
줌과 하이퍼링크 미리 보기에 기반한 웹 탐색 성능 향상

IPTV 환경에서 새로운 웹 탐색 방법에 관한 연구

The Seamless Browsing: Enhancing the users' speed of hyperlink navigation with zooming and thumbnail methods

유병인, Byungin Yoo*, 이종호, Jongho Lea**, 김연배, Yeunbae Kim**

요약 대형 디스플레이를 갖는 IPTV 에서 일정거리 떨어진 사용자가 무선 마우스와 같은 포인팅 디바이스를 이용해 웹 브라우저를 사용할 경우 하이퍼링크의 정확한 선택 및 빠른 내용 파악에 어려움이 있다. 일반적으로 사용자는 하이퍼링크의 라벨이나 제목과 같은 불충분한 정보를 기반으로 실제 하이퍼링크의 내용을 추측한 후에 링크를 방문하기 때문에 정확한 내용을 미리 알 수 없다. 또한 TV 와 같은 큰 화면에서 웹 포털을 이용할 경우 하이퍼링크 크기가 작고 수가 많아서 포인팅 디바이스를 이용해 정확하게 선택하기 어렵고, 여러 개의 별도 창을 사용하여 하이퍼링크를 탐색하는 것은 TV 에서 적합하지 않다. 본 논문에서는 하이퍼링크 미리 보기를 사용해 정보 검색 속도를 빠르게 하고 포인터로부터 가까운 하이퍼링크를 실시간으로 찾아내는 방법을 통해 하이퍼링크의 빠른 추출 및 선택을 가능하게 한다. 또한 하나의 창에서 웹 탐색을 하기 위해 새로운 ZUI(Zoomable User Interaction)를 제시해 문제점을 해결하고, 실험을 통해 웹 페이지 탐색 성능이 개선된 것을 검증한다.

Abstract We present the seamless browsing - a new zooming technique based on the zoom ratios and the distances of the hyperlinks from the pointer. In most cases, users have to activate the interesting link after guessing the target content of it, just based on the insufficient information from the link label or title. We propose that a web browser displays a limited number of hyperlinks in an area around the pointer in a distinguished way, e.g. in different sizes of thumbnails, transparency or style. If a user zooms in on the pointer area, our new web browser displays the varying images of hyperlink-targets according to the zoom ratio, and finally it transfers to the new target page which was nearest to the pointer position. This method allows users to easily select a hyperlink based on rich information given by zoomable thumbnails and seamlessly to transit through web pages just with zooming. In our experiments, results show that the seamless browsing significantly outperforms the legacy way.

핵심어: *Seamless web browsing, Zoomable Interaction, Multiple thumbnails*

본 논문은 2007 년 삼성종합기술원 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

*주저자: 삼성종합기술원 Computing & Intelligence LAB 유병인 전문연구원 e-mail: byungin.yoo@samsung.com

**공동저자: 삼성종합기술원 Computing & Intelligence LAB 이종호 전문연구원 e-mail: john.lea@samsung.com

**공동저자: 삼성종합기술원 Computing & Intelligence LAB 김연배 상무 e-mail: kimybae@samsung.com

1. 서론

인터넷 프로토콜 텔레비전(IPTV; Internet Protocol Television)은 초고속 인터넷 망을 통하여 인터넷 프로토콜 방식으로 이용자의 요청에 따라 양방향으로 실시간 방송 콘텐츠, 주문형 비디오(VOD), 인터넷, T-커머스(Television Commerce) 등 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 제공하는 것으로 최근 시장 확장과 더불어 급속하게 발전하고 있는 서비스이다. IPTV는 지상파, 위성, 케이블에 이어 네 번째 매체로 급부상하여 방송과 통신의 중심 매체가 될 것이며 이에 따라 디지털 홈을 위한 새로운 인터넷 기반 서비스 출현이 예상된다.

