

고등학생을 위한 수학 교육용 기능성 게임 개발

이성은¹ · 우탁^{2*}

¹경희대학교 소프트웨어융합대학 소프트웨어융합학과 학사과정

^{2*}경희대학교 예술디자인대학 디지털콘텐츠학과 교수

Development of math educational serious game for high school students

Sung-Eun Yi¹ · Tack Woo^{2*}

¹Bachelor's Course, Department of Software Convergence, College of Software Convergence, Kyung Hee University, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea

^{2*}Professor, Department of Digital Contents, College of Arts and Design, Kyung Hee University, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea

[요약]

디지털 미디어를 활용한 교육은 코로나 19 확산으로 중요해졌다. 이러한 상황에 맞춰 교육용 기능성 게임에 관한 연구 또한 증가하였지만, 고등학생을 타겟으로 한 교육용 기능성 게임은 개선의 여지가 있어 보인다. 고등 교육용 기능성 게임들은 학습 문제 제시에서 개연성을 포기하는 등 게임화 요소가 부족한 부분이 존재하는데 이는 사용자의 지속적인 몰입(flow)을 깰 여지가 있다. 따라서 본 연구에서는 고등 교육용 기능성 게임에서 사용자가 지속적인 몰입을 유지할 수 있도록 게임화 요소를 추가하는 방법들을 제시하고자 한다. 그 방법으로는 학습 문제 제시에 있어서 스토리와의 개연성을 부여하는 것과 포인트와 배지 등의 게임화 기법을 활용하여 지속적인 동기 부여를 유발하는 것이 있다. 궁극적으로는 이러한 방법들을 활용하여 고등학생들이 몰입하기 좋은 교육 기능성 게임을 개발하고자 한다.

[Abstract]

Education using digital media has become important due to the spread of COVID-19. In this situation, studies on educational serious games have also increased, but educational serious games targeting high school students seem to have room for improvement. Serious games for higher education have a lack of gamification elements, such as giving up probability in presenting learning problems, which can break the user's flow. Therefore, in this study, we intend to suggest methods to add gamification elements so that users can maintain flow in serious games for higher education. Methods include giving probability to the story in presenting learning problems and using point and badge gamification techniques to create continuous motivation. Ultimately, using these methods, we develop the educational serious game that is good for high school students to immerse themselves in.

색인어 : 디지털 학습, 지속적인 몰입, 게임화, 수학 교육, 기능성 게임

Keyword : Digital learning, Flow, Gamification, Mathematics education, Serious Game

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.1.11>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 27 October 2022; **Revised** 15 November 2022

Accepted 13 December 2022

***Corresponding Author, Tack Woo**

Tel: +82-31-201-3890

E-mail: twoo@khu.ac.kr

I. 서론

비대면 교육의 필요성은 코로나 19 확산 이후로 매우 증가하였다. 바이러스의 유행 속에서 학생들이 안전하게 배울 권리를 지키기 위해서는 비대면 교육이 필수 불가결이기 때문이다. 그래서인지 공교육과 사교육 모두 비대면 교육이 빠르게 자리 잡고 있다. 그러나 비대면 교육에도 단점은 분명히 존재한다. 비대면 교육은 학습자의 참여도에 대해서 문제가 자주 제기되고 있는데, 이는 비대면 교육 시도에서는 학습자가 집중하고 있는지를 교수가 확인하기 어렵기 때문이다. 하지만 이러한 비대면 교육의 단점은 교육용 기능성 게임에서의 몰입을 활용하는 방법을 통해 해결할 수 있어 보인다.

게임에서의 몰입은 학술적으로 즉각적인 몰입(immersion)과 지속적인 몰입(flow)으로 구분할 수 있다 [1]. 칙센트 미하이에 의해 처음 제시된 지속적인 몰입인 flow는 일반적으로 제시되는 미션의 난이도와 사용자의 숙련도가 적절하게 매칭될 경우 발생하며 [2], 시간이 흐르면서도 모를 정도로 편안하게 집중하는 상태를 말한다. 본 연구에서는 일반적으로 콘텐츠에 집중하는 상태인 flow를 몰입으로 표현하고자 한다. 교육용 기능성 게임에서 설계된 지속적인 몰입은 사용자가 학습에 자발적으로 집중할 수 있도록 유도할 것이며 이는 결과적으로 교수의 관리 없이도 학습자의 참여도를 높일 수 있을 것이다.

기존의 연구에서는 이러한 교육용 기능성 게임의 효과성에 대한 검증이 이루어져 왔다. 윤희섭의 기능성 게임 분석 및 보완점 연구에서는 고등학생 55명을 대상으로 교육용 기능성 게임의 효과성 측정을 진행하였는데, 사후 시험의 평균 점수가 사전 시험보다 높게 나오는 결과를 확인할 수 있었다 [3]. 또한 이은혜가 진행한 수학 교육용 기능성 게임을 사용해본 중학생을 대상으로 한 설문조사에 따르면 90%가 넘는 학생들에게서 학습에 대한 동기 유발이 이루어짐을 알 수 있었다 [4]. 이처럼 기능성 게임이 사용자에게 동기를 유발하는 점은 학습 이탈률을 줄이는 것에 크게 효과적일 것이다. 특히나 고등 수학 교육은 높은 학습 난이도로 인해 학생들의 이탈률이 매우 높는데, 수학 교육용 기능성 게임을 활용한다면 이들에게 학습에 대한 동기를 유발할 수 있을 것이며 동시에 학습 이탈률 또한 줄일 수 있을 것이다.

