
증강현실을 이용한 유아용 학습 콘텐츠의 구현

이종혁* · 조현욱**

Implementation of Infant Learning Content using Augmented Reality

Jong-hyeok Lee* · Hyun-wook Cho**

이 논문은 2010학년도 경성대학교 학술연구비지원에 의하여 연구되었음

요 약

최근 증강현실(Augmented Reality)에 대한 관심이 증대되고, 이와 관련된 기술들이 발전함에 따라서 증강현실이 다양한 분야에 적용하려는 시도가 늘어나고 이에 대한 활용에도 기대가 모아지고 있다.

본 논문에서는 높은 해상도의 모델파일을 지원하고 보다 높은 증강현실을 위한 기술지원을 하는 **Goblin XNA** 기반으로 시스템을 구현하였다. 마커의 개수, 위치 및 카메라와의 거리 변화에 따른 모델 출력의 관계를 실험을 통해서 확인하였으며, 이를 바탕으로 유아용 학습 콘텐츠를 제작하고 구현하였다. 구현한 콘텐츠에서 각 페이지에 있는 마커에 유아에게 친숙한 캐릭터를 띄우므로 집중력을 높임과 동시에 학습보조자가 원활하게 콘텐츠를 사용할 수 있도록 하였다. 또한 콘텐츠의 페이지마다 3개의 마커를 두어 일부분이 장애물에 의해 가려지더라도 원활한 인식을 할 수 있도록 하였다. 그리고 내용에 맞게 3D 모델이 증강되는 동시에 사운드가 재생되도록 하여 학습에서의 현존감과 몰입을 높여 학습효과를 극대화하도록 하였다.

ABSTRACT

Recently as AR(Augmented Reality) is focus of attention, AR is applied to various fields and is expected its valuable use.

In this paper, we implemented the system based on **Goblin XNA** which supports high resolution model file and higher AR. We confirmed the relation of model output among the number of marker, the location and changes of camera distance. And we produced the infantile studying contents using AR and embodied. In implemented contents, we showed the familiar character to infants on each page marker. As the result of it, we can raise their concentration and at a time studying supporters can use the contents easily as well. Also we put 3 marker on each page of contents to recognize it smoothly in case one part of it is hidden by any obstacle. Finally we maximized the learning effect such as presence and immersion in studying through reinforcing 3D models according to the every situation.

키워드

증강현실, 증강학습, 멀티 마커, **Goblin XNA**

Key word

AR(Augmented Reality), Augmented learning, Multi Marker, **Goblin XNA**

* 증신회원 : 경성대학교 (jhlee@ks.ac.kr)

** 정신회원 : 경성대학교 컴퓨터공학과

접수일자 : 2010. 12. 01

심사완료일자 : 2010. 12. 21

I. 서 론

새로운 디지털콘텐츠에 대한 관심은 정보통신기술이 발전함에 따라서 항상 존재하였고, 특히, 이를 교육 혹은 학습과 연결시키려는 노력이 끊임없이 지속되어 왔다. ‘디지털 콘텐츠를 활용하면 교육력을 향상시켜 줄 것인가’라는 근원적인 질문이 최근에 들어와서 컴퓨터 공학이 발달하면서 ‘공학이 교육의 모습을 어떻게 바꾸어 놓을 것인가’하는 것으로 보다 확장하게 되었다.[1] 학생들은 새로운 정보통신 기술이 적용된 교육용 콘텐츠에 몰입(follow) 정도가 높은 신기효과(novelty effect)를 가지고 있다. 유비쿼터스 학습 환경에서 적용될 모바일러닝(m-learning), 증강현실(Augmented Reality: AR) 콘텐츠 등 신기술에 대한 기대가 크다.[2]

증강현실은 실제 현실세계에서 맥락성을 유지하며 3차원의 가상객체를 통한 증강된 정보를 학습자에게 제공한다. 또한 기존 PC를 통해 지배적으로 활용되어 오던 그래픽 인터페이스 방식이 아닌 구체적인 실제 세계의 사물을 가지고 가상객체를 조작하는 실물형(tangible) 인터페이스를 제공한다. 이러한 매체의 특성으로 말미암아 증강현실은 체험에 의한 학습(learning by doing)과 실제적인 학습(authentic learning)을 가능하게 함으로써 학습에서의 현존감(presence)과 몰입을 높여 학습효과를 극대화하는 결과를 얻을 수 있다.[3]

