

분산공유 가상현실 기술과 응용

宋慶俊, 閔丙羲,
朴治恒, 吳吉祿
韓國電子通信研究所

1. 서론

우리가 컴퓨터를 이용하여 실세계에서 직접 경험할 수 없고, 미완성 또는 존재하지도 않는 가상 상황을 실제 상황인것 처럼 느낄 수 있도록 하고, 사용자로 하여금 그 속에서 원하는 작업을 할 수 있도록 한다면, 그러한 시스템을 이용하여 많은 지식과 체험을 얻을 수 있을 것이다^[1]. 아직 초기 단계이지만 가상현실(VR : Virtual Reality) 기술은 이러한 것을 가능케 하고 있다. 최근 메스컴이나 잡지 등을 통해 누구나 한번쯤 들어보았을 가상현실이라는 단어는 21세기에 펼쳐질 인간 중심의 서비스 사회, 즉 가상사회(Virtual Society)를 건설하는데 없어서는 안될 필수 불가결한 핵심 기술로 알려지고 있다.

지금까지는 이론이나 연구 단계에만 머물러 있던 가상현실 기술이 컴퓨터 하드웨어를 비롯한 주변 기기의 성능 향상과 통신망의 발달로 우리의 생활속에 서서히 파고들기 시작했다. 특히, 게임이나 오락, 군사 기관의 시뮬레이션 등에서는 이미 필수 기술로 자리매김을 하고 있다. 한 예로 몇년 전 쿠웨이트 전쟁 당시 사막에서 실전경험이 전혀 없던 미군들이 쿠웨이트로부터 전쟁 발발 24시간 내 일방적으로 승기를 잡았다. 이것은 바로 실제의 쿠웨이트 사막을 그대로 모델링하여 실전과 동일한 가상의 쿠웨이트 사막전을 여러번 시뮬레이션(모의 전투)하였기 때문에 어려움 없이 쉽게 전쟁을 승리로 이끌 수 있었다. 국내에서도 이미 동아건설을 비롯한 일부 건설회사에서는 모델하우스 설계에 이 기술을 활용한 바 있으며, 게임이나 가상 수족관, 테마파크 등 여러 분야에 활용하고 있다. 공상과학 소설에서나 나오는 이야기로만 생각되거나 먼 미래의 일로만 여겨왔던 가상현실 기술은 이제 바로 현실로 다가오고 있다.

가상공간에서 완전한 현실감을 느끼기 위해서는 아직 해결되어야 할 많은 기술적인 제약 사항들이 있음에도 불구하고 교육, 훈련, 상업, 건축, 예술, 과학, 의학, 오락, 스포츠 등 인간 생활 전반에 걸친 응용 분야들에 대한 활발한 연구가 진행되고 있

다. 특히, 현실 세계에서 직접적인 경험이 불가능하거나, 실제의 구현에 막대한 재정을 요구하는 분야들에 대한 응용은 가상 현실 기술로 이룩할 수 있는 최대의 관심 분야이면서, 가상현실 기술만이 구현할 수 있는 최대의 장점이기도 하다.

현재의 가상현실 시스템은 한개의 가상 공간에 한명의 참여자만 몰입하는 Stand-alone 시스템이 대부분이다. 그러나, 시간이 지나면서 고성능 컴퓨터 하드웨어의 발전, 실시간 3차원 그래픽 처리 기술, 멀티미디어 통신 기술 및 분산 처리 기술 등의 발전으로 분산공유 가상현실 시스템의 구현이 가능하게 되었다.

분산공유 가상현실 시스템에서는 다수의 컴퓨터가 네트워크로 연결되어, 이들 컴퓨터에 분산 저장되어 있는 자료 및 여러 자원들을 사용자가 자유롭게 사용할 수 있다. 이 시스템은 가상공간 참여자들에게 가상 공간내에서의 상호작용은 물론이고, 분산되어 있는 자료와 객체들을 동일한 가상의 공간내에서 결합하여 다수의 참여자들이 공유할 수 있는 환경을 제공한다.

분산공유 가상현실은 인터넷의 이용 확대와 더불어 더욱더 필요성이 증대하고 있다. 최근 인터넷 상에서도 가상공간을 지향하여 VRML이 제안되었고, 주로 2차원 데이터의 3차원 동작 시각화가 주된 관심사이다. 현재 VRML 버전 1.0이 발표되어 있고 확장작업이 계속 진행중이다. DIVE, MASSIVE, dVISE, MR Toolkit, VEOS, NPSNET 등은 대표적인 분산공유 가상현실 시스템이라 할 수 있고 확장 보완작업이 계속 진행중에 있다.

본 논문에서는 분산공유 가상현실 관련 기술 및 연구동향 등을 소개한다. 또한, Stand-alone로부터 다수 참여자의 네트워크 가상현실 시스템으로 확장되면서 당면하게되는 요구 사항들을 분석하고 이들에 대한 해결 가능한 방법을 제안하고, 현재 ETRI에서 수행중인 분산공유 가상현실 시스템을 소개한다. II장에서는 분산공유 가상현실 시스템의 개념을 소개하고, III장에서는 분산공유 가상현실 시스템의 구성 및 ETRI 분산공유 가상현실 시스템에 대하여 소개한다. 그리고 IV장에서는 초고속 정보통신망에서 제공될 대표적인 분산공유 가상현

실 서비스를 제안하고, V장에서 결론을 맺는다.

II. 분산공유 가상현실 개념

가상현실은 보는 관점에 따라 Virtual Environment, Virtual Presence, Artificial World, Virtual World, CyberSpace 등과 같은 용어를 혼용하여 사용해 오고 있다^[1]. 이와 같이 가상현실이라는 개념은 정의가 다양하다. 단어 자체가 가상(Virtual)과 현실(Reality)이란 상반된 의미를 하나로 묶었을뿐 아니라, 가상현실을 구현하는 기술도 하드웨어와 소프트웨어를 포함하는 컴퓨터 기술과 심리학, 생리학, 인간공학 등의 다양한 분야가 망라되어 있기 때문이다^[2].

가상현실이란 컴퓨터가 만들어낸 실세계와 유사한 3차원의 가상공간속에 인간이 직접 몰입하여, 상호작용하고 서로 보고, 듣고, 말하고, 만지고, 느끼는 등 인간이 실세계에서 느끼는 상황과 동일한 체험을 할 수 있게 하는 것이다.