그러나 현재까지의 교육용 기능성 게임은 고등 수학에서 활용하기에는 개선할 부분이 있어 보인다. 김준우와 임광혁이 진행한 수리계획법 학습을 위한 부분집합총합문제 기반 퍼즐 게임 개발에서는 교육용 기능성 게임을 아동 대상 콘텐츠와 고등 교육을 위한 콘텐츠로 분류하였는데, 대중적인 흥미를 유발하기 힘들어 오락 요소가 상대적으로 약하다는 점과 학습 내용을 전달하는 방법이 텍스트 위주로 제공되기 쉽다는 점을 고등 교육용 기능성 게임이 극복해야 할 문제라고 언급하였다 [5]. 이러한 고등 교육용 기능성 게임의 부족한 게임화 요소는 흥미 유발이 적고 동기 유발이 적게 되며 그 결과 사용자의 몰입 또한 유지되기 힘들어 보인다. 따라서 고등학생

들이 교육용 기능성 게임을 활용하여 학습하기 위해서는 부족한 게임화 요소를 추가하여 기존의 교육용 기능성 게임의 몰입도를 개선할 필요가 있어 보인다. 이를 위해서 먼저 수학 교육용 기능성 게임의 대표사례를 분석하여 기존의 수학 교육용 기능성 게임들의 게임화 요소를 분석하여 사용자의 몰입을 어떻게 유도했는지를 알아볼 필요가 있다.

II. 수학 기능성 게임 대표사례 분석

국내에도 여러 수학 교육용 기능성 게임 개발이 이루어졌다. 먼저 연령대를 중고등학생, 초등학생 그리고 유아로 나누어서 수학 교육용 기능성 게임들을 분류하였고 그중 상용화하거나 성공했던 사례들을 조사하였다. 그 결과 노리(KnowRe), 수학의 왕(King of Math) 그리고 공룡수학(Dinosaur Math)의 사례가 각 연령대의 대표사례로 선정되었고 이후 선정된 사례들이 사용자의 몰입을 어떻게 유도했는지를 분석해보고 개선할 부분이 있는지를 살펴보았다.

2-1 수학 교육용 기능성 게임 대표사례

1) 노리(KnowRe)

그림 1의 노리는 인공지능을 활용한 LMS (Learning Management System) 서비스이다. 대상 학년은 고등학생까지 포괄하며 실제로 미국의 중학교와 고등학교에서 상용화가 실시되었다 [6]. 노리는 학습 동기를 부여하기 위해 게임의 요소를 일부 채택했는데, 문제들을 챕터별로 나누어 단계(Stage)별로 나뉜 구역에 배치한 것이 그것이다. 이렇게 단계별로 문제를 나눈 게임 메커니즘은 사용자가 수학 문제를 난이도 순서로 자연스럽게 학습할 수 있게끔 하였고 그 결과 사용자의 몰입을 잘 유도하였다. 다만 아쉬운 점은, 단계 내로 입장했을 때 문제 제시과정에서 게임의 요소가 부족하다는 점이다. 만약 문제 제시과정에 게임의 요소를 추가한다면 사용자의 몰입을 더 끌어낼 수 있을 것으로 보인다.



그림 1. 노리 [6]
Fig. 1. KnowRe [6]



그림 2. 수학의 왕[7]
Fig. 2. King of Math[7]



그림 3. 공룡수학[8]
Fig. 3. Dinosaur Math[8]

2) 수학의 왕(King of Math)

그림 2의 수학의 왕은 초등학생을 대상으로 한 레드큐브에서 개발한 수학 교육용 기능성 게임으로 실제 청명초등학교에서 교과 학습용 기능성 게임 시범 수업에 활용되었던 적이 있다[7]. 단원별로 학습원리 이해, 몬스터 퀘스트, 그리고 문제 풀기의 단계로 구성되어 사용자가 몰입할 수 있도록 개발되었다. 아쉬운 점은 게임을 지속해서 플레이하며 사용자가 계속 학습할 수 있도록 하는 요소가 부족하다는 점이다.

3) 공룡수학(Dinosaur Math)

그림 3의 공룡수학은 아이용 수학 교육 게임으로 Yateland - Learning Games For Kids에서 개발하였다[8]. 타겟 유저는 2-6세 유아로, 아이들이 이해하기 쉽도록 직관적인 사용자 인터페이스를 제공하는데 이러한 크고 직관적인 사용자 인터페이스는 유아들이 몰입하기 좋아 보인다. 하지만 이는 타겟 유저의 연령대가 올라가면 오히려 몰입이 깨질 여지가 충분하다고 보인다.

2-2 수학 교육용 기능성 게임 대표사례 정리

수학 교육용 기능성 게임 대표사례를 조사해본 결과 상용화된 사례들은 기능성 게임의 특성을 잘 살렸음을 알 수 있다.

각 사례에 대하여 사용자의 몰입을 유지하는 방법에 대한 장단점을 분석하여 표 1과 같이 정리하였다.

표 1에서 대표사례 노리의 장점을 보면 게임에서의 단계 시스템이 수학 교육과 잘 어우러진다는 것을 알 수 있다. 단계 시스템(Stage System)이란, 게임이 사용자가 게임에 적응할 때마다 더 어려운 다음 난이도를 제시하는 과정에서 단계별로 구역을 나누는 게임 메커니즘을 말한다. 단계 시스템의 특성상 다음 단계로 넘어갈수록 게임의 난이도는 점차 어려워지는데, 이러한 시스템은 수학을 학습하는 데 활용되기 좋아 보인다. 왜냐하면 이는 단계별로 점차 어려운 단원을 학습하는 수학의 교육과정이 게임의 단계 시스템과 유사성을 보이기 때문으로 보인다.

물론 대표사례에는 장점만 있는 것이 아니다. 대표사례 분석 중 단점을 보면 몰입을 깰 수 있는 요소가 있다는 점이 있다. 학습 관리 시스템에는 존재하는 게임화 요소가 문제 제시 과정에는 부족해 보인다. 예로 노리의 경우, 다음 문제를 선정할 때 단계로 나뉜 지역을 제시하면서 다음 지역으로 가서 문제를 풀고 싶게끔 유도하는 등 학습 관리 시스템에는 게임화 요소를 넣었지만, 막상 단계 내로 들어가면 게임화 요소 없이 갑작스럽게 문제를 제시한다. 이렇게 문제 제시과정에 게임화 요소가 부족하면 사용자가 유지하던 몰입이 깨지게 되므로 집중 상태 또한 풀리게 될 것이다. 따라서 문제 제시과정에도 게임화 요소를 넣어 사용자가 몰입을 지속할 수 있게끔 도움 필요가 있다. 또한 대표사례에서는 지속적인 동기 부여를 유발하는 요소도 부족해 보인다. 동기 부여를 유발하지 못한다면 사용자의 몰입이 깨질 수 있고 이는 학습 이탈률이 높아질 수 있음을 의미한다. 따라서 동기 부여를 유발할 수 있는 게임화 요소를 추가해서 사용자가 지속해서 학습할 수 있도록 개선한다면 더욱 몰입이 유지가 잘 되는 기능성 게임을 개발할 수 있을 것이다.

