

# 머지큐브를 이용한 사칙연산 교육 게임

임원주\*<sup>1</sup>, 황인태\*<sup>2</sup>, 강창구\*\*

## Four Arithmetic Operations Education Game using Merge Cube

Won-Ju Im\*<sup>1</sup>, In-Tae Hwang\*<sup>2</sup>, and Changgu Kang\*\*

### 요 약

4차 산업혁명으로 인한 기술 발전은 다양한 분야에서 많은 변화를 주고 있다. 특히 교육 분야에서는 학습에 대한 학생들의 흥미를 유도하고 창의력과 적극적인 참여를 유도하는 등 긍정적인 효과를 가져왔다. 본 논문에는 이러한 기술 중 하나인 증강현실 기술을 이용한 사칙연산 교육 게임을 제안한다. 제안된 교육 게임에는 디스플레이 장치에 사칙연산과 관련된 3D 콘텐츠가 증강되며, 머지큐브를 이용하여 사용자와 물리적인 상호작용을 제공한다. 그리고 주어진 문제 결과에 따라 보상을 통하여 사용자의 지속적인 참여를 유도한다. 끝으로 우리는 사용자가 머지큐브를 직접 조작하고 교육 게임을 진행함으로써 학습에 대한 흥미를 주고 장기 기억을 가능하게 하며, 주어진 식의 올바른 연산자 조합을 통해 사용자의 논리력 향상에 도움이 되기를 기대한다.

### Abstract

Technological advances on the 4th industrial revolution are bringing about many changes in various fields. In particular, in the field of education, it has had positive effects such as inducing students' interest in learning and inducing creativity and active participation. In this paper, we propose an educational game for arithmetic operations using augmented reality technology, one of these technologies. In the proposed educational game, 3D contents related to 4 arithmetic operations using a display device are augmented, and physical interaction with learners using a merge cube is provided. In addition, the continuous participation of the learner is induced through compensation according to the result of the given problem. Lastly, we expect learners to directly manipulate the merge cube and play educational games to provide interest in learning, enable long-term memory, and help improve learners' logical skills through the correct combination of operators in a given expression.

### Keywords

augmented reality, tangible interface, vuforia SDK, merge cube, learning game

\* 경상국립대학교 컴퓨터과학부 학사과정(공동1저자)  
- ORCID<sup>1</sup>: <https://orcid.org/0000-0002-4290-9859>  
- ORCID<sup>2</sup>: <https://orcid.org/0000-0003-0523-6402>  
\*\* 경상국립대학교 컴퓨터과학부 교수(교신저자)  
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4060-6835>

• Received: Jan. 20, 2023, Revised: Feb. 13, 2023, Accepted: Feb. 16, 2023  
• Corresponding Author: Changgu Kang  
Dept. of Computer Science, Gyeongsang National University, Korea  
Tel.: +82-55-772-3321, Email: [cgk@gnu.ac.kr](mailto:cgk@gnu.ac.kr)

## I. 서 론

4차 산업혁명으로 인한 기술 발전은 삶의 여러 면에서 변화를 일으켰다. 건축 분야에서 3D 프린팅 기술로 주거시설뿐만 아니라 군사시설까지 빠르게 만들어내고, 의학 분야에서는 생체 장기모사 칩으로 질병 연구와 약물 테스트를 더욱 정밀하게 실현한다. 식품 분야에서 스마트팜을 통해 면적 당 수확량을 획기적으로 늘렸다[1]-[3]. 또한 교육에도 많은 영향을 주었다. 전통적인 방식이 아닌, 게임과 시뮬레이션 등 새로운 교육 도구를 만들어냈다. 특히 교육용 게임은 단순히 청소년의 여가의 주요 수단인 아닌 교육의 주요 수단으로서 집중력 향상을 통한 학습효과의 극대화를 이루어 낼 수 있다[4].

교육용 게임은 많은 학생이 학습에 어려움을 겪는 수학 공부에 도움이 될 수 있다. 게임을 통한 수학 교육은 학생들이 흥미를 유지하는 데 도움이 된다. 또한 학생들의 창의력을 향상하고 적극적인 참여를 독려하며, 수학 어휘의 개발과 개념의 이해를 돕는다[5]. 이러한 교육용 게임의 주요 목표는 동기 및 재미 부여이며, 이를 통해 사용자의 긍정적인 태도를 불러오고 학습에 대한 참여도를 높일 수 있다[6].

