

기능성 게임 평가 도구 개발 및 적용

정하나* · 이창훈** · 전영석***

수송초등학교* · 한국교육과정평가원** · 서울교육대학교 과학교육과***

요 약

본 연구는 과학 학습을 위한 기능성 게임(Serious Games)을 평가할 수 있는 도구를 개발·적용하여 우수한 기능성 게임의 특징을 찾는 데 그 목적이 있다. 기능성 게임에 대한 선행연구와 기존 교육용 게임과 소프트웨어 평가 도구를 분석하여 기능성 게임 평가 도구를 개발하였고, 초등교육 전문가 17명이 이 평가도구를 사용하여 과천 과학관 게임 '밀크 & 시리얼'을 평가하였다. 평가 결과를 분석한 결과를 바탕으로 도출한 우수한 기능성 게임의 특징은 다음과 같다. 학습 목표가 초등 과학 교육과정과 연계되어 타당도가 높고, 학습자의 동기를 강하게 유발시키는 요소를 가지고 있다. 또한 화면 구성이 깔끔하고 유용하다. 마지막으로 게임 반응속도가 좋고 지속적인 유지보수가 가능하며 경제적이고 윤리적이다. 과학 수업을 위해 기능성 게임을 개발하거나 수업 자료로 선택할 때에는 우수한 기능성 게임의 특징을 고려해야 할 것이다.

키워드 : 기능성 게임, 과학 교육, 평가, 학습 동기, 초등학교

Development and Application of an Evaluation Tool for Serious Games

Hana Jung* · Changhoon Lee** · Youngseok Jhun***

Susong Elementary School* · KICE** · Dept. of Science Education, Seoul National University of Education***

ABSTRACT

The main purpose of this research is to develop and apply an evaluation tool of serious games for science learning. To develop the evaluation tool, probing references and analyzing previously generated evaluation tools and softwares were carried out. After that, 17 experts in elementary science education appraised serious games, 'milk & seereal', made by Gwacheon National Science Museum with the evaluation tool. The findings on the characteristics of good serious games from assessments are as follows; The learning objects of the games are coincident with national science curriculum, they strongly stimulate the students' motivation, the interfaces are neat and pretty useful for users to get informations, games are easy to maintain, inexpensive, and moral. When we develop or select serious games for science class, the strengths of good games should be considered.

Keywords : Serious Game, Science Education, Evaluation, Learning Motivation, Elementary School

교신저자 : 전영석(서울교육대학교 과학교육과)

논문투고 : 2014-06-24

논문심사 : 2014-06-24

심사완료 : 2014-09-18

1. 서론

전통적인 과학 수업에서 학생들은 어려운 과학 개념을 학습하는 과정에서 과학에 대한 흥미를 잃는다[15]. 2011 수학·과학 학업 성취도 추이 변화 국제비교 연구(TIMSS)의 결과에 따르면 우리나라 4학년의 과학 학업 성취도는 참여국 중 1위였으나 과학에 대한 선호도나 가치 평가는 최하위권에 속해 있다[12]. 또한 과학기술 정책연구원이 발표한 연구보고서에서 OECD 15개국의 국가별 '창의성지수'를 비교한 결과 우리나라는 중하위권인 11위로 나타났다[8]. 과학에 대한 흥미와 창의성 지수가 낮은 문제를 해결하기 위해, 정부는 스토리텔링, 융합인재 교육 등 학생의 흥미와 호기심을 높이는 교육 방식을 다양하게 도입하여 추진하고 있다.¹⁾

그 방법 중 하나로 등장한 것이 게임 기반 교육(Game Based Learning)이다. 게임 중에서 단순히 재미만을 추구하지 않고 분명한 교육적 목적을 가진 게임을 기능성 게임(Serious Games)이라고 한다[13]. 기능성 게임은 미국에서 군사 및 의료 훈련용으로부터 시작되었지만 현재는 건강관리, 소방훈련, 정치, 종교, 예술, 학생 교육 등 여러 분야로 확대되어 사용되고 있다[2]. 학생들은 게임을 이용한 학습 과정에서 행함(by doing)으로 학습하게 되는데 이런 경험을 통해 새로운 기술, 태도, 사고방식 등을 신장시킬 수 있다[7]. 또한 재미와 즐거움 이외에도 학습에 대한 흥미, 자기 존중감, 자아 효능감, 과학 개념, 지각 능력, 공간 능력, 과학자와 자신을 동일시하는 능력을 신장시킬 수 있기 때문에[14], 효과적인 학습 활동으로서의 가능성을 가지고 있다. 하지만 재미를 과하게 추구하거나 폭력적, 선정적인 장면을 연출하여 학생들에게 부정적 영향을 주기도 한다[5]. 학생들에게 미치는 게임의 역기능을 줄이기 위해서는 교육적이고 효과적인 기능성 게임을 선별할 수 있는 평가 도구가 무엇보다 필요하다.

하지만 아직 국내에서는 기능성 게임의 평가 도구 개발 연구는 미미한 실정이다. 기능성 게임이라는 용어도 잘 정립되지 않아 교육용 게임, 교육용 소프트웨어 등과 혼용되고 있다. 백영균과 이광희가 교육용 게임의 목표,

내용, 전달(구성, 통제, 피드백, 기술)방법을 평가하는 도구 개발 연구를 시작하였으나[1], 이후에는 게임에 특화된 평가도구가 아닌 교수-학습용 소프트웨어[4], 교육용 콘텐츠[3], 교육용 앱[6]을 평가하기 위한 도구로서 포괄적으로 연구되었다. 게임 관련 연구는 오프라인에서 온라인으로의 교육 환경 변화, 저작권, 개인정보 등 많은 것을 고려하게 되었지만 게임이 가지는 교육적 기능에 초점을 맞추어 기능성 게임을 평가하는 도구는 아직 개발되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 기능성 게임의 교육적 효과에 초점을 맞추되 기술, 경제·윤리 등의 여러 면도 종합적으로 평가할 수 있는 평가 도구를 개발·적용하였다. 평가 결과를 바탕으로 우수한 기능성 게임과 미흡한 기능성 게임의 특징을 알아보았고, 앞으로 기능성 게임을 개발하거나 교수 자료로 기능성 게임을 선택할 때 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

2. 연구 방법

교육적이고 효과적인 기능성 게임을 선별해내기 위한 평가 도구를 개발하기 위한 선행 작업으로써 기능성 게임과 관련된 문헌과 선행연구들로부터 효과적인 기능성 게임이 갖추어야 할 요소를 추출하였다. 다음으로 지금까지 개발된 교육용 게임 평가 도구, 교육용 소프트웨어 평가도구, 교육용 모바일 앱 평가도구 등을 폭넓게 탐색한 뒤, 게임 평가 도구의 평가영역과 영역별 하위요소들을 종합·수정하였다. 이때, 평가 기준이 교육과 관계없거나 시대·환경에 맞지 않는 내용은 삭제하였고, 효과적인 기능성 게임이 갖추어야 할 요소가 반영되도록 하였다.

