

유아용 시선 추적 장치의 개발 연구

Development of Eye Tracker System for Early Childhood

이병호

덕성여자대학교 유아교육과

Byungho Lee(bhlee@duksung.ac.kr)

요약

본 연구는 유아 시선 추적 연구의 특성을 분석하고, 이를 바탕으로 유아를 대상으로 하는 시선 추적 장치를 개발하여, 자료수집 기능을 실험하는데 목적을 두었다. 시선 추적은 눈의 위치와 움직임을 측정하고 분석하는 과정을 통하여, 인간의 인지 및 사고에 대한 과학적인 자료를 제공한다. 본 연구에서 제작한 시선 추적 장치 카메라 모듈은 국내에서 쉽게 구할 수 있는 일반 부품을 활용하여 구성하였고, 분석 소프트웨어는 Arrington Research의 Viewpoint를 사용하였다. 본 연구에서 개발된 시선 추적 장치의 정확도를 검증하기 위하여 시선 추적 전문 기업 Tobii의 시선 추적 장치에서 수집된 시선 추적 자료와 비교하였다. 시선 추적 자료 수집은 만 5세 유아 52명을 대상으로 이루어졌으며, 테스트 결과 유효도를 t 검증으로 분석한 결과 두 시스템 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 본 연구에서 개발한 시선 추적 장치가 일정한 실험 환경 내에서 유아의 시선 추적 자료를 수집하는데 적절한 수준의 정확도를 보여준다는 것을 나타낸다.

■ 중심어 : | 시선 추적 장치 | 유아 | 뇌 연구 |

Abstract

The purpose of this study was to develop and test an eye tracker focusing on early childhood participants, based on the characteristics of early childhood eye tracking studies. Eye tracking collects eye movement data of the subject, which provides scientific evidence of human cognition and thinking. The researcher built a Do It Yourself eye tracker camera module from general electronic components, and used Viewpoint analysis software from Arrington Research. The researcher compared the eye tracking data between the DIY eye tracker group and Tobii Pro eye tracker group, which provides a professional eye tracking system. Eye tracking data was collected from 52 five-year old children. The average proportion of valid trials between the two groups was compared with t test, and no significant difference was found. This result indicates that the DIY eye tracker can be used to collect valid eye tracking data from young children under certain research environment.

■ keyword : | Eye Tracker | Early Childhood | Brain Research |

I. 서 론

현대 신경과학 발달과 새로운 테크놀로지의 도입은

연구자들이 인간의 발달을 보다 과학적인 관점에서 접근하는데 도움을 준다[1]. 기존의 아동발달 및 심리 연구들은 관찰과 실험 등의 접근을 통하여 인간의 언어

접수일자 : 2019년 5월 20일

수정일자 : 2019년 6월 20일

심사완료일 : 2019년 06월 20일

교신저자 : 이병호, e-mail : bhlee@duksung.ac.kr

인지·정서 발달 등의 기제를 유추하고 연구하는데 초점을 두었다[2]. 그러나 현대에는 기존 이론들과 두뇌의 생리학적 발달에 대한 새로운 관점을 접목함으로써, 인간의 발달에 대한 근거를 체계적으로 분석하려는 시도가 이루어지고 있다. 그중 시선 추적 장치(eye tracker)를 통한 연구 기법은 대표적인 사례로, 현재 광범위하게 활용되고 있다[3-5].

시선 추적은 눈의 위치와 눈의 움직임(eye movement)을 측정하는 기술로, 사람이 특정한 곳을 응시하고 있는지를 측정 및 기록하는 것이다[4]. 연구자들은 눈의 움직임에 대한 분석을 통하여 인간의 인지 및 사고에 대한 과학적인 근거를 제공할 수 있다고 설명한다. 연구자들은 눈의 움직임이 문장이나 그림 등 특정 부분에 고정될 때, 그것에 대하여 인지적으로 생각을 하게 되며, 그 비율은 정확히 그 고정된 시간과 비례한다는 eye-mind 가설을 제시하였다[6].

