

## 안전관제시스템 프로토콜 표준화와 상호 운용성을 위한 데이터 인터페이스장치 구현방안 연구

### A Study of the Data Interfacing Device Architecture of the Safety Supervision System for Protocol Standardization and Interoperability

신광호\*, 엄태화\*, 임담섭\*\*, 안진†

Kwang-Ho Shin\*, Tae-Hwa Um\*, Damsub Lim\*\*, Jin Ahn†

**Abstract** Integrated real-time railroad safety monitoring and control system(in short, safety monitoring and control system) monitors the failure of railroad facilities, trains and safety equipments, predicts the risks, and collects safety data for analyze the reason of the accident after it occurred. The protocol of safety data it collects from the sensors and actuators is very various. So to support real-time communications and to assure interoperability, standardized protocol is necessary such as DDS(Data Distribution Service). To change the network architecture of the safety monitoring and control system progressively this paper suggests 3 steps. The 1st step is apply the standardized protocol aside of legacy network using tap device, which can gather the safety data without changing the legacy network. The 2nd step is mix the legacy protocol and standardized protocol together when the new type of RTU(Remote Terminal Unit) which can support standardized protocol by itself. And the 3rd step is only use standardized protocol when every RTU can support the new protocol. This paper describes the 1st step network architecture and the protocol converting network node(or interfacing device) which can change the legacy protocol to the new one.

**Keywords** : Safety Control System, Safety Detecting Device, Packet Sniffing, Standard DDS Protocol

**초 록** 실시간 철도안전 통합 감시 및 제어 시스템은 철도시설, 철도차량 및 안전 설비에 대한 고장을 감시하고 위험을 예측하며, 사고 발생시 사고 원인을 분석하기 위한 안전 관련 데이터를 수집한다. 수집하는 데이터는 센서(Sensor) 및 액추에이터(Actuator) 별로 프로토콜과 전송 방식이 다양하다. 안전관제 시스템은 실시간성과 상호 운용성을 위해 DDS기반 안전관제 플랫폼의 프로토콜 표준화를 추구한다. 프로토콜의 표준화는 점진적으로 데이터를 표준화하기 위해서 기존의 감시 시스템들의 인터페이스를 변경하지 않고 표준 프로토콜을 도입하는 1단계, 기존의 감시 시스템과 표준 프로토콜을 지원하는 RTU가 혼재된 2단계, 모든 안전관제 데이터가 표준 프로토콜을 지원하는 3단계로 나누어 접근하고자 한다. 본 논문에서는 앞서 말한 3단계 중 1단계를 위해서 데이터 스니핑 방식을 이용한 데이터 수집과 스니핑 된 데이터를 표준 프로토콜로 변환 시키는 데이터 수집장치의 아키텍처에 대해 제안한다.

**주요어** : 안전 관제 시스템, 안전 감지 장치, 패킷 스니핑, 표준 DDS 프로토콜

† 교신저자 : 대아티아이(주) 철도기술연구소 (jinahn@daeati.co.kr)

\* 대아티아이(주) 철도기술연구소

\*\* 구름네트웍스 개발팀

# 1. 서론

국내 철도는 철도의 3요소인 종사원, 시설물, 차량의 상태 파악을 위한 많은 검지 장치들이 설치가 되어 있으며, 검지 장치가 생성하는 정보를 감시 및 제어하는 다양한 관제 시스템들이 존재[1]한다. 이러한 검지 장치가 생성하는 정보는 시스템적으로 사고를 예측하여 사전에 예방하거나 사고 발생 시 신속한 대응으로 활용하지 못하고 있으며, 게다가 철도 관제 시스템들은 분야별로 독립적으로 운영되고 있기 때문에 철도안전을 위한 정보로 통합관리가 되지 않고 있다.