표 1. 기능성 게임 대표사례들 장점 및 단점

Table 1. Serious Game Representative Cases Advantages and Disadvantages

Representative Case	Advantages	Disadvantages
KnowRe	-Learning objectives are separated into stages -Learning objectives divided into stages harmonize well with math curriculum	-The contents in the stage has only simple problem solving -Sudden shift to problem solving has the potential to break user flow
King of Math	-Math curriculum seamlessly blends into the game's combat system	-Lack of lasting motivation to keep player to play the game
Dinosaur Math	-Presents a concise UI that children can intuitively understand -Intuitive and concise goal presentation	-The in-game goal is too concise for older students to play

대표사례의 노리와 같은 소수를 제외하고 대다수의 수학 교육용 기능성 게임은 타겟 유저의 연령대가 유아 또는 초등 학생으로 낮고, 높아도 중학생까지만 한정하고 있다. 왜냐하면 고등 교육용 기능성 게임은 학습 내용이 어려워 사용자가 몰입하기 어렵기 때문이다. 그 결과 대부분의 고등 교육용 기능성 게임은 학습 내용을 제시할 때 게임화 요소가 부족하다 [5]. 실제로 고등학생을 타겟 유저로 하는 노리의 사례의 경우에는 게임화 요소를 최소화한 것을 볼 수 있다. 그러므로 기존의 기능성 게임보다 몰입을 더 잘 유지할 수 있도록 게임화 요소를 추가하여 게임을 개발할 수 있다면 고등학생들 또한 몰입을 통한 학습이 가능할 것이다. 여기서 몰입의 상태를 더 잘 유지하도록 기존의 기능성 게임을 개선하는 방법으로는, 문제 제시과정에서 스토리와의 개연성을 추가하는 방법과 배지와 포인트 등의 게임화 요소를 추가하는 것이 있다.

III. 학습 몰입도 향상

기존사례의 단점은 크게 2가지로 요약할 수 있다. 문제 제시 과정에서의 개연성 부족과 지속적인 동기 부여 부족이 그것이다. 학습 내용제시에 개연성이 부족한 점은 사용자의 몰입을 깰 수 있기 때문에 이를 개선하여 사용자의 몰입을 방해하지 않도록 할 필요가 있어 보인다. 그리고 지속적인 동기 부여는 사용자의 학습 이탈률을 줄여줄 것으로 예상하기 때문에 개선할 필요가 있어 보인다. 따라서 이러한 점들을 개선하여 고등 학생을 위한 수학 교육용 기능성 게임을 개발해보고자 한다.

3-1 문제 제시과정에서의 개연성 향상

대표사례들은 문제 제시과정에서 콘텐츠의 스토리와의 개연성이 부족하였다. 기능성 게임에서의 개연성은 상황에 대한 맥락이 자연스러운지를 보고 알 수 있다. 하지만 대표사례에서는 문제를 아무런 맥락 없이 제시하여 상황이 부자연스럽고 그 결과 사용자는 개연성이 없다고 느끼기 쉬웠다. 이러한 부족한 개연성은 사용자의 몰입을 깨뜨리고 자연스럽게 사용자의 집중도 또한 낮추게 된다.

상황에 대한 맥락은 교육용 기능성 게임 뿐만이 아니라 기존의 교육에서도 그 중요성이 제시되었다. Lave와 Wenger가 제시한 상황 인지(Situated Cognition)에 따르면, 지식은 환경과 상황에서 온다고 하였는데 그들은 상황 인지 이론(Situated Cognition Theory)을 통해 실제와 비슷한 환경에서의 학습은 그렇지 않은 것보다 학습 목표를 더 명확하게 인식할 수 있다고 하였다[9]. 콘텐츠에서 자연스러운 맥락 제시를 통해 사용자가 더 명확하게 학습 목표를 인식할 수 있게 한다면 학습에 대한 집중력 또한 자연스럽게 높아질 것이다. 그러므로 교육용 기능성 게임은 문제 제시과정에서도 맥락을 자연스럽게 유지하여 개연성을 유지할 필요가 있다. 이렇게 유지한 개연성은 사용자가 학습 목표를 더 명확하게 인식하

게끔 하여 집중도를 높이고 유도할 수 있을 것이다.

이를 위해 본문에서는 맥락에 맞게 문제를 제시할 수 있도록 전당포 형식의 게임을 개발하고자 한다. 전당포 형식의 게임은 손님들의 물건을 싸게 사서 비싸게 팔아 이윤을 남기는 형식을 취하고 있다. 이때 아이템을 싸게 사거나, 비싸게 판매하는 과정에 독특한 시스템을 넣는데 이것이 전당포 게임의 핵심 요소이다. 본문에서는 이 시스템에 자연스럽게 수학 문제를 녹여내려 문제 제시과정에 개연성을 높이고 사용자의 몰입도 끌어내고자 한다. 구체적으로는 사용자가 구매한 아이템을 감정할 때 수학 문제를 풀도록 만들 것이다. 제시된 문제를 정확하게 풀어내야만 아이템을 비싸게 팔 수 있도록 하여 사용자에게 문제를 해결하고자 하는 동기를 부여할 것이다. 이러한 메커니즘을 활용하여 맥락에 맞게 문제를 제시하여 사용자가 목표를 명확하게 인식하고 게임에 몰입할 수 있도록 유도하고자 한다.

