



(19) 대한민국 지식재산청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2026년03월31일
(11) 등록번호 10-2945965
(24) 등록일자 2026년03월26일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B61L 27/70 (2022.01) B61L 27/04 (2006.01)
B61L 27/20 (2024.01) H04L 9/40 (2022.01)
- (52) CPC특허분류
B61L 27/70 (2022.01)
B61L 27/04 (2025.05)
- (21) 출원번호 10-2025-0124165
- (22) 출원일자 2025년09월02일
심사청구일자 2025년09월02일
- (56) 선행기술조사문헌
KR101852048 B1*
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
국가철도공단
대전광역시 동구 중앙로 242 (신안동)
한국철도공사
대전광역시 동구 중앙로 240 (소제동)
- (72) 발명자
유진영
대전광역시 동구 중앙로 242, 철도혁신연구원(27층)
- 성동일
대전광역시 동구 중앙로 242, 철도혁신연구원(27층)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
이재훈, 조형희

전체 청구항 수 : 총 7 항

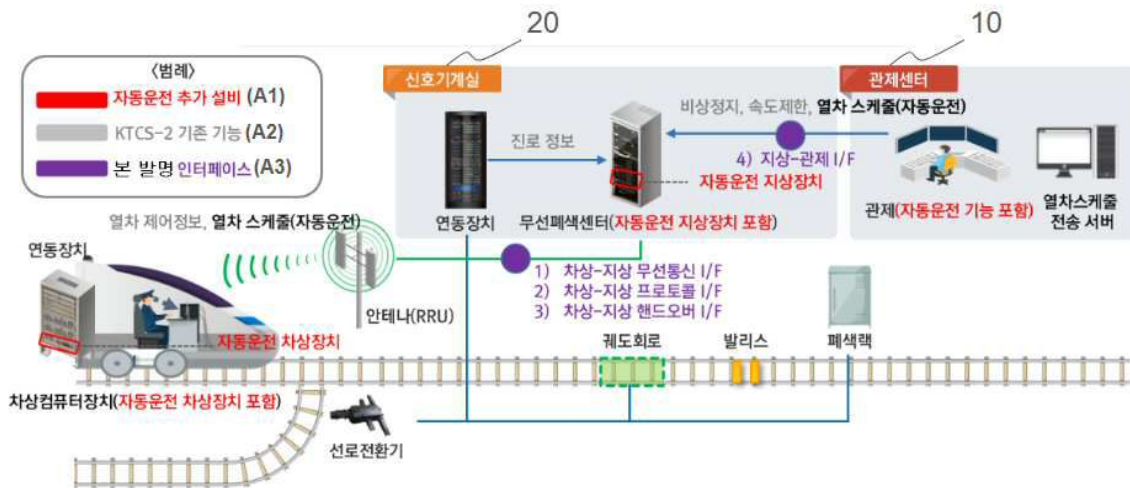
심사관 : 김영훈

(54) 발명의 명칭 **KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 열차자동운전(ATO) 시스템의 데이터 송수신 기술에 관한 것으로, 특히 분산된 환경에서 데이터의 실시간성과 무결성을 보장하고, 보안성을 강화하며, 통신 효율을 극대화하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B61L 27/20 (2024.01)
H04L 63/0442 (2013.01)
H04L 63/0876 (2013.01)
H04L 63/123 (2013.01)
B61L 2205/00 (2013.01)

(72) 발명자

이성찬

대전광역시 동구 중앙로 242, 철도혁신연구원(27층)

임명호

대전광역시 동구 중앙로 242, 철도혁신연구원(27층)

임재경

대전광역시 동구 중앙로 242, 철도혁신연구원(27층)

장연록

대전광역시 동구 중앙로 242, 철도혁신연구원(27층)

김현중

대전광역시 동구 중앙로 240

박채욱

대전광역시 동구 중앙로 240

박주훈

대전광역시 동구 중앙로 240

최원규

대전광역시 동구 중앙로 240

김건순

대전광역시 동구 중앙로 240

이태훈

대전광역시 동구 중앙로 240

박지선

대전광역시 동구 중앙로 240

배태기

대전광역시 동구 중앙로 240

(56) 선행기술조사문헌

KR102512650 B1*
KR1020250042041 A*
KR102647451 B1*
JP2020099097 A*
KR101740400 B1*
JP2021165139 A*
KR100790028 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

KTCS(Korean Train Control System) 열차자동운전(ATO) 하부 시스템 간 데이터 송수신 시스템에 있어서, 열차의 운행 계획인 운행 프로파일(JP: Journey Profile)을 생성하여 전송하는 관제 센터(CTC: Centralized Traffic Control, 10)와 무선 통신망을 통해 연결되고, 열차에 탑재되어 자동 운전을 수행하는 자동운전 차상장치(ATO-OB: ATO-Onboard System, 30); 및

상기 관제 센터(10)와 상기 자동운전 차상장치(30) 사이에 위치하여 데이터 송수신을 중계하는 자동운전 지상장치(ATO-TS: ATO-Trackside System, 20)를 포함하며,

상기 자동운전 지상장치(20)는,

상기 자동운전 차상장치(30)와의 무선 통신 구간에서 데이터의 기밀성과 무결성을 보장하기 위한 보안전송장치(STU: Security Transmission Unit, 50)를 구비하되, 상기 보안전송장치(50)는 암호화 통신 설정에 앞서, 사전에 인가된 자동운전 차상장치(30)의 ATO ID와 IP 주소를 매핑하여 저장한 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)을 참조하여, 접속을 시도하는 차상장치의 IP 주소가 상기 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)에 등록된 인가된 장치인지 여부를 먼저 검증하고, 검증된 경우에만 암호화된 통신 세션을 수립하여 비인가 장치의 접근을 원천적으로 차단하는 접근 제어부;를 포함하고,

상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 자동운전 차상장치(30)로부터 열차번호(NID_Operation)와 현재 보유 중인 TP(NID_TP) 정보를 포함하는 주기적인 상태 보고를 수신하며, 상기 자동운전 지상장치(20)가 수신된 상태 보고 정보를 기반으로 상기 관제 센터(10)에 해당 열차의 운행 프로파일(JP)을 요청하고, 상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 관제 센터(10)로부터 선로정보(SP)가 제외된 운행 프로파일(JP) 포맷 데이터를 수신하여, 상기 자동운전 지상장치(20)가 내부의 선로정보 저장소(20-1)에서 해당 선로정보(SP)를 인출하여 상기 수신된 상기 운행 프로파일(JP) 포맷 데이터와 결합한 후, 완전한 운행 정보를 상기 자동운전 차상장치(30)로 전송하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 보안전송장치(STU, 50)는,

키 관리 센터(KMC)로부터 사전에 배포받은 암호화 키를 이용하여 3DES-CBC(Triple Data Encryption Standard - Cipher Block Chaining) 알고리즘에 기반해 메시지 인증 코드(MAC: Message Authentication Code)를 생성하고, 메시지 인증 코드를 전송할 데이터 패킷에 첨부하여 송신하며,

데이터 수신 시에는 수신된 메시지로부터 동일한 방식으로 MAC을 계산하여 첨부된 MAC 값과 비교함으로써 전송 중 데이터의 위변조 여부를 검증하는 ER Safety Layer(EuroRadio Safety Protocol)를 포함하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 자동운전 지상장치(20)는,

운행이 없는 특정 시간대에 관제 센터(10)로부터 해당 지상장치의 제어 영역과 관련된 모든 열차의 일일 운행 시간표(Time Table) 데이터 또는 운행 프로파일(JP) 데이터를 일괄적으로 미리 수신하여 선로정보 저장소(20-1) 또는 별도의 내부 데이터베이스에 저장하는 일괄 전송 모드로 동작하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 자동운전 지상장치(20)는,

열차 운행 중에는 상기 자동운전 차상장치(30)로부터 열차번호 및 위치 정보를 포함한 상태 보고를 수신하면, 미리 저장된 데이터를 기반으로 해당 열차에 필요한 운행 프로파일(JP)을 자체적으로 생성하거나 추출하여 상기 자동운전 차상장치(30)로 직접 전송하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조.

청구항 5

관제 센터(CTC, 10), 복수의 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20), 및 열차에 탑재되는 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)를 포함하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템의 데이터 송수신 방법에 있어서,

상기 자동운전 지상장치(20)가 선로의 구배, 곡선 반경, 속도 제한을 포함하는 불변의 선로정보(SP)를 내부의 선로정보 저장소(20-1)에 사전에 저장 및 관리하는 단계;

상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 관제 센터(10)로부터 선로정보(SP)가 제외된 운행 프로파일(JP)을 수신한 후, 저장된 상기 선로정보(SP)와 수신된 상기 운행 프로파일(JP)을 결합하여 통합된 운행 정보를 생성하고, 운행 정보를 상기 자동운전 차상장치(30)로 전송하는 단계;

상기 자동운전 지상장치(20)와 상기 자동운전 차상장치(30) 간에 데이터를 송수신할 때, 메시지 헤더에 데이터 전체의 길이를 명시하는 패킷 길이 변수(60-1)가 포함된 응용 계층 메시지(60)를 이용하며, 수신 측에서 상기 패킷 길이 변수(60-1) 값을 먼저 확인하여 데이터 수신에 필요한 메모리 버퍼의 크기를 확정하고, 해당 길이만큼 데이터를 읽어 들여 패킷의 끝을 알리는 ETX 필드가 손상되거나 유실된 경우에도 데이터 처리 오류를 방지하는 단계;

상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 자동운전 차상장치(30)로부터 열차번호(NID_Operation)와 현재 보유 중인 TP(NID_TP) 정보를 포함하는 주기적인 상태 보고를 수신하는 단계;

상기 자동운전 지상장치(20)가 수신된 상기 주기적인 상태 보고를 기반으로 상기 관제 센터(10)에 해당 열차의 운행 프로파일(JP)을 요청하는 단계;

상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 관제 센터(10)로부터 선로정보(SP)가 제외된 운행 프로파일(JP) 포맷 데이터를 수신하는 단계; 및

상기 자동운전 지상장치(20)가 내부의 선로정보 저장소(20-1)에서 해당 선로정보(SP)를 인출하여 상기 수신된 상기 운행 프로파일(JP) 포맷 데이터와 결합한 후, 완전한 운행 정보를 상기 자동운전 차상장치(30)로 전송하는 데이터 결합 및 전송 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 자동운전 지상장치(20)가 통합된 상기 운행 정보를 전송하기 전에, 키 관리 센터(KMC)로부터 공유받은 비밀 키와 3DES-CBC 알고리즘을 이용하여 메시지 인증 코드(MAC)를 생성하고, 메시지 인증 코드(MAC)를 생성된 운행 정보 메시지에 첨부하여 상기 자동운전 차상장치(30)로 전송하는 접근 제어 및 보안 통신 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 방법.

