

The Effect of Realistic Contents(AR, VR) on the Brains of Middle School Students - Using f-NIRS study

Sang-Hee Park¹⁾, Jin-Sun Park²⁾, Na-Rae Hwang²⁾, Seung-Hyuk Kwon²⁾, Yong-Ju Kwon^{*2)}

¹⁾Daejeon Gwanpyeong Elementary School, ²⁾Korea National University of Education

실감형 콘텐츠(AR, VR) 유형에 따른 중학생의 두뇌 활성화 연구 - f-NIRS를 활용하여

박상희¹⁾, 박진선²⁾, 황나래²⁾, 권승혁²⁾, 권용주^{*2)}

¹⁾대전관평초등학교 · ²⁾한국교원대학교

<ABSTRACT>

Realistic content is a type of content that stimulates human sensory organs and cognitive abilities to provide a realistic experience and emotion, including VR(Virtual Reality), AR(Augmented Reality), and 360 ° video. Realistic content is considered as one of the innovative educational media because it provides indirect but practical experience to the learner and can promote learning and increase the educational effect. Therefore, the Ministry of Education and KERIS are currently mounted in digital textbooks for widespread use at elementary and middle schools. The purpose of this study is to analyze the brain activation that occurs in middle school students using VR and AR, and to find out whether the realistic content can help the brain stimulation and development of students. Also, by presenting the same tasks in VR and AR, we want to find out which methods and tools are more useful for students' active thinking and learning. we measured NIRSIT (OBELAB, Seoul, Korea), a tool using the principle of f-NIRS, for middle school students in D metropolitan city. For the measurement task, AR and VR were used to observe and classify the finches' various living environments and their appearance. When using immersive content, the activation of BA(Brodman Area)10, which is commonly involved in purpose-oriented thinking, was observed. In the case of using AR, activation of the region centered on BA11, which is involved in motivation and compensation, was additionally observed. Since VR was used in the form of a 360-degree image without wearing an HMD(Head Mounted Display), it would be difficult to give as much immersion as the surroundings are blocked. AR and VR can be used effectively as a resource for teaching and learning in future societies. Since the effects of brain activity and learning are different according to the type of contents, further research is required in the future.

Key words : Realistic contents, virtual reality, augmented reality, f-NIRS, brain activation

※ 본 논문은 한국교원대학교 2019년 국립대학 육성사업 교육연구프로그램(ERP)의 지원을 받아 수행됨.

* Corresponding Author : Yong-Ju Kwon (kwonjy@knue.ac.kr)

Received March 3, 2020; Reviewed May 20, 2020 Corrected May 26, 2020; Accepted June 1, 2020

© 2020. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

I. Introduction

실감형 콘텐츠란, 인간의 감각 기관과 인지 능력을 자극하여 실제와 유사한 경험 및 감성을 느낄 수 있게 해 주는 유형의 콘텐츠(Sim, 2019)로 VR(Virtual Reality, 가상현실), AR(Augmented Reality, 증강현실), 360° 영상 등을 통칭하는 단어이다. 실감형 콘텐츠는 학습자에게 간접적이지만 실제적인 경험을 제공하고 학습 촉진과 교육효과 증진을 가져올 수 있으므로 혁신적인 교육매체의 하나로 인식되고 있다(Malley & Fraser, 2004; 김준우 등, 2010). 이에 교육부는 디지털 교과서를 2018~2020년에 초등학교 3~6학년 및 중학교 1~3년에 단계적으로 보급함에 따라 그에 맞추어 실감형 콘텐츠 또한 2018년에 초등학교 3~4학년 보급, 2019년에 초등학교 5~6학년 및 중학교 1~2학년에 보급했으며 현재 초등 과학과에 보급된 실감형 콘텐츠는 3학년 1학기부터 6학년 2학기까지 총 50종, 중학교 과학의 경우는 40종(중학교 1학년 18종, 중학교 2학년 22종)이다. 그 내용 중에는 공통 발자국 탐구, 핀치의 생활 환경 관찰, 물에 사는 동물, 사막에 사는 식물, 우리 몸속의 소화기관 탐구 등 우리 주변에서 직접 볼 수 없는 것을 다룬 경우가 많다.

VR(Virtual Reality, 가상현실)은 현실공간과 완벽하게 차단된 가상의 공간에서 입체적 경험을 통해 몰입감을 제공한다. 현실에서 조작이 어렵거나 관찰할 수 없는 것을 학습자가 직접 체험하거나 조작할 수 있으며, 스마트폰과 HMD(Head Mounted Display)를 결합하여 활용하면 더 생생한 체험을 할 수 있다. VR은 강력한 현존감과 몰입감을 가질 수 있고 학습자가 추상적, 상징적 방법이 아닌 직접 대상을 접하는 방법으로 학습 효과를 향상하는데 기대된다는 긍정적 영향과 함께 학습에서 어지러움증, 콘텐츠 중독, 반사회성 등과 관련된 뇌발달의 부정적 효과도 있을 수 있다는 연구들이 보고되고 있다(Kwon et al, 2018).

