

# 시선추적 기반 전문가-학습자 간 학습유형 비교 분석 연구

송혜진\*, 김경아\*\*, 문남미\*\*\*

\*호서대학교 컴퓨터공학과

\*\*명지전문대학 컴퓨터정보과

\*\*\*호서대학교 컴퓨터소프트웨어전공

e-mail:song120408@gmail.com

## A Study on comparative Analysis learning pattern of experts-learners based on Eye-tracking

HyeJin Song\*, Kyong-Ah Kim\*\*, Nammee Moon\*\*\*

\*Dept of Computer Engineering, Hoseo University

\*\*Dept. of Computer Science and Information, Myongji College

\*\*\*Dept of Computer Software, Hoseo University

### 요 약

본 연구는 e러닝 학습 환경에서 문제 풀이에 대한 전문가와 학습자 사이의 시선 흐름을 비교 분석하여 학습자에게 보다 효율적인 학습 방법을 제시 할 수 있는 데이터를 추출하는 데 목적이 있다. 연구를 위해 빛의 투과율이 적은 장소의 PC에 웹캠을 설치하였고, 학습 화면의 해상도는 1600 X 900로, 3명의 전문가와 5명의 학습자를 통하여 10문항에 대한 시선 추적으로 학습 데이터를 축적하였다. 축적한 데이터를 통하여 고득점 학습자나, 전문가의 학습 방법을 비교하여 유사도를 측정하였고, 유사도에 따라 학습 유형을 추천해 줄 수 있는 가능성을 확인하였다.

### 1. 서론

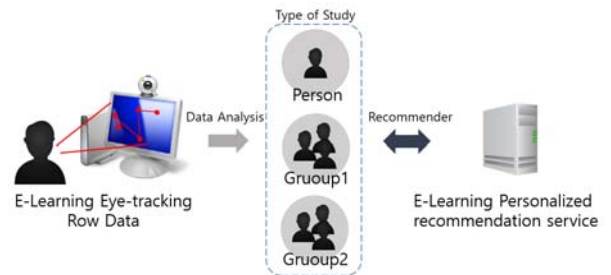
시선추적 기술은 Eye-tracking 장비와 Wearable Device의 보급으로 몇 년 사이에 기술이 대중화 되었지만 데이터 수집용도로 사용되는 경우를 제외하고는 쉽게 보기 어렵다. 근래에는 시선 추적 기술과 함께 수집된 시선 흐름 정보를 분석하여 관심 분야 및 감정 분석을 토대로 맞춤형 서비스를 제공하려는 연구가 이루어지고 있다 [1][2][3].

시선추적 기술은 사람의 시선 흐름을 추적함으로써 데이터를 수집한다. 사람의 시선은 무의식적인 흐름 속에서 안구운동을 동반하며 이는 사람의 습관, 관심 등에 따라 다양한 움직임을 보인다[4][5]. 이와 같이 다양한 시선 흐름 정보를 개인화, 그룹화 한다면 개인별 맞춤 서비스를 제공할 수 있는 데이터를 축적 할 수 있다[6][7]. 축적된 데이터를 시선 추적 기술 분야에 적용하여 서비스의 정확도와 만족도를 증진시킬 수 있을 것이다.

본 연구에서는 웹 카메라를 기반으로 e러닝을 학습하는 전문가와 학습자의 시선 추적을 통하여 축적된 데이터 활용방안에 대해 연구하고자 하였다. 시선 흐름 데이터 수집과 분석이 이루어지면 여러 학습 유형으로 구분 지을 수 있고, 그 정보는 학습자에게 보다 나은 학습 방법을 추천해 줄 수 있는 바탕이 될 것이다. 이는 과거 공급자 위주의 일방적이고 표준화 된 교육 방식에서 탈피하여 학습자 개인 특성에 맞는 맞춤형 교육 방식으로 실제 학습 방법에

도움을 줄 것이라 예상된다.

