

UX관점에서 Eye-tracking을 이용한 교육용 게임 UI연구

신원섭 · 신동훈* · 전영석

서울교육대학교

요약

본 연구의 목적은 ET(eye-tracking)를 활용하여 교육용 게임의 UI(user interface)를 구성할 때, UX(user experience)관점에서 효과적 구성 방안을 찾는 데 있다. 실험 자료는 중학교 힘과 운동에 관련된 게임이었고 안구운동 데이터를 수집하기 위해 SMI(SensoMotoric Instruments)사의 iView X™ RED 120Hz를 사용하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 교육용 게임에서 빠른 시각적 주의를 이끌기 위한 요소는 UI의 가운데에 배치해야 한다. 둘째, 캐릭터의 속성을 변경하는 버튼과 그 속성에 대한 정보는 서로 근접한 위치에 배치해야 한다. 셋째, 학습 퀴즈는 UI의 위쪽에 위치할 때 더 빠른 시각적 주의를 이끌었다. 넷째, 처음 UI에 다른 UI를 겹쳐서 제시하였을 때 완전히 겹쳐지지 않은 부분의 처음 UI에서도 응시가 발생하였다.

키워드 : 안구운동추적기, UX, UI, 교육용 게임, 안구운동

The Educational Games' UI Study from the Point of View of UX by Eye-tracking

Shin, Won-Sub · Shin, Donghooon* · Jhun, Youngseok

Seoul National University of education

ABSTRACT

The purpose of this study was to find the effective way of composition in terms of UX(user experience) when configuring UI(user interface) of educational game by utilizing ET(eye-tracking). Experimental material was a game related to the middle school 'force and motion'. SMI (SensoMotoric Instruments)' iView X™ RED was used in order to collect eye movement data. The results of this study was as follows. First, the lead element for fast visual attention should be placed in the center when the educational game UI is configured. Second, burton that changes character's features and the information about them should be placed close to each other. Third, learning quiz caught visual attention faster when it was placed on the left side of UI. Fourth, when one UI was overlapped by another, parts that were not overlapped was fixated, too.

Key words : Eye-tracker, UX(user experience), UI(user interface), Educational game, Eye movement

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2012년도 콘텐츠산업기술지원사업의 연구결과로 수행되었음.

교신저자 : 신동훈(서울교육대학교 과학교육과)

논문투고 : 2013-06-01

논문심사 : 2013-06-02

심사완료 : 2013-06-19

1. 서론

최근 게임의 특성에 대해 교육 분야에서 많은 관심을 보이고 있으며, 더불어 교육용 게임에 대한 연구들이 진행되고 있다[4, 6, 8, 13, 24]. 특히, 교육용 게임이 가지고 있는 학습동기에 대한 정의적 효과와[6] 긍정적인 사용자 경험, 좋은 학습 결과는 교육용 게임의 장점이다[24]. 이러한 게임의 교육적 잠재력[26]은 앞으로 교육용 게임 시장의 확대와 더불어 학교 현장에서 교육방법에 대한 새로운 패러다임을 불러일으킬 것이다.

교육용 게임은 게임을 하면서 교육적 목표를 달성한다는 점에서 기능성 게임이라고 할 수 있다[8]. 교육적 목표를 달성하는데 게임이 한 수단으로 사용되지만, 교육적 목표만을 중시하여 게임의 본성인 ‘ 재미’요소를 약화시킬 경우 그 목적을 달성하는데 어려움이 발생할 것이다. 게임에서 교육적 내용이 사용자들에게 부담이 되거나 강의식으로 제시되는 것 또한 적절한 방법이 아니다. 게임 사용자들은 게임의 조작 방법을 익히기 위해서 게임에서 제공되는 힌트나 사용설명서를 사용하지 않고, 단지 단순한 시행착오를 통해 게임에 관한 대부분의 정보를 얻는 특징이 있다[32]. 선행 연구들에서 알 수 있는 점은 교육용 게임은 일반 게임의 특성과 게임을 하는 사용자의 특성을 함께 고려하여 제작해야 한다는 것이다.

교육용 게임의 교육적 효과에 대한 연구는 많이 있으나[6, 8, 13, 24], UX(user experience)관점에서 교육용 게임의 UI(user interface)를 어떻게 구성해야 하는가에 대한 연구는 부족한 현실이다. UI는 사용자에게 게임에 대한 정보를 시각적으로 볼 수 있도록 하는 창이다[1]. 기업의 웹사이트와 광고, 상품 디자인 등의 분야에서는 UI를 구성하기 위해 UX의 특성을 분석하여 적용한 연구들을 쉽게 찾아볼 수 있다[1, 2, 3, 5, 10].

UX는 사용자와 매체간의 상호작용 속에서 이루어지고, 특정한 프로그램, 제품, 서비스, 광고, 사이트 등에서 사용자가 직접 느끼고 생각하는 총체적인 경험을 말한다[2]. 최근 UI의 구성에 대해 안구운동추적기(eye tracker)를 활용하여 사용자들의 특성을 분석하는 연구들이 진행되고 있다[1, 15]. 대부분의 안구운동은 사람이 의식할 수 없을 뿐만 아니라[27] 어떻게 주의를 특정한 공간으로 이끌어가는 지에 대해서도 정확히 알 수 없다[18]. 하지만 안구운동추적기(eye tracker)를 이용해 사용자의 안구운동을 실시간(realtime)으로 기록하고 분석함으로써 사용자의 인지적 전략과 특성을 추론할 수 있다[3, 9, 16, 17, 22, 23, 28, 31]. 안구운동은 크게 도약(saccade)과 응시(fixation)로 구분할 수 있고, 사람은 이 안구운동을 통해 시각적 정보를 받아들인다[18, 28]. 시각적 주의와 안구운동이 밀접하게 연관되어 있다는 사실은 여러 실험들에 의해 밝혀졌다[18, 28].

이 연구에서는 2012년 한국콘텐츠기술지원사업의 지원으로 개발된 중학교 과학 ‘힘과 운동’에 관한 교육용 컴퓨터 게임의 각 단계별 UI에서 사용자의 안구운동을 분석하고자 한다. 이를 통해 UX관점에서 안구운동의 특성을 발견하여 교육용 게임에서의 효과적인 UI구성에 대해 논의하고자 한다.

2. 관련연구

2.1 게임의 교육적 잠재성

국내외에서 게임에 대한 교육적 적용가능성에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다. Mayo(2007)는 미국의 이공계 교육 활성화를 위해 게임의 교육적 적용을 주장하였고, 게임의 교육적 잠재성을 요약하여 제시하면 <표 1>과 같다[26].

