

위성 통신 환경에 적합한 분산 망관리시스템을 위한 DDS의 성능 분석

송 예 진*

Performance Analysis of DDS for Distribution Network Management System Suitable for Satellite Communication

Ye-jin Song*

요 약

차기 위성의 통신망은 단말의 수가 증가하고 네트워크의 구조가 분산화 및 대형화되고 있는 추세이며, 위성 통신을 이용하는 트래픽이 증가하고 빈번하게 발생하고 있다. 위성 통신과 같이 다양한 통신 장비들이 동적으로도 메인을 형성하고 데이터를 빈번하게 주고받는 통신 환경에서는 서버/클라이언트 방식의 데이터 교환보다는 데이터 중심 발간/구독 방식의 데이터 교환이 더욱 효과적이다. 따라서 본 논문에서는 한정된 위성 자원을 효율적으로 관리하기 위한 분산 망관리시스템에 데이터 중심 발간/구독 통신 기술인 DDS 표준을 적용하기 위하여 DDS의 성능을 분석하였으며, 기존의 서버/클라이언트 방식으로 데이터를 교환하는 SNMP와 비교 연구하였다. 비교 연구를 위해 OPNET을 사용하였으며 네트워크 계층 관점의 성능 중심으로 수행하였다.

Key Words : DDS, SNMP, OPNET, Network Management System, Satellite Communication

ABSTRACT

Trend of next generation satellite communication network is distribution and enlargement of network structure with increased network terminals, and traffic which use satellite communication is increasing and frequently occurring. Under specific satellite communication environment that various communication device dynamically forms a network domain and frequently exchanges the data, data-centric publish/subscribe data exchange is more suitable than server/client data exchange. So, this paper analyze DDS performance for application of DDS standard to distribution network management system which aims to efficiently manage limited satellite resource, and also this paper covers comparative study on DDS and SNMP(server/client data exchange). Study compares DDS and SNMP using OPNET, and result of study is analyzed from a network layer performance perspective.

I. 서 론

현재 위성 통신은 군사 및 상용망으로 널리 사용되고 있는 주요 통신 수단 중 하나이다. 또한, 최근 위성 통신을 이용하는 네트워크의 단말 수가 증가하고 위성 통신 네트워크의 구조가 분산화 및 대형화

되고 있는 추세이며, 데이터의 고속 전송 및 멀티미디어 전송으로 인해 많은 데이터 트래픽과 네트워크 관리 트래픽이 빈번하게 발생하고 있다. 이에 따라 한정된 위성 자원을 효율적으로 관리하기 위한 망관리시스템이 네트워크 상에 분산적으로 존재한다.

위성 통신과 같이 다양한 통신 장비들이 동적으

* First Author : 국방과학연구소, syj3565@add.re.kr, 정회원

논문번호 : KICS2013-08-380, 접수일자 : 2013년 8월 30일, 심사일자 : 2013년 10월 27일, 최종논문접수일자 : 2013년 12월 10일

로 도메인을 형성하고 데이터를 빈번하게 주고받는 통신 환경에서는 데이터 중심 발간/구독 방식의 데이터 교환이 적합하다. 또한, 위성 통신은 통신에 참여하는 단말의 수가 많고 동적으로 등록/해제가 이루어지기 때문에 데이터를 교환할 상대를 찾고 연결을 맺는 서버/클라이언트 방식의 데이터 교환보다는 상대에 대한 인지 없이 원하는 데이터를 발간/구독하는 데이터 교환 방식이 더 효과적이다. 이러한 통신 환경에 적합한 통신 미들웨어 표준으로 DDS(Data Distribution Service)가 있으며, 응용 프로그램 및 하부 통신 네트워크 기능과의 인터페이스를 정의하고 통신 프로토콜을 제공한다.