### 2. 시선 데이터 추출 및 분석 설계

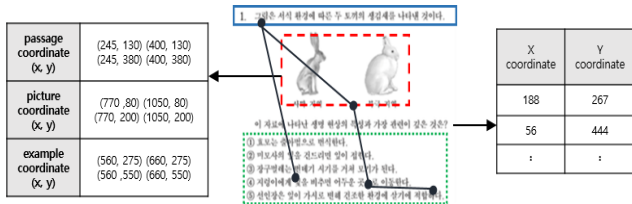


(그림 1) 시스템 구성도

본 연구에서는 (그림 1)과 같은 시선 추적을 통한 데이터 분석을 제안하였다. e러닝 학습을 하는 전문가와 학습자의 무의식적인 시선 흐름의 추적을 통해 학습 유형을 분석하기 위하여 3명의 전문가와 5명의 학습자에게 각각 같은 내용의 문제를 풀게 하였다. 한 슬라이드에 하나의 지문, 그림, 보기로 구성되어 있으며 총 10슬라이드(문제)에 대한 시선 추적이 이루어진다. 시선 흐름 데이터 추출을 위해 빛의 투과율이 높지 않은 장소에서 1초에 한번 움직이는 것을 기반으로 하여 측정을 하였으며 시선 데이터는 X, Y 좌표 값을 가진다. 이러한 환경을 바탕으로 각각의 전문가와 학습자의 시선 정보 분석을 통하여 어떤 유형의 문제 풀이가 가장 정답률이 높았는지에 대한 데이터를 추출할 수 있다. 문제 풀이 유형 중 보기를 먼저 보는, 그림

을 먼저 보는, 지문을 먼저 보는 등 여러 유형으로 나뉘질 수 있으며, 전문가와 학습자의 학습 유형 비교를 통하여 점수가 낮은 사용자에게 고득점 전문가나 학습자의 문제 풀이 유형을 추천할 수 있다. 따라서 e러닝 학습자의 학습 유형을 분석하고 추천 가능한 서비스를 제공할 수 있도록 바탕이 되는 데이터를 얻을 수 있다. 또한, 학습자의 시선 추적을 통하여 제공자의 의도대로 학습을 잘 하고 있는지의 파악과, 학습자가 시선을 놓친 부분을 알려주어 재학습 시의 효과를 높여주는 등 여러 방면으로의 맞춤형 학습에 적용할 수 있을 것이다.

### 3. 시선 추적 단계



(그림 2) 시선 추적 예시

비디오 분석 방식, 콘택트렌즈 방식, 센서 부착 방식 등이 3가지가 대표적인 시선 추적 기술로 눈동자를 검출하여 시선 흐름을 추적하는 기술이다[8]. 본 연구에서는 웹캠을 사용하여 동공의 움직임을 검출하고, 시선의 위치정보, 응시 시간까지 동시에 측정하여 사용자의 시선 흐름을 추적한다. 문제를 푸는 전문가와 학습자의 시선추적을 위해 하나의 슬라이드에 지문, 보기, 그림으로 나타내어 시선을 유도한다. 각각의 지문, 보기, 그림은 직사각형 모형의 좌표 값을 가지며, (그림 2)와 같이 시선 추적을 통하여 해당 범위에 들어왔는지, 몇 초 동안 주시 하였는지에 따라 학습 유형을 나누는 데이터를 추출 할 수 있다.

시선 추적 결과 데이터 구조는 <표 1>과 같다. 문제당 시간제한은 없으며, 그림, 보기, 지문 세 가지 항목 모두 응시해야하는 것은 아니다. Question Number는 문제 번호로 실험을 위하여 10개의 문항으로 구성되어 있고, X, Y coordinate는 시선 흐름에 따른 좌표 값이다. 좌표 값에 따라 그림, 보기, 지문 중 무엇을 보았는지에 대한 정보는 Gaze point를 통해서 알 수 있고, S\_time과 E\_time은 각각 Gaze point에 대한 첫 응시 시간과, 마지막 응시 시간을 나타냄으로 시선 추적 데이터를 축적한다.

