



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#) 

학
습
과
향
상
을
위
한
조
합
형
증
강
현
실
마
커
시
스
템
에
관
한
연
구

고
영
남

2
0
1
2
년

석사학위논문

학습력 향상을 위한
조합형 증강현실 마커시스템에 관한 연구

A Study of Augmented Reality System
Combined Marker for Improvement Learning Ability

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

고영남

2012년 8월

석사학위논문

학습력 향상을 위한
조합형 증강현실 마커시스템에 관한 연구

A Study of Augmented Reality System
Combined Marker for Improvement Learning Ability

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

고영남

2012년 8월

학습력 향상을 위한
조합형 증강현실 마커시스템에 관한 연구

A Study of Augmented Reality System
Combined Marker for Improvement Learning Ability

지도교수 김 종 우

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등컴퓨터교육전공

고 영 남

2012년 6월

고 영 남의
교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 김 종 훈 인

심사위원 김 종 우 인

심사위원 박 남 제 인

제주대학교 교육대학원

2012년 6월

목 차

국문 초록	iv
I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구내용 및 방법	2
II. 이론적 배경	3
1. 증강현실 개념 및 특성	3
2. 증강현실 기반교육 실태	5
3. 증강현실기반교육 지도 사례 분석	6
III. 조합형 증강현실 마커시스템 설계 및 제작	13
1. 증강현실 시스템 구조	13
2. 기존증강현실 마커시스템의 분석	14
3. 조합형 증강현실 마커시스템의 설계	15
4. 조합형 증강현실 마커시스템의 구현	18
5. 조합형 증강현실 마커시스템기반 학습콘텐츠 제작	22
IV. 연구 방법 및 현장 적용	40
1. 연구 가설	40
2. 연구 대상	40
3. 연구 설계 및 절차	40
4. 검사 도구	41
5. 현장 적용 결과 및 해석	44
V. 결론 및 제언	55
참고 문헌	56
ABSTRACT	58
부 록	60

표 목 차

〈표 I-1〉 마커당 표현 가능한 정보의 수	17
〈표 I-2〉 조합형 증강현실 마커시스템 개발환경	18
〈표 I-3〉 ee300.pat의 일부분	25
〈표 I-4〉 교수·학습지도안 (조합형 증강현실 마커시스템 활용 수업)	35
〈표 II-1〉 연구 대상 집단과 사례 수	39
〈표 II-2〉 연구의 실험설계	40
〈표 II-3〉 학습동기 검사지의 구성요소별 문항 및 신뢰도	41
〈표 II-4〉 KAP 검사지의 구성요소별 문항 및 신뢰도	42
〈표 II-5〉 태양계조작도구에 대한 만족도 검사지	43
〈표 II-6〉 실험집단과 비교집단 간 학업성취도의 t-검정 결과	44
〈표 II-7〉 실험집단과 비교집단 간 학습동기와 학습력 수준에 대한 t-검정결과	45
〈표 II-8〉 학습 성취에 따른 학업동기지수, 학습력 수준에 대한 분산분석	45
〈표 II-9〉 학습 성취에 따른 다중비교를 위한 사후 검증 - 학습동기 수준	46
〈표 II-10〉 학습 성취에 따른 다중비교를 위한 사후 검증 - 학습력 수준	47
〈표 II-11〉 성별에 따른 학습동기와 학습력에 대한 t-검정 결과	48
〈표 II-12〉 남학생의 학습동기 구성요소에 대한 t-검정결과	49
〈표 II-13〉 여학생의 학습동기 구성요소에 대한 t-검정결과	50
〈표 II-14〉 학습동기와 학습력에 대한 t-검정 결과	51
〈표 II-15〉 학습동기 구성요소에 대한 t-검정결과	52
〈표 II-16〉 KAP 항목별 t-검정결과	53
〈표 II-17〉 학습도구에 따른 실험집단의 학습력 수준, 만족감 변화 검증	54

그 립 목 차

[그림 I-1] 실제와 가상의 연속선상에서의 증강현실 영역	3
[그림 I-2] 정밀시술을 위한 증강현실 구현사례	7
[그림 I-3] 화학실험 콘텐츠	8
[그림 I-4] 지구과학실험 콘텐츠	8
[그림 I-5] 박물관 복원영상	9
[그림 I-6] Magic Book	9
[그림 I-7] 과학 실감형 교육미디어	10
[그림 I-8] WIKITUDE WORLD BROWSER	11
[그림 I-9] 레이아 리얼리티 브라우저	11
[그림 II-1] 증강현실 시스템 구현도	13
[그림 II-2] 기하학적 마커와 객체증강	14
[그림 II-3] 기존 증강현실 마커시스템상에서의 객체간 비교	15
[그림 II-4] 조합형 마커의 형태	16
[그림 II-5] 조합형 마커로 객체증강	16
[그림 II-6] 개별 마커로 새로운 마커 조합	17
[그림 II-7] 마커시스템의 형태	19
[그림 II-8] 마커별 Pictorial 비교평가	20
[그림 II-9] 마커별 Occlusion Robustness	20
[그림 II-10] 패턴의 3차원 각도	22
[그림 II-11] ee300.pat의 이미지화	26
[그림 II-12] 마커의 구성	29
[그림 II-13] 마커의 ID 정보제작	30
[그림 II-14] 마커의 ID 정보입력	31
[그림 II-15] 조합형 증강현실 마커제작 및 등록	31
[그림 II-16] 조합형 증강현실 실감형 객체 제작	35
[그림 II-17] 조합형 증강현실 마커시스템 사용의 실제	37
[그림 II-18] 태양계 조작도구를 통한 문제해결	37
[그림 II-19] 태양계 조작도구를 활용하기	38
[그림 II-20] 태양계 조작도구 부스	38

국 문 초 록

학습력 향상을 위한
조합형 증강현실 마커시스템에 관한 연구

고 영 남

제주대학교 교육대학원 초등컴퓨터교육전공
지도교수 김 종 우

본 논문에서는 증강현실에 대한 이론적 배경을 검토하고, 증강되는 객체의 관계에 대한 조작활동에 중점을 두어 초등학교 5학년 과학 1단원, “지구와 달” 단원을 조합형 증강현실 콘텐츠로 설계하였다. 그 결과 개발된 조합형 증강현실 마커시스템은 학습동기 지수 중 학습자의 학습에 대한 자신감, 그리고 주의집중에 유의미한 영향을 주었고, 자료의 활용은 학습자의 내재적 만족도를 강화하였으며, 학습력 수준에 영향을 주는 지식과, 실천 부분에도 유의미한 영향을 주었고, 특히 학습태도의 측면에서 긍정적인 변화를 가져온다는 것을 확인하였다.

주요어 : 조합형 증강현실, 조합, 증강현실, 마커시스템, 학습력



I. 서 론

1. 연구의 필요성

21세기 지식 정보화 사회의 학교교육은 자율성과 창의성을 바탕으로 학습자가 주체가 되는 능동적인 학습인 체험학습을 강조하고 있다. 체험학습은 학습자 스스로의 체험을 통해 능동적이고 자율적인 학습을 의미하는 것으로, 진정한 학습의 의미를 생각해 보면 체험이라는 과정은 학습이 이루어지기 위한 필수적인 과정임을 알 수 있다(구민재, 2010). 학생들의 학업성취도를 높이기 위해서 멀티미디어 콘텐츠를 이용하거나, 인터넷을 통한 웹 기반의 콘텐츠를 활용하고 있지만, 학생들에게는 대부분 수동적인 콘텐츠나 제한적인 활동만이 주어지며, 그들의 흥미를 불러일으키고, 학습동기를 지속시키기엔 역부족인 것은 사실이다. 그러나 요즘 눈에 보이는 현실의 공간 속에서 그래픽 객체를 다룰 수 있는 증강현실 컴퓨터 환경이 소개가 되면서 학습자는 학습 내용을 손으로 다루며, 체험할 수 있게 되어 많은 사람들로부터 새로운 교육 방법으로 관심이 고조되고 있다(이재인, 최종수, 2011).

가상현실과 구분되는 개념으로서 증강현실기술은 차세대 콘텐츠 기술로 각광받고 있고, 유비쿼터스 컴퓨터 기술의 교육적 활용으로 구현될 미래교육의 특성과 방법에 대한 연구들에 의하면, 체험형 학습 모델과 증강현실 기반 학습 모델 등은 미래 교육모델의 중요한 방법으로 강조되고 있다(구민재, 2010). 증강현실이 주목받고 있는 이유는 기존의 교육매체들과 달리 학습자가 실제 사물을 보면서 그것에 추가적으로 디지털화된 정보를 추가해준다는 독특한 학습 정보의 제시로 학습자가 보다 향상된 몰입감과 현실감을 제공받을 수 있기 때문이다.

이를 학습에 적용하면 많은 장점을 가지게 된다. 학습자가 관찰하고 있는 대상이나 장소에 대하여 부가적인 정보를 제공받음으로써, 관찰자의 실제성을 높이고 학습활동을 촉진시킬 수 있다. 이와 같은 맥락인식은 학습 내용에 대한 상호작용을 높일 수 있기 때문에 교육적 측면에서 효과가 있을 것으로 기대된다(원강식, 2010). 그러나 이에 관한 연구의 대부분은 마커를 활용한 수동적인 3D 객체 증강에 그치거나 학습자에게는 제한적인 자유도만 주어지게 되어 학습자들에게 흥미를 유발하거나 학습동기를 지속시키는 데에는 한계가 있다. 또한 동일한 증강현실 콘텐츠라도 사용된 수업전략에 따라 학습효과가 달라질 수 있으

므로(노경희, 2010), 증강현실기반교육 마커시스템의 사용방법을 개선하여 증강되는 객체의 관계를 조작하게 함으로써 흥미를 유발하고, 학습동기를 지속시켜 학습효과를 향상시키는 데 본 연구의 목적이 있다.

2. 연구내용 및 방법

본 연구에서는 양방향 의사소통을 기본으로 하는 지식기반사회의 교육패러다임에 맞추어 학습자의 흥미를 유발하고 학습동기를 지속시키기 위하여 기존 증강현실기반교육의 단순하고 일방향적인 교육콘텐츠에서 벗어나 양방향적인 콘텐츠를 개발하기 위하여 다음과 같은 과정으로 연구하였다.

첫째, 증강현실기술의 변천과정을 알아보고 증강현실기반교육의 배경을 알아보기 위하여 각종 문헌들을 고찰하였다.

둘째, 현재까지 증강현실기반교육에 활용되는 교육자료 및 교수·학습사례를 분석하고 교육적 효과 측면에서 고찰하였다.

셋째, 기존의 일방향적인 마커 인식 방법에 대한 한계점을 분석하고 양방향적인 마커 인식 방법을 개선하여 제시하였다.

넷째, 제안하는 마커 인식 방법을 활용한 5학년 대상의 과학과 교수·학습자료를 개발하였다.

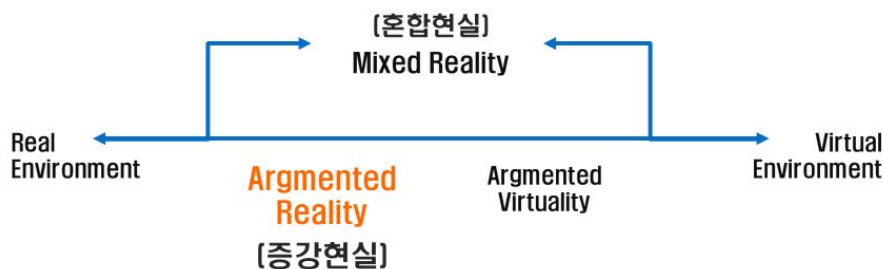
다섯째, 개발한 교육자료를 실험집단에 적용하고 비교집단과 비교하여 제안하는 마커 인식 방법이 학습 동기 지속과 학습력 향상에 미치는 효과성을 검증하였다.

II. 이론적 배경

1. 증강현실 개념 및 특성

가. 증강현실의 개념

증강 현실은 (Augmented Reality, 이하 AR로 표현함)은 인간과 컴퓨터의 상호작용 및 의사전달에 이용할 수 있는 새로운 패러다임을 제공하는 기술 분야이다. 사용자는 컴퓨터 모델을 이용하여 생성된 현실성을 강조한 비가시정보를 실세계 정보에 부가하여 상호 작용함으로써 현실 세계에 대한 이해와 인식력을 개선하고 향상시킬 수 있다(장병태, 김주완, 김동현, 1997). 증강현실은 가상현실의 한 형태로 실제세계와 가상세계를 결합함으로써 실시간으로 학습자와 상호 작용하여 학습자의 지각과 학습활동에 도움을 주는 기술을 말한다. 실제와 가상 사이의 영역을 혼합현실(Mixed Reality)이라고 하며, 현실세계를 기반으로 가상세계가 합성되면 증강현실(AR)이라 부르고 가상세계에 현실세계가 합성되면 증강가상(Augmented Virtuality)이라 부른다(김진숙, 2009).



[그림 1-1] 실제와 가상의 연속선상에서의 증강현실 영역

현실세계를 가상세계로 보완해주는 개념인 증강현실은 컴퓨터 그래픽으로 만들어진 가상환경을 사용하지만 주역은 현실 환경이다. 컴퓨터 그래픽은 현실 환경에 필요한 정보를 추가 제공하는 역할을 한다. 사용자가 보고 있는 실사 영상에 3차원 가상영상을 겹침(overlap)으로써 현실 환경과 가상화면과의 구분이 모호해지도록 한다는 뜻이다.

가상현실기술은 가상환경에 사용자를 몰입하게 하여 실제 환경을 볼 수 없다. 하지만 실제 환경과 가상의 객체가 혼합된 증강현실기술은 사용자가 실제 환경

을 볼 수 있게 하여 보다 나은 현실감과 부가 정보를 제공한다. 예를 들어 스마트폰 카메라로 주변을 비추면 인근에 있는 상점의 위치, 전화번호 등의 정보가 입체영상으로 표기된다.

또한 원격의료진단·방송·건축설계·제조공정관리 등에 활용된다. 최근 스마트폰이 널리 보급되면서 본격적인 상업화 단계에 들어섰으며, 게임 및 모바일 솔루션 업계·교육 분야 등에서도 다양한 제품을 개발하고 있다.

AR은 인간과 컴퓨터의 상호작용 분야에서의 새로운 패러다임을 제공하고 있다. 특히 현재의 가상현실이 실세계 환경을 컴퓨터 환경으로 구축하고 이 가상세계에 몰입함으로써 인간과 컴퓨터의 상호작용을 실현하는 것에 비하여 AR은 컴퓨터에서 합성 및 생성한 환경을 실세계 환경으로 부가시킴으로써 현실세계의 현상에 대한 이해를 도모하는 투명성이 보장된 인간과 컴퓨터의 상호작용이라 할 수 있다(장병태, 김주완, 김동현, 1997).

나. 증강현실의 매체적 특성

장상현과 계보경(2007)은 증강현실의 매체적 특성을 다음과 같이 서술하였다.

1) 3차원 방식의 다감각적 정보 제공

Gilson은 인간의 능동적 탐구를 통해 보고, 듣고, 느끼는 다양한 감각이 서로 보완적으로 상호작용함으로써 인지활동이 가능해진다고 설명하였는데, 증강현실은 바로 이러한 감각에 의존한 표현 방식을 통해 인간의 지각력을 높임으로써 정보에 대한 몰두를 가져온다.

2) 이음새 없는 인터페이스를 통한 현실세계와 가상세계의 자유로운 탐색

실세계와 가상세계를 이음새 없이 연계해주는 증강현실의 매체특성은 실제현실과 가상의 자연스럽게 결합해 준다는 점에서 보다 자연스러운 행위유발성의 장점과 학습효과를 증진시키는데 기여할 것으로 기대된다.

