

증강현실기반 멸종위기동물 에듀테인먼트 콘텐츠 디자인

김희정¹ · 전지윤² · 김현주^{2*}

¹서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 석사과정

²서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 교수

Augmented Reality Based Edutainment Content Design about Endangered Animal

Hui-Jeong Kim¹ · JiYoon Chun² · Hyun Ju Kim^{2*}

¹Master's Course, Department of Newmedia, Seoul Media Institute of Technology, Seoul, Korea

²Professor, Department of Newmedia, Seoul Media Institute of Technology, Seoul, Korea

[요 약]

증강현실은 놀이와 교육을 접목한 에듀테인먼트 콘텐츠로서 잠재적 가능성을 지닌다. 본 연구는 국내에서 아직 많이 다루지 않는 멸종동물을 주제로 만 4-6세 유아동에게 멸종 위기 동물과 그 원인에 대한 적정 정보를 쉽고 흥미롭게 제공할 수 있는 관찰 조작형 모바일기반 증강현실 에듀테인먼트 콘텐츠 <나는 누구일까요?>의 제작과 분석을 다루었다. <한반도 생물 다양성>과 <E-나라 지표>의 정보를 유아동이 이해하기 쉽도록 가공하고, 전통적 놀이 수단인 카드를 활용해 2D 일러스트 스타일의 친근한 시각적 디자인으로 마커와 에셋을 제작함으로써 증강현실 콘텐츠의 어포던스와 사용성을 제고했다. 반면 프레젠테이션의 강화와 개인화, 의도적 및 협력적 학습 측면에서 보완이 필요하다는 것으로 분석되었다. 본 연구는 멸종동물 교육 관련 증강현실 에듀테인먼트 콘텐츠의 하나의 사례로서, 또 유아동 교육 콘텐츠 연구로서 기존 평가 모델을 적용 분석했다는 점에서 의의가 있다.

[Abstract]

Augmented reality has potential to be utilized as edutainment content combining both entertainment and education. This paper is about the design and the production of a mobile augmented reality edutainment content <Who am I?> which is under the category of observation & operation type of AR education content and provides 4-6 year old children with optimal information about endangered animals and causing threats in fun and engaging ways. Affordance and usability of the content are enhanced by abridging the complex information provided by <Korean Peninsula Biodiversity> and <E-Country Index>, and by designing markers, assets and traditional game card interface with a familiar and comfortable 2D illustration style. The analysis, however, shows it needs more improvement in enhancing presence, personalization and intentional & cooperative learning. The research is meaningful as a case of an augmented reality edutainment content related to endangered animal and as a study of educational content for young children in that it applies and analyzes the existing evaluation model.

색인어 : 증강현실, 교육콘텐츠, 에듀테인먼트, 멸종위기동물, 유아콘텐츠

Key word : Augmented Reality, Educational Content, Edutainment, Endangered Animal, Kid Content

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2020.21.1.43>



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 31 November 2019; **Revised** 24 December 2019

Accepted 23 January 2020

***Corresponding Author; Hyun Ju Kim**

Tel: +82-2-6393-3238

E-mail: hjkim@smit.ac.kr

I. 서론

1-1 연구배경 및 문제제기

오늘날 지구는 환경오염과 동식물 생태계 파괴가 심각한 수준이다. 2019년에는 유엔 기후변화 세계정상회담이 개최되었고, 세계적으로 185개국에서 기후 안정을 위한 긴급행동을 촉구하는 시위가 열리기도 했다. 또한, 2018년 기준 전 세계적으로 13,482종의 동물들이 멸종 위기에 있는 것으로 조사 되었다. 파충류의 경우 2006년에 비해 멸종위기에 처한 수가 283퍼센트나 증가한 것으로 파악 된다[1]. 지구 환경 위기와 동식물 생태계 파괴에 대한 전방위적인 인식 제고와 교육이 필요한 실정이다. 그러나 책이나 교과서 위주의 단편적인 교육은 한계가 있으며 연령대에 적합한 다양한 콘텐츠 모색이 필요하다.

한편 오늘날의 모바일 기술, 증강현실 및 가상현실 등의 혼합 현실 기술은 교육의 영역에서 더 높은 흥미와 몰입, 학습의 효과를 가져 오고 있다[2]. 증강현실은 놀이와 교육을 접목한 에듀테인먼트 콘텐츠로서의 연관성도 매우 높아 기존 전통적인 교육 미디어 보다 멸종동물 콘텐츠의 대안적 콘텐츠 모델이 될 수 있다.

1-2 연구 목적

본 연구는 만 4-6세 유아동 대상으로 하는 지구 환경과 동식물 생태계 위기에 대한 교육 콘텐츠의 개발에 있어 모바일 증강현실을 활용한 에듀테인먼트 콘텐츠를 기획 및 구현하고 교육 콘텐츠로서의 특성을 분석하는데 있다. 이를 통해 증강현실에 에듀테인먼트 콘텐츠의 다양성을 증진 할 수 있는 국내 사례를 개발하고 궁극적으로 유아동 교육의 다변화와 질 향상에 기여하고자 한다.

1-3 연구 방법

먼저 에듀테인먼트 콘텐츠와 증강현실 기술 및 교육 효과와 관련된 국내외 선행연구를 통해, 각 용어의 개념적 정의, 기술 현황, 유형 및 사례 등을 살펴보고자 한다. 이를 통해 증강현실 기술을 활용한 멸종동물교육 에듀테인먼트 콘텐츠의 디자인 방향성을 설정하고, 전통적인 놀이 형식의 카드를 기반으로 유니티(Unity)개발 환경과 뷰포리아(Vuforia)엔진을 이용해 모바일 기반 증강현실 애플리케이션을 구현하였다. 또한, 제작된 콘텐츠는 기존의 증강현실 교육 콘텐츠의 사용성 평가지표[3]와 선행 연구 이론을 활용해 분석하였다.

II. 이론적 배경 및 선행연구

2-1 에듀테인먼트 콘텐츠

1) 에듀테인먼트 콘텐츠의 정의와 특징

에듀테인먼트(edutainment) 콘텐츠는 교육(education)과 오락(entertainment)가 결합되어 ‘놀이 형식을 즐기는 과정에서 스스로 교육의 기대치를 획득하도록 고안된 콘텐츠’를 일컫는다 [4][5]. 이 용어는 로버트 헤이먼(Rober Heyman)이 1973년 자연과 인류 문화에 대한 내용을 서스펜스와 속도감 등 이야기와 오락적 요소를 가미해 전달한 영화를 두고 처음 사용했다고 알려져 있다[6]. 이는 하이징아(Huizinga)가 놀이하는 인간의 의미인 ‘호모 루덴스(Homo Ludens)’를 통해 놀이와 지식 개념의 결합을 제시한 것에서도 관련성을 찾을 수 있다[6][7]. 또한, 에듀테인먼트 콘텐츠의 사용자 경험을 칙센트미하이(Mihaly Csikszentmihalyi)의 플로우(flow) 개념으로 해석하기도 하는데, 이는 “상호작용성에 의하여 촉진되는 연속적 반응의 결과로서 본질적으로 재미있고 자아의식의 망각을 동원하며, 자발적인 강화의 특징을 갖는 것”이라 할 수 있다 [4].