본 논문에서는 이러한 위성 통신 환경에서 분산 망관리시스템에 DDS 표준을 적용하기 위하여 DDS의 성능을 시뮬레이션을 통해 분석하였다. 시뮬레이션 환경 구성을 위해 OPNET 시뮬레이터를 이용하여 실 위성 통신 링크와 유사하도록 SITL(System in the Loop)망을 구성하였으며, DDS의 성능을 입증하기 위하여 서버/클라이언트 방식으로 데이터를 교환하는 SNMP(Simple Network Management Protocol)와 동일한 환경 조건으로 네트워크 계층 관점에서 성능을 비교 분석하였다. 또한, 위성 통신을 위한 DDS의 적합성을 분석하기 위하여 위성 통신 링크의 특성을 반영한 모의 환경에서 DDS의 성능을 측정하였으며 DDS의 양방향 전송을 시뮬레이션하여 분석하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 논문의 관련 연구에 대하여 기술하며, 3장에서는 시뮬레이션 환경 구성에 대하여 기술한다. 4장에서는 시뮬레이션 결과 및 분석 내용에 대하여 다루며, 5장에서는 결론에 대하여 기술하고 마무리한다.

II. 관련 연구

본 장에서는 DDS 및 SNMP의 특성과 구조에 대하여 상세히 기술한다.

2.1. DDS

DDS는 디바이스의 자유로운 참여/탈퇴가 가능한 환경에서 동적으로 네트워크 도메인을 형성하고 분산 응용 프로그램 간의 데이터 중심 발간/구독(Publish/Subscribe) 방식으로 실시간 데이터 분배를 제공하는 통신 미들웨어 API(Application Programming Interface)이며, OMG(Object Management Group)에서 표준을 제안하였다^{1,2)}.

현재 DDS 표준은 RTI(Real-Time Innovation), Prism Tech, OCI(Object Computing Inc.)가 기술을 선도하고 있다. RTI는 상용 제품인 COTS 형태의 NDDS 제품을 개발하여 상용화하고 있으며, Prism Tech는 OMG DDS의 스펙을 준수하는 오픈 소스 형태의 OpenSplice DDS 제품을 개발하였다. 또한, OCI는 C++ 기반의 DDS 제품으로 TAO 기반 오픈 소스 형태의 OpenDDS 제품을 개발하였으나, RTI와 Prism Tech의 제품들보다 지원 기능이 떨어지는 단점이 있다^{3,4)}.

DDS는 데이터 공유 영역인 도메인(Domain)과 도메인 참여자(Participant)로 구성되며, 참여자는 데이터를 생성하여 배포하는 발간자(Publisher)와 데이터를 수신하는 구독자(Subscriber)로 구성된다. 발간자는 도메인 내 특정 토픽(Topic)에 대한 데이터를 발간하기 위하여 데이터 송신자(DataWriter)를 이용하며, 구독자는 특정 토픽에 대한 데이터를 도메인으로부터 수신하기 위하여 데이터 수신자(DataReader)를 이용한다. 송신자와 수신자는 데이터에 의해 논리적인 링크가 성립되며, 토픽이라는 정보를 통해 송수신할 데이터를 구분한다. DDS의 데이터 전송 방식은 데이터의 정확한 전송을 보장하는 신뢰형(Reliable) 전송 방식과 수신자 측의 수신 여부를 미확인하는 최선형(Best-effort) 전송 방식이 있다⁵⁾.

DDS는 DCPS(Data-Centric Publish-Subscribe)와 RTPS(Real-Time Publish-Subscribe) 계층으로 구성된다. DCPS는 DDS 응용 프로그램에 통신 인터페이스를 제공하고, QoS(Quality of Service) 설정 기능을 수행한다. 또한, RTPS는 DDS Interoperability Wire Protocol 이라고도 하며, 참여자, 단말 및 토픽 정보를 디스커버리하고 단말 간 통신을 수행한다⁶⁾.

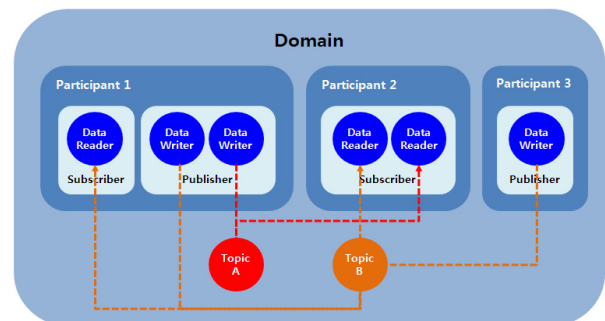


그림 1. DDS 관리 구조
Fig. 1. Management architecture of DDS

2.1.1. QoS

QoS 정책(Policy)은 DDS 참여자들 간의 통신 품질 및 보안, 효율성 등의 측면에서 최대한의 효과를 발휘하기 위하여 사용되는 정책으로, 데이터를 게시하는 발간자와 이를 수신하는 구독자 간의 호환이 이루어져야 한다. DDS 엔티티 별로 개별적인 QoS를 설정할 수 있으며, 여러 QoS 정보를 통해 컴퓨팅 자원 및 네트워크를 최대한 활용한다.

