시선추적 기반 소비자 의도 데이터 추출 및 분석 연구

송혜진*, 문남미**, 홍상진***
*호서대학교 컴퓨터공학과
**호서대학교 컴퓨터소프트웨어전공
***스토니브룩 뉴욕 주립대학교 전자공학과
e-mail:ssong120408@gmail.com

A Study on Consumer Intention Data Extraction and Analysis based on Eye-tracking

HyeJin Song*, Nammee Moon**, SangJin Hong***
*Dept. of Computer Engineering, Hoseo University
**Dept. of Computer Software, Hoseo University
**Dept. of Electronic Engineering, Stonybrook University

요 약

본 논문은 멀티미디어 콘텐츠 제공자, 소비자 사이의 양방향 서비스를 효율적으로 제공하기 위해 소비자의 시선추적을 통한 데이터 분석 방법을 제안한다. 멀티미디어 콘텐츠를 여러 개의 객체로 분류하여 제공자의 의도를 표현하고 임의의 좌표 값으로 소비자의 시선을 대체한다. 소비자 시선과 제공자의 의도를 비교하여 소비형태 분석 데이터를 얻을 수 있다. 이 데이터를 활용하여 멀티미디어 콘텐츠 화면을 재구성하거나 콘텐츠 인터페이스를 구성한다면 소비자 맞춤형 멀티미디어 콘텐츠 서비스 제공이 가능할 것이라 기대한다.

1. 서론

시선추적 기술을 활용하여 교육, 광고, 홈쇼핑 등 넓은 분야에서 소비자의 시각적 반응에 따라 멀티미디어 콘텐츠 제공자의 의도를 소비자에게 효과적으로 전달 할 수 있는 연구가 이루어지고 있다[1][2][3]. 근래에는 시각적 반응뿐만 아니라 시선추적을 통한 데이터 분석 결과를 기반으로 소비자의 관심 분야 추출, 감성 분석을 토대로 사용자의 소비를 극대화 시킬 수 있는 인터페이스를 구성하는 연구도 함께 이루어지고 있다[4][5].

일반적으로 사람에게 특정 시각적 요소가 주어지면 무의식 적으로 주어진 시각적 요소를 주시하게 된다. 이때, 시선추적 장비(Eye-Tracking Equipment)를 사용하면 자연스러운 연구 환경에서 소비자의 무의식적인 시선 흐름과 반응을 측정할 수 있다[6]. 사람마다 관심 및 흥미가 다르기 때문에 같은 시각적 요소가 주어져도 응시 여부와 응시 시간이 달라짐을 알 수 있다. 이러한 시각적 반응을 토대로 소비자 마다 다른 시선 데이터를 얻을 수 있다[7].

본 논문에서는 시선추적 장비를 기반으로 멀티미디어 콘텐츠를 사용하는 소비자의 시선 추적을 통하여 얻은 분석 데이터 활용방안에 대해 연구하고자 하였다. 소비자에게 특정 시각적 요소를 제공하고 이를 보는 소비자의 시선 추적을 통해 데이터 수집, 분석이 이루어지면 관심 객체 데이터를 얻게 되고, 그 데이터는 소비자에게 맞춤형 서비스 제공할 수 있는 바탕이 될 것이다.

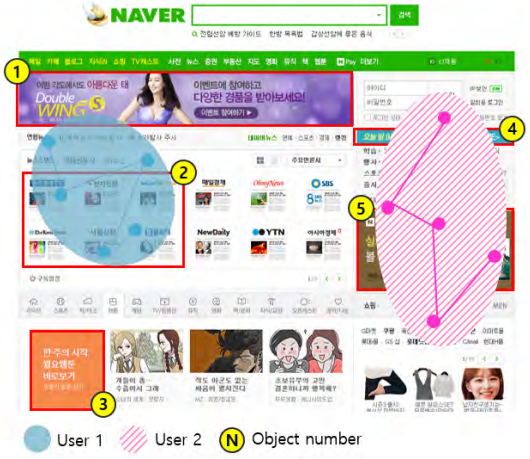
2. 소비자 시선 데이터 추출 및 분석 설계

(그림 1) 소비자 시선 데이터 추출 및 분석

본 논문에서는 (그림 1) 과 같은 소비자 시선 추적을 통한 데이터 분석을 제안하였다. 소비자의 무의식적인 시선 흐름을 추적하기 위해 멀티미디어 콘텐츠를 하나의 이미지로 대체하였다. 직사각형 모양의 객체(Object) 5개로 구성하였으며, 한 이미지 당 소비자의 시선 추적은 10초 단위로 이루어진다. 총 5개의 이미지에 대한 시선추적이 이루어지고 객체는 콘텐츠 제공자의 의도를, 소비자의 시선 정보는 임의의 좌표 값을 가진 데이터로 대체한다. 임의로 주어진 시선 데이터는 X, Y 의 값을 가지고 0.1초에 한번 움직이는 것을 기반으로 하여 제공자 의도 데이터와 시선 추적 데이터를 비교 가능하다. 이러한 환경을 바탕으로 콘텐츠 제공자의 의도와 소비자 시선 정보를 비교하여

소비자가 주어진 시간 동안 가장 많이 응시한 객체, 자주 본 객체, 객체를 주시 했는가 안 했는가에 따른 데이터를 얻게 되고 이를 통해 제공자의 의도에 따라 소비자가 콘텐츠를 이용하는지, 소비자의 관심 분야는 무엇인지를 알 수 있다. 따라서 제공자와 소비자 모두 효율적으로 콘텐츠를 제공하거나 사용할 수 있게 바탕이 되는 데이터를 얻을 수 있다.