<표 1> 게임의 교육적 잠재성

게임의 잠재성	특성
1. 방대한 영역(Massive reach)	게임 사용자의 폭넓은 범위와 접근 용이성.
2. 효과적인 학습 패러다임(Effective learning paradigms)	효과적인 학습 패러다임 포함; 체험학습, 탐구기반 학습, 자기-효능감, 목표 설정, 협력, 지속적인 피드백.
3. 촉진된 뇌 화학물질(Enhanced brain chemistry)	도파민 방출을 자극 및 증가.
4. 과제 참여 시간(Time on task)	게임을 하는 시간의 증가와 자발적인 참여.
5. 학습 결과물 자료(Learning outcomes data)	게임을 적용한 학습에서의 교육적 효과 입증.

우리나라의 게임시장은 1999년 이후로 급속한 성장을 이루고 있고 2010년 국내 게임시장에서 온라인 게임의 비중은 64.2%로 가장 높았다[6]. 최근 스마트폰의 보급으로 인해 학생들이 게임에 노출되는 시간은 과거에 비해 훨씬 더 증가하였다. 게임은 직접 체험, 탐구 기반, 적절한 보상을 통한 자기 효능감(self-efficacy) 증대, 목표달성, 지속적인 피드백 등의 효과적인 학습 패러다임의 특성을 지니고 있다[26]. 이러한 게임의 특성을 교육적 목표 달성의 전략으로 사용한다면 효과적인 교육용 게임을 개발할 수 있다. 두뇌 기반 학습 모델은 현재 다양한 교과목에서 연구되고 있고, 게임을 하는 동안 도파민의 증가는 학습 동기와 같은 정서적 영역과 매우 밀접한 관련이 있다. 최근 학생들의 게임 중독이 사회적 문제로 부각되었고 게임하는 시간을 규제해야한다는 목소리가 높아지고 있다. 게임하는 시간을 무조건 규제하는 것보다는 학생들에게 유용한 교육적 게임을 할 수 있는 환경을 만들어주어 게임 중독에 대한 우려를 낮추고 학습에 자발적으로 참여하도록 유

도하는 것이 바람직하다. 물론 효과적인 교육용 게임이 개발되어야 하고, 이를 위해서는 게임 UI의 효과적인 구성에 대한 연구가 선행되어야 한다.

2.2 UI에 관한 선행 연구

UI에 대한 연구는 광고, 게임, 웹사이트, 디자인 등의 분야에서 과학적인 연구방법을 활용해 활발한 연구가 진행되고 있으나, 교육 분야에서는 과학적인 연구방법보다는 자기보고식 또는 과거의 연구를 답습하는 정도에 그치고 있다. 하지만 학교 급별 교과서, 교육용 학습비디오, 교육용 게임, 교육 방송 등에서는 UX를 과학적으로 분석하는 연구가 반드시 필요하다. <표 2>에서는 본 연구와 관련된 국내 UI연구를 요약하여 제시하였다.

사회 전반적으로 UX관점에서의 UI에 대한 관심이 높아졌고 실제 게임 시장과 광고 등에서는 UI구성에 따른 사용자의 즉각적인 반응으로 인해 그 중요성이

<표 2> UI 선행 연구 요약

연구 주제	내용 요약
시선 움직임을 통한 효과적 게임 UI 연구[1]	기존 게임의 UI를 분석한 결과 UI가 사용자 친화적이지 않음. 캐릭터가 게임에 필요한 주된 정보들을 전부 화면의 정중앙에 배치한 효율적인 게임 UI를 제작하여 실험한 결과 사용자의 만족도가 높았고, 하향식 주의로 인한 시선분산이 최소화 됨.
UX 디자인 관점에서의 웹사이트 디자인 연구[2]	웹페이지의 시각적 구성요소와 UX디자인의 중요성을 강조하였고, UX디자인 관점에서의 네이비사이트의 사례를 분석함.
광고의 깊이 지각 단서가 시각적 주의에 미치는 영향에 대한 아이트래커 활용 연구[3]	최초반응시간을 기준으로 빠른 시각적 주의를 기준으로 분석하였고, 동일한 크기의 광고일 때 명확한 부분 클릭 단서일수록 더 오래 시각적 주의 끄는 경향성이 있고 단서가 강할수록 아래에 위치할 때 효과적임.
화면 구성에 있어서 심리적 인식에 관한 연구[5]	시각적인 이미지 작업을 할 때 시각적인 구조와 심리적 인식을 이해하여 화면 구성에 실제 응용해야 함.
입체영상에서 운동의 방향이 시각적 주의에 미치는 영향[7]	좌우운동방향에서는 우향운동이, 상하운동방향에서는 하향운동이, 전후운동방향에서는 진출운동이 시각적 주의를 크게 끌었고, 좌우운동보다 상하운동이 더 큰 시각적 주의에 영향력 있음.
모션그래픽 이미지의 선택적 주의와 연상 이미지 디자인 구성[10]	선택적주의의 관점에서 모션그래픽 디자인의 이미지 구성 유형을 분석하였고, 이를 통해 시각의 선택적 주의와 함께 이미지 연상에 달라 기억을 유도하는 이미지 활용 방법을 제안
에듀테인먼트 온라인 게임의 GUI의 사례분석에 관한 연구[11]	교육용 온라인 게임의 그래픽 특성과 그래픽 요소를 세분화하여 연구하였고, 사용자의 시각적 만족도를 위한 디자인 요소를 도출하여 사용자가 중심의 GUI 디자인을 위한 기초자료를 제공함.
모션그래픽의 화면 구성에 관한 연구[12]	움직임이 화면 구성에서 인간의 지각에 미치는 영향을 분석하여 움직임의 이미지를 효과적으로 구성할 수 있는 방법 모색.
타이틀시퀀스의 움직임에서 시지각과 공간의 관계에 관한 연구[14]	타이틀시퀀스에 적용된 화면상의 공간과 주 피사체의 움직임, 감정표현 전달 등의 중요성의 재조명, 모션그래픽을 활용한 디자인 방향 제안.
아이트래킹을 통한 효과적 시각 매체 제작에 관한 연구[15]	상향식 주의를 유발시키는 화면 이미지의 대비가 어떻게 배치되어야 하는 지에 대해 시선 운동을 통해 분석함.

<표 3> 연구 참여자

대상	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	평균
나이	22	23	24	25	23	24	23	25	26	27	24	26	28	24	22	24.4
성별	남	여	여	남	여	여	여	여	남	여	여	여	여	여	여	15명

더욱 부각되었다. 하지만 교육 분야에서는 즉각적인 결과나 반응을 기대하기 어렵기 때문에 이 분야에 적극적으로 접근하지 못하는 것으로 판단되고, 특히 교육용 게임 개발과 적용은 초기 단계이기 때문에 이에 대한 연구가 부족하다. 교육용 게임의 UI가 강의식 PPT자료와 학습 퀴즈의 형태만으로 제시된다면 학생들은 교육용 게임에 금방 지루함을 느끼고 참여하지 않게 될 것이다. 교육용 게임은 일반적인 게임의 특성을 유지하면서 UI에는 교육적 요소가 포함되어야 하며, 게임의 단계를 지속할수록 적절한 교육적 피드백이 주어져야 한다. 이번 연구에서는 개발된 교육용 게임 각 UI에 대한 학생들의 안구운동을 분석하여 교육적으로 효과적인 UI 구성에 대해 살펴보고자 한다.