DDS 표준에는 20개 이상의 QoS 정책이 정의되어 있으며, 대표적인 QoS 정책으로는 DEADLINE, DURABILITY, OWNERSHIP, PRESENTATION, PARTITION, RELIABILITY 등이 있다⁴⁾.

2.2. SNMP

SNMP는 IETF(Internet Engineering Task Force)에 의해 표준화된 UDP/IP(User Datagram Protocol/Internet Protocol) 상에서 동작하는 대표적인 네트워크 관리 프로토콜이다.

SNMP는 Manager와 Agent 간의 관리정보 수집 목적의 메시지를 송수신하기 위해 사용되며, 비동기식 서버/클라이언트 방식을 통하여 이루어진다. SNMP는 네트워크 자원을 객체로 정의하고 유지하기 위해 정의한 MIB(Management Information Base)이 Agent의 관리 대상인 NE(Network Element)에 탑재되어 관리 정보를 수집하며, Manager는 네트워크 관리자가 장비를 관리할 수 있도록 Agent로부터 관리 정보를 수집하고 처리하는 기능을 수행한다⁷⁾.

Manager가 Agent의 관리 정보를 수집하는 방법은 폴링(Polling)과 트랩(Trap)의 두 가지 방법이 있다. 폴링은 Manager가 Agent에게 GetRequest, SetRequest, GetNextRequest 등의 PDU를 보내면 Agent가 이를 받아서 이와 연관된 관리 정보를 GetResponse PDU를 이용해 Manager에게 전송하여 MIB 정보를 수집하는 방법이다. 또한, 트랩은 Manager의 요청 없이 발생된 이벤트에 대하여 Agent가 장애나 오류 등의 정보를 Manager에게 통보하는 방법이다^{8,9)}.

SNMP는 기능과 특성이 개선되면서 첫 버전인 SNMP v1에서 SNMP v2와 SNMP v3로 확장되었다. SNMP v1은 요청(Request)과 응답(Response)으로 동작하며, SNMP Agent에 존재하는 많은 객체의 값을 테이블 형태로 읽으려면 GetNextRequest를 반복해야 하는 문제점이 있다. 이를 극복하기 위하여 SNMP v2에서는 GetBulkRequest 기능이 추가되었

으며, SNMP Manager는 GetBulkRequest PDU(Protocol Data Unit)를 이용하여 동시에 여러 MIB 정보를 요청하여 Agent로부터 결과를 수집할 수 있다. 또한, 기존 SNMP의 보안 문제를 개선하기 위하여 SNMP v3가 도입되었다^{10,11)}.

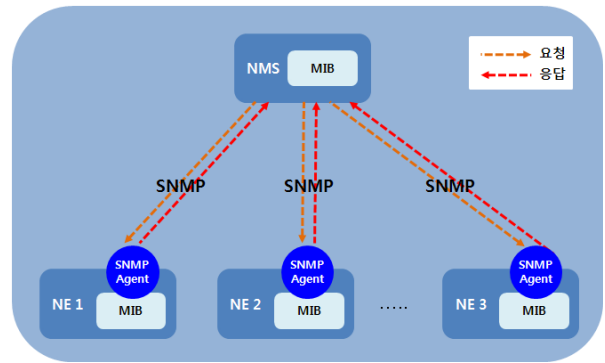


그림 2. SNMP 관리 구조
Fig. 2. Management architecture of SNMP

III. 시뮬레이션 환경

3.1. 방법

3.1.1. 망구성

OPNET은 대표적인 통신 시뮬레이터 중 하나이며, OPNET에서는 실제계와 시뮬레이터 간의 연동을 위하여 SITL라고 하는 모듈을 제공한다¹²⁾.

본 논문의 시험 환경을 위해 OPNET 시뮬레이터를 이용하여 위성 통신 링크를 모의하는 가상 SITL 망을 구성하였으며, OPNET Modeler 17.5 PL3 버전을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다.

