과학교육에서 가상현실 기법의 활용 모색

심규철 · 박종석 · 김현섭 · 김재현 · 박영철 · 류해일
(공주대학교 과학교육연구소)

Exploring Application Ways of Virtual Reality Technology in Science Education

Shim, Kew-Cheol · Jong-Seok Park · Hyun-Sup Kim · Jae-Hyun Kim · Young-Chul Park · Hai-Il Ryu
(Institute of Science Education, Kongju National University)

ABSTRACT

Virtual reality technology is very useful for the 21C science education, and is able to contribute to the development of new teaching and learning methods in science education. One of these computer-based technologies, virtual reality, is possible to use in many directions. It is a new communication medium that is receiving a lot of attention, and is usually identified by a collection of technological hardware. Virtual reality is defined as a highly interactive, computer-based, multimedia environment in which the user becomes the participant, with the computer in a virtual real world. A key feature of virtual reality is real-time interactivity, in that the computer is able to detect user inputs and instantaneously modify the virtual world. It is being used in a wide variety of fields including physics, chemistry, human biology, biomedical sciences, military, architecture, industry and the entertainment. In classroom, using science educational program developed by virtual reality technology can increase the interests of students, promote understanding of basic science concepts, help laboratory skills, and encourage creative learning for them.

Key words : virtual reality technology, science education, new teaching and learning method

Ⅰ. 서 론

1. 연구의 배경

현대는 사회적으로 급속한 변화를 겪고 있다. Toffler(1980)는 사회 내에 존재하는 세 가지의 물결을 제시하고 있다. 그 첫 번째 물결은 농업 사회이며, 두 번째 물결은 산업 사회이다. 마지막 제 3의 물결은 정보화 사회이다. 여기에 덧붙여, Tella(1995)는 네트웍 문화 또는 네트웍 사회를 제 4의 물결로 추가하였다.

오늘날 사회의 모습은 다면적인 사회에서 단순한 하나의 계층 사회만을 선택하여 살아간다기보다는 다차원적인 계층적 사회 구조 속에 창출된 다양한 정보

*2001년 6월 5일 받음.
*이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의하여 지원되었음(KRF-99-005-D00075).

들이 네트워을 통해 공유되는 사회로 변화되는 시점에 있다. 또한 폭발적으로 증가하는 정보의 양을 처리하고 전달하기 위한 기술력의 발달로 인해 정보화 사회는 가속화 단계에 접어들고 있다. 글로벌 네트워, 네트워 문화, 네트워 사회에 의해 완성되어 가는 제 4의 물결은 글로벌 커뮤니케이션, 가상학교, 원격 교육으로의 확대를 가져오게 되었다. 반면에 단순한 정보처리 및 정보전달을 목적으로 하지 않고 정보의 질적 발전을 요구하는 대중의 증가와 기술력의 축적을 바탕으로 현장감 또는 현실감 있는 정보 처리가 이루어지고 있다. 21세기의 고도의 지식 정보화 사회, 창의적 지식기반 사회에서는 개인의 정보활용 능력과 창의적 능력이 대단히 중요한 역할을 하게될 것이며, 학교 교육도 이에 맞추어 적절하게 변화되어야만 한다(육근철, 2000).

최근 들어 컴퓨터의 사용은 학습에 매우 중요한 도구로서 강조되고 있다. 컴퓨터는 학습자 중심의 멀티미디어 교수 환경을 제공하며, 정보의 원천 기능을 가진 교육 도구로서의 기능을 갖고 있으며, 인터넷 인터페이스 기술의 발달로 인해 교수-학습의 환경 변화에도 커다란 영향을 미치고 있다(Peat & Fernandez, 2000; Baggott & Wright, 1997). 이러한 기술적 발달은 웹을 기반으로 한 교육 자료 및 교육 프로그램의 개발을 촉진하게 하였다. 또한, 인터넷의 활용은 수업 시간 동안 교사에 의한 교육 도구로서의 기능은 물론 학습자로 하여금 자기 주도적 교수-학습 활동을 가능하게 하였으며, 학습자 개개인뿐만 아니라 집단별로도 다양한 교수-활동을 가능하게 하였다(Kapa, 1999; Anderson et al., 1999; Baggott & Wright, 1997; Van Biljon et al, 1999; Newton, 1997).

현재, 우리 나라의 교육정보화 사업은 자기 주도적인 교육 및 평생교육 사회 실현의 정보 기반을 제공하여 21세기 정보사회에 적합한 인재를 육성함으로써 교육의 국가 경쟁력을 높인다는 궁극적인 목표 하에 여러 과제들이 적극적으로 추진되고 있다. 그 기반 사업으로 학내 전산망, 교육 전산망 및 초고속 정보통신망의 조기 구축을 통한 초 · 중 · 고등학교의 인터넷 활용 환경 구축을 적극적으로 추진하고 있으며, 내용기반 조성을 위해서도 각 종 교수-학습용 멀티미디어 데이터베이스 및 소프트웨어 개발 등을 지원하고 있다. 이러한 사회 환경 변화에 대처하고자 수 차례 교육과정의 개정 과정을 통하여 그 동안의 주입식 교육, 교사 중심의 단 방향적인 교육에서 탈피하여 학생들이 자신의 능력과 흥미에 맞게 교육내용과 방법을 선택하여 자율적으로 학습할 수 있도록 하고 있으며, 자기 주도적인 교육의 방향으로 과학과의 교수-학습 활동이 이루어지길 바라고 있다(교육부, 1999). 또한, 자기 주도적 교육에서는 학생들의 다양한 학습활동이 요구되는데, 이때 학생들의 학습활동은 교사가 준비하는 학습자료나 주어진 학습환경 내에서 이루어지기 때문에 학습자료의 체계적 구성과 자기 주도적 학습환경은 교육의 성공여부와 직결된다. 이러한 관점에서 교수-학습 활동에 멀티미디어 학습 프로그램 및 인터넷의 활용은 자기 주도적인 교육의 장을 열어 가는데 대단히 중요하게 인식되고 있다.

조영남(1998)은 인터넷의 보급과 월드와이드웹(World Wide Web)의 속성 및 자원을 바탕으로 한 하이퍼미디어의 이용은 잘 설계된 학습 환경과 자원을 창출할 수 있으며, 구성주의에 기초한 교수-학습 원리의 구현을 위한 최적의 환경을 제공해 줄 수 있다고 주장한다. 또한, 풍부한 학습 환경을 제공하기 위해서는 구성 도구와 가상 현상의 활용이 중요한 요소로 작용할 수 있다(Perkins, 1991). 이러한 특성은 가상현실 기법의 활용을 통해서 극대화될 수 있다.

