

증강현실기반 학습 환경에서 학습자의 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도의 관계 연구

서희전 (가톨릭대학교)*

• 요약 •

본 연구는 차세대 학습 환경으로 부각되고 있는 증강현실기반 학습 환경에 대한 탐색적인 연구로 증강현실 미디어 특성에서 도출한 인지 변인인 현존감, 동기·수행 변인인 학습 몰입감, 학습결과 변인인 사용성에 대한 태도와 학업성취도의 네 가지 변인 간의 관련성을 분석하는 것을 목적으로 한다. 연구대상은 경기도 A 초등학교 5학년 남녀학생 57명을 대상으로 하였으며, 2주간 초등용 지구과학 실감형 교육 미디어를 이용하여 수업을 실시하였다. 연구도구는 현존감 검사지(공간적 현존감 등 3개 항목), 학습 몰입감 검사지(분명한 목표 인식 등 9개 항목), 사용성에 대한 태도 검사지(효율성 등 5개 항목), 학업성취도 검사지를 이용하였다. 단순회귀분석 결과 증강현실기반 학습 환경에서 인지 변인인 현존감은 학습 몰입감에 영향을 미치는 것으로 나타났으며 사용성에 대한 태도에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그러나 현존감은 학업성취도에는 직접적인 영향을 미치지 않는 변인으로 나타났다. 한편, 동기·수행 변인인 학습 몰입감은 사용성에 대한 태도에 영향을 미치며 학업성취도에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 학습결과 변인인 사용성에 대한 태도는 학업성취도에 영향을 미치는 변인으로 밝혀졌다. 본 연구의 결과는 증강현실 콘텐츠를 학교 정규 수업에 적용하고 증강현실 환경에서 학업성취도에 영향을 미치는 인지 변인, 동기·수행 변인, 사용성 태도 변인을 검증함으로써 효과적인 학습자 주도의 체험형 학습 방법과 증강현실기반 학습 콘텐츠 설계 방향을 제시하는데 기여할 것으로 본다.

주제어 : 증강현실기반 학습 환경, 현존감, 학습 몰입감, 사용성, 학업성취도

Keyword : Augmented Reality, Presence, Learning Flow, Usability, Learning Achievement

* 교신저자: 서희전, 가톨릭대학교 교수 학습센터 (e-mail: suh@catholic.ac.kr)

I. 서론

급속한 정보통신기술의 발달로 인하여 체험 중심의 학습경험이 가능한 디지털 사용자 환경이 구축되고 있다. 한편 지식을 스스로 구성해나가는 구성주의 패러다임이 대두되면서 풍부한 학습체험이 가능하고 상호작용을 통해 학습을 주도적으로 수행할 수 있는 차세대 학습 환경에 대한 요구가 높아지고 있다. 이에 대한 방안의 하나로 현실세계에 가상 객체를 부가하여 제공하고 가상객체를 실물처럼 조작하면서 체험학습이 가능한 증강현실기반의 학습 환경의 구축이 시도되고 있다. 증강현실(Augmented Reality)이란 가상현실(Virtual Reality)의 한 형태로 실제 세계에 컴퓨터 그래픽으로 구성된 가상세계를 결합하여 보여줌으로써 사용자에게 혼합된 영상을 지각하게 하며, 실시간으로 사용자의 행위에 의해 가상 객체를 조작하면서 컴퓨터와 상호작용하는 컴퓨터 인터페이스 기술을 말한다(한국전자통신연구원, 2007, Billinghamurst, Grasset, & Looser, 2005).

가상현실과 증강현실은 교육 분야에서 직접 관찰이 어렵거나 텍스트와 2D 자료로 설명하기에 어려운 학습내용, 가시화하기 어려운 내용, 추상적인 학습개념, 고위험 및 경비가 많이 드는 실험 등의 교육 분야에서 적용하기에 유용하다고 알려져 있다(김희수, 2002; Al-khalifah & McCrindle, 2006; Dunser & Hornecker, 2007; Fruland, 2002; Kaufman, 2003; Shelton & Hedley, 2002). 가상현실 기술은 고가의 3차원 영상 디스플레이 장비와 높은 제작비용의 문제로 인해 현장 적용이 어려웠던 반면, 증강현실은 저가의 웹카메라와 일반 PC를 이용하므로 접근성과 활용성이 높아졌다. 그러나 증강현실 기술을 이용한 학습 방법은 성인을 대상으로 실험적인 적용 수준에 그치고 있으며, 초등학생을 대상으로 증강현실 콘텐츠를 정규 수업과정에 적용하여 학습 변인을 심층적으로 연구한 사례는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서 다루고 있는 학습 변인은 현존감(Presence), 학습 몰입감(Learning Flow), 사용성(Usability)에 대한 태도, 학업성취도 네 가지로 증강현실의 미디어적인 특성을 반영하면서 교육적 효과를 높일 수 있는 학습 변인을 도출한 것이다. 증강현실은 실제 세계에 나타난 가상 물체에 실제성을 느끼고 실제와 가상의 혼합된 상황을 제시하는 미디어적 특성을 가지고 있다(Witmer & Singer, 1998). 이러한 증강현실 상황에서 자신이 존재함을 느끼는 인지 상태를 현존감이라고 하며, 현존감은 학습자가 실제 세계와 가상세계가 혼합된 상황을 표상하고 증강현실 콘텐츠를 이해하는데 중요한 요소이다(Lessiter, Freeman, Keogh, & Davidoff, 2001; Lombard & Ditton, 1997; Schubert, Friedmann, & Regenbrecht, 2001; Witmer & Singer, 1998). CAVE형 가상현실 또는 데스크탑 가상현실에서 현존감을 연구한 사례는 많이 볼 수 있으나 증강현실기반 학습 환경에서 현존감에 대한 연구는 국내

외적으로 사례가 많지 않다. 본 연구에서는 증강현실기반 학습 환경의 인지 변인으로 현존감을 선정하고 학습자의 현존감이 학습 몰입감 등 다른 학습 변인에 대해 어떠한 관련성이 있는지 살펴보고자 한다.

한편, 학습 몰입감은 가상 학습 환경에서 동기, 학업수행, 성취와 관련성이 높고(Novak, Hoffman, & Yung, 2000; Pearce, Ainley, & Howard, 2005), 컴퓨터기반 학습 연구에서 인간-컴퓨터 상호작용의 중요한 변인으로 알려져 있다(Konradt & Sulz, 2001; Takatalo, Nyman, & Laaksonen, 2008). 증강현실기반 학습 환경과 같이 실물과 유사한 콘텐츠가 제시되고 학습자의 직접 조작을 통해 학습하는 상황에서 학습 몰입감은 현존감, 사용성에 대한 태도와 학업성취도와 높은 관련성을 가질 것으로 예상할 수 있다.

증강현실 기반 학습 환경에서는 기존에 사용하던 PC의 마우스나 키보드를 이용하여 2D 콘텐츠를 조작하는 것이 아니라 실물 인터페이스를 통해 3D 콘텐츠를 회전, 이동, 확대, 축소시키는 조작을 하게 된다. 이러한 새로운 방식의 실물 인터페이스와 3차원 증강현실로 구성된 콘텐츠를 활용하는데 학습자의 사용자 인터페이스에 대한 이해도와 조작용이성 정도는 학습에 영향을 미치는 중요한 변인으로 볼 수 있다. 학습자는 실물 인터페이스 조작 행동에 대해 즉각적인 피드백을 얻게 되므로 오개념이나 잘못된 반응을 바로 교정하게 되어 이해를 촉진할 수 있으므로 사용성 수준은 학업 수행과 관련이 있음을 예측할 수 있다(Shneiderman, 1998).

본 연구에서는 증강현실기반 학습 환경을 초등학교를 대상으로 한 정규 수업에 적용하고 인지 변인인 현존감과 학습자의 능동적 참여를 유도하는 동기·수행 변인인 학습 몰입감의 관련성을 살펴보고, 현존감과 학습 몰입감 수준이 각각 새로운 증강현실기반 사용자 인터페이스의 사용 태도에 대해 어떠한 관련성을 보이며 학업성취도에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보고자 한다. 또한 실물 인터페이스를 이용한 학습 콘텐츠 조작 방식에 대한 태도가 학업성취도에 어떠한 영향을 미치는지를 확인해 보고자 한다.

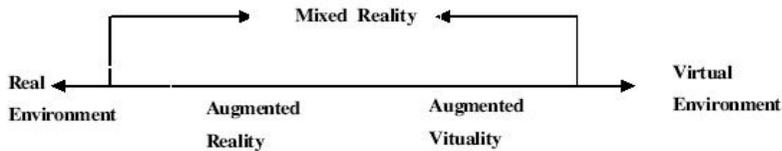
이를 위해 본 연구에서는 증강현실기반 학습 환경에 대한 특성과 사례를 먼저 살펴보고 각 학습 변인에 대한 선행 연구를 조사하였으며, 초등학교를 대상으로 지구과학 증강현실기반 콘텐츠를 이용한 수업을 실시하였다. 참여 학생을 대상으로 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도를 측정하고 변인 간 상호 관련성과 영향 정도를 분석하였다.