국토교통과학기술진흥원은 앞서 언급한 현재 철도 안전의 문제점을 해결하기 위해서 철도기술연구사업의 과제로 “기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도 안전 통합 감시 제어 시스템 개발” [2]을 2014년 8월 29일부터 진행 중에 있다. 해당 과제 내용 중 기존 감시 데이터에서 안전관련 데이터를 통합 관리하기 위해서 실시간성과 상호 운용성을 위해 DDS기반 안전관제 데이터의 표준화 작업을 추진 중에 있다. 점진적으로 안전관제 데이터를 표준화하기 위해서 기존의 관제 시스템들의 인터페이스를 변경하지 않고 표준 프로토콜을 도입하는 1단계, 기존의 관제 시스템과 표준 프로토콜을 지원하는 RTU가 혼재된 2단계, 모든 안전관제 데이터가 표준 프로토콜을 지원하는 3단계로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 점진적으로 안전관제 데이터를 표준화하기 위한 3단계 중 1단계를 위한 데이터 스니핑 방식을 이용한 데이터 수집과 스니핑 된 데이터를 표준 프로토콜로 변환시키는 데이터 인터페이스 장치의 아키텍처에 대해 제시한다.

본 논문의 구성은 서론에서 현재 철도 안전 관제 시스템에서 각종 센서와 데이터들간에 표준화가 되어 있지 않고 있는 점을 언급 하였고, 본문에서는 기존 철도 안전 관제 시스템에 영향 및 변경을 하지 않고 데이터를 수집하는 방법과 표준화를 위한 아키텍처를 제시하였다.

# 2. 본론

## 2.1 기존의 철도 관제 시스템

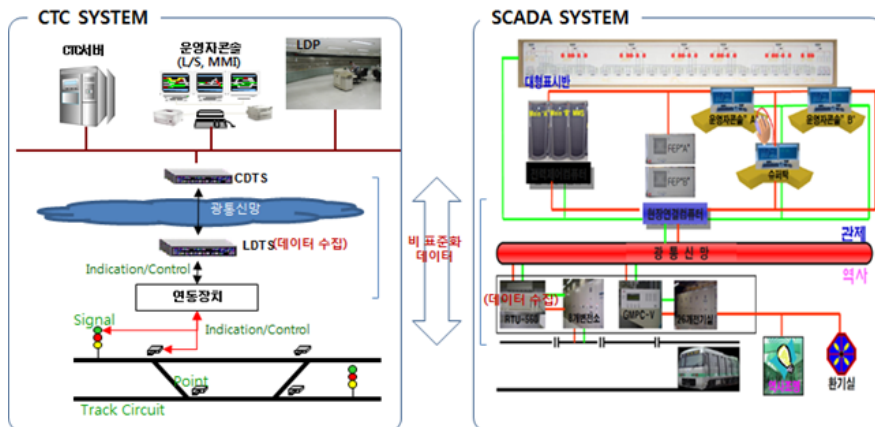


Fig. 1 The Existing Railway Safety Control System

기존의 철도 관제시스템 중 대표적인 CTC와 SCADA는 Fig. 1 과 같이 구성되어있다. 역사 및 현장에는 열차의 안전한 운영을 위한 각종 설비들(신호[3], 차량[4], 전철/전력, 통신, 역사 감시[5]등)이 설치되어 있으며 기존 관제시스템을 위한 데이터 수집장치(LDTS, RTU)는 각각의 독립된 시스템만을 위한 데이터를 수집하여 철도 관제센터에 있는 해당 시스템에 데이터를 전송해준다.

그러나 기존의 수집되는 데이터들은 역 현장에 설치된 시스템의 기능에 따라 고유한 데이터 프로토콜을 사용한다. 이렇게 다양한 시스템의 상이한 데이터 프로토콜들이 존재하는 상황에서 안전관련 데이터를 통합 수집하고, 데이터의 실시간성과 상호연동을 지원하기 위해서 안전관련 데이터들의 표준화가 필요하다.[6]

따라서 안전관련 데이터들의 표준화를 위해 점진적으로 접근하기 위해서 기존의 철도 관제시스템의 변경 및 수정 없이 새로운 시스템에 적용하기 위해서 Tap 장비를 이용한 안전관련 데이터를 실시간으로 수집하고 표준 프로토콜을 도입할 수 있는 데이터 인터페이스 장치를 제시한다.

