

가상현실을 이용한 웹기반 수업과 학습자의 공간지각력이 학습에 미치는 영향

임정훈[†] · 이삼성^{††}

요 약

본 연구는 웹기반 3차원 가상현실 프로그램과 2차원 HTML 프로그램을 이용한 학습활동이 학습자의 학업성취도, 학습만족도에 미치는 효과를 알아보고, 또한 학습자의 공간지각력 수준에 따라 웹기반 3차원 가상현실 프로그램과 2차원 HTML 프로그램간에는 상호작용 효과가 있는지에 대해 알아보고자 하였다. 연구 결과 3차원 가상현실 프로그램을 사용하여 학습한 집단과 2차원 HTML 프로그램으로 학습한 집단간에는 학업성취도와 전반적 만족도에 있어서 유의미한 차이를 보였다. 또한 학습자의 공간지각력과 웹기반 학습 프로그램 유형간에는 학습만족도 면에서는 상호작용 효과가 나타나지 않았으나, 학업성취도에 있어서는 통계적으로 유의미한 상호작용 효과가 있는 것으로 확인되었다.

Effects of Web-based Virtual Reality Program and Learner's Spatial Perception on Learning Achievement and Satisfaction.

Jung-Hoon Leem[†] · Sam-Sung Lee^{††}

ABSTRACT

This purpose of this study was to investigate learning effects of Web-based 3-dimensional VR(Virtual Reality) program and a 2-dimensional HTML program, and to find out interaction effects between the types of web-based instruction program(3-dimensional VR program and 2-dimensional HTML program) and the levels of spatial perception of the learners on learning achievement and satisfaction in an educational aspect. In conclusion, there was a significant difference in learning achievement and general satisfaction of the learners between the group providing 3-dimensional VR program and the group 2-dimensional HTML program($F=4.85$, $p<.05$). The 3-dimensional VR program was found to be more effective. And, there was a significant interaction effect in learning achievement effects between the types of web-based instruction program and the level of spatial perception of the learners($F=32.48$, $p<.05$).

1. 서 론

1.1. 연구의 필요성

가상현실(Virtual Reality, VR)이란 인간이 컴

퓨터를 이용하여 복잡한 데이터를 조직하고, 시각화하며, 상호 작용하는 방법을 의미한다. 그동안 가상현실을 활용하고자 하는 노력들은 여러 분야에서 시도되어 왔다. 특히 하드웨어 분야나 소프트웨어 분야에서는 주목할만한 개발이 이루어졌고, 영화나 게임 산업계에서는 가상현실에 많은 투자를 하여 왔으며 실제로 이를 제작에 활용하고 있다.

[†] 정 회 원: 인천대학교 대학원 교육학과 조교수

^{††} 정 회 원: 경기도 부천 상일초등학교 교사

논문접수: 2002년 12월 30일, 심사완료: 2003년 4월 10일

특히 인터넷과 가상현실 기술이 접목되면서 최근에는 새로운 공간 기술 언어인 VRML (Virtual Reality Modeling Language)이 소개되면서부터, 이를 기반으로 한 많은 응용 서비스가 개발되어 왔으며, 교육에서도 VRML을 이용한 웹 기반 가상현실 프로그램의 효과를 탐색하고자 한 연구들이 여러 분야에서 활발하게 이루어져 왔다[1][2][3][4][9][10][11][13]. 기존에 웹 문서 제작을 위해 사용된 HTML(HyperText Markup Language)은 2차원적인 그래픽과 동영상 등을 제공하는 문서 형태로 구성되어 있어 평면적인 글자, 그림, 아이콘 등으로 구현된 단순한 수준의 상호작용을 제공해 주는 반면에, VRML은 인터넷 상에서 3차원의 가상현실을 구현할 수 있도록 지원하기 때문에 이를 이용하여 웹 기반 학습 프로그램을 개발하여 수업에 투입할 경우 그 학습 효과가 매우 클 것으로 기대할 수 있다.

그런데, 웹 상에서 구현된 가상현실 프로그램으로 학습하고자 할 때, 가상현실 프로그램이 입체적·공간적으로 제공된다는 특성상 학습자가 공간에 대한 지각능력을 얼마나 갖고 있는냐에 따라 학습 효과가 달라질 것으로 생각해 볼 수 있다[6][10][12]. 즉, 웹 기반 학습 환경 하에서 공간지각력이 높은 학습자는 3차원 가상현실 환경에서 더 높은 학습성취도와 학습만족도를 보일 것으로 예상할 수 있다는 것이다. 반면에 공간지각력이 낮은 학습자는 가상현실에서 제시하는 입체공간에서의 지각력이 부족하기 때문에 3차원 가상현실 환경에서보다는 기존의 2차원 HTML 학습환경에서 제시하는 글자와 그림 위주의 프로그램 학습에 더욱 더 잘 적응할 수 있을 것으로 생각해 볼 수 있다.

그렇지만 지금까지 이루어져 온 웹 상에서의 가상현실에 대한 연구는 가상현실 기술을 활용한 웹 기반 교육 프로그램의 설계나 구현, 시범적 적용 등에만 초점을 맞추어 왔을 뿐, 웹 기반 가상현실 프로그램이 기존의 HTML 기반의 웹 기반 학습 프로그램에 비해 학습성취나 학습만족도 면에서 더 긍정적인 영향을 미치는지, 혹은 웹 기반 프로그램 유형과 학습자의 공간지각력 수준간에 상호작용 효과가 있는지(다시 말해서, 학습자의 공간지각력 수준이 높고 낮음에 따라 3차원

가상현실 프로그램이나 2차원 HTML 프로그램 중 특정 프로그램을 이용한 학습의 효과가 달라지는지)에 대한 연구는 거의 이루어지지 않아 왔다.