3) 실물형 인터페이스를 통한 조작성의 강화

실제 세계의 물체를 가지고 컴퓨터의 가상 모델을 컨트롤 하는 인터페이스 방식이 바로 실물형 인터페이스이다. 이때 실세계의 물체는 하나의 입력장치가 되며, 가상세계에 있는 모델과 직결된 관계를 갖게 된다.

다. 증강현실의 교육적 특성

“증강현실은 첫째, 실세계와 가상세계를 연결한 순조롭고 매끄러운 상호작용을 제공하고, 둘째, 현존감을 향상시키며, 셋째, 협업에서 참여자에게 공간적인 정보를 제공하고, 넷째, 메타포를 활용한 실물형 인터페이스를 지원하며, 마지막으로 가상 세계와 현실세계의 부드러운 전환을 가능하게 해준다.”(장상현, 계보경, 2007, 재인용)는 기술적 장점을 가지고 있다. Shelton(2003)은 이러한 증강현실의 기술적 장점을 통해 증강현실이 능동적 학습, 구성주의적 학습, 의도적 학습, 실제적 학습, 협동학습을 촉진할 수 있음을 주장하였다. 장상현과 계보경(2007)에 따르면 증강현실이 학습과정을 촉진시킬 수 있는 이유는 주로 맥락화된 환경에서 학습객체에 대한 실제적인 조작활동이 수반되기 때문이며, 조작활동은 학습자의 학습경험을 증진시키며 학습장면에 몰입을 유발하기 때문이다.

2. 증강현실기반교육 실태

가. 2009 개정 교육과정에서의 증강현실기반교육의 교육적 가치

2009 개정 교육과정에서는 기초 능력의 바탕위에 새로운 발상과 도전으로 창의성을 발휘하는 인간상을 추구하고 있다. 정보화 사회, 포스트모더니즘의 시대 등으로 변화하는 시대 속에서 새롭게 요구되는 인간상은 과거 산업사회와는 달리, 종합적 사고 능력과 창의적 능력이 뛰어난 인간이라고 할 수 있다. 이에 황지영(2008)은 구성주의적 학습이 변화하는 현대사회와 미래 사회에 적합한 인간을 길러내는데 적합한 교육방법이라고 말하고 있으며, 구성주의 학습이론에 따라 교실수업이 교사중심이 아닌 학습자 중심의 학습 환경이 이루어져야하고, 실제적 과제와 맥락을 고려한 학습 환경이 마련되어야 함을 강조하였다.

구성주의에서 자연현상이나 사물에 대한 학생의 생각은 과학적으로 잘못되었다고 하더라도 상당히 오래 지속되며 학습에 의해 쉽게 교사의 과학적 개념과 새로운 사실이 완전히 대치되지 않는다. 따라서 교사는 지식의 전달자가 아닌 학생이 자신의 경험을 바탕으로 개념을 구성해 나갈 수 있도록 도와주는 역할을 해야 한다. 교사는 선개념으로 설명할 수 없는 새로운 경험을 제시하고 학생들이 스스로가 직접 탐구하여 새로운 현상, 새로운 사상, 새로운 경험을 기존 지식과 연결할 수 있도록 해야 한다(이근용, 2003).

허은희(2008)는 구체적 조작활동과 사고 과정을 중시하고 원리나 법칙을 학생 스스로 발견하여 해결할 수 있는 기회를 제공하고 그리하여 학생으로 하여금

발견의 즐거움을 맛볼 수 있도록 한다고 말하고 있다.

서희전(2008)은 구성주의 학습 원리에 근거하여 증강현실기반 학습 환경의 특성과 교육적 장점을 다음과 같이 정리하였다.

첫째, 증강현실 기술은 3차원적 공간 개념을 토대로 하여 복잡한 개념을 시각화하여 보여주고 원리와 과정을 시뮬레이션 함으로써 지식의 이해 및 적용 능력을 높일 수 있다.

둘째, 실제적인 문제 상황과 유사한 과제의 표현이 가능하므로 문제 상황을 인식하고 이해하는 데 도움을 줄 수 있다. 가상 상황이 실제와 유사성 수준이 높을수록 학습효과가 높으며, 관찰콘텐츠에 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 학습체험을 경험할 수 있다.

넷째, 증강현실 환경에서는 사용자의 의도대로 가상콘텐츠를 제어하며 학습을 진행한다. 따라서 학습자는 학습 콘텐츠에 대한 학습자의 통제감을 높여 학습의 성취감 및 만족감을 높일 수 있다.

이런 점에서 증강현실기반 학습은 종합적 사고 능력과 창의적 능력이 배양하여 현대사회와 미래 사회에 적합한 인간을 길러내는데 적합한 교육방법이라고 볼 수 있다.

3. 증강현실기반교육 지도 사례 분석

가. 증강현실 학습 콘텐츠의 유형

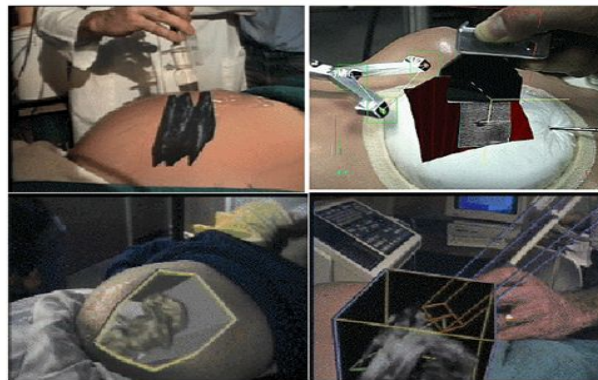
장상현과 계보경(2007)은 증강현실 학습 콘텐츠를 크게 관찰조작형, 실험활동형, 학습안내형, 현장문제 해결형의 네 가지 형태로 구분하였다.

- 1) 관찰조작형
- 2) 실험활동형
- 3) 학습안내형
- 4) 현장문제 해결형

나. 증강현실기반 학습 콘텐츠 개발 사례

1) 관찰조작형

관찰조작형은 증강현실 기법을 활용하여 구체적인 물체나 물리적 대상을 화면에 제공하여 각 부분의 명칭이나 기능이나 작동법 등을 제시하는 형태이다. 관찰조작형에서는 학습자의 간단한 조작활동이 포함되기 때문에 절차적인 학습에도 적합한 유형이다. 즉, 특정한 과제를 수행하기 위한 절차 등을 쉽게 이해할 수 있도록 증강현실을 적용한 것이다. [그림 I-2]는 정밀시술이 필요한 수술 상황에서 의사의 수술과정을 증강현실로 적용하여 시각적으로 표현하고 연습해볼 수 있도록 구현해 놓은 시스템이다. (장상현, 계보경, 2007)



[그림 I-2] 정밀시술을 위한 증강현실 구현 사례

2) 실험활동형

실험활동형의 학습 콘텐츠 유형은 증강현실 기법을 활용하여 가상의 공간을 생성한 이후 학습자가 다양한 조작활동을 해볼 수 있도록 만들어 놓은 것이다. 관찰조작형에 비하여 실험활동형은 학습자의 복잡한 조작활동이 가능해야 한다. 이런 유형의 학습 콘텐츠는 증강현실에서 제공된 학습객체에 대한 다양한 조작경험을 통하여 원리 및 규칙을 학습하도록 만들기 위한 것이다(장상현, 계보경, 2007).

[그림 I-3]은 “물과 나트륨의 반응”이라는 화학실험콘텐츠로 이 실험은 어느 정도 폭발이나 화재와 같은 위험성을 수반하는 실험이나, 혼합현실 콘텐츠 속에서 이러한 점들에 구애받지 않고 관찰이 가능하다(김준우 외, 2010).



[그림 1-3] 화학실험 콘텐츠 (물과 나트륨의 반응)

[그림 1-4]의 “물의 여행” 콘텐츠는 초등학교 5학년 과학과의 학습내용을 바탕으로 실제에서는 경험해보기 힘든 자연세계에 대한 경험적 직관을 형성하는데 유용한 증강현실 기술의 특성을 살려 개발되었다. 학습자가 직접 마커(marker)와 조작도구를 활용해 물의 순환 과정을 직접 체험해 볼 수 있도록 설계되어 있다(장상현, 계보경, 2007).



[그림 1-4] 지구과학실험 콘텐츠 (물의 여행)

3) 학습안내형

학습안내형은 학습자가 학습공간을 이동하는 과정에서 학습내용을 제공하는 방식이다. 학습안내형은 학습자의 위치를 인식하기 위한 기법이 사용되어야 하며, 증강 현실을 구현할 수 있는 매체를 학습자가 휴대해야한다는 특징을 갖고 있다(장상현, 계보경, 2007).

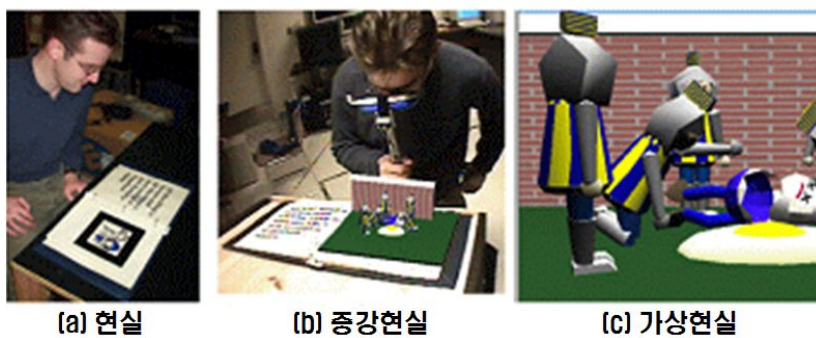
학습안내형은 박물관과 같은 현장에서 직접 학습할 때 유용하다. 박물관은 과거의 유물들을 전시하는 곳인데, 모든 전시물들이 완전한 형태를 유지하고 있지는 못하다. 소실된 부분을 복원영상으로 보여주는 증강현실은 고대 문화재를 이해하고 학습하는데 도움이 된다. [그림 1-5]처럼 형태가 완전하지 않은 전시물에 스마트폰의 어플리케이션을 이용하면 본래 모습이 복원되어 나타나고 설명

도 추가되면서 전시물에 대한 이해를 높여준다(원강식, 2010).



[그림 1-5] 박물관 복원영상

[그림 1-6]의 Magic Book은 학습자가 현실 환경에서 책의 각 장을 넘길 때마다 그 내용에 해당되는 3차원 가상 이미지가 튀어나오며 책을 다양한 각도로 움직이며 가상의 이미지를 사방에서 볼 수 있도록 고안되었다. Magic Book은 2차원에 있는 일반적인 도서 삽화뿐만 아니라 2차원의 이미지가 입체적으로 튀어나오도록 고안한 팝업북(Pop-up-book)의 한계를 넘어서고 있다. 이것은 사용자들에게 실제 책이라는 친숙한 인터페이스를 그대로 제공하면서도 HMD를 통해 가상의 3차원 삽화를 보도록 되어 있어 책의 내용에 대한 학습자의 이해를 증진시킨다(Billinghurst. M., Kato. H., Poupayev. I., 2001).



[그림 1-6] Magic Book

서희진(2008)은 증강현실기반 학습 환경 연구도구로 한국전자통신연구원에서 개발한 초등학교 과학 실감형 교육 미디어를 사용하였다. 실감형 교육 미디어의 수업 환경은 초등학교 컴퓨터실 환경을 고려하여 기존 증강현실기술에서 사용하던 NMD 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, 동영상 등이 제시되어 공부할 수 있었다. 실감형 교육 미디어는 실감형 교재, 실감형 콘텐츠, 실물 인터페이스, 학습관리 시스템으로 구성되었다.



[그림 1-7] 과학 실감형 교육미디어

4) 현장문제 해결형

가) 위키튜드

스마트폰 어플리케이션에서는 GPS와 위치기반 서비스(LBS)를 바탕으로 한 증강현실 서비스가 주를 이룬다. ‘위키튜드(Wikitute)’라는 여행가이드 어플리케이션은 휴대전화 카메라로 주변건물이나 산을 비추면 이름이나 유래 등의 정보가 팝업창처럼 떠올라 여행 안내책자의 역할을 대신해준다. 위키튜드는 매우 유용한 여행용 어플리케이션으로 리얼타임 카메라뷰(real-time camera view)에 관련 장소에 대한 역사적인 내용이나 흥미로운 여행정보들을 오버레이(overlaying)해서 보여준다(오은석, 2011).



[그림 1-8] WIKITUDE WORLD BROWSER

나) 레이아 (LAYAR)

2009년 초반 등장한 SPRX모바일의 증강현실 어플리케이션은 네덜란드에서 IBG와 ATM을 찾을 수 있도록 해준다. 안드로이드 폰의 카메라를 지정된 방향으로 가리키면 근처의 ATM에 대한 정보가 표시된다. SPRX 모바일은 2009년 6월 레이아(LAYAR)란 이름으로 이 기술을 출시 세계 최초의 증강현실 브라우저로 기록됐다(오은석, 2011).



[그림 1-9] 레이아 리얼리티 브라우저

다. 증강현실기반 콘텐츠의 학습 효과

증강현실 콘텐츠의 교육적 적용은 전통적 학습방법과의 비교에서 학생들의 만족도와 학습효과적인 면에서 매우 우수할 뿐만 아니라 학습내용에 대한 간접적 효과와 더불어 직접적 효과 역시 매우 높을 것으로 생각된다. (이재인, 최종수, 2011)

첫째, 증강현실기반 교육은 먼저 현존감과 학습 몰입감 간의 관련성 결과는 현존감이 학습 몰입감에 영향을 주는 것으로 나타났다(서희진, 2008). 몰입의 분석 결과, 증강현실 기반 수업 집단이 교과서 중심 수업 집단보다 학습몰입이 더

높게 나타났다(노경희, 지형근, 임석현, 2010).

둘째, 증강현실의 활용은 학습 주제나 추상적 개념에 대한 몰입감을 증가시켜 학습에 대한 참여도를 증대시킬 수 있다(이재인, 최종수, 2011).

셋째, 3차원 증강현실 기법은 기존의 2차원적 교육 매체보다 학습자의 다양한 감각기관을 자극하기 때문에 학생들의 흥미유발에 많은 도움이 된다(이재인, 최종수, 2011).

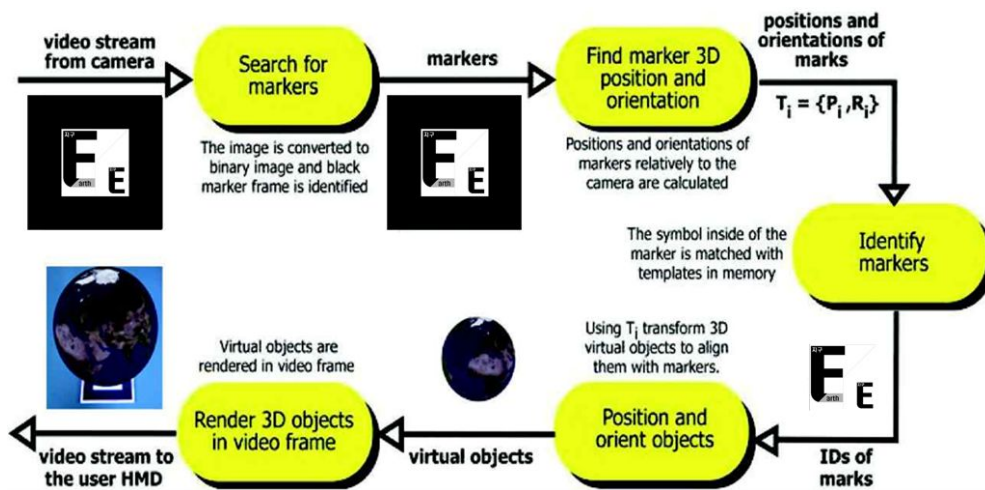
넷째, 증강현실 기법을 활용한 교육은 학생들에게 흥미를 유발시켜 교육내용에 대한 이해도를 높일 수 있다(이재인, 최종수, 2011). 학업성취의 분석 결과, 증강현실 기반 수업집단이 교과서 중심 수업 집단보다 더 높은 성취를 보여주었다(노경희, 지형근, 임석현, 2010).

