

작은 화면에서의 인터넷 작업을 위한 효율적인 화면이동방법 제안 및 사용성 평가

최은정 · 권성혁 · 정민근*

포항공과대학교 산업경영공학과

Fast Tap-N-Drag (FTND) : Enhancing Panning for Web Browsing on Small Screen Devices Considering Panning Ratio and Direction

Eunjung Choi · Sunghyuk Kwon · Min K. Chung

Department of Industrial and Management Engineering Pohang University of Science and Technology

Panning tasks caused by both a small screen and the lower resolution of handheld devices are known to decrease the usability of a mobile internet service. To solve this problem, we proposed FTND, an improved version of Tap-N-Drag widely used in various mobile web browsers. 30 participants performed the panning tasks with FTND embedded in combinations of 2 panning directions of Push Background user interface and Push Viewpoint user interface and 5 panning ratios of 100% (a panning ratio of Tap-N-Drag), 300%, 500%, 700%, and 900%. The usability of FTND was assessed by an objective performance and a subjective preference. The objective performance was measured by a task completion time, the number of clicks, and the number of pixels. The subjective preference was measured by satisfaction, accuracy and ease of use. Push Viewpoint user interface at the panning ratios of 300%, 500%, and 700% proved to be the most efficient way for panning tasks with small handheld devices when performing the task by using the right hand thumb.

Keyword: fast tap-n-drag(FTND), panning ratio, panning direction, panning

1. 서론

차세대이동통신 서비스의 킬러 어플리케이션으로 주목 받고 있는 폴브라우징은 무선인터넷을 쓸 수 있는 모든 단말기에서 PC 웹사이트와 동일한 수준의 인터넷을 이용하는 것을 말한다. 모바일 환경에서의 폴브라우징은 휴대단말기의 하드웨어 성능, 무선 네트워크의 용량 및 커버리지 등 모바일 인프라의 충분한 뒷받침이 있어야 가능하다. 이러한 요구는 최근 휴대 단말기 성능의 비약적인 발전 및 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access), HSDPA(High-Speed Downlink Packet Access),

WiBro 등 무선인터넷 기술발전으로 인해 빠른 속도로 해결될 것으로 보인다. 그러나 모바일 인프라 측면에서의 요구가 충족되더라도, 기존의 웹페이지들은 주로 데스크탑(Desktop)이나 랩탑(Laptop)과 같은 비교적 높은 해상도를 가진 큰 화면에 적합하게 만들어졌기 때문에, 휴대단말기의 낮은 해상도와 작은 화면은 폴브라우징 구현에 있어 커다란 장애요인이다.

휴대단말기의 낮은 해상도는 화면(시야창)을 통해 보여질 수 있는 정보공간영역을 제한한다. 예를 들어, 320×240 pixels² 해상도를 가진 PDA는 1024×768 pixels² 해상도의 화면에 나타나는 정보공간 영역의 약 1/11만을 나타낼 수 있으며, 1280×

본 연구는 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구 사업임(No.2009-0071969).

*연락처 : 정민근 교수, 790-784 경상북도 포항시 남구효자동 산 31번지 포항공과대학교 산업경영공학과, Fax : 054-279-2820,

E-mail : mkc@postech.ac.kr

투고일(2009년 09월 09일), 심사일(1차 : 2009년 10월 13일), 게재확정일(2009년 11월 05일).

1024 pixels² 해상도의 화면 대비 약 1/17의 정보공간만을 나타낼 수 있다(Gutwin *et al.*, 2004). Jones *et al.*(2004)에 따르면, 휴대단말기로 분류되는 Palm Tungsten T PDA, Compaq IPAQ 5400 series, Pocket PC, Nokia Communicator 9290의 화면크기는 큰 화면(Large-Screen) 기기로 분류되는 Apple Titanium Powerbook 15인치 화면 크기의 6~7%, Philips 202P monitor의 3~4% 밖에 되지 않는다. 데스크탑 화면크기 및 해상도에 적합하게 제작된 웹페이지가 작고 낮은 해상도를 가진 휴대단말기 화면(시야창)에 제시될 경우 <Figure 1>과 같이 웹페이지 정보 중 일부만 나타낸다. 이처럼 정보공간이 시야창의 크기보다 클 경우, 사용자는 시야창 밖에 위치한 정보에 접근하기 위해 다수의 화면이동작업(panning)을 수행해야하며, 과도한 화면이동작업은 사용자를 지루하게 만들고 페이지 내 위치에 대한 혼란을 야기한다(Jones *et al.*, 2003). 이는 휴대단말기를 이용한 브라우징 작업의 사용성을 크게 저하시키는 주요 원인이다(Jones *et al.*, 1999b). 물론, 화면 축소(줌 아웃)를 통해 웹페이지 전체가 화면 내에 나타나도록 할 수도 있으나, 이 경우 작은 글씨 및 이미지로 인한 가독성 및 가시성의 문제가 있다.



Figure 1. 1024×1280 pixels² Vs. 240×320 pixels²

휴대단말기에서의 잦은 화면이동을 해결하기 위한 방법에는 웹페이지를 휴대단말기의 화면에 맞게 재 디자인하는 방법(Jones, 1999a; Buyukkokten *et al.*, 2000; Woodruff *et al.*, 2001; Buchanan *et al.*, 2002; Milic-Frayling *et al.*, 2002; Baudisch *et al.*, 2004; Mackay *et al.*, 2004; Lam *et al.*, 2005)과 웹페이지는 그대로 둔 채 효과적인 화면이동방식을 제공하는 방법(Rekimoto, 1996; Kawachiya, 1998; Harrison *et al.*, 1998; Pirhonen *et al.*, 2002; Mackay, 2005; Karlson *et al.*, 2007; Burigat *et al.*, 2007)이 있다. 전자의 경우 휴대단말기 화면의 해상도가 기기마다 다양하기 때문에 이에 맞게 재 디자인 하는 것은 기술적 뿐만 아니라 경제적으로도 효율적이지 못하며, 기존 익숙한 웹페이지의 레이아웃이 변함에 따라 이에 적응하기 위한 별도의 시간과 노력이 필요하다는 점에서 한계가 있다(Jonson *et al.*, 2004; Gutwin *et al.*, 2004). 또한 기존 웹페이지를 그대로 제공한다는 폴브라우징의 취지와

도 부합되지 않는 방법이기 때문에 본 연구에서는 보다 효과적인 화면이동방식을 제공하는 것에 초점을 맞춘다.

한편, 휴대단말기의 작은 화면을 조금이라도 극복하기 위해, 또한, 기능의 다양화에 따른 사용자 인터페이스의 유연성 확보를 위해 터치스크린을 채용한 휴대단말기의 보급이 급속도로 증가하고 있다(Strategy Analytics, 2006). 현재 폴브라우징을 지원하는 터치 방식의 휴대단말기에서 사용되는 화면이동방법 중 가장 전통적이며 대표적인 방법은 스크롤바 방식이다(Mackay *et al.*, 2005). 스크롤바는 컴퓨터 사용자에게 매우 친숙한 화면이동 방법이지만, 스크롤바를 이용할 경우 사용자가 화면 내의 스크롤바를 지속적으로 잡고 움직여야 하며(Kawachiya, 1998), 이는 사용자의 물리적 노력과 주관적 지루함을 야기한다(Zhai, 1999). 특히 사용자가 손가락을 이용할 경우, 작고 좁은 스크롤바의 크기는 사용성 문제를 가중시키는 주요 요인이다(Mackay *et al.*, 2005). 따라서 최근 스크롤바를 대체할 수 있는 다양한 화면이동방법에 대한 연구가 증가하는 추세이다.

