

WOI : 윈도우 시스템 GUI에서의 창 단위 작업 전환 행위 측정을 위한 관심영역 지정 및 시선 분석

고은지¹ · 최선영^{2*}

WOI : Determining Area of Interest and Gaze Analysis for Task Switching in a Window Unit Behavior Measurement in Windowing System GUI

Eunji Ko¹ · Sun-Young Choi^{2*}

¹Division of Digital Media, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

^{2*}Creative Academy of Eco Science, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

요 약

본 논문은 윈도우 시스템 GUI에서의 다중 창 전환 이용행위 측정을 위한 시선분석 시스템 및 방법 개발을 연구한 것이다. 기존의 시선 분류를 위한 관심 영역 지정 방식은 시간에 따라 나타났다가 사라지거나 변화하는 다이내믹 콘텐츠를 지정하기에 어려움이 컸다. 그러나 본 연구는 창 단위로 이루어지는 작업 전환 행위를 측정하기 위해 개별 창의 관심영역 WOI(Window of Interest)를 실험 진행과 동시에 실시간으로 지정하여 시선을 분류하고 이에 따른 창 전환 회수 및 주시 콘텐츠의 비율 등을 분석하는 연구 방법을 제시하였다. 본 연구에서 제시한 분석 시스템은 다중 창 이용이라는 멀티태스킹을 측정하고 분석할 수 있다는 점에서 기존 연구방법과는 매우 다른 접근이다.

ABSTRACT

This paper is a research of gaze analysis for measuring task switching behavior at multiple windows in GUI of windowing system. Previous methods that define area of interest for categorizing gaze had difficulties to define dynamic content that disappears or changes over time. On the other hand, this study suggests a new method to categorize gaze that defines Area of interest in a unit of window during the eye tracking experiment. In this paper, we constructed the conception of WOI(Window of Interest) in GUI of windowing system. Therefore, we developed a system using an eye tracker device and implemented a number of experiments. In addition, we analyzed the number of task switching and proportion of watched content. The method in the study comprehend from previous researches as it can measure and analyze the multi-tasking behaviors using multiple numbers of windows.

키워드 : 작업 전환, 시선 추적, 윈도우 시스템, 멀티태스킹, 다이내믹 콘텐츠

Key word : Task switching, Eye tracking, Windowing system, Multitasking, Dynamic content

Received 03 February 2016, Revised 15 February 2016, Accepted 03 March 2016

* Corresponding Author Sun-Young Choi (E-mail:choisy@ewha.ac.kr, Tel: +82-2-3277-3868)
Creative Academy of Eco Science, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkice.2016.20.5.963>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

1990년 팀 버너스리가 월드와이드웹(World Wide Web)을 탄생시킨 이후, 응용프로토콜인 'http'를 통한 하이퍼텍스트 사용은 일상적 컴퓨팅으로 자리 잡았다. 흩어진 자료와 정보를 연결(link)할 수 있게 되면서 이용자들은 선형적인 웹 이용보다는 비선형적인 컴퓨터 사용에 익숙해졌다. 컴퓨터가 네트워크와 트리를 유지하고 제시하는 기술을 처리할 수 있게 되어 GUI 멀티태스킹 컴퓨팅 환경이 자연스럽게 자리 잡게 되었고, 이용자들은 하이퍼텍스트 연결을 통해 스스로 의미를 만들어나가는 경로를 형성하여 텍스트 구조 내에서의 다이나믹한 사고와 연상적 사고에 익숙해지게 된 것이다 [1]. 예컨대 포털 사이트를 통해 검색할 경우 검색 결과로서의 창을 하나 더 열어 복수의 다중 창(Multiple windows)을 디스플레이(display)인 화면에 펼쳐놓는 것은 윈도우 시스템(Windowing system) GUI에 맞춘 자연스러운 웹 이용행위가 되었다. 또한 컴퓨팅 환경과 이용의 변화로 멀티태스킹과 같은 작업 전환 속련 정도는 현대사회에서 하나의 능력이 되고 있는 추세이기도 하다. 다양한 맥락의 멀티태스킹 이용도 증가하고 있어서 HCI 분야의 연구방법은 융합적인 관점에서 개발될 필요가 있다.

그러나 연구 방법론적으로 이러한 컴퓨터 이용행태에 대한 정확한 측정과 추적에는 어려움이 따랐다. 왜냐하면 첫째, 이용자 로그데이터를 수집하여 분석하여 측정의 타당도를 높인다 하여도 실제 이용자가 해당 창을 실제로 이용했는지 확인이 어렵다. 창을 열어둔 상태로 다른 용무를 볼 수 있기 때문이다. 둘째, 여러 개의 다중 창을 열어놓고 이용할 경우 경계가 없는 웹 이용행동을 설명하는데 한계가 따른다[2]. 어떤 창을 이용했는지 분리 추출하기 어렵기 때문이다. 로그데이터 그 자체만으로는 이용 행위 측정의 정밀성(precision) 뿐 아니라 이용 맥락을 파악하기 쉽지 않은 것이다. 셋째, 이용자가 웹에서 다이내믹 콘텐츠(Dynamic content)를 다중 창을 통해 시청할 경우 주의(attention) 할당의 맥락을 측정하기 어렵다.