초기의 가상현실 시스템은 stand-alone 컴퓨터에 의해 만들어진 한개의 가상공간속에 한명의 참여자가 몰입하는 형태로 시작하였다. 이는 단순히 프로그램에 의해 움직이는 장면을 연출하는 애니메이션의 단계를 벗어나 참여자의 직접적인 행위가 반영되었다는 점에서 가상현실의 새로운 면을 보여주었다. 그러나 PC가 네트워크 결합되면서 PC 통신이 점차 활성화되고 웹 브라우저를 이용하여 정보를 검색하는 인터넷의 열풍이 불어오면서, 컴퓨터 네트워크를 통하여 하나의 가상공간을 여러 사용자들이 이용할 수 있는 단계로의 요구가 일어나고 있다. 또한, 단순히 네트워크상의 자원을 공유할뿐만 아니라 다수의 사용자가 실시간으로 정보를 교환할 수 있도록 요구하고 있다. 따라서 분산되어 있는 자료와 객체들을 단일 공간내에서 결합하여 다수의 참여자들이 동시에 공유할 수 있으며, 다수의 참여자들간에 가상공간내에서의 상호작용할 수 있어야 한다. 여기서 상호작용은 참여자와 다른 참여자간의 작용은 물론, 사용자와 가상 공간

내의 객체들, 그리고 공간내의 객체와 객체들간의 작용을 의미한다.

분산공유 가상현실 시스템을 구현하기 위해서는 다음과 같은 문제를 해결하여야 한다. 첫째, 가상 공간을 구성하는 방대한 양의 복잡한 데이터를 빠르게 처리해주는 하드웨어와 소프트웨어 플랫폼이다. 둘째, 일출력 장치의 정교화와 이를 효과적으로 활용하여 사실감, 몰입감과 실제적인 조작감을 연출할 수 있어야 한다. 이를 위하여는 장치의 하드웨어도 중요하며, 이들 장치를 최대한으로 활용시키는 알고리즘이 보다 더 중요하다. 셋째 분산공유 지원 환경의 구축이다. 가상공간이 네트워크로 연결된 여러대의 컴퓨터로 구성되므로 데이터의 분산 및 공유, 이에 따라 데이터의 컨시스턴시 및 보안, 데이터 접근 방식등이 고려되어야 한다. 또한 네트워크 하부구조가 중요한 요소이다. 네트워크 대역폭의 확장, 네트워크 지연(latency)의 축소가 당연한 과제이다. 그리고 가상공간에 참여하고 있는 여러대의 컴퓨터간에 공유하는 데이터를 가장 효율적으로 교환할 수 있는 프로토콜 방식도 시급한 과제이다. 넷째 가상공간을 구현하는 가상현실 응용 프로그램의 저작방식이다. 목표로하는 서비스가 다양한 만큼 응용프로그램도 다양하기 때문에 이러한 다양한 응용프로그램을 누구나 쉽고 빠르게 구현할 수 있는 저작도구를 개발하여야 한다.

III. 분산공유 가상현실 시스템 구성

응용 분야나 성능 요구에 따라 분산공유 가상현실 시스템은 다양하게 구성할 수 있다. 일반적으로 분산공유 가상현실 시스템은 크게 리얼리티 엔진, 입출력 장치, 가상세계 저작도구, 분산공유 지원 환경 등으로 구성된다. 이 장에서는 이를 위해 필요한 구성 요소 및 ETRI에서 수행중인 분산 공유 가상현실 시스템에 대하여 소개한다.

1. 리얼리티 엔진

리얼리티 엔진은 가상현실 시스템에서 오감 처

리 및 가상세계 표현을 담당하는 메인 컴퓨터 시스템을 의미한다. 어떤면에서 가상현실을 컴퓨터로 구현한다는 것은 마치 자동차의 엔진 성능에 따라 속도와 에너지의 크기가 달라짐을 비교하는 것과 같다^[2]. 따라서 가상현실에서는 컴퓨터의 성능이 매우 중요한 비중을 차지한다.

현재까지의 상업용 가상현실 시스템을 구성하는 컴퓨터는 주로 워크스테이션급 이상의 시스템, 특히 그래픽 처리에 뛰어난 실리콘 그래픽스 엔진을 많이 사용하고 있다. 물론 강력한 엔진을 사용할수록 시스템을 구축하는 것은 쉽지만 일반 사용자와 가까워지기 위해서는 일반 PC에서 가상현실 시스템을 구축하는 것이 바람직하다고할 수 있다. 지금까지는 PC의 특성상 정교한 3차원 이미지를 실시간으로 구현하는 것은 매우 어려운 일이었다. 배경으로 처리되는 수많은 객체를 3차원으로 연산처리하여 연출해야 하고, 질감 효과나 레이트레이싱 같은 고급 그래픽 처리를 실시간으로 적용하는데는 현재의 PC 성능으로는 무리한 면이 많았다. 이 때문에 가상현실 시스템의 대부분은 워크스테이션에서 운용되어 왔지만, 지금은 사정이 달라져 PC에서도 고화질의 3차원 그래픽을 구사할 수가 있다. 이런 추세로 PC가 발전해 간다면 머지않은 장래에 현재의 워크스테이션 성능을 충분히 따라잡게 될것이다. 실제 PC는 그런 방향으로 더욱 발전해 가고 있으며, 최근에는 이러한 PC를 멀티미디어 단말기 또는 차세대 PC라고 부르기도 한다.

이들 PC와는 별도로 올해초 오라클, 선마이크로 시스템즈 등의 컴퓨터 업체들은 PC 대체용으로 과거 메인 프레임과 터미널의 관계를 기본 개념으로 하고 있는 네트워크 컴퓨터(NC : Networked Computer)를 개발하고 있다. 과거의 컴퓨터인 초대형 메인 프레임을 몰아내고 개인 책상위를 차지하던 PC가 일대혁신을 일으켰던 것처럼, 신개념의 네트워크 컴퓨터도 컴퓨터 산업에 거대한 변혁의 바람을 몰고 올 것이라고 관련 업체들은 전망하고 있다. 그러나 이에 대한 비판도 만만치 않다. 네트워크 컴퓨터의 성공 가능성에 대한 논쟁이 팽팽한 가운데 아직 네트워크 컴퓨터가 해결해야 할 기술적인 문제들도 많이 지적되고 있으며, 그중의 하나가 속도

문제를 해결해야 하는 것이다.