시선추적은 기존의 연구방법으로 관찰하기 어려운, 인간의 뇌활동에 대한 정밀한 자료를 수집하는데 도움을 줄 수 있다. 초기의 시선추적 장치들은 콘택트렌즈나 필름 등을 활용하여 눈의 움직임을 기록하였고, 이후 안구 전기 신호의 측정이나 안구 반사광의 기록을 통하여 자료수집의 정확성을 높여나갔다[7]. 최근에는 관련 테크놀로지의 발달에 따라 머리의 움직임과 관계 없이 눈의 움직임을 기록할 수 있는 소형의 기기들이 개발됨에 따라 시선추적을 활용한 다양한 분야의 연구가 증가하고 있다[8]. 시선 추적 장치는 언어발달, 인지 발달 등의 연구 분야에서 인간의 사고에 대한 과학적인 자료를 제공할 수 있다는 점에서 유용하다. 특히 현대 사회에서 유아가 스마트폰과 같은 매체에 노출되는 수준은 증가하고 있는 반면, 유아 인지 체계가 매체에 어떠한 영향을 받는지에 대한 연구는 현재까지 제한적이다[9]. 이러한 현상은 유아에 대한 매체의 영향을 조사하는데 있어 유아의 발달적 특성뿐만 아니라, 유아의 제한적인 언어·인지·운동능력으로 인하여 기존의 조사 방법이 영향을 받기 때문이다[10-12]. 이러한 한계를 극복하기 위하여 유아 사용자 대상의 시선 추적 장치 기술을 활용한 실험 패러다임이 활용될 수 있다[1]. 본 연구는 이를 바탕으로, 유아 대상 시선 추적 연구의 특성을 제시하고, 유아를 대상으로 시선 추적 자료 수집

이 가능한 Do It Yourself(DIY) 시선 추적 장치를 구성하고 평가하고자 한다. 본 연구의 자료는 향후 유아 대상의 시선 추적 장치 개발 및 연구 설정을 위한 기초 자료로 활용될 것으로 기대한다.

II. 시선 추적 장치와 유아연구

1. 시선 추적 장치 구조와 분류

시선 추적 장치는 시각, 청각, 인식 자극에 의한 생리적 반응에 따른 눈의 움직임을 측정하는 기기이다. 눈의 움직임을 측정하는 방식은 콘택트렌즈 방식, 센서 부착 방식, 비디오 분석 방식 등으로 분류된다[1][7][13].

1990년대 이후 비디오 기술의 발달에 따라 적외선을 안구에 투사하여 각막에서 반사되는 신호를 실시간 비디오카메라를 통하여 기록하고, 현재 시선의 위치와 움직이는 거리 등을 계산하는 비디오 분석 방식이 활성화되었다[4].

비디오 분석 방식은 비디오 카메라 시스템의 구성 형태에 따라 시선응시가 이루어지는 화면에 카메라가 부착된 Remote 구성과 머리에 카메라가 부착된 Head mount 구성으로 나눌 수 있다[1][7]. Remote 구성은 컴퓨터 모니터와 같은 평면 형태에 이미지를 제시하고, 연구 대상자가 바라보는 컴퓨터 모니터 방향에 설치된 비디오 카메라가 눈의 움직임을 촬영한다. Head mount 구성은 비디오 카메라가 부착된 고글, 혹은 헬멧을 연구 대상자가 착용하며, 비디오 카메라가 눈의 움직임을 촬영한다. 이는 화면이 아닌 실물을 대상으로 한 시선의 움직임을 추적할 수 있다는 장점이 있다.

2. 시선 추적 데이터의 유형

시선 추적 장치를 통하여 기록되는 눈의 움직임은 시선 고정(fixation), 시선 도약(saccade), 추적(pursuit), 응시경로(gaze path) 등으로 분류된다[4]. 시선 고정(fixation)은 일정 범위 안에 일정 시간 이상 시선이 지속된 경우이다. 시선고정의 지속시간은 정보처리나 인지활동을 가리키며, 지속시간은 인지 처리과정과 관계가 있다. 시선 도약(saccade)은 시선이 한 곳에 응시했

다가 빠르게 다음 목적지로 옮겨가는 것을 의미하며, 정보처리가 거의 이루어지지 않는 것으로 해석된다. 추적(pursuit)은 천천히 움직이는 물체를 따라가며 시선을 고정하는 것이다. 응시 경로(gaze path)는 시선이 자극을 수용하여 움직이는 경로를 의미하며, 눈의 포괄적인 움직임을 나타낸다.

3. 시선 추적과 유아 연구

시선 추적 장치 관련 연구는 해외에서 2000년대 이후 컴퓨터용 소형 비디오 카메라와 고성능의 컴퓨터가 보급됨에 따라 큰 폭으로 증가하기 시작하였다.