AR(Augmented Reality, 증강현실)은 실물이나 장소에 관련된 정보를 3차원으로 즉시 보여주며 조작활동과 이동성을 기반으로 상호작용을 제공하는 콘텐츠이다. AR마커를 카메라로 인식시키면 현실

위에 가상의 물체가 겹쳐서 나타나게 된다. AR은 게임이나 목표, 탐험 등의 활동으로 학습자가 보다 더 풍부한 학습환경으로 몰입하도록 해 주지만(Bronack, 2011), 과도한 몰입 및 반사회성 등을 가져 올수 있다는 부정적 영향과 비판에서 자유롭지 못하다(Kwon et al, 2018).

인지심리학적 연구들은 학습에서 나타나는 다양한 특성이나 변화에 대해 눈으로 관찰 가능한 연구 결과는 제시할 수 있지만, 왜 그러한 현상과 결과가 나타나는지 그 원인에 대해 충분하고 과학적인 설명이 어렵다(Kwon et al, 2009). 하지만 신경과학적 측정 방법을 통해 이를 보완할 수 있다.

현재 학교 현장에서 그 활용 범위와 방법을 확대해 나가고 있는 실감형 콘텐츠의 경우에도 여러 가지 장점이 한국교육학술정보원(KERIS)과 연구자들에 의해 보고되고 있는 상황이지만 이러한 장점들은 학생들이 스스로 응답한 설문 분석과 학생들의 실제 행동의 변화에 대한 교사 혹은 제 3자의 관찰에 의한 방식이기 때문에 실제적으로 학생들 내면에서 일어나는 변화를 측정하기는 쉽지 않다. 하지만 이러한 제한점을 보완할 수 있는 것이 신경학적 측정 방법을 적용한 교육학 연구이다. 신경학적 측정 연구를 통해 실감형 콘텐츠가 학생들의 두뇌에서는 어떠한 영향을 미치며, 각각의 콘텐츠를 활용하여 학습할 때 어떤 긍정적인 영향과 변화를 가져올 수 있는지 파악할 수 있기 때문이다.

이에 본 연구에서는 f-NIRS(functional-Near Infrared Spectroscopy)의 원리를 활용한 NIRSIT을 활용하고자 하며 NIRSIT은 발달 중인 아이에게도 적용할 수 있어 교육용 신경과학 연구에서 뇌 활성 변화를 조사할 수 있는 적절한 도구로 볼 수 있다(Soltanlou et al., 2018). 학생들의 과학학습 중 관찰 단계에서 일어나는 두뇌 활성을 측정한 선행연구(Park et al, 2019)도 있으므로 실감형 콘텐츠를 활용하는 상황에서도 학생들의 두뇌 활성을 적절하게 측정할 수 있을 것으로 보인다.

본 연구의 목적은 중학생이 VR과 AR 형태의 실감형 콘텐츠를 보는 상황에서 일어나는 두뇌 활성을 분석하여 실감형 콘텐츠가 학생들의 두뇌 자극과 발달에 도움을 줄 수 있는지 알아보는데 있다.

또한 동일한 내용의 과제를 VR과 AR 형태로 제시하여 어떤 방법과 도구를 활용하는 것이 학생들의 활발한 사고 작용 및 학습에 더 유리한지에 대해서도 밝히고자 한다.

현재 국가에서는 실감형 콘텐츠를 디지털교과서에 탑재하여 초, 중학생들에게 제공하고 있으며 활성화시키고자 노력하고 있다. 그런데 실감형 콘텐츠가 현재 투자한 예산과 노력, 가지고 있는 고유의 기능과 장점을 살리면서 활용했을 때 충분한 학습 효과를 가지는지에 대한 연구가 이루어지지 않았으므로 이에 대한 이론적 기반을 마련하고 신경과학적 연구를 통해 콘텐츠의 제작과 활용 면에서 나아갈 방향을 제시하고자 한다.

II. Research Method Using Functional Near-Infrared Spectroscopy (f-NIRS)

1. Participants

과학 학습에서 AR과 VR콘텐츠 활용 시 중학생의 두뇌활성을 비교 분석하기 위해 D광역시 소재의 중학생을 대상으로 하였다. 연구대상은 자발적 참여 의사와 학부모의 동의를 얻은 학생들로 구성되었다.