서희전(2008)은 증강현실기반 학습 환경에서 실물 인터페이스를 이용하여 학습자들이 쉽고 편리하게 콘텐츠를 조작할 수 있도록 하는 것이 학업성취에 중요한 요소라고 하였으며, 노경희, 지형근, 임석현(2010)은 증강현실 기반 수업이 교과서를 중심으로 한 기존의 수업방법을 보완할 수 있는 하나의 좋은 대안적 수업이라 보았다.

Ⅲ. 조합형 증강현실 마커시스템 설계 및 제작

1. 증강현실 시스템 구조

증강현실을 구현을 위한 시스템 구조는 [그림 II-1]처럼 마커정보를 입력장치 (웹카메라 등)를 통하여 정보를 입력받고 컴퓨터로 이것을 해석하여 증강현실로 시뮬레이션한 후, 모니터와 같은 출력장치로 재생된다.



[그림 II-1] 증강현실 시스템 구현도

위와 같은 증강현실 시스템 구현은 고성능의 PC의 보급과 다양한 종류의 입·출력장치를 통해 이루어지게 되며, 가상세계를 단순한 시각적 체험에서 청각, 촉각 등으로 폭넓은 경험을 제공한다. 즉, 증강현실 시스템을 통한 학습은 학습자가 지식을 구성하는데 매우 유용한 학습 환경과 체험적 직관을 경험하도록 도와준다(이재인, 최종수, 2011).

2. 기존 증강현실 마커시스템의 분석

기존 증강현실 시스템은 사각형 모양의 기하학적인 마커 안에 ID 정보를 삽입하고 워크시트나 책의 페이지에 부착하여 카메라를 통해 들어오면 삽입되어 있는 마커의 ID를 추출함으로 실제 세계를 인식하게 된다. (김준우 외, 2010)

[그림 II-2]는 ID정보가 삽입되어 있는 기하학적 마커와 웹캠을 통해 ID를 추출하고 3D 객체를 증강한 사례이다.



[그림 II-2] 기하학적 마커와 객체증강

이 때, 흥미를 유발하거나 학습동기를 지속시켜서 학습효과를 증대시키기 위해서는 보다 다양한 주제의 콘텐츠를 개발할 필요가 있으며, 이를 위해서는 보다 다양한 정보를 가진 객체와 객체를 인식하기 위한 마커시스템이 필요하다. 또한, 주제가 많아질 경우, 학습의 수월성을 위해 마커의 개수가 너무 많아지지 않도록 할 필요가 있다. 기존의 마커인식방법을 활용하게 되면 다음과 같은 한계점이 있다.

첫째, 마커인식방법의 특성상 마커 1개당 1개의 객체만 증강이 가능하여 내용이 많아질 경우 비례적으로 필요한 마크의 개수가 늘어나게 된다.

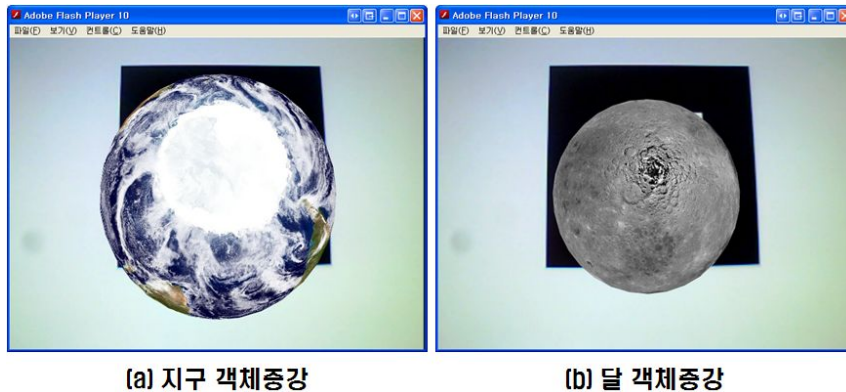
둘째, 마커를 이용한 통한 수동적인 객체 증강의 과정은 학습자에게는 제한적인 자유도만 제공하여 흥미를 유발하거나 학습동기를 지속시키기에는 한계가

있다.

셋째, 개별 객체의 특성에 대한 이해는 쉬우나, 각각 객체간의 관계에 대한 비교는 일정한 비교기준을 정해주는 시스템이 없어서 직접 비교가 어렵다. [그림 II-3]은 기존 증강현실 마커 시스템 상에서 실감형 객체를 비교한 것으로 각각의 객체에 대한 관찰을 용이하도록 하기 위해 객체간의 상대적인 크기를 고려하지 않았다.

넷째, 양방향 의사소통을 기본으로 하는 지식기반사회의 교육패러다임에 맞추지 못한 단순하고 일방향적인 교육콘텐츠이므로 학습자가 흥미를 느끼고 학습능력을 키우는 데 미흡하다.

다섯째, 기존 마커인식방법은 정해진 정보를 제공해주는 데에 불과하여 학습자 스스로 발견할 수 있는 기회와 내용이 제한적이다.



[그림 II-3] 기존 증강현실 마커시스템상에서의 객체간 비교

3. 조합형 증강현실 마커시스템의 설계

마커를 이용해 실감형 객체를 증강하되 단일형 마커가 아닌 조합형 마커를 사용한다. 새로 제안하는 마커는 [그림 II-4]와 같이 메인마커(좌측)와 서브마커(우측)로 나뉘며, 메인마커와 서브마커의 조합에 따라 3D객체가 다르게 증강된다.



[그림 11-4] 조합형마커의 형태

지구와 달 마커가 조합되어 새로운 조합형 마커를 만들고, [그림 11-5]와 같이 지구와 달간의 관계에 대한 정보를 알 수 있는 새로운 객체를 증강하게 된다. 이렇게 조합형마커를 사용하여 객체를 증강하게 될 경우 다음과 같은 이점이 있다.

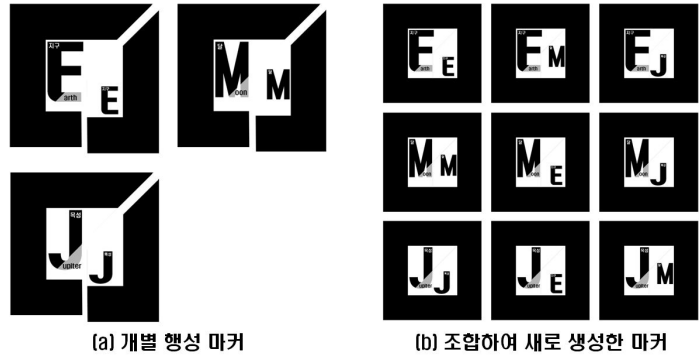


[그림 11-5] 조합형 마커로 객체증강

첫째, 마커 간 조합이 가능하기 때문에 표현할 수 있는 정보의 수는 <표 I-1>에서처럼 마커의 수에 비해 산술곱수적으로 많아지게 된다. [그림 11-6]에서처럼 3가지의 개별 마커를 사용하는 경우 9가지의 조합이 나오게 되나, 지구-달 조합과 달-지구 조합처럼 동일한 정보를 표현하는 경우는 표현 가능한 정보의 수에서 제외하였다.

<표 1-1> 마커당 표현 가능한 정보의 수

마커의 수	1개	2개	3개	4개	5개	6개	7개	8개	...
표현할 수 있는 정보의 수	1개	3개	6개	10개	15개	21개	28개	36개	...



[그림 11-6] 개별 마커로 새로운 마커 조합

둘째, 마커의 개수가 산술급수적으로 줄어들게 되므로, 정보를 탐색할 때에도 단일형 마커를 사용하게 될 때보다 시간적인 이득이 있게 된다.

셋째, 마커활용을 통해 수동적인 객체증강이 아닌, 새로운 정보를 수집하기 위해 능동적인 객체 증강을 통해 학습자의 몰입이나 학습효과를 증대시킬 수 있게 된다.

넷째, 개별의 객체의 특성에 대한 이해와 더불어 객체간의 관계에 대한 비교가 용이하며, 객체간의 관계에 따라 객체를 학습자에게 흥미롭게 재구성할 수 있다.

다섯째, 기존의 마커시스템이 가진 일방향적인 교육콘텐츠가 아니고, 양방향의 의사소통이 가능한 교육시스템으로써 학습자가 새롭게 구성해내는 정보에 맞추어 객체를 증강하게 된다. 스스로 정보를 발견하여 문제를 해결할 수 있는 기회와 맞춤형 정보를 제공할 수 있어서 학습자의 자기 주도적 학습능력을 신장시키는 데 도움을 줄 수 있다.

4. 조합형 증강현실 마커시스템의 구현

가. 조합형 증강현실 마커시스템 구현환경

조합형 증강현실 마커시스템을 구현하기 위해서는 ID정보를 처리할 증강현실 프로그램, ID 정보를 삽입할 마커, 실감형 콘텐츠를 설계하고 ID정보를 입출력할 하드웨어를 갖추어야 하나, 증강현실 기반의 콘텐츠를 구동하기 위해서는 개발도구가 별도로 필요하지 않아 학습자가 자율적으로 학습하기에 용이하다. 조합형 증강현실 마커시스템의 구체적인 개발 환경은 <표 I-2>와 같다.

<표 I-2> 조합형 증강현실 마커시스템 개발환경

구분	사양
하드웨어	<ul style="list-style-type: none"> · CPU : Intel(r) Core(TM)2 Duo CPU E6550 2.33GHz · RAM : 2GB · PC용 화상 카메라 : COSY PC 795 (30fs/s, 1280 x 960)
운영체제	<ul style="list-style-type: none"> · Windows XP
개발도구	<ul style="list-style-type: none"> · Flash CS5 · Autodesk 3ds Max 2010 32-bit

나. 마커

1) 증강현실 마커 시스템 비교

조합형 마커시스템을 구현하기 위한 마커시스템을 선택하기 위해서 먼저 다양한 Marker들의 사용상의 특징을 비교하여 분석하였다. 조합형 마커시스템의 특징을 Pictorial, Occlusion의 두 가지 기준으로 비교하였을 때 조합형 마커시스템에 적합한 FLARToolkit을 선택하여 적용하였다.

가) 조합형 마커시스템의 선정 기준

(1) Pictorial

증강되는 객체의 내용을 마커를 통하여 인식가능한가?

(2) Occlusion

손가락 등으로 인한 Occlusion에도 강인하게 증강이 가능한가?

나) 마커시스템의 종류 (서종훈 외, 2010)

(1) CyberCode

(2) ARToolKit (FLARToolkit)








(3) ARTag

(4) Frame Marker

(5) Split Marker

(6) Dot Marker

(7) Simple Frame Marker

이름	저자	형태
CyberCode	Sony	
ARToolKit	HITLab	
ARTag	Canada, NRC	
Frame Marker	ARToolKit Plus	
Split Marker	ARToolKit Plus	
Dot Marker	ARToolKit Plus	
Simple Frame Marker	GIST	

[그림 II-7] 마커시스템의 형태

Pictorial 비교평가는 마커를 보고 증강될 객체를 유추할 수 있는가에 관한 평가이다. CyberCode의 경우 Guide bar에 간단한 형태의 글자를 넣어 제공하고, ARToolkit은 Identification 구조 자체가 Pictorial한 특징을 지닌다. SFM의 경우에는 OCR을 통하여 글자 형태로 객체 정보를 보여준다(서종훈 외, 2010).

마커	평가	비고
CyberCode	Δ	Guide bar에 간단한 형태의 Captioning 가능
ARToolKit	O	내부 Pattern에 그림/글씨 등 자유롭게 삽입 가능
ARTag	X	정형화 된 Digital Cell
Frame marker	O	내부에 자연스러운 이미지 삽입 가능하나 외부 프레임 존재
Split marker	O	내부에 자연스러운 이미지 삽입 가능하며 외부 Border 영역도 거의 줄어들음
Dot marker	O	컨텐츠 훼손 거의 없음
SFM	O	이미지와 글씨 모두 증강될 객체 표현 가능

[그림 II-8] 마커별 Pictorial 비교평가

Occlusion Robustness 평가는 손이나 그림자 등으로 인한 Occlusion 문제를 해결하는 여부에 대한 평가이다. [그림 II-9]에서 Dot 마커의 경우를 제외한 경우는 Occlusion Robustness에 취약한 모습을 보여주지만, 완성형 마커 시스템은 완성되지 않은 상태에서는 3D객체를 증강하지 않아야 하므로, 오히려 Occlusion Robustness가 취약한 마커 시스템이 더 적합하겠다. 또한 ARToolkit를 A S3버전으로 포팅한 FLARToolkit의 경우는 MarkerDetector의 정밀도를 사용자가 스크립트의 수치를 통해서 조절하기가 용이하다는 장점이 있다.

마커	평가	비고
CyberCode	Δ	Guide bar가 가려지지 않으면 증강 가능
ARToolKit	X	그림자/손 등으로 외부 사각형이 훼손될 경우 인식 불가
ARTag	Δ	ARToolKit에 비하여 Occlusion에 강인해졌으나 현재도 문제점 존재
Frame marker	X	외부 Border Occlusion에 취약
Split marker	Δ	Border 영역이 거의 줄어들어 강인해졌으나 Border 영역 가려질 경우 취약
Dot marker	O	전체 마커 중 일부만 인식되어도 포즈 유추 가능
SFM	X	외부 Border 사용

[그림 II-9] 마커별 Occlusion Robustness 평가

다) 적용할 증강현실 마커의 특성

- (1) 마커를 통한 증강 객체 유추가 가능해야 한다.
- (2) 가려짐이나 그림자에 강인하지 않은 것이 좋다. 학생들이 스스로 마커를 조합하여 증강시키는 것이기 때문에 마커를 바르게 조합했을 때에만 증강현실 객체가 증강되도록 해야 한다.
- (3) 제작 및 활용이 용이해야 한다. 객체간의 관계를 마커의 조합을 통해 나타내는 조합형 마커시스템을 학습에서 다양하게 활용되기 위해서는 학습 콘텐츠의 제작 및 활용단계에서 손쉽게 재 가공될 수 있어야 한다.

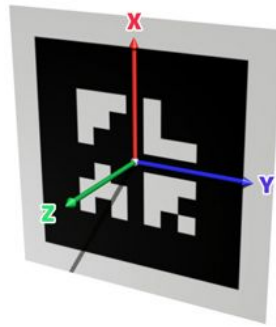
나. FLARToolkit

FLARToolkit은 NyARToolkit에서 만들어졌으며, 자바버전으로 포팅된 ARToolkit이 AS3로 포팅된 버전으로 FLARToolkit은 입력영상에서 마커를 인식하고, 3차원공간에서 방향과 위치를 계산한다. 작업자가 스스로 3D 그래픽을 구현해야 하지만, 플래시 클래스에 도움을 주는 3차원 엔진(Papervision3D, Away3D, Sandy, Alternative3D)이 포함되어 있다(<http://www.libspark.org/wiki/saqoosha/FLARToolKit/en>).

1) FLARToolkit의 처리과정

가) FLARToolkit 초기화

- (1) 웹캠에서 영상 받음
- (2) 영상과 등록된 패턴비교
- (3) 카메라가 바라보는 패턴의 3차원상의 각도 계산)



[그림 11-10] 패턴의 3차원 각도

- 나) 3D객체 연결
- 다) 3D객체의 3차원 위치 조정
- 라) 마커에 3D객체 증강

5. 조합형 증강현실 마커시스템기반 학습콘텐츠 제작

조합형 증강현실 마커시스템을 구현하기 위해서 ID정보를 처리할 증강현실 소프트웨어를 설계하고, ID 정보를 삽입할 마커 및 실감형 콘텐츠를 제작하였다. 조합형 증강현실 마커시스템을 제작하기 위해서 FLARToolkit Starter kit(<http://saqoosha.net/lab/FLARToolKit/FLARToolKit-starter-kit.zip>)을 응용하였다.