교육학 데이터베이스인 ERIC[14]은 907개(2019년 5월 기준)의 시선추적 관련 학술 연구물들이 있는 것으로 나타나며, 특히 초등학생 이하 아동 대상의 연구물은 46개에 불과하다. 국내 학술연구정보서비스[15]는 시선 추적 관련 학술 연구가 1302개(2019년 5월 기준)로 나타나며, 초등학생 이하 아동을 대상으로 한 시선 추적 관련 연구는 85건으로 나타난다. 또한 아동 대상의 시선 추적 연구들은 주로 문해력 발달 연구와 아동-컴퓨터 인터페이스 상호작용(Human-Computer Interaction)에 집중되어 있다.

이러한 특성은 시선 추적 장치에서 수집되는 자료가 연구 대상자의 미세한 움직임에 영향을 받을 가능성이 높은 반면, 아동은 장시간 동안 집중하거나 움직임을 고정하는 것이 어렵기 때문으로 설명된다. 또한 성인 대상으로 설계된 시선 추적 장치 자체가 신체적 차이로 인하여 유아에게 주의를 분산시키는 역할을 하며, 유아의 평소 환경과 유사한 자연스러운 공간을 구성하기 어렵다는 문제점 또한 존재한다[11][12][16].

연구자들은 이러한 영향을 최소화하기 위하여 비접촉식 시선 추적 장치의 사용, Head rest(두부고정장치)의 사용, 연구원의 실험 중 자세보조, 또는 유아·아동의 시선 추적과 동시에 머리 움직임을 촬영하여 분석과정에서 보정을 하는 방법 등을 사용하고 있다. 또한 실험 대상자의 신체 크기에 맞게 시선 추적 장치를 조정하거나 재설계를 하는 방법 또한 제시되고 있다[16][17].

III. 유아용 DIY 시선 추적 장치 구성

1. 유아용 시선 추적 장치의 특성

시선 추적 장치는 인지 및 언어 발달적으로 제약이 있는 유아의 정밀한 반응을 관찰하는데 있어 유용하다. 그러나 연구자들은 저연령 아동이나 특수아를 대상으로 시선 추적 장치를 사용하는데 있어 성인 연구대상자와 몇가지 관점에서 차이가 있음을 밝히고 있다 [11][16][18][19].

첫째, 유아의 발달적 특성으로 인하여 머리 움직임을 보완할 수 있는 접근이 필요하다. 시선 추적 장치는 기본적으로 머리의 움직임을 최소화한 상태에서 눈의 움직임만을 기록한다는 가정 하에 실험이 진행된다. 그러나 유아들은 신체 발달 수준 및 주의집중 시간의 제약으로 인하여 몸의 움직임을 통제하는데 한계가 있다.

둘째, 유아의 집중도에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 디자인이 필요하다. 기존의 시선 추적 장치들은 성인이 고글 형태의 장비를 착용하도록 설계되었지만, 이러한 장치는 유아들의 평균 머리 둘레 및 얼굴크기 [20]에 부적절하다. 또한 유아들은 신체적으로 맞지 않는 장치에 대하여 거부감을 가지기 쉽다.

셋째, 대상과 연구문제에 적절한 수준의 자료를 수집하고 처리할 수 있는 분석 소프트웨어가 요구된다. 유아들의 움직임을 알고리즘을 통하여 보정하거나 오차를 최소화할 수 있는 시스템(Data Smoothing)이 필요하다.

넷째, 유아에게 적합한 정밀도를 가진 기존의 시선 추적 장치들이 높은 가격대(\$5000-\$40,000)를 형성하기 때문에, 소규모 연구를 진행하는데 어려움을 준다.

본 연구는 이러한 특성을 바탕으로 연구자들이 간단한 부품을 활용하여 저렴한 예산으로 구성할 수 있는 DIY 시선 추적 장치를 제안하고자 한다.

2. 유아용 시선 추적 장치 설계 및 구성

시선 추적 장치는 동공의 움직임을 실시간으로 기록하는 카메라 모듈과 이미지를 분석하는 소프트웨어로 구성된다. 본 연구는 유아 사용자에게 초점을 두어 카메라 모듈을 구성하였고, 시선 추적 이미지 분석 소프트웨어는 Arrington Research의 Viewpoint 2.9.2.5 패키지를 사용하였다[21].