II. 이론적 배경

1. 증강현실 개념 및 교육적 특성

가. 증강현실 개념

증강현실(Augmented Reality: AR)은 사용자가 보고 있는 실제 세계 영상에 가상 세계 영상을 혼합하여 제시하고, 사용자가 가상 객체를 조작하면서 컴퓨터와 상호작용할 수 있도록 하는 컴퓨터 인터페이스 기술을 말한다(한국전자통신연구원, 2007; Billinghurst, et al., 2005). (그림 1)과 같이 실제 세계와 가상 세계가 연속선상의 양 끝에 위치하고 두 세계 사이의 영역을 혼합현실(Mixed Reality)이라고 할 때 실제 세계 안에 가상세계의 일부가 합성되면 증강현실(Augmented Reality)로, 가상 세계 안에 실제 세계의 일부가 합성되면 증강가상(Augmented Virtuality)으로 구분하여 설명할 수 있다.



(그림 1) 실제와 가상의 연속선상에서의 혼합현실 영역 (출처: Milgram & Kishino, 1994, p. 1323)

나. 증강현실기반 학습 환경의 교육적 특성

증강현실기반 학습 환경의 특성과 교육적 장점을 구성주의 학습 원리에 근거하여 정리하면 다음과 같다.

첫째, 증강현실 기술은 3차원적 공간 개념을 토대로 하여 복잡한 개념을 시각화하여 보여주고 원리와 과정을 시뮬레이션함으로써 지식의 이해 및 적용 능력을 높일 수 있다(Billinghurst, et al., 2005; Shelton & Hedley, 2002).

둘째, 실제적인 문제 상황과 유사한 과제의 표현이 가능하므로 문제 상황을 인식하고 이해하는데 도움을 줄 수 있다(Resnick, 1991; Wilson & Myers, 2000). 김희수(2002)는 가상 상황이 실제와 유사성 수준이 높을수록 학습효과가 높으며, 관찰 콘텐츠에 대한 현존감이 높을수록 현상 및 원리에 대한 정확한 이해가 가능하고 오개념을 줄일 수 있다는 결과를

제시하였다. 즉, 학습자는 실제적인 맥락 안에서 문제를 경험할 수 있으며 문제와 현실과의 관련성이 높아지면서 주의 집중 수준이 높아지게 된다.

셋째, 실물 인터페이스를 이용하여 가상 콘텐츠를 직접 조작하면서 상호작용하는 학습 체험을 경험할 수 있다(Lee, Nelles, Billinghamurst, & Kim, 2004). 증강현실기반 학습 환경에서 마우스나 키보드 형식이 아닌, 카드나 큐브와 같은 실물을 조작하여 가상 콘텐츠를 조작한다. 학습자 행위에 의해 학습내용이 전개되므로 수행 행위가 탐구적 활동을 다시 촉발하고 의미있는 학습으로 연결하게 된다(Novak, et al., 2000; Resnick, 1991; Wilson & Myers, 2000). 예를 들어 증강현실기반 학습 환경에서는 학교 실험실에서 동료 학생과 함께 가상의 비이커를 손으로 잡아 가상 용액을 합성하면서 시뮬레이션하고 데이터를 도출하는 탐구 활동이 가능하다.

넷째, 증강현실 환경에서는 사용자의 의도대로 가상 콘텐츠를 제어하며 학습을 진행한다. 따라서 학습자는 학습 콘텐츠에 대한 학습자 통제감을 높여 학습의 성취감 및 만족감을 높일 수 있다(Kafumann & Schmalstieg, 2003).

즉, 증강현실 환경의 교육적 활용시 장점은 실물과 유사한 가상 콘텐츠를 체험할 수 있고 실물 인터페이스를 이용하여 직접 조작을 하면서 실제적인 맥락 안에서 문제를 경험하고 이해할 수 있다는 것이다. 반면, 증강현실을 교육 분야에 활용할 때 제한점을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 교육현장에서 학습자가 사용하기에 영상합성 수준이 안정적이지 않아 학습에 집중하기에 불편하다(한국전자통신연구원, 2007). 둘째는 증강현실 디스플레이 장비인 Head Mounted Display(HMD)의 가격이 고가이며 장시간 사용시 어지러움 증상이 발생하기 때문에 어린이 학습에 사용하기 어렵다. 셋째로는 증강현실기반 학습 콘텐츠를 제작하기에 손쉬운 저작도구가 없다는 것이며, 마지막으로 증강현실 기반 학습을 위한 학습내용 선정, 교수설계, 수업 방법에 대한 경험적인 가이드라인이 제공되고 있지 않다는 점이다.

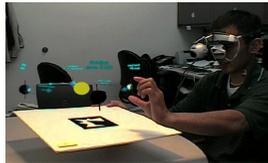
다. 증강현실기반 학습 콘텐츠 개발 사례

뉴질랜드의 HIT Lab에서 개발한 MaqiPlanet는 태양계의 행성 마커를 가지고 궤도 위에 각 행성을 배치하는 콘텐츠로(Billinghurst, et al., 2005; Dunser & Hornecker, 2007), (그림 2)와 같이 사용자는 HMD를 사용하며, 마커가 부착된 카드를 움직여서 행성 콘텐츠를 조작할 수 있다. 워싱턴 대학에서는 (그림 3)과 같이 지구의 공전과 자전에 대한 증강현실 콘텐츠를 개발하여 대학생 대상 수업에 적용하였다(Shelton & Hedley, 2002). 싱가포르 난양기술대학의 혼합현실 Lab에서 개발한 3D Magic Story Cube는 학습자가 실제 큐브를 펼치는

조작을 하면서 큐브에 합성되어 가상 콘텐츠가 나타나면서 나레이션이 제공된다(Zhou, Cheok, Pan, & Li, 2004). 오스트리아 그라츠 공과대학에서 개발한 Virtuoso는 (그림 4)와 같이 교육용 협력 게임으로 벽면에 붙은 마커를 학습자가 PDA 카메라로 인식하여 미술품을 보면서 미술품의 연대를 타임라인으로 구성하는 활동이다²⁾. 광주과학기술원에서 개발한 교육용 가상화단인 가든 얼라이브(Garden Alive)는 실제 화분을 손으로 만져주거나 물과 영양분을 조절해 주면 모니터에 보이는 가상공간에 식물이 조건에 따라 다르게 자라는 모습을 관찰할 수 있다³⁾.



(그림 2) MaqPlanet



(그림 3) 공전과 자전



(그림 4) PDA 활용 Virtuoso

증강현실 기술을 통해 개발된 국내외 학습 콘텐츠 사례를 미디어 유형에 따라 HMD 기반, 모니터/TV 기반, 모바일 기반으로 구분하여 정리하면 <표 1>과 같다.

2. 현존감

가상 환경에서 어떤 작업을 하거나 놀이를 할 때, 또는 가상환경을 여행한다거나 가상 객체와 상호작용할 때 가상공간에 내가 있다는 느낌을 가지는 경우를 현존감(Presence)이라고 한다. 즉, 현존감이란 미디어에 의해 만들어진 환경 안에 자신이 거기에 있다고 느끼는 주관적인 인식을 말한다(Lessiter et al., 2001; Lombard & Ditton, 1997; Schubert et al., 2001).

라디오, TV 등 전통적인 매체들은 현존감의 수준이 낮았으나, 가상현실, 3D 게임, IMax 영화 등 3차원 공간을 표현하는 상호작용적 미디어가 나타나면서 현존감이 높아지고 이와 관련된 연구들이 활발히 수행되고 있다(Schubert et al., 2001). 현존감은 심리적 현상으로 인지과정이며 정서와 관련이 있다. 높은 건물 위에 자신이 서 있는 가상 환경을 경험하면서 실제로 두려움을 느끼는 생리적인 증상까지 나타날 수 있다. 특히 가상현실은 인간의

1) 오스트리아 그라츠 공과대학. <http://studierstube.icg.tu-graz.ac.at/handhel>.

2) 광주과학기술원 사이트. <http://uvr.gist.ac.kr/group/ubiAvatar.html>.

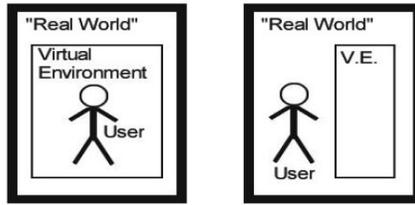
감각 기관을 이용하여 컴퓨터에 의해 합성 정보를 인식하도록 하여 인간 주위에 가상적인 세계를 만들어 내는 기술이므로, 가상현실 기술에 의한 현존감은 고화질 TV, 비디오 컨퍼런싱 등 다른 미디어에 비해 강한 현존감을 이끌어 낼 수 있다(Takatalo et al., 2008).