다양한 디지털 서비스가 가능한 IPTV의 사용자는 40인치 이상으로 대형화 된 디스플레이에서 무선 마우스와 같은 포인팅 디바이스를 이용하여 웹 브라우저를 이용하고 다양한 웹 콘텐츠를 탐색 및 사용하는 것을 원한다. 하지만 웹 탐색의 대상이 되는 인터넷 콘텐츠들은 일반적으로 PC 환경에 적합하게 제작되어 있고 TV 플랫폼 성능이 낮아 인터넷 콘텐츠를 이용하는데 다양한 문제가 존재해 왔다. 최근 TV를 위한 전용 포털 서비스들이 등장하고 있지만 PC에서 사용하는 웹 환경에 비해 콘텐츠가 다양하지 못해 TV용 웹 브라우저를 이용한 인터넷 풀브라우징(Internet Full Browsing)이 더욱 절실하게 요구되고 있다.

대형 TV의 경우 PC 모니터보다 일반적으로 물리적인 화면 크기가 크다. 그러나 TV의 경우 시청거리가 30cm 정도의 거리인 PC 환경보다 약 10배 정도 원거리인 3m 정도의 거리로 멀어지게 된다. 따라서 TV에서의 사용자 체감 화면 크기는 PC보다 작아지게 되어, 인터넷 정보를 TV로 봤을 때 가독성이 떨어진다. 예를 들어 사용자가 TV로부터 3m 정도의 거리에서 높은 해상도(1920x1080)로 설정된 FULL HD 대형 디스플레이에서 웹 브라우저를 이용하게 되면 화면에 출력된 웹 페이지에는 아주 많은 텍스트와 하이퍼링크들이 동시에 존재한다. 그래서 사용자가 포인팅 디바이스를 이용해 큰 화면 해상도에 비해 작게 출력된 특정 하이퍼링크를 정확하게 선택하기 어렵고 하이퍼링크의 라벨 또는 제목만으로는 하이퍼링크가 담고 있는 내용을 신속하게 파악하기 어렵다. 또한 IPTV의 경우 PC와 달리, 여러 개의 별도 웹 브라우저 창을 사용하기 어렵고, 한 화면의 웹 브라우저에서 자유롭게 하이퍼링크를 탐색할 수 있어야 한다. 그리고, 기존의 웹 브라우저 탐색 방법 중 하이퍼링크를 클릭하여 하이퍼링크와 연결된 새로운 화면을 즉시 보여주는 방법은 화면이 전환될 때 순간적인 화면 끊김이 발생하여 화면전환이 부드럽지 않다. 이외에도 TV의 특성상 적극적인 정보탐색보다는 수동적인 영상물 시청을 선호한다는 문제가 존재한다.

본 논문에서는 앞서 언급한 제한사항들을 극복하고 문제점을 해결하기 위해 포인터와 하이퍼링크들간의 거리 및 화면 줌 배율을 하이퍼링크 추출 및 미리 보기 생성에 이용하고 ZUI(Zoomable User Interaction)를 적용해 새로운 웹 탐색 방법을 제시한다.

2. 관련 연구

본 논문과 관련하여 웹 탐색의 성능 및 사용성을 향상시키기 위해 다음과 같은 관련 연구가 있다.

하이퍼링크의 내용을 신속하게 파악하기 위해 하이퍼링크 위로 포인터를 이동하면 별도의 팝업 윈도우를 이용해 하이퍼링크의 미리 보기 썸네일을 보여주는 연구가 있다. 일반적으로 미리 보기 썸네일은 출력이 된 이후에 일정시간 유지되며 하이퍼링크에서 벗어나거나 해당 하이퍼링크를 선택해 페이지 전환을 하면 미리 보기 썸네일을 닫는다. 이 미리 보기 썸네일들은 별도의 프록시 서버(Proxy Server)에서 원본 웹 페이지를 이용해 생성된 후 클라이언트 웹 브라우저에서 전달된다[6][10]. 이 연구들은 하이퍼링크의 미리 보기를 출력해 내용을 미리 파악할 수 있지만 포인터를 링크 위에 정확하게 위치하여야 하고 ZUI가 사용되지 않아서 사용자 경험 측면에서 단점이 있다.

