

## 실시간 철도 안전관제를 위한 DDS 기반의 일반철도 신호 데이터 규격 설계 연구

박윤정<sup>1</sup> · 임담섭<sup>2</sup> · 민덕기<sup>2</sup> · 김상암<sup>1\*</sup>

### Research on Design of DDS-based Conventional Railway Signal Data Specification for Real-time Railway Safety Monitoring and Control

Yunjung Park<sup>1</sup> · Damsub Lim<sup>2</sup> · Dugki Min<sup>2</sup> · Sang Ahm Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Railroad Safety and Certification Center, Korea Railroad Research Institute, Uiwang, 16105, Korea

<sup>2</sup>Department of Computer, Information&Communications Engineering, Konkuk University, Seoul, 05029, Korea

#### 요 약

철도 안전사고 예방을 목표로 하는 실시간 철도 안전관제 시스템에서는 DDS (Data Distribution Service) 표준 기술 기반의 데이터 전송 방안을 적용함으로써 기존 현장의 안전검지장치로부터 발생한 데이터를 통합 및 관리하고 있다. 본 논문에서는 수많은 현장 데이터 중 일반철도 현장에서 발생한 신호설비 데이터 규격 설계를 소개하고 있다. 신호설비 데이터의 DDS 전송을 위하여 기존 표준 규격인 KRS SG 0062를 모델링하고, DDS 데이터 전송 단위인 Topic 설계 및 데이터 변환 방안을 제시하고, 데이터 성격 별로 네트워크 제어 QoS 정책 설계를 제시하고 있다. 또한 실제 현장 데이터를 분석하여 설계된 규격이 현장에 적용 가능한지를 확인해 보았다.

#### ABSTRACT

The real-time railway safety monitoring and control system is for prevention of safety accidents, and this system adopts DDS (Data Distribution Service) standard based data transmission method to support integrated management of data from existing on-site safety detection devices. In this paper, we introduce the design of DDS-based data specification from on-site signal equipment on the conventional railway. For this, we (1) design UML data model of KRS SG 0062 standard which defines existing data specification, (2) define DDS Topics for DDS transmission and map KRS model to DDS Topic model, (3) suggest data transformation rules and (4) design network control QoS policies. In addition, we analysis actual on-site log data and validate our data specification design. DDS-based data transmission enables data compatibility among on-site devices and the real-time railway safety monitoring and control system, and allows efficient network management for a large amount of data transfer.

**키워드** : 데이터 분산 서비스, DDS, 철도안전관제, 철도 신호 데이터, QoS

**Key word** : Data Distribution Service, DDS, Railway Safety Monitoring&Control, Railway Signal Data, QoS

Received 11 February 2016, Revised 29 February 2016, Accepted 21 March 2016

\* Corresponding Author Sang Ahm Kim (E-mail:sangahm@krii.re.kr, Tel:+82-31-460-5543)

Railroad Safety and Certification Center, Korea Railroad Research Institute, Uiwang, 16105, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkice.2016.20.4.739>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

최근 빈번하게 발생하는 안전사고를 예방하고, 피해를 최소화하기 위한 해결책 마련에 많은 관심이 주목되고 있으며, 교통 분야에서도 이에 따른 다양한 연구가 진행되고 있다[1,2]. 철도 분야에서도 철도 안전을 실시간으로 모니터링하고 필요 시 안전대응을 위한 의사결정을 수행할 수 있는 실시간 철도 안전관제 시스템[3]에 대한 구축이 진행되고 있으며, 이를 위하여 기존 현장의 철도 안전검지장치와 철도 운영데이터를 통합 전송 및 관리하기 위한 연구가 수행되고 있다.

기존 철도관련 안전검지 장치들은 노선별, 분야별, 제조사별 등 다양한 통신 프로토콜 및 데이터 규격을 사용하고 있기 때문에 통합 전송 및 관리가 어렵다. 따라서 실시간 철도 안전관제 시스템은 그림 1과 같이 데이터를 수집 및 관리하는 역할을 하는 플랫폼과 현장 안전검지장치 사이에 인터페이스 데이터 수집 장치[4]를 두어 각기 다른 현장 데이터를 변환하여 동일한 형태로 플랫폼에 전달하는 구조로 설계되었다. 즉, 현장 안전검지장치와 인터페이스 데이터 수집 장치 사이에는 기존의 통신 방법이 그대로 적용되지만, 인터페이스 데이터 수집 장치와 플랫폼 사이에는 동일한 형태의 프로토콜 규격 정의 및 데이터 전송 방안이 설계되었다.

