

DDS 기반의 LVC 연동 체계의 QoS 설정

조재연, 차우석, 박승민

한국전자통신연구원

e-mail : jaeyeonjo@etri.re.kr, wscha@etri.re.kr, minpark@etri.re.kr

The QoS Configuration for LVC Integrate Systems Based on DDS

Jaeyeon Jo, Woosuk Cha, Seongmin Park

* Embedded Software Research Department
Electronics and Telecommunications Research Institute, Daejeon 305-700, Korea

요약

통신 미들웨어는 통신 개체들간의 연동 시뮬레이션 및 대규모 통신을 목적으로 개발되었으며 이는 국방용 대규모 시뮬레이션인 L-V-C(Live-Virtual-Constructive) 연동에 사용된다. L-V-C 연동을 위해서 L 체계에서 사용하는 미들웨어인 DDS 와 V-C 체계에서 사용하는 미들웨어인 RTI 의 연동을 하여 이기종간 미들웨어 연동을 구현하였다. 각 미들웨어들은 통신 품질을 보장하기 위해서 QoS(Quality of Service) 기능을 제공한다. 이종 미들웨어의 연동 시 상호간의 통신 품질을 유지하기 위해서 미들웨어간의 QoS 호환성이 필요하다. 이를 위하여 각 미들웨어간 QoS 설정을 비교하였으며, 이를 구현하였다.

1. 서 론

네트워크 중심전(Network Centric Warfare, NCW)으로 발전하고 있는 현대전의 훈련은 엄청난 예산과 인력을 요구한다. 이러한 예산과 인력을 줄이기 위해서 훈련을 위한 가상화가 필요하며 이를 제공하기 위한 국방 모델링/시뮬레이션이 등장하였다. 국방 모델링 시뮬레이션은 실기동(Live), 가상 시뮬레이션(Virtual Simulation), 워게임(Constructive Simulation)으로 분류되어 각각 L,V,C 체계로 부른다. 각 체계를 분리하여 훈련하면 많은 비용이 소모되므로 각 체계를 연동하여 대규모 통합체계를 만들어 훈련하면 이를 줄일 수 있다. 대규모 통합체계를 이용한 훈련 시 각 대상별로 통신 개체를 만들고 미들웨어를 통하여 상호간에 정보를 교환한다. 이를 지원할 수 있는 통신 미들웨어로써 HLA/RTI(High Level Architecture), DDS(Data Distribution System) 및 DIS(Distributed Interactive Simulation)등이 있다. HLA/RTI 는 분산 시뮬레이션을 지원하며 DDS 는 실시간 통신 등을 지원한다. L-V-C 의 통합을 위해서 DDS 를 사용하는 L(Live), HLA/RTI 를 이용하는 V-C(Virtual, Constructive) 체계를 통합할 필요가 있다. 이를 위해서 이종 미들웨어인 DDS 와 HLA/RTI 를 이용하여 L-V-C 통합 훈련체계를 구성하였으며, 이를 위해서는 DDS 와 HLA/RTI 의 이종 미들웨어간 데이터를 교환할 수 있는 게이트웨이[1]가 필요하다. 이 게이트웨이를 통해서 서로 다른 미들웨어를 사용하는 통신개체들이 서로 데이터를 교환할 수 있다. HLA/RTI 및 DDS 통신 미들웨어는 통신 품질을 보장하기 위한 QoS(Quality of Service)[2] 를 제공한다.

QoS 에 대해서는 HLA/RTI 가 제공하는 QoS 는 3 가지이며, DDS 가 제공하는 QoS 는 22 가지에 해당한다. 게이트웨이를 통하여 각 미들웨어간의 통신이 보장되므로 게이트웨이 내에서 각 미들웨어간 QoS 를 유지한다면 게이트웨이를 통해서 연동된 통신 객체들도 QoS 를 보장한다.

2. 게이트웨이 기능 및 QoS 연동

게이트웨이는 L-V-C 연동을 위해서 DDS 통신개체와 RTI 통신개체의 상호 통신을 위한 데이터 변환서비스를 제공하는 기능을 담당한다. 게이트웨이를 통한 통신과정은 다음과 같다. 게이트웨이는 미리 정의된 데이터 형식인 FOM(Federation Object Model)으로부터 정보를 읽어들여서 게이트웨이의 데이터 타입을 결정하고 DDS 및 RTI 통신개체에서 사용할 수 있게 만든다. 그런 뒤, 실행 시 DDS 통신개체에서 송신한 데이터를 수신하여 변환한 뒤 RTI 통신개체로 송신하고, RTI 통신개체에서 수신한 데이터를 변환하여 DDS 통신개체로 송신한다. L-V-C 의 연동 시험시 게이트웨이의 QoS 를 이용하여 통신 품질을 높일 수 있다.

