



GurumDDS 소개

(주)구름네트웍스

TABLE OF CONTENTS

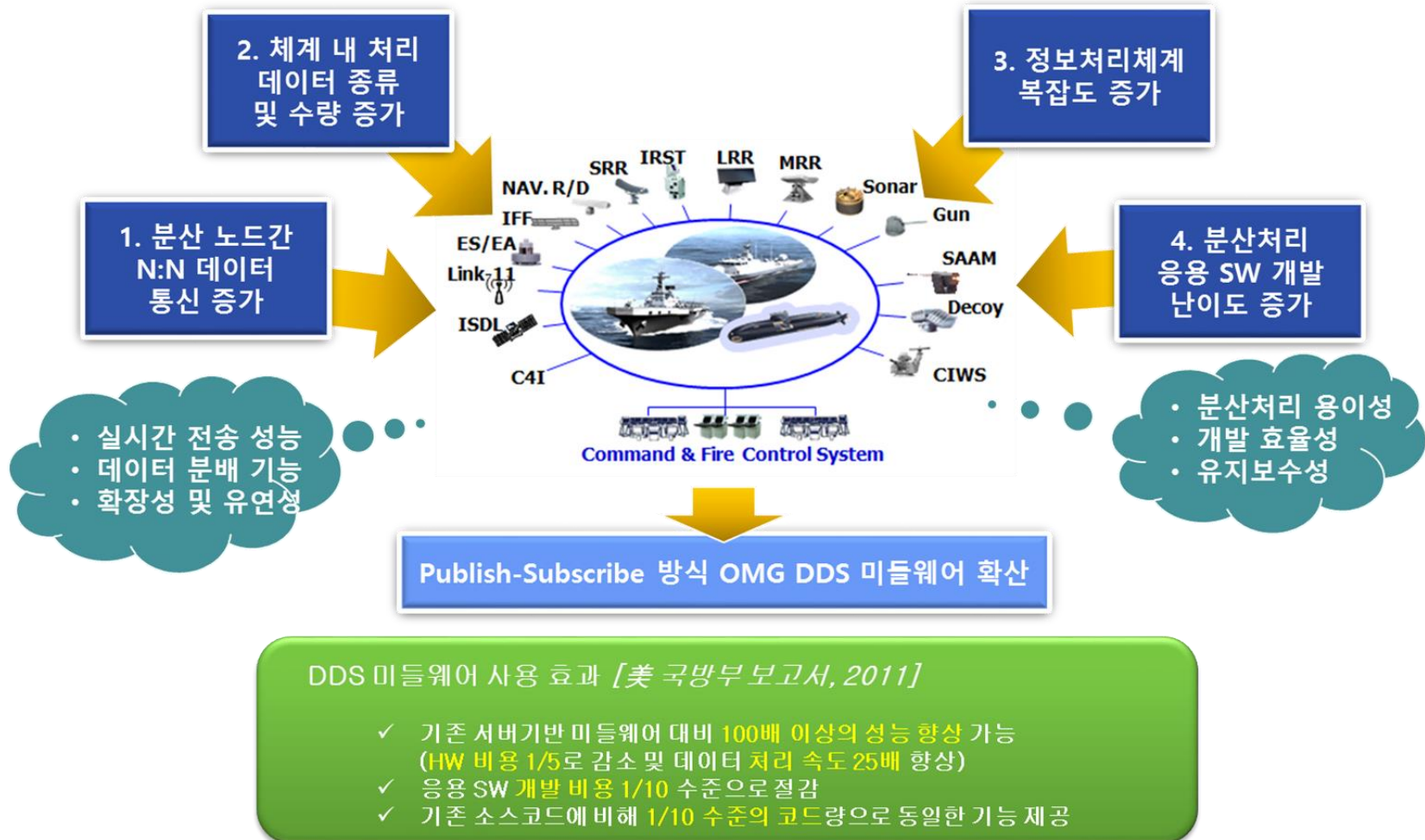
1. DDS 미들웨어
2. DDS 활용분야 (민간)
3. GurumDDS 제품 군
4. GurumDDS 적용 사례
5. GurumDDS 성능
6. GurumDDS for ROS2

01

DDS 미들웨어

DDS 개요(1)

- 함정 전투체계 DDS 적용



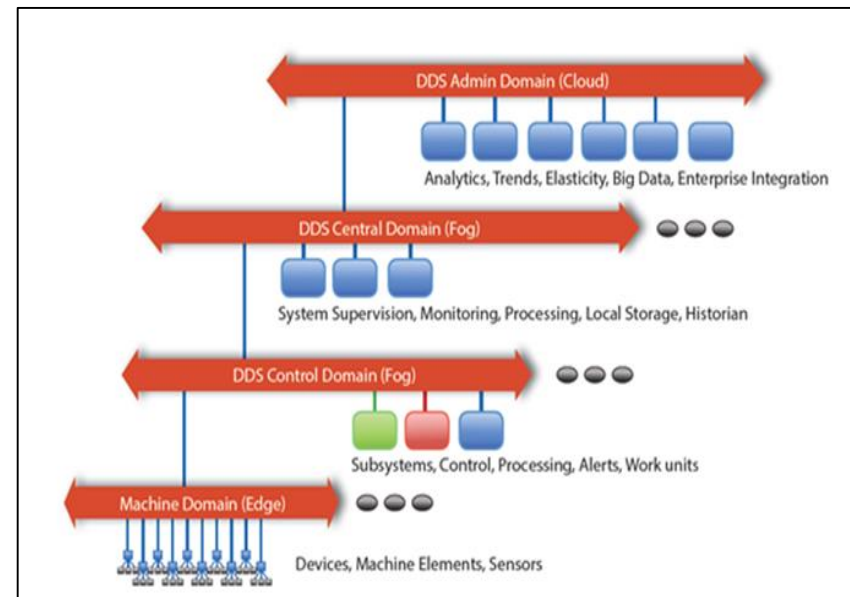
DDS 개요(2)

DDS 기술 적용시 장점

- 프로그래밍 언어, 운영체제, 전송 및 하드웨어에 대한 독립성
- 안정적 작동을 위한 이중화(Redundancy) 구성가능
- 확장 가능한 데이터 전달을 위한 멀티캐스트 지원
- 네트워크 및 CPU 리소스의 효율적 사용을 위한 데이터 선택 및 필터링
- 미션-크리티컬 시스템 구축에 검증된 통신 기능 수행
- 독점적인 독립실행 형태의 응용프로그램 방식이 아닌 미래지향적 국제표준

DDS 핵심 기술

- Quality of Service
 - 신뢰성, 데이터 연속성, 실시간성, 그룹 관리, 자원 관리 등 총 22종의 QoS 정책을 제공
- Dynamic Discovery
 - 프로그램 구현 시, 통신 단말들의 위치를 알아야 하거나 직접 구성해야 할 필요가 없음
- Scalable Architecture
 - DDS 아키텍처는 작은 디바이스에서 클라우드 및 초대형 시스템까지 확장 가능하도록 설계



[Scalable Architecture]

DDS 개요(3)

- Data Distribution Service

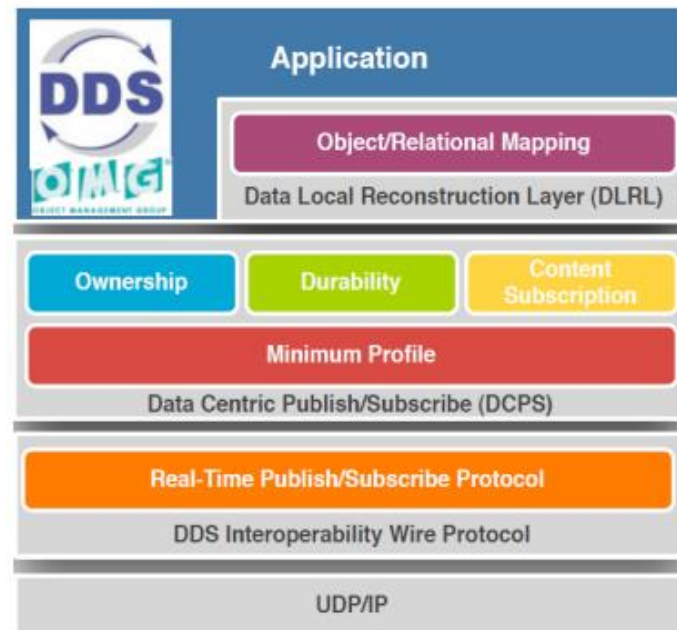
- OMG(Object Management Group)에서 표준화한 실시간 발간-구독방식(Publish-Subscribe) 통신 미들웨어

- DCPS(Data Centric Publish-Subscribe)

- RTPS와 Application의 Interface 역할
- Domain, Participant, Topic 정의
- QoS(Quality of Service)를 설정하고 발간-구독 수행

- RTPS(Real-Time Publish-Subscribe Wire Protocol)

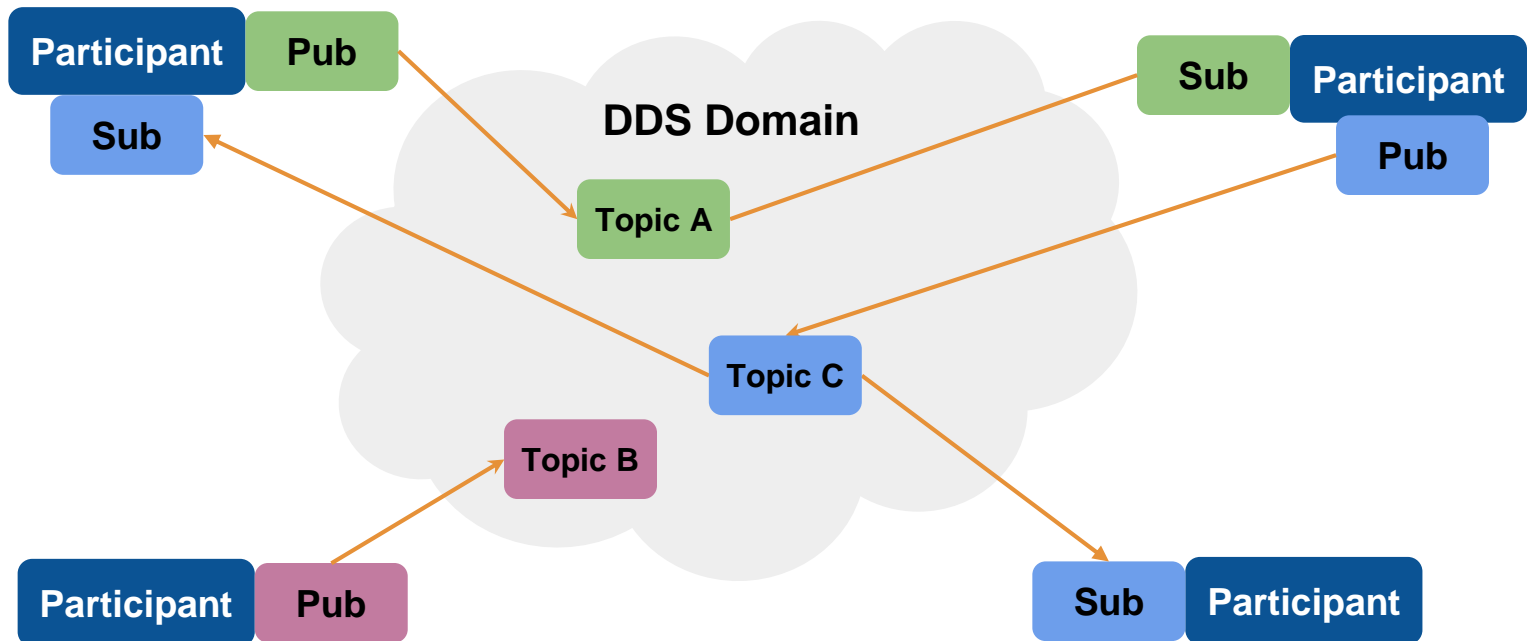
- 호환성 및 상호 운용성을 보장하며 데이터 송수신
- 네트워크 정보 변경에 대한 자동 검색(discovery)
- 통신 참여자의 동적인 추가/이탈 시에도 대응
- 네트워크 내의 참여자 정보 유지



[OMG DDS 기본 구조]

DDS 개요(4)

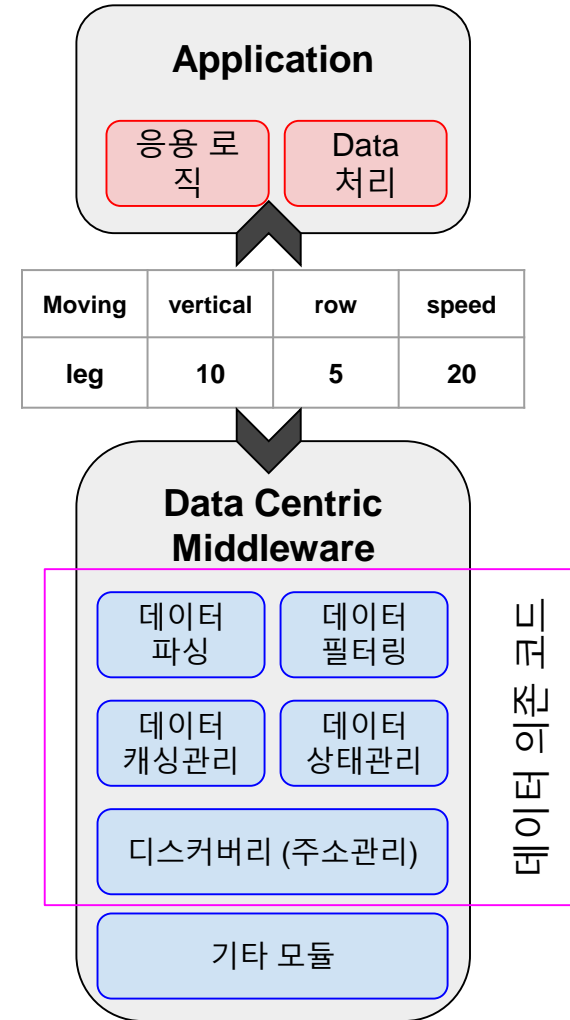
- 토픽(Topic) 기반 발간-구독 방식
 - 참여자(Participant)가 논리적 데이터 공간(GDS: Global Data Space)에서 특정 Topic을 정의
 - Topic에 따라 참여자들간 직접 통신
- 응용프로그램들은 동일한 도메인에서 Topic을 중심으로 통신 가능
 - 응용프로그램이 데이터를 발간하면 DDS가 수신자들을 알아내어 실시간 배포



DDS 특징 (1)

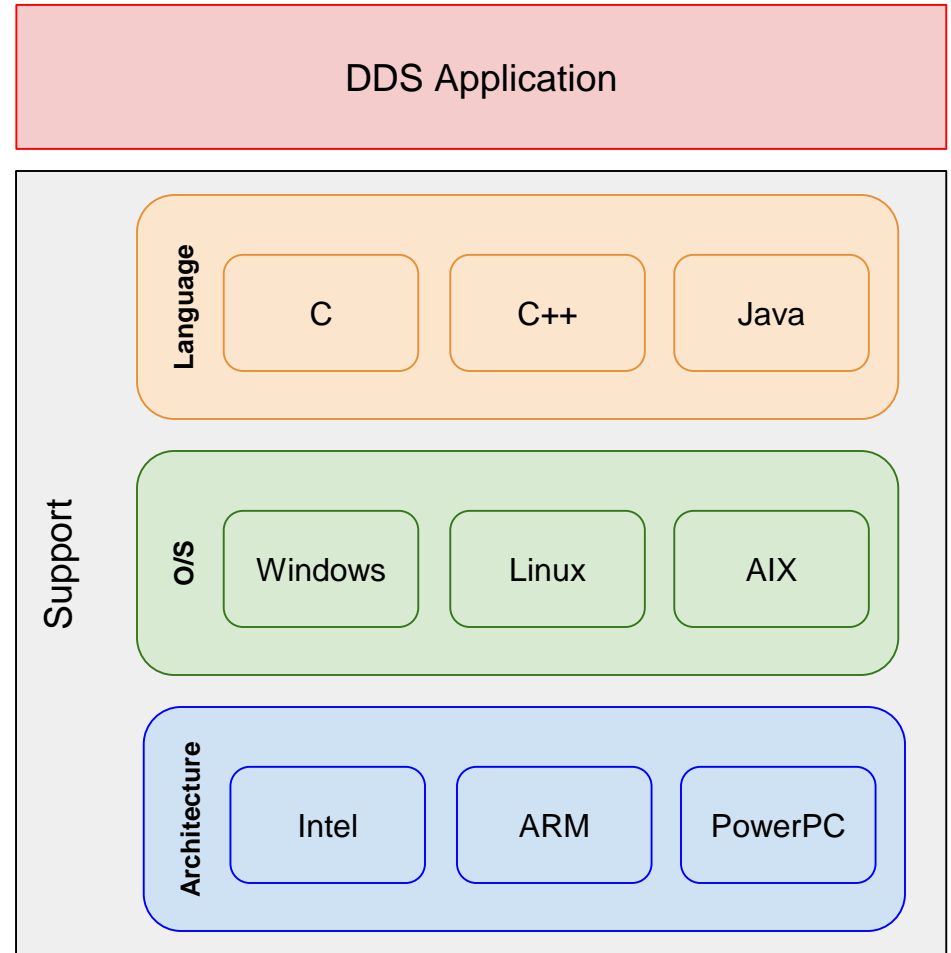
- Data Centric Communication

- DDS는 사용자 친화적인 형태로 Data 타입 정의(IDL, XML)
- DDS에 Topic 으로 등록
- DDS 사용자는 기본적인 Data 발간/구독 처리만 수행
- Data 통신을 위한 복잡한 코드는 DDS 미들웨어 내에서 처리



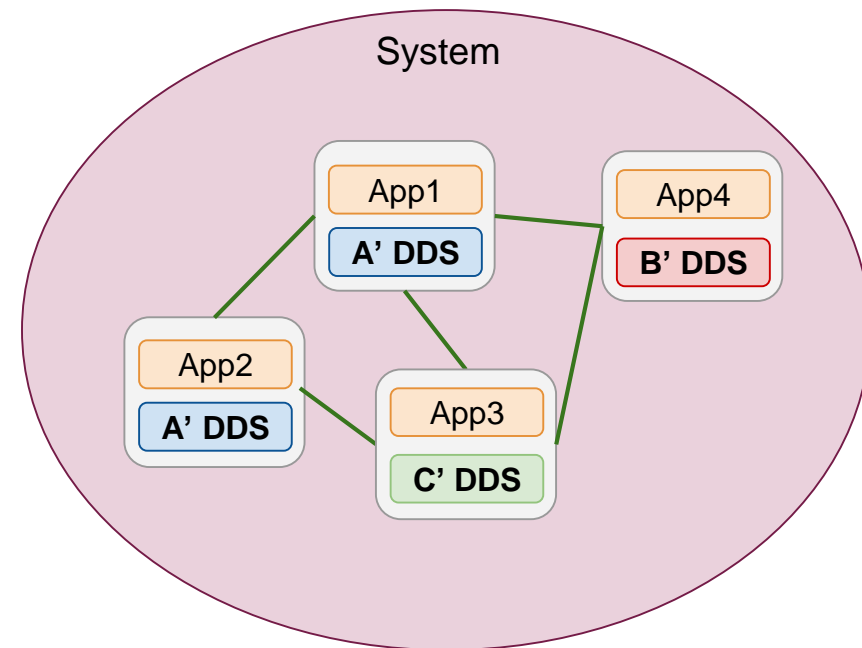
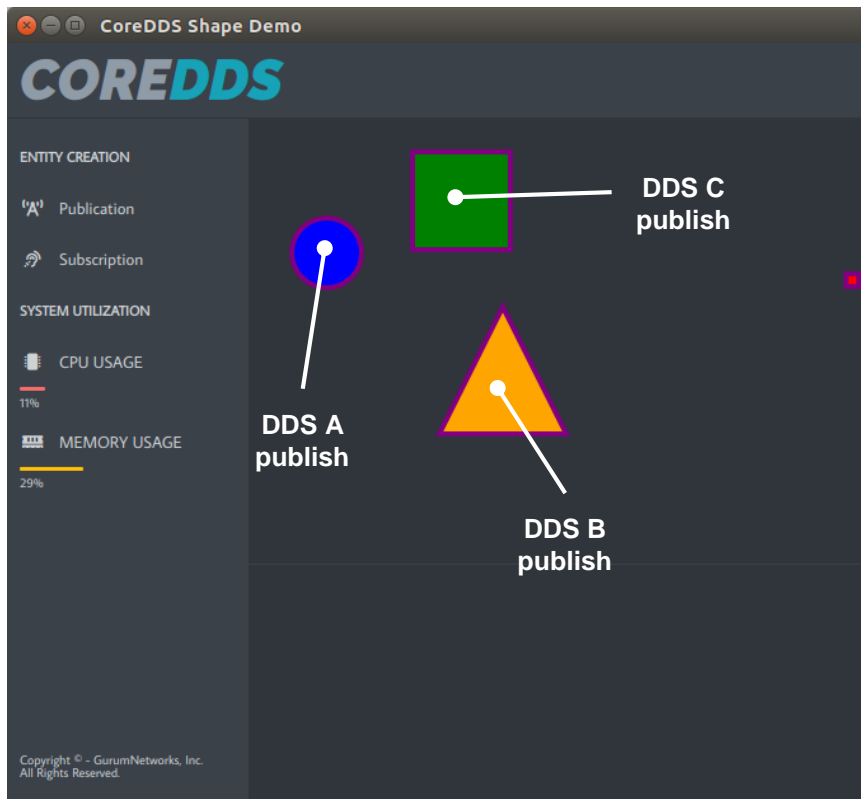
DDS 특징 (2)

- Platform Independent
 - OS 독립적
 - Windows, Linux, AIX, etc.
 - 아키텍처 독립적
 - Intel, ARM, PowerPC, etc.
 - 언어 독립적
 - C, C++, Java, Python, etc.