3. 연구방법

3.1 연구 참여자

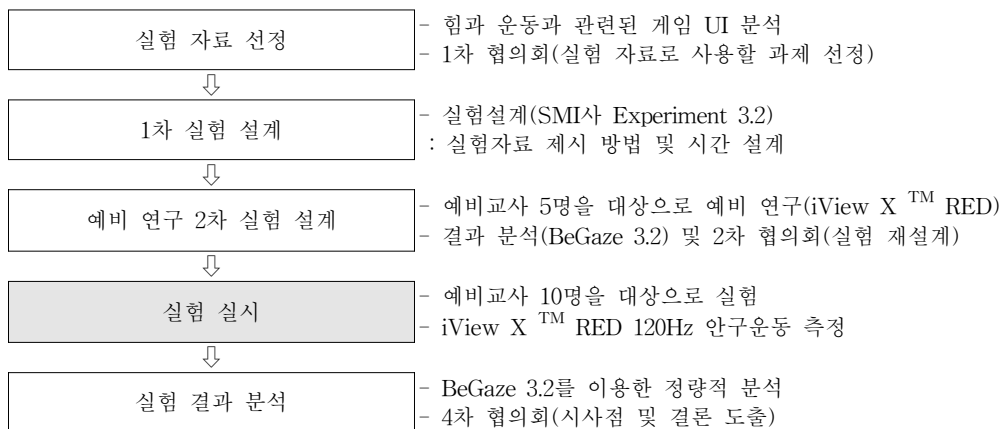
연구 참여자는 S 교육대학교 예비교사 중 15명이었고, 모두 연구에 자발적으로 참여하였다. 평균 나이는 24.4세이고 남자학생 3명, 여자학생 12명으로 구성되었다<표 3>.

3.2 연구 절차

이 연구에서는 게임 UI의 구성요소의 위치에 따른 연구 참여자의 안구운동을 분석하기 위해 (그림 1)과 같은 연구 절차를 거쳤다. 전문가 집단은 과학교육 전문가 1명, 초등 과학교육전공 석사 학위자 2명으로 총 3명이었고, 과제선정과 실험설계, 결과분석을 위한 4차례의 협의과정에 참여하였다. 독일 SMI사의 Experiment 3.2프로그램을 이용해 1차 실험을 설계하였고, 본 실험의 적합성과 타당성을 높이기 위해 예비교사 5명을 대상으로 예비 연구를 실시하였다[24]. 예비 연구 결과를 토대로 본 실험에서의 실험 자료 제시방법과 시간을 재설계하였다. 본 실험은 SMI사의 iView X™ RED 120Hz를 사용하였고, 실험 결과 분석 단계를 거쳐 연구의 시사점과 결론을 도출하였다.


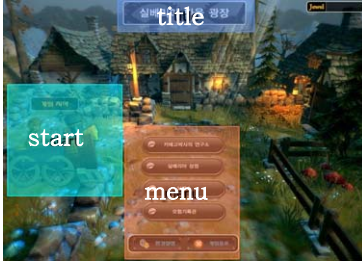




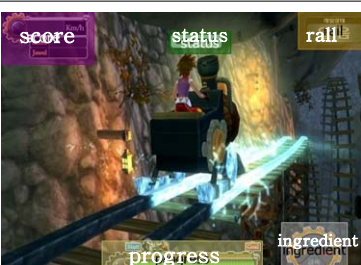
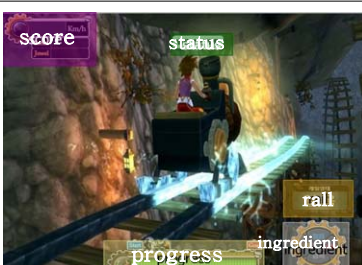
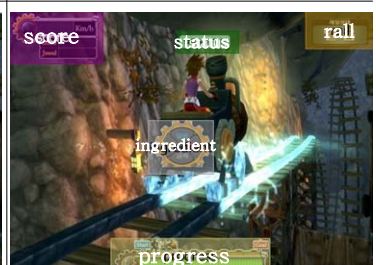



3.3 실험 자료

첫 번째, 시작화면은 구성 요소의 위치에 따른 시선흐름을 분석하기 위해 메뉴의 위치를 왼쪽아래, 가운데, 오른쪽 아래로 배치하였다. 두 번째, 스테이지 I의 경우 캐릭터를 가속하는 구간과 퀴즈 문제를 해



(그림 1) 연구 절차

<표 4> 실험 자료

구분	실험 자료		
	a	b	c
메뉴			
스테이지 I			
스테이지 II			
퀴즈			
각 스테이지 설명			

결하는 구간으로 나누어지는데 이동 구간에서의 캐릭터와 캐릭터의 정보(속도, 점수, 과정)와의 위치에 따른 안구운동을 분석하기 위해 요소별 위치를 달리 하였다. 세 번째, 스테이지Ⅱ는 게임이 진행됨에 따라 캐릭터의 상태를 변화시켜야 하는 단계이고 캐릭터와 정보 요소(조정스위치, 정보 등)의 위치를 달리 하여 실험을 구성하였다. 네 번째, 퀴즈는 ‘힘과 운동’에 관한 질문으로 오른쪽 위쪽에 위치할 때와 아래쪽에 위치할 때 두 가지경우로 실험 자료를 구성하였다. 다섯 번째, 각 단계에 대한 설명은 메뉴 화면에 겹쳐서 제시되는데 서로 다른 정보의 겹침 현상이 안구운동에 어떤 영향을 주는가를 알아보기 위한 것이다. 실험 자료에 대한 자세한 그림 자료는 <표 4>와 같다.