<표 1> 증강현실 기술의 교육 분야 활용 유형 및 사례

미디어 유형	특징	사례	활용 분야
HMD 기반 AR	HMD나 Handheld display는 사용자에게 안경형태로 카메라와 디스플레이를 장착한 것으로 사용자의 관점으로 실제 사물을 볼 수 있도록 하면서 부가적인 가상영상 정보를 합성하여 제시하는 방식임	<ul style="list-style-type: none"> • AR Volcano, MaqiPlanet, 지구 자전-공전 (뉴질랜드 HIT lab. 워싱턴대) • 3D Magic Story Cube, 3D Magic Land (싱가포르 혼합현실 lab) • BMW 자동차 기계 조립 훈련 	과학 학습, 문화제 전시, 교육 훈련, 에듀테인먼트
모니터/TV 기반 AR	웹캠이나 소형비디오 카메라를 이용하여 교재/학습교구와 가상영상을 합성하여 컴퓨터 모니터나 TV에 실감형 콘텐츠를 제시함	<ul style="list-style-type: none"> • Garden Alive 시스템 (광주과기원) • 실감형 이터닝 시스템(한국전자통신연구원) 	과학, 영어 시뮬레이션
	방송용 카메라를 이용하여 등장인물/배경과 가상영상 합성	<ul style="list-style-type: none"> • 상품광고(Total Immersion) 	테마파크, 광고, 영화, 일기예보, 스포츠 방송
모바일 기반 AR	PDA의 카메라와 디스플레이를 이용하여 실감형 콘텐츠를 보거나 두 명 이상이 PDA를 이용하여 게임형 콘텐츠 이용	<ul style="list-style-type: none"> • Invisible train, Virtuoso (그라즈 공과대학) 	에듀테인먼트, 협력적 탐구학습
	Ultra-Mobile Person Computers(UMPC)를 이용해 이동중인 사용자에게 인쇄물과 가상 콘텐츠를 합성하여 제시	<ul style="list-style-type: none"> • UMPC활용 AR (Total Immersion) 	직장인 및 학생용 정보제공

최근 증강현실 환경에 대한 현존감 연구가 시작되면서 객체 현존감(Object Presence) 용어가 등장하였다(Witmer & Singer, 1998). 객체 현존감이란 (그림 5)의 (a)와 같이 가상 세계에 자신이 소속되어 존재한다고 느끼는 것이 아니라, 그림 (b)와 같이 내가 있는 실제 세계 환경 안에 가상 객체가 존재한다고 느끼는 주관적인 경험을 의미한다(Stevens & Jerrams-Smith, 2001). 예를 들어 객체 현존감은 실제 책상위에서 바닥으로 가상의 공을 떨어뜨릴 때 공을 잡으려는 행위를 보이는 경우로 설명할 수 있다.

그러나 가상객체의 형태나 크기, 디스플레이 장치에 따라 사용자의 주관적인 느낌은 매우 다를 수 있으므로 본 연구에서는 현존감과 객체 현존감을 구분을 하지 않고 현존감이란 용어로 사용하였다. 본 연구의 현존감의 정의는 실제 공간에 가상물체가 제시될 때 가상물체를 실제와 같이 인식하고 이러한 가상과 실체가 혼합된 공간에 자신이 함께 존재하고 있다고 느끼는 것을 의미한다.



(a) 현존감 (b) 객체 현존감

(그림 5) 현존감(Presence)과 객체 현존감(Object Presence)

(출처: Stevens & Jerrams-Smith, 2001, p. 195)

현존감을 측정하기 위한 선행 연구를 살펴보면, <표 2>와 같이 Lombard와 Ditton(1997)은 현존감의 구성요소를 공간이전, 감각적 몰입, 실제감 요소로 설명하였고 Lessiter와 동료들(2001)은 현존감을 물리적 공간, 참여, 자연성으로 구분하였다. Schubert와 동료들(2001)은 공간적 현존감, 가상세계에 대한 몰두, 실제성의 세 가지 요인을 현존감 범주로 구인하였다.

<표 2> 현존감의 구성 요인 비교

구분	공간성	몰두	실제성
Lombard & Ditton (2000)	공간이전 (Transportation)	감각적 몰입 (Immersion)	실제감 (Realism)
Lessiter et al. (2000)	물리적 공간 (Physical space)	집중 (Engagement)	자연성 (Naturalness)
Schubert et al.(2001)	공간적 현존감 (Spatial Presence)	몰두 (Involvement)	실제성 (Realness)

Schubert와 동료들(2001)이 구인한 현존감 요인 중 공간적인 현존감(Spatial Presence)이란 3차원 가상공간에 대한 정신모형을 개념화하고 자신이 가상공간 안에 있다고 인식하는 것을 말한다. 둘째, 가상세계에 대한 몰두(Involvement)는 현실세계 대신 가상세계에 심리적인 주의집중을 하는 것을 말한다. Lessiter와 동료들(2001)은 집중(Engagement)이라는 용어를 사용하였고 Lombard와 Ditton(1997)는 감각적 몰입(Immersion)이라는 용어를 사용하면서 상호작용성 개념을 포함하였다. 셋째, 실제성(Realness)은 가상현실 또는 증강현실 환경에서의 감각적 현존감, 지각적인 실제감, 자연스러움, 촉각 경험을 의미한다. 사용자가 가상환경에서도 실제 환경과 같이 보고 듣고 냄새 맡고 느끼는 것을 인식하는가를 의미하며 생리적인 측면과도 관련이 있다.

사용자는 가상공간에서 상호작용을 하고 가상 세계를 통제하면서 가상공간을 더욱 잘 이해하게 된다. 이러한 공간-조작 정신모형 구성을 통해 가상공간을 이해하게 되면, 공간 속에서 자신의 몸의 움직임을 표현하거나 탐험을 하거나 객체를 조작하기에 더욱 용이해진다(Lombard & Ditton, 1997; Schubert et al., 2001).

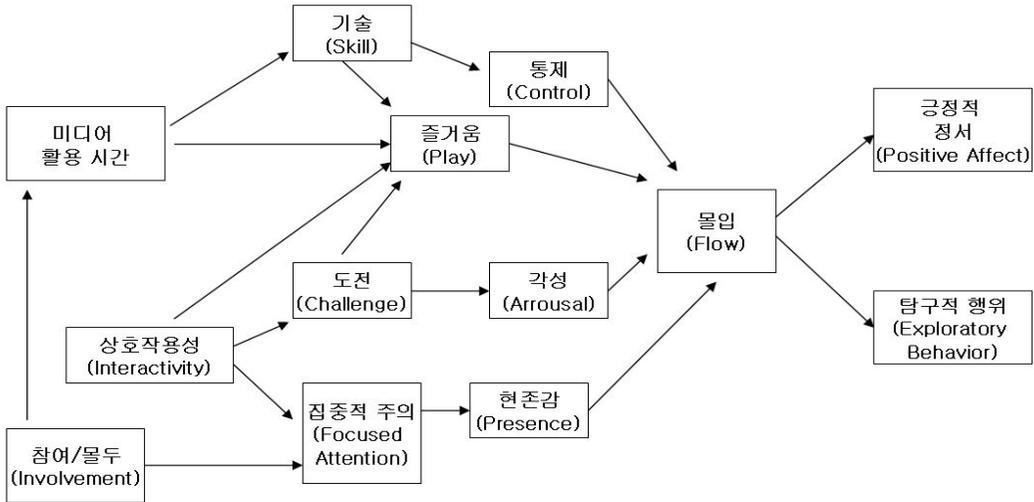
이 외에 현존감에 영향을 미치는 요인으로는 영상의 생생함(vivid), 상호작용성(interactivity), 사용자 특성(user characteristics)이 영향을 미치는 것으로 보고되고 있으며, 현존감이 과제수행 성취나 정서반응에 영향을 미친다는 연구결과가 제시되고 있으나 소수의 연구가 진행되어 일반화된 결과로 볼 수는 없다(Schubert et al., 2001; Schuenie et al., 2001). 증강현실 학습 환경에서의 현존감은 정보의 인식 단계에서의 선택적 지각 및 주의집중 요소와 관련이 있으며 탐구적 주의 환기와 연관성이 있다(Novak et al., 2000). 또한 과제 표현에 있어서 현실과 유사한 가상현실은 학습 대상물 자체의 현존감을 높이면서 동시에 학습할 과제와 활동의 실제성을 높여줌으로써 문제를 인식하고 이해하는데 도움을 줄 수 있다(Resnick, 1991; Wilson & Myers, 2000).

3. 학습 몰입감

Csikszentmihalyi(1990)에 의하면 몰입(Flow)이란 사람들에게 강한 집중과 끈기가 요구되는 도전적인 과제를 수행할 때 일어나는 깊이 몰두한 상태를 말한다. 즉, 몰입 경험은 과제의 난이도와 인간의 능력 수준에 따라 도전감이 균형상태에 있을 때 몰입 경험을 하게 되며, 몰입은 과제 속성, 인간의 능력 정도, 통제감 정도에 의해 조절된다고 하였다. 몰입상태는 구체적인 목표가 설정되고 과제에 집중하고 분명한 피드백을 받으며 자기 통제가 보장될 때 나타나게 된다. 이러한 몰입 경험은 인간-컴퓨터 상호작용 연구, 웹기반 사용자 연구, 하이퍼미디어 학습 환경, 가상현실 환경에서 사용자 인터페이스 등 컴퓨터와 상호작용하는 상황에서 중요한 이슈로 연구되고 있다. 특히 컴퓨터 활용 교육 분야에서 몰입의 원리는 학습 동기 촉진과 관련하여 긍정적인 학습 태도와 효과를 유도할 수 있으며, 학습자의 자기 효용성을 높일 수 있는 것으로 알려져 있다(Pearce, Ainley, & Howard, 2005; Takatalo, et al., 2008).

Novak과 그 동료들(2000)은 몰입을 경험한다는 것은 내적 즐거움을 가지면서 자의식을 상실한 상태이며 몰입 행동의 행동적 속성은 컴퓨터와의 상호작용과 자기강화에 의해 촉진되는 반응의 연속성이라고 설명하고 있다. Novak과 그 동료들(2000)은 (그림 6)과 같이 웹 사용자들을 대상으로 몰입 경험에 대한 요인을 도출하고 개념적 모형을 구성한 결과 선행

변인은 능력과 도전의 균형, 즐거움, 통제, 상호작용성, 과제에 대한 주의집중, 각성, 원격현존감이며, 몰입의 결과변인은 긍정적인 정서, 탐구적 행위로 설명하였다.