예를 들어 (그림 2)의 웹 콘텐츠의 경우 제공자는 광고나 뉴스, 웹툰의 중요성을 상위부터 표현하거나 크기에 따라 강조할 수 있다. 일반적으로 사람의 시선이 위에서 아래로, 크기에 따라 반응하는 무의식적인 행동을 이용한 것이다. 웹 콘텐츠를 (그림 2)와 같이 임의로 5개의 객체로 나누었다. 크기와 위치가 다른 광고나 뉴스, 웹툰 카테고리를 여러 개의 객체로 나누어 웹 페이지를 이용하는 소비자의 시선추적을 한다면 관심 객체를 효과적으로 분석할 수 있을 것이다.



(그림 2) 객체 및 시선 추적 표현 예시

3. 시선 추적

시선추적 기술은 눈동자의 움직임을 감지하여 시선 흐름을 추적하는 기술로 비디오 분석 방식, 콘택트렌즈 방식, 센서 부착 방식 등 이 3가지 방식이 대표적으로 사용된다[8]. 동공의 움직임을 검출하고, 시선의 위치정보, 응시 시간까지 동시에 측정이 가능하다.

<표 1> 콘텐츠 제공자 의도 데이터 구조 예시

Image number	1
Time limit	1.0 ~ 10.0
Object 1 coordinate (x, y)	(245, 130) (400, 130) (245, 380) (400, 380)
Object 2 coordinate (x, y)	(770 ,80) (1050, 80) (770, 200) (1050, 200)
Object 3 coordinate (x, y)	(560, 275) (660, 275) (560 ,550) (660, 550)
Object 4 coordinate (x, y)	(520, 420) (800, 420) (520, 580) (800, 580)
Object 5 coordinate (x, y)	(80, 500) (200, 500) (80, 600) (200, 600)

시선추적을 위해 콘텐츠 제공자는 콘텐츠 내 중요한 영역을 관심 객체로 정의하고 시선을 유도한다.

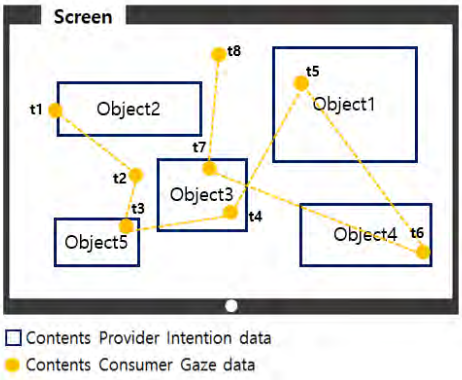
제공자의 의도는 <표1>과 같은 데이터 구조를 갖는다. Image number은 하나의 콘텐츠라 정의하고 시뮬레이션을 위해 5개를 사용하였다. Time limit은 시선추적을 위한 한 콘텐츠 당 추적 가능한 시간으로 한 개의 이미지는 10초 동안 볼 수 있으며 10초가 지나면 다음 이미지로 넘어간다. Object coordinate는 제공자의 의도를 직사각형 모형으로 표현한 객체이다. 이 Object coordinate는 소비자가 제공자의 의도에 따라 시선흐름이 이루어지도록 객체의 크기를 조절한다. Object1에 대한 시선흐름이 가장 먼저 일어날 수 있도록 크게 만들고, Object5까지 차례대로 소비자에게 전달될 수 있도록 크기를 조절 한다.

시선 추적을 위한 임의의 좌표 값을 갖는 소비자의 시선은 <표2>와 같은 데이터 구조를 가진다.

<표 2> 소비자 시선 데이터 구조 예시

Image number	1
Time limit (sec)	1.0 ~ 10.0
X coordinate	152
Y coordinate	382

4. 데이터 분석



(그림 3) 데이터 비교 분석 예시

멀티미디어 콘텐츠 제공자가 의도하는 데이터와 소비자의 시선 추적 데이터를 구조화했다. 이제 이 두 개의 데이터를 (그림 3)과 같이 비교한다. t는 소비자의 시선 흐름을 표현한 것으로 t1부터 t8까지 차례로 시선이 이동한 것이다. 직사각형 모형의 Object 객체 범위 안에 소비자의 시선 좌표가 포함되는지, 포함되지 않는지를 파악하여 소비자가 콘텐츠를 이용할 때 제공자의 의도에 맞게 이용하는 지 파악 가능하다.