1.2. 연구의 목적

이 연구는 위와 같은 연구의 필요성에 기초하여, 초등학교 5학년 과학 교과서에 나오는 교육과정 중 '태양의 가족' 단원을 웹 기반 3차원 가상현실 프로그램과 2차원 HTML 프로그램으로 개발하고, 이를 이용한 학습활동이 학습자의 학습성취도, 학습만족도에 미치는 교육적 효과를 알아보고자 한다. 또한 학습자의 공간지각력 수준에 따라 웹 기반 2차원 HTML형식의 프로그램과 3차원 가상현실 프로그램간에는 상호작용 효과가 있는지를 비교·검증하고자 한다.

1.3. 연구 문제

위와 같은 연구의 목적을 달성하기 위해 설정된 연구문제는 다음과 같다.

가. 웹 기반 학습 프로그램 유형에 따라 학습효과에 차이가 있는가?

- 1) 웹 기반 학습에서, 3차원 가상현실 프로그램을 제공받은 학습집단과 2차원 HTML 프로그램을 제공받은 학습집단 사이에는 학습성취도에 있어서 차이가 있는가?
- 2) 웹 기반 학습에서, 3차원 가상현실 프로그램을 제공받은 학습집단과 2차원 HTML 프로그램을 제공받은 학습집단 사이에는 학습만족도에 있어서 차이가 있는가?

나. 학습자의 공간지각력과 웹 기반 학습프로그램 유형사이에는 상호작용 효과가 있는가?

- 1) 학습자의 공간지각력과 웹 기반 학습프로그램 유형사이에는 학습성취도에 있어서 상호작용 효과가 있는가?
- 2) 학습자의 공간지각력과 웹 기반 학습프로그램 유형사이에는 학습만족도에 있어서 상호작용 효과가 있는가?

2. 이론적 배경

2.1. 가상현실의 개념

가상현실(virtual reality)이라는 용어는 몰입적인 인터페이스 장치를 개발한 VLP Research사의 사장이었던 Jaron Lanier에 의해 1980년대에 처음으로 사용되기 시작하였다. 그러나 가상현실이라는 용어 대신에 가상환경, 가상세계, 사이버스페이스(cyberspace) 등의 용어들을 사용하기도 한다.

가상현실이란 무엇인가에 대해 여러 학자들이 내린 정의가 있지만, 그 중에서도 가상현실을 테크놀로지, 기능, 경험, 심리 등 다양한 측면에서 해석한 학자들의 견해를 중심으로 정리해 보면 다음과 같다[18][19][22][23].

첫째, 가상현실이란 테크놀로지 관점에서 보았을 때 첨단 컴퓨터 테크놀로지의 집합이다.

둘째, 기능면에서 가상현실은 컴퓨터와 사람간의 실시간 상호작용을 구현하는 도구이다.

셋째, 경험과 심리면에서 가상현실은 사용자들로 하여금 가상적 현존감(virtual presence)을 경험할 수 있게 해주는 도구이다.

이를 정리해 보면, 가상현실이란 사용자들의 반응이나 움직임에 따라 컴퓨터 화면에서 그래픽 이미지나 내용을 반응적으로 변화시킬 수 있는 컴퓨터 기반 테크놀로지의 통합체라고 할 수 있다. 즉 사용자들에게 증대된 현실감과 현존감을 경험시켜 줄 수 있는 전달방법의 하나라는 것이다.

이렇게 현실감 있는 경험을 제공해줄 수 있는 것은 시각, 청각, 촉각, 후각까지 포함된 지각화(perceptualization) 특성의 결과이며 이 중에서도 특히 시각적 감각에 많이 의존하고 있다. 이러한 미디어가 인간의 행동과 사고를 변화시키는 교수-학습 분야에 활용될 때 바람직한 학습의 효과를 가져올 것이라고 기대할 수 있다. 그러므로 가상현실은 교육 분야에 종사하는 사람들에게 연구대상과 관심의 영역이 되고 있다.

2.2. 가상현실의 유형

가상현실은 학자에 따라 다양한 기준으로 분류하고 있는데, Johnson 등[20]에 따르면 주로 교육에서 활용되는 가상현실의 유형은 <표 1>과 같이 데스크탑 가상현실, 몰입형 가상현실 두 가지로 구분하여 볼 수 있다.

<표 1> 교육적 영역에서 활용되는 가상현실의 유형

	데스크탑 VR	몰입형 VR
미디어	3D 그래픽, 사운드, 비디오	3D 그래픽, 사운드, 비디오
플랫폼	PC + 네트워크	고성능 컴퓨터, HMD, 헤드본, 데이터글로브, 3D 마우스 등
플랫폼 비용	저가-중가	매우 고가
내용개발비	중가	고가
복합효과	낮거나 보통	높음
참여사용자	다수 사용자, 동시 다수 사용 가능	대부분 단독 사용, 설계에 따라 변화 가능

2.3. 가상현실의 교육적 효과

가상현실의 잠재력은 미래의 교육에 대해 많은 가능성을 시사해 주고 있다. 가상현실은 학습자들로 하여금 추상적이며 상징적이 아닌 방법으로 대상과 직접 접촉함으로써 이루어진다는 점에서 높이 평가를 받고 있으며, 따라서 가상현실을 학교 현장에 적용하려는 움직임이 끊이지 않고 있다. 이런 학습 환경으로서의 가상현실은 다음과 같은 교육적 효과를 가지고 있다 [14][16][23].