평가 도구는 체크리스트 형식으로 '매우 그렇다', '그렇다', '그렇지 않다', '전혀 그렇지 않다' 중에 고르도록 하였고, '보통'에 집중되는 경향을 줄이고자 4단계 척도로 구성하였다. 평가의 혼란을 없애기 위해 '매우 그렇다'로 응답한 경우 효과적이고 교육적인 게임이라는 결과가 나오도록 평가 기준을 기술하였다. 4단계 척도의 오른쪽에 '비고'란과 맨 아래 '총평'란을 만들어 서술 평가도 하도록 했다. 이 내용은 게임 평가 결과를 분석할 때 활용하였다.

평가 도구를 개발한 뒤, 시중에 보급되어 있는 기능성 게임에 적용해 보았다. 평가 대상은 국립과천과학관

1) "한국 청소년 수학·과학, 50개국 중 최상위인데... 흥미-자신감은 최하위 수준, 왜?", 동아일보, 2012.12.1
2. <http://news.donga.com/3/all/20121212/51515839/1>

에서 개발한 초등학교용 온라인 기능성 게임, ‘밀크 & 시리얼’로 하였다. ‘밀크&시리얼’)은 2013년 2월부터 서비스를 제공하기 시작하였으며, 매년 ‘온라인 게임대회’를 개최하여 온라인 기능성 게임 대중화와 보급에 앞장서 왔기에 평가 대상으로 적합하다고 판단하였다. 2014년 현재 서비스되고 있는 과학 28종, 수학 28종의 게임 중 과학 영역 28종의 게임을 평가하였다.

기능성 게임의 교수-학습 측면을 중점적으로 보기 위하여 초등과학교육 전문가 17명(초등과학교육 석사 소지자 7명, 초등과학교육 석사 과정 10명)에게 평가를 의뢰하였다. 신뢰성을 높이기 위해 게임 2개를 시범 평가한 체크리스트를 공유하였고, 한 게임을 3~4명이 평가할 수 있게 미리 분배하여, 한 명의 의견이 지배적으로 반영되는 것을 막았다.

평가 결과 분석을 위해서 ‘매우 그렇다’는 4점, ‘그렇다’는 3점, ‘그렇지 않다’는 2점, ‘전혀 그렇지 않다’는 1점의 점수를 부여했다. 그리고 28개 각 게임의 영역별 평균, 각 영역의 전체 평균과 표준편차를 구하였다. 이 자료를 바탕으로 각 영역마다 상, 중, 하의 세 집단으로 분류하였다. 평균+σ(표준편차) 이상은 상, 평균 -σ(표준편차) 이하는 하, 그 사이는 중으로 구분하였다. 상과 하 그룹의 서술형 평가는 분석틀에 따라 코딩을 하고 같은 기호로 코딩된 내용을 종합하여 우수한 기능성 게임과 미흡한 기능성 게임의 특징을 정리하였다. 전체 게임 수는 28개로 연구 결과를 일반화하기 어렵지만 대략적인 특징은 살펴볼 수 있을 것으로 기대한다. <Table 1>은 본 연구에서 사용한 코딩 기호이다.

<Table 1> Coding categories

평가 영역 및 하위요소	
교수-학습 목표와 내용 (O 또는 C)	목표의 타당성(O1), 내용의 타당성(C1), 내용의 실용성(C2), 내용의 신뢰성(C3), 내용의 체계성(C4), 양의 적절성(C5)
교수-학습 전략 (S)	동기유발(S1), 학습자 통제성(S2), 피드백(S3), 학습자 수준 고려 정도(S4), 학습에 도움이 되는 장치 마련(S5)
화면구성 (D)	디자인의 적절성(D1), 디자인의 참신성(D2), 디자인의 편리성(D3)
기술 (T)	관리의 체계성(T1), 안정성(T2)
경제·윤리 (E 또는 M)	저작권 보호(M1), 인권보호(M2), 개인정보 보호(M3), 경제성(E1)

2) <http://milc-seereal.sciencecenter.go.kr/>

3. 연구결과

3.1 기능성 게임 평가도구 개발

3.1.1 효과적인 기능성 게임이 가져야 하는 요소 추출

과학학습을 촉진시키기 위해서는 학생들의 내재적 동기 유발이 매우 중요하다[11]. 학생의 내재적 동기가 유발된다면 학생은 학습에 더 많은 시간과 노력을 투자하고, 즐거움을 느끼며, 미래에 배운 내용을 사용할 가능성이 높아질 것이다. 효과적인 교육용 게임이 갖추어야 할 요소에 대해 선행 연구한 문헌을 분석하였다.

NAS(National Academy of Science)는 분명한 학습 목표가 제시되고 학습을 돕는 다양한 장치(힌트, 다양한 난이도 선택, 도움말 등)들이 있을 때 교육용 게임이 효과적 이 된다고 하였다[14]. 또한 추상적인 글만 있기 보다는 그림이나 표, 버튼, 직관적으로 인식할 수 있는 화면 묘사가 필요하다고 했다. 단, 너무 현실적인 것은 좋지 않다고 하였다. 그 외에도 미션 수행 같은 판타지 요소, 과학 개념이나 능력을 학습하고 난 후에 즉각적으로 제공되는 피드백, 사용자가 게임을 조작하고 통제할 수 있는 요소들이 있어야 한다고 말했다.

Annetta와 Bronack는 효과적인 교육용 게임이 갖추어야 할 요소를 다음과 같이 이야기했다[10].

- 1) 학습자에게 몰입이 가능한 동기와 목표를 부여한다. 만약 학습자가 목표를 제대로 인식하지 못한다면 그 학습은 실패로 돌아갈 가능성이 높다.
- 2) 키보드나 조이스틱 같은 입력장치 및 게임 작동법에 대한 연습(튜토리얼)을 제공한다.
- 3) 플레이어가 아닌 게임 내의 대상(Non Player Character)과 상호작용하도록 한다.
- 4) 상호작용 후에는 즉각적인 피드백을 제공한다.
- 5) 사이버 상의 아바타를 통해서 학습자의 자아 정체성을 대표한다.
- 6) 학습자가 몰입할 수 있도록 학습에 성공할 것 같은 느낌을 주어 완전히 집중할 수 있도록 하며, 게임의 목표를 확실히 알리고 즉각적인 피드백을 준다. 또한 사용자가 게임을 통제한다는 느낌을 받도록 한다.
- 7) 지속적인 동기 유발을 위해 심화 단계를 제공하여 게임이 여전히 어렵다는 ‘행복한 좌절’을 느끼도록 한다.
- 8) 게임 안에서 학습자가 조작할 수 있어야 한다.
- 9) 게임의 복잡성과 난이도는 점점 높아져야 한다.
- 10) 게임 세

게의 규칙을 습득해야 한다. 11) 게임을 통해 정보를 수집한다. 12) 목표한 학습이 이루어진다. 13) 교육적으로 효과가 있어야 한다. 14) 게임은 문자를 이용하여 진행되므로 읽기 효율이 좋아야 한다. 15) 소리는 잘 들려야 학습자의 집중력을 높일 수 있다.