낮은 해상도와 PC와 같은 작은 화면에서 미리 보기에 많은 내용이 출력될 경우 사용자가 미리 보기를 보더라도 내용을 쉽게 파악하기 어려울 수 있다. 이런 경우를 위해 미리 보기를 출력할 때 원래 하이퍼링크 내용을 그대로 보여주지 않고 내용 요약 및 중요 키워드 추출을 통해 페이지의 중요한 부분만을 강조해서 보여주는 방법들도 제시되었다[8][4]. 이와 같은 연구의 경우 축약된 정보를 사용한 미리 보기를 통해 전체 내용을 보지 않고도 손쉽게 내용을 추측할 수도 있으나, 일반적으로 링크의 제목과 차별이 되지 않는 경우가 많으며, 미리 보려는 페이지의 전체적인 레이아웃이나 이미지 등이 훼손되어 충분한 정보가 전달되지 않을 수 있다. 본 연구에서는 고해상도의 대형화면을 이용하므로 미리 보기 썸네일에 충분히 많은 내용이 표시될 수 있다고 가정하고 축약된 미리 보기 대신 페이지의 실제 내용을 미리 보기로 사용하였다.

어안(Fisheye)기반의 연구는 제한된 크기의 화면에서 현재 페이지의 전체 미리 보기와 현재 페이지의 일부 관심 부분을 동시에 출력하고 중요한 키워드들을 강조해서 전체 미리 보기를 통해 보여주어 사용자가 관심 있는 내용을 더욱 쉽게 파악할 수 있게 해준다[5]. 그러나 이 연구는 현재 페이지가 담고 있는 하이퍼링크의 내용을 미리 보여주는 것이 아니라 현재 페이지에서 중요한 의미를 갖는 키워드 및 문맥을 파악하기 쉽게 해주기 위해 미리 보기를 사용하였기 때문에 앞서 언급한 대화면 TV에서의 인터넷 탐색을 위한 문제점을 해결하기에는 적합하지 않다.

본 논문에서는 관련 연구들을 참조하여 TV에서 웹 탐색을 효율적으로 하기 위한 방법을 제시한다. 본 논문에서 제시하는 새로운 방법은 정보 검색 속도를 빠르게 하기 위해 현재 페이지가 담고 있는 하이퍼링크의 실제 내용을 미리 볼 수 있고, 하이퍼링크의 빠른 선택 및 추출을 위해 포인터 주변의 하이퍼링크를 거리 기반으로 실시간으로 찾아낸다. 또한 여러 개의 창을 사용하지 않고 하나의 창에서만 웹 탐색을 하기 위해 ZUI를 적용했고 이를 통해 부드럽게 웹 페이지간의 화면 전환을 할 수 있다.

3. The Seamless Browsing

3.1 개요

웹 문서는 일반적으로 현재 페이지에 나타나는 텍스트, 그림 및 사용자가 선택해 페이지 전환을 할 수 있는 다수의 하이퍼링크를 웹 문서 내에 포함한다. 이 경우 사용자가 현재 보고 있는 웹 페이지는 행, 열로 구성된 2 차원 구조로 정의 할 수 있다. 만약, 사용자의 선택에 의해 페이지가 전환되는 하이퍼링크를 하나의 차원으로 가정하면 웹 문서는 3 차원 구조로 정의 할 수 있다.

이 구조를 ZUI 로 적용하면 그림 1 과 같이 확대(Zoom In)와 축소(Zoom Out)를 이용해 클릭 없이 웹 문서를 탐색 할 수 있다.