## 2.2 표준화를 위한 안전 데이터 인터페이스 장치

### 2.2.1 표준화를 위한 안전 데이터 인터페이스 장치

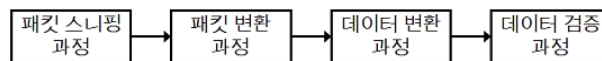


Fig. 2 The Existing Railway Safety Control System

Table 1. The Safety Monitoring Interface Phase Information for Standardization

Phase	Explanation
Packet Sniffing	Tap장비를 활용한 센서 데이터 수집
Packet Transfer	수집된 센서 데이터의 패킷 헤더 정보를 수정
Data Transfer	수집된 데이터를 표준 DDS 형태의 새로운 패킷으로 변환
Data Verification	표준 DDS 형태로 변환 확인, 성능 및 표준 준수 여부 테스트

표준화를 위한 안전 데이터 인터페이스 장치는 Fig. 2와 같이 4가지 과정이 필요하며 4가지 과정의 설명은 Table 1과 같다.

### 2.2.2 기존 관제 시스템과 인터페이스 장치간의 설계

안전 데이터 인터페이스의 데이터를 표준화하기 위해서는 기존 관제 시스템의 데이터가 필요하다. 기존 관제 시스템의 데이터는 철도 현장의 데이터를 말하며, 데이터를 수집하기 위해 철도 현장의 시스템과 직접 연결하면 철도 시스템에 큰 오류를 가져 올 수 있기 때문에 본 논문에서는 기존 관제 시스템의 변경 없이 데이터를 수집하고 표준 프로토콜을 도입하기 위한 아키텍처를 제시한다.

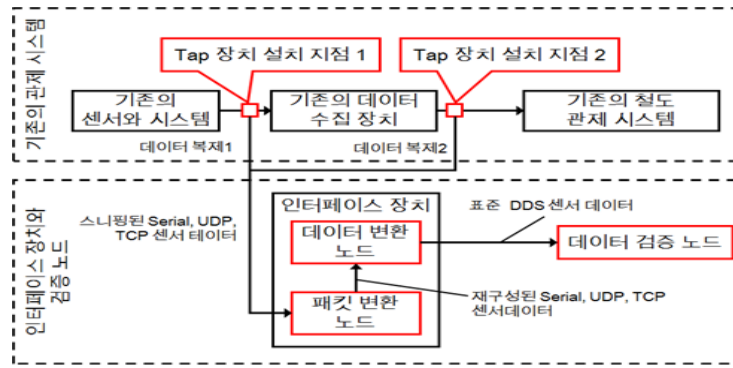


Fig. 3 The Tap Device Location for Packet Sniffing

기존 관제 시스템과 인터페이스 장치간의 구성은 Fig. 3과 같다. 기존의 관제 시스템에 영향을 끼치지 않고 인터페이스 장치를 통해 데이터를 수집한 후 데이터를 패킷 변환 노드와 데이터 변환 노드에서 DDS 기반 데이터를 표준화 한다. 데이터 검증 노드에서는 이러한 DDS 표준화 여부와 성능 및 기능 검증을 수행한다. Tap 장치 설치 지점1, 2는 기존의 시스템의 수정 없이 데이터를 수집하기 위한 패킷 스니핑 장치이고, 스니핑된 패킷은 센서와 시스템에서 전송하는 RAW 패킷을 의미하며, RAW 패킷은 일반적인 OS와 통신할 수 있는 패킷 형태로 변환해주어야 하기 때문에 패킷 변환 장치에서 패킷의 헤더 부분을 재구성하여 데이터 변환 장치로 전송한다. 그 다음으로 데이터 변환 장치는 재구성된 패킷을 표준 DDS 프로토콜로 변환하고 데이터 검증 장치로 전송해준다. 데이터 검증 장치는 수신받은 패킷의 DDS 표준화 유무 및 센서 데이터의 정보를 읽어 들여 기능 및 성능을 검증 하고 추후 연구를 위해 DDS 센서 데이터의 정보를 로그 형태로 남긴다.

