
증강현실을 기반으로 한 수학교육 게임

Mathematics education game based on augmented reality

이혜선, Hye Sun Lee*, 이종원, Jong Weon Lee**

세종대학교 Mixed Reality and Interaction Lab

요약 그래픽과 통신 산업의 발달로 컴퓨터 게임 산업은 기술적으로 점점 발전하고 있다. 다양한 연령층의 사람들에게 게임은 여가생활에서 없어서는 안 될 만큼 많은 부분을 차지하고 있다. 게임은 발전하면서 다양한 형태로 변형되어 왔다. 이러한 흐름에서 게임은 단순한 놀이에 그치지 않고 교육적 목적으로 이용하기 위한 시도가 나타나기 시작했다. 이런 특정한 목적과 효과를 의도하는 게임을 Serious Game이라고 한다. Serious Game은 게임의 본질인 재미를 통해 새로운 유익함을 얻는데 그 의미를 가진다. 여러 분야에서 Serious Game에 관련된 다양한 범주의 콘텐츠들이 시도되어 왔고, 그중에서 특히 두각을 나타내는 분야는 교육이다. 교육에 관련된 분야는 지금까지 수많은 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 본 논문에서는 증강현실을 기반으로 한 수학교육 게임을 제안하고자 한다. 유아/저학년을 대상으로 하는 보드게임을 바탕으로 하였고, 사용자의 체험적 요소의 극대화와 게임의 다양성을 살리기 위해 증강현실을 기반으로 하였다. 또한 사용자의 적극적인 게임 참여를 위해 사용자가 원하는 이미지를 삽입하거나 보드를 디자인 할 수 있는 툴을 제공하였다.

Abstract The computer game industry has been developed gradually because of development of graphics and communication industry. Games have an important role to peoples in various ages in their leisure life. Game has been changed into various forms with its development. With this movement, it is not only for simple amusement, but starts trying to use them for educational object. It is called Serious Game that intends to particular object and effect. Serious game has the important meaning to get some new useful things through its enjoyment which is the essence of games. Many people in various field have tried many categories of contents. Especially, education stands out among the other fields. Fields related with education have been studied extensively. This paper would suggest mathematics education game based on Augmented Reality. It is a board game for infants and young students. Augmented Reality is used to extend user's experience and multiplicity of the game. We also offer users a tool that helps them to create their own board for their active game participation.

핵심어: *Augmented Reality, Serious game, HCI*

1. 서론

게임은 시대의 흐름에 따라 기술적으로 발전하면서 하나의 문화 콘텐츠로 자리 잡았다. 이제는 단순한 놀이의 게임으로서 국한 되어있는 것이 아니라 재미 이상의 것을 얻으려는 시도를 하고 있다. 그 중에서도 사용자가 특정한 문제에 대해 교육을 받고 훈련을 받으며 즐거운 요소를 함께 경

험할 수 있도록 제작된 게임의 한 부류를 Serious Game 이라고 한다[2]. Serious Game은 기능성 게임 혹은 Social Impact Game 이라고도 불리기도 하는데, 일반적인 게임의 성질인 재미와 함께 유익함을 추구하는데 목적을 둔다.

*주저자 : 세종대학교 디지털 콘텐츠학과 석사과정 e-mail: cariome@naver.com

**교신저자 : 세종대학교 디지털 콘텐츠학과 교수 e-mail: jwlee@sejong.ac.kr

특히, 교육에 관련된 분야는 국내에서 두드러지게 떠오르는 추세이며 많은 연구소와 학교, 회사에서 적극적인 지원 정책과 많은 연구 개발이 시도되고 있는 실정이다[1].

교육과 놀이를 접목한 교육용 게임은 매우 실용적이고 새로운 엔터테인먼트 콘텐츠라고 할 수 있다. 이미 여러 분야에서 교육용 게임에 관련된 콘텐츠들이 선보이고 있다. 이러한 교육용 게임들이 떠오르는 이유는 교육적요소와 재미요소가 결합되어 하나의 오락이 아닌 유익한 콘텐츠라는 인식이 확산되고 있기 때문이다. 이른바 에듀테인먼트라고 불리며 이미 해외에서는 학습용 게임뿐만 아니라 생활훈련, 정치 교육 등 다양한 분야에서의 교육을 목적으로 하는 게임이 널리 활용되고 있다.

본 논문에서는 증강현실을 기반으로 한 교육용 게임을 소개하고자 한다. 사용자의 체형적 요소를 극대화시키기 위해 증강현실을 기반으로 하였고, 적극적인 게임 참여를 위해 직접 디자인 할 수 있는 보드 제작 툴을 제안하였다.