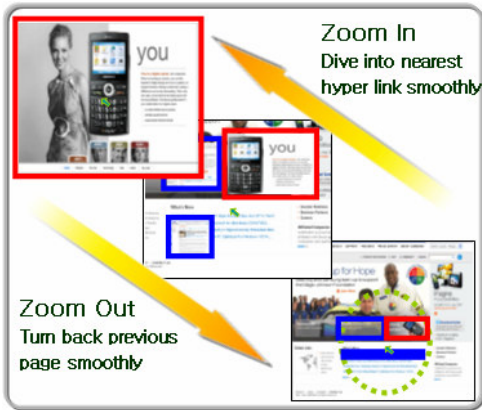


그림 1 확대 및 축소를 통한 하이퍼링크 탐색

사용자가 포인터를 이동하면, 포인터로부터 가까운 하이퍼링크들을 실시간으로 찾아내서 하이퍼링크의 미리 보기를 썸네일(Thumbnail)형태로 보여준다. 사용자가 확대를 하게 되면 가장 가까운 하이퍼링크의 미리 보기가 점점 커지고 일정 확대 배율을 넘어가게 되면 가장 가까운 하이퍼링크로 현재 페이지가 전환된다.

3.2 실시간 하이퍼링크 추출 및 선택

본 연구에서는 사용자가 화면에서 포인터를 이동하면 그림 2 와 같이 포인터의 현재 위치 P 와 가까운 다수의 하이퍼링크(h1, h2, h3)를 추출하여 미리 보기 썸네일을 화면에 표시한다. 만약 사용자가 포인터를 이동하면 이동된 위치에서 가까운 다수의 하이퍼링크를 다시 추출하여 미리 보기 썸네일을 화면에 표시한다. 이와 관련하여 포인터 주변의 객체를 정확하게 선택하지 않고 가까운 거리의 목표 객체를 쉽게 찾아내고 선택하는 연구가 있다[3].

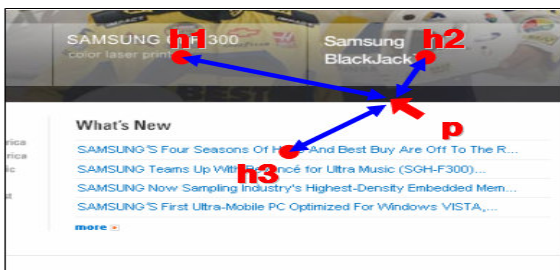


그림 2 포인터 P 주변의 하이퍼링크 추출

이와 같이 실시간으로 포인터 주변부의 하이퍼링크를 찾아내는 방법을 사용하면 사용자는 하이퍼링크를 정확하게 선택하지 않고도 원하는 하이퍼링크의 미리 보기를 쉽게 볼 수 있고 원하는 하이퍼링크로 쉽게 페이지 전환을 할 수도 있다.

3.3 ZUI를 이용한 웹 페이지 전환

본 연구에서는 사용자가 확대를 선택하면 현재 화면상에 나타나있는 하이퍼링크의 미리 보기가 좀더 크게 출력되고 일정 확대 배율을 넘게 되면 가장 가까운 거리에 있는 하이퍼링크의 미리 보기를 현재 페이지로 전환하여 출력한다. 반면에 사용자가 현재 페이지에서 축소를 선택할 경우 미리 보기가 출력되고 있는 동안은 미리 보기의 크기를 작게 출력한다. 만약 미리 보기의 출력이 종료된 상태이면 현재 웹 페이지가 점점 작아지면서 이전 웹 페이지로 전환된다. 확대 및 축소에 따른 상태 변환은 그림 3 과 같이 나타내어 질 수 있다.

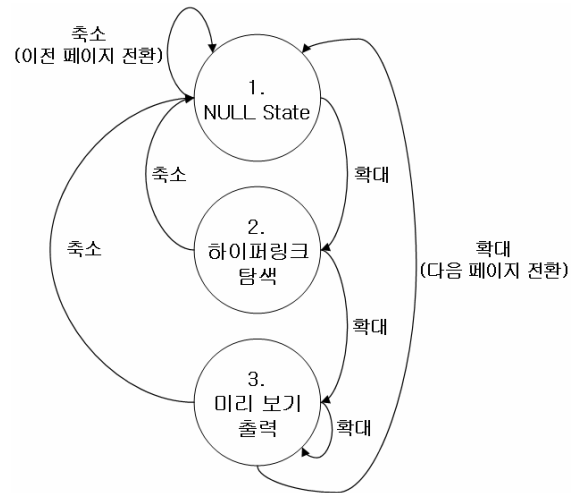


그림 3 The Seamless Browsing 상태도

3.4 거리 기반 미리 보기의 출력

하이퍼링크의 미리 보기 모양은 다양하게 표현될 수 있다. 본 연구에서는 하이퍼링크의 미리 보기 모양을 결정하기 위해 다음과 같은 알고리즘을 사용한다.