본 논문에서는 높은 해상도의 모델파일을 지원하고 보다 높은 증강현실을 위한 기술지원을 하는 Goblin XNA 기반으로 시스템을 구현하고자 한다. 마커의 개수, 위치 및 카메라와의 거리 변화에 따른 모델 출력의 관계를 실험을 통해서 확인하며, 이를 바탕으로 유아용 학습 콘텐츠를 제작하고 구현하고자 한다. 구현한 콘텐츠에서 각 페이지에 있는 마커(marker)에 유아에게 친숙한 캐릭터를 띄우므로 집중력을 높임과 동시에 학습보조자가 원활하게 콘텐츠를 사용할 수 있도록 한다. 또한 콘텐츠의 페이지마다 3개의 마커를 두어 일부분이 장애물에 의해 가려지더라도 원활한 인식을 할 수 있도록 하며, 내용에 맞게 3D 모델이 증강되는 동시에 사운드가 재생되도록 한다.

II. 관련연구

2.1 증강현실 정의 및 특징

증강현실은 가상현실(Virtual Reality)의 하나의 분야에서 파생된 기술이다. 증강현실은 현실세계와 가상의 체험을 결합하는 기술을 의미한다. 즉, 실제 환경에 가상 사물을 합성하여 원래의 환경에 존재하는 사물처럼 보이도록 하는 컴퓨터그래픽 기법이다.[4] 가상현실과 증강현실은 모두 가상환경에 바탕을 두고 있다. 그러나 일반적으로 가상현실은 사용자가 상상할 수 있는 공간과 사물을 컴퓨터로 구현하고 이것들과의 상호작용을 통하여 실제와 같이 몰입할 수 있는 가상의 세계를 의미한다. 증강현실 기술은 일반 가상현실 기술의 부류라고도 할 수 있으나, 실시간으로 현실세계와 가상객체가 동시에 혼합해서 제공되는 점에서 다르다고 할 수 있다. 또한 여러 가지 센서와 디스플레이 장치, 영상 합성기술 등을 필요로 하게 된다.[5] 증강현실과 가상현실의 관계를 나타내면 그림 1과 같으며, 왼쪽은 실제 환경을 나타내고 오른쪽은 컴퓨터에 의해 생성된 가상현실이다. 증강현실은 실제 환경과 가상 환경의 중간 단계이다.



그림 1. 증강현실과 가상현실의 관계
Fig. 1 Relation of AR and virtual reality

2.2 영상정합

증강현실 시스템의 응용분야를 제한하는 가장 기본적인 문제 중의 하나는 실제영상과 가상의 그래픽을 겹쳐서 보여줄 때, 두 개의 영상이 정확하게 일치하게 하는 영상정합(registration) 문제이다. 사람은 가상물체가 실제 환경에서의 물체처럼 움직이지 않는 것에 따른 오차(visual-kinesthetic error) 보다는 실제 환경과 일치하지 않아서 발생하는 어긋남(visual misalignment)에 훨씬 민감하기 때문에 실제 환경의 카메라 특성을 파악하여 가상물체와 실제 환경의 3차원 좌표를 정확히 일치시켜야 한다

다.[6] 따라서 문제는 카메라의 영상에서 현실 세계의 어떤 지점이나 물체에 대한 카메라 상대 3차원 좌표를 얻어내야 하는데, 3차원 좌표를 얻어내기 위해서는 이론적으로 2개의 카메라가 필요하다. 이는 인간이 두 눈을 통하여 깊이를 인지하는 원리와 같다. 보통의 증강현실 시스템에서는 사용성을 위하여 한 개의 카메라만을 사용하는 경우가 많으므로 한 개의 카메라에서 현실세계의 3차원 위치를 파악하는 것은 매우 어렵다. 따라서 증강현실 연구자들은 추출하기 쉬운 영상특징들로 구성된 기준표시(fiducial)라고 하는 마커를 이용하여 이를 해결하고 있다.

