

발리스를 이용한 열차 검지에 대한 연구

The Study of Train Detection Using Balise

백종현* 김용규**
Baek, Jonghyen Kim, Yongkyu

Abstract - 현재 세계적인 열차제어의 추세는 궤도회로에 의한 고정폐색방식을 이용한 열차 운행이 아닌 발리스 또는 무선통신에 의한 이동권한을 이용한 열차제어방식을 적용하고 있으며, 국내에서도 이에 맞추어 철도청에서는 ATP 사업을 통하여 발리스에 의한 이동권한을 이용한 열차제어시스템을 적용하고 있다. 기존의 궤도회로를 이용한 열차제어시스템에서는 열차를 궤도회로에 의해 검지하였으나 발리스 또는 무선통신에 의한 이동권한을 이용한 열차제어시스템에서는 궤도회로를 사용하지 않기 때문에 이에 대한 새로운 접근이 요구된다. 본 논문에서는 특히 발리스를 이용하였을 때 열차 검지 및 속도 검지를 위한 방안에 대해 연구하였다.

Key Words : '열차제어시스템 : 발리스 : 이동권한 : 무선통신 : 열차검지 : 속도검지'

1. 서론

현재 한국철도는 기존의 경부선 및 호남선에서 사용되고 있는 ATS(Automatic Train Stop) 시스템에 의한 지상신호방식을 ATP(Automatic Train Protection) 시스템에 의한 차상신호방식으로 개량하기 위한 ATP 구축사업을 추진하고 있다. 한국철도가 운행효율성 증가 및 유지보수의 편리성을 목적으로 발리스에 의한 차상신호방식인 ATP 시스템을 적용하고 있기 때문에 향후 국내의 철도 신호시스템은 차상신호방식으로 개량될 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 이러한 발리스를 이용한 열차검지 및 속도검지의 방법에 대해 연구하였다.

열차제어시스템은 열차의 간격 제어를 위한 열차 검지 및 속도 검지로 분류된다. 속도 검지는 현재 사용중인 도플러 방식과 차상의 타코미터에 의한 방법이 있어서 단지 정밀도를 향상시키는 방향으로 연구의 축이 이동되었다. 새로운 방식의 시도 역시 진행중이지만, 현재까지 특별한 성과를 보여주는 못하고 있다. 그러나 열차 검지에 연관된 연구는 열차 검지를 위한 획기적인 궤도회로 출현이후 현재까지 많은 방식이 검토되었다. 이를 위해 본 논문의 앞에 있어서 특히 궤도 회로의 기능에 영향을 인가하는 차륜/궤도 시스템 효과의 견지에서 본 차륜/궤도 시스템의 문제점을 해결하고, 열차 검지 시스템의 최적의 선택을 위한 규칙 및 기준에 대해 연구하였다[1, 2, 3] 또한 새로운 열차검지 시스템에 적합한 대안 및 절차를 제안하였다.

2. 열차 및 속도검지 기능

최적의 열차검지 시스템을 선택하기 위한 기준은 유럽의 ERTI 보고서 A 174 Committee에서 개발된 접근을 기반으로 열차검지 시스템은 다음과 같은 세 가지 단계로 구성된다[4].

- 열차 검지 방법에서 필요한 기능을 확인한다. 이는 열차 검지가 일부분을 이루는 총체적인 시스템의 필수 동작에 의존한다
- 필수 기능성을 현실화할 수 있게 하는 열차 검지 방법을 (또는 방법들의 결합) 확인하고 함축된 목록을 구성한다
- 적합성에 따라 열차검지방법을 분류하며, 함축된 목록에 나열된 열차 검지 방법을 보다 자세하게 검사한다.

후자의 두 단계는 최적시스템이 명백하게 될 때까지 반복될 필요가 있다. 열차 검지 기능에 대해 위의 과정을 적용하기 위해서는 우선 "열차 검지 기능"의 개념을 이해할 필요가 있다. 이러한 기능은 열차 검지 방법에 의해 발생된 정보의 본질을 규정하지만, 정보가 발생된 것에 의한 수단을 설명하지 않는다. 이에 따른 기능은 다음과 같다.

