

논문 2015-10-39

L-V-C 훈련체계 연동을 위한 HLA, DDS 기반의 연동 미들웨어 게이트웨이

(Interoperable Middleware Gateway Based on HLA and DDS
for L-V-C Simulation Training Systems)

전 형 국, 엄 영 익*

(Hyung Kook Jun, Young Ik Eom)

Abstract : Recently, by developing many training systems in battle field, the demand for interconnecting and internetworking between Live, Virtual, Constructive training systems has been increased to support efficient data distribution and system control. But, there are lots of problems for them to interwork, because the existing researches only support L-L, V-V, C-C Interoperability. Therefore, we propose L-V-C gateway to provide interoperable simulation environment based on HLA and DDS between them. First, we illustrate FOM Management that parses RPR-FOM XML file to acquire Data information to be shared between them, and generates common data structure and source code used for L-V-C Gateway. L-V-C Gateway created from FOM Management supports Data Conversion and Quality of Service between HLA and DDS. HLA Federate and DDS Domainparticipant in L-V-C Gateway play a role of logical communication channel and relay data from HLA Federation to DDS Domain and vice versa.

Keywords : LVC, Gateway, HLA, DDS, Middleware

1. 서 론

국방 분야는 해당 전장에 참여하는 모든 군, 무기체계, 병사 등을 통합하여 운용하는 네트워크 중심 전으로 패러다임이 변하고 있다. 네트워크 중심 전 패러다임 하에서는 전투에 참여할 모든 주체들 간 유기적 결합이 필요하며, 개별적으로 운용되던 각종 훈련 체계들 간 상호 연동이 필수적이다. 따라서 또한 기존 개별적으로 운용되던 실기동훈련체계

(Live), 가상훈련체계(Virtual), 구성시물레이션(Constructive) 체계를 연동할 수 있는 대규모 L-V-C 체계연동 기술 요구가 증대되고 있으며, 연동 미들웨어를 이용하여 L-V-C 체계를 연동할 수 있는 연동 기술에 많은 노력을 기울이고 있다.

현재 개발되고 있는 복합 훈련 체계들은 연동 요구의 필요성에 비해, 이중 서버의 사용, 다양한 개발 언어, 다양한 네트워킹 환경으로 인해 상호 연동의 어려움이 존재한다. 또한 국내 가상훈련체계 및 구성훈련체계는 대부분 HLA/RTI(High Level Architecture/Real Time Infrastructure) 기반으로 구축되어 있고, 실기동훈련체계는 OMG(Object Management Group) DDS(Data Distribution Service)가 적용되고 있어서 L-V-C 훈련 체계 연동을 위해서는 미들웨어 간 상호 연동 기술이 필요하다. 특히, HLA는 서버 기반의 시간 동기 및 제어 가 가능한 분산시물레이션 환경에 적합하고, DDS는 분산 환경의 대용량 실시간 데이터 전송에 적합하여 이러한 이질적인 미들웨어의 기능을 보완할 수 있는 상호 연동 기술이 필요하다.

*Corresponding Author(yieom@skku.edu)

Received: 4 May 2015, Revised: 20 May 2015,
Accepted: 27 May 2015

H.K. Jun, Y.I. Eom: Sungkyunkwan University

※ 본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [R0116-14-3006, 사이버-물리 생산 시스템 (CPPS: Cyber-Physical Production Systems) 구현을 위한 생산설비 연동 미들웨어 개발]

본 논문에서는 HLA, DDS 기반의 L-V-C 혼련 체계 연동을 위한 미들웨어 게이트웨이를 제안한다. L-V-C 미들웨어 게이트웨이를 통하여 HLA와 DDS를 연동할 수 있으며, 이를 위하여 2장에서는 L-V-C 연동과 관련된 관련연구를 설명한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 L-V-C 게이트웨이 구조 및 연구 내용을, 4장에서는 본 논문에서 구현한 L-V-C 게이트웨이와 자동 코드 생성 도구, 실제 L-V-C 연동 시험 결과를 보여주며, 5장에서는 결론을 포함한 향후 연구 방향에 대하여 제안한다.