연구자는 유아의 신체적 특성과 집중도 등을 고려하

여 두부에 고정될 수 있는 고글 형태의 시선 추적 장치를 구성하였다. 연구자들은 영아들을 대상으로 두부에 고정되는 형태의 시선 추적 장치를 개발하여 활용한 결과 유효한 계측치를 얻을 수 있다고 설명하였다[11].

소아 청소년 표준 성장도표[19]에 의하면 만 5세 남아의 머리둘레 평균은 52.6cm, 여아의 머리둘레 평균은 50.2cm로 나타났다. 이러한 사항을 반영하여 실리콘 재질의 유아용 스노클 고글 제품을 구입하여 눈과 코 전면부를 제거한 후, 지지용 와이어로 적외선 카메라 모듈을 고정할 수 있도록 조립하였다. 카메라 모듈의 전원은 사용자의 시선을 가리지 않도록 카메라 모듈 하부로 연결되도록 구성하였다.

시선 추적 장치 카메라 모듈은 눈을 촬영하는 흑백 적외선 카메라 모듈 2개, 카메라를 헬멧에 고정하는 지지용 와이어 및 전원 회로 등이 포함되었다. 구성품은 국내의 일반적인 전자부품 판매 사이트를 사용하여 구매하였으며, 총 소요예산은 59,000원이었다.

표 1. 구성품 일람

| 부품 | 가격 |
|-------------------------------------|-------------|
| 흑백 적외선 카메라 모듈 | 3,000원 X 2 |
| 카메라 렌즈 (12mm) | 12,000원 X 2 |
| DC/DC Converter IN 5V -> 12V / -12V | 3,000원 |
| 전원부 | 3,000원 |
| 3p와이어하네스 | 1,000원 |
| 지지용 와이어 | 5,000원 |
| 유아용 스노클 고글 | 17,000원 |

연구자들은 시선 추적 장치에서 사용하는 각막노출 (corneal exposure) 적외선 방사조도(infrared irradiance)의 안전한계를 10 mW / cm sq라고 보고 하였다[22]. DIY 시선 추적 장치의 적외선 방사조도는 측정결과 1.2 mW / cm sq로, 안전한 수준으로 나타났다.

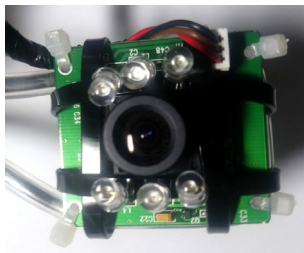


그림 1. DIY 카메라 모듈 전면

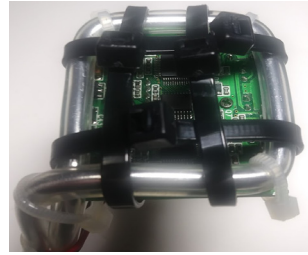


그림 2. DIY 카메라 모듈 후면



그림 3. DIY 카메라 모듈 측면



그림 4. DIY 시선 추적 장치 구성



그림 5. 시선 추적 장치 착용 사례

IV. 유아용 DIY 시선 추적 장치 평가

본 연구에서 구성한 시선 추적 장치를 평가하기 위하여 유아들을 대상으로 시선 추적 데이터 정밀도 평가와 보완적인 목적의 사용성 평가를 실행하였다. 연구자들은 시선 추적 데이터 정밀도가 카메라의 세팅, 눈 깜빡임, 카메라 숫자, 카메라 해상도, 센서 성능, 조명, 이미

지 처리 알고리즘 등에 의하여 영향을 받는다고 설명하였다. 특히 유아와 영아의 시선 추적 연구의 경우, 정밀도를 유지하기 위하여 편안한 분위기에서 유아에게 맞는 형태의 시선 추적 장치가 필요하다고 보았다[4]. 평가의 세부 사항은 다음과 같다.

1. 평가대상

DIY 유아용 시선 추적 장치 평가는 서울에 소재한 한 어린이집의 만 5세 유아 28명을 대상으로 이루어졌다. 또한 DIY 시스템의 사용 결과의 정밀도를 비교하기 위하여 추가로 만 5세 유아 24명을 대상으로 시선 추적 장치 전문기업[8]인 Tobii의 시스템을 사용하여 자료를 수집하였다.