DDS 특징 (3)

- Interoperability
 - 서로 다른 벤더간 호환 가능
 - 별도의 특별한 설정없이 호환 가능
 - 호환 예제 - ShapeDemo

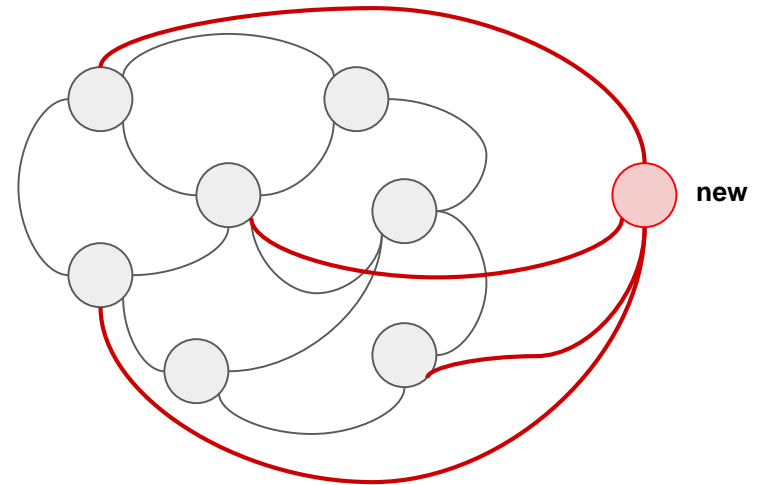


DDS 특징 (3)

- Dynamic Discovery

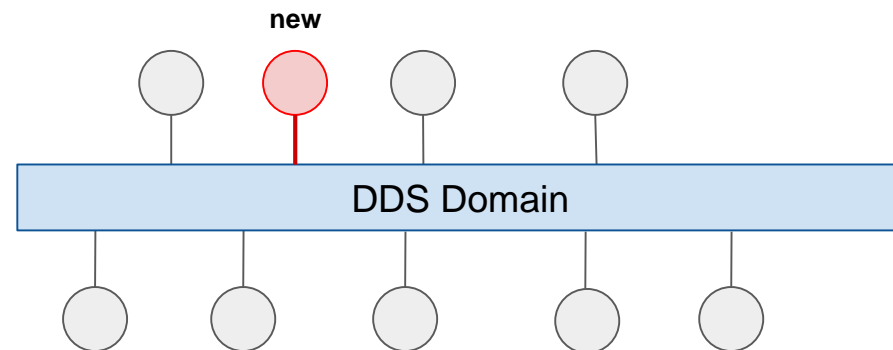
- Scalability

- 시스템을 구성하는 노드 추가/삭제/변경이 용이
 - 시스템을 새로 설계할 필요 없음
 - 기존 응용프로그램을 수정할 필요 없음



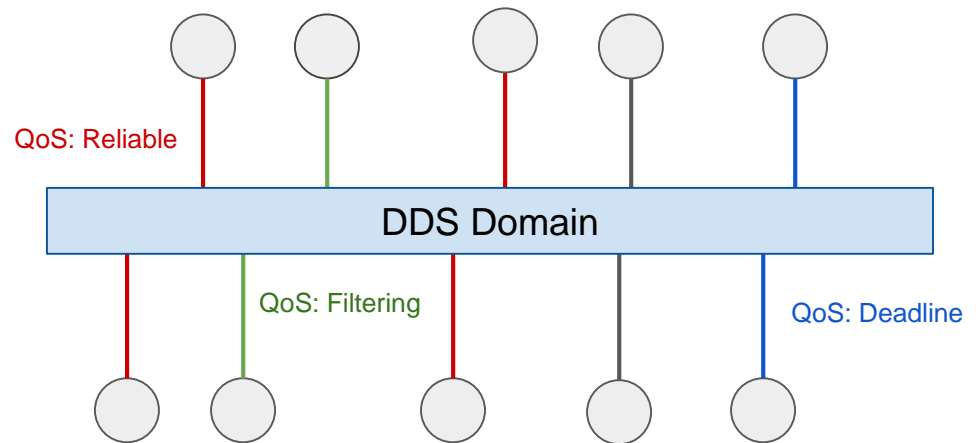
- 새로운 노드 추가/제거

- 연결 중심 네트워크
새로운 노드와의 연결을 하나하나 맺어야 함
 - DDS
도메인 참여만 하면 연결됨



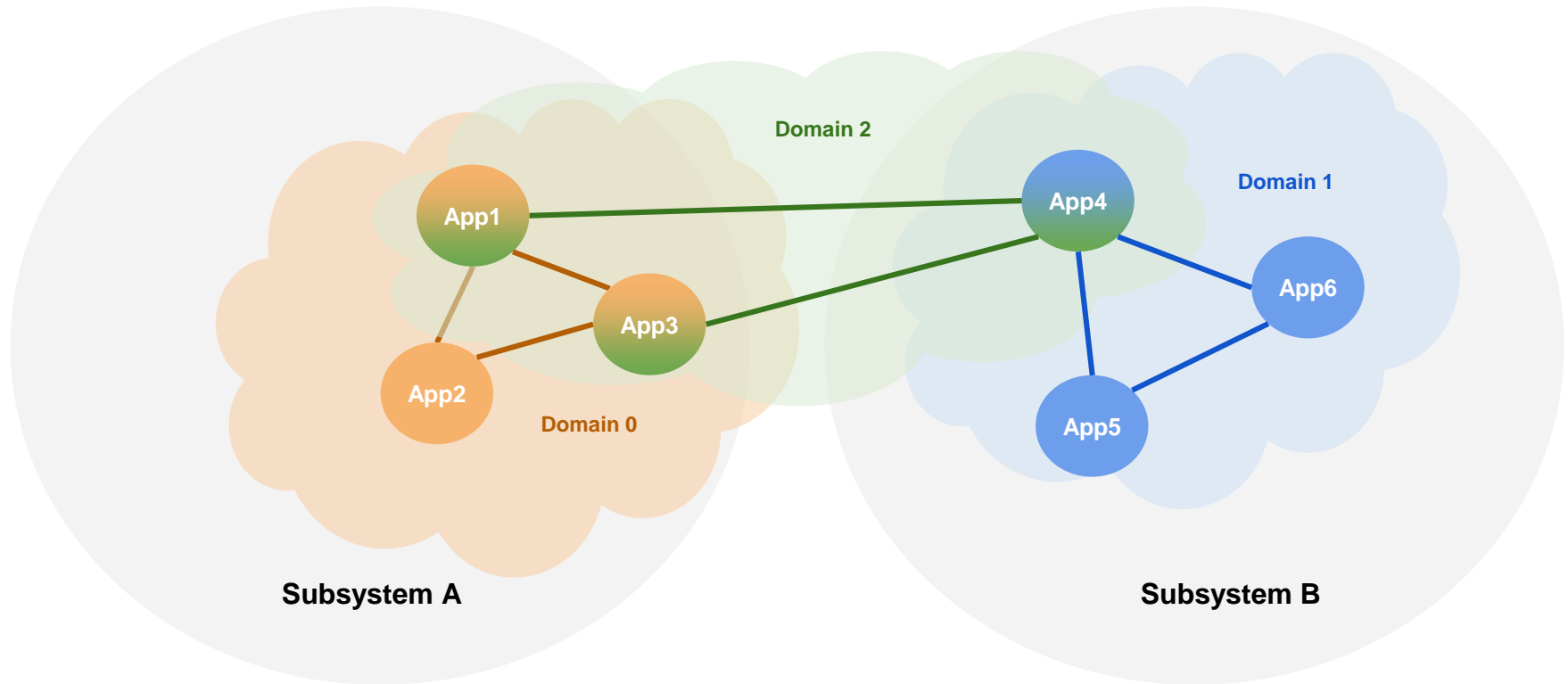
DDS 특징 (4)

- OMG 에서 정의한 22가지의 QoS로 통신 품질을 설정
 - 데이터 재전송 설정
 - 데이터의 생존 주기 설정
 - 내고장성 설정
 - 데이터 필터링 설정



DDS 구성요소(1)

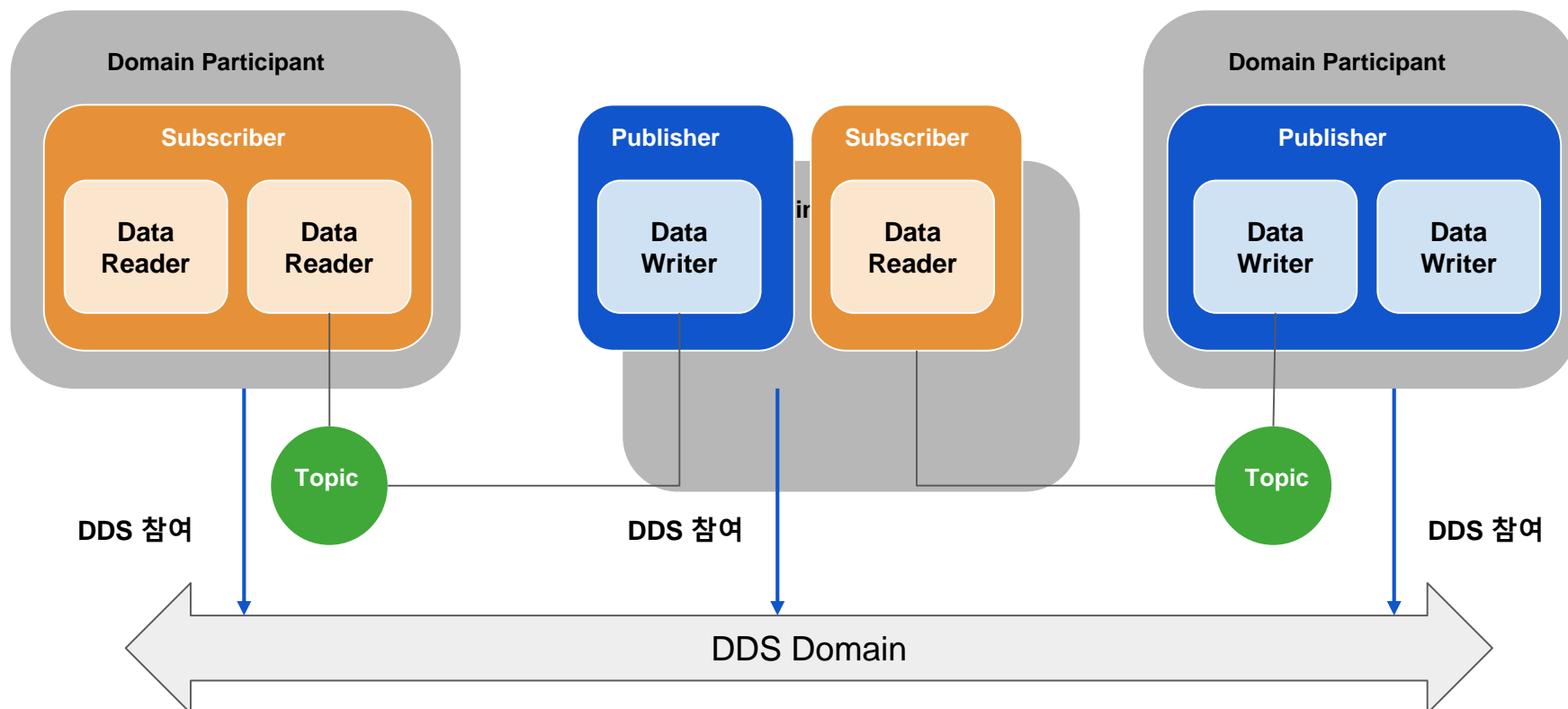
- DDS 도메인(Domain)
 - 데이터 공간을 구분하는 논리적 네트워크
 - 동일한 도메인 내에서만 토픽(Topic) 데이터를 발간/구독 가능
 - 하나의 응용프로그램은 여러 도메인에 참여 가능



DDS 구성요소(2)

- DDS 도메인 참여자(DomainParticipant)

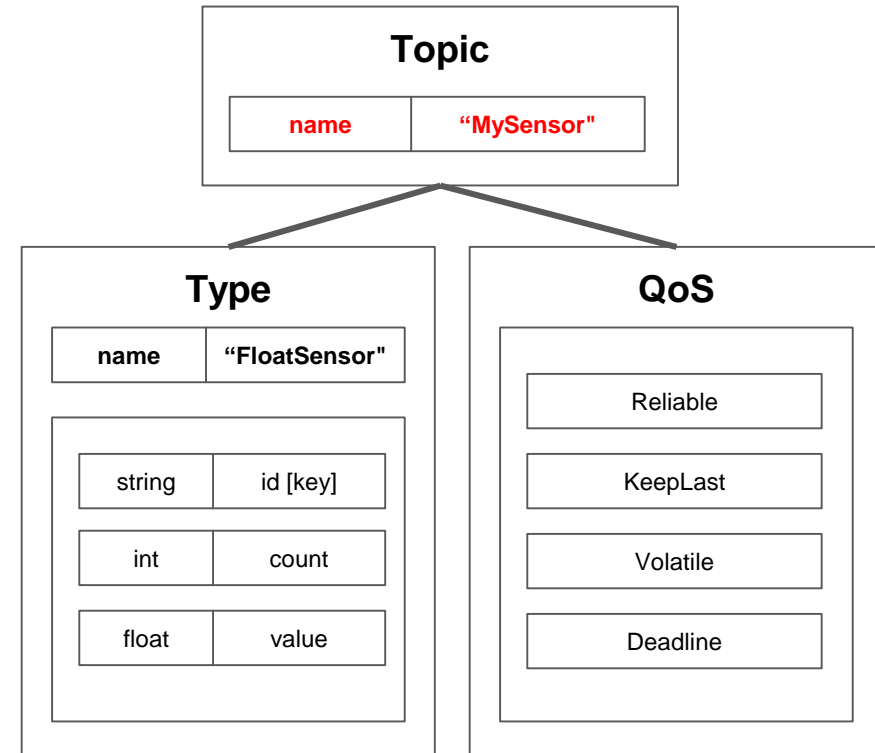
- Domain ID를 가지고 있는 참여자
- Publisher, Subscriber를 보유
- DataWriter, DataReader는 동일한 도메인 내에서만 토픽(Topic) 데이터를 발간/구독 가능



DDS 구성요소(3)

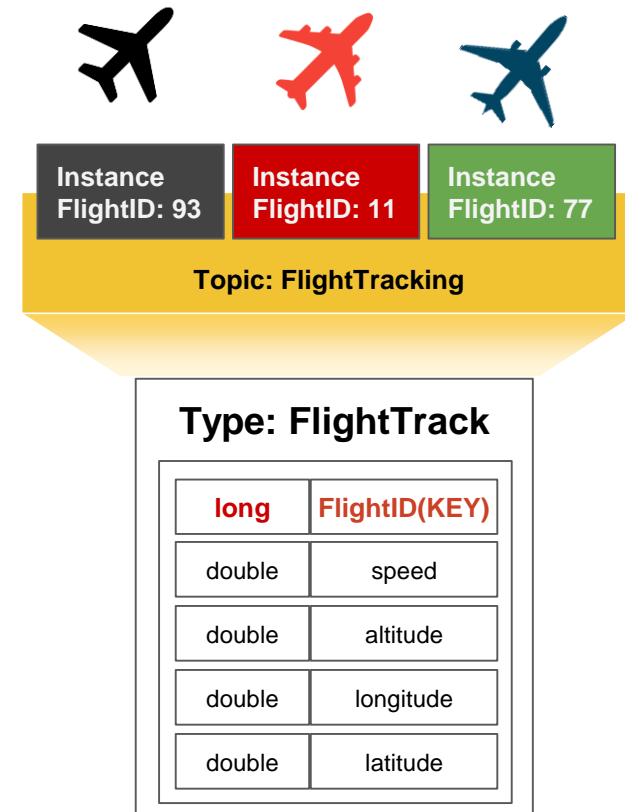
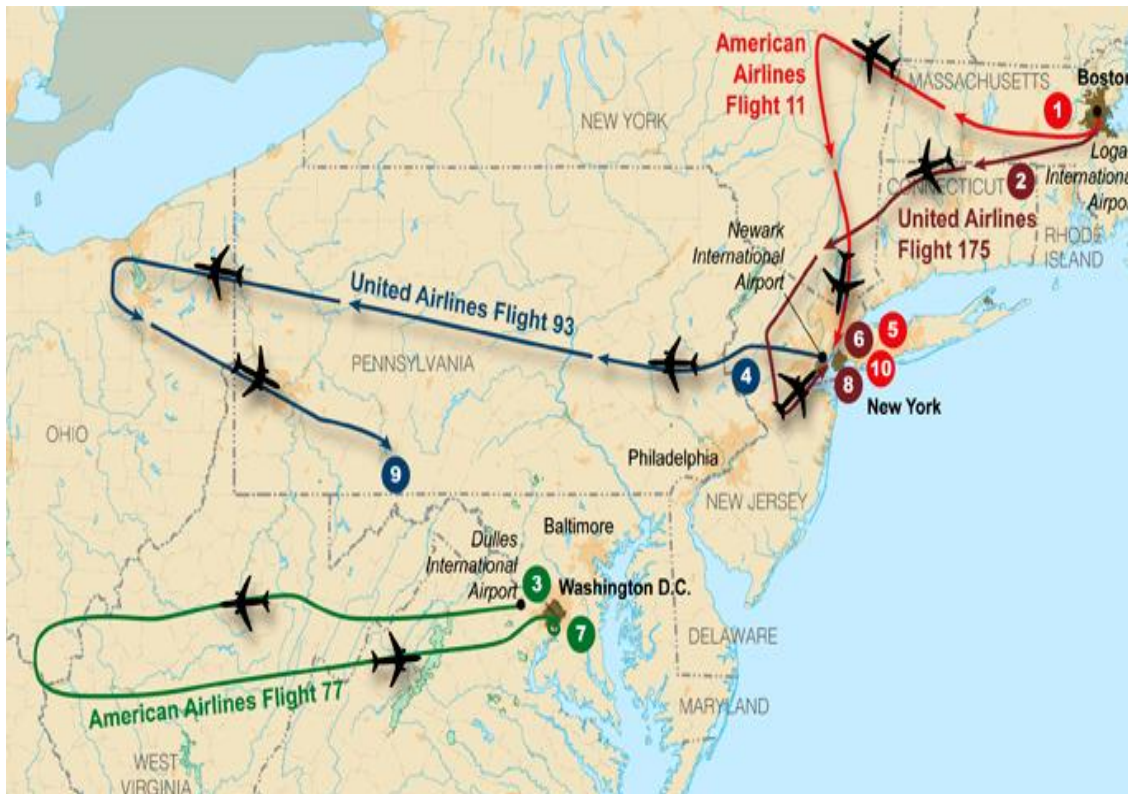
- DDS Topic

- 데이터 발간/구독 객체를 연결하는 정보
- {Topic Name, Type Name, QoS} 로 구성
 - Topic Name → 채널
 - Type Name → 채널에서 사용할 타입
 - QoS → 채널의 통신 특성 (재전송, 필터링)
- Type은 여러 Topic에서 참조/사용 가능
- DB 일부 개념 포함
 - MultiTopic → JOIN
 - ContentFilteredTopic → SELECT + WHERE



DDS 구성요소(4)

- DDS 토픽(Topic) 요소
 - Topic : 데이터(Sample)을 공유하기 위한 데이터 타입
 - Key : 데이터 타입의 필드로, 데이터를 객체로 구분
 - Instance: 같은 데이터 타입에서, Key로 구분된 객체



DDS 구성요소(5)

- OMG 표준 QoS
 - DDS 서비스 제어를 위한 22 종의 QoS 정책

QoS Policy	관련 객체	Qos Policy	관련 객체
ENTITY_FACTORY	DPF, DP, P, S	DURABILITY	T, DR, DW
USER_DATA	DP, DR, DW	DURABILITY_SERVICE	T, DW
TOPIC_DATA	T	LIFESPAN	T, DW
GROUP_DATA	P, S	HISTORY	T, DR, DW
LIVELINESS	T, DR, DW	DEADLINE	T, DR, DW
PRESENTATION	P, S	LATENCY_BUDGET	T, DR, DW
RELIABILITY	T, DR, DW	TRANSPORT_PRIORITY	T, DW
PARTITION	P, S	TIME_BASED_FILTER	DR
DESTINATION_ORDER	T, DR, DW	RESOUCE_LIMITS	T, DR, DW
OWNERSHIP	T, DR, DW	WRITER_DATA_LIFECYCLE	DW
OWNERSHIP_STRENGTH	DW	READER_DATA_LIFECYCLE	DR