나아가 마우스나 키보드를 이용해 클릭하거나 스크롤링, 드래그 등으로 화면 창 조정을 할 경우, 동영상과 같은 역동적 장면을 다중 창을 띄워놓고 시청할 경우 등 실제 주시하는 화면 영역에 대한 측정의 엄밀성을

확보하기 어렵다. 마지막으로 컴퓨터 이용 행위에 대한 데이터 수집에 있어서 비구조화된 데이터 보다는 구조화된 자료의 확보와 맥락적 정보가 점점 더 중요해지고 있기 때문이다.

따라서 다중 창 이용 및 멀티태스킹 이용 행위 분석을 위해 창의 위치를 식별하는 로그 데이터 정보와 시선추적 장치를 활용한 시선 데이터를 동시에 활용한 다면 초단위의 정밀한 이용 데이터 수집과 분석이 가능하다.

본 연구는 웹 이용행위 측정 및 연구방법의 필요성이라는 문제의식에서 출발, 윈도우 시스템 GUI에서의 다중 창 전환 및 멀티태스킹 이용행위 측정을 위한 시선 분석 시스템 및 방법 개발에 그 목적을 두고자 한다.

II. 이론적 배경 및 관련 연구

오늘날 가장 보편적인 개인용 컴퓨터 인터페이스로 자리 잡은 WIMP(Windows, Icons, Menus, Pointer)에서 창(window)은 무엇이든 담을 수 있다. 응용 프로그램 또는 문서파일을 뜻하는 아이콘을 클릭하면 이에 상응하는 기능을 수행하는 프로그램이 되고, 책이 되고, 미디어가 된다.

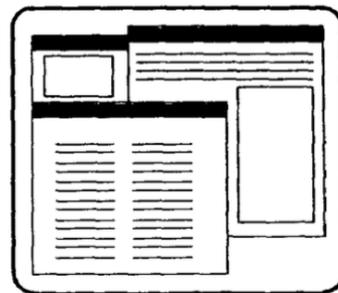


Fig. 1 Overlapping Windows[3]

창의 개념은 1960년대에 처음 생겨난 이후 여러 변화를 거쳐 오늘날의 중첩(overlapped)이 가능한 형태가 되었다. 중첩이 가능한 창은 사용자가 디스플레이에 어떤 콘텐츠를 보이게 할지 크기와 위치를 조절할 수 있다[3]. 이러한 조작 행동은 마치 책상 위에 여러 문서를 겹쳐 쌓아 놓는 것처럼 한정된 2차원의 디스플레이 공

간에 더 많은 콘텐츠를 담을 수 있게 하고, 그림 1과 같이 동시에 창의 어떤 부분을 보이게 하여 주의를 기울일 것인지 이용자가 결정하게끔 하는 것이다.

이러한 창 인터페이스를 가진 GUI가 생겨나기 전, 명령어만을 이용하여 컴퓨터 작업을 해야 했을 때에도 사람들은 한 가지 일을 하기 보다는 서로 다른 작업을 번갈아가며 수행하는 경향이 있었다[4]. 명령어를 이용한 작업 전환 시 작업의 저장과 종료, 다른 작업으로의 전환을 위해서는 키보드로 명령어를 입력해야 했다. 이러한 복잡한 과정은 컴퓨터가 창이라는 새로운 인터페이스의 형태로 변화하면서 최소화 되었다. 창을 열고 닫는 것만으로 새로운 작업의 시작과 종료를 수행할 수 있으며, 복수의 창을 여닫는 전환행위를 통해 동시 작업을 할 수 있다. 이러한 연속된 작업 전환의 흐름은 마치 일상생활에서 책을 보다가 아이디어가 떠올라 곧바로 메모를 하는 것과 같이 자연스럽게 능숙하다.

윈도우 시스템의 GUI 환경에서의 작업 전환 행위를 분석하고자 그동안 여러 가지 기록 방법이 연구되었다. 연구 참여자가 직접 다이어리를 쓰거나[5], 창의 상태 및 위치 변화, 마우스 및 키보드의 입력 데이터 패턴 및 정황을 분석하는 방법 등이 그것이다[6]. 하지만 시스템 안에서만 기록하는 로그 데이터는 키보드와 마우스 입력을 제외한 이용자의 상태를 알지 못하기 때문에 실제 이용맥락을 파악하는데 한계가 있다. 이용자가 2개 이상의 창을 열어서 보는 인터페이스일 때, 즉 복수의 창을 배치해 전환을 통한 동시적 이용을 할 경우 중첩된 창 인터페이스에서 실제 주시하는 지점을 명확하게 분석할 수 없는 것이다. 그리고 창의 상태 정보, 즉 어느 창이 가장 위에 위치해 있는지, 얼마나 겹쳐져 있는지만으로는 이용자가 실제로 어느 창에 주의를 두고 있는지를 결정해줄 수 없다.