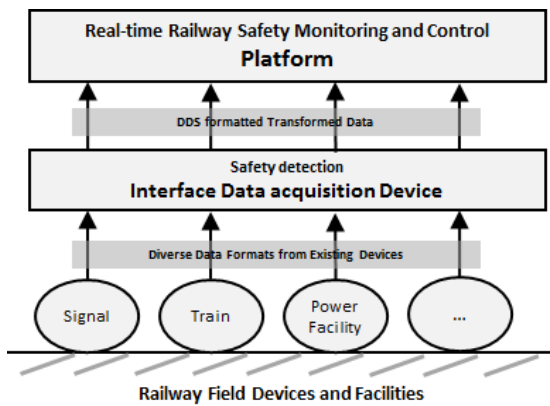


Fig. 1 Data Transmission Structure for Real-time Railway Safety Monitoring and Control System

실시간 철도 안전관제 시스템에서는 분산 시스템에 대한 실시간 데이터 전송 및 세밀한 네트워크 QoS 제어

정책을 지원하는 DDS (Data Distribution Service) 표준 [5]을 대상으로 적합성 검토[6]를 거쳐 플랫폼과 인터페이스 데이터 수집 장치 간의 통신에 적용하고 있다.

DDS는 OMG (Object Management Group) 표준 통신 미들웨어로, 분산된 시스템 간의 실시간적이고 정확한 메시지 전달을 보장하여, 다양한 매체로부터 전달되는 대량의 데이터를 빠르고 정확하게 처리하기에 적합한 구조를 제공하고 있다[7]. 해외에서는 이미 네덜란드의 ProRail과 같이 DDS 기술을 이용하여 철도 운행관제 네트워크를 구축한 사례[8]가 있으며, [9]의 연구 등과 같이 DDS를 이용한 데이터 전송 효율성 개선을 위한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다.

본 논문에서는 DDS 표준 기술을 기반으로 실시간 철도 안전관제를 목적으로 플랫폼과 인터페이스 데이터 수집 장치 간에서 주고받는 철도신호, 철도차량, 전기설비, 전력, 통신 등과 같은 수많은 데이터 중 일반철도에서 현장 신호설비 데이터를 전송하기 위한 데이터 규격에 대한 설계를 소개하고 있다. 기존의 신호설비 데이터를 변환하여 DDS 형태로 전송 가능하게 함으로 이종의 데이터를 동일한 형태로 관리할 수 있을 뿐만 아니라, 많은 양의 데이터 전송에 대한 효율적인 네트워크 QoS 제어가 가능하다는 장점이 있다.

여기서 일반철도는 경부고속선 및 호남고속선과 같은 고속철도와, 도시 철도법에 의한 도시철도를 제외한 나머지 경부선, 경춘선 등과 같은 철도 노선을 의미하며, 일반철도 신호 데이터는 일반 철도 노선에 속하는 현장에서 일반철도 관제를 위한 신호설비로부터 발생하는 데이터를 의미한다.

본 논문에서는 기존 신호설비 데이터의 DDS 전송을 위하여 기존 규격 (KRS SG 0062)을 분석 및 모델링하고, 이를 DDS 데이터 전송 단위인 Topic으로 설계하였으며, 데이터 변환 방안 및 데이터 성격 별 네트워크 제어 QoS 정책을 설계 방안을 제시하고 있다. 또한 실제 현장 데이터를 분석하여 설계한 내용이 실제 현장 신호설비 데이터 전송에 적용 가능한지를 검토해 보았다.

본 논문 2장은 기존 일반철도 신호 데이터 규격을, 3장은 기존 데이터를 DDS 기반으로 전송하기 위한 데이터 규격 설계를 소개한다. 4장에서는 네트워크 제어 QoS 정책 설계, 5장에서는 설계 내용을 실제 현장 데이터를 기반으로 검증한다. 마지막 6장에서는 연구 내용 요약 및 향후 연구 진행 방향을 제시 하고 있다.

