

네트워크에 기반한 가상 환경에 대한 연구

정홍석 김원태 박용진
한양대학교 전자통신전파공학과
(hsjung, wtkim, park)@enclab.hanyang.ac.kr

A Survey of Networked Virtual Environment

Hong-Suk Chung Won-Tae Kim Yong-Jin Park
Dept. of Electronic Communication Wave Engineering, Hanyang University

요 약

네트워크 인프라와 개인 PC의 성능 향상으로, 실세계와 흡사한 가상세계가 점차 활성화되는 추세이다. 네트워크에 기반한 가상 환경이 갖는 가장 큰 장점은, 물리적으로 멀리 떨어져 있는 여러 사용자들을 하나의 가상공간에 있는 듯한 착각(illusion)을 주고, 실시간으로 상호작용이 가능하다는 것이다. 본 논문에서는 이러한 networked Virtual Environment(이하 net-VE)의 구성에 고려되어 지는 네트워크 구조와 DIS, HLA, vrtp 등의 프로토콜을 살펴보고, 기존의 군사용 그리고 대학에서 구성된 net-VE 환경들에 대한 일반적인 특성들을 정리해본다. 그리고 현재 국내에서 서비스 되고 있는 net-VE 환경을 살펴본다.

1. 서론

Virtual Reality의 근본 목표는 사용자들이 가상세계에 몰입하여, 자신이 마치 그 세계에 실제로 존재하는 것과 같은 착각(illusion)을 느끼게 하는 것이다. Net-VE 환경은 물리적으로 다른 지역에 있는 사용자일지라도 동일한 가상 공간에 접속을 하였다면 서로 상호작용을 하여 동시에 같은 공간에 존재하고 있다고 느끼게 함으로써 그 효과를 극대화 시키는 것이다. Net-VE는 초기에는 주로 군사목적과 학교를 중심으로 개발되었으나, 점차 의료, 교육, 게임 등 많은 분야에서 응용이 되고 있다.

2 장에서는 net-VE의 네트워크 구조를 살펴보고, 3 장에서는 기존 개발된 프로토콜과 net-VE 환경들을 살펴본다. 4 장에서는 현재 국내에서 서비스 되고 있는 net-VE 환경을 간단하게 살펴본다.

2. Net-VE의 네트워크 구조

2.1 클라이언트-서버 구조

Net-VE의 공유 데이터가 중앙의 서버에 집중되고 관리되는 모델이다. Net-VE의 참여자는 서버와의 통신을 통해 공유 데이터에 접근하며, 서버의 관리 하에 공유 데이터를 변경할 수 있다.

이 방식은 가상환경의 일관성(consistency)을 유지하기 쉽고, 구성이 단순하기 때문에 설계 및 구현이 쉽다. 하지만, 서버가 모든 환경 정보들을 처리하는데 따른 확장성의 제한이 있고, 모든 메시지가 서버를 경유하기 때문에, 서버의 메시지 병목현상이 생기고, 그리고 서버가 모든 참여자들에게 전송해야 할 메시지는 기하급수적으로 증가하게 되는 단점이 있다.

2.2 클라이언트다중 서버 구조

초기에는 단일 서버의 구조였으나, 중앙 서버의 부담을 줄이기 위하여 다중 서버의 구조로 시스템을 구성하고 있다. 다중의 서버들은, 각 서버에 접속한 호스트를 담당하게 된다. 다른 서버에 접속한 호스트가 자신 서버에 접속한 호스트와 area-of-interest를 공유하게 되면, 해당 서버간 world 상태 정보의 교환이 필요하게 된다.

BrickNet과 같이 동일한 역할을 하는 서버를 여러 개 구성하여 단순히 작업량을 분산시키는 방식과, AVIARY와 같이 역할이 다른, 즉 개체를 담당하는 서버(VEM), 환경을 담당하는 서버(EDB)와 같이 전문화된 서버를 구성하는 방식이 있다. 그리고 Spine은 지역에 따라 서버를 할당하는 방식을 사용하고 있다.

