

고속철도에서의 열차제어시스템

신형섭*, 김길상**

(*한국고속철도건설공단 전기연구실 수석연구원

**한국고속철도건설공단 전기연구실장)

1. 서 론

철도는 대규모의 승객과 화물을 정확한 시간에 안전하게 수송한다는 장점때문에 현재 가장 인기있는 교통수단으로 자리잡고 있다.

과거 약 20년간은 산업발전에 따른 교통수요의 증가를 고속도로의 건설에 의해 해결해왔지만 자동차의 폭발적인 증가와 함께 유동인구의 증가는 도로망에 의한 교통수단의 효율성을 크게 저하시키고 있어서 최근에는 철도교통이 담당해야 할 부분이 어느 때보다도 커진 상황이다.

한편 우리나라의 철도 산업은 국가가 운영하는 공기업으로서 그동안 새로운 기술의 발달에 신속히 대응하지 못했으며 첨단기술을 철도에 적용해가고 있는 선진국의 추세와는 달리 전문 기술인력의 저변확대에 적극성이 부족했던 것이 사실이다.

본고에서는 열차의 운행에 있어서 안전성 확보 및 효율성 제고에 절대적인 역할을 하는 열차제어시스템에 대하여 설명하고 특히 고속철도에서의 열차제어시스템의 특징 및 신기술의 발전 동향을 소개하고자 한다.

컴퓨터, 전자, 통신 기술 등의 눈부신 발전과 함께 열차제어시스템은 변혁의 시대를 맞이하고 있다. 각종 신기술이 적용되어 새로운 시스템의 개발을 촉진하고 있는 한편, 주변환경은 항공기, 자동차, 고속버스 등의 수송기관과 경쟁하는 가운데 더 나은 교통 서비스에 대한 사용자들의 요구수준은 갈수록 높아지고 있다.

수년전부터 이러한 조류는 현저해지고 있고 앞으로 더욱 더 가속되어 갈 것이다. 여기서는 주로 신호제어의 면에서 본 열차제어시스템의 기술적 요건과 과제를 개관하고, 구체적인 사례로서 고속열차의 운전제어, 수송력 증강을 위한 운전시각 단축, 무인운전 등 주요 열차속도 제어와 관련한 시스템에 초점을 맞추어 최근 동향을 소개한다.

특히 경부고속철도에 적용될 프랑스의 TGV의 열차제어시스템에 관하여 소개하고, 첨단 컴퓨터 및 통신 기술을 도입하여 열차제어 및 운영의 효율화, 다양화를 추구하고 있는 최신 열차제어시스템의 발전 방향을 알아보기로 한다.

2. 열차제어시스템의 구성과 기능

열차는 정해진 선로를 따라 차례로 운행되며, 또한 열차의 중량이 수백톤에 달하여 가감속에 많은 시간과 거리를 요하는 한편 주행중의 저항이 극히 작아서 운전 및 제어방식이 타 교통수단에 비하여 아주 특이하다. 열차의 제어는 기본적으로 다음과 같은 단계를 거쳐서 행해진다.

- 1) 선행열차의 위치, 속도 등의 정보를 검지
- 2) 후속열차에 선행열차의 정보를 전달
- 3) 후속열차는 전달된 정보와 자기의 정보를 비교해서 제어

첫번째 단계는 중앙장치에서 궤도 또는 별도의 전기 회로를 통하여 열차의 위치를 검지하는 기능을 수행하

고 있다. 두번째 단계는 신호기 또는 통신 시스템에 의해 전달된 정보를 기관사와 차상의 제어장치가 확인하는 과정이다. 세번째 단계는 전달된 정보에 따라 기관사가 가감속을 행함으로써 열차의 적정 속도를 유지하게 되는데 이 조작이 제대로 되지 않으면 사고와 직결되기 때문에 자동장치가 상시 제한속도와 자체속도를 감시하다가 필요시 비상제동을 동작시키도록 되어 있다.

2.1.1 지상(地上)신호방식과 차상(車上)신호방식

열차의 속도제어는 열차안에서 기관사가 선행열차와의 간격에 따른 외부로부터의 신호에 따라 가감속을 행하게 되는데 기존 철도에서는 기관사가 선로변에 설치된 신호기를 보고 열차의 속도를 제어하고 있으며 이를 지상신호방식이라 한다.