먼저 현재 포인터(p)의 위치와 하이퍼링크(h_n) 사이의 거리(d_n) 및 확대 배율 (S_c) 을 실시간으로 계산한다. 포인터와 하이퍼링크 사이의 거리(distance)는 식 1 에 의해 계산된다.

$$d_n = \sqrt{(|px - hx_n|)^2 + (|py - hy_n|)^2} \quad (1)$$

포인터로부터 가장 가까운 거리의 하이퍼링크를 사용자가 가장 관심을 두는 하이퍼링크로 가정하면, 미리 보기의 크기(Th_n)는 거리(d_n)에 반비례, 현재 확대배율(S_c)에 비례하게 조절해서 식 2 와 같이 표현할 수 있다.

$$Th_n = \left(\frac{Z \left(\frac{d_l}{d_n} \right) + \frac{S_c}{S_{max}}}{2} \right) \times Th_{max} \quad (2)$$

사용자가 관심 있는 하이퍼링크의 미리 보기는 더욱 분명하게 나타내기 위해 미리 보기의 투명도(Op_n)는 거리(d_n)에 비해, 확대배율(S_c)에 반비례 하게 식 3 과 같이 표현할 수 있다.

$$Op_n = \left(\frac{d_n}{d_l} + Z \left(\frac{S_{max}}{S_c} \right) \right) \times 50 \leq 100 \quad (3)$$

위와 같은 알고리즘을 이용해 사용자가 포인터를 관심 있는 하이퍼링크에 가까이 위치할수록 해당 링크의 미리 보기 썸네일은 더욱 크고 분명하게 보이며, 포인터로부터 멀리 위치한 하이퍼링크의 미리 보기는 작고 희미하게 보이게 한다.

4. 실험

본 연구에서는 앞에서 제안한 하이퍼링크 실시간 추출 및 선택, ZUI 를 이용한 웹 페이지 전환 및 거리에 기반한 미리 보기 출력 알고리즘을 적용해 그림 4 에서 볼 수 있는 TV 환경에 맞는 웹 브라우저를 개발하였다. 본 연구에서는 TV 에서의 웹 사용성에 관한 다양한 요소들을 정의하고 개발된 웹 브라우저를 이용해 TV 에서의 웹 사용성 평가를 수행하였다.

4.1 실험 환경

실험 시스템은 일반적인 웹 브라우저의 소프트웨어 아키텍처 및 기능을 만족하기 위해 MS IE7 컴포넌트를 재사용하여 C#으로 작성된 전용 웹 브라우저를 개발하여서 사용하였다[2]. 전용 웹 브라우저는 HDMI 포트를 이용해 52 인치 TV 에 연결된 Windows XP Embedded OS 에



그림 4 The Seamless Browsing 동작 화면



그림 5 TV 에서 뉴스 탐색 사용성 실험 과정

설치 되었으며, 화면의 해상도는 Full-HD 인 1920 X 1080 으로 설정하였다. 실험에 사용된 웹 페이지는 온라인에서 직접 다운로드 할 경우 네트워크 지연시간으로 인해 정확한 작업 완료시간이 측정되지 않으므로 로컬 서버에 미리 저장된 것을 사용하였다. 실험 참여자는 본 연구과제에 참여하지 않은 연구원 총 10 명으로 구성되었으며, 52 인치 Full-HD TV 로부터 3 미터 떨어진 거리에서 실험을 수행하였다.