DDS 에서 제공하는 QoS 는 총 22 가지이고 HLA/RTI 는 4 가지이며, 그 중에서 두 통신 미들웨어가 서로 매핑되는 부분은 reliability, content_based_filter, receiving_order 3 가지이며 <<표 1>> 에 해당 내용이 기술되어 있다. Reliability 는 데이터의 신뢰성을 결정하는 서비스이다. Reliability 는 두 가지로 설정할 수 있다. reliable 은 데이터의 신뢰성을 보장하는 것이며 tcp/ip 와 유사하거나 같은 기능을 가지며, best_effort 는

데이터의 신속성을 보장하며 UDP 와 같은 기능을 한다. 해당 기능은 DDS 에서는 Reliability 설정에 대항하며, HLA/RTI 에서는 Transportation 설정으로 쓰인다. Content_based_filter 는 송수신 하는 데이터의 범위에 제약을 두는 서비스이다. 예를 들면, 데이터의 변수 값을 x 라고 하면 x 값에 수신시 content_based_filter 를 설정하여 0 부터 100 까지의 데이터만 송/수신할 수 있다. DDS 에서는 Content_based_Filter 서비스에 해당하며 RTI/HLA 에서는 Area 및 Region 서비스에 해당한다. Destination_order 는 데이터 수신시 순서를 결정하는 서비스이며, 시간 순으로 받을지, 수신 순으로 받을지 결정하는 서비스이다.

<표 1> 기능 비교 표

	DDS	HLA/RTI
Reliability	RELIABILITY	Transportation
Data constraint	CONTENT_BASED_FILTER	Area, Region
Destination order	DESTINATION_ORDER	order

3. QoS 구현

상술한 QoS 를 Mak RTI 4.2 와 EDDS(ETRI Data Distribution Service)[3][4] 를 이용하여 QoS 연동을 구현하였으며 구현 내용은 다음과 같다. RTI 에서는 RTI 가 읽어들이는 Federation File 에 QoS 속성을 작성하거나 RTI 에서 제공하는 함수를 사용한다. DDS 에서는 통신을 위한 초기화 시 QoS 를 옵션으로 설정할 수 있다. Reliability 는 HLA/RTI 에서는 <표 2>와 같이 설정한다.

<표 2> Reliable 설정

EDDS	HLA/RTI
RELIABLE_RELIABILITY_QOS	HLA_reliable
BEST EFFORT RELIABILITY_QOS	HLA_besteffort

Destination Order 는 각 통신 객체들간의 데이터 순서를 결정하는 서비스이며 데이터의 작성 또는 송신 시간인 TimeStamp 를 이용하거나 통신 개체의 수신 순서에 의존하도록 설정할 수 있다. <>표 3>은 Receiving Order 의 DDS 에서의 설정과 HLA/RTI 에서의 설정을 비교한 표이다. EDDS 에서는 Destination Order 를 설정하여 TimeStamp 의 사용여부를 결정한다. BY_RECEPTION_TIMESTAMP 를 사용하면 수신할 때의 시간으로 TimeStamp 를 사용하게 되며, BY_SOURCE_TIMESTAMP 를 사용하면 송신 객체의 TIMESTAMP 를 사용하며 이를 설정하는 메커니즘은 미들웨어를 사용하는 어플리케이션에 의존적이다. RTI 에서는 데이터 순서를 수신 순서대로 정렬하는 RO(Receiving Order)와 각 시뮬레이션 개체들이 공유하는 시간 순으로 정렬하는 TO(Timestamp Order)가 있다. TO 의 경우는 HLA/RTI 의 시간관리 메커니즘을 이용하여 TimeStamp 순으로 데이터를 정렬할 수 있다.

RO 는 EDDS 의 BY_RECEPTION_TIMESTAMP, TO 는 BY_SOURCE_TIMESTAMP 에 대응할 수 있다.