2. 연구의 목적 및 필요성

가상현실은 컴퓨터 네트워크를 이용한 커뮤니케이션을 통해서 만들어지고 유지되는 가상공간 속에서 사람들이 3차원의 현실세계와 똑같은 체험을 할 수 있도록 구현한 가상세계를 말한다. 이렇게 구현된 가상세계에서는 사람들이 그들이 있는 곳과는 다른 환경에 있다는 것을 느끼게 해주기 때문에 사람들의 일상적 경험을 좀더 풍부하게 하고, 서로의 경험을 전달할 수 있게 한다. 또한, 위협적이지 않고 안전한 학습 환경의 제공, 학습에 대한 주인의식 및 자율성 강

화 등 구성주의 교수 원리에 적합한 교육 매체의 제작에 매우 효율적이라 하겠다(조영남, 1998).

따라서, 21세기 지식·정보화 사회 환경에 적합한 교육을 위해서는 세계화에 부응하는 교육정보 환경 개발, 정보화 사회에 적합한 교육 패러다임의 개발, 개인의 능력과 창의성을 신장시킬 수 있는 개별화된 수준별 교수-학습 프로그램 개발, 3차원의 입체 영상 시대에 적합한 멀티미디어 학습 프로그램 연구·개발, 사이버 시대에 적합한 인성 교육 등의 교육 목표를 달성하는 데에 가상현실 기법의 활용 가치는 매우 높다고 하겠다.

본 연구에서는 가상현실 기법의 특성을 고찰하고 한국의 교육정보화 환경 및 가상현실 기법을 활용한 과학교육 프로그램에 대한 학습자의 반응 등을 조사하여 과학교육에서 가상현실 기법의 활용 가치에 대해 논의하고자 하였다. 또한, 미래의 과학교육 환경의 변화를 유도하고 과학교육에서의 교육적 효과를 높일 수 있는 새로운 과학교육 패러다임과 교육적 시사점을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 본 론

1. 가상현실의 의미와 유형

가상현실(VR: Virtual Reality)이란 용어는 Lanier에 의해 처음으로 쓰인 말로 이와 유사한 표현으로는 인공환경, 가상세계, 사이버스페이스 등의 개념으로 사용하기도 하는데(Beier, 2000), 인간이 가진 기술을 집약하여 만들어낸 가상 세계 또는 컴퓨터가 만든 가상의 공간을 현실감 있게 느끼는 것이라고 말할 수 있다. 즉, 실제환경과 유사하게 만들어진 컴퓨터 모델 속에 들어가 시각, 청각, 촉각 같은 감각들을 이용하여 그 속에서 정의된 세계를 경험하고 대화식으로 정보를 주고받는 것을 말한다.

인간은 보고 듣고 냄새 맡으며, 맛을 보고 피부로 느끼는 등 오감을 가지고 있다. 인간의 오감은 경이로울 정도로 섬세하고 정확하다. 이런 것을 인간이 착각해 실제로 느끼게 하려면 고도의 기술을 사용하여야 한다. 이러한 가상현실을 구현하려면, 인간에 대한 연구가 필수이며, 의학과 인간공학과 같은 학문의 연구를 바탕으로 이루어질 수 있다. 또한 기계적으로 만들어 내야하므로 대부분의 공학이 사용되며 컴퓨터가 제어와 처리를 맡으므로 컴퓨터의 총체적인 지식이 있어야 한다. 현재는 오감에 대한 측정, 즉 인간의 동작이나 행동을 컴퓨터로 입력하여 데이터화하는 수준이다. 기술이 발전할수록 인간의 오감을 제대로 속일 수 있는 것들이 개발될 것이다.

가상현실의 형태를 몰입감과 목표를 고려하여 구분하면 몰입형, 시뮬레이션형, 투영형 및 데스크탑형 등으로 나눌 수 있다(권태경, 1996 pp20-24). 포함형 가상현실(Inclusive VR)이라고도 하는 몰입형 가상현실은 가상현실에 완전히 빠져들게 할 수 있는 기술이다. HMD(Head Mounted Display)을 통한 3차원 영상과 음향의 체험, Power Glove로 사물을 잡고 이동시킬 수 있는 동작, Data Suit을 착용하여 우리 몸을 영상 속에 삽입하는 등의 가상 세계에 대한 체험을 할 수 있다. 시뮬레이션형 가상현실은 흔히 오락실에서 접할 수 있는 것으로 일종의 탈 것과 2차원적이지만 좋은 영상의 그래픽, 효과 음향 및 기구를 통한 3차원적인 힘의 피드백이 주요한 요소라 할 수 있다. 투영형 가상현실은 영상 합성 원리를 이용하여 사람의 포즈나 행동과 함께 배경적인 것을 합성하여 가상현실을 구현하는 기술이다. 마지막으로 데스크탑형 가상현실은 개인용 컴퓨터를 이용한 가상현실이라 할 수 있다. Shutter Glasses를 착용하고 모니터를 통해 3차원 영상을 볼 수 있다. 또한, 키보드, 마우스, 조이스틱과 Power Glove 등을 사용하여 가상현실에 대한 체험을 할 수 있다.

2. 가상현실 기법의 활용

가상현실은 인간과 컴퓨터간의 인터페이스(interface) 설계가 새로워짐으로써 발전되어 간다. 개인용 컴퓨터의 성능 향상과 상대적으로 저렴해진 강력한 3차원 영상 처리기 등에 의해 가상현실 기법이 발달하고 있으며, 사람들의 컴퓨터에 대한 인식 변화는 사이버 공간의 잠재력에 대한 관심을 유도하였다(Walser, 1991).

가상현실 시스템에서 인간은 다양한 세계 즉, 현실 세계와 상상의 세계 모두에 대한 시뮬레이션을 통해 감각적인 채널과 조종자(sensory channels and manipulators)를 이용하여 상호작용 할 수 있다. 이 때, 사용자가 가상현실 세계에 몰입하게 됨으로써 가상현실의 효과를 극대화할 수 있다(Fig. 1). 또한 3차원 그래픽과 입체 음향 효과를 나타내고 조이스틱, 마우스 또는 키보드를 활용하여 제어할 수 있는 영상 시스템을 통해 단순하기는 하지만 가상현실을 가정이나 학교에서도 체험할 수 있다.

이와 같은 가상현실 시스템은 원격통신, 건강 및 의학, 교육 및 훈련, 상품 디자인, 마케팅, 오락 및 연예, 관광 산업 및 군사 분야 등 다양한 분야에서 활용이 가능하다(공주대학교 과학교육연구소, 2001). 가상현실이 갖는 여러 가지 장점을 고려한 활용 분야는 다음과 같다.