증강현실(AR, Augmented Reality) 기술은 미취학 또는 저학년 학생들이 쉽게 접근할 수 있는 유망한 교육 도구이다. 또한 증강현실 게임은 다른 게임들에 비해 동기부여를 더 쉽게 한다[7]. 최근에는 실감형 사용자 인터페이스를 위해 머지큐브를 활용한 증강현실 게임에 관련 연구가 진행되고 있다[8]. 머지큐브는 증강현실 콘텐츠를 위해 사용되는 교구로서, 한 변의 크기가 7cm인 정육면체 모양의 상자로서 각 면에 인식을 위한 패턴이 그려져 있다[9].

본 논문에서는 저학년 학생들이 사칙연산에 대해 흥미와 재미를 가질 수 있도록 머지큐브를 이용한 사칙연산 교육 게임을 제안한다. 제안된 교육 게임은 3개의 숫자와 결과값을 토대로 사용자가 각 숫자 사이에 들어갈 사칙연산 기호를 맞춰야 한다. 그리고 정답을 맞힐 때마다 보상으로 3D 캐릭터가 징검다리를 한 칸씩 건너고 최종 목적지까지 도달하게 하는 증강현실 게임이다.

## II. 관련 연구

증강현실을 이용한 교육은 단순히 수학 뿐만 아니라 언어, 의학, 건설 등 여러 교육 분야에서 활용되고 있다. 또한 관련 연구 또한 매우 활발히 진행 중이다[10].

식품의약품안전처는 식중독 교육을 위해 모바일 증강현실 게임, ‘식중독잡GO’를 개발하였다. 사용자들은 설문조사에서 95%가 식중독 이해에 도움이 되었다고 응답하였으며, 90%가 게임이 재미있었다고 응답하였다. 이는 해당 증강현실 게임이 사용자에게 흥미를 유도하고 이해력을 향상하는 데 도움이 됨을 설명한다[11]. 지적 장애인의 화폐 교육을 위한 모바일 애플리케이션 개발 연구에서 지적 장애인의 금전적 가치를 이해와 사칙연산 학습을 증강현실 교육을 통해 도왔다. 해당 연구에서 증강현실은 실제 현장 학습의 어려움과 지적 장애인의 흥미 유지 문제를 효과적으로 해결할 수 있었다[12].

또한 한국 어린이 미디어학회의 어린이 미디어 연구 결과 첫째, 증강현실 교육은 놀이 주제에 대한 유아들의 몰입감을 극대화하여 활동에 대한 만족감을 증대시킨다. 둘째, 증강현실 교육은 유아들 간, 유아와 매체 간의 양 방향적 상호작용을 풍부하게 만들어 줌으로써 창의적 사고를 증진한다. 셋째, 증강현실 교육은 활동에 대한 유아들의 자발적이고 적극적인 참여를 고조시킨다. 이는 만 5세 유아 총 24명을 연구 참가자로 했으며 증강현실 기반 교육용 놀이 콘텐츠의 교육적 의미를 잘 설명해 준다[13]. 그뿐만 아니라 증강현실 교육은 건설과 전기와 같은 위험한 작업과 고비용 또는 간접 체험이 필요한 상황 등에서도 교육효과를 극대화할 수 있다[14][15].

본 논문에서는 다양한 교육 분야에서 효용가치가 입증된 증강현실 기술을 이용하여 수학 교육 분야에서 활용할 수 있는 사칙연산 교육 게임을 제안한다. 또한 사용자 입력을 단순히 버튼 입력방식이 아닌 실감형 인터페이스를 사용함으로써 문제 풀이에 대한 흥미를 유도하려고 하였다.

### III. 게임 구성 및 개발 과정

#### 3.1 인식 물체와 게임 오브젝트

뷰포리아 엔진(Vuforia engine)은 증강현실 애플리케이션 개발을 위해 활용되는 모바일 플랫폼 전용 API다[16]. 이는 컴퓨터 비전 기술을 사용하여 이미지 또는 객체를 실시간으로 인식하고 추적하는 기술을 제공한다. 뷰포리아 엔진은 안드로이드, IOS, UWP, 유니티 등 다양한 개발 플랫폼에서 사용할 수 있도록 지원하고 있다. 더욱이 뷰포리아 엔진은 다른 개발도구를 별도로 다운받아 설치하지 않고 유니티 내에서 API로 사용할 수 있으므로 편리하다는 장점이 있다[17]. 우리는 증강현실 구현을 위해 뷰포리아 엔진을 사용한다.