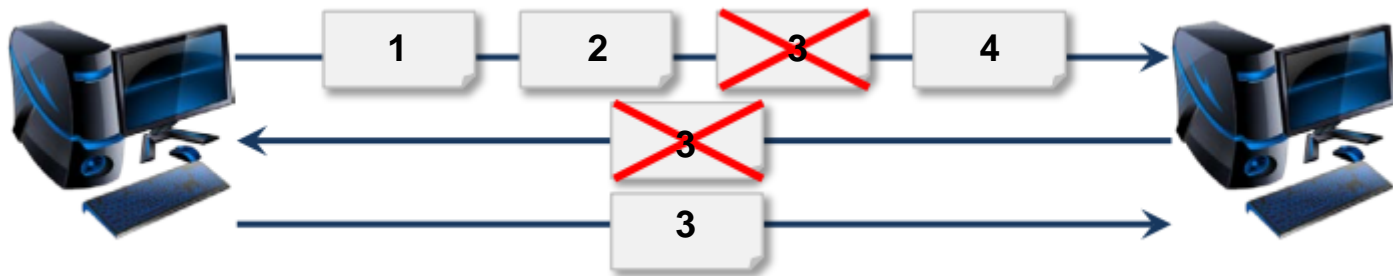
T=Topic, P=Publisher, S=Subscriber, DP=Domain Participant, DR=DataReader, DW=DataWriter

DDS QoS(1)

- Reliability QoS

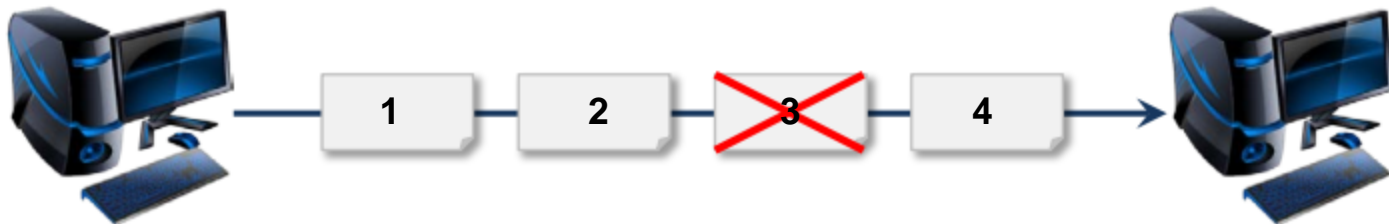
- **Reliable**

- 네트워크 장애로 데이터 누락이 발생하면 재전송 메커니즘을 수행하는 정책



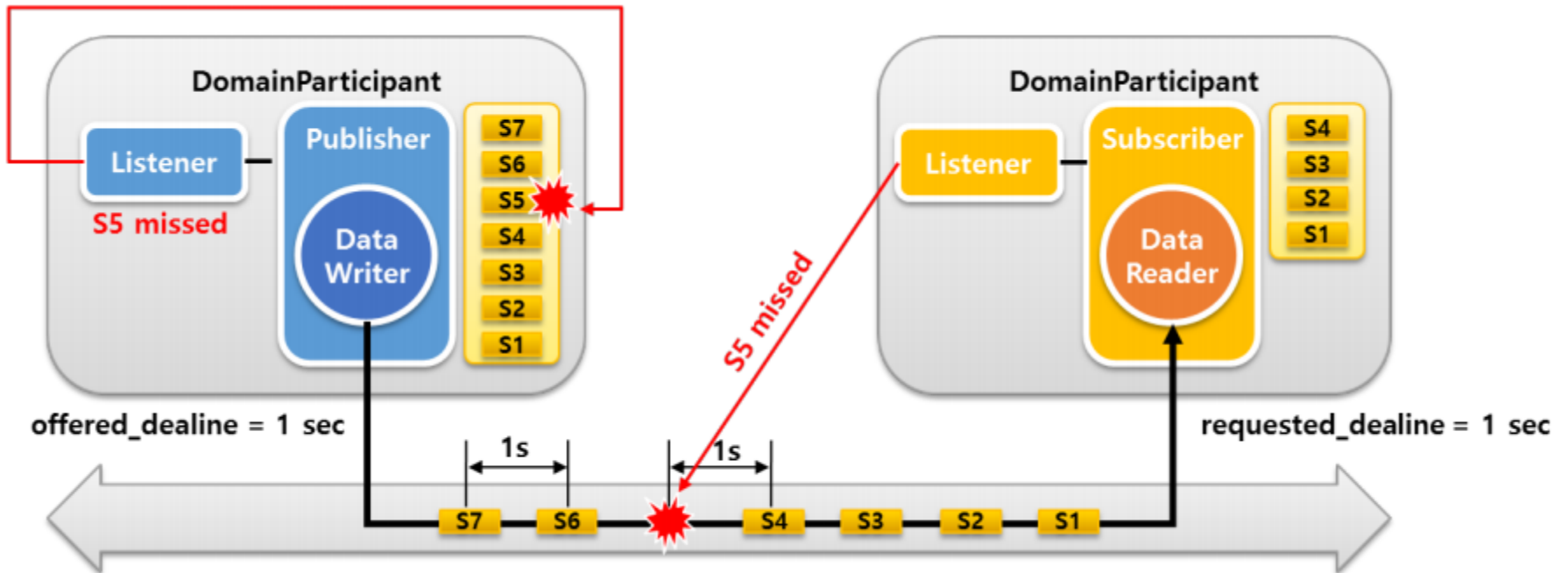
- **Best-Effort**

- 데이터의 전송 속도를 중시하여 데이터의 누락이 발생해도 지속하여 데이터를 전송하는 정책



DDS QoS(2)

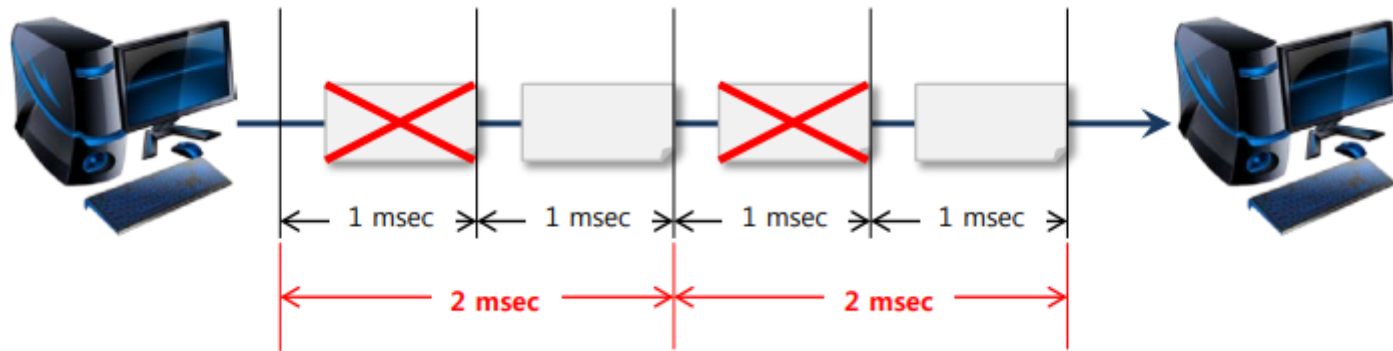
- Deadline QoS
 - 주기내에 데이터 송수신을 권장하는 정책
 - 정책 위반시 사용자에게 알람을 제공



DDS QoS(3)

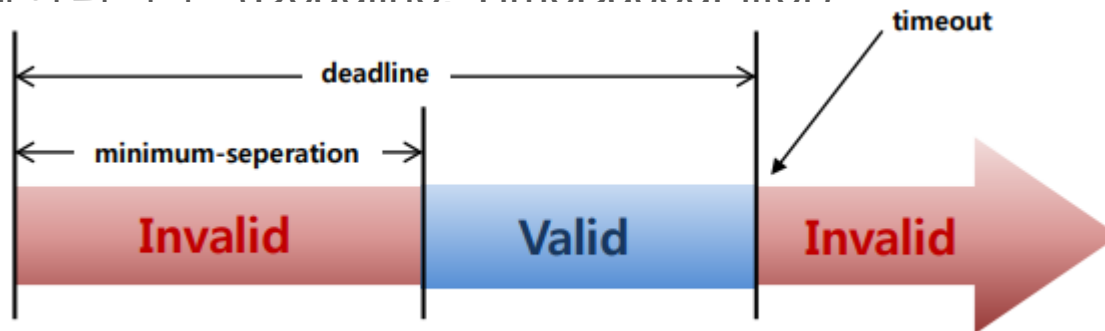
- TimeBasedFilter Qos

- 반복적으로 발생하는 데이터를 일정 주기에 하나만 수신하는 정책



[데이터 주기(minimum_seperation)가 2ms인 경우]

- 유효한 데이터 구간 (Deadline TimeBasedFilter)



02

DDS 활용분야 (민간)

DDS 활용 분야 - 스마트그리드(1)

- 듀크에너지 스마트그리드 프로젝트에 DDS 적용
 - Microgrids에 포함되는 장치간의 연결, 데이터 수집, 저장 등을 최적화함

Ensuring Safe, Reliable, Affordable, and Sustainable Electric Power System

CURRENT STATE

- ☐ Centralized
- ☐ One-Way Flow
- ☐ Stable Load
- ☐ Static/Reactive
- ☐ Analog / Electromechanical
- ☐ Single-Purpose
- ☐ Proprietary
- ☐ Silo-oriented
- ☐ Latent / Data Overload
- ☐ OT / IT Disconnected
- ☐ Limited Customer Interaction
- ☐ Data Center Security
- ☐ Fragile

Drivers

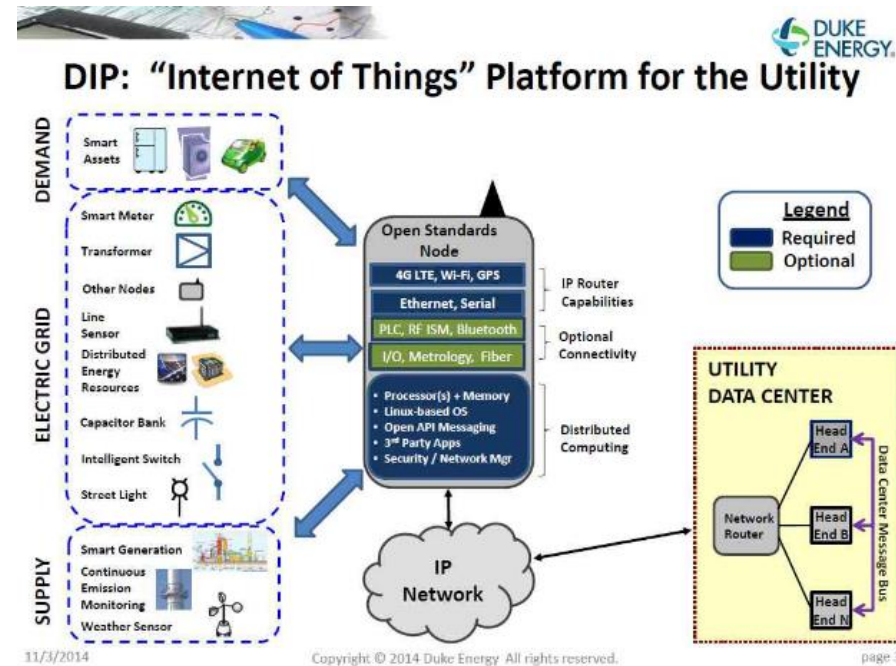
Intermittent Renewables
Energy Storage
Microgrids
Electric Vehicles
Cyber-Security Threats
Premise IoT
Aging Infrastructure
Stranded Assets
“Big Data” Complexity

Strategy

1. Internet Protocol
2. Translation
3. Contextualization
4. Security
5. Analytics

FUTURE STATE

- ☐ Distributed & Centralized
- ☐ Multi-direction Flow
- ☐ Stochastic Load
- ☐ Dynamic / Proactive
- ☐ Digital / Automated
- ☐ Multi-function
- ☐ Open Standards / Modular
- ☐ Interoperable / Integrated
- ☐ Timely / Filtered Data
- ☐ OT / IT Convergence
- ☐ Virtual Hand-shake
- ☐ Enterprise-wide Security
- ☐ Resilient

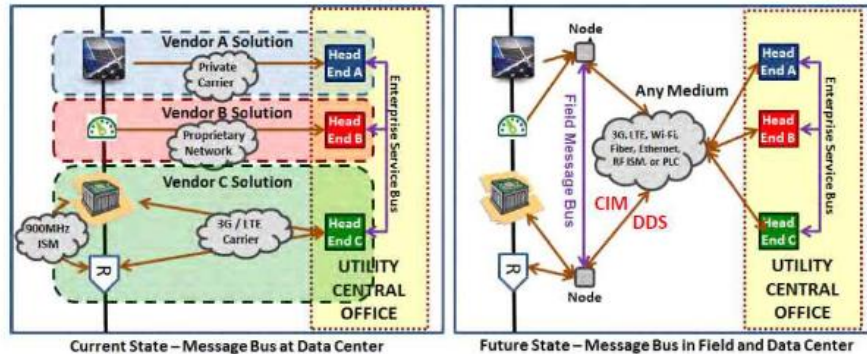


[DIP(Distributed Intelligence Platform)의 목표]

[DIP 아키텍처]

DDS 활용 분야 - 스마트그리드(2)

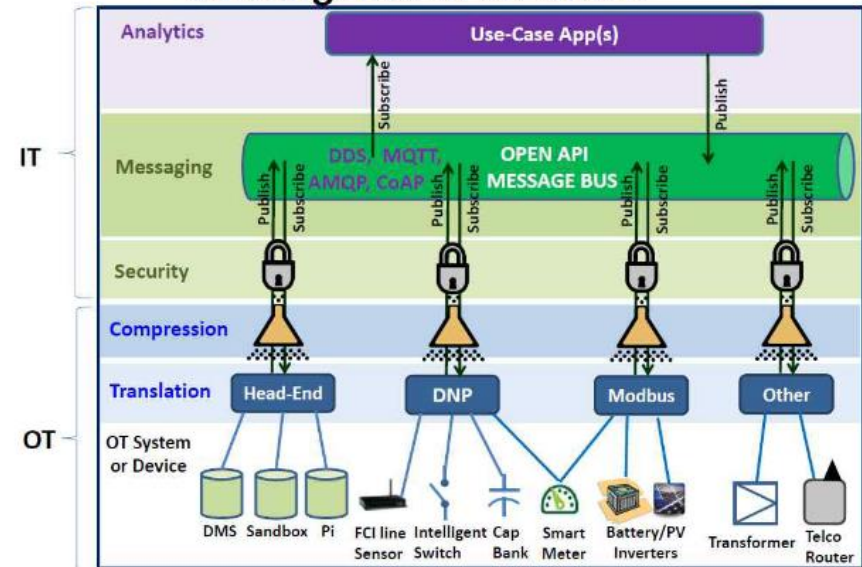
Field Message Bus: The Distributed "Internet of Things" Enabler



- Interoperability between OT, IT, & Telecom
- Modular & Scalable Hardware and Software
- End-to-End Situational Awareness

Distributed Intelligence Platform

Convergence of OT and IT



DIP의 Message Bus Protocol에 DDS를 사용하는 이유

- DDS는 Tier 3, 4에서 주요 운용 제어 시스템의 성능과 보안을 위해 필요하다.
- 우측 표와 같이 다른 프로토콜은 Optional 또는 Recommended 이나, DDS는 Tier 3, 4에서 필수요소로 정의되었다.
- 원문: DDS is required in Tiers 3 and 4 due to the performance and security needs of critical operational controls systems(e.g., microgrids and substation automation)."



Protocols	Tier 1	Tier 2	Tier 3	Tier 4	Tier 5
MQTT	Recommended	Recommended	Optional	Optional	Optional
DDS	Optional	Optional	Yes	Yes	Optional
AMQP	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional
CoAP	Optional	Optional	Optional	Optional	Optional

DDS 활용 분야 - 에너지 분야(1)

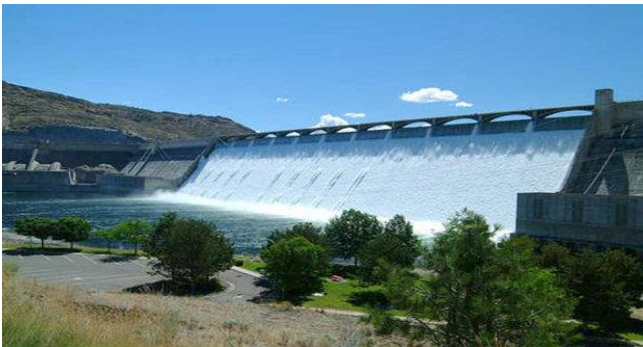
- 지멘스 Wind Power 시스템: 다수의 풍력 발전기를 하나의 Farm으로 구성/관리하는 시스템
 - 500개 이상의 분산된 Wind Turbine들을 통합 원격 제어 및 모니터링
 - DDS는 정렬된 Turbine들을 지나가는 돌풍에 따른 빠른 제어를 실현함



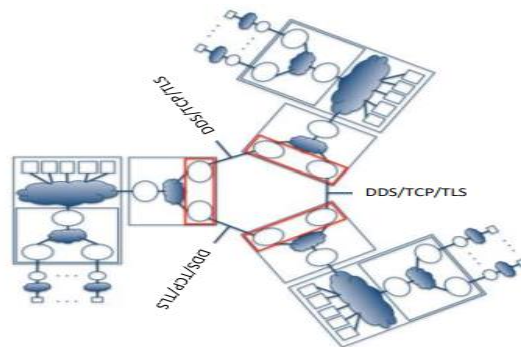
[SIMENS Wind Power System]

DDS 활용 분야 - 에너지 분야(2)

- 미국 Grand Coulee 댐 관리 시스템: 40,000여개의 지점의 상태를 모니터하며 30개의 발전기를 제어함
 - Grand Coulee Dam은 미국에서 가장 큰 수력 발전 시설이며, Dam 네트워크는 30개의 Generator들과 Transmission Switchyard를 제어하는 40,000여개의 지점과 연결됨
 - DDS는 Generic Data Acquisition and Control System(GDACS)의 통신 매커니즘으로 사용되었으며, 2011년 11월에 DDS를 사용하여 성공적으로 완료됨
 - 해당 시스템에 DDS가 선택된 이유는 과부하 상황에서의 DDS의 고유한 확장성, 결정성, 견고성등 때문임
 - 이후 해당 시스템에 대해 2014년 업그레이드 사업이 실시되었으며, 이때에도 마찬가지로 DDS가 적용됨
 - GDACS의 업그레이드 사업은 24개의 파워터빈과 12개의 펌프제어, 4개의 주 전력시설과 3개의 고압 Transmission Switchyard등이 300,000개의 데이터를 신뢰성 있게 원거리 통신을 하는 시스템에서 극도의 가용성과 결함허용, 성능, 보안 등이 요구되는 사업이었음



[Grand Coulee Dam]



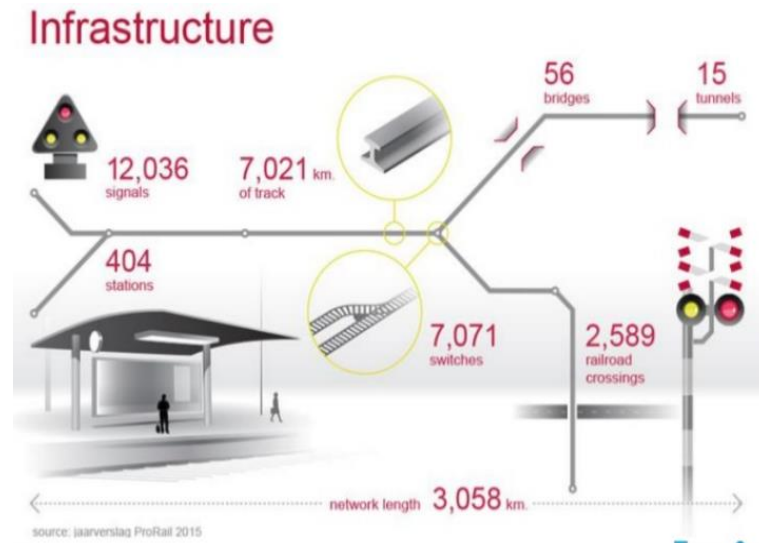
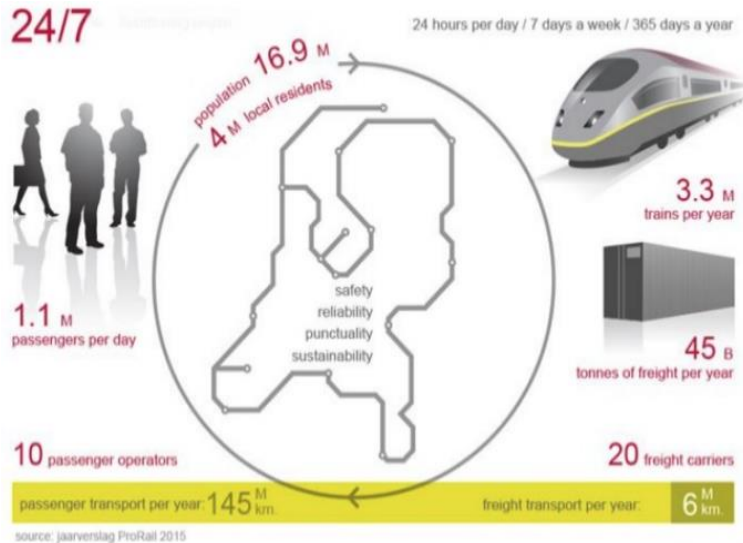
[DDS System]