따라서, 간단한 처리를 요구하는 가상현실 서비스에는 네트워크 컴퓨터를, 다양한 입출력 장치와 고성능의 그래픽 처리를 요구하는 고품질의 가상현실 서비스에는 차세대 PC로 공존하면서 각각 발전해 갈 것이다.

2. 입출력 장치

입출력 장치는 인간과 컴퓨터 간의 의사 전달에 있어 인간의 의사를 입력하고 출력하는 장치를 말한다. 가상현실 시스템의 입출력 장치^[2]는 오감 데이터의 입출력을 담당하며 HMD(Head Mounted Display)나 장갑, 데이터 슈트 등이 가상현실의 대표적인 입출력 장치로 알려져 있다. 특히 HMD는 시각용 디스플레이 장비로 가상현실 장치중 가장 큰 비중을 차지하고 있다.

그러나 아직까지는 가상 현실용 주변 장치가 상대적으로 가격이 비싸고 성능면에서도 완벽하지 못하지만 조만간 저렴하고 고성능인 가상현실 입출력 장치가 출현할 것으로 예상되고 있다.

1) 시각 디스플레이 장치

인간이 감각을 받아 들이는 상당 부분은 시각에 의지하고 있기 때문에 가상현실 시스템에서 시각 디스플레이 장치가 차지하는 비중은 크다. 눈앞에 소형 컬러 액정 디스플레이를 고정시켜 3차원 영상을 보게하는 HMD는 시각장치로 가장 많이 사용되고 있으며, 머리에 착용하는 헬멧에 머리의 움직임을 측정하는 센서를 함께 장착하고 있다. 또 헬멧의 각도와 높이를 실시간으로 측정하여 약 135도의 넓은 시야에 걸친 화상을 자동으로 비춰준다. 해상도는 아직 일반 TV보다 낮은 360x240에서 742x230 정도의 해상도를 제공하고 있다.

특히 HMD는 머리의 움직임과 연동하여 넓은 시야의 스트레오 영상을 제공하기 위하여 소형의 LCD 및 CRT와 광학장치 및 추적 장치로 구성되는 헤드 세트를 사용한다. 이 장치는 헤드세트에 음성 입력, 음향 출력 기능 등이 부가된 복합 입출력 장치이다. HMD는 형태나 외양 및 기능이 다양하지만 아직도 모두 불편하다는 공통된 문제점이 지적되고 있다. 예를 들면 시야의 크기와 직결되는

액정의 크기, 해상도, 새로운 이미지를 그리기 위해 걸리는 시간, 머리에 장착함으로써 야기되는 위생상의 문제, 중량, 눈의 피로감, 화면과 동작의 불일치로 인한 감각기관의 혼란 등이다. 또 많은 케이블로 인해 이동에 제한이 있는 것이 가장 커다란 장애가 되고 있다.

2) 청각 장치

가상현실 시스템에서 청각은 시각 다음으로 중요한 요소이다. 유리잔이 떨어져 깨지는 상황을 시각으로만 표현하는 것보다 소리를 함께 제공한다면 사용자는 그 상황을 보다 실감있게 인식할 수 있을 것이다. 특히 가상현실에서 오디오의 의미는 어떤 물체가 있다는 존재의 암시를 강하게 뒷받침할 수 있다는 것이다. 귀는 눈과 마찬가지로 입체적인 음향을 들을 수 있는데, 사물의 위치와 얼마나 먼 곳에 있는지를 뇌가 판단하게 해준다. 가상현실에서 소리의 역할은 현장감을 증가시키는 데 있다.

현재 가상현실 시스템에서 청각 장치는 HMD에 연결된 헤드폰이나 이어폰이 주로 이용되고 있으며, 상업용 3D 오디오는 보통 2개 또는 4개의 채널을 사용하고 있다. 3차원의 공간에서 현실적인 소리를 발생시키기 위해서는 다수의 스피커를 사람의 주위에 배치함으로써 실현할 수 있다. 3차원 음향을 출력하기 위해서는 3차원 사운드 프로세서와 소리 데이터를 저장하고 있는 음원이 필요하다. 대표적인 제품은 NASA가 개발한 Convol-votron 등이 있다.

3) 촉각 장치

촉각(Tactile)과 포스 피드백(Force Feedback)은 가상현실의 완성에 있어서 필수적인 사항이다. 실제에서 촉감을 통해 사물의 존재를 인지하듯 물리적인 저항 감각을 만들어 내야 하기 때문이다. 현재 가상 촉감을 만들기 위해 개발된 장치는 촉각과 포스 피드백 시스템이다. 촉각 피드백은 피부에 가해지는 힘의 되먹임을 의미하고, 포스 피드백은 기존 메카트로닉스 분야와 관계를 가지고 있다.

현재 알려지고 있는 포스 피드백 장치로는 마스터암, 조이스틱, 조이스트링, 데이터 글러브 등을 들 수 있다. 이들 장치는 현재 가상 현실에서 가장

많이 이용되고 있다.

4) 후각/미각 장치

현재 실현되고 있는 가상현실은 시각, 청각 및 촉각이 중심이지만 사용 목적에 따라 언젠가는 미각과 후각도 필요하게 될 것이다. 과학자들이 인간 감각의 깊은 비밀을 풀어내고 그 메카니즘을 규명하기 시작한 것은 불과 몇년 전부터이다. 사실 가상현실에서 후각과 미각은 아직 그렇게 중요한 위치를 차지하지 않고 있기 때문에 개발이 활발히 진행되고 있지 못하다. 특히 후각 디스플레이는 냄새의 감각이 잔존하기 때문에 급작스런 환경의 변화에 빠르게 적응하기 힘들다. 가상현실 속에서 사용자가 갑자기 다른 환경 속으로 들어가거나 다른 행동을 취할때 이에 따른 냄새의 변화를 바꿀 수 없는 것이 가장 큰 단점이다.