첫째, 원자력 발전소와 같이 위험성 높아 실제로 접근하기 곤란한 분야이다. 기존에 방사선 피폭의 위험이 높은 작업은 로봇을 활용하여 왔으며, 핵 반응기의 상황은 주로 시뮬레이션을 통한 수치자료로 검증해왔다. 이러한 부분들이 이제는 가상현실 시스템을 이용하여 조절되고 상황을 검증하고 있다.

둘째, 의료 수술, 항공 및 군사 훈련, 우주 탐사 등과 실제로 반복 연습하기 어려운 분야이다. 의료 분야에서는 원격 진료, 원격 수술 등이 대표적이며 입체 안경과 수술시 사용하는 가위나 메스 등 이것을

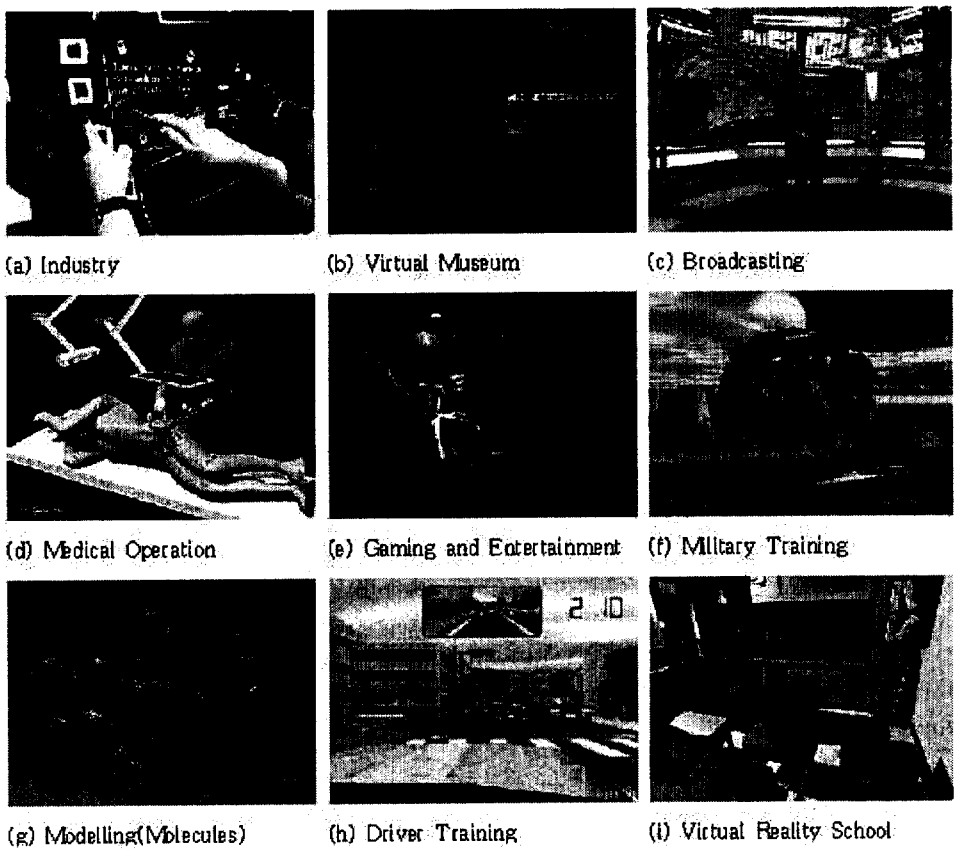

Fig. 1. Application types of virtual reality technology(copyright by ETRI)

이용하는 로봇 기술을 적용하는 단계에 도달해 있다. 최근에는 성형수술분야에서 수술 후의 모습을 확인하는데도 활용되고 있다. 항공 및 군사 훈련에서는 기존의 시뮬레이터를 이제는 가상현실 시스템이 대체하여 보다 현실감 있는 훈련이 가능하도록 기능이 추가되고 있다. 현실적으로 사람이 화성과 같은 우주의 행성을 탐사하는 일은 매우 어려운 일이다. 그러나 가상현실을 이용하면 실제 화성에 착륙하여 탐사하는 것과 같은 경험을 할 수 있다.

셋째, 이론적이고 고차원적인 학문 분야이다. 천문학이나 생물학, 화학 등의 가상의 태양계, 분자 및 DNA 구조의 3차원 모델링과 같이 연구 자료가 너무 미세하여 확인하기 곤란한 자료의 가시화에 주로 이용되고 있다. 또한, 태풍의 구름 사진이나 엘니뇨 등과 같은 자연현상의 입체 영상을 시각화하는데 이용될 수 있다.

넷째, 교육 훈련 및 오락 예술 분야이다. 교육 및 훈련 분야에서는 가상현실을 주로 비행기나 전차의 조종 시뮬레이션 교육에 활용하고 있다. 최근에는 공간적 및 시간적 제약으로 인해 수행하기 어려운 실험을 원격제어 실험실을 통해 교육에 활용하고 있다. 이외에도 원격 교육 및 가상도서관, 가상 박물관, 가상 과학관 등을 통한 학습을 가능하게 하였다. 가상현실 기술을 가장 먼저 그리고 가장 많이 활용하는 분야 중의 하나인 오락 및 예술 분야에서는 가상현실 영화관, 가상 박물관, 가상 미술관, 가상 스포츠, 가상 여행 등 아이디어에 따라 활용 폭이 가장 넓으며, 가상현실을 응용한 게임 등도 개발하고 있다.

다섯째, 토목 및 건축분야이다. 토목공사는 비용, 안전성, 미관 등 여러 가지 면에서 시행착오가 나타날 가능성이 매우 높다. 그러나, 시행착오로 인한 대가는 너무도 크다. 따라서 가상현실 기법의 활용은 비용 및 기술에 대한 위험성 감소, 미관 등의 특성을 실제와 같이 검증할 수 있는 기회를 제공해준다. 건축 및 인테리어의 경우에도 컴퓨터 그래픽을 이용하여 시뮬레이션 하던 건축 및 인테리어를 가상현실을 이용하여 보다 현실감 있게 공간 구성 및 기능을 배치할 수 있게 만든다.

이외에도 전자 상거래에서는 구매자가 직접 실물을 볼 수 없기 때문에 신뢰성의 문제를 발생하는데 가상현실 기술은 분신(아바타, Avatar)을 이용, 사이버 쇼핑몰에 들어가 전시되어 있는 물건을 직접 확인해 볼 수 있게 해줌으로써 소비자에게 신뢰감을 준다. 가상 스튜디오를 이용한 방송 분야에서는 선거 결과, 운동 경기, 옛 유적 복원 등 중요한 이벤트가 있을 때마다 각 방송국들이 다투어 개발하고 있다.