2.3 마커 인식 기술

증강현실은 현실 영상과 가상의 그래픽을 겹쳐서 보여주기 때문에 이때 정확한 영상을 얻기 위해서 가상 객체들을 화면에서 원하는 자리에 정확히 위치 시켜야 한다. 대부분의 증강현실 시스템은 주로 마커를 이용해 상대적 좌표를 추출하고 가상영상을 실제영상에 합성시킨다.

마커 인식 과정을 살펴보면, 일단 카메라에 찍힌 화면을 컴퓨터에서 넘겨받은 뒤, 마커가 검은 색이므로 그 중에서 검은색 사각형이 될 만한 영역을 따로 찾아내게 된다. 그러한 영역이 존재할 때, 그 사각형영역 내부에 있는 패턴을 미리 기록해 놓은 마커의 이미지패턴과 비교함으로써 둘 사이의 유사성을 찾고, 패턴이 일치하는 것으로 파악되면 그 사각형 영역의 네 꼭짓점 정보를 이용하여 마커의 위치를 파악하게 된다. 얻어진 좌표를 가상 공간의 좌표계로 변환시킨 뒤, 가상 공간상의 물체의 위치와 실제물체의 위치를 상대적으로 나타낸 뒤, 카메라를 통해 얻어지는 화면위에 가상공간상의 물체를 그려내면 되는 것이다. 이를 통해서 가상 공간상의 물체를 증강 현실상에 존재하는 것처럼 보일 수 있다.[4]

2.4 증강현실기술을 활용한 콘텐츠

체험형 학습 콘텐츠로는 물의 여행(Journey of Water)으로 초등학교 5학년 과학과의 학습내용을 바탕으로 학습자가 직접 마커와 조작 도구를 활용해 물의 순환 과정을 직접 체험해 볼 수 있도록 설계되어 있다.[7] 이밖에도 가상으로 요리법을 배우는 요리 시스템, AR과 스포츠 게임을 접목시킨 AR 스쿼시 게임, 사용자가 직접 가상의 인터페이스를 이용하여 가상도형의 크기조절, 이

동, 결합, 분리 등을 할 수 있는 기하학 시스템, 화학적 원자의 구성요소를 가상으로 접목 시키고 분리함으로써 교육적 효율성을 높인 시스템 등 넓고 다양한 방면으로 교육과 접목 시키고 있다.

III. System 구현

3.1 구현 방법

개인용 컴퓨터(Intel core 2 CPU, 1.86GHz, 2GB RAM)에서 운영체제는 마이크로소프트 윈도우즈 XP Pro. 버전 2002 SP3, 시스템 구현을 위한 이미지처리와 증강현실 구현을 위한 개발 도구로는 높은 해상도의 모델 파일을 지원하고 보다 높은 AR을 위한 기술지원을 하는 Goblin XNA v3.4[8], 프로그램 언어는 C#을 이용하였으며, 웹캠의 사양은 800만 화소(Still Image), CMOS 센서, 최대해상도 : 4608 x 3456, 프레임 최대 30 FPS(Frame Per Sec)이다.

1) XNA 프로젝트의 기본구조

XNA 프로젝트 생성시 기본구조는 그림 2와 같다. 우선 생성자는 public 클래스명()으로 선언하고 기본 객체에 필요한 데이터들을 초기화 해주게 된다. 그런 후 클래스가 인스턴스화 되었을 때 한번 호출된다. Initialize()는 시작하기 전 필요한 필드들을 초기화 해주는 부분이며, LoadContent()는 시작하기 전 필요한 Content들을 미리 로드 해 놓는 부분이며 두 함수는 한번만 호출된다.