3. 가상세계 저작도구

컴퓨터를 이용하여 가상현실을 실현하기 위해서는 먼저 가상환경(세계)을 생성해야 하는데, 대개 3D 스튜디오나 오토 캐드와 같은 3차원 애니메이션 툴이나 모델링 툴을 많이 사용하는 편이다. 가상세계의 공통적인 요소에는 3차원 객체 모델링과 실시간에 따른 변화, 그룹화 등이 포함된다. 이런 요소들은 사용자와 수시로 상호작용을 행하기 때문에 특정 포맷의 화일로 데이터 베이스에 저장되며, 시뮬레이션 매니저는 이 데이터 베이스를 기초로 하여 각종 입력 장치를 통해 들어오는 머리, 손의 움직임과 명령을 해석하여 그에 합당하는 새로운 가상세계를 만들고 운영하도록 한다.^[2] 가상현실 시스템을 구축하는 방식에는 여러가지 형태가 있지만 대개 라이브러리 함수, 스크립트 언어 및 저작 도구 방식으로 나눈다.

1) 라이브러리 함수 방식

라이브러리 함수 방식에는 이미 개발된 가상세계를 위한 여러 요소를 수백 개의 서브 루틴으로 만들어 놓은 함수를 호출해 사용하는 방식이다. 라이브러리 함수를 호출해 사용하는 것은 일반적으로 C 언어나 어셈블리어를 사용해 제공되는 3차원 그래픽 함수를 링크시키는 방식과 같다. 라이브러리를 활용한다는 것은 프로그래머가 C나 C++ 같

은 프로그래밍 언어를 이용하여 직접 프로그래밍하는 것이므로 가상세계를 융통성 있게 가장 잘 표현할 수 있는 장점을 갖는다. 하지만 사용자는 프로그래밍 능력과 가상현실에 대한 기초 지식이 반드시 수반되어야 한다는 단점도 가진다. 따라서 비전문가가 가상세계를 구성하기에는 많은 무리가 따르며, 일반 애플리케이션 프로그래머라도 다소 어려움을 갖게 된다. 이에 비해 상업화되어 있는 제품중 이미 잘 알려진 센스8사의 월드 툴킷트는 400개 이상의 C 함수 라이브러리로 구성되어 있으며, 이를 사용하여 매우 복잡한 시뮬레이션을 만들거나 워크스루 프로그램을 만들때도 단 20행 정도의 코드로 간결하게 작성할 수 있다. 그 외에도 렌드웨어, 3D 웨어, 사이버스페이스 디벨로퍼스 키트 등 여러 종류의 API 도구들이 나와 있다.

2) 스크립트 언어 방식

스크립트 언어 방식은 일정한 명령 형식을 지닌 문장으로, 프로그래밍 언어와 유사하다. 스크립트 언어는 라이브러리 함수를 사용하는 것 보다 손쉽게 가상세계를 작성할 수 있으며, 프로그램 경험이 없는 비전문가도 짧은 시간에 배워서 사용할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 직접 프로그래밍하는 것과 비교해 볼때 가상세계를 표현하는 능력은 상대적으로 미약하다. 실행을 위한 런타임 모듈은 스크립트 언어로 구축된 파일을 읽어들이어 차례로 해석해 수행한다. 스크립트 언어를 사용하여 상품화된 저작 도구는 브림사의 VRDK를 들 수 있는데, 이 도구는 자체에 가상현실 편집기를 제공하고 있으며, 편집기 내에서 작성한 프로그램을 직접 수행할 수도 있다. 이 처럼 스크립트 언어 방식은 가상세계를 구축하면서 곧바로 시뮬레이션이 가능하기 때문에 라이브러리 함수 방식에서 처럼 구축된 가상세계를 다시 수행 프로그램에서 테스트해야 하는 번거로움을 덜어 준다.

3) 저작 도구 방식

저작 도구 방식은 그래픽 환경에서 그래픽 사용자 인터페이스를 이용하는 것으로 라이브러리 함수나 스크립트 언어를 사용하여 가상세계를 작성할때 보다 사용하기가 훨씬 쉬워 프로그래밍 능력이 전혀 없는 사람도 쉽게 작성할 수 있고, 수정할

수 있다는 장점이 있다. 그러나 라이브러리 함수나 스크립트 언어를 사용할때 보다는 복잡한 시뮬레이션을 잘 표현할 수 없다는 제한이 있다. 일반적으로 저작도구는 가상세계 편집기와 런타임 모듈, 모델러 등이 포함된다. 그러나 대부분 저작도구 자체에서 지원하지 않는 가상세계 표현 기능은 구현할 수가 없다. 따라서 최근에는 이런 점을 보완하기 위해 저작도구 내에 스크립트 언어 방식을 동시에 지원하고 있다.

4. 분산공유 지원 환경

본 절에서는 분산공유 가상환경 시스템의 가장 근본이 되는 요소들인 정보 전송 방법, 정보 흐름의 관리, 통신 프로토콜 및 분산공유 가상현실 시스템의 성능과 직결되는 기반구조의 요구사항들을 분석한다.

1) 정보 전송

한 참여자가 정보를 보낼때, 정보를 수신할 참여자를 지정하는 방법에 따라, 네트워크상의 트래픽 양과 로컬 시스템에서 처리해야 하는 일의 양이 달라진다. 정보 전송 방법은 다수의 참여자가 제한된 네트워크의 대역폭상에서 서로간에 정보를 교환하는 방법에 따라 세가지로 구분된다.

첫째, Peer-to-Peer 방식으로, 일명 유니캐스트(Unicast)라고도 칭한다. 이 방식은 송신자와 수신자간의 1:1 통신 방식이다. 다수에게 정보를 보내야하는 경우, 송신자는 반복적인 송신을 수행해야하며, 이에 따라 패킷의 수가 늘어나게 된다. 따라서, 송신자의 로컬 시스템의 오버헤드가 늘어나게 되고, 또한 네트워크상의 트래픽이 늘어나게 된다.

둘째, 브로드캐스팅 방식으로 한번의 송신으로 네트워크상의 모든 참여자들에게 정보를 보내는 방식이다. 송신자 시스템의 부담은 줄어들 수 있으나 네트워크상의 트래픽 문제는 여전히 남아있다. 또한, 수신 대상을 제한할 수 없어 수신 시스템에서 메시지가 필터링을 수행해야하는 부가적인 오버헤드가 발생한다.