(그림 6) 몰입 요인의 개념적 모형 (Novak, Hoffman, & Yung, 2000, p. 28)

Jackson과 March(1996)은 학습 과정에서의 몰입경험에 대한 요인을 도출하고 몰입상태 측정도구를 개발하였다. Csikszentmihalyi의 몰입 이론에 근거하여 도전-능력 균형, 분명한 피드백, 분명한 목표, 자기목적적 경험, 행위-인식일체감, 통제감, 집중, 시간개념의 왜곡, 자의식 상실의 9가지 측면을 요인으로 추출하였다. Konradt와 Sulz(2001)는 하이퍼미디어 학습 환경에서 인간과 컴퓨터의 상호작용은 몰입의 발생을 촉진시킬 수 있으며, 몰입경험은 도전과 능력의 균형상태에서 무력함, 지루함, 불안과 비교해서 가장 높은 빈도경험을 나타낸다고 하였다. 또한 몰입상태에 도달하기 위한 과정을 선행요소, 과정요소, 결과요소로 구분하여 설명하였다. 몰입상태에 있는 학습자는 무력함, 지루함, 불안 상태에 있는 학습자와 비교하여 더 높은 학습 수행을 가진다고 주장하였다.

학습 몰입감 요인을 선행요소, 과정요소, 결과요소로 구분하여 설명하면 <표 3>과 같다. 몰입상태의 선행요소는 분명한 목표, 분명한 피드백, 도전과 능력의 일치로 구분되며, 과정요소는 행동과 인식의 통합, 과제에 대한 집중, 학습통제감으로 구분된다. 결과요소는 자의식 상실, 왜곡된 시간감각, 자기만족적 경험으로 구분할 수 있다(Jackson & March, 1996; Konradt & Sulz, 2001).

<표 3> 학습 몰입감의 9가지 요인 (Jackson & March, 1996; Konradt & Sulz, 2001)

구분	요인	설명
몰입상태의 선행요소	분명한 목표	과제 수행 목표에 대한 분명한 인식
	분명한 피드백	과제수행에서 학습자에게 분명하고 즉각적인 피드백을 제공하는 것
	도전과 능력의 일치	도전할 과제 수준이 자신의 능력 수준보다 높거나 낮지 않고 일치하는 것
몰입상태의 과정요소	행동과 인식의 통합	걱정이나 좌절감에 대한 인식 없이, 특별한 노력없이, 자동적으로 행동과 의식이 깊이 몰두하게 되는 것
	과제에 대한 집중	분명한 목적을 가진 과제로 인해 촉발되는 집중성
	학습통제감	과제수행에서 자신의 행동에 대한 통제감
몰입상태의 결과요소	자의식 상실	자의식 상실, 그러나 역설적으로 몰입경험 결과 자아감이 발현되는 느낌을 가짐
	왜곡된 시간감각	시간의 느낌이 왜곡되어 한시간이 1분만에 지나가거나 더 느리게 흐르는 듯한 느낌
	자기만족적 경험	자신의 행동에 대한 통제감으로 인한 즐거움 경험

4. 선행 연구

증강현실기반 학습 환경에서의 교육 연구 사례를 살펴보면 다음과 같다. Fruland(2002)의 연구에서는 중고생 8명을 대상으로 과학과목에 증강현실 기술을 적용한 결과 현존감 및 상호작용이 높아지면서 복잡한 데이터를 인식하고 이해하는 능력이 증진된 것으로 보고하고 있다. 반면 부정적인 측면으로 지나치게 많은 데이터로 인해 학습자에게 인지부담이 나타났고, 오개념에 대해 교정적 피드백이 아닌 강화가 지속될 수 있다고 보았다. Kaufman(2003)의 경우에도 기하 학습에서 증강현실 자료가 기하학의 공간적 개념을 학습 하는데 유용하다고 보고하고 있으며, 문제점으로는 제작 비용문제, 학교에서의 가상현실 기술 활용의 제한점이 제기되었다. Shelton과 Hedley(2002)의 연구에서는 지구-태양 증강현실 콘텐츠를 이용한 경우 대학생들의 학업성취도가 높아졌음을 보고하고 있다.

가상현실 기술과 몰입형 CAVE 디스플레이에 대한 교육적 활용에 대해 대학생들을 대상으로 조사한 연구 결과(Al-khalifah, & McCrindle, 2006)에 의하면 수업활동에서의 영향 측면에서 가상현실 수업, 실제 수업, 가상현실-실제 조합 수업 상황 중 가상현실-실제의 조합 수업 상황에서의 학습을 가장 선호하였다. 또한 가상현실은 학습과정 전체보다는 특정한 학습내용에서 사용하는 것이 더 효과적이며, 가상현실은 지식을 새롭게 구성하는 학습보다

는 사전 정의된 학습에 더 유용하다고 보았다. 상호작용 측면에서 가상현실 환경에서는 가상현실 콘텐츠와 학생 간 상호작용이 증가하는 반면 학생과 교수자의 상호작용, 학생 과 학생 간 상호작용이 감소되는 문제가 있다고 보고하고 있다.

계보경(2007)은 국내 초등학생 5학년 272명을 대상으로 증강현실기반 학습에서 매체특성, 현존감, 학습몰입, 학습효과의 관계에 대한 연구를 수행하였다. 연구 결과 매체특성 중 감각적 몰두는 현존감과 학습몰입을 매개로 학습 효과에 유의미한 영향을 미치는 것으로 보고하고 있다. 또한 학습효과 측면에 있어서는 개념·이해 요인보다 적용 요인에 증강현실 매체의 활용이 더 큰 설명력을 갖는 것으로 보고하고 있다. 이 결과는 증강현실의 활용이 실제적 맥락 속에서의 적용 능력을 높이는데 의미있는 효과가 있음을 뒷받침하는 사례로 볼 수 있다. 실물형 인터페이스를 통한 조작 가능성 요인의 경우, 만족도와 적용 능력에 효과가 있는 것으로 보고하고 있다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 문제 및 연구 설계

본 연구의 연구문제는 증강현실기반 학습 환경에서 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도 변인 간의 관련성 정도와 변인 간 영향을 미치는 정도를 분석해 보는 것이다. 연구문제를 구체적으로 서술하면 아래와 같다.

- 연구문제 1. 증강현실기반 학습 환경에서 현존감은 학습 몰입감에 어떠한 영향을 미치는가?
 연구문제 2. 증강현실기반 학습 환경에서 현존감과 학습 몰입감은 각각 사용성에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는가?
 2.1 현존감은 사용성에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는가?
 2.2 학습 몰입감은 사용성에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는가?
 연구문제 3. 증강현실기반 학습 환경에서 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도는 각각 학업성취도에 어떠한 영향을 미치는가?
 3.1 현존감은 학업성취도에 어떠한 영향을 미치는가?
 3.2 학습 몰입감은 학업성취도에 어떠한 영향을 미치는가?
 3.3 사용성에 대한 태도는 학업성취도에 어떠한 영향을 미치는가?

2. 연구 대상

연구대상은 경기도 A초등학교로 57명의 5학년 학생들이 참여하였다. 전체 학생 57명(100%)중 남학생이 30명(52%)이고 여학생이 27명(48%)으로 구성되었다. 참여자들은 두 개 반이 참여한 형태로, 반별 인원은 각각 29명(51%), 28명(49%)이며 참여자 모두 증강현실기반 학습 환경을 처음 사용하는 학생들이었다.

3. 연구 도구

가. 증강현실기반 학습 환경 ‘실감형 교육 미디어’

(1) 구성 요소 및 활용 방법

본 연구에서 증강현실기반 학습 환경 연구도구로 한국전자통신연구원에서 개발한 초등학교 과학 실감형 교육 미디어(이후 실감형 교육 미디어)를 사용하였다. 실감형 교육 미디어는 실감형 교재, 실감형 콘텐츠, 실물 인터페이스, 학습관리시스템으로 구성되었다(한국전자통신연구원, 2007).

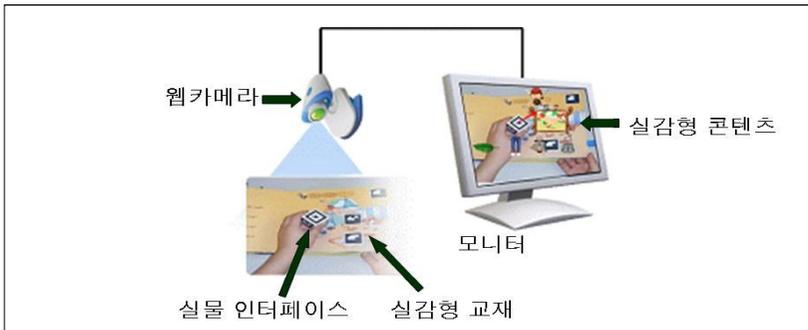
실감형 교육 미디어의 수업 환경은 초등학교 컴퓨터실 환경을 고려하여 기존 증강현실 기술에서 사용하던 HMD 장비를 사용하지 않고 저가의 웹카메라와 PC용 모니터를 디스플레이 장치로 사용하였다. 인쇄물로 만들어진 교재 내에 기하마커를 인쇄하여 실감형 교재로 제작하고 웹카메라로 교재에 부착된 마커를 비추면 모니터에 실제 교재와 함께 교재 위에 3D 콘텐츠, 음성, 동영상이 제시되어 공부할 수 있다. 카드와 큐브형 실물 인터페이스를 이용하여 사용자가 3D 콘텐츠를 선택, 확대, 회전, 삭제, 이동 등의 조작을 할 수 있다.