3-2 지속적인 동기 유발

사용자들이 게임을 지속해서 플레이하기 위해서는 게임을 계속할 수 있도록 동기를 유발하여야 한다. 이를 해결하기 위해 한국어 교육을 위한 게임화 방법론 연구에서 제안한 GLMS (Gamified Learning Management System)을 도입하고자 한다[10].

권중산과 우탁은 한국어 교육을 위한 게임화 방법론 연구에서 12가지의 게임 요소를 분석하고 이를 운영적 측면, 실행적 측면, 그리고 자기 표현적 측면으로 분석하였는데, 운영적 측면은 포인트, 매니지먼트, 배지, 리더보드, 커뮤니티 그리고 보상으로, 실행적 측면은 대결, 미션 수행, 레벨 그리고 시간 제한, 마지막으로 자기 표현적 측면은 캐릭터 꾸미기, 그리고 아이템으로 분류하였다[10]. GLMS은 이중 게임의 운영적 측면 또는 자기 표현적 측면을 활용하여 학습을 지속적으로 할 수 있도록 관리하는 시스템이다. 기존의 LMS와는 다르게, GLMS은 성적과 진도, 출석 등에 비중을 두지 않고 사용자를 위한 동기 부여와 즉각적인 피드백에 중점을 두었다[10]. GLMS의 실질적인 효과에 대한 연구도 존재한다. Kaplan University에서는 Badgeville사의 게이미피케이션 플랫폼을 활용한 GLMS을 사용하였다. 이 프로그램은 학생들의 활동에 대한 보상으로 배지를 제공하고 보드에서 자신들의 배지를 확인할 수 있게 하였다. 그 결과 기존에는 높았던 학생들의 학습 이탈률이 16%나 감소하였고 학습에 보낸 시간 또한 9% 증가하였다[11].

따라서 GLMS에서 제시하는 운영적 측면의 요소인 포인트와 배지 시스템을 도입하여 사용자의 학습 몰입도를 개선하고자 한다. 구체적으로는 사용자가 전당포를 운영하면서 얻은 이윤을 누적해서 기록하고 그에 비례하여 배지를 제공할 예정이다. 이렇게 개선된 학습 몰입도는 사용자의 집중력을 높여줄 것이고 학습 이탈률도 감소시켜 비대면 교육의 단점인 어느 정도 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

IV. 수학 교육용 기능성 게임 개발

앞서 기능성 게임의 몰입을 높이는 방법으로 두 방법을 제시하였다. 문제 제시과정에서 개연성을 추가하는 것과 GLMS의 포인트와 배지 시스템을 도입하여 지속적인 동기 부여를 유발하는 것이 그것이다. 지금부터 이 두 가지 방법을 사용한 고등학생을 위한 수학 교육용 기능성 게임을 개발하고자 한다.

4-1 게임 개요

가제는 Pawnshop Saga로 전당포 이야기라는 뜻이다. 테마는 '수학을 재밌게'로 작명하였다. Windows 기반 PC 플랫폼에서 개발할 것이며, 장르는 경영 시뮬레이션이다. 타겟 유저는 고등학생으로, 이중 확률과 통계를 학습하고자 하는 학생들로 구체화하였다.

4-2 게임 메커니즘

사용자의 목표는 전당포를 운영하여 손님들에게 아이템을 싸게 사서 비싸게 팔아 이익을 내는 것이다. 사용자가 매입한 물건을 더 비싸게 판매하기 위해서는 감정이라는 게임 메커니즘을 이용해야 한다. 감정 메커니즘은 그림 4의 플로우 차트와 같이 게임 내에서 활용된다. 사용자는 먼저 손님에게서 물건을 구매한다. 이후 사용자는 아이템을 감정하는데 여기서 감정이 성공하면 물건의 값어치가 오르고, 그렇지 못하다면 물건의 가치는 떨어진다. 감정 후 바뀐 물건의 가치를 토대로 사용자는 물건을 판매하고 구매했던 가격과의 차익을 얻게 된다. 이렇게 얻은 차익은 리더보드에도 누적해서 기록되며 그에 상응하는 메달 또한 부여된다. 사용자가 감정에 성공하기 위해서는 수학 문제를 풀어야 한다. 즉, 문제 풀이에 성공하면 감정이 성공하고 실패하면 감정이 실패하는 것이다.

표 2. 물건의 속성에 대한 감정 등급
Table 2. Level of Item Attributes

Attribute	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
Material	Ruined	Common	Processed	Rare
Quality	Poor	Normal	Good	Best
Year	Very Old	Aged	Young	Newest
Fame	Unknown	Common	Famous	Legendary
Brand	Fake	Ordinary	Luxury	High-End