가. 증강현실 소프트웨어 설계

FLARToolkit을 이용해 증강현실 마커시스템은 플래시 프로젝트 파일, 액션스크립트 파일, 증강현실을 구현하는 클래스, 마커 및 패턴파일, 실감형 콘텐츠파일로 구성되어 있으며 다음의 처리과정을 통해 유기적으로 연결되어 실감형 콘텐츠를 증강하게 된다.

1) 액션스크립트 설계

가) Earth.as

스크립트에서는 가장 먼저 Event파일, 그리고 실감형 콘텐츠에서 DAE파일을 활용하게 되므로 `org.papervision3d.objects.parsers.DAE`를 import한다.


```

package {
    import flash.events.Event;
    import org.papervision3d.objects.parsers.DAE;
    [SWF(width=640, height=480, backgroundColor=0x808080, frameRate=15)

```

PV3DARApp를 상속받는 Earth클래스를 생성한다. Earth클래스에서 DAE속성을 가진 변수 _earth를 만들고 Event안의 INIT가 실행되면 _oninit를 실행하게 하도록 Event안의 earth함수를 정의한다. init함수는 APAppBase에 정의되어 있으며 FLARParm.as를 통해 웹캠을 통해 마커에서 추출한 패턴과 ee300.pat (지구)패턴파일과 비교하게 된다.

```

public class Earth extends PV3DARApp {
    private var _earth:DAE;
    public function Earth() {
        addEventListener(Event.INIT, _onInit);
        init('Data/camera_para.dat', 'Data/ee300.pat');
    }

```

_oninit 함수는 마커자리에 표시될 DAE 속성을 가진 _earth를 생성하고 _earth의 scale, rotation 등을 조정하고, 마커위에 증강시킨다. FLARToolkit에서는 웹캠을 통해서 보여지기 때문에 3D 객체가 반대로 증강되는 경우가 있어서 mirror등의 조정을 거칠 필요가 있다.

```

private function _onInit(e:Event):void {
    _earth = new DAE();
    _earth.load('mode/earth.dae');
    _earth.scale = 3;
    _earth.rotationX = 90;
    _earth.rotationZ = 270;
    _markerNode.addChild(_earth);
    addEventListener(Event.ENTER_FRAME, _update);
    mirror = !mirror;
}

```

3ds Max로 제작된 earth 객체의 애니메이션은 1회성이므로 학습자의 흥미를 유발하고, 학습동기를 지속시키기 위해서는 객체간의 관계에 표현하는 3D 애니메이션을 다음의 스크립트를 통해 계속 재생하며 관찰하도록 설계할 필요가 있다.

```
private function _update(e:Event):void {
    if (_markerNode.visible){
        if (!_earth.playing){
            _earth.play();
        }
    }else{
        _earth.pause();
    }
}
}
```

나) FLARToolkit 클래스

(1) ARAppBase.as

ARAppBase클래스는 sprite¹⁾를 상속받아 화면에 캠에서 받은 영상을 출력시켜주며 각종 마크를 인식하여 패턴의 3D 좌표를 계산해 준다.

init 함수에서는 먼저 FLARParam.as클래스를 통해 Hex 코드로 되어 있는 cameraFile : camera_para.dat파일로 로드한다. camera_para.dat는 바이너리 데이터 파일로서 웹캠의 렌즈왜곡을 해결하는 정보를 포함하고 있다.

1) 화면 표시에서 반복 이용되는 도형의 무늬를 등록하고, 그 무늬에 다른 그림을 겹쳐서 합성시키는 기능. 고속 표시가 가능하며 연속되는 그림을 매끄럽게 움직일 수 있다. 또는 화상을 고속 표시하기 위한 기술로, 미리 도형을 등록해 두고, 도형의 번호와 좌표를 지정하면 즉시 도형을 표시한다.

```

protected function init(cameraFile:String, codeFile:String, canvasWidth:int = 320, canvasHeight:i
nt = 240, codeWidth:int = 80):void {
    _cameraFile = cameraFile;
    _width = canvasWidth;
    _height = canvasHeight;
    _codeFile = codeFile;
    _codeWidth = codeWidth;
    _loader = new URLLoader();
    _loader.dataFormat = URLLoaderDataFormat.BINARY;
    _loader.addEventListener(Event.COMPLETE, _onLoadParam);
    _loader.addEventListener(IOErrorEvent.IO_ERROR, dispatchEvent);
    _loader.addEventListener(SecurityErrorEvent.SECURITY_ERROR, dispatchEvent);
    _loader.load(new URLRequest(_cameraFile));
}

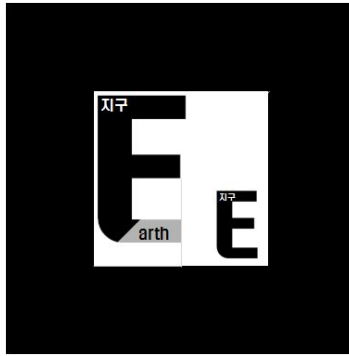
```

codeFile이 로드되면 _onLoadCode 함수를 실행하게 되는데, Data/ee300.pat라는 파일을 로드한다. ee300.pat는 <표 I-3>과 같이 마커의 생김새를 RGB 색상값으로 나타내어 저장한 형태로 기본적으로 16 * 16 픽셀크기의 마커정보를 가지고 있으며 숫자가 클수록 밝고 작을수록 어두운 색을 의미한다.

<표 I-3> ee300.pat의 일부분

155	110	121	93	93	93	93	93	164	217	217	217	217	217	217	217
121	71	62	2	0	0	0	0	145	248	248	248	248	248	247	248
114	0	0	35	72	72	72	72	175	248	248	248	248	247	247	248
114	0	0	121	248	248	248	248	248	248	248	248	248	247	247	248
114	0	0	121	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248	248
114	0	0	121	248	248	248	248	248	248	247	248	248	248	248	248
114	0	0	0	0	0	0	6	248	247	247	248	248	248	248	248
114	0	0	0	0	0	0	6	247	248	248	248	248	248	248	248
114	0	0	115	237	237	237	237	245	248	248	248	248	248	248	248
114	0	0	121	248	248	248	248	245	248	248	159	114	49	49	248
114	0	0	121	248	248	248	248	245	248	248	62	48	192	192	248
115	0	0	106	234	240	240	240	245	248	248	62	46	186	201	248
162	0	0	64	148	139	122	182	245	248	248	62	15	62	108	248
248	118	78	180	145	136	136	182	245	248	248	62	62	248	248	248
248	248	248	248	248	248	248	248	245	248	248	71	23	94	94	248
248	248	248	248	248	248	248	248	245	248	248	226	125	124	124	248
...															

<표 I-3>의 정보를 이미지화하면 [그림 II-11]과 같은 패턴이 된다.



[그림 11-11] ee300.pat의 이미지화

이 정보들은 FLARCode.as에서 받아와서 마커로 등록되게 된다. 이후 웹캠에 대해 초기화 작업을 진행하는데, 웹캠이 없을 시는 에러메시지를 출력하고, 웹캠이 있는 경우는 웹캠의 가로, 세로, 프레임을 설정한 후 Video를 생성한다.

```
private function _onLoadCode(e:Event):void {
    _code = new FLARCode(16, 16);
    _code.loadAR Patt(_loader.data);
    _loader.removeEventListener(Event.COMPLETE, _onLoadCode);
    _loader.removeEventListener(IOErrorEvent.IO_ERROR, dispatchEvent);
    _loader.removeEventListener(SecurityErrorEvent.SECURITY_ERROR, dispatchEvent);
    _loader = null;
    _webcam = Camera.getCamera();
    if (!_webcam) {
        throw new Error('No webcam!!!!');
    }
    _webcam.setMode(_width, _height, 30);
    _video = new Video(_width, _height);
    _video.attachCamera(_webcam);
    _capture = new Bitmap(new BitmapData(_width, _height, false, 0), PixelSnapping.A
    UTO, true);
}
```

_raster는 FLARRgbRaster_BitmapData클래스로 웹캠으로부터 받아오는 bitm apdata를 토대로 x, y에 대한 색상값을 받아온다. _detector는 화상으로부터 AR Code의 패턴에 가장 일치하는 마커를 1개 검출해 그 변환 행렬을 계산하는 클래스이다.

```

        _raster = new FLARRgbRaster_BitmapData(_capture.bitmapData);
        _detector = new FLARSingleMarkerDetector(_param, _code, _codeWidth);
        _detector.setContinueMode(true);
        dispatchEvent(new Event(Event.INIT));
    }
    protected function onInit():void {
    }

```

(2) PV3DARApp.as

현재 ARToolkit 에서 보여줄 3D 객체를 Papervision3D 를 사용하여 보여주기 위해 Papervision 에 맞추어주는 역할을 한다.

FLARCamera3D 클래스로 기존 Papervision3D의 Camera3D를 상속받아 확장시킨 카메라를 사용하며, FLARBaseNode경우에도 Papervision3D의 DisplayObject3d를 상속받아 확장시킨 Node이다. 이를 통해 FLARToolkit은 3D 객체를 표현하게 된다.

_oninit함수는 ARAppBase.as에서 ARToolkit의 초기화가 완료되었을 때 불리는 함수이다. 여기서는 onInit함수가 3D관련 초기화를 하게 된다.

```

private function _onInit(e:Event):void {
    _base = addChild(new Sprite()) as Sprite;
    _capture.width = 640;
    _capture.height = 480;
    _base.addChild(_capture);
    _viewport = _base.addChild(new Viewport3D(320, 240)) as Viewport3D;
    _viewport.scaleX = 640 / 320;
    _viewport.scaleY = 480 / 240;
    _viewport.x = 0;
    _camera3d = new FLARCamera3D(_param);
    _scene = new Scene3D();
    _markerNode = _scene.addChild(new FLARBaseNode()) as FLARBaseNode;
    _renderer = new LazyRenderEngine(_scene, _camera3d, _viewport);
    addEventListener(Event.ENTER_FRAME, _onEnterFrame);
}

```

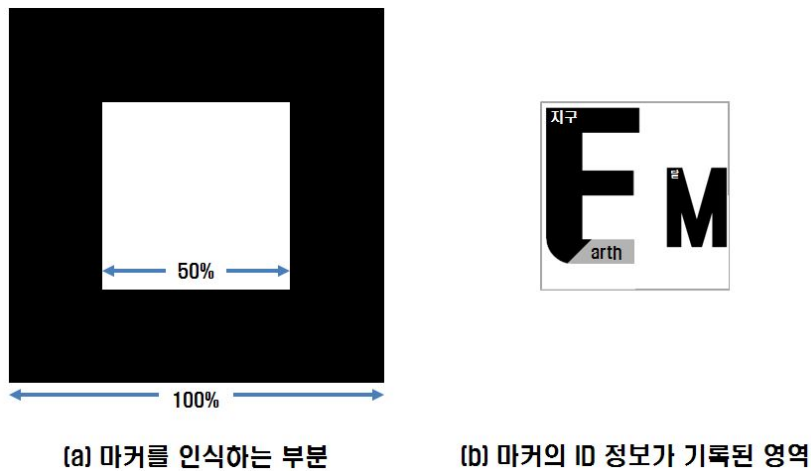
웹캠으로 들어온 화면 값을 갱신시켜 주고 받아온 화상 비트맵 자료를 바탕으로 detector.detectMarkerLite 함수를 통해 마커를 찾아낸다. detected는 수치조절을 통해 마커를 인식하는 RGB색상의 일치도를 조절할 수 있다. 수치가 너무 낮으면 마커간의 차이를 드러내기 힘들고 반대로 수치가 너무 높은 경우(최대 1)에는 웹캠으로 마커를 인식하기가 어렵다. 등록된 마커와 웹캠을 통해 인식된 마커가 정확하게 일치되어야 하는 데, 학습 중 웹캠이나 마커의 흔들림으로 마커의 인식을 정확히 유지한다는 것은 힘든 일이며, 조합형 마커의 특성상 마커를 1mm의 오차도 없이 마커를 구성해야만 한다는 것은 오히려 학습동기의 저해요인으로 작용될 수 있다. 마커를 찾은 후에는 마커의 회전정도를 _baseNode에 적용시켜 3D 객체를 회전시킨다.

```
private function _onEnterFrame(e:Event = null):void {
    _capture.bitmapData.draw(_video);
    var detected:Boolean = false;
    try {
        detected = _detector.detectMarkerLite(_raster, 80) && _detector.
getConfidence() > 0.85;
    } catch (e:Error) {}
    if (detected) {
        _detector.getTransformMatrix(_resultMat);
        _markerNode.setTransformMatrix(_resultMat);
        _markerNode.visible = true;
    } else {
        _markerNode.visible = false;
    }
    _renderer.render();
}
```

나. 증강현실 마커제작

1) 마커제작의 절차

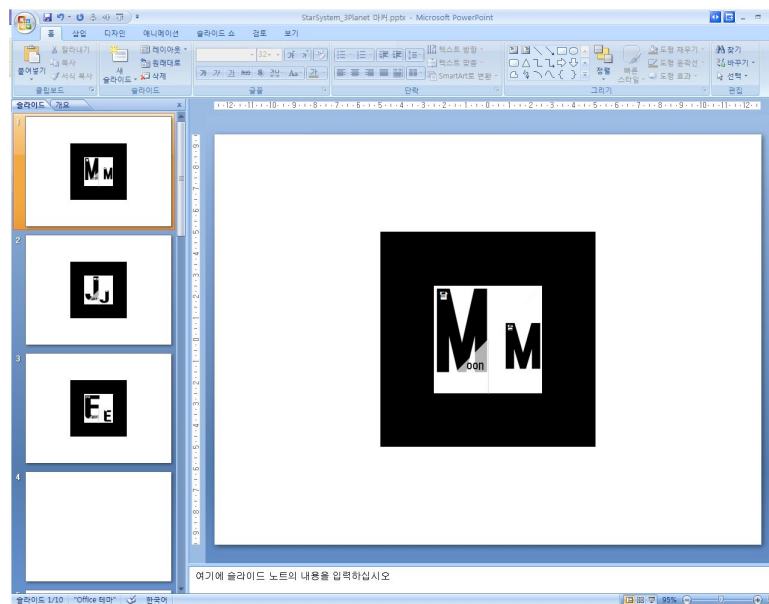
FLARToolkit에서의 마커는 [그림 II-12]와 같이 마커를 인식하는 영역과 마커의 ID 정보가 기록된 영역으로 구성된다.



[그림 II-12] 마커의 구성

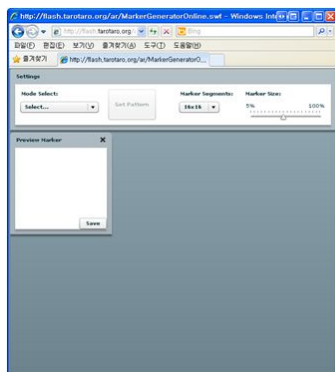
마커를 인식하는 영역은 [그림 II-12]의 'a'영역을 둘러싼 검은 부분으로 안정적으로 마커를 인식하도록 50%가 초기 설정값으로 할당되어 있다. 'b'영역에는 마커의 ID 정보를 기록하는데, 'b'영역을 크기를 조절하여 ID 정보를 좀더 세밀하게 구성할 수 있다. 'b'영역을 크게 하거나 줄일 때는 FLARToolkit 클래스 중 FLARMultiMarkerDetec.as와 FLARSingleMarkerDetector.as의 markerWidthByDec, markerHeightByDec 수식의 변경을 통해 원하는 값으로 설정이 가능하다. 그러나 안정적인 마커인식을 위해서는 50%의 영역을 할당하는 것이 바람직하다.