터치 방식의 휴대단말에서, 스크롤바를 대체하기 위해 개발된 다양한 화면이동방법 중, 본 연구에서 초점을 맞추고 있는 탭앤드래그(Tap-N-Drag)는 애플사의 아이폰과 아이팟 터치, LGT의 터치폰, 삼성의 옴니아폰, 구글의 안드로이드 폰 등에서 브라우징 작업 시 사용되는 대표적인 화면이동방법으로써, 정보공간이 화면 내에서 드래그한 궤적을 그대로 따라 이동하는 특징을 갖는다. 탭앤드래그방식은 브라우징 시 화면전체를 사용할 수 있으므로 스크롤바에 비하여 보다 쉽게 정보공간을 이동시킬 수 있으며(Johnson, 1994; Mackey *et al.*, 2005; Burigat *et al.*, 2007), 화면 이동이 화면 위에서 직접적인 손의 움직임으로 이루어진다는 점에서 직관적이라는 장점이 있다. 그러나 드래그한 궤적과 정보공간이 이동한 궤적의 길이가 동일하므로, 화면이동거리가 길어질 경우 다수의 연속적인 드래그가 필요하며 이는 적지 않은 물리적 노력을 요구한다. 즉, 탭앤드래그 방식을 사용하여 일정 크기 이상의 정보공간을 이동하기 위해서는 작은 화면 내에서 일련의 작업인 ‘손가락으로 대상을 선택하여 잡기’, ‘파지하기’, ‘끌기’ 행위를 지속적으로 반복해야 하며, 이는 탭앤드래그의 사용성을 저하시키는 주요원인이다(Mackey *et al.*, 2005; Burigat *et al.*, 2007).

이를 해결하기 위해 본 연구에서는 화면상에서 드래그한 길이 대비 정보공간의 이동비율(panning ratio)을 기존의 100% 보다 증가시킨 FTND(Fast Tap-N-Drag)를 제안하였다. FTND는 사용자가 지정한 이동비율에 따라 드래그한 거리의 배수만큼 정보공간이 이동하는 방식으로, 짧은 드래그로도 많은 정보공간을 이동할 수 있다는 특징을 갖는다. 예를 들어 100%에서 드래그를 할 경우 정보공간은 사용자가 화면에서 손가락으로 드래그한 길이와 동일한 길이만큼 이동하지만 300%의 경우 드래그한 길이의 3배를 이동한다(<Figure 2>). FTND는 이동비율을 증가시킴으로써, 화면이동에 필요한 일련의 작업인 ‘대상을 선택하여 잡기’, ‘파지하기’, ‘끌기’의 반복 빈도를 줄임으로써 화면이동작업에 요구되는 물리적 노력을 감소시킬 수 있을 것

이라 예상된다. 브라우징 시 사용자는 원하는 정보가 있는 대략적인 위치로 화면을 이동시킨 후 이를 확인하기 위해 보다 세밀한 화면이동작업을 수행한다. 그러나 이동비율이 증가할수록 정보 공간의 세밀한 이동이 더 어려워지기 때문에 적정 수준의 이동비율을 파악할 필요가 있다.

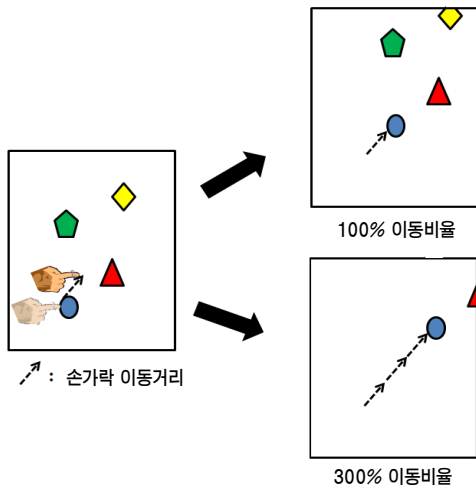


Figure 2. FTND의 이동비율 예시(300%)

한편, 화면상의 드래그 방향 대비 정보공간의 이동 방향은 탭앤드래그를 이용한 화면이동작업 사용성에 영향을 미친다 (Bury *et al.*, 1982; Johnson, 1994). 휴대단말기를 사용하여 브라우징 작업을 수행할 경우, 두 가지의 서로 다른 정신모형이 고려될 수 있다. 첫째, 사용자는 정보공간을 움직이는 대상으로 인식할 수 있다. 이 경우 화면에서 보이지 않는 표적대상을 확인하기 위하여 표적대상으로 끌고 오듯이 정보공간을 이동시키는 방법이 사용자에게는 더욱 직관적이다. 본 연구에서는 이 방식을 Push Background로 지칭하였다. 사용자가 오른쪽으로 드래그 할 경우 <Figure 3>과 같이 정보공간은 오른쪽으로 이동하며 사용자는 정보공간의 왼쪽에 있는 내용을 확인할 수 있다. 이와 반대로 사용자는 화면을 움직이는 대상으로 인식할 수 있다. 이 경우, 표적대상이 있는 방향으로 화면을 이동시키듯이 정보공간을 이동시키는 방법이 사용자에게는 더욱 직관적이다. 본 연구에서는 이 방식을 Push Viewpoint로 지칭하였다. Push Viewpoint 방식을 사용하여 사용자가 오른쪽으로 드래그 할 경우 <Figure 3>과 같이 정보공간은 왼쪽으로 이동하게 되고 사용자는 정보공간의 오른쪽 영역을 확인할 수 있다. 화면상의 드래그 방향 대비 정보공간의 이동방향이 화면이동작업의 사용성에 미치는 영향은 Johnson(1994)과 Bury *et al.*(1982)에 의해 연구되었다. 그러나 두 연구 모두에서 선호되는 드래그 방향 대비 정보공간의 이동방향이 상이하였으며, 휴대단말기를 이용한 브라우징 작업을 고려하지 않았으므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

따라서 본 연구는 실험을 통해 다양한 정보공간 이동비율과 정보공간의 이동방향이 FTND의 사용성에 미치는 영향을 객

관적 수행도 및 주관적 만족도 측면에서 분석하여, 적정 이동 방향 및 이동 비율을 제시하고자 한다.

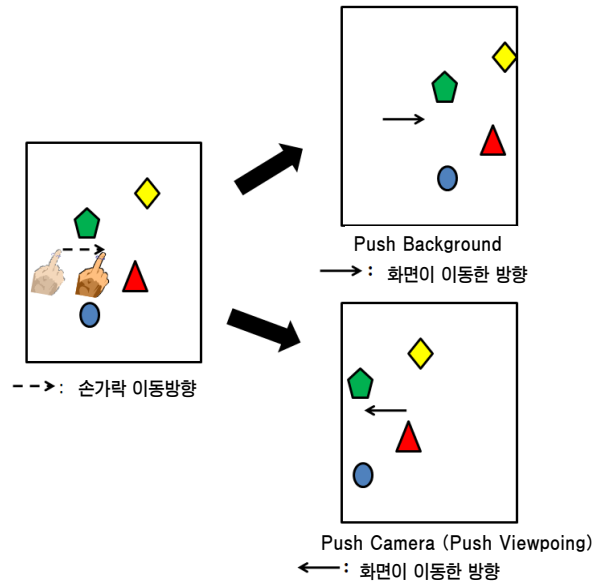


Figure 3. 정보공간의 이동방향

2. 관련 연구

2.1 소프트웨어 기반의 화면 이동방식

소프트웨어를 기반으로 한 입력방식은 스크롤바와 같이 손가락이나 스타일러스펜을 사용하여 휴대단말기 화면에 직접적인 입력을 제공하는 방식을 의미하며(Mackay *et al.*, 2005), 스크롤바, 탭앤드래그, Gesture(Harrison *et al.*, 1998; Pirhonen *et al.*, 2002), Touch-n-Go(Mackay, 2005), Thumbspace(Karlson *et al.*, 2007), Zoom-Enhanced Navigator(ZEN)(Burigat *et al.*, 2007) 등이 포함된다. 이중 스크롤바와 탭앤드래그 방식은 휴대단말의 화면이동작업에서 널리 쓰이고 있는 방식이다(Mackey *et al.* 2005; Bringet, 2007). 스크롤바는 사용자에게 친숙성이 높음에도 불구하고, 휴대단말기에서 사용될 경우 파지의 어려움과 시선의 분산으로 인하여 사용성 문제가 발생한다(Kawachiya *et al.*, 1998). 브라우징을 하는 동안 사용자는 작고 좁은 스크롤바를 지속적으로 눌러 이동시켜야 하며, 이와 동시에 정보공간을 지속적으로 확인하여야 하여야 함으로 사용자의 시선이 분산된다(Zhai *et al.*, 1999; Igarashi *et al.*, 2000). 본 연구에서 초점을 둔 탭앤드래그는 정보공간의 이동이 전체 화면 내에서 직접 이루어지기 때문에 위에 제시한 스크롤바의 한계를 보완할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 탭앤드래그의 경우 사용자가 화면에서 드래그한 길이와 동일하게 정보공간이 이동하므로, 큰 정보공간영역이 제시될 경우 다수의 드래그작업을 지속적으로 수행하여야 하며 이는 사용성을 저해 시키는 요인이다(Mackey *et al.*, 2005; Burigat *et al.* 2007).