## II. 기존 일반철도 신호 데이터 전송 구조

현재 일반철도 관제를 위한 철도신호시스템 간 데이터 전송은 KRS SG 0062 [10] 표준 규격을 따르는 점대점 정보전송방식을 통해 전송되고 있다. 이 규격은 그림 2와 같이 철도 운행 관제를 위한 열차집중제어장치(CTC, Centralized Traffic Control)와 현장 신호설비 정보를 CTC로 전송해주는 역정보전송장치(LDTS, Local Data Transmission System) 간의 통신 그리고 역정보전송장치와 현장 신호설비로부터 데이터를 수집하는 전자연동장치(EIS, Electronic Interlocking System) 간의 통신에 동일하게 적용 된다[10,11].

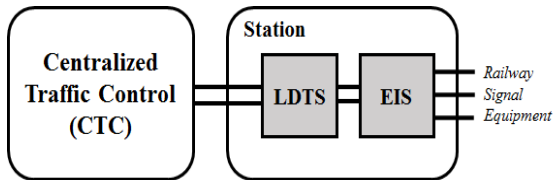


Fig. 2 Conventional Railway Signal Transmission Structure

역정보전송장치와 전자연동장치 사이는 RS-422 규격을 따르는 전이중(Full Duplex) 비동기 시리얼 통신으로 연결되어 있으며, 이들 간에 오가는 메시지는 양방향으로 정의되어 있다. 역정보전송장치로부터 전자연동장치로는 제어 메시지, 현장 신호설비의 상태 정보를 요청하는 폴링 메시지 등이 전송되며, 전자연동장치에서 역정보전송장치로는 현장 신호설비의 상태정보 메시지와 요청 메시지에 대한 응답 메시지 등이 전송된다.

KRS SG 0062 표준 규격 상의 메시지 프레임은 그림 3과 같이 구성되어 있으며, 메시지 형식(Message Type)의 코드 값에 따라 메시지의 종류 및 데이터 전송 형식이 결정된다. 예를 들어, 변동된 현장 신호설비 상태 정보를 보내주는 메시지인 'Update'의 경우 그림 3 하단과 같이 신호설비 고유의 Element ID와 해당 신호설비의 상태정보가 한 세트르 묶인 형태로 데이터가 전송된다.

전자연동장치로부터 전달되는 현장 신호설비 정보로는 선로전환기, 주 신호기, 입환신호기, 입환표지, 유도신호기, 진로, 궤도회로, 건널목 등이 있으며, 각각 설비의 Element ID 및 상태 정보와 함께 전달된다.

STX	Data Length	Sequence No.	Message Type	Data	CRC	ETX
1 byte	1 byte	1 byte	1 byte	n byte	2 byte	1 byte

Message Type : Type of message / Data : Target data for transfer  
 Data Length : Length of target data / Sequence No. : Message transmission Sequence  
 STX : Start of message frame / ETX : End of message frame / CRC : Error detecting code

[An example of 'Data' field : if 'Message Type' is 'Update']  
 ·Data[0][1] : First device Element ID (2 byte)  
 ·Data[2] : First device status information (1 byte)  
 ...  
 ·Data[n-2][n-1] : Last device Element ID (2 byte)  
 ·Data[n] : Last device status information (1 byte)

Fig. 3 Message Frame Structure of KRS SG 0062

상태 정보는 1byte 크기로 정의되며 표 1의 선로전환기 상태 정의와 같이 각 bit에 의미를 부여한 값을 전송한다. 예를 들어, 선로전환기 설비의 값이 2진수 '00000110'이면, '반위상태, 쇄정상태 (Reverse position, Locked)'이라는 뜻이 된다.

Table. 1 State Information Table of Switch Machine

Bit	Name	Description
0	NP	1:Normal position, 0:Other position
1	RP	1:Reverse position, 0:Other position
2	LK	1:Locked, 0 :Released
3	PF	1:Fault States, 0:Normal State
4	MN	1:Moving to normal, 0:Other position
5	MR	1:Moving to reverse, 0:Other position
6	-	CU(Current Unused)
7	-	CU(Current Unused)

철도신호시스템에 대한 보다 자세한 설명은 한국철도시설공단의 '열차집중제어장치 일반사항[12]' 편람에 기술되어 있다.