에듀테인먼트 콘텐츠는 교육 참가자가 자신이 교육을 받고 있다는 것을 인지하지 못할 정도로 흥미로운 상호작용으로 긍정적인 피드백을 줄 수 있는 재미 요소가 매우 중요하다. 이러한 상호작용을 지속적으로 유지시킬 수 있는 방안들로 게임의 규칙을 설정하거나, 도전과 경쟁의 형태를 도입, 또는 현실성과 환상을 함께 결합하기도 한다[4].

2) 에듀테인먼트 콘텐츠의 사례

오늘날의 에듀테인먼트 콘텐츠는 대부분 IT(Information Technology)기술과 결합한 게임과 영상 등 디지털 콘텐츠의 형태 띄고 있다. 또한, 학습만화, 그림책, 팝업 북 등의 전통적인 출판물 형태의 출판 에듀테인먼트나 박물관 및 전시관, 테마파크 등 공간체험 에듀테인먼트의 양상도 시도되고 있다[8].



그림 1. 줘비니 게임화면
Fig. 1. Zoombinis Logical Journey game scene

게임 형식의 에듀테인먼트 사례로서 줘비니 시리즈 (Zoombinis Logical Journey)를 보자면, 이는 다양하게 생긴 캐릭터들을 새로운 보급자리로 이동하는 여정을 통해, 수학의 기초원리와 연산능력, 수리력과 논리력을 개발하는 것을 목표로 하는 교육용 게임이다<그림 1>[9]. 매번 다른 퍼즐들이 제시되어 플레이어가 시행착오와 논리적 추론으로 퍼즐의 규칙을 알

아내게 한다. 따라서 단순히 정해진 방식으로 문제를 푸는 연습을 하는 것이 아니라, 문제를 해결하는 방식을 스스로 찾는 훈련을 할 수 있도록 디자인됐다.

한편 출판 에듀테인먼트 사례로 볼 수 있는 마법천자문은 유아동을 위한 한자 학습 만화이다[10]. 손오공이 주인공인 중국의 서유기를 바탕으로 만들어졌으며, 만화에 나오는 캐릭터들이 마법을 쓸 때 한자의 뜻과 음을 외치기 때문에 자연스럽게 한자를 배울 수 있도록 기획되었다. 2019년부터는 AR(Augmented Reality)기능이 추가되어 유아동 본인이 마법을 쓰는 듯한 사진 등을 촬영 하거나, 한자를 따라 써 볼 수 있는 기능이 더해져 학습효과가 강화되었다. 마법천자문은 원작인 만화 이외에도 애니메이션, 게임 등의 콘텐츠가 만들어져 다양한 방법으로 한자를 접할 수 있도록 제작되었다.

공간 체험적 에듀테인먼트 사례로서 키자니아(KidZania)는 재미와 학습을 결합한 어린이들을 위한 체험형 테마파크이다 <그림 2>[11]. 여러 기업들과 파트너십을 맺어 테마파크 내에 직업체험 역할극이 가능하도록 세트를 조성해 줌으로써 아이들이 보다 사실적인 직업체험을 할 수 있다. 또한, 키조라는 가상의 화폐를 가지고 키자니아 내에서 적금을 하거나, 물건을 구매하는 등 화폐 유통을 경험하며 돈 관리 개념에 대해 배울 수 있도록 설계되었다.



그림 2. 키자니아 직업체험
Fig. 2. KidZania Career Experience

이렇게 에듀테인먼트 콘텐츠는 교육의 내용에 따라 영상, 게임, 책, 테마파크 등 다양한 형태와 방식으로 제작되고 있다. 본 연구에서는 에듀테인먼트 콘텐츠 제작에 있어 증강현실 기술이 그 특성상 어떻게 활용될 수 있는지 선행연구와 디자인 사례를 중심으로 살펴보려고 한다.

2-2 증강현실 기술

1) 증강현실의 정의

증강현실(Augmented Reality)은 물리적 현실과 가상의 이미지를 중첩함으로써, 현실 공간을 다양한 정보와 멀티미디어로 함께 증강(augment)해서 경험할 수 있는 일체의 기술이다. 증강현실이라는 용어는 1990년 톰카우텔(Tom Caudell)이라는 보잉

사의 연구원에 의해 소개되었다고 전한다[3]. 90년대 중반부터 밀그램(Milgram)의 혼합현실[12]에 대한 연구, 도날드 아즈마(Ronal Azuma)의 증강현실에 대한 동향 분석[13]을 중심으로 관련 분야에 대한 본격적인 연구가 시작된 이래, 2000년대 이후는 마크 빌링허스트(Mark Billinghurst)나 케심(Kesim) & 오자슬란(Ozarslan)의 교육에 있어서의 증강현실 연구 [14][15] 등 기술의 고도화와 함께 응용분야의 확장에 대한 연구가 꾸준히 지속되고 있다.

아즈마(Azuma)에 따르면 증강현실은 가상환경(virtual environment)의 일종이다[13]. 가상현실 환경이 가상적으로 합성된 환경 속에 사용자를 완전히 몰입하도록 하는 반면, 증강현실의 경우는 실제 세계를 가상의 사물과 중첩해 함께 볼 수 있도록 설계되었다. 따라서 증강현실은 실제 세계의 대리물(replacement)이 아닌 보충물(supplements)로 물리적 세계에 부가적인 정보와 경험을 제공하며 현실과 가상을 융합하는 ‘복합형 현실 체계’를 제공한다[16]. 밀그램(Milgram)은 혼합현실을 이루는 다양한 기술을 가상성 컨티뉴엄(Virtuality Continuum)의 스펙트럼 내에서 시각화해서 제시한 바 있다[12][16]. 이때 증강현실은 혼합현실을 제공하는 다양한 환경 속에서 실제 환경에 비교적 근접한 혼합현실의 기술로 볼 수 있다.

2) 증강현실의 요소 기술

증강현실 콘텐츠를 제작하기 위해서 우선 콘텐츠가 제공될 플랫폼과 인터페이스를 결정하는 디스플레이(display) 기술, 목표물을 추적하여 3차원의 좌표를 확보하기 위한 추적(tracking) 기술, 그리고 확보된 3차원 좌표에 정보를 중첩해 보여주는 영상합성 및 중첩(overlaying) 기술이 필요하다[17].

우선 디스플레이 기술은 구굴 글래스와 같이 착용 가능한 HMD(Head Mounted Display) 방식에서부터, 데스크탑 또는 기타 디스플레이를 활용하는 Non-HMD 방식, 이동형 스마트폰이나 패드 등을 활용하는 모바일 Hand-held형 등이 있다. 이들 표준 디바이스에 따라 사용해야 하는 개발 플랫폼도 다양하며, 그 활용에 있어서의 장단점도 분명하다.