FLARToolkit에서는 마커에 대한 ID 정보를 입력하는 영역은 사용자가 임의로 구성할 수 있어서 기하학적인 도형, 문자 또는 그림을 사용할 수도 있으며 증강 객체 유추가 가능한 무늬로 설정이 가능하여 학습자가 마커조작활동을 하기에 용이하다. ID 정보를 입력하여 마커이미지를 만드는 것은 별도의 프로그램이 아닌 그림판이나 포토샵, 파워포인트 등의 그림파일을 제작할 수 있는 프로그램을 사용하면 된다. [그림 II-13]은 파워포인트를 사용해 마커이미지를 제작하는 예이다.

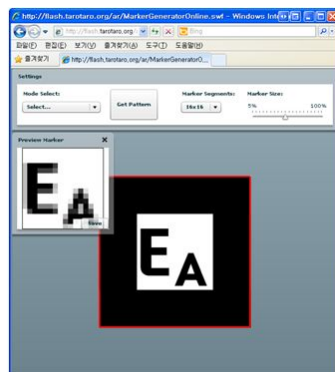


[그림 II-13] 마커의 ID 정보제작

마커이미지를 JPG형식의 그림파일로 저장한 후에는 마커이미지에 맞는 패턴을 생성해주어 웹캠에서 학습 시 조합한 조합형 마커와 등록된 패턴을 비교할 수 있도록 해주어야 한다. 패턴생성은 패턴생성사이트(<http://flash.tarotaro.org/ar/MarkerGeneratorOnline.swf>)를 활용한다. [그림 II-14]처럼 사이트의 해당파일을 실행하여 mode를 Load marker image로 설정하고 만들어둔 마커이미지를 불러온다. Get pattern 버튼을 누르면 패턴이 추출되고 save 버튼이 활성화되어 패턴파일로 저장할 수 있게 된다. 단, 가로x세로가 319이상의 이미지인 경우는 프로그램에서 인식하지 않으니 미리 마커이미지의 크기를 조정해야한다. 본 연구에서는 마커이미지를 가로x세로를 300픽셀로 조정하였다. 이 때 Marker Segments를 설정하면 마커패턴을 좀 더 정밀하게 설정할 수 있으며, Marker Size를 통해 [그림 II-12]의 ID 정보기록영역을 조정할 수도 있다.



(a) 패턴 형성 사이트

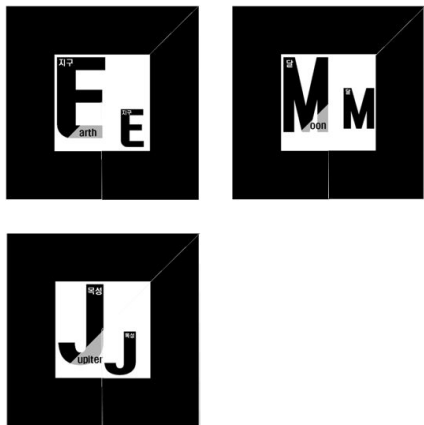


(b) 마커이미지에서 패턴추출

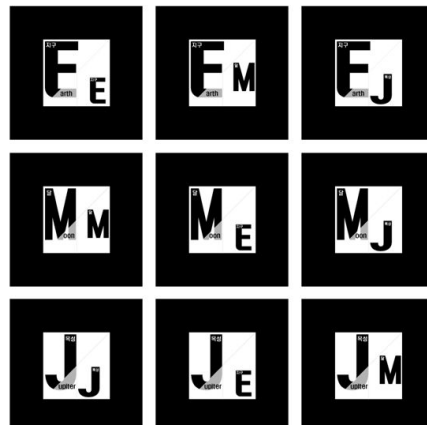
[그림 II-14] 마커의 ID 정보입력

2) 조합형 증강현실 마커 제작

조합형 증강현실 마커를 제작하기 위해서는 먼저 [그림 II-15]와 같이 조합이 기본이 되는 지구, 달, 목성의 마커를 제작하고, 그래픽 프로그램을 이용하여 조합되는 9개의 등록마커이미지를 만들어 패턴파일을 생성한다. 이때 각각의 마커에서 무늬가 비슷한 경우에는 패턴파일을 생성할 때 Segments의 RGB값이 유사하게 되므로 무늬의 차이가 분명하게 드러나는 도형이나 글자를 활용하는 것이 좋으며, [그림 II-15]의 제작 마커처럼 서브마커의 RGB값을 분명하게 차이 나게 하기 위해서 서브마커의 문자위치를 다르게 하였다.



(a) 제작 마커



(b) 등록 마커

[그림 II-15] 조합형 증강현실 마커제작 및 등록

다. 실감형 콘텐츠 설계

조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 교육 자료를 개발하여 학습자의 흥미를 유발하고 학습동기를 지속할 수 있도록 하기 위해서는 주의집중과 관련성, 자신감 및 만족감을 향상시키기 위해서는 증강되는 객체의 관계를 조작하게 함으로써 주의집중과 관련성, 자신감 및 만족감을 향상시킬 필요가 있다. 그리하여 초등학교 5학년 1학기 과학 ‘지구와 달’ 단원의 교육 자료를 실감형 콘텐츠로 설계하였다.

1) 태양계

현재 2009 개정 교육과정에서는 ‘지구와 달’ 단위에서는 지구와 달의 특징과 자전, 공전 관계를 교과서의 그림 자료나 실험을 통해 학습하도록 지도하고 있다. 그러나 직관적인 콘텐츠를 통해서 관찰력을 기르고 자전과, 공전과의 관계에 대해 자율적인 성공기회를 제공하며 개인적 통제감을 제공하여 학습동기를 지속시킬 수 있다면 학습력 향상에 충분히 의미가 있을 것이라고 판단하였다. 또한 ‘목성’에 대한 콘텐츠를 추가하여 새로운 정보에 대한 욕구를 자율적으로 충족시켜볼 수 있도록 하였다. 각 행성의 실감형 객체는 행성의 세부적인 특성과 행성간의 관계를 적용하여 학습자가 관찰을 통해 자율적으로 학습할 수 있도록 제작하였다.

가) 지구의 특성 (※ 괄호 안은 실감형 콘텐츠 제작 시 반영수치이다.)

- (1) 중황비 : 0.996647139 (1)
- (2) 자전주기 : 시계반대방향으로 0.997258h (1h)
- (3) 공전주기 : 시계반대방향으로 365.2564 일
- (4) 특징 :

지구는 대륙과 바다, 대기권으로 둘러싸여 있다. 대륙은 주로 황토색을 띠며, 바다는 원시 대기의 수증기 성분이 응결하여 비를 내리고 원시 바다를 형성하였으며, 푸른색을 띤다. 대기권은 고도에 따라 대류권, 성층권, 중간권, 열권, 외기권으로 구분된다. 이중 대류권은 열역학적으로 매우 불안정한 대기의 층으로 난류와 기상현상이 발생하게 된다. 물이 있어 푸른색으로 보이며, 땅은 황토색을 띤다.

나) 달의 특성

- (1) 중황비 : 0.89747 (0.9)
- (2) 자전주기 : 시계반대방향으로 27.321일 (27일)
- (3) 공전주기 : 시계반대방향으로 27.321일 (27일)
- (4) 특징 :

달의 표면은 크게 물이 없는 바다, 대륙, 분화구라고 볼 수 있는데, 바다지역은 현무암과 용암대지이기 때문에 상대적으로 검은색과 회색의 색을 띤다. 바다는 달의 앞면에서는 31.2%의 면적을 차지하고 있지만 뒷면은 겨우 2.6%를 차지한다. 달 표면에서 바다를 제외한 밝은 색조를 띠는 곳을 대륙이라고 부른다. 대륙에는 분화구들이 뺨뺨하게 모여 있으며, 대륙을 이루는 광물이 주로 칼슘과 알루미늄이 많이 함유된 사장석과 비슷하기 때문에 상대적으로 밝게 보인다. 대부분의 분화구는 충돌로 생겨났으며, 1Km정도의 작은 분화구는 화산폭발로 생성되었을 가능성이 있다고 추측된다.

다) 목성

- (1) 중황비 : 0.93513 (0.94)
- (2) 자전주기 : 시계반대방향으로 0.413538일 (0.4일)
- (3) 공전주기 : 시계반대방향으로 4333.2867h
- (4) 특징 :

목성은 금성 다음으로 밝은 행성으로 대부분이 가스로 구성되어 있다. 주로 수소와 약간의 헬륨으로 되어 있으며 높은 압력에서 더 무거운 원소로 구성된 고체 핵이 존재할 가능성이 있다. 자전속도가 빨라 목성은 양극방향으로 약간 눌린 구의 형태를 하고 있다. 외부 대기가 위도에 따라 여러 개의 띠로 분리된 것을 볼 수 있는데, 서로 영향을 주고받는 경계에서는 난기류와 폭풍이 발생한다. 이 중 특히 현저한 것은 대적점으로 최소한 17세기 이후부터 계속 존재하였다고 알려져 있다. 또한 네 가지 주요성분으로 구성된 희미한 고리계를 가지고 있다.

2) 행성간의 관계

가) 달과 지구의 관계

달의 지름은 지구 지름의 약 0.273 배이며, 자전주기는 지구의 자전주기의 약 27.3배이다. 달은 지구의 자연위성으로 지구 중심으로부터 달 중심까지의 거리는 평균 38만 4400Km이며 궤도주기를 따라 약 27.3일에 걸쳐 공전한다.

나) 목성과 지구의 관계

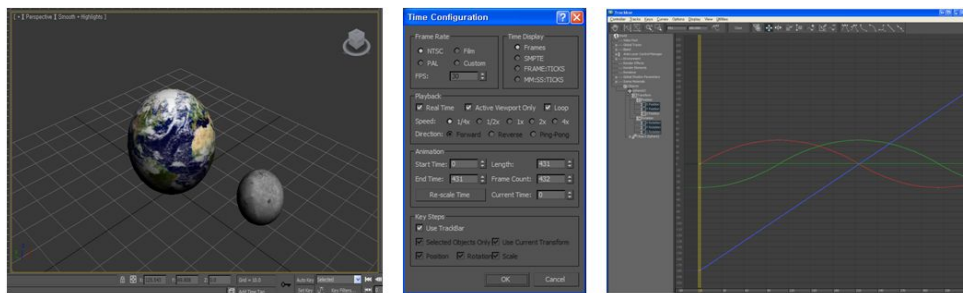
목성은 지구지름의 약 11.209배이며, 지구와 같이 시계반대방향으로 자전한다. 목성의 자전주기는 지구가 자전하는 주기의 약 0.413배이다.

다) 목성과 달의 관계

목성의 지름은 달의 지름의 약 41.06배이며, 목성과 달은 시계반대방향으로 자전한다. 목성의 자전주기는 달의 자전주기의 0.015배로 매우 빠르게 자전한다.

3) 행성의 실감형 객체 제작

조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 교육 자료에서 학습자의 흥미를 유발하고 학습동기를 지속할 수 있도록 하기 위해서는 무엇보다 객체의 관계를 표현할 수 있는 실감형 콘텐츠가 필요하다. 그리하여 초등학교 5학년 과학 ‘지구와 달’ 단원의 교육 자료를 주제로 3ds Max 프로그램을 사용하여 [그림 II-16]과 같이 실감형 콘텐츠를 설계하였다. 이때 행성의 특징과 행성간의 애니메이션은 두 행성간의 관계에 기초해서 제작하는데, 회전할 때 소요되는 프레임 수, 프레임 당 객체의 위치 등을 조정하면 객체간의 관계를 충분히 표현할 수 있게 된다.



(a) 3d 객체에 박스처 추가

(b) Frame 속성 설정

(c) x, y, z축의 motion 설정

[그림 11-16] 조합형 증강현실 실감형 객체 제작

이때 FLARToolkit에서 사용되어지는 DAE 파일 형식으로 export를 하게 된다. DAE파일은 PV3D의 DAE클래스에서 Import하며 3D를 구현하게 해주는 파일 포맷으로 OpenCOLLADA에서 제공하는 exporter를 설치하여 export를 해주어야 한다.

라. 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 수업의 실제

학습력 향상을 위한 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 프로그램을 적용하여 <표 1-4>와 같이 교수·학습지도안을 작성하였다. 학습매체로는 증강현실 기반 학습콘텐츠를 사용하였으며, 수업과정 상에서는 조합형 증강현실 마커시스템이라는 용어보다는 아이들에게 친숙한 태양계조작도로 안내하였다.

<표 1-4> 교수·학습지도안(조합형 증강현실 마커시스템 활용 수업)

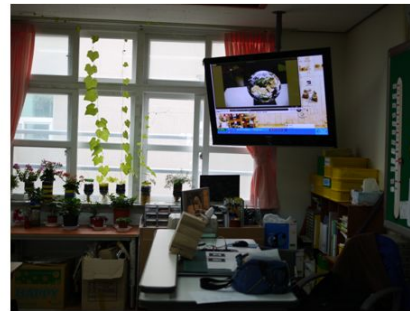
단원	2. 지구와 달	일 시	2012. 6. 14. (금) 10:40 ~ 11:20
제재	지구와 달에 대해 배운 내용 정리하기	대 상	5학년 2반
학습 목표	지구와 달에 대해 배운 내용을 정리할 수 있다.	차 시	10 / 11
		수업모형	문제해결학습모형
자료	교사: 태양계조작도구 (마커, 객체증강프로그램, 웹캠, 노트북), 학습지		

단계	학 습 요 소	교 수 · 학 습 활 동	시간 (분)	자료(★) 및 유의점(※)
문제 파악	동기 유발	◆ 선수학습요소 확인 - 지구는 어떤 모양일까요? - 어떻게 그것을 알 수 있나요? ◆ 공부할 문제 파악	5	※확산적인 발문으로 생각을 열고, 문제해결방법으로서의 태양계 조작도구를 소개하고 본시에 활용해보게 한다.
	공부할 문제 확인	지구와 달에 대해 배운 내용을 정리해보자.		
	활동 안내	◆ 활동안내 - 활동 1. 지구와 달의 모습 - 활동 2. 지구와 달의 관계 - 활동 3. 태양계에서의 별들의 관계		
예상 계획	예상세 우기 관찰 계획 세우기	◆ 활동 1. 지구와 달의 관계 ▶ 태양계조작도구를 소개하고, 간단히 사용법을 안내한다. ▶ 태양계조작도구를 활용해 지구와 달의 모양을 관찰하게 한다. - 지구는 어떤 모습일까요? - 달은 어떤 모습일까요? - 달의 표면에는 무엇이 보일까요? - 전체적인 색은 어떨까요? ▶ 지구와 달의 관계에 대해 예상하게 한다. - 지구와 달은 어떤 관계일까요? - 지구와 달의 공통점과 차이점은 무엇일까? ▶ 태양계조작도구로 지구와 달의 관계를 비교하는 방법을 소개한다.	7	★태양계조작도구 ※증강현실기반 조합형마커시스템이라는 용어는 아이들이 학습을 하는 데 꼭 필요한 부분은 아니기 때문에 태양계조작도구라는 용어를 사용한다.
관찰 토의	관찰 하기	◆ 활동 2. 지구와 달의 관계 ▶ 태양계조작도구를 활용해 지구와 달의 관계를 관찰하여 학습지에 내용을 정리하게 한다. - 지구와 달의 공통점 - 지구와 달의 차이점 - 새롭게 알 수 있는 점	8	★학습지 ※ 관계에 대해서 학생들이 예상하기가 어려운 경우는 교사가 구체적인 특성의 범주를 들어가며 아동의 사고활동을 지원한다.
	발표 하기	▶ 태양계조작도구를 활용해 알게 된 사항을 발표해보게 한다.	5	
적용	관찰 결과의 고찰	◆ 활동 3. 지구와 달의 관계 ▶ 태양계의 다른 행성(목성)과의 관계를 유추해보게 하고, 태양계조작도구를 통해 관계를 확인해보게 한다.		
적용	관찰 결과의 고찰	▶ 증강현실이라는 도구를 매개로 관찰을 통해 태양계를 학습한 소감을 발표하게 한다. - 오늘 실험을 태양계조작도구에 대한 소감을 이야기해볼까요?	10	★태양계조작도구 (목성궤체추가) ※모듬당 1set의 태양계조작도구를 배치하여 실제적인 관찰활동이 되도록 한다.
	학습 정리	◆ 학습정리 ▶ 학습내용을 판서를 통해 정리한다. ◆ 차시예고	5	

조합형 증강현실 마커시스템을 활용하기 위하여 [그림 II-17]의 'a'와 같이 조작 가능한 조합형 마커를 제작하였다. 'b'처럼 TV를 통해 실감형 객체를 증강하여 소개하였으며, 시범을 통해 사용법을 안내하였다.