2.3 Peer-to-peer 구조

Large-scale Virtual Environment(LSVE)에서 클라이언트-서버 구조 사용할 경우, 하나의 서버에 동시에 접속할 수 있는 참여자 수의 제한에 따른 확장성에 한계가 생긴다. 따라서 peer-to-peer 모델을 사용하여 환경 정보를 모든 참여자가 자신의 로컬 시스템에 복제를 하고, 갱신된 정보가 생길 경우, 접속한 참여자들에게 멀티캐스트 통신으로 정보를 보내주게 된다.

멀티캐스트를 지원하지 않는 라우터를 위하여 터널링 기법이 사용될 수 있다. 이 구조는 각 참여자가 자신의 변화와 공유된 환경의 변화를 다른 참여자들에게 멀티캐스트를 함으로써 클라이언트-서버 구조의 병목현상을 줄일 수 있다. 하지만, 전체 world의 일관성 유지가 어렵다는 문제점이 있고, 서버를 완전히 없앤다 하여도, 어디에선가 world 데이터를 저장하고 있어야 한다.

DIVE는 url 형식의 주소를 사용하여 시스템 접속 시 world 데이터를 가져오고, NPSNET에서는 초기 저장된 자체 시스템의 world를 항상 사용한다.

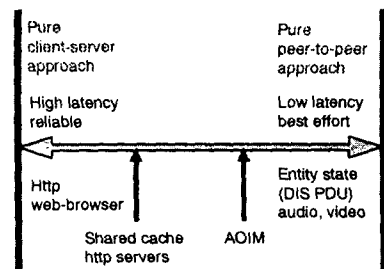


그림 1. 클라이언트-서버 구조와 peer-to-peer 구조

3. 기존의 virtual reality 환경

3.1 Protocol, Architecture

3.1.1 DIS(Distributed Interactive Simulation)

1983 년 DARPA 의 SIMNET 에서 확장되었고, 1994 년 IEEE 1278 표준으로 제정되었다. 근본 목표는 이기종의 네트워크와 플랫폼에 대하여 실제와 같고 복잡한, 상호작용이 가능한 가상 world 를 제공하는 것이다.

세가지 기본 구성요소는 객체 event 구조, 자율적인 분산 노드, 그리고 dead reckoning 의 예측적인 모델링 알고리즘이다. IEEE 1278 표준에서 27 가지의 DIS PDU 를 정의하였다. DIS 하부 구조는 끊임없는(seamless) 가상 환경을 제공하기 위하여 인터페이스 표준, 통신 및 관리 구조, 기술 포럼 등을 제공한다.

3.1.2 DIS++(The Next Generation of DIS)

차세대 DIS 로써, 다른 여러 시뮬레이션 간의 상호운용과 시뮬레이션 컴포넌트의 재사용이 가능한 라이브러리를 구축하는 것이다.

하부 아키텍처로 HLA 를 도입하였고, CTF (Common technical framework) 개념을 도입하여, 많은 다른 종류의 모델과 상호 연동성을 좋게 하고, 컴포넌트 재사용을 용이하게 해준다.

3.1.3 HLA(the High Level Architecture)

분산 시뮬레이션 응용의 실행과 개발을 하기 위한, 재사용이 가능한 소프트웨어 아키텍처로, DMSO(the Defense Modeling and Simulation Office)에서 개발하였고, 현재 HLA 1.3 interface Specification 까지 나와있다. HLA 는 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션 시스템을 위한 중요 기능적 구성요소, 디자인 법칙, 인터페이스에 관한 전반적인 정의를 포함한 다. 구성요소는 다음과 같다.

- Rules : federation 의 구성 요소들의 역할과 상호관계에 관한 기본적 법칙
- Interface Specification : federate 와 RTI(Runtime Infrastructure)간의 기능적 인터페이스에 관한 규약
- Object Model Template(OMT) : HLA 에서의 객체 모델들을 위한 공통 표현 포맷

3.1.4 vrtp(Virtual reality transfer protocol)

vrtp 의 목적은 인터넷에 기반한 net-VE 를 지원하기 위한 응용 계층 프로토콜의 개발을 위하여 만들어졌고, 모든 타입의 net-VE 정보를 단일화된 framework 을 사용하여 전송하는 것이다.