하지만 시속 200km를 넘는 고속철도에서는 기관사의 가시범위에 비해 열차의 속도가 빠르기 때문에 선로변의 신호를 보고 열차의 속도를 제어하는 일이 불가능해진다. 이를 해결하기 위해 지상, 차상간을 하나로 연결된 제어루우프로 구성된 열차의 자동제어가 사용되고 있다. 즉 지상에서 통신 시스템을 통해 열차로 제어 신호가 전달되어 기관석 표시판에 현구간 최고허용속도와 현재 열차운행속도가 표시되고 기관사는 이 신호에 따라 속도제어를 행하는데 이를 차상 신호방식이라 한다.

2.1.2 폐색(閉塞) 방식

동일 선로상을 운행하는 열차의 충돌 또는 추돌을 방지하기 위하여 역간의 선로를 1개 혹은 여러개의 구간으로 구분하여 1개 구간에 1개 열차만 들어갈 수 있도록 하는 방법으로 이러한 구간을 폐색구간(block section)이라 한다. 폐색구간의 길이는 열차운전속도, 운전밀도, 선로상태 등에 따라 정해진다.

1개 구간에 1개 열차만 들어갈 수 있도록 하는 운전 방식을 폐색방식이라고 하는데 과거에는 통표(通票) 폐색방식, 연동(連動)폐색방식 등이 사용되었으나 현재는 일부를 제외하고는 자동폐색방식이 사용되고 있다.

자동폐색방식은 역간을 일정한 간격으로 분할한 구간의 선로와 열차의 차축을 전기회로(궤도회로)로 구성하여 열차의 존재여부를 검지하는 장치를 이용하는 데 안전성이 가장 높아서 널리 채용되고 있다. 또한

역간을 가능한한 여러개의 구간으로 구분하여서 운행 가능한 열차의 밀도를 높임으로써 선로 용량을 증대시킬 수 있지만 이는 열차의 운행속도, 제동거리 등에 의해 제한을 받으므로 시뮬레이션 등 세밀한 분석을 거쳐 결정해야 한다.

2.1.3 궤도회로

레일을 전기회로의 일부로 사용하여 열차의 차축을 통하여 좌우의 궤도가 단락되면 폐회로가 구성되는 원리를 이용한 것으로 그 구간 내에 열차가 존재하는지 여부를 검지하는 목적으로 사용된다.

또한 레일을 통하여 신호전류를 흘려보내는 것에 의해 그 구간 내를 운행하는 열차에 대하여 운전제어 정보 등을 전송할 수 있는 통신회로로서도 사용된다.

2.2 열차제어시스템의 종류

일반적으로 열차제어시스템이라 하면 열차집중제어(CTC : Centralized Traffic Control) 장치와 자동열차제어(ATC : Automatic Train Control) 장치를 의미하며 더 넓게 말하면 열차의 진로(進路)를 제어하는 연동(Interlocking) 장치까지 포함하게 되는데 여기서는 열차제어시스템의 범위를 CTC와 열차 자체의 속도를 제어하는 ATC 시스템으로 국한하여 설명키로 한다.

2.2.1 열차집중제어장치

(CTC : Centralized Traffic Control)

CTC는 중앙제어소에서 선로 전역의 신호기나 전철기를 직접 제어하고, 운전중의 열차에 대한 무선통신 등에 의해 직접 지시를 행하는 시스템이다. 규모가 크고 복잡한 역에서는 자체에서 제어에 개입하기도 하지만 일반 중소규모의 역에 대해서는 중앙제어소에서 신호기나 전철기를 직접 제어하기 때문에 각역의 역무원의 감소 또는 무인화도 가능하다.

중앙제어소는 벽에 대형 디스플레이 판넬이 설치되어 있어서 선로의 연결상태, 각 열차의 위치, 신호기들의 동작상태 등을 일목요연하게 표시하고 있다. 열차의 운전 계획 등을 종합적으로 관리할 수도 있고 열차지연이나 사고시에 있어서도 적절한 지시를 열차, 역, 시설관리소에 보내서 열차운행의 조기 복구가 가능하게 한다.

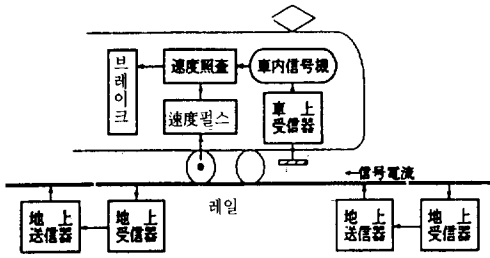


그림 1. ATC 시스템의 구성

2.2.2 자동열차정지장치

(ATS : Automatic Train Stopper)

열차가 정지신호를 현시하고 있는 신호기에 접근하면 경보를 발생하고, 기관사가 일정시간(5초) 이내에 브레이크 조작 및 확인 조작을 행하지 않으면 비상 브레이크를 작동시켜서 그 신호기 앞에서 열차를 정지시키는 장치로서 안전운전을 위해 기관사의 브레이크 조작을 백업하는 것이다.