[Power Turbine]

DDS 활용 분야 - 철도시스템(1)

- 네덜란드 철도시설공단(ProRail)에서 ASTRIS 프로젝트에 DDS 활용
 - ProRail 社
 - 안정성, 신뢰성, 정시성 및 지속성장의 4개 목표로 네덜란드 국유철도의 건설과 유지관리를 담당하고 있는 독립 시설관리자
 - 네덜란드 국유철도는 일일 108만명(연간 144 열차-인키로) 여객 및 연간 39.5백만톤의 화물 수송(여객수송은 NS사와 90%이상 독점)
 - ProRail은 네덜란드 국유철도의 열차관제를 담당하고 있으며, 과거 계전기 방식부터 최신의 ERTMS/ETCS Level2까지 다양한 신호와 연동장치가 CTC와 연계되어 있음



DDS 활용 분야 - 철도시스템(2)

- ASTRIS(Anaturing en Status modeling van de RailInfra Structuur) 프로젝트
 - ASTRIS 프로젝트는 4년 전부터 진행되고 있으며, DDS가 인터페이스 통합을 위한 Data Centric Middleware 표준으로 사용되고 있음
 - 차관제 입장에서는 다양한 신호방식(ATS, ETcS Level2)과 연동장치(계전기방식, PLC 및 전자연동장치)의 종류와 관계없이 하나의 표준 인터페이스만으로 CTC와 연계하여 장래의 기술변화와 관계없이 간결한 시스템을 운영함
 - 향후 20년 이상 지속되는 프로젝트로서 장래 기술변화와 상관없이 DDS Data Model 설정 및 파라미터 튜닝만으로 현재의 열차관제를 그대로 유지할 수 있는 장점이 있음
 - TCS 개소를 현재 13곳에서 4곳으로 통합



DDS 활용 분야 - 스마트시티

● 프랑스 니스시 스마트시티 프로젝트에 DDS 활용

- 유럽의 스마트 모빌리티는 교통혼잡으로 인한 직간접 비용 증가(800억 유로 이상), 환경, 주차 문제를 해결하기 위해 태동
- 니스시의 경우 거주시민, 관광객, 시당국 등 다양한 요구에 의한 지능형 교통관리 및 도시관리 시스템의 개발과 적용 착수
- 니스시의 스마트시티 관리시스템도 수많은 실시간 데이터의 처리, 센서네트워크의 효율적 관리 및 확장성을 고려하여 미들웨어 방식의 Data Centric Protocol인 DDS를 적용

Mov'SMART helps cities adopt a more symbiotic approach to urban mobility services



Mov'Smart seamlessly interoperates with CogniX™ to harness and correlate data from different heterogeneous networks of existing transportation systems



The paradox to be solved

Citizen expectations

- » Enjoy cheap public transports, while preferring my cars
- » Access city center easily, the public domain is mine
- » On-street Parking
- » Go for shopping quickly and surely



City leader expectations:

- » Promote public transports as the preferred transportation means
- » Limit access by car to the center, make people more respectful of public domain
- » Encourage in-door parking
- » Energize retail and retail walkways in the streets



Smart Mobility Benefits for Citizens

Resident	Worker	People with reduced mobility	Professional	Commuter	Tourist
<ul style="list-style-type: none"> » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport 	<ul style="list-style-type: none"> » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport 	<ul style="list-style-type: none"> » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport 	<ul style="list-style-type: none"> » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport 	<ul style="list-style-type: none"> » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport 	<ul style="list-style-type: none"> » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport » Access to public transport



DDS 활용 분야 - 교통 / 항공 / 우주 분야

- 감시제어 및 데이터 취득 (SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition) 분야

- 미국 NASA의 대규모 우주선 발사 통제 시스템 (NASA KSC: Kennedy Space Center)



- 교통 통제 분야

- European Flight Data Processor: 프랑스, 스위스, 이탈리아의 항공 운항 정보 공유 시스템
- NAV Canada Air Traffic Control: 캐나다 전역을 대상으로 하는 항공 운항 통제 시스템

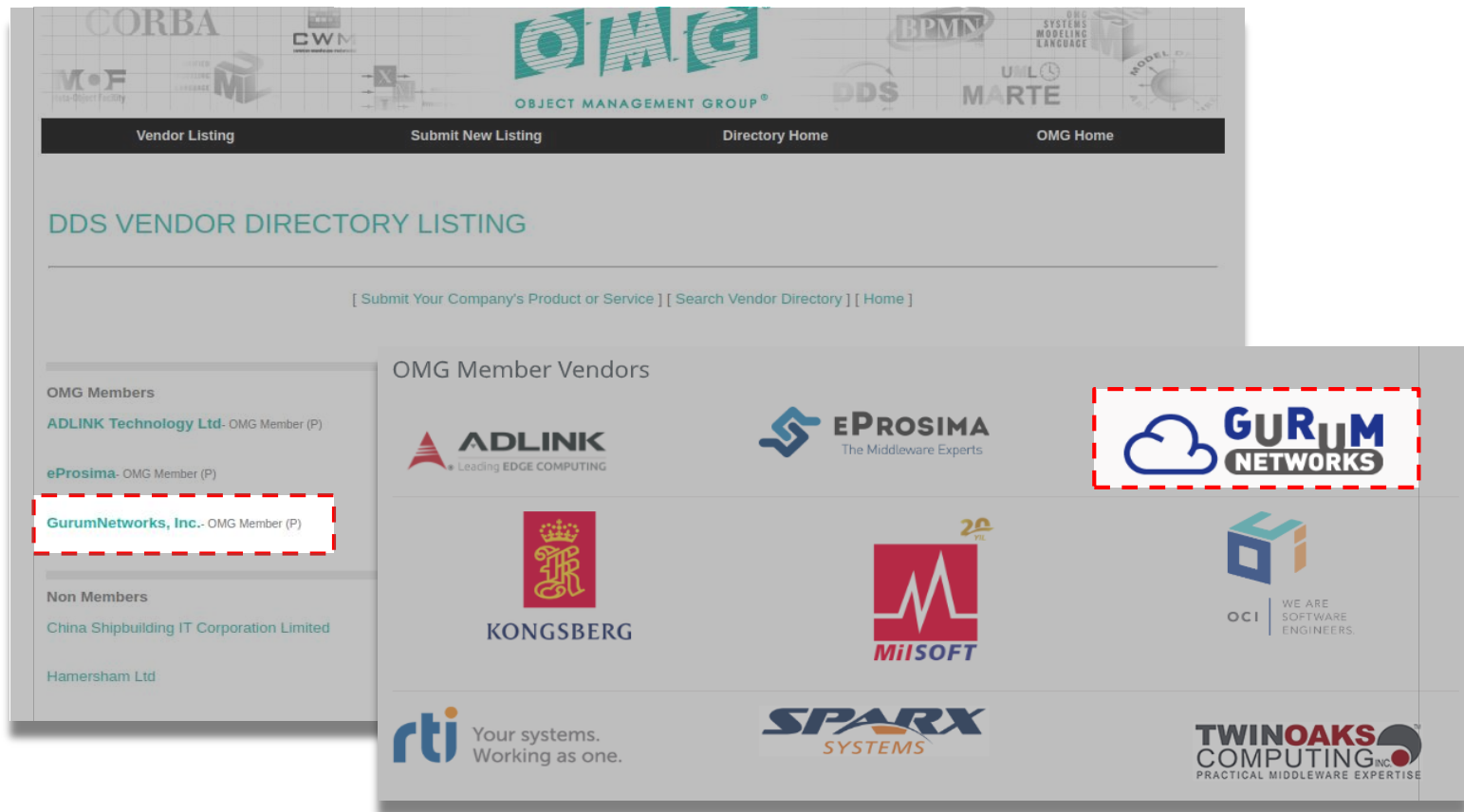


03

| GurumDDS 제품군

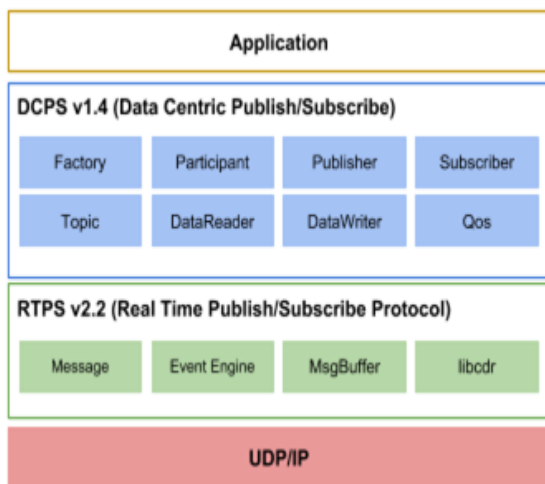
GurumDDS

- GurumDDS는 국제표준화기구 OMG(Object Management Group)에서 제정한 DDS(Data Distribution Service) 데이터-중심 통신을 위한 미들웨어 프로토콜 및 API 표준을 준수하고, 국내 최초로 OMG의 DDS vender로 등록된 제품

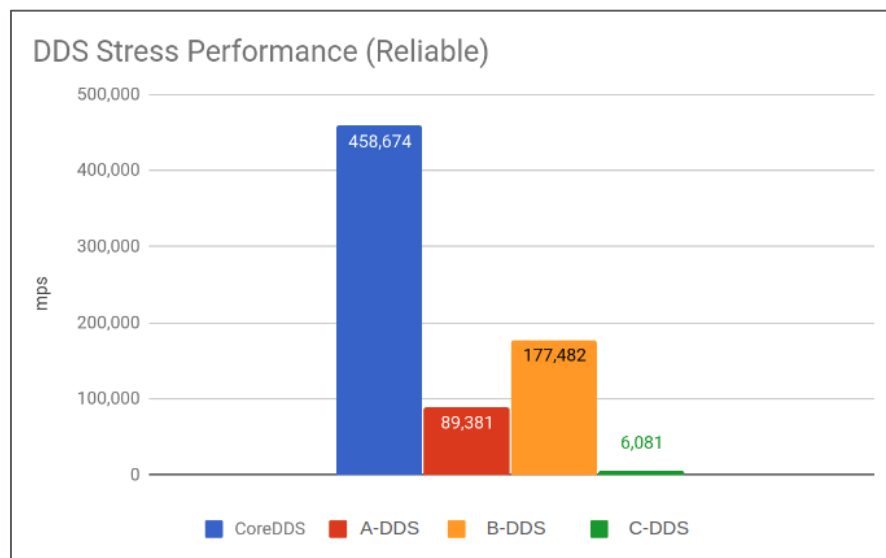


GurumDDS

- GurumDDS는 OMG의 표준을 준수하는 DDS로 충남대학교에서 개발된 기술을 구름네트웍스가 기술이전 받아 상용화에 성공한 순수 국산 DDS로, 타사 제품에 비해 높은 성능을 보일 뿐만아니라 네트워크가 불안정한 상황에서 월등한 성능을 제공



[GurumDDS 아키텍처]

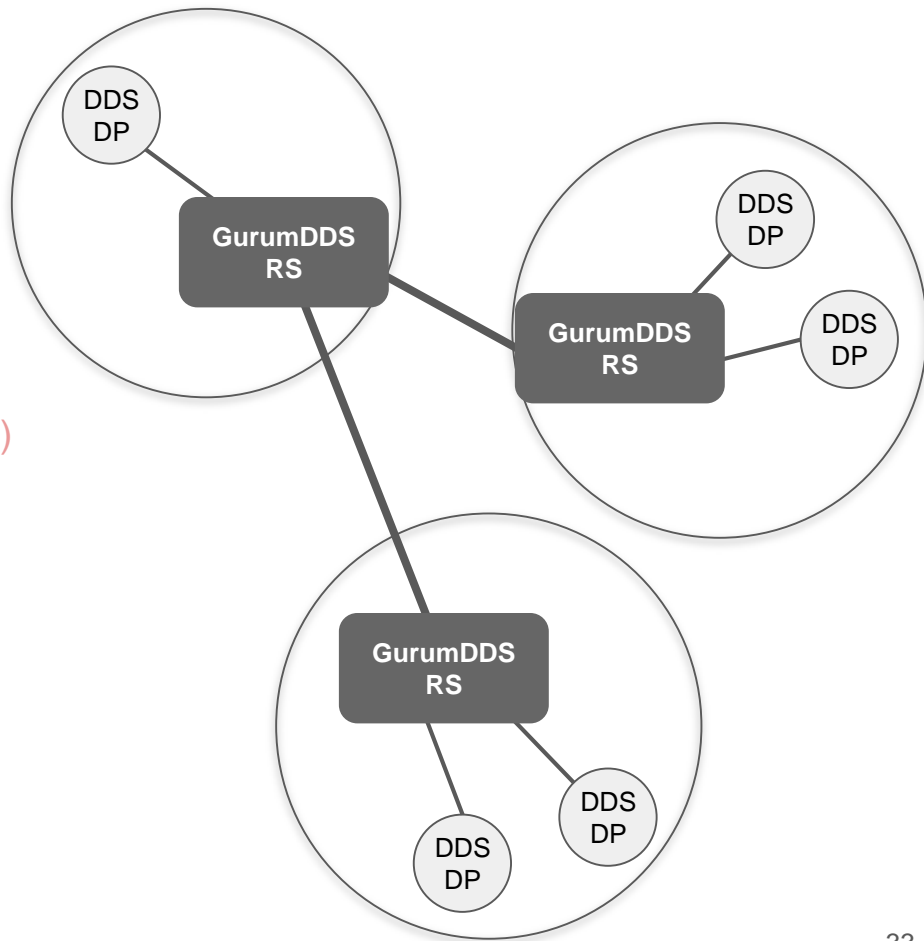


[타 DDS와 성능 비교]

- Linux, Windows, AIX UNIX등의 다양한 플랫폼 지원
- C, C++, Java, Python 언어를 지원하고 C# 과 같은 다양한 언어를 쉽게 지원할 수 있는 구조로 설계
- GurumDDS는 주요 DDS 제품 군(RTI, ADLINK사의 DDS)와 프로토콜 수준에서 상호호환과 연동이 가능

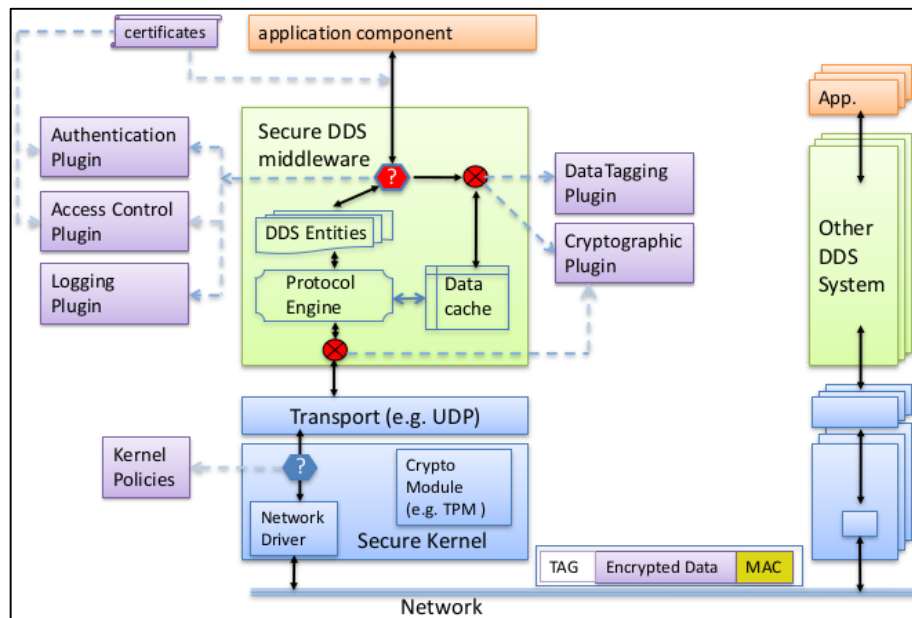
GurumDDS RS(Routing Service)

- GurumDDS Routing Service(GurumDDS RS)는 DDS를 LAN을 넘어 통신할 수 있도록 하는 DDS 특화 라우팅 솔루션
 - 간편한 설정
 - 기존 DDS 인프라 변경 불필요
 - DDS Vendor 중립적
 - Local Network-Remote Network 연결
 - WAN 구간 DDS 멀티캐스팅 지원
 - WAN 구간 DDS 데이터 압축
 - WAN 구간 DDS 데이터 암호화 (DTLS적용)

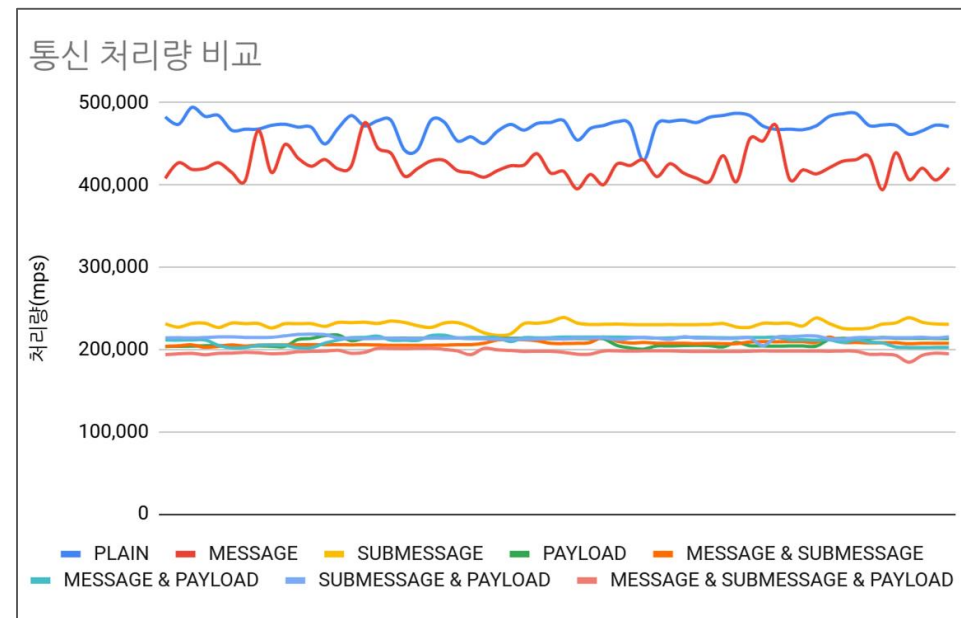


GurumDDS Security (in progress)

- DDS의 통신객체 생성, 검색, 통신 과정에 인증과 암호화를 제공하기 위한 보안 표준 제품
 - 플러그인 구조를 이용하여 다양한 암호/복호화 기법 적용 가능
 - 메시지 전체, 보조메시지, 사용자 데이터 단위에 따라 별도로 또는 중복으로 암호/복호화 가능