Vrtp 는 Entity 상태, event, ESPDU 와 같은 제어 정보 처리를 위한 비교적 작은 크기의 메시지, 신뢰성 있는 연결이 필요한 객체 자체 데이터를 포함하는 데이터 메시지, url 과 같은 네트워크 포인터, 그리고 실시간 영상-음성 데이터와 같은 실시간 스트림 데이터로 이뤄진다.

Vrtp 의 컴포넌트는 다음과 같이 이루어진다.(그림 2)

- 클라이언트 : 다른 world 의 데이터베이스를 본다.
- 서버 : 자신의 3 차원 세계를 다른 클라이언트에게 보여준다.
- Peer-to-peer : 효과적인 멀티캐스트를 지원하며, 확장성 있는 상호작용을 제공한다.
- 네트워크 모니터링 : SNTP(Simple Network Time Protocol), mtrace, mrimfo 와 같은 multicast trace tools 을 사용하여 네트워크를 판단하고 오류를 정정한다.
- Plug-in kernel : 자바, C++의 동적인 클래스 로딩을 위한 Bamboo plugin 구조이다.

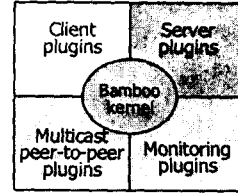


그림 2. vrtp 컴포넌트

3.2 Net-VE Project

3.2.1 SIMNET

SIMNET(simulator networking)은 DARPA 에 의해 개발된 분산 시뮬레이션 프로그램이다. 1983 년부터 시작되었으며, 적은 비용으로 실제와 동일한 군사 모의 훈련을 제공하여 작은 유닛(M1 탱크, AH-64 헬기)과 같은들이 상호작용을 할 수 있게 하였다.

SIMNET 의 네트워크 소프트웨어 구조(NSA : network software architecture)는 다음의 세 요소로 구성된다.

- 객체-이벤트 구조 : world 를 객체들의 집합이라고 보고, 각 객체들의 행동을 이벤트로 처리를 하였다.
- 자율적인 시뮬레이션 노드의 개념 : 중앙 집중식 서버 구조를 사용하지 않고, 각 참여자, 차량, 무기시스템이 자신의 상태를 처리해야 한다. 이런 분산 구조를 통하여, 단일 노드의 문제가 전체 시스템에 영향을 미치지 않고, 참가자들은 자유롭게 접속과 종료를 할 수 있다.
- dead reckoning(예측적인 모델링 알고리즘) : 매순간 각 노드들이 갱신되는 패킷이 네트워크에 넘쳐나는 것을 방지하기 위하여, object 와 ghost 개념을 도입하였다. Object 의 예측값이 미리 정해진 한계값 내에 존재하면, 갱신되는 패킷을 받지 않고, ghost 로써 그 객체를 표현한다.

3.2.2 AVIARY

AVIARY 는 Nottingham 대학에서 개발한 분산 가상 환경이다. 가상환경과 분리된 가상 world 는 고유 ID 를 갖는 world 객체들로 구성되어 있고, 연결된 객체 사이에서 메시지를 교환한다. 각 호스트에서는 비동기적으로(UDP) 정보를 교환하게 된다.

데이터베이스는 각 호스트에 분산되어 공유되지만, 데이터베이스의 제어는 Central Broker 에 의하여 수행된다. 각 객체들의 충돌 방지를 담당하는 EDB(Environment Database)를 사용하고 있고, 객체들의 ID 와 상태 정보들은 VEM(Virtual Environment Manager, Central Broker)를 통하여 제어된다.