논문의 구성은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 본 연구와 관련되어 있는 기존의 연구들을 살펴보기 되고, 3장에서는 제안된 교육용 게임에 대해서 기술적인 요소들과 활용방안을 설명하며 4장에서는 결론과 향후과제에 대해서 간략하게 기술하였다.

2. 관련 연구

교육용 게임에 대한 연구는 기존에 많이 수행되어 왔으며, 현재도 꾸준히 개발되고 있다. 따라서 교육용 게임에 관련된 여러 콘텐츠들이 나오고 있다. 여기서는 기존에 연구되었던 온라인 교육용 게임과 AR환경을 바탕으로 교육에 적용한 사례에 대해서 알아보도록 한다.

2.1 온라인 교육용 게임

에듀테인먼트라는 개념이 생겨날 정도로 교육용 게임은 하나의 장르로 여겨지고 있다. 교육용 게임의 예로는 ALEPH Project Game을 들 수 있다(그림 1)[4]. 이 게임은 영어 단어의 행렬이 서로 자리 이동을 하면서 12가지 공격 옵션을 가지고 단어를 맞추는 게임이다. 플레이어에게 전략적인 기술을 요구하고, 체스와 장기처럼 수 싸움을 통해 상대를 제압한다. 이러한 게임의 진행 과정을 통하여 영어 단어를 반복적으로 익히는 학습효과를 가지고 있다.



(a)



(b)

그림 1. ALEPH Project Game (a) 대전장면 (b) 알파벳으로 고대 룬 문자를 표시하는 장면

또 다른 게임으로는 Power politics를 들 수 있는데 이것은 시뮬레이션 게임으로 미국 대통령 선거 운동에 관한 것이다(그림 2)[12]. 이 게임을 통해 선거 운동을 가상으로 경험하면서 실제로 선거가 이루어지는 과정과 미국의 민주 정치에 관해 알 수 있는 게임이다. 플레이어는 실제로 존재했던 대통령 후보자들 중에 후보를 선택한 후 선거운동의 시작부터 끝까지 유세운동을 관리하고, 선거 운동을 총괄하며 당선시키기 위한 전략기술을 필요로 한다. 플레이어는 이 게임을 통해 미국 민주정치의 모습과 선거의 과정을 학습할 수 있다.



(a)



(b)

그림 2. Power politics Game (a) 후보자 선택 (b) 선거 운동의 홍보 관리 화면

이밖에도 세계식량기구에서 긴급식량구조 현장을 간접적으로 경험할 수 있도록 만든 Food Force[13], 닌텐도 DS사가 개발한 두뇌 트레이닝[14] 등 여러 가지 교육용 게임들이 출시되고 있다. 영국 교육부가 주관한 연구에 의하면 시뮬레이션이나 어드벤처 게임(심시티, 롤러코스터 타이쿤 등)은 아동들의 전략적인 사고와 계획 능력을 발달 시켜준다고 결론을 내림으로서 게임의 교육적 가치를 인정하였다[15].

2.2 AR환경을 바탕으로 교육에 적용한 사례

AR은 디지털의 다양함과 최첨단기술을 사용할 수 있음과 동시에 사용자의 체험적 요소를 최대화하기 위해 좋은 환경이다. 이러한 점을 이용하여 오래전부터 AR에 교육을 활용하기 시작했고, 현재도 끊임없이 연구되어오고 있다. 대표적인 예로는 “Solar-System and Orbit Learning in Augmented Reality System” 이 있다(그림 3)[5]. 이 시스템은 카메라를 통해 가상으로 화산 폭발, 태양계의 관계, 지구의 표면의 정보 등의 학습이 가능하다.

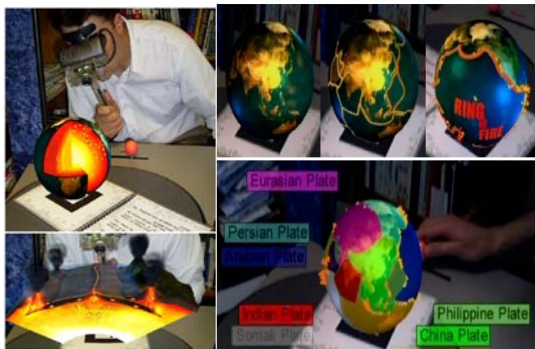


그림 3. Solar-System and Orbit Learning in Augmented Reality System

wIzQubesTM은 아이들을 대상으로 스토리텔링 기법을 이용한 스토리 북이다(그림4)[6][16]. 여기에서는 두 개의 큐브가 한 쌍을 이루어 사용된다. 첫 번째 큐브는 6면에 붙여

진 마커 위에 각각의 주요 이야기의 장면이 증강되고, 두 번째 큐브는 이야기에 필요한 다양한 아이템들이 가상으로 증강된다. 아이들은 큐브를 돌려가며 카메라로 통해 보이는 가상의 아이템 물체들을 이야기의 장면에 알맞게 배치시킨다. 그리고 두 개의 큐브를 서로 가까이 붙인다. 가까이 가져간 가상의 아이템들과 주요 이야기의 장면이 어우러져서 그에 해당하는 3D 애니메이션이 나온다.