유아들은 시각적인 이상이 없으며, 만 5세의 평균적인 언어발달 수준과 상호작용수준을 나타내는 유아들을 기준으로 담임교사가 선정하였고, 부모의 사전동의를 거쳐 참여하였다.

2. 하드웨어 및 소프트웨어 환경

평가에 사용된 DIY 하드웨어는 연구자가 구성한 유아용 시선 추적 장치 카메라 모듈(60HZ)과 Arrington Research의 Viewpoint 분석 패키지[21]를 사용하였다. DIY 유아용 시선 추적 장치 사용 결과의 정밀도를 비교·평가하기 위하여 Tobii사에서 제작한 Tobii Pro X2-60 remote eye tracker(60HZ) 시스템과 Tobii Studio 3.30 분석 패키지[8]를 사용하여 시선추적 결과를 별도로 수집하였다. 각 시선추적 장치의 결과는 연동된 컴퓨터에 raw data 파일로 기록되었다.

3. 자료수집

DIY 유아용 시선 추적 세션은 2017년 9월에 유아 28명을 대상으로 실시되었다. 시선 추적 세션에서 유아는 시선 추적 장치가 장착된 고글을 착용하고 컴퓨터 모니터로 그림자료를 보는 과정을 거쳤다[21]. 시각 자료는 그림동화 “비둘기에게 버스 운전은 맡기지 마세요”의 정지된 그림 이미지 30장을 스캔하여 17인치 모니터 화면에 200mm×200mm 크기로 제시하였다. 시각자료는 배경이 단색으로 단순하며, 전체 장면 대비 캐릭터의 크기가 크며, 각 장면에서 캐릭터를 중심으로

하는 Area of Interest(AOI)가 제시되는 특성을 지니기 때문에 만 5세 유아의 시선 추적이 이루어지는지 판단하기에 적절하다. 시선 추적 세션은 유치원 및 어린이집 내의 공간에서 유아가 편안하게 참여할 수 있게 하는데 초점을 두었다. 유아는 실험에 대한 사전 설명을 들은 후, 연구원이 유아의 고글 착용을 도와주고 해당 유아가 편안한 상태라는 것을 확인한 후, 6 point 캘리브레이션(calibration)을 실시하였다. 캘리브레이션을 통하여 응시기준선을 조정한 후, 동화 장면을 유아에게 화면으로 보여주면서 동시에 연구원이 내용을 읽는 형태로 세션을 진행되었다. 실험 중의 유아의 시선 움직임은 시선 추적 장치의 카메라를 통하여 자동적으로 좌표형태로 컴퓨터로 기록되었다.

유아가 머리카락의 움직임이 심한 경우, 동의를 구한 후 연구원이 head rest를 만들어주거나 손으로 유아의 머리를 감싸주어 고정하고, 안정적인 데이터 수집이 이루어지도록 하였다[16]. 각 세션은 30장의 정지된 그림 이미지로 구성되었으며, 각 이미지는 평균 14초 동안 제시되었다.

DIY 유아용 시선 추적 장치 사용 결과의 정밀도를 비교·평가하기 위하여 시선 추적 전문 기업인 Tobii사의 시스템[8]으로 만 5세 유아 24명의 시선추적 결과를 별도로 수집하였다.

사후 인터뷰는 유아 28명의 시선 추적 세션을 진행한 직후, 각 유아에게 “시선 추적 장치를 착용했을 때의 느낌은 어떠하였는지” 연구자가 질문하고, 유아가 간단히 답변하는 형태로 진행되었다. 인터뷰 결과는 연구자 노트를 통하여 기록되었다.

4. 분석

시선 추적 세션 결과는 다음과 같은 단계로 분석되었다. 첫째, 세션 중 시선 추적 장치 착용을 불편해 하거나, 시선 추적 카메라에 유아의 동공이 몸과 머리의 움직임 등으로 인하여 일정 시간 이상 포착되지 않는 오류가 나타난 유아의 자료를 분석에서 제외하였다[10]. DIY 시선 추적 장치 집단은 28명 중 6명의 자료가 제외되었고, Tobii Pro eye tracker 집단은 24명 중 2명이 제외되었다. 연구자들은 이러한 차이에 대하여 머리에 직접적으로 착용하는 Headmount 형태의 시선

추적 장치가 침해적(intrusive) 특성을 가지는 반면, 비접촉 방식인 remote 구성의 시선 추적 장치는 방해요소가 제한적이라고 설명하였다[23]. 본 연구의 집단별 분석 대상의 차이가 나타나는 점은 이러한 시선 추적 장치 형태 차이를 고려할 때 적절한 수준이라고 판단하였다.