네트워크적인 측면을 살펴 보면, 모든 객체 사이의 정보 교환은 ID 를 통하여 구분되고, 비동기적으로 교환을 하지만, 응답을 통하여 실제적으로는 동기적인 통신이 이루어지게 된다. 그리고 전송속도와 지연을 감소시키기 위하여 intelligent culling 과 caching 을 사용하여 분산 공유구조의 효율을 높이고, 호스트의 특정 부분은 자체 계산을 수행한다. 그리고 객체는 정보를 받고 싶은 객체와 메시지를 미리 등록하여 필요하지 않은 정보는 보내지 않음으로써 통신의 부하를 줄인다.

3.2.3 BrickNet

BrickNet 은 National University of Singapore 의 Institute of System Science 에서 개발된 가상 환경이다.

일반적인 특성을 보면, 첫째, interpretive, 객체지향 개발환경을 지원한다. world 는 그래픽, 행동, 네트워크 특성들이 정의된 객체들로 이뤄진 객체지향 환경이므로 객체의 추가, 변경이 용이하다. 둘째, 가상 환경은 여러 가상 world 들로 구성이 되고, 사용자는 portal 을 통해서 다른 world 로 이동할 수 있다. 셋째, 가상 환경의 모든 호스트는 네트워크를 통한 Loosley-Coupled 시스템이다. 넷째, BrickNet 의 구조는 그림 3 과 같이 계층적인 구조를 갖는다.

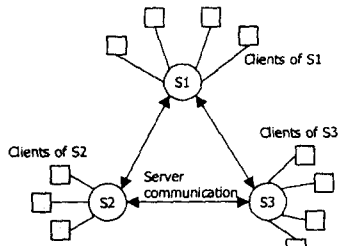


그림3. BrickNet의 클라이언트-서버 구조

3.2.4 NPSNET

Naval Postgraduate School의 Computer Science Department에서 개발된 LSVE(Large-scale virtual environment)로서 DoD 환경에 유용하도록 설계되었다. NPSNET은 초기에는 LAN만 지원하였으나, 점차 WAN, Internet과 같은 대단위 가상환경(LSVE)을 지원하는 방향으로 나아간다. 그리고 소프트웨어의 구조를 실시간 분산환경으로 구성하여, 지연을 감소시키고 실제감을 높이는 효과를 가져왔다.

FOG-M(fiber-optically guided missile), VEH, MPS(moving platform simulator)로부터 발전된 NPSNET은 표 1에서와 같이 발전 단계와, 버전 별로 해당 프로토콜을 지원한다.

버전	지원 프로토콜
NPSNET-1, 2&3	LANs only
NPSNET-Stealth	SIMNET protocol, Bridged LAN for WAN
NPSNET-IV	DIS protocol, IP multicast for WAN
NPSNET-V	vrtp, HLA

표 1. NPSNET의 버전 별 지원 프로토콜

3.2.5 DIVE

DIVE(Distributed Interactive Virtual Environment)는 SICS(Swedish Institute of Computer Science)에서 개발된 다중 사용자 가상환경으로 high speed communication과 분산 응용에 관한 연구이다.

일반적인 특성을 보면 첫째, 다중사용자 공유 가상환경을 제공한다. 둘째, 각 entity 별로 제충적인 구조의 소프트웨어 모델을 구성한다. 셋째, WAN 지향적인 분산 가상환경을 구성한다. 넷째, 네트워크 지연을 감소시킴으로써 대규모 peer-to-peer 분산 가상환경을 구성한다.

표 2에는 여러 Net-VE의 특성을 요약한 것이다.

이름	특성
SIMNET	대단위분산환경(LSVE)/low-cost system 자율적인시뮬레이션노드/Dead-reckoning
AVIARY	가상 world와 응용을분리 이기종 네트워크와 플랫폼 지원 Microkernel을 통한 building block 구성
BrickNet	가상 world와 응용을분리/Dead-reckoning Portal을 통한 가상세계의 연결 및 분리
NPSNET	대단위분산환경(LSVE) 실시간 소프트웨어 구조 Dead-reckoning(Magic carpet/Stealth)
DIVE	World를 논리적으로 구분 스케일링이 가능한 통신망 지원 계층적인 분산 구조

표 2. 각 시스템의 특성

4. 국내의 가상현실 기반 서비스

국내의 가상현실 산업은 아직 성장하지는 않았지만, 빠른 속도로 발전이 진행되고 있다. 행복동은 98년부터 서

비스를 하고 있으며, Cafe9, 사이드림, 그리고 Active World의 한국어 버전 등이 현재 서비스가 되고 있다. 이 중에서 몇 가지 서비스를 알아본다.