- 1) 점유 검지 occupancy detection
- 2) 존재 검지 presence detection
- 3) 통과 검지 clearance detection
- 4) 위치 측정 -전두부 location measurement-front
- 5) 위치 측정 -후두부 location measurement-rear
- 6) 속도 측정 speed measurement
- 7) 방향 검지 direction detection
- 8) 방위 검지 orientation detection

저자 소개

- * 正 會 員 : 한국철도기술연구원 선임연구원
- ** 正 會 員 : 한국철도기술연구원 책임연구원

이러한 기능에 관한 자세한 정의는 한국철도기술연구원의 기본사업으로 수행중인 Smart Rail 기술개발 2002년도 보고서에 제시되어 있으며, 또한 대표적 응용 사례 및 안전성 고찰도 함께 설명되었다.[3] 참고로 기능 중 일부와 특정한 응용간의 오버랩의 정도가 이들 기능 모두를 필요로 하진 않는다는 것에 주목해야 한다. 앞의 8 개의 열차 검지 기능으로부터 가상의 응용 시스템이 개발되었고, 그 결과, 기능은 일반적으로 강력하며, 대개의 현대 시스템의 주요 열차 검지 요구사항 및 열차 제어 응용을 포괄한다.

특정한 적용 영역에서 요구되는 열차 검지 기능은 응용 시스템의 요구사항을 분석하여 결정해야 한다. 일반적으로, "중요한" 열차 검지 기능은 모든 요구사항을 포함하는 것이 아니지만 대부분의 요구사항을 충족시킬 것으로 기대된다. 그럼에도 불구하고, 일부 경우에서 열차 하중 및 열차 길이 등과 같은 위에서 제시한 사항 이외의 열차 검지 기능이 요구된다. 특히 중요한 요구사항이 생략되지 않게 하기 위해서, 8개의 열차 검지 기능을 점검표로 사용하는 것이 바람직하다. 8 개의 "중요한" 열차 검지 기능의 도출에 따라 열차 검지 방법의 기능성은 열차의 가능한 우연한 분할을 염두에 두어야 한다는 것을 암시적으로 가정한다. 실제로 "중요 열차 검지 기능"의 기능성은 전체 열차 편성에 대해 고려되며, 이는 분리된 열차의 양쪽 부분을 보호하기에 충분하다. 그러나, 일부 특수한 경우에 위의 열차 검지를 적용하는 경우, 방향을 제공할 수 없는 열차 검지 기능의 제한된 부분적인 결합을 사용할 것으로 인식된다. 이와 같은 상황은 열차 검지 방법이 열차의 전두부 위치와 관련된 곳에서만 발생한다. 열차의 길이 및 방향이 인지될 경우 열차의 후두부 위치는 추측될 수 있지만, 이는 단지 열차가 완전하다는 가정 하에서만 유효하다. 이런 경우, 열차 검지는 열차의 완전성 검지에 필요한 일부 형태가 요구될 수 있다. 비록 열차의 완전성 검지가 열차 검지 기능으로 분류되지는 않지만, 이에 대한 중요성은 인식되고 있다.

적절한 열차 검지 방법의 확인을 위해 앞에서 언급한 8 개의 열차 검지 방법은 단일 또는 여러 개의 혼합 방식으로 사용될 수 있는 23개의 열차 검지방법으로 분류된다. 이들 중 일부 방법은 다른 방법의 변형이지만, 공학적 또는 기능적 측면에서 현저하게 상이하게 주어진다. 각각의 방법을 위한 운영 원리가 설명되고, 기능성이 규정되고, 주석이 고려될 필요가 있는 강제사항 및 방법의 실용성에 기본을 두고 분류된다. 이는 다음과 같이 분류의 편의성에 따라 5개의 광역 그룹으로 분류된다.

- 1) 열차에 특별한 설비를 필요로 하지 않는 방법: 궤도 회로, 레일회로, 초고주파수 적용 궤도 회로, 차륜 검지기, 차축 계수기, 유도 루프(inductive loop), 빔 검지기, 소스 검지기, 궤도 기반 반사시험기, 팬더그래프접촉과 연관된다.
- 2) 위치탐지기법 기반 방법: 무선 위치 탐지 및 판성 방법 설비를 포함한다.
- 3) 비이콘 또는 트랜스폰더 기술에 기반을 둔 방법: 열차가 트랜스미터나 수신기(또는 양쪽 모두)를 보유해야 한다.
- 4) 궤도 장착 케이블 루프에 기반을 둔 방법: 열차가 트랜스미터나 수신기를 보유해야 한다.