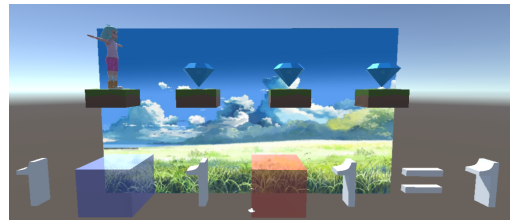
증강현실은 현실에 존재하는 물체에 가상의 사물이나 정보를 합성하는 것으로서 현실에서 인식을 위한 물체가 필요하다. 개발된 교육 게임에서는 2개의 산술연산자 포함된 식을 문제로 제시된다. 그래서 각 연산자를 선택하기 위한 머지큐브 두 개와 메인 타겟을 인식 물체로 사용된다.

그림 1은 증강현실 인식을 위해 사용될 2개의 머지큐브와 메인 타겟 이미지를 보여준다. 머지큐브는 6면중 4면이 사칙연산 기호를 나타내기 위해 사용되고 초원 이미지는 3D 캐릭터와 발판, 하트 등 게임을 실행중에 필요한 다양한 오브젝트들이 증강되는 메인 타겟으로 사용된다. 사용자가 쉽게 두 개의 머지 큐브를 구분하기 위해 왼쪽에 사용할 머지큐브는 파란색, 오른쪽에 사용할 머지큐브는 빨간색의 이미지가 머지큐브 위에 먼저 증강된다.

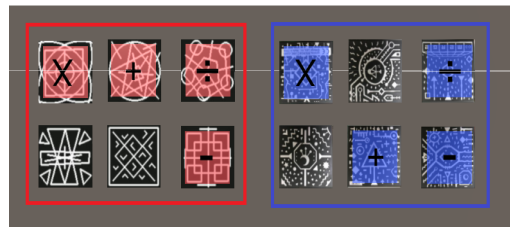


그림 1. 증강현실을 위한 2개의 머지큐브와 메인 타겟  
Fig. 1. Two merge cube and main target for AR

그림 2는 게임에서 증강될 3D 캐릭터, 발판, 하트와 같은 게임 오브젝트와 머지큐브 주위에 증강될 사칙연산자를 보여준다. 머지큐브는 6면체로 되어 있으나, 사칙연산자는 4개만 필요하기 때문에 그림 2(b)에서 빨간색과 파란색으로 표기된 4면만을 사용하여 각 연산자를 할당하였다. 뷰포리아 엔진에 등록된 이미지 타겟 위에 게임 구성에 맞게 각 오브젝트를 적절히 배치하고, 이미지가 인식되었을 때 배치된 게임 오브젝트가 증강한다.



(a) 게임 오브젝트  
(a) Game objects



(b) 머지큐브 주위에 증강될 사칙연산자  
(b) Four arithmetic operators to be augmented around the merge cube

그림 2. 게임 오브젝트와 머지큐브  
Fig. 2. Game object and merge cube

#### 3.2 게임 로직 구현

##### 3.2.1 흐름도

그림 3은 전체적인 흐름을 나타낸다. 게임을 시작하게 되면 먼저 식을 설정하고 게임 오브젝트에 적용시키게 된다. 그 후 사용자는 머지큐브 두개를 조작하여 본인이 원하는 부호를 놓은 후 버튼을 누른다. 버튼을 누르면 부호가 들어간 식이 성립하는지 확인하고 식이 성립한다면 3D 캐릭터가 다음 목표물을 향해 움직이고 남은 목표물 오브젝트가 있는지 확인하여 남은 목표물 오브젝트가 있다면 다시 식을 설정하고 남은 목표물 오브젝트가 없다면 게임 클리어가 된다.