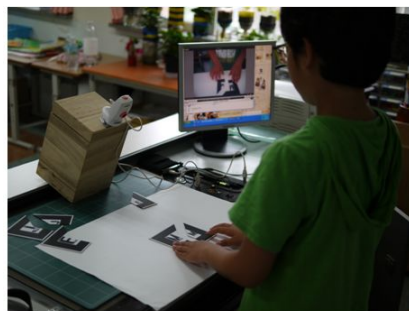
(a) 조작가능한 조합형 마커 조각



(b) TV를 통한 실감형 객체 증강

[그림 II-17] 조합형 증강현실 마커시스템 사용의 실제

교사의 시범을 통해 사용법을 익힌 학생이 [그림 II-18]과 같이 직접 조작활동에 참여하였으며, 생성된 실감형 객체를 관찰하여 연습문제를 해결하였다.



(a) 태양계조작도구 사용법 익히기



(b) 증강현실을 통한 문제 해결

[그림 II-18] 태양계 조작도구를 통한 문제해결

학생들은 사용방법을 어렵거나 불편하게 생각하지 않고 금세 익혔다. 또한, 단순 마커 조작이 아니라, [그림 II-19]처럼 창의성을 발휘하여 웹캠의 위치를 조작하여 실감형 객체를 증강시키거나 마커의 거리를 조절해가며 실감형 객체를 관찰하기도 하였다. 마커 조합을 통한 행성간의 관계에 대한 애니메이션이 증강되었을 때의 학생들의 몰입도는 상당했으며, 다양한 태양계의 행성이 등록되지 않았음에 아쉬움을 표현했다.



(a) 활용하기 - 웹캠 조작하기



(b) 활용하기 - 마커 조작하기

[그림 11-19] 태양계 조작도구 활용하기

비록 실감형 객체 증강에 필요한 소요되는 시간이 30초 이내로 짧긴 했으나, 학급전체 학생들이 조합형 증강현실 마커시스템을 활용하여 학습하기에는 역부족이었다. 그래서 [그림 11-20]과 같이 태양계 조작도구 부스를 운영하여 증강현실 조작의 기회를 제공하였다. 많은 학생들이 참여할 수 있었지만, 그래도 태양계 조작도구가 충분히 확보되지 않아 직접 실감형 객체 증강에 참여하지 못했던 학생들이 있었다. 그 학생들 중 몇몇은 태양계 조작도구에 필요한 도구가 컴퓨터, 웹캠, 조작 가능한 마커조각 밖에 되지 않기에 집에서 별도로 학습해보고 싶다는 의사를 나타내고, 방법을 문의하였다.



(a) 태양계 조작도구 부스 운영



(b) 태양계 조작도구 부스 활용

[그림 11-20] 태양계 조작도구 부스

IV. 연구 방법 및 현장 적용

1. 연구 가설

본 연구의 목적은 초등학교의 과학 수업에서 조합형 증강현실 마커시스템이 학습자의 학습동기와 학습력에 미치는 영향을 분석하고자 하는 것이다. 이러한 연구 목적 달성을 위해 설정한 가설은 다음과 같다.

연구 가설 : 조합형 증강현실 마커시스템은 초등학교 학습자의 학습동기와 학습력에 유의한 영향을 미친다.

2. 연구대상

본 연구의 대상은 제주도에 위치한 O초등학교 5학년 2개 반을 각각 실험집단과 비교집단으로 구성하였다. 모든 연구 대상은 조합형 증강현실 마커시스템에 대한 사전 지식이나 기초적 소양은 없는 집단이다.

<표 II-1> 연구 대상 집단과 사례 수

실험집단			비교집단			계
남	여	계	남	여	계	
17	18	35	18	16	34	69

3. 연구 설계 및 절차

가. 연구 설계

본 연구에서는 연구를 시작하기에 앞서 연구대상으로 실험집단과 비교집단의 학업성취도 결과에 대한 T-Test를 통해 실험집단과 비교집단간이 동질집단임을 확인하고, 실험처치 후 사후검사 비교집단설계를 사용하였다.

나. 연구절차

본 연구에서 독립변인은 학습동기 촉진을 위한 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 프로그램의 사용여부이며, 종속변인은 학습동기와 학습력이다. 실험집단은 학습동기 촉진을 위한 조합형 증강현실 마커시스템을 활용하여 교수·학습지도안에 따라 조합형 증강현실 마커를 조작하면서 연습문제를 해결하는 방식으로 진행하였으며, 비교집단은 전통적인 학습 프로그램으로 현장실습교사의 지도에 따라 교과서의 내용에 충실하게 연습문제를 해결하는 방식으로 학습이 진행되었다. 수업 후에 사후 검사로 두 집단 간의 학습동기와 학습력 수준의 차이가 있는지를 사후검사 통제 집단설계로 검증하는데, 실험처치 후 실험집단과 비교집단의 학습동기 지수와 학습력 수준의 변화가 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 성취도 수준, 성별, 실험집단과 비교집단으로 분류하여 검증하였다. 학습동기지수는 Keller의 학습동기 설계(ARCS 모형)의 4가지 구성요소인 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감과 관련된 5점 척도의 9문항의 평균점수를 이용하였고, 학습력 수준은 지식, 태도, 실천(KAP)영역으로 나눈 각각 5점 척도의 문항 평균점수를 이용하였다. 이러한 연구의 실험 설계를 도식화 하면 다음과 같다.

<표 II-2> 연구의 실험설계

실험집단	X_1	O_1
비교집단	X_2	O_2

O_1, O_2 : 사후검사(창의성 검사, 과학에 관련된 정의적 특성의 평가)

X_1 : 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 프로그램 운영

X_2 : 기존 과학 시간 운영

4. 검사도구

본 연구에서는 사용된 설문지는 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 프로그램을 운영이 학생들의 학습동기와 학생들의 학습력 향상(KAP수준)에 미치는

영향을 비교하는 척도로 사용되었다.

학습동기 검사도구는 Keller의 학습동기 설계(ARCS 모형)의 4가지 구성요소인 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감과 관련된 5점 척도의 9문항으로 구성되었다. 문헌(Keller, 송상호, 1999)과 선행연구 분석을 토대로 4가지 구성요소에 따르는 12가지 세부요소에서 해당하는 문항에서 조합형 증강현실 마커시스템에 맞는 9가지 세부요소를 추출하여 개발하였다.

또한 학습력 향상에 미치는 영향을 비교하는 척도로 지식, 태도, 실천(KAP) 영역으로 나누어 각각 5점 척도의 5문항씩 구성하였다.

지식 영역은 과학교과 중 지구과학 현상에 대한 사실적, 개념적 지식, 일반화 지식의 정도를 파악할 수 있도록 문항을 선정하였다.

태도영역은 과학교과에 대한 개인의 관심 및 가치관을 파악하여 실천으로의 잠재적 가능성을 측정하고자 하였다. 또한 과학 학습에 대한 가치관이 긍정적이며, 적극적인일 때 실천으로 이어질 수 있는 가능성이 높다고 판단하여 일상적인 태도에 관련된 문항을 선정하였다.

실천영역은 과학 학습을 위해 쉽게 실천할 수 있는 항목들을 선정하였다.

<표 II-3> 학습동기 검사지의 구성요소별 문항 및 신뢰도

ARCS 구성요소	하위요소	문항내용	신뢰도
주의집중 (A)	차격적 자성	수업에서 제시된 자료가 선거하고 놀라웠습니까?	.877
	탐구적 각성	수업 주제에 대하여 더 알고 싶은 궁금증이 생겼습니까?	.882
	변화성	수업에서 제시된 학습 자료가 흥미 있는 다양한 것들이었습니까?	.885
관련성 (R)	목적지향성	학습한 내용이 나중에 유용하게 쓰일 것 같습니까?	.885
	친밀성	학습한 내용 중에서 전에 필요하다고 느꼈던 부분이 있습니까?	.889
자신감 (C)	성공기회	제시된 학습 자료로 배우면 스스로 학습하고자 하는 내용을 잘 배울 수 있을 것 같습니까?	.895
	개인적 통제	주어진 자료(교과서)는 스스로 학습 속도를 조절하며 맞추어 학습할 수 있도록 구성되었습니까?	.875
만족감 (S)	내재적 강화	주어진 자료(교과서)를 이용해서 학습을 하였을 때, 스스로 기분이 좋았습니까?	.886
	공정성	주어진 자료(교과서)를 이용한다면 배운 내용을 충실히 공부할 수 있어서 이와 관련된 시험을 본다면 좋은 점수가 나올 것 같습니까?	.899

<표 II-4> KAP 검사지의 구성요소별 문항 및 신뢰도

KAP 구성요소	문항내용	신뢰도
지식 (K)	나는 과학지식이 풍부하다.	.783
	나는 태양계에 있는 행성에 대해 설명할 수 있다.	.788
	나는 증강현실이나 비슷한 업체영상으로 학습한 경험이 있다.	.802
	주어진 학습자료(교과서)로는 원하는 정보를 찾을 수 없다.	.814
	주어진 학습자료(교과서)로 두 행성 사이의 관계를 쉽게 관찰할 수 있다.	.796
태도 (A)	과학수업은 즐겁다.	.787
	태양계에 행성에 대해 더 많이 알고 싶다.	.784
	주어진 학습자료(교과서)로 태양계를 배우는 것은 재미있다.	.787
	주어진 학습자료(교과서)로 태양계를 공부하는 것은 아무 도움도 안 되는 시간낭비였다.	.805
	태양계에 대한 더 많은 내용이 교과서에 들어있으면 좋겠다.	.797
실천 (P)	나는 주위 사물의 특징을 잘 찾아낸다.	.807
	퍼즐 맞추기를 즐기거나 잘할 수 있다.	.810
	태양계에 대한 책을 즐겨 읽는다.	.782
	주어진 학습자료(교과서)로 태양계를 학습하는 것은 어렵다.	.795
	행성들의 관계를 관찰하여 특징을 설명할 수 있다.	.802

그리고 학생들의 전통적인 학습도구(교과서)와 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 태양계조작도구에 대한 학생들의 KAP 수준의 변화와 학습만족감을 측정하기 위해 학습력 향상에 미치는 영향을 비교하는 척도로써 지식, 태도, 실천(KAP)영역의 7문항을 추출하고 Keller의 학습동기 설계(ARCS 모형)의 4가지 구성요소 중 만족감 요소를 2문항 추출하여 ARCS와 KAP에 대응하는 태양계 조작도구효과 검사지를 만들었다.

<표 II -5> 태양계조작도구에 대한 만족도 검사지

구성요소	하위요소	문항내용	신뢰도
학습력 수준	K4	태양계조작도구는 원하는 정보를 쉽게 관찰할 수 있다.	.771
	K5	태양계조작도구에서 다른 행성의 마커를 조합하면 두 행성 사이의 관계를 쉽게 관찰할 수 있다.	.759
	A3	태양계조작도구로 태양계를 배우면 재미있다.	.759
	A4	태양계조작도구를 사용한 것은 태양계를 공부하는데 아무 도움도 안 되는 시간낭비였다.	.808
	A5	태양계에 대한 더 많은 내용이 태양계조작도구로 만들어졌으면 좋겠다.	.792
	P4	태양계조작도구를 사용해서 태양계를 학습하는 것은 혼자서는 어렵다.	.818
	P5	태양계조작도구를 이용하면 행성들의 관계를 관찰하여 설명할 수 있다.	.774
학습동기	내재적 강화	태양계조작도구를 이용해서 입체영상을 나타낼 수 있었을 때, 스스로 기분이 좋았습니까?	.787
	공정성	9. 태양계조작도구를 이용한다면 배운 내용을 충실히 공부할 수 있어서 이와 관련된 시험을 본다면 좋은 점수가 나올 것 같습니까?	.785

5. 현장 적용 결과 및 해석

가. 실험집단과 비교집단간의 동질성 검사

<표 II-6> 실험집단과 비교집단 간 학업성취도의 t-검정 결과

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양측)
과학학업성취도	등분산이 가정됨	.007	.936	1.188	67	.239
	등분산이 가정되지 않음			1.185	65.341	.240

*p<.05

실험집단과 비교집단의 동질성 여부를 판정하기 위해 과학학업성취도의 t-검증을 실시하였으며, 실시된 “Leven’s Test for Equality of Variances : 등분산 검정”에서 F 값에 대한 유의수준 확률값(p=.936)이 0.05보다 크므로 유의차가 없는 것으로 나타났다. 따라서 실험집단과 비교집단은 동질집단임이 입증되었고, 이에 따라서 통합분산 추정치(Equal variances assumed)에 해당되는 통계량을 사용했다. 실험집단과 비교집단의 출발점에서의 학업성취도는 자유도(df)가 67이며 t값에 대한 유의수준 확률값은 .239로 5%수준에서 유의차가 없는 것으로 분석되어 실험집단과 비교집단은 출발점에서의 학력차이가 없었다고 볼 수 있다.

가. 학업성취에 따른 실험집단과 비교 집단 간 학습동기와 학습력 수준 검사

학업성취에 따른 실험집단과 비교집단 간 학습동기 지수와 학습력 수준이 두 집단 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 학업성취에 따라 상, 중, 하 집단으로 구성하고, 학업성취도에 따른 다차원 변량분석을 실시하였다. <표 II-7>에 따르면 학업성취에 따른 실험집단과 비교집단 간에는 분산의 동질성을 검증한 결과 유의차가 없으므로 투입된 집단의 분산은 등분산성으로 나타났다.

<표 II-7> 실험집단과 비교집단 간 학습동기와 학습력 수준에 대한 t-검정결과

집단구분	구분	자유도1	자유도2	유의확률
비교집단	학습동기지수 (arcs)	2	27	.452
	지식 (kap)	2	29	.404
	태도 (kap)	2	31	.058
	실천 (kap)	2	31	.370
실험집단	학습동기지수 (arcs)	2	31	.540
	지식 (kap)	2	28	.500
	태도 (kap)	2	31	.808
	실천 (kap)	2	32	.113

*p<.05

학업성취에 따른 학습동기지수, 학습력 수준에 대한 분산분석을 실시한 결과 비교집단의 지식수준이 유의확률이 .001로 유의했다.