증강현실은 카메라 영상에서 현실의 위치 또는 사물의 3차원 좌표를 확보하고 그 공간 내에 3차원의 가상 오브젝트가 중첩되도록 하는데, 추적(tracking)기술은 가상공간 내에 오브젝트의 중첩을 가능하도록 하기 위해 필요한 중첩 좌표를 획득하는 것이 목표이다. 추적 기술은 마커 이용의 유무에 따라 마커(marker) 기반 콘텐츠와 마커리스(markerless) 기반 콘텐츠 구현이 가능하다. 전통적으로 2차원 바코드처럼 생긴 흑백 마커를 활용하기도 했지만, 오늘날은 GPS(Global Positioning System) 등의 정보를 활용하는 위치기반 정보를 활용하기도 한다. 또한, 영상인식기술이 점차 발전함에 따라 특정 마커를 따로 두기 보다는, 영상자체의 객체를 인식하거나, 미니어처 객체를 인식하도록 하는 마커리스 추적도 가능해지고 있다.

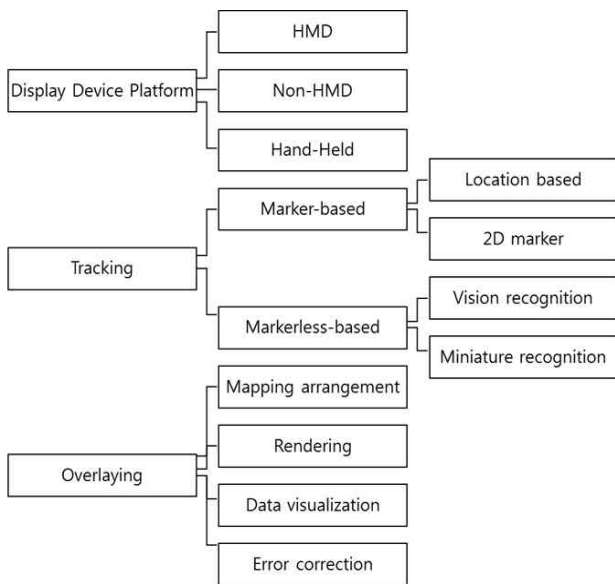


그림 3. 증강현실의 주요 기술 요소
Fig. 3. Core component of augmented reality technology

또한, 영상합성 및 중첩(overlying) 기술은 실제와 가상의 이미지가 3차원 공간에 이질적이지 않게 정합해 매핑되도록 하는 것으로, 어떠한 방식으로 정보가 가공되고 매핑되는가에 따라 데이터 시각화, 3D 렌더링, 모션그래픽스 등 여타의 디지털 콘텐츠 제작의 다양한 방법들이 함께 동원될 수 있다. 또한, 정합과 매핑의 과정에서 다양한 오차가 발생하며, 이를 센싱하고 교정하는 오차 교정의 방법들도 필요하다.

3) 증강현실의 특징

아즈마(Azuma)는 증강현실 시스템의 핵심 특징으로 1) 현실과 가상의 결합(combines real and virtual) 2) 실시간적으로 상호작용함(is interactive in real time) 3) 3차원 공간에 등록됨(is registered in three dimensions)을 설정하고 이를 통해 증강현실을 특정 기술에 국한하지 않고 좀 더 광범위하게 연구될 수 있도록 기초를 다졌다[13].

증강현실 기술은 컴퓨터가 구축한 가상공간 속에 사용자를 몰입하게 하는 기술인 가상현실과 TV(Television) 영상과 같은 현실의 중간에 위치하는 기술로 사용자의 실제 환경에 가상의 정보를 더함으로써 실제감을 향상시킨다[18]. 가상현실과 증강현실이 모두 가상성에 기초하지만, 가상의 공간 안에 몰입되어 현실 인식이 불가능한 가상현실과는 다르게, 증강현실은 현실 공간에 부가하는 가상적 경험을 가능하게 해준다는 측면에서 매우 큰 차별성이 있다. 증강현실의 사용자는 주변을 인지하며 부가적인 정보와 이미지, 영상을 함께 체득 가능하다. 따라서 사용자의 감각이 현실과 비현실까지 확장되고, 실시간 현실과 가상의 비현실 세계 안에 사용자가 위치될 수 있다[16].

증강현실은 가상과 현실이 접합하는 공간을 사용자에게 제공함으로써 공간적 실제감을 경험할 수 있는 능동적인 상호작용을 유도한다. 또한, 촉각적 인터페이스등을 통해 시각적 상징

이나 메타포를 전달할 수 있으며 다감각의 정보를 획득, 저장, 전달할 수 있다. 이는 에듀테인먼트로서 증강현실의 가능성을 보여주는 중요한 특징이라 할 수 있다.

2-3 증강현실기반 에듀테인먼트 콘텐츠

증강현실기반 에듀테인먼트 콘텐츠는 증강현실기술의 특성을 활용해 교육과 놀이의 두 역할에 충실한 콘텐츠이다. 증강현실 기반 교육 콘텐츠는 직접적 조작과 상호작용적 과정을 통해 몰입적 학습이 가능하고, 학습자에게 재미와 흥미를 제공하여 학습자가 인지하지 못하는 사이 학습의 효과를 줄 수 있어 에듀테인먼트의 성격을 잠재적으로 지닌다 할 수 있다.

1) 교육적 특징과 효과

2000년대 이후 증강현실 기술은 그 교육적 적용에 대한 상당한 연구가 함께 이루어졌다. 일찍이 증강현실이 교육 분야에 있어 가지는 잠재적 가능성에 대해 주목한 빌링허스트(Billinghurst)는 증강현실 기술이 교육콘텐츠로 개발됨에 있어서 실제와 가상 환경간의 이음새 없는 상호작용(seamless interaction), 오브젝트의 사용을 위한 촉각적 인터페이스 메타포의 활용(tangible interface metaphor), 실제성과 가상성 간의 부드러운 전이(transitional interfaces)가 가능해야함을 강조했다[14][15].

셸톤(Shelton)은 증강현실이 학습자의 능동적인 조작활동을 유발함으로써 지식체계의 구축을 촉진한다는 구성주의 관점에서 증강현실의 교육적 활용을 강조했다[19]. 그에 따르면 증강현실 콘텐츠는 교재의 조작을 통해 결과를 파악할 수 있는 적극적인 학습(active learning), 지식과 그 사회적 맥락을 반영할 수 있는 구성주의적 학습(constructive learning), 자기 주도적 목표 설정과 활동 조절이 가능한 의도적 학습(intentional learning), 실제 세계에 대한 문제와 답을 얻을 수 있도록 하는 실제적 학습(authentic learning), 의미에 대한 협력과 타협이 가능한 협력적 학습(cooperative learning)이 가능하도록 고려되어야 한다 [2][19].