3. 가상현실 기법과 과학교육

전통적인 교수-학습 환경에서는 학습자들이 학습 주제에 대한 교사의 강의를 통하거나 교재를 탐독함으로써 학습이 이루어진다. 그러나, 추상적 과학 개념을 이해하기 위해서는 눈으로 확인하기 어렵고 감지하기 어려운 개념이나 추상적인 현상과 관계된 모형을 구성할 필요가 있다. 이런 경우에 학습자는 실생활적인 유추를 할 수 없기 때문에 이전에 자신의 개인적 경험을 바탕으로 학습하기가 어렵다. 또한, 이전의 경험은 오히려 과학적 원리를 왜곡하거나 그에 대한 편견을 갖게 할 수 있다.

21세기는 정보화 사회라는 데에 이의를 제기하기는 어려울 것이다. 이에 적합한 인재 육성과 미래 사회를 대비하기 위한 컴퓨터 소양(computer literacy)에 적절한 교육 시스템 구축은 매우 중요하다. 현재 교육 전산망 및 초고속 정보 통신망 구축이 학내는 물론 일반 가정에서도 빠르게 진행되고 있다. 또한, 인터넷의 웹 자료를 교육 매체로 활용하기 위한 여러 과제가 추진되고 있다.

그러나, 학습자에게 적합한 교육 매체는 그리 풍부하지 못한 상태에 있다. 과학 교육은 실제 상황 속에서 다양한 탐구 실험을 수행하는 것이 절대적으로 필요하다. 우리 나라 학교 현장에서는 다 인수 학급과 과학 교사의 수업 시수의 과다로 인한 장비, 공간, 실험 재료의 확보, 학생의 이동 문제 등 현실적으로 어려운 점이 많다. 이것을 해결하기 위한 대안의 하나로 3차원 가상현실 기법을 활용할 수 있다. 가상현실 기법의 활용은 가상 실험실에서의 실험을 통한 학생의 흥미 유발 및 실제적 실험으로 인한 문제점 최소화, 추상적인 과학적 원리나 모형에 대한 설명을 통

한 이해 증진, 원격제어 실험을 통한 장비, 공간, 실험 재료의 확보 및 위험성 제거와 같은 많은 장점들을 가지고 있다. 또한 이러한 교육 매체는 학습자가 동적인 상호작용을 함으로써 학습 상황과 접촉하며 반응할 수 있다(Traub, 1991). 새로운 교수법의 개발과 다양한 교육 매체의 개발을 통한 교육 자료의 다양화에도 기여할 수 있을 것이다.

또한, 과학 교과에서는 다른 교과에 비해서 실제 상황 속에서 다양한 탐구를 수행하는 것이 절대적으로 필요하다. 그러나, 현재의 학교 상황에서는 장비 문제, 공간 문제, 실험 표본의 보유 문제, 학생의 이동 문제 등 현실적으로 그 시행 과정에 많은 문제점들이 존재한다. 이러한 문제점들은 최근 이와 같은 새로운 연구 방안의 하나로 등장하여 각광을 받고 있는 3차원의 가상현실 기법을 활용한 교육 시스템을 통해 극복할 수 있다(공주대학교 과학교육연구소, 2001). 즉, 가상공간에 이미 구축되어 있는 데이터베이스의 자료를 활용하고 멀리 떨어진 곳에 설치되어 있는 실험 기기를 원격제어를 통하여 활용하며, 가상공간에서 현실감을 최대한으로 부여한 가상현실 3차원 프로그램의 활용을 통해 가능하다. 가상현실 기법은 가상공간에서 이미 컴퓨터에 구축되어 있는 데이터베이스의 자료를 활용하고, 가상적 공간에서 현실감을 최대한으로 부여한 가상현실 프로그램을 활용하는 것이다. 이러한 가상현실 기법은 인간과 컴퓨터의 인터페이스, 실제 세계와 거의 구별되지 않는 공간적 이미지가 구현되는 3차원적인 멀티미디어 학습 프로그램 제작을 가능하게 하기 때문에 자기 주도적인 학교교육 환경을 구축하는데 촉매제의 역할을 기대할 수 있을 것이다.

4. 과학교육에의 가상현실 기법의 활용 가능성

1) 과학교육 정보화 환경

한국전산원(2001)과 통계청(2001)의 자료를 통해 현재 한국의 PC통신 및 인터넷 이용자와 접속 방법 및 이용 장소(Table 1-3), 그리고 초 · 중 · 고등학생의 PC통신과 인터넷의 활용 목적과 이용 시간 등을 살펴보면 다음과 같다(Table 4-5).

PC 통신과 인터넷 이용자의 수는 1994년에 비해 2000년에는 10배 이상으로 폭발적인 증가를 나타낸 것으로 보고되었다(한국전산원, 2001). PC 통신과 인터넷 이용 연령층은 20대가 36.2%이고 10대 이하가 35.6%로 대부분을 차지하고 있으며, 이들 중 대부분은 가정에서 접속하는 것으로 나타났다. 또한, 가정에서의 접속 방법이 아직은 대부분이 전화 모뎀을 사용하고 있으나 점차 ADSL과 같은 전용선을 통해 인터넷과 PC 통신에 접속하는 비율이 급속도로 증가하는 추세이다.

유치원에서부터 초 · 중등학교 학생들의 PC 통신 및 인터넷 사용 목적과 주당 사용 시간 조사에서는 연령이 어릴수록 게임과 오락 부분에 많은 시간을 사

Table 1. Percentages of users of PC communication and internet by age

Less than 20	20 ~ 29	30 ~ 39	40 ~ 49	More than 50
35.6	36.2	18.8	7.3	2.1

Table 2. Percentages of places to connect with PC communication and internet

Home	School/Company	PC room
54.7	26.8	18.4

Table 3. Percentages of tools to connect with PC communication and internet at home

Phone modem	Cable modem	ISDN	ADSL	etc.
61.9	11.7	2.9	22.7	0.8

Table 4. Percentages of goals to use PC communication and internet by age

Age (year)	Learning	Gaming and entertainment	Acquisition of information	Electronic mailing service	Chatting	etc.
6-9	35.9	51.8	9.2	3.0	-	-
10-15	21.1	28.9	35.9	1.0	13.2	-
15-19	14.7	10.5	45.5	3.4	24.4	1.4

Table 5. Percentages of hours per week to use PC communication and internet by age

Age (year)	Less than 7 hrs	7-14hrs	14-21 hrs	21-28 hrs	28-35 hrs	More than 35 hrs
6-9	78.7	18.2	2.6	0.3	0.1	0.1
10-15	71.0	22.9	4.5	1.0	0.1	0.4
15-19	67.9	23.0	6.7	1.2	0.8	0.3

용하고 있으나 연령이 증가하면서 정보 획득이나 학습, 대화방 활동 등에 활용하는 비율이 높아지는 것을 알 수 있다. 그리고 대부분의 학생들은 주당 7시간 이하 사용하고 있으나 상당수의 10대들은 주당 7시간에서 14시간 가량의 인터넷이나 PC 통신을 활용하는 것을 알 수 있다.