<표 II-8> 학습 성취에 따른 학습동기지수, 학습력 수준에 대한 분산분석

집단구분		제공합	자유도	평균제공	F	유의확률	
비교집단	학습동기지수 (arcs)	집단-간	1.781	2	.890	2.337	.116
		집단-내	10.286	27	.381		
		합계	12.066	29			
	지식 (kap)	집단-간	5.282	2	2.641	8.443	.001**
		집단-내	9.073	29	.313		
		합계	14.355	31			
	태도 (kap)	집단-간	2.416	2	1.208	2.164	.132
		집단-내	17.306	31	.558		
		합계	19.722	33			
	실천 (kap)	집단-간	2.103	2	1.052	2.103	.139
		집단-내	15.501	31	.500		
		합계	17.605	33			
실험집단	학습동기지수 (arcs)	집단-간	1.756	2	.878	3.085	.060
		집단-내	8.824	31	.285		
		합계	10.581	33			
	지식 (kap)	집단-간	1.149	2	.575	2.464	.103

		집단-내	6.531	28	.233		
		합계	7.680	30			
	태도 (kap)	집단-간	.775	2	.388	.841	.441
		집단-내	14.294	31	.461		
	실천 (kap)	합계	15.069	33			
		집단-간	.501	2	.251	1.504	.238
		집단-내	5.334	32	.167		
		합계	5.835	34			

*p<.05 **p<.01

<표 II-9>와 <표 II-10>에 따르면 학업성취도에 따른 집단 구분의 적절성에서는 유의확률 .001로 학습력 수준 중 비교영역에서 학업성취도가 상인 집단과 하인 집단 간 비교가 유의함을 나타내어 비교집단 내에서는 상, 하 집단 간의 유의한 차가 있었지만, 실험집단은 상, 중, 하 집단 간의 지식수준이 유의차가 없어 변인이 실험집단간의 지식수준의 유의한 차를 좁히고 있다고 볼 수 있다.

<표 II-9> 학습 성취에 따른 다중비교를 위한 사후 검증 - 학습동기 수준

집단구분	(I) 학업성취도 급간	(J) 학업성취도 급간	평균차 (I-J)	표준오차	유의확률
비교집단	하	중	-.27513	.26370	.586
		상	-.67196	.31105	.116
	중	하	.27513	.26370	.586
		상	-.39683	.28571	.394
	상	하	.67196	.31105	.116
		중	.39683	.28571	.394
실험집단	하	중	-.48611	.23358	.132
		상	-.05177	.24791	.978
	중	하	.48611	.23358	.132
		상	.43434	.21179	.139
	상	하	.05177	.24791	.978
		중	-.43434	.21179	.139

*p<.05 **p<.01

<표 II-10> 학습 성취에 따른 다중비교를 위한 사후 검증 - 학습력 수준

집단구분	종속변수	(I) 학업성취도 급간	(J) 학업성취도 급간	평균차 (I-J)	표준오차	유의확률
비교집단	지식 (kap)	하	중	-.46857	.23158	.147
			상	-1.09000	.26531	.001**
		중	하	.46857	.23158	.147
			상	-.62143	.24790	.058
		상	하	1.09000	.26531	.001**
			중	.62143	.24790	.058
	태도 (kap)	하	중	-.26545	.29660	.673
			상	-.72045	.34718	.133
		중	하	.26545	.29660	.673
			상	-.45500	.32711	.391
		상	하	.72045	.34718	.133
			중	.45500	.32711	.391
	실천 (kap)	하	중	-.49576	.28070	.226
			상	-.58409	.32858	.222
		중	하	.49576	.28070	.226
상			-.08833	.30958	.960	
상		하	.58409	.32858	.222	
		중	.08833	.30958	.960	
실험집단	지식 (kap)	하	중	-.45833	.22044	.134
			상	-.41591	.22441	.198
		중	하	.45833	.22044	.134
			상	.04242	.20159	.978
		상	하	.41591	.22441	.198
			중	-.04242	.20159	.978
	태도 (kap)	하	중	-.28833	.29728	.629
			상	-.40227	.31553	.453
		중	하	.28833	.29728	.629
			상	-.11394	.26955	.915
		상	하	.40227	.31553	.453
			중	.11394	.26955	.915
	실천 (kap)	하	중	-.25000	.17679	.379
			상	-.31591	.18971	.265
		중	하	.25000	.17679	.379
			상	-.06591	.15991	.919
		상	하	.31591	.18971	.265
			중	.06591	.15991	.919

*p<.05 **p<.01

나. 성별에 따른 사후 실험집단과 비교 집단 간 학습동기와 학습력 수준 검사

성별에 따른 실험집단과 비교집단 간 학습동기 지수와 학습력 수준이 변화가 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 성별에 따른 단일표본 t검정을 실시하였다. 성별에 따른 비교집단 간 학습동기 지수와 학습력 수준에서는 여학생의 태도 영역에서 유의확률 0.25로 유의하였다.

<표 II-11> 성별에 따른 학습동기와 학습력에 대한 t-검정 결과

성별			Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
			F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)
남자	학습동기 지수 (arcs)	등분산이 가정됨	4.059	.053	1.340	30	.190
		등분산이 가정되지 않음			1.340	27.733	.191
	지식 (kap)	등분산이 가정됨	.775	.386	-1.638	30	.112
		등분산이 가정되지 않음			-1.655	29.964	.108
	태도 (kap)	등분산이 가정됨	.000	.987	-1.932	33	.062
		등분산이 가정되지 않음			-1.922	31.148	.064
	실천 (kap)	등분산이 가정됨	3.115	.087	-.086	33	.932
		등분산이 가정되지 않음			-.087	29.622	.931
여자	학습동기 지수 (arcs)	등분산이 가정됨	4.886	.035	1.185	30	.245
		등분산이 가정되지 않음			1.115	20.095	.278
	지식 (kap)	등분산이 가정됨	2.060	.162	-2.363	29	.025*
		등분산이 가정되지 않음			-2.329	23.166	.029
	태도 (kap)	등분산이 가정됨	4.432	.043	-.921	31	.364
		등분산이 가정되지 않음			-.908	24.653	.372
	실천 (kap)	등분산이 가정됨	16.118	.000	-.436	32	.666
		등분산이 가정되지 않음			-.418	20.240	.680

*p<.05

학습동기(arcs)의 구성요소 중 하위 세부요소에 대한 유의성 검증을 실시하였을 때 남학생은 자신감요소의 성공기회, 자신감요소의 개인적 통제항목이 각각 .000, .019로 유의미한 차이를 보였다.

<표 II-12> 남학생의 학습동기 구성요소에 대한 t-검정결과

성별			Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
			F	유의 확률	t	자유도	유의 확률 (양쪽)
남자	주의집중-지각적 자성	등분산이 가정됨	4.311	.046	1.107	33	.276
		등분산이 가정되지 않음			1.095	28.153	.283
	주의집중-탐구적 각성	등분산이 가정됨	1.556	.221	1.154	33	.257
		등분산이 가정되지 않음			1.163	31.794	.254
	주의집중-변화성	등분산이 가정됨	2.172	.150	.096	33	.924
		등분산이 가정되지 않음			.095	29.943	.925
	관련성-목적지향성	등분산이 가정됨	6.008	.020	-1.165	33	.252
		등분산이 가정되지 않음			-1.151	26.929	.260
	관련성-친밀성	등분산이 가정됨	3.110	.087	-.396	33	.695
		등분산이 가정되지 않음			-.399	30.762	.692
	자신감-성공기회	등분산이 가정됨	2.117	.156	4.430	31	.000**
		등분산이 가정되지 않음			4.475	28.966	.000
	자신감-개인적 통제	등분산이 가정됨	.166	.686	2.470	33	.019*
		등분산이 가정되지 않음			2.478	32.930	.019
	만족감-내재적 강화	등분산이 가정됨	2.442	.128	1.257	32	.218
		등분산이 가정되지 않음			1.257	26.899	.219
	만족감-공정성	등분산이 가정됨	2.106	.156	.700	33	.489
		등분산이 가정되지 않음			.689	24.603	.497

*p<.05 **p<.01

여학생의 경우는 주의집중요소의 지각적 자성항목이 .028로 유의미한 차이를 보였다.

<표 II-13> 여학생의 학습동기 구성요소에 대한 t-검정결과

성별		Levene의 등분산 검정	평균의 동일성에 대한 t-검정				
			F	유의 확률	t	자유도	유의 확률 (양측)
여자	주의집중-지각적 자성	등분산이 가정됨	1.343	.255	2.295	32	.028*
		등분산이 가정되지 않음			2.244	25.932	.034
	주의집중-탐구적 각성	등분산이 가정됨	.194	.662	1.236	32	.226
		등분산이 가정되지 않음			1.226	30.160	.230
	주의집중-변화성	등분산이 가정됨	2.233	.145	-.628	32	.535
		등분산이 가정되지 않음			-.638	31.310	.528
	관련성-목적지향성	등분산이 가정됨	.049	.827	.259	32	.797
		등분산이 가정되지 않음			.259	31.311	.797
	관련성-친밀성	등분산이 가정됨	5.825	.022	-.360	32	.721
		등분산이 가정되지 않음			-.348	21.589	.732
	자신감-성공기회	등분산이 가정됨	8.685	.006	1.251	32	.220
		등분산이 가정되지 않음			1.206	21.495	.241
	자신감-개인적 통제	등분산이 가정됨	6.038	.020	.600	32	.553
		등분산이 가정되지 않음			.580	22.668	.567
	만족감-내재적 강화	등분산이 가정됨	11.939	.002	1.179	30	.248
		등분산이 가정되지 않음			1.091	18.113	.289
	만족감-공정성	등분산이 가정됨	10.388	.003	.585	32	.563
		등분산이 가정되지 않음			.565	21.864	.578

*p<.05

다. 실험집단과 비교 집단 간 학습동기와 학습력 수준 검사

실험처치후 실험집단과 비교집단의 학습동기 지수와 학습력 수준의 변화가 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 단일표본 t검정을 실시하였다. 학습동기지수는 Keller의 학습동기 설계(ARCS 모형)의 4가지 구성요소인 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감과 관련된 5점 척도의 9문항의 평균점수를 이용하였고, 학습력 수준은 지식, 태도, 실천(KAP)영역으로 나눈 각각 5점 척도의 5문항의 평균점수를 이용하였다.

<표 II-14>에서 보았을 때 학습동기지수는 F값에 대한 유의수준 확률값(p=.780)이 0.05보다 크므로 두 집단이 동질집단임이 입증되어 통합분산추정치에 해당하는 통계량을 사용한 결과, 실험집단과 비교집단의 학습동기지수는 자유도(df)가 62이며, t값은 1.825이었다. t값에 대한 유의수준 확률값은 0.074로 5%수준에서 유의차가 없는 것으로 분석되었다.

학습력 수준에 영향을 미치는 KAP영역 중 지식영역은 F값에 대한 유의수준 확률값(p=.087)이 0.05보다 크므로 두 집단이 동질집단임이 입증되어 통합분산추정치에 해당하는 통계량을 사용한 결과, 실험집단과 비교집단의 학습동기지수

는 자유도(df)가 61이며 t값은 -2.888이었다. t값에 대한 유의수준 확률값은 0.05로 5%수준에서 유의차가 있는 것으로 분석되었다.

태도영역은 F값에 대한 유의수준 확률값(p=.162)이 0.05보다 크므로 두 집단이 동질집단임이 입증되어 통합분산추정치에 해당하는 통계량을 사용한 결과, 실험집단과 비교집단의 학습동기지수는 자유도(df)가 66이며 t값은 -2.038이었다. t값에 대한 유의수준 확률값은 0.046로 5%수준에서 유의차가 있는 것으로 분석되었다.

실천영역은 F값에 대한 유의수준 확률 값(p=.000)이 0.05보다 크므로 두 집단에 유의차가 있는 것으로 간주하여 개별분산추정치에 해당하는 통계량을 사용한 결과, 실험집단과 비교집단의 학습동기지수는 자유도(df)가 51.927이며 t값은 -.408이었다. t값에 대한 유의수준 확률값은 0.685로 5%수준에서 유의차가 있는 것으로 분석되었다.

<표 II-14> 학습동기와 학습력에 대한 t-검정 결과

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)
학습동기지수 (arcs)	등분산이 가정됨	.079	.780	1.815	62	.074
	등분산이 가정되지 않음			1.800	58.199	.077
지식 (kap)	등분산이 가정됨	3.032	.087	-2.888	61	.005**
	등분산이 가정되지 않음			-2.902	57.221	.005
태도 (kap)	등분산이 가정됨	1.999	.162	-2.038	66	.046*
	등분산이 가정되지 않음			-2.038	64.840	.046
실천 (kap)	등분산이 가정됨	14.751	.000	-.411	67	.683
	등분산이 가정되지 않음			-.408	51.927	.685

*p<.05 **p<.01

학습동기(arcs)의 구성요소 중 하위 세부요소에 대한 유의성 검증을 실시하였을 때 주의집중요소의 지각적 자성요소, 자신감요소의 성공기회, 자신감요소의 개인적 통제항목이 각각 .018, .000, .030으로 유의미한 차이를 보였다. 이는 학습자가 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 태양계조작도구가 매우 흥미로웠으며, 학습에 대한 자신감을 주고, 학습 시 자기 통제감을 형성하고 있음을 나타낸다.

<표 II-15> 학습동기 구성요소에 대한 t-검정결과

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)
주의집중-지각적 자성	등분산이 가정됨	.374	.543	2.434	67	.018*
	등분산이 가정되지 않음			2.431	66.015	.018
주의집중-탐구적 각성	등분산이 가정됨	1.584	.213	1.708	67	.092
	등분산이 가정되지 않음			1.703	63.660	.093
주의집중-변화성	등분산이 가정됨	5.018	.028	-.401	67	.690
	등분산이 가정되지 않음			-.403	63.332	.689
관련성-목적지향성	등분산이 가정됨	2.676	.107	-.664	67	.509
	등분산이 가정되지 않음			-.666	64.667	.507
관련성-친밀성	등분산이 가정됨	9.791	.003	-.575	67	.567
	등분산이 가정되지 않음			-.571	53.850	.570
자신감-성공기회	등분산이 가정됨	11.950	.001	3.878	65	.000
	등분산이 가정되지 않음			3.850	51.386	.000**
자신감-개인적 통제	등분산이 가정됨	7.095	.010	2.237	67	.029
	등분산이 가정되지 않음			2.226	59.213	.030**
만족감-내재적 강화	등분산이 가정됨	1.575	.214	1.787	64	.079
	등분산이 가정되지 않음			1.786	62.900	.079
만족감-공정성	등분산이 가정됨	.939	.336	.914	67	.364
	등분산이 가정되지 않음			.914	66.729	.364

*p<.05 **p<.01

<표 II-16>과 같이 두 집단이 학습력 수준의 하위요소인 지식과 태도, 실천 영역에서 세부적인 항목별 유의성을 검증한 결과 태양계행성의 설명가능, 교과서로 원하는 정보 찾기, 교과서 학습의 시간투자효과, 교과서로 행성학습을 할 때의 사용성이 각각 .017, .000, .008, .049로 유의했다.