먼저, 가상현실은 학습자들에게 추상적인 상징이 아닌 자료들에 대해 일차적으로 학습 내용과 직접 접하도록 특별히 설계하여 제공하여 준다. 스스로가 일차적인 입장에서 학습을 하도록 하는 방법은 학교 교육에서 제공되는 어떤 다른 방법을 통해서 얻어 낼 수 없는 경험들이다. 둘째, 가상현실을 적용하는 이론적 기초는 상황 중심의 학습방법으로서, 학습자 스스로 환경에서 접하는 문제에 관한 다양한 경험을 통해 해결할 수 있도록 융통성있는 기회를 제공해 준다. 셋째, 학습자 스스로 지식을 구성함으로써 학습이 이루어진다는 구성주의의 이론적 기초 위에, 가상현실의 공학적 접근은 지각할 수 없는 물체를 지각할 수 있도록 변환하여 주고, 추상적인 사항들을 구체화시켜 제시해 줌으

로써 개념 및 원리에 의한 기본적인 학습에서부터 창의력과 사고력을 포함하는 문제해결 학습에 이르기까지 학습의 효과를 실현시키는 데 있어 구체적인 접근을 가능하게 해 준다.

2.4. 웹 기반 수업(Web Based Instruction, WBI)과 학습자의 공간지각력

웹 기반 수업은 시공을 초월하여 다양한 상호작용을 가능하게 한다는 점, 최신의 자료를 효율적으로 활용할 수 있도록 해 준다는 점, 다양한 유형의 교수-학습 활동을 촉진시킨다는 점과 같은 교육적 유용성으로 인해 교육계에서 활발히 적용하고 있다. 그런데 수업 자체를 웹 기반 형태로 진행한다고 해서 반드시 교육적 효과를 거둘 수 있는 것은 아니기 때문에, 웹 기반 수업의 효과성과 그에 영향을 미치는 요인들을 살펴보려는 많은 노력들이 있어 왔다 [5][7][15][21].

그런데, 가상현실을 이용한 웹 기반 수업의 경우, 학업성취도나 학습만족도에 영향을 미칠 수 있는 학습자 특성 변인으로 공간지각력을 들 수 있다. 공간지각이란 공간의 세계, 즉 3차원의 관계에 대한 지각을 말하는데, 웹 기반 3차원 가상현실 프로그램에서는 학습자들이 프로그램을 향해할 때 사물과 사물, 개체와 개체간의 공간적인 위치를 파악해 가며 학습을 진행해야 하므로 시각을 통해 지각되는 공간의 개념을 얼마나 명확히 파악할 수 있는 능력이 있느냐 하는 것이 학습에 영향을 미칠 가능성이 높을 수 있다는 것이다. 일부 연구에 따르면 [1][6][9][10][12], 공간지각력은 웹 기반 수업 상황에서 성취도 같은 학습효과와 관련성이 높은 것으로 알려졌는데, 따라서 웹 기반 수업에서 3차원 가상현실 프로그램으로 학습을 수행해 나갈 때, 학습자의 공간지각력 수준이 어느 정도인가 하는 문제가 학습에 영향을 미칠 가능성이 매우 높다고 볼 수 있다.

2.5. 웹 기반 수업 프로그램 유형과 학습자의 공간지각력과의 상호 관련성

학습자의 공간지각력이 웹 기반 수업 프로그램이 구현되는 방식과 관련성이 있을 수 있다는 것은 다음과 같은 차원에서 이해될 수 있다. 즉, 3차원 가상현실 기법을 활용한 프로그램의 경우 가상현실에 관한 표현이 입체적인 3차원 공간에서 이루어지므로 프로그램을 이해하는 과정에 학습자가 공간적인 지각능력을 얼마나 갖고 있는느냐에 따라 교육효과가 달라질 것으로 생각해 볼 수 있다. 즉 공간지각력이 높은 학습자는 3차원 가상현실 환경에서 더 높은 학업성취도와 학습만족도를 보일 것으로 예상할 수 있다는 것이다.

반면에, 공간지각력이 낮은 학습자는 가상현실에서 제시하는 입체공간 보다는 기존의 2차원 HTML 학습환경에서 제시하는 평면적인 글자와 그림 위주의 프로그램 학습에 더욱 더 잘 적용할 수 있을 것으로 생각해 볼 수 있다.

3. 연구의 방법

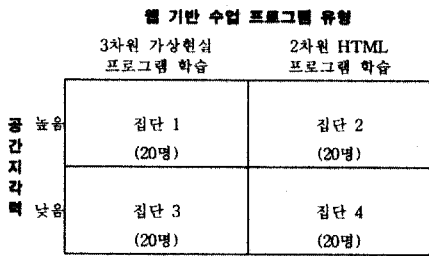
3.1. 연구의 대상

이 연구의 대상자는 경기도 부천시에 소재하고 있는 S초등학교 5학년 학생 120명이었다. 이들을 대상으로 공간지각력 측정을 위한 지능검사를 실시하였으며, 그 결과를 토대로 평균을 기준으로 하여 중간층 40명은 제외한 공간지각력 상위 및 하위 학생 80명을 최종 연구 대상으로 선정하였다.