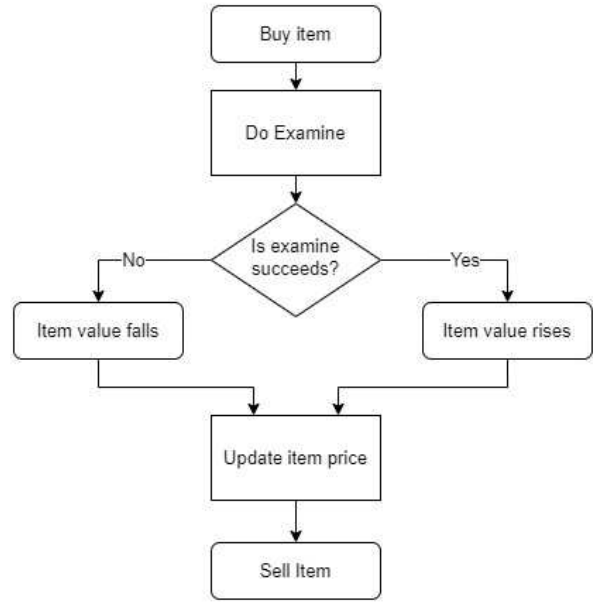


그림 4. 게임 메커니즘 플로우 차트
Fig. 4. Game Mechanism Flowchart

물건은 기본적으로 5가지의 속성(Attribute)이 있다. 표 2와 같이, 재질(material), 품질(quality), 년도(year), 명성(fame) 그리고 브랜드(brand)의 5가지의 속성이 그것이고 각 속성에 대해 사용자는 감정을 진행할 수 있다. 감정을 완료한 물건은 속성별로 1부터 4까지의 감정 등급을 가진다. 1 단계는 실패한 감정 등급, 그리고 2부터 4까지는 감정에 성공한 등급이며 등급이 높을수록 물건에 더 비싼 값이 매겨진다. 감정 성공 시에는 물건에 2부터 4까지 랜덤한 등급을 부여하여 게임화 요소를 강화하였다. 각각의 속성에 대한 감정 등급은 표 2와 같다. 재질은 ruined, common, processed 그리고 rare 순으로 감정 등급이 높다. 품질은 poor, normal, good 그리고 best 순으로, 년도는 very old, aged, young, newest, 명성은 unknown, common, famous 그리고 legendary, 마지막으로 브랜드는 fake, ordinary, luxury 그리고 high-end 순으로 감정 등급이 높다.

이 게임의 단계는 확률과 통계의 소단원들로 구성되어 있다. 첫 번째 단계에는 경우의 수, 두 번째는 순열과 조합, 세 번째는 이항정리, 네 번째는 확률 그리고 마지막은 확률분포와 통계적 추정으로 구성되어 있다. 첫 단계에서는 하나의 속성, 재질에 대해서만 감정이 가능하지만 이후 다음 단계에 진입할 때마다 새로운 속성에 대한 감정 방법이 해금된다. 예로, 두 번째 단계에서는 품질이라는 속성을 감정할 수 있게 된다. 여기서 품질을 감정하는 방법은 순열과 조합 단원과 관련된 수학 문제를 푸는 것이다. 이전 단계에서 해금한 새로운 속성에 대한 감정 방법은 다음 단계에서도 사용할 수 있으므로 다음 단계에 갈수록 감정할 수 있는 물건의 속성이 늘어난다. 이러한 게임 메커니즘은 사용자가 이전 단원에 대해 복습할 수 있도록 유도해줄 것으로 기대한다.

게임 내 재화는 돈(Money)과 구독자(Subscribers)가 있다. 돈을 통해서 사용자는 감정을 다시 할 수 있는 기회를 얻을 수 있다. 감정을 다시 한다는 것은 문제를 다시 푸는 것을 의미하므로 사용자는 이를 통해 오답 문제 풀이를 할 수 있을 것이다. 구독자는 다음 단계를 해금할 수 있는 재화로 사용되며 사용된 이후에도 그 수는 유지된다.

4-3 게임 스토리

게임의 스토리는 개연성을 부여하는데 필수적인 요소이다. 스토리는 타겟 유저, 즉 고등학생들이 자신을 투영하기 좋게 하여 몰입할 수 있도록 하였다. 게임의 스토리는 부모로부터 전당포를 물려받은 고등학생 주인공으로부터 시작한다. 물려받은 전당포는 망해가고 있으며 전당포를 살리기 위해 주인공은 유튜브를 통해 홍보도 시작한다. 고등학생 주인공은 타겟 유저가 자신을 투영하기 좋을 것이며 결과적으로 사용자가 몰입하기 좋을 것이다. 또한 고등학생의 주요 관심사 키워드 중 하나인 유튜브를 게임 시스템으로 도입하여 마찬가지로 사용자의 몰입도를 높이고자 하였다.

4-4 게임 미적 요소

게임 내 예상 이미지는 그림 5와 유사하다. 그림 5는 우산 금지(No Umbrellas Allowed)의 인 게임 이미지로 전당포 장리의 대표적인 게임이다. 게임의 메인 화면은 물건을 올려 놓을 수 있는 탁자가 존재하고 사용자의 반대편에는 손님이 있다. 구매한 물건들은 다른 사용자 인터페이스에서 확인할 수 있도록 하였다. 이러한 화면 구성을 참고하여 게임 내 이미지를 구현하고자 한다. 우산 금지에는 조력자가 존재하는데, 그림 5에서 우측에 있는 로봇이 그것이다. 조력자는 사용자가 물건을 사거나 감정할 때 도움이 되는 튜토리얼의 역할을 한다. 개발할 게임에서는 이 로봇을 핸드폰으로 대체하고자 한다. 이를 통해 사용자가 원할 때 핸드폰을 확인하여 아이템을 사거나 감정할 때 도움이 되는 정보, 여기서는 문제 풀이에 필요한 수학 개념을 제공하도록 할 것이다.



그림 5. 우산 금지 스크린샷[12]
Fig. 5. No Umbrellas Allowed Screenshot[12]

4-5 플로우 차트와 구현 이미지

게임의 플로우 차트는 크게 그림 6과 같이 표현할 수 있다. 게임의 화면은 타이틀 화면, 메인 화면, 가방 화면, 감정 화면, 감정 방법 설명화면, 상점 화면, 그리고 점수 화면으로 구성된다. 가방 화면에서는 물건 정보가 담겨있는 사용자 인터페이스가 존재하며 그 외의 화면을 구성하고 있는 요소에 대한 설명은 구현 이미지와 함께 제시하고자 한다.

게임 개발 및 구현에 사용된 플랫폼은 Unity 2020.3.19. f1 버전으로 개발된 게임은 windows 10 운영체제 기반 PC 환경에서 플레이할 수 있다. 개발 언어는 C#이며, 게임 리소스 중 텍스처는 폴리헤본에서[13], 3D 에셋은 유니티 에셋 스토어[14]-[16], 그리고 사용자 인터페이스에 필요한 2D 에셋은 kenney 블로그[17]에서 배포 중인 것을 사용하였다. 그 외의 필요한 3D 에셋은 Maya 소프트웨어로 제작하였다. 게임 사운드 리소스 중 환경을 및 효과음은 freesfx[18]-[19] 웹 사이트와 kenney 블로그에서, 배경음악은 unminus[20]- [21] 웹 사이트에서 제공하는 것을 사용하여 개발하였다.