이렇듯 우리 나라의 인터넷이나 정보 통신 환경이 급속하게 발전하고 있으며, 이용 연령층도 점차 낮아지고 있는 것을 알 수 있다. 그러나, 인터넷 및 정보 통신의 교육적 활용은 아직 미흡한 실정이다. 월드와이드웹의 발달로 세계적으로 교육용 인터넷 사이트와 교육용 프로그램의 개발이 증가하는 추세이기는 하지만 학생들의 흥미와 관심이 학습보다는 오락 및 게임, 대화방 활동 등에 쏠려 있다. 어려서부터 정보화 환경에 노출되는 것은 긍정적이라 할 수 있으나 교육용 프로그램에도 익숙해질 필요가 있다. 따라서 교육적 효과는 물론 흥미를 높일 수 있는 교육 프로그램의 필요성에 따르는 투자가 강조되어야 한다. 가상현실 기법은 구성주의에 기초한 교수-학습 원리의 구현을 위한 최적의 환경을 제공해 줄 수 있으며 (Bricken, 2001; Jonassen, 1994), 풍부한 학습 환경을 제공하고 학습자의 흥미와 참여도, 상호작용성을 높일 수 있기 때문에 과학교육 프로그램의 개발 도구로서 시사하는 바가 크다고 하겠다.

2) 가상현실에 대한 학습자 반응

(1) 가상 현실 기법을 활용한 교육 자료의 개발

본 연구에서 가상 현실 기법의 활용 가능성을 확인하기 위하여 개발한 주제는 화학 교과의 주기율표, 생물 교과의 현미경의 사용법, 물리 영역의 전자기 유도에 대한 것이다(Fig. 2). 이러한 교육 자료의 저작은 영국 Superscape 사의 3D-Webmaster 프로그램을 이용하여, 3D 객체, 모형들이 가상세계에 구현될 수 있게 하여, 학생들이 시각적으로 쉽게 인지할 수 있도록 제작되었다.

원소 주기율표는 화면에는 왼쪽 아래에 4개의 버튼이 있다. 이들 각각은 전기음성도, 이온화에너지, 원자반지름, 초기화 버튼이다. 학생들이 전기음성도 버튼을 누르면 그들은 즉시 전기음성도의 주기성을 볼 수 있다. 다른 화학 개념들도 이와 비슷한 방식으로 학습을 할 수 있다. 이외에 주기율표 상의 각 원소를 클릭하면 원소의 발견자, 성질, 구조 등의 화학 지식이 다른 화면으로 제시되어 학습을 할 수 있다. 아래 그림은 이온화에너지 버튼을 눌렀을 때 주기율표의 변화를 나타낸다.

전자기 유도는 도선을 통과하는 자기 Flux를 변화시켜 전류가 얻어지는 모의 실험으로 자기장과 도선의 단면이 입체적으로 변하기 때문에 3차원적인 표현이 필요한 모의 실험이다. 실제 실험에서는 측정하기

힘든 전압의 변화를 3차원으로 천천히 보여줄 수 있어 교류의 생성을 쉽게 이해할 수 있다. 도선을 회전시키는 손잡이를 클릭하여 회전을 멈출 수 있다.

현미경 작동법은 가상 공간에 있는 현미경의 구조를 이동하면서 관찰할 수 있으며, 회전판과 재물대, 전원 스위치를 작동시키면서 그 기능을 이해할 수 있도록 구성하였다. 현미경의 구조에 마우스를 갖다 대면 그 명칭이 나타나고 클릭을 하면 그 기능에 따라 움지임을 관찰할 수 있다.

(2) 가상현실 기법에 대한 반응

가상현실에 대한 학습자의 인식에 대한 조사는 2001학년도 공주대학교 과학영재교육센터 학생 27명(남학생 16명, 여학생 11명)을 대상으로 공주대학교 과학교육연구소에서 제작한 가상현실 기법을 활용한 중학교 과학교육 자료를 개별적으로 사용한 후, 설문지를 활용하여 조사하였다. 설문 조사 내용은 컴퓨터의 활용과 가상현실에 대한 이해, PC 통신 및 인터넷 활용 목적, 가상현실 기법을 활용한 교육 프로그램에 대한 인식 등 3개 영역으로 구분하여 구성하였다. 앞의 2개 영역은 가상 환경에 대한 적응성을 조사하고자 한 것이며, 나머지 가상현실 기법을 활용한 교육 프로그램에 대한 조사는 비록 제한된 인원이지만 대전 · 충남 지역을 대표할 만한 학생들을 대상으로 한 것이며, 가상현실 기법의 교육적 적용 가능성을 확인하고자 하였다. 가상현실 기법을 활용한 교육 프로그램에 대한 반응은 리커르트 척도(1~5의 5점 척도)로 측정 하였다.

설문에 응답한 학생들 모두 집에 컴퓨터가 있고 인터넷 사용 경험이 있으며 대부분이 전용선을 통해 PC 통신이나 인터넷에 접속하는 것으로 조사되었다(Table 6). 또한 응답한 모든 학생이 가상현실이란 용어를 들어보았으며 그들 중 63%는 그 의미에 대해서도 알고 있는 것으로 조사되었다. 또한, PC 통신과 인터넷 사용 목적을 살펴보면 85% 이상의 학생이 게임 및 오락, 학습, 전자우편 등을 사용하고 있으며, 63% 정도는 대화방 활동을 하는 것으로 조사되었다(Table 7).

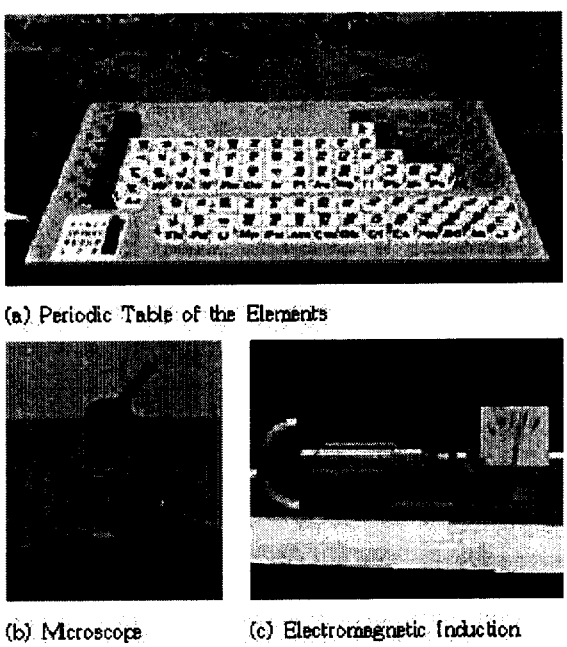

Fig. 2. Application of virtual reality technology in science learning

가상현실 기법을 활용한 교육자료에 대한 반응은 Table 8과 같다. 대부분의 학생들이 가상현실 기법을 활용한 교육자료에 대해 긍정적인 반응을 보인 것으로 나타났다. 설문의 내용이 가상현실 기법의 교육적 효과에 대한 가능성을 확인하고자 한 것에 지나지 않지만, 학습자들의 반응은 가상현실 기법을 활용한 교육자료가 흥미로우며, 학습에 도움이 되고 사용하기에도 어려움이 없는 것으로 조사되었을 뿐만 아니라 계속적인 자료의 개발을 필요로 하는 것을 알 수 있다.