최종 연구 대상으로 선정된 80명의 학생들은 공간지각력이 낮은 집단과 공간지각력이 높은 집단으로 구분되었으며, 이들은 웹 기반 3차원 가상현실 프로그램을 활용한 집단과 웹 기반 2차원 HTML 프로그램을 활용한 집단 각각에 골고루 배치되도록 20명씩 무선으로 할당되었다. 공간지각력이 높은 집단의 점수는 73~80점에 분포되어 있었고 평균은 76.55점 정도였으며, 낮은 집단의 점수는 33~65점에 분포되었고 평균은 56.33점 정도였다.

3.2. 연구의 설계

이 연구의 독립변인은 초등학교 5학년 과학 교과 중 '태양의 가족' 단원에 관한 웹 기반 수업 프로그램 유형과 학습자의 공간지각력의 정도였으며, 종속변인은 학업성취도, 학습만족도였다. 이 연구의 연구설계모형은 2x2 요인설계로서, [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구설계 모형

3.3. 연구의 도구

3.3.1. 공간지각력 측정 도구

학습자의 공간지각력을 검사하기 위해서 한국행동과학연구소에서 개발한 KIT-P 지능검사를 사용하였는데[17], 이 검사는 Thurstone의 다요인 지능설을 바탕으로 하여 개발된 지능검사로서, 공간지각력에 사용되는 문항 수는 총 20문항이고 소요시간은 15~20분 정도이다. 검사에 포함되어 있는 공간지각에 관한 하위 요인은 <표 3>과 같다.

<표 3> 공간지각력 측정 검사

측정 시기	주 요인	하위요인	문항번호	문항 수
학습 전 실시	학습자 요인	평면 공간적 위치와 관계에 따른 공간지각력	1 ~ 7	7
		입체 공간적 위치와 관계에 따른 공간지각력	8 ~ 14	7
		방향 공간적 위치와 관계에 따른 공간지각력	15 ~ 20	6
총 문항 수				20

3.3.2. 학업성취도 검사

학습자의 학업성취도를 검사하기 위해서 본

학습과 관련된 단원을 면밀하게 분석한 후, 구현된 프로그램과 비교하여 교육과정 분석 전문 교사 1인, 교육학 전공 교수 1인, 교육공학 전공 교수 1인으로부터 검토를 받아 학업성취도 검사지를 제작하여 사용하였다. 학업성취도 평가 분석기준은 <표 4>와 같다.

<표 4> 학습자의 학업성취도 분석기준

주 요인	하위 요인	문항 번호	문항 수	문항답변 시간
학업성취도	■ 태양계를 구성하는 행성의 종류와 특징	1~10	10	각 문항 1분 전체 30분
	■ 태양으로부터의 거리	11~20	10	
	■ 행성의 크기	21~30	10	
총 문항수			30	

3.3.3. 학습만족도 검사

학습자의 학습만족도 검사는 선행 연구[]를 기초로 하여 총 10문항으로 제작하였는데, 크게 학습에 대한 전반적 만족도와 교육효과에 대한 만족도 두 측면으로 나누어져 있다. 전반적 만족도는 프로그램을 통한 학습 과정이 만족스러웠는지, 프로그램에 대해 긍정적 태도를 갖게 되었는지를 물어보는 문항들로 구성되었으며, 교육효과에 대한 만족도는 프로그램의 학습을 통해서 실질적으로 학습에 도움이 되었는지를 물어보는 문항들로 구성되었다. 학습만족도 분석기준은 <표 5>와 같다.

<표 5> 학습자의 학습만족도 분석기준

주 요인	하위 요인	문항 번호	문항 수	문항답변 시간
만족도	■ 전반적 만족도	1~7	7	'각 문항 1분 전체 10분
	■ 교육효과에 관한 만족도	8~10	3	
	총 문항수			

3.4. 연구의 절차

3.4.1. 실험 과정

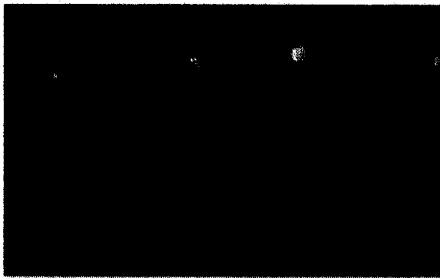
공간지각력 검사를 통해 선정된 학습자들을 두 프로그램 유형에 무선으로 할당된 뒤, 두 집단을 대상으로 연구를 위한 실험을 실시하였다.

프로그램은 4회로 나누어 총 4시간씩 실시되었으며, 실험이 끝나고 난 뒤 학습자들은 사후검사로써 학업성취도와 학습만족도에 대한 평가를 받았다.