(a)



(b)



(c)

그림 4. wIzQubesTM (a) 주요 이야기 장면 (b) 선택되어진 아이템 (c) 사용되는 한 쌍의 큐브

이밖에도 가상으로 요리법을 배우는 Cooking System[9], AR과 스포츠 게임을 접목시킨 AR Squash Game[7], 사용자가 직접 가상의 인터페이스를 이용하여 가상도형의 크기 조절, 이동, 결합, 분리 등을 할 수 있는 Geometry System[8], 화학적 원자의 구성요소를 가상으로 접목시키고 분리함으로써 교육적 효율성을 높인 시스템[10]등 넓고 다양한 방면으로 교육과 접목 시키고 있다.

3. 제안된 교육용 게임

본 논문에서 제안하는 교육용 게임은 저학년을 대상으로 하는 보드게임의 시나리오를 바탕으로 하였다. 컴퓨터 게임의 장점인 다양성과 사용자의 직접적인 체험적 몰입 효과를 높이기 위해서 증강현실이라는 환경을 기반으로 하였고, ARToolkit[11]을 이용하여 구현하였다.

3.1 게임의 시나리오

제안된 수학적 교육 게임은 리아의 수학놀이[17]의 시나리오(그림5)를 바탕으로 하였다. 이 게임은 아이들을 대상으로 하는 2인용 게임이다. 게임의 방법은 두개의 숫자 주사위와 하나의 연산자 주사위를 가지고, 플레이어가 번갈아가며 주사위를 던져서 셈을 한 후, 결과 값만큼 보드판의 숫자를 이동한다. 출발 지점에서 도착 지점까지 빨리 도착하는 사람이 승리하는 게임이다.



그림 5. 리아의 수학놀이

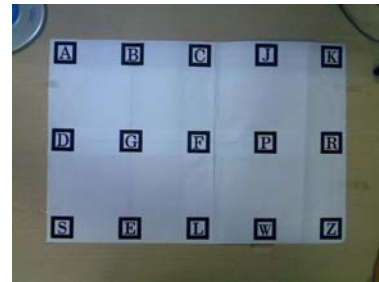
3.2 제안된 수학 교육게임

본 논문에서 제안하는 수학 교육 게임은 부모와 아이를 대상으로 하였다. 일반가정에서 TV와 카메라를 연결한 설정하에 마커로 이루어진 정육면체의 주사위 3개와 보드판을 이용하여 게임을 한다. 게임의 순서와 방법은 앞서 설명한 리아의 수학놀이와 같다.

우리가 제안한 게임은 싱글 마커와 멀티 마커를 사용하여 플레이어의 말, 정육면체의 주사위, 보드판을 표현하였다. 보드판의 마커들은 플레이어 말들에 의해 일부가 가려지는 문제가 생긴다. 일반적으로 카메라를 통해 들어오는 마커가 가려지면 인식이 안돼서 마커위에 가상 물체들이 증강하지 못한다. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해서 보드판은 멀티 마커를 사용했다. 멀티 마커는 멀티마커를 구성하고 있는 마커 중에 일부가 가려져도 가상물체들을 증강시키는 데 문제가 발생되지 않는다. 단, 최소한 하나의 마커는 카메라를 통해 인식 되어야 한다.

이 게임에서 사용되는 멀티마커는 모두 15가지로 구성되었다. 그 이유는 보드가 카메라를 통하여 화면에서 봤을 때 한 장면에서 보드위에 모든 마커를 볼 수 있기 위한 것이다. 마커사이즈는 마커 정보 획득에 필요한 카메라와 마커 사이

의 거리를 고려하여 결정 하였다. 플레이어 마커와 숫자 마커, 연산자 마커는 각각의 독립적인 싱글마커를 사용하였다(그림 6).



(a)



(b)



(c)

그림 6. (a) 멀티 마커(보드판) (b) 플레이어 마커 (c) 숫자 마커와 연산자 마커

다양한 게임을 위해 보드판을 매직북[19][20]의 형태로 만들었고, 이를 통해 사용자가 원하는 보드판을 선택 할 수 있도록 선택의 폭을 넓혔다. 또한 게임의 흥미를 더하기 위해 플레이어 말은 3차원 모델을 증강시켰다(그림7).