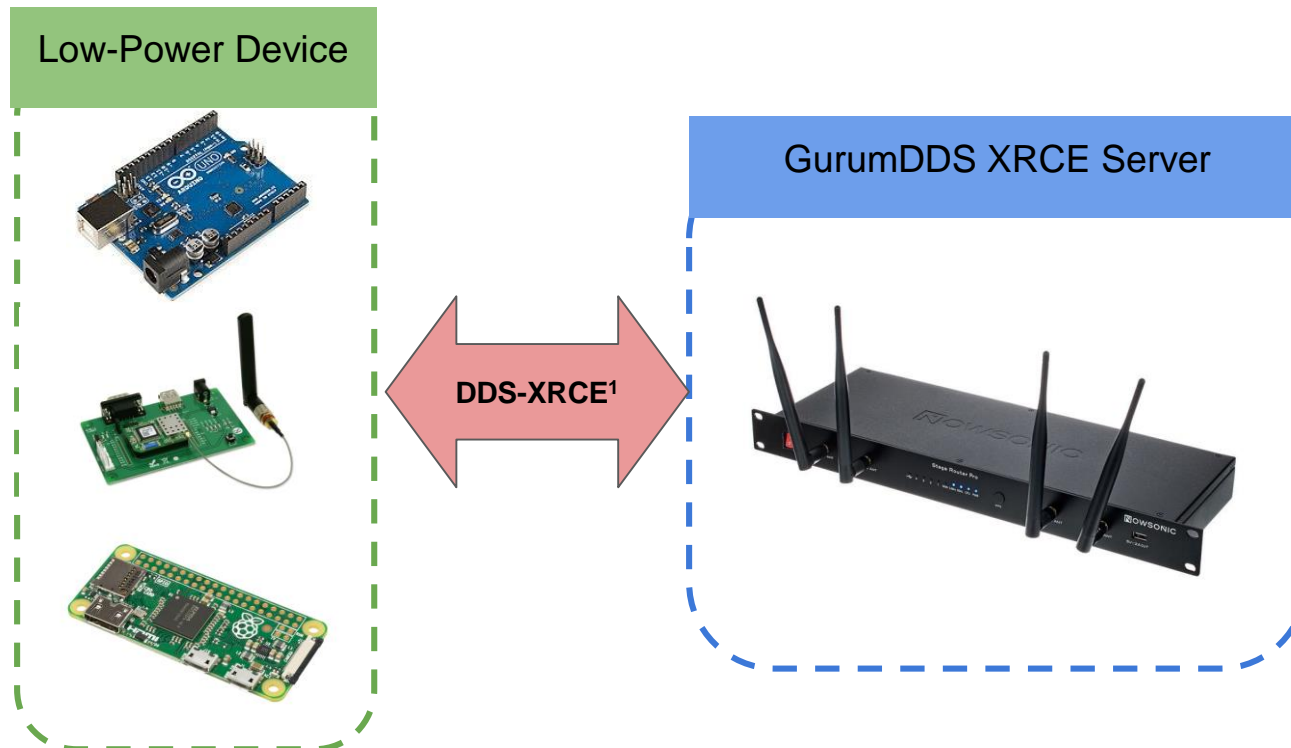
<DDS Security 1.1 표준 구조>



<GurumDDS Security 적용 성능>

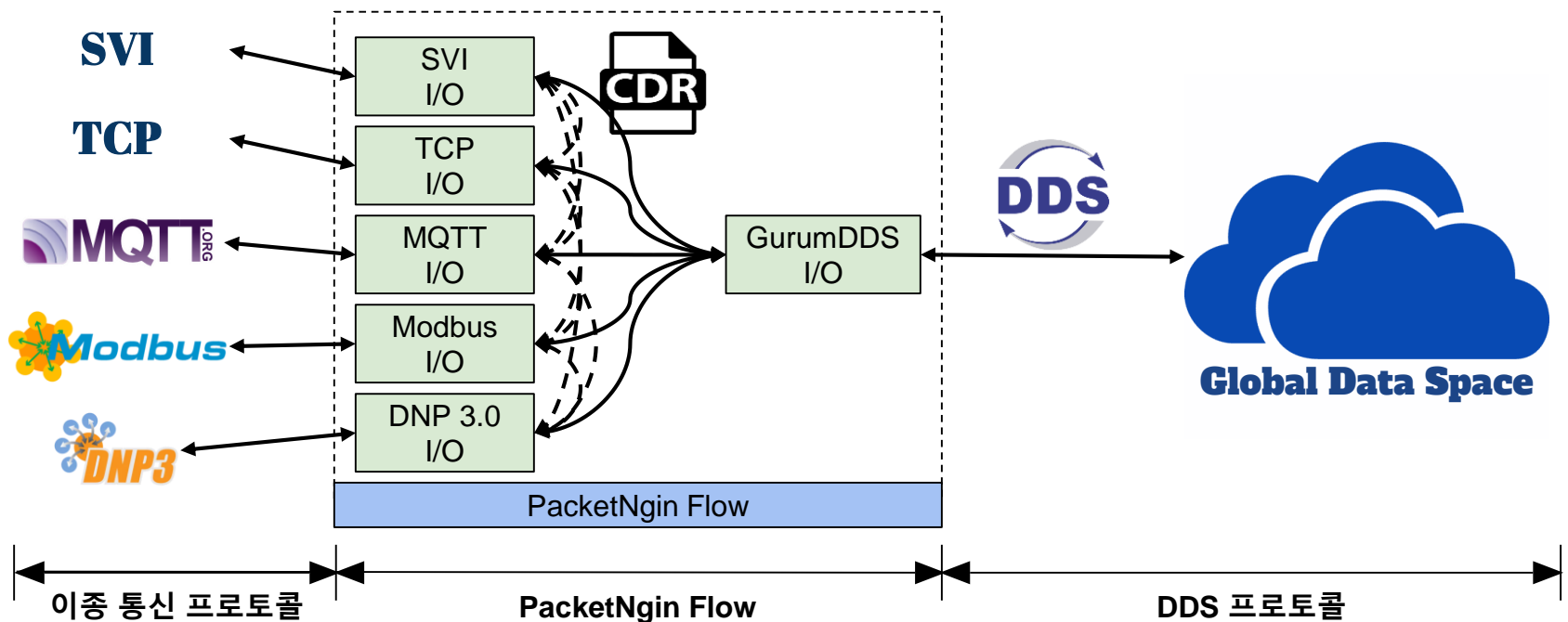
GurumDDS RPC

- 저전력 기기(Low-Power Device)를 위한 DDS 기술
 - Low-Power Device에서도 Qos가 보장되는 실시간 데이터 통신 미들웨어에 대한 수요 증가
 - Mid Power 기기까지 적용되는 Micro DDS 역시 미들웨어 방식으로 DDS 아키텍처를 그대로 사용하여 적용시 기술적 한계가 있음
 - API를 제외한 DDS의 대부분의 기능을 라우터로 옮김으로써 저전력 기기에서도 DDS 사용
 - 향후 IoT에 적용하는 100% 기기에 적용 가능



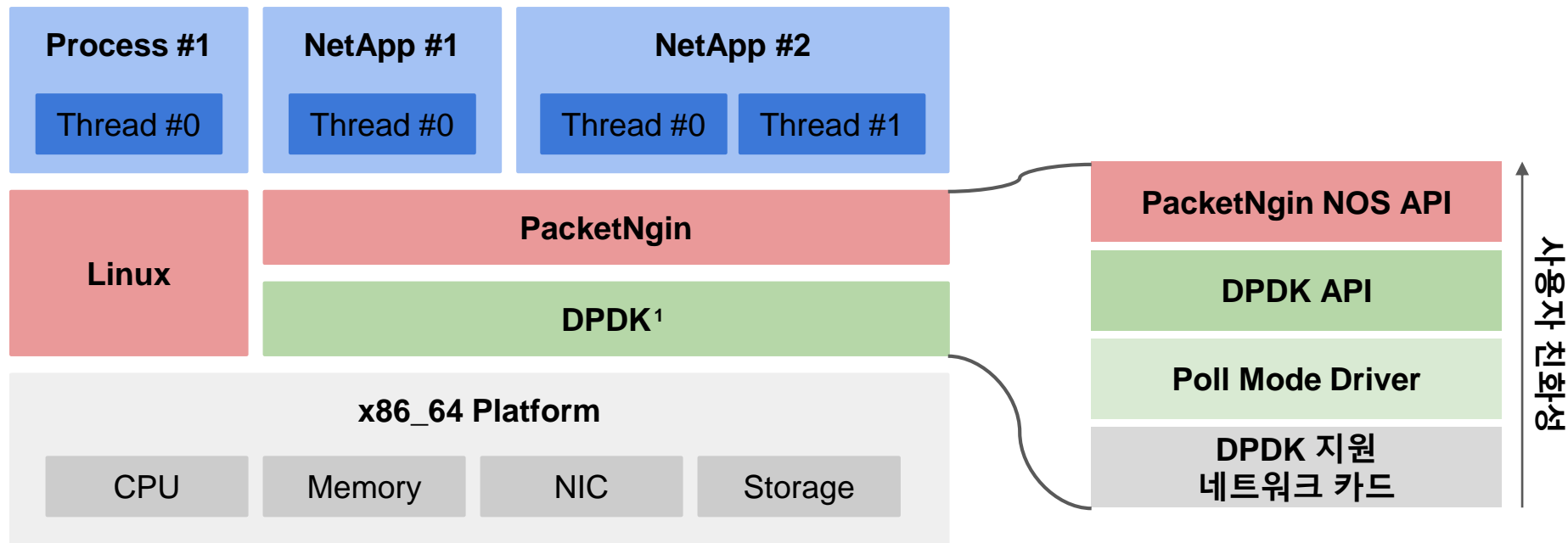
[1] Arduino Nano ~ UNO 급은 표준 XRCE를 경량화한 프로토콜을 사용합니다.

GurumDDS Gateway (PacketNgin Flow)



- LAN 환경으로 제한되는 DDS의 연동 범위를 WAN 구간으로 확장
- 서로 다른 DDS 도메인 간의 연동 기능 제공
- 다양한 통신 프로토콜들과 DDS 연동 기능 제공
- 다양한 통신 프로토콜들 사이의 연동 기능 제공
- 동종, 이종 프로토콜 사이의 자유로운 데이터 가공, 변환
- 플러그인들 사이의 연결 관계 정의만을 통해 손쉽게 데이터의 흐름 제어 가능

GurumDDS Gateway (PacketNgin NOS)



- 기존 시스템(범용 Linux 운영체제)의 네트워크 처리 성능 개선
- 네트워크의 패킷 처리의 실시간성 향상
- 다양한 네트워크 애플리케이션 개발을 위한 라이브러리 제공
- 사용자 친화적인 고 수준 API 제공
- 네트워크 자원 관리를 위한 유틸리티 지원

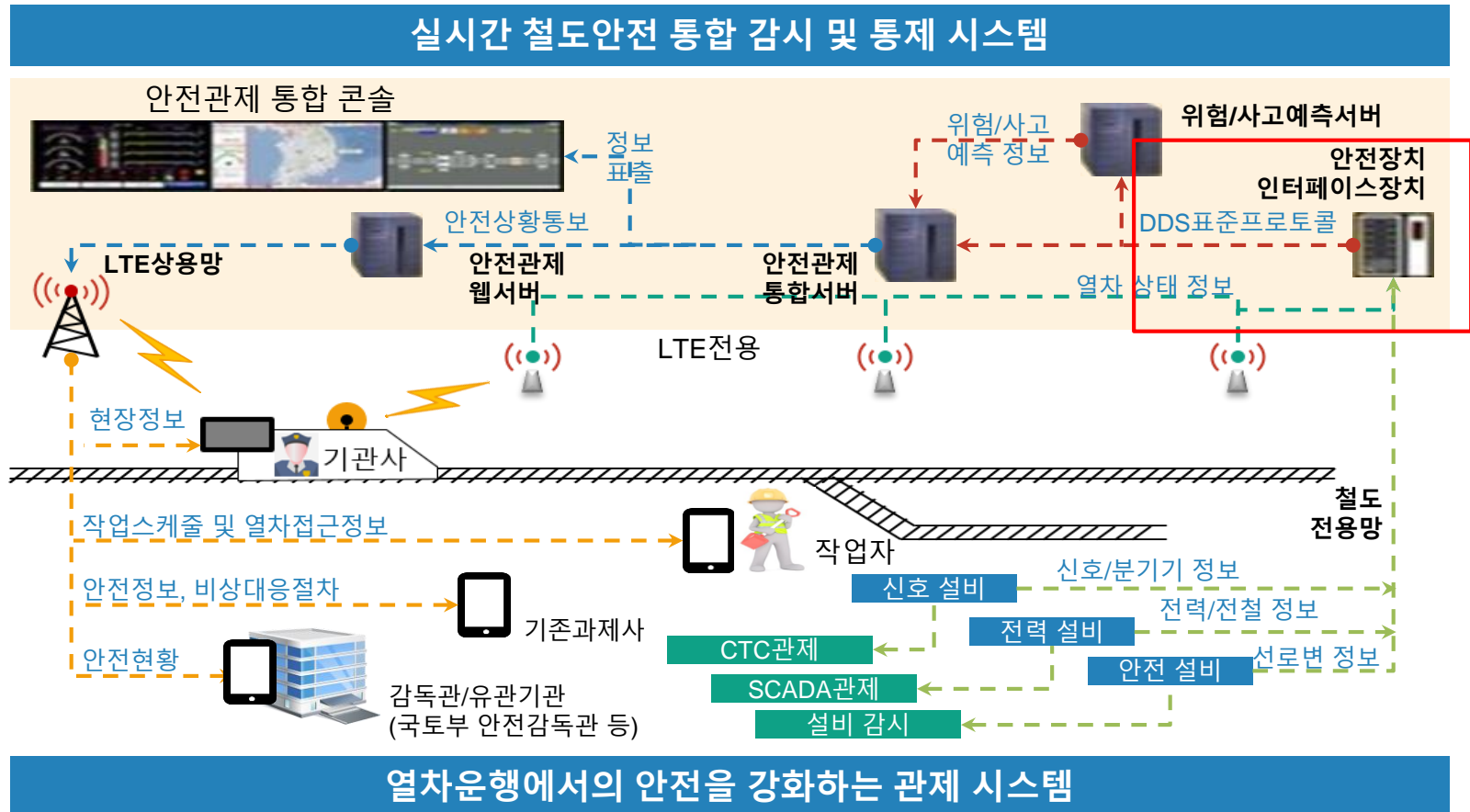
1) DPDK: Data Plane Development Kit의 약자. 고속 패킷 처리를 위한 데이터 플레인 라이브러리와 네트워크 인터페이스 컨트롤러 드라이버의 집합

04

| GurumDDS 적용 사례

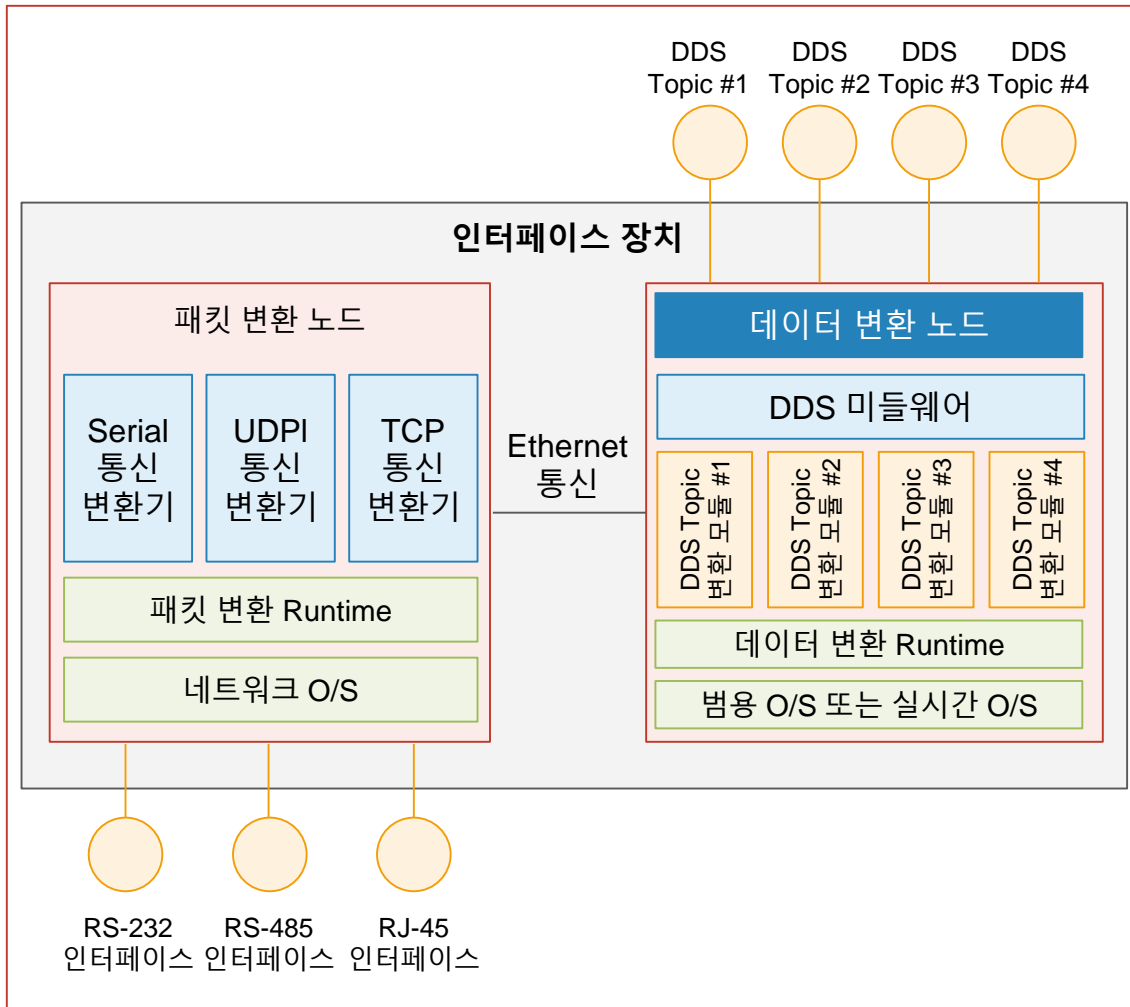
철도기술연구원

- 실시간 철도안전 통합 감시제어 시스템 DDS 적용 - 안전검지 인터페이스 장치
 - 열차 상태 정보와 기존설비 및 안전 검지정보를 **데이터분산서비스(DDS) 프로토콜로 변환**
 - 실시간 안전관제 종합콘솔을 통해 실시간 감시와 LTE 상용망을 통해 구로 관제실, 현장에 전송