시선이 머무는 정도를 이용하여 웹 콘텐츠의 주의를 측정하는 것은 시선 추적 장치를 이용하는 가장 대표적인 방법이다. 최근에는 웹 콘텐츠가 더욱 복잡하고 다양해짐에 따라 단일 창의 웹 브라우저 내에서도 많은 요소들이 다이내믹하게 생성되고 소멸된다. 때문에 최근 시선추적관련 연구는 다이내믹 콘텐츠로 구성된 복잡한 웹 인터페이스 이용 행태를 어떻게 측정할 것인지에 대한 논의가 활발히 펼쳐지고 있다. 자유로운 웹 서핑 환경에서 다이내믹 콘텐츠에 대한 주의를 키보드와

마우스의 입력 등과 연관시켜 그 관련성을 분석한 연구[7]는 시간에 따라 변화하는 웹 콘텐츠의 관심영역을 유형화하여 추적하였다. 텔레비전 시청과 태블릿 기기의 동시적 이용 행태를 측정한 연구[8]에서는 두 기기 화면의 시선을 동시에 측정하여 시선 집중 비율을 계산한 다음 기기 간의 작업 전환의 정도와 특징을 분석하였다. 이 외에도 여러 개의 시선 추적 장치를 사용하여 다중 디스플레이에서의 시선 움직임 측정하고자 하는 연구들이 있었다[9,10]. 하지만 이러한 연구들은 기기 간 작업 전환 측정이기 때문에 하나의 기기에서 단일 창만을 분석했다는 한계가 있다. 이러한 측정은 복수의 창을 열어놓고 사용하는 다중 창 인터페이스 측정은 고려되지 않는다.

하지만 본 연구는 윈도우 시스템 GUI에서 이용자의 습관과 의도에 따라 생성되는 창을 하나의 측정 단위로 설정하고자 한다. 또한 창의 내용과 형식이 다이내믹 콘텐츠를 포함하는 복잡한 인터페이스일지라도 별도의 관심영역 지정 작업 없이 실시간으로 시선을 분류한다는 점에서 기존 연구들의 관점과 차별성을 가진다. 복수의 기기 이용 측정에도 응용의 확장성을 지닐 수 있는 것이다.

III. 시스템 설계 및 방법

본 연구에서는 윈도우 시스템에서의 작업 전환 행위를 분석하기 위해 사용자가 실제로 어느 창에 주의를 두고 있는지 기록하고 분석하는 방법을 제안하고자 한다. 이 방법은 시선추적 장치를 이용하여 사용자가 실제 디스플레이를 바라보는 시선을 기록할 뿐만 아니라, 창의 좌표 및 활성화 상태를 동시에 수집하여 시선 데이터를 즉각적으로 창 단위로 분류하는 것이 가능하다. 이것은 마치 시선 추적 실험 전후 처치물의 AOI(Area of Interest : 관심영역)를 정해놓고 이에 따라 시선을 분류하는 것과 같다.

본 연구의 시선 분류 기준은 기존 연구들이 측정하는 정지 또는 고정된 창의 AOI가 아니기 때문에 수동적으로 AOI를 지정하는 방법으로는 시선 분류에 한계가 있다. 그러나 창 상태 정보를 활용한다면 AOI의 크기, 위치, 콘텐츠 내용 등이 다이내믹하게 변화하더라도 개별 단위 창으로 측정이 가능하다.

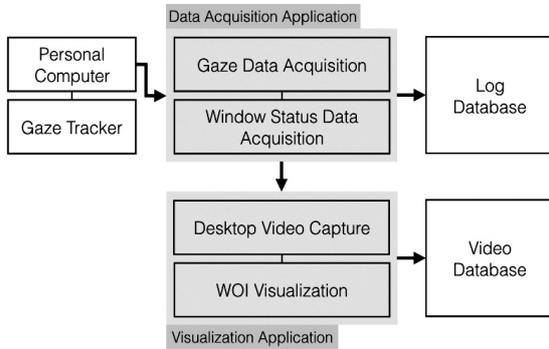


Fig. 2 The Structure of System

본 연구에서 제안하는 기록 및 분석 시스템의 구조는 그림 2와 같이 (1) PC에 연결된 시선 추적 장치, (2) 시선 및 창의 상태를 수집하는 데이터 수집 응용프로그램, (3) 바탕화면(Desktop)을 캡처하면서 수집된 데이터를 통해 시각화를 하는 시각화 응용프로그램으로 구성된다. 데이터 수집 응용프로그램은 데이터를 수집하여 기록하는 것 뿐 만 아니라 실시간으로 시각화 응용프로그램에 시각화를 위한 데이터를 보내기 위한 통신을 한다. 이러한 구조는 본 연구자들이 파일럿 연구를 통해 제시한 바 있다[11].