II. 관련 연구

1. L-V-C 연동 기술

L-V-C 연동 기술은 기 개발된 Live, Virtual, Constructive 혼련체계의 연동뿐만 아니라, 기존 표준을 확장하고 호환을 유지하면서 L-V-C 체계를 연동할 수 있는 기술을 말한다[1]. 현재 L-V-C 연동 세부기술은 크게 6가지로 구분된다[2, 3]. 먼저 L-V-C 체계 연동 기술은 L, V, C를 하나의 통합 체계로 연동시켜주며 상호운용성을 제공하는 기술로 HLA, DDS, DIS(Distributed Interactive Simulation)등과 같은 연동 프로토콜들을 사용하여 연동 기능을 제공한다. 두 번째로 L-V-C 분산 시뮬레이션 기술은 L, V, C, 각 혼련체계의 연동제어 기능을 제공하는 것으로 Event Ordering, Time Management 등이 있다. 세 번째로 L-V-C 통합 합성전장환경기술은 실제 전장 환경과 유사한 가상의 합성전장환경을 제공하는 것으로 합성전장환경 모의/합성부대모의/다중해상도지원 기술 등이 있다. 네 번째로 L-V-C 공통 객체 모델링 기술은 L, V, C 각 체계의 객체모델(데이터 및 기능)의 통합 기능 제공을 목적으로, 각 체계 사이의 원활한 데이터 변환을 위한 참조 모델을 제공해 준다. 다섯 번째 L-V-C 연동 개발 프로세스 기술은 L-V-C 연동 시스템 개발에 필요한 개발 프로세스 제공을 목적으로 개발체계, 개발모델, 개발환경, 필요기술에 대한 체계화된 개발 프로세스를 의미한다. 이러한 L-V-C 연동 기술은 최종적으로 L-V-C 연동 테스트 기술을 통하여 L-V-C 연동 통합 테스트를 수행하게 되며, L-V-C 연동 체계의 실시간 모니터링을 바탕으로 성능 평가 요소를 추출, 평가하는 기능을 수행한다.

2. L-V-C 체계 연동 기술

L-V-C 연동 세부 기술 중 L-V-C 체계 연동 기술은 L-V-C 연동을 위한 핵심 기술로, 현재 국내에서 사용되고 있는 체계 연동 프로토콜은 Live는 DDS[4, 5]를, Virtual과 Constructive는 HLA [6, 7]와 DIS(Distributed Interactive Simulation) [8]를 사용한다. 다음은 각 프로토콜에 대한 간략한 설명이다.

HLA는 분산 시뮬레이션 환경을 제공하기 위한 High Level Architecture로 시뮬레이터와 시뮬레이터 간 데이터 연동 및 제어를 위한 표준 규약이며, 분산 환경에서 시뮬레이션 기능을 제공하기 위하여 Time Management/Synchronization, Federation Management 등의 기능을 제공하고 있다. 특히, RTI(Real-Time Infrastructure)는 HLA를 구현한 구현체로 현재 다양한 벤더들이 HLA를 위한 제품들을 제공하고 있다.

DDS는 OMG에 의해서 제안된 실시간 대용량의 통신 미들웨어로 완전 분산 환경을 지향하며, 데이터 중심, Publisher/Subscriber 기반의 데이터 분배 기능을 제공한다. DDS는 실시간 대용량 전달을 위한 다양한 QoS를 제공하고 있으며, 데이터의 전달 및 제어, 관리에 필요한 네트워크 QoS를 제공하고 있다.

DIS는 초기 분산 시뮬레이터들의 연동을 위한 패킷 기반의 연동 프로토콜로, PDU(Protocol Data Unit)를 표준화하여 각 개발 벤더의 다양한 API를 지원하고 있지만, 시간 및 동기화 개념이 없어서 시뮬레이션 시스템의 제어에 한계를 갖는 문제점이 있다.

3. L-V-C 연동 연구

과거 L-V-C 연동 연구의 대부분은 L-L, V-V, C-C 등 각 독립 체계의 연동 기능에만 중점을 두어 연구가 진행되어 왔다[9-11]. 또한 체계 연동의 확장을 위해서 V-C 간의 연동으로 연구 범위를 넓혀왔으며[12, 13], Virtual 체계(전차, 비행기 등 시뮬레이터)와 Constructive 체계(전투 21, 창조 21과 같은 위게임)와의 연동을 수행해 왔다. 이러한 연구에도 불구하고 L과 V-C간의 연동 연구는 부족한데, L과 V-C의 특성의 차이(실시간/논리 시간, 시뮬레이션 제어, 페더레이션/도메인 관리)로 인하여 연동의 어려움이 존재하기 때문이다.

