

철도교통 적용을 위한 고속 고정밀 위치검지 기술 연구

Study on High-Speed and High-Precision Train Position Detection

이재호*†, 박성수*, 김혜윤*

Jae-Ho Lee*†, Sungsoo Park*, Hye Yun Kim*

Abstract As there are more high-speed railway train operations due to lifestyle changes, many researches are being carried out on that. Korea Railroad Research Institute is conducting a national R&D project of “Technology development on the positioning detection of 400km/h class railroad with high precision.” The project aims to improve precision of positioning information by integrating various sensors such as Global Navigation Satellite System, inertial sensor and RFID, instead of using existing track circuit in order to secure the precise position of a train even at high speed of 400km/h. With this, it is possible to establish train control system applicable not only to high-speed railway but to various areas of railway transport. This paper presents the overall structure of positioning detection technology system and application to high-speed trains.

Keywords : Position detection, High-speed train, Train control, RFID, Tag

초 록 생활방식의 변화로 인해 고속철도 운행빈도가 높아짐에 따라 이에 관련된 많은 연구가 진행 중에 있다. 고속열차 운행의 안전성과 신뢰성을 높이기 위하여 한국철도기술연구원에서는 “400km/h급 고정밀 철도 위치검지 기술개발”이라는 국가 R&D 과제를 수행 중에 있다. 본 과제에서는 400km/h의 고속에서도 열차의 위치를 정확하게 확보하기 위하여 기존의 궤도회로 방식 대신 타 교통분야에서 적용중인 위성항법시스템, 관성센서, RFID 등 다양한 위치 및 속도 검지센서의 융·복합을 통해 위치정보의 정밀도를 높이고자 한다. 이를 통해 고속철도 뿐만 아니라 다양한 철도교통분야에서 활용 가능한 열차 제어 시스템을 구축할 수 있다. 본 논문에서는 과제에서 개발하고자 하는 위치검지기술의 전반적인 시스템 구조와 고속열차 적용방안을 제시하고자 한다.

주요어 : 위치검지, 고속철도, 열차제어, 전파식별, 태그

1. 서론

현재 국내 대부분의 도시철도, 일반철도, 고속철도에서 적용중인 열차위치검지기술은 지상설비인 궤도회로와 차상설비인 차륜센서를 이용하고 있다. 궤도회로는 일정길이의 궤도회로 내에서 열차의 존재 여부를 검지하여 열차의 위치를 파악하므로 위치검지 정밀도가 궤도회로 길이로 제한되는 문제가 있다. 열차에 설치되는 차륜센서는 차륜의 회전량을 측정하여 거리와 속도를 측정하는 센서로, 열차가 가·감속시의 공전과 활주, 차륜 마모에 따라 이동거리의 오차가 발생하여 위치검지의 정밀도가 떨어지는 단점이 있다.

† 교신저자: 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부(prolee@krrri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 광역도시교통연구본부

400km/h 이상의 고속열차에 궤도회로와 차륜센서를 활용한 기존의 위치검지기술을 적용할 경우, 열차 위치검지 정밀도는 더욱 떨어지게 된다[1-5]. 고속에서의 열차 위치정보의 정밀도를 개선하기 위하여 한국철도기술연구원에서는 “400km/h급 고정밀 철도 위치검지 기술개발”이라는 국가 R&D과제를 수행 중에 있다. 본 논문에서는 과제에서 수행중인 위치검지 기술의 전반적인 시스템 구조에 대해 설명하고, 이를 고속열차에 적용하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 본 론

2.1 연구내용

열차의 위치정보는 철도시스템의 효율성, 안전성, 편의성 향상을 위한 핵심 정보 중의 하나로 국외 철도 선진국에서는 고정밀, 고효율의 철도 교통 위치검지기술을 개발하여 유지보수, 안전설비, 열차제어 관제와 감시분야 등 다양한 철도 적용분야에 적용 하고 있다.

고정밀 철도교통 위치검지 기술은 최소의 지상설비를 이용하여 적은 비용으로 높은 정밀도의 열차위치정보를 확보할 수 있는 기술을 의미한다. 이 기술은 열차의 위치와 속도를 측정하는 센서들의 정보를 융합하고 데이터를 필터링하여 고품질의 열차 위치정보를 생성하는 열차 위치검지시스템, 운행 중인 열차위치 및 고정위치 시설물의 정보의 검색·확인이 가능한 철도 선로 및 시설물 기반 정보시스템으로 구성되어 있다.