그림 7. 매직북 형태의 보드판과 3차원 모델, 주사위 마커와 연산자 마커 뒷면을 증강시킨 화면

본 논문에서 사용된 ARToolkit[11]의 카메라와 마커간의 3차원 좌표계는 그림 8과 같이 표현할 수 있다. 각 좌표계의

정보를 식으로 표현하면 식(1)로 나타낼 수 있다.

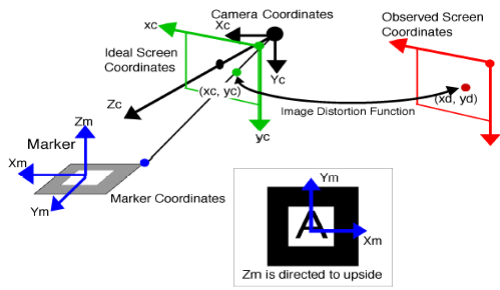


그림 8. 카메라와 마커간의 3차원 좌표계

$$\begin{bmatrix} X_C \\ Y_C \\ Z_C \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_1 \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_2 \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} = T_{CM} \begin{bmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

식(1)에서 X_C , Y_C , Z_C 는 카메라의 좌표를 나타내고 X_M , Y_M , Z_M 는 마커의 좌표를 나타낸다. 이 식을 통해서 각 마커와 카메라 사이의 거리에 대한 이동행렬과 회전행렬을 알 수 있다.

게임에서 사용되는 연산자 마커와 숫자 마커는 주사위 개념을 사용한다. 주사위는 윗면만 의미가 있기 때문에 연산자 마커와 숫자 마커 또한 윗면만 인식되어야 한다. 이를 위해서는 먼저 보드마커의 글로벌 좌표계를 기준으로 떨어져 있는 연산자 마커, 숫자 마커 좌표계의 거리를 계산한다. 보드 마커 좌표의 변환행렬을 T_A 라고 하고, 연산자 마커 또는 숫자 마커의 변환 행렬을 T_B 라고 하자. T_A 와 T_B 거리의 관계를 다음과 같은 식(2)으로 나타낼 수 있다.

$$T_A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, T_B = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} & B_{14} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} & B_{24} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} & B_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{AB} = T_A^{-1} \cdot T_B = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} & B_{14} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} & B_{24} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} & B_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{AB} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} & T_x \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} & T_y \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} & T_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{3 \times 3} & T_{3 \times 1} \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

T_A 보드 마커 좌표를 카메라 좌표로 변환행렬

T_B 연산자 마커 좌표 또는 숫자 마커 좌표를 카메라 좌표 변환행렬

계산된 식으로부터 회전행렬 $R_{3 \times 3}$ 과 이동행렬 $T_{3 \times 1}$ 을 구할 수 있다. 회전행렬은 Euler Angle 표현에서 YZY방법 [18]으로 나타나 있는데 이를 이용하여 Y축을 기준으로 연산자 마커 또는 숫자 마커에 대한 각도를 구한다. 구해진 각도에 일정한 범위의 조건을 두고, 범위 안에 마커들만 인식하여 가상물체를 증강 시켰다(그림9).

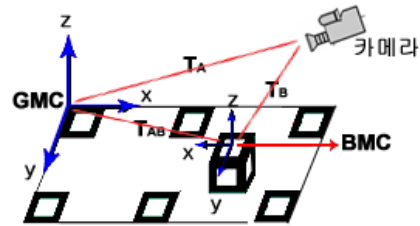
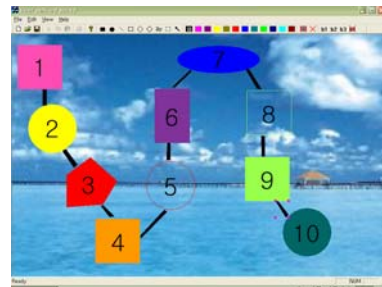


그림 9. 보드 마커 좌표계(GMC)와 연산자 마커 또는 숫자 마커 좌표계(BMC)의 상관관계

더 나아가 사용자의 적극적인 게임 참여를 위해 보드판을 직접 디자인할 수 있는 툴을 개발 하였다. 사용자는 툴을 사용하여 정사각형과 원, 다각형, 직선, 직사각형, 타원형 등으로 길을 생성하고 배치할 수 있다. 또한 원하는 색상을 채우거나, 테두리적용이 가능하며 보드판의 전체적인 배경 삽입, 함정 등을 그릴 수 있다. 좀 더 자유롭게 그리기위해 자유곡선을 이용하여 자신의 이름 또는 원하는 그림을 직접 그릴 수 있도록 하였다 (그림 10).