Malone은 학습자의 내재적 동기를 유발하기 위한 게임의 요소로 도전적인 환경, 환상적 요소, 호기심을 말했다[11]. 도전적인 환경은 게임이 확실한 목표를 갖고, 그 목표의 결과가 불확실하며 학습자가 자존감을 갖도록 할 때 조성된다. 불확실한 결과를 만들기 위해서는 다양한 난이도와 다양한 목표(심화과제), 감추어진 정보, 무작위성이 필요하다.

학습자가 자존감을 갖도록 하기 위해서는 다양한 난이도의 문제를 주어 학습자가 고르게 하고 자존감을 상하게 하지 않는 피드백을 줄 필요가 있다. 환상적인 요소는 가상 자동차 경주나, 한 나라의 왕이 되는 공상적인 상황을 모두 포함한다. 호기심은 적절한 난이도와 개념적 갈등을 유발할 때 생긴다.

Alessi와 Trollip은 행운이나 숙임수보다는 학습하고자 하는 기술이나 지식을 적용함으로써 목표를 달성할 수 있어야 한다고 했다[9]. 또한 게임을 하는 학습자들이 받아들여야 하는 역할 및 과정, 규칙이 있어야 하고 이를 설명하는 사용 지침문도 있어야 한다. 그리고 사용자는 게임의 시간, 이름 등을 선택할 수 있어야 한다. 그 외 게임의 내용인 시나리오가 있어야 하고 내적동기(목표의 불확실성, 경쟁심리, 기술 대 우연, 승패, 몰입, 호기심, 상호작용)를 유발하는 요소가 있어야 한다.

효과적인 교육용 게임이 가져야 할 요소에 대해 여러 학자들이 주장한 내용을 비교하여 <Table 2>에 나타내었다.

<Table 2> The common features of effective serious games

게임의 요소	NAS (2011)	Annetta & Bronack (2011)	Malone (1980)	Alessi & Trollip (1990)
학습목표	○	○	○	○
학습을 돕는 장치	○	○		○
화면 구성	○	○	○	○
환상(시나리오)	○	○	○	○
피드백(상호작용)	○	○	○	○
사용자 통제	○	○	○	○

다양한 난이도	○	○	○	○
승패				○
기술 대 우연				○

본 연구는 과학 교육용 게임에 대한 평가 도구를 만들기 위한 연구이므로 ‘컴퓨터 게임을 통한 과학 학습’을 다룬 NAS의 주장을 기준으로 다른 연구들을 비교하였다. 언급된 요소의 명칭이 NAS와 똑같지 않더라도 같은 맥락에서 이야기했다면 그 요소를 포함한 것으로 간주하였다.

학자들의 주장을 비교하였을 때, 몰입 가능한 시나리오를 통해 학습 목표를 분명히 하고, 피드백을 주며, 사용자가 게임을 통제하는 요소를 마련하여 자존감을 높이는 것이 중요함을 알 수 있다. 또한 개별 학습자의 차이를 고려하여 다양한 난이도와 목표(심화단계)를 마련하고 적절한 화면 구성을 할 때 효과적인 게임이 될 수 있음을 알 수 있다. 학습을 돕는 힌트나 도움말, 게임의 시나리오 역시 중요한 요소이다.

3.1.2 교육용 콘텐츠 평가 도구 비교

교육용 게임 평가도구를 개발하기 위해 현재까지 나와 있는 교육용 콘텐츠 평가 기준들을 비교·분석하고 <Table 3>에 나타냈다[1][3][4][6]. 가로축의 평가 영역은 이정숙(2012)의 평가 영역을 따랐고[6], 영역별 하위 요소는 효과적인 기능성 게임이 갖추어야 할 요소(<표 2>에 어떻게 표시)를 중심으로 기존의 평가도구들을 종합하였다. 용어가 같지 않아도 의미하는 바가 같으면 동일한 것으로 간주했다.

3.1.3 기능성 게임 평가 도구 개발

<Table 3>은 기존의 평가도구를 종합한 것으로서 의미가 있으므로 이것을 좀 더 세분하여 기능성 게임 평가 도구를 개발하였다. 기능성 게임 평가 도구에서 가장 중요하게 고려해야 하는 측면이 교수-학습이므로 이 부분을 자세히 평가할 수 있도록 교수-학습의 목표와 내용, 교수-학습 전략으로 나누었고, 화면 구성, 기술, 경제·윤리 영역은 그대로 두었다. 교수-학습 목표와 내용 영역에서 내용을 타당성, 실용성, 신뢰성, 체계

성, 양의 적절성으로 나누었고, 경제·윤리영역에서 윤리성을 저작권, 인권, 개인정보로 나누었다. 평가영역별 하위요소에 맞는 평가기준을 긍정문으로 서술하였다. <Table 4>는 개발된 기능성 게임 평가 도구이다.

<Table 3> Comparison between evaluation tools for educational contents

평가영역 하위요소	교수-학습						화면 구성			기술	경제·윤리			
	목표	내용	동기 유발	학습자 통제	피드백	학습자 수준	도움 장치	적절성	참신성	편리성	관리 체계	안정성	윤리성	경제성
참고문헌														
백영균&이광희 (1994)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○			
KMEC (1998)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
KERIS (2005)	○	○		○			○			○	○		○	
이정숙 (2012)	○	○	○	○		○	○	○	○	○		○	○	○

<Table 4> The developed evaluation tool for serious games

평가 영역 및 하위요소		평가 기준
교수-학습 목표와 내용	목표의 타당성	학습 목표는 교육적의도(교육과정)에 적합하다. 학습 목표의 수준은 게임 사용 연령에 적합하다.
	내용의 타당성	학습 목표에 도달하기 위한 핵심적인 내용으로 선정되었다.
	내용의 실용성	학습한 내용이 실생활에 적용된다.
	내용의 신뢰성	내용, 용어, 문장 등에 과학적 오류가 없다. 최근의 내용이 잘 반영되어 있다.
	내용의 체계성	학습 내용의 특성에 알맞게 학습 내용이 계열화되어 있다. 학습 내용이 서로 관련되어 있다.
	양의 적절성	학습 내용의 양이 적절하다.
교수-학습 전략	동기유발	시청각적 자극을 사용하여 감각적으로 주의를 집중시켰다. 문제를 해결하였을 경우 보상(아이템, 레벨상승 등)이 적절하게 이루어졌다. 가상적·공상적 시나리오는 흥미를 끌었다.
	학습자 통제성	학습자의 취향을 반영하여 정보 변형이 가능하다(아바타 이름, 성별, 모습 등). 학습의 진행 방식, 순서를 학습자가 통제할 수 있다. 자신의 수준에 맞는 난이도를 선택할 수 있다.
	피드백	학습자의 수준에 맞는(정답과 오답에 따른) 피드백이 나온다. 피드백 제시 방식이 다양하다. 학습 활동 결과 즉각적인 피드백이 있다.
	학습자 수준 고려 정도	학습자의 수준을 고려하여 다양한 난이도의 목표를 만들었다. 심화 단계가 마련되어 있다.
	학습에 도움이 되는 장치 마련	게임 진행을 위한 안내와 설명/튜토리얼(연습)이 적절하다. 문제 해결을 위한 참고자료(힌트)가 적절하다.
	화면 구성	디자인의 적절성
디자인의 참신성		화면 구성 및 진행 방식이 참신하다.
디자인의 편리성		학습자의 상태정보를 한눈에 파악할 수 있다. 다른 메뉴로 이동이 용이하다.
기술	관리의 체계성	지속적인 유지·보수(업데이트) 방안이 마련되어 있다.
	안정성	버튼을 클릭 했을 때, 반응(로딩) 속도는 적절하다. 프로그램 운영 중 오류가 발생하지 않는다.
경제· 윤리	저작권 보호	저작권을 침해하는 부분이 없다.
	인권보호	종교, 성, 지역, 직종 등에 대한 편견과 폭력적 표현이 없다.
	개인정보 보호	개인정보를 요구하는 내용이 없다.
	경제성	게임을 실행하는데 드는 비용은 경제적이다.