3.4.2. 집단별 실험 처치

1) 3차원 가상현실 프로그램 집단

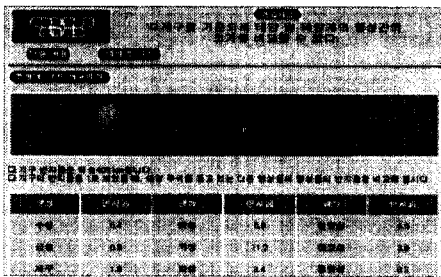
3차원 가상현실 프로그램 집단의 학습자들에게는 ‘태양의 가족’ 단원의 학습내용을 가상현실을 이용한 프로그램으로 지도하였다. 40분간의 학습을 1회로 하여 총 4회를 활동 진행 순서에 따라 실시하였다.



[그림 2] 3차원 가상현실 프로그램으로 구현된 학습 화면

2) 2차원 HTML 프로그램 집단

2차원 HTML 프로그램 집단의 학습자들에게는 ‘태양의 가족’ 단원의 학습내용을 평면적인 사진과 문자 자료를 이용하여 지도하였다. 40분간의 학습을 1회로 하여 총 4회를 활동 진행 순서에 따라 실시하였다.



[그림 3] 2차원 HTML 프로그램으로 구현된 학습 화면

3.5. 자료의 처리

이 연구의 실험결과 분석을 위한 자료처리방

법으로는 이원변량분석(two-way ANOVA) 방법을 사용하였다. 이원변량분석을 실시한 것은 이 연구의 독립변인인 공간지각력과 프로그램 유형간의 상호작용 효과를 분석하기 위한 것이다. 이 연구의 통계적 유의도 수준은 $\alpha=.05$ 로 하였다.

4. 연구결과 및 해석

4.1. 통계적 분석 결과

4.1.1. 학업성취도에 관한 분석결과

웹기반 3차원 가상현실 프로그램과 2차원 HTML 프로그램이 학생의 학업성취도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 자료를 분석한 결과, 학업성취도 평균 및 표준편차는 <표 6>과 같이, 이원변량분석 결과는 <표 7>과 같이 나타났다.

<표 6> 학업성취도에 관한 평균 및 표준편차

		학습 방법		계
		3차원 가상현실 프로그램 학습	2차원 HTML 프로그램 학습	
공간지각력	높음	집단 1 평균=26.95 표준편차= 1.67 (사례수=20)	집단 2 평균=23.90 표준편차= 2.02 (사례수=20)	평균=25.43 표준편차= 1.86 (사례수=40)
	낮음	집단 3 평균=21.85 표준편차= 1.69 (사례수=20)	집단 4 평균=23.20 표준편차= 1.47 (사례수=20)	평균=22.53 표준편차= 1.58 (사례수=40)
계		평균=24.40 표준편차= 1.68 (사례수=40)	평균=23.55 표준편차= 1.75 (사례수=40)	평균=23.9775 표준편차= 1.72 (사례수=80)

<표 7> 학업성취도에 관한 이원변량분석 결과

내용	자승화	자유도	평균자승화	F	유의도
주효과	279.45	3	93.15	31.26	.000*
지각력	168.20	1	168.20	56.44	.000*
프로그램	14.45	1	14.45	4.85	.031*
상호작용효과					
지각력*프로그램	96.80	1	96.80	32.48	.000*
잔차	226.50	76	2.98		
총합	505.95	79			

*p<.05

4.1.2. 학습만족도에 관한 분석결과

웹기반 3차원 가상현실 프로그램과 2차원 HTML 프로그램이 학생의 학습만족도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 학습만족도를 전반적 만족도와 교육효과에 관한 만족도로 나누어 분석하였다. 전반적 만족도의 평균 및 표준편차는 <표 8>과 같으며, 이원변량분석 결과는 <표 9>와 같다. 그리고 교육효과 만족도의 평균 및 표준편차는 <표 10>과 같으며, 이원변량분석 결과는 <표 11>과 같다.

<표 8> 전반적 만족도에 관한 평균 및 표준편차 결과

		학습 방법		계
		3차원 가상현실 프로그램 학습	2차원 HTML 프로그램 학습	
공간지각력	높음	집단 1 평균=32.95 표준편차= 1.73 (사례수=20)	집단 2 평균=31.10 표준편차= 2.10 (사례수=20)	평균=32.03 표준편차= 1.92 (사례수=40)
	낮음	집단 3 평균=31.25 표준편차= 2.38 (사례수=20)	집단 4 평균=29.30 표준편차= 2.89 (사례수=20)	평균=30.28 표준편차= 2.64 (사례수=40)
계		평균=32.10 표준편차= 2.06 (사례수=40)	평균=30.20 표준편차= 2.50 (사례수=40)	평균=31.15 표준편차= 2.28 (사례수=80)

<표 9> 전반적 만족도에 관한 이원변량분석 결과

내용	자승화	자유도	평균자승화	F	유의도
주효과	133.50	3	44.50	8.32	.000 [*]
지각력	61.25	1	61.25	11.45	.001 [*]
프로그램	72.20	1	72.20	13.50	.000 [*]
상호작용효과					
지각력*프로그램	5.00	1	5.00	.01	.923
잔차	406.70	76	5.35		
총합	540.20	79			