4.2 실험 설계

실험은 웹에서 다양한 주제와 난이도를 갖는 뉴스를 탐색하는 작업을 대상으로 하였다[1]. 실험 참여자는 그림 5 와 같이 먼저 특정 질문을 받게 된 후 질문에 해당하는 뉴스 기사를 찾도록 하였다. 예를 들어 “월드컵에 관련된 기사는 무엇인가?”라는 질문을 받고 난 후, 30 개의 뉴스 제목이 있는 표에서 출력된 질문에 해당하는 뉴스를 찾도록 하였다. 이러한 실험을 실험참여자마다 기본 브라우저(Basic Browser), 미리 보기가 1 개만 출력되는 단일 미리 보기 브라우저(Single Preview Browser), 미리 보기가 3 개 출력되는 다중 미리 보기 브라우저(Triple Preview Browser)를 이용하여 각 방법당 질문을 읽고 뉴스 리스트에서 찾는 실험을 30 번씩 반복 수행하였다.

일반적으로 웹 탐색의 사용성 평가는 작업 완료시간, 웹 페이지방문수, 포인터 이동거리와 같은 자동으로 측정 가능한 평가와 흥미도 및 주관적 편의성과 같은 설문에 의한 정량적 평가를 통해 수행 할 수 있다[1][3][5]. 본 연구에서는 관련 연구를 바탕으로 웹 탐색의 성능에 영향을 미치는 요소들을 표 1 와 같이 정의하고 실험을 통해 측정했다.

표 1 실험 요소

분류	단위	요소
자동 측정	초(sec)/작업	평균 작업완료시간
	거리/작업	평균 포인터 이동 거리
	페이지/작업	평균 방문 페이지
설문	단계(1-9)	작업 흥미도
	단계 (1-9)	작업 편의성

4.3 실험 결과

본 장에서는 앞서 정의한 실험요소들의 실험 결과를 기술한다. 본 연구에서는 사용성 실험에 의해 자동 측정과 설문 조사로 이루어진 두 가지 분류의 결과를 도출했다.

먼저 세가지 방법(기본 브라우저, 단일 미리 보기 브라우저, 다중 미리 보기 브라우저)의 작업 당 평균 작업 완료 시간을 나타낸 그림 6 을 보면 미리 보기를 사용한 방법이 기본 브라우저에 비해 월등히 빠르게 탐색 작업을 완료하였고 그 중에서도 동시에 여러 개의 미리 보기를 보여주는 다중 미리 보기 브라우저가 가장 좋은 결과를 보였음을 알 수 있다. (기본 브라우저: 12.75 초, 단일 미리 보기 브라우저: 5.87 초, 다중 미리 보기 브라우저: 5.56 초)

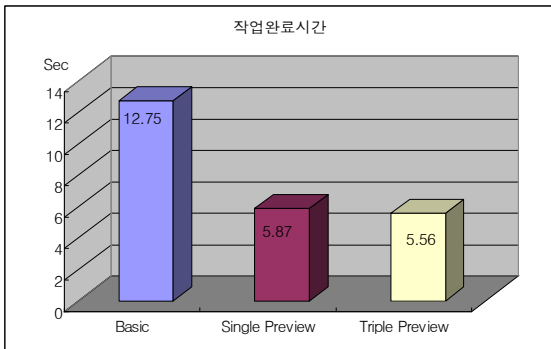


그림 6 작업당 평균 완료 시간

작업 당 평균 방문 웹 페이지 수를 나타낸 그림 7 을 보면 미리 보기를 사용한 방법이 기본 브라우저에 비해 방문 웹 페이지 수가 적고, 그 중에서도 단일 미리 보기 브라우저의 결과가 가장 좋으나, 다중 미리 보기 브라우저와의 차이가 유의미해 보이지는 않는다. (기본 브라우저: 1.59 페이지, 단일 미리 보기 브라우저: 1.109 페이지, 다중 미리 보기 브라우저: 1.114 페이지)