이지혜(2018)의 경우 증강현실의 교육적 효과에 대한 특징을 능동적 학습수행을 도와주는 상호작용성, 3차원 공간에서의 시각화를 통한 의미전달, 실시간 정보습득으로 학습활동을 촉진하는 실제감과 현존감의 향상으로 주장하였고, 이 세 가지의 교육 효과는 증강현실 교육 콘텐츠의 개발과 평가에 함께 고려되어야 함을 강조했다[3].

노경희(2010) 등은 증강현실 콘텐츠 기반 수업이 학업성취와 흥미, 몰입에 어떠한 영향을 주는지 초등학생을 대상으로 일반적인 교과서 중심의 수업과 증강현실 수업을 대조 실험한 연구를 실시하였고, 그 결과 증강현실 기반의 수업이 교과서 중심의 수업보다 더 높은 학업 성취를 가져왔고, 학생들의 수업에 대한 흥미와 몰입의 수준도 높다는 것을 관찰했다. 따라서 증강현실 콘텐츠 기반 수업이 기존의 교과서 중심 수업을 보완할 수 있는 대안적 수업 방법이 될 수 있음을 강조했다[2].

표 1. 증강 현실 기반 에듀테인먼트 콘텐츠 사례 및 유형
Table 1. Cases and types of AR based edutainment content

Journey of Water (2005)	Anatomy 4D (2018)	Invisible Train (2005)
		
Experimental activity	Observation & Operation	Experimental activity
Gyeongbok Palace In My Hand (2014)	Mystical Sea Animal (2015)	Coding GeniusS (2018)
		
Learning guide	Observation & Operation	Experimental activity
zSpace STEM (2014)	Brush Monster (2018)	Capital Gaya Go (2017)
		
Experimental activity	Experimental activity	Field Problem Solving

2) 유형 및 사례

장상현 등(2007)의 연구에 따르면 증강현실 에듀테인먼트 콘텐츠는 일반적으로 관찰조작형(Observation & Operation), 실험활동형(Experimental Activity), 학습안내형(Learning Guide), 현장문제 해결형(Field Problem Solving)으로 나눌 수 있다[18].

관찰조작형의 경우 증강현실에서 가장 넓게 적용 가능한 학습 유형이다. <해부학4D(Anatomy 4D)>[20]나 <신비로운 바다 동물(Mystical Sea Animal)>[21]처럼 학습 주제를 제시하고, 거기에서 학습자가 행동하면 원하는 정보를 취득할 수 있도록 제시한 형태이다. 실험활동형은 증강현실을 가미한 시뮬레이션 방식이다. 3차원 가상 교육환경인 <zSpace STEM>[22]처럼 학습자가 인체 장기, 화합물의 분자구조 등 제시해주는 교육 주제를 마음대로 조작하고 활동하며, 조작에 따른 다양한 반응이 가능해서 인과관계의 학습에 용이하다. 학습안내형은 학습자가 학습공간을 이동하는 과정에 학습자의 위치를 인식하여 공간에 맞는 학습 내용을 제공하는 방식이다. <내 손안의 경복궁(Gyeongbok Palace In My Hand)>[23]처럼 학습자가 실외나 실내에서 이동하며 학습 내용에 대해 전달 받아야 하는 상황에서 사용되면 좋다. 현장문제 해결형은 학습안내형에서 좀 더 발전된 형태로, <왕도가야 Go(Capital Gaya Go)>[24]처럼 학습주제에 대한 설명에만 국한되지 않고, 다른 콘텐츠들을 더해 학습자가 취하는 행동에 따라 부가적인 정보를 더 제공해주는 유형이

다. 학습자의 위치와 동선, 그리고 행동들에 대한 반응들을 모두 고려할 수 있어야 하기 때문에 학습안내형 보다 더 복잡한 시스템이다.

3) 디자인 요소와 평가

증강현실 에듀테인먼트 콘텐츠와 관련된 일부 연구는 콘텐츠의 디자인 요소와 그 사용성 평가에 대해서도 진행되고 있다. 우선 이지혜(2017)는 프레젠스(presence)와 어포던스(affordance)로 특징되는 모바일 미디어의 속성이 사용성과 결합해 모바일 증강현실의 사용성으로 구현됨을 제시하였다[3]. 여기서 프레젠스 또는 현존감은 어떠한 환경 속에서 직접 존재하는 듯한 현실감을 의미한다. 또한, 어포던스는 디자인 결과물이 가진 물리적, 조작적 특성으로 인해 직관적으로 행동이 일어나도록 하는 것을 일컫는다. 프레젠스의 하위 개념으로 시각적 사실성과 감각적 사실성을 규정하고, 어포던스의 하위 개념으로 인지적, 감각적, 물리적 측면의 어포던스를 평가지표에 함께 포함했다. 또한, 사용성의 하위 개념으로 조작, 학습 및 기억의 용이성, 사용 편의성, 만족도, 개인화 등 총 19개의 평가지표를 구성해 증강현실 기반 교육 콘텐츠의 7개 사례를 전문가 분석으로 실시하였다.[3] 또한, 각각의 요소를 포함하여 구성한 방사형 그래프를 통해 분석자료를 정리함으로써 시각적으로 콘텐츠를 파악하는 평가모형을 제시했다는 점에서 의의가 있다.

표 2. 증강현실 교육 콘텐츠의 평가 모델 - 이지혜(2017)에서 재구성됨[3]

Table 2. Evaluation component for AR Educational Content - Reconstructed from Lee(2017)[3]

Presence	Affordance	Usability
<ul style="list-style-type: none"> •visual presence •sensual presence 	<ul style="list-style-type: none"> •sensual affordance •cognitive affordance •functional affordance 	<ul style="list-style-type: none"> •ease of operation •ease of learning and remembering •ease of use •satisfaction •personalization

정수아와 김현(2016)은 증강현실 콘텐츠의 평가요소를 현실감, 인터랙션, 몰입감, 자율성으로 제시하였고, 이들 요소에 대한 하부요소를 총 17개 설정하여, 이를 반영한 분석틀로 유아용 증강현실 앱의 사용성을 평가한 바 있다[25]. 여기서 현실감은 생동감과 상호작용성으로, 인터랙션은 통제성, 반응성, 개인화, 방향성의 하위요소로 구성되었다. 몰입은 즉각적 피드백, 명확한 목표제공, 과제 난이도의 적절성, 내재적 동기유발, 상호작용성, 학습자의 다양한 흥미라는 하위 요소를 가지며, 자율성의 경우는 능동적 학습 유발 요소, 구성주의적 학습 촉진, 의도적 학습구현, 실제적 학습 제공, 협동학습으로 앞서 셸톤(Shelton)이 언급한 교육 특징과 일치한다. 그러나, 상호작용성을 포함하는 일부 하위요소가 상위 평가요소와 중첩되어 있어 엄밀하게 구분되어 보이지 않는다.

본 연구에서는 이지혜의 평가 모델을 최종적으로 채택하여

앞으로 설명할 멸종위기 동물교육 에듀테인먼트 콘텐츠 제작 연구의 분석에 적용하였다.