셋째, 멀티캐스팅 방식인데, 이는 브로드캐스팅 방식과 Peer-to-Peer 방식의 장점들만을 결합한

것이다. 하나의 참여자는 자기 고유의 네트워크상의 번지를 가질뿐만 아니라, 여러 멀티캐스트 그룹에 가입할 수도 있고 특정 그룹으로부터 빠져나올 수도 있다. 각 멀티캐스트 그룹은 특별한 네트워크상의 번지를 갖게 된다. 임의의 한 송신자가 특정 멀티캐스트 주소에 정보를 보내면, 이 그룹에 속한 모든 가입자들에게 정보가 전달하게 된다. 특정 멀티캐스트 그룹에 속하지 않는 참여자들의 로컬 시스템은 극히 적은 부담으로 전달되는 정보를 무시한다. 결국, 이 방식은 분산공유 환경에 효과적인 방식으로 간주된다.

2) 정보 흐름 관리

분산공유 환경에서는 참여자들간의 상호작용 및 교류가 끊임없이 이루어지는데, 이러한 과정에서 발생하는 수많은 오프레이션들을 관리하고 조정해야 하는 요구가 발생된다. 이러한 오프레이션들의 관리는, 중앙의 서버가 전담하거나, 또는 참가자들간의 적절한 조화에의해 해결한다^[3]. 첫번째 방식을 중앙 집중형(Centralized Network Model)이라 한다. 이 모델에서, 참여자들은 하나의 클라이언트가 되어 서버를 통하여 다른 참여자들과의 상호작용을 이루게 된다. 즉, 서버는 분산환경의 데이터베이스 관리와 참여자들간에 교환되는 정보를 제어하고 관리한다. 참여자들은 단순히 가상세계에 대한 데이터베이스를 모두 가지고 있지않고, 단순히 데이터 구조만을 가지고 있으며, 컴퓨터이션과 렌더링만을 위주로 한다. 중앙 집중형은 구현이 쉽다는 장점이 있으나, 간과할 수 없는 큰 단점으로 확장성(Scalability)이 떨어진다는 점이다. 참여자의 수가 증가함에 따라, 서버의 부하가 급증하게 되어 전체적인 정보교환의 효율성이 나빠지게 된다. 이러한 문제를 극복하기 위한 하나의 방법은 다수의 서버를 두는 것이다. 즉 각 클라이언트들은 네트워크상 가장 가까이 있는 서버와 연결되고, 서버는 다른 서버 및 그에 속한 클라이언트들간에 통신 채널을 형성한다. 이 방식은 Coherent한 데이터베이스 유지를 위한 복잡성의 증가를 초래하지만, 참여자의 수가 증가함에 따라 발생하는 문제점은 줄일 수 있다^[4].

또 다른 모델은 분산형(Distributed Network

Model)으로서, 서버가 없고 각 참여자들의 시스템은 가상세계의 모든 정보를 가지고 있다. 각 참여자들은 다른 모든 참여자들에게 정보를 보내야 하며, 다른 참여자들로부터 정보를 받는다. 즉, Peer-to-Peer 방식의 정보 전달 방법을 사용하게 된다. 따라서, 이 방식 역시 확장성의 문제를 가지며, 극복책으로는 이미 언급한 멀티캐스팅 방식으로 정보를 전달하여야 한다.

3) 통신 프로토콜

기존의 OSI 계층에 기초한 TCP나 UDP 이외에 분산공유 가상현실 시스템에 보다 적합한 프로토콜들은 DIS(Distributed Interactive Simulation protocol), IP 멀티캐스팅, 멀티캐스팅 백본(MBone)과 RTP(Real-time Transport Protocol)등을 들 수 있다.

DIS 프로토콜은 IEEE가 채택한 분산 시스템 표준안이다^[5]. DIS는 원래 군사 목적으로 활용하기 위하여 정의되었으며, 서로 다른 기종간의 상호작용을 위한 폭넓은 통신 프로토콜이나 일반 목적의 시스템으로도 전용이 가능하다. 정보교환은 다양한 형태의 상호작용을 규정하기 위하여 정의된 PDU(Protocol Data Unit)를 이용한다. 총 27종의 PDU중 4종만이 객체의 상호작용에 대한 정보를 교환하는데 이용되고, 나머지는 시뮬레이션 관리의 목적으로 사용된다. 이 방식의 특징은 “Dead Reckoning”이라는 방식으로, 이는 로컬 프로세서에 계산양을 늘림으로서 네트워크상의 부하를 줄인다. 임의의 객체에 대한 현재의 상태는 객체에 대한 특정 시간에서의 정보가 도착할때까지 과거의 진행에 근거하여 예측한다. 이를 위하여, ESPDU(Entity State PDU)가 특정 시간에서의 객체에 대한 정보를 전달한다. 현재 다양한 Dead Reckoning 방식이 개발되었으며, Marcedonia는 간단한 방식으로 66% 정도의 패킷수의 감소를 보였다^[6].

IP 멀티캐스트는 멀티캐스트 그룹들에 특정 주소를 부여함으로써 수신 대상 선정하는 방식인데, 이 방식에서 고려되어야 하는 점은, 하나의 멀티캐스트 정보가 네트워크와 네트워크를 자유롭게 이동하게 되면, 전체의 네트워크가 포화될 수 있다는

것이다. 이와 같은 문제점을 없애기 위해 멀티캐스트 표준안에 의한 라우팅 제어가 필요하게 된다^[7]. 멀티캐스팅의 가장 큰 문제점은 IP 멀티캐스트를 지원하는 하드웨어가 요구되는 것이다.

이런 문제를 해결하기 위한 노력으로 멀티캐스트 백본이 있다. Mbone 프로토콜은 아직 연구가 진행되고 있으나, 실시간 전송이 요구되면서 전송 정보의 일부 손실이 절대적 영향을 주지 않는 멀티미디어 정보와 VR 패킷의 전송에 효과적으로 이용될 것으로 기대되고 있다^[8].