Fig. 3에서 Tap 장치를 이용하는 패킷 스니핑 노드, 패킷 변환 노드, 데이터 변환 노드, 데이터 검증 노드의 구체적인 기능 및 역할에 대한 아키텍처는 다음 장에서 설명한다.

### 2.2.2.1 Packet Sniffing Node

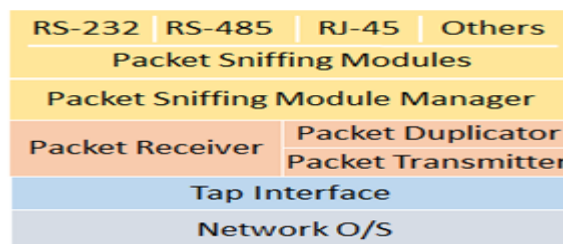


Fig. 4 Packet Sniffing Node

Packet Sniffing Node는 안전 검지 장치들의 센서 데이터 패킷을 기존 관제시스템을 수정하지 않도록 하는 장치이며 Fig. 4와 같은 구조이다. 기존 관제 시스템과 안전 데이터 인터페이스 장치 사이에 'Tap Interface' 를 통해서 패킷을 스니핑 한 후 탑재된 'Packet Sniffing Module' 종류에 따라서 Sniffing Packet을 복제 한 후에 패킷 변환 장치로 전송한다.

### 2.2.2.2 Packet Translation Node

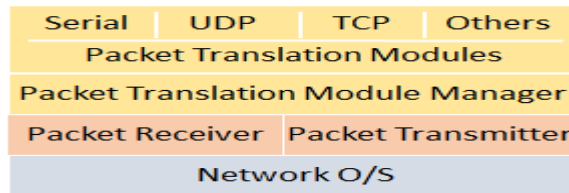


Fig. 5 Packet Translation Node

Packet Translation Node는 Raw Packet 형태로 전송되는 패킷을 Linux와 같은 범용 O/S가 패킷 처리를 할 수 있도록 하기 위해서 패킷의 형태를 변경하는 역할을 한다. 예를 들어 Serial인 경우 TCP의 형태로 변경하고, UDP의 경우에는 Destination IP, Port등을 수정한다. 그 외에 TCP의 경우에는 범용 O/S와 세션을 재구성한 후 패킷을 데이터 변환 장치로 전달한다.

### 2.2.2.3 Data Conversion Node

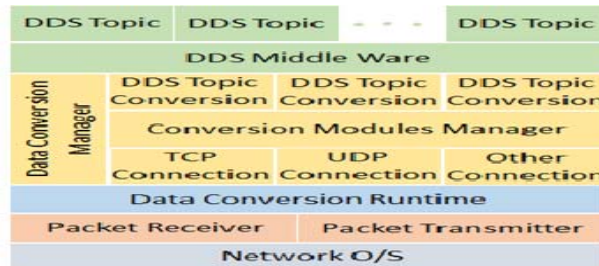


Fig. 6 Data Conversion Node

Data Conversion Node는 Packet Translation Node에서 전송하는 패킷의 데이터를 전달 받아 표준 DDS 형태로 변환 시키는 역할을 한다. 예를 들어 UDP나 TCP 형태로 전송되는 데이터를 표준화된 DDS로 변환 한 후 DDS 패킷을 데이터 검증 장치로 전달한다.