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 5에 있어서,

상기 자동운전 지상장치(20)가 운행 시작 전 특정 시점에, 관제 센터(10)로부터 관할 구간의 모든 열차에 대한 일일 운행 시간표(Time Table) 데이터를 일괄적으로 전송받아 내부 데이터베이스에 저장하는 단계;

열차 운행 중, 상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 자동운전 차상장치(30)로부터 상태 보고를 수신하는 단계; 및

상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 관제 센터(10)로의 추가 요청 없이, 저장된 상기 일일 운행 시간표 데이터와 수신된 상태 보고를 기반으로 필요한 운행 프로파일(JP)을 자체적으로 생성하고, 운행 프로파일(JP)을 내부의 선로정보(SP)와 결합하여 상기 자동운전 차상장치(30)로 전송하는 데이터 결합 및 전송 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 열차자동운전(ATO) 시스템의 데이터 송수신 기술에 관한 것으로, 특히 분산된 환경에서 데이터의 실시간성과 무결성을 보장하고, 보안성을 강화하며, 통신 효율을 극대화하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전 세계적으로 철도 시스템은 수송 능력의 증대, 운행 효율성의 극대화, 그리고 인적 오류 감소를 통한 안전성 확보라는 시대적 요구에 직면해 있다. 이러한 요구에 부응하기 위한 핵심 기술로서 열차자동운전(Automatic Train Operation, ATO) 시스템이 주목받고 있으며, 해당 시스템은 특히 도심 철도 및 고속철도 노선을 중심으로 그 도입이 활발하게 이루어지고 있다. ATO 시스템은 기관사의 개입을 최소화하고, 사전에 계획된 운행 프로파일(Journey Profile)에 따라 열차의 출발, 주행, 정차 등 전반적인 운영을 자동적으로 제어한다. 이를 통하여 ATO 시스템은 정시성 확보, 에너지 효율 최적화, 그리고 승차감 향상에 크게 기여한다.

[0003] 한국의 경우, 도심 구간의 높은 열차 밀도, 산악 지형이 많은 지리적 특성, 그리고 고도의 안정성과 보안을 요구하는 국민적 정서 등 타 국가와는 상이한 운영 환경을 가진다. 따라서 ETCS 표준을 기반으로 하면서도 국내 환경의 요구사항을 충족시키지 못하는 종래의 기술들은 심각하고 다층적인 문제점들을 내포하고 있으며, 이는 ATO 시스템의 안정성, 효율성, 그리고 확장성을 저해하는 중대한 걸림돌이 되고 있다.

[0004] 이어서, 데이터 전송 프로토콜의 불안정성 및 비효율성 문제를 설명한다. 무선 통신 채널은 특성상 데이터 전송 오류가 발생할 확률이 높으므로, 이를 효과적으로 감지하고 복구할 수 있는 견고한 데이터 전송 프로토콜이 필수적이다. 그러나 종래 시스템에서 사용되는 응용 계층 메시지 프로토콜은 이러한 측면을 충분히 고려하지 않은 구조적 결함을 가진다.

[0005] 종래 프로토콜은 손상되거나 불완전한 패킷 처리에 모호성을 가진다. 다수의 프로토콜은 메시지의 시작과 끝을 알리는 특정 바이트(STX/ETX)와 오류 검증 코드(CRC)에 의존한다. 만약 데이터 전송 중 노이즈로 인해 메시지의 끝을 알리는 ETX 바이트가 유실되면, 수신 측 시스템은 메시지의 끝을 판단할 수 없어 수신 버퍼가 계속 대기 상태에 놓이게 된다. 이로 인해 뒤이어 수신되는 정상 패킷의 데이터까지 앞선 불완전한 패킷의 일부로 오인하여 병합하는 오류가 발생하며, 결국 수신 버퍼에 쌓인 대량의 데이터를 모두 폐기하고 재전송을 요청해야 하므로 통신 효율이 현저히 저하된다.

[0006] 이러한 ETX 유실 문제는 더 나아가 버퍼 오버플로우로 인한 시스템 불안정 및 중단 위험을 야기할 수 있다. 수신 장치가 패킷의 끝을 인지하지 못한 채 할당된 메모리 버퍼 공간을 넘어 데이터를 계속 기록하면, 이는 다른 메모리 영역을 침범하여 통신 모듈 프로그램의 비정상적 종료를 유발하고 최악의 경우 시스템 전체가 다운되는 결과를 초래할 수 있다. 메시지 헤더에 전체 패킷의 길이를 명시하는 필드가 없는 사소한 설계 결함이 이처럼 파괴적인 결과를 낳을 수 있다.

[0007] 또한, 수신 측에서 패킷의 전체 길이를 미리 알 수 없다는 점은 비효율적인 데이터 파싱 로직으로 이어진다. 수신 시스템은 데이터 길이를 모르기 때문에, 데이터를 읽어 들이면서 한 바이트씩 순차적으로 스캔하여 ETX 마커를 검사해야 하므로 CPU에 불필요한 부하를 준다. 반면, 프로토콜 헤더에 패킷 길이 정보가 포함되어 있다면, 수신 시스템은 해당 길이만큼의 메모리만 정확히 할당하고 정해진 양의 데이터만 읽어 들여 훨씬 빠르고 효율적인 처리가 가능하다.

- [0008] 다음으로, 핸드오버 절차의 불완전성으로 인한 운행 연속성 및 안전성 저해 문제를 설명한다.
- [0009] 열차가 하나의 지상장치 제어 영역을 벗어나 다음 제어 영역으로 진입할 때 제어권을 이양하는 핸드오버 절차는 ATO 시스템의 운행 연속성에 직결된다. 그러나 종래 시스템에서는 이 핸드오버 절차가 명확하게 정의되지 않아 여러 문제점이 발생한다.
- [0010] 종래의 핸드오버 방식은 종종 기존 지상장치와의 통신을 먼저 종료한 후 새로운 지상장치와 연결을 시도하는 'Break-before-Make' 방식으로 동작하여, 통신이 완전히 두절되는 '제어 공백' 상태를 필연적으로 발생시킨다. 이 순간 차상장치는 어떠한 제어 명령도 수신할 수 없으며, 긴급 상황 발생 시 이에 대응할 수 없다. 비록 안전장치로서 자동 제동이 체결되도록 설계되어 있으나, 이는 불필요한 감속을 유발하여 열차의 정시성을 해치고 승차감을 저하시키는 원인이 된다.
- [0011] 이를 피하기 위해 새로운 지상장치와 먼저 연결한 후 기존 연결을 끊는 'Make-before-Break' 방식을 고려할 수 있으나, 이 또한 명확한 제어권 이전 규칙이 정의되지 않으면 또 다른 문제를 야기한다. 차상장치가 일시적으로 두 지상장치와 동시에 연결된 상태에서 서로 상이한 운행 명령을 수신하면, 제어 로직은 혼란 상태에 빠져 예측 불가능한 운행 행태를 유발할 수 있다. 결국, 핸드오버 과정에서의 제어권 이양 시점, 데이터 동기화, 명령의 유일성 보장에 대한 표준화된 프로토콜의 부재는 시스템의 안정성을 위협하는 잠재적 위험 요소로 작용한다.
- [0012] 마지막으로, 데이터 갱신 및 배포 방식의 경직성과 비효율성 문제를 설명한다. 효율적인 ATO 시스템은 고정된 데이터를 효율적으로 관리하면서도 동적인 변화에 민첩하게 대응할 수 있는 유연한 데이터 배포 아키텍처를 갖추어야 한다. 그러나 종래의 시스템들은 데이터 배포 방식이 경직된 구조를 가져 운영상의 비효율을 초래한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명은 전술한 문제점을 개선하기 위해 안출된 것으로, 본 발명은 자동운전 지상장치가 선로정보(SP)를 분산 관리하여 중앙 시스템의 통신 부하를 줄이고, 패킷 길이 변수(L_PACKET_ATO)를 포함한 프로토콜을 통해 데이터 처리 안정성을 높이며, 보안전송장치(STU)와 IP 매핑 테이블로 무선 통신 보안을 강화하고, 명확한 핸드오버 절차로 운행 연속성을 확보하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조(KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조)을 제공하는데 목적이 있다.
- [0014] 또한 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 시스템의 지상장치가 선로정보를 운행 프로파일과 결합하여 전송하고, 패킷 길이 기반으로 데이터를 안정적으로 수신하며, 인가된 장치만 보안 통신을 수행하고, 통신 두절 없는 핸드오버를 수행하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 방법(KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 방법)을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시예는 KTCS(Korean Train Control System) 열차자동운전 하부 시스템 간 데이터 송수신 시스템에 있어서,
- [0016] 열차의 운행 계획인 운행 프로파일(JP: Journey Profile)을 생성하여 전송하는 관제 센터(CTC: Centralized Traffic Control, 10);
- [0017] 상기 관제 센터와 무선 통신망을 통해 연결되고, 열차에 탑재되어 자동 운전을 수행하는 자동운전 차상장치(ATO-OB: ATO-Onboard System, 30); 및
- [0018] 상기 관제 센터와 상기 자동운전 차상장치 사이에 위치하여 데이터 송수신을 중계하는 자동운전 지상장치(ATO-TS: ATO-Trackside System, 20)를 포함하며,
- [0019] 상기 자동운전 지상장치는, 선로의 구배, 곡선 반경, 속도 제한과 같은 불변의 선로 데이터인 선로정보(SP)를 사전에 저장 및 관리하는 선로정보 저장소를 자체적으로 구비하여, 상기 관제 센터로부터 상기 선로정보가 제외된 운행 프로파일만을 수신하고, 상기 수신된 운행 프로파일과 상기 선로정보 저장소에 저장된 선로정보를 결합하여 통합된 운행 정보를 생성하는 데이터 통합 처리부;
- [0020] 상기 자동운전 차상장치와의 무선 데이터 송수신 시, 메시지의 시작과 끝을 명시하는 필드와는 별개로, 메시지 헤더 영역에 데이터 전체의 길이를 명시하는 일정 바이트 크기의 패킷 길이 변수가 포함된 응용 계층 메시지 프

로토콜을 사용하여, 데이터 수신 시 상기 패킷 길이 변수를 먼저 해석하여 필요한 메모리 버퍼를 할당하고 해당 길이만큼의 데이터만 수신 처리함으로써 ETX 필드 유실 시에도 수신 버퍼 오버플로우나 후속 정상 패킷과의 병합 오류를 방지하는 프로토콜 처리부;