최근에 L과 V-C 연동을 위한 몇몇 연구들이 제안되고 있으며, 크게 2가지로 구분된다. 먼저 L과 V-C 연동을 위한 어댑터 방식은 기존의 연동 프로

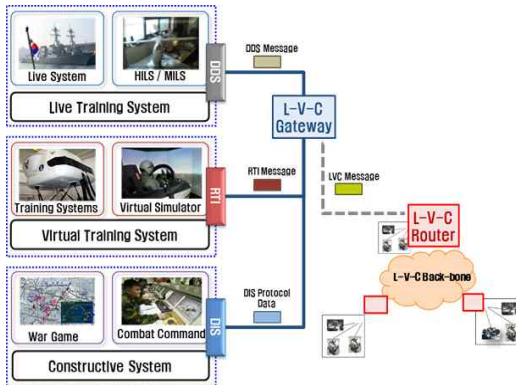


그림 1. L-V-C 게이트웨이 동작 환경
Fig. 1 L-V-C Gateway Operation Environment

토콜을 하나의 통신 채널로 이용하는 방식[14, 15]으로, 한 프로토콜을 제어 및 통신 채널로 이용하고, 이를 다른 프로토콜이 이용할 수 있도록 어댑터를 제공함으로써 L-V-C 연동 기능을 제공해 준다. 어댑터 방식은 구현의 편리성은 있으나, L-V-C 연동에 필요한 시간 관리나 시뮬레이션 제어 기능을 제대로 구현하기 어려운 문제점이 존재한다. 두 번째 방식은 연동 프로토콜 간 데이터 및 서비스 변환을 직접 수행해 주는 게이트웨이 방식으로, 변환 프로토콜 간 특성이 다른 경우 구현의 어려움이 있지만, L-V-C 연동에 필요한 시간관리, 시뮬레이션 연동 기능 등을 제공할 수 있는 장점이 있다. 따라서 본 논문에서는 L-V-C 연동을 위하여 게이트웨이에 기반한 L-V-C 연동 방법을 제안하며, 이를 위하여 L-V-C 연동 게이트웨이의 구조 및 구현에 대하여 상세히 설명한다.

III. 연구 내용

1. L-V-C 게이트웨이 동작 환경

본 논문에서 개발하려고 하는 L-V-C 게이트웨이 동작 환경을 그림 1을 통하여 설명한다.

L-V-C 게이트웨이(GW)는 L, V, C 각각을 연동하고 있는 연동 프로토콜인 HLA, DDS, DIS로부터 수신된 메시지를 변환하고, 다시 각각의 HLA, DDS, DIS 메시지로 재전송하는 역할을 수행하여 이종 연동 프로토콜 간 연동 기능을 제공한다. L-V-C 게이트웨이는 지역적으로는 LAN(Local Area Network) 환경에서 프로토콜 변환 기능을 수행하며, WAN(Wide Area Network) 환경으로 연동 기능 확장을 위하여 L-V-C 라우터를 제공한다.

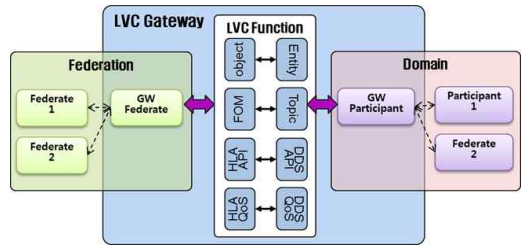


그림 2. L-V-C 게이트웨이 구조
Fig. 2 L-V-C Gateway Structure

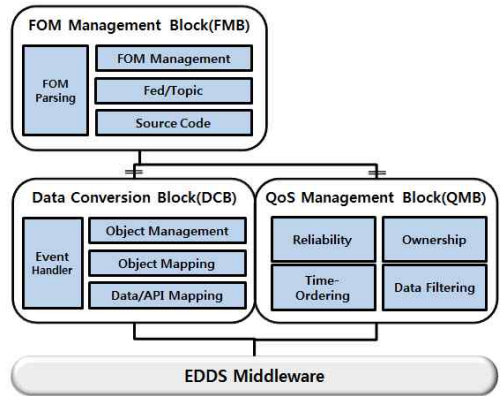


그림 3. L-V-C 게이트웨이 구성 블록
Fig. 3 L-V-C Gateway Composition Blocks

현재 본 논문에서는 L-V-C 라우터의 기능만을 설명하며 구현은 범위에 포함되지 않는다. 추후 L-V-C 라우터는 구현될 예정이다.

2. L-V-C 게이트웨이 구성

그림 2는 L-V-C 게이트웨이 구조를 보여주고 있다. L-V-C 게이트웨이는 HLA의 연동 환경인 Federation과 DDS 연동 환경인 Domain을 연동하기 위하여 L-V-C 게이트웨이 안에 게이트웨이(GW) Federate와 게이트웨이(GW) Domainparticipant를 생성한다. 생성된 Federate와 Domainparticipant는 L-V-C Function의 기능 모듈을 이용하여 L-V-C 연동을 수행한다. L-V-C Function은 HLA와 DDS 간 객체 연동, 데이터 연동, API 연동, QoS 연동 기능을 제공한다.