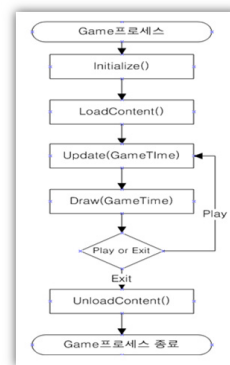


그림 2. XNA 프로젝트 생성시 기본구조
Fig. 2 Fundamental structure of XNA project

Update(GameTime)은 실질적으로 패드와 키보드 등의 입력부분을 체크하는 부분이며, 그에 해당하는 결과를 처리하는 부분도 들어가야 한다. 화면에 모델이나 텍스처를 그리거나, 애니메이션을 재생하는 부분들은 Draw(GameTime) 부분에서 처리하게 된다. 프로그램을 실행하면 Update(), Draw() 메소드가 무한루프를 돌면서 호출되게 되고, 화면과 입력을 처리하게 해서 결과물이 돌아가게 된다. 종료시 호출되는 UnloadContent()는 생성한 것들을 해지해주는 부분이며, 이를 실행 후 종료되게 된다.

2) 구현 과정

본 시스템은 다음과 같은 과정을 통해 구현되어진다. 우선 웹캠을 Goblin XNA에 포함된 Direct Show Library를 사용하여 영상을 읽은 후 읽어온 영상에서 마커를 인식한다. Goblin XNA에서는 마커 인식을 위해 미리 저장된 마커 패턴 파일을 우선 읽고 검출된 마커 패턴과 저장된 마커 패턴 파일 비교하여 검출된 패턴에 상대적인 카메라 변환 계산(좌표계산)하는 과정을 거친다. 마커 인식 후 음성 출력을 위해 마커 패턴에 따른 영상출력을 하고 출력된 영상에 따른 음성을 출력한다. 그 후 마커에 따른 영상을 출력을 위해 검출된 패턴 좌표 받아오고 가상객체 좌표를 계산한 후 가상객체의 좌표를 패턴좌표로 이동하고 해당 좌표에 가상객체를 출력한다. 이를 그림 3에 나타내었다.

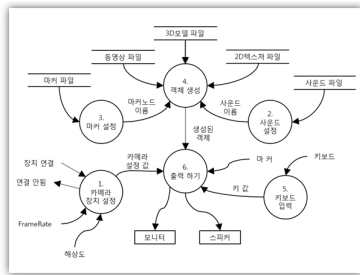


그림 3. 시스템의 자료 흐름도
Fig. 3. Data flow diagram of system

3) 콘텐츠의 제작 및 출력

출력시 필요한 콘텐츠의 모델들은 3D MAX를 이용하여 제작한 후, *.max 파일을 생성하고 GoblinXNA에서 사용되는 3D 모델 파일의 확장자인 *.fbx로 변환을 한다. 이를 출력하기 위해서는 원하는 모델 형식의 파일을 해

당 프로젝트의 Content폴더와 프로젝트의 Content영역에도 추가한다. 그리고 모델을 로드하여서 크기설정, 위치설정, 모델이 향하는 방향 및 각도 설정 등을 하여 준다. 마지막으로 마커에 모델파일을 연결하여 준다. 이를 그림 4에 나타내었다.

```
private void CreateObject()
{
    MaxImporter();
    ModelLoader loader = new ModelLoader();
    Model modelNode = (Model)loader.Load("...", "dude");
    SkeletonNode skeletonNode = dude.modelInfo();
    TransformNode dudeTransformNode = dude.TransformNode(18, 0, 14);
    new Vector3(0, 0, 0), new Vector3(0, 1, 0), 0);
    markerNode.AddChild(dudeTransformNode);
    dudeTransformNode.AddChild(skeletonNode);
}

public TransformNode TransformOfVector(Vector trans, Vector rot, Vector scale, int rad)
{
    TransformNode transNode = new TransformNode();
    transNode.Transform = trans;
    transNode.Rotate = rot;
    transNode.Scale = scale;
    return transNode;
}
```

그림 4. 3D 모델의 로드
Fig. 4 Load of 3D model

동영상파일은 VC-1 표준을 사용하는 WMV-9 Main 설정으로 인코딩하였으며 이 동영상에 사용되는 Audio track은 single-pass CBR 포맷의 WMA 형태로 인코딩하고 *.wmv파일로 저장하여 사용하였다. 동영상의 출력을 위하여 원하는 동영상을 해당 프로젝트폴더에 추가하고 또한 프로젝트에도 Content영역에 파일을 추가한다. 그런 후 LoadContent 메소드에서 동영상을 읽어와서 player를 설정하고 Update 메소드에서는 동영상을 재생시키며 이때 화면은 텍스처로 전환하여서 출력한다.