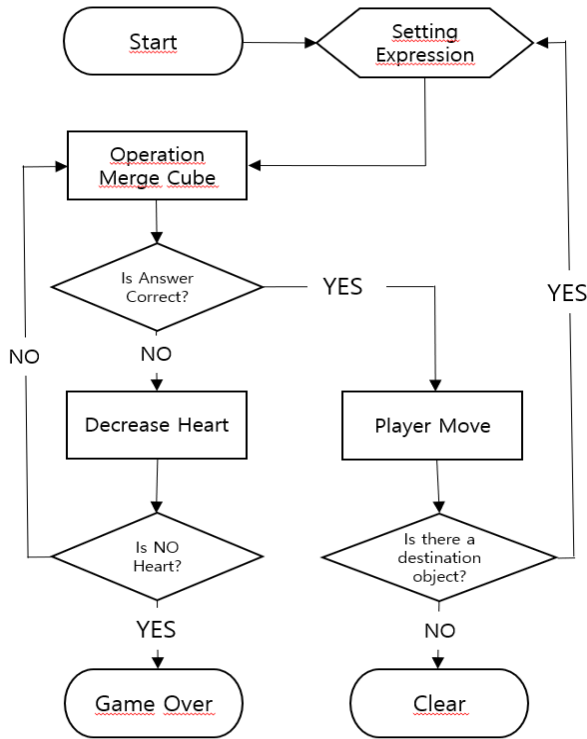


그림 3. 흐름도  
Fig. 3. Flow chart

버튼을 눌렀을 때 식이 성립하지 않는다면 하트가 감소하게 된다. 하트가 감소하면 남은 하트가 있는지 확인하여 남은 하트가 있다면 사용자가 머지큐브를 다시 조작하여야 하고 남은 하트가 없다면 게임이 종료된다.

### 3.2.2 사칙연산 문제 생성

게임에서 문제로 제시될 사칙연산 식은 'x [1] y [2] z = result'의 형식으로 주어진다. 'x', 'y', 'z'에는 무작위로 생성된 자연수 값을 주고 사용자는 'result'에 따라 식이 성립되도록 적합한 산술연산자 [1], [2] 을 선택해야 한다. 문제 생성을 위해 먼저 사칙연산 식을 무작위 생성한다. 이때 난이도를 위해 'x', 'y', 'z'의 숫자가 1에서 10 사이의 자연수를 넘지 않도록 하였다.

사칙연산 식의 생성 방법은 다음과 같다. 먼저 각 숫자, 기호들의 값, 결과값을 담은 컨테이너를 만든다. x, y, z는 무작위 생성된 숫자 값, [1]와 [2]는 플레이어가 맞춰야 할 사칙연산 기호들, result는 계산 결과값을 뜻한다.

첫 단계로 [1]와 [2]는 '+', '-', '\*', '/' 중 하나로 각각 무작위 설정한다. 이후 [1] 값을 기준으로 x와 y를 설정한다. 먼저 x를 1부터 10중 무작위 값으로 정한다. y는 [1]가 '/' 라면 나눈 값이 소수가 되어선 안 되기 때문에 x를 소인수 분해한 값 중 무작위 값으로 설정한다. 그리고 [1]가 '-'라면 음수를 피하고자 y는 1부터 x보다 작은 값 중 무작위로 설정한다. 그 이외에는 x와 마찬가지로 1부터 10중 무작위 값으로 설정한다.

두 번째 단계는 마지막 z 값을 설정하는 것이다. [2]값이 '/'일 때를 제외하면 z 값은 1부터 10 사이의 무작위 값으로 설정한다. 그리고 [2]가 '/' 이면 [1]에 들어갈 연산자에 따라서 z 값은 다음과 같이 결정된다. [1]가 '/' 이면 소수 값이 나오는 것을 피하고자 x를 y로 나누어떨어지는 값을 z로 설정한다. 그리고 [1]가 '\*' 이면 x\*y를 z 값으로 설정하며, [1]가 '-' 또는 '+'일 때 y의 소인수 중 무작위 값으로 z 값을 설정한다. z 값 설정이 끝나면 식을 계산해 result 값을 도출한다.

두 번째 단계가 끝나면 x, y, z는 1~10 사이의 자연수이며 [1], [2] 값은 '+', '-', '\*', '/' 중 하나, 결과값은 세 자리 이하의 정수가 된다.

마지막 세 번째 단계에서 중복정답을 점검한다. 완성된 식에서 [1]와 [2]값에 해당 값을 제외한 다른 사칙연산 기호들을 모두 넣어보며 식이 성립하는지 계산한다. 식이 성립한다면 해당하는 기호들을 [1], [2] 리스트에 각각 저장한다. 결과적으로 '사칙연산 식' 클래스에는 세 개의 숫자들과 두 개의 기호, 결과값으로 이루어진 식과 해당 식을 성립시키는 기호들의 리스트가 담기게 된다.