<표 3> Receiving Order 설정

EDDS	HLA/RTI
BY_RECEPTION_TIMESTAMP	Receive
BY_SOURCE_TIMESTAMP	TimeStamp

Content_based_filter 통신 객체의 속성을 제약하여 일정 범위의 값을 필터링하여 송/수신하는 기능이며 HLA/RTI 및 EDDS 에서 해당 기능을 제공한다. 게이트웨이에 content_based_filter 를 적용하였으며 이를 시험해 보았다. <>그림 1>은 EDDS 에서 QoS 로 Content_based_filter 를 설정한 코드이다. EDDS 의 데이터 수신 단위인 Topic 을 Content_based_filter 로 설정하여 해당 범위를 지정한다.

```
StringSeq seq;
seq.i_string = 0;
seq.p_string = 0;
p_content_filtered_topic = p_domainParticipant->createContentFilteredTopic
    ("p_domainParticipant_contentFilteredTopic", p_topic,
     "(Xlocation_>=0 AND Xlocation_<=150) AND (Ylocation_>=0 AND Ylocation_ <= 150)", seq);
p_datareader = (DataReader*)p_subscriber->createDataReader
    (p_subscriber, (Topic *)p_content_filtered_topic, &datareader_qos,
     p_datareader_listener, ALL_ENABLE_STATUS);
```

<그림 1> QoS 내 Content-Based_Filter 설정

<>그림 2>에서는 RTI 에서 송수신 데이터에 범위를 설정하는 것이다. Region 을 생성하여 HLA/RTI 의 데이터 송수신단위인 Object 의 attribute 에 이를 적용한다.

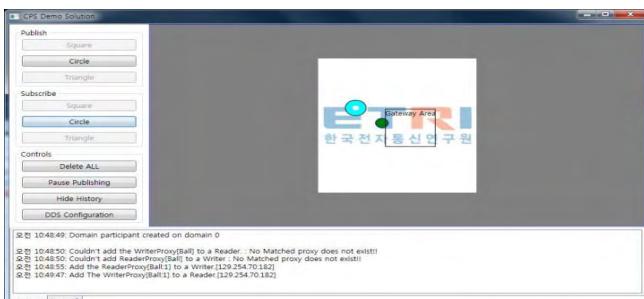
```
// Get the object class handle
try
{
    theClassHandle = rtiAmb.getObjectClassHandle(theClassName.c_str());
    theAmData.objectClassMap[theClassHandle] = theClassName;
} catch (RTI::Exception ex)
{
    cout << "RTI Exception: "
    << ex.what() << endl;
    << "Could not get object class handle: "
    << theClassName.c_str() << endl;
    return false;
}
boolean use_region = false;
RTI::Region *region = NULL;
try
{
    theAmData.myXYSpace = rtiAmb.getRoutingSpaceHandle("XYSpace");
    if (use_region)
    {
        RTI::Extent index_index = 0;
        theAmData.myXdim = rtiAmb.getDimensionHandle("X", theAmData.myXYSpace);
        theAmData.myYdim = rtiAmb.getDimensionHandle("Y", theAmData.myXYSpace);
        region = rtI->createObjectBasedRegion(theAmData.myXYSpace, index_index, 270);
        region->setRangeUpperBound(index_index, theAmData.myXdim, 401);
        region->setRangeLowerBound(index_index, theAmData.myYdim, 270);
        region->setRangeUpperBound(index_index, theAmData.myYdim, 401);
        rtiAmb.notifyAboutRegionModification(*region);
        use_region = false;
    }
} catch(RTI::Exception &ex)
{
    cout<< "Using region Failed."<<endl;
    use_region=false;
}
```

<그림 2> HLA/RTI ContentBased_Filter 설정

시험 내용은 게이트웨이를 이용한 RTI 통신 개체와 DDS 통신 개체간의 통신시 QoS 를 적용하여 데이터를 필터링하는 것이다. 이를 위해서 교환할 데이터의 타입을 위치 속성인 x,y 그리고 color 속성을 가진 Ball 객체로 설정하였다. 시험 목표는 각 통신 개체가 게이트웨이로 보낸 x 또는 y 의 값을 게이트웨이가 0에서 150 사이의 값으로 필터링하여 수신하는 것이다. HLA/RTI 통신 객체는 게이트웨이로 Ball 객체의 데이터를 보내고, 게이트웨이는 Ball 객체의 값을 받아서 DDS 통신 객체로 데이터를 송신한다. 반대로 DDS 통신 객체는 게이트웨이로 Ball 객체의 데이터를 보내고, 게이트웨이는 Ball 객체의 값을 받아서 HLA/RTI 통신 객체로 데이터를 송신한다. 게이트웨이에서는

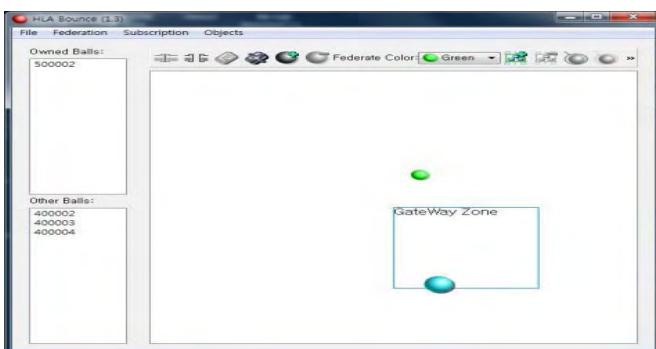
QoS 설정을 이용하여 Ball 데이터의 x 및 y 값을 0에서 150 사이로 설정하였다.