- [0021] 상기 자동운전 차상장치와의 무선 통신 구간에서 데이터의 기밀성과 무결성을 보장하기 위한 보안전송장치(STU: Security Transmission Unit, 50)를 구비하되, 상기 보안전송장치는 암호화 통신 설정에 앞서, 사전에 인가된 자동운전 차상장치의 ATO ID와 IP 주소를 매핑하여 저장한 차상 STU IP 매핑 테이블을 참조하여, 접속을 시도하는 차상장치의 IP 주소가 상기 테이블에 등록된 인가된 장치인지 여부를 먼저 검증하고, 검증된 경우에만 암호화된 통신 세션을 수립하여 비인가 장치의 접근을 원천적으로 차단하는 접근 제어부; 및
- [0022] 상기 자동운전 차상장치가 현재의 제어 영역을 벗어나 인접한 다른 자동운전 지상장치의 제어 영역으로 진입할 때, 기존 연결을 먼저 끊는 방식이 아닌, 새로운 지상장치와 먼저 통신을 수립한 후 기존 연결을 종료하는 방식의 핸드오버 절차를 수행하되, 제어권 이양 시점, 데이터 동기화, 명령의 유일성을 보장하는 명확한 프로토콜에 따라 제어권 충돌이나 통신 두절로 인한 제어 공백 상태 없이 운행 연속성을 확보하는 핸드오버 처리부를 포함한다.
- [0023] 본 발명은 관제 센터, 복수의 자동운전 지상장치, 및 열차에 탑재되는 자동운전 차상장치를 포함하는 KTCS 열차 자동운전 하부 시스템의 데이터 송수신 방법에 있어서,
- [0024] 상기 자동운전 지상장치가 선로의 구배, 곡선 반경, 속도 제한과 같은 불변의 선로정보를 내부의 선로정보 저장소에 사전에 저장 및 관리하는 단계;
- [0025] 상기 자동운전 지상장치가 상기 관제 센터로부터 선로정보가 제외된 운행 프로파일을 수신한 후, 상기 저장된 선로정보와 상기 수신된 운행 프로파일을 결합하여 통합된 운행 정보를 생성하고, 이를 상기 자동운전 차상장치로 전송하는 단계;
- [0026] 상기 자동운전 지상장치와 상기 자동운전 차상장치 간에 데이터를 송수신할 때, 메시지 헤더에 데이터 전체의 길이를 명시하는 패킷 길이 변수가 포함된 응용 계층 메시지를 이용하며, 수신 측에서 상기 패킷 길이 변수 값을 먼저 확인하여 데이터 수신에 필요한 메모리 버퍼의 크기를 확정하고, 해당 길이만큼만 데이터를 읽어 들여 패킷의 끝을 알리는 ETX 필드가 손상되거나 유실된 경우에도 데이터 처리 오류를 방지하는 단계;
- [0027] 상기 자동운전 지상장치가 보안전송장치를 통해 상기 자동운전 차상장치와 통신을 개시할 때, 사전에 ATO ID와 IP 주소를 매핑하여 등록한 차상 STU IP 매핑 테이블을 조회하여 접속을 시도하는 차상장치의 IP 주소의 유효성을 먼저 검증하며, 검증이 성공한 경우에만 암호화된 데이터 통신을 수행하여 비인가 장치의 접속 시도를 차단하는 단계; 및
- [0028] 상기 자동운전 차상장치가 하나의 지상장치 제어 영역에서 인접한 다음 지상장치의 제어 영역으로 이동할 때, 제어권을 이양받을 새로운 지상장치와 먼저 통신 링크를 설정하고 데이터 동기화를 완료한 후, 기존 지상장치와의 통신 링크를 안전하게 종료하는 명확히 정의된 핸드오버 절차를 수행하여, 통신 두절 구간이나 제어권 충돌 없이 운행의 연속성을 보장하는 단계를 포함한다.
- [0029]

발명의 효과

- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따라 자동운전 지상장치가 선로정보를 직접 관리하고 전송함으로써, 중앙 관제 센터의 통신 부하를 획기적으로 줄이고 데이터 전송 지연을 최소화하여 시스템의 실시간 응답성과 안정성을 크게 향상시키는 효과가 있다. 또한, 메시지 헤더에 패킷의 전체 길이를 명시하는 변수를 포함시켜, 통신 오류로 인한 데이터 처리 실패나 시스템 다운 위험을 원천적으로 방지하고 데이터 송수신의 신뢰도를 높이는 효과가 있다.
- [0031] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면 보안전송장치(STU)와 IP 주소 매핑 테이블을 적용하여 비인가 장치의 접근을 근본적으로 차단하고 통신 내용을 암호화함으로써, 데이터 위변조나 해킹과 같은 보안 위협으로부터 시스템을 안전하게 보호하는 효과가 있다. 더불어, 제어권 이양 시 통신 두절을 방지하는 명확한 핸드오버 절차를 통해 열차 운행의 연속성을 보장하고, 운영 환경에 따라 유연한 데이터 배포 방식을 제공하여 시스템 전체의 운영 효율성을 극대화하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 KTCS 열차자동운전 하부 시스템 간 데이터 송수신 방식을 나타내는 개략도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 KTCS 열차자동운전 하부 시스템 간 데이터 송수신 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 보안전송장치의 통신 계층 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 응용 계층 메시지의 패킷 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 운행 프로파일의 실시간 전송 방식을 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 운행 프로파일의 일괄 전송 방식(Time Table)을 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 운행 프로파일의 일괄 전송 방식(JP 데이터)을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 도 1은 본 발명의 KTCS(Korean Train Control System) 열차자동운전(ATO: Auto Train Operation) 하부 시스템 간 데이터 송수신 방식을 나타낸 개략도이다. 본 발명의 시스템은 열차 운영을 중앙에서 제어하며 운행 프로파일(JP: Journey Profile)을 생성하는 관제 센터(CTC: Centralized Traffic Control, 10)와 이를 받아 처리하여 열차에 전송하는 지상 시스템인 자동운전 지상장치(ATO-TS: ATO-Trackside System, 20), 그리고 열차에 탑재되어 실제 자동 운전을 수행하는 자동운전 차상장치(ATO-OB: ATO-Onboard System, 30)를 포함하여 구성된다.
- [0034] 관제 센터(CTC, 10)는 열차의 운행 프로파일을 생성하여 이를 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)에 전달한다. 이때 운행 프로파일(JP)은 열차의 운행 계획에 필요한 열차 스케줄, 정차 지점, 정차 시간 등의 정보를 포함한다. 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 관제 센터(10)로부터 전달받은 운행 프로파일과 자체적으로 보유한 선로정보(SP: 20-1)를 통합하여, 이를 차상장치(ATO-OB, 30)에 전송한다. 선로정보 저장소(SP, 20-1)는 구배, 선로 속도 등과 같은 고정적인 선로 데이터를 포함하는 데이터베이스로, 지상장치가 이를 직접 관리함으로써 CTC(10)와의 불필요한 정보 교환을 최소화하여 시스템의 효율성을 높이는 중요한 역할을 수행한다.
- [0035] 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)는 지상장치(ATO-TS, 20)로부터 받은 운행 프로파일(JP) 및 선로정보(SP)를 바탕으로 열차의 속도 및 제동을 제어하는 열차제어 차상장치(KVC: Korean Vital Computer, 40)에 제어 명령을 전달한다. KVC(40)는 전달받은 명령을 기반으로 실제 열차를 운행하며, 정밀한 자동 운전이 이루어지도록 한다.
- [0036] 한편, 본 발명은 데이터 송수신 과정에서 보안을 강화하기 위해 보안전송장치(STU: Security Transmission Unit, 50)를 도입하였다. STU(50)는 자동운전 지상장치(20)와 자동운전 차상장치(30) 간의 무선 통신 과정에서 데이터를 암호화하여 전송함으로써, 데이터의 기밀성과 무결성을 확보한다. STU(50)는 특히 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)을 통해 사전에 허가된 지상 장치의 IP만을 확인하고 비인가 접근을 원천적으로 차단함으로써 통신 보안을 더욱 강화한다. IP 매핑 테이블(50-1)은 ATO ID와 지상 STU IP 주소를 미리 매핑하여 저장한 보안 핵심 데이터베이스로, 이를 통해 인증된 장치만이 시스템에 접근할 수 있도록 관리된다.
- [0037] 본 발명은 또한 지상과 차상 간의 데이터 송수신 프로토콜을 명확히 정의하였다. 즉, 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)와 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 응용 계층 메시지(60)를 주고받으며, 이 응용 계층 메시지에는 데이터의 총 길이를 명시하는 패킷 길이 변수(60-1)가 포함된다. 이는 전송 중인 데이터 패킷이 불완전하거나 손상되었을 때 즉시 이를 감지하여 오류 처리를 수행함으로써 시스템의 안정성을 향상시키는 데 기여한다.
- [0038] 본 발명의 또 다른 중요한 요소는 핸드오버 절차(80)로, 열차가 하나의 자동운전 지상장치 제어 영역에서 다른 영역으로 이동할 때 안전하게 제어권을 이양하는 프로세스를 명확히 정의하였다. 이 핸드오버 절차(80)는 연속적인 열차 자동 운전을 보장하여 제어권 경계 구간에서 발생할 수 있는 제어 손실이나 중복을 방지함으로써 운행의 연속성과 승객의 승차감을 향상시키는 효과를 제공한다.
- [0039] 도 1에서 점선 화살표로 표현된 각 구성 요소의 기능 및 효과를 추가적으로 명확히 나타내면 다음과 같다.
- [0040] 첫째, 패킷 길이 변수(60-1)를 통해 데이터 처리의 안정성을 높이고, 둘째, STU(50)를 통해 무선 통신 보안을 강화하며, 셋째, 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)을 통해 인증된 장치 간의 통신을 보장하고, 넷째, 핸드오버 절차(80)를 통해 운행의 연속성을 확보한다. 더불어, 지상장치(20)가 SP 정보를 직접 보유하여 차상장치(30)의 요청에 즉각적으로 응답함으로써 통신 부하를 최소화하고 응답 속도를 최적화한다.
- [0041] 본 발명에 따른 KTCS 열차자동운전 시스템은 기존 열차제어시스템(ETCS)을 기반으로 하되, 국내 철도 환경의 특

수성과 운영 효율성을 고려한 핵심 기술적 개선점을 포함한다.