<Table 1> Characteristics of participants

Participant	Sex	Age(month)
1	M	13(156)
2	M	13(159)
3	M	13(160)
4	M	13(165)
5	F	13(157)
6	F	13(161)
7	F	13(160)
8	F	13(160)
9	F	13(163)
10	F	13(166)

학습에 의해 일어나게 되는 변인을 통제하기 위해 중학교 1학년 학생들을 대상으로 선정하였

다. 참여 학생의 연령과 성별은 <Table1>과 같았으며 남학생 4명, 여학생 6명, 총 10명으로 구성되었다. 학생들의 연령은 만 13세로 생물학적 연령은 생후 156개월에서 166개월 사이에 해당되어 피험자간 생물학적 연령 차이가 10개월 안쪽으로 구성되었다. 해당 학생들은 2015 개정 과학과 교육과정의 초등학교 4학년 디지털 교과서를 접하지 않아 연구를 위해 선정한 AR과 VR 콘텐츠를 학습한 경험이 없으며 이 때문에 경험이나 학습에 의한 변인통제가 가능하다. 또한 학습 내용에 있어서도 초등학교 시절 핀치새 관련 탐구를 실행하지 않았기 때문에 이 연구대상들은 핀치새와 관련된 탐구와 실감형 콘텐츠 모두를 처음 접한 상황이고 학습에 의한 효과를 충분히 배제할 수 있었다.

본 연구에 참여한 모든 연구대상자들에게 측정 전에 연구의 목적, 연구 절차, 수집자료, 결과 활용 방안, 연구동의 철회 등에 관한 사항에 대한 내용을 상세히 전달하고, 연구 대상자와 보호자가 연구 참여 동의서를 자발적으로 작성하여 제출하도록 하였으며, 본 연구는 한국교원대학교 생명윤리위원회(IRB)의 승인을 받았다(KNUE-2019-H-00242).

2. Measurement

1) Measurement Device

f-NIRS의 원리를 활용한 도구인 NIRSIT(OBELAB, Seoul, Korea)을 활용하였다. NIRSIT은 전두엽에서 국부적인 혈류역학 반응을 측정하기 위해 연속파를 사용하며, 4*51개의 채널을 이마에 부착해 사용한다. 무게가 450g로 가볍고, 유연한 구조를 가지고 있어 학생들이 사용하기에도 무리가 없다는 장점이 있다.

2) Measurement Procedure

이 연구에서 측정은 [Figure 1]에 제시된 절차에 따라 이루어졌다.



[Figure 1] Measurement procedure

측정 전 측정 기구 및 연구 과정에 대한 설명과 측정 과정에서의 유의점을 상세히 안내하여 측정 시 나타날 수 있는 연구 대상자의 불안감을 최소화하였다. f-NIRS는 혈액의 흐름을 데이터로 얻어야 하므로 피험자의 심박수와 호흡 속도가 실험과 관련 없는 외부 요인으로 인해 영향을 받지 않도록 상태를 확인하였으며 사전에 카페인 등이 든 음식이나 음료 섭취도 철저히 제한하였다. 기기의 광검출기가 주변의 빛에 영향을 받을 수 있으므로 실험 장소의 광량을 적절히 조절하였다(Park et al., 2019).

학습상황에 대한 학생들의 주의집중 검사를 실험 전에 실시하였다. 피험자의 특성을 파악하여 동질 집단으로 피험자 집단을 구성하였다. Keller(2010)의 CSI(Course Interest Survey)와 IMMS(Instructional Material Motivation Satisfaction) 검사지에서 주의 집중 영역을 선별하여 적용하였다. 측정에 이용한 CSI에서 주의집중 영역의 신뢰도 Cronbach's α 는 0.84이며, IMMS에서 주의집중 영역의 신뢰도 Cronbach's α 는 0.89이다(Keller, 2010).

전두엽 피질의 어느 영역이 활성화되는지 측정하기 위해서는 최대한 넓은 해당 구간의 정상적인 신호가 수신되도록 해야 한다. 기기를 착용한 뒤 센서의 결속 상태를 확인하였다. 최대한 이마에 측정 기기를 부착시킬 때 신호가 왜곡되어 방해요소가 되는 머리카락이 사이에 끼지 않도록 하였다. 이후 수신기를 통해서 전송되는 신호여부를 확인하는 calibration 과정을 거쳤다(Park et al., 2019).

본 과제 수행 후 AR과 VR 콘텐츠에 대한 몰입 상태를 측정하기 위해 몰입도 검사지를 사용하였다. Jackson & Marsh(1996)가 개발하였으며, 이태정

(2003)이 번안한 몰입 상태 척도를 토대로 설문지를 구성하였다. 이 척도는 36문항으로 각 문항은 5단계 Likert 척도로 측정하며 신뢰도 Cronbach's α 는 0.83이다(Jackson, & Marsh, 1996). 한국 학생들에게 적용 시 문항 적합도와 문항난이도에서 타당하다고 밝혀졌으며(Kim & Kim, 2012), 중학생에게 적용 시 어려움이 없는 총 19문항을 본 연구에서 사용하였다.

몰입도 검사지 작성 후 면담을 진행하였다. 학생들이 AR과 VR 콘텐츠 학습을 할 때 어떤 차이점이 있었는지 알아보기 위해 사전에 정해진 질문으로 사후면담을 실시하고, 피험자의 반응에 따라 추가적인 질문을 하며 반 구조화된 면담을 실시하였다. 또한 면담을 통해 NIRSIT을 활용한 측정 시 불편함이 없었음을 확인했다.