기타 장치로는 인터넷 연결 PC, 모니터, 마우스, 헤드셋을 사용하였다. 헤드셋의 경우 컴퓨터실에서 학생 개별적으로 오디오를 들을 수 있도록 하기 위해 착용하도록 하였다.

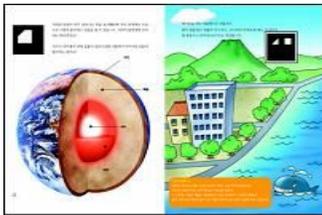
○ 실감형 교재: 기존 인쇄 교재 페이지 위에 기하형 마커¹⁾를 인쇄한 교재로 마커 정보를 통해 실제 교재 상에 가상 콘텐츠를 제시하여 학습할 수 있는 교재를 말한다. 교재는 일반 교재와 같이 학습목표, 학습내용, 사진 및 그림 자료, 학습정리, 퀴즈가 포함되어 있다.

○ 실감형 콘텐츠: 실감형 콘텐츠란 3D 콘텐츠, 오디오, 동영상, 이미지로 구성된 멀티미디어 콘텐츠를 실감형 교재 위에 증강시켜 나타내는 콘텐츠를 말한다.

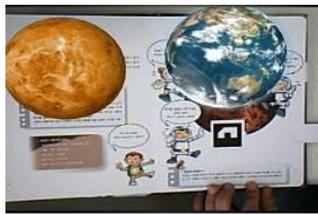
1) 마커: 실감형 교재와 가상 콘텐츠를 합성하기 위하여 가상 콘텐츠의 위치를 지정할 수 있도록 정보를 주는 기능



(그림 7) 증강현실 기반 실감형 교육 미디어 구성 요소



(그림 8) 실감형 교재의 예
(지구의 내부관찰)



(그림 9) 실감형 콘텐츠 예
(금성과 지구)



(그림 10) 실물 인터페이스
(행성카드, 큐브)



(그림 11) 실감형 콘텐츠 활용 학습 화면

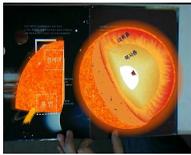
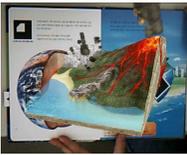
o 실물 인터페이스: 실물 인터페이스는 마우스나 키보드와 같은 컴퓨터 입력장치의 역할을 하며 학습자는 학습내용에 맞추어 실물 인터페이스를 이용하여 실감형 콘텐츠를 선택, 확대, 축소, 회전, 삭제, 이동 등의 조작을 할 수 있으며, 행성카드를 이용하여 태양계 내의 각 행성들을 관찰하고 설명을 들을 수 있도록 구성되었다. 본 연구에서는 실물 인터페이스로 (그림 10)과 같이 큐브와 행성카드가 제공되었다.

o 학습관리시스템: 학습관리시스템은 교재 정보, 사용자 정보, 실감형 콘텐츠 정보를 가지고 있으며 실감형 콘텐츠를 사용자에게 전달할 수 있다. 학습관리시스템을 통해 웹용 콘텐츠로 만들어진 확인학습용 퀴즈와 피드백 정보를 실감형 콘텐츠와 함께 제공하였다.

(2) 학습 내용

학습 내용은 태양계와 지구에 관한 지구과학 내용으로 2주차 분량으로 <표 4>와 같이 구성되었다.

<표 4> 학습 내용 구성

주차	학습 내용		
	주제	소주제	학습 화면 예시
1주차	태양계의 8개 행성	태양계 관찰 내행성 관찰	 
	태양을 향하여	태양의 특성 태양의 대기층 태양의 내부관찰	
2주차	아름다운 셋별, 금성	지구와 금성	 
	우리별 지구	대기층 관찰 지구의 내부관찰 지진과 화산	
	거대한 목성	목성의 대기층 목성의 위성들	

(3) 실감형 교육 미디어 개발 절차

실감형 교육 미디어의 교재와 학습 콘텐츠의 내용 타당도 검증을 위해 스토리보드 완료 단계와 교재 및 콘텐츠 개발 완료 단계에서 각각 두 명의 초등학교 교사, 한 명의 교육공학 전문가, 한 명의 과학 내용전문가에게 학습내용 영역 측면(학습목표 명확성, 내용선정의 타당성, 내용의 정확성, 내용조직의 적절성, 윤리성, 교재와 콘텐츠 구성의 적절성)과 교수 설계 측면(정보제시 전략의 적합성, 사용자 편의성, 상호작용성, 몰입감/실재감)에 대한 항목에 대하여 타당도를 검증받았다. 증강현실 인터페이스 전문가에게는 사용자 인터페이스의 용이성 및 적절성에 대한 타당도를 검증받았다. 전문가 수정 요청 의견을 반영하여 학습목표를 교재에 명확히 제시하고, 학습내용 전개과정을 초등 교육과정에 맞추어 수정하였으며, 초등학생의 수준에 맞추어 학습 분량을 줄이고 난이도가 높은 부분의 내용을 쉽게 수정하였다. 태양계의 3D 표현시 오개념이 나타나지 않도록 수정하였고, 마커를 조작한 상

호작용 활동을 추가하여 실감형 교재 및 콘텐츠를 수정하였다.

나. 검사지

본 연구에서 사용한 검사지는 현존감 검사지, 학습 몰입감 검사지, 사용성 태도 검사지, 학업성취도 검사지로 검사지 구성 및 신뢰도는 다음과 같다.

(1) 현존감 검사지

본 연구에서 현존감의 조작적 정의는 실제 공간에 가상물체가 제시될 때 가상물체를 실제와 같이 인식하고 이러한 가상과 실체가 혼합된 공간에 자신의 함께 존재하고 있다고 느끼는 것을 말한다. 본 연구에서는 Schubert와 동료들(2001)이 개발한 Igroup Presence Questionnaires(IPQ)를 변안하고 증강현실의 특성을 반영하여 수정한 후 사용하였다. IPQ는 14문항으로, 공간적 현존감 5문항, 가상세계에 몰두 4문항, 실제성 3문항, 총괄문항 1문항으로 구분되어 있다. IPQ 검사지의 신뢰도는 .87로 보고 되었다.

본 연구에서 사용된 현존감 검사지의 경우 일부 문항을 객체 현존감 상황에 대한 인식을 묻는 질문으로 변경하였다. 두 명의 교육공학 전문가에게 내용 타당도를 검증받고, 증강현실 인터페이스 전문가에게 객체 현존감 표현 등 검사지의 타당도에 대해 검증을 받았다. 전문가의 의견을 반영하여 검사지의 문항 내용을 수정하였고, 5학년 학생 3명을 대상으로 파일럿 테스트를 실시하여 간결하고 알기 쉬운 용어로 수정하였다.

<표 5> 현존감 검사지의 검사 항목

구분	문항수	정의	신뢰도
공간적 현존감	6	가상물체가 실제 세계 속에 와 있다는 느낌	.89
상황 몰두	4	가상과 실체가 혼합된 실감형 콘텐츠에 주의집중하여 심리적으로 몰두하는 정도	
증강 객체 실제성	4	증강현실 환경에서의 가상객체의 실제성을 판단하는 정도	
합계	14		

<표 5>와 같이 현존감 검사지는 총괄문항 1문항을 공간적 현존감에 포함하여 6문항으로 구성하고, 증강현실 상황 몰두 4문항, 증강 객체 실제성 4문항으로, 총 14문항으로 구성되

었으며 5점 척도로, 1점에서 5점으로 점수를 산출하였다. 14개의 현존감 검사 문항의 점수의 합을 현존감 총점수로 사용하였다. 본 연구에서 사용된 현존감 검사지의 신뢰도 (Cronbach의 α) 계수는 .89로 나타났다.

(2) 학습 몰입감 검사지

본 연구에서 학습 몰입감의 조작적 정의는 증강현실기반 학습환경에서 학습자가 실감형 콘텐츠를 조작하면서 학습과정에 깊이 몰두하며 즐거움을 느낀 정도를 의미한다.

학습 몰입감 검사지는 Jackson과 March(1996)이 개발한 몰입상태 척도(Flow State Scale)를 번안하여 사용하였다. 9가지 측면에 대해서 요인별로 4개의 문항씩 총 36문항으로 구성되었으며 신뢰도(Cronbach의 α) 계수가 .83인 것으로 보고되었다.

본 연구에 사용된 학습 몰입감 검사지는 몰입상태척도의 36개의 문항수가 초등학생에게 많은 것으로 판단되어 유사한 문항을 삭제하고 해당 개념을 명확히 포함하고 있는 문항만으로 구성하여, <표 6>과 같이 9개 요인별 2문항씩 총 18문항으로 구성하였다.