2.2.3 자동열차제어장치

(ATC : Automatic Train Control)

ATS는 정지신호장치 오인방지가 주목적이기 때문에 지상장치 통과후에 신호가 정지에서 진행으로 변하여도 다시 가속할 수가 없다. ATC의 경우는 이와 다르게 신호 현시(顯示)에 반응하여 그 구간의 제한속도를 연속적으로 열차에 전달해서 열차속도가 제한속도를 초과하면 자동적으로 제동이 걸리고 제한속도 이하로 되면 자동적으로 제동이 해제된다. 또한 운전중에 신호가 변하면 그에 따라서 운전조작이 가능하다.

ATC의 제어방법은 신호전류를 레일의 궤도회로에 흘려보내서 열차 내부의 운전실에 표시되도록 한다. 이 신호를 열차의 속도와 비교해서 위의 설명과 같이 제동장치의 구동/해제를 자동적으로 행한다.

2.2.4 자동열차운전장치

(ATO : Automatic Train Operation)

ATC의 제어범위를 더욱 확대시켜서 열차의 가속 기능도 자동화한 운전방식이다. 운전 전체를 자동화해서 보안도의 향상, 기관사의 숙련도와 부담의 경감, 정확한 운전시간의 유지, 수송효율의 증대, 동력비의 경감 등을 목적으로 한다. 주로 도심의 경량전철에 적용되고 있으며 무인운전 시스템도 운행되고 있다.

그 기본적인 기능은 ATC의 기능에 열차의 자동운전 기능을 추가한 것으로서 지정속도 운전 제어, 정위치 정지 제어, 정시운전 프로그램방식 제어 등을 기본으로 한다. 최근은 Fuzzy 제어나 전문가 시스템을 응용한 시스템이 등장해서 승차감 개선에 효과를 발휘하고 있다.

3. 프랑스 TGV의 열차제어시스템

프랑스의 고속철도는 파리-리용 간을 처음으로 시작하여 13년째 운행 중이며 1989년에 프랑스의 서부와 남서부를 잇는 선로가 운행되기 시작하여 승객에 대한 서비스를 크게 향상시켰다. 또한 프랑스 국철(SNCF)은 파리-브뤼셀 간을 연결하는 북부선 TGV를 건설한데 이어서 도버해협을 가로지르는 Euro 터널을 개통하여 영국 런던까지의 운행을 앞두고 있다.

SNCF의 경험에 의하면 열차의 기관사가 선로변에 설치된 신호기를 육안으로 확인하고 안개 등의 불량한 기상조건하에서도 정상적으로 운행할 수 있는 최대속도는 200km/h 정도이다. 그 이상의 속도에서는 선로변의 신호기에 의존하지 않고 열차 내부로 신호제어 정보가 직접 전달되는 시스템이 필요하다. 또한 필요에 따라 가감속 등의 조작은 운전실에 표시되는 신호 정보에 반응하여 기관사가 직접 수행하는 것을 원칙으로 하고 있다. 그러나 사람은 기계에 비해 실수를 하기 쉽기 때문에 이에 대한 백업 보호장치가 설치되어 있다. 연속적인 속도제어 시스템이 신호 시스템과 함께 설치되어 있어서 속도제어 시스템이 설정해놓은 제한속도를 초과하면 자동적으로 제동장치가 동작하게 되어있다.

3.1 남동선과 아틀란틱 TGV의 열차제어시스템

선로용량, 열차의 제동특성, 그리고 세부 운전조건 등을 고려하여 설계된 신호 시스템은 다음과 같이 구성되어있다.