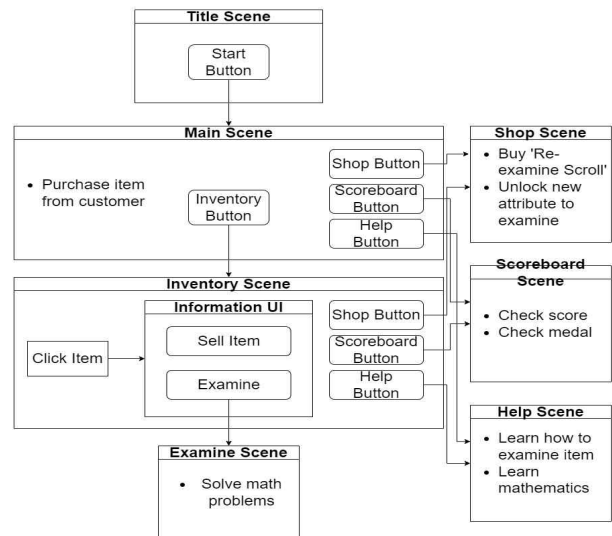


그림 6. 플로우차트
Fig. 6. Flowchart

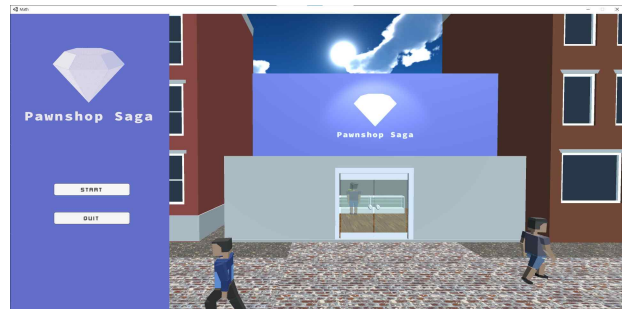


그림 7. 타이틀 화면
Fig. 7. Title Scene



그림 8. 메인 화면
Fig. 8. Main Scene

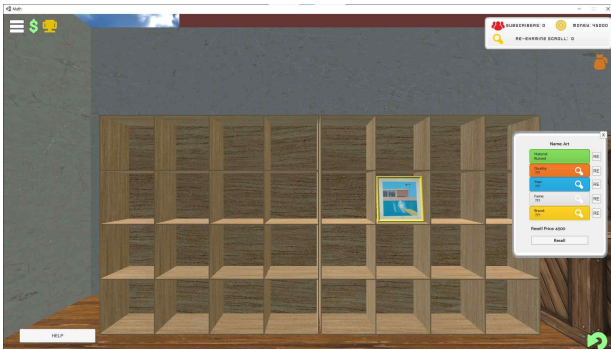


그림 9. 가방 화면
Fig. 9. Inventory Scene

그림 7은 타이틀 화면의 모습이다. 좌측의 시작(start) 버튼을 눌러 게임을 시작할 수 있고, 종료(quit) 버튼을 통해 게임을 종료할 수 있다. 행인들을 상점 앞에 배치해 사용자가 볼 수 있게끔 하였다. 이는 사용자가 상점 주인으로 몰입하는 것에 도움이 될 것이다. 타이틀 화면에서 시작 버튼을 누르면 그림 8과 같은 메인 화면으로 진입할 수 있다. 이 화면에서는 랜덤한 시간에 손님이 방문하고, 유리 진열장 위에 판매하고자 하는 물건을 올려놓는다. 손님이 판매하고 싶은 가격은 우측 하단에 물건 이름과 함께 보여지고, 사용자는 구매(purchase) 버튼을 눌러 물건을 구매할 수 있다. 우측 상단의 가방 버튼을 누르면 그림 9와 같은 가방 화면에 진입할 수 있다. 여기서는 앞서 구매한 물건들을 확인할 수 있다. 구매한 물건을 클릭하면, 그림 9와 같이 좌측에 물건의 정보 담긴 사용자 인터페이스가 나타난다. 이를 확대하면 그림 10의 좌측의 정보 사용자 인터페이스와 같은데, 이는 5가지의 속성을 보여주며 각각의 속성에 대해서 사용자는 돋보기 버튼을 눌러 감정을 할 수 있다. 감정을 진행하게 되면 그림 10의 우측과 같은 사용자 인터페이스가 생성된다. 상단에는 풀어야 할 수학 문제가, 하단에는 정답을 입력할 수 있는 입력란이 생성된다. 여기서 올바르게 문제를 푼다면 감정에 성공하게 되며, 그 속성에 랜덤한 값의 감정 단계가 부여되며 물건의 가치가 오른다. 만약 문제 풀이에 실패하면 그 속성에는 제일 낮은 값의 감정 단계가 부여되며 물건의 값어치는 감소한다.

만약 사용자가 문제를 풀기 어려웠다면 좌측 하단의 help 버튼을 눌러 그림 11의 왼쪽과 같은 핸드폰 사용자 인터페이스를 띄울 수 있다. 사용자는 5가지 속성이 적힌 버튼 중 필요한 버튼을 눌러 그림 11의 우측과 같이 필요한 학습 개념을 볼 수 있다. 이렇게 학습 개념을 핸드폰 화면에 넣어 자연스러운 상황 제시를 구현하여 사용자의 몰입이 깨지지 않도록 하였다.