Mackay *et al.*(2005)과 Burigat *et al.*(2007)은 각각 Touch-n-Go와 ZEN이라는 새로운 화면이동방법을 제시하였고, 이들의 사용성을 탭앤드래그와 비교하였다. 두 연구 모두에서 주관적 만족도를 제외한 수행도에서 탭앤드래그의 성능은 대등하거나 우월하였으며, 탭앤드래그의 낮은 주관적 만족도는 빈번한 드래그 작업에서 야기된 것으로 나타났다(Mackey *et al.*, 2005; Burigat *et al.*, 2007). 따라서 본 연구에서는 화면에서의 손가락 드래그 거리 대비 정보공간 이동거리를 증가시킴으로써 탭앤드래그의 사용성을 향상시킨 FTND를 제시하였으며, 탭앤드래그와의 사용성 비교를 통하여 FTND의 사용성을 검증하였다.

2.2 화면 내의 드래그 방향 대비 정보공간의 이동 방향

터치스크린 내에서 드래그 방향 대비 정보공간의 이동방향에 대한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 그러나 전통적인 입력장치에 대한 몇몇 연구들은 수행된 바 있다. 1970년 제록스(Xerox)에서 Star를 개발 하였을 당시, 정보공간은 고정되어있는 대상으로, 스크롤바는 움직이는 대상으로 인식되었다(Smith *et al.*, 1982). 따라서 대부분의 컴퓨터 프로그램에서 정보공간 이동 방식은 표적대상이 위치한 방향으로 스크롤바를 이동시키도록 설계되었다. 예를 들어, 마이크로소프트사의 워드프로그램에서 정보공간의 아래 영역을 확인할 경우, 사용자는 스크롤바를 표적 대상이 위치한 아래방향으로 이동시키며, 이는 본 연구의 Push Viewpoint 방법과 동일하다.

Bury *et al.*(1982)와 Johnson(1994)은 두 가지 정보공간이동방향이 화면이동 작업의 사용성에 미치는 영향에 대해서 연구를 수행하였으나, 그 결과는 상이하였다. Bury *et al.*(1982)는 키보드의 화살표 방향키를 사용하여, 화살표 방향 대비 정보공간의 이동방향에 대한 연구를 수행하였다. 그 결과 화살표의 방향과 일치하게 정보공간이 이동하는 방식(본 연구의 Push Viewpoint)에서 수행도가 우수하였다. 예를 들어 정보공간의 오른쪽에 있는 대상을 보기 위하여 사용자는 오른쪽 방향의 화살표 방향키(→)를 누르는 것이 왼쪽 화살표 방향키(←)를 누르는 것에 비하여 선호된다. 그러나 Bury *et al.*(1982)의 연구는 화면 이동 방식이 간접적 입력방식인 버튼을 사용하였다는 점에서, 직접적인 입력방식인 터치스크린 사용 시 선호되는 드래그 방향 대비 정보공간의 이동 방향과 다를 수 있다.

Johnson(1994)은 터치스크린에서 탭앤드래그 방식을 사용하여 손가락 드래그 방향 대비 정보공간이 이동방향에 대한 연구를 수행하였다. 그 결과 손가락으로 정보공간을 잡아당기듯이 이동시키는 방식(본 연구의 Push Background)이 작업수행시간 및 주관적 만족도에서 우수하였다. 즉, 정보공간의 오른쪽에 있는 대상을 보기 위하여 사용자는 정보공간을 왼쪽으로 밀듯이 화면상에서 드래그 하는 것이 오른쪽으로 드래그 하는 방식에 비하여 수행도가 좋으며 선호된다. 그러나 Johnson(1994)의 수행작업은 정보공간의 대부분을 확인할 수 있는 상태에서 화면이동작업을 수행하며, 정보공간의 좌·우이동만을 고

려하였기 때문에 실험결과를 웹브라우저 환경에 그대로 적용할 수 없다. 휴대단말을 사용한 웹브라우저 환경의 경우 사용자는 화면의 많은 영역을 볼 수 없으며, 상·하·좌·우·대각선의 화면이동작업을 수행한다. 또한 두 연구 모두에서 휴대단말을 고려하지 않았으므로 이를 고려한 추가적 연구가 필요하다.

3. 연구방법

3.1 실험참여자

20대 남녀 15명씩 총 30명의 실험참여자가 본 실험에 참여하였으며, 평균 나이는 23.8(± 2.0)세였다. 모든 실험참여자는 주사용손이 오른손이었으며, 터치스크린 기반의 휴대단말기에서 탭앤드래그를 사용한 경험이 없었다. 또한 사이즈코리아에서 제공되는 정보를 바탕으로 20~29세의 5%~95% 해당하는 손너비(7.05~8.8cm)와 손직선길이(16.45~19.65cm)에 해당하는 자로 제한하였으며, 손직선길이의 평균은 좌 18.07cm(± 1.04), 우 18.06cm(± 1.06) 이고, 손너비의 평균은 좌 7.67cm(± 0.5), 우 7.76cm(± 1.06)였다.

3.2 실험장비

본 실험은 HP사의 iPAQ(모델명: hx2490b)을 사용하였으며, Microsoft Visual Studio.Net 2005 C# 프로그램을 사용하여 프로토타입을 구현하였다. 모든 실험수행 장면은 캠코더(SONY DCR-SR 300)로 녹화하였다.

3.3 프로토타입 개발

정보공간은 <http://www.yahoo.com>에서 웹사이트 이미지를 캡처하여 실제 해상도 크기 1000×1100pixels²을 이용하였으며, 시야창은 240×320pixels²을 사용하였다(<Figure 4>). 정보공간에는 <Figure 4>와 같이 1에서부터 12까지의 숫자버튼이 순서대로 3×4배열로 제시된다. 숫자 버튼은 가로, 세로의 크기가 모두 80pixels인 사각형이며, 버튼 사이의 간격은 가로 300pixels, 세로 250pixels, 숫자 크기는 17point이다. 또한 시야창 중앙에는 빨간 십자기호(+)가 지속적으로 제시된다.

일반적으로 시야창 밖의 정보에 접근하기 위해서는 먼저 해당정보가 있는 영역을 시야창에 나타나게 하고, 다시 화면 중앙 부근으로 옮긴 후 정보를 확인한다. 본 실험에서는 이를 “찾아가는 작업”과 “조정 작업”으로 나누어 다음과 같이 프로토타입에 반영하였다. 먼저, “찾아가는 작업”은 화면이동을 통해 시야창 밖의 표적숫자를 우선 시야창에 나타나게 하는 작업으로 표현하였다. 둘째, “조정 작업”은 표적대상을 십자기호까지 이동시키는 작업으로 표현하였다. 이때, 시야창 중앙에 있는

십자기호가 숫자버튼 내에 위치했을 때만 숫자버튼이 선택되며 피드백으로 비프음이 제시된다. 숫자버튼의 크기는 80×80 pixels²이었기 때문에 엄지손가락을 이용하여 터치하는데 어려움이 없었으며(Sears *et al.*, 1991), “조정 작업” 시 적절한 난이도를 제공하였다.