- [0042] 예컨대, 기존 기술에서는 관제 센터(CTC)가 SP 정보를 보유하고 있지만 본 발명에서는 지상장치(ATO-TS, 20)가 직접 SP 정보를 관리하고 차상에 전송함으로써, 불필요한 통신 부하를 현저히 줄이고 효율성을 크게 개선하였다. 또한, STU(50)를 통한 무선 통신 보안성 강화 및 명확한 핸드오버 절차(80)의 정의는 국제 표준에서 미흡하거나 규정되지 않은 부분을 선제적으로 해결한 것으로, 이는 본 발명이 국내 환경에 최적화된 독자적인 기술적 특성을 가진다.
- [0043] 도 2는 본 발명의 KTCS(Korean Train Control System) 열차자동운전(ATO) 시스템의 하부 시스템 간 데이터 송수신 구조를 보다 구체적으로 도시한 구성도로, 특히 본 발명 인터페이스(A3)를 강조하여 나타낸 것이다.
- [0044] 먼저 도면의 우측 상단에 위치한 관제 센터(10)는 열차 운행 프로파일(JP, Journey Profile)을 생성하고 관리하는 역할을 수행하며, 여기에는 자동운전 기능이 포함된 관제 센터와 열차 스케줄 전송 서버가 구성되어 있다. 관제 센터(10)는 실시간 운행 프로파일 정보를 자동운전 지상장치(ATO-TS)가 포함된 신호기계실(20)에 전달한다.
- [0045] 신호기계실(20)에는 연동장치와 무선폐색센터가 설치되어 있으며, 특히 무선폐색센터에는 본 발명의 핵심인 자동운전 지상장치(ATO-TS)가 추가 설비(A1)로 설치되어 있다. 이 자동운전 지상장치(ATO-TS)는 관제 센터(10)와의 지상-관제 센터 인터페이스(I/F)를 통해 열차 운행 프로파일을 수신하고 이를 가공하여 열차 측으로 전달하는 역할을 담당한다.
- [0046] 이때 신호기계실(20)의 자동운전 지상장치는 본 발명의 인터페이스(A3)를 통해 차상장치와의 무선 통신을 수행하는데, 이는 다음과 같은 세부 인터페이스로 구성되어 있다.
- [0047] ① 차상-지상 무선통신 인터페이스(I/F)는 자동운전 지상장치(ATO-TS)와 자동운전 차상장치(ATO-OB) 간의 무선 데이터 전송을 책임지며, 본 발명의 보안전송장치(STU)를 포함하여 데이터 기밀성 및 무결성을 보장한다.
- [0048] ② 차상-지상 프로토콜 인터페이스(I/F)는 데이터의 정확한 전송과 수신을 위하여 본 발명에서 명시한 응용 계층 메시지 구조를 활용한다. 특히 패킷 길이 변수를 포함함으로써, 데이터 처리의 안정성을 크게 향상시킨다.
- [0049] ③ 차상-지상 핸드오버 인터페이스(I/F)는 열차가 특정 자동운전 지상장치의 제어 영역을 벗어나 다른 지상장치의 제어 영역으로 이동할 때, 제어권을 중단 없이 안전하게 이양하는 절차를 수행하여 연속적이고 매끄러운 자동운전을 보장한다.
- [0050] 이러한 본 발명의 인터페이스(A3)는 도면상에서 자주색으로 명확히 강조되어 있으며, 시스템의 안정성, 보안성 및 운행 연속성을 극대화하기 위해 설계된 핵심적인 요소이다.
- [0051] 차량 측에는 자동운전 추가 설비(A1)로서 자동운전 차상장치(ATO-OB)가 설치되어 있으며, 이는 기존의 KTCS-2 시스템(A2)을 기반으로 하여 차상컴퓨터 장치와 함께 열차 자동운전을 직접 수행한다. 자동운전 차상장치는 안테나(RRU)를 통해 무선통신으로 지상장치로부터 열차 운행 프로파일(JP) 및 선로정보(SP)를 수신하여 실제 운행 데이터를 차량의 제어장치로 전달하고, 이를 통해 자동으로 열차를 운행시킨다.
- [0052] 또한, 도면에 표시된 케드회로, 발리스, 폐색택 등은 KTCS-2 기존 기능(A2)을 나타내며, 이들 장치는 기존 열차 제어 시스템과의 호환성을 유지하면서 본 발명의 자동운전 시스템을 지원하는 역할을 수행한다.
- [0053] 결론적으로 본 발명의 인터페이스(A3)는 국내 철도 환경에 최적화된 기술적 특성을 가지며, 시스템 안정성, 보안성, 그리고 운행의 연속성을 높이기 위한 필수적인 인터페이스로서, 한국형 열차자동운전 시스템의 표준 기술로 자리매김할 것으로 기대된다.
- [0054] 도 3은 본 발명에 따른 KTCS 열차자동운전(ATO) 하부 시스템 간 데이터 송수신 방식에서, ATO 차상장치(30)와 지상장치(20) 간의 무선 데이터 송수신 시 보안을 담당하는 보안전송장치(STU, 50)의 통신 계층 구조를 나타낸 것이다. 도 3은 특히 KTCS 시스템에서 사용되는 RBC-RBC(KVC-RBC와 동일) 간의 통신 계층 구조를 예로 들어 STU(50)의 상세한 보안 처리 방식을 명시하고 있다.
- [0055] 본 발명에 적용된 STU(50)의 통신 계층 구조는 기존 기술인 ETCS(European Train Control System) 기반의 Subset-037 규격을 바탕으로 하면서 국내 철도 환경에 적합한 방식으로 구성되었다. 특히, 도면에 점선으로 강조된 영역(Safe Functional Module)은 열차자동운전 시스템의 보안성 확보를 위해 필수적으로 구성된 보안 계층으로, 본 발명의 핵심인 ER Safety Layer(EuroRadio Safety Protocol)를 포함하고 있다.

- [0056] 본 발명에서 ER Safety Layer는 메시지의 무결성 및 인증을 확보하기 위해 MAC(Message Authentication Code) 패킷을 추가하여 송·수신하는 방식으로 구성된다. MAC 패킷의 생성과 처리는 KMC(Key Management Center)로부터 사전에 배포 받은 암호화 키를 이용하여 3DES(Triple Data Encryption Standard) 알고리즘의 CBC(Cipher Block Chaining) 모드를 기반으로 수행된다. 이러한 구성을 통해 STU(50)는 ATO 차상장치(30)와 지상장치(20) 간 데이터 송수신 시, 높은 수준의 데이터 보안과 무결성을 달성한다.
- [0057] 또한 본 발명에서는 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)을 추가적으로 구축하여, ATO의 ID와 지상 STU의 IP 주소를 미리 매핑함으로써 사전에 허가된 장치 간의 통신만을 허용하도록 하고 있다. 이를 통해 비인가 접근을 원천 차단하여 무선 통신 보안성을 더욱 강화하고 있다(가50-1).
- [0058] 한편 도 3의 하부에는 Comm. Functional Module로 명시된 계층들이 위치하며, 여기에 Transport Layer, Network Layer(IP), Data Link Layer 등이 포함된다. 이들 계층은 STU(50)가 데이터 전송 시 기본적인 통신 프로토콜을 처리하며, 메시지 패킷의 안정적이고 신속한 전달을 담당한다. 상기 계층들은 TCP/IP 프로토콜을 기반으로 하며, 본 발명의 STU(50)에서 처리된 안전성 있는 메시지를 하위 계층에서 실질적인 데이터 통신 형태로 전달한다.
- [0059] 본 발명의 STU(50) 인터페이스 구조의 기술적 특징점을 기존 기술과 비교하면 다음과 같은 우수성을 가진다.
- [0060] 기존 기술 규격에서 보안 계층이 아직 완벽히 정의되지 않은 상황에서, 본 발명은 기존 KTCS 시스템에서 이미 검증된 STU(50)를 선제적으로 적용함으로써 통신 보안성을 초기에 확보하였다. 또한 MAC 패킷 처리 방식을 명확히 하여 시스템의 데이터 송수신 과정에서 발생할 수 있는 데이터 위변조 및 무결성 훼손을 즉각적으로 탐지하고 예방할 수 있다.
- [0061] 결론적으로, 도 3에서 명시된 바와 같이, 본 발명의 KTCS 열차자동운전 하부 시스템 간 데이터 송수신 방식은 기존 규격(SubSet-037)을 기반으로 하면서도 국내 환경에 최적화된 독자적인 보안 처리 기술을 선제적으로 적용하여, 시스템의 안정성, 보안성, 효율성을 동시에 높였다.
- [0062] 도 4는 본 발명의 KTCS 열차자동운전(ATO) 하부 시스템 간 데이터 송수신 방식을 구성하는 응용 계층 메시지(60)의 패킷 구조를 도시한 것으로, 특히 CTC(관제 센터, 10), 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20), 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30) 간 데이터 전송에 사용되는 메시지 유형과 이를 구성하는 데이터 필드를 상세히 나타낸 도면이다.
- [0063] 상기 도 4에서 나타난 메시지 구조는 다음과 같은 필드로 구성된다.
- [0064] 제안하는 메시지 구조는 효율적인 데이터 전송 및 관리를 위해 여러 필드로 구성된다. 각 필드의 상세 내용은 다음과 같다.
- [0065] STX(Start of Text)는 일정 바이트 크기의 필드로, 메시지의 시작을 명확히 나타낸다. 즉, 수신 시스템이 새로운 메시지의 시작을 인식하는 데 필수적인 요소이다.
- [0066] Length는 일정 바이트 크기의 가변 길이 필드(60-1)로, 메시지 전체의 길이를 명시한다. 이 필드는 데이터의 무결성과 안정적인 전송을 보장하며, 수신 시스템이 전체 메시지 길이를 사전에 파악하여 효율적인 버퍼 할당 및 데이터 처리를 가능하게 한다.
- [0067] Sequence는 일정 바이트 크기의 필드로, 메시지의 순서를 관리한다. 이 필드는 데이터의 순차적 처리를 지원하며, 특히 재전송이나 순서가 뒤바뀐 패킷의 경우 올바른 데이터 재구성을 돕는다.
- [0068] Sender는 일정 바이트 크기의 필드로, 메시지를 송신한 장치의 고유 식별자를 포함한다. 이를 통해 수신 시스템은 메시지의 출처를 정확히 파악하고, 필요에 따라 특정 송신자에 대한 처리 로직을 적용할 수 있다.
- [0069] Message Type는 일정 바이트 크기의 필드로, 메시지의 유형을 구분한다. 본 발명의 핵심 요소로서, 이 필드는 메시지 처리 방식을 결정하는 데 중요한 역할을 수행한다. 예를 들어, 특정 메시지 유형에 따라 다른 프로토콜 스택이나 애플리케이션 로직을 호출할 수 있다.
- [0070] Data는 가변 길이(Nbyte) 필드로, 실제 전송되는 페이로드 데이터를 포함한다. 이 필드는 전송하려는 핵심 정보가 담기는 부분으로, 그 길이는 전송되는 데이터의 양에 따라 동적으로 조절된다.
- [0071] Crc32는 4바이트 크기의 필드로, 메시지 무결성 검증을 위한 CRC(Cyclic Redundancy Check) 값을 포함한다. 송신 측에서 계산된 CRC32 값과 수신 측에서 계산된 값이 일치하는지 비교하여 데이터 전송 중 발생할 수 있는 오

류를 탐지하고 수정한다.