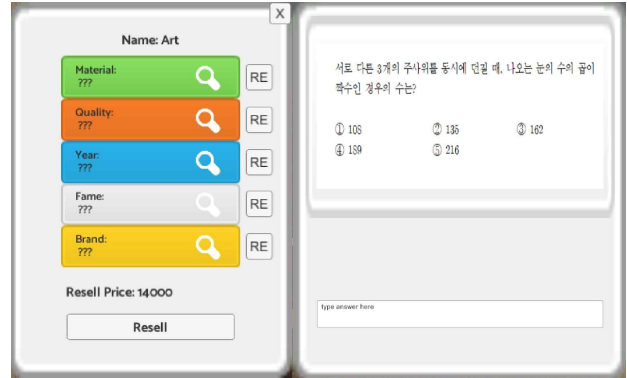


그림 10. 정보 UI와 감정 화면
Fig. 10. Information UI and Examine Scene

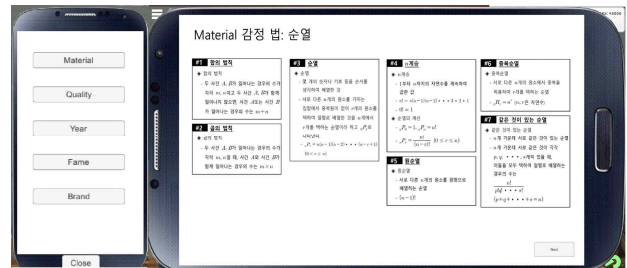


그림 11. 감정 방법 설명화면
Fig. 11. Help Scene

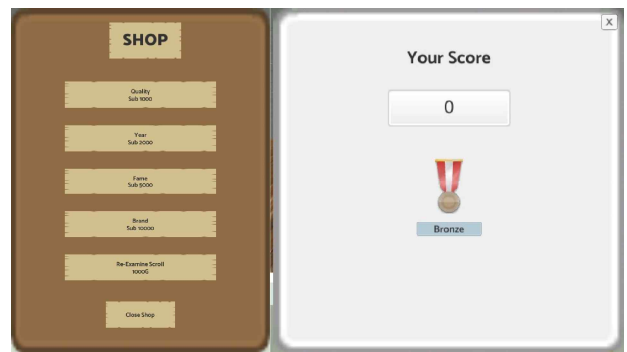


그림 12. 상점 화면 그리고 점수화면
Fig. 12. Shop Scene and Scoreboard Scene

그림 12 좌측의 상점 화면은 좌측 상단의 달러 모양의 버튼을 통해 언제든지 진입할 수 있다. 여기서는 단계의 해금, 또는 감정에 실패한 물건에 대해 재감정의 기회를 얻을 수 있다. 단계의 해금을 구매하기 위해서 사용자는 구독자 재화가 필요하다. 사용자는 초기에 5가지 속성 중 하나에 대해서만 감

정을 진행할 수 있는데 게임을 진행하면 할수록 구독자(Subscribers)의 수치가 늘어난다. 구독자 수가 필요량을 넘기면 사용자는 상점에서 새로운 속성을 해금할 수 있고 더 많은 속성에 대해 감정을 진행할 수 있다.

사용자는 게임을 진행하면서 문제 풀이에 실패하며 감정에 실패하는 일이 많을 것이다. 여기서 사용자는 실패한 감정을 초기화하여 문제를 다시 풀고 싶어 할 것인데, 이때 필요한 것이 재감정 스크롤(re-examine scroll)이다. 이것은 상점 화면에서 돈을 사용하여 구매할 수 있으며 우측 상단 사용자 인터페이스에 보유중인 수량이 표시된다. 재감정 시스템은 틀린 수학 문제를 사용자가 자발적으로 다시 풀 수 있도록 유도하기 때문에 그 과정에서 개연성이 높아 사용자의 몰입을 해치지 않는다. 이러한 메커니즘은 자연스럽게 사용자에게 오답 풀이를 할 수 있도록 유도할 것이다.

그림 12 우측의 점수 화면에서는 누적해서 얻은 판매액의 총합을 알 수 있다. 이 성적은 GLMS의 운영적 측면 중 포인트를 활용한 것으로, 사용자가 자신의 학습량을 직관적으로 확인할 수 있다. 또한 GLMS의 운영적 측면 중 배지 요소도 포함하였다. 사용자는 자신의 판매액에 따라 배지를 얻을 수 있으며 더 많은 점수를 얻을수록 배지의 등급 또한 올라간다. 이러한 GLMS의 게임적 요소를 통해 사용자에게 지속적인 동기 부여를 유발할 수 있을 것으로 기대한다.

V. 결 론

지금까지 기존의 수학 교육용 기능성 게임을 개선한 게임을 개발하였다. 기존의 수학 교육용 기능성 게임에는 크게 두 가지의 개선할 부분을 확인할 수 있었다. 첫 번째로는 문제 제시과정에서 맥락이 없어 개연성이 부족하다는 점이고, 두 번째로는 지속적인 동기 부여 요소가 부족하다는 점이었다. 먼저 문제 제시과정에서의 부족한 개연성은 전당포 게임의 양식을 빌려 해결하였다. 물건을 감정할 때 제시되는 수학 문제는 자연스러운 맥락 속에 제시되고 이는 상황 인지 이론에 부합하는 것으로 보인다. 이를 통해 사용자가 학습 목표를 명확하게 인지하고 게임에 몰입을 유지할 수 있을 것으로 예상된다. 다음으로 부족한 지속적인 동기 부여는 GLMS 개념을 활용하여 추가하였다. 플레이하면서 쌓이는 점수와 일정 점수를 달성할 때마다 주어지는 메달은 지속적인 학습 동기를 충분히 유발해줄 것으로 예상된다.

또한 기존의 수학 교육용 기능성 게임에서 좋은 결과를 보여준 단계 형식은 개발한 게임에도 효과적일 것으로 예상된다. 단계 시스템을 이용한 덕분에 자연스럽게 심화 과정을 유도할 수 있었다고 생각한다. 이전 단계의 문제가 계속 나오는 점도 사용자가 이전 단위의 개념을 잊지 않도록 복습해주는 효과를 줄 수 있었다. 개발한 수학 교육용 기능성 게임은 확률과 통계 과목만을 다루었지만, 단계를 다른 과목의 단위로 교체한다면 다른 수학 과목에서도 활용할 수 있을 것이다.

이때 단계의 순서는 교육과정의 순서와 비슷해야 할 것이다. 만약 순서가 바뀐다면 선수과목 없이 학습을 시도해야 하는 상황이 발생할 수 있기 때문이다.

게임 메커니즘 중 재감정 시스템은 수학 교육의 필수 요소인 오답 풀이를 자발적으로 유도해줄 것으로 보인다. 문제 풀이에 실패하여 물건의 가치가 떨어진다면 사용자는 기꺼이 문제를 다시 풀어 물건 가치를 복원시키고자 할 것이기 때문이다. 이러한 과정은 스토리와의 개연성을 해치지도 않기에 사용자는 오답 풀이를 하면서도 지속적인 몰입을 유지할 수 있을 것이다.