4.1 행복동

행복동은 액토즈소프트에서 개발한 인터넷 그래픽 머그(MUG : multi-user game) 채팅이다. 1998년부터 서비스를 시작하였고, 기존의 텍스트 채팅과 달리, 행복동이란 가상의 마을 안에서 자신의 아바타(avatar)를 통해 다른 접속자들과 상호작용을 한다. GNU C++과 Borland Delphi를 사용하여 제작되었다. 앞으로 채팅을 비롯하여 가상직업, 게임, 뉴스와 같은 서비스 제공으로 종합적인 가상사회 구현을 목표로 하고 있다. 현재 Kernet, KTNet, Boranet 등에 T1 라인을 이용하여 서비스가 되고 있다.

4.2 Cafe9

오즈 인터미디어에서 개발한 Cafe9은 웹, 3차원 가상공간, 메신저 등으로 구성되어 있으며, 현재 베타테스트 중이다. 행복동과 달리 실제 3차원 환경을 제공하며, 아바타가 가상 공간에 집과 마을을 구성한다. 계절과 시간에 따라 주위 환경 변화를 처리하였다.



그림 4. Cafe9의 가상환경

5. 결론

초기의 net-VE 연구는 주로 군사 목적이나 학교 중심의 연구에서부터 시작되었으나, 점차 생활 전반에 적용되는 방향으로 진행되고 있다. 기존의 net-VE가 가지고 있는 문제점은 네트워크 지연과, 호스트들의 3차원 렌더링 성능의 부족이었다. 하지만, 앞으로 xDSL, Cable Modem, PLC(Power Line Communication) 등의 개발을 통하여, 일반 가정에게까지도 고속의 네트워크 구축이 다다음에 따라 네트워크 문제는 해결될 것으로 예상된다. 그리고 개인용 PC의 그래픽 처리 성능의 향상으로, 3차원 그래픽의 표현 문제 역시도 해결될 가능성이 보이고 있다. 따라서 앞으로 net-VE의 성능 문제는 어느 정도 해결될 것으로 보이고, 콘텐츠 및 서비스 문제가 더욱 중요하게 될 것으로 보인다.

7. 참고문헌

- [1]Sandeep Singhal, Michael Zyda, Networked Virtual Environment, Addison-Wesley, 1999
- [2]John Locke, "An Introduction to the Internet Networking Environment and SIMNET/DIS," Naval Postgraduate School, 21 August 95
- [3]Roussos, M., Johnson, A., Moher, T., Leigh, J., Vasilakis, C., and Barnes, C. (1998). "Learning and Building Together in an Immersive Virtual World" In Presence vol 8, no 3, June, 1999, special issue on Virtual Environments and Learning; edited by William Winn and Michale J Moshell., MIT Press, pp. 247-263
- [4]Jason Leigh, Andrew E. Johnson, et al, "Visualization in Teleimmersive Environments", IEEE Computer, 1999, pp. 66-73
- [5]Brutzman, Don, Zyda, Mike, Watsen, Kent and Macedonia, Mike, "virtual reality transfer protocol (vrtp) Design Rationale," Workshops on Enabling Technology: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE): Sharing a Distributed Virtual Reality, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge Massachusetts, June 18-20 1997.
- [6]DIS-Java-VRML Working Group, <http://www.web3d.org/WorkingGroups/vrtp/dis-java-vrml/>
- [7]행복동, <http://happy.corea.to/>
- [8]Cafe9, "<http://www.cafe9.com/>"