DDS는 RTI사의 DDS를 사용하였고, SITL Gateway와 위성 링크 간에 해당 BER 값을 설정하였다. 또한, DDS의 QoS 정책은 RELIABILITY를 사용하였으며, 데이터 통신의 신뢰성 레벨(재전송 여부)의 속성 값은 DataWriter의 History에 있는 모든 데이터가 DataReader에 정확히 전달되는 것을 보장할 수 있도록 RELIABLE 값으로 설정하였다. 다른 종류의 QoS 정책을 사용할 경우 아래의 시뮬레이션 결과와 상이할 수 있다.

SNMP는 OPNET의 Packet Generator와 위성 링크 간에 해당 BER 값을 설정하였다.

그림 3과 그림 4는 본 논문의 시뮬레이션을 위해 구성한 네트워크 및 트래픽 모델링의 구조이다.

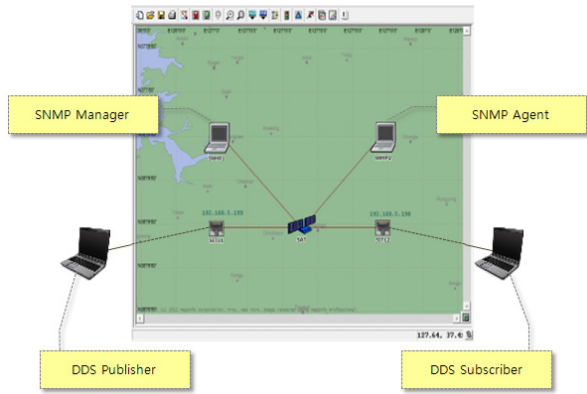


그림 3. 네트워크 모델링
Fig. 3. Network modeling

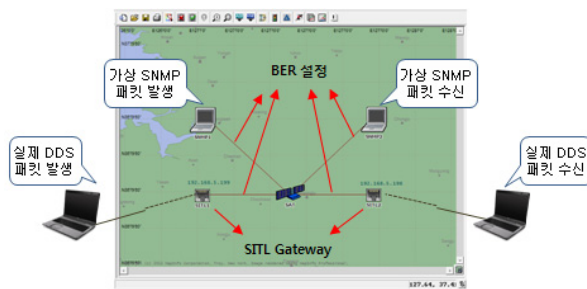


그림 4. 트래픽 모델링
Fig. 4. Traffic modeling

3.1.2. 시나리오

(1) DDS 트래픽

DDS의 송수신 트래픽 생성은 별도의 DDS Generator Application이 동작하는 실제 외부 노트북과 SITL Gateway 2대를 경유하여 위성과 연동하여 발생시켰다.

DDS 송수신 트래픽의 흐름은 아래의 그림 5와 같다. 본 시험에서는 SNMP와 동일한 비교를 하기 위하여 DDS의 Submessage는 Publisher에서 DATA만 전송하는 것으로 가정하였다. 또한, 위성 통신을 위한 DDS의 적합성을 분석하기 위하여 위성 통신 링크의 특성을 반영한 모의 환경에서 DDS의 성능을 측정하였고, DDS의 Publisher와 Subscriber의 양방향 전송을 추가적으로 시뮬레이션 하였다.

(2) SNMP 트래픽

SNMP의 송수신 트래픽 생성은 OPNET Model에서 제공하는 IP Traffic Generation 기능을 사용하였으며, DDS의 네트워크에서 실제 발생하는 양과 동일한 양의 데이터를 가상 SNMP에서 발생시켰다.

SNMP 송수신 트래픽의 흐름은 아래의 그림 6과

같다. 본 시험에서는 DDS와 동일한 비교를 하기 위하여 SNMP Manager의 GET-REQUEST 요청 없이, Agent에서 주기적으로 GET-RESPONSE(DATA)만 전송하는 것으로 가정하였다.