아쉬운 점은 GLMS에서는 운영적 측면과 자기 표현적 측면을 활용하는 것을 제시하였는데 개발한 게임은 자기표현적 측면이 부족하다는 점과 아직 효과성 검증이 이루어지지 않았다는 점이다. GLMS에서는 주변 환경을 꾸밀 수 있는 요소나 아이템 등의 게임의 자기 표현적 측면을 추가한다면 사용자의 참여를 더 끌어낼 수 있다고 하였는데[10] 추후 이러한 부분을 추가할 필요가 있어 보인다. 이때 추가적인 꾸미는 요소를 게임에 추가시키기 위해서는 더 많은 예셋이 필요하므로 비용을 고려하여 적절히 추가하여야 할 것이다. 개발한 기능성 게임은 추후 고등학생을 대상으로 테스트하여 효과성을 검증할 것이다. 테스트 내용은 개선된 수학 교육용 기능성 게임이 기존 기능성 게임에 비해 고등학생들이 몰입을 얼마나 더 잘 유지할 수 있는지가 중점이 될 것이다.

참고문헌

- [1] C. Yun and T. Woo, "Research on the Game Elements and Mechanism that Affect the Game Overindulgence and Addiction", *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 6, pp. 131-142, Dec. 2018.
<http://doi.org/10.7583/JKGS.2018.18.6.131>
- [2] M. Csikszentmihalyi, *Creativity: Flow and the psychology of discovery and invention*, Harper Perennial, New York, May 1997.
- [3] H. Yoon, "A Study on Analysis of a Serious Game: A Online Game "Allep"", *Journal of The Korean Society for Computer Game*, Vol. 24, No. 2, pp. 33-42, Jun. 2011.
- [4] E. Lee, *A study on development of mathematic edutainment for middle and high school student : fits the curriculum of the middle school*, Master's Thesis, Chung-Ang University, Seoul, Feb. 2016.
- [5] J. Kim and K. Im, "Developing a Subset Sum Problem based Puzzle Game for Learning Mathematical Programming", *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 13, No. 12, pp. 680-689, Dec. 2013.
<https://doi.org/10.5392/JKCA.2013.13.12.680>
- [6] Adaptive Math Learning Platform KnowRe Raises \$6.8M,

- techcrunch, Oct. 2014. [Internet]. Available: <https://techcrunch.com/2014/10/22/knowre-seriesa/>
- [7] Ministry of Culture, Sports and Tourism, first public demonstration class using serious games in elementary school, moreunikka, Nov. 2013 [Internet]. Available: http://www.moreunikka.com/sub_read.html?uid=1692
- [8] Dinosaur Math, Yateland - Learning Games For Kids, released on the Google Play [Internet]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.imayi.dinomath&hl=ko&gl=US>
- [9] J. Lave and E. Wenger, "Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation", *Cambridge University Press*, Cambridge, Dec. 1991.
- [10] C. Kwon and T. Woo, "A Research on Gamification Methodology for Korean Language Education", *Journal of Korea Game Society*, Vol. 13, No. 1, pp. 61-74, Feb. 2013. <http://doi.org/10.7583/JKGS.2013.13.1.61>
- [11] How gamification improved student engagement for Kaplan University, CIO, Jun. 2014. [Internet]. Available: <https://www.cio.com/article/206307/how-gamification-improved-student-engagement-for-kaplan-university.html>
- [12] Steam, No Umbrellas Allowed, Hoochoo Game Studios [Internet]. Available: https://store.steampowered.com/app/1301390/No_Umbrellas_Allowed/
- [13] Poly Haven Textures [Internet]. Available: <https://polyhaven.com/textures>
- [14] Unity Asset Store, Simple Urban Buildings Pack 1, Rune Studios [Internet]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/environments/urban/simple-urban-buildings-pack-1-33563>
- [15] Unity Asset Store, SIMPLE modular human, 255 pixel studios [Internet]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/characters/humanoids/humans/simple-modular-human-100162>
- [16] Unity Asset Store, golden jewelry use as necklace / bracelet / ring, Snowforge [Internet]. Available: <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/clothing/accessories/golden-jewelry-use-as-necklace-bracelet-ring-215018>
- [17] UI Pack and UI Pack: RPG Expansion, Kenny [Internet]. Available: <https://kenney.nl/assets/page:10>
- [18] Small Shop Doorbell Ringing, FreeSFX [Internet]. Available: <https://www.freesfx.co.uk/Default.aspx>
- [19] Double Oil Can, FreeSFX [Internet]. Available: <https://www.freesfx.co.uk/Default.aspx>
- [20] The Intro we have been waiting for, Kevin Shrout [Internet]. Available: <https://www.unminus.com>
- [21] Berlin Dream, housefrau.me [Internet]. Available: <https://www.unminus.com>

이성은 (Sung-Eun Yi)



2018년~현 재: 경희대학교 소프트웨어융합학과 학부과정
 ※ 관심분야 : 기능성 게임

우탁 (Tack Woo)



2002년 : University of Dundee (UK), Electronic Imaging. BA (Honours)
 2004년 : University of Dundee (UK), Electronic Imaging. MSc (이학석사)
 2010년 : University of Dundee (UK), Electronic Imaging. (게임학), PhD (이학박사)

2004년~2007년: University of Dundee, Lecturer
 2007년~2010년: KAIST 엔터테인먼트 공학연구소, 선임연구원 (기능성 게임랩)
 2010년~2012년: KAIST 문화기술대학원, Digital Art & Entertainment Track 초빙교수 (게임)
 2012년~2013년: 서울대학교 차세대융합기술연구원, 게임융합미디어연구센터 센터장
 2013년~현 재: 경희대학교 디지털콘텐츠학과 교수
 ※ 관심분야 : 기능성 게임, 게임화, 게임문화, VR/AR 콘텐츠