3.1. 시선 분석 시스템: 실시간 관심영역 계산과 시선 분류

데이터 기록 응용프로그램은 시선추적 장치를 통해 수집된 디스플레이 화면상의 시선좌표를 기록함과 동시에, 창의 좌표 및 상태를 수집하여 기록한다. 이는 시선 추적 장치의 데이터 기록 빈도와 연동되도록 설계하여 동일한 로그 데이터 파일에 기록된다. 시선 위치와 창의 좌표 및 상태를 동시에 확인하기 때문에, 시스템은 이 두 데이터를 수집 및 기록함과 동시에 해당 시선이 어느 창을 바라보고 있는지 계산할 수 있다. 시스템은 수집한 각각의 창의 위치를 관심영역으로 지정하여, 창이 겹쳐져 있는 상태에 따라 시선 좌표가 어느 창에 속해 있는지 계산한다. 이러한 창 단위로 지정된 관심영역을 개념적으로 WOI(Window of Interest : 창의 관심영역)이라 칭한다[11]. 윈도우 시스템 GUI에 2개 이상의 창이 뜨더라도 각각의 창 단위 좌표 로그데이터로 수집할 수 있기 때문에 WOI는 정확한 창 단위의 관심영역이 된다. 따라서 사용자가 마우스로 창을 드래그하여 크기 및 위치를 변화시키더라도 WOI 또한 계속

다이나믹하게 조정(adjust)하도록 고안하면 시선이 속한 WOI 영역을 즉각 알아낼 수 있다.

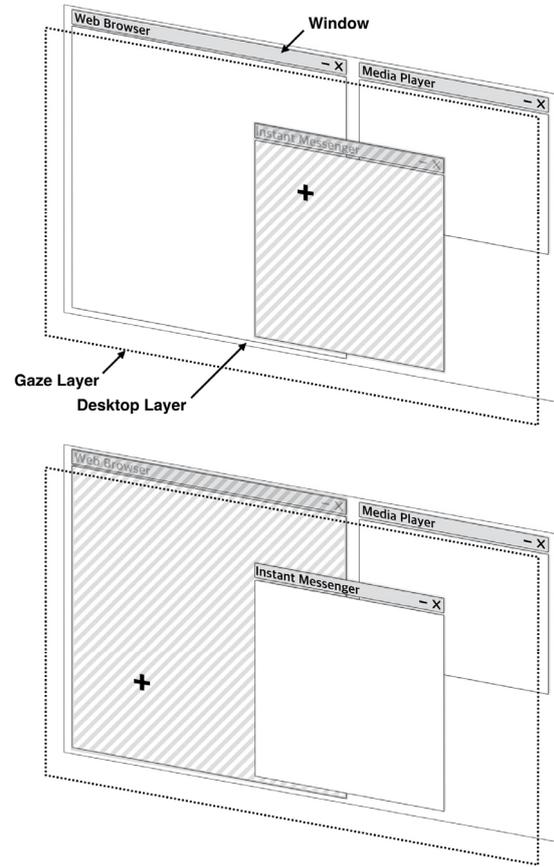


Fig. 3 The Concept of WOI

WOI는 이처럼 이용자의 입력을 통해 창의 크기 및 위치에 따라 변화하지만 각 창의 겹쳐진 정도에 따라서도 변화한다. 그림 3은 이와 같은 경우에 시스템이 WOI를 어떻게 변화시키는지 나타내고 있다. 바탕화면 층(layer)에 있는 어플리케이션의 창은 실행한 순서, 사용자의 의도에 따라 중첩의 순서가 변화한다. 이에 따라 시선이 속한 WOI를 계산할 때, 시선 좌표의 위치에서 가장 최상위에 위치한 창의 WOI를 찾아내는 것이 필요하다. 창의 생성 및 소멸, 상태 변화는 이용자의 주의를 집중시키고 시선 운동으로 자연스럽게 이어질 가능성이 높고, 창의 역동적인 이벤트는 그 어떤 시각적 단서(cue)보다 현저성(salience)이 높기 때문이다[12].

그림 3은 4개의 창을 활성화한 상태에서 웹 동영상 시청, 메신저 창이 각각 주의 전환 작업을 통해 인터페이스에서 연속 행위로 이어질 경우를 보여준다. 그림 3의 상단에 위치한 그림의 경우, '+' 로 표시된 시선 좌표는 인스턴트 메신저에 속해 있으며 그 위치가 웹 브라우저와 겹치지만 인스턴트 메신저가 더 위쪽에 있기 때문에 인스턴트 메신저에 속한 것으로 분류된다. 그림 3 하단 그림의 시선 좌표는 다른 창과 겹쳐진 부분이 없는 웹 브라우저 창에 위치해 있는데, 이때 웹 브라우저의 WOI는 빗금 표시된 영역처럼 이보다 위에 위치한 인스턴트 메신저 창과 겹쳐진 부분을 제외한 것과 같다. 이 경우 사용자가 인스턴트 메신저를 의도적으로 최상위에 두어도 웹 브라우저를 바라보았다고 할 수 있다.

이처럼 본 연구는 창 중첩 순서와 상관없이 창에 대한 주의를 측정하기 위해 시선 좌표 데이터와 결합하여 이를 확인해 보고자 한다. 이는 창의 활성화 상태 및 사용자의 입력, 이로 인한 창의 크기 변화 등 인터페이스 측면의 데이터 기록을 통해 주로 이루어졌던 그동안의 윈도우 시스템에서의 작업 전환 이용 행태 분석방법과는 다른 접근이다.