그림 3은 L-V-C 게이트웨이를 위한 블록 구성도 및 블록 관계를 보여주고 있다. FOM 관리 블록은 HLA의 RPR-FOM (Real-time Platform Reference/Federation Object Model) 정보를 바탕

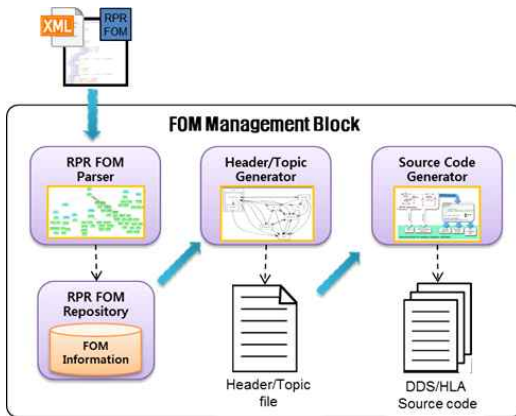


그림 4. FOM 관리 블록

Fig. 4 FOM Management Block

으로 L-V-C 게이트웨이 실행을 위한 소스코드 생성 기능을 제공한다. RPR-FOM은 HLA에서 연동에 사용하는 데이터 및 객체 모델에 대한 정보를 제공하는 파일로, XML 파일의 문서 규격을 갖는다. 본 논문에서 제안하는 L-V-C 게이트웨이는 연동에 필요한 데이터 및 객체 정의를 위하여 RPR-FOM 파일의 정보를 이용한다. L-V-C 게이트웨이 소스 코드에는 데이터 송수신을 위한 객체 생성 및 데이터 연동에 필요한 코드를 포함한다. 데이터 변환 블록은 L-V-C 게이트웨이에서 연동하려고 하는 이종 미들웨어 간 데이터 변환 및 전달 기능을 제공하며, 본 논문에서는 HLA, DDS에 대한 데이터 변환 및 전달에 대한 기능을 설명한다.

마지막으로 L-V-C 게이트웨이의 QoS 관리 블록은 이종 미들웨어 간 QoS 기능을 제공하는 모듈로, 현재 HLA는 4개의 QoS를 DDS는 22개의 QoS를 제공하고 있어서 이에 관련된 QoS 연동 기능을 제공한다. 다음 장에서 L-V-C 게이트웨이 블록 구성에 대하여 자세히 설명한다.

3. FOM 관리 블록

FOM 관리 블록은 L-V-C 게이트웨이에 연동되는 Live, Virtual, Constructive 혼련체계의 데이터 및 객체에 대한 명세인 RPR-FOM 정보를 처리하고, 처리된 결과를 바탕으로 HLA를 위한 헤더 파일 및 DDS를 위한 Topic 파일을 생성하는 역할을 수행한다. 또한 생성된 HLA 헤더 파일과 Topic 파일 정보를 바탕으로 실제 L-V-C 게이트웨이에서 동작할 수 있는 HLA 소스 코드 및 DDS 소스 코드를 생성하는 역할을 수행한다. 그림 4는 본 논문에서

제안하고 있는 FOM 관리 블록의 전체적인 구조도이다.

그림 4에서 RPR FOM Parser 모듈은 RPR-FOM XML 파일을 입력으로 받아 파싱한 후 파싱 정보를 RPR FOM Repository에 저장한다. RPR FOM Repository에 저장된 정보는 HLA의 Object와 Interaction 정보, DDS를 위한 데이터 및 토픽 타입 등 실제 HLA와 DDS 연동에 사용될 수 있는 모든 데이터에 대한 정보를 제공해 준다.

Header/Topic Generator는 HLA 객체 생성을 위해서 필요한 HLA 헤더 파일 및 DDS Entity 생성을 위해서 필요한 Topic 파일을 생성하는 모듈이다. L-V-C 게이트웨이는 이종 미들웨어에 대한 데이터 변환 및 프로토콜 변환을 수행해야 하는데, 현재 본 논문에서 연동되고 있는 HLA와 DDS는 사용할 데이터에 대한 타입을 미리 헤더 파일이나 토픽 파일 형태로 지정해 줘야 데이터에 대한 연동이 가능하다. 따라서 L-V-C 게이트웨이는 연동할 데이터에 대한 정의가 미리 이루어져야 하며, RPR FOM 정보를 바탕으로 Header/Topic Generator에 의해서 생성된 HLA 헤더 와 Topic 정보를 이용하여 연동에 필요한 데이터 연동 객체를 생성한다.