### 3.2.3 3차원 시각화와 보상

앞서 생성된 식은 인식된 메인 타겟과 머지큐브 위에 연산자, 숫자, 박스 등의 3D 오브젝트를 증강 시킴으로서 3차원 시각화한다. 그림 4는 생성된 식과 3차원 시각화를 위해 유니티에서 3D 오브젝트들을 적절히 위치한 결과이다. 카메라에 머지큐브의 각 면이 인식되면 각 면에 대응된 사칙연산 계산 및 동작이 실행된다.

Generated equation



3D Text Model



그림 4. 생성된 식과 식에 따라 만들어진 3D 텍스트 모델  
Fig. 4. Generated equation and 3D text model generated according to the equation

머지큐브의 육면에 구성된 6개의 이미지 타겟 중 4개의 이미지 타겟에 사칙연산 기호( + , - , × , ÷ ) 오브젝트 각각 할당하였다. 그리고 오브젝트가 할당된 이미지 타겟이 인식되면 화면 아래쪽에 인식된 사칙연산 기호가 나타난다. 머지큐브를 조작해 연산자를 선택하고 ‘확인’ 버튼을 누르게 되면 숫자들과 연산자가 포함된 하나의 계산식이 만들어지고 정답과 계산식의 결과값을 비교하게 된다. 비교 결과 정답이면 3D 캐릭터가 다음 디딤돌로 이동하며 오답이면 메인 타겟 우측상단에 있는 하트를 하나 감소시킨다.

3D 캐릭터는 사용자가 식을 올바르게 완성할 때마다 그림 5와 같이 이웃한 디딤돌 3D 오브젝트 위로 한 칸씩 이동하게 된다. 이동 모션은 ‘달리기’와 ‘점프하기’ 동작으로 구성되며, 다음 목적지로 이동하다가 발밑에 더 이상 디딤돌이 존재하지 않으면 점프 후 이동하게 된다. 마지막 디딤돌 3D 오브젝트에 도착하면 3D 캐릭터를 정지되고 ‘클리어’ 화면이 나타난다.



그림 5. 정답을 맞힐 때마다 다음 칸으로 이동하는 3D 캐릭터 애니메이션  
Fig. 5. Animation of the character moving to the next square with each correct answer

IV. 시 연

애플리케이션을 실행하면 그림 6과 같이 게임제목과 게임시작 버튼이 나오게 되고 게임시작을 누르면 본 게임이 시작된다.



그림 6. 시작화면  
Fig. 6. Start screen

게임을 시작하고 메インタ겟을 카메라에 인식시키면 그림 7과 같이 만들어진 게임 오브젝트들이 기기 화면에 표시된다.

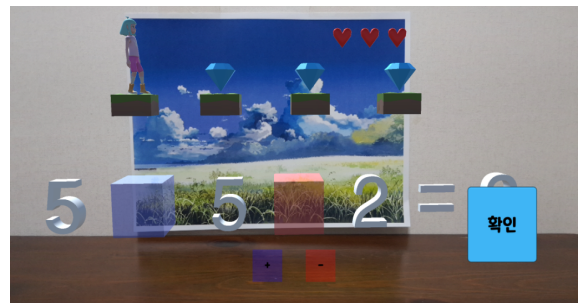
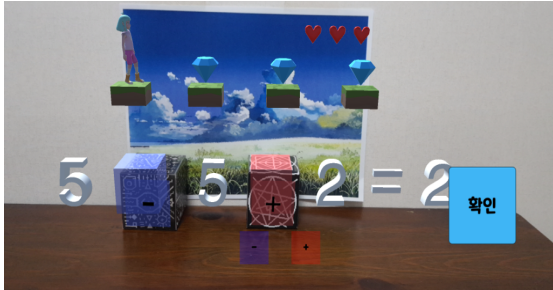


그림 7. 메インタ겟 인식 후 증강된 콘텐츠  
Fig. 7. Augmented content after recognizing the main target

그림 8은 게임 플레이 과정을 보여준다. 사용자는 그림 8(a)와 같이 머지큐브 두 개를 사용자가 돌려 원하는 부호를 인식시켜 자리에 놓고 확인버튼을 누르면 정답 여부를 확인한다. 정답이면 그림 8(b)와 같이 3D 캐릭터가 다음 디딤돌로 넘어가 보석을 얻고 다시 새로운 식이 3D 텍스트로 나타난다. 오답이면 그림 8(c)와 같이 메インタ겟 오른쪽 상단에 있는 하트가 하나 줄어든다. 그림 8(d)은 머지큐브를 이용하여 사용자가 직접 게임을 진행하는 장면을 보여준다.