III. 멸종위기 동물 AR 교육 콘텐츠 제작 연구

3-1 제작 방향성

최근 휴대폰이나, 태블릿PC로 다운로드 가능한 국내의 동물 콘텐츠는 흔히 게임, 애니메이션, 사운드 콘텐츠가 많은데 그중 동물 관련 교육 콘텐츠는 다른 콘텐츠들에 비해 그 수가 적으며, 명확한 주제가 있는 경우가 드물다. 본 연구에서는 일상에서 볼 수 있는 동물보다 국내에서 멸종위기이거나 멸종되어 차세대에선 볼 수 없는 동물을 대상으로 함으로써 향후 멸종위기 동물에 대한 유아동의 관심과 흥미를 고취시키고자 하였다.

국내에서 멸종위기 동물에 대한 정보는 환경부 산하 국립생물자연관이 관리하는 <한반도의 생물 다양성> 사이트[26]와 <E-나라지표>[27]를 통해 주로 제공된다. 해당 사이트에서는 멸종위기 야생생물들을 선정하는 기준과, 멸종위기 야생생물들의 급수 등을 제공하지만, 원하는 정보를 보기 위하여 사이트에서 거쳐야 하는 단계가 지나치게 많아 용이한 접근이 어렵다. 또한, 정보의 양이 많아 긴 글과 도표가 주를 이루어 성인들에게는 충분한 도움이 될 수 있는 자료이지만, 집중력이 부족하고 독해력이 낮은 만 4-6세 유아동에게는 적합하지 않다. 국립생물자연관에서 총 267종의 멸종위기 야생생물과 한반도 고유의 동식물 사진들을 전시해두긴 하지만, 다수의 후기를 봤을 때 아이나 부모의 많은 관심을 끌기에는 역부족인 것으로 보인다. 이러한 문제점들을 극복하기 위해, 멸종동물이라는 주제에 조금 더 흥미를 가지고 다가갈 수 있도록 유아동 대상 모바일 증강현실기반 에듀테인먼트 콘텐츠의 제작 계획을 세웠다.

콘텐츠는 타이틀부터 <나는 누구일까요?>로 질문 형식을 취함으로써 콘텐츠에 대한 궁금증을 유발하여 유아들의 학습 참여를 유도하도록 했다. 멸종위기에 처한 동물에 대해서 카드에서 제시해주는 멸종위기의 원인을 보고, 카드에서 말하는 ‘나’가 누구인지 유추하여 모바일 기기에 나타나는 영상을 통해 결과를 파악하도록 하는 관찰작형 증강현실 교육 콘텐츠로 설계했다. 멸종위기의 원인 제공자인 우리 인간이 야기하는 상황이 마커로 제시되고, 멸종위기에 처한 동물이 결과적으로 이에 대응되어 증강현실로 보여진다. 마커가 있는 카드의 반대면에는 멸종 위기에 처한 동물에 대한 기본 정보를 제공하여 해당하는 멸종동물이 누구인지 추측할 수 있도록 게임 방식으로 설계했다.

3-2 정보디자인 - 멸종 동물 데이터 수집 및 정리

<E-나라지표>와 <한반도의 생물 다양성> 사이트에서 지칭하는 멸종위기 야생생물이란 멸종의 위협에 처한 야생의 동식물을 대상으로 보다 효과적인 보호를 위하여 환경부가 지정하

여 보호 관리하는 생물들을 말한다. 멸종위기 야생생물 1급은 자연적이나 인위적인 위협요인에 의해 이미 개체 수가 많이 줄어 멸종위기에 처했거나 이미 멸종한 야생생물로 2017년 기준으로 60종이 지정되어있으며, 멸종위기 야생생물 2급은 자연적 또는 인위적인 위협요인에 의해 개체 수가 점점 줄어들고 있어, 위협요인을 제거하거나 완화 시키지 않으면 곧 멸종위기에 처할 수 있는 야생생물로 2017년 기준 207종이 지정되어있다[26].

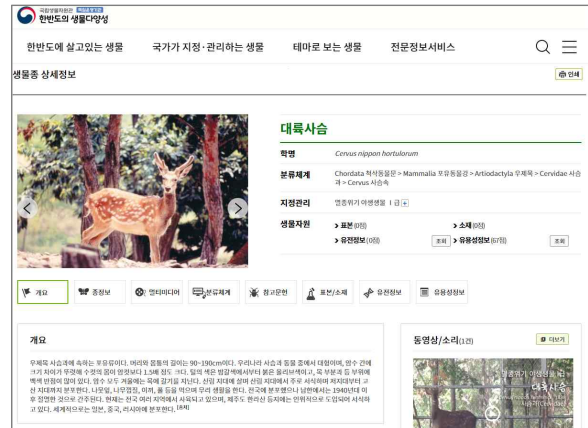


그림 4. 한반도의 생물 다양성 사이트
Fig. 4. Korea Biodiversity Site map

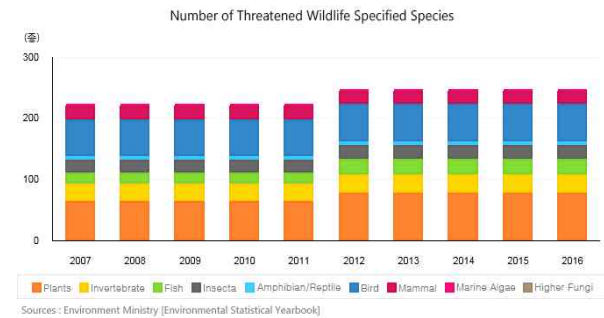


그림 5. E-나라지표 멸종동물 관련 제공 통계 화면
Fig. 5. Endangered animal statistics provided by E-Country Index

멸종위기 동물 교육 콘텐츠를 제작하기 위하여 멸종위기종으로 분류되는 개체들의 이름과 해당 사유를 <E-나라지표>와 국립생물자연관이 운영하는 <한반도 생물 다양성> 등의 전문 사이트를 이용해 수집 정리했다. <E-나라지표>에서는 멸종위기 야생생물 지정현황 파트, <한반도 생물 다양성> 사이트에서는 멸종위기 야생생물 중 정보 파트를 활용했다. 특히 <한반도 생물 다양성>의 멸종위기 야생생물 중 정보 파트를 통하여 멸종위기 야생동물의 개체이름, 학명, 현대 생물학의 생물분류체계를 통한 분류체계, 형태, 생태, 분포, 해설과 같은 중 정보, 그리고 영상과 사진 등 다양한 정보들을 수집할 수 있었다.

해당 사이트들에서 제공되는 멸종위기종의 동물군은 포유류 조류 양서류 파충류 어류 곤충류 무척추동물로 나뉜다. 8가

지대분류 중 해당 교육 콘텐츠의 타겟으로는 어린아이들이 주변에서 쉽게 관찰할 수 있으며 가장 익숙한 동물군인 포유류를 설정했다. 그 중 국립생물자연관이 제공한 도표의 가장 처음에 나오는 포유류 멸종위기종 1급 동물들을 핵심적으로 선정하였다.