3) Task Design

AR과 VR 콘텐츠를 활용한 학습 시 두뇌 활성화에 대한 연구를 위해서 다음과 같은 과제 선정 기준을 두었다. 첫째, 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시하는 학습내용을 포함하고 있는 콘텐츠를 선정하였다. 2015 개정 과학과 교육과정 디지털 교과서 내에 포함된 AR과 VR 콘텐츠를 활용하기로 하였다.

둘째, 학습 내용에 따른 변인을 통제하기 위한 차시 내에 AR과 VR 콘텐츠가 모두 포함되어 있는 차시의 콘텐츠를 선정하였다. 차시를 분석한 결과 '4학년 1학기 과학 1단원의 과학자처럼 탐구해볼까요?'의 4-5차시 학습이 이에 해당하였다.

이 차시의 주된 학습활동은 핀치새의 다양한 생활환경과 그 환경에서 살아가는 핀치새의 생김새를 관찰하고 분류하는 활동으로 학습자들이 직접 본적 없는 핀치새를 실감형 콘텐츠를 활용하여 볼 수 있다는 장점이 있다.

실제 과제의 대표적인 장면과 예시는 <Table2>에 제시하고 있으며 VR 과제의 경우 배를 타고 섬에 들어가 핀치새가 여러 가지 먹이를 먹고 있는 상황 속으로 들어가 핀치새의 생김새와 특징, 부리의 모습 등을 관찰할 수 있는 내용이다. AR 과제의 경우 미리 인쇄 되어진 마커를 이용하여 각 핀치새의 생김새와 특징, 부리를 관찰하고, 모두 관찰한 후에 핀치새들을 특징에 따라 분류할 수 있는 과제가 주어졌다.

<Table 2> Realistic content used in experiment

	
	
	
VR task of Finchbird	AR task of Finchbird

셋째, 학습에 흥미를 갖고 참여할 수 있는 콘텐츠를 선정하였다. 학습자의 지식수준에 비해 학습내용이 어렵거나 이미 접해본 콘텐츠라면 학습자의 흥미가 떨어져 학습활동을 수행하는데 어려움이 있을 수 있다. 현재 중학교 1학년 학생들은 교육과정 운영 상 선정된 콘텐츠를 접하지 않았으며, 학습내용의 난이도 또한 적절하다고 볼 수 있다.

4) Measurement Method

휴식 상태의 뇌 활성 데이터를 얻으면서 안정을 취한 이후 AR과 VR 콘텐츠를 Tablet PC를 활용하여 각각 2분씩 학습하였다. 그 과정에서 NIRSIT을 이용하여 데이터를 채널별로 습득하고 기록하였으며, 수행이 끝난 다음 데이터는 일괄 다운로드하여 분석에 활용하였다. [Figure2]는 실제 과제를 제시받고 학생이 실감형 콘텐츠를 활용하여 핀치새 관

련 내용을 학습하는 과정에서 NIRSIT 측정이 이루어지고 있는 장면이다.



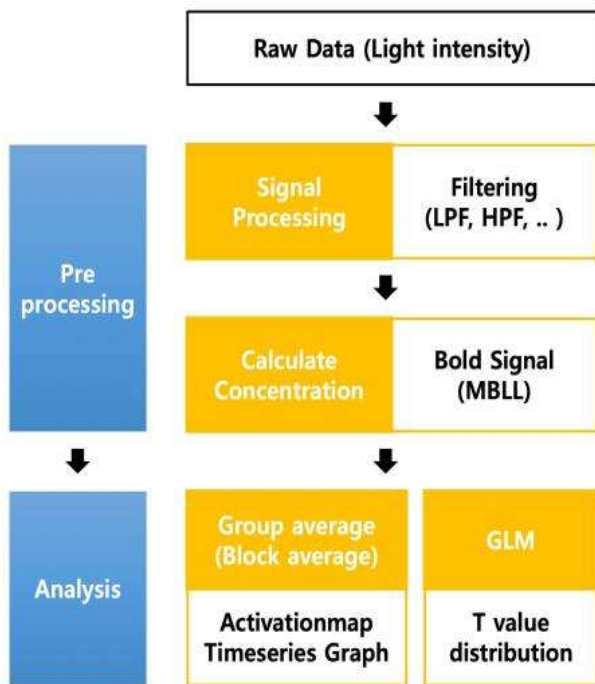
[Figure 2] Measurement scene

III. Analysis Method & Results

1. Analysis Procedure

본 연구에서 실감형 콘텐츠인 AR과 VR의 활용시 나타나는 두뇌 활성화 변화의 양상을 규명하기 위해 측정프로그램으로부터 획득한 f-NIRS 데이터를 가지고 전처리 및 집단분석을 NIRSIT Analysis Tool 2.2(OBELAB)을 이용하여 [Figure3]와 같이 수행하였다.