3) 과학교육에의 가상현실 기법의 활용

21세기 지식·정보화 사회 환경에 적합한 과학교육을 위해서는 과학교육 환경을 정보화 사회에 적합한 시스템 구축은 물론 교육 프로그램의 개발이 필요하다. 가상현실 기법에는 값비싼 하드웨어와 소프트웨어를 필요로 하기 때문에 교육 분야에 적극적으로 활

Table 6. Survey of utilizing computers and understanding of virtual reality

	Yes	No
Do you have a computer at home?	100.0%	0.0%
Is the internet network system equiped at home?	96.3%	3.7%
Do you have used the internet?	100.0%	0.0%
Have you ever heard of virtual reality?	100.0%	0.0%
Do you know the meaning of virtual reality?	63.0%	37.0%

Table 7. Percentages of goals to use PC communication and internet of science gifted/talented middle school students

	Learning	Gaming and entertainment	Electronic mailing service	Chatting	etc.
Male	81%	94%	75%	50%	19%
Female	91%	73%	100%	82%	18%
Total	85%	86%	85%	63%	18%

Table 8. Response of science gifted/talented middle school students on the program developed by virtual reality technology

Item \ Scale	1	2	3	4	5	Mean score
· Are you more interested in this virtual reality program than other multi-media educational materials?	1	1	4	6	15	4.22±1.09
· Is it helpful of you to learn science through this virtual reality program?	-	2	5	8	12	4.11± .97
· Is there need to provide this virtual reality program with students?	1	-	5	4	17	4.33±1.04
· Isn't it difficult of you to use this virtual reality program?	-	1	7	5	14	4.19± .96

용하지 못하고 있는 실정이나 정보통신 기술의 발달과 함께 이러한 하드웨어와 소프트웨어 가격이 점차 저렴해지고 있어 앞으로의 활용 가능성은 무궁하다고 할 수 있다.

또한, 교육 분야에서 가상현실의 최대 매력은 가상현실 시스템이 제공하는 유연성 또는 융통성이다. 다른 멀티미디어 매체에 비하여 초기의 설치비용이 고가이지만 가상현실시스템이 제공하는 다른 장점들을 고려한다면 비용은 큰 문제가 되질 않을 것이다 (National Research Council, 1999). 가상현실 시스템은 단 하나의 분야만이 가능했던 기존의 실험실과 달리 화학, 물리 그리고 지구과학 등 여러 분야를 동시에 지원할 수 있다. 현재로서는 데스크탑형 가상현실 시스템의 사용이 증가하고 있으나 가까운 미래에 준 몰입형 가상현실 시스템이 보편화될 것이다. 궁극적으로는 HMD와 같은 가상현실 구축을 위한 장비들이 합리적인 가격으로 사용이 가능하게 되면 완전 몰입형 가상현실 시스템이 보편화될 것이다.

과학교육에 있어서 가상현실 기법의 활용이 가지는 장점은 다음과 같다(심규철 외, 2000).

· 3차원 가상현실 기법은 기존의 2차원적 교육 매체보다 학습자의 다양한 감각기관을 자극하기 때문에 학생들의 흥미 유발에 도움이 될 수 있다.

· 가상환경과 사용자간의 실시간 상호작용이 가능하기 때문에 학습자의 행동이 즉시 반영될 수 있으며, 시행착오를 통해 오류를 해결할 수 있다.

· 인터넷을 통한 원거리 학습자들의 의견 교환, 실습 및 협동학습이 가능하다.

· 고가의 장비를 사용하거나 위험성 높은 실험에 대한 원격 제어 실험실 운영이 가능하다.

· 컴퓨터 시뮬레이션 기법을 활용하여 고가의 장비나 시스템을 모델화 하여 비용 절감 효과를 얻을 수 있으며, 위험성이 높은 실험에 대한 모의 실험이 가능하다.

· 상호작용 및 시행착오를 통하여 학생들의 자기주도적 학습을 할 수 있으며, 학생들의 흥미 유발에 도움이 된다.

· 가상현실 기법을 활용한 교육 매체는 실제 교수-학습에 효과적으로 이용될 수 있다.

· 교육 정보화 사회, 자기 주도적인 교육 사회 및 평생교육 사회의 기초를 다지는데 일조를 할 것이다.

비록 가상현실 기법을 활용한 교육 프로그램은 사실성이나 현실감이 매우 높지만, 학습자의 능동적 참여나 반응이 뒤따르지 않는다면 교육적 효과를 기대하기 어렵다. 그러므로, 학습자가 프로그램을 단순히 쳐다보고 생각하는 수동적인 학습 활동보다는 능동적으로 무엇인가를 직접 주고받는 실행을 통한 학습을 적극적으로 구현해야 한다.

이를 위해서는 학습자가 현실 학습 상황에서 취하는 자연스러운 학습 과정이 학습 자료에 효과적으로 반영되도록 해야 한다. 즉, 목표를 먼저 설정하고 질문사항을 만들고 그 질문들을 스스로 해결하는 과정에서 필요한 정보를 입수하고 분석하여 적합한 내용을 취사선택하는 일련의 문제 해결 활동을 하게 함으로써 목표가 자연스럽게 달성되는 학습 과정을 구성해야 한다. 가상현실 기법을 활용한 교육 프로그램의 개발은 가상현실 기법의 장점을 극대화 할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 다음과 같은 점들을 고려해야 한다.

· 가상현실 기법의 활용성이 높은 학습 내용을 선정한다. 가상현실이란 실제 상황에서 가능한 것을 가상 공간에서 구현하기도 하지만 실제 상황에서 불가능한 것을 표현할 수 있는 장점이 있다. 가상현실 기법을 활용하지 않아도 되는 학습 내용이나 상황의 설정은 지양하고 가상현실의 장점을 살려 학습 내용의 이해도를 최대화할 수 있도록 한다. 예를 들면, 인체 내부의 기행을 통한 인체 기관의 모양이나 기능에 대한 학습, 물리화학적 미세 구조 및 반응에 대한 학습은 실제로는 불가능하지만 가상현실 기법의 활용을 통해서는 구현이 가능하다. 또한, 핵반응이나 생태계 파괴, 기상 변화, 환경문제 등과 같은 것은 실제로 일어나는 현상이지만 위험하거나 너무 거대해서 확인이 어려운 것이지만 가상현실 기법을 활용하면 이해도를 높일 수 있다.