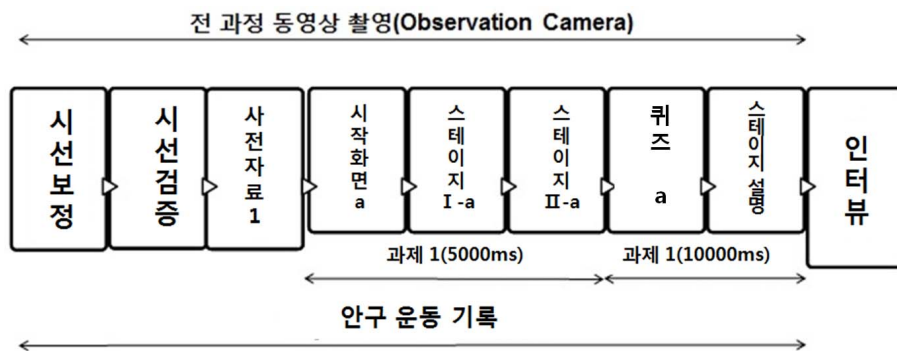
3.4 실험 설계

실험자료 중 3가지의 유형이(a, b, c) 있는 경우가 있어 3가지 Task로 실험을 구성하였고, 한 참여자가 동일 유형의 실험 자료를 중복해서 보지 않도록 하였다. Task 1의 실험 설계는 (그림 2)와 같다. 실험 순서는 안구운동 보정(calibration)과 검증(validation) 단계 → 사전 자료단계 → 시작화면 a 유형 → 스테이지 I-a → 스테이지Ⅱ-a → 퀴즈 a → 스테이지 설명 → 인터뷰 단계이다. 첫 번째, 보정(calibration) 단계에서 화면의 목표 점(target)을 다섯 곳으로 지정해 학생들의 시선을 보정하였고, 안구의 반경이 개인별로 서로 다른 모양을 하고 있기 때문에 이 단계는 안구 운동 추적 실험에서 반드시 필요하다[23]. 두 번째,

보정타당도(validation)단계에서 참여자 동공의 최대 편차(deviation)는 X, Y축 모두 0.5° 이하일 때에만 계속 실험을 진행하였다. 안구운동 추적연구에서는 동공의 최대 편차 값은 0.5° 이하를 최적의 값으로 요구하고 있기 때문에[23] X, Y축에 대한 동공의 편차가 0.5° 이하가 나올 때까지 보정과 보정타당도 단계를 반복하여 실시하였다. 세 번째, 사전 자료를 제시하여 참여자가 실험하는 방법을 익히고 적응할 수 있도록 하였다. 그 이후, 메뉴에서 스테이지 2까지는 예비검사 결과를 반영하여 5초간 제시하였고, 퀴즈와 스테이지 설명의 경우 내용이 10초간 제시하였다. 각 단계는 지정된 시간이 지나면 자동으로 넘어가도록 설계하였고 실험 후 게임에 대한 인터뷰를 실시하였다.

3.5 연구 장비

본 연구에 사용한 안구 운동 추적기는 동공의 크기와 위치를 측정할 수 있는 SMI사의 iView X TM RED 장비이고 적외선 조명과 컴퓨터 기반의 이미지 프로세싱을 사용해 동공의 움직임과 동공의 상대적인 크기까지 측정 가능하며, 비침습적인 특징을 갖고 있어 참여자의 어떠한 신체적 접촉 없이도 사용할 수 있기 때문에 학생들에게도 사용이 적합하다[9, 29]. 안구 추적 모드는 양안이고, 본 연구에 사용한 샘플링 속도는 120Hz이다[29]. 이 실험 장비와 실험하는 동안에 조작자와 참여자의 역할에 대한 구체적인 설명은 (그림 3)과 같다.



(그림 2) 과제 1 실험 설계



(그림 3) 안구 운동 추적 장비(iView X RED Eye-tracker)

3.6 자료 수집 및 분석 방법

연구 참여자 중 3명은 보정타당도단계(Validation)에서 편차가 오차범위를 벗어났고, 2명은 안구운동 추적비율이 80%이하였기 때문에 결과 분석에서 제외하였다. 10명의 분석 대상은 X, Y축에 대한 최대 편차 값은 모두 0.5° 이하였고, 안구운동 추적비율의 평균값은 92.2%였다<표 5>.

안구운동의 모든 데이터는 응시 최저 시간(fixation minimum duration)을 임의 지정함으로써 도약운동과 응시운동으로 구분할 수 있다[9, 29]. 최근의 안구 운동 추적 연구의 응시 시간(fixation duration)은 200ms으로 설정한 경우가 대부분이지만[16, 20, 25, 31] 이 연구에서는 실험자료 제시 5초 동안의 효과적인 안구운동(effective eye movement)에 대한 분석을 목적으로 하고 있고, 도약운동은 빠른 시간에 큰 각도로 움직이기 때문에[28] 응시 최저 시간(fixation minimum duration)을 80ms(SMI사의 기본설정)으로 설정하여 분석하였다. 모든 참여자의 각 과제에 대한 첫 번째 응시는 Robert 등(2011)이 말한 응시의 유사성(similarity)과 근접성(proximity)규칙을 고려하여

분석에서 제외하였다. 안구운동에 관한 많은 데이터 중 연구의 목적에 맞는 AOI(area of interest)에 대한 평균응시입력시간, 응시횟수, 응시시간, 응시의 전환 등에 대한 데이터를 BeGaze 3.2로 분석하였다.

4. 연구 결과

4.1 시작화면 UI에 대한 안구운동 데이터

게임 시작화면 UI의 구성요소 중 menu, start, title 에 AOI(area of interest)를 설정하여 분석하였고, 각 AOI에 대한 안구운동 데이터는 <표 6>과 같다. 메뉴는 게임과 캐릭터, 스테이지에 대한 정보를 알기 위해 각 방으로 이동할 수 있는 안내창이다. 시작화면에서는 메뉴에 어떤 기능들이 있는 지 확인하는 것이 가장 중요한 요소이고 여기에 빠른 시각적 주의(visual attention)가 일어나야 한다. 안구운동 중 AOEF(평균응시입력시간)의 데이터를 근거로 메뉴의 위치는 가운데나 오른쪽 아래에 위치하는 것이 빠른 시각적 주의를 이끌 수 있는 것으로 판단된다. AOEF를 근거로 하여 시작화면에서의 시선흐름을 분

<표 5> 연구 참여자의 안구운동 추적비율

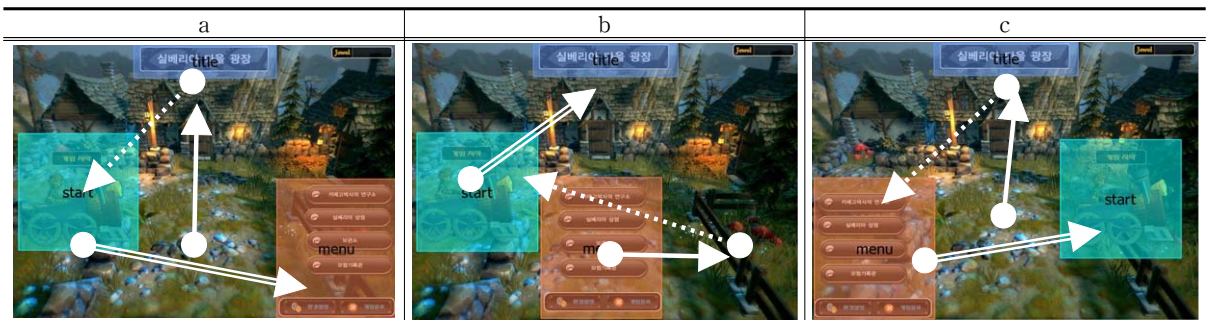
대상	P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09	P10	평균
D. X [°]	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.5	0.40
D. Y [°]	0.4	0.2	0.5	0.3	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4	0.43
TR [%]	95.5	94.9	87.8	92.5	94.3	91	91.5	89.1	91.8	93.6	92.20