먼저 전처리(Preprocessing)과정으로 센서로부터 받은 Raw data에 대해서 Rest, VR, AR 과제에 설정한 Marker를 기준으로 Task number를 부여한 후, Filtering 과정을 통해 잡음을 제거하는 Signal Processing 단계, 원데이터(raw data)로부터 변환된 광학 밀도 데이터를 이용하여 MBLL Calculation Concentration 단계가 이루어졌다. Signal Processing 단계의 경우 잡음을 제거하기 위해 Low/High Pass Filter 유형으로는 이산 코사인 변환(DCT)으로 하여 각각 0.1Hz, 0.005Hz로 설정하였고, Calculate Concentration 단계에서는 milli-mol 단위로 Modified Beer-Lambert Law(MBLL) 계산 방식을 통하여 헤모글로빈의 농도 데이터를 산출하였다.



[Figure 3] Analysis process using f-NIRS Data

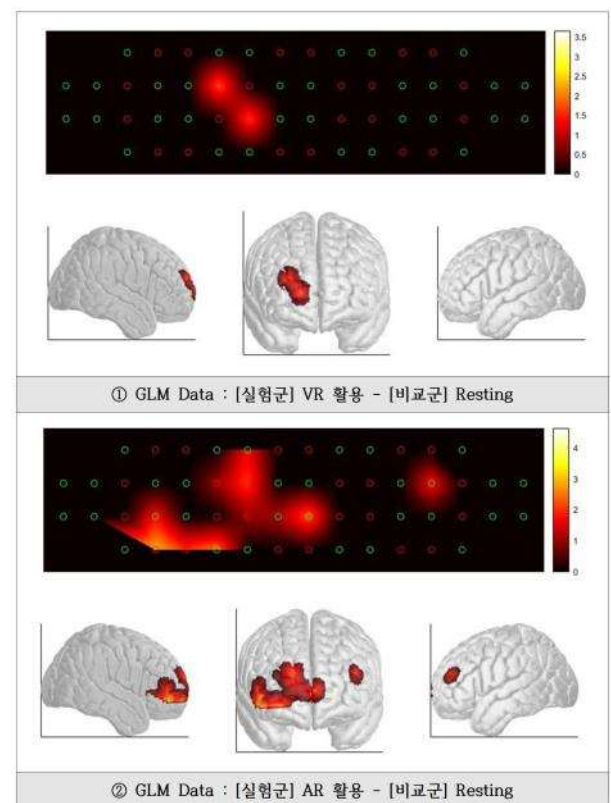
이렇게 전처리 과정을 거친 f-NIRS 데이터를 기반으로 하여 헤모글로빈 레벨 변화를 포함한 데이터 분석 프로세스를 통해 획득하게 된 Block average data를 토대로 집단분석이 이루어졌다. 이 때 같은 과제에서 다중의 블록 데이터 평균을 계산하기 위해 Group averaging을 실시하였고 Block average의 Baseline은 피험자의 차이를 고려하여 각 과제 시작 전 2초를 기준으로 설정하였다. 그리고 잡과제거기법(Filtering)을 통해 제대로 측정이 되지 않아 분석 과정에서 실효성이 없는(Rejection) 채널을 채우기 위해 해당 Brodmann Area의 평균값을 기준으로 Padding하였고 48개의 채널과 Brodmann Area의 Time-series graph와 Activationmap을 추출하여 채널별, 영역별 활성화도 평균 및 구간별 비교를 통한 활성화 변화의 경향성 도출에 사용하였다. 또한 예상 가능한 이상적인 신호 모델의 설정 및 측정된 신호와의 상관관계를 분석하고 추정하는 GLM(General Linear Model)을 이용하여 실험군과 비교군의 측정 결과에 대해 두뇌 활성화의 차이를 비교하였다($p < 0.05$).