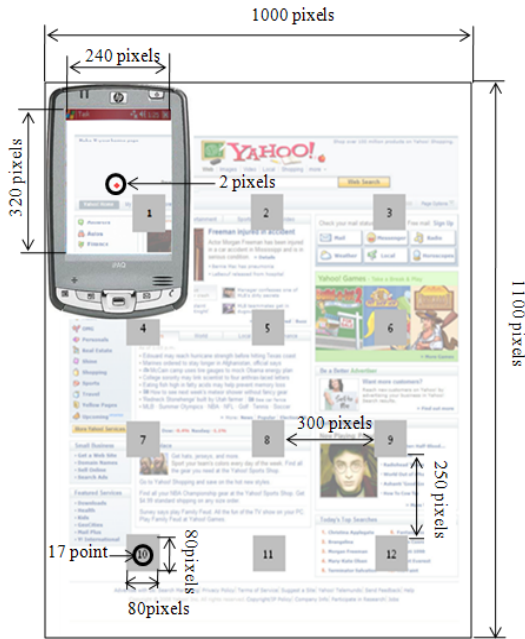


Figure 4. 실험 프로토타입

3.4 실험계획

본 실험은 정보공간 이동방향과 이동비율을 포함한 2 Factor Design으로서 두 변수 모두 Within Subject Variable이다. 제시순서에 따른 학습 및 피로 효과를 최소화하기 위해 Balanced Latin Square 방식에 따라 실험순서를 제시하였다.

본 실험의 독립변수는 FTND에 포함된 정보공간의 이동비율과 이동방향이다(Table 1). 정보공간의 이동비율은 화면이동을 위해 터치스크린에서 손가락으로 드래그한 거리와 정보공

간이 이동한 거리의 비율을 의미하며, 기존 탭앤드래그의 이동비율인 100%조건에서부터 파일럿 테스트를 통하여 선정된 900%까지, 총 5수준인 100%, 300%, 500%, 700%, 900%를 고려하였다. 정보공간의 이동방향은 총 2가지, Push Background와 Push Viewpoint를 고려하였다. 100%의 경우는 앞서 언급한 바와 같이 화면상에서 손가락으로 드래그 한 거리와 정보공간이 이동한 거리가 동일한 것을 의미하며, 300%는 손가락으로 드래그 한 거리보다 3배, 500%는 5배, 700%는 7배, 900%는 9배만큼 정보공간이 이동한 것을 의미한다. <Figure 5>는 FTND에서 설정된 이동비율에 따라 화면이 이동하는 방법에 대한 모식도로서, 그림 상단의 화살표는 화면상에서 손가락으로 드래그 한 거리를 나타낸다. 파란색 상자는 화면을 나타내며, 10칸으로 이루어진 표는 정보공간을 의미한다. <Figure 5>의 화면이동방향은 드래그 방향과 화면이동 방향이 일치하는 Push Viewpoint이며, Push Background는 이와 반대 방향으로 정보공간이 드래그 방향과 반대방향으로 이동하는 방식을 의미한다(<Figure 3>). 즉, 드래그를 우측 방향으로 했을 경우, Push Viewpoint의 경우 <Figure 5>과 같이 화면의 우측면을 볼 수 있지만, Background의 경우 화면의 좌측면을 볼 수 있다.

Table 1. 독립변수

| 독립변수 | 수준 | 설 명 |
|------|-----------------|---------------------------------|
| 이동비율 | 100% | 물리적 이동거리와 동일 |
| | 300% | 물리적 이동거리의 3배 |
| | 500% | 물리적 이동거리의 5배 |
| | 700% | 물리적 이동거리의 7배 |
| | 900% | 물리적 이동거리의 9배 |
| 이동방향 | Push Background | 손가락을 오른쪽으로 움직이면 정보공간도 오른쪽으로 움직임 |
| | Push Viewpoint | 손가락을 오른쪽으로 움직이면 정보공간은 왼쪽으로 움직임 |

종속변수는 객관적 수행도로 수행완료시간, 클릭 수, 이동 거리를 측정하였고, 주관적 만족도로 전반적 만족도, 용이성, 정확도를 평가하였다(<Table 2>). 종속변수 중 객관적 수행도



Figure 5. 이동비율에 따른 화면이동거리

인 수행완료시간, 클릭 수, 이동거리는 한 조건에서 소요된 측정치들의 총합을 사용하였다. 수행완료시간은 실험참여자가 문제에 제시된 4개의 숫자를 모두 암기한 후, '확인' 버튼을 누르는 시점에서부터 숫자 4개를 모두 눌러 작업을 종료하는 시점까지이며, 터치 수는 각 조건에서 표적대상을 찾기 위한 이동작업을 위해 터치스크린을 누른 횟수를 의미한다. 이동거리는 각 조건에서 정보공간의 좌측상단의 좌표가 표적대상을 찾기 위해 이동한 pixel 수를 의미한다. 주관적 사용성은 총 3가지 항목, 전반적 만족도, 용이성, 정확도가 포함되며 Modified Magnitude Estimation (modified free modulus method of the magnitude estimation technique)을 이용하여 평가하였다. 전반적 만족도는 이동비율과 이동방향을 모두 고려할 경우, 제시된 화면이동방식에 대한 만족도를 평가하는 것으로, 실험참여자가 각 실험조건에 따른 만족도를 0점(전혀 만족하지 않음)에서부터 100점(매우 만족함) 사이의 점수를 숫자로 자유롭게 기록하였다. 정확성은 동일 고려 하에서, 원하는 곳으로 얼마나 세밀하게 이동할 수 있었는지에 대해 평가하는 것으로, 0점(전혀 세밀하게 이동할 수 없었음)에서부터 100점(매우 세밀하게 이동할 수 있었음) 사이의 점수를 숫자로 자유롭게 기록하였다. 용이성 역시 동일 고려 하에서, 제시된 화면이동방식을 얼마나 쉽게 사용하였는지에 대해 평가하는 것으로 0점(더 이상 어려울 수 없음)에서부터 100점(더 이상 쉬울 수 없음)사이의 점수를 숫자로 자유롭게 기록하였다.

Table 2. 종속변수

| 평가척도 | 종속변수 | 설명 |
|---------|---------|----------------------------------|
| 객관적 수행도 | 수행완료 시간 | 조건 당 작업수행에 소요되는 총시간 |
| | 클릭 수 | 조건 당 작업수행을 위해 터치스크린을 클릭한 총 횟수 |
| | 이동 거리 | 조건 당 정보공간의 좌측상단좌표가 이동한 총 pixels수 |
| 주관적 만족도 | 전반적 만족도 | 제시된 방식에 대한 전반적 만족정도(100점 척도) |
| | 용이성 | 제시된 방식을 다루기 쉬운 정도(100점 척도) |
| | 정확도 | 제시된 방식으로 세밀한 이동이 가능한 정도(100점 척도) |

3.5 실험절차 및 환경

본 실험은 크게 준비단계, 연습단계, 본 실험 단계, 주관적 만족도 평가단계, 인터뷰 단계로 구성되었다. 연습단계는 각 실험조건에서 본 실험 전에 이루어지며, 주관적 만족도 평가단계는 매 실험조건에서 본 실험 후에 이루어졌다. 준비단계에서는 실험자가 실험목적과 수행 작업을 설명한 후, 실험에 필요한 실험참여자의 기본정보를 수집하였다. 연습단계에서는

실험참여자가 각 실험조건에 대한 정보공간 이동방향 및 이동비율에 익숙해졌다고 응답할 때까지, 본 실험에서 매 실험조건을 수행하기 이전에 제시하였다. 본 실험단계에서는 화면에 순서대로 선택해야할 4개의 숫자로 이루어진 숫자조합이 제시된다(<Figure 6>). 확인버튼을 누르면, 숫자버튼을 포함한 웹페이지의 좌측상단이 시야창에 제시되며 시간 측정이 시작된다. 실험참여자가 제시된 4개의 숫자버튼을 차례대로 선택하면 한 세트가 종료되며 이는 총 4번의 “찾아가는 작업”과 “조정 작업”을 수행한 것이다. 7개의 서로 다른 숫자조합이 각 실험조건마다 동일하게 제시되었으며, 한 실험조건 내에서는 랜덤하게 제시되었다. 따라서 모든 실험참여자는 모든 조건에서 평균적으로 동일한 거리를 이동한다. 실험참여자가 실험 도중 표적 숫자를 잊어버렸을 경우 실험자는 이를 알려주었다. 매 실험조건이 종료된 후 주관적 만족도 평가가 이루어졌으며, 평가를 마친 후 2분의 휴식시간을 제공하였다. 마지막으로, 본 실험 종료 후에는 실험전반에 대한 인터뷰를 실시하였다.