<표 II-16> KAP 항목별 t-검정결과

		Levene의 등분산 검정		평균의 동일성에 대한 t-검정		
		F	유의확률	t	자유도	유의확률 (양쪽)
과학지식의 풍부	등분산이 가정됨	.236	.628	.000	67	1.000
	등분산이 가정되지 않음			.000	66.966	1.000
태양계행성 설명가능	등분산이 가정됨	.008	.928	-2.453	67	.017*
	등분산이 가정되지 않음			-2.458	66.275	.017
증강현실, 입체영상 학습경험	등분산이 가정됨	7.364	.009	-.504	65	.616
	등분산이 가정되지 않음			-.502	60.763	.618
교과서로 원하는 정보 찾기	등분산이 가정됨	5.007	.029	-4.770	63	.000
	등분산이 가정되지 않음			-4.792	58.892	.000**
교과서로 행성관계 관찰	등분산이 가정됨	.160	.690	-.453	67	.652
	등분산이 가정되지 않음			-.453	66.007	.652
과학수업의 즐거움	등분산이 가정됨	1.346	.250	-.936	67	.353
	등분산이 가정되지 않음			-.933	64.534	.354
태양계행성 공부의지	등분산이 가정됨	.112	.739	-1.754	67	.084
	등분산이 가정되지 않음			-1.758	66.285	.083
교과서 학습의 흥미	등분산이 가정됨	.084	.773	-.982	66	.330
	등분산이 가정되지 않음			-.982	64.924	.330
교과서 학습의 시간투자효과	등분산이 가정됨	12.719	.001	-2.728	67	.008
	등분산이 가정되지 않음			-2.748	55.163	.008**
학습내용의 다양화요구	등분산이 가정됨	.723	.398	-.785	67	.435
	등분산이 가정되지 않음			-.785	66.899	.436
관찰력	등분산이 가정됨	.774	.382	1.129	67	.263
	등분산이 가정되지 않음			1.126	64.491	.264
조작능력	등분산이 가정됨	9.183	.003	.599	67	.551
	등분산이 가정되지 않음			.595	53.170	.555
태양계관련 정보탐색의지	등분산이 가정됨	2.475	.120	-1.926	67	.058
	등분산이 가정되지 않음			-1.919	61.906	.060
교과서로 행성학습의 사용성	등분산이 가정됨	6.949	.010	-2.014	67	.048
	등분산이 가정되지 않음			-2.007	61.890	.049*
자료해석 능력	등분산이 가정됨	.920	.341	1.075	67	.286
	등분산이 가정되지 않음			1.072	64.254	.288

*p<.05 **p<.01

라. 실험집단 내 학습도구에 따른 학습력과 만족감 변화 비교

실험집단 내에서 수업을 받으며 활용했던 교과서와 태양계조작도구에 대한 학습자의 학습력 수준과 만족감을 비교하기 위해서 대응표본 통계를 실시하였다. 그 결과 자료의 활용에 관한 지식(K4 대응)에 .008로 유의한 결과를 얻었으며, 태도영역에서도 학습자의 흥미유발(A3대응)과 도구가 효과적이라는 인식(A4대응)이 .009와 .019로 각각 유의했다. 도구의 활용 능력(P4대응) 및 자료 해석 능력(P5대응)에도 .009와 .005로 유의한 결과를 얻어 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 교육 자료가 학생의 실천 능력을 강화하고 있으며, 학생의 내재적 강화에도 .045로 유의한 영향을 미쳐 학생의 학습동기를 강화하고 있음을 알 수 있다.

<표 II-17> 학습도구에 따른 실험집단의 학습력 수준, 만족감 변화 검증

		N	상관계수	유의확률
K4 대응	교과서로 원하는 정보 찾기 & 태양계 조작도구로 원하는 정보 찾기	32	-.463	.008**
K5 대응	교과서로 행성관계 관찰 & 태양계 조작도구로 행성관계 관찰	35	-.005	.978
A3 대응	교과서 학습의 흥미 & 조작도구로 학습의 흥미	34	.444	.009**
A4 대응	교과서 학습의 시간투자효과 & 태양계 조작도구로 학습의 시간투자효과	35	.395	.019*
A5 대응	교과서내용의 다양화요구 & 태양계 조작도구의 다양화 요구	34	.227	.197
P4 대응	행성학습시 교과서의 사용성 & 행성학습 태양계 조작도구의 사용성	35	.435	.009**
P5 대응	교과서 자료해석 능력 & 태양계조작도구로 자료해석 능력	34	.469	.005**
내재적 강화 대응	교과서 만족감-내재적 강화 & 태양계조작도구 만족감-내재적 강화	35	.341	.045*
공정성 대응	교과서-공정성 & 태양계 조작도구 만족감-공정성	35	.321	.060

*p<.05 **p<.01

V. 결론 및 제언

21세기 정보통신기술의 발달은 사회, 문화, 교육 등으로 영향을 미치고 있다. 특히 교육 분야에서는 IT기술이 빠르게 적용되고 있다. 그 중에서도 증강현실 기술은 학습자의 학업성취와 학습몰입에 긍정적인 영향을 주고 있는데 실제 교육현장에서 증강현실은 뛰어난 학습효과에도 불구하고 널리 활용되고 있지 못하는 실정이다. 또한 증강현실기술을 활용한 콘텐츠 활용 방법이 너무 제한적이기에 다양한 콘텐츠 활용 방법을 개발할 필요가 있다.

본 논문에서는 뛰어난 학습효과를 가진 증강현실 기술을 통해 단지 1회성 학습 방법이 아닌 학생의 학습동기를 강화하고 학습력 수준을 지속적으로 향상시킬 수 있도록 조합형 증강현실 마커시스템을 개발·적용하고 그 효과를 입증하고자 하였다. 그 결과 개발된 조합형 증강현실 마커시스템은 학습동기 지수 중 학습자의 학습에 대한 자신감, 그리고 주의집중에 유의미한 영향을 주었고, 자료의 활용은 학습자의 내재적 만족도를 강화하였으며, 학습력 수준에 영향을 주는 지식과, 실천 부분에도 유의한 영향을 주었고, 특히 학습태도의 측면에서 긍정적인 응답이 크게 증가하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 조합형 증강현실 마커시스템을 활용한 학습은 학습자의 학습동기를 강화하여 학습력을 신장시키고 있음을 확인할 수 있었다. 개발된 조합형 증강현실 마커시스템은 다음의 시사점을 갖는다.

첫째, 교육현장에 널리 적용되지 못했던 증강현실시스템을 도입할 새로운 방법을 제시하였다.

둘째, 증강현실교육에 학습자의 조작성을 강화하여 학습동기를 지속하고 학습효과를 높일 수 있는 방법을 제시하였다.

하지만 본 연구는 과학교과에 치중하여 조합형 증강현실 마커시스템을 구성하였다. 과학교과가 아니더라도 객체의 관계를 활용한 조합형 증강현실 마커시스템을 활용해 학습을 지원한다면 충분히 학습자의 자율성과 창의성을 기를 수 있을 것이다. 콘텐츠 조작성을 통해 학습자들이 좀 더 쉽고 흥미 있게 자기주도적인 학습이 이루어질 수 있도록 다양한 중심교과와 주제에 도입할 수 있는 증강현실 시스템을 개발하고 적용해 나가야 하겠다.

참 고 문 헌

- 교육과학기술부. (2011). **과학 교과서 & 지도서(5-1)**. 금성출판사.
- 교육과학기술부. (2009). **2009 개정 교육과정 총론**.
- 구민재. (2010). 증강현실을 이용한 학습 콘텐츠의 개발에 관한연구. 단국대학교 디자인대학원.
- 이재인, 최종수. (2011). 증강현실 기반의 초등과학교육 콘텐츠 제작에 관한 연구. **한국콘텐츠학회지**, Vol.11 No.11, 264-265.
- 원강식. (2010). 증강현실을 이용한 복원영상의 박물관 교육분야 활용방안. **한국콘텐츠학회지**, Vol.10 No.6, 205-212.
- 장병태, 김주완, 김동현. (1997). 증강현실 기술. **정보과학회지**, Vol.15 No.11, 14-19.
- 김진숙 (2009). 교실수업 적용을 통한 증강현실 콘텐츠의 교육 효과 분석. **대한전자공학회지**, Vol.2, 808-809.
- 장상현, 계보경. (2007). 증강현실 콘텐츠의 교육적 적용. **한국콘텐츠학회지**, Vol.5 No.2, 79-85.
- 서희전. (2008). 증강현실기반 학습 환경에서 학습자의 현존감, 학습 몰입감, 사용성에 대한 태도, 학업성취도의 관계 연구. **한국교육정보미디어학회지**, Vol.14 No. 3, 137-165.
- 이근용. (2003). 초등학교 과학과 전자석 단원 학습을 위한 웹 코스웨어 설계 및 구현. 공주대학교교육정보대학원.
- 김영남. (2002). 구체적 조작 도형프로그램이 아동의 문제해결력, 수학적 자기효능감, 수학불안에 미치는 효과. 숙명여자대학교 대학원.
- 이혜선. (2008). 증강현실을 기반으로 한 교육용 게임 플랫폼에 관한 연구. 세종대학교 일반대학원.
- Keller, J., 송상호. (1999). 매력적인 수업설계 : 주의집중, 관련성, 자신감 그리고 만족감. 서울: 교육과학사.
- 황지영. (2008) 구성주의 수업모형을 적용한 과학교육. 아주대학교 교육대학원.
- 김준우, 맹준희, 주지영, 임광혁. (2010). 멀티 터치스크린과 실감형 인터페이스를

- 적용한 과학 실험 학습 시스템. **한국콘텐츠학회지**, Vol.10 No.8, 461-471.
- 노경희, 지형근, 임석현. (2010). 증강현실 콘텐츠 기반 수업이 학업성취, 학습흥미, 몰입에 미치는 효과. **한국콘텐츠학회지**, Vol.10 No.2, 1-13.
- 서종훈, 최윤철, 임순범, 한탁돈. (2010). 증강현실에서의 마커 시스템 비교. **한국멀티미디어학회지**, Vol.2010 No.1, 497-499.
- Shelton, B. E. (2003). How Augmented Reality Helps Students Learn Dynamic Spatial Relationships. Unpublished Doctorial dissertation, University of Washington. (p.367)
- Billinghurst. M., Kato. H. & Poupyrev. I. (2001). The Magic book : A Transitional AR Interface, computers & Graphics Vol. 26, 745-753.

A B S T R A C T *

A Study of Augmented Reality System Combined Marker for Improvement Learning Ability

Ko, Young Nam

Major in Elementary Practical Computer Education
Graduate School of Education
Jeju National University

Supervised by Professor Kim, Jong Woo

The development of 21st century information and communication technology has an effect on social, cultural, educational, etc. IT skills, particularly in the field of education are being applied quickly. Among them, augmented reality technology has a positive impact on the students's scholastic achievement and immersion in learning. However, most of study utilized markers are augmented 3D objects passively and gave limited degrees of freedom to students. So it is not enough to take an interest and to stay learning motivation. In this study, to improve these problems, we reviewed theoretical background of augmented reality and designed 1st lesson ("Earth and Moon") of 5th graders' science in

* A thesis submitted to the committee of Graduate School of Education, Jeju National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Education conferred in February, 2012.

elementary school to combined augmented reality content put emphasis on manipulation activities about the relationship between Augmented object. As a result, combined augmented reality can take an interest and to stay learning motivation. Thus Augmented Reality System Combined Marker can be utilized a variety of topic and steps to take an interest and to stay learning motivation.

부 록

[부록 1] 학생용 설문지

[부록 2] 지구와 달 정리 학습지

이 설문은 최근 많은 관심을 받고 있는 증강현실기반의 조합형 마커시스템을 활용한 학습자료(콘텐츠) 개발의 필요성과 타당성을 검증하기 위한 것입니다. 본 설문 결과는 오직 연구 목적으로만 활용되며, 초등교육연구에 도움을 줄 수 있을 것으로 성실하게 답변해주세요. **과학시간에 배운 것을 생각하며 적어주세요.**

< 제주대학교 초등컴퓨터교육전공 석사과정 고영남 >

1. 나는 (① 남자, ② 여자) 어린이입니다.
2. 나는 (① 3학년 ② 4학년 ③ 5학년 ④ 6학년)입니다.
3. 나는 과학 과목의 성취도 평가 점수는 (점)입니다. (학업성취도)

4. 수업에서 사용된 학습자료가 신기하고 놀라웠습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CA1
5. 배운 내용에 대하여 더 알고 싶은 마음이 생겼습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CA2
6. 수업에서 사용된 학습자료가 흥미 있고 다양한 것들이었습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CA3
7. 공부한 내용이 나중에 도움이 될 것 같습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CR1
8. 공부한 내용 중에서 전에 필요하다고 생각한 부분이 있습니까? (알고 있었으면~ 하는 부분)	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CR2
9. 사용된 학습자료로 배우면 스스로 공부할 때 내용을 잘 배울 수 있을 것 같습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CC1
10. 사용된 자료(교과서)는 스스로 공부하는 속도를 조절하며 맞추어 학습할 수 있도록 구성되었습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CC2
11. 사용된 자료(교과서)를 이용해서 학습을 하였을 때, 스스로 기분이 좋았습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CS1_1
12. 사용된 자료(교과서)를 이용한다면 배운 내용을 충실히 공부할 수 있어서 이와 관련된 시험을 본다면 좋은 점수가 나올 것 같습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CS2_1

13. 나는 과학지식이 풍부하다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	K1
14. 나는 태양계에 있는 행성에 대해 설명할 수 있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	K2
15. 나는 전에 증강현실이나 가상현실로 나타나는 입체영상으로 학습한 경험이 있다.	6번이상있다. ⑤	4~5번 있다. ④	2~3번 있다. ③	1번 있다. ②	없다 ①	K3
16. 사용된 학습자료(교과서)로는 배우고 싶은 것을 쉽게 찾을 수 없다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	K4_1 부정
17. 사용된 학습자료(교과서)로 두 행성 사이의 관계를 쉽게 관찰할 수 있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	K5_1
18. 과학수업을 받는 것은 즐겁다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	A1
19. 태양계에 있는 행성(별)에 대해 더 많이 알고 싶다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	A2
20. 주어진 학습자료(교과서)로 태양계를 배우는 것은 재미있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	A3_1
21. 주어진 학습자료(교과서)로 태양계를 공부하는 것은 아무 도움도 안 되고 시간낭비였다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	A4_1
22. 태양계에 대한 더 많은 내용이 교과서에 들어있으면 좋겠다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	A5_1
23. 나는 주위 사물이 가진 특별한 점을 잘 찾아낸다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	P1
24. 퍼즐 맞추기를 즐기거나 잘할 수 있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	P2
25. 태양계에 대한 책을 즐겨 읽는다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	P3
26. 주어진 학습자료(교과서)로 태양계를 배우는 것은 어렵다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	P4
27. 행성들의 관계를 관찰하여 특징을 설명할 수 있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	P5

※ 다음의 질문은 태양계조작도구로 공부한 학생들만 응답해주세요.

1. 태양계조작도구는 배우고 싶은 것을 쉽게 관찰할 수 있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	K4_2
2. 태양계조작도구에서 다른 행성의 무늬(마커)를 조합하면 두 행성 사이의 관계를 쉽게 관찰할 수 있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	K5_2
3. 태양계조작도구로 태양계를 배우면 재미 있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	A3_2
4. 태양계조작도구를 사용한 것은 태양계를 공부하는 데 아무 도움도 안 되는 시간 낭비였다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	A4_2
5. 태양계에 대한 더 많은 내용이 태양계조작도구로 만들어졌으면 좋겠다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	A5_2
6. 태양계조작도구를 사용해서 태양계를 학습하는 것은 혼자서는 어렵다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	P4_2
7. 태양계조작도구를 이용하면 행성들의 관계를 관찰하여 설명할 수 있다.	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	P5_2
8. 태양계조작도구를 이용해서 입체영상을 나타낼 수 있었을 때, 스스로 기분이 좋았습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CS1_2
9. 태양계조작도구를 이용한다면 배운 내용을 충실히 공부할 수 있어서 이와 관련된 시험을 본다면 좋은 점수가 나올 것 같습니까?	확실히 그렇다 ⑤	그렇다 ④	잘 모르겠다 ③	아니다 ②	절대로 아니다 ①	CS1_2

10. (위에서 적지 못한) 본 연구에서 본 연구에서 태양계조작도구에 대해 이야기하고 싶은 부분이 있다면 자유롭게 써주세요. 초등교육연구에 반영하도록 하겠습니다. 없으면 적지 않아도 좋습니다.

※ 설문에 응해주셔서 감사합니다.

과학
5-1

1. 지구와 달

[10] 지구와 달에 대하여 정리해 볼까요?

교과서 46-49쪽

실험 관찰 22-25쪽

5학년 2반 번 이름 : _____

기본문제 1. 지구는 어떤 모습인가요?

그림으로 나타내보세요.

기본문제 2. 달은 어떤 모습인가요?

그림으로 나타내보세요.

기본문제 3. 지구와 달의 관계를 찾아서 글로 적어보세요.

공통점	차이점	그 밖의

※ 발전문제 1. 1번문제와 2번문제에 지구와 달의 자전방향을 각각 표시
해보세요.

※ 발전문제 2. 1번 문제에 대한민국(제주도)을 간단히 그려보고 다음 괄
호를 채우시오.

지구와 달의 자전방향은
()쪽에서 ()쪽으로 회전한다.