* D: Deviation, TR: Tracking Ratio

<표 6> 시작화면에 UI 구성요소에 대한 안구운동 데이터

관심영역	자료	AOET [ms]	AOR [회]	AOFC [회]	AOFT [ms]	AOFTP [%]
menu	a	3178.1	1.0	3.5	1247.1	24.9
	b	379.1	2.0	8.0	1334.5	26.7
	c	372.4	0.0	3.5	1739.0	34.9
start	a	1505.8	1.0	2.5	1176.5	23.5
	b	946.2	2.0	3.0	654.8	13.1
	c	2095.2	0.5	2.0	528.2	10.6
title	a	362.2	0.5	1.0	258.7	5.2
	b	1038.0	2.5	4.5	704.9	14.1
	c	499.5	0.5	3.0	888.7	17.8
White Space (그 외 영역)	a	4.2	2.0	7.5	1805.7	36.1
	b	575.1	3.5	5.5	859.0	17.2
	c	146.2	2.0	6.0	1451.5	29.1

* AOET: Average Of Entry Time, AOR: Average Of Revisits, AOFC: Average Of Fixation Count
AOFT: Average Of Total Fixation Time, AOFTP: Average Of Fixation Time Percentage



* 시선 흐름 순서 : 실선, 점선, 이중 실선 순으로 이동

(그림 4) 시작화면 UI에 따른 시선 흐름

석하면 (그림 4)와 같다.

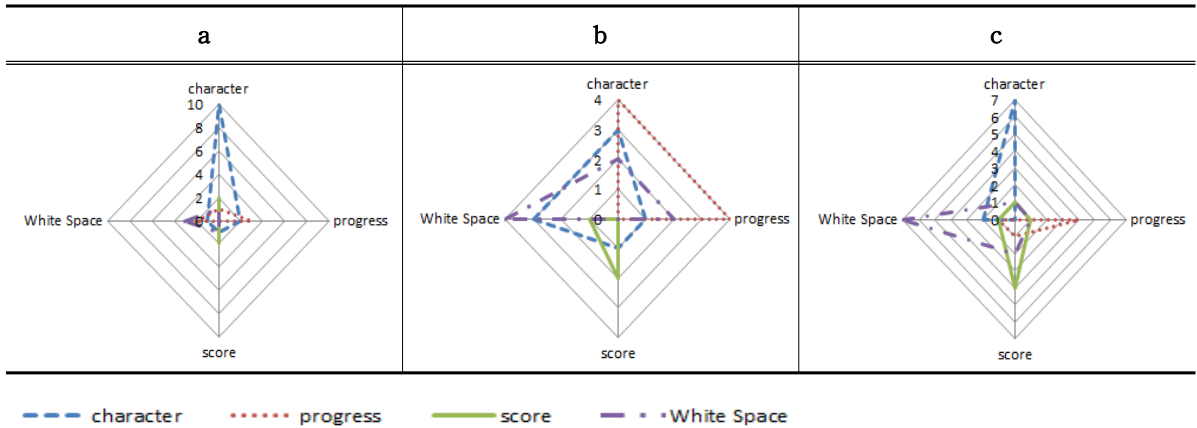
시작화면의 UI에 따라 시선의 흐름이 차이가 있지만 공통적으로 화면 가운데서 가장 빠른 응시가 발생하는 것을 알 수 있다(그림 4). 시작화면의 구성 요소(menu, start, title)가 분산되어 있는 a와 c유형은 b유형에 비해 White Space(AOI영역 이외)에 AOFTT(평균전체응시시간)이 많이 발생한 것을 알 수 있다 <표 6>. White Space는 시작화면 UI에서 중요한 기능이 없는데 분산된 UI구성으로 인해 30% 정도의 주의가 일어났다. 인터뷰결과 메뉴의 위치가 가운데 위치할 때 주의를 가장 잘 이끌었다고 응답하였다. 따라서 시작화면의 구성 요소의 위치와 분산의 정도는 시각적 주의와 밀접한 관련이 있고, 학습용 게임의 시작화면 UI를 구성하기 전 사용자의 상향적 주의를

어떻게 이끌 것인가를 먼저 고려해야한다는 것을 반증한다.

4.2 스테이지 I, II UI에 대한 FT(fixation transition; 응시전환)

4.2.1 스테이지 I

스테이지 I의 게임은 캐릭터의 속도를 조절해가며 정해진 레일로 이동하고 정해진 구간에 도착하면 학습 퀴즈 형태의 미션이 주어지고 일정한 정답률을 획득하면 다음 구간으로 이동할 수 있도록 구성되었다. 레일을 이동할 때는 속도를 조절할 수 있어 속도감을 느낄 수 있고 일정속도를 벗어나면 레일에서 이탈해



(그림 5) 스테이지 I UI에 대한 FT(fixation transition; 응시전환)

게임 미션을 실패할 수 있다. 스테이지 I에서는 캐릭터가 이동하는 레일, 진행정도, 속도(Score 함께 제시)에 유기적인 시각적 주의(visual attention)가 일어나야 한다. 스테이지1의 UI구성요소의 위치에 따른 시각적 주의를 분석하기 위해 안구운동 중 FT(fixation transition; 응시전환)을 분석하였다(그림 5).

FT는 안구운동 중 30 ms정도의 매우 빠른 도약운동으로 일어나고 관심영역 간 FT를 분석하면 유기적인 시각적 주의를 분석할 수 있다. a의 경우 캐릭터 내에서만 FT가 많이 발생하였고 c의 경우 캐릭터 내와 관심영역 이외의 영역(white space)에서 FT가 많은 것으로 나타났다. b의 경우 캐릭터와 게임진행, 속도(score에 포함), 그 외영역간의 활발한 FT가 나타났고 이는 게임의 정보 요소 간에 적절한 시각적 주의의 상호작용이 이루어졌다고 판단할 수 있다. 연구 참여자 수가 많지 않다는 제한점이 있지만, 교육용

게임 UI를 구성할 때 고려해야 할 점은 캐릭터를 조정하는 요소와 그에 따른 정보를 어디에 위치해야 하는가와 교육적 내용이나 요소는 어디에 배치하는 것이 주의(attention)와 암묵적 주의(convert attention) 효과를 동시에 이끌 수 있는가이다. 이는 최근 개발된 Glass형태의 안구추적기를 이용해 실제 게임을 하는 동안 안구운동을 추적함으로써 가능할 것이다.