TCP나 UDP와는 별도로, 개선된 실시간 전송 방식들이 RTP를 이용하여 개발되고 있다. 오디오 등과 같이 시간이 중시되는 응용의 예를 보면, 일상의 생활에서 처럼 실시간 대화의 느낌을 가질 수 있다. 이 방식은 미세한 버퍼링 딜레이(Buffering Delay)를 이용하여, 도착된 음성 패킷들을 동기화시키고 Resequencing함으로써 대화의 현실감을 준다. 따라서 RTP와 이에 관련된 분야들에 대한 많은 연구가 현재 활발히 진행되고 있다.

4) 분산공유 가상현실 시스템 기반구조의 요구 사항

분산공유 가상현실 공간에서 각 참여자간 혹은 참여자와 가상공간내의 객체간에 주고받는 정보의 종류는 정보 전달의 신뢰성, 정보 전달을 위한 네트워크의 연결성, 정보 전달의 실시간성, 요구 대역폭, 발생 빈도 등의 관점에서 4가지 종류로 분류할 수 있다.

유형 1은 참여자와 객체간, 객체와 객체간의 상호작용과 관련된 객체의 상태, 사건, 제어 등의 정보이다. 이 정보는 자주 발생하며, 모든 참여자에게 실시간으로 전달되어야 한다. 또, 연결성 및 전송의 신뢰성에 대한 요구는 응용에 따라 달라질 수 있다. 정보 전달의 연결성 및 신뢰성을 요구하지 않는 응용에서는 상위 단계에서 이를 보상하기 위한 메카니즘을 제공하여야 한다. 이를 위하여 데이터 전송 단위는 데이터 링크 계층에 대응하는 계층에서의 최대 전송 단위(MTU: Maximum Transfer Unit)로 전송되어야 한다.

유형 2는 분산 가상현실 공간내에 존재하는 객체 및 네트워크 자원 등에 대한 레퍼런스를 나타내는

정보이다. 이 정보는 참여자 혹은 가상공간 내에 존재하는 객체들에 대한 네트워크상에서의 위치를 구분하고 또 접근하는데 사용된다. 이 정보는 자주 발생하며 관련되는 참여자 및 객체에게 실시간으로 전달되어야 한다. 연결성은 요구되지 않으나 정보 전달의 신뢰성은 보장되어야 한다.

유형 3은 가상현실 공간 자체 혹은 가상공간 내에 존재하는 객체 자체에 대한 정보이다. 새로운 참가자가 분산공유 가상환경에 처음 참가할 때 가상공간 전체 혹은 필요한 객체에 대한 정보를 필요로 하게 된다. 이런 객체들에 대한 정보 요청은 자주 발생하지는 않으나 데이터 량은 매우 많다. 또, 실시간에 전달될 필요는 없으나 데이터 전송의 신뢰성은 요구된다.

유형 4는 비디오 및 오디오 등의 멀티미디어 데이터와 같은 연속된 스트림 정보로서 실시간 전송, 순서화 및 동기화 등이 필요한 정보이다. 이런 유형의 정보는 많은 대역폭을 요구하며, 전송 발생 빈도는 응용에 따라 가변적일 수 있다. 또, 전송 지속 시간은 수 초부터 수 일까지 지속될 수 있으며 약간의 전송 손실은 허용될 수 있다.

앞에서 분석한 바와 같이 분산공유 가상환경에서 전달되는 정보의 각 유형은 전송의 실시간성, 연결성, 신뢰성, 대역폭, 발생 빈도 등의 관점에서 서로 다른 특성을 보여주었다. 하부구조는 이런 다양한 유형별로 요구되는 요구사항을 모두 지원할 수 있어야 한다. 이를 위하여 하부구조에서는 충분한 전송 대역폭, 신뢰성 있는 전송 메카니즘, 최소한의 전송 지연 시간 보장, 광역 네트워크(WAN) 상에서의 효율적인 데이터 분배 프로토콜 등의 기능 및 성능을 제공하여야 한다. 특히 허용 전송 지연 시간, 전송의 신뢰성 및 전송 대역폭 등에 대하여 각 유형별로 요구하는 서비스 품질(QoS) 보증 메카니즘을 반드시 제공하여야 한다.

5. ETRI 분산공유 가상현실 시스템

ETRI에서는 교육/훈련, 문화/오락, 과학/의학, 정보 검색, 설계/제조, 통신/원격 제어 등 다양한 분산공유 가상현실 응용을 쉽게 구축할 수 있는 네트워크 기반의 분산 가상현실 기반 구조 및 핵심 기

술을 KAIST, KIST와 협동연구를 통해 개발하고 있다. 이 절에서는 현재 ETRI에서 수행중인 분산공유 가상현실 시스템 개발의 최종 목표 및 특성에 대하여 소개한다.

과거에는 주로 오락, 건축, 훈련 분야 등을 목표로 하여 Stand-alone 시스템에서 한개의 가상공간에 한명의 참가자가 몰입하여 현실감을 경험할 수 있는 가상현실 시스템 기술 개발이 대부분이었으며, 일부는 상용화되어 사용되고 있다. 그러나 '90년대 중반부터 미국, 유럽, 캐나다, 일본 등 기술 선진국에서는 학계, 국방, 산업계를 중심으로 성숙된 고성능 컴퓨터 시스템 기술, 3차원 그래픽스 기술, 멀티미디어 기술, 단일 시스템에서의 가상현실 기술, 가상현실 주변장치 기술, 고속 통신망 기술, 분산처리 기술 등을 바탕으로 네트워크를 기반으로 하는 분산 가상현실 기술 개발이 활발하게 진행되고 있다.

지금까지 연구되고 있는 대부분의 네트워크 기반 가상현실 기술에서는 한개의 가상공간을 얼마나 많은 참여자가 가상공간을 실시간으로 공유할 수 있도록 하는 기술 개발에 초점을 맞추어 왔다. 본 프로젝트는 향후 구축될 초고속 정보통신망에서 동시에 여러개의 가상공간이 존재하고 여러 종류의 시스템을 사용하는 많은 참여자가 동시에 여러 가상 공간을 실시간으로 공유할 수 있는 기술 개발에 초점을 맞추고 있다.