<표 1> 시선 추적 데이터 구조 예시

Question Number		1~10		
S_time	E_time	X coordinate	Y coordinate	Gaze point
1	3	55	87	Picture
3	7	168	178	passage
7	10	245	345	example
10	12	160	170	passage

### 4. 데이터 분석 단계

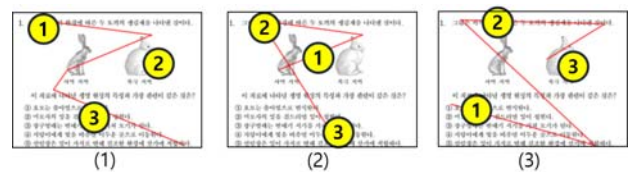
데이터 분석 단계는 웹캠으로부터 수집한 시선의 흐름과 문제 지속 시간을 토대로 문제 푸는 유형별 그룹을 구분 짓는 단계이다.

<표 3>은 주시 시간을 토대로 전문가와 학습자가 문제 풀이에 대한 전체적인 평균 시간과, 한 문제당 소요한 평균 시간을 구하였다. <표 3>에 따르면 전문가의 학습 시간 보다 학습자의 학습 시간이 대체로 길었고, 한 문제를 푸는데 18초를 기준으로 이상이 소요되면 정답률이 향상되는 것을 알 수 있었고, 미만이 소요되면 정답률이 낮아지는 것을 알 수 있었다.

<표 3> 응시 시간 분석 결과

USER	Q1	Q2	...	Q10	TIME AVG	SCORE
expert1	17	18	...	17	17	100
expert2	18	18	...	14	16	90
expert3	16	19	...	18	20	100
AVG					17	96.6
learner1	19	20	...	21	20	90
learner2	16	18	...	17	18	70
learner3	14	18	...	15	15	60
learner4	17	13	...	13	14	50
learner5	20	16	...	18	21	80
AVG					18	70

학습 유형 그룹은 (그림 3)과 같이 나눌 수 있다. 경우의 수는 더 많지만 그림 3-(1)는 지문을 먼저 본 후, 그림, 보기 차례대로 보는 그룹, 그림 3-(2)는 그림을 먼저 본 후 지문, 보기 순서대로 보는 그룹, 그림 3-(3)는 보기, 지문, 그림 순으로 주시하는 그룹으로 나누었다. 이에 따라, 첫 응시가 그림, 보기, 지문 중 어떤 범주에 해당되는지 비교를 통하여 그룹을 나누도록 하였다.



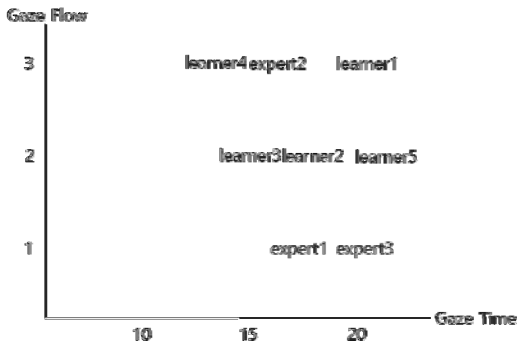
(그림 3) 학습 유형 그룹 예시

시선 흐름에 따라 사전에 정의한 그룹에 따라 각각의 전문가와 학습자의 유형을 구분 지어 <표 4>와 같은 결과를 얻었다. Group1에는 두 명의 전문가가 포함되며 세 가지 그룹 유형 중 가장 평균 성적이 높고, 반대로 전문가가 한 명도 포함되어 있지 않은 Group2는 평균성적이 가장 낮았다. 이를 토대로 Group1 전문가의 학습 유형을 Group2나 Group3의 학습자들에게 추천해 줄 수 있음을 확인하였으며, Group3 내에서도 높은 점수의 전문가, 학습자 낮은 점수의 학습자의 차이는 응시 시간에 있음을 확인 할 수 있었다.

<표 4> 시선 흐름 별 학습 유형

Group	Inclusion			Score avg
(1)	expert1	expert3	-	100
(2)	learner2	learner3	leaner5	70
(3)	expert2	learner1	leaner4	76.6

시선 흐름 분석, 주시 시간 분석 각각의 항목에 대한 데이터 분석을 통하여 (그림 4)와 같은 결과를 얻었다. (그림 4)는 전문가와 학습자의 시선 추적 데이터의 유사도를 유클리디안 거리점수를 사용하여 측정된 결과이다.