Source Code Generator는 Header/Topic Generator에서 생성된 Object 헤더 파일과 Topic 파일을 바탕으로 실제 L-V-C 게이트웨이를 실행시킬 소스 코드를 생성하는 역할을 수행한다. 앞에서 설명한 것 같이 L-V-C 게이트웨이는 게이트웨이에서 사용할 데이터 타입에 대한 정의가 미리 이루어져야 HLA, DDS 연동에 필요한 데이터 연동 객체를 생성할 수 있다. 이것은 사용할 데이터 타입이 변하게 되면, 계속해서 L-V-C 게이트웨이 소스가 변해야 하는데 Source Code Generator는 데이터 타입에 따라서 변화되는 부분을 자동 생성하게 하여, 사용자의 개입 없이 L-V-C 게이트웨이를 쉽게 구현 할 수 있도록 지원하고 있다.

4. 데이터 변환 블록

데이터 변환 블록은 L-V-C 게이트웨이에서 이종 미들웨어 간 데이터 변환 및 데이터 연동 기능을 수행한다. 데이터 변환 블록은 HLA, DDS 각 프로토콜로부터 도착된 데이터 및 메시지를 데이터 변환 기능을 통해 다른 HLA, DDS 프로토콜로 변환 전달하는 기능을 수행한다. 데이터 변환 블록은 FOM 관리 모듈에서 생성된 소스 코드를 기반으로 데이터 변환 및 연동에 필요한 기능들을 수행한다. 또한 FOM 관리 블록에서 사용한 FOM 정보를 기

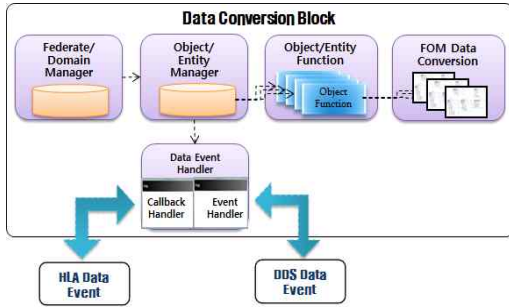


그림 5. 데이터 변환 블록
Fig. 5 Data Conversion Block

반으로 HLA, DDS의 데이터 통신 개체에 대한 데이터 연동을 수행한다. 데이터 변환 블록의 주요 기능은 HLA, DDS 간 데이터 송수신 처리 및 이종 미들웨어 간 API 변환 기능을 제공한다.

그림 5는 L-V-C 게이트웨이의 데이터 변환 블록의 구조를 보여준다. Federate/Domain Manger는 L-V-C 게이트웨이와 연결된 HLA Federate 정보와 DDS Domainparticipant 정보를 수집 관리하는 기능을 수행한다. L-V-C 게이트웨이가 연동하기 위해서는 L-V-C 게이트웨이와 연동되고 있는 Federate와 Domainparticipant 정보가 제공되어야 하며 이 정보를 바탕으로 수신된 데이터에 대한 처리 여부를 결정하게 된다.

Object/Entity Manger는 L-V-C 게이트웨이에서 이종 미들웨어 간 데이터 변환 및 연동을 위해서 필요한 HLA, DDS 각 통신 객체를 관리하고 통신 객체 매핑 정보를 제공해준다. 이 기능을 이용하여 HLA Object로부터 수신된 데이터를 DDS Entity에 넘겨서 데이터 연동을 수행하며, 반대로 DDS Entity로부터 수신된 데이터를 HLA Object로 전달할 수 있다.

Object/Entity Function 모듈은 L-V-C 게이트웨이에서 동작하는 통신 객체 간 데이터 변환과 관련된 API 매핑 기능을 제공한다. Object/Entity Function은 HLA의 reflect API로 수신된 데이터 연동을 위해서 DDS의 write API와 매핑 기능을 제공한다. 반대로 DDS의 read API로 부터 수신된 데이터를 위해서 HLA의 update API를 이용하여 데이터 연동을 수행하게 된다.

FOM 데이터 변환 모듈은 L-V-C 게이트웨이에서 동작하는 통신 객체 간 데이터 변환을 위한 데이터 타입 및 매핑 기능을 제공하는 모듈로, HLA Object로부터 수신된 데이터를 DDS Entity의 데이

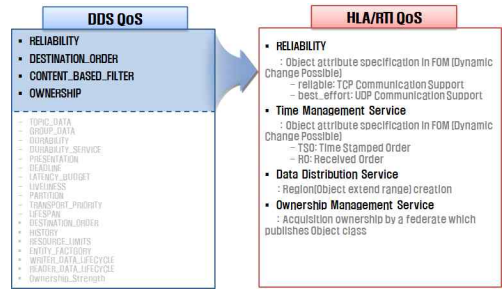


그림 6. HLA와 DDS QoS 매핑
Fig. 6 QoS Mapping of HLA and DDS

터로 변환하는 기능을 제공한다. 추후 FOM 데이터 변환 모듈은 Ontology 기능을 추가하여 다양한 데이터 타입을 처리할 수 있는 기능을 제공할 예정이다.