최종 목표 시스템의 특성은 이기종을 사용하는 여러 참여자들이 서로 다른 가상공간을 이동하면서 협동작업을 지원, 가상 세계의 실시간 처리에 따른 몰입감 및 현실감 제공, 가상세계와 참여자간에 실세계와 동일한 상호작용 지원, 실세계와 가상세계의 결합(Augmented Reality), 가상공간내에서의 멀티미디어 정보 처리, 3차원 음향지원, 이종간 호환성있는 가상공간 참여 지원, 여러개의 서로 다른 가상 공간간 이동(Warping), 음성, 몸동작 등 멀티모달 인터페이스 지원 등이다.

목표 달성을 위하여 ETRI에서 수행하고 있는 대략적인 연구 분야는

- 가상현실 서비스 창출 기술
- 실감연출 기술

- 분산공유 가상현실 미들웨어 기술
- 다양한 미디어 처리 기술
- 가상현실 사용자 접속 기술 등이다.

IV. 21세기 가상현실 응용

가상현실은 컴퓨터 운용 기술만이 아닌 여러가지 초복합적인 기술이 응용되는 종합 멀티미디어 기술의 집약체로 설명되고 있다. 특히, 그 응용 분야에 있어서는 상상을 초월할 정도의 무궁 무진한 꿈의 기술로 일컬어지고 있다. 세계 하이테크 시장에서의 이에 대한 결론도 가상현실로 모아지고 있다. 업계 관계자들은 “향후 멀티미디어 기술을 통한 컴퓨터 산업의 급신장은 바로 가상 현실 기술로 이어질 것”으로 전망하고 있다^[9].

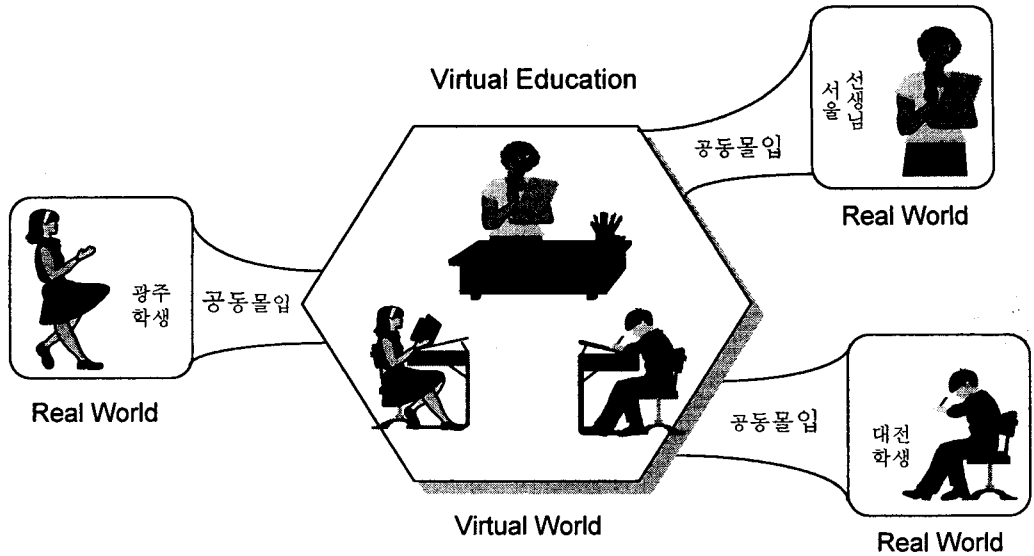
근래의 인터넷과 같은 정보 통신망의 발전, 고성능 컴퓨터의 발전과 보급에 따라 네트워크 컴퓨터와 차세대 PC의 개념이 새롭게 등장하고 있고, 이에 따라 새로운 유형의 정보산업 분야가 개척되고 있다. 이러한 유형의 정보산업 분야중에서도 가상현실 기술을 활용한 가상사회(Virtual Society)는 가까운 장래에 도래할 것으로 예측되고 있다. 현재 이러한 개념은 워싱턴대의 GreenSpace 프로그램, 소니 CLS의 Vitrual Society 프로젝트, NTT의 InterSpace 프로젝트 등에서 이미 접근을 시도한

예를 보이고 있다. 현재 국내 ETRI에서도 다양한 분산공유 가상현실 기반 구조 및 핵심 기술들을 개발하고 있으며, 개발된 결과를 검증하기 위한 프로토타입 시스템을 구축하여 미래 가상사회 건설의 예를 선보일 예정이다.

여기서 ‘가상사회’의 개념은 실세계의 사회적 기능을 은유(Metaphor)하여 가상공간의 임의의 범위에 집약화하므로써 실세계의 인간의 사회 활동을 지원하고자하는 것이다. 이러한 가상사회는 실세계와 마찬가지로 여러개의 가상도시(Virtual City)가 존재하고 가상 도시내에는 가상거리(Virtual Street)가 존재한다(그림 1. 참조). 그리고 가상거리 주변에는 실세계에서 제공되는 다양한 사회적인 기능들이 존재한다. 가상공간에서 수행 가능한 대표적인 가상사회의 사회적 기능으로는 쇼핑센터, 박물관, 영화관, 교육 기관, 테마파크, 스포츠 센터, 교통 터미널, Adventure shop, amusment center 등을 들 수 있다. 이러한 사회적 기능은 실세계에서와 같이 가상도시에서도 공간적으로 배치되어, 사용자는 그 가상도시에 몰입하여 사회적인 활동을 할 수 있다. 이와 같은 가상 사회는 인터넷상에 여러개의 가상도시들로 구현된다. 가상도시는 정보 제공자에 의해서 구축된다. 그리고 지구촌 어느곳에서든 누구나도 가상도시에 가서 사회적 기능을 제공받는다(그림 2.는 사회적 기능중 가상 교육 개념도를 나타낸다).



〈그림 1〉 가상사회에서의 가상도시 예.



(그림 2) 사회적인 기능중 가상교육 개념도.