- 연속적인 데이터 전송 시스템 (18개 항목)
- 불연속적인 데이터 전송 시스템 (14개 항목)
- 선로-열차간 전송선로

전송 시스템의 형식 및 기술 특성은 신호 시스템의 vital한 안전 기능 및 여러가지 심각한 환경 제약(장애, 광범위한 온도변화, 기상, 진동 등) 때문에 설계에 시간이 많이 소요된다는 사실을 인식하여 연구의 초기

표 1. 프랑스의 3개 TGV선로의 차이점

	남동선 TGV	아틀란틱 TGV	북부선 TGV
운행속도	270 km/h	300 km/h	300 km/h
폐색구간 길이	2,100 m	2,000 m	1,500 m
운전시각	5 분	4 분	3 분
속도 단계	5(1)	6(1)	12(1)
전송 시스템	TVM 300(전자식)	TVM 300(전자식)	TVM 430(컴퓨터)
연속정보 수	11	14	221
Cou power Lower Pantograph	수동	수동 + 자동 백업	자동
신호 박스 원격 신호전송 진로 설정 디스플레이	free-lever 전자식 TE 13 turnout만 자동 Mimic diagram	free-lever 컴퓨터식 SNTI 자동 Mimic diagram + VDU	free-lever 컴퓨터식 SNTI 자동 Mimic diagram + VDU
유지 보수 staff 보호	각 center에 운반식 진로 보호 전철기 근처에 자동경보장치	각 center에 컴퓨터 ZEP에 의한 전체 보호 (기본 보호 구역) 전철기 근처에 자동경보장치	각 center에 원격 접근이 가능한 컴퓨터 프로그램 기능을 가진 ZEP에 의한 전체 보호 전체 선로구간에 자동경보장치

단계에 선정된 것이다.

또한 레일의 파손을 감지할 수 있는 제어 시스템이 필요하기 때문에 궤도회로를 이용한 신호 시스템을 채택하였다.

연속데이터 전송

이상에서 열거한 주변여건하에서 선택된 연속적인 데이터 전송 시스템은 교류궤도회로로 구성되어 있으며 10~29Hz 범위에서 18개의 변조(modulation) 주파수로 되어있다. 또한 혼선을 방지하기 위하여 4개의

반송주파수를 사용한다.

이러한 형태의 궤도회로에서 절연궤도회로를 사용하지 않고 공진회로를 이용한 무절연 궤도회로를 채택함으로써 레일 이음매가 없는 장대레일을 사용할 수 있어서 열차 주행 중 충격, 진동이 적어 승차감이 좋은 잇점이 있다.

불연속데이터 전송

폐색구간의 경계 지점 통과 검지, 무선 채널의 선택, 동력차단 등의 기능을 수행하기 위해 10m의 루우

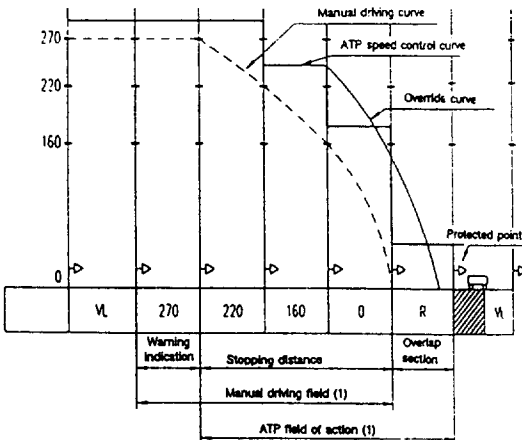


그림 2. 남동선 TGV의 제동 패턴

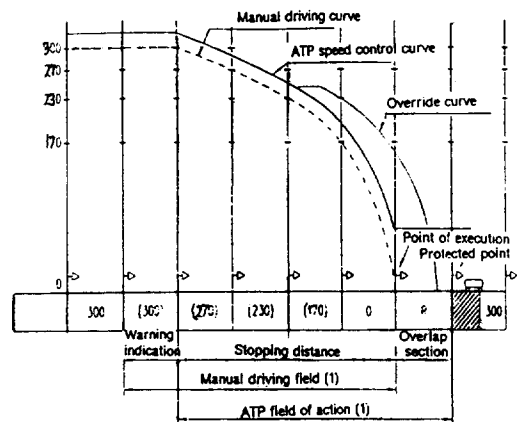


그림 3. 북부선 TGV의 제동 패턴

프 형태를 레일 가운데 깔아놓은 것으로 데이터 항목에 따라 1,300Hz와 3,700Hz 범위의 주파수를 사용한다.