5. QoS(Quality of Service) 관리 블록

QoS 관리 블록은 L-V-C 게이트웨이에서 DDS와 HLA를 사용하는 End Systems 간 QoS 연동 기능을 제공하는 모듈이다. 현재 DDS는 22개의 QoS를 제공하고 있으며, HLA는 공식적인 QoS를 명시하고 있진 않지만, 기능적으로 분류하여 4개의 QoS를 지원할 수 있다. 그림 6은 HLA와 DDS 간 QoS 매핑 관계를 보여준다.

본 논문에서는 HLA와 DDS의 QoS를 고려하여 총 4개의 QoS를 지원하고 있는데 다음은 본 논문에서 지원하고 있는 QoS에 대한 설명이다. Reliability는 신뢰적인 데이터 송수신을 가능하게 해주는 기능이며, Destination Order는 수신된 메시지에 대하여 시간 우선순위, 수신 우선순위를 정하는 기능이다. Content_Based_Filter는 데이터에 대한 필터링 기능을 제공하고 있으며, Ownership은 데이터를 생산할 수 있는 객체에 대한 소유권을 나타낸다. 그림 7은 QoS 관리 블록의 구조를 보여준다.

QoS 관리 블록은 FOM 관리 블록을 활용하여 구현된다. QoS 관리 블록의 QoS Parser는 RPR-FOM의 QoS 정보를 분석하여 QoS Repository에 저장한다. RPR-FOM의 객체의 속성 정보에는 QoS를 설정할 수 있는 Attribute를 제공하고 있으며, 이 정보를 QoS Parser가 파악하여 저장하게 된다. QoS Repository에 저장된 정보는 FOM 관리 블록의 소스 코드 생성 시 QoS Code Generator에 의해서 HLA와 DDS의 QoS 설정 코드로 변환된다. DDS의 Content_Based_Filer QoS 기능은 HLA의 Data Distribution Service의

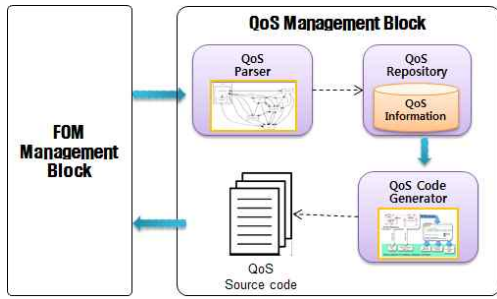


그림 7. QoS 관리 블록
Fig. 7 QoS Management Block

Region 으로 매핑 가능한데, RPR-FOM에서 이 기능은 지원되고 있지 않아서, RPR-FOM에 L-V-C 게이트웨이 추가 QoS를 제공하여, Content_Based_Filter의 기능을 수행할 수 있도록 하였다.

IV. 연구 결과

1. L-V-C 게이트웨이 자동 코드 생성 도구

그림 8은 본 논문에서 구현한 L-V-C 게이트웨이의 자동 코드 생성 도구를 보여주고 있다.

현재 L-V-C 게이트웨이 코드 구현을 위하여 HLA 연동 부분은 MAK사의 RTI V4.2를 이용하였고, DDS 연동 부분은 ETRI에서 개발한 DDS 제품군인 EDSS를 이용하였다. 그림 8에서 L-V-C 게이트웨이 자동 생성 도구는 L-V-C 연동 데이터를 위하여 RPR-FOM XML 파일을 입력으로 받는다. 그림 8의 왼쪽 상단에 RPR-FOM XML 파일을 처리하기 위한 XML Parser의 기능 구현을 보여준다.

XML Parser는 소스 코드 생성을 위하여 HLA 헤더 파일 및 DDS 토픽 파일을 생성하게 되는데 그림 8의 HLA/DDS Header/Topic 부분이 이 기능을 표현한다. 최종적으로 L-V-C 게이트웨이 자동 코드 생성 도구는 HLA 헤더와 DDS 토픽 정보를 이용하여 L-V-C 게이트웨이 소스 코드를 생성한다. 그림 8의 오른쪽 부분이 L-V-C 게이트웨이의 소스 코드 부분이다.