3.2. 시선 및 윈도우 좌표 수집 및 실시간 시각화

시각화 응용프로그램은 시선이 머문 WOI를 계산하여 이를 즉시 반영한 결과를 가시적으로 제시한다. 시각적 주의를 기울인 특정 WOI를 실시간 동영상으로 확인하고 이를 녹화할 수 있어서 로그데이터만으로 알기 힘든 이용의 맥락을 구체적으로 파악할 수 있다. 이러한 방법의 장점은 첫째, 초단위로 이루어지는 멀티태스킹 이용행위를 연구자가 육안으로 확인하고자할 때 유용하다. 둘째, 창 단위 좌표 로그데이터 기록의 오류 유무를 상호 확인 할 수 있는 기능을 갖는다. 셋째, 실험연구를 하는 동안 연구자가 실험참여자의 시선 추적을 실시간으로 확인할 수도 있어서 실험 상황에 유연하게 대처할 수 있다. 넷째, 동영상으로 기록되어 실험 결과를 살펴보는데 용이하다.

3.3. 로그데이터 분석 : 창 전환 감지

시선 분석 시스템이 기록한 로그 데이터는 실험 후 일련의 분석과정을 거쳐 창 주시 전환 횟수, 주시한 창 별 주시 시간 및 시간대별 전환 횟수 등을 알아 낼 수

있다. 표 1은 로그 데이터에 기록된 시선과 창의 상태 정보를 통해 어느 창을 바라보았는지 계산한 결과의 예시이다.

Table. 1 Example of Log Data Analysis

t_d	gaze position	window name	window fixation duration	task switching duration
0.016	(x, y)	*A	-	-
0.025	(x, y)	*A	0.041	-
0.017	(x, y)	B	-	0.017
0.022	(x, y)	B	-	-
0.022	(x, y)	B	-	-
0.015	(x, y)	B	0.076	-
0.034	(x, y)	C	-	0.034
0.028	(x, y)	C	-	-

시선추적 장치는 시선의 좌표를 기록할 때, 상대적인 타임스탬프(time stamp)를 기록한다. 표 1의 t_d 는 해당 줄의 타임스탬프에서 바로 앞줄의 타임스탬프를 빼 값이다. 즉, t_d 는 로그 데이터가 기록된 시간 간격이다. 이를 통해 현재 바라보고 있는 창을 몇 초 동안 바라보았다가 다른 창으로 전환하였는지를 계산할 수 있다. 표 1에서처럼 처음에는 A라는 창에 주목하다가 B라는 창으로 시선을 옮길 때, 시스템은 창 A의 이름을 0.041초 동안 기록하다가 창 B의 이름으로 바꿔 기록 한다. 창 A의 이름이 반복되어 기록되는 동안 시선 좌표의 타임스탬프를 누적시키다가 창 B로 이름이 기록되기 시작하면서 누적 타임스탬프는 초기화되어 같은 방법으로 계산한다. 따라서 타임스탬프를 초기화 한 순간이 창을 전환한 순간이 된다.

그림 4는 이와 같은 창 전환 분석 과정을 흐름도로 나타낸 것이다. 기록된 창 이름을 비교 할 때 분석하고자 하는 현재 줄의 바로 전 줄 뿐 아니라 2번째 줄까지 비교하는 것은 사용자가 눈을 깜박이는 등의 이유로 한 줄의 로그 데이터가 누락된 시선 좌표로 기록되는 경우가 종종 있기 때문이다. 이러한 순간적인 데이터 누락을 고려하지 않고 분석 할 경우, 창 전환을 하지 않았음에도 전환 행위로 간주될 수 있어 분석 결과에 큰 영향을 미친다. 따라서 분석 과정에서 이러한 안구운동의 특징을 고려하여 데이터를 기록하고자 했다.

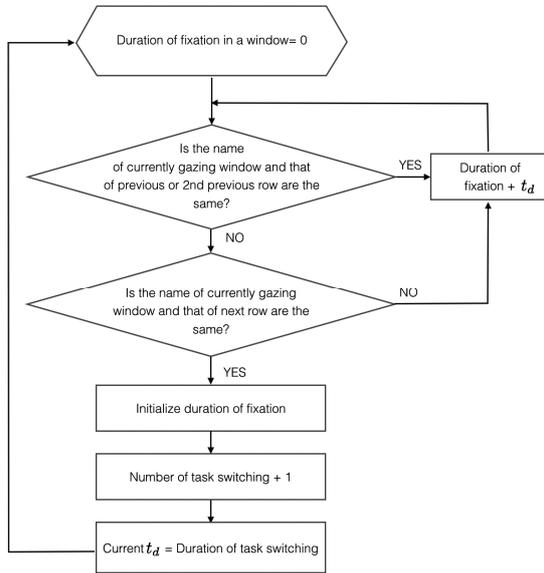


Fig. 4 Flow Chart of Detecting Task Switching

IV. 시선분석 도구 구현 및 테스트

앞서 제시한 시선 분석 시스템에 따라 이를 실제로 구현하고 데이터 측정 및 기록에 대해 실제 이용자를 대상으로 테스트 하였다. 테스트는 실험 및 응용 단계에서 발생할 수 있는 다양한 다중 창 유형과 이용을 고려해 실시하였다.