## III. DDS 기반의 신호 데이터 규격 설계

### 3.1. DDS 기반의 신호 데이터 전송 설계 요구사항

철도 안전 관제를 위한 데이터 수집은 본래의 데이터가 가진 정보를 유지하면서, 동시에 다른 규격의 현장장치로부터 수집되는 데이터와 통합이 가능한 형태여야 한다. 따라서 기존의 데이터 규격과 호환되면서도, DDS 형태로 전송 가능한 형태로 데이터가 변환되어야 한다. 이를 위하여 데이터를 모델링하여 기존 KRS 규격과 DDS 상에서 사용 가능한 데이터 표준 규격인 IDL

(Interface Description Language) 규격 상호 간의 데이터가 호환될 수 있도록 구조를 정의해야 하며, 동시에 DDS의 데이터 전송 단위임과 동시에 DDS의 가장 큰 특징인 네트워크 제어 QoS 정책을 부여할 수 있도록 Topic 단위를 설정해야하고, Topic 별로 적절한 QoS 정책을 부여해야 한다.

3.2. 데이터 모델링 및 IDL 데이터 명세 정의

DDS 데이터 전송을 위해서는 기존 KRS 메시지 중 데이터 종류 및 데이터 내용이 중요하다. 따라서 이들 정보를 토대로 그림 4와 같이 UML (Unified Modeling Language) 형태의 클래스 다이어그램을 작성하였다. 철도안전관계 플랫폼에서는 KRS 규격 외에도 다른 규격의 철도 신호 데이터를 수집하기 때문에 철도 신호 데이터의 한 종류라는 의미에서 ‘TrainSignalData’ 모델 하위에 표준명인 ‘KRS\_SG\_0062’ 모델을 두었다. 실제 전달할 데이터는 메시지 형식에 따라 달라지기 때문에 ‘KRS\_SG\_0062’ 모델에 각 메시지 형식이 포함되도록 구성하였으며, 좀 더 세부적인 정보를 포함하는 ‘Control’ 및 ‘Update’ 모델에는 각각 하위에 ‘ControlState’ 및 ‘StateInfo’ 모델을 포함하도록 하였다.

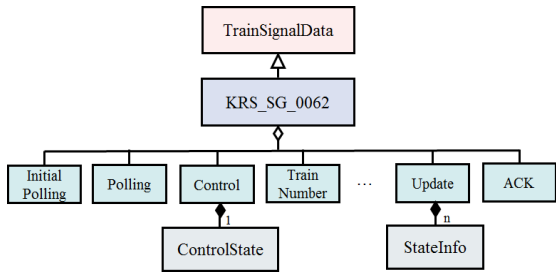


Fig. 4 Model of KRS SG 0062 Message Type and Data

그림 4의 모델을 기반으로 데이터 종류를 나타내는 KRS 메시지 형식을 중요도 및 성격에 따라 표 2와 같이 ‘ControlMessage’, ‘StateInfoUrgentMessage’, ‘State Info NormalMessage’, ‘RequestMessage’, ‘Response Message’의 5개의 그룹으로 구분하였고, 각각을 DDS Topic과 매핑 시켰다.

철도 안전 관계에서 중요한 것은 감시 (Monitoring)와 제어 (Control)이다. 따라서 이들과 관련된 데이터 위주로 Topic을 정의하였으며, 특히 빈도수가 매우 높은 상태

정보의 경우 일반 상태정보와 고장과 같이 긴급하게 전송되어야할 상태정보를 구분하기 위하여 ‘StateInfoUrgentMessage’, ‘StateInfoNormalMessage’와 같이 두 개의 Topic으로 나누어 정의하였다. ‘RequestMessage’는 제어 메시지와 상태 메시지 외의 요청 메시지를 위한 Topic이며, ‘ResponseMessage’는 제어 메시지와 상태 메시지 외의 응답 메시지를 위한 Topic이다.

Table. 2 DDS Topic Definition and Matched Types

Topic	Matched KRS Message Type
ControlMessage	Control
StateInfoUrgentMessage	Update and other response messages that contains machine state information
StateInfoNormalMessage	
RequestMessage	Other request messages (Polling...)
ResponseMessage	Other response messages (ACK...)

그림 5는 ‘Update’일 경우 정의되는 구체적인 DDS Topic의 구조를 UML로 도식화 한 그림이다.