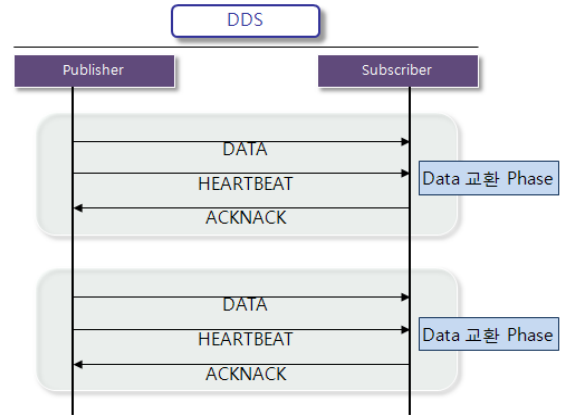


그림 5. DDS 트래픽 흐름
Fig. 5. DDS Traffic flow

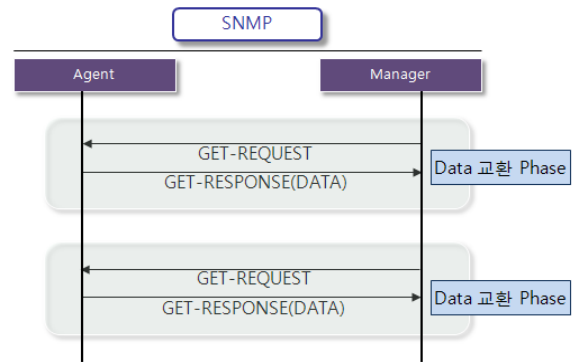


그림 6. SNMP 트래픽 흐름
Fig. 6. SNMP Traffic flow

3.2. 비교 분석

3.2.1. 트래픽 구조 및 패킷 사이즈 비교

DDS와 SNMP의 특성에 따른 구조와 패킷 사이즈는 아래의 표 1, 표 2와 같다. 표 3은 DDS와 SNMP의 패킷 사이즈를 비교해 놓은 것이며, 이를 통해 SNMP의 전체 패킷 사이즈가 DDS의 패킷 사이즈 보다 대략 5배 가량 큰 것을 확인할 수 있다.

본 논문에서는 동일한 조건의 비교를 위하여 DDS의 Data Size가 224Byte, SNMP의 Data Size가 4Byte인 점을 감안하여, DDS 및 SNMP에서 동일한 양의 데이터를 전송하기 위하여 SNMP의 Variable Binding Information의 Count를 56개로 설정하여 DDS와 동일한 데이터 양인 224Byte(4Byte * 56)가 전송되도록 하였다.

표 1. DDS 구조 및 크기

Table 1. Architecture and Size of DDS

DDS				Length	Packet Size	
Message Type						
DDS Message	DDS Header	protocol information		4 Byte	268 Byte	
		versionId		2 Byte		
		vendorId		2 Byte		
		guidPrefix		12 Byte		
	Sub Message [Data]	SubMessage Header	submessageId			1 Byte
			Flags			1 Byte
		submessageLength		2 Byte		
		SubMessage Element	readerId			4 Byte
			writerId			4 Byte
			writerSN			8 Byte
			serializedPayload			224 Byte
		encap_kind		2 Byte		
encap_opt		2 Byte				
data		224 Byte				

표 2. SNMP 구조 및 크기

Table 2. Architecture and Size of SNMP

SNMP				Length	Packet Size		
Message Type							
SNMP Message	SNMP Header	Type		1 Byte	1373 Byte		
		Length		2 Byte			
		version		3 Byte			
	Community		9 Byte				
	PDU	PDU Header	Type(PDU)			1 Byte	
			Length			2 Byte	
			Request ID			3 Byte	
		Variable Binding List	Variable Binding Information	Error Status		3 Byte	
				Error Index		3 Byte	
				Type		1 Byte	
			Length			1 Byte	
			Type			1 Byte	
			Length			1 Byte	
			Type			1 Byte	
			Length			1 Byte	
			Type			1 Byte	
			Length			1 Byte	
			OID			14 Byte	
Type			1 Byte				
Length		1 Byte					
Value		1 Byte					
Data		4 Byte					

표 3. 패킷 사이즈 비교

Table 3. Comparison of packet size

구분	DDS	SNMP
Ethernet Header	14 Byte	
IP Header	20 Byte	
UDP Header	8 Byte	
UDP Payload	268 Byte	1373 Byte
SUM	310 Byte	1415 Byte

IV. 시뮬레이션 결과

4.1. DDS vs SNMP 비교 분석

시뮬레이션은 DDS와 SNMP의 비교를 위하여 동일한 네트워크 품질 조건으로 수행하였다. DDS의 Publisher에서 DATA를 전송하고, SNMP의 Agent에서 GET-RESPONSE를 전송하는 것으로 가정하였으며, 양측 모두 동일한 양의 데이터를 전송하여 네트워크 계층에서 통계 수집하여 비교하였다.