2. Results

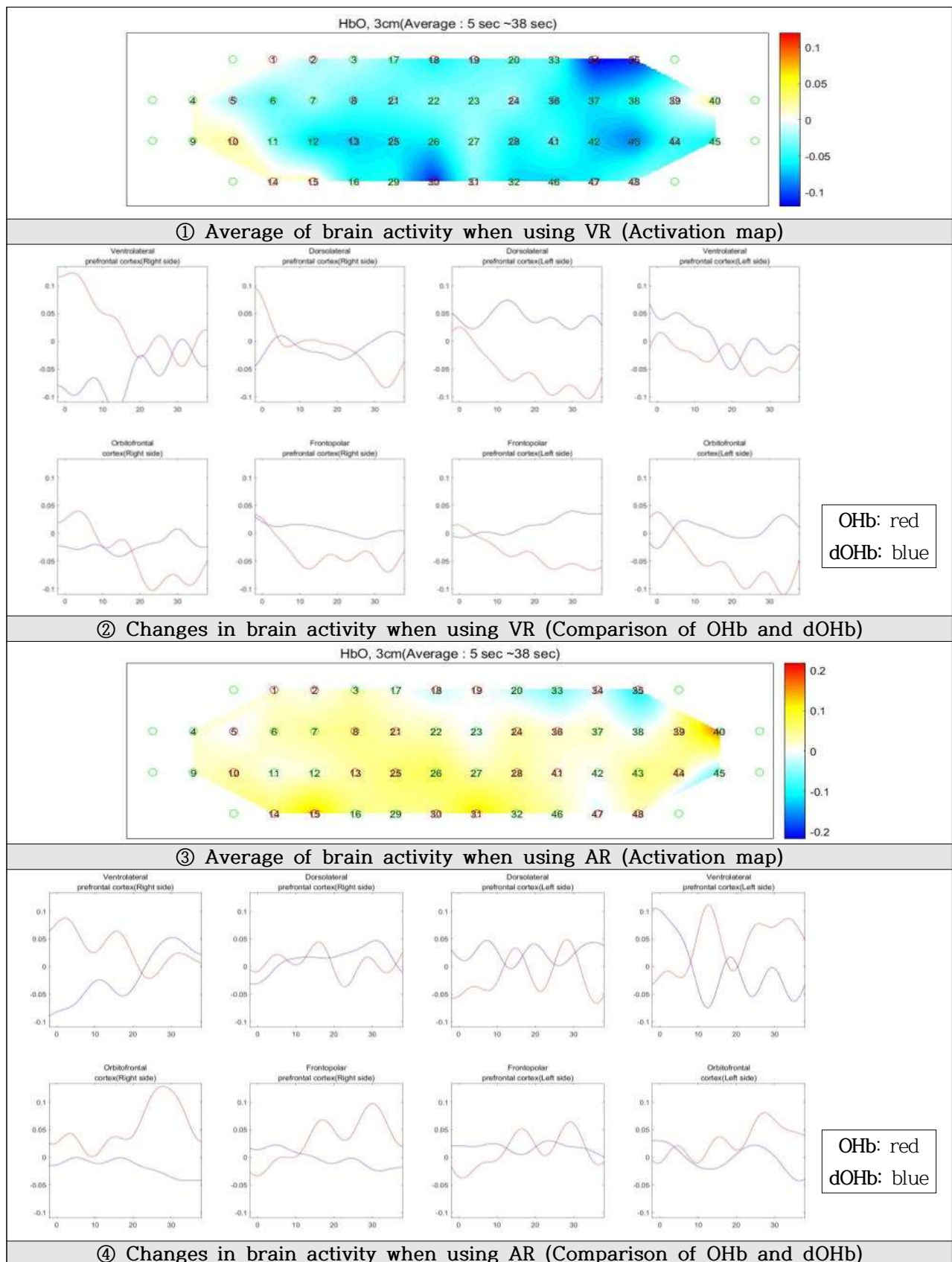
실감형 콘텐츠인 VR과 AR의 활용시 나타나는 두뇌 활성화에 대한 Activationmap과 Timeseries graph는 [Figure5]와 같다.

VR과 AR을 활용한 과제 시간 동안 전두엽의 넓은 영역에 걸쳐 활성화의 변화 양상이 나타났고 특히 과제 후반부로 갈수록 AR의 경우 Baseline에 비해 대부분 영역의 옥시헤모글로빈의 농도가 높아지는 반면 VR의 경우 대부분의 영역이 낮아지는 반대의 경향성이 보였다. 이는 본 연구에서 활용한 VR은 HMD를 착용할 경우 측정장치가 정확하게 두뇌 활성화 신호를 읽을 수 없어 360도 영상의 형태를 가지고 활용한 것이므로 주변이 차단된 상태에서 만큼의 몰입감을 주기 어려웠을 것으로 예상된다.

또한 VR을 활용한 과제와 AR을 활용한 과제를 각각의 실험군으로, 휴식 상태를 비교군으로 설정하여 GLM 방식으로 분석한 결과는 [Figure4]와 같다.



[Figure 4] GLM data using Nirsit analysis v2.2



[Figure 5] Activationmap and timeseries graph when using VR, AR

실감형 콘텐츠를 활용하는 경우에는 공통적으로 목적 지향적 사고에 관여하는 BA10(FP)의 활성화가 관찰되었고 특히 AR을 활용하는 경우에는 동기, 보상에 관여하는 BA11(OFC)을 중심으로 한 영역의 활성화가 추가적으로 관찰되었다. BA10(FP) 영역이 자신에 대한 평가와 성찰의 기능과 관련이 있다는 연구(Pfeifer et al., 2009)와 목표 설정을 통하여 메타인지 과정을 달성하는데 관여한다는 연구(Marley, 2011)를 고려할 때 여러 종류의 핀치 새의 생김새와 새들이 서식하는 갈라파고스 제도의 각 섬의 환경들의 관찰을 통해 공통점과 차이점을 발견하고 관계성을 찾아내기 위해 스스로 계속 확인하는 인지 과정이 진행된다는 것을 두뇌 활성을 통해 살펴볼 수 있었다. 또한 BA11(OFC) 영역이 동기보상체계 및 정보의 통합과 결정을 내리는데 관여한다는 연구(Tremblay, & Schultz, 1999; O'Doherty, et al., 2001)를 비추어 볼 때 비록 가상의 이미지라고 할지라도 실제 공간 안에서 주변에서 찾기 쉽지 않은 핀치새가 존재하는 것에 신기해하고 새의 부리 모양과 먹이 관계를 살펴보기 위해 각각의 정보를 통합하여 먹이에 적합한 부리 모양을 결정함은 물론 자신이 선택한 먹이를 새가 먹는 상황의 경험을 통해 즐거움을 느끼게 하여 계속 AR 환경에 참여하고 싶게 하는 동기를 향상시키는 것으로 판단된다.