3.2. 기능성 게임 평가도구 적용

3.2.1 평가 결과

개발된 게임 평가 도구를 이용하여 ‘밀크 & 시리얼 (과학)’을 평가하고 그 결과를 영역별 그래프로 나타내었다. 그래프는 점수에 따라 게임 명을 내림차순으로 정리했으며, 각 영역별 평균점수와 표준편차도 함께 표시했다. 그리고 평균+표준편차 이상은 상 그룹으로, 평균-표준편차 이하는 하 그룹으로 분류하였다. 단, 경제·윤리 영역의 경우 최하점수(3.03)가 긍정적인 척도인 ‘그렇다(3점)’에 속하므로 하 그룹으로 분류하는 기준을 3점 미만으로 하였다.

(Fig. 1)은 교수-학습 목표와 내용영역 평가, (Fig. 2)는 교수-학습 전략영역 평가, (Fig. 3)은 화면구성영역 평가, (Fig. 4)는 기술영역 평가, (Fig. 5)는 경제·윤리 영역 평가를 한 결과이다.

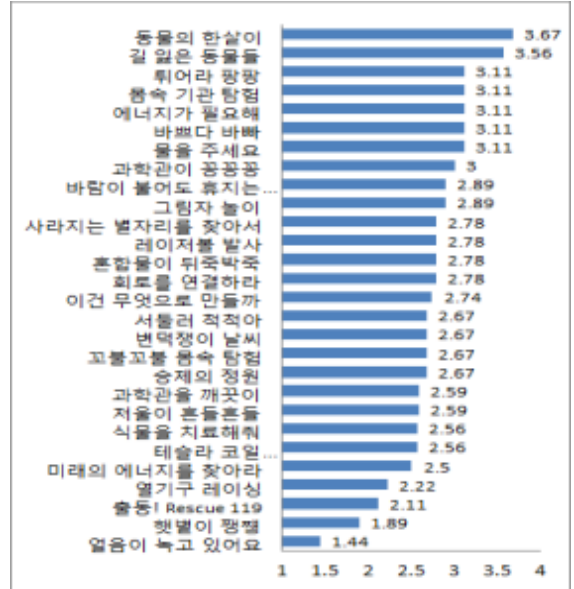
(Fig. 1)을 살펴보면 교수-학습 내용과 목표 영역의 평균 점수는 2.73이고 표준편차는 0.45임을 알 수 있다. 교수-학습 내용과 목표 영역이 우수한 게임은 ‘동물의 한살이’, ‘길 잃은 동물들’이었고, 미흡한 게임은 ‘열기구 레이싱’, ‘출동! Rescue 119’, ‘햇별이 짹짹’, ‘얼음이 녹고 있어요’로 나타났다.

(Fig. 2)의 교수-학습 전략 영역을 살펴보면 평균 점수는 2.41이고 표준편차는 0.28이었다. 교수-학습 전략이 우수한 게임은 ‘동물의 한살이’, ‘이건 무엇으로 만들까’, ‘물을 주세요’, ‘바쁘다 바빠’, ‘에너지가 필요해’였고, 미흡한 게임은 ‘레이저 불 발사’, ‘얼음이 녹고 있어요’, ‘열기구 레이싱’, ‘햇별이 짹짹’이었다.

(Fig. 3)에서 화면 구성 영역을 살펴보면 평균 점수는 2.64이고 표준편차는 0.49이다. 화면 구성이 우수한 게임은 ‘승제의 정원’, ‘동물의 한살이’, ‘바쁘다 바빠’, ‘에너지가 필요해’였고, 미흡한 게임은 ‘햇별이 짹짹’, ‘과학관이 쾅쾅’, ‘사라지는 별자리를 찾아라’, ‘얼음이 녹고 있어요’로 나타났다.

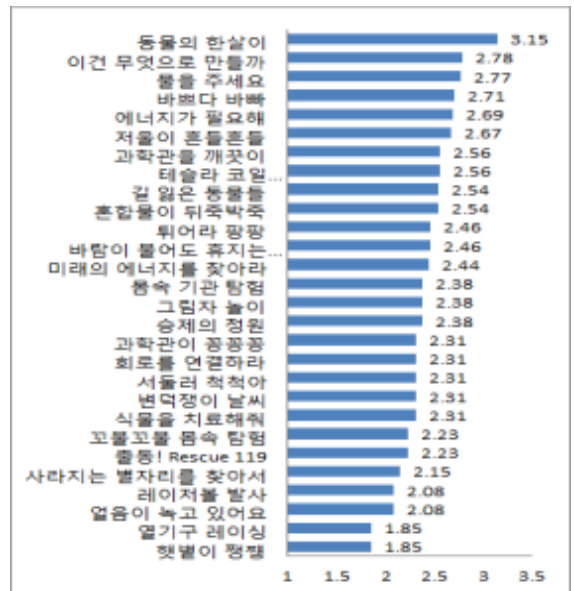
(Fig. 4)의 기술 영역의 평균 점수는 2.62이고 표준편차는 0.45이다. 기술 영역이 우수하다고 평가 받은 게임은 ‘출동! Rescue 119’, ‘동물의 한살이’, ‘식물을 치료해줘’, ‘물을 주세요’였고, 미흡하다고 평가 받은 게임은 ‘햇별이 짹짹’, ‘사라지는 별자리를 찾아서’였다.