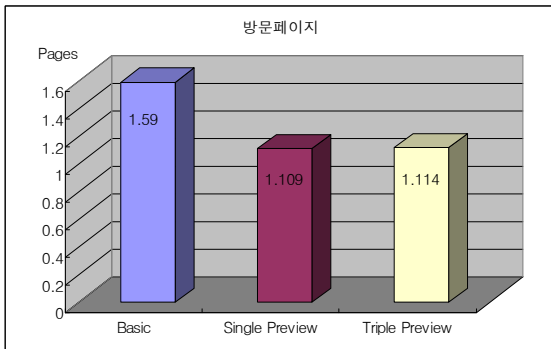


그림 7 작업당 평균 방문 웹 페이지

작업 당 평균 포인터 이동거리를 나타낸 그림 8 을 보면 미리 보기를 사용한 방법이 기본 브라우저에 비해 포인터 이동거리가 짧고, 그 중에서도 단일 미리 보기 브라우저의 결과가 가장 좋다. (기본 브라우저: 1867.42 포인트, 단일 미리 보기 브라우저: 1050.28 포인트, 다중 미리 보기 브라우저: 1125.86 포인트)

세가지 방법의 작업 흥미도 및 작업 편의성은 그림 9, 10 을 통해 확인 할 수 있다. 작업 흥미도의 경우 다중

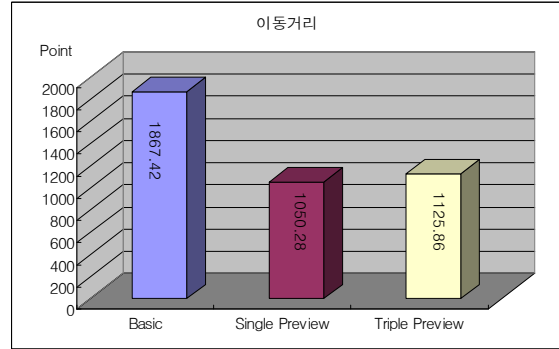


그림 8 작업당 평균 포인터 이동거리

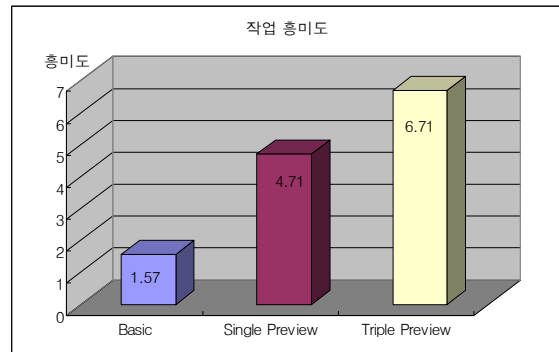


그림 9 탐색 방법에 따른 작업 흥미도

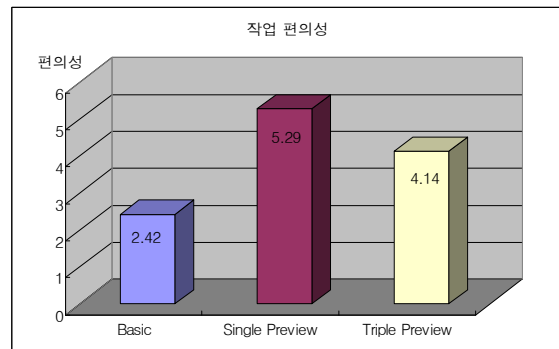


그림 10 탐색 방법에 따른 작업 편의성

미리 보기 브라우저가 가장 점수가 높았으며(기본 브라우저: 1.57 단일 미리 보기 브라우저: 4.71 다중 미리 보기 브라우저: 6.71), 작업 편의성의 경우 단일 미리 보기 브라우저의 점수가 가장 높았다 (기본 브라우저: 2.42 단일 미리 보기 브라우저: 5.29 다중 미리 보기 브라우저: 4.14).

이와 같이 제안한 단일 미리 보기 브라우저 및 다중 미리 보기 브라우저가 기존의 기본 브라우저에 비해 성능이 개선되었음을 실험 결과를 통해 알 수 있다. 미리 보기를 제공하는 브라우저가 좋은 결과를 나타낸 것은 실험 참여자들이 미리 보기 썸네일을 통해 하이퍼링크의 내용을 미리 추측하기 쉬워서, 웹 페이지를 미리 방문하지 않고도 쉽게 원하는 페이지를 찾을 수 있고, 포인터의 이동을 줄일 수 있어서 결과적으로 작업 완료 시간을 짧아진 것으로 보인다. 또한 미리 보기를 제공하는 브라우저가 편의성 및 흥미도 에서도 높은 점수를 받은 것은 기존의 웹 탐색 방법에 비해 향상된 사용자 경험을 제공했기 때문으로 생각된다. 실험 결과 중 방문 웹 페이지 수 및 이동 거리,