철도기술연구원

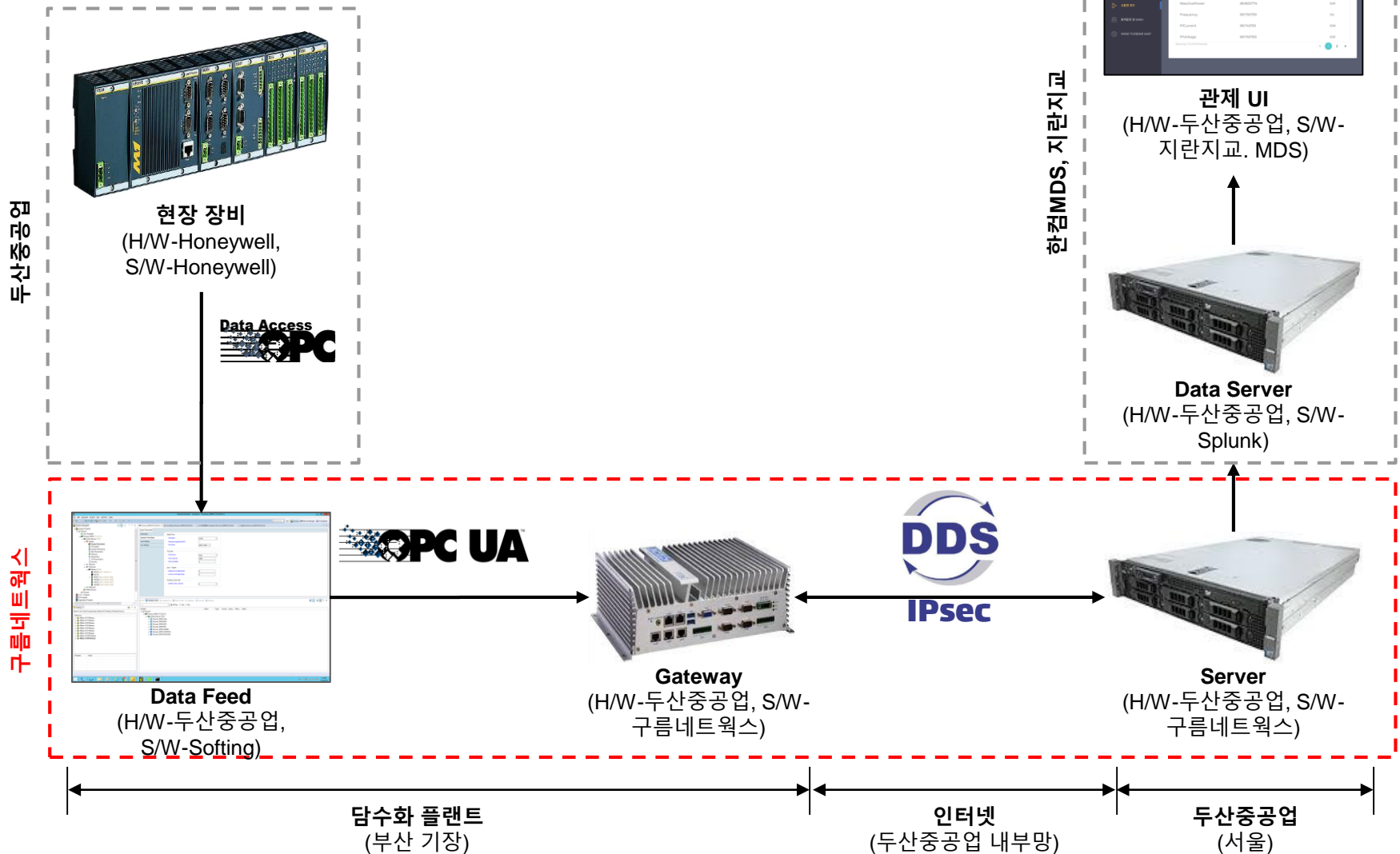
● 안전 검지 인터페이스 장치 구성 및 역할



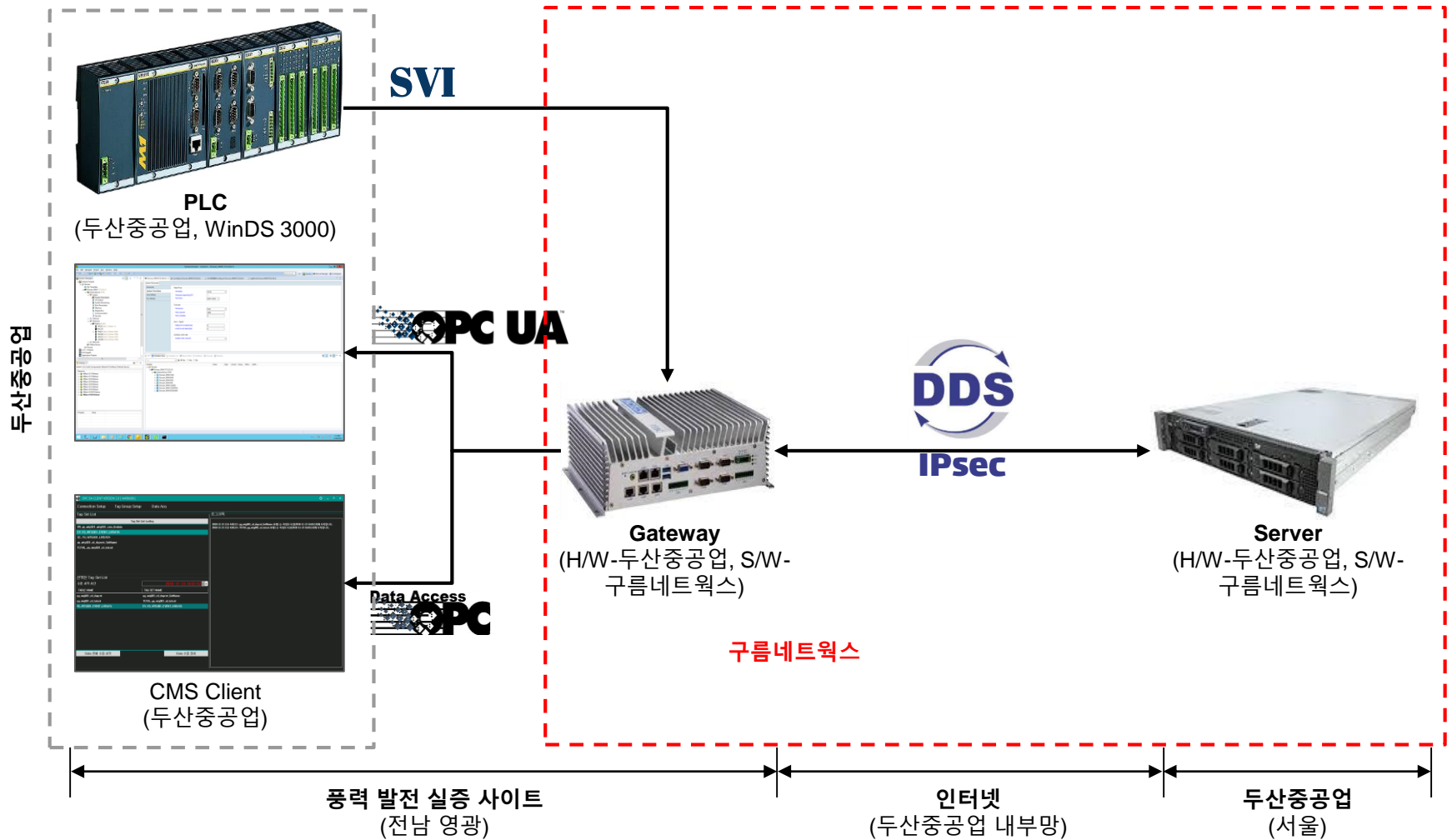
인터페이스 장치의 구성

- 스니핑 - Tap 장치를 이용해 Legacy 네트워크의 형상을 건들지 않고 데이터를 수합함
- 패킷 변환 노드 - Tap 장치를 이용해 수합된 패킷의 세션을 복구하는 노드
- 데이터 변환 노드 - 데이터를 추출하고 해석(DPI: Deep Packet Inspection)하고, DDS로 변환하여 전송하는 노드

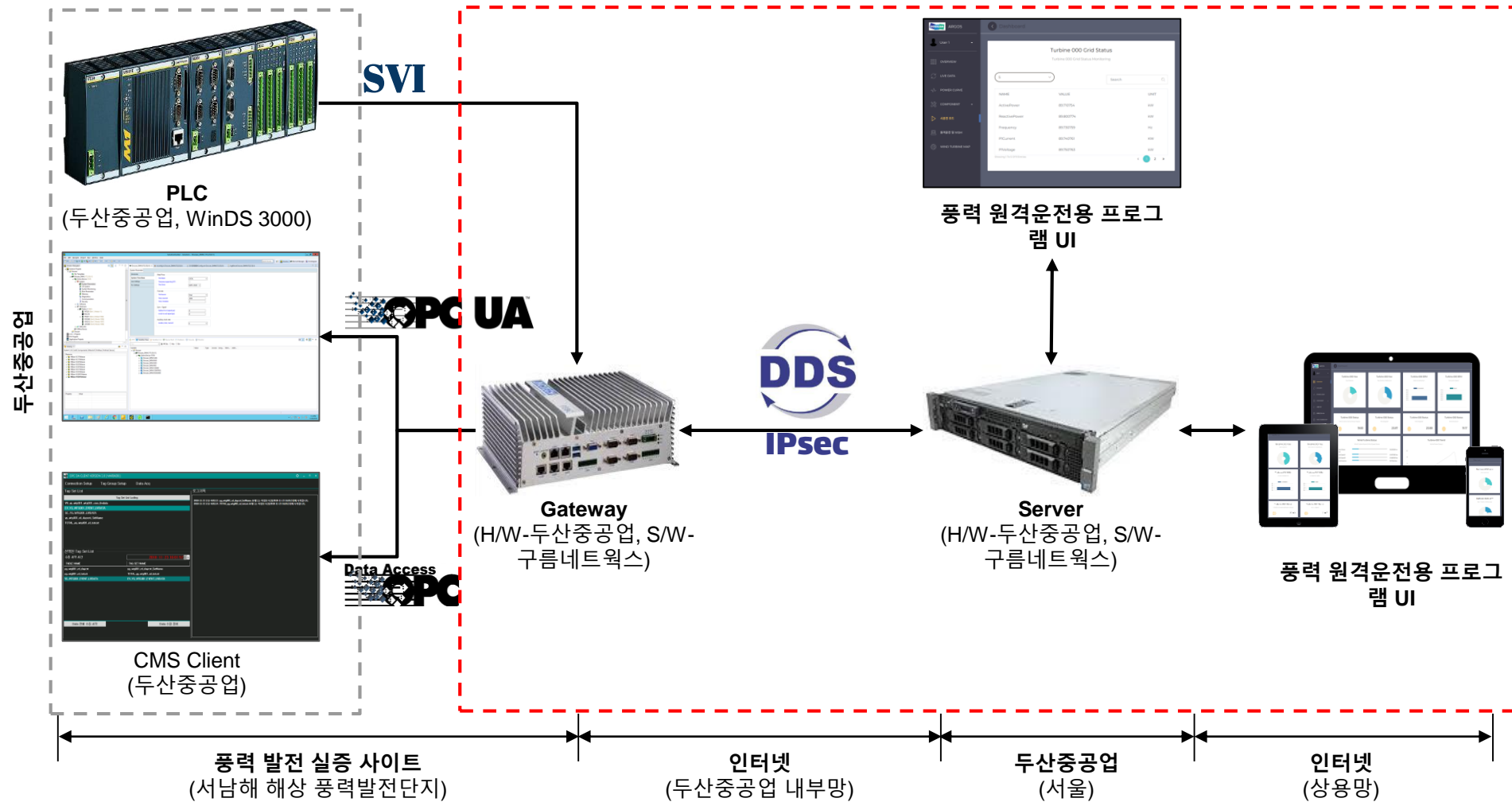
두산중공업(1) - 기장 해수담수화 플랜트



두산중공업(2) - 전남 영광 풍력발전기 시험센터



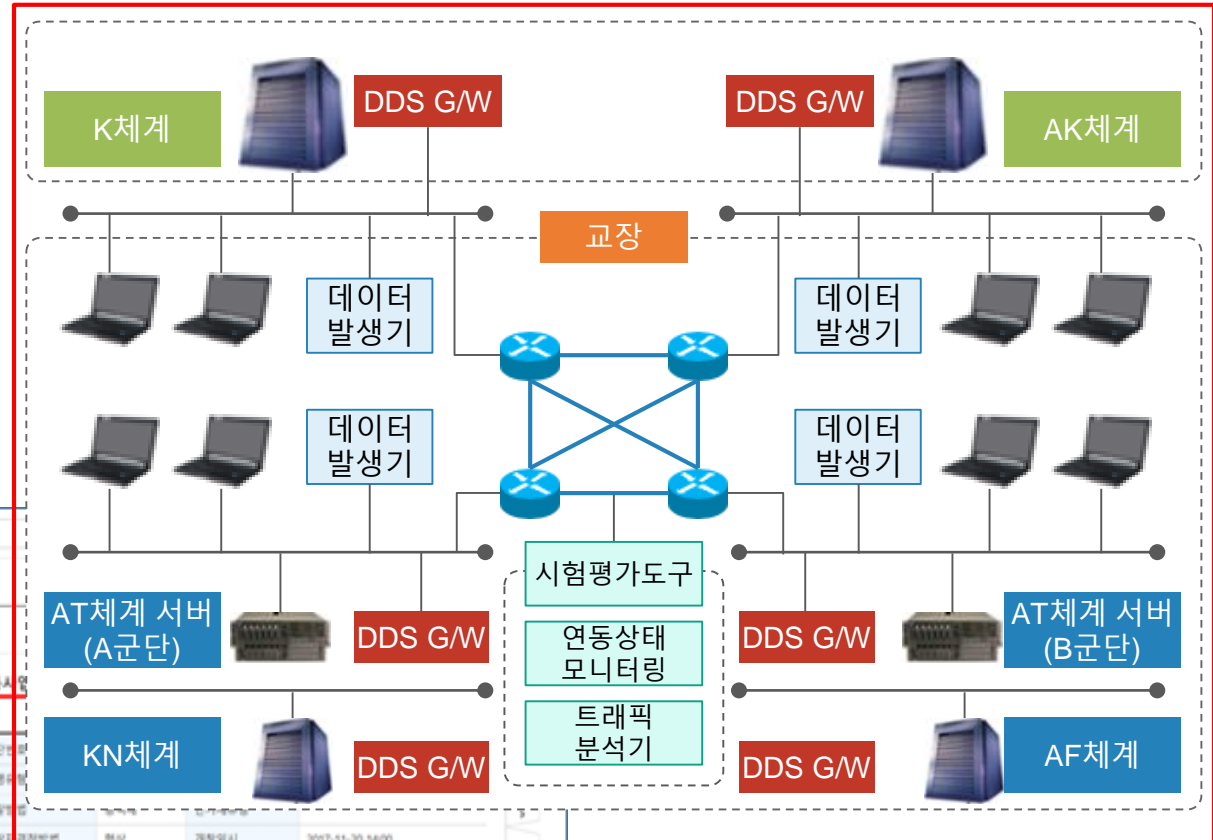
두산중공업(3) - 서남해 해상 풍력발전단지



육군정보통신학교 - C4I 체계간 데이터 연동

• '17년 국방 u-실험사업

'17년 국방 u-실험사업 제안요청서
(데이터분배서비스 기반의 체계간 데이터 연동)



국방전자조달시스템 국방 전자입찰

입찰결과상세

[입찰건명] 데이터 분배 서비스 기반의 체계간 데이터 연동사업

공고발반

공고번호	간담공고 UMM0619-1	발표일자	2017.08.19
통합참조번호	2017UMM04930	입찰일자	2017.11.14
계약방법	협상제외한계액(천자)	입찰금액	271,000,000 원
예산금액		낙찰금액	271,000,000 원
가중제비가격		시정률(%)	-3.0
매정가격	미공개	가격평가비율(%)	10 %
		입찰결과	승낙확정

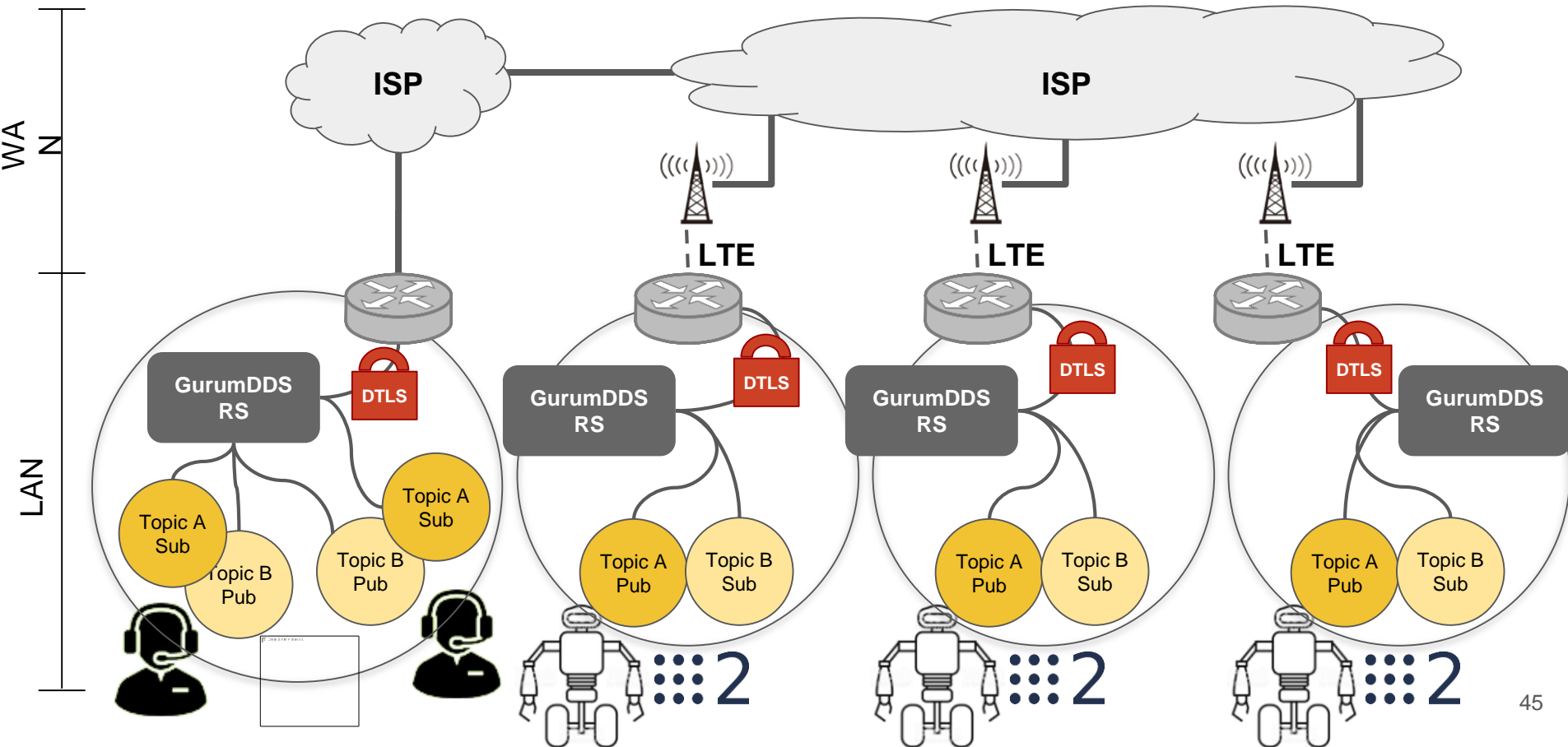
* 중 2건

순위	업체코드	업체명	대표자	기술점수	투찰금액	가격점수	합계점수	결과
1	G67E8 1428172511	(주)구슬테크닉스	조성일	84.15				1순위 2017-11-14 09:20:37
2	U0000 1058621395	에이치투오시스템테크놀로지	임종혁	78.08				2순위 2017-11-13 11:58:40

Robotis - ROS2 적용 원격 로봇 제어

원격 로봇 제어 및 관제

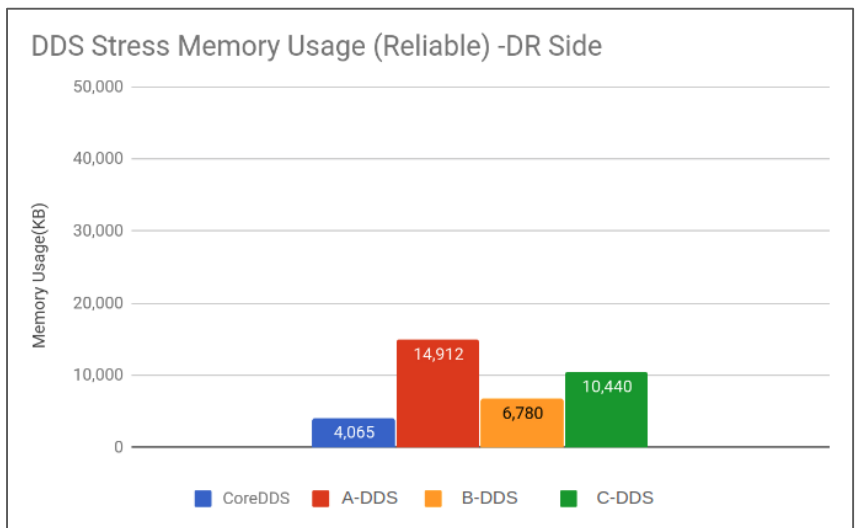
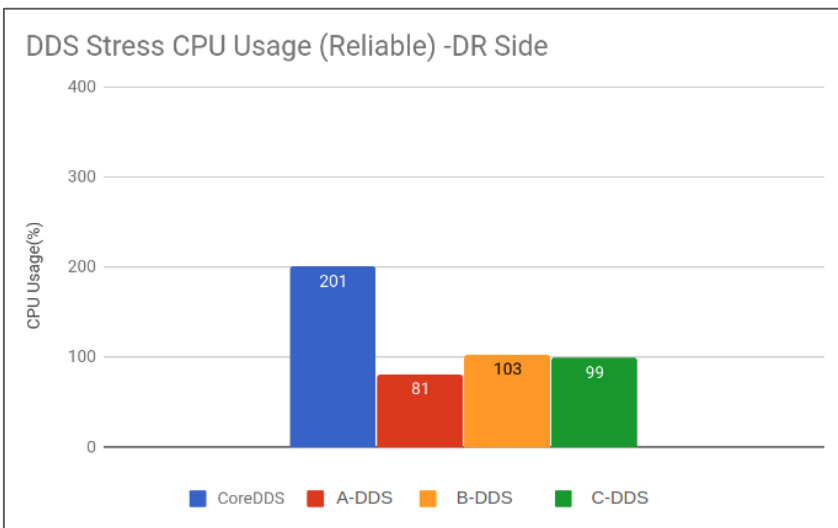
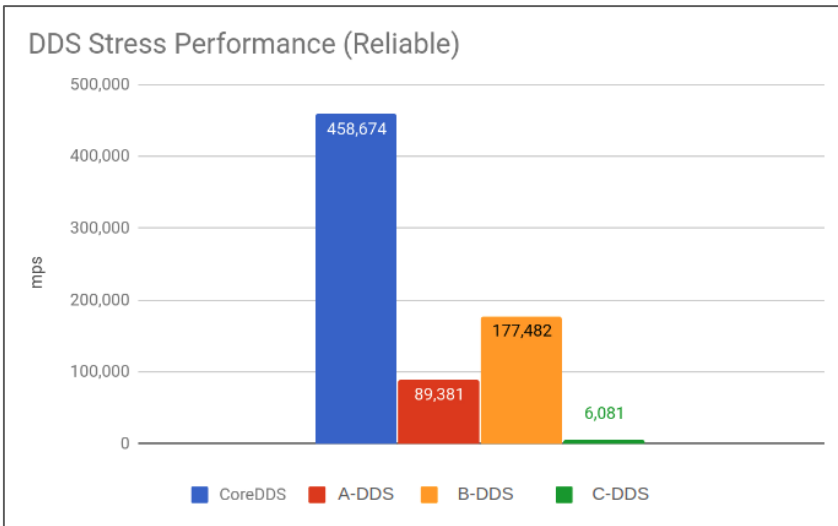
- ROS2(Crystal, Dashing)을 사용하는 ARM 프로세서 기반의 로봇
- RMW(ROS2 MiddleWare)로 GurumDDS를 적용
- GurumDDS RS(Routing Service)를 이용하여 WAN 구간 DDS 연동
- DTLS(Datagram Transport Layer Security)를 이용한 WAN 구간 데이터 보호