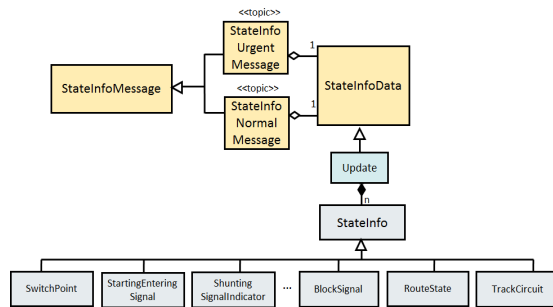


Fig. 5 DDS Topic Model of ‘Update’ Message Type

신호설비의 전달 위급여부에 따라 Topic 종류는 구분되지만, 내부에 들어가는 데이터 구조는 동일하다. ‘Update’ 메시지 내에는 다양한 형태의 상태 정보인 ‘StateInfo’가 복수로 포함될 수 있으며, 여기에 포함될 수 있는 상태 정보는 KRS 표준의 ‘3.7 표시정보’를 따른다. 본래 1 byte에 모든 상태 정보를 표시하던 기존의 방식과 달리, DDS 전송을 위한 데이터 규격 정의를 위해서는 상태 정보 각각을 데이터 내에 명확화 하여야 한다. 표 3은 표 1에 나타난 KRS 규격의 선로전환기 상태 정보 표를 DDS에서 데이터 정의 형식인 IDL 규격으로 변환한 결과이다.

**Table. 3** IDL Expression of Switch Point State Info

IDL Expression
<pre> struct SwitchPoint {   boolean NP; // 1:Normal position, 0:Other position   boolean RP; // 1:Reverse position, 0:Other position   boolean LK; // 1:Locked, 0:Released   boolean PF; // 1:Fault States, 0:Normal State   boolean MN; // 1:Moving to normal   boolean MR; // 1:Moving to reverse };                     </pre>

#### IV. DDS 기반의 신호 데이터 전송 QoS 설계

DDS 미들웨어를 적용한 시스템의 가장 큰 특징은 시스템 간에 네트워크 제어 QoS 정책을 설정할 수 있다는 것이다. 철도 신호설비 데이터 전송 역시 QoS 설정이 가능하며, 이를 위하여 일반적인 QoS 정책 설정 가이드라인을 살펴보고, 앞서 정의한 Topic 별로 적합한 QoS 정책을 설계해 보고자 한다.

QoS Policies	Description
Durability, Durability Service, Lifespan, History	Data Availability Management
Reliability, Partition, Destination Order, Presentation, Ownership, Ownership Strength	Data Delivery Management
Deadline, Latency Budget, Transport Priority	Data Timeliness Management
Time Based Filter, Resource Limits	Resource Management
Entity Factory, User Data, Topic Data, Group Data, Liveliness	Configuration Management
Writer Data Lifecycle, Reader Data Lifecycle	Lifecycle Management

**Fig. 6** DDS Qos Definition

DDS 표준에서는 그림 6과 같이 22가지의 네트워크 제어 QoS 정책을 제공하고 있다. 그러나 모든 QoS 정책을 세밀하게 정의할 필요는 없으며, 데이터 전송의 성격에 따라 적절하게 필요한 QoS 정책만 설정하면 된다. 명시적으로 설정하지 않은 나머지 QoS 정책은 DDS에서 미리 정의한 기본 값을 따라 동작한다.

QoS 정책 설정에 대한 규정은 별도로 존재하지 않지만, 기존에 이미 사용되고 있는 DDS 기반 시스템을 사

례로 DDS 미들웨어 제작사에서는 QoS 정책 설정에 대한 방안 및 적용 예시를 포함한 튜토리얼 자료를 공개하고 있다 [13,14].

DDS QoS 정책 설정 방안 관련 자료를 참조하여, 데이터 성격에 따라 DDS Topic 별 주요 QoS 정의를 설계하였다. ‘ControlMessage’ Topic은 철도 신호설비를 제어하기 위한 메시지로, 반드시 정확하게 전송되어야 한다. 따라서 ‘Reliability= RELIABLE’ 설정이 필요하다.