음성파일 생성은 공개된 음성을 *.wav형식으로 저장한 후, XNA에서 기본적으로 제공하는'Microsoft Cross-Platform Audio Creation Tool3'를 사용하여 xap 프로젝트 파일을 생성하였다. 만들어진 xap파일을 프로젝트 Content에 추가한 후 소스를 프로젝트에 추가하고 xap파일의 cueBank에 저장하였다.

사운드재생의 경우는 마커가 캠에 비춰질 경우 바로 재생이 된다. 그러나 다시 한번 재생을 하기 위해서는 마커를 가렸다가 다시 비추는 번거로움이 있다. 이를 해결하기 위해서 키 이벤트를 이용하였다. 'S'키가 입력되었을 경우 현재 비춰진 마커에 해당되는 사운드를 재생하게 하였다.

4) 마커의 개수, 위치 및 거리 변화에 따른 출력

마커 개수에 따른 모델 출력의 정확도 및 떨림의 실험 결과를 그림 5에 나타내었다. 마커가 많을수록 출력된

모델의 움직임의 변화가 거의 없으며 한 개인 경우는 모델이 계속해서 떨리고 위치가 바뀌어 갔다.

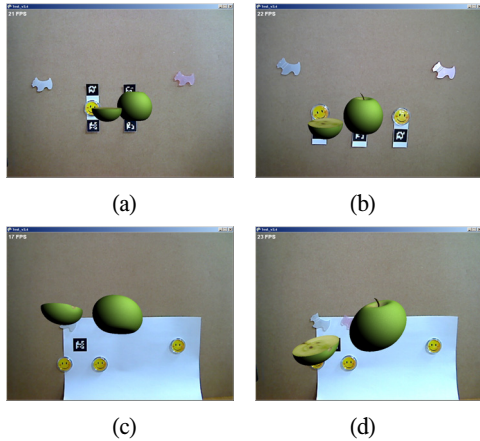


그림 5. 마커 개수에 따른 모델 출력
(a) 4개 (b) 3개 (c) 1개 (d) 1개
Fig. 5 Model output according to marker number

MarkerLayout 프로젝트는 여러개의 마커를 하나로 묶어주는 역할을 한다. 마커 행렬을 1×3으로 하고, 마커 간격을 170으로 하여 마커를 생성하여 출력한 후 각 마커의 위치를 이동했을 때의 결과를 그림 6에 나타내었다. 생성할 때와 같이 배치하지 않았을 때 모델 출력이 불안하고 모양도 원래모양과 차이가 남을 알 수 있었다.

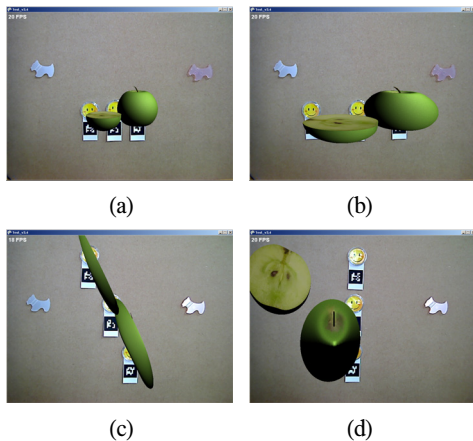


그림 6. 마커 위치에 따른 모델 출력. (a) 정상간격 (b) 넓은간격 (c) 정상간격 위로이동 (d) 좁은간격 위로이동
Fig. 6 Model output according to marker position

마커 크기는 16.5×16.5 mm, 마커 픽셀크기는 1.5×1.5 mm, 마커 개수를 3개로 하고, 마커와 카메라와의 거리를 135 cm로 하였을 때 각 해상도별 모델 출력의 결과를 그림 7에 나타내었다. 이 거리에서는 해상도 640×480을 제외한 나머지 경우에는 모두 마커 인식이 되었으며, 해상도 1600×1200과 1280×960에서는 떨림이 있기는 하지만 인식을 아주 잘하였다.