<표 6> 학습 몰입감 검사지의 검사 항목

구분	문항수	정의	신뢰도
분명한 목표	2	참여자가 자신이 하고 있는 수행에 대해 정확히 알고 있는 정도	.84
분명한 피드백	2	참여자가 자신의 수행에 대해 알 수 있도록 행위에 관련된 즉시적 피드백 제공 정도	
도전-능력 균형	2	참여자의 지각된 도전수준과 능력 간의 균형 정도	
행위-인식 일체감	2	의식적인 노력없이 자발적이고 자동적으로 행위에 몰입된 정도	
과제에 대한 집중	2	참여자가 스스로가 과제에 완전히 집중하는 정도	
학습통제감	2	과제의 도전과정에 통제감을 느끼는 정도	
자기만족적 경험	2	내적인 보상을 얻는 즐거운 경험	
시간개념의 왜곡	2	시간이 비정상적으로 빨리 지나가거나 때로는 느리게 흘러가는 것과 같은 왜곡된 시간에 대한 느낌	
자의식 상실	2	활동에 참여하고 있는 동안 주변에 대한 자의식을 무시하고 활동에 몰입하는 정도	
계	18		

두 명의 교육공학 전문가와 한 명의 증강현실 전문가에게 본 검사지의 내용 타당도를 검증받아 증강현실의 개념과 실감형 학습 콘텐츠와 실물 인터페이스의 특성을 고려하여 문구를 수정하였으며, 5학년 학생 3명을 대상으로 파일럿 테스트를 실시하여 문장을 간결하게 만들고 초등학생이 알기 쉬운 용어로 수정하였다. 각 문항은 5점 척도로, 1점에서 5점으로 점수를 산출하였다. 18개의 학습몰입 검사 문항의 점수의 합을 학습 몰입감 총점수로 사용하였다(Jackson & March, 1996). 본 연구의 학습 몰입감 검사지의 신뢰도(Cronbach의 α) 계수는 .84로 나타났다.

<표 7> 사용성 태도 검사지의 검사 항목

구분	문항수	정의	신뢰도
학습용이성	3	실감형 학습 콘텐츠와 실물 인터페이스가 처음부터 이용하기가 쉽다고 인식한 정도	.91
효율성	2	실감형 학습 콘텐츠와 실물 인터페이스를 얼마나 효율적으로 사용하였는가에 대한 인식 정도	
만족감	3	실감형 학습 콘텐츠와 실물 인터페이스를 이용하는 것이 좋은지에 대해 인식 정도	
조작용이성	2	실감형 학습 콘텐츠를 통제하고 실물 인터페이스를 조작하는데 쉽다고 인식한 정도	
기능이해도	2	실감형 교육 미디어에서 교재 내 마커와 실물 인터페이스의 기능에 대한 정확한 이해 정도	
계	12		

(3) 사용성 태도 검사지

본 연구에서 사용한 사용성 태도 검사지는 실감형 교육 미디어에 대한 사용자의 학습용이성, 효율성, 만족감, 조작용이성, 기능이해도에 대한 태도를 측정하기 위하여 개발하였다. 사용성 태도 검사를 통해 학습자와 학습 매체 간의 상호작용 수준을 파악할 수 있으며, 과제 수행의 용이성, 수행방법에 있어서 선호도 등을 파악할 수 있다. 본 연구에서는 Cork 대학의 Human Factor Research Group(HFRG)에서 개발한 5-UD(The 5 Usability Dimensions Attitude Scale) ISO 9241를 번안하고 수정하여 사용하였다. 5-UD는 학습용이성, 효율성, 만족감, 조작용이성, 명확성 영역에 각 2문항씩 총 10문항으로 구성되었으나 본 연구에서는 전문가 타당도 검토 결과 학습용이성 영역의 문항이 복합적 의미로 인식될 수 있으므로 문항 내용을 분리하여 구성하여 최종 12문항으로 수정하였다. 명확성 영역은 본 검사지에서는 기능 이해의 명확성을 의미하므로 기능이해도로 용어를 변경하여 사용하였

다. 각 문항은 1점에서 5점으로 구분하였고 편리함과 선호도가 높게 느끼는 정도를 5점으로, 불편함이나 선호도가 낮은 정도를 1점으로 표시하도록 하였다. 수정된 사용성 태도 검사지의 신뢰도(Cronbach의 α) 계수는 .91로 나타났다.

(4) 학업성취도 검사지

학습결과를 측정하기 위한 학업성취도 검사지는 한국교육학술정보원 연구팀과 공동으로 개발하였으며, 지구과학 학습내용에 관하여 1주차 학습내용인 태양계, 태양에 대한 학습에 대한 10개 문항과, 2주차 학습내용인 수성, 금성, 목성에 대한 내용과 관련하여 10개 문항으로 총 20문항으로 구성되었다. 2주간에 걸쳐 매주 2차시 수업이 끝날 때 해당 주제에 대한 성취도 검사를 수행하였다. 본 연구에서는 2회의 성취도 점수를 합산한 점수를 본 연구의 학업성취도 점수로 사용하였다. 학업성취도 검사지는 초등학교 과학교과 담당교사와 교육공학자가 함께 개발하고 이를 검증하였다. 점수는 각 문항별로 1점으로 계산하여 총 20점 만점으로 산출하였다²⁾.

4. 연구 절차

본 연구는 참여 학생들이 실감형 학습 콘텐츠와 실물 인터페이스의 사용법을 익히기 위해 2006년 11월 16일에 20분 동안 본 실험에 사용하지 않는 다른 과목의 실감형 교육 미디어로 사용법을 연습하였다. 본 실험을 위하여 과학 수업시간에 컴퓨터실에서 실감형 교육 미디어를 활용하여 2주간 총 4시간의 학습을 수행하였다. 57명의 학생들은 2개 반으로 나뉘어져 2006년 11월 17일에 1주차분 학습내용을 2차시 연속하여 총 80분의 수업을 받았고, 11월 24일에 2주차분 학습을 2차시 60분간 수업에 참여하였다. 2개 반으로 나뉜 집단의 수업은 훈련받은 동일한 교사에 의해 진행되어 교사변인을 최소화하였다. 수업이 종료된 후 2006년 11월 27일에 학습 몰입감 검사지, 현존감에 대한 검사지, 사용성에 대한 태도 검사지를 40분간 수행하도록 하였다.

5. 자료 분석 및 통계 방법

2) 본 연구에서 사용한 학업성취도 점수는 실감형 교육 미디어의 학교 시범적용을 공동 진행한 한국교육학술정보원 연구팀으로부터 원자료를 제공받아 산출하였음(한국교육학술정보원, 2006).

본 연구에서는 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도에 대한 서술적 통계 분석(Descriptive Analysis)을 실시하였고, 변인 간의 상관분석을 실시하기 위하여 Pearson r 상관계수를 산출하였다. 각 변인 간에 영향력을 예측하고 설명력을 분석하기 위하여 단순회귀분석을 실시하였다.

IV. 연구 결과

1. 서술적 통계 분석

증강현실기반 학습 환경에서의 학습자들의 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도에 대한 서술적 통계 결과는 <표 8>과 같았다.

<표 8>을 보면 현존감에 대한 학생들의 인식 결과, 학생들의 현존감은 70점 만점에 평균 42.02, 표준편차 10.746로 나타났다. 현존감의 하위 요인 중 가장 높은 평균 점수는 증강현실 상황 몰두 ($M=3.37$, $SD=.78$)가 가장 높았고, 증강객체의 실제성 ($M=2.86$, $SD=1.01$), 공간적 현존감 ($M=2.82$, $SD=.99$)은 평균 3점 미만인 것으로 나타났다. 증강현실기반 학습 환경에서 공간적 현존감과 실제성에 대한 인식이 높지 않았던 것으로 보인다.

학습 몰입감에 대한 지각 정도는 90점 만점에 평균 61.44, 표준편차 10.43로 나타났다. 하위 요인별로 보면, 분명한 피드백 ($M=3.71$, $SD=.75$)이 평균 점수가 가장 높았고, 자기만족적 경험 ($M=3.70$, $SD=1.09$), 분명한 목표 ($M=3.60$, $SD=.96$) 순으로 높게 나타났다. 가장 낮은 점수는 시간개념의 왜곡 ($M=3.02$, $SD=.90$)이며, 자의식 상실 ($M=3.11$, $SD=.95$)과 행위-인식 일체감 ($M=3.21$, $SD=.90$)이 낮은 점수로 나타났다. 학습 몰입감의 하위 요인 평균 점수는 3.02점에서 3.71점 사이로 보통 3점 수준보다 약간 높은 것으로 나타났다.

실감형 교육 미디어에 대한 사용성에 대한 태도는 60점 만점 기준에서 평균 47.93, 표준편차 9.39로 나타났다. 하위 요인 중 기능이해도 ($M=4.22$, $SD=.93$)가 가장 높았고, 다음으로 효율성 ($M=4.07$, $SD=.93$), 조작용이성 ($M=4.04$, $SD=.94$) 순으로 높게 나타났다. 학습용이성 ($M=3.99$, $SD=.95$)과 만족감 ($M=3.78$, $SD=1.07$)은 상대적으로 낮은 점수인 것으로 나타났다.

학습결과는 57명의 학생 중 6명 학생을 제외한 51명의 사례가 수집되어 분석되었다. 20점 만점에 평균은 9.45, 표준편차는 4.55으로 분석되었다. 평균점수는 전체적으로 높지 않은 것으로 나타났다.