(Fig. 1) Evaluation in Teaching-learning objects and contents domain



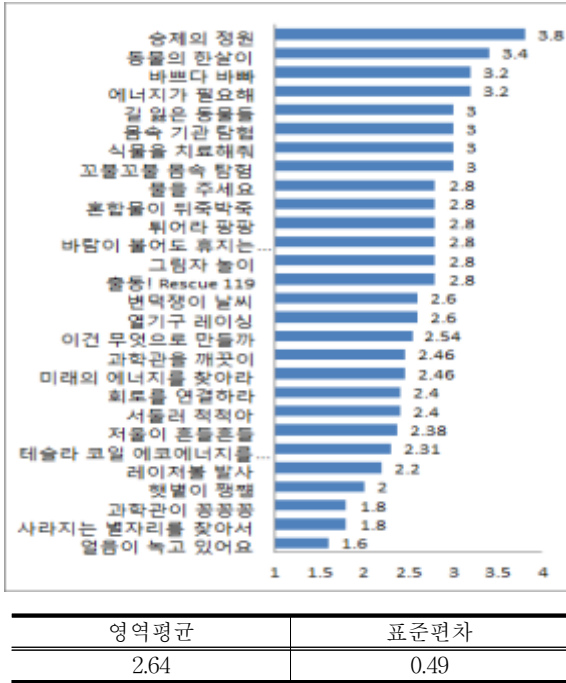
영역평균	표준편차
2.73	0.45

(Fig. 2) Evaluation in Teaching-learning strategies domain

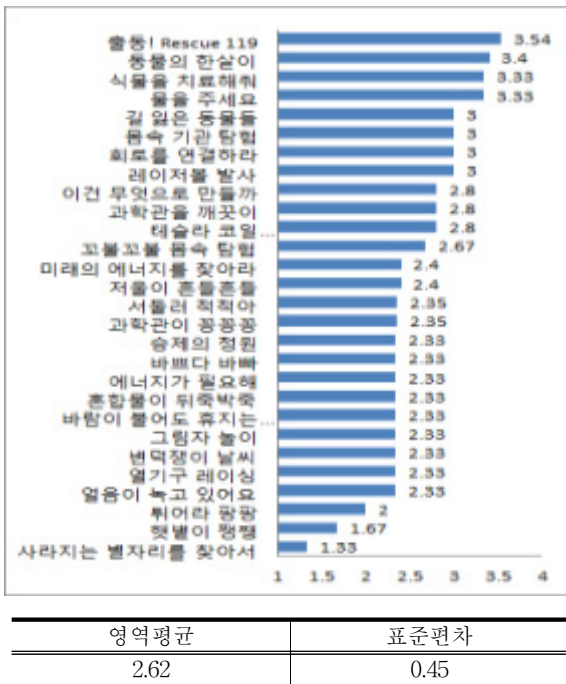


영역평균	표준편차
2.41	0.28

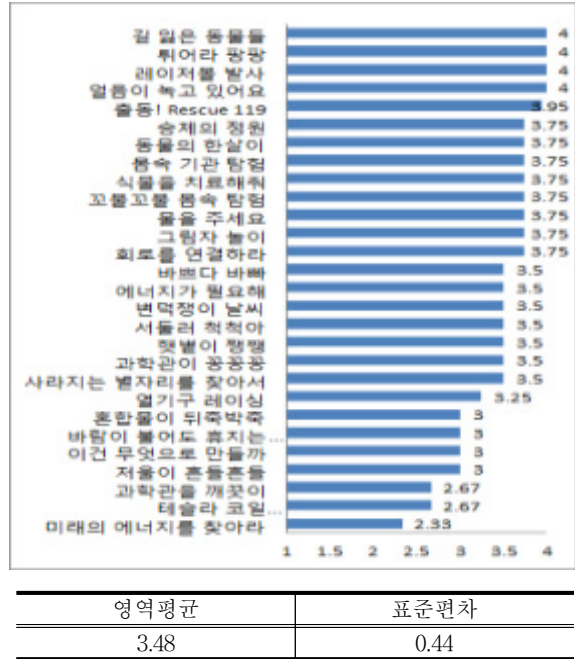
(Fig. 3) Evaluation in Interface construction domain



(Fig. 4) Evaluation in Technology domain



(Fig. 5) Evaluation in Economy and Morals domain



(Fig. 5)의 경제·윤리영역을 살펴보면 평균 점수는 3.48, 표준편차는 0.44이다. 경제·윤리 영역이 우수한 게임은 ‘출동! Rescue 119’, ‘길 잃은 동물들’, ‘레이저 불발사’, ‘얼음이 녹고 있어요’, ‘튀어라 팡팡’이었고, 미흡한 게임은 ‘과학관을 깨끗이’, ‘테슬라코일 에코 에너지를 전달하라’, ‘미래의 에너지를 찾아라’였다.

각 영역별로 상 그룹과 하 그룹에 속한 게임을 정리한 것은 <Table 5>와 같다.

3.2.2 평가 결과 분석

상·하 그룹에 속한 게임의 서술 평가를 평가 영역별 하위요소에 따라 코딩한 후 종합하였고, 우수한 가능성 게임과 미흡한 가능성 게임의 특징을 정리하였다. 서술 평가를 분석하기 위한 틀은 <Table 1>을 사용하였다.

가. 교수-학습 목표와 내용 영역

교수-학습 목표와 내용 영역의 우수한 게임으로 평가된 게임은 ‘동물의 한살이’, ‘길 잃은 동물들’이었다. 두 게임은 학습 목표가 초등 과학 교육과정과 연계되어 있어서 목표의 타당성이 높았고, 교수-학습 내용이 풍

<Table 5> The superior/inferior group of Gwacheon National Science Museum's serious games

평가영역 구분	교수-학습 목표와 내용	교수-학습전략	화면 구성	기술	경제, 윤리
상 (m+σ 이상)	동물의 한살이, 길 잃은 동물들	동물의 한살이, 이견 무엇으로 만들까, 물을 주세요, 바쁘다 바빠, 에너지가 필요해	승체의 정원, 동물의 한살이, 바쁘다 바빠, 에너지가 필요해	출동! Rescue 119, 동물의 한살이, 식물을 치료해줘, 물을 주세요	출동! Rescue 119, 길 잃은 동물들, 레이저 불 발사, 얼음이 녹고 있어요, 튀어라 광광
하 (m-σ 이하)	열기구 레이싱, 출동! Rescue 119, 햇별이 쨍쨍, 얼음이 녹고 있어요	레이저불 발사, 얼음이 녹고 있어요, 열기구 레이싱, 햇별이 쨍쨍	햇별이 쨍쨍, 과학관이 뽕뽕, 사라지는 별자리를 찾아라, 얼음이 녹고 있어요	햇별이 쨍쨍, 사라지는 별자리를 찾아서	과학관을 깨끗이, 테슬라코일 에코 에너지를 전달하라, 미래의 에너지를 찾아라

부하였다. 즉, 예시가 많이 제시되어 있어 학습량이 확보되었고 실생활과 잘 연계되어 있었다. 미흡한 게임으로 평가받은 ‘열기구 레이싱’, ‘출동! Rescue 119’, ‘햇별이 쨍쨍’, ‘얼음이 녹고 있어요’는 게임의 학습목표가 교육과정에 필수적이지 않았다. 그리고 학습 내용이 게임과 연결되지 않아서 내용의 타당성이 낮았다. 게임에 도입된 소재가 현실과 동떨어져 내용의 실용성이 낮고, 환상적인 설정, 온도와 관계없이 바람이 부는 모습, 과학 용어의 혼란스러운 상황들이 내용의 신뢰성을 낮추었다. 학습 양이 부족하여 내용을 계열화하기 어렵다는 평가를 받았다. 교수-학습 목표와 내용 영역에서 우수한 게임과 미흡한 게임의 특징을 정리하면 <Table 6>과 같다.