- [0072] ETX(End of Text)는 1바이트 크기의 필드로, 메시지의 종료를 나타낸다. 즉, 수신 시스템이 현재 메시지의 끝을 인식하고 다음 메시지를 준비하는 데 사용된다.
- [0073] 이 중에서 Message Type은 본 발명의 데이터 송수신 시스템의 핵심 구성 요소로서, 다음과 같이 정의된다.
- [0074] 0x20(SUBSET-126 Packet)는 기존 기술(SubSet-126)에 기반하여 ATO-TS(20)와 CTC(10) 사이에서 양방향으로 사용되는 일반 데이터 패킷 유형이다.
- [0075] 0x40(Life Sign)는 관제 센터(CTC, 10)가 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)로 통신 연결 상태가 유효함을 알리는 메시지로, 시스템 상태 모니터링의 신뢰성을 높인다.
- [0076] 0x42(Reporting Time Update)는 관제 센터(CTC, 10)가 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)의 상태(Status Report) 전송 주기를 변경하기 위해 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)로 전달하는 메시지로써, 실시간 모니터링의 유연성과 효율성을 확보한다.
- [0077] 0x61(ATO-TS Status Report)는 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)가 관제 센터(CTC, 10)로 자신의 현재 동작 상태를 보고하는 메시지로써, 운영 중인 시스템 상태를 지속적으로 확인하고 제어센터의 대응력을 강화한다.
- [0078] 0x80(General Acknowledgement)는 관제 센터(CTC, 10)와 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20) 간 Reporting Time Update 메시지 수신에 대한 일반 확인(ACK)을 목적으로 양방향으로 사용되는 메시지이다.
- [0079] 이러한 메시지 유형별 전송 방향을 살펴보면, Life Sign(0x40) 및 Reporting Time Update(0x42) 메시지는 관제 센터(CTC, 10)에서 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)로만 전송되는 반면, ATO-TS Status Report(0x61) 메시지는 반대로 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)에서 관제 센터(CTC, 10)로만 전송된다. 또한, SUBSET-126 Packet(0x20) 및 General Acknowledgement(0x80) 메시지는 CTC(10)와 ATO-TS(20) 간 양방향으로 전송이 이루어진다.
- [0080] 특히, 열차 자동 운전 시스템에서 지상(관제 센터 등)과 차상(열차 내 시스템)이 데이터를 주고받을 때, '_L_PACKET_ATO'라는 정보가 없으면 데이터의 전체 길이를 알 수 없어서 열차 자동 운전과 관련된 데이터를 제대로 이해하기 어렵다. '_L_PACKET_ATO'는 데이터 패킷의 전체 길이를 나타내는 16비트 정보이며, 이 정보에는 데이터의 시작 부분(헤더)부터 모든 비트가 포함된다.
- [0081] 본 발명에 따른 'SUBSET-126'의 업데이트 과정에서 이 '_L_PACKET_ATO' 변수가 삭제되었지만, 국내 R&D에서는 이 정보가 필요하다고 판단하여 계속 사용하고 있다. 제공된 문서에 따르면, "_L_PACKET_ATO"라는 패킷 길이 변수가 없을 경우 "열차자동운전 데이터 파악이 어려워 적용"한다고 명시되어 있다. 이는 다음과 같은 이유 때문이다.
- [0082] 1. 데이터 파악의 어려움: 데이터 통신에서 패킷의 길이를 정확히 아는 것은 매우 중요하다. 전체 길이가 명시되어 있지 않으면, 수신 측 시스템은 어디까지가 한 패킷의 끝이고 다음 패킷의 시작인지 알 수 없다. 즉, 마치 문장의 끝을 알 수 없어 문장이 계속 이어지는지, 아니면 새로운 문장이 시작되는지 알 수 없는 것과 같다. 이로 인해 수신된 데이터를 정확하게 해석하고 처리하는 데 어려움이 발생한다.
- [0083] 2. 데이터 무결성 및 오류 처리: 통신 중 데이터 손실이나 오류가 발생했을 때, 패킷 길이를 알고 있으면 오류 발생 여부를 판단하고 재전송 등의 적절한 오류 처리 메커니즘을 적용할 수 있다. 예를 들어, 16비트 패킷 길이를 가지고 있는데 15비트만 수신되었다면, 수신 오류를 인지하고 재전송을 요청할 수 있다. 하지만 전체 길이에 대한 정보가 없으면, 수신된 데이터가 완전한지, 아니면 일부가 손실되었는지 판단하기 어렵다.
- [0084] 3. 시스템 효율성: 패킷 길이를 알면 시스템은 메모리 할당, 버퍼 관리 등을 효율적으로 수행할 수 있다. 필요한 만큼의 공간을 미리 확보하여 데이터를 처리함으로써 시스템 자원을 효율적으로 사용하고 처리 속도를 높일 수 있다.
- [0085] 따라서 '_L_PACKET_ATO'와 같이 패킷 길이를 명시하는 것은 단순히 데이터 포맷의 일부를 넘어, 데이터의 정확한 파악, 오류 처리, 그리고 시스템의 효율적인 운영을 위해 필수적인 정보이다. 16비트의 길이 정보가 없으면 수신 시스템은 데이터의 온전한 형태를 알 수 없어 열차 자동 운전과 같은 민감하고 정확해야 하는 시스템에서는 치명적인 오류로 이어질 수 있다. 15비트만 수신되었을 때 다시 받는다는 것은 이미 패킷 길이가 정의되어 있다는 전제하에 가능한 오류 처리 방식이며, 패킷 길이 정보 자체가 없으면 이러한 오류 처리조차 어렵다.
- [0086] 도 4의 상세한 설명을 통해 본 발명의 기술적 우수성을 다시 확인하면 다음과 같다.
- [0087] 첫째, 메시지 헤더에 포함된 패킷 길이 변수(60-1)는 전송 데이터의 길이를 명확히 하여 불완전하거나 손상된

데이터의 즉각적 탐지와 오류 처리를 가능케 하므로 데이터 처리 안정성을 획기적으로 증가시킨다(가60-1).

[0088] 둘째, 본 발명은 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)가 선로정보 저장소(SP, 20-1)를 자체 보유하여 ATO-OB(30)가 관제 센터(CTC, 10)까지 직접 SP 정보를 요청하는 과정에서 발생할 수 있는 불필요한 트래픽과 통신 지연을 최소화한다.

[0089] 셋째, 보안전송장치(STU, 50)를 선제적으로 채용하여 데이터 송수신 과정에서 높은 수준의 보안성을 확보하고 있으며, 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)을 통해 비인가 접근을 원천적으로 방지하여 시스템의 신뢰성을 강화한다(가50, 가50-1).

[0090] 넷째, 본 발명의 응용 계층 메시지 구조는 관제 센터(CTC, 10)와 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20) 간 실시간 요청-응답 방식으로 운행 프로파일(JP, 70)을 전송하여, 실시간 변화하는 운행상황에 능동적으로 대응하고 열차 운행의 정확성과 안전성을 크게 향상시킨다.

[0091] 결과적으로, 도 4에 도시된 본 발명의 응용 계층 메시지(60)는 국내 철도 환경의 특수성에 최적화된 기술적 특성을 명확히 갖추고 있으며, 시스템 안정성, 보안성 및 효율성 측면에서 탁월한 우수성을 나타낸다.

실시예 1

[0092] 도 5는 본 발명에 따른 KTCS 열차자동운전(ATO) 시스템에서 관제 센터(CTC, 10), 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20) 및 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30) 간에 JP(운행 프로파일, 70)의 실시간 전송 방식을 구체적으로 나타낸 실시예이다.

[0093] 본 실시예의 핵심적인 특징은 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)가 주기적으로 자신의 열차번호(NID_Operation) 및 현재 보유 중인 TP(NID_TP)를 상태 보고의 형태로 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)에 전달하고, 이를 다시 관제 센터(CTC, 10)에 전달하는 '실시간 전송형' 구조이다.

[0094] 먼저, 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)는 정기적으로 자신의 열차번호(NID_Operation)와 TP 정보(NID_TP)를 포함한 상태 보고를 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)로 전송한다. 이 메시지는 주기적 상태 보고의 일환으로서 차상장치의 운행상태를 상위 지상장치와 관제 센터에 정확하게 알리기 위한 목적을 갖는다.

[0095] 이렇게 수신된 정보를 바탕으로 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 다시 관제 센터(CTC, 10)에 메시지 타입 0x52(Not A11)를 이용하여, 자신이 받은 열차의 상태 정보 및 현재 보유하고 있는 ATO-TS ID를 관제 센터에 전달한다. 관제 센터(CTC, 10)는 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)로부터 전달받은 열차번호(NID_Operation) 및 TP(NID_TP)를 바탕으로 운행 프로파일(JP, 70)을 생성한다. 이 때 운행 프로파일(JP)은 관제 센터에서 생성한 것으로서, 열차번호(Operation), SP(선로정보, 20-1), TP를 포함한 데이터이다.

[0096] 그러나, 본 발명에 따른 핵심적인 특징으로서 관제 센터(CTC, 10)가 ATO-TS(20)로 JP를 전달할 때에는 SP 정보를 공백 상태로 비워 두고, 열차번호와 TP만을 포함한 JP 포맷 데이터를 메시지 타입 0x21 형태로 전송한다. 즉, 기존 기술에서는 SP 정보를 관제 센터(CTC, 10)가 보유하여 차상장치로 전달하는 방식과 달리, 본 발명에서는 관제 센터가 SP 정보까지 완전한 상태로 JP를 전달하지 않고, 대신 지상장치(ATO-TS, 20)가 SP 정보를 별도로 관리하고 있기 때문이다.

[0097] 관제 센터(CTC, 10)로부터 JP 데이터를 받은 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 자신이 미리 보유하고 있는 SP 저장소(20-1)로부터 관련 SP 정보를 가져와서 관제 센터로부터 전달받은 JP 포맷 데이터에 SP 정보를 추가한다. 이렇게 SP 정보가 완벽히 포함된 최종 JP는 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)에서 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)로 전달된다.

[0098] 본 실시예를 통해 나타난 핵심적인 기술적 효과는 다음과 같다.