<<그림 3>은 EDDS 통신 객체를 사용하여 Ball 데이터를 송수신한 화면이다. 가운데 네모 영역은 RTI 통신 객체로부터 게이트웨이를 거쳐 수신한 Ball의 영역이며 네모로 표시한 영역은 0에서 150 사이의 값을 표현한다.



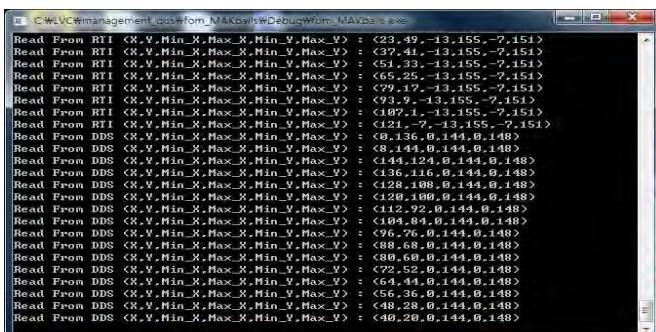
<그림 3> DDS MakBall

<<그림 4>는 HLA/RTI 통신 객체를 사용하여 Ball 데이터를 송수신한 화면이다. 네모로 표시한 영역은 0에서 150 사이의 값을 표현한다. 가운데 네모영역은 게이트웨이로부터 받은 Ball의 x, y 값의 범위를 나타낸다.



<그림 4> HLA/RTI Ball 송수신

<<그림 5>의 게이트웨이에서 받은 데이터는 QoS 설정을 통하여 받은 데이터로써 해당 화면이 표현하는 것은 현재 받은 x,y 값 및 수신한 값들 중 최대/최소 값이다. 게이트웨이가 수신한 데이터들 중 HLA/RTI 통신 객체로부터 받은 값은 최소값 -7에서 151 사이의 값이며 DDS 통신 객체로부터 받은 최소값은 0에서 148 사이의 값이다.



<그림 5> Filtering Data 수신 Gateway 실행화면

위 시험을 통하여 HLA/RTI 개체 또는 EDDS 개체로부터 게이트웨이가 데이터를 필터링해서 수신할 수 있으며, 데이터 필터링 관련 QoS를 호환할 수 있다는 것을 보일 수 있었다. HLA/RTI에서 데이터 필터링 시 설정된 값과 실제 필터링 된 값이 달랐으며, EDDS에서도 설정된 범위보다 약간 좁게 데이터가 필터링되었다.

4. 결론

L-V-C 연동을 위하여 게이트웨이 내에서 QoS 기능 중 3 가지인 Reliability, Receiving Order 그리고 Data Constraint을 서술하였고 이들 중의 Content_based_filter를 구현하여 이 기능이 DDS 통신개체와 HLA/RTI 통신개체간에 호환될 수 있는 것을 확인하였다. 향후 계획은 QoS의 ContentBasedFilter에 대한 추가 시험 및 검증을 하는 것이다. 또한 다른 QoS 기능에 대해서도 시험하여 Gateway를 통한 연동 통신시에 데이터의 전송 품질을 향상시켜야 한다.

Acknowledge

본 연구는 산업통상자원부와 방위사업청 주관의 민군기술협력진흥센터의 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- [1] W.S, Cha, H, K Jun, K.T. Kim. J.Y Jo. K.Tae. Kim, "The QoS Conversion Method for LVC Integrated Systems", International Symposium on Embedded Technology ISET'14, 2014.
- [2] H.K. Jun, K.T. K, W.O. Cha, W.T. Kim, and Y.I. Eom, "L-V-C Gateway Architecture based on DDS and HLA for L-V-C interoperability", International Symposium on Embedded Technology ISET'14, 2014.
- [3] 유미선, 박승민, 김원태, 조윤재, "TRnR: DDS 시스템 동작 기록과 재생을 위한 도구", 임베디드공학회, 390-393 쪽, 2014
- [4] 유미선, 박승민, 김원태, 한근희, 조윤재, "NeoTuner: DDS 시스템 성능개선 도구", 한국통신학회 하계종합학술회, 1524-1525 쪽, 2015