05

| GurumDDS 성능

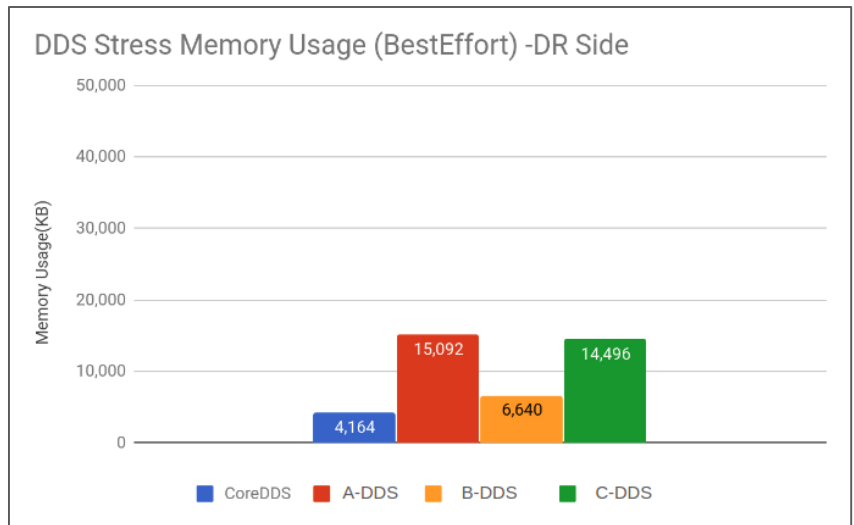
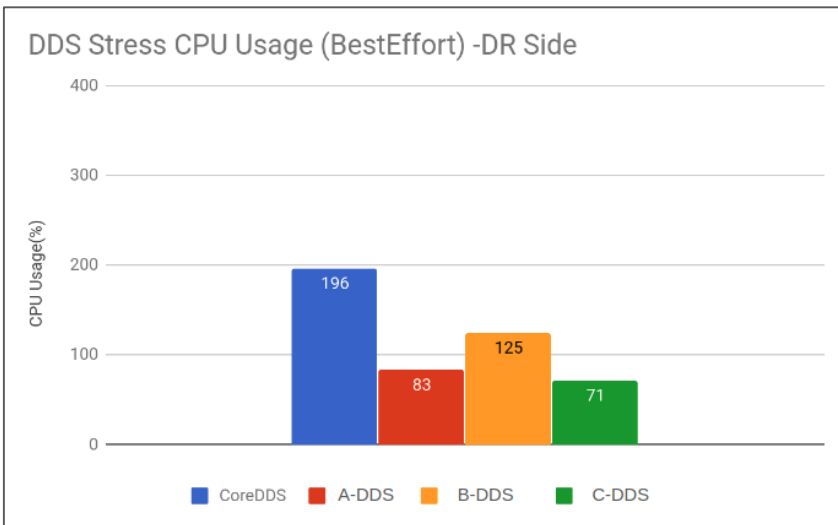
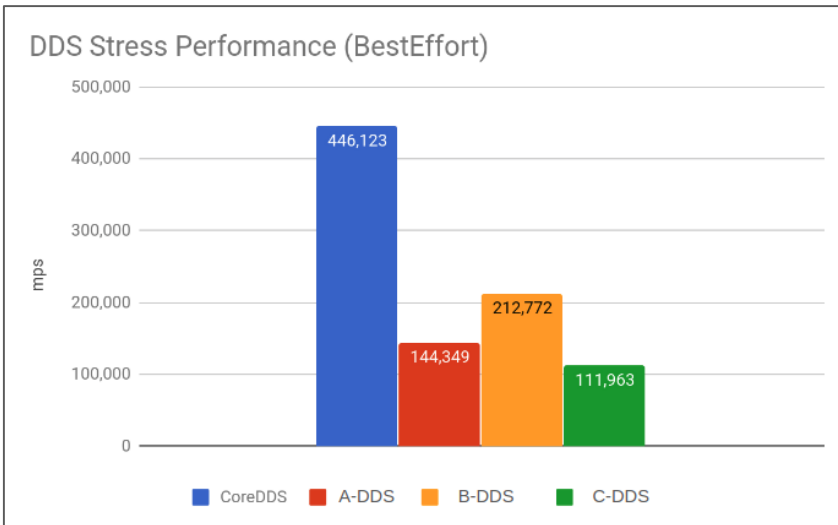
최대 처리량 성능 비교



* 시험환경은 다음과 같습니다.

Intel Core i5 3.3GHz, 8GMB Mem, 1Gbps NIC, Netgear 1Gbps Switch

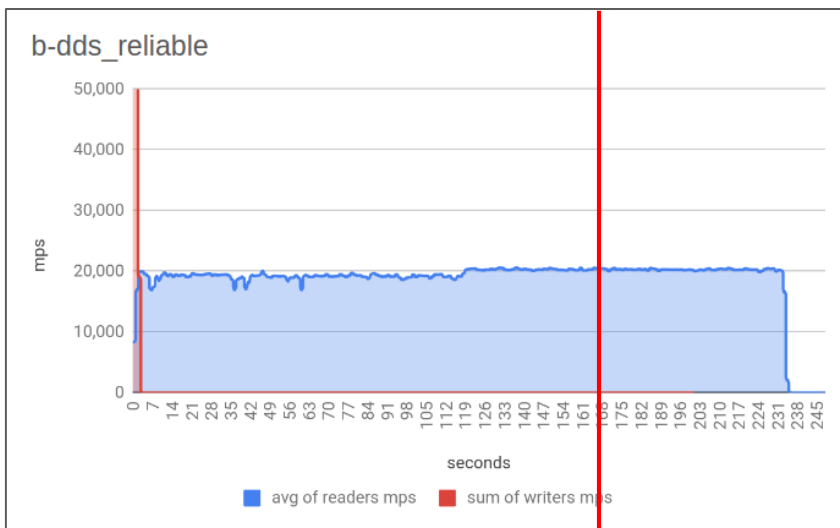
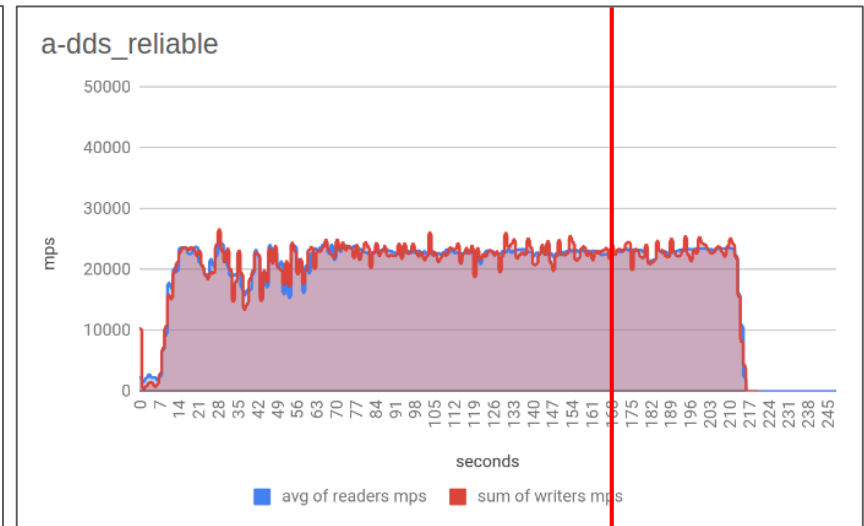
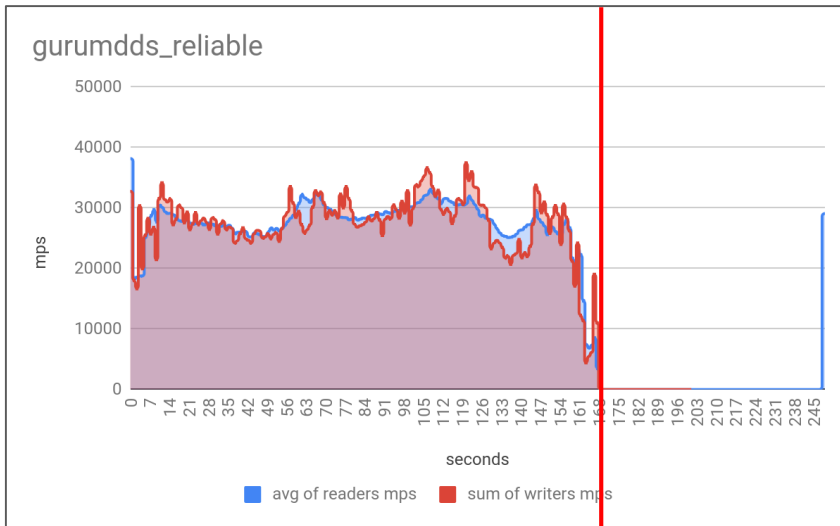
최대 처리량 성능 비교



* 시험환경은 다음과 같습니다.

Intel Core i5 3.3GHz, 8GMB Mem, 1Gbps NIC, Netgear 1Gbps Switch

46:46 통신 처리량 비교 (RELIABLE)

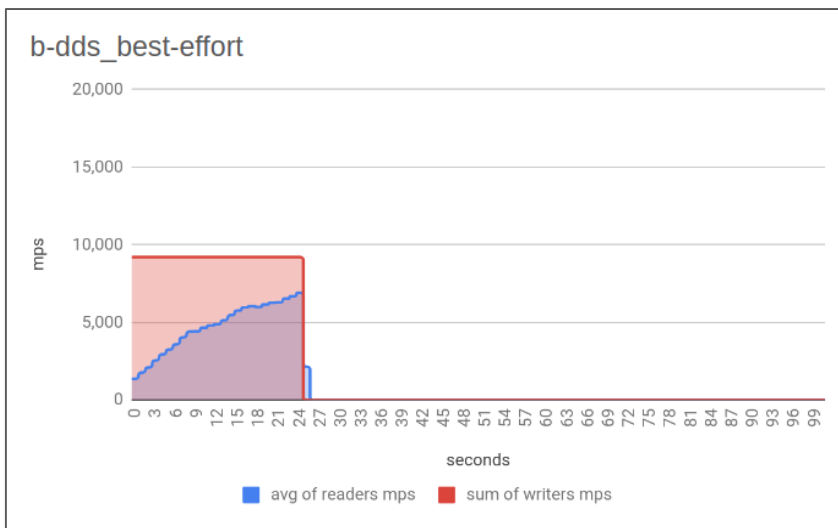
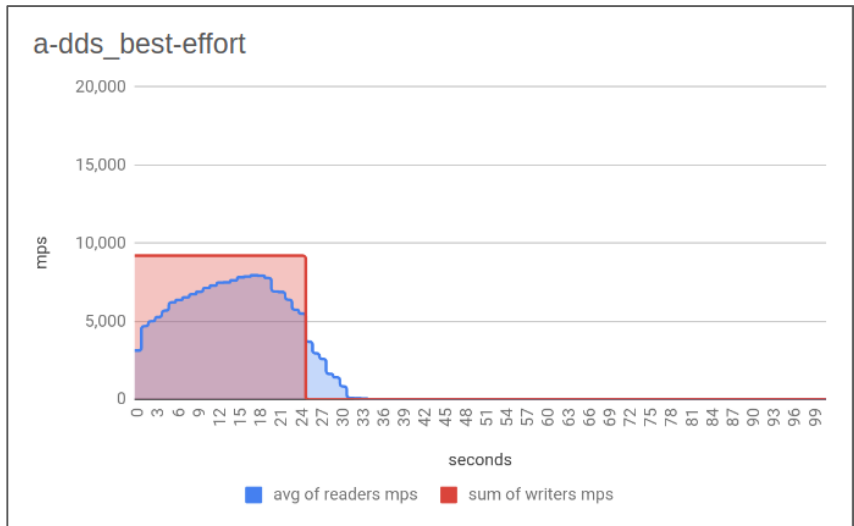
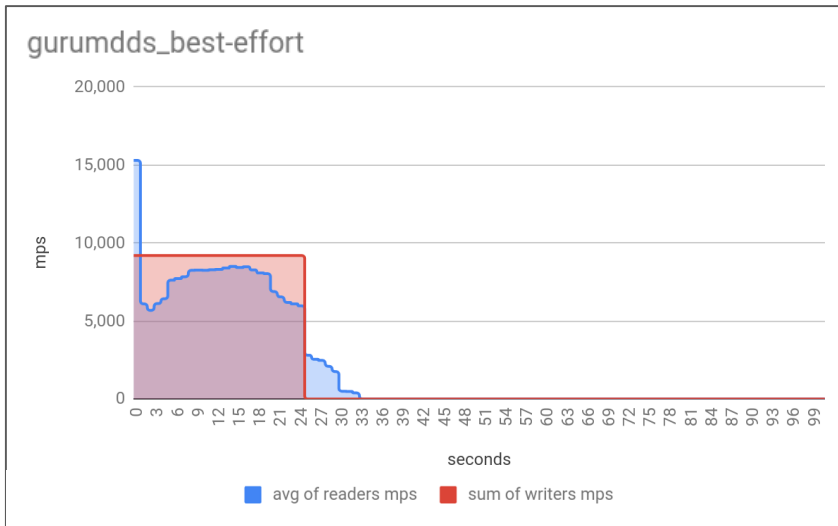


C-DDS의 경우,
9:9 이상 통신에서 장애 발생

* 시험환경은 다음과 같습니다.

Intel Atom 1.4GHz, 2/4GB Mem, Ubuntu 16.04, NetGear 1Gbps Switch, 총 46개 노드

46:46 통신 처리량 비교 (BEST-EFFORT)



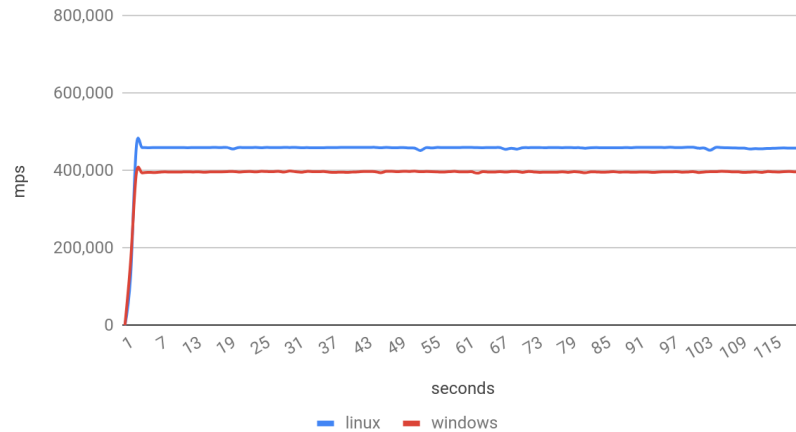
C-DDS의 경우,
9:9 이상 통신에서 장애 발생

* 시험환경은 다음과 같습니다.

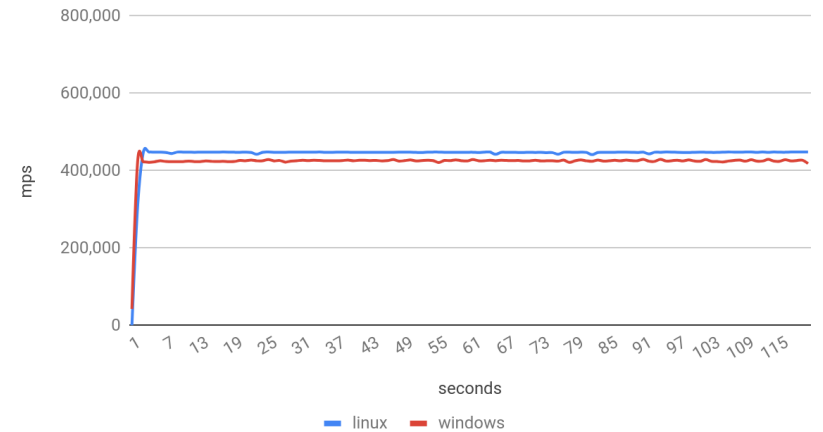
Intel Atom 1.4GHz, 2/4GB Mem, Ubuntu 16.04, NetGear 1Gbps Switch, 총 46개 노드

1:1 통신 처리량 (GurumDDS)

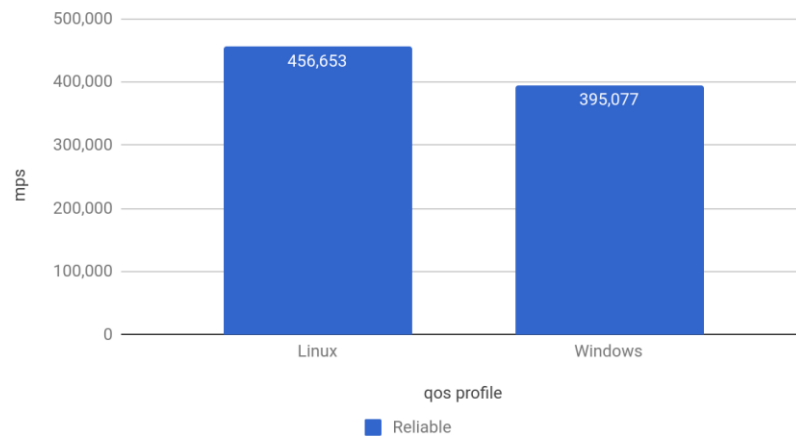
GurumDDS Stress Performance Line Graph(Reliable)



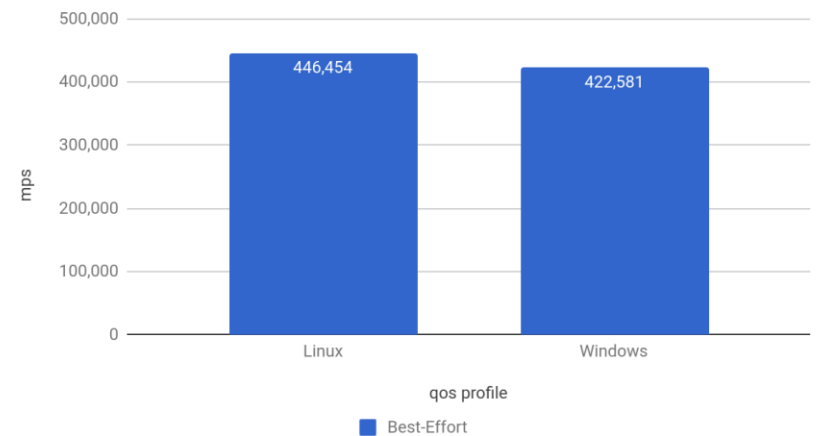
GurumDDS Stress Performance Line Graph(Best-Effort)



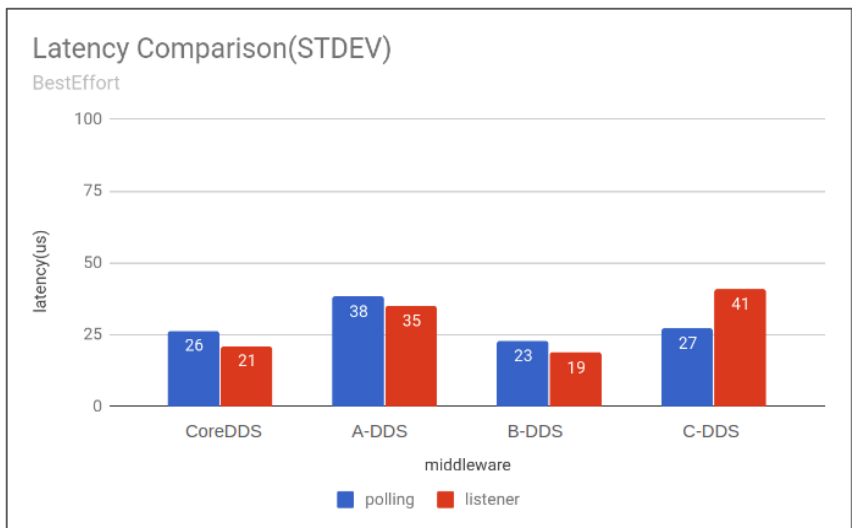
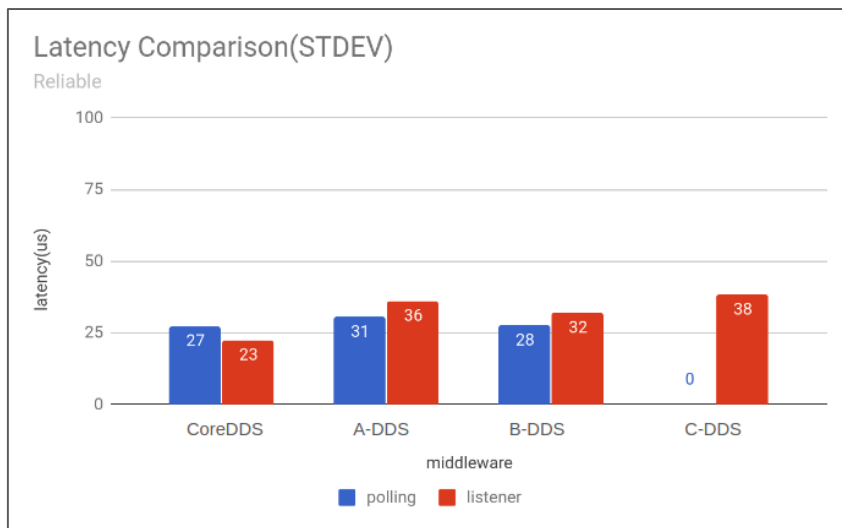
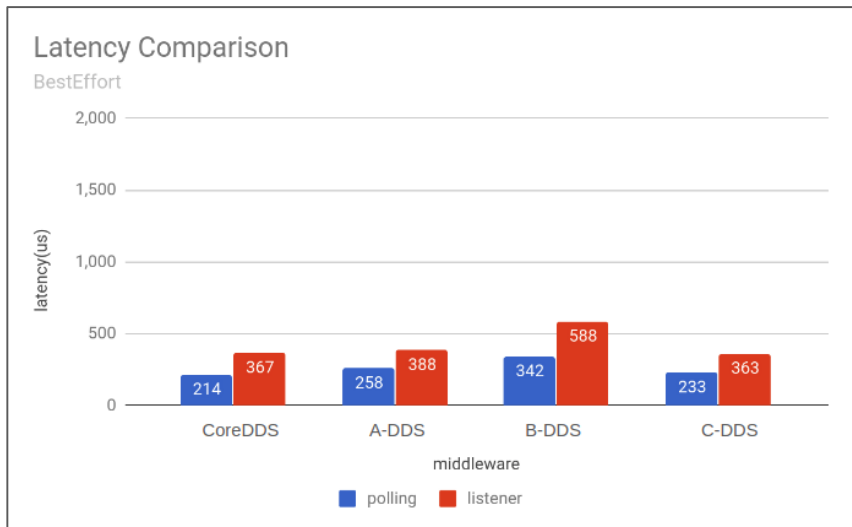
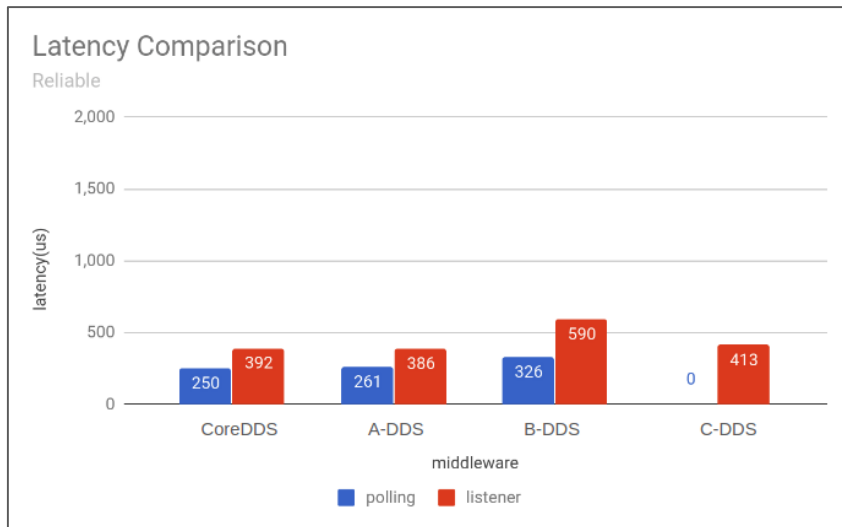
GurumDDS Stress Performance (Reliable)