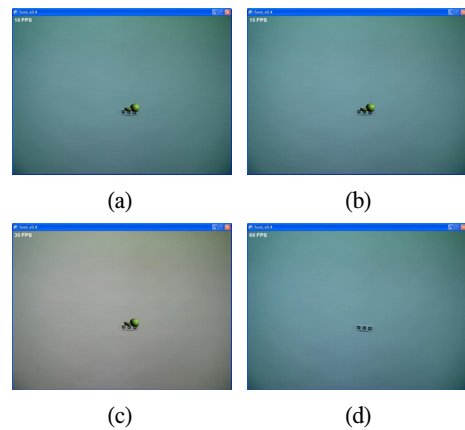


그림 7. 해상도에 따른 모델 출력
(a) 1600×1200 (b) 1280×960 (c) 800×600 (d) 640×480
Fig. 7 Model output according to resolution
(a) 1600×1200 (b) 1280×960 (c) 800×600 (d) 640×480

같은 마커를 사용하고 마커와 카메라와의 거리를 변화하였을 때 각 해상도별 모델 출력의 결과를 표 1에 나타내었다. 프레임 수를 올리기 위하여 해상도를 낮게 할 경우 마커와 카메라와의 거리가 멀면 모델 출력이 불안정하다는 것을 알 수 있었다. 따라서 최대 프레임을 지원하는 해상도 640×480에서는 마커와 카메라와의 거리를 1m 내로 하여야 하였다.

표 1. 거리와 해상도에 따른 모델 출력
Table. 1 Model output according to distance and resolution

해상도 거리	1600×1200	1280×960	800×600	640×480
60	○	○	○	○
100	○	○	○	△
135	○	○	△	×
200	○	△	×	×
240	△	×	×	×
250	×	×	×	×

3.2 시스템 구현 결과

본 연구에서는 알파벳 A~Z까지를 학습시키고자 하는 유아용 콘텐츠를 구현하기 위하여 각각의 알파벳에 해당하는 영어단어를 선정하였으며 이는 표 2와 같다.

표 2. 학습시키고자 하는 알파벳 단어
Table. 2 Alphabet Word for learning

A	Apple	N	Navy
B	Bus	O	Orange
C	Chair	P	Piano
D	Dice	Q	Queen
E	Egg	R	Ring
F	Flower	S	Shoes
G	Gun	T	Table
H	Hat	U	Unicorn
I	Ink Pen	V	Vase
J	Juice	W	Wine
K	Key	X	X-mas
L	Leaf	Y	Yacht
M	Mirror	Z	Zipper

한 개의 마커를 사용할 경우 마커의 일부가 가려지게 되면 웹캠이 인식을 못하게 된다. 하지만 여러 개의 마커를 사용할 경우는 하나가 가려지더라도 다른 마커가 웹캠에 비춰지게 된다면 인식을 할 수 있으며, 모델의 떨림이 적어진다.

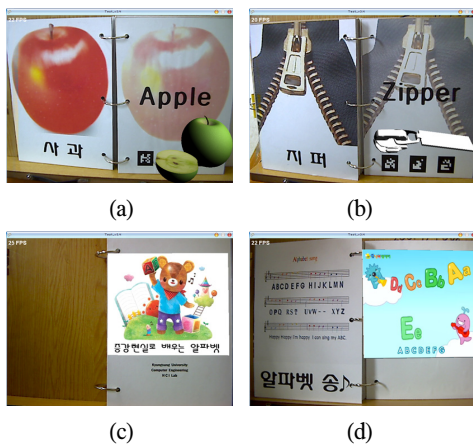


그림 8. 다양한 모델을 구현한 결과. (a) 'A'의 3D 모델 (b) 'Z'의 3D 모델 (c) 2D 텍스처 (d) 동영상
Fig. 8 Implemented result with variety model

그러나 많은 개수의 마커를 사용하면 인식률이 더 높아지며 모델의 떨림은 적겠지만 좁은 공간에 많은 마커로 인하여 사용자에게 부자연스러움을 줄 수 있으므로 본 연구에서는 3개의 마커를 사용하여 3D 모델뿐만 아니라 텍스처, 동영상 및 사운드를 모두 지원할 수는 유아용 알파벳 콘텐츠를 구현하였으며, 이를 그림 8에 나타내었다.