지상설비를 최소화하고 차상중심으로 이루어지는 위치검지시스템은 기존 차량탑재 센서인 차륜센서 외에 위성항법, RFID, 관성센서 기술의 융합을 통해 3차원 열차위치정보의 정밀도와 연속성을 확보하며, 확보된 열차위치정보는 무선통신망을 통해 철도 운영(관제)센터에 보고되어, 철도운영분야(관제, 감시, 안전, 유지보수, 열차제어 등)에 활용된다. Fig 1.은 본 과제에서 개발하는 위치검지기술의 개념을 나타낸다.



Fig. 1 Train position detection system

이러한 위치검지기술의 연구는 실험단계, 시제품단계, 실용화 단계로 이루어진다. 실험 단계에서는 400km/h급 고속에서 $\pm 1m$ 급의 정밀도를 갖는 위치검지시스템을 구현하기 위하여 다양한 융·복합기술을 활용하여 각종 센서의 특성을 확인하기 위한 실차 시험을 수행하고 그 결과를 바탕으로 오차저감기법 및 위치검지 융합처리기법을 설계한다. 또한, 고속응동, 내환경성 개선, 저비용, 소형화를 만족하는 철도교통용 트랜스폰더 시스템을 개발하고, 철도 환경 특성에 적합하도록 프로토 타입을 구현한 후, 성능 시험을 통해 제품 보완 및 검도를 수행할 계획이다.

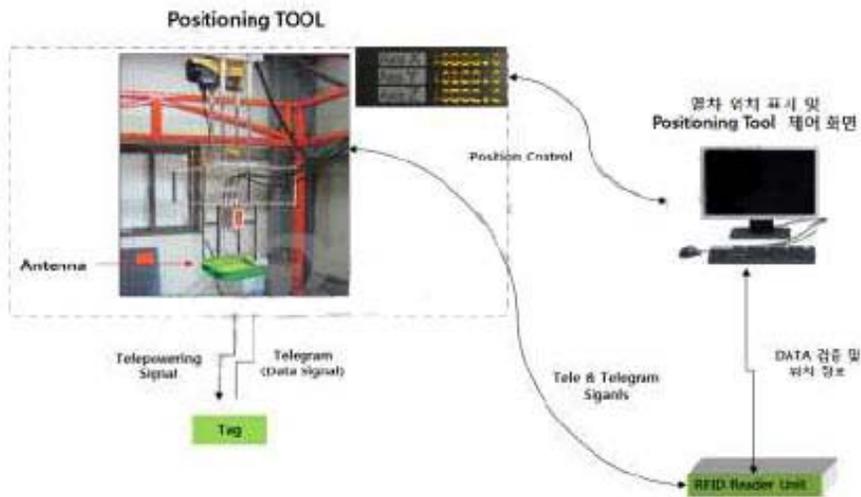


Fig. 2 Evaluation test for RFID system

시제품 단계에서는 보완 설계를 기반으로 시제품을 제작하고 호남고속철도구간(23km)에 Test-bed를 설치하여 시험차량인 HEMU-430X를 기반으로 실차 성능시험을 수행할 계획이다. 실차 성능시험을 통해 개발된 위치검지시스템 성능을 확인하고 그 결과에 따라 최종시제품을 제작하여 한국철도기술연구원에서 개발 중인 고속 종합검측차량에 위치검지시스템을 구축하고 검측차량과의 인터페이스를 위한 시제품을 제작할 계획이다.

2.2 연구목표 및 활용방안

본 연구과제에서는 철도 위치정보의 정밀도 개선 및 활용성 증대를 위해 차상중심 위치검지시스템 및 트랜스폰더 시스템 개발 및 성능 평가를 통해 실용화 핵심기술을 구현하는 것을 목표로 한다.

2.2.1 핵심기술 목표

2.2.1.1 RFID 고속 응동기술

400km/h의 고속 이동환경에 적합하도록 RFID의 안테나 구조, 고속 신호처리, 저전력 기술을 개발하고 이를 통해 400km/h에서 신뢰수준 95%이상의 고속 응용 성능 확보하는 것을 목표로 한다.