4.1.1. DDS 트래픽 성능 분석

파란색 점은 Publisher에서의 DATA 송신량이며,

붉은색 점은 Subscriber에서의 DATA 수신량이다.

RELIABILITY QoS 정책 사용 시, BER 값이 증가함에 따라 재전송 알고리즘이 동작하여 송신량이 일시적으로 증가하는 것으로 보이나 수신량은 점차 감소한다. BER 10^{-3} 구간에서는 송수신이 거의 불가능하기 때문에 BER 10^{-4} 이하까지 전송 성공률을 측정하였다. BER 10^{-6} 이하의 구간에서는 100%에 가까운 전송률을 보였으며, BER 10^{-4} 의 구간에서는 64%의 전송률을 보였다.

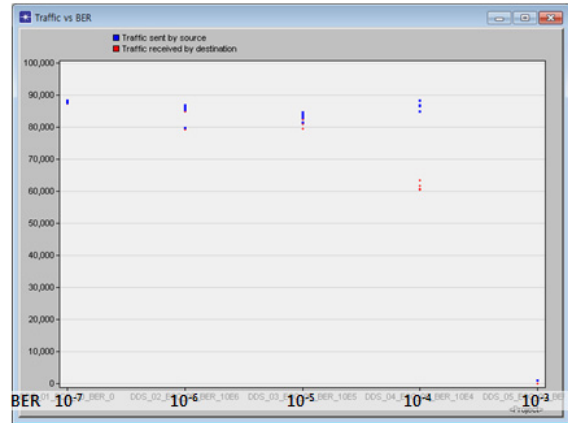


그림 7. DDS 트래픽 성능 분석

Fig. 7. Performance analysis of DDS traffic

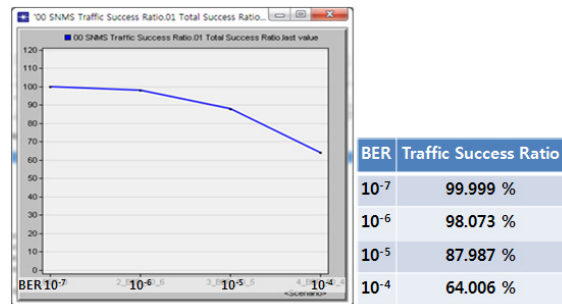


그림 8. DDS 트래픽 전송 성공률

Fig 8. Success ratio of DDS traffic

4.1.2. SNMP 트래픽 성능 분석

파란색 점은 Agent에서의 DATA 송신량이며, 붉은색 점은 Manager에서의 DATA 수신량이다.

SNMP는 재전송 알고리즘이 없는 관계로 BER 값이 증가해도 Agent에서의 송신량은 일정하게 유지되며, 수신량은 점차 감소하게 된다. BER 10^{-6} 이하의 구간까지는 DDS의 전송 성공률과 유사하나, BER 10^{-5} 이상의 구간에서는 DDS에 비하여 전송 성공률이 월등히 떨어지는 것을 확인하였다.

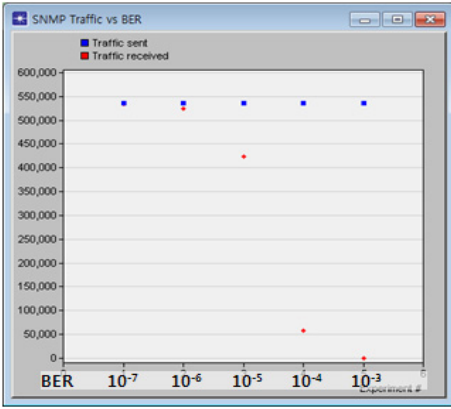


그림 9. SNMP 트래픽 성능 분석
Fig. 9. Performance analysis of SNMP traffic

4.2. DDS 성능 분석

위성 통신을 위한 DDS의 적합성을 분석하기 위하여 위성 통신 링크의 특성을 반영한 모의 환경에서 DDS의 성능을 측정하였고, DDS의 Publisher와 Subscriber의 양방향 전송을 시뮬레이션 하였다.