2. L-V-C 게이트웨이 연동 테스트

L-V-C 게이트웨이 소스 코드 생성 도구를 통해서 생성된 L-V-C 게이트웨이의 연동 실험을 위하여 본 논문에서는 그림 9와 같은 연동 테스트 환경을 구성하였다.

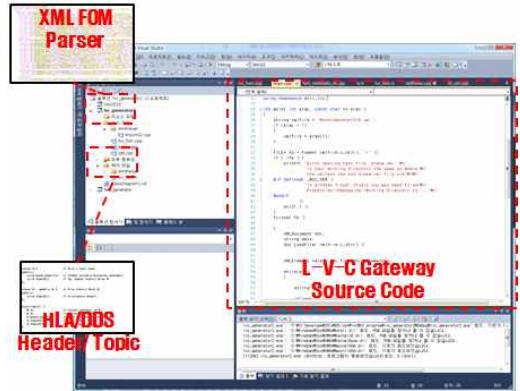


그림 8. L-V-C 게이트웨이 소스 코드 생성 도구
Fig. 8 L-V-C Gateway Source Code Generation Tool

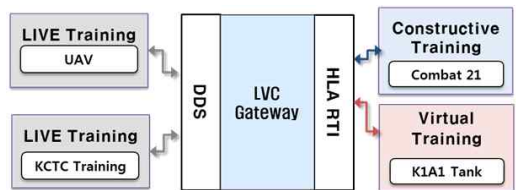


그림 9. L-V-C 게이트웨이 연동 테스트 환경
Fig. 9 Interoperability Testbed Environment of L-V-C Gateway

L-V-C 게이트웨이의 연동 테스트 환경은 Live 훈련체계로 UAV와 전투과학화훈련단(KCTC)의 부대 훈련 정보를 이용하여 구성하였다. Live 훈련체계는 DDS를 기반으로 연동을 수행하였으며, UAV는 실제 비행체의 비행 정보를 활용하여 시스템을 구성하였고, KCTC 부대 훈련은 전투과학화훈련단의 실제 연대급 부대 훈련 정보를 활용하여 시스템을 구성하였다. Virtual과 Construtive 훈련 체계는 HLA를 이용하여 연동을 수행하였다. Virtual 훈련체계는 국방과학연구소에서 개발하고 있는 K1A1 장갑차 시뮬레이터를 활용하였고, Construtive 훈련체계는 국방과학연구소의 기계화보병대대 훈련을 위한 교전급 모델인 전투 21을 활용하였다.

테스트 환경 구축을 위해서 RPR-FOM을 기반으로 연동에 필요한 데이터 타입을 정하였다. 연동의 대상이 되는 데이터 타입은 RPR-FOM을 기준으로 Object는 Environment, Aircraft, GroundVehicle, Human, Sensor 등의 정보가 사용되었으며, Interaction은 Acknowledge, ActionRequest,

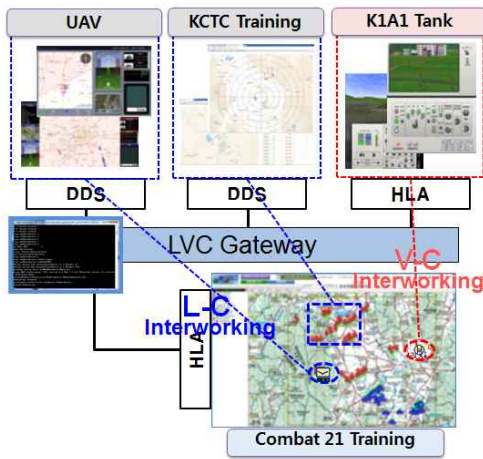


그림 10. L-V-C 게이트웨이 연동 시스템
 Fig. 10 Interoperability Test Systems of L-V-C Gateway

ActionResponse, EventReport 등이 사용되었다.

그림 10은 그림 9의 L-V-C 게이트웨이 연동 테스트 환경을 이용하여 실제 L-V-C 게이트웨이를 기반으로 Live 훈련체계인 UAV, KCTC 부대 훈련, Virtual 훈련체계인 K1A1 전차, Constructive 훈련 체계인 전투 21을 연동한 연동 테스트 결과를 보여 준다.

L-V-C 게이트웨이는 각 훈련체계로부터 전달된 HLA, DDS 데이터를 변환하여 상대 훈련체계의 HLA, DDS 데이터로 변환 기능을 수행하고 있으며, 전투 21 훈련체계에 UAV, KCTC 부대 훈련, K1A1 전차가 연동되어 동작되는 것을 볼 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 RPR-FOM을 기반으로 L-V-C 게이트웨이를 생성할 수 있는 방법 및 구조를 제안 하였다. 제안된 방법을 효율적으로 구현하기 위하여 본 논문에서는 L-V-C 게이트웨이 자동 생성 도구를 제시하였으며, 생성된 L-V-C 게이트웨이 연동 기능 테스트를 위하여 실제 현장에서 사용되고 있는 Legacy 훈련체계인 Live, Virtual, Constructive 훈련체계의 연동을 보여주었다.