<표 8> 서술적 통계 결과

변인	<i>N</i>	문항수	<i>M</i>	<i>SD</i>
현존감		14	42.02	10.75
공간적 현존감	57	6	2.82	.99
증강현실 상황 몰두		4	3.37	.78
증강객체의 실제성		4	2.86	1.01
학습 몰입감		18	61.44	10.43
분명한 목표	57	2	3.60	.96
분명한 피드백		2	3.71	.75
도전-능력 균형		2	3.40	.77
행위-인식 일체감		2	3.21	.90
과제에 대한 집중		2	3.53	.95
학습통제감		2	3.43	.93
자기만족적인 경험		2	3.70	1.09
시간개념의 왜곡		2	3.02	.90
자의식 상실		2	3.11	.95
사용성 태도		12	47.93	9.39
학습용이성	57	3	3.99	.95
효율성		2	4.06	.99
만족감		3	3.78	1.07
조작용이성		2	4.04	.94
기능이해도		2	4.22	.93
학습결과	51	20	9.45	4.55

2. 변인 간 상관 분석

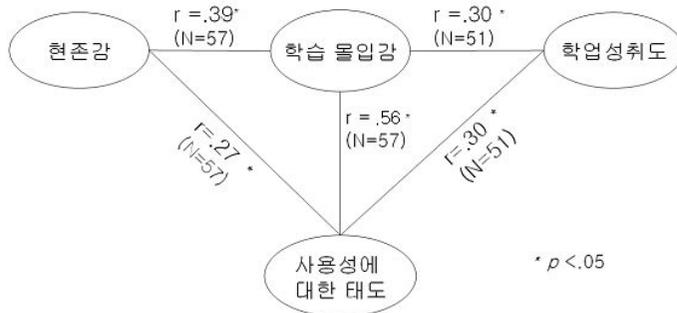
증강현실기반 학습 환경에서의 현존감, 학습 몰입감, 사용성, 학업성취 간의 상관관계를 살펴본 결과, <표 9>와 같이 현존감과 학습 몰입감은 유의미한 상관이 있는 것으로 나타났다($r=.39$, $p<.05$). 현존감($r=.27$, $p<.05$)과 학습 몰입감($r=.56$, $p<.05$) 모두 사용성에 대한 태도와 상관이 나타났으며, 학습 몰입감($r=.30$, $p<.05$)과 사용성에 대한 태도($r=.30$, $p<.05$)는 모두 학업성취와 유의미한 상관이 나타났다. 현존감은 학업성취도와 유의미한 상관이 나타나지 않았다($r=.07$, $p>.05$). 즉, 실감형 교육 미디어를 활용하는 증강현실기반 학습 환경에서 현존감과 학습 몰입감이 높게 지각될수록 사용성에 대한 태도가 높게 나타나고, 학

습 몰입감과 사용성에 대한 태도가 높게 지각될수록 학업성취도가 높아지는 것으로 나타났다.

<표 9> 변인 간 상관분석 결과

	현존감	학습 몰입감	사용성에 대한 태도	학업성취도
현존감	-			
학습 몰입감	.39* (N=57)	-		
사용성에 대한 태도	.27* (N=57)	.56* (N=57)	-	
학업성취도	.07 (N=51)	.30* (N=51)	.30* (N=51)	-

* $p < .05$



(그림 11) 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도 간 상관분석 결과

3. 변인 간 회귀분석

가. 학습 몰입감에 대한 단순회귀분석 결과

현존감이 학습 몰입감에 영향을 미치는 정도를 검증하기 위하여 단순회귀분석을 실시한 결과는 <표 10>과 같다. 현존감은 학습 몰입감에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 ($F(1, 55) = 9.82, p < .05$), 유의수준 .05에서 학습 몰입감 총변화량의 15%를 현존감이

설명해 주는 것으로 분석되었다($R^2=.15$).

<표 10> 학습 몰입감에 대한 단순회귀분석 결과

종속변인: 학습 몰입감

독립변인	B	SE	β	t	F	R^2
현존감	.38	.12	.39	3.13	9.82*	.15

* $p < .05$

나. 사용성 태도에 대한 단순회귀분석 결과

현존감과 학습 몰입감이 사용성에 대한 태도에 영향을 미치는 정도를 검증하기 위하여 각 독립변인별 단순회귀분석을 실시한 결과는 <표 11>과 같다.

<표 11>에 의하면 현존감은 사용성에 대한 태도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 ($F(1, 55) = 4.46, p < .05$), 유의수준 .05에서 사용성에 대한 태도 총변화량의 8%를 현존감이 설명해 주는 것으로 분석되었다($R^2=.08$).

학습 몰입감은 사용성에 대한 태도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 ($F(1, 55)=24.69, p < .05$), 유의수준 .05에서 사용성에 대한 태도 총변화량의 31%를 학습 몰입감이 설명해 주는 것으로 분석되었다($R^2=.31$).

<표 11> 사용성 태도에 대한 단순회귀분석 결과

종속변인: 사용성에 대한 태도

독립변인	B	SE	β	t	F	R^2
현존감	.24	.11	.27	2.11	4.46*	.08
학습 몰입감	.50	.10	.56	4.97	24.69*	.31

* $p < .05$

다. 학업성취도에 대한 단순회귀분석 결과

현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도가 학업성취도에 영향을 미치는 정도를 검증하

기 위하여 각 독립변인별 단순회귀분석을 실시한 결과는 <표 12>와 같다.

<표 12>에 의하면 현존감은 학업성취도에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다($F(1, 49)=0.21, p>.05, R^2=.00$).

학습 몰입감은 학업성취도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 ($F(1, 49) = 4.88, p < .05$), 유의수준 .05에서 학업성취도 총변화량의 9%를 학습 몰입감이 설명해 주는 것으로 분석되었다($R^2=.09$).

사용성에 대한 태도는 학업성취도에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며 ($F(1, 49) = 4.88, p < .05$), 유의수준 .05에서 학업성취도 총변화량의 9%를 사용성에 대한 태도가 설명해 주는 것으로 나타났다($R^2=.09$).

<표 12> 학업성취도에 대한 단순회귀분석 결과

종속변인: 학업성취도

독립변인	B	SE	β	t	F	R^2
현존감	2.8	.06	.07	0.46	0.21	.00
학습 몰입감	.15	.07	.30	2.21	4.88*	.09
사용성에 대한 태도	.14	.06	.30	2.21	4.88*	.09

* $p<.05$

회귀분석 결과를 정리하면, 현존감은 학습 몰입감과 사용성에 대한 태도에 각각 영향을 미치는 것으로 나타났으며 학업성취도에는 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 밝혀졌다. 학습 몰입감은 사용성에 대한 태도와 학업성취도에 모두 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 사용성에 대한 태도도 학업성취도에 영향을 미치는 것으로 밝혀졌다.

V. 논의 및 결론

본 연구를 통해서 나타난 변인 간 관련성을 살펴보면 먼저 현존감과 학습 몰입감 간의 관련성 결과는 현존감이 학습 몰입감에 영향을 주는 것으로 나타났다($F(1, 55) = 9.82, p < .05, R^2 = .15$). 이 결과는 Novak과 그의 동료들(2000)이 몰입감의 선행 요인으로 현존감을 정의하고 그 영향력을 제시했던 결과와 일치하며, 현존감과 가상현실의 감각적·심리적 몰입의 관계를 연구한 Lessiter와 동료들(2001), Lombard와 Ditton(1997), Schubert와 동료들

(2001)의 연구 결과와 일치한다. 현존감의 세 가지 하위 변인인 공간적 현존감, 상황 몰두, 증강 객체 실제성의 서술적 통계 결과를 살펴봄으로써 학습자의 현존감 인지 상태와 현존감과 학습 몰입감 변인 간의 관련성을 예측해 볼 수 있다. 현존감 하위 변인의 서술적 통계 결과를 보면 상황 몰두 변인이 가장 높게 나타나 학습자들이 증강현실 학습 환경에서 심리적으로 주의집중이 되었음을 알 수 있다(Novak et al., 2000). 상황 몰두 변인과 학습 몰입감과의 관련성이 가장 높았을 것으로 예상할 수 있다. 공간적 현존감과 증강 객체 실제성은 상대적으로 서술적 통계에서 높은 점수를 보이지 않았으나 실제 수업과정에서 학생들이 가상의 지구를 양손으로 들어 올리고 지구를 실제 물체처럼 인식하고 만지려는 행동이 자연스럽게 나타났던 것을 관찰할 수 있었다. 또한 지진 현상을 큐브 모양의 실물 인터페이스를 이용하여 확대하거나 회전시키면서 자세히 관찰하고 탐구하려는 모습을 볼 수 있었다. 증강 객체와 상호작용하고 통제하는 학습자들을 보면서 공간적 현존감과 증강 객체의 실제성을 인식한 상태임을 확인할 수 있었다(Lombard & Ditton, 1997; Schubert et al., 2001). 또한 현실과 유사한 가상현실은 학습 대상물 자체의 현존감을 높이면서 학습 활동의 실제성을 높여준다는 선행 연구의 결과를 확인할 수 있었다(Resnick, 1991; Wilson & Myers, 2000). 향후 학습 몰입감에 영향을 미친 현존감의 하위 변인에 대한 연구가 후속 연구로 필요하며 타당한 현존감 측정을 위해서 자가보고식 검사 외에 관찰, 행동분석, think aloud 기법을 병행하여 적용할 필요가 있다.

현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도가 각각 학업성취도에 어떠한 영향을 미쳤는가에 대한 결과는 먼저 현존감의 경우 학업성취에 직접적인 영향을 주는 변인이 아닌 것으로 나타났다($F(1, 49)=0.21, p>.05, R^2=.00$). 이러한 결과는 계보경(2007)의 연구에서 감각적 몰두가 현존감과 학습몰입을 매개 효과로 학습효과에 영향 미친다는 연구 결과와는 다른 결과를 보이고 있다. 현존감과 학업성취 간 관련성에 대한 연구는 초기 연구 단계로 경험적인 추가 연구를 통해 일반화된 결과를 도출할 필요가 있다(Schuemie et al., 2001).