“사람들은 이러한 가상도시에서 공원이나 거리를 산보하면서 여러 사람과 마주치고, 오랫동안 친구를 만나기도 하고 악수를 하면서 다정다감한 이야기를 나누기도 한다. 외국인이 길을 물어 오기도 한다. 거리의 한 모퉁이에서는 전단을 뿌리는 사람이 있고, 인접한 오디오 판매점에서는 신곡이 시끄럽게 흘러나온다. 백화점에 들러 쇼핑을 하다가 마음에 드는 물건이 보이면 점원과 상담하고 구입할 수 있다. 이때 마음에 드는 물건이 없으면 곧 바로 파리에 있는 어느 백화점에 들러 쇼핑할 수도 있다. 또 초등학교에 다니는 딸아이는 방과후 집에서 차세대 PC를 통하여 가상도시의 과외 학원에 몰입하여 과외 수업을 받는다. 회사원인 아빠는 사무실의 컴퓨터를 통하여 그 과외 학원을 찾아가서 복도에서 수업 과정을 관람한다. 제주도 별장에서 재택 근무를 하고있는 김사장은 별장의 컴퓨터를 통하여 울산의 자동차 디자인 센타의 가상 자동차 전시장을 방문하여 신차모델의 주위를 돌며, 디자인에 관하여 양부장으로부터 브리핑을 받는다. 사장이 앞문을 열고 가상 자동차에 탑승하여 승차감도 느끼고 직접 주행 시뮬레이션할 수도 있다.” 이것은 바로 가상현실 기술로 만들어 낸 21세기 미래

사회의 발전상이다. 이렇듯 가상현실은 우리의 문화 생활상을 뒤바꿔 놓을 것이므로 반드시 우리 문화에 맞는 가상사회를 건설하여야 한다.

V. 결 론

분산공유 가상현실 공간의 다수 참여자들은 공간적 제약없이 컴퓨터가 만들어낸 가상 공간내에서 실시간으로 상호간의 작용이 가능하여야 한다. 분산공유 가상현실 시스템에서의 상호작용은 참여자와 다른 참여자간의 작용은 물론, 사용자와 가상 공간내의 객체들, 그리고 공간내의 객체와 객체들간의 작용을 의미한다. 또한, 가상공간내에 분산되어 있는 자료와 객체들을 단일 가상 공간내에서 결합하여 다수의 참여자들이 공유할 수 있게 하여야 한다.

분산공유 가상현실 시스템을 통하여 네트워크상에 산재되어 있는 다수의 사용자들을 하나의 공통된 가상현실 공간속에 몰입시키기 위해서는 참여자의 로컬 컴퓨터(시스템)의 성능과는 별도로, 수많은

문제점들이 발생하게 된다. 본 논문에서는 Stand-alone 가상현실 시스템으로부터 다수 참여자의 네트워크 기반 가상현실 시스템으로 확장되면서 당면하게되는 정보 전송, 정보 흐름 관리, 통신 프로토콜 등 통신 관련 문제 및 요구 사항들을 분석하고 이들에 대한 해결 가능한 방법을 소개하였다.

지금까지 연구되고 있는 대부분의 네트워크 기반 가상현실 기술에서는 한개의 가상공간내 한명 또는 다수의 참여자가 공유하는 가상현실 기술 개발에만 초점을 맞추어 왔다. 그러나, 21세기 가상사회 건설을 위해서는 여러개의 가상공간이 동시에 존재해야 하고, 여러 기종의 시스템을 사용하는 많은 참여자가 동시에 여러개의 가상공간을 실시간으로 공유할 수 있는 기술 개발에 초점을 맞추고 있다.

참 고 문 헌

[1] 최락만, 민병의, "가상현실 기술," 한국전자통신연구소 주간기술동향 95-12~13, 1995. 4
 [2] 사이버테크의 총아 가상현실, 마이크로소프트, 1995.6
 [3] R. Gossweiler, C. Long, S. Koga and R. Pausch, "A Distributed Virtual Environ-

ment Research Platform," IEEE Symposium on Research Frontiers in VR, October 1993.
 [4] A. Pulkka, Spatial Culling of Interpersonal Communication within Large-Scale Multi-User Virtual Environments, Master Thesis, University of Washington, 1995.
 [5] IEEE Standard for Information Technology-Protocols for Distributed Interactive Simulation(DIS) Applications, Version 2.0, Institute for Simulation and Training Report IST-CR-93-15, University of Central Florida, May 1993.
 [6] M. Macedonia, M. Zyda, D. Pratt, T. Barham and S. Zeswitz, "NPSNET : A Network Software Architecture for Large-Scale Virtual Environments," Presence, Vol 3, No. 4, pp. 10-15, 1993.
 [7] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting," Request for Comments (RFC) 1112, ftp://ds.internic.net/rfc/rfc1112.txt, August 1989.
 [8] B. Roehl, "Distributed Virtual Reality-An Overview," Available at http://sune.uwaterloo.ca/~broehl/distrib.html.
 [9] 떠오르는 21세기 산업 가상현실, 컴퓨터와 커뮤니케이션, 1996.2

저자 소개



宋 慶 俊

1956年 1月 7日生

1982年 명지대학교 전자공학과 졸업(학사)

1984年 명지대학교 전자공학과 졸업(석사)

1985年~1985年

한국전자기술연구소 연구원

1986年~현재

한국전자통신연구소 인공지능연구실 선임연구원

관심분야 : 가상현실시스템, 멀티미디어시스템, 에이전트시스템



閔 丙 義

1958年 9月 6日生

1982年 한양대학교 졸업(학사)

1984年 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사)

1992年 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(박사)

1984年~1987年

대림산업기술연구소

1987年~현재

한국전자통신연구소 인공지능연구실 실장

관심분야 : 멀티미디어시스템, 에이전트, 가상현실



朴 治 恒

1947年 1月 12日生
 1974年 서울대학교 응용물리학과(학사)
 1980年 한국과학원 전산학과(석사)
 1987年 파리 6대학 전산학과(박사)

1974年~1978年 한국과학기술연구소 연구원
 1978年~1985年 한국전자기술연구소 선임연구원
 1985年~현재 한국전자통신연구소 멀티미디어연구부장

관심분야 : 멀티미디어, 분산시스템, 그룹웨어, 가상현실, 네트워크 컴퓨팅, 에이전트 아키텍처



吳 吉 祿

1945年 6月 18日生
 1968年 서울대학교(학사)
 1975年 한국과학기술원(석사)
 1981年 프랑스 리옹 소재 국립응용과학원(박사)

1969年~1978年 한국과학기술연구소 선임연구원
 1978年~1982年 한국과학기술연구소 책임연구원
 1982年~현재 한국전자통신연구소 컴퓨터연구단장

관심분야 : 광역분산 컴퓨팅기술, 대용량 병렬처리기술, 멀티미디어 및 가상현실