데이터 비교 결과 <표 3> 과 같은 구조로 저장된다. user1은 소비자 정보로 같은 이미지를 응시해도 소비자마다 각기 다른 데이터를 추출할 수 있다. S_time은 객체를 처음 응시한 시간, E-time은 다른 객체로의 시선 이동 전 마지막으로 객체를 응시한 시간이고 object는 소비자가 응시한 객체의 정보로 제공자가 의도한 Object coordinate 범위 안에 포함된다면 그에 해당되는 객체 정보를 출력하고, 아무것도 응시하지 않을 시에는 X로 표현한다.

<표 3> 비교 결과 데이터 구조 예시

user1		
S_time	E_time	object
1.0	5.0	4
5.0	6.0	2
6.0	8.0	3
8.0	10.0	5

이 데이터 구조를 기반으로 객체에 대한 응시 빈도와 응시 시간을 구할 수 있다. 응시 빈도는 (그림 4) 와 같은 알고리즘을 통해서 추출 가능하다.

```
Open Data file

object_frequency[object count]

void Check_object_frequency()
    while not at end of file do
        while not at end of paragraph do
            if object = 1
                object_frequency[0]++
            if object = 2
                object_frequency[1]++
                        :
        end
    end

int Get_object_frequency(object_num)
    return  object_frequency[object_num-1]
```

(그림 4) 응시 빈도 계산 알고리즘

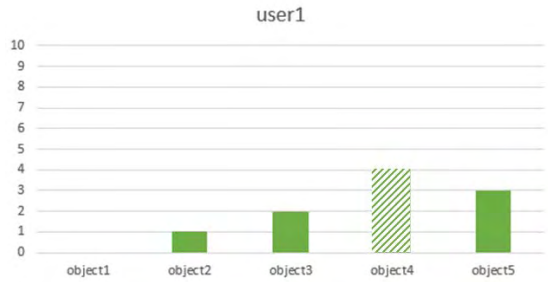
<표 3> 의 데이터를 토대로 응시 빈도를 계산한다. 응시 빈도를 저장하기 위한 object_frequency 배열을 만들고 객체를 응시할 때 마다 해당 객체에 맞는 배열의 값에 빈도수를 추가하여 해당 객체의 총 응시 빈도를 계산한다.

$$\textit{Total time} = \sum_{of=1}^{n} (E_time_{of} - S_time_{of})$$

of = 특정객체 응시 빈도

(그림 5) 총 응시 시간 계산 수식

객체를 응시 할 때 마다 E_time-S_time을 계산함으로써 응시 시간을 구할 수 있으며, 앞에서 구한 응시 빈도수(of) 만큼 그 값들을 더해주면 (그림 5)와 같이 총 응시 시간(Total time)을 구할 수 있다. 이렇게 소비자의 시선 추적 데이터 분석을 통하여 얻은 응시빈도(of), 응시 시간(Total time)을 이용하여 관심 객체를 (그림 6)과 같이 판별할 수 있다.



(그림 6) 데이터 분석 예시

(그림 6)은 하나의 이미지에 대한 소비자 및 객체 별 데이터 분석 결과 예시이다. 10초 동안 소비자는 (그림 6)의 차트의 빗금 처진 객체를 가장 관심 있게 응시하였음을 보여준다. 이를 토대로 콘텐츠 제공자는 소비자 마다 관심 객체를 파악하여 콘텐츠 화면을 재구성 하거나 인터페이스를 구성하여 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

5. 결론

본 논문은 멀티미디어 콘텐츠를 이용하는 소비자의 시선추적을 기반으로 하여 콘텐츠 제공자의 의도와 소비자의 시선을 비교, 분석으로 관심 객체에 관한 데이터를 얻는 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 제공자와 소비자 사이의 양방향 소통을 통해 맞춤형 콘텐츠 서비스를 제공할 수 있는 기본 바탕이 된다. 향후 소비자 맞춤 서비스를 제공하고, 또한 제공자의 의도에 따라 소비자가 이용할 수 있도록 서비스를 개선시킬 수 있을 것이라 기대한다.

이러한 시스템 설계로 다음 연구에서는 분석 데이터를 가지고 맞춤형 콘텐츠 서비스를 제공할 수 있는 구현을 할 것이다.

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] 유상봉, 연한별, 정성민, 장윤, “시선추적 기술과 SVM 분류기를 이용한 개인화 인터페이스 제어 시스템”, 한국HCI학회 학술대회, 2016.1

[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] 최영림, 조세홍, “Eye-tracking 시스템 현황 및 활용”, 한국디지털콘텐츠학회지 8(1), 2012.12

[7] 여미, 이창노, “주시현상을 적용한 시선의 관심도 연구”, 한국실내디지인학회 논문집 23(1), 2014.2

[8] 고기남, 문남미, “멀티미디어 콘텐츠 응시와 이해도 기반 분석 서비스 플랫폼 기술”, 정보처리학회논문지. 2015.8