5) 지상 차상간 통신을 위한 매체로서 레일의 활용에 기반을 둔 방법: 이 방법은 부호화된 궤도 회로로서 알려져 있으며, 열차가 수신기와 장착되어 있어야 함을 요구한다.

열차의 완전성 검지를 위한 필요성이 선로변에서의 설비를 최소화하고 차량에서의 설비를 집중하는 시스템에서 변형하는 추세로 고려됨에 따라 관련 열차 검지는 모든 운행중인 열차를 기반으로 한다. 이러한 방법은 2개의 그룹으로 분류된다.

- 1) 3 가지 방법이 열차 제동 시스템과 함께 사용된 공기 압 열차 파이프에 의존한다.
- 2) 열차의 길이를 따라서 한 쌍의 전기 전도체에 의존한다.

열차위치 검지 방법은 크게 궤도회로와 차축 계수기에 의해 실현되었다. 우리나라를 비롯하여 대부분의 국가에서는 궤도 회로를 사용하는 반면, 독일 등 일부 국가에서는 차축 계수기에 의한 열차 검지를 실현하였다. 또한 특수한 환경에 있어서 이들 설비를 보조하는 열차 검지기에 의한 열차 검지 방법이 병행하여 사용되고 있다. 우리나라의 경우, 열차 검지는 주로 궤도회로를 사용한다. 궤도회로는 열차 검지는 물론 궤도 철선 유무를 검지하는데 있어서 매우 유용하게 사용된다.

3. 열차제어시스템

본 논문의 배경이 되는 한국철도기술연구원의 Smart Rail 기술개발 연구과제에서 추구하고 있는 Flexible 열차제어장치는 선로 상황과 주변 환경에 관한 정보를 수집하여 여기에 맞게 자동적으로 열차의 속도를 제어하며 비상시에 열차를 제어할 수 있도록 함으로써 고속의 주행으로 고밀도 운전을 안전하게 실현할 수 있게 한다. Flexible 열차제어장치는 열차의 자동운전과 무인운전을 담당하는 부분으로서 주변의 여러 장치들로부터 이에 필요한 각종 정보를 주고받으며 필요한 동작을 한다. 이중에서도 중요한 부분 중의 하나는 열차의 출발에서부터 정지에 이르는 실제 열차의 운행에 따르는 운행 제어라 할 수 있다. 운행 제어는 두 가지로 구분할 수 있는데 하나는 열차의 가속시에 열차에 가해지는 가속속력을 열차에 인가하여 열차의 속도변화에 만족시켜야 하는 사양을 보장할 수 있도록 제어 입력을 생성하는 것이고 다른 하나는 전달되는 목표속도와 열차 속도를 일치시키는 것이다. 열차의 운행제어를 위해 사용되는 정보는 Flexible 열차제어장치가 저장하고 있는 트랙 데이터베이스에서 오는 선로 상태정보, 발리스 또는 무선으로부터 전송되어지는 인접 열차 위치 정보와 현재 열차의 속도 정보를 들 수 있다. 이 중에서 선로의 상태정보는 열차가 운행될 노선에 의해 결정되며 추정된 열차의 위치를 기본으로 저장된 데이터를 읽어 들임으로서 사용할 수 있게 된다. 속도정보는 현재 열차의 운행 속도로서 전용 속도계로부터 일정한 시간 간격으로 읽어 들인다.