4.2.2 스테이지 II

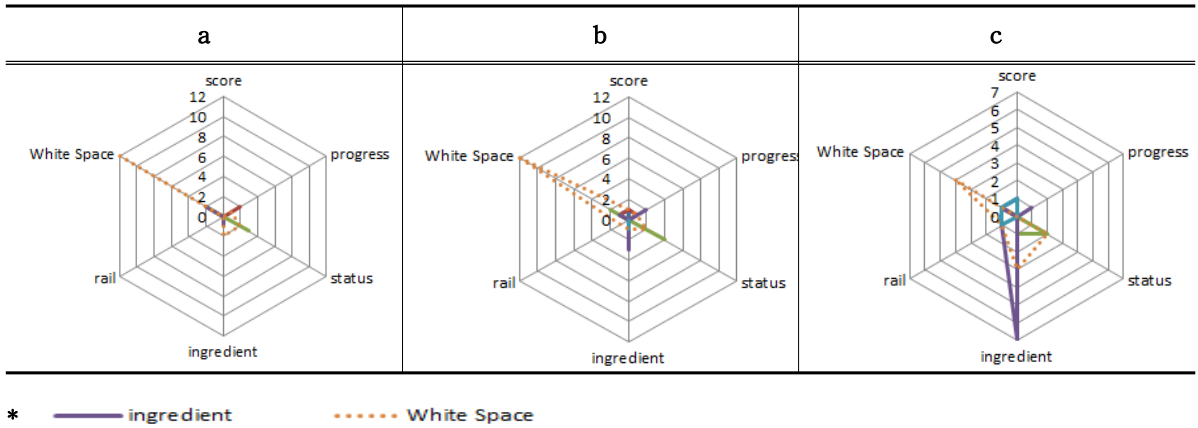
스테이지 II는 마찰력에 대한 게임으로 캐릭터가 이동하는 동안 레일의 정보를 보고 캐릭터 썰매 스케이트 날의 재료를 변경해서 도착점까지 무사히 도착하는 게임이다. 재료변경버튼(ingredient)의 위치에 따른 안구운동결과는 <표 7>과 같다.

특정한 목표나 요소를 찾는 데 걸리는 시간과 관

<표 7> 스테이지 II의 재료변경버튼(ingredient)에 대한 안구운동 데이터

관심영역	자료	AOET [ms]	AOR [회]	AOFC [회]	AOFT [ms]
ingredient	a	2141.0	1.0	1.5	984.4
	b	2810.2	1.0	3.0	554.6
	c	850.6	1.0	5.5	1893.3

* AOET: Average Of Entry Time, AOR: Average Of Revisits, AOFC: Average Of Fixation Count
AOFT: Average Of Fixation Time



(그림 6) 스테이지 II UI에 대한 FT(fixation transition; 응시전환)

찰자의 도약운동과 응시의 횟수 사이에는 밀접한 관련이 있다[27]. 스테이지 II에서 가장 중요한 것은 레일의 속성에 따라 캐릭터 썰매 스케이트 날의 재료를 변경하는 것이고 이를 통해 마찰력을 이해하는 목적이 있다. <표 7>에서 재료변경버튼에 대한 AOFT, AOFC, AOFT를 분석하면 c의 경우가 가장 빠른 시각적 주위가 발생했다는 것을 알 수 있다. 따라서 교육용 게임 UI를 구성할 때 캐릭터의 속성을 변경하는 버튼의 캐릭터와 속성에 대한 정보의 위치는 근접한 위치에 있어야 하고 이는 응시의 근접성(proximity)과 유사성(similarity)의 원리를 반증한다. 재료변경버튼(ingredient)에서의 FT를 분석한 결과는 (그림 6)과 같다.

a와 b의 경우 관심영역 외(white space)에서 FT가

주로 발생하였지만 c의 경우 재료변경버튼(ingredient)에서 많은 FT가 발생하였다. FT의 측면에서도 재료변경버튼은 c의 경우와 같이 UI를 구성하는 것이 효과적인 시각적 주의를 이끄는 것으로 판단된다.

4.2.3 퀴즈에 대한 안구운동 데이터

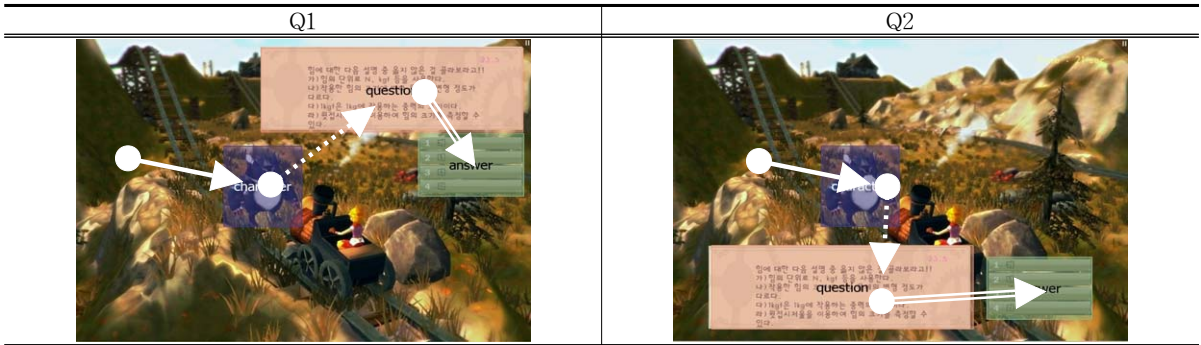
퀴즈는 스테이지 I에서 각 구간마다 제시되었고 UI에 따른 안구운동 데이터는 <표 8>와 같다.