(그림 4) 전문가-학습자 유사도 분석

유클리디안 거리점수는 학습자, 전문가들이 공통적으로 점수를 매긴 항목을 취하여 차트 축으로 사용한다. (그림 4)는 선호 공간 안에 사람들이 출력되어 있다. 선호 공간에서는 두 사람이 가까이 있을수록 그들 간의 선호도가 더 유사함을 의미한다[9]. 사람 간의 차트 거리를 계산을 통하여 유사도를 구할 수 있으며, 숫자 1을 기준으로 그 값은 작을수록 유사도가 높음을 의미한다. 유사도는 (그림 5)와 같은 공식을 바탕으로 구할 수 있다.

$$\sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

(그림 5) 유클리디안 거리

같은 그룹에 속한 learner1와 expert2의 유사도는 약 0.0480로 유사도가 매우 높다는 것을 알 수 있다. 이를 통해, 단순히 시선 흐름에 따라 분석을 하는 것뿐만 아니라 문제나, 그림, 보기 각각의 주시 시간도 학습하는데 상관관계가 있다는 것을 알 수 있고, 같은 그룹 안에 있는 전문가와 학습자의 유사도를 판별하여 추천 서비스로의 활용 가능성을 확인하였다.

## 6. 결론

본 연구는 e러닝 학습 환경에서 전문가와 학습자의 시선 추적을 기반으로 하여 학습 방법 추천 시스템을 제안할 수 있는 데이터 분석을 연구하였다. 제안한 시스템은 실제 실험을 통하여 전문가 및 학습자별 문제 풀이 유형 분석 데이터를 수집하였고 다음과 같은 결과를 보였다. 첫째, 정답률이 높은 전문가와 학습자는 문제 풀이 유형에 대한 유사도가 높다. 둘째, 같은 그룹 내의 사람들 간의 점수 차이는 문제 응시 지속 시간에 있음을 알 수 있었다. 응시 시

간이 높을수록 문제에 대한 집중도가 높다고 판단할 수 있었다. 이러한 실험 결과를 기반으로 향후에 같은 유형의 학습자일 경우에는 문제를 푸는 지속 시간을 늘려 고득점을 얻을 수 있도록 교정을 하거나, 저득점 유형의 그룹의 학습자에게는 고득점 유형의 학습법을 추천해 주는 맞춤형 서비스를 제공할 수 있을 것이라 생각한다.

학습 유형별 맞춤형 e러닝 서비스를 제공할 수 있는 가능성을 확인함으로 다음 연구에서는 학습 제공자의 의도에 맞게 학습을 하는지에 대한 분석 데이터를 가지고 제공자 및 학습자에게 양방향 e러닝 서비스를 제공하도록 구현하려 한다.

## 참고문헌

- [1] Juan D. Velasquez, "Combining eye-tracking technologies with web usage mining for identifying Website Keyobjects", Engineering Application of Artificial Intelligence, 2013.4
- [2] Cayley E Velazquez, Keryn Pasch, "Attention to Food and Beverage Advertisements as Measured by Eye-Tracking Technology and the Food Preferences and Choices of Youth", JOURNAL OF THE AMERICAN ACADEMY OF NUTRITION AND DIETETICS, 2013.12
- [3] 김종하, "시선추적과 인지", Review of Architecture and Building Science 58(9), 2014.8
- [4] 여미, 이창노, "주시현상을 적용한 시선의 관심도 연구", 한국실내디자인학회 논문집 23(1), 2014.2
- [5] Xiaofang YUAN, Mingyan GUO, Fang REN, Feifie PENG, "Usable A nalysis of Online Bank Login Interface Based on Eye Tracking Experiment", Sensors & Transducers, 2014.2
- [6] 손지은, 김성범, 김현중, 조성준, "추천 시스템 기법 연구동향 분석", 대한산업공학회지 41(2), 2015.4
- [7] 박현정, 박영실, 배진우, "시선추적기법을 활용한 조사 응답과정 탐색", 국가통계방법론 심포지엄, 2013.10
- [8] 고기남, 문남미, "멀티미디어 콘텐츠 응시와 이해도 기반 분석 서비스 플랫폼 기술", 정보처리학회논문지. 2015.8
- [9] 장영완, 김병만, 장성봉, 신윤식, "스마트폰 기반의 이동 상황 판별을 위한 유클리디안 거리 유사도의 응용", 한국산업정보학회, 2014.08