*p<.05

<표 10> 교육효과에 관한 만족도의 평균 및 표준편차 결과

		학습 방법		계
		3차원 가상현실 프로그램 학습	2차원 HTML 프로그램 학습	
공간지각력	높음	집단 1 평균=13.60 표준편차= 1.35 (사례수=20)	집단 2 평균=13.30 표준편차= .86 (사례수=20)	평균=13.45 표준편차= 1.105 (사례수=40)
	낮음	집단 3 평균=12.60 표준편차= 1.54 (사례수=20)	집단 4 평균=11.80 표준편차= 1.44 (사례수=20)	평균=12.20 표준편차= 1.49 (사례수=40)
계		평균=13.10 표준편차= 1.45 (사례수=40)	평균=12.55 표준편차= 1.15 (사례수=40)	평균=12.83 표준편차= 1.30 (사례수=80)

<표 11> 교육효과 만족도의 이원변량분석 결과

내용	자승화	자유도	평균자승화	F	유의도
주효과	38.55	3	12.85	7.34	.000 [*]
지각력	31.25	1	31.25	17.86	.000 [*]
프로그램	6.05	1	6.05	3.46	.067
상호작용효과					
지각력*프로그램	1.25	1	1.25	.71	.401
잔차	133.00	76	1.75		
총합	171.55	79			

*p<.05

4.2. 연구 문제별 차이 검증 결과

4.2.1. 웹기반 학습 프로그램 유형에 따른 학업성취도 및 학습만족도 검증 결과

프로그램 유형에 따른 학업성취도 분석 결과의 경우, <표 6>에 나타난 바와 같이 3차원 가상현실 프로그램으로 학습한 집단은 평균 M=24.40, 표준편차 SD=1.68, 2차원 HTML 프로그램으로 학습한 집단은 평균 M=23.55, 표준편차 SD=1.75로 나타났으며, 통계적 분석 결과 p=.031로 $\alpha=.05$ 수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(F=4.85, p<.05). 따라서 프로그램 유형에 있어 3차원 가상현실 프로그램이 2차원 HTML 프로그램보다 학습자의 학업성취도에 더 효과적인 것으로 나타났다.

프로그램 유형에 따른 학습만족도 분석 결과는 <표 8>, <표 9>, <표 10>, <표 11>에 나타나 있는데, 먼저 전반적 만족도의 경우 <표 8>에 나타난 바와 같이 3차원 가상현실 프로그램으로 학습한 집단은 평균 M=32.10, 표준편차 SD=2.06, 2차원 HTML 프로그램으로 학습한 집단은 평균 M=30.20, 표준편차 SD=2.50로 나타났다. 이는 통계적으로 $\alpha=.05$ 수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다(F=13.50, p<.05). 따라서 학습자들은 3차원 가상현실 프로그램이 2차원 HTML 프로그램 보다 학습하는데 더 만족스러워했다는 것을 알 수 있다.

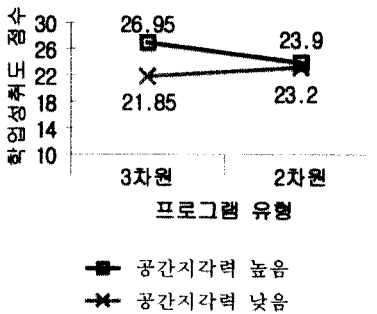
반면에, 교육효과 만족도를 살펴보면 <표 10>에 나타난 바와 같이 3차원 가상현실 프로그램으로 학습한 집단은 평균 M=13.10, 표준편차 SD=1.45, 2차원 HTML 프로그램으로 학습한 집단은 평균 M=12.55, 표준편차 SD=1.15으

로 나타났으며, 통계적으로 $\alpha=0.05$ 수준에서 유의미하지 않은 것으로 확인되었다($F=3.46, p>.05$).

4.2.2. 학습자의 공간지각력과 웹기반 학습 프로그램 유형간의 상호작용 효과에 관한 검증 결과

먼저 학업성취도에 있어서 학습자의 공간지각력과 웹기반 학습프로그램 유형간의 상호작용 효과가 있는지에 대해 알아본 결과는 <표 7>과 같다. <표 7>에 따르면, $p=.000$ 으로 학업성취도에 있어서 공간지각력과 웹기반 학습프로그램 유형간에는 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다($F=32.48, p<.05$).

이 상호작용 결과를 그래프로 도식화시키면 [그림 4]와 같다.



[그림 4] 학업성취도에 있어 공간지각력과 프로그램유형간의 상호작용 효과

[그림 4]에 의하면 공간지각력이 높은 집단의 학습자들은 2차원 학습유형보다는 3차원 학습유형에서 학업성취도가 높게 나타났으며, 공간지각력이 낮은 집단의 학습자들은 그 반대로 3차원 학습유형에서 보다는 2차원 학습유형에서 학업성취도가 더 높게 나타났다. 따라서 이 연구에 따르면 3차원 가상현실 기법을 이용한 프로그램 유형은 공간 지각력이 높은 집단에 더 유용한 학습방법이라는 것이 확인되었다.

한편, 학습만족도에 있어서는 <표 9>와 <표 11>에서 볼 수 있는 것과 같이 상호작용 효과

가 없는 것으로 나타났다.