‘StateInfoUrgentMessage’ Topic은 긴급한 데이터 전송 및 조치를 위해 필요하기 때문에 ‘Reliability= RELIABLE’ 뿐만 아니라 ‘Transport Priority=높은 순위의 값’ 설정이 필요하다. 부가적으로 Time Stamp 등의 메타 데이터 기록을 위해 ‘UserData’의 적용도 필요하다.

‘StateInfoNormalMessage’ Topic은 전송 우선순위가 낮기 때문에 ‘Transport Priority=낮은 순위의 값’ 설정이 필요하다. 또한 전송 빈도가 높기 때문에 모든 값을 메모리에 저장할 수 없으므로 ‘History=시스템에 따른 적절한 개수’로 정의하여 효율적으로 메모리를 관리해야 한다. 또한 너무 많은 데이터 전송이 발생 시에는 ‘Time based Filter=수신 간격 시간’을 통해 수신을 제어하거나, ‘Partition=네트워크 파티션 이름’ 설정을 통해 일정 범위 별로 네트워크 전송을 분리하는 방법도 적용할 수 있다. 보다 세밀한 QoS 설정은 실제 안전관제 플랫폼 구현 및 테스트베드 단계에서 실제 현장 실험 결과 분석을 토대로 필요에 따라 설정될 예정이다.

‘RequestMessage’ 및 ‘ResponseMessage’는 철도 안전관제를 위해서는 중요도가 높지 않은 메시지이다. 효율적인 관리를 위해서는 데이터 구독 자체를 하지 않을 수도 있고, 정밀한 관리를 위해 필요한 경우 메시지 타입 별로 필터링하여 유연하게 전달 받을 수 있도록 구성할 수 있다. DDS 미들웨어 자체에서 데이터 내용에 따라 선택하여 구독할 수 있는 구조를 제공하고 있다.

#### V. DDS 기반의 신호 데이터 전송 구조 설계 검증

앞서 설계한 내용이 실제 현장에 적용 가능한지를 확인하기 위하여 일반 철도인 경원선의 ○○○역 (보안 문제로 역명은 비공개함)에서 2014년도에 발생한 24시간 로그데이터를 분석해 보았다. 그림 7과 같은 형태로

24시간 5개의 채널에서 총 89만여 개의 데이터 전송이 발생하였으며, 그 중 열차집중제어장치와 역정보전송장치 간에 통신이 발생한 채널을 선택하여 10만여 개의 데이터를 대상으로 설계의 적용 가능 여부를 검토해 보았다.

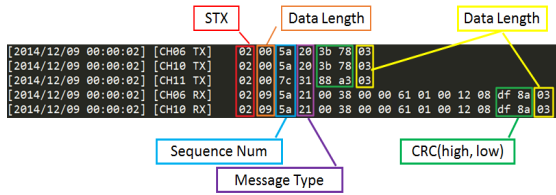


Fig. 7 Sample Log Data from ○○○ Station

DDS 기반의 신호 데이터 전송 구조 설계 검증을 위한 실험 환경은 그림 8과 같은 형태로 이루어졌다.

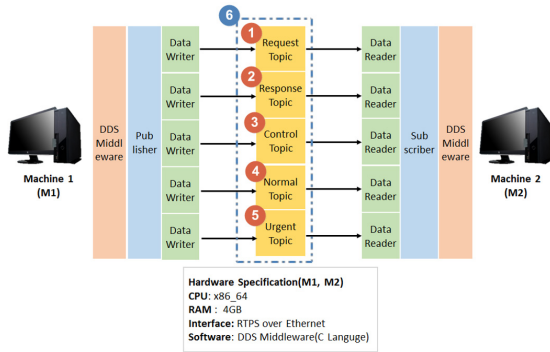


Fig. 8 Experiment Environment for Data Transmission

LAN 환경에 두 대의 물리적인 컴퓨터 머신을 두고 머신 1에서 데이터를 전송하고, 머신 2에서 데이터를 수신하는 형태로 구성하였으며, 이들은 앞서 설계한 5개의 Topic을 통하여 신호 데이터를 공유하고 있다.

실험을 통하여 먼저 규격에 부합하지 않은 데이터가 있는지를 확인하였는데, 총 106,669개의 데이터 모두 그림 3 KRS SG 0062 규격의 메시지 프레임 구조를 만족한 형태로 전송 되었다. 이 중 철도 안전관제에서 중요한 요소인 상태 정보를 전송하는 ‘Update’ 7,705개 메시지와 제어 메시지만 ‘Control’ 4개 메시지를 중심으로 데이터 내용을 분석하였다.