4.2.1. 위성 통신 환경의 DDS 패킷 통계

그림 10은 위성 통신을 위한 DDS의 적합성을 분석하기 위하여 위성 통신 링크의 특성을 반영한 모의 환경에서 DDS의 양방향 송수신량을 3분간 시뮬레이션하여 수집한 결과이다. 위성 통신 링크를 모의하기 위하여 설정한 파라미터의 값은 아래의 표 4와 같다. 저급한 전송 품질을 모의하기 위하여 BER 값을 높게 설정하였으며, BER 10⁻³의 경우 1000bit마다 1bit의 에러가 발생하여 패킷 송수신이 어렵기 때문에 50%의 확률로 에러 복구가 수행되도록 하였다. 또한, 전파지연 값은 정지궤도 위성을 기준으로 250ms로 설정하였고, 전송지연 값은 100K를 기준으로 하였다. 파란색 실선은 Publisher에서 Subscriber로 전송하는 순방향 트래픽(DATA)에 해당하며, 붉은색 실선은 Subscriber에서 Publisher로 전송하는 역방향 트래픽(ACK/NACK)에 해당한다. 시뮬레이션 결과를 통해 모의한 위성 통신 환경에서 분산 망관리시스템의 DDS 적용 가능성을 확인하였다.

표 4. 위성 통신 링크 모의
Table 4. Simulation for satellite communication link

파라미터	설정값
BER	10 ⁻³
ECC	50%
Propagation Delay	Publisher(Subscriber) ↔ 위성 : 250ms End to End Delay : 500ms
Transmission Delay	Bit Rate : 100K 기준

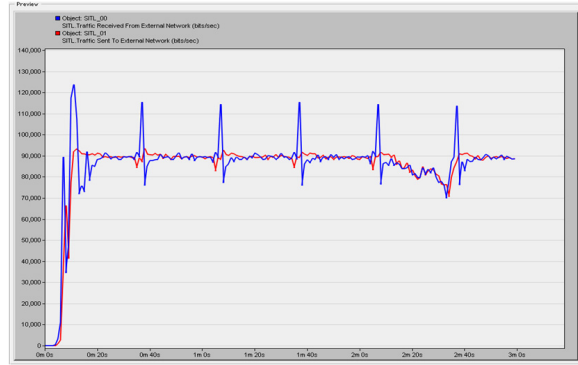


그림 10. DDS 패킷 통계
Fig. 10. Statistics result of DDS packets

4.2.2. BER에 따른 DDS 성능 분석

BER에 따른 DDS의 양방향 트래픽 패킷 통계는 각 BER 별로 5회씩 시뮬레이션 하였다.

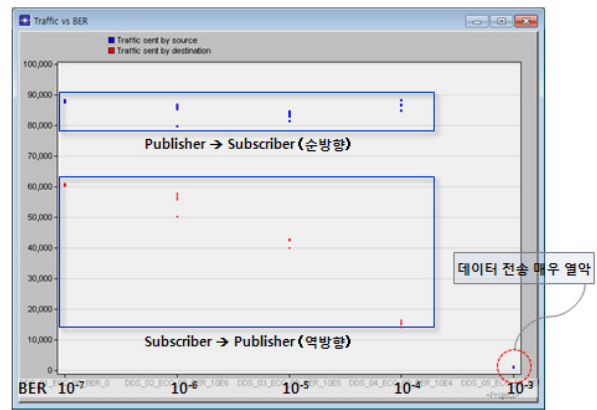


그림 11. DDS 트래픽 성능 분석
Fig. 11. Performance analysis of DDS traffic

(1) 순방향 트래픽

파란색 점은 Publisher에서 Subscriber로 전송하는 순방향 트래픽(DATA)의 송신량이다. BER 값이 증가함에 따라 DDS Publisher에서 전달되는 패킷의 유실 발생률이 증가하게 된다. 그러나 DDS의 RELIABILITY QoS의 사용으로 인해 수신되지 못한 데이터의 재전송 알고리즘이 동작하여 BER 10⁻⁴ 구간에서는 일시적으로 트래픽 전송량이 증가한다. BER 값이 10⁻³ 이상인 경우에는 DDS의 순방향 트래픽 송신이 매우 열악해짐을 확인하였다.