3-3 비주얼 디자인

본 프로젝트 <나는 누구일까요?>의 시각화는 우선 멸종위기 동물의 이미지화를 시작으로 진행하였다. 실제 동물의 모습을 기반으로 특징적 모양새와 요소를 조합하여 캐릭터를 도출하고 이를 단순화하기 위한 표현 요소로 활용하였다. 더불어 자칫 단순화된 이미지가 멸종 동물의 사실감을 떨어뜨리지 않도록 텍스처를 강조하기 위한 채색을 시도하였다. 또한, 무거울 수 있는 멸종 위기 동물을 채도가 낮은 파스텔 톤 색감으로 시각화 하였다. 전체적으로 이미지 카드의 구조는 각각의 카드가 하나의 패키지로 될 수 있도록 구성하였으며, 이를 활용한 스토리텔링으로 교육에 제공될 수 있도록 설계하였다.



그림 6. <나는 누구일까요?> 카드 디자인
Fig. 6. <Who am I?> Card Design



그림 7. 실제 동물과 AR 콘텐츠 재현 이미지
Fig. 7. Real Animal and its Representation in the AR Content

타겟 이미지는 일반적인 QR(Quick Response)코드처럼 단순한 이미지일 경우 제작과 카메라의 인식은 쉬우나, 시각적 인터페이스를 이질적이고 단순화해 흥미를 떨어뜨릴 수 있다는 단점이 있기 때문에, 마커리스 방식으로 야생동물의 멸종 원인을 타겟 이미지로 설정하였다. 타겟 이미지이자, 카드의 앞면에 들어가게 되는 야생동물의 멸종 원인은 대상이 유아동인만큼 멸종의 원인이 지나치게 자극적이거나 폭력적으로 보이지 않으면서도 타겟이 잘 인식될 수 있도록 여러 번의 보완을 거쳤다. 뷰포리아에 마커를 등록할 시 이미지의 특징적 요소가 인식률에 영향을 주기 때문에 동물의 이미지와 마찬가지로 적당히 단순화시킨 후, 채색에서 텍스처를 강조하여 그림에 무게를 더했다.

<나는 누구일까요?>는 일반적인 책의 형태가 아닌 하나하나 떨어진 낱장의 카드 형태이기 때문에 학습자가 개인 혹은 그룹별로 카드를 교환하며 의견을 나눌 수 있다. 또한, 크기가 일반적인 카드보다 두껍고 견고하기 때문에 지속적으로 플레이 하기가 용이하며, 크기가 커서 시각적 요소들의 가독성이 높을 뿐 아니라 이해도에 도움을 줄 수 있다.

카드의 앞면에는 멸종위기가 된 원인자 타겟 이미지가 중심에 들어가며, 카드의 뒷면에는 멸종위기 원인과 짝이 되는 동물의 이미지와 동물의 크기, 먹이, 사는 곳, 멸종위기인 이유가 간단히 들어가 있어 모바일 기기가 존재하지 않는 상황에서도 교육에 무리가 가지 않도록 하였다. 매끄럽지만 다소 차가운 느낌의 3D CG(Computer Graphics) 보다는 시각적으로 친근한 드로잉의 느낌을 주는 스타일을 활용했고, 전통적 문양의 액자 프레임 안에 동물과 동물에 대한 설명을 넣음으로써 박제된 동물임을 암시하고자 했다.

3-4 인터랙션 디자인

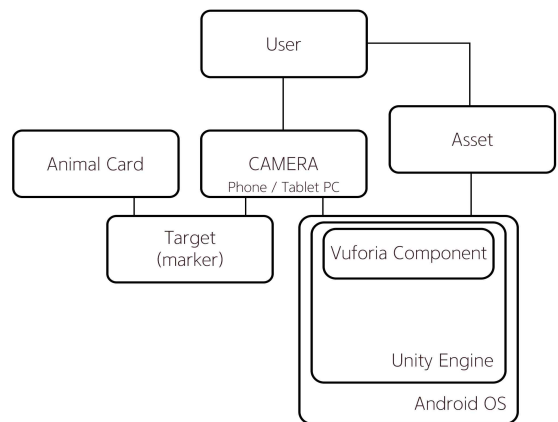




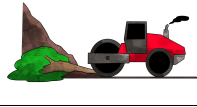













그림 8. <나는 누구일까요?>시스템 다이어그램
Fig. 8. <Who am I?>Diagram

<나는 누구일까요?>는 안드로이드를 기반 모바일 기기에서 작동 가능한 증강현실 앱으로 제작되었으며 유니티(Unity)와 뷰포리아(Vuforia)를 사용하였다.

표 3. <나는 누구일까요?> 속 동물 이미지타겟과 에셋

Table 3. An animal target and an asset in <Who am I?>

Endangered Animal (Threat)	Image Target	Asset Image
Wolf (Hunting)		
Manchurian sika (Antler Harvesting)		
Asiatic Black Bear (Gallbladder Harvesting)		
Copper-Winged Bat (Habitat Destruction)		
Musk Deer (Musk Harvesting)		
Mountain Goat (Illegal Snare)		
Otter (Water Pollution)		
Lynx (Forest Destruction)		
Fox (Fox Fur Harvesting)		
Leopard (Skin Harvesting)		
Tiger (Japanese Animal Massacre)		

<나는 누구일까요?>는 일반적인 QR코드 형식의 마커가 아닌 멸종위기 동물이라는 주제에 맞는 멸종위기의 원인이 카드의 한쪽 면에 일러스트 스타일로 그려져 있도록 하였다. 마커 이미지는 뷰포리아 엔진에서 증강현실을 위한 타겟으로 등록되게 되는데, 등록된 멸종위기 원인 타겟은 인식을 향상을 위해 수차례 수정 보완을 했다. 사용자가 동물들의 멸종위기가 그려져 있는 카드 속 마커를 카메라로 인식시키면, 카드에 맞는 동물이 화면에 나타나 간단한 움직임을 보이는 에셋이 반응하게 된다. 마커를 보며 해당 마커가 어떤 멸종위기의 원인인지, 그리고 이 원인으로 어떤 동물이 멸종위기에 처했는지 답을 유추해보고 마커를 인식시켜 정답을 확인하는 형식이다. 일련의 과정을 통하여 단순히 멸종위기의 원인만과 결과를 일방적인 글과 이미지로만 보여주는 것이 아니라 유아동들이 혼자 생각해보고 스스로 의도적으로 조작하는 과정을 통해 확인해보도록 함으로써 학습 과정의 능동성을 높일도록 디자인했다.