사용 편의성의 경우 다중 미리 보기 브라우저에 비해 단일 미리 보기 브라우저가 좋은 결과를 얻은 것은 미리 보기 썸네일이 여러 개일 경우 사용자가 관심을 집중하고 있는 화면 영역을 가려 작업의 효율을 저하 시킬 수 있다는 점을 보여 준다.

5. 결론

대형 TV 에서 IPTV 기반의 웹을 브라우저를 사용해 탐색하는 경우 특정 하이퍼링크를 정확하게 선택하기 어려웠고, 하이퍼링크의 내용을 미리 파악하기 힘들었으며, 여러 개의 브라우저 창을 동시에 사용하기 어려운 문제가 있었다.

이를 해결하기 본 연구에서는 위해 ZUI 를 적용해 클릭 없이 한 화면에서 하이퍼링크의 탐색을 가능하게 하여 웹 페이지 방문 횟수 감소 및 마우스의 클릭을 통한 선택을 제거하였고, 마우스 주변의 하이퍼링크 미리 보기를 통해 정보 검색 및 탐색속도의 향상을 이루었으며, 하이퍼링크 주변부 이동만으로 하이퍼링크를 쉽게 선택하게 하여 포인터 이동거리 축소 및 사용 피로도를 개선하였다. 또한 실시간으로 마우스 주변부의 하이퍼링크를 탐지하여 웹 페이지에 존재하는 하이퍼링크를 손쉽게 찾아낼 수 있도록 하였다.

향후 뉴스 검색 외에 상품 구매와 같은 다양한 웹 탐색 시나리오에 대한 추가 실험 및 하이퍼링크 미리 보기가 다수 존재할 경우 사용자의 관심 영역을 방해하지 않고 화면상에 최적화해 배치하는 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Edward Cutrell and Zhiwei Guan, What are you looking for? An eye-tracking study of information usage in Web search, Proc.CHI2007
- [2] Alan Grosskurth and Michael W.Godfrey, Architecture and evolution of the modern web browser, Elsevier Science 2006
- [3] Tovi Grossman and Ravin Balakrishnan, The Bubble Cursor: Enhancing Target Acquisition by Dynamic Resizing of the Cursor's Activation Area, Proc. CHI2005
- [4] Heidi Lam and Patrick Baudish, Summary Thumbnails: Readable Overviews for Small Screen Web Browsers, Proc. CHI 2005
- [5] Patrick Baudish, Bongshin Lee and Libby Hanna, Fishnet, a fisheye web browser with search term pop outs: a comparative evaluation with overview and linear view. In Proc. AVI2004, pp133-140
- [6] Tomoyuki NANN0, Suguru SAITO and Manabu OKUMURA, Zero-Click: a system to support Web browsing, WWW2002
- [7] Susan Dziadosz and Raman Chandrasekar, Do Thumbnail Previews Help Users Make Better Relevance Decisions about Web Search Results? , SIGIR 2002
- [8] Allison Woodruff, Andrew Faulring, Ruth Rosenholtz, Julie Morrison and Peter Pirolli, Using Thumbnails to Search the Web, Proc.CHI2001
- [9] Igarashi, T. and Hinckley, K. Speed-dependent Automatic Zooming for Browsing Large Documents, Proc. UIST 2000, 139-148
- [10] Kopetzky, T. and Mühlhäuser, M. Visual Preview for Link Traversal on the WWW. In Proc. 8th Intl. WWW Conf., May 1999, 447-454
- [11] Bederson, B., Hollan, J. Perlin, K., Meyer, J., Bacon, D., and Furnas, G. Pad++: A Zoomable Graphical Sketchpad for Exploring Alternate Interface Physics. J. Of Visual Languages and Computing, 7, 3-31, 1996