IV. Conclusions and Educational Implications

실감형 콘텐츠는 현재 디지털교과서의 보급과 함께 활발하게 학교 현장에서 활용 중이다. 특히, 디지털교과서 연구학교 및 선도학교들을 중심으로 빠른 속도로 퍼져 나가고 있다. 학생들이 AR과 VR을 활용하여 콘텐츠와 상호 작용하고 자신이 보고 싶은 방식으로 자기주도적으로 학습할 수 있다는 점에서 디지털교과서 실감형 콘텐츠는 앞으로도 널리 활용되어야 한다.

실감형 콘텐츠를 활용하는 과정에서 학습자 두뇌 활성을 측정하고 분석한 결과, 눈을 감고 있을 때나 눈을 뜨고 있을 때에 비하여 AR과 VR을 활용하고 있을 때 두뇌의 활성이 눈에 띄게 증가한다는 사실

을 알 수 있다. 이는 AR과 VR 또한 미래 사회에서 교수학습의 자료로써 충분히 효과적으로 쓰일 수 있음을 시사한다. 또한 AR과 VR은 각각 콘텐츠의 형태에 따라 활성화 되는 영역이나 시간대가 다르기 때문에 이에 대해서는 향후로도 후속 연구가 필요하다.

연구 결과를 해석하면 AR을 활용할 때의 두뇌 활성화와 VR을 활용할 때의 두뇌 활성이 영역과 활성 정도에 있어 서로 다른 형태로 나타난다.

현재 2015 개정 초등학교 4학년 과학과 교육과정 각론인 교과서에 제시된 ‘핀치새’ 관련 AR과 VR을 활용한 학습자의 두뇌 활성을 연구하면 VR보다는 AR을 활용하여 콘텐츠와 상호작용을 할 때, 전두엽 전반에서 더 큰 두뇌 활성이 일어나는 것을 볼 수 있다. VR보다 AR을 볼 때, 내가 보고자 하는 방향이나 크기, 모습으로 볼 수 있도록 하는 상호 작용이나 마커를 스캔하기 위한 노력 등이 필요하기 때문이다. 또한 본 연구에서 활용한 VR은 HMD를 머리에 착용할 경우 NIRSIT 기계가 정확하게 두뇌 활성 신호를 읽을 수 없으므로 360도 영상의 형태로 만들어진 VR을 활용한 것이므로 실제 VR만큼 주변이 차단된 상태에서 몰입감을 주기 어려웠을 것으로 예상된다.

최근 교육부와 KERIS에서는 VR을 활용할 때, 학생들이 느끼는 어지럼증이나 멀미를 예방하기 위하여 HMD 활용보다는 360도 영상을 활용할 것을 권고하는 공문을 전 학교로 시행하였다. 하지만 이번 연구 결과, 지금과 같은 형태로 설계된 VR의 경우에는 학생들에게 몰입감을 주기 어렵고 두뇌 활성도 덜 나타난다는 것을 알 수 있으므로 계속하여 HMD 활용 방식 보다 360도 영상을 활용하는 것이 적절한지에 대한 논의가 필요하다고 생각된다.

또한 현재의 디지털교과서 내 VR 콘텐츠가 높은 수준으로 만들어진 오쿨러스 및 기어 VR 내에서 제공되는 영상들에 비해 실감이 덜하고 학생들의 흥미와 호기심, 상호작용과 두뇌 활성을 덜 이끌어 낸다는 결론에도 이를 수 있으므로 제작 방식이나 콘텐츠 전개 방식, 이미지 처리 및 몰입감 형성 등에 대해 다시 한 번 제고할 필요가 있다.

본 연구에서는 학생들에게 콘텐츠 탐색의 자유를 허용하기 위하여 2분 동안 자유롭게 콘텐츠를 활용

하게 하였는데 콘텐츠 개발을 위한 더 세밀한 분석과 연구를 위해서는 콘텐츠 구간별로 학생들의 두뇌 활성을 탐색하고 관련된 내용이 제시되어야 한다.