<Table 6> The features of superior and inferior games in Teaching-learning objects and contents domain

게임	특징
우수한 게임	-학습 목표가 초등 과학 교육과정 안에 포함되어 있음 -예시가 많이 제시되어 실생활과 잘 연계됨
미흡한 게임	-학습목표가 국가교육과정에서 필수적으로 다루어지지 않음 -학습내용과 게임내용에 일관성이 없음 -게임 소재가 너무 비현실적임 -과학적 오개념 형성의 소지가 있거나 용어를 혼란스럽게 사용 -학습량이 매우 부족하며 계열화되어 있지 않음

나. 교수-학습 전략 영역

교수-학습 전략 영역에서 우수한 게임으로 평가받은 ‘동물의 한살이’, ‘이견 무엇으로 만들까’, ‘물을 주세요’, ‘바쁘다 바빠’에 관한 평가를 종합하여 보면 다음과 같

다. 게임 내용과 어울리는 장면과 효과음을 사용하여 동기유발이 되도록 하였고, 게임의 시나리오가 인명을 구하는 내용, 적이 파괴한 물건을 복원하는 내용과 같이 긍정적이었다. 그리고 ‘한살이 카드’를 완성하여 콤보를 얻거나 별 아이템을 획득한다.처럼 콤보, 아이템 같은 장치를 만들어 다양한 보상을 얻도록 하였다. 단계별로 이동이 용이하였고, 학습자가 마우스와 키보드 조작을 많이 하도록 하여 학습 통계의 비율을 높였다. 피드백은 즉각적으로 소리, 점수, 시각적 자극 등으로 주었다. 난이도를 높이기 위해 심화된 지식을 요구하거나 학습 목표와 관련하여 해결해야 할 과제를 늘렸다. 힌트와 설명은 글과 그림을 함께 이용하여 이해도를 높였다.

교수-학습 전략 영역에서 미흡한 게임으로 평가받은 것은 ‘레이저 불 발사’, ‘얼음이 녹고 있어요’, ‘열기구 레이싱’, ‘햇별이 쨍쨍’이었다. 네 가지 게임이 부정적 평가를 받은 이유를 살펴보면, 동기유발이 잘 안 되는 것이 큰 문제였다. 동일한 유형의 피드백, 단조로운 배경음악이 지루함을 주었고 시각적인 효과가 부족하거나 있어도 매력적이지 않았다. 보상이 점수로만 주어졌고 그 점수로 할 수 있는 것이 없어서 무의미했다. 그리고 다소 억지스러운 설정으로 게임의 시나리오가 재미가 없다는 평가를 받았다. 우수한 게임에서 유의미한 내용의 심화가 이루어진 반면 미흡한 게임들은 게임 방식이 전혀 달라지지 않은 채 제한시간이 줄어들거나 방해요소가 늘어나는 식으로 심화가 이루어졌는데, 결과적으로 학습이 아닌 기능의 숙달로 전략하는 경우가 많았다. 설명은 주로 글로 제시되었고, 심지어 게임에 필요한 안내가 빠진 경우도 있었다. 교수-학습 전략 영역에서 우수한 게임과 미흡한 게임의 특징을 정리하면 <Table 7>과 같다.

<Table 7> The features of superior and inferior games in Teaching-learning strategies domain

게임	특징
우수한 게임	-내용과 어울리는 유의미한 시각적·청각적 자극으로 동기유발을 함 -게임 시나리오가 긍정적이며 실생활과 연결되는 문제해결 활동임 -문제 해결에 대한 보상이 다양함(아이템, 콤보 등) -학습자가 마우스 및 키보드 조작하는 비율이 높음 -피드백은 즉각적이며 소리, 점수, 시각적 자극 등 다양함 -난이도를 높이기 위해 유의미한 내용의 심화가 이루어짐
미흡한 게임	-단순한 배경음악, 피드백이 반복됨 -보상이 단순함 -시나리오는 다소 억지스러움 -게임을 위한 안내와 설명이 부족함 -학습보다는 기능을 숙달시키는 형태의 심화과정이 제시됨

다. 화면 구성 영역

화면 구성 영역에서 우수한 게임으로 평가받은 ‘승제의 정원’, ‘동물의 한살이’, ‘바쁘다 바빠’, ‘에너지가 필요해’에 관한 평가를 종합하여 보면, 우수한 기능성 게임은 그림이나 폰트가 초등학교생이 좋아하는 귀여운 이미지로 예쁘고 깔끔하게 되어 있는 것이 특징이다. 구체적인 학습자의 상태 정보(게임의 단계, 남은 시간, 점수, 학습 진행 상태 등)를 한눈에 파악할 수 있도록 구성되어 있었다. 또한 다른 메뉴로 이동할 수 있는 버튼이 있어 쉽게 이동할 수도 있다.

화면 구성 영역에서 미흡한 게임으로 평가받은 ‘햇별이 짹짹’, ‘과학관이 꽝꽝꽝’, ‘사라지는 별자리를 찾아라’, ‘얼음이 녹고 있어요’의 부족한 점을 살펴보면, 해상도가 맞지 않아 그림이나 폰트가 깔끔하지 않았다. 버튼이 중요한 학습 내용을 가리거나 아이콘이 배경에 묻혀서 잘 보이지 않는 경우도 있었고, 아이콘이 직관적으로 디자인되어 있지 않아서 어떤 버튼을 눌러야 할지 고민하게 하였다. 혹은 아이콘이 가지는 의미와 모양이 너무 안 어울려서 거부감을 주는 경우도 있다. 화면 구성이 기존의 게임을 다소 모방하여 참신하지 않았으며, 홈으로 이동하기 위해서는 여러 단계를 거쳐야 했다. 화면 구성 영역에서 우수한 게임과 미흡한 게임의 특성을 정리하면 <Table 8>과 같다.