4.1. 구현 환경

시선분석 도구를 구현하기 위해, 시선 추적 장치는 tobii사의 eyeX 모델을 사용하였다. 해당 모델은 노트북 모니터 하단 프레임에 장착할 정도로 작고 얇아 이용자가 모니터를 바라볼 때 장치를 크게 의식하지 않고 실험에 임할 수 있다. eyeX는 최대 60Hz 로 데이터를 기록하는 것이 가능하며, 이는 연결한 컴퓨터의 사양과 환경에 따라 달라질 수 있다. 본 연구에서는 LG사의 울트라PC 그래픽 14Z950-GT70K에 연결하여 그림 5와 같이 설치하였다. 이러한 환경에서 평균적으로 약 50Hz 이상의 기록 빈도를 유지하는 것을 확인하였다. 데이터 기록 및 시각화 응용프로그램은 C++로 개발되었으며, 시선 데이터 기록에는 eyeX를 지원하는 SDK(Software Development Kit)을 사용하였다. 윈도우 좌표 및 상태 기록에는 윈도

우즈 API(Windows Application programming Interface)를, WOI 시각화 및 동영상 기록은 OBS(Opensource Broadcaster Software)의 플러그인(plug-in) 개발을 통해 이루어졌다.

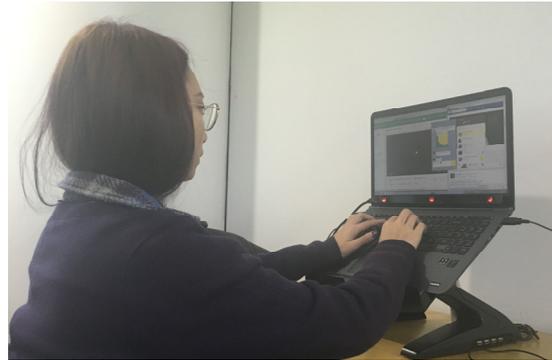


Fig. 5 Environment and Devices of Experiment

4.2. 시선에 따른 창 전환 분석 및 시각화 결과

그림 6은 이와 같은 창 전환 시각화 결과의 동영상의 일부 장면이다. 실험 참여자는 화면 왼쪽에 동영상창을 띄워놓고, 오른쪽에 또 다른 웹 브라우저 창을 왼쪽 창에 조금 겹치게 두고, 제일 최상위에 인스턴트 메신저 창을 활성화 해둔 상태이다. 3개의 각각 다른 화면은 약 1초 사이에 일어난 창 전환을 나타낸 것이다. 동영상에서 실험 참여자가 바라본 창은 반투명한 노란색으로 표시되고 시선과 창의 상태에 따라 계속 역동적으로 변화되는 창의 레이어를 포착한다. 시선의 움직임은 점으로 표시되는데 그림 6에서는 이러한 시선 좌표 데이터를 기준으로 시선의 경로를 표시하였다. 그림 6의 상단은 실험참여자가 왼쪽 창에서 재생되고 있는 동영상 창을 바라보고 있을 때의 시각화 결과이다. 이후 실험 참여자의 시선은 그림 6의 중간의 화면과 같이 오른쪽의 웹 브라우저 창을 지나 그림 6 하단 화면과 같이 인스턴트 메신저의 새로운 메시지 알림 표시로 옮겨졌음을 알 수 있다. 시선이 속한 창의 WOI는 중첩된 다중창일지라도 연구자 또는 관찰자가 알아보기 쉽도록 주시 창의 영역 전체를 표시하도록 하였는데, 이처럼 시각화 응용프로그램은 복잡하게 겹쳐진 창 단위로 일어나는 시선의 움직임을 쉽게 확인할 수 있게 해준다.

또한 분석 데이터를 통해 창 주시 시간 및 전환 시간에 대해서 더 자세히 알 수 있었다. 표 2는 분석 데이터

중 그림 6에 해당하는 시간대의 일부를 나타낸 것으로, 3.3절에 소개된 방식에 따라 창 주시 시간 및 전환 시간을 계산한 결과이다. 실험참여자자는 2.551초 동안 네이버 tvcast 동영상을 주시한 다음 구글 웹브라우저로 0.379초 동안 시선을 잠깐 돌린 후 인스턴트 메시지의 알림 표시를 주시하고 있음을 보여준다.