· 실행을 통한 학습을 설계한다. 학습은 학교에서

필요로 하는 지식이나 기능이 자연스럽게 포함되어 있는 문제를 해결하는 과정을 통해서 일어나도록 해야 한다. 과제는 학습자의 능력 범위 내에서 도전적이어야 한다. 학습자가 직접 참여할 수 있는 학습 상황이나 학습의 절차, 시행착오를 통한 결과 예측 등 학습 내용이 학습자의 반응을 통해서 일련의 과정이 진행될 수 있는 구성이어야 한다. 예를 들면, 분자 구조와 같은 추상적인 것을 단순히 가시화하는 것에 그치기보다는 여러 분자간의 반응을 유도하여 새로운 물질을 합성하는 것과 같은 학습자의 직접적인 활동을 통해 학습의 과정이 이루어지도록 해야 한다.

· 상황 설정을 통해 현실감있게 한다. 학습자는 현실감 있는 상황에 흥미를 느끼고 문제에 대한 몰입감이 증가할 수 있다. 교육용 프로그램은 학습자가 가진 문제와 관련이 있고 시의 적절한 상황을 설정해야 한다. 현실감이 높으며, 재미있는 상황은 학습자에게 의미 있는 문제상황을 제시해 주고, 그 문제 상황을 통해 감정이입의 경험을 겪게됨으로써 보다 주도적인 학습이 이루어지게 한다. 또한, 학습자는 자신이 경험한 사례들의 맥락을 통해 기억하기 때문에 학습 효과를 극대화 할 수 있다. 예를 들면, 테마 파크, 박물관 등에 적용된 시뮬레이션은 설정된 상황하에서 학습자가 그에 대한 반응을 하는 형태가 있으며, 인체 내부의 여러 기관들에서 일어나는 생체 반응을 가상공간에 설정하거나, 실제의 교실 환경이나 자연 환경 속에서 탐구 활동을 수행하는 것처럼 가상의 공간을 구성할 때 학습에 대한 흥미와 참여도를 증진시킬 수 있다.

· 단순한 반응이 아닌 상호작용성을 높게 한다. 문제에 대한 실행을 할 경우에 학습자가 몇 번의 반응을 통해 문제 해결에 이르거나 정보를 파악하기보다는 일련의 문제에 대한 탐색 과정을 거칠 수 있도록 단계별 또는 상황에 대한 시행착오를 통해서 문제를 파악하거나 해결할 수 있도록 한다. 즉, 단순한 문제의 확인이나 문제 해결을 요구하기보다는 학습자가 시행착오를 거치면서 문제를 인식하고 자신의 아이디어를 자유롭게 구성함으로써 문제 해결 과정이나 방법을 구성하여 해결에 이르도록 프로그램을 구성해야 한다.

· 학습 과정의 진행은 학습자가 주도적으로 하게 한다. 기본적인 학습 목표와 방향이 설정되어 있지만 그것을 진행해 나가는 주체는 학습자이어야 한다. 학습 활동 시, 교육 전문가가 추천하는 학습 경로를 제시해야 하지만, 궁극적으로 다음 단계를 결정하거나 변경할 수 있는 권한과 책임을 학습자 자신이 가질 수 있도록 해야한다. 예를 들면, 학습자가 현재 수준의 문제를 해결하였다할지라도 다음 단계로의 이동보다는 그와 유사한 다른 내용의 학습을 원하거나 비록 완벽하지는 않지만 어느 정도 학습에 대한 결과를 얻었고 또한 학습자 스스로가 그 결과에 대해 만족할 때 학습자의 의지에 따라 다음 단계로의 이동이 가능해야 한다. 그러나, 어떠한 경우라도 학습자가 반응을 하지 않으면 진행이 되지 않으며, 비록 시행착오의 과정을 통해 문제에 대한 해결과 그 결과에 대한 해석을 내리는 과정 모두 학습자에게 주어져 있어야 한다.

· 실패해도 부담 없는 환경을 제공한다. 현실 경험을 통해 배우는 것이 가장 좋은 방법이지만, 어떤 경우는 비현실적이고 높은 비용과 위험 부담이 따르기 때문에 초보자가 현장 실습을 하기는 부적합하다. 컴퓨터를 통한 학습은 초보자가 실수를 해도 부담 없는 학습 환경을 제공해 주어야 한다.

· 학습 과정 자체를 통해 평가할 수 있도록 구성한다. 학습의 과정을 통해 평가할 수 있는 구성이어야 한다. 학습자의 반응이나 문제 해결 및 결론 도출 등 학습자 스스로 필요한 내용을 찾고 때때로 특정 해답을 구하도록 설계되어 있어야 한다. 이러한 일련의 과정을 통해 검사하고 그에 대한 평가를 내릴 수 있는 수행평가의 틀을 갖추고 있어야 한다. 학습자가 새로운 능력을 보여주거나 새로운 관점을 갖게 되는 시행착오 과정이 곧 시험과정이 될 수 있다.

Ⅵ. 요약 및 결론

과학교육에서 학습자에게 과학자들이 사용하고 있는 형식적인 설명 방법이나 이성적인 기능을 습득하기 전에 자연 세계가 어떠한 기능을 하고 있는가에 대해 직관적으로 이해할 수 있도록 학습자의 능력을

배양시켜 주는 것이 중요한 목표라 할 수 있다. 다시 말하면, 정량적인 관계식을 교수하는 것보다 정성적으로 객체(Objects)의 행동을 예측하는 능력을 배양하는 것이 더욱 중요하다. 많은 학생들이 어려워해서 이해할 수 없는 복잡하고 추상적인 내용에 대해 다감각 몰입 가상현실(Multi-sensory Immersive Virtual Reality) 기법이 효과적으로 활용될 수 있다는 연구 결과에서 보듯이(Dede et al., 2000), 가상현실 기법은 학습자가 지식을 구성하는데 유용한 탐구 환경이나 자연 세계에 대한 경험적 직관을 형성하는 데에 매우 유용할 수 있다. 또한, 가상현실의 활용은 학습자로 하여금 학습 주제나 실험에 대한 몰입감을 증가시켜 동기와 참여도를 증대시킬 수 있다.