둘째, 수집된 유아의 전체 화면 내 동공의 활동을 시선 고정과 시선 도약 활동 사례로 분류하고, 총 세션 시간 대비 테스트 결과 유효도(proportion of valid trials)를 계산하여 각 유아의 시선 추적 데이터의 정밀도를 종합적으로 측정하였다[4][10][24]. Data Smoothing은 각각 Simple Moving Average 알고리즘[20]과 Tobii Fixation Filter[25]가 사용되었다.

셋째, SPSS 25.0 패키지를 사용하여 DIY 시선 추적 장치와 Tobii Pro 시스템으로 수집한 집단별 테스트 결과 유효도(proportion of valid trials) 평균을 *t* 검증으로 비교하였다. 유아 사용성에 대한 개별 인터뷰 자료는 유아의 DIY 시선 추적 장치 사용성에 대한 보완적인 목적으로만 분석되었으며, 장치 사용시 편한 점과 불편한 점 등 두가지 항목으로 요약되었다.

5. 연구결과

5.1 시선 추적 데이터 정밀도 비교

본 연구는 DIY 시선 추적 장치와 시선 추적 전문 기업의 시선 추적 장치 수집 데이터 정밀도를 각각 비교하였다.

집단별로 시선 추적 데이터의 정규성을 검증하기 위하여 Shapiro-Wilk test를 실행한 결과, DIY 시선 추적 장치($p > .05$)와 Tobii Pro 시스템($p > .05$) 집단 모두 정규성을 만족하는 것으로 나타났다.

DIY 시선 추적 장치와 Tobii Pro 시스템 간에 테스트 결과 유효도 평균에 차이가 있는지를 알아보기 위해 *t* 검증으로 분석한 결과, 아래와 같이 나타났다.

표 2. 테스트 결과 유효도 비교

| Eye Tracker Type | N | M | SD | <i>t</i> | <i>P</i> |
|------------------|----|-------|-------|----------|----------|
| DIY | 22 | 71.73 | 14.87 | 1.07 | .645 |
| Tobii Pro | 22 | 76.03 | 13.95 | | |

t 검증의 결과, 두 집단 간에 총 세션 시간 대비 테스트

결과 유효도에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 본 실험 환경에서 DIY 시선 추적 장치와 시선 추적 전문 기업의 Tobii Pro 시스템 간에 수집된 시선 추적 데이터 정밀도에 유의한 차이가 나타나지 않았음을 보여준다. 이는 \$100 이하의 예산으로 구성된 DIY 시선 추적 장치가 유아를 대상으로 한 일정한 실험 환경과 조건 내에서 높은 가격대의 기존 시선 추적 장치(Tobii Pro X2-60, \$10,000 이상)와 유사한 수준의 데이터 수집이 가능함을 나타낸다.

5.2 유아 사용성 인터뷰

보완적인 목적의 사용성 인터뷰에서, DIY 시선 추적 장치를 사용한 유아들의 사용성에 대한 인터뷰를 실시한 결과, “고글의 착용시 수영장에서 사용하던 고글과 같기 때문에 익숙하다”, “그림을 보는 것이 재미있었다” 등의 편한 점과, “(시선 추적 장치의) 무게 때문에 고글이 무겁고 얼굴을 누르는 것 같다”, “(고글 착용시) 숨을 쉬는 것이 힘들다” 등의 불편한 점에 대한 의견이 나타났다.

V. 논의 및 시사점

시선 추적 장치를 활용한 연구 접근은 유아 인지를 포함한 다양한 영역의 자료 수집이 가능하며, 이를 바탕으로 읽기 프로그램 개발, 미디어 개발, 교수행동 분석, 평가 구성 등에 활용될 수 있다. 시선 추적 장치는 유아의 시선이 모니터 화면 내에서 구체적으로 어떻게 반응하는지에 대한 구체적인 정보를 줄 수 있다는 측면에서 HCI(Human-Computer Interaction) 연구에 광범위하게 응용될 수 있다[28][29].