Fig. 6 Video Visualization - WOI and Fixation

추가적으로 시스템과 방법의 구현을 확인하기 위해 다이나믹 콘텐츠를 포함한 다양한 창 전환 상태를 기록하여 확인하였다. 2개 이상의 창에서 마우스 및 키보드를 통한 창 크기 조절, 드래그, 클릭 등으로 인한 창 상태 변화에 대한 기록이 정확하게 이루어지는지 반복 실험한 결과, 정지화면 창 간의 전환, 동영상과 정지화면 간의 전환, 동영상과 동영상 창 간의 전환 등에 있어서

창 단위 로그데이터가 시선추적 데이터의 기록 타이밍과 동기화되어 기록되고 있음을 확인하였다. 10개 이상의 창을 단일 디스플레이에 열어놓은 이용 행위에서도 시선좌표 데이터 및 시각화 데이터가 일치하여 이용자가 중복된 창에서 어떠한 창을 주시하고 있는지 좌표 데이터 및 창 단위 데이터로 분석되었다. 또한 시각화된 결과 동영상을 통해 분석에 대한 정확성을 상호 확인한 결과, 눈 깜박임, 눈동자 인식 실패 등의 순간적인 시선좌표 누락에도 창 전환 인식이 작동되고 있음을 확인하였다.

Table. 2 Analyzed Data

t_d	window name	window fixation duration	task switching duration
0.033	tvcast - Internet Explorer		
0.032	tvcast - Internet Explorer		
0.015	tvcast - Internet Explorer	2.551	
0.08	Google - Internet Explorer		0.08
0.119	Google - Internet Explorer		
0.007	Google - Internet Explorer		
0.018	Google - Internet Explorer		
0.035	Google - Internet Explorer		
0.031	Google - Internet Explorer		
0.012	Google - Internet Explorer		
0	Google - Internet Explorer		
0.013	Google - Internet Explorer		
0.107	Google - Internet Explorer		
0.009	Google - Internet Explorer		
0.028	Google - Internet Explorer	0.379	
0.016	KakaoTalkEdgeWnd		0.016
0.028	KakaoTalkEdgeWnd		
0.018	KakaoTalkEdgeWnd		
0.037	KakaoTalkEdgeWnd		
0.068	KakaoTalkEdgeWnd		

4.3. 작업 전환 이용행태 분석 결과의 예시

창 단위 작업 전환에 대해 분석된 데이터를 통해 전체 전환 횟수 및 시간별, 작업 창 별 분석 등과 같은 추가적인 이용행위 패턴을 파악할 수 있다. 전체 실험 시간 약 573초(약 9분 33초)였던 테스트의 예를 살펴보면 총 창 전환은 520번으로 분당 약 54번 창 전환을 한 것

으로 나타났는데, 그림 7은 실험시간 동안 15초 단위로 창 전환 횟수를 나타낸 것이다. 데이터 분석 결과, 이 실험 참여자는 6분 30초, 8~9분대에 다른 시간보다 더 높은 창 전환이 나타났으며 최대 40회 이상인 경우도 있었다. 그림 8은 로그 데이터를 통해 대체로 많이 주시한 창들의 시간 비율을 나타낸 것이다. 이는 주로 동영상 시청을 하며 인스턴트 메신저나 SNS를 번갈아가며 주시한 것이다. 이러한 분석 결과는 웹 이용 행위 패턴의 맥락과 특징을 연구할 때 풍부한 해석의 자료로 활용될 수 있다.

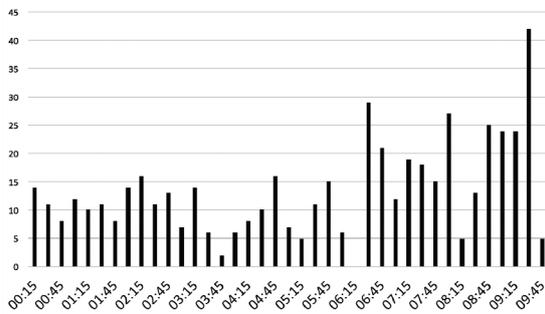


Fig. 7 the Number of Task Switching in a Window Unit in 15-seconds

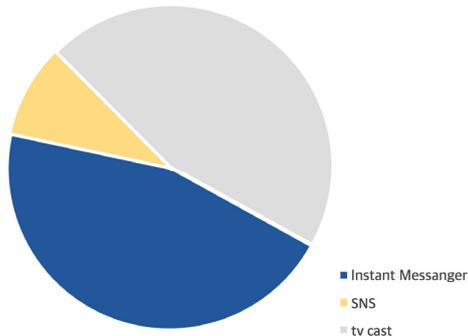


Fig. 8 the Proportion of Main Tasks

V. 결론

본 연구는 컴퓨터 이용에 있어서 윈도우 시스템 GUI에서 나타나는 다중 창 이용과 멀티태스킹 행위를 측정하기 위한 방법으로 시선추적 시스템을 통한 로그데이