### 2.2.2.4 Data Verification Node

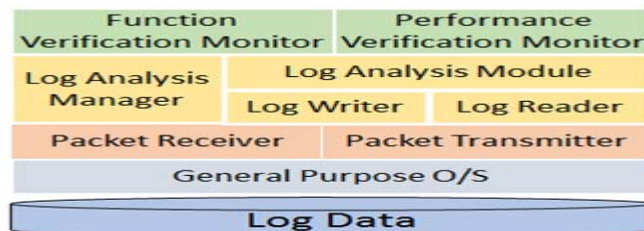


Fig. 7 Data verification Node

Data Verification Node는 Data Conversion Node에서 패킷을 전달받아 패킷의 표준화 유무 확인 및 DDS로 변환된 센서의 데이터를 해석한 후 정보를 모니터링 하고, Log 형태로 Data를

저장하는 역할을 수행한다. ‘Function Verification Monitor’ 는 DDS로 변환된 센서 데이터를 분석하고, 데이터가 정확히 변환 되었는지 검증을 한다. ‘Performance Verification Monitor’ 는 QoS 기준 테이블과 비교해 변환된 데이터가 QoS 요건에 만족하는지 검증한다. Log Analysis Manager’ 에 의해 앞서 검증된 패킷에 대한 어떻게 분석하고 저장할 건지에 대해 판단한다

### 3. 결론

본 논문에서는 국토교통과학기술진흥원의 국가 R&D 진행 중인 “기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도 안전 통합 감시 제어 시스템 개발” 과제에서 안전관제 시스템에 입력되는 다양한 종류의 안전 데이터를 실시간성과 상호 운용성을 위한 DDS기반의 안전관제 데이터로 표준화 하는 연구 중 기존의 다양한 관제 시스템을 변경하지 않고 표준 프로토콜을 도입하는 단계에 대한 아키텍처를 제시하였다. 표준화 작업을 진행하기 위해서는 기존 관제 시스템의 데이터가 필요하다. 필요한 데이터를 수집하기 위해 기존의 철도 관제시스템과 본 논문에서 제시하는 안전 데이터 인터페이스 장치 간에 패킷을 수집하기 위한 Packet Sniffing Node, Raw 패킷을 범용 O/S에 전달하기 위한 Packet Translation Node, 표준 DDS 패킷으로 변환 하는 Data Conversion Node, 표준화 유무 확인, 기능 검정, 성능 검정, 로깅하는 Data Verification Node에 대해 제시하였다.

향후 본 논문에서 제시한 패킷 수집 방법과 안전 데이터 인터페이스 장치 아키텍처를 기반으로 시스템을 구축 할 예정이다. 구축한 시스템을 점진적으로 안전 관제 시스템에 적용 해봄으로써 실시간성과 상호 운용성을 지원하는 철도 안전 관제 시스템이 될 것으로 전망한다.

### 후 기

본 논문은 국토교통부에서 지원하는 “기존 안전검지장치 및 현장 운영데이터 기반 실시간 철도안전 통합 감시 제어시스템 개발” 과제의 일환으로 연구되었습니다.

### 참고문헌

- [1] Korea Railroad Research Institute, Development of ICT-based technologies for safety and efficiency of railway operation Report 2 year, KRRI, Dec. 2012. vol. 14, no. 6, pp. 575-583, Dec. 2011.
- [2] Achieved at [www.kaia.re.kr/portal/landmark/readTskView.do?menuNo=200060&tskId=82515&yearCnt=1](http://www.kaia.re.kr/portal/landmark/readTskView.do?menuNo=200060&tskId=82515&yearCnt=1)
- [3] An Example of Enhancement Security for Sending Messages of Rolling Stock, KCI, Oct. 2012. vol. 10. no 5, pp 1858-1864
- [4] Analysis of Operational Issues for ICT-based On-Board Train Control System, KCI, Dec. 2011. vol. 14. no. 6, pp. 575-583
- [5] Applying Work Domain Analysis for Ecological Interface Design of Safety Monitoring System in the Urban Railway Station, KCI, Jun. 2010. vol. 13. no 3, pp 264-270
- [6] Achieved at [www.kaia.re.kr/portal/reportsKr/view.do?seqno=2760&menuNo=200053](http://www.kaia.re.kr/portal/reportsKr/view.do?seqno=2760&menuNo=200053)