또한, 가상현실은 새로운 학습 경험을 촉진하는 역할을 한다. 가상현실은 시각, 청각은 물론 촉각을 통해서 감지하도록 하기 때문에 자연이나 자연 현상에 대해 몰입하여 학습 경험을 하도록 한다. 그러므로, 가상현실은 학생들이 참여해야 하나 어렵거나 추상적인 모형, 감지할 수 없는 현상 또는 모형화한 일련의 지적인 과정을 구현하는 데 적합하다. 학습자들이 실행을 통한 학습(learning-by-doing)으로 지식을 능동적으로 구성하고 그 지식을 숙련하고 유지하며 일반화하는 학습에도 효과적이다.

현재의 기술발달 수준으로 볼 때 현재 가장 널리 이용되고 있는 데스크탑형 가상현실 시스템의 성능은 크게 향상될 것이며 준 몰입형 가상현실 시스템의 가격도 크게 하락할 것이다. 그 결과 현재의 강의실은 대형 화면을 제공하도록 변경될 것이다. 그리고 다음에는 몰입형 가상현실이 교육분야에 활용되기 시작할 것으로 보인다.

지난 수년간의 VR 기술의 환상적인 발전은 이 기술의 교육적 활용에 있어서 현재가 아닌 미래의 기술 수준을 고려하여 볼 때, 교육 환경은 물론 교육 내용과 방법에 있어서도 커다란 변화를 가져올 것이다 (Dede et al., 1994). 지리적 또는 공간적으로 떨어져 있어 상호작용성이 낮은 학습자들 간의 공유된 가상 공간 내에서 협동적인 실험이 가능하며, 현재 사람에 의해서만 제공되는 학습의 실마리나 되먹임(feedback)이 인공지능의 활용으로 가상현실 시스템 내에서도 자동적으로 되먹임이 가능할 것이다. 또한, 지금과는 다른 감각적으로 몰입된 경험을 줄 수 있는 교수-학습 전략과 새로운 교수법이 개발될 것이다. 이에 대해 Psotka(1995)는 edutainment라는 단어를 이용하여 교육과 오락이 결합되어가고 있음을 강조하고 있는데, 이는 교육의 잠재적 산물로서 상상의 범위를 무한하게 할 것이며 새로운 가설과 거대한 양의 정보에 대한 탐구력을 향상시키는 데 기여할 것이다.

가상 현실이 보편화된 이후에는 가상현실 저작 도구를 학습자에게 소개함으로써 자신의 가상세계를 계획, 모델링, 프로그램밍, 경험 등의 단계를 거치면서 창의적으로 생성할 수 있을 것이다. 세계적인 추세에서도 이러한 연구는 대학은 물론 중·고등학교와 심지어 초등학교에서도 서서히 이루어지고 있다. 앞으로는 이미 형성된 가상의 세계를 통한 학습을 넘어서 가상세계를 구현하면서 학습할 수 있는 교육 시스템의 구현에 대해서도 준비해야 할 것이다.

참 고 문 헌

교육부(1999). 중학교 교육과정 해설(Ⅲ). 대한교과서(주): 서울.

공주대학교 과학교육연구소(2001). 가상현실과 과학교육. 도서출판 보성: 대전.

권태경(1996). 가상현실. 사이버출판사: 서울.

심규철, 김현섭, 박영철(2000). 과학교육과 가상현실. 2000년도 한국생물교육학회 하계학술대회 자료집- 생물교육에서의 멀티미디어의 활용- pp. 25-37.

육근철 외(2000). 제 2회 충청남도 초·중고생 창의력 경연대회 연구 보고서. 공주대학교 과학교육연구소.

조영남(1998). 구성주의 교수-학습. 대구교육대학교 초등과학교육연구, 12, 93- 120.

통계청(2001). 한국통계정보시스템 홈페이지. http://www.nso.go.kr/kosisdb/.

한국전산원(2001). 정보화 통계 홈페이지. http://www.nca.or.kr/main/nca_main.htm.

Anderson, S. J., J. M. Noyes & K. J.

Garland(1999). Evaluation of the Internet as a Learning Tool. *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, 85-90.

Baggott, L. & B. Wright(1997). Tutoring in School biology by Computer Conference. *Journal of Biological Education*, 31(4), 279-287.

Beier, K. P.(2000). Virtual Reality : A Short Introduction. http://www-vrl.umich.edu/intro/ index.html

Bricken, W.(2001). Learning in Virtual Reality. http://www.hitl.washington.edu/publications / m-90-5/

Dede, C., M. Sazman and R. Loftin(2000). ScienceSpace: Virtual Realities for Learning Complex and Abstract Scientific Concepts. http://www.vetl.uh.edu/ScienceSpace/absvir.html

Jonassen, D. H.(1994). *Thinking Technology*. Educational Technology, April, 34-37.

Kapa, E.(1999). Problem Solving , Planning ability and Sharing Processes with LOGO. *Journal of Computer Assisted Learning, 15*, 73-84.

National Research Council(1999). Chapter 10. Virtual Reality Comes of Age. In *Funding a Revolution: Government Support for Computing Research*. National Academy Press: Washington, D. C.

Newton, L. R.(1997). Information Technology in Biology Teaching: Challenges and Opportunities. *Journal of Biological Education*, 31(4), 274-278.

Peat, M, and Fernandez, A.(2000). The Role of Information Technology in Biology Education: An Australian Perspective. *Journal of Biological Education*, 34(2), 69-73.

Perkins, D. N.(1991). Technology Meets Constructivism: Do They Make a Marriage? *Educational Technology*, 31(5), 18-23.

Psotka, J.(1995). Immersive tutoring system: virtual reality and education and training. US Army Research Institute (ARI) technical report. Electronical document. http://immersion.ari.fed.us/its.html

Tella, S.(1995). *Virtual School in a Networking Learning Environment*. Report of Department of Teacher Education, University of Helsinki.

Toffler, A.(1980). *The Third Wave*. New York: Morrow. 김태선, 이귀남(역). 1989. 제 3의 물결. 기린원: 서울.

Traub, D.(1991). Chapter 11. In Helsel, S. K. & J. P. Roth(ed.). *Virtual Reality: Theory, Practice and Promise*. 노용덕(역). 1994. 제 4장. 새로운 기술: 사이버스페이스. 가상현실과 사이버스페이스. 세종대학교 출판부: 서울.

Van Biljon, J. A., C. J. Tolmie, & J. P. du Plessis(1999). Magix- an ICAE System for Problem-Based Learning. *Computers & Education*, 32, 65-81.

Walser, R.(1991). Chapter 4. In Helsel, S. K. & J. P. Roth(ed.). *Virtual Reality: Theory, Practice and Promise*. 노용덕(역). 1994. 제 4장. 새로운 기술: 사이버스페이스. 가상현실과 사이버스페이스. 세종대학교 출판부: 서울.