GurumDDS Stress Performance (Best-Effort)



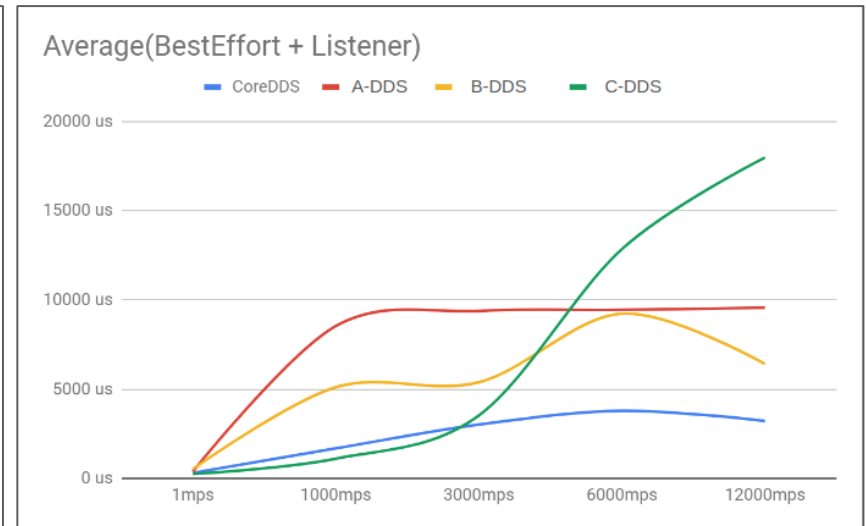
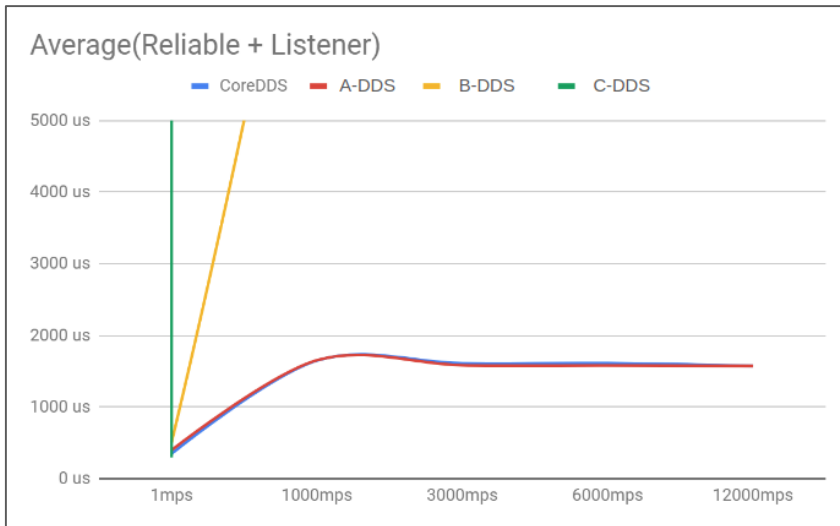
통신 지연시간 비교 (1,000 mps)



* 시험환경은 다음과 같습니다.

Intel Core i5 3.3GHz, 8GMB Mem, 1Gbps NIC, Netgear 1Gbps Switch

통신 지연시간 비교



● 초당 1,000개 메시지 전송

○ Best effort

■ C-DDS(1,099.74 us) < **GurumDDS(1,680.9 us)** < A-DDS(8,537.97 us) < B-DDS(5,110.54 us)

○ Reliable

■ **GurumDDS(1,648.6 us)** = A-DDS(1,653.55 us) < B-DDS(10,289.62 us) < C-DDS(35,256,763.3 us)

● 초당 12,000개 메시지 전송

○ Best effort

■ **GurumDDS(3,219.2 us)** < A-DDS(9,568.95 us) < B-DDS(6,411.45 us) < C-DDS(17,981.49 us)

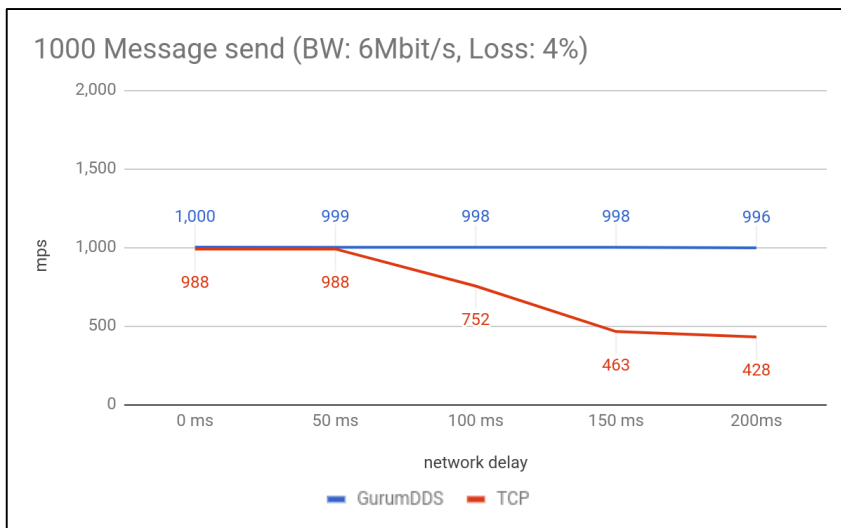
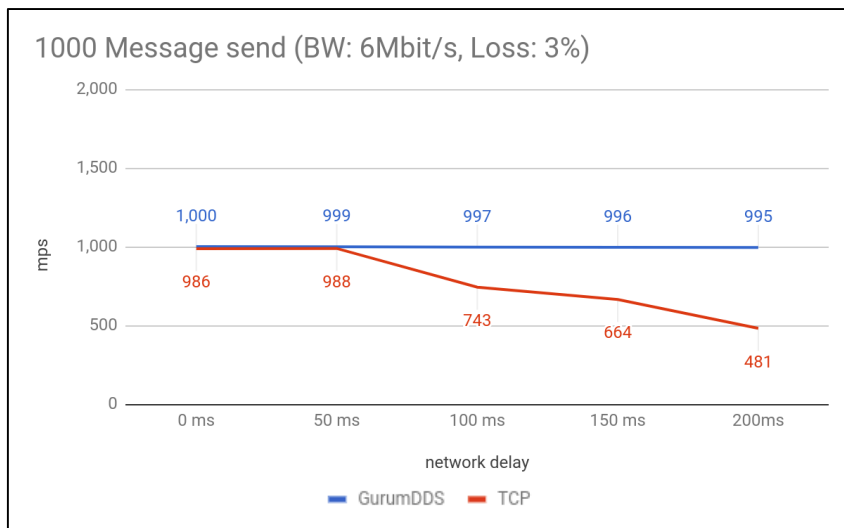
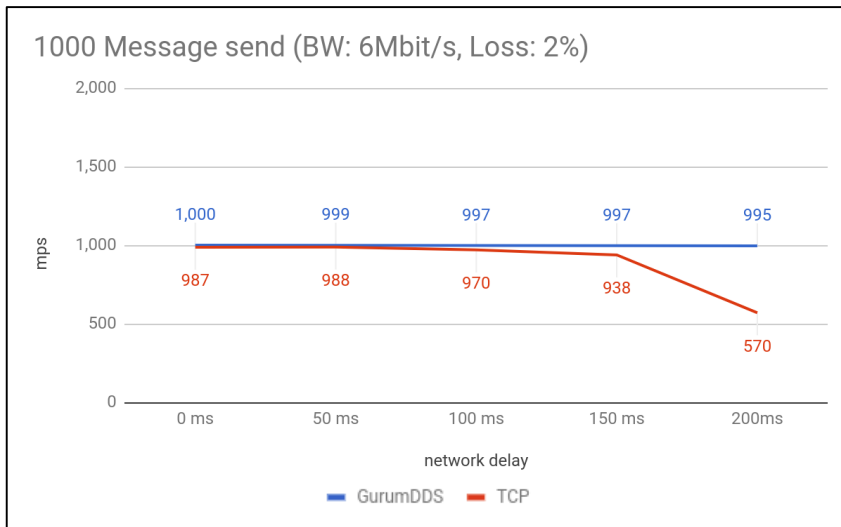
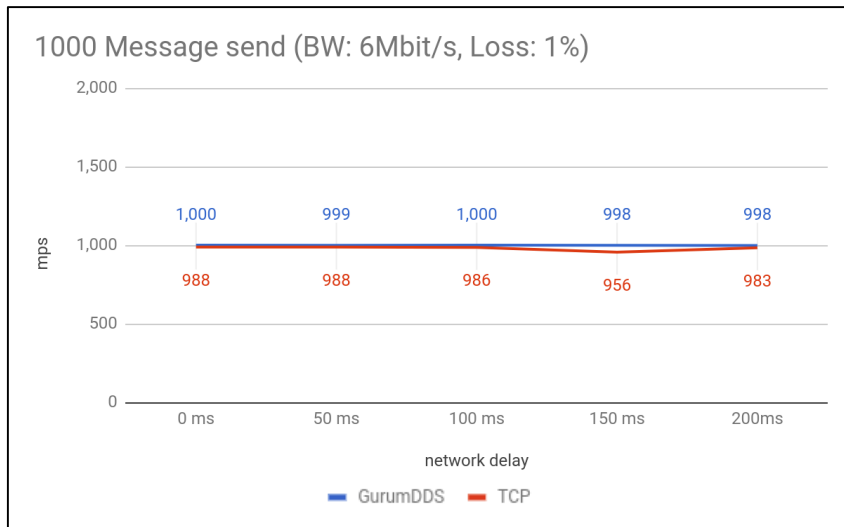
○ Reliable

■ **GurumDDS(1,573.27 us)** = A-DDS(1,573.75 us) < B-DDS(51,798.45 us) < C-DDS(20,919,934.24 us)

* 시험환경은 다음과 같습니다.

Intel Core i5 3.3GHz, 8GMB Mem, 1Gbps NIC, Netgear 1Gbps Switch

TCP 대비 전송률 비교



* 시험환경은 다음과 같습니다.

Intel Core i5 3.3GHz, 8GMB Mem, 1Gbps NIC, Netgear 1Gbps Switch



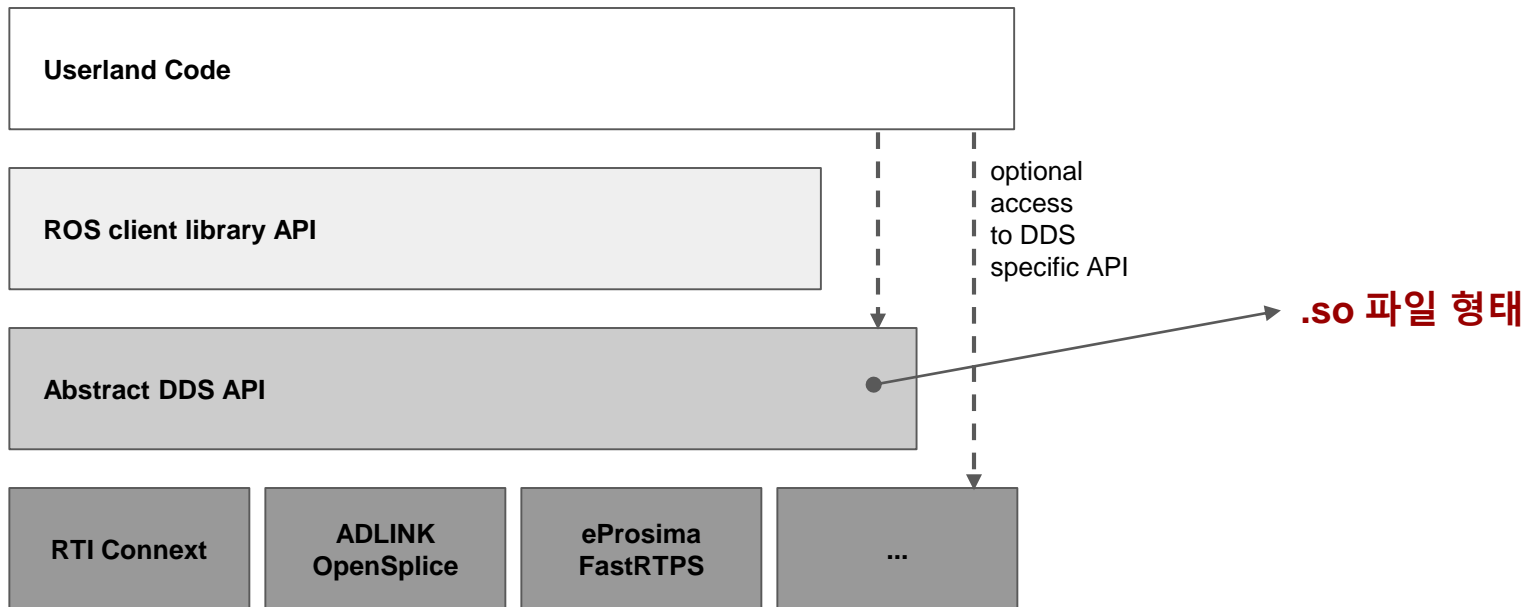
06

| GurumDDS for ROS2

ROS2 개요

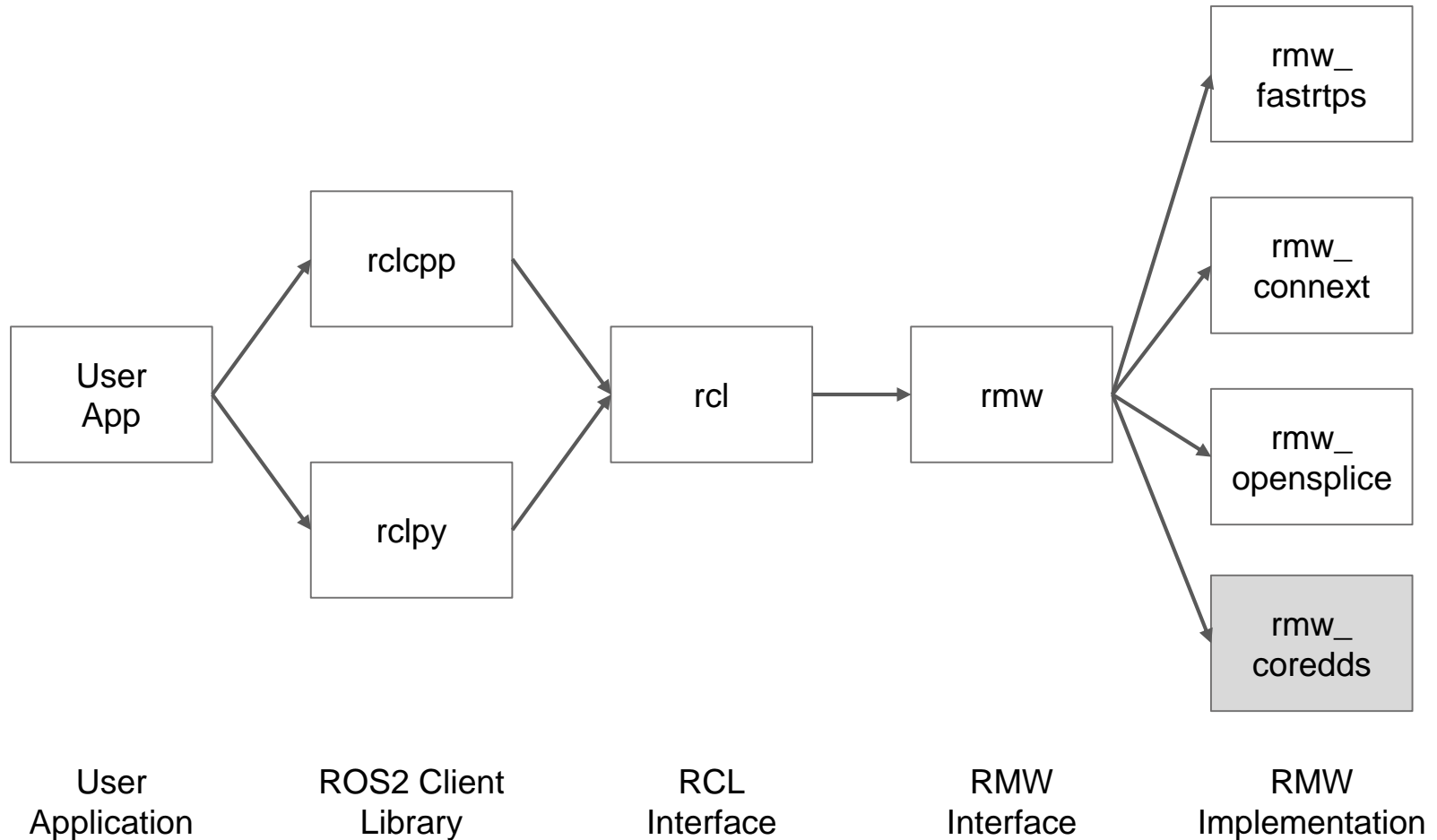
- ROS(Robot Operating System)는 로봇 응용 프로그램 개발에 필요한 도구와 기능을 제공하는 플랫폼
- ROS는 2007년 Willow Garage사와 Stanford 대학교에 의해 처음 시작
- 2010년에 ROS 1.0이 발표되었으며, 2015년 ROS 2 Alpha가 발표됨
- ROS2는
 - 기존 ROS1 플랫폼과 호환
 - Near Real-Time 목표
 - 다수의 로봇이 포함된 시스템 지원
 - 자원이 한정된 임베디드 플랫폼 지원
 - Wi-Fi 통신과 같은 불안정한 네트워크에 대한 대응
 - ROS1 대비 더 적어진 어플리케이션 개발 비용
 - C++/Python3 언어 지원

ROS2 통신 API 구조



- Abstraction DDS API 부분은 ROS2에서 .so 파일 형태로 제공
- 별도의 컴파일 과정 없이 DDS 미들웨어 치환 가능(대신 버전이 일치해야 함)
- 툴 사용법 등 CMake 형태로 추상화 되어있어서 동일한 방법으로 사용 가능
- 기타 DDS 미들웨어 별로 특이사항이 있는 부분은 ROS2의 기본 DDS인 FastRTPS 방식을 따름

ROS2 응용프로그램 통신 수행 과정



| 그밖의 관련 패키지

유틸리티

- `rosidl_generator`
 - 사용자가 작성한 message, service 파일에서 구조체가 정의된 헤더 파일(.h) 생성
- `rosidl_parser`
 - 각 vendor 별로 작성된 typesupport 패키지의 템플릿 파일을 사용해 코드(.cpp) 생성

라이브러리

- `rosidl_typesupport`
 - RMW 구현 라이브러리와 대응하는 typesupport 라이브러리를 연결하는 역할
 - `rosidl_typesupport_introspection`
 - Dynamic type을 위한 typesupport
 - RMW에서 각 field의 type, 크기, 기본값 등 메타데이터에 접근할 수 있도록 API 제공
- `rmw_implementation`
 - 환경 변수로 지정된 RMW 구현 라이브러리를 찾는 역할

Thank you!



서울특별시 광진구 광나루로 36길 14, 화성빌딩 5층

WEB gurum.cc **EMAIL** contact@gurum.cc **PHONE** +82-2-447-5100 **FAX** +82-2-6008-9680