실험참여자는 편안한 자세로 의자에 앉아 최대한 자연스럽게 오른손으로 PDA를 잡고, 왼손으로는 PDA를 지지하도록 하였으며, 오른손 엄지손가락만을 사용하여 화면이동작업을 수행하도록 하였다. 또한, 휴대단말기의 이동성을 고려하여 작업수행 시 팔을 책상 또는 의자 팔걸이 위에 올려놓지 않게 통제하였다. PDA와 눈 사이의 거리는 실험참여자가 작업을 수행하는데 있어 자연스럽게 편안한 거리를 유지하도록 하였다.



Figure 6. 수행 작업 예시

4. 결과

4.1 수행완료시간

수행완료시간에 대한 분산분석 결과, 이동방향($F(1,29) = 9.69, p = 0.241$)과 이동비율($F(4,116) = 77.67, p < 0.201$)이 통계적으로 유의한 영향을 미쳤으며, 이동방향과 이동비율 사이의 교호작용($F(4,116) = 2.81, p = 0.287.6$ 또한 유의하였다($\alpha = 0.05$).

전반적으로, 이동방향에 따른 총 수행완료시간은 Push View-point가 83.2초로 Push Background의 90.2초에 비해 빨랐다(<Figure 7>). <Figure 7>에서 서로 다른 알파벳(A, B)은 집단 간 결

과가 통계적으로 차이가 있음을 의미한다.

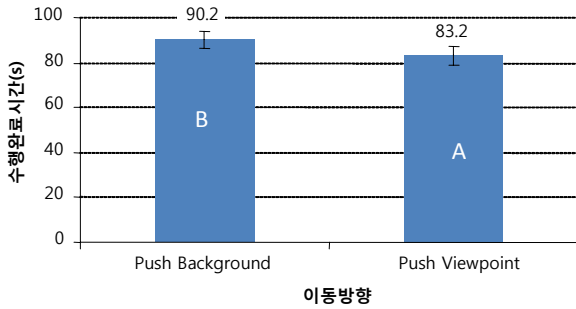


Figure 7. 이동방향에 따른 수행완료시간

각 이동비율이 수행완료시간에 미치는 영향을 파악하기 위한 SNK (Student Newman-Keuls test) 분석 결과, 기존 탭앤드래그 방식인 100% 이동비율 조건이 가장 느렸으며, FTND에 내장되어 있는 300%, 500%, 700% 이동비율 조건이 동일하게 가장 빨랐다(<Figure 8>).

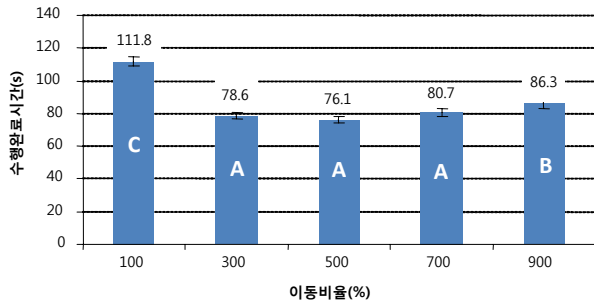


Figure 8. 이동비율에 따른 수행완료시간

이동비율이 동일할 때, 이동방향에 따른 수행완료시간의 차이를 분석하기 위하여 simple effect analysis를 수행하였다. 그 결과, 100% 이동비율 만이 이동방향에 따른 차이가 없었을 뿐, 모든 이동비율에서 Push Viewpoint가 Push Background에 비해 수행완료시간이 짧았다(<Figure 9>). <Figure 9>에서 점선으로 된 타원 내부의 값들은 통계적으로 같은 집단임을 의미한다.

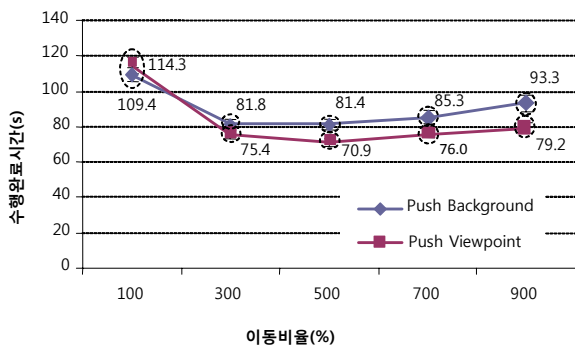


Figure 9. 이동비율이 동일할 때 이동방향에 따른 수행완료시간

4.2 클릭 수

클릭 수에 대한 분산분석 결과, 이동방향($F(1,29) = 15.41, p = 0.0005$)과 이동비율($F(4,116) = 276.13, p < 0.0001$)이 통계적으로 유의한 영향을 미쳤으며, 이동방향과 이동비율 사이의 교호작용($F(4,116) = 2.42, p = 0.0520$) 또한 유의한 영향을 주었다 (클릭 수의 경우는 $p = 0.052$ 로 유의수준 5%보다 크지만, 소수 셋째 자리에서 반올림하였을 경우 0.05가 됨으로 이를 통계적으로 유의한 차이가 있다고 판단함).

이동방향에 따른 총 클릭 수는 Push Viewpoint가 85.9회로 Push Background의 101.6회에 비해 적었다(<Figure 10>).

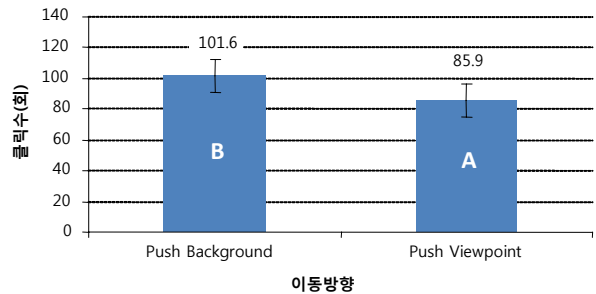


Figure 10. 이동방향에 따른 클릭 수

각 이동비율이 총 클릭 수에 미치는 영향을 파악하기 위한 SNK 분석 결과, 100% 이동비율 조건에서 클릭 수가 가장 많았으며, FTND에 내장되어 있는 이동비율 중 500%, 700%, 900% 조건에서 가장 클릭 수가 적었다(<Figure 11>).

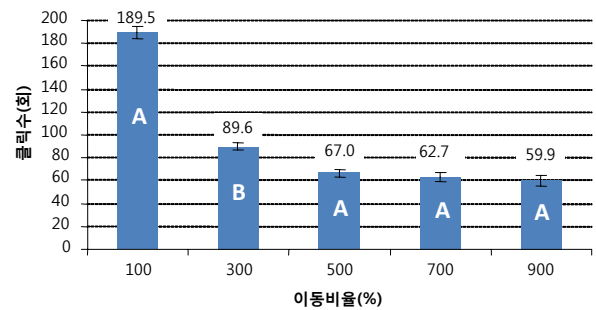


Figure 11. 이동비율에 따른 클릭 수

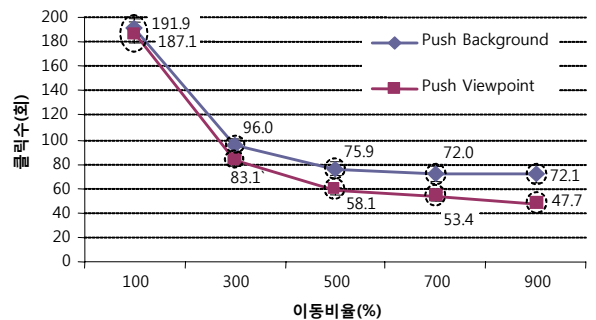


Figure 12. 이동비율이 동일할 때 이동방향에 따른 클릭 수

이동비율이 동일할 때, 이동방향에 따른 클릭 수의 차이를 분석하기 위한 simple effect analysis 결과, 100% 이동비율을 제외한 다른 모든 이동비율에서 Push Viewpoint가 Push Background에 비해 클릭 수가 적었다. 반면, 100% 이동비율 조건에서는 두 방향 사이에 차이가 없었다(<Figure 12>).