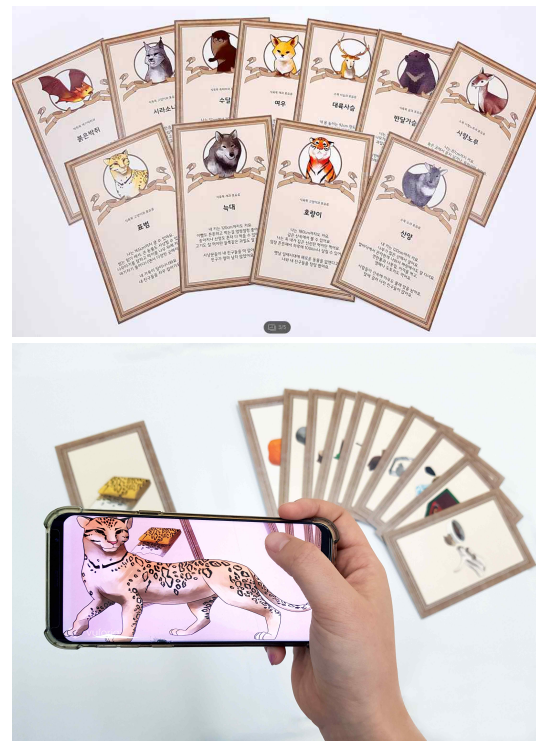


그림 9. <나는 누구일까요?>구현 사진
Fig. 9. <Who am I?>Implementation Photo

3-5 분석

이상의 과정을 통해 제작된 <나는 누구일까요?> 콘텐츠의 특성을 선행연구에서 다룬 증강현실 기반 교육콘텐츠 평가모델[3]과 셸튼의 증강현실교육 콘텐츠 특징[19]에 기초해 분석해 보았다. 이를 통해 본 콘텐츠가 지닌 현재의 특성과 향후 보완해야 할 지점에 대해서 보다 객관적인 관점에서 파악하고자 했다.

앞서 서술되었듯이, 멸종위기 동물을 알려주는 콘텐츠는 글과 도표가 많고, 사이트 맵이 복잡해 유아동들에게 지나치게 어렵거나, 단순히 그림이나 그림이 그려진 상품들이 대부분이기 때문에 멸종위기가 된 원인 등을 알기에는 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 사용이 간단하면서도 적정한 양의 정보를 전달함으로써 교육의 효과를 극대화 하고자 했다. 글과 도표가 아닌 이미지를 중심으로 유아동 수준에 적합한 동물 정보를 요약하여 카드 형식으로 제시함으로써, 그래픽 가독성과 특징적 메타포를 가진 감각적 어포던스(sensual affordance)와 의미의 명확성을 지닌 인지적인 어포던스(cognitive affordance)가 높게 평가되었다. 또한, 이미지 기반 타겟을 활용해 카메라로 인식시키면 해당 동물의 캐릭터를 바로 볼 수 있도록 하여 정보 접근의 단계를 간략화 했다. <한반도의 생물 다양성> 사이트에서 같은 정보를 접근하기 위해 4-5단계를 거쳐야 한 것에 비해 훨씬 직관적인 물리적 기능적 어포던스(functional affordance)를 가지도록 한 것이다.

그러나 시각적 프레젠스(visual presence)와 감각적 프레젠스(sensual presence)는 비교적 낮게 평가되었는데 이는 동물과 멸종위기의 원인에 대한 설명이 2D 일러스트로 그려져 있기 때문에 실제 동물보다 현실감이 떨어져 보였기 때문이다. 그러나 2D 일러스트 스타일을 채택한 배경에는 유아동에게 동화같은 느낌을 주어 멸종위기동물이라는 다소 무거운 주제를 조금 더 쉽게 다가갈 수 있도록 했던 애초의 의도가 반영된 것이었다.

한편 사용성의 측면에서는 일부 문항은 높게 또 일부 문항은 다소 낮게 평가되었다. 모바일기기로 카드를 인식시켜 적정 정보를 제공 받을 수 있도록 하여 조작과 학습, 사용의 용이성을 비교적 높일 수 있었다. 그러나 정해진 인터페이스로만 진행되고 특별한 개인적 성향이 반영되기 어려운 구조이기에 개인화 요소는 다소 낮게 평가 된다. 또한, 증강현실에 의한 상호작용이 다소 시각적인 요소에만 국한되어있어, 그 외에 사운드 같은

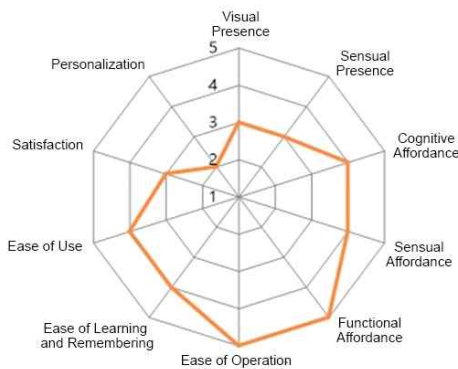


그림 10. 증강현실 교육 콘텐츠의 평가 모델[3]에 의한 <나는 누구일까요?>콘텐츠 분석

Fig. 10. Evaluation of <Who am I?>content based on AR educational content evaluation model by Lee(2017)[3]

표 4. 셸톤의 관점에서 평가한 <나는 누구일까요?>콘텐츠
Table 4. Evaluation of <Who am I?>content based on Shelton's perspective.

learning feature	evaluation
active learning	O
constructive learning	O
intentional learning	△
authentic learning	O
cooperative learning	△

다른 감각을 자극할 수 있는 요소들을 더하여 발전시킬 수 있는 여지도 충분이 있을 것이라 여겨진다. 그리고, 친근하면서도 활용도가 높은 카드라는 전통적 놀이 도구를 이용하여 가상과 현실의 매끄러운 연결을 통해 엔터테인먼트적인 부분을 발전시킨다면 유아동들에게 더 쉽게 다가갈 수 있는 다양한 교육 콘텐츠의 개발이 예상된다.

본 콘텐츠를 셸톤의 관점에서 평가한 결과 카드라는 교구의 직접적 조작과 증강현실의 연동을 통해 적극적 학습(active learning)이 가능했고, 멸종동물과 그 위기 등 사회적 맥락이 반영되었다는 점에서 구성주의적이고 실제적인 학습(constructive learning & authentic learning)이 가능했던 것으로 평가 되었다. 다만 자기주도적인 목표 설정이나 조절이 가능한 의도적 학습(intentional learning)과 협력적 학습(cooperative learning)의 측면은 다소 부족했던 것으로 평가된다.

의도치 않게 낮았던 개인화, 다양한 감각 차원을 활용한 감각적 실재감 향상, 의도적 학습 또는 개인화가 가능하도록 하는 자기 주도적 장치와 협력적 학습의 장치가 향후 디자인 과정에서 모색될 필요가 있음을 파악했다.

IV. 결 론

본 연구는 국내에서 아직 많이 다루지 않는 멸종동물을 주제로 유아동에게 멸종위기와 해당 동물에 대한 적정 정보를 쉽고 흥미롭게 제공할 수 있는 관찰조작형 모바일기반 증강현실 에듀테인먼트 콘텐츠의 제작과 분석을 다루었다. 증강현실기술과 더불어 전통 놀이 형식의 카드와 2D 일러스트 스타일의 드로잉을 통해 어포던스를 증대하고, 사용성을 높였다는 측면에서 긍정적으로 해석이 가능한 반면, 시청각 정보를 증강현실을 통해 보여줌으로써 가질 수 있는 최대 장점인 프레젠스의 제고가 부족했던 점은 다소 아쉬운 부분이었다. 또한, 개인화와 자기주도로 목표설정을 통한 의도적 학습이 가능하도록 하는 부분도 개선의 여지가 있었다.