현재 본 논문에서는 L-V-C 게이트웨이의 생성 및 연동 기능에 초점을 맞추고 있지만, 향후 L-V-C 훈련체계의 시뮬레이션 연동 환경 제공을 위하여 Time Management/Synchronization,

Federation Management 기능 등을 추가로 개발할 예정이다. 또한 DIS 프로토콜을 위한 연동 기능도 제공할 예정이다.

미래의 전장 환경은 네트워크 기반의 인공합성 전장 환경으로 훈련 및 전투가 진행될 것으로 보인다. 본 논문에서 제안하고 있는 L-V-C 게이트웨이를 이용하면 앞으로 다가 올 미래 합성저장환경에 효율적으로 대처할 수 있을 것으로 예상하며 국방 훈련체계 관련 산업 및 유관 기술의 발전에 도움이 될 것으로 생각한다.

References

- [1] W. Bizub, J. Wallace, A. Ceranowicz, "Next-generation live virtual constructive architecture framework(LVCAF)," Proceedings of Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference, 2009.
- [2] Live-Virtual-Constructive Integrated Architecture, www.peostri.army.mil
- [3] P.M. Gustavsson, J. Wemmergard, "LVC Aspects and Integration of Live Simulation," Proceedings of Simulation Interoperability Workshop, 2009.
- [4] Object Management Group: Data Distribution Service for Real-time Systems Ver. 1.2, 2007, <http://www.omg.org/spec/DDS/1.2>
- [5] Object Management Group: The Real-time Publish-Subscribe Wire Protocol, DDS Interoperability Wire Protocol Specification Ver. 2.1, 2009.
- [6] IEEE, IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture(HLA) - Framework and Rules, IEEE Std 1516, 2000.
- [7] IEEE, IEEE Standard for Modeling and Simulation (M&S) High Level Architecture(HLA) - Object Model Template(OMT), IEEE Std 1516.2-2000.
- [8] IEEE, IEEE Standard for Distributed Interactive Simulation, IEEE Std 1278.1-2012.
- [9] R.L. Wittmann, C.T. Harrison, "OneSAF : A Product Line Approach to Simulation Development," Technical Report, MITRE Corporation, 2001.

- [10] J. Shockley, R. Ford, M. Beebe, "The Joint Training Experimentation Program: Hotwash from the Second Demonstration," Proceedings of Simulation Interoperability Workshop, 2004.
- [11] M. Johnson, R. Giuli, S. Oberg, "Integration of CCTT and JCATS in an LVC Exercise," Simulation Interoperability Workshop, 2004.
- [12] S.Y. Choi, "Study on the Architecture of Combat Training Center LVC-System," Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 11, No. 1, pp. 80-87, 2008 (in Korean).
- [13] K.H. Yun, S.W. Shin, D.J. Lee, "The LVC Linkage for the Interoperability of the Battle Lab," Journal of The Korea Society for Simulation, Vol. 21, No. 1, pp. 81-88, 2012 (In Korean).
- [14] R. Joshi, G.P. Castellote. "A Comparison and Mapping of Data Distribution Service and High-Level Architecture," Real-Time Innovations Inc., 2006.
- [15] NADS: Nextel Aerospace Defence & Security, <http://www.nads.es/>

Hyung Kook Jun (전 형 국)



He received his BS degree in computer science and engineering and his MS degree in electrical and computer engineering from Sungkyunkwan University, Suwon, Rep. of Korea, in 1999 and 2001, respectively. Since 2001, he has been a senior researcher in the Cyber-Physical Systems (CPS) research team, Electronics and Telecommunications Research Institute, Daejeon, Rep. of Korea. His research interests include CPS, embedded systems, communication middleware, and multimedia systems.

Email: hkjun@etri.re.kr

Young Ik Eom (엄 영 익)



He received his BS, MS, and PhD degrees in computer science from Seoul National University, Seoul, Rep. of Korea, in 1983, 1985, and 1991, respectively.

He was a visiting scholar at the Department of Information and Computer Science, University of California, Irvine, USA, from September 2000 to August 2001. Since 1993, he has been a professor at Sungkyunkwan University, Suwon, Rep. of Korea. His research interests include system software, operating systems, virtualization, cloud systems, and system securities.

Email: yieom@skku.edu