5. 논의

5.1. 프로그램 유형에 따른 학업성취도의 차이에 관한 논의

이 연구 결과, 3차원 가상현실 프로그램으로 학습한 학습자들이 2차원 HTML 프로그램으로 학습한 학습자들보다 더 높은 학업성취를 나타냈으며, 이는 기존 연구결과들[4][9]과도 일치하는 결과라 할 수 있다. 이러한 결과가 나타난 이유는, '태양의 가족' 단원을 학습하는데 있어 평면적인 사진과 글자로 제시된 프로그램 보다는 3차원 가상현실 프로그램을 이용해 학습자들이 가상의 공간에서 우주 공간을 여행해 보고 각각의 행성들의 크기를 3차원 기법으로 조작해 봄으로써 훨씬 더 관련 내용에 대한 이해를 증진시켜 줄 수 있었던 것으로 해석된다. 예컨대 태양으로부터의 거리를 알아보는 내용은 가상현실 프로그램에서 공간을 여행하듯 직접 학습자들이 공간이동을 해볼 수 있었는데, 이러한 것들이 학업성취를 높여주는 요인으로 작용했을 것으로 추측할 수 있다.

5.2. 프로그램 유형에 따른 학습만족도의 차이에 관한 논의

학습만족도의 경우 전반적 만족도와 교육효과 만족도로 구분하여 살펴보았는데, 먼저 전반적 만족도에 있어서는 3차원 가상현실 프로그램으로 학습한 학습자들이 2차원 HTML 프로그램으로 학습한 학습자들보다 더 높은 것으로 나타났다. 3차원 가상현실 기법을 활용한 프로그램에서는 학습자들이 자유롭게 원근을 조절하거나 개체를 회전시키는 등 마치 게임을 하듯 학습 프로그램에 접근할 수 있다. 이는 그동안 제시형으로 구현된 2차원 프로그램의 형식을 벗어나 학습자들이 직접 상호작용을 함으로써 학습에 관한 적극적인 참여를 유도하게 되는데, 이것이 학습자들의 동기유발과 흥미를 지속시킴으로써 전반적 만족도를 향상시킨 것으

로 보인다.

한편, 교육효과 만족도는 3차원 가상현실 프로그램으로 학습한 학습자들이 평균에서는 다소 높게 나타났으나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았다. 그렇지만 평균에 있어서는 약간의 차이가 있는 것으로 나타났는데, 이로 미루어 볼 때 3차원 가상현실 프로그램을 설계하는 과정에서 보다 더 사실적이고 학습자와의 상호작용이 역동적으로 일어날 수 있도록 한다면 교육효과 만족도 역시 3차원 가상현실 프로그램에서 더 높아질 수 있을 것으로 기대해 볼 수 있다.

5.3. 학습자의 공간지각력과 웹기반 수업 프로그램 유형간의 상호작용 효과에 관한 논의

학습성취도에 있어 공간지각력과 웹기반 수업 프로그램 유형간에는 상호작용 효과가 있는 것으로 나타났다. 이는 공간지각력이 높은 학습자들에게는 입체공간인 3차원 가상현실 프로그램이 더 이해하기 쉬웠으나, 공간지각력이 낮은 학습자들에게는 평면적인 글자와 그림 위주로 구현된 2차원 HTML 프로그램이 더 이해하기 쉬웠기 때문에 추론해 볼 수 있다. 결국 3차원 가상현실 프로그램은 모든 학습자들에게 유용한 것이 아니라 학습자의 공간지각력 정도에 따라 그 효과성이 달라질 수 있다는 것을 의미하며, 공간지각력은 가상현실을 이용한 웹기반 수업 프로그램 개발·활용시 고려해야 할 주요 변인 중 하나라는 것을 알 수 있다. 그렇지만 이번 연구 결과만으로 공간지각력이 낮은 학습자에게 가상현실 프로그램을 제공하는 것이 바람직하지 않다고 단정하기는 어려우므로, 공간지각력과 가상현실 프로그램의 효과성과의 관련성을 보다 심층적으로 밝히기 위한 노력들이 다각적으로 이루어져야 할 필요가 있다.

6. 결론 및 제언

이 연구결과의 해석과 논의를 통해 얻은 결론은 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째, 3차원 가상현실 프로그램을 활용한 학

습 집단이 2차원 HTML 프로그램으로 학습한 집단보다 학습성취도와 전반적 만족도에 있어 효과적이다.

둘째, 학습자의 공간지각력과 웹기반 수업 프로그램 유형간에는 학습성취도에 있어서 상호작용 효과가 있다. 즉, 공간지각력이 높은 학습자에게는 3차원 가상현실 프로그램이, 공간지각력이 낮은 학습자에게는 2차원 HTML 프로그램이 상대적으로 효과적인 경향이 있다. 그렇지만 그같은 차이가 나타난 이유를 밝혀내기 위해서는 좀 더 다각적인 연구가 이루어져야 할 필요가 있을 것이다.

마지막으로, 지금까지의 연구결과와 논의, 결론을 토대로 후속 연구에 관한 몇 가지 제언을 해보면 다음과 같다.

첫째, 이 연구에서는 초등학교 교과 중 과학의 우주 공간에 관한 영역을 가상현실 프로그램으로 구축했으나 그밖에도 3차원으로 구현 가능한 분야는 매우 다양하다. 예컨대 2차원으로 표현하기 힘든 세포나 인체 내부의 모습 같은 생물분야, 힘의 작용을 나타내는 물리분야, 문화 유물을 직접 관찰해 보는 역사분야, 입체도형의 원리를 알아보는 수학분야 등 다양한 영역에서 3차원 가상현실 프로그램의 효과를 알아보는 연구가 이루어져야 할 것이다.