<Table 8> The features of superior and inferior games in Interface construction domain

게임	특징
우수한 게임	-그림이나 폰트가 깔끔하고 귀엽고 예쁘게 디자인 되어 있음 -학습자의 상태 정보를 한눈에 파악할 수 있도록 구성되어 있음 -다른 메뉴로 이동성이 좋음
미흡한 게임	-해상도가 맞지 않아 그림, 폰트가 깨짐 -아이콘이 직관적으로 디자인 되지 않음 -기존 게임을 모방하여 화면구성이 참신하지 않음 -홈으로 이동하려면 여러 번 이동하도록 구성되어 있음

라. 기술 영역

기술 영역에서 우수한 게임으로 평가된 게임은 ‘출동! Rescue 119’, ‘동물의 한살이’, ‘식물을 치료해줘’, ‘물을 주세요.’였다. 네 가지 게임은 질의 게시판을 만들어 오류를 신고하도록 하고, 질의응답을 받는 등 지속적인 유지 보수의 방법을 마련하였다. 또한 로딩 속도가 적절했고 키보드나 마우스의 반응 속도가 자연스러웠다.

기술 영역이 미흡했던 ‘햇별이 짹짹’과 ‘사라지는 별자리를 찾아라’는 업데이트를 위한 실천적인 방안이나 궁극증 해결을 위한 게시판이 마련되어 있지 않았다. 비록 홈페이지에 커뮤니티 게시판이 마련되어 있으나 게임 내에 링크나 안내가 없어서 지나치기 쉬웠다. 또한 로딩 및 캐릭터의 반응 속도가 느렸고, 중간에 멈추는 등 몇 가지 오류가 관찰되었다. 기술 영역에서 우수한 게임과 미흡한 게임의 특성을 정리하면 <Table 9>와 같다.

<Table 9> The features of superior and inferior games in Technology domain

게임	특징
우수한 게임	-질의 게시판을 만들어 지속적인 유지 보수의 방법을 마련 -로딩 및 키보드나 마우스의 반응속도가 적절함
미흡한 게임	-질의응답 게시판이 게임 내에 없음 -로딩 및 캐릭터의 반응속도가 느림 -게임 도중 오류가 발생함

마. 경제·윤리 영역

경제·윤리 영역이 우수한 게임은 ‘길 잃은 동물들’, ‘레이저 불 발사’, ‘얼음이 녹고 있어요’, ‘튀어라 팡팡’,

‘출동! Rescue 119’였다. 다섯 가지 게임은 저작권 침해, 편견과 폭력적인 표현이 없었다. 개인정보를 요구하지 않았으며 비용 역시 무료였다.

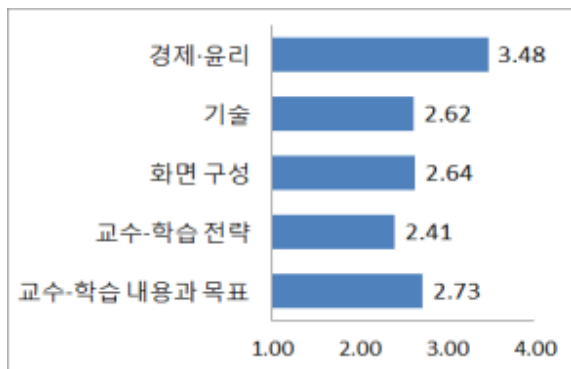
경제·윤리 영역에서 미흡한 게임으로 평가받은 ‘과학관을 깨끗이’, ‘테슬라코일 에코에너지를 전달하라’, ‘미래의 에너지를 찾아라’는 모두 개인정보를 요구한다는 지적이 있었다. 회원가입 시 주민등록번호 같은 민감한 정보는 묻지 않았으나 학교, 학년, 반을 요구하였다. 위의 세 가지 게임에서 나온 의견은 아니나, ‘밀크 & 시리얼’ 게임을 보면 전반적으로 남학생이 주인공으로 등장한다는 비판이 있었다. 경제·윤리 영역에서 우수한 게임과 미흡한 게임의 특성을 정리하면 <Table 10>과 같다.

<Table 10> The features of superior and inferior games in Economy and Morals domain

게임	특징
우수한 게임	-저작권을 침해하지 않음 -종교, 성, 지역, 직종 등에 대한 편견이나 차별 없음 -개인정보를 요구하지 않음 -게임이 무료임
미흡한 게임	-주로 남성이 주인공으로 등장함 -학생의 학교, 학년, 반을 수집함

바. 과학관 과학관 기능성 게임 ‘밀크 & 시리얼’에 대한 전체 평가

(Fig. 1)~(Fig. 5)의 영역별 평균 점수를 종합하여 막대그래프로 나타낸 것은 (Fig. 6)과 같다.



(Fig. 6) Average in each domain

‘밀크 & 시리얼(과학)’은 ‘경제·윤리’ 영역(3.48)에서 가장 우수한 것으로 나타났는데 저작권을 침해하는 요소가 없고 종교, 성, 지역, 직종에 대한 편견과 폭력적 표현도 없었다. 개인 정보는 회원가입 시 한 번만 요구하며 주민등록번호 같이 개인을 온전히 식별할 수 있는 정보 대신 학교, 학년, 반을 요구하였다. 게임에 드는 비용은 무료로 매우 경제적이었다. 하지만 주인공이 남자 고정으로 있으므로 여자 아이도 선택할 수 있도록 할 필요가 있다는 평가가 있었다.

4단계 척도로 보았을 때, ‘경제·윤리’ 영역을 제외한 모든 영역이 3점 미만으로 ‘그렇지 않다’, ‘매우 그렇지 않다’에 해당한다. ‘교수-학습 목표와 내용’(2.73), ‘화면 구성’(2.64), ‘기술’(2.62), ‘교수-학습전략’(2.41) 순으로 낮았다. ‘밀크&시리얼(과학)’이 각 영역에서 낮은 점수를 받은 이유는 <Table 6>~<Table 10>에 제시한 미흡한 기능성 게임의 특징에 해당한다.

4. 결론 및 제언

본 연구의 목적은 기능성 게임의 교육적 효과성을 종합적으로 평가할 수 있는 평가 도구를 개발하고, 현재 운영되고 있는 게임에 적용·분석하여 좋은 기능성 게임 개발을 위한 시사점을 제시하는 데 있다. 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 우수한 기능성 게임은 다음과 같은 특징을 가진다. ‘교수-학습 목표와 내용’ 면에서 학습 목표가 초등 과학 교육과정과 연계되어 있어 내용이 적절하고 예시가 많이 제시되어 학습량이 확보되며 실생활과 잘 연계된다. ‘교수 학습 전략’ 면에서는 학습 내용과 어울리는 유의미한 시각적·청각적 자극을 활용하여 동기유발을 강하게 시킨다. 또한 게임 시나리오가 긍정적이며 실생활과 연결되는 문제해결 활동이다. 문제 해결에 대한 보상은 다양화(아이템, 콤보 등)되어 있어서 학습자가 지루하지 않도록 한다. 게임 중 학습자가 마우스 및 키보드를 조작하는 비율이 높아서 몰입하도록 하고 피드백은 즉각적으로 소리, 점수, 시각적 자극 등 다양하게 제공된다. 심화 지식을 묻거나, 학습목표와 관련하여 해결해야 할 과제의 양을 늘리는 등 실질적인 심화가 이루어진다. 게임 방법 및 학습 내용을 설명을 할 때는

글과 그림을 같이 이용한다. ‘화면 구성’ 면에서는 그림이나 폰트가 깔끔하고 예쁘게 디자인되어 있다. 학습자의 상태 정보를 한눈에 파악할 수 있도록 되어 있고 다른 메뉴로 이동할 수 있는 버튼이 편리하다. ‘기술’ 면에서 질의 게시판을 만들어 오류 및 질의응답을 받는 등 지속적인 유지 보수의 방법을 마련한다. 로딩 속도가 적절했고 키보드나 마우스의 반응속도도 적절하다. 마지막으로 ‘경제·윤리’ 면에서 저작권을 침해하지 않았고 종교, 성, 지역, 직종 등에 대한 편견이나 차별요소가 없었다. 주민등록번호 같은 민감한 개인정보를 요구하지 않았고 무료이다.