(a) 머지큐브 인식 후 증강된 연산자  
(a) Augmented operators after merge cube recognition



(b) 다음 디딤돌로 이동한 3D 캐릭터  
(b) 3D character who moved to the next stepping stone



(c) 오답으로 인해 줄어든 3D 하트모델  
(c) 3D heart models reduced due to incorrect answers



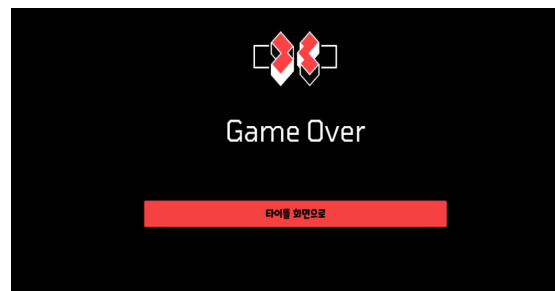
(d) 사용자 게임 진행 장면  
(d) User playing

그림 8. 게임 플레이 과정  
Fig. 8. Game play process

그림 9는 게임의 마지막 장면을 보여준다. 3D 캐릭터가 마지막 디딤돌에 도달하면, 그림 9(a)와 같은 클리어 화면이 나타난다. 그리고 하트가 모두 소진되면 그림 9(b)와 같이 게임종료 화면이 나타난다.



(a) 게임완료 화면  
(a) Clear screen



(b) 게임종료 화면  
(b) Game over screen

그림 9. 제안된 교육용 게임의 마지막 화면  
Fig. 9. Last screen of our education game

## V. 결 론

본 논문은 저학년 학생들이 사칙연산에 재미와 흥미를 느낄 수 있도록 개발된 머지큐브를 이용한 사칙연산 교육 게임을 제안하였다. 제안된 교육 게임은 사용자가 메인 타겟을 인식시켜 게임 오브젝트를 모바일 기기 화면에 출력하고 머지큐브를 통하여 상호작용 할 수 있게 하였다. 게임 구성은 총 세 번의 스테이지로 주어지며 스테이지마다 세 개의 숫자와 각 숫자 사이 두 개의 빈칸, 그리고 곱셈, 나눗셈, 뺄셈, 덧셈 연산자를 사용자가 직접 완성하게 하였다.

개발된 교육 게임은 난이도에 대한 구분 없이 무작위로 생성된 된다는 단점이 있으며, 연산자의 수가 2개 이상의 경우 저학년 학생들이 풀기에 어려움이 있을 수 있다. 향후 계획으로는 연산자의 수를 난이도에 따라 구분하고 덧셈, 뺄셈 그리고 곱셈, 나눗셈 연산자를 사용자의 학년 또는 난이도에 따라 구분하여 문제가 생성되도록 개발할 계획이다. 그리고 게임 구성 및 보상 내용에 대한 사용성 평가를 통하여 사용자의 흥미 유도과 학습효과를 확인하고 사용자의 지속적인 참여 유도할 수

있는 게임 구성을 추가할 계획이다. 끝으로 우리는 이 게임 통해 수학을 어려워하는 어린 학생들이 더욱 쉽고 재밌게 기초적인 사칙연산을 학습할 수 있기를 바란다.