[0099] 첫째, 본 발명은 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)가 SP 정보를 자체 보유함으로써 관제 센터(CTC, 10)와의 불필요한 데이터 송수신을 줄이고, 결과적으로 통신 부하 및 정보 전달 지연을 최소화한다.

[0100] 둘째, 차상장치(ATO-OB, 30)에서 전달된 상태 보고를 기반으로 한 실시간 JP 생성 및 전달 방식을 통해, 실제 운행 상황에 즉각적이고 능동적으로 대응하여 열차의 정확하고 효율적인 운행을 가능하게 한다.

[0101] 셋째, 이와 같은 구조는 기존 기술과 달리 JP의 실시간 요청-응답 방식을 명확히 하여 운행 상황 변화에 따른 즉각적 대응력을 강화하며, 시스템의 정확성과 안전성을 크게 높이는 결과로 이어진다.

[0102] 종합적으로 본 실시예에서 제시된 JP의 실시간 전송 방식은 국내 철도 운영 환경에 최적화된 본 발명의 주요 기

술적 특성을 명확히 제시하며, 특히 SP 정보의 지상장치 보유, 실시간 JP 전송, 그리고 불필요한 통신 트래픽 최소화를 통한 운영 효율성 증대라는 명확한 목표를 달성하고 있다.

실시예 2

- [0103] 도 6은 본 발명의 일괄 전송형(Time Table) 방식을 통해 관제 센터(CTC, 10), 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20), 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30) 간에 JP(운행 프로파일, 70)를 전송하는 절차를 구체적으로 나타낸 실시예이다.
- [0104] 본 실시예의 가장 중요한 특징은 열차 운행이 이루어지지 않는 특정 시간대(예: 초기 기동 시 또는 정해진 휴지 시간)에 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)가 미리 관제 센터(CTC, 10)로부터 해당 장치와 관련된 모든 일일 열차 운행 시간 정보(Time Table 데이터)를 일괄 수신하여 관리하는 점이다.
- [0105] 구체적으로, 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 초기 기동하거나 특정한 운행 준비 시간이 되면 관제 센터(CTC, 10)로 JP 정보(운행 프로파일, 70)를 요청한다. 이에 관제 센터(CTC, 10)는 메시지 타입(Msg Type: 0x21)을 이용하여 요청받은 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)에게 열차운행과 관련된 모든 일일 Time Table 데이터를 일괄적으로 전송한다.
- [0106] 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 이렇게 일괄 수신된 Time Table 데이터를 자신의 내부 데이터베이스(DB, 20-1)로 관리하여, 이후 운행 시점을 대비한다. 이때 관제 센터(CTC, 10)로부터 받은 Time Table 데이터에는 열차 번호(Operatoin), TP(운행지점 정보), SP(선로정보, 20-1)를 비롯하여 열차 스케줄 및 정차 지점, 정차 시간 등의 정보가 포함되어 있다.
- [0107] 이후 실제 열차 운행 시에는 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)가 자신의 열차번호(NID_Operation) 및 현재 위치 정보를 나타내는 TP(NID_TP)를 주기적으로 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)에 전송하여 상태 보고를 한다. 본 실시예에서는 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)가 이미 보유하고 있는 DB로부터 필요한 JP를 실시간으로 생성하여 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)로 직접 전송한다. 즉, 차상장치로부터의 상태 보고를 별도로 관제 센터(CTC, 10)에 다시 전송하지 않는 방식으로 구현되어 있다.
- [0108] 이러한 절차는 기존 방식과 달리 관제 센터(CTC, 10)가 모든 정보를 지속적으로 관리하고 중계하지 않아도 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)가 자체적으로 보유한 DB에서 실시간 JP 데이터를 생성하여 즉시 대응할 수 있도록 하는 것이다. 즉, 통신 부하를 최소화하고 정보 처리의 효율성을 극대화하여 시스템 안정성과 신속성을 크게 높이는 주요 기술적 개선 사항이다.
- [0109] 결과적으로 본 실시예를 통해, 다음과 같은 구체적인 기술적 효과를 달성할 수 있다.
- [0110] 첫째, 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)가 미리 모든 운행 정보를 수신하여 내부 데이터베이스에 보관함으로써 관제 센터(CTC, 10)와의 통신 부하를 획기적으로 줄이고, 시스템 응답의 신속성을 높여 실시간 대응력을 극대화한다.
- [0111] 둘째, 열차가 실제 운행하는 동안에는 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)와 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20) 간에만 상태 정보와 JP 데이터가 신속하게 교환되어, 관제 센터의 과부하 없이도 안정적인 자동운전이 이루어질 수 있다.
- [0112] 셋째, 본 발명에서 제시한 '패킷 길이 변수(60-1)', '검증된 STU 보안 기술(50)', '핸드오버 절차(80)' 등과 결합되어 시스템 전체의 안정성, 보안성, 그리고 효율성을 동시에 높이는 시너지를 창출한다.
- [0113] 종합적으로 도 6에서 제시된 일괄 전송형(Time Table) 방식은 본 발명이 국내 철도 환경에서 자동운전 시스템을 효과적이고 신속하게 구현하기 위한 최적화된 기술적 접근 방법임을 명확히 보여준다.

실시예 3

- [0114] 도 7은 본 발명에서 제시하는 KTCs 열차자동운전(ATO) 하부 시스템 간 데이터 송수신 시스템 및 방법 중 일괄 전송형(JP 데이터) 방식을 보다 구체적으로 나타낸 실시예이다.
- [0115] 본 실시예의 핵심 구성은, 초기 기동 또는 특정 시점에서 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)가 관제 센터(CTC, 10)로부터 열차운행 시간(Time Table)만이 아닌, 실제 운행에 필요한 모든 JP(운행 프로파일, 70) 데이터를 일괄적으로 수신한다는 점에서 도 6의 방식과 구별된다.
- [0116] 구체적으로 살펴보면, 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 초기 기동 또는 운행 준비 시점에 관제 센터(CTC, 10)

에 JP 데이터 일체를 요청한다. 관제 센터(CTC, 10)는 요청받은 ATO-TS에 대응하여 Msg Type: 0x21로 정의된 "변형된 JP 포맷 데이터"를 일괄적으로 전송한다. 이때 전송된 JP 데이터는 열차 스케줄, 정차 지점, 정차 시간, 그리고 필요한 SP(선로정보, 20-1) 등의 핵심 운행 정보가 포함된 완전한 JP 형식이다.

[0117] 본 실시예에 따라 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 수신한 완전한 JP 데이터를 내부 DB(20-1)에 저장하여 운행 준비를 마친다. 실제 운행 단계에서, 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)는 자신의 열차번호(NID_Operation)와 위치 정보(NID_TP)를 주기적으로 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)로 보고한다. 이때 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)는 이미 보유한 JP 데이터에서 해당 열차에 맞는 JP를 즉각적으로 생성하여 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)로 전송함으로써, 별도의 관제 센터(CTC, 10)와의 추가적인 데이터 통신이 필요하지 않다.

[0118] 본 실시예가 갖는 구체적인 기술적 장점은 다음과 같다.

[0119] 첫째, ATO-TS가 완전한 JP 데이터를 미리 보유하고 있으므로 운행 중 발생할 수 있는 데이터 송수신의 지연과 시스템 과부하 문제를 미연에 방지하고, 신속한 운행 대응이 가능하여 실시간성 및 운행 정확성이 향상된다.

[0120] 둘째, 본 발명의 '검증된 STU 보안 기술(50)'과 '패킷 길이 변수 유지(60-1)', 그리고 '핸드오버 절차(80)'와 같은 기술들과 유기적으로 결합하여 보다 안정적이고 효율적인 철도 운영 환경을 제공한다.

[0121] 셋째, 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)와 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20) 간의 신속한 데이터 처리로 관제 센터(CTC, 10)의 운영 효율성이 증대되며, 운영 유지보수 비용과 관리 복잡성 또한 현저히 감소될 것으로 기대된다.

[0122] 종합적으로 본 실시예에서 제시한 일괄 전송형(JP 데이터) 방식은 본 발명이 기존 기술의 한계를 극복하고, 국내 철도 시스템의 안정성과 효율성을 최대화하기 위한 기술적 개선 방안을 명확히 보여준다.

실시예 4

[0123] 본 실시예는 선로 내 무단 침입이나 예측 불가능한 선로 파손과 같은 비상 상황이 발생했을 때, 관제사가 중앙 관제 시스템을 통해 이를 인지하고 특정 구간 내 모든 열차에 긴급 정지 또는 서행 명령을 즉시 하달하는 시나리오에 관한 것이다.

[0124] 먼저, 관제 센터(CTC, 10)의 운영자는 비상 상황을 인지하는 즉시 시스템에 긴급 제어 명령을 입력한다. 관제 센터(10)는 해당 긴급 제어 명령을 실행하기 위하여 본 발명의 응용 계층 메시지(60) 구조를 활용하여 긴급 제어 메시지(Emergency Control Message)를 생성한다. 상기 메시지는 일반 운행 프로파일(JP)과 명확히 구별되도록, 특별히 할당된 최우선 순위 메시지 유형(Message Type)을 포함한다.

[0125] 관제 센터(10)는 생성된 긴급 제어 메시지를 해당 구간을 관할하는 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)로 전송한다. 자동운전 지상장치(20)는 수신된 메시지가 최우선 순위 유형임을 즉시 인식하고, 현재 처리 중이거나 대기 중인 일반 데이터 전송을 모두 중단한 후 긴급 제어 메시지를 최우선으로 처리한다.

[0126] 자동운전 지상장치(20)는 관할 내 모든 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)로 긴급 제어 메시지를 즉시 재전송한다. 이 과정은 보안전송장치(STU, 50)를 통해 완벽하게 암호화되며, 위급 상황 속에서도 통신의 보안과 데이터 무결성이 보장된다. 또한, 응용 계층 메시지(60)에 포함된 패킷 길이 변수(60-1)는 통신 불안정으로 인한 패킷 일부 유실을 차상장치가 즉각적으로 인지하고 재전송을 요청함으로써, 긴급 명령이 반드시 완전한 형태로 전달되도록 보장한다.

[0127] 자동운전 차상장치(ATO-OB, 30)는 긴급 제어 메시지를 수신하는 즉시 현재 이행 중이던 운행 프로파일(JP, 70)을 무시하고 긴급 제어 명령을 최우선으로 해석한다. 자동운전 차상장치(30)는 해당 명령에 따라 즉시 정지 또는 지정 속도 이하 서행의 제어 지시를 열차제어 차상장치(KVC, 40)로 전달하여 열차의 물리적 제어를 즉각적으로 수행한다.