4.3 이동거리(pixel 수)

이동거리에 대한 분산분석을 수행한 결과, 이동방향($F(1,29) = 5.55, p = 0.03$)과 이동비율($F(4,116) = 124.21, p < 0.0001$)이 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

전반적으로 이동방향에 따른 이동거리는 Push Viewpoint가 Push Background 보다 짧았다(<Figure 13>).

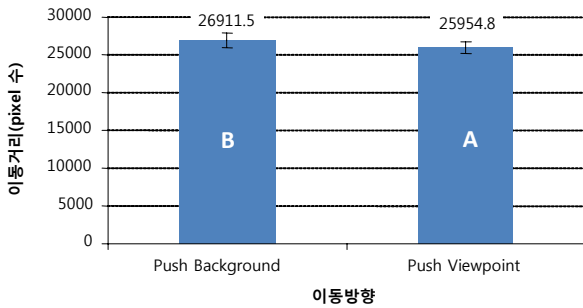


Figure 13. 이동방향에 따른 이동거리

각 이동비율이 이동거리에 미치는 영향을 파악하기 위한 SNK 분석 결과, 기존 탭앤드래그 방식인 100% 이동비율 조건에서 이동거리가 가장 짧았으며, 이동비율이 증가할수록 이동거리는 유의하게 증가하였다(<Figure 14>).

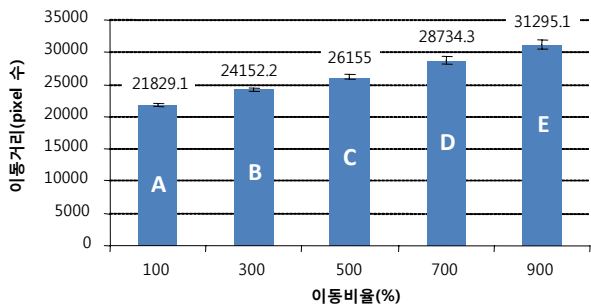


Figure 14. 이동비율에 따른 이동거리

4.4 전반적 만족도

전반적 만족도에 대한 분산분석을 수행한 결과, 이동비율($F(4,116) = 35.17, p < 0.0001$)만이 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

각 이동비율이 전반적 만족도에 미치는 영향을 알아보기 위한 SNK 분석 결과, 100% 이동비율에서 만족도가 가장 낮은 반

면, 300%, 500%, 700% 이동비율의 만족도가 가장 높았다(<Figure 15>).

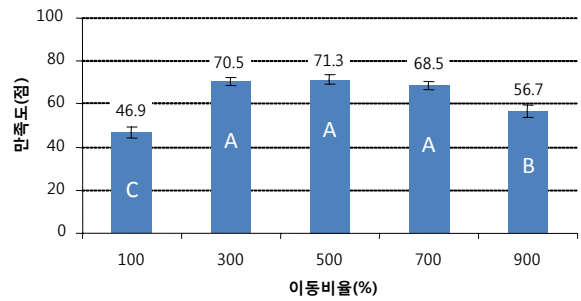


Figure 15. 이동비율에 따른 전반적 만족도 점수

4.5 정확도

정확도에 대한 분산분석을 수행한 결과, 이동방향($F(1,29) = 5.78, p < 0.0228$)과 이동비율($F(4,116) = 32.08, p < 0.0001$)이 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

전반적으로 이동방향에 따른 정확도 점수는 Push Viewpoint가 62.6점으로 Push Background의 57.7점에 비해 높았다(<Figure 16>).

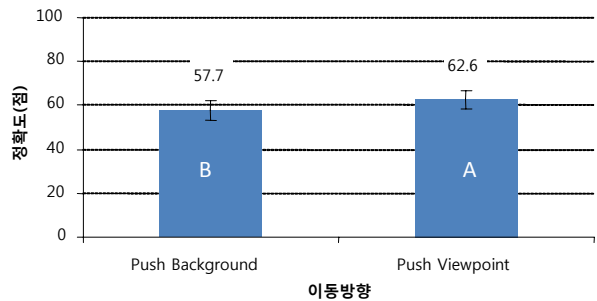


Figure 16. 이동방향에 따른 정확도 점수

각 이동비율이 정확도에 미치는 영향을 알아보기 위한 SNK 분석 결과, 기존 100% 이동비율과 300%, 500% 이동비율에서 정확도가 동일하게 가장 높았다. 반면, 900% 이동비율에서는 정확도가 가장 낮았다(<Figure 17>).

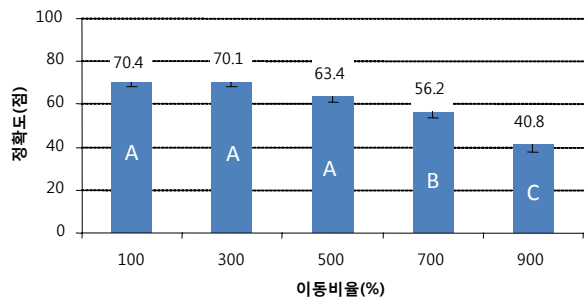


Figure 17. 이동비율에 따른 정확도 점수

4.6 용이성

용이성에 대한 분산분석을 수행한 결과, 이동비율($F(4,116) = 16.67, p < 0.0001$) 만이 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

각 이동비율이 용이성에 미치는 영향을 알아보기 위한 SNK 분석 결과, 기존 100% 이동비율과 900% 이동비율이 동일하게 가장 낮은 반면, FTND에 내장되어있는 이동비율 중 300%, 500%, 700% 이동비율에 대한 용이성이 동일하게 가장 높았다 (<Figure 18>).

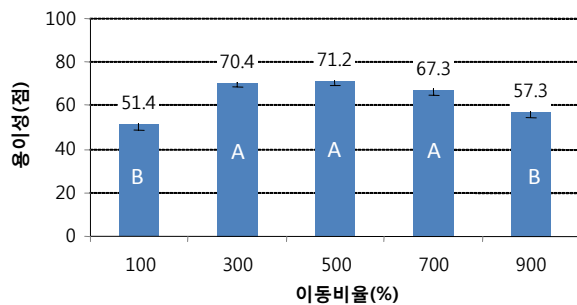


Figure 18. 이동비율에 따른 용이성 점수

5. 토 의

전반적으로 Push Viewpoint가 Push Background에 비해 수행완료 시간, 클릭 수, 이동거리, 정확도 측면에서 우수하였으며, 100% 이동비율 조건에서는 두 이동방향 간 수행완료시간과 클릭 수에서 차이가 없었다. 이동비율의 경우 300%, 500%, 700%가 전반적으로 가장 선호되었다. 위의 3가지 이동비율은 객관적 수행도인 수행완료시간, 클릭 수와 주관적 만족도인 전반적 만족도, 용이성, 정확성에서 다른 이동비율에 비해 우수하였다.

실험 결과를 바탕으로, 이동방향에 따른 사용성의 차이를 설명하기 위해 본 연구에서의 수행 작업을 표적대상(제시된 숫자버튼)이 시야창(화면)에 보이는지의 여부에 따라 크게 두 부분, “찾아가기 작업”과 “조정 작업”으로 나누었으며, 각 작업에 대해 아래와 같은 가설을 세웠다.

1) 가설 1: “찾아가기 작업”은 시야창에 보이지 않는 표적대상이 시야창에 나타나도록 정보공간을 이동하는 작업으로, 사용자는 정보공간을 고정된 대상으로 시야창을 움직이는 대상으로 인식하여, 표적대상이 있는 방향으로 시야창을 이동시키듯이 드래그하는 Push Viewpoint 방식을 더욱 친숙하게 느꼈을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 이를 “찾아가는 정신모형”으로 지칭하였다. “찾아가는 정신모형”은 표적대상의 대략적인 위치는 알고 있지만 보이지 않기 때문에 머릿속에 연상되는 웹페이지 구조를 바탕으로 현재지점에서 표적대상을 찾아가는 것으로 해석가능하다. 이러한 “찾아가는 정신모형”이 가장 일반적으로 사용되는 작업 중 하나는 스크롤바를 움직이는 작

업이다. 앞서 언급한 바와 같이 스크롤바의 경우 대상이 위치하는 방향으로 스크롤바를 움직여 대상을 찾아갈 수 있다. 한편, 스크롤바는 스크롤 길이가 짧으면 스크롤바 크기는 커지고 이동비율은 감소하며, 스크롤 길이가 길면 스크롤바 크기는 작아지고 이동비율은 증가하는 특징을 갖는다. 이는 Push Viewpoint의 100% 이동비율 뿐 아니라 다른 다양한 이동비율 조건과도 잘 부합된다.