본 연구는 유아의 특성을 바탕으로 DIY 방식의 유아용 시선 추적 장치를 구성하고, 시선 추적 장치 전문기업[8]의 시스템과 비교하였다. 그 결과 DIY 시선 추적 장치가 유아를 대상으로, 일정한 실험 환경 내에서 기존의 전문 시선 추적 시스템과 유사한 데이터 정밀도의 시선 추적 데이터 수집이 가능함을 보여준다. 또한 본 연구의 DIY 시선 추적 장치는 전문기업의 장치에 비하여 매우 저렴하게 구성이 가능하기 때문에 소규모 실험

에서도 다양하게 활용이 가능하다. DIY 시선 추적 장치는 머리에 고글로 고정되기 때문에 유아 머리의 고정 형태와 전면 카메라(scene camera) 활용을 통하여 모니터 화면뿐만 아니라, 다양한 사물과 매체에서의 유아 시선 정보를 수집할 수 있다는 측면에서 장점을 지닌다 [21].

반면, 본 연구의 DIY 시선 추적 장치가 전문기업의 시스템에 비하여 유아가 착용을 불편해 하거나, 다양한 이유로 시선 추적 카메라에 동공이 포착되지 않는 오류가 빈번하게 나타났다. 연구자들은 비접촉식 remote 시선 추적 장치가 머리에 직접적으로 착용하는 head mount 형태의 시선 추적 장치에 비하여 침해적 특성이 거의 없기 때문에 다양한 연령을 대상으로 사용하는 것이 가능하다고 설명하였다[10][23]. 실제로 일부 유아들은 DIY 시선 추적 장치가 부착된 고글 착용시 무게로 인하여 얼굴에 압박이 느껴지고, 카메라가 전면 하단에 위치한 것에 대하여 시선이 분산된다고 설명하였다. 현재는 시선 추적 장치 전문 기업에서 가벼운 안경 형태의 시선 추적 장치도 개발되어 보급[8]되고 있기 때문에, 향후 시선 추적 장치의 유형별 비교 연구가 필요할 것으로 판단된다.

또한 유아 시선 추적 연구는 기본적으로 피실험자의 개별적 특성에 강하게 영향[4]을 받기 때문에, 본 연구에서 수집된 데이터 테스트 결과 유효도 등의 수치에 대하여 제한적인 수준의 분석과 추정만 가능하다.

본 연구는 카메라 모듈은 DIY 형태로 제작하여 저비용 구성 방식을 제시하였지만, 분석 소프트웨어는 시선 추적 전문 기업의 유료 소프트웨어[21]을 사용하였다. 현재는 무료로 사용가능한 다양한 형태의 오픈소스 시선 추적 소프트웨어[27]가 보급되고 있기 때문에, 향후 DIY 시선 추적 장치를 오픈소스 시선 추적 분석 패키지와 연계하여 활용하는 것이 유용할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] M. Horsley, N. Toon, B. Knight, and R. Reilly, "Current Trends in Eye Tracking Research," Springer, 2014.
 [2] 배소연, "두뇌발달 연구에 기초한 유아교사교육의 방

향," 유아교육연구, 제34권, 제4호, pp.327-353, 2014.
 [3] J. S. Doescher, T. J. deGrauw, B. S. Musick, D. W. Dunn, A. J. Kalnin, J. C. Egelhoff, A. W. Byars, V. P. Mathews, and J. K. Austin, "Magnetic Resonance Imaging (MRI) and Electroencephalographic (EEG) Findings in a Cohort of Normal Children With Newly Diagnosed Seizures," Journal of Child Neurology, Vol.21, No.6, pp.491-495, 2006.
 [4] K. Holmqvist, N. Nyström, R. Anderson, R. Dewhurst, H. Jarodzka, and J. van de Weijer, *Eye Tracking: A Comprehensive Guide To Methods and Measures*, Oxford University Press, 2011.
 [5] J. Hynn and R. Radch, *The mind's eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*, Elsevier, 2003.
 [6] M. Just and P. Carpenter, "A Theory of Reading: From Eye Fixations to Comprehension," Psychological Review, Vol.87, No.4, pp.329-354, 1980.
 [7] 최영림, 조세홍, "Eye Tracking 시스템 현황 및 활용," 한국디지털콘텐츠학회지, 제8권, 제1호, pp.9-14, 2012.
 [8] <http://www.tobiipro.com/product-listing>
 [9] 방효국, 김낙홍, "만 5세 유아의 스마트폰 게임 상호작용 및 게임 과몰입에 관한 연구," 열린유아교육연구, 제12권, 제6호, pp.43-64.
 [10] L. Forssman, S. V. Wass, and J. M. Leppänen, "Training Non Social Attention Control Improves Infants' Socio-cognitive Abilities," 2014 Biennial International Conference on Infant Studies, Berlin, Germany, Jul. 2014.
 [11] J. M. Franchak, K. S. Kretch, K. C. Soska, and K. E. Adolph, "Head-mounted Eye Tracking: A New Method to Describe Infant Looking," Child Development, Vol.82, No.6, pp.1738-1750, 2011.
 [12] M. Ann Evans and J. Saint-Aubin, "What Children Are Looking at During Shared Storybook Reading: Evidence From Eye Movement Monitoring," Psychological Science,