(2) 역방향 트래픽

붉은색 점은 Subscriber에서 Publisher로 전송하는 역방향 트래픽(ACK/NACK)의 송신량이다. DDS Publisher에서 전달하는 순방향 트래픽의 유실 발생률이 증가함에 따라 역방향 트래픽인 응답 패킷도

감소하게 된다. 또한, BER 10-3 이상인 경우 역방향 트래픽의 전송도 매우 열악해짐을 확인하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 위성 통신 환경에서 한정된 위성 자원을 효율적으로 관리하기 위한 분산 망관리시스템에 DDS 표준을 적용하기 위하여 DDS의 성능을 시뮬레이션을 통해 분석하였다. 시뮬레이션 환경 구성을 위해 OPNET 시뮬레이터를 이용하여 실 위성 통신 링크와 유사하도록 SITL망을 구성하였으며, DDS의 성능을 입증하기 위하여 서버/클라이언트 방식으로 데이터를 교환하는 SNMP와 동일한 환경 조건으로 네트워크 계층 관점에서 성능을 비교 분석하였다. 또한, 위성 통신을 위한 DDS 적합성을 분석하기 위하여 위성 통신 링크의 특성을 반영한 모의 환경에서 DDS의 성능을 측정하였고, DDS의 양방향 전송을 시뮬레이션 하여 분석하였다. 본 논문에서 분석한 시뮬레이션 결과를 통해 동일한 네트워크 환경인 경우 DDS의 트래픽 전송 성능이 SNMP 보다 우수하며, 위성 통신 링크의 환경에서 분산 망관리시스템의 DDS 적용 가능성을 확인하였다.

References

[1] Object Management Group, *OMG Specification : Data Distribution Service for Real-Time System*, Ver. 1.2, formal/2007.

[2] G. Pardo-Castellote, B. Farabaugh, and R. Warren, *An Introduction to DDS and Data Centric Communications*, DDS Technical White Paper, Aug. 2005.

[3] Real-Time Innovation Inc., *RTI-DDS*, retrieved June, 2013, from <http://www.rti.com>.

[4] H. K. Jun, S. H. Lee, W. T. Kim, K. T. Kim, and S. M. Park, "Technology trend of DDS middleware standard," *NIPA Weekly Technology Trends*, no. 1456, pp. 1-13, July 2010.

[5] K. J. Kwon, Y. D. You, and H. Choi, "A scalable and effective DDS participant discovery mechanism," *J. Korea Inst. Inform. Commun. Eng. (KIICE)*, vol. 13, no. 7, pp. 1344-1356, July 2009.

[6] Object Management Group, *The Real-time*

Publish-Subscribe Wire Protocol DDS Interoperability Wire Protocol Specification (DDS-RTPS), Rev. 2.1, Nov. 2011.

[7] W. Stalling, *SNMP, SNMP v2, SNMP v3, RMON 1 and 2*, Addison Wesley, 1996.

[8] J. Case, M. Fedor, M. Schoffstall, and J. Davin, *A Simple Network Management Protocol*, RFC 1157, May 1990.

[9] J. Case, K. McCloghrie, M. Rose, and S. Waldbusser, *Structure of management information for version 2 of the Simple Network Management Protocol(SNMPv2)*, RFC 1902, Jan. 1996.

[10] R. Presuhn, *Version 2 of the protocol operations for the Simple Networks Management Protocol(SNMP)*, RFC 3416, December, 2002.

[11] H. J. Na and K. S. Cho, "Improving the performance of network management protocol SNMP," *J. Korea Soc. Comput. Inform. (KSCI)*, vol. 15, no. 2, pp. 99-107, Feb. 2010.

[12] K. H. Kwon, J. J. Hwang, H. S. Jeong, W. G. Lim, and Y. D. Yoon, "A method of implementing gateway model utilizing remote interrupts for interworking of a simulator with multiple real systems," *J. Korea Inform. Commun. Soc. (KICS)*, vol. 38C, no. 1, pp. 57-63, Jan. 2013.

송 예 진 (Ye-jin Song)



2006년 2월 충남대학교 전기전
자정보통신공학부 졸업
2008년 2월 충남대학교 컴퓨터
공학과 석사
2011년~현재 국방과학연구소
연구원
<관심분야> 위성통신 시스템,
임베디드 SW