학습 몰입감과 학업성취와 관계에 있어서는 학습 몰입감이 학업성취에 영향을 미치는 것으로 나타났다($F(1, 49)=4.88, p<.05, R^2=.09$). Konradt와 Sulz(2001)가 주장한 하이퍼미디어 학습 환경에서 인간과 컴퓨터의 상호작용은 몰입의 발생을 촉진시킬 수 있으며, 몰입상태에 있는 학습자가 비몰입상태의 학습자와 비교하여 더 높은 학업 수행을 할 것으로 보고한 결과와 일치한다.

사용성에 대한 태도는 학업성취도에 영향을 미치는 것으로 나타났다($F(1, 49)=4.88, p<.05, R^2=.09$). 이 결과는 계보경(2007)의 연구 결과에서 미디어의 조작가능성 요인이 만족도와 학업성취의 적용 영역에 직접, 간접효과를 주었다는 결과와도 일치한다. 이러한 결과

는 증강현실기반 학습 환경에서 실물 인터페이스를 이용하여 학습자들이 쉽고 편리하게 콘텐츠를 조작할 수 있도록 하는 것이 학업성취에 중요한 요소임을 시사하고 있다.

본 연구의 제한점은 첫째, 연구도구로 사용한 현존감, 학습 몰입감, 사용성 태도 검사지가 자가보고식이므로 자료 수집시 자료 왜곡이 있을 수 있다는 점이다. 따라서 검사지 개발 및 타당화 연구가 필요하며 인터뷰, 수행 관찰 등 질적 연구가 병행될 필요가 있다. 둘째, 증강현실 학습 환경은 학습자에게 처음 접하는 환경이며 연구기간이 2주간으로 짧았기 때문에 새로운 학습 미디어에 대한 신기효과가 나타날 수 있다. 셋째, 초등학교 5학년 지구 과학에 한정하여 수행한 연구결과이므로 연구결과를 모든 경우에 일반화하기에 제한이 있다.

본 연구와 관련하여 향후 연구 방향으로 제안할 수 있는 것은, 첫째, 현존감, 학습 몰입감, 사용성 태도의 각 하위 변인에 대한 추가 연구를 통해 사용성 개선과 학습효과에 영향을 미칠 요인을 밝혀낼 필요가 있다. 둘째, 증강현실기반 학습 환경에 적합한 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 측정도구가 지속적으로 연구될 필요가 있다. 셋째, 증강현실 환경에서 적합한 학습 과제와 콘텐츠를 설계하고, 수업 모형을 구안하는 현장 연구가 지속되어야 할 필요가 있다. 넷째, 본 연구에서는 카드나 큐브와 같은 과도기적인 실물 인터페이스를 활용하였으나, 학습 몰입감과 현존감을 높이기 위해서는 손인식, 음성인식, 제스처 인식과 같은 실제 세계의 인간 행동과 유사한 사용자 인터페이스 연구가 수행될 필요가 있다(Lee et al., 2004).

본 연구의 결과는 차세대 학습 콘텐츠의 유형인 증강현실 콘텐츠를 학교 정규 수업에 적용하고, 증강현실 기술의 미디어 특성을 반영한 학습 변인 간 관련성을 검증함으로써 효과적인 학습자 주도의 체험형 학습 방법과 증강현실기반 학습 콘텐츠 설계 방향을 제시하는데 기여할 것으로 본다.

【 참고문헌 】

- 계보경 (2007). 증강현실기반 학습에서 매체 특성, 현존감(presence), 학습몰입(flow), 학습효과의 관계 규명. 박사학위 논문, 이화여자대학교.
- 김희수 (2002). 웹기반 지구과학교육에서 가상현실 기술의 활용. *한국지구과학회지*, 23(7), 531-542.
- 서희전, 김용훈, 이수웅, 이준석 (2008). 초등학생용 증강현실기반 실감형 교육 미디어 개발 및 적용 연구. 2008 한국교육정보미디어 춘계학술대회 자료집, 176-189.
- 한국교육학술정보원 (2006). 증강현실 기반 차세대 체험형 학습모형 연구. 연구보고 CR 2006-18.
- 한국전자통신연구원 (2007). 실감형 e-러닝 기반 개인맞춤형 학습 시스템 개발에 관한 연구. 06MC 1900-01- 0702P.
- Al-khalifah, A., & McCrindle, R. (2006). Student perceptions of virtual reality as an education medium. In E. Pearson & P. Bohman (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2006*, 2749-2756. Chesapeake, VA: AACE.
- Billinghamurst, M. Grasset, R., & Looser, J. (2005). Designing augmented reality interfaces. *SIGGRAPH Computer Graphics*, 39(1), 17-22.
- Csikszentmihalyi, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. Harper and Row, New York.
- Dunser, A., & Hornecker, E. (2007). Lessons from an AR book study. *Proceedings of Tangible and Embedded Interaction (TEI 2007)*. February, Baton Rouge, Louisiana, USA. [Online] available: [www.hitlabnz.org/fileman_store/2007-TEI-LessonsFromARBook .pdf](http://www.hitlabnz.org/fileman_store/2007-TEI-LessonsFromARBook.pdf)
- Fruland, R. (2002). Using immersive scientific visualizations for science inquiry: Co-construction of knowledge by middle and high school students. *Paper presented at the American Educational Research Association*. New Orleans, LA.
- Jackson, S. A., & Marsh, H. W. (1996). Development an validation of a scale to measure optimal experience: The flow state scale. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 18, 17-35.
- Kafumann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345.
- Konradt, U., & Sulz, K. (2001). The experience of flow in interacting with a hypermedia learning environment. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 10(1), 69-84.
- Lee, G., Nelles, C., Billinghamurst, M., & Kim, G. (2004). Immersive authoring of tangible augmented reality applications. *Proceedings of International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2005)*, 171-182.

- Lessiter, J., Freeman, J., Keogh, E., & Davidoff, J. (2001). A Cross-media presence questionnaire: The ITC-sense of presence inventory. *Presence, Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 282-297.
- Lombard, M., & Ditton, T. B. (1997). At the heart of It all: The concept of presence. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(2). [Online] available: <http://jcmc.indiana.edu/vol3/issue2/lombard.html>
- Novak, T. P., Hoffman, D. L., & Yung, Y. F. (2000). Measuring the customer experience in online environments: A structural modeling approach. *Marketing Science*, 19(1), 22-42.
- Pearce, J. M., Ainley, M., & Howard, S. (2005). The ebb and flow of online learning. *Computers in Human Behavior*, 21(5), September, 745-771.
- Resnick, L. B., Levine, J. M., & Teasley, S. D. (1991). *Perspectives on Socially Shared Cognition*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence, Teleoperators and Virtual Environments*, 10(3), 266-281.
- Schuemie, M. J., Van der Straaten, P., Krijn, M., & Van der Mast, C. (2001). Research on presence in virtual reality: A survey. *CyberPsychology & Behavior*, 4(2), 183-201.
- Shelton, B., & Hedley, N. (2002). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. *Proceedings of First IEEE International Augmented Reality Toolkit Workshop*. Darmstadt, Germany.
- Shneiderman, B. (1998). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing.
- Stevens, B., & Jerrams-Smith, J. (2001). The sense of object presence with projection-augmented models. In S. Brewster & R. Murray-Smith, R. (Eds). *Haptic HCI 2000* (pp. 194-198). Glasgow: Scotland. London: England: Springer-Verlag.
- Takatalo, J., Nyman, G., & Laaksonen, L. (2008). Components of human experience in virtual environments. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 1-15.
- Wilson, B. G., & Myers, K. M. (2000). Situated Cognition in Theoretical and Practical Context. In D. H. Jonassen & S. M. Land (Eds.). *Theoretical foundations of learning environment* (pp. 57-88). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence, Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.
- Zhou, Z., Cheok, A., Pan, J., & Li, Y. (2004). Magic story cube: An interactive tangible interface for storytelling. *Proceedings of SIGCHI ACE 2004*, 364-365.

ABSTRACT

Relationships among Presence, Learning Flow, Attitude toward Usability, and Learning Achievement in an Augmented Reality Interactive Learning Environment

Suh, Heejeon (Catholic University of Korea)

The purpose of this study is to examine the relations among presence, learning flow, attitude toward usability, and learning achievement in an augmented reality (AR) interactive learning environment for elementary school students. The subjects of this study were 57 male and female students at a elementary school in Gyeonggi do, and realistic earth science education media for elementary school was used as a research tool. The students participating in the experiment took tests on presence, learning flow, attitude toward usability, and learning achievement. When the correlations among the variables were examined, a significant correlation was observed between presence and learning flow. Both presence and learning flow were correlated with attitude toward usability, and both learning flow and attitude toward usability were in a significant correlation with learning achievement. On the contrary, presence was not significantly correlated with learning achievement. In the results of regression analysis, presence in AR learning environment predicted learning flow with explanatory power of 15% ($p < .05$), and presence and learning flow were found to be the predictors of attitude toward usability, explaining it 8% ($p < .05$) and 31% ($p < .05$), respectively. Learning flow and attitude toward usability predicted learning achievement, and each of them explained 9% ($p < .05$) of the total variation of learning achievement. The results of this study will contribute to presenting the direction in the realistic learning method and instructional design of realistic contents and tangible interface for promoting presence and learning flow in an AR interactive learning environment.