## References

- [1] N. W. Kong, "Construction of Military Facilities Using 3D Printing Technology", *Review of Architecture and Building Science*, Vol. 66, No. 1, pp. 89-92, Oct. 2022.
- [2] H. N. Kim, "A Biomimetic Chip That Mimics Human Organs", *Journal of the KSME*, Vol. 59, No. 1, pp. 51-54, Feb. 2019.
- [3] S. J. Kim and H. Yoe, "Trend and Standardization of Smart Farm Technology", *The Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol. 47, No. 11, pp. 1965-1973, Nov. 2022. <https://doi.org/10.7840/kics.2022.47.11.1965>.
- [4] M. S. Cho, "Study on Development Plan for Educational Game-Based on Q Analysis of Consumer", *The Journal of Humanities and Social science*, Vol. 7, No. 2, pp. 207-228, Jan. 2016. <http://doi.org/10.22143/HSS21.7.2.10>.
- [5] M. Demirbilek and S. L. Tamer, "Math teachers' perspectives on using educational computer games in math education", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 9, pp. 709-716, Oct. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.222>.
- [6] M. Simkova, "Using of Computer Games in Supporting Education", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 141, pp. 1224-1227, Aug. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.05.210>.
- [7] J. Li, E. Spek, J. Hu, and L. Feijs, "Exploring Tangible Interaction and Diegetic Feedback in an AR Math Game for Children", In *Proc. of the 18th ACM International Conference on Interaction Design and Children (IDC '19)*, pp. 580-585, Jun. 2019. <https://doi.org/10.1145/3311927.3325333>.
- [8] S. Lee, S. Kim, S. Kim, E. Son, B. Jeong, and S. M. Choi, "CovidHunter+: Augmented Reality Defense Game Developed in Hopes of the end of COVID-19", *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 23, No. 12, pp. 2337-2344, Nov. 2022. <https://doi.org/10.9728/dcs.2022.23.2.175>.
- [9] Merge EDU, <https://mergeedu.com>. [accessed: Jan. 04, 2023]
- [10] S. Park and J. Lee, "Domestic Research Trends on Augmented Reality in Education from 2015 to 2019", *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 20, No. 1, pp. 1-23, Jun. 2020. <https://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.11.1>.
- [11] S. Ko, H. J. Kim, I. Y. Hwang, S. Lee, H. Jung, S. Im, M. Kim, J. Lim, K. Ahn, and J. Kim, "A Case Report on the Prevention of Food Poisoning by Applying Augmented Reality(AR) Game(Sik-Jung-Dok-Jop GO)", *Journal of the Korean Society of Food Hygiene and Safety*, Vol. 32, No. 1, pp. 262-266, Jan. 2017. <https://doi.org/10.13103/JFHS.2017.32.4.262>.
- [12] E. Hyun, H. Im, and M. Yoo, "Development of Mobile Application Using AR Technology for Money Education for Learners with Intellectual Disabilities-Focusing on Priority Given to the High School 'Mathematics' Subject of the 2015 Basic Curriculum", *Journal of the Korean Society of Design Culture*, Vol. 26, No. 1, pp. 547-558, Mar. 2017. <http://dx.doi.org/10.18208/ksdc.2020.26.1.547>.
- [13] K. Kim and A. Oh, "A Study on the imaginative narratives of children using Augmented Reality (AR)-based educational play content", *Journal of Children's Media & Education*, Vol. 20, No. 1, pp. 169-195, Mar. 2021. <https://doi.org/10.21183/kjcm.2021.03.20.1.169>.
- [14] M. Y. Park, W. H. Kim, H. J. Han, J. H. Ahn, and C. H. Kim, "A Preliminary Study for Development of the Electrical Construction Education Contents Using Augmented Reality", *Korean Electrical Society Conference Proceedings*, pp. 2084-2085, Jul. 2020.

- [15] U. Y. Park, "Mobile Augmented Reality for Teaching Bar Placing", Journal of the Korea Institute of Building Construction, Vol. 18 No. 1, pp. 471-477, Oct. 2018. <https://doi.org/10.5345/JKIBC.2018.18.5.471>.
- [16] PTC, "Vuforia Developer Library", <https://library.vuforia.com/getting-started/vuforia-engine-10-api>. [accessed: Jan. 04, 2023]
- [17] T. S. Kang, D. Y. Lee, and J. Kim, "Production of Digital Fashion Contents based on Augmented Reality Using CLO 3D and Vuforia", Journal of the Korea Computer Graphics Society, Vol. 26, No. 3, pp. 21-29, Jul. 2020. <https://doi.org/10.15701/kcgs.2020.26.3.21>.

### 저자소개

#### 임 원 주 (Won-Ju Im)



2019년 3월 ~ 현재 :  
경상국립대학교 컴퓨터과학부  
학사과정  
관심분야 : 증강현실, 게임

#### 황 인 태 (In-Tae Hwang)



2019년 3월 ~ 현재 :  
경상국립대학교 컴퓨터과학부  
학사과정  
관심분야 : 증강현실, 게임

#### 강 창 구 (Changgu Kang)



2010년 2월 : 광주과학기술원  
정보기전공학부(공학석사)  
2017년 8월 : 광주과학기술원  
전기전자컴퓨터공학부(공학박사)  
2018년 3월 ~ 현재 :  
경상국립대학교 컴퓨터과학부  
부교수

관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 증강현실, 인공지능