2) 가설 2: “조정 작업”은 표적대상이 시야창에 나타난 후 표적대상을 시야창 중앙에 있는 십자기호에 위치시키는 작업으로, 사용자는 시야창을 고정된 대상으로 정보공간을 움직이는 대상으로 인식하여, 정보공간을 잡아끌어 표적대상을 십자기호 지점까지 가지고 오듯이 드래그하는 Push Background 방식을 더욱 친숙하게 여겼을 것이라 판단된다. 본 연구에서는 이를 “잡아끄는 정신모형”으로 지칭하였다. 이때, “잡아끄는 정신모형”은 종이 한 장을 책상 위에 두고 손가락으로 종이의 일정 부분을 누른 채 종이를 책상 여기저기로 이동시키는 작업으로 생각할 수 있다. 이동하는 동안 종이가 회전하지 않는다면 종이의 각 부분은 손가락의 이동방향 및 속도와 동일하게 움직이므로 본 연구의 실험조건 중 100% 이동비율, Push Background와 잘 부합되며, 이는 Johnson(1994)의 연구결과에 의해 증명된 바 있다. 그러나 300%, 500%, 700%, 900%와 같이 이동비율이 큰 경우 엄지손가락 이동거리와 정보공간의 이동거리의 차이가 커짐으로 “잡아끄는 정신모형”은 이 조건에 적용되기 힘들 것으로 보인다. 또한 이들 조건에 부합되는 사례는 현실에서 찾기 힘들다.

상기 가설 1, 2에 따르면, 100% 이동비율의 경우 찾아가기 작업의 “찾아가는 정신모형”은 Push Viewpoint와 일치함으로, Push Viewpoint가 더 빨랐으나, 조정 작업의 “잡아끄는 정신모형”은 Push Background와 일치함으로 Push Background가 더 빨랐기 때문에 서로의 효과가 상쇄되어 성능 차이가 나타나지 않은 것으로 보인다. 한편, 300%, 500%, 700%, 900% 이동비율의 경우, 찾아가기 작업은 기존 스크롤바와 잘 부합됨으로 Push Viewpoint가 갖는 비교 우위가 여전히 존재하지만, 조정 작업의 경우 빠른 이동비율로 인해 손가락으로 움직인 거리와 정보공간이 움직이는 거리가 일치하지 않아 “잡아끄는 정신모형”이 더 이상 적용되지 않는다. 따라서 Push Background는 조정 작업이 갖는 비교 우위를 상실하게 되며, 전반적으로 Push Viewpoint가 더 빨랐다고 해석할 수 있다. 그러나 이러한 해석은 가설을 바탕으로 한 것이므로 “찾기 작업”과 “조정 작업”을 구분한 추후 연구를 통하여 검증되어야 한다.

실험 중 촬영한 동영상을 분석한 결과, 100% 이동비율의 경우 모든 실험참여자들은 “찾아가기 작업”이 끝난 후 화면에서 손가락을 떼고 “조정 작업”을 위해 다시 화면을 터치하는 경향이 있었다. 반면 300%, 500%, 700%, 900% 이동비율의 경우 손가락을 거의 떼지 않고 표적대상을 선택하는 경향이 있었다. 100% 이동비율에서는 손가락을 떼고 다시 화면을 클릭하는데 까지 걸리는 시간공백으로 인하여 실험참여자가 “찾아가는 정

신모형”에서 “잡아끄는 정신모형”으로의 급격한 인지적 변화를 경험하였을 수 있다. 따라서 Push Viewpoint의 경우 찾아가기 작업에서의 수행은 좋았으나, 조정 작업에서 “잡아끄는 정신모형”이 우세함으로 수행완료시간 및 클릭 수가 증가한 것으로 보인다. 반면 Push Viewpoint에서 300%, 500%, 700%, 900% 이동비율의 경우, 찾아가는 작업과 조정 작업 사이에 시간공백이 거의 없기 때문에, 찾아가기 작업에 사용된 “찾아가는 정신모형”이 “조정 작업”에까지 그대로 이어진 것으로 보인다. 따라서 찾아가기 작업에서 Push Viewpoint가 갖는 비교우위는 여전히 존재하며, 조정 작업에서도 “잡아끄는 정신모형”으로 인한 혼란이 줄어들므로 Push Viewpoint가 Push Background 보다 좋은 수행을 보인 것으로 판단된다.

또한, 컴퓨터를 자주 사용하는 실험참여자의 경험은 Push Viewpoint를 더욱 효율적으로 만들었을 가능성이 있다. 본 연구의 실험참여자는 20대 대학생 및 대학원생으로 컴퓨터 운영체제 또는 웹사이트에서 정보공간을 이동할 때 사용되는 스크롤바 조작에 익숙하다. 따라서 실험참여자는 스크롤바와 정보이동방향이 동일한 Push Viewpoint를 익숙하게 느껴 작업을 더욱 효율적으로 수행했을 것으로 판단된다. 반면, Push Background 조건에서는 오히려 스크롤바를 사용한 이전 경험이 Push Background에서 정보공간이 이동하는 방향과 충돌을 일으켜 작업 수행을 떨어뜨린 것으로 해석할 수 있다.

한편, 100%에서 Push Viewpoint와 Push Background가 객관적 수행도인 수행완료시간 및 클릭 수와 주관적 만족도에서 유의한 차이가 없다는 본 연구의 결과는 Push Viewpoint가 더욱 효율적이라고 평가된 Bury *et al.*(1982)의 연구결과와 Push Background가 더욱 효율적이라고 평가된 Johnson(1994)의 연구결과 모두와 상이하다. 이는 수행 작업의 차이에서 야기된 것이라 판단된다. 본 연구의 수행 작업은 앞서 언급한 바와 같이, 찾아가기 작업과 조정 작업을 모두 포함하기 때문에 작업 중 정신모형의 변화가 이루어져 작업에 따른 방향의 비교우위가 잘 드러나지 않았다고 판단된다. 반면, Bury의 작업은 “찾아가기 작업”을 주로 다루고 있어 “찾아가는 정신모형”이 우세하게 작용함에 따라 Push Viewpoint가 더욱 효율적이었으며, Johnson(1994)의 수행 작업은 “조정 작업”을 주로 다루고 있어 “잡아끄는 정신모형”이 우세하게 작용함에 따라 Push Background가 더욱 효율적이었던 것으로 판단된다. 이는 추후 연구를 통해 검증할 예정이다.

본 연구결과, 웹사이트에서 원하는 정보를 찾는 화면이동작업의 경우 300%, 500%, 700% 이동비율이 객관적 수행도인 수행완료시간, 클릭 수와 주관적 만족도인 전반적 만족도, 용이성, 정확도에서 가장 효율적인 것으로 나타났다. 비록 객관적 수행도 중 이동거리의 경우 300%, 500%, 700%가 100%에 비해 더 많은 이동거리를 움직인 것으로 나타났으나, 이는 이동의 편리성으로 인해 사용자가 보다 자유롭게 화면이동작업을 수행함으로써 비롯된 것이라 판단된다. 한편, 100%를 제외한 나머지 조건 중 900%에서 수행완료시간이 가장 느렸으며, 전반

적 만족도, 정확도, 용이성에서 가장 낮게 평가되었다. 동영상 분석 결과 빠른 이동비율은 찾아가는 작업에서는 효율적이었으나, 세밀한 조정이 필요한 조정 작업에서는 오히려 방해요인으로 작용하였다. 한편, 실험참여자는 실험 종료 후 인터뷰에서 100%의 이동비율의 경우, 이동 속도가 너무 느려 답답하다고 응답하였으며, 특히 시야장에서 멀리 떨어져 있는 정보를 검색할 경우, 빈번한 드래그 작업으로 인하여 손가락의 물리적 피로도가 높다고 응답하였다. 반면, 300%, 500%, 700%를 사용할 경우 낮은 빈도로 드래그를 하기 때문에 화면 이동작업에 대한 물리적 피로도가 줄어들어 편리하다고 응답하였다.