3.2 북부선 TGV의 열차제어시스템

북부선 TGV의 경우 수송수요 예측 결과 선로용량이 남동선 TGV이나 아틀란틱 TGV의 신호 시스템으로는 부족한 것으로 나타났다. 남동선 TGV는 5분 시격으로 270km/h로 운행되고, 아틀란틱 TGV에서는 4분 시격으로 단축하여 300km/h로 운행되고 있었다. 북부선 TGV의 목표는 3분 시격으로 300km/h로 운행하는 것이었으며 더 나아가서 320km/h까지도 가능하도록 설계하는 것이었다. 이러한 목표를 달성하기 위해 SNCF는 종래의 남동선 TGV나 아틀란틱 TGV에 사용하던 신호 시스템(TVM 300)으로부터 성능이 개선된 TVM 430을 개발하였다.

3.2.1 TVM 430의 성능

목표 선로용량을 만족시키기 위해 크게 세가지의 변경이 있었다. 첫째는 폐색구간이 2,000m에서 1,500m로 단축되었다. 둘째는 시스템의 반응시간을 줄이기 위해 기관사는 다음의 원칙에 따라 연속적인 사전 경고 정보를 받는다.

- 속도표시가 계속 켜있는 상태(점멸하지 않음)이면 다음 폐색구간의 속도제한은 더 낮아지지 않음
- 속도표시가 점멸하는 상태이면 다음 폐색구간의 속도제한이 더 낮아짐

셋째는 TVM 300에서보다 속도제어 mechanism이 더 높은 정확도를 가지게 설계되었다. TVM 300에서는 속도제한 명령이 계단식으로 주어졌으나 TVM 430에서는 폐색구간의 길이와 구배(grade)에 관한 데이터를 지상으로부터 받아들여 계산한 연속적인 곡선으로 속도를 제어한다(그림 3 참조). 매 순간마다 계획상의 열차데이터(거리, 속도)는 차상 컴퓨터에서 열차 특성정수 및 TVM의 정보로부터 계산한 속도제어 곡선과 비교되어서 이 곡선을 초과할 때는 비상제동이 작동한다.

3.2.2 TVM 430의 기능

18개 데이터 항목의 연속적 전송은 불충분한 것으로 판명되어서 더 많은 정보를 전송하도록 개선시킬 필요가 있었다. 새로운 방식으로 주파수변조를 하는

UM71 궤도회로가 반송매체로 사용되지만 아주 낮은 주파수에서부터 신호가 전달되어 27 bit의 메시지로 구성된다:

- 선로 정보: 차상 장치가 운전모드를 결정하는데 이용된다.(북부선, Euro 터널 등)
- 속도: 차상 컴퓨터가 운전실 속도표시 장치에 나타낼 속도신호를 결정한다. 점멸 여부, 폐색구간에서의 최고 제한속도, 폐색구간 끝에서의 자동열차제어장치의 속도제한 등.
- 거리: 폐색구간의 시작점부터 끝점까지의 거리를 "목표거리"(target distance)라 부르는데 이 거리는 차상장치에서 속도제어곡선을 계산하는데 사용된다.
- Coding: 메시지 coding은 데이터의 완전성을 보장한다.

지상장치는 각 궤도회로마다 매초 수회씩 메시지를 번역(compile)하는데 이 정보는 fail-safe 방식으로 설계되어 있다.

TVM 430 지상장치의 구조

두개의 중앙장치가 있어서 backup 기능을 제공한다. 하나의 장치가 입력을 받아들이고 정보를 처리해서 출력하는 동안, 다른 하나는 초기화된 대기상태에서 운전상태의 중앙장치가 고장나는 경우 임무를 넘겨받아서 동작할 수 있도록 되어있다. 고장시 또는 외부 명령에 의해 절체장치가 한 중앙장치에서 다른 쪽으로 작업을 옮기는 역할을 한다.