메시지 종류는 그림 7에 나타난 것처럼 메시지 타입 코드를 근거로 파악가능하며, 식별된 메시지 타입은 3장

에 정의된 대로 각각의 다른 DDS Topic으로 매핑 된다. 세부적인 매핑 과정을 살펴보기 위해 한 장치를 선택하여 ‘Update’로 전송된 장치 상태 정보의 갱신 횟수 및 주기, 상태 정보 갱신 내역을 추적해 보았으며, 그 결과는 다음 표 4의 (1)에 나타나 있다. 표 4의 (2)는 ‘07’번 장치에 대한 현장 로그 데이터에 대한 일부분을 보여주고 있으며, 표 4의 (3)은 로그 데이터를 KRS 규격을 참조하여 데이터의 의미를 해석한 것이다. 해석된 데이터는 표 3을 따라 표 4의 (4)와 같이 DDS 프로그래밍 코드로 매핑 할 수 있다. 이러한 과정을 거쳐 기존의 KRS 규격 데이터가 DDS 형태로 전송 될 수 있다. 참고로, 장치 번호인 ElementID와 장치 종류와의 매핑 관계는 각 역별로 정의된 Element List 문서를 통해 확인할 수 있다.

Table. 4 An Example of Analysis of ‘Update’ Message and Mapping to DDS code of a Switch Machine (ElementID : 07)

Analysis of a Switch Machine Update	
<b>(1) Description of Target Machine</b>	
ElementID	07
Machine Type	Switch Machine
Update Message Count	50
Update Period	Irregular
<b>(2) Part of Messages (Summary)</b>	
[2014/12/09 00:56:02] [CH08 TX] ... 00 07 01 ...	
[2014/12/09 01:17:31] [CH08 TX] ... 00 07 05 ...	
[2014/12/09 01:49:07] [CH08 TX] ... 00 07 01 ...	
[2014/12/09 02:13:05] [CH08 TX] ... 00 07 05 ...	
[2014/12/09 02:15:32] [CH08 TX] ... 00 07 01 ...	
[2014/12/09 02:15:37] [CH08 TX] ... 00 07 05 ...	
...	
<b>(3) Analysis of Messages</b>	
00 07 01	ID 07, Normal position, Released
00 07 05	ID 07, Normal position, Locked
00 07 01	ID 07, Normal position, Released
00 07 05	ID 07, Normal position, Locked
00 07 01	ID 07, Normal position, Released
00 07 05	ID 07, Normal position, Locked
<b>(4) Mapping to DDS code</b>	
[in case of ‘00 07 05’]	
switchPoint.NP = 1; // 1:Normal position	
switchPoint.RP = 0; // 0:Other position	
switchPoint.LK = 1; // 1:Locked	
switchPoint.PF = 0; // 0:Normal state	
switchPoint.MN = 0; // 0: Other state	
switchPoint.MR = 0; // 0: Other state	

## VI. 결 론

본 논문에서는 실시간 철도 안전관제 시스템 구축을 위하여 DDS기반으로 플랫폼과 인터페이스 데이터 수집 장치 간의 일반철도 신호 데이터 규격 설계 방안 및 검증 결과를 제시하였다. 향후에는 기존 철도 운행관제와 차별성을 두고, 보다 복합적인 철도 사고 방어 시스템 구축을 위하여 더 많은 종류의 현장 안전검지장치에 대한 데이터 통합 및 전송 방안에 대한 연구를 수행하고자 한다.

### ACKNOWLEDGMENTS

This research was supported by a grant (15RTRP-B082515-02) from Railroad Technology Research Program (RTRP) funded by Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Korean government.