본 연구의 연장선에서 콘텐츠를 국립 생물 자연관과 협력하여 보다 체계적인 교육용 어플리케이션으로 발전시키거나, 포유류 이외에도 조류, 파충류 등의 다른 동물군과 더 넓게 식물들까지 주제를 확장시켜 더 폭넓은 멸종위기 야생생물들을 학습할 수 있는 콘텐츠로 확장할 수 있으리라 본다.

멸종동물교육 관련 증강현실 에듀테인먼트 콘텐츠의 하나의 사례로서, 또 기존 평가 모델을 적용 분석했다는 점에서 유아동 교육 콘텐츠 연구로서 의의가 있다.

참고문헌

- [1] K. Buchholz. Number of Threatened Species is Rising[Internet]. Available: <https://www.statista.com/chart/17122/number-of-threatened-species-red-list/>.
- [2] K. H. Noh, H. K. Jee, S. H. Lim, "Effect of Augmented Reality Contents Based Instruction on Academic Achievement, Interest and Flow of Learning", *The Korea Contents Society*, Vol. 10, No. 2, pp. 1-13, February 2010.
- [3] J. H. Lee, "A Study on the Educational Use of Augmented Reality Based Mobile Education Content - Case Analysis of Mobile Augmented Reality Application for Education -", *The Korean Society Of Design Culture*, Vol. 24, No. 1, pp. 569-585, March 2018.
- [4] H. S. Ahn, Y. M. Choi, "Analysis of Educational Characteristics of Augmented Reality Edutainment Contents according to Interaction Type", *The Animation Society of Korea*, Vol. 10, No. 4, pp. 152-169, December 2014.
- [5] Y. S. Kim, S. K. Baik, "[Special Issues on] A Semiotic Strategy for the Edutainment Contents Process", *The Korean Institute of Information Scientists and Engineers*, Vol. 24, No. 2, pp. 15-26, February 2006.
- [6] S. H. Ahn, S. M. Song, "Edutainment Contents's type & development view", *The Korea Contents Society*, Vol. 6, No. 3, pp. 72-86, September 2008.
- [7] J. Huizinga, *Homo Ludens IIs 86*, Routledge, 2014.
- [8] S. H. Ahn, *Edutainment Contents Design*, Naeha Publisher, pp. 14-75, 2018.
- [9] TERC. Zoombinis Logical Journey[Internet]. Available: <https://web.archive.org/web/20100527114447/http://www.terc.edu/work/645.html>.
- [10] Book21. MagicChanja[Internet]. Available: <http://www.magichanja.com/>.
- [11] KidZania. KidZania[Internet]. Available: <https://kidzania.com/en>.
- [12] P. Milgram, F. Kishino, "A taxonomy of mixed reality visual displays", *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, Vol. 77, No. 12, pp. 1321-1329. 1994.
- [13] R. T. Azuma, "A survey of augmented reality", *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, Vol. 6, No. 4, pp. 355-385, August 1997.
- [14] M. Billinghurst, "Augmented reality in education", *New horizons for learning*, Vol. 12, No. 5, pp. 1-5, 2002.
- [15] M. Kesim, Y. Ozarslan, "Augmented reality in education: current technologies and the potential for education", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 47, pp. 297-302, June 2012.
- [16] J. Y. Chun, A Study on the Implementation of Mobile Art :Focused on Using Smart Phone as an Equipment of Extending Human Senses, Ph.D. dissertation, Sogang University Graduate School of Media, Seoul, 2014.
- [17] Y. C. Jeong, J. G. Cha, "A Production of Edutainment Contents Using Augmented Reality," *Korea Game Society*, Vol. 15, No. 5, pp. 79-87, October 2015.
- [18] S. H. Jang, B. K. Kye, "Educational Application of Augmented Reality Contents", *The Korea Contents Society*, Vol. 5, No. 2, pp. 79-85, December 2007.
- [19] B. E. Shelton, How augmented reality helps students learn dynamic spatial relationships, PhD. dissertation, University of Washington, 2003.
- [20] HIVENTURES. 4D Anatomy[Internet]. Available: <https://www.4danatomy.com/>.
- [21] Blue rabbit. mystical sea animal[Internet]. Available: https://www.bluerabbit.co.kr/goods/goods_view.php?goodsNo=1000000403.
- [22] zSpace. zSpace STEM[internet]. Available: <https://zspace.com/>.
- [23] Korea tourism organization. Gyeongbok Palace in my hand[Internet]. Available: <https://api.visitkorea.or.kr/gallery/applicationView.do?seq=64>.
- [24] GCFkorea. Capital Gaya Go[Internet]. Available: <http://www.gcfkorea.com/?p=2014>.
- [25] S. A. Jung, H. Kim, "A Case Study of Utilizing Augmented Reality of Kid App", *The Korean Society Of Design Culture*, Vol. 22, No. 2, pp. 585-599, June 2016.
- [26] Korean Biodiversity. What is an endangered wildlife?[Internet]. Available: https://species.nibr.go.kr/home/mainHome.do?cont_link=011&subMenu=011006&contCd=011006001.
- [27] E-Country Index. Status of Specifying Endangered Wildlife[Internet]. Available: http://www.index.go.kr/potal/main/EachDtlPageDetail.do?idx_cd=1463.



김희정(Huil-Jeong Kim)

2016년 : 대구가톨릭대학교 (학사)
2020년 : 서울미디어대학원대학교 졸업
예정 (석사과정)

2016년~현 재: 서울미디어대학원대학교 확장미디어스튜디오
연구원

※관심분야 : 에듀테인먼트(edutainment), 유아콘텐츠(kid
content), 증강현실(AR) 등



전지윤(JiYoon Chun)

1999년 : Columbia College Chicago
(Photography and
Advertising Arts. B.A)
2002년 : School of Visual Arts
(M.F.A Design)
2014년 : 서강대학교 (박사_예술공학)

2010년~현 재: 서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 부교수

※관심분야 : 인터랙티브 미디어 아트, 증강현실(AR),
모바일 아트, 미디어 디자인, 문화예술교육콘텐츠



김현주(Hyun Ju Kim)

1996년 : 포항공대 산업공학과 (BS)
2004년 : 미국 시라쿠스대학교
(MFA-Computer Art)
2016년 : 서울대학교 언론정보학과
(박사수료 - 디지털미디어문화)

2005년~2009년: 매사추세츠대학 로웰 미술학과 조교수

2010년~현 재: 서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 부교수

※관심분야 : 미디어 아트(Media art), 미디어 아트
이론(Media Art Theory), 미디어 기술(Media
technology)