각각의 장치는 그림 4와 같이 병렬로 정보를 처리하는 두개의 프로세서로 구성되어있다. 한쪽의 프로세서

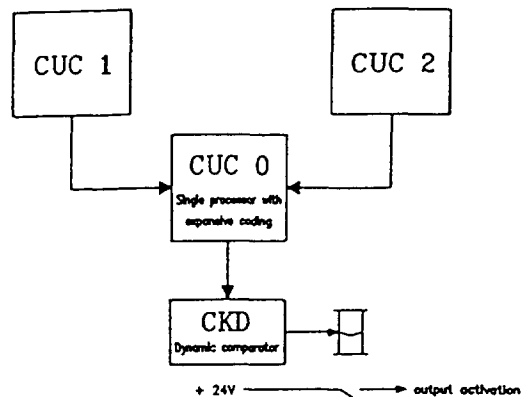


그림 4. 데이터 처리 장치

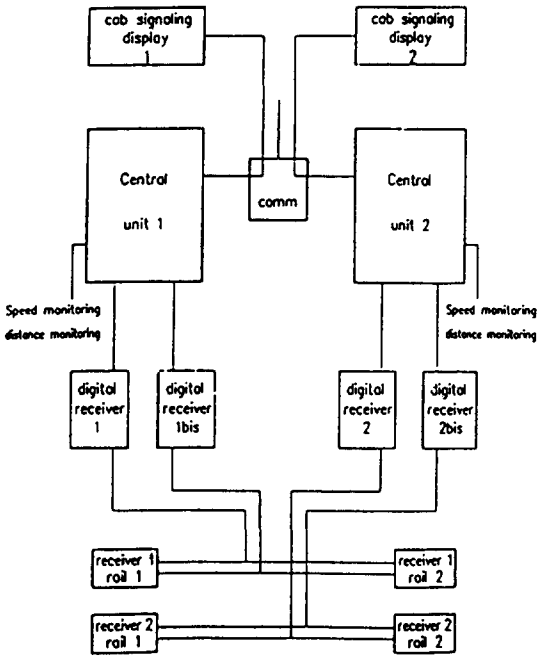


그림 5. TVM 430 차상 장치

가 결과를 비교해서 일치하지 않으면 출력을 제어하면서 동력을 차단한다.

TVM 430 차상장치의 구조

메시지는 1초에 수회 받아들여져서 decode된다. 컴퓨터는 이 정보를 검사하여 속도 제어 그래프를 계산한다. 이 계산은 궤도회로의 경계부분을 통과할 때마다 수행된다. 그림 5는 차상장치의 구조를 보이고 있다. 양측 레일 가까운 곳에 센서가 있고 각각 디지털 리시버(receiver)에 연결된 두개의 날개를 갖고 있다. 신호처리 계통은 두개의 동일한 유니트(디지털 리시버)가 있어서 센서로부터의 신호를 받아들인다.

프로세서의 소프트웨어는 동일한 알고리즘으로 되어 있지만 두개의 자료 수집 경로가 서로 동기화 되어 있지 않기 때문에 다른 동작을 한다. 중앙 유니트는 두개의 디지털 리시버로부터 받아들인 결과를 비교하여 메시지의 정확성을 확인한다. 하나의 신호처리 경로는 각각의 중앙 유니트와 연계되어 있다. 두개의 중앙 유니트들은 하나의 프로그램된(coded) 프로세서에 연결되어 동시에 동작한다. 그중에서 한개만이 스위치에 의해 선택되어 디스플레이를 표시하기 위한 전원을 공급한다.

3.2.3 소프트웨어 설계 : 시스템 파라미터

시스템 소프트웨어 설계에 대한 SNCF의 정책은 modularity를 유지하기 위하여 알고리즘으로 이루어진 변경되지 않는 부분과 선로구간에 따라 변경되어야 하는 부분을 분명하게 구별하는 것이다. 소프트웨어 설계에 있어서 이러한 접근방법은 선로 전체와 개별 지역간의 특정 조건에 쉽게 적용할 수 있는 높은 수준의 융통성을 보장한다. 결과적으로 동일한 시스템을 가지고 특성이 매우 다른 Euro터널에도 적용할 수 있게 되었다.

3.2.4 안전성

차상장치와 지상장치에 있어서 항시 데이터는 수집 단계에서부터 부호화된(coded)정보에 의해, 처리단계에서는 부호화되거나 복사된 정보에 의해, 출력단계에서는 재입력에 의해 검증된다. 한개의 프로그램된 프로세서 시스템은 데이터 처리를 위해 한개의 프로세서와 한개의 프로그램으로 이루어져 있다. 안전성은 매우 높은 수준의 데이터 부호화에 의해 확인된다. 각각의 변수에 대해 지정된 부호들은 이전의 처리과정 및 그 처리단계의 정확한 시각에 관련된 암호를 가지고 있다. 매 cycle마다 전자화된 fail-safe 제어 유니트가 부호로부터 얻어진 암호와 주어진 데이터를 비교한다.

3.3 운행제어 시스템

3.3.1 중앙제어소

각각의 고속철도 선로는 전체 구간에 대해 다음과 같은 기능을 수행하는 중앙제어소로부터 제어된다.

