 열차운행의 정시성, 에너지비용 최소화를 목적으로 열차최적제어에 대한 필요성이 대두되면서 이와 관련된 TCMS(train control and monitoring system), ATO(automatic train operation), ATC (automatic train control) 장치의 응용기술이 핵심기술로 부각되고 있다.

우선적으로 ITS기술분야 중 도시철도에 응용될 기술 분야는 첨단차량제어시스템(AVCS)이다. 이는 정보기술을 바탕으로 차량의 지능화 및 자동화에 관한 기술로서 도시철도 분야에 도입할 경우 차량운전제어의 안전성 향상과 에너지 비용의 절감 효과 등을 가져올 수 있다.

첨단차량제어시스템은 그림 5와 같이 기본적으로 차량의 주행상태 및 주변의 주행환경을 인식하는 센서시스템, 트로틀 밸브, 브레이크, 핸들 등을 구동하는 각종 구동기와 제어기, 그리고 차량제어알고리즘을 수행하는 부분으로 구성되어 있다.

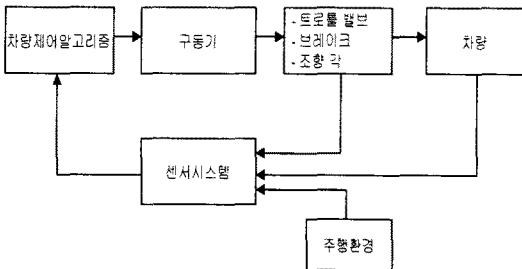


그림 5 첨단차량제어시스템의 구성도

따라서 열차제어시스템에 응용할 경우 열차의 주행제어 및 주행정보 인식, 역행/제동 제어 기술 등으로 연결되며 CBTC시스템의 요소기술과도 동일한 개념을 적용할 수 있다. 따라서 최신 첨단제어기법을 철도분야에 응용하여 열차운행에 있어서 자동/무인화 기술을 연구하고 열차운행의 안전성증대, 열차운영의 원활화, 사고의 예방을 도모할 수 있다.

그림 6은 현재 ITS연구가 활발하게 진행되고 있는 도로교통시스템과 CBTC시스템과의 연계 가능한 부분을 개념적으로 나타낸 것이다. 도로교통정보시스템과 교통관리시스템간의 정보교환을 중심으로 철도운영시스템과의 실시간 정보전송이 가능하고 이를 지상신호제어기를 통해 열차와 선로제어기에 무선으로 전송하게 되며 이들 정보가 도로교통시스템으로 다시 전달되는 하나의 정보 전송시스템의 구축이 가능해 진다.

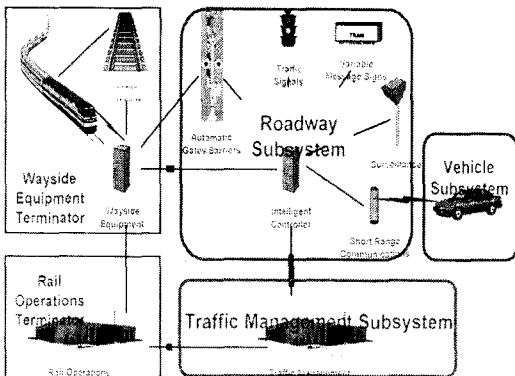


그림 6. 도로교통시스템과 도시철도와의 연계개념도

그림 7은 이를 구체적으로 기능별로 블록도를 구성하여 나타낸 것이다. 정보기술을 토대로 하는 ITS시스템과 CBTC시스템을 포함한 전체 연계시스템은 다시 3개의 시스템인 차량시스템(vehicle system, 지상신호시스템(wayside system), 열차시스템(train system)으로 분류되어진다. 차량시스템과 지상신호제어시스템간은 ITS기술을 토대로 연계되며, 지상신호제어시스템과 열차시스템은 CBTC기술에 의하여 연결된다. 이들은 무선통신에 의해 정보를 교환하며 철도이용 승객에게 실시간으로 다양한 교통정보를 제공할 수 있다.

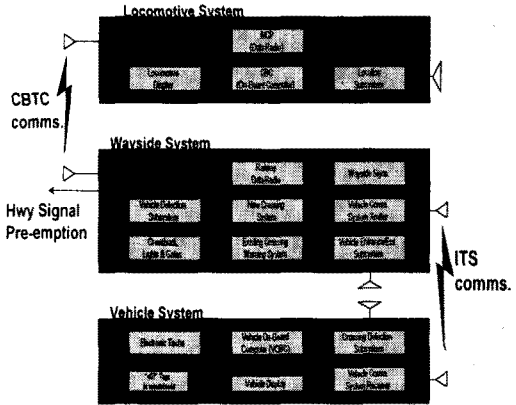


그림 7. CBTC & ITS 연계시스템의 상세블럭도

### 5. 결론

21세기의 교통시스템의 체계는 정보 기술을 토대로 실현될 것이며 철도기술 또한 예외일 수가 없다. 특히, 철도기술분야에서 가장 최신 기술이 도입되고 있는 도시철도의 경우 ITS와 같은 광범위한 교통체계를 적용하고 연계할 경우 기술시장의 규모확대 뿐만 아니라 승객서비스의 질적 향상을 가져오고 되므로 도시철도 시스템의 경제적 운영에도 막대한 이익을 가져다 줄 것이다.

정보기술은 철도기술의 기초로서 자동운전제어시스템과 ITS의 개발의 활성화에 중요한 역할을 하고 있으며 이를 이용한 철도 서비스의 개선이 절실히 요구되고 있다. 따라서 도심교통의 중추가 되는 도로교통기술의 응용은 철도시스템의 효율적인 운영에도 큰 장점을 가져다 줄 것이며 이는 철도와 도로기술의 결합을 통해서 실현될 수 있다. 안전성측면에서 앞서는 철도기술의 장기적 기술개발 노하우를 ITS의 안전시스템에 응용할 수 있으며 ITS는 안전성운전을 위한 센싱기술과 첨단차량제어 기술을 철도기술분야에 적용이 가능한 것이다.

21세기의 교통시스템에서 이상적인 수송시스템은 정보기술을 토대로 실현될 것이다. 정보기술의 응용은 미래 교통제어시스템에 매우 중요하므로 지속적인 연구가 절실히 요구된다.

### (참 고 문 헌)

- (1) ITS hand book Japan, 1999-2000.
- (2) 이구도, 김상우, "지능형교통시스템(ITS)을 위한 첨단차량제어시스템(AVCS)", 제어 자동화시스템공학회지, 제6권 제4호, pp10-19, 2000.
- (3) 한성호, "표준전동차 자동/무인운전기술 개발 및 시운전에 관한 연구", 춘계학술대회 논문집, pp172-179, 2000.
- (3) 한성호, "표준전동차 자동/무인운전기술 개발 및 시운전에 관한 연구", 춘계학술대회 논문집, pp172-179, 2000.