[0128] 따라서 본 실시예는 중앙에서 발령된 긴급 명령이 최종적으로 열차에 전달되는 과정에서 발생할 수 있는 병목 현상과 지연 시간을 최소화하고, 데이터 전달의 신뢰성을 극대화함으로써 어떠한 비상 상황에서도 열차를 안전하게 제어할 수 있음을 명확히 보여준다.

실시예 5

[0129] 본 실시예는 무궤도회로 구간에서 선행 열차에 통신 두절 또는 열차 분리와 같은 이례상황이 발생하였을 때, 제 1 특허의 기술을 활용하여 관제 센터(10)가 후속 열차를 포함한 주변 모든 열차에 비상 제어 명령을 전파하고, 동시에 전자연동장치가 후속 열차의 진입을 물리적으로 차단하는 이중 보호 체계를 제공하는 경우에 관한 것이다

다.

- [0130] 먼저, 무선폐색센터(RBC)는 선행 열차에 탑재된 자동운전 차상장치(30)와의 통신 세션이 유실되거나, 자동운전 차상장치(30)로부터 수신된 응용 계층 메시지(60)에 포함된 열차 무결성 정보가 비정상임을 감지함으로써 이례상황의 발생을 인지한다.
- [0131] 이후 RBC는 감지된 이례상황 정보를 즉시 관제 센터(10)와 전자연동장치(EIS)로 전송한다. 이때 전송되는 이례상황 정보에는 마지막으로 확인된 선행 열차의 위치와 제2 특허에서 정의된 안전길이 정보가 포함된다.
- [0132] 이례상황 정보를 수신한 관제 센터(10)는 해당 구간의 안전 확보를 위해 즉시 비상 대응 절차에 돌입한다. 관제 센터(10)는 제1 특허에서 정의된 응용 계층 메시지(60) 구조를 이용하여 긴급 서행 또는 긴급 정지 명령이 포함된 비상 제어 메시지를 생성한다. 이 메시지의 Message Type 필드에는 다른 모든 일반 운행 프로파일(JP, 70)보다 높은 최우선 순위 값, 예컨대 0x01이 할당된다.
- [0133] 생성된 비상 제어 메시지는 해당 구간을 관할하는 모든 자동운전 지상장치(ATO-TS, 20)로 전송된다. 이 과정에서 보안전송장치(STU, 50)와 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)을 이용하여 인가된 장치 간 암호화 통신이 보장됨으로써, 비상 명령의 위·변조 가능성이 원천적으로 차단된다.
- [0134] 동시에 전자연동장치(EIS)는 RBC로부터 수신한 마지막 열차 위치와 안전길이 정보를 기반으로 선행 열차가 점유하고 있을 가능성이 있는 후방의 가상블록들을 강제로 점유 상태로 설정한다. 이러한 조치는 후속 열차가 물리적인 이동 권한(MA)을 획득하는 것을 차단하는 1차 방호 조치로 기능한다.
- [0135] 또한 자동운전 지상장치(20)는 최우선 순위의 비상 제어 메시지를 수신하는 즉시, 현재 처리 중인 모든 데이터 전송을 중단하고 해당 메시지를 후속 열차를 포함한 관할 내의 모든 자동운전 차상장치(30)로 즉시 재전송한다. 이 과정에서 응용 계층 메시지(60)의 헤더에 포함된 패킷 길이 변수(60-1)를 이용하여, 통신 불안정 상황에서도 메시지가 완전하게 전달되었는지를 신속하게 검증한다.
- [0136] 후속 열차의 자동운전 차상장치(30)는 비상 제어 메시지를 수신하면 현재 수행 중이던 운행 프로파일(70)을 즉시 무시하고, 비상 명령을 최우선으로 해석한다. 해석된 긴급 서행 명령은 열차제어 차상장치(KVC, 40)로 전달되어 열차의 속도를 안전하게 감속시키며, 이는 전자연동장치의 가상블록 점유와는 별개로 열차 자체를 선제적으로 제어하는 2차 방호 조치로 작동한다.
- [0137] 이후 이례상황이 해소되고 현장 안전이 확인되면, 운영자는 관제 센터(10)를 통해 강제 점유된 가상블록을 수동으로 해제한다. 이어서 관제 센터(10)는 일반 운행 프로파일(70)의 전송을 재개하여 시스템을 정상 운행 상태로 복귀시킨다. 이 과정에서 자동운전 지상장치(20)는 자체 선로정보 저장소(SP, 20-1)의 데이터를 결합하여 최적화된 운행 프로파일(70)을 제공한다.
- [0138] 따라서 본 실시예는 제2 특허의 가상블록 기반 방호 로직을 통한 1차 방호와 제1 특허의 최우선 순위 메시지를 이용한 능동적 비상 제어를 통한 2차 방호가 결합됨으로써, 어떠한 이례상황에서도 후속 열차의 안전을 다중적으로 확보할 수 있는 강력한 시스템을 제공한다. 또한, 이 모든 과정은 패킷 길이 변수(60-1)와 보안전송장치(50)를 통해 데이터의 신뢰성과 보안성이 보장된 채로 수행된다.

부호의 설명

- [0139] 10 : 관제 센터(CTC: Centralized Traffic Control)
- 20 : 자동운전 지상장치(ATO-TS: ATO-Trackside System)
- 20-1 : 선로정보 저장소(SP)
- 30 : 자동운전 차상장치(ATO-OB: ATO-Onboard System)
- 40 : 열차제어 차상장치(KVC: Korean Vital Computer)
- 50 : 보안전송장치(STU: Security Transmission Unit)
- 50-1 : 차상 STU IP 매핑 테이블
- 60 : 응용 계층 메시지
- 60-1 : 패킷 길이 변수

70 : 운행 프로파일(JP: Journey Profile)