둘째, 미흡한 기능성 게임은 다음과 같은 특징을 가진다. ‘교수-학습 목표와 내용’ 면에서 학습목표가 국가 교육과정에서 필수적으로 다루어지지 않았고, 학습 목표에 도달하기 위해 공부한 내용이 게임에 적용되지 않았다. 게임 소재가 너무 비현실적이어서 오개념 형성의 소지가 있거나 용어를 혼란스럽게 사용하였다. 학습량이 매우 부족하며 계열화되어 있지 않았다. ‘교수-학습 전략’ 측면에서 배경음악이나 효과음이 단순 반복되어 지루하였고 시각적 자극이 효과적이지 않았다. 보상은 점수로 단순하였고 그 점수로 할 수 있는 것이 없었다. 시나리오는 다소 억지스러운 상황이라 몰입이 되지 않았고 피드백이 단순하여 별로 도움이 안 되었다. 단계가 높아짐에 따라 시간이 줄어들거나 방해요소만 늘어나는 식으로 학습보다는 기능을 숙달시키는 형태들이 많았다. ‘화면 구성’의 경우 해상도가 맞지 않아 글자가 깨지는 게임들이 많았고, 아이콘이 직관적으로 디자인되어 있지 않아 무엇을 눌러야 할지 헷갈렸다. 또한 아이콘과 실제 사물이 너무 연관성이 없어서 거부감을 불러일으키기도 했다. 기존 게임을 모방하여 화면구성이 참신하지 않았고 홈으로 이동하려면 여러 번 이동하도록 구성되어 있었다. ‘기술’ 면에서 질의응답 게시판이 게임 내에 없어 활용도와 접근성이 떨어졌고, 로딩 및 캐릭터의 반응 속도가 느렸다. 게임이 멈추거나 진행이 되지 않는 오류들도 관찰되었다. ‘경제·윤리’ 내용의 경우 주로 남성이 주인공으로 등장한다는 점과 학생에게 학교, 학년, 반을 수집한다는 특징이 있었다.

셋째, 과천 과학관의 기능성 게임(과학)은 ‘경제·윤리’ 영역(3.48)에서 강점을 나타냈으나 ‘교수-학습 목표와 내용’, ‘교수-학습 전략’, ‘화면 구성’, ‘기술’이 모두 2

점대에 머물렀다.

기능성 게임을 개발할 때는 우수한 기능성 게임의 특징이 잘 반영될 수 있도록 하여 미흡한 기능성 게임의 특징을 경계하여야 할 것이다. 또한 과천 과학관 기능성 게임은 내용 보완이 시급함을 알 수 있다. 특히 학생들의 동기를 유발하고 학습을 도울 수 있는 피드백, 심화단계, 안내와 설명/튜토리얼 등에 대한 보충이 필요한 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Baek Y.G & Lee G. H(1994). Development of an Instrument for the Evaluation of Instructional Computer Games. *Korean journal of educational research*, 32(5), 91-108.
- [2] Gwacheon National Science Museum(2013). Development of teaching plan and model for elementary science·math serious games(초등 과학·수학 교육용게임 수업 적용 모델 및 교안 개발 사업 보고서).
- [3] Korea Education & Research Information Service(KERIS)(2005). Quality certification Index for education contents(2005 교육용 콘텐츠 품질인증 목록집).
- [4] Korea Multimedia Education Center(KMEC)(1998). Operating quality certification system for education softwares(교육용 소프트웨어 품질인증 체제 운영). PR 98-7.
- [5] Lee J. H & Lee H. Y(2012). A Study on Balancing of the Positive and Negative Functions of Games. *The Korean Journal of animation*, 8(1), 112-128.
- [6] Lee J. S(2012). Development of Evaluation Tool for Educational Applications. Master's dissertation, Graduate school in Ajou University, Gyunggi.
- [7] Park H. S(2008). Exploring of trends and understanding to apply Serious Games for education and training. *Korea Game Society*, 8(2), 107-118.
- [8] Science & Technology Policy Institute(STEPI)(2010). International comparison of

creativity capacity by measuring creativity index.
Policy Research 2010-16-2.

- [9] Alessi, S. M. and Trollip, S. R.(1990). Computer-based Instruction: Methods and Development. 2nd Ed. NJ: Prentice-Hall, Inc.
- [10] Annetta, L. and Bronack, S. C.(2011). Serious Educational Game Assessment: Practical Methods and Models for Educational Games, Simulations and Virtual Worlds. Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- [11] Malone, T. W.(1980). What makes things fun to learn? A study of intrinsically motivating computer games. Cognitive and Instructional Science CIS-7(SSL-80-11). Palo Alto, CA: XEROX Palo Alto Research Center.
- [12] Martin, M. O., Mullis, I. V. S., Foy, P., & Stanco, G. M.(2012). The TIMSS 2011 International Results in Science. Chestnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College.
- [13] Michael, D. and Chen, S.(2006). Serious Games: Games that Educate, Train and Inform. Boston, MA: Thomson Courses Technology.
- [14] National Academy of Science(2011). Learning Science Through Computer Games and Simulations. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- [15] National Research Council(2007). Taking science to school: Teaching and learning science in grades K-8. Committee on Science Learning, Kindergarten Through Eighth Grade, R.A. Duschl, H.A. Schweingruber, and A.W. Shouse (Eds.). Washington, DC: The National Academies Press.

저자소개

정 하 나



2007 춘천교육대학교 수학교육과
(교육학사)
2012 서울교육대학교 과학교육과
(교육학석사)
2013~현재 서울수송초등학교 교사
관심분야: 과학교육, 영재교육
e-mail: puri1031@hanmail.net

이 창 훈



1984 서울대학교 물리교육과(이
학사)
1996 서울대학교 과학교육과(교
육학박사)
2002~현재 한국교육과정평가원
연구위원
관심분야: 과학교육, 영재교육
e-mail: chlee@kice.re.kr

전 영 석



1988 서울대학교 물리교육과(이
학사)
1997 서울대학교 과학교육과(교
육학박사)
2005~현재 서울교육대학교 교수
관심분야: 과학교육, 영재교육
e-mail: jhunys@snue.ac.kr