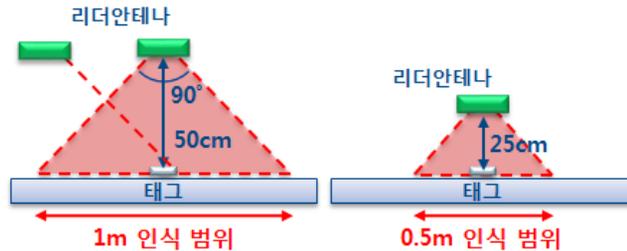


Fig. 3 High-speed identification of RFID system (Distance between reader and tag: 50cm, 25cm)

2.2.1.2 RFID TAG 소형화, 저가격화 및 현장 적용기술

RFID TAG의 취부에 대한 문제해결을 위해 현장 철도 침목과의 취부 적합성을 개발하고 환경시험을 통해 기존 철도용 발리스 대비 크기를 소형화하고 저가격화를 추구하는 것을 목표로 한다. 또한 진동, 충격, 온도 등 선로환경에 대한 내환경성을 확보하고 유지보수의 효율성을 증대시키는 것을 목표로 한다.

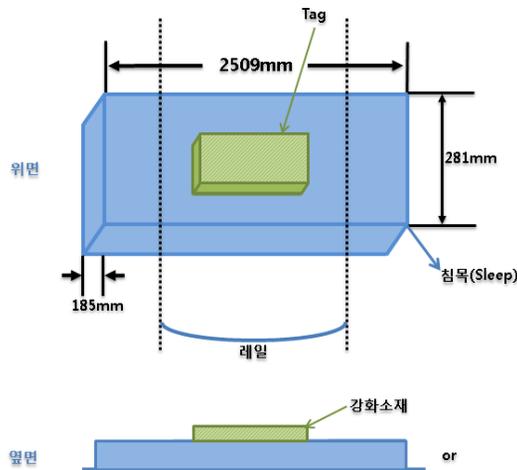


Fig.4 Development of environmentally tolerant RFID tag

2.2.1.3 열차 위치검지시스템 융합기술

위치검지 센서 별 오차저감기술 및 센서정보의 고속융합기술(고성능 임베디드 하드웨어 및 Real Time OS 적용)을 개발하고 고속 종합 검측차 사업과 연계하여 각종 검측 장치간 위치정보의 연계를 추진함으로써 철도 운행환경을 고려한 1m급 차상중심 위치검지 융합기술 개발을 목표로 한다. 또한 HEMU-430X 실차 시험시 레이저 검지기술을 활용하여 열차가 태그

설치위치를 통과할 때 리더와 레이저 검지간의 시간지연을 측정하여 위치검지시스템을 통해 얻어진 위치정보의 정밀도를 측정할 계획이다.

2.2.2 연구 활용방안

본 과제의 연구결과인 열차 위치검지시스템을 고속 및 일반 검측차에 우선 적용하여 성능을 검증하고 이를 선로, 전기, 신호, 통신 등 각종 철도 시설물 검측 설비에 연계하여 검측 지점에 대한 정밀도 향상 및 유지보수 효율성 개선을 도모 할 계획이다. 또한, 개발된 기술을 여객 및 화물용 기관차에 적용할 경우 실시간 운행상태 감시를 통해 운행 안전성을 향상시킬 수 있고, 무선통신망과 연계할 경우 철도교통 운영관제 설비에서 이루어지는 운행관제 및 감시성능이 개선될 것으로 기대된다. 또한, 1인 승무 지원용 운전자 지원장치에 적용함으로써 열차 운행의 안전성을 확보할 수 있다.

3. 결 론

본 논문에서는 현재 운영되고 있는 위치검지기술을 보완하고, 고속에서도 정밀도와 안전성을 보장하는 고정밀 열차 위치검지 기술 연구를 소개하였다. 이 연구를 통해 철도건설 및 운영비용 절감을 구현하고 유지보수, 열차제어, 안전, 관제/감시 분야 등 다양한 철도기술의 발전에 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] 신경호, 정의진, 이준호, (2006) 능동형 열차위치검지장치 구성방안 연구, 대한전기학회, 대한전기학회 학술대회 논문집, 2006.7, pp.1128-1129.
- [2] 신경호, 정의진, 김종기, (2006) 차상기반 열차위치검지방식의 구성방안 연구, 대한전기학회, 대한전기학회 학술대회 논문집, 2006.10, pp.238-240.
- [3] 신경호, 정의진, 이준호, (2006) GPS/DR기반의 차상열차위치검지방안 연구, 한국철도학회, 한국철도학회 학술발표대회논문집, 2006.11, pp.55-62.
- [4] 신경호, 신덕호, 송용수, 이재호, (2011) 철도차량용 열차정밀측위장치 성능평가 방안 연구, 한국철도학회, 한국철도학회 학술발표대회논문집, 2011.5, pp.671-679.
- [5] 신경호, 이재호, (2012) 철도교통의 위치검지기술, 한국철도학회, 철도저널 15(1), 2012.2, pp.16-21.