(a)



(b)

그림 10. (a) 사용자 정의 보드판 초기 화면 (b) 사용자 정의 보드판 설정 예

4. 결론

게임은 지속적으로 발전하면서 다양한 형태로 변형되어 왔다. 이러한 흐름 속에서 단순한 놀이에 그치지 않고 새로운 목적을 가지고 이용하는 시도가 나타났다. 그중 교육용 게임은 재미와 동시에 교육의 효율성과 유익함을 주기 때문에 계속해서 연구되고 있는 분야 중에 하나다.

본 논문에서는 증강현실 환경을 기반으로 한 교육용 게임을 소개하였다. 컴퓨터 게임의 다양성과 학습자의 직접적인 체험적 몰입효과를 증대 하기위해 증강현실은 교육용으로 적합한 환경이라고 생각된다. 이것은 앞서 소개한 수학용 보드게임에만 제한된 것이 아니다. 여러 교육 분야와 AR환경을 응용한 게임들을 접목시키면 학습자가 스스로 직접 체험하고 즐거운 요소와 함께 배움으로서 교육의 효율성을 극대화 시킬 수 있다고 생각한다. 제안된 수학 교육 게임은 학습자에게 재미를 유발하고 교육의 효율성을 증가 시켜 주지만 카메라와 마커 사이의 거리, 카메라에 들어오는 조명에 따른 마커 인식이 다소 제약적이다. 뿐만 아니라 보드판 안의 등록된 마커들이 연산자 마커 또는 숫자 마커, 플레이어 마커들로 인해 카메라로부터 모두 가려질 경우 가상의 물체들이 증강되지 않는 문제점이 발생한다. 따라서 가상의 물체들을 안정적으로 증강시키기 위해서는 카메라로부터 마커의 정보들이 정확하게 획득되어 질 수는 기술적인 방법이 요구되어진다.

감사의 글

본 연구는 2006년도 정부재원(문화관광부)으로 한국게임산업개발원의 지원을 받아 연구되었음

참고문헌

- [1] 이중배, "기능성 게임의 현주소 - 미래에 문헌 '블루오션'", 게임산업저널, 제16호, pp.10~14, 2007.
- [2] 이상희, 장지원, 전창익, "Serious Game의 체험요소가 사회문제 교육에 미치는 효과", 게임산업저널, 제16호, pp.88~104, 2007.
- [3] 정고미라, "기능성 게임의 현황과 전망", 게임산업저널
- [4] 손병길, 고범석, 계보경, "에듀테인먼트 콘텐츠 시범개발 및 현장 적용연구", pp.1~pp.21, pp.47~pp.60, 2005.
- [5] Eric Woods, Mark Billingham, Julian Looser, Graham Aldridge, Deidre Brown, Barbara Garrie, Claudia Nelles, "Augmenting the science centre and Museum Experience"

- [6] Steven Zhou ZhiYing, Adrian David Cheok, "wzQubesTM - A Novel Tangible Interface for Interactive Stroytelling in Mixed Reality", ISMAR, 2007.
- [7] Seok-Han Lee, Jong-Soo Choi, "AR Squash Game", ISMAR, 2007.
- [8] Van Trien Do, Jong Weon Lee, "Geometry Education using Augmented Reality", ISMAR, 2007.
- [9] Han-byul Jang, Jang-woon Kim, Chil-woo Lee, "Augmented Reality Cooking System Using Tabletop Display Interface", International Symposium on Ubiquitous VR, pp.36~pp.37, 2007.
- [10] Morten fjeld, Daniel hobi, Lukas winterhaler, Benedikt voegtli, Patrick juchli, " Teaching Electronegativity and Dipole Monment in a TUI", IEEE, 2007
- [11] http://www.hitl.washington.edu/research/shared_space/download/
- [12] <http://www.powerpolitics.us/home.htm>
- [13] <http://www.food-force.com>
- [14] http://www.nintendo.co.kr/www/soft/brain_01.php
- [15] <http://news.bbc.co.uk/1/hi/education/1879019.stm>
- [16] <http://www.mxrcorp.com/>
- [17] <http://www.hansmedia.com/>
- [18] <http://www.euclideanspace.com/maths/geometry/rotations/euler/index.htm>
- [19] http://www.funagain.com/control/product/~category_id=SERIES_0546/~product_id=007618
- [20] http://www.hitlabnz.org/wiki/EyeMagic_Book