4. 발리스를 이용한 열차검지 방법

우선적으로 열차의 위치검지는 balise에 의해 이루어진다

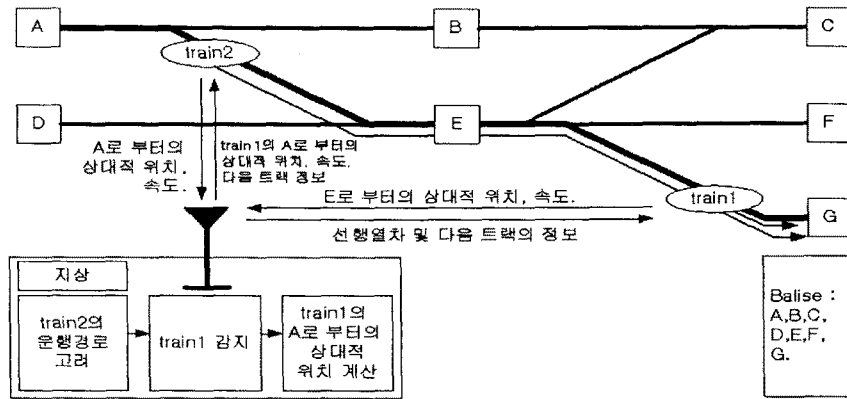


그림 1. 발리스를 이용한 열차검지

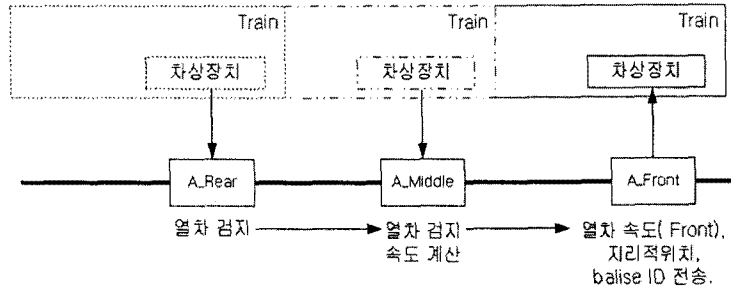


그림 2. 발리스를 이용한 열차 속도검지

가정한다. 여기에서 balise를 사용하는 이유는 열차의 차속에 설치되어 있는 타코미터만으로는 열차의 정확한 지리적 위치를 중앙 집중 센터에서 감지 할 수 없기 때문이다. Balise는 각 선로 분기점 시작 위치, 구배나 경사가 시작되는 곳과 적절한 거리단위로 설치한다. 각 balise는 해당 구역 내에서 고유한 ID와 근접 balise들의 ID, 근접 balise간의 거리차이, 지리적 위치 등의 정보를 가진다고 설정한다.

그림 1에서 열차는 balise를 지나면서 계산된 지리적 위치 오차를 수정하며 가장 최근에 지나온 balise의 ID와 balise에 대한 상대적 위치정보를 중앙 집중 시스템에 전송한다. 중앙 집중 시스템에서는 열차의 운행 진로에 따라 해당되는 선행 열차의 상대적 위치를 계산하여 송신한다. 즉 현재 열차의 위치를 가장 최근에 지나온 balise에 기준을 두어서 계산하여 중앙 집중 시스템에 전송한다. 중앙 집중 시스템에서는 각 balise간 거리 데이터와 전송받은 열차의 balise로부터 상대적 거리를 계산함으로써 열차간 거리차를 계산할 수 있게 된다.

또한, 속도검지는 그림 2와 같이 3개의 balise로 이루어진 balise 그룹에 의해 이뤄질 수 있다. 각각의 balise는 하나의 고유 ID를 가지고 있으며 또한 front, middle, rear의 sub_ID를 가지고 일정간격을 유지하여 위치한다. 최초로 열차를 검지한 balise가 rear라면 열차의 방향은 정 방향으로 운행으로 규정하고 front라면 역 방향으로 운행으로 규정한다. Front 와 rear balise는 열차의 검지 및 balise, 트랙 상황, 열차의 정확한 현재 속도 정보를 전송하며, middle balise는 열차의 속도를 계

산하는 역할을 한다.

5. 결론

미래의 열차검지 시스템은 현재의 궤도 기반 방식이 아닌 열차 기반 방식으로 전환될 것으로 예상되며 이러한 시스템은 차상장치와 지상장치 간의 양방향 통신에 매우 의존하게 될 것이다. 결론적으로 열차검지 방법을 전체 시스템의 절대 필요한 부분으로 여긴다는 것은 중요하다. 특히 제시된 열차검지 및 열차속도검지 방법이 현재 사용중인 열차 운영 업무와 호환이 되는지 여부를 결정하는 것이 무엇보다도 중요하다는 점을 다시 한번 강조한다.

참 고 문 헌

- [1] 백종현, 김용규, "차세대 열차검지를 위한 요구사항 및 기능에 대한 연구", 2003 정보및제어학술회의, 2003. 11.
- [2] Baek, Jonghyen, Kim, Yongjiyu, "THE STUDY OF FUNCTION AND REQUIREMENT SPECIFICATION FOR NEXT GENERATION TRAIN DETECTION ", ICMT 2003 proceeding, December 2003.
- [3] 김종기외, "Smart Rail 기술개발 2002년 보고서".
- [4] ERRI 보고서 A 174 Committee