## REFERENCES

- [ 1 ] M. Park, Y. Choi, G. Woo, J. Lee, I. Oh, Y. Yuu, "Research Trends in Foreign Countries for Human Error Prevention in Railway System," in *Proceeding of 2013 Autumn Conference & Annual Meeting of the Korean Society for Railway*, pp. 1447-1453, Nov. 2013.
- [ 2 ] S. Oh, Y. H. Chung, J. J. Kim, "An Advanced User-friendly Wireless Smart System for Vehicle Safety Monitoring and Accident Prevention," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 16, no. 9, pp. 1898-1905, Sep. 2012.
- [ 3 ] S. A. Kim and D. H. Shin, "Development of Real-time Integrated Railway Safety Monitoring & Control System based on On-site Safety Equipment and Operational Data," *Magazine of Korean Society of Hazard Mitigation*, vol 14, no. 6, pp. 48-52, Nov. 2014.
- [ 4 ] K. Shin, T. Um, D. Lim and J. Ahn, "A Study of the Data Interfacing Device Architecture of the Safety Supervision System for Protocol Standardization and Interoperability," in *Proceeding of 2015 Autumn Conference & Annual Meeting of the Korean Society for Railway*, pp. 989-994, Oct. 2015.
- [ 5 ] OMG formal/2015-04-10, *Data Distribution Service (DDS) Version 1.4*, Object Management Group, 2015.
- [ 6 ] S. A. Kim and Y. J. Park, "Application of DDS Middleware for Development of Real-time Railway Safety Monitoring and Control System," in *Proceeding of 2015 Fall Conference of the Korean Society for Urban Railway*, pp. 270-272, 2015.
- [ 7 ] A. Corsaro, D. C. Schmidt, "The Data Distribution Service: The Communication Middleware Fabric for Scalable and Extensible Systems-of-Systems," in *System of Systems*, InTech, pp.13-30, Mar. 2012.
- [ 8 ] ProRail Deploys PrismTech's Vortex OpenSplice for Dutch Railway Network, PrismTech, 2010. [Internet] Available : <http://www.prismtech.com/news/prorail-deploys-prismtech-vortex-opensplice-dutch-railway-network>
- [ 9 ] S. Ahn, "Efficient Method for Exchanging Data between DDS Middlewares based on Adaptive Packet Transmission," *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 16, no. 6, pp.1229-1234, Jun. 2012.
- [10] KRS SG 0062, *Point to Point Protocol for Railroad Signal System*, Korean Railway Standards, 2006.
- [11] J. Lee, "Design and Formal Verification of New Communication Protocol for Railway Signaling Systems," Ph. D. dissertation, Korea University, Seoul, Korea, 2005.
- [12] Korea Rail Network Authority, *Centralized Traffic Control (CTC) General Information*, Korea Rail Network Authority, Railway design guidelines and handbooks KR S-08010, 2015.
- [13] G. A. Hunt, DDS - Advanced Tutorial Using QoS to Solve Real-World Problems, OMG Real-Time & Embedded Workshop, RTI, 2006. [Internet] Available : [http://www.omg.org/news/meetings/workshops/RT-2007/00-T5\\_Hunt-revised.pdf](http://www.omg.org/news/meetings/workshops/RT-2007/00-T5_Hunt-revised.pdf)
- [14] A. Corsaro, DDS QoS Unleashed, PrismTech, 2010. [Internet] Available : <http://www.omg.org/news/meetings/workshops/RT-2010-Presentations/QoSUnleashedTutorial.pdf>



**박윤정(Yunjung Park)**

한국철도기술연구원 철도안전연구실 박사후연수연구원  
건국대학교 공학박사 (컴퓨터공학)  
※관심분야 : 철도안전, 분산 시스템, 사이버-물리 시스템, 사물 인터넷



**임담섭(Damsub Lim)**

건국대학교 컴퓨터·정보통신공학과 박사과정  
건국대학교 공학석사 (컴퓨터공학)  
※관심분야 : 분산 미들웨어 및 서비스 융합, 소프트웨어 정의 네트워크, 네트워크 가상화, 임베디드 소프트웨어



**민덕기(Dugki Min)**

건국대학교 컴퓨터공학부 교수  
미시간 주립대학교 공학박사 (컴퓨터공학)  
※관심분야 : 분산/병렬 시스템, 사이버-물리 시스템, 빅 데이터, 클라우드 컴퓨팅, 유비쿼터스 컴퓨팅



**김상암(Sang Ahm Kim)**

한국철도기술연구원 철도안전연구실 책임연구원  
고려대학교 공학박사 (전기공학)  
※관심분야 : 철도 안전, 철도신호, SE, 실시간 안전감시제어 플랫폼 설계