- Vol.16, No.11, pp.913-920, 2005.
- [13] 이소라, 서혁, “시선추적장치를 활용한 읽기 과정 연구의 현황과 가능성 탐색,” 국어교육학연구, 제46권, pp.479-503, 2013.
- [14] <http://eric.ed.gov>
- [15] <http://www.riss.kr>
- [16] 권승혁, 이영지, 김윤영, 엄중태, 강민정, “인기 애니메이션 캐릭터에 대한 유아들의 시각적 주의집중 분석,” 학습자중심교과교육연구, 제16권, 제3호, pp.105-124, 2016.
- [17] F. Kretzschmar, D. Pleimling, J. Hosemann, S. Füssel, I. Bornkessel-Schlesewsky, and M. Schlewsky, “Subjective Impressions Do Not Mirror Online Reading Effort: Concurrent EEG-Eyetracking Evidence From the Reading of Books and Digital Media,” PLoS ONE, Vol.8, No.2, e56178, 2013.
- [18] N. Sasson and J. Elison, “Eye Tracking Young Children with Autism,” Journal of Visualized Experiments, Vol.61, e3675, 2012.
- [19] 보건복지부, 대한소아과학회, 2017 소아청소년 성장도표, 2017.
- [20] M. Kumar, *Reducing the Cost of Eye Tracking Systems*, Technical Report CSTR, 2006-08, Stanford University, 2006.
- [21] Arrington Research, *Viewpoint Eye Tracker Software User Guide*, Arrington Research, 2010.
- [22] T. G. Clarkson, “Safety Aspects In the Use of Infrared Detection Systems,” International Journal of Electronics, Vol.66, No.6, pp.929-934, 1989.
- [23] D. Li, J. Babcock, and D. Parkhurst, “OpenEyes: A Low-cost Head-mounted Eye-tracking Solution,” 2006 Symposium on Eye Tracking Research and Applications, New York, USA, 2006.
- [24] E. Dalmaijer, “Is the Low-cost EyeTribe Eye Tracker Any Good for Research?,” PeerJ PrePrints, Vol.2, e585v1, pp.1-35, 2014.
- [25] A. Olsen, The Tobii I-VT Fixation Filter Algorithm Description, Tobii Technology, 2012.
- [26] R. Mantiuk, M. Kowalik, A. Nowosielski, and B. Bazyluk, “Do-It-Yourself Eye Tracker: Low-Cost Pupil-Based Eye Tracker for Computer Graphics Applications,” 2012 International Conference on MultiMedia Modeling, Klagenfurt, Austria, 2012.
- [27] <http://www.pygaze.org/>
- [28] 김태양, 신동희, “Facebook의 사용자경험연구,” 한국콘텐츠학회논문지, 제14권, 제7호, pp.45-57, 2014.
- [29] 이상호, “디지털미디어 메뉴 타이틀의 인지차이와 메뉴 방향에 따른 시선주목도 차이,” 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제10호, pp.111-119, 2010.

저 자 소 개

이 병 호(Byungho Lee)

정희원



- 1998년 2월 : 중앙대학교 유아교육학과 (문학사)
- 2002년 5월 : University of Illinois at Urbana-Champaign Curriculum & Instruction(문학석사)
- 2006년 12월 : University of Illinois at Urbana-Champaign Curriculum & Instruction(철학박사)
- 2006년 9월 ~ 2009년 8월 : State University of New York at Cortland Childhood/Early Childhood Education Assistant Professor
- 2009년 9월 ~ 현재 : 덕성여자대학교 유아교육과 교수 <관심분야> : 유아 미디어, 시선추적