80 : 핸드오버 절차

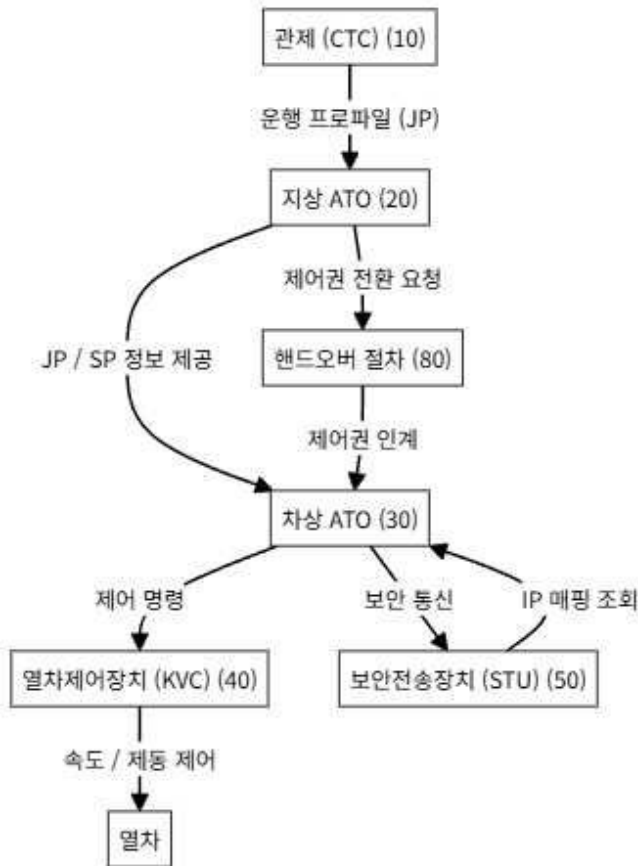
A1 : 자동운전 추가 설비

A2 : KTCS-2 기존 기능

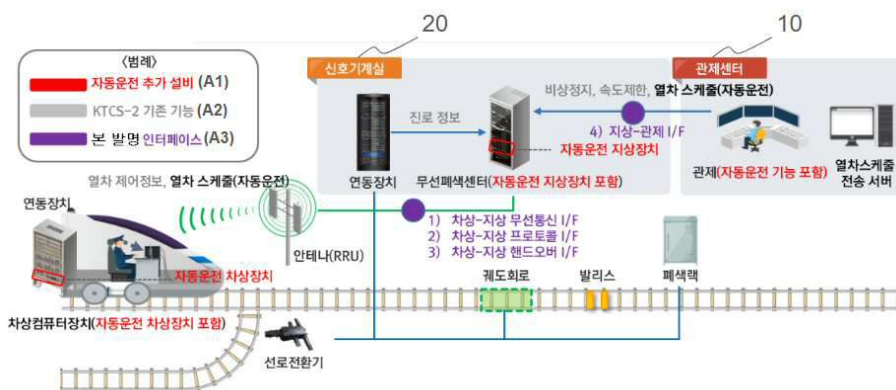
A3 : 본 발명 인터페이스

도면

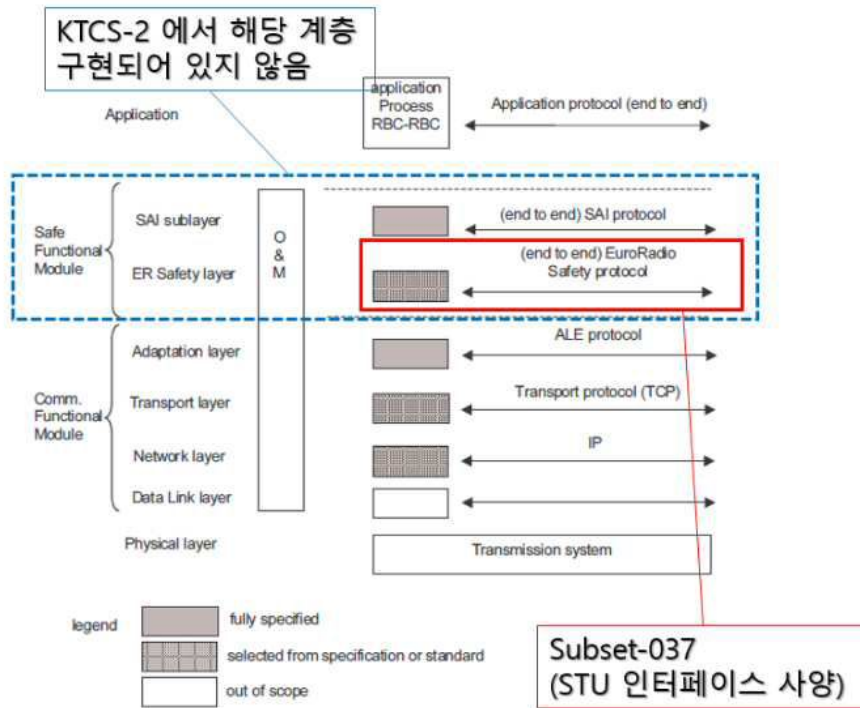
도면1



도면2



도면3



도면4

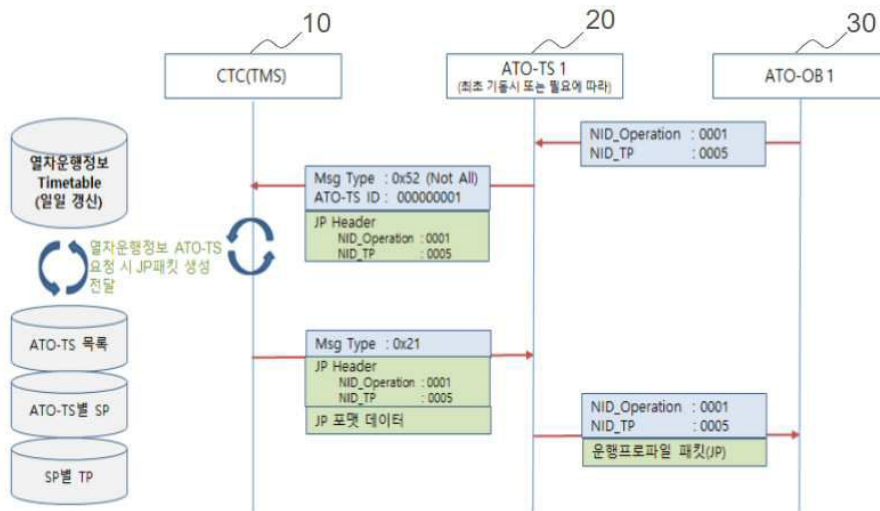
STX	Length	Sequence	Sender	Message Type	Data	Crc32	ETX
1byte	2byte	1byte	2byte	1byte	Nbyte	4byte	1byte

Message Type	설명	전송방향
0x20	SUBSET-126 Packet	CTC<->ATO-TS
0x40	Life Sign	CTC->ATO-TS
0x42	Reporting Time Update	CTC->ATO-TS
0x61	ATO-TS Status Report	CTC<-ATO-TS
0x80	General Acknowledgement	CTC<->ATO-TS

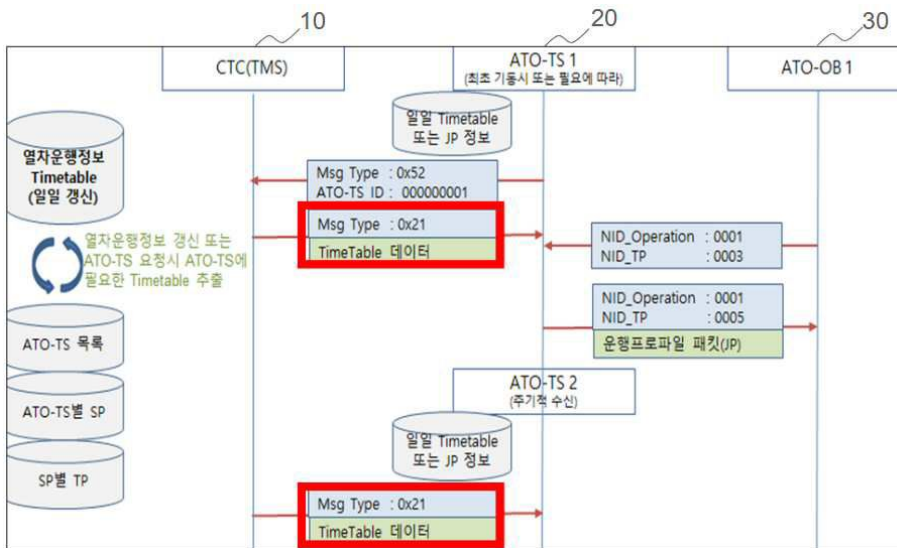
* ATO_TS(TS ; Track side) : 지상 ATO * ATO_OB(OB ; On-board) : 차상 ATO

- (Life Sign) CTC가 TS로 통신연결이 유효함을 알리는 메시지
- (Reporting Time Update) CTC에서 OB의 Status Report 주기를 변경하는 메시지
- (ATO-TS Status Report) CTC로 TS 동작 상태를 송신하는 메시지
- (General Acknowledgement) Reporting Time에 대한 ACK 메시지

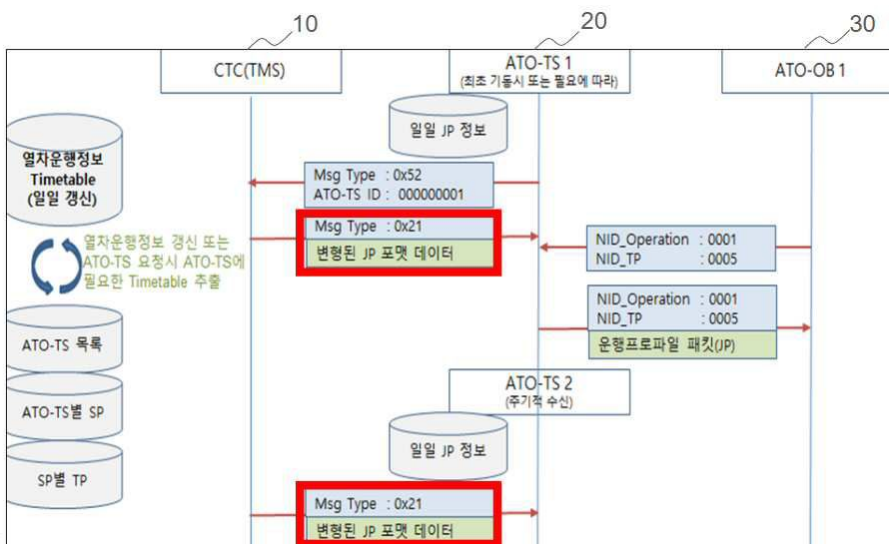
도면5



도면6



도면7



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

KTCS(Korean Train Control System) 열차자동운전(ATO) 하부 시스템 간 데이터 송수신 시스템에 있어서, 열차의 운행 계획인 운행 프로파일(JP: Journey Profile)을 생성하여 전송하는 관제 센터(CTC: Centralized Traffic Control, 10)와 무선 통신망을 통해 연결되고, 열차에 탑재되어 자동 운전을 수행하는 자동운전 차상장치(ATO-OB: ATO-Onboard System, 30); 및

상기 관제 센터(10)와 상기 자동운전 차상장치(30) 사이에 위치하여 데이터 송수신을 중계하는 자동운전 지상장치(ATO-TS: ATO-Trackside System, 20)를 포함하며,

상기 자동운전 지상장치(20)는,

상기 자동운전 차상장치(30)와의 무선 통신 구간에서 데이터의 기밀성과 무결성을 보장하기 위한 보안전송장치(STU: Security Transmission Unit, 50)를 구비하되, 상기 보안전송장치(50)는 암호화 통신 설정에 앞서, 사전에 인가된 자동운전 차상장치(30)의 ATO ID와 IP 주소를 매핑하여 저장한 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)을 참조하여, 접속을 시도하는 차상장치의 IP 주소가 상기 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)에 등록된 인가된 장치인지 여부를 먼저 검증하고, 검증된 경우에만 암호화된 통신 세션을 수립하여 비인가 장치의 접근을 원천적으로 차단하는 접근 제어부;를 포함하고,

상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 자동운전 차상장치(30)로부터 열차번호(NID_Operation)와 현재 보유 중인 TP(NID_TP) 정보를 포함하는 주기적인 상태 보고를 수신하며, 상기 자동운전 지상장치(20)가 수신된 상태 보고 정보를 기반으로 상기 관제 센터(10)에 해당 열차의 운행 프로파일(JP)을 요청하고, 상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 관제 센터(10)로부터 선로정보(SP)가 제외된 운행 프로파일(JP) 포맷 데이터를 수신하여, 상기 자동운전 지상장치(20)가 내부의 선로정보 저장소(20-1)에서 해당 선로정보(SP)를 인출하여 상기 수신된 상기 운행 프로파일(JP) 포맷 데이터와 결합한 후, 완전한 운행 정보를 상기 자동운전 차상장치(30)로 전송하는 데이터 결합 및 전송 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조.

【변경후】

KTCS(Korean Train Control System) 열차자동운전(ATO) 하부 시스템 간 데이터 송수신 시스템에 있어서,

열차의 운행 계획인 운행 프로파일(JP: Journey Profile)을 생성하여 전송하는 관제 센터(CTC: Centralized Traffic Control, 10)와 무선 통신망을 통해 연결되고, 열차에 탑재되어 자동 운전을 수행하는 자동운전 차상장치(ATO-OB: ATO-Onboard System, 30); 및

상기 관제 센터(10)와 상기 자동운전 차상장치(30) 사이에 위치하여 데이터 송수신을 중계하는 자동운전 지상장치(ATO-TS: ATO-Trackside System, 20)를 포함하며,

상기 자동운전 지상장치(20)는,

상기 자동운전 차상장치(30)와의 무선 통신 구간에서 데이터의 기밀성과 무결성을 보장하기 위한 보안전송장치(STU: Security Transmission Unit, 50)를 구비하되, 상기 보안전송장치(50)는 암호화 통신 설정에 앞서, 사전에 인가된 자동운전 차상장치(30)의 ATO ID와 IP 주소를 매핑하여 저장한 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)을 참조하여, 접속을 시도하는 차상장치의 IP 주소가 상기 차상 STU IP 매핑 테이블(50-1)에 등록된 인가된 장치인지 여부를 먼저 검증하고, 검증된 경우에만 암호화된 통신 세션을 수립하여 비인가 장치의 접근을 원천적으로 차단하는 접근 제어부;를 포함하고,

상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 자동운전 차상장치(30)로부터 열차번호(NID_Operation)와 현재 보유 중인 TP(NID_TP) 정보를 포함하는 주기적인 상태 보고를 수신하며, 상기 자동운전 지상장치(20)가 수신된 상태 보고 정보를 기반으로 상기 관제 센터(10)에 해당 열차의 운행 프로파일(JP)을 요청하고, 상기 자동운전 지상장치(20)가 상기 관제 센터(10)로부터 선로정보(SP)가 제외된 운행 프로파일(JP) 포맷 데이터를 수신하여, 상기 자동운전 지상장치(20)가 내부의 선로정보 저장소(20-1)에서 해당 선로정보(SP)를 인출하여 상기 수신된 상기 운행 프로파일(JP) 포맷 데이터와 결합한 후, 완전한 운행 정보를 상기 자동운전 차상장치(30)로 전송하는 것을 특징으로 하는 KTCS 열차자동운전 하부 시스템간 데이터 송수신 구조.