- 전철기 동작(신호 및 전철기의 원격제어)
- 운행 제어
- 전차선에 전력을 공급하는 변전소에 대한 원격제어

운행제어 및 전력공급제어는 같은 실내에 함께 설치되어 있다. 예를 들면, 280km의 아틀란틱 TGV선로의 운전은 정상적인 상황에서는 한개의 워크스테이션에 의해 제어된다. 전력공급 제어도 한개의 워크스테이션이 전체 구간을 담당한다. 운행제어 및 전력공급 제어를 하는 각각의 워크스테이션은 입력을 위한 키보드와 칼라 모니터를 가지고 있으며 전체의 데이터는 VCP(Visual Control Panel)에 표시된다.

3.3.2 운행제어 시스템

운행제어 장치는 벽에 설치된 VCP를 가지고 선로 다이어그램, 열차 위치, 신호기 상태 등을 나타내고 있다. 또한 감시제어 시스템과의 연계를 위해서 키보드와 4개의 칼라 모니터를 가지고 있다. VCP에는 안전을 위해 각 역에 대해 확대된 형태의 diagram이 나타나 있으며 비상제어에 관한 데이터도 나타나 있다. 컴퓨터에 의한 진로제어 시스템도 역시 키보드 및 스크린들과 연계되어 있다.

4. 진보된 열차제어시스템(ATCS)

ATCS(Advanced Train Control System)는 열차 운행의 효율화를 위하여 새로운 형태의 명령, 제어, 통신, 정보 등을 제공할 수 있는 마이크로 컴퓨터 또는 디지털 데이터 통신 등을 사용하는 첨단 열차제어시스템을 의미한다.

ATCS가 주는 이익은 기존 선로를 통하여 더 많은 열차를 운행시키고, 더 높은 수준의 안전도를 유지하며, 신호제어 시스템 - 특히 선로변 장치 - 에 관련한 비용을 감소시킬 수 있는 점이다. 이외에도 기존의 신호제어 시스템 및 운전 종사원과의 호환성을 유지할 수 있다는 장점이 있다. 특히 정보관리 시스템과 연계하는 경우 더욱 많은 이익을 제공하게 된다.

4.1 ATCS의 구성

ATCS는 다섯 가지의 기본요소로 구성되며, 그 중 네 가지 요소는 중앙 배차실, 차상 컴퓨터, 추진제어 장치, 선로변 인터페이스 장치 등에 설치되어 있는 정보처리 노드이다. 이 노드들은 현재의 열차 운행에서 열차의 위치 및 속도, 선로변 장치들의 상태 등의 정보를 전달하기 위해 사용되는 음성 통신들을 대체하기 위해 설계되어 있어서 사령자(dispatcher), 기관사들로부터 최소한의 정보를 수집, 처리하고 분배한다.

사령자들은 컴퓨터에 의해서 계속적으로 선로에서 일어나고 있는 상황에 대한 정보를 전달받는다. 기관사들은 자기들의 컴퓨터로부터 그들의 차량이 어떠한 동작을 하고 있는지 또는 어떠한 조작을 행해야 하는지에 관한 정보를 계속적으로 받는다.

다섯번째 구성요소는 앞에서 열거한 네 가지의 노드들을 함께 연결하는 최신의 통신네트워크이다.

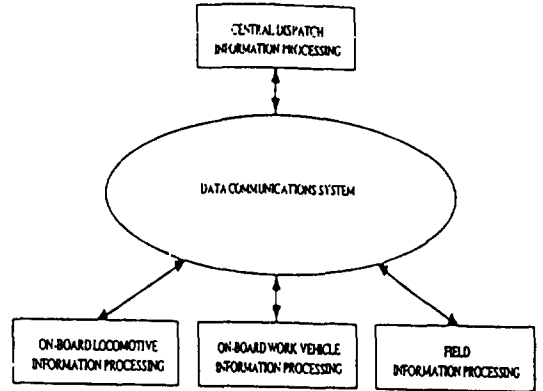


그림 6. 각종의 정보 노드를 연계한 최신의 데이터 통신시스템

그림 6은 이 다섯 가지 요소들로 구성된 ATCS의 개념도이다.

4.2 ATCS의 적용 전망

ATCS는 철도 운전의 효율과 안전성을 향상시키기 위해 설계되어 있다. 여기에는 여러 회사로부터 도입된 구성 요소사이의 데이터 전달 및 교환 형식의 표준화도 포함되어 있다.

ATCS가 열차제어를 위한 목적으로 설계되어 있지만 시스템 설계 등 다른 여러분야에의 적용도 철도 운행의 효율 및 서비스의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

ATCS의 장점을 최대화하기 위해서는 정보관리 시스템(MIS : Management Information System)과의 연계가 필수적이다. MIS는 중요한 경영 정보를 조정 및 분배하는 기능을 제공한다.