IV. 결 론

정보통신의 급속한 발전과 새로운 디지털 콘텐츠에 대한 관심이 높아지고 있는 환경 속에서 증강현실 기술은 단순한 학습 콘텐츠의 단점을 보완하여 가상으로 체험하며 학습효과를 극대화 시킬 수 있는 첨단 기술이다.

본 논문에서는 높은 해상도의 모델파일을 지원하고 보다 높은 증강현실을 위한 기술지원을 하는 **Goblin XNA** 기반으로 시스템을 구현하였다. 마커의 개수, 위치 및 카메라와의 거리 변화에 따른 모델 출력의 관계를 실험을 통해서 확인하였으며, 이를 바탕으로 유아용 학습 콘텐츠를 제작하고 구현하였다. 구현한 콘텐츠에서 각 페이지에 있는 마커에 유아에게 친숙한 캐릭터를 띄우므로 집중력을 높임과 동시에 학습보조자가 원활하게 콘텐츠를 사용할 수 있도록 하였다. 또한 콘텐츠의 페이지마다 3개의 마커를 두어 일부분이 장애물에 의해 가려지더라도 원활한 인식을 할 수 있도록 하였다. 그리고 내용에 맞게 3D 모델이 증강되는 동시에 사운드가 재생되도록 하여 학습에서의 현존감과 몰입을 높여 학습효과를 극대화하도록 하였다.

향후 연구로는 보다 인식률을 향상 시킨 마커 인식시스템에 관한 연구와 사용자와 다양한 상호작용을 지원 하는 증강현실을 할 수 있도록 하는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Banathy, B. H., Systems design of education, NJ: Educational Technology Publications, 1991.
- [2] 장상현, 계보경, u-러닝 환경에서의 에듀테인먼트 개발 및 적용, 정보과학회지, 제24권, 제2호, pp. 51-55, 2006.

- [3] 계보경, 증강현실 기반학습에서 매체특성 과 현존감 학습몰입 학습효과의 관계 규명, 이화여자대학교, 박사학위 청구논문, 2007.
- [4] 방준성, 최은주, 증강현실 국·내외 기술동향과 발전 전망, ISBN 978-89-6211-060-6, 한국과학기술정보연구원.
- [5] 이혜선, 증강현실을 기반으로 한 교육용 게임 플랫폼에 관한 연구, 세종대학교 석사학위 청구논문, 2008.
- [6] Pausch, Randy, Thomas Crea, and Matthew Conway, "A Literature Survey for Virtual Environments: Military Flight Simulator Visual Systems and Simulator Sickness," Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol.1, No.3, Summer, pp. 344-363, 1992.
- [7] 장상현, 계보경, 증강현실 콘텐츠의 교육적 적용, 한국콘텐츠학회지, 제5권, 제2호. pp. 79-85.
- [8] <http://goblinxna.codeplex.com>

저자소개



이중혁(Jong-hyeok Lee)

1975년 부산대학교 전자공학과
학사

1980년 부산대학교 전자공학과
석사

1991년 부산대학교 전자공학과 박사
1990년~현재 경성대학교 컴퓨터공학과 교수
1998년 7월~1999년 6월 미국 Beckman Institute, Univ.
of Illinois, 객원연구원

※ 관심분야: 인공지능, 음성인식, 증강현실



조현욱(Hyun-wook Cho)

1998년 경성대학교 경제학과 학사
2002년 경성대학교 정보통신학과
석사

2009년~현재 경성대학교
컴퓨터공학과 박사과정

※ 관심분야: 음성