4차 산업혁명 시대에 AR과 VR은 새로운 성장 동력이자 핵심기술로 평가될 만큼 다양하게 활용될 것이다. 그러므로 학습과 교육 뿐 아니라 게임이나 방송과 같은 더 넓은 범위에서 적합한 콘텐츠 개발을 위한 가이드라인이 제시되어야 한다. 현재 개발된 실감형 콘텐츠 외에도 상호작용을 통해 초, 중 학생의 학습을 돕고 더 생생하게 체험할 수 있는 기회를 학생들에게 부여하기 위한 다양한 학습용 AR 및 VR 콘텐츠 개발 시장이 형성될 것이다. 적절한 가이드라인에 따라 적절하게 개발된 실감형 콘텐츠는 미래 사회에 적합한 교육 및 학습 관련 각종 교육공학 및 관련 산업에 긍정적 영향을 미치게 된다. 또한 학습용 AR과 VR 콘텐츠 개발 과정에서 이러한 콘텐츠들이 학생들에게 미치는 영향은 반드시 고려되어야 한다.

장기적인 활용을 통해 실감형 콘텐츠는 초, 중학생 학습자의 두뇌에 다양한 영향을 미칠 것으로 예상되며, 이에 따라 과학 수업에서의 실감형 콘텐츠 활용이 가져오는 구체적인 두뇌 수준의 활성 과정을 밝힐 수 있어야 한다. 또한 두뇌 발달과 학생의 수행 수준 향상에 대한 근거 제시가 병행되어야 한다. 인지심리학적 지필 검사 도구와 함께 본 연구와 같은 신경심리학적 연구의 결과도 함께 고려하여 상호보완적 관계를 유지함으로써 우리는 과학과 수업에 활용되는 실감형 콘텐츠에 대한 정당성을 확보할 수 있다.

References

- Ahn, J. B. (2017). A comparative study of frontal lobe cortex activation of pre- and post-treatment using speech production mechanism coordination: Case study by using fNIR. *Journal of Speech-language & Hearing Disorders*, 26(2), 21-35.
- Bronack, S. C. (2011). The Role of Immersive Media in Online Education. *The Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113-117.
- Jackson, S. A., & Marsh, H. W. (1996). Development and validation of a scale to measure optimal experience: the flow state scale. *Journal of Sport & Experience Psychology*, 18, 17-35.
- Keller, J. M. (2010). *Motivational design for learning and performance: the ARCS model approach*. New York, NY: Springer.
- Kim, J. W., Maeng, J. H., Joo, J. Y., & Im, K. H. (2010). Learning System for Scientific Experiments with Multi-touch Screen and Tangible User Interface. *Journal of the Korea Contents Association*, 10(8), 461-471.
- Kim, W.-K. & Kim E.-J. (2012). Validation of the flow state scale for regular leisure activity undergraduate students. *The Korean Journal of Physical Education*, 51(3), 295-303.
- Kwon, S. H., Lee, Y. J., Choi, S. Y., & Kwon, Y. J. (2018). Analysis of components affecting learners in utilization of life science VR contents. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 18(6), 585-605.
- Kwon, Y. J., Lee, J., Shin, D., & Jeong, J. (2009). Changes in brain activation induced by the training of hypothesis generation skills: An fMRI Study. *Brain & Cognition*, 69, 391-397.
- Lee, T. J. (2003). *Effect of flow experience on career attitude maturity and career decision efficacy*. Unpublished Doctorial Dissertation, Hongik University, Seoul, Korea.
- Malley, C. O., & Fraser, C. (2004). Literature Review in Learning with Tangible Technologies, *Technical report*, NESTA Futurelab.
- Marley, J. (2011). The Amazing World of Psychiatry: A Psychiatry Blog: Brodmann Area 10
- O'Doherty, J., Kringelbach, M. L., Rolls, E. T., Hornak, J., & Andrews, C. (2001). Abstract reward and punishment representations in the human orbitofrontal cortex, *Nature Neuroscience*, 4(1), 95-102.
- Park, S.-H., Park, J.-S., Hwang, N.-R., Kwon, S.-H.,

- & Kwon, Y.-J. (2019). Exploring the application of f-NIRS in science education research. *Brain, Digital, & Learning*, 9(3), 213-231.
- Pfeifer, J. H., Masten, C. L., Borofsky, L. A., Dapretto, M., Fuligni, A. J., & Lieberman, M. D. (2009). Neural Correlates of Direct and Reflected Self-Appraisals in Adolescents and Adults: When Social Perspective-Taking Informs Self-Perception. *Child Development*, 80(4), 1016–1038.
- Sim, Y. S. (2019). Technology Trends of Realistic Contents and Application to Educational Contents. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 5(4), 315-320.
- Soltanlou, M., Sitnikova, M. A., Nuerk, H., & Dresler, T. (2018). Applications of Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS) in Studying Cognitive Development: The Case of Mathematics and Language. *Frontiers in Psychology*, 9, 1-15.
- Tremblay, L., & Schultz, W. (1999). Relative reward preference in primate orbitofrontal cortex, *Nature*, 398(6729), 704-708.

[저자의 소속과 직위]

- 박상희 : 대전관평초등학교, 교사, 제1저자
박진선 : 한국교원대학교 과학영재전공, 석사과정
황나래 : 한국교원대학교 생물교육전공, 석사과정
권승혁 : 한국교원대학교, 강사
권용주 : 한국교원대학교, 교수, 교신저자