장기적인 열차 정보 관리도 ATCS / MIS의 유망한 적용분야이다. 대부분의 MIS가 열차에 관한 정보를 이미 관리하고 있는데 이 정보를 ATCS와 공동으로 관리하여 중복을 피함으로써 비용을 절감할 수 있다.

실시간 데이터에 근거한 열차의 도착시간 예측은 ATCS로부터 MIS에 제공할 수 있는 데이터로 이 정보는 종착역 설계 및 고객 서비스에 매우 가치있는 것이다.

작업 순서 계획은 ATCS / MIS의 적합한 응용분야이다. 철도에 줄 수 있는 이득은 열차기록의 추적, 고객에 대한 신속한 응답 등이다.

동력차에 대한 성능 진단은 동력차의 활용도를

향상시킨다. 기계분야 담당부서에서는 동력차에 대한 상세한 고장 및 진단 정보를 필요로 한다.

향후 ATCS와 MIS의 결합된 형태의 진보된 열차제어시스템은 실시간의 열차제어 뿐만 아니라 종합적인 경영 합리화에까지 응용가능한 시스템으로 발전되어 철도가 보다 경쟁력있고 경제적인 첨단 수송수단으로 발전하는데에 새로운 수단이 될 것으로 전망된다.

5. 맺음말

열차제어시스템은 열차 운행의 안전성을 유지하면서 효율성을 최대화해야 한다는 서로 반대되는 두가지 목표를 동시에 추구해야 하는 특징이 있다. 과거로부터의 전통은 안전성에 큰 비중을 두어 신기술의 도입에 대해 부정적인 입장이 우세했었다. 최근들어 첨단 기술의 전자기술, 컴퓨터 및 디지털 신호처리 기술, 고장허용 시스템(fault-tolerant system), 자기진단 기술 등이 혁신적으로 발전하면서 철도분야에서의 기술혁신이 눈앞에 다가와있다.

융통성이 풍부한 디지털 기술이 점진적으로 철도의 신호 시스템에 적용됨으로 해서 운전조건의 새로운 요구사항에 대응하기 용이해지고 보수유지에도 도움을 주는 등 효율성을 제고 할 수 있게 되었다.

이상으로 고속철도에서의 열차제어시스템에 관하여 소개하였는데 육중한 몸체의 열차에 컴퓨터 두뇌를 장착한 신세대 열차는 앞으로 어느 다른 교통수단보다도 쾌적하고 안전한 교통수단으로서의 위치를 지켜나갈 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Bernard Guilleux, "Signalling on New Lines: The Transition to the TVM 430 System", Revue Generale des Chemins de Fer, 1991
- [2] Francis Taillanter, "A Decade of Operation on the Southeast TGV Line", Revue Générale des Chemins de Fer, 1991
- [3] J.P. Guilloux, "Train Control on French Railroads", Proceedings of a Symposium on Advanced Train Control Systems, 1991
- [4] M. Frank Wilson, "Integration of ATCS with MIS", Proceedings of a Symposium on Advanced Train Control Systems, 1991
- [5] David A. Poltorak and John H. Bailey, "Railroad Operation Using the Advanced Train Control System", Proceedings of a Symposium on Advanced Train Control Systems, 1991
- [6] Jeff Twombly, "Migration from Conventional Signaling to Next-Generation Train Control", Proceedings of a Symposium on Advanced Train Control Systems, 1991
- [7] Mark Chocat, "TVM 430: Automatic Protection for Very Fast Trains", International Symposium on High Speed Rail Systems, 1989
- [8] Philippe Roumequere, "TGV-A: Construction and Maintenance of Fixed Installations Environmental Problems", International Symposium on High Speed Rail Systems, 1989
- [9] 天野 光三, 前田 泰敬, 三輪 利英, "圖說 鐵道工學", 1992



김길상(金吉相)

1944년 11월 29일생. 1967년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1984년 10월 영국 Manchester 공대 전기공학과 졸업(석사). 1998년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1993. 4- 현재 한국고속철도 건설공단 전기연구실장.



신형섭(申亨燮)

1957년 4월 18일생. 1980년 서울대 공대 전기공학과 졸업. 1982년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1991년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 1982. 3~93. 2 한국전기연구소. 현재 한국고속철도건설공단 전기연구실 수석연구원.