분석결과 퀴즈의 위치는 UI의 위쪽에 위치할 때 빠른 시간적 주의를 이끌었고 퀴즈의 내용이 같기 때문에 AOFC, AOFT, AOFTP의 안구운동데이터는 차이가 없는 것으로 나타났다. (그림 7)의 시선흐름에서는 여백 → 캐릭터 → 퀴즈문제 → 답안 순으로 두

<표 8> 퀴즈 문제 위치에 따른 안구운동 데이터

자료	관심영역	AOET [ms]	AOR [회]	AOFC [회]	AOFT [ms]	AOFTP [%]
a	character	201.4	1.8	4.8	1088.3	10.9
	answer	7365.1	-	1.7	489.4	4.9
	question	1692.0	1.5	23.3	5232.0	52.3
	White Space	151.2	2.7	7.8	1689.9	16.9
b	character	229.6	1.0	2.5	673.1	6.7
	answer	5818.5	-	1.8	648.3	6.5
	question	2322.7	1.5	21.0	5395.4	54.0
	White Space	60.9	2.0	8.0	2236.7	22.4

* AOET: Average Of Entry Time, AOR: Average Of Revisits, AOFC: Average Of Fixation Count
AOFT: Average Of Fixation Time, AOFTP: Average Of Fixation Time Percentage



* 시선 흐름 순서 : 실선, 점선, 이중 실선 순으로 이동

(그림 7) 퀴즈 UI에 대한 시선흐름

경우가 동일하였다. 여백의 시작 위치는 임의로 나타낸 것으로 정확한 위치를 나타내는 것은 아니다. 따라서 교육용 게임에서 학습 퀴즈의 경우 UI의 위쪽에서 제시했을 때 빠른 시각적 주의를 이끈다는 것을 알 수 있다.

4.2.4 스테이지 설명에 대한 안구운동 데이터

스테이지 설명 UI에서는 각 스테이지 단계에 대한 그림과 Text설명을 볼 수 있는 창이다. 이 UI는 처음 메뉴 UI에 겹쳐서 제시하였고 제목, 메뉴 등이 화면에 겹쳐서 보인다. <표 9>의 안구운동 데이터를 보면 메뉴, 제목, 관심영역 외(white space)에 응시가 발생한 것으로 나타났다. 스테이지 설명에서는 각 스테이지에 대한 그림(picture1~3)과 Text(text1~3)에

중점적으로 시각적 주의가 일어나야 한다. 따라서 교육용 게임 UI를 겹쳐서 제시하는 경우 오히려 시각적 주의 분산의 원인이 될 수 있기 때문에 피하는 것이 좋다. 스테이지 설명의 그림과 Text에 대한 FTM(fixation transition matrix; 응시전환행렬)은 <표 10>과 같다.

응시는 정보를 얻는 인지적 복잡성과 과정을 나타내고[9, 19, 21] 한 영역에서의 응시시간과 횟수는 장기 기억(long term memory)으로 전환될 가능성이 높은 지표이며[17, 29] 복잡한 정보에 대한 개인의 인지 사고과정이다[16, 25]. FTM분석결과 학습자는 스테이지 설명 Text정보에서 복잡한 인지적 사고과정을 겪고 있고 Text정보를 이해하는데 그림과의 응시전환이 많지 않은 것으로 보아 Text에 의존하여 정보를 얻는 것으로 판단된다. 이는 각 스테이지 설명 UI를

<표 9> 스테이지 설명에 대한 안구운동 데이터

관심영역	AOET [ms]	AOR [회]	AOFC [회]	AOFT [ms]	AOFTP [%]
menu	2788.9	0	1.3	403.7	4.0
title	8527.9	0	0.4	101.8	1.0
text3	4273.8	1.4	6.3	2133.5	21.3
pic3	1659.9	0	0.9	131.8	1.3
text2	2496.5	1.9	5.6	1687.0	16.9
pic2	2190.0	0	1.2	291.1	2.9
text1	930.6	1.6	7.6	2513.4	25.1
pic1	1297.7	0.1	1.4	304.3	3.0
White Space	2430.4	1.8	4.7	1254.4	12.6

* AOET: Average Of Entry Time, AOR: Average Of Revisits, AOFC: Average Of Fixation Count
AOFT: Average Of Fixation Time, AOFTP: Average Of Fixation Time Percentage

<표 10> 스테이지 설명에 대한 FTM(fixation transition matrix; 응시전환행렬)

	menu	title	text3	pic3	text2	pic2	text1	pic1
text3	3	0	<u>42</u>	3	4	0	2	0
pic3	1	0	2	2	1	1	1	0
text2	0	0	13	2	<u>29</u>	4	4	0
pic2	0	0	1	1	3	3	3	1
text1	0	0	1	0	13	1	<u>55</u>	2
pic1	0	0	0	1	0	1	4	5

구성할 때 Text의 양과 수준, Text와 그림과의 관련성을 고려해야 한다는 것을 반증한다.

5. 결론 및 제언

이 연구는 안구운동 추적기(Eye-tracker)를 이용해 교육용 게임의 각 단계별 UI에서 사용자의 안구운동을 분석하였다. 분석결과에 따른 연구 결론은 다음과 같다.

첫째, 교육용 게임에서 빠른 시각적 주의(visual attention)를 이끌기 위한 요소는 UI의 가운데에 배치하는 것이 좋다. 대부분의 사용자들은 UI의 가운데에서부터 시각적 주의가 일어났고, 게임 시작화면과 같이 시작버튼과 메뉴버튼만 확인하면 되는 간단한 상황에서 UI 요소들을 임의로 분산 배치했을 경우 오히려 주의에 혼란을 가져올 수 있다.

둘째, UI에서 캐릭터의 속성을 변경하는 버튼과 그 속성에 대한 정보는 서로 근접한 위치에 배치하는 것이 바람직하다. 응시(fixation)는 응시가 일어난 곳에서부터 가까운 곳에 다시 일어나고(proximity), 유사한 요소에 발생하는 특징(similarity)이 있다. 따라서 게임을 하는 도중 각 요소 간 연속적인 주의가 필요할 경우 가까운 거리에 배치하는 것이 사용자의 효과적인 시각적 주의를 이끌 수 있다.

셋째, 학습 퀴즈의 경우 UI의 아래쪽에 위치하는 것보다 위쪽에 위치할 때 빠른 시각적 주의를 이끌었고, 사용자 인터뷰 결과 위쪽에 제시하는 경우가 보기에 편하다고 하였다. 동일한 문제의 경우 곤란도가 같기 때문에 위치에 따른 응시 횟수와 응시시간, 시선흐름의 차이는 없었다.

넷째, 처음 UI에 다른 UI를 겹쳐서 제시할 경우 완전히 겹쳐지지 않은 부분의 처음 UI에서도 응시가

발생하였다. UI를 겹쳐서 제시할 경우 사용자의 시각적 주의를 고려하여 그 위치와 겹쳐지는 정도를 결정해야 할 것으로 판단된다. 게임의 설명을 위한 Text는 가독성을 판단하여 그 내용의 양과 수준을 조절해야 한다. 게임을 배울 때 대부분의 사용자들은 Text정보를 탐색하지 않는 경향이 있기 때문에[30] 그림 자료는 그림만 보고도 무슨 내용인지 알 수 있도록 관련성과 크기를 적절히 조절해야 한다.