터 수집과 시각화 데이터를 동시에 수집하는 연구방법을 제시하였다. 기존의 시선 분류를 위한 관심 영역 지정 방식은 시간에 따라 나타났다가 사라지거나 변화하는 다이내믹 콘텐츠를 지정하기에 어려움이 커 단일 창에서의 제한된 처치물로 실험하거나 비디오 영상 녹화라는 번거로운 작업 절차를 거쳐야 했다. 또한 다중 디스플레이의 시선 분포를 측정하기 위해 여러 개의 시선 추적 장치를 사용하여 각각의 단일 창 환경에서 측정이 이루어졌다. 그러나 본 연구는 창 단위로 이루어지는 작업 전환 행위를 측정하기 위해 창 단위의 관심영역, 즉 WOI를 실험 진행과 동시에 실시간으로 지정하여 시선 분류를 하고 이에 따른 창 전환 회수 및 주시 콘텐츠의 비율 등을 분석하였기 때문에 기존 연구방법과는 매우 다른 접근이다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 다중 창 이용이라는 멀티태스킹을 측정하고 분석할 수 있다는 점이다. 둘째, 여러 기기에서의 멀티태스킹 측정에 응용할 수 있고 셋째, 창의 형태나 콘텐츠의 특성과 무관하게 측정할 수 있다는 점에서도 새로운 연구방법이라고 할 수 있다. 무엇보다 인위적인 실험실적 환경이라는 한계를 극복하고 이용자의 자연스러운 실제 이용행태를 직접 측정할 수 있다는 점이다. 시각 데이터를 이용한 작업 전환 행위 분석은 기존의 연구의 한계를 극복하고 새로운 형태의 작업 전환 패턴을 발견하는데 기여할 것으로 예상된다. 그러나 다양한 시선 추적도구를 활용하여 실험하지 못했다는 점과 컴퓨터 성능에 따른 기록의 정확성을 적시하지 못한 점은 한계로 남을 것이다. 그리고 시선 데이터를 WOI로 분류함에 있어서 시선의 고정 및 경로를 반영하여 보정하는 것은 후속 연구에서 보완되어야 할 것이다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 미시적 맥락에서 발생하는 컴퓨터 기기의 멀티태스킹 이용행태 측정 및 분석에 유용한 연구방법이 될 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by a research grant from KABS & CMB Excellent scholars program.

REFERENCES

[1] J. D. Bolter, *Writing space: The computer, hypertext, and the history of writing*, Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates. 2001.

[2] Y. S. Hwang, “communication research methods in a multiple media environment”, in *Convergence & consilience*, Paju : Nanam, ch. 2, pp.63, 2012.

[3] S. A. Bly & J. K. Rosenberg, “A comparison of tiled and overlapping windows,” In *ACM SIGCHI Bulletin*, vol. 17, no. 4, pp. 101-106, April 1986.

[4] L. Bannon, A. Cypher, S. Greenspa. & M. L. Monty, “Evaluation and analysis of users' activity organization,” In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 54-57, Dec. 1983.

[5] M. Czerwinski, E.Horvitz & S. Wilhite, “A diary study of task switching and interruptions,” In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 175-182, April 2004.

[6] A. N. Dragunov, T. G. Dietterich, K. Johnsrude, M. McLaughlin, L. Li, & J. L. Herlocker, “TaskTracer: a desktop environment to support multi-tasking knowledge workers,” In *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces*, pp. 75-82, Jan. 2005.

[7] C. Jay, A. Brown & S. Harper, “Predicting Whether Users View Dynamic Content on the World Wide Web,” *ACM Transactions on Computer-Human Interaction*, vol. 20, no. 2, pp. 9 - 33, May 2013.

[8] A. Brown, C. Jay, S. Harper, “Eye- tracking the dual-screen experience,” *Transactions of the Web Ergonomics Lab*. University of Manchester. <http://dx. doi. org/10.6084/m9.figshare.993993>. Jan. 2014.

[9] M. E. Holmes, S. Josephson & R. E. Carney, “Visual attention to television programs with a second-screen application,” In *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications*, pp. 397-400, Mar. 2012.

[10] R.D.Vatavu & M. Mancas, “Visual attention measures for multi-screen TV,” In *Proceedings of the 2014 ACM international conference on Interactive experiences for TV and online video*, pp. 111-118, June 2014.

[11] E. J. Ko & S. Y. Choi, “A Study on eye-tracking software design and development for e-sports viewing on the web,” *Journal of Korea Game Society*, vol. 15, no. 4, pp. 121-132, Aug. 2015.

[12] R. Carmi & L. Itti, “Visual causes versus correlates of attentional selection in dynamic scenes,” *Vision research*, vol. 46, no. 26, pp. 4333-4345, Dec. 2013.



고은지(Eunji Ko)

2007.2 홍익대학교 전자전기공학사
 2009.2 이화여자대학교 디지털미디어학 석사
 2014.8 이화여자대학교 미디어공학 박사
 2014.9 ~ 2015.8 연세대학교 인지공학스퀘어 박사후연구원
 ※관심분야 : 퍼지컬 컴퓨팅, 아이트래킹



최선영(SunYoung Choi)

1993.2 이화여자대학교 신문방송학과 학사
 2011.2 이화여자대학교 디지털미디어학부 석사
 2014.8 이화여자대학교 디지털미디어학부 문학박사
 2016.2 ~ 현재 이화여자대학교 에코크리에이티브 협동과정 대학원 특임교수
 ※관심분야 : 영상시청패턴, 멀티태스킹, OTT서비스, 비주얼커뮤니케이션