둘째, 가상현실 프로그램을 설계하는 데 있어 가상적 상황이 자연적 실제 상황을 얼마나 생생하게 묘사해 냈는가는 학습효과 향상에 중요한 요소가 된다. 따라서 가상적 상황의 실제 상황과의 유사도가 학습에 어떠한 영향을 미칠 수 있는가에 대한 연구도 이루어져야 할 필요가 있을 것이다.

셋째, 이 연구에서 공간지각력이 높은 학습자가 낮은 학습자에 비해 3차원 가상현실 프로그램에서 높은 학습 성취를 보였는데, 향후에는 그같은 차이가 나타난 이유를 탐색해 보는 것과 함께, 어떻게 하면 3차원 가상현실 프로그램을 이용하여 학습자의 공간지각력을 향상시킬 수 있는가에 대한 연구도 필요하다. 그래야만 공간지각력이 낮은 학습자들에게도 가상현실을 이용한 프로그램을 다각적인 목적으로 활용할 수 있게 할 수 있기 때문이다.

참고 문헌

- [1] 김기정(1997). 지구와 달의 운동에 대한 개념 성취도와 공간능력과의 상관관계. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- [2] 김명수(2000). 초등학교 지진단원 학습을 위한 3차원 가상체형 모형설계 및 구현. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- [3] 김호진(1998). 웹 기반의 가상현실 화석학습 코스웨어의 설계 및 구현. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- [4] 김희수, 신영숙, 김여상, 서명석(2001). 지구 과학교과교육을 위한 웹기반 3차원 가상현실 기법의 활용. 교육공학연구, 17(3), 85-106.
- [5] 나일주(1999). 웹기반 교육. 교육과학사.
- [6] 류영삼(1998). 가상현실에서 인간의 공간 지각에 관한 연구. 한국과학기술원 석사학위 논문.
- [7] 백영균(1999). 웹기반학습의 설계. 양서원.
- [8] 서혜전(2001). 웹기반 평생교육 프로그램의 학습성과 관련 요인연구. 숙명여자대학교 박사학위논문.
- [9] 손임덕(1999). 가상현실 프로그램(VRML)을 이용한 교육용 WBI 개발과 효과 분석 : 초등학교 6학년 단원6. 입체도형 중 각뿔 영역을 중심으로. 경기대학교 석사학위 논문.
- [10] 신국환(1998). 초등학습자의 공간 지각 발달에 관한 연구 : 입체 도형에 관한 평면 표현을 중심으로. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- [11] 오필우(1999). VRML을 이용한 웹 기반의 가상현실 역사 학습 코스웨어의 설계 및 구현. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- [12] 이우열(1999). 웹상에서 가상체형을 통한 입체도형의 이해. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- [13] 이유미(1996). VRML을 이용한 가상과학실험 설계 및 구현. 이화여자대학교 석사학위 논문.
- [14] 임선빈(1996). 새로운 학습 환경으로서의 가상현실. 교육공학연구, 12(2), 189-209.
- [15] 임정훈(1998). 인터넷을 활용한 가상수업에서의 교수-학습활동 및 교육효과 연구. 교육공학연구, 14(2), 103-136.
- [16] 임정훈(2001). 가상교육·사이버교육에 관한 개념적 고찰. 교육공학연구, 17(3), 165-194.
- [17] 한국행동과학연구소(2002). 초등학생 지능 검사 5·6학년용. 한국가이던스.
- [18] 한정선, 이경순(2001). 교수-학습 과정에서 가상현실의 구현을 위한 이론적 고찰. 교육공학연구, 17(3), 133-163.
- [19] Chou, C., Hsu, H.-L. & Yao, Y.S., (1997). Construction of a virtual reality learning environment for teaching structural analysis. *Computer Applications in Engineering Education*, 5(4), 223-230.
- [20] Johnson, A., Roussos, M., Leigh, J., Vasilakis, C., Barnes, C. & Moher, T. (1998). The NICE project: Learning together in a virtual world. On-line available at: http://www.ice.eecs.uic.edu/nice/NICE/PAPER_S/VRAIS/vrais98.2.htm.
- [21] Harasim (1995). Learning networks: A fieldguide to teaching and learning online/ Cambridge: MIT Press.
- [22] McLellan, H. (1996). Virtual realities. In D. H. Jonassen (Ed.), Handbook of research for educational communications and technology (pp. 457-487). NY: Macmillan Library.
- [23] Thurman, R. A., & Mattoon, J. S. (1994). Virtual reality: Toward fundamental improvements in simulation-based training, *Educational Technology*, 34(5), 56-64.

임 정 훈



1990 서울교육대학교
교육학과(교육학 학사)
1992 서울대학교 대학원
교육학과(교육학 석사)

1999 서울대학교 대학원

교육학과(교육학 박사)

1997 서울대학교 교육연구소 연구원

1997~2000 한국방송통신대학교 원격교육연구소
연구원

2000~ 현재 인천대학교 대학원 교육학과 교수

관심분야: 교육공학, 컴퓨터교육, e-Learning

E-Mail : jhleem@incheon.ac.kr

이 삼 성



1994 진주교육대학교
초등교육과(교육학 학사)

2003 인천대학교 교육대학원
교육공학전공(교육학석사)

2002~현재 경기도 ICT 교재 집필위원, 부천 상
일초등학교 교사

관심분야: 교육공학, WEB 3D, 컴퓨터교육

E-Mail: LSAMSUNG@hanmail.net