마지막으로 UX관점에서 UI의 효과적인 구성에 대해 알아보기 위해서는 게임을 실제 실행하고 조작하는 동안에 안구운동추적이 필요하다. 최근의 기술의 발달로 Glass형태의 안구추적기를 활용한다면 이 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 앞으로 교육용 게임에서 게임의 효과뿐 아니라 안구운동추적기와 같은 과학적인 방법을 활용해 UX관점에서 교육용 게임의 UI에 대한 많은 후속연구들이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 김규정, 최규호, 박근호(2011). 시선 움직임을 통한 효과적 게임 UI 연구. **한국기초조형학회지**, 12(5), 57-63.
- [2] 김은숙, 공용택, 성동선(2012). UX 디자인 관점에서의 웹사이트 디자인 연구 : 포털사이트 네이버를 중심으로. **한국디자인트렌드학회지**, 36, 243-252.
- [3] 김지호, 부수현, 김재휘(2007). 광고의 깊이지각 단서가 시각적 주의에 미치는 영향에 대한 아이트래커 활용 연구. **한국광고홍보학회지**, 9(2), 277-310.
- [4] 김혜선, 김철민, 김성백(2007). 템플릿 기반 게임형 학습콘텐츠 저작 도구의 구현 및 적용. **한국컴퓨터교육학회지**, 10(1), 41-53.
- [5] 문철(2000). 화면구성에 있어서 심리적 인식에 관

- 한 연구. **한국디자인학회지**, 34, 111-120.
- [6] 박성원(2010). 영어 학습을 위한 교육용 게임 개발에 관한 연구. **한국컴퓨터게임학회지**, 22, 165-174.
- [7] 박진희(2009). 입체영상에서 운동의 방향이 시각적 주의에 미치는 영향. **한국디지털디자인학회지**, 22, 227-238.
- [8] 박찬익(2012). 온라인 게임을 활용한 교육용 게임의 개발에 관한 연구. **커뮤니케이션 디자인학회지**, 38, 333-340.
- [9] 신원섭, 신동훈(2012). 초등 교사들의 과학교과서 그래프 이해 과정에 대한 안구 운동 분석. **초등과학교육**, 31(3), 386-397.
- [10] 오호준(2009). 모션그래픽 이미지의 선택적 주의와 연상 이미지 디자인 구성. **한국디지털디자인학회지**, 22, 151-161.
- [11] 이승환, 원종욱(2007). 에듀테인먼트 온라인 게임의 GUI의 사례분석에 관한 연구. **한국디지털디자인학회지**, 14, 315-326.
- [12] 이윤정, 김재명(2007). 모션그래픽의 화면구성에 관한 연구 : 움직임의 시지각을 중심으로. **한국디자인학회 학술박람회 논문집**, 68-69.
- [13] 이지훈, 김우재, 김현수(2008). 효율적인 학습을 위한 교육용 게임 개발 연구 : 중등 컴퓨터 교과 수업을 중심으로. **한국컴퓨터게임학회지**, 14, 199-204.
- [14] 이화중(2009). 타이틀시퀀스의 움직임에서 시지각과 공간의 관계에 관한 연구. **한국디자인학회지**, 22(3), 239-248.
- [15] 최규호, 김도영, 최동주, 김규정(2012). 아이트래킹을 통한 효과적 시각 매체 제작에 관한 연구. **한국HCI학회지**, 1, 732-734.
- [16] 최현동, 신동훈(2012). 과학 교과서의 표를 해석하는 초등 교사들의 안구 운동 추적. **초등과학**, 31(3), 358-371.
- [17] 최현동, 신원섭, 신동훈(2012). 초등과학영재와 일반 아동의 분류 과정에서 나타나는 안구 운동 패턴의 차이. **초등과학**, 31(4), 501-512.
- [18] Bermúdez José Luis. (2012). Cognitive science: An introduction to the science of the mind. 신현정 역, 도서출판 박학사, 2012.
- [19] Chang, K. T., Antes, J. & Lenzen, T. (1985) The effect of experience on reading topographic relief information: analyses of performance and eye movements. *Cartogr J*, 22, 88-94.
- [20] Cook, M., Wiebe, E. N., & Carter, G. (2011). Comparing visual representation of DNA in two multimedia presentations. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 20(1), 21-42.
- [21] Goldberg, J. H. & Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24(6), 631-645.
- [22] Henderson, J. M. & Hollingsworth, A. (1998). Eye movements during scene viewing: an overview. In: Underwood G (ed) *Eye guidance in reading and scene perception*. Elsevier, Oxford, pp 269-294.
- [23] Holmqvist, K., Nyström, M., Anderson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & van de Weijer, J. (2011). *Eye Tracking : A Comprehensive Guide to Methods and Measures*, pp. 9-144. Oxford University Press.
- [24] Ketamo, H., & Suominen, M. (2010). Learning-by-Teaching in Educational Game: Educational Outcome, User Experience and Social Networks. *Journal of Interactive Learning Research*, 21(2), 237-255.
- [25] Liu, C. J., & Shen. M. H. (2011). The influence of different representations on solving concentration problems at elementary school. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 621-629.
- [26] Mayo, M. J. (2007). Games for science and engineering education. *Communications of the ACM*, 50(7), 30-35.
- [27] Robert S., Peter T., & Tom T. (2011). *Basic Vision : An Introduction to Visual Perception*. 오성주 역, 학지사, 2013.
- [28] Senso Motoric Instruments. (2011a). *BeGaze Manual version 3.1*.

- [29] Senso Motoric Instruments. (2011b). iView X TM Manual.
- [30] Slykhuis, D. A., Wiebe, E. N., & Annetta, L. A. (2005). Eye-tracking students' attention to powerpoint photographs in science education. *Journal of Science Education and Technology*, 14(6), 509-520.
- [31] Tsai, M. J., Hou, H. T., Lai, M. L., Liu, W. Y. & Yang, F. Y., (2012). Visual attention for solving multiple-choice science problem: An eye-tracking analysis. *Computer & Education*, 58, 375-385.
- [32] Alkan, S. & Cagiltay, K. (2007). Studying computer game learning experience through eye tracking. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 538-542.

저 자 소 개



신 원 섭

2001 경인교육대학교 졸업
2010 서울교육대학교 졸업(석사)
2013~현재 서울교육대학교 박사과정
관심분야 : 과학교육, 뇌기반학습, 영
재교육
e-mail : sin971135@hanmail.net



신 동 훈

1989 서울대학교 졸업
2006 한국교원대학교 졸업(박사)
2009 조선대학교 교수
2010~현재 서울교육대학교 과학교
육과 교수
관심분야 : 과학교육, 뇌기반학습, 영
재교육
e-mail : dhshin@snu.ac.kr



전 영 석

1988 서울대학교 졸업
1997 서울대학교 졸업(박사)
2005~현재 서울교육대학교 과학교
육과 교수
관심분야 : 과학교육, 물리교육
e-mail : jhunys@snu.ac.kr