휴대단말기를 사용하는 사용자는 한 손으로 물건을 들거나, 문을 여는 등의 작업을 수행하면서 다른 한 손으로 기기를 조작해야 하는 경우가 빈번히 발생(Kristoffersen, *et al.*, 1999)하므로 한 손을 이용한 조작을 선호한다(Karlson, 2008). 그러나 대부분의 터치스크린을 기반으로 한 휴대단말기는 한 손만을 사용하여 정보공간을 이동시키기 어려운 실정이며 이와 관련한 연구 또한 많지 않다. 실험과정을 녹화한 동영상 분석결과, 대부분의 실험참여자들은 큰 이동비율에서 비교적 손가락이 잘 닿는 PDA 화면의 우측하단을 주로 사용하여 빠르고 효과적으로 정보공간을 이동하였다. 한편, FTND는 한손을 사용한 화면이동을 보다 효과적으로 돕는 방식이지만, 양 손 사용 또는 스타일러스펜 사용과 같은 다양한 상황에 적용되어 화면이동작업의 사용성을 향상시킬 수 있다. 특히, 스타일러스펜은 휴대단말기에서 높은 빈도로 사용되고 있으므로 이를 고려한 후속연구가 필요하다. 엄지손가락의 경우 화면에 닿는 면적이 넓으며, 정밀한 조작능력 또한 떨어진다는 점을 감안할 때, 스타일러스펜 사용 시 더 큰 이동비율이 효과적일 수 있다.

6. 결론

본 연구는 FTND라는 새로운 화면이동방법을 제시하였으며, 정보공간의 이동비율과 이동방향이 화면이동작업의 사용성에 영향을 미친다는 것을 밝혔다. 연구 결과 300%, 500%, 700% 이동비율, Push Viewpoint가 화면이동작업 수행 시 가장 효율적인 것으로 나타났다. 특히, 이동비율을 증가시킴으로써 현 휴대단말기에서 쓰이는 100% 이동비율의 탭앤드래그의 사용성을 향상시켰으며, 이를 통해 한 손을 이용한 화면이동작업을 효율성을 높였다. 또한 본 연구는 웹브라우저 작업을 “찾기 작업”과 “조정 작업”으로 구분하여, 각각을 “찾아가는 정신모형”과 “잡아끄는 정신모형” 가설 하에서 드래그 대비 정보공간의 이동방향이 사용성에 미치는 영향에 대하여 해석하였다는 의의를 갖는다. 그러나 본 해석은 실험 결과 및 기존 연구를 바탕으로 한 가설에 근거한 것이므로 추후연구를 통한 검증이 필요하다. 한편 본 연구의 작업은 웹사이트에서 이루어지는 다양한 작업들, 텍스트 읽기, 이미지 보기 등을 포함하지 않으므로 본 연구의 정량적인 결과를 그대로 휴대단말기 설계에 반

영할 수는 없다. 따라서 기술적으로 문제가 되지 않는 한, 본 연구에서 제시한 모든 방향과 모든 이동비용을 제공하여 사용자가 각 작업 성격 및 자신의 기호에 맞는 방식을 손쉽게 선택할 수 있도록 할 것을 제안한다.

참고문헌

- Baudisch, P., Xie, X., Wang, C., and Ma, W. (2004), Collapse-to-zoom: viewing web pages on small screen devices by interactively removing irrelevant content, *Proceedings of the 17th annual ACM symposium on User interface Software and Technology*, 91-94.
- Buchanan, G., Jones, M., and Marsden, G. (2002), Exploring small screen digital library access with the Greenstone Digital Library, *Proceedings of the 6th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries*, 583-596.
- Burigat, S., Chittaro, L., and Gabrielli, S. (2007), Navigation techniques for small-screen devices: an evaluation on maps and web pages, *International Journal of Human-Computer Studies*, 78-97.
- Bury, K. F., Boyle, J. M., Every, R. J., and Neal, A. S. (1982), Windowing VS. Scrolling on a Visual Display Terminal, *Proceedings of Conference on Human Factors in Computer System*, 41-44.
- Buyukkotken, O., Garcia-Molinan, H., Paepcke, A., and Winograd, T. (2000), PowerBrowser: efficient web browsing for PDAs, *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems*, 430-437.
- Fallman, D., Lund, A., and Wiberg, M. (2004), Scrollpad: tangible scrolling with mobile devices, *Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, track 9, 90286.3.
- Eslambolchilar, P., Williamson, J., and Murray-Smith, R. (2004), Multimodal Feedback for Tilt Controlled Speed Dependent Automatic Zooming, *Proceeding of Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*.
- Gutwin, C. and Fedak, C. (2004), Interfacing with big interfaces on small screens: a comparison of fisheye, zoom, and panning techniques, *Proceedings of the Conference on Graphics Interface*, 145-152.
- Harrison, B. L., Fishkin, K. P., Gujar, A., Mochon, C., and Want, R. (1998), Squeeze Me, Hold Me, Tilt Me! An Exploration of Manipulative User Interfaces, *Proceeding of the Conference on Human Factors in Computing Systems*, 17-24.
- Jones, M., Buchanan, G., and Mohd-Nasir, N. (1999a), Evaluation of WebTwig: a site outliner for handheld web access, *Proceedings of the International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*, 343-345.
- Jones, M., Mohd-Nasir, N., and Boone, K. (1999b), Improving web interaction on small displays, *Proceedings of the 8th World Wide Web Conference*, 1129-1137.
- Jones, M., Buchanan, G. and Thimbleby, H. (2003), Improving web search on small screen devices, *Interacting with Computers*, 15(4), 479-495.
- Jones, S., Jones, M. and Deo, S. (2004), Using keyphrases as search result surrogates on small screen devices, *Personal and Ubiquitous computing*, 8(1), 55-68.
- Johnson, J. A. (1994), A comparison of user interfaces for panning on a touch-controlled display, *Proceeding of the Conference on Human Factors in Computing Systems*, 218-225.
- Jonsson, I., Nass, C., and Kwan, M. (2004), Mixing personal computer and handheld interfaces and devices: effects on perceptions and attitudes, *International Journal Of Human-Computer Studies*, 61(1), 71-83.
- Karlson, A. K. and Bederson, B. (2007), ThumbSpace: Generalized One-Handed Input for Touchscreen-Based Mobile Devices, *Proceedings of Interact '07*, 324-338.
- Karlson, A. K., Bederson, B.B., and Cotreras-Vidal, J. L. (2006), Understanding Single-Handed Mobile Device Interaction. *Technical report HCIL-2006-02*, Computer Science Dept, University of Maryland.
- Kawachiya, K. and Ishikawa, H. (1998), NaviPoint: a ninput device for mobile in formle in browsing, *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-8.
- Kristoffersen, S. and Ljungberg, F. (1999), "Making place" to make IT work, *Proceeding of the international ACM SIGGROUP conference on supporting group work*, 276-285.
- Lam, H. and Baudisch, P. (2005), Summary thumbnails: readable overviews for small screen web browsers, *Proceedings of the Conference on Human factors in computing systems*, 681-690.
- Mackay, B., Watters, C. R. and Duffy, J. (2004), Web Page Transformation When Switching Devices, *Proceedings of the 6th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, 228-239.
- Mackay, B., Dearman, D., Inkpen, K. and Watters, C. (2005), Walk'n scroll: a comparison of software-based navigation techniques for different levels of mobility, *Proceedings of the 7th international conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, 183-190.
- Milic-Frayling, N., Sommerer, R., Rodden, K. and Blackwell, A. (2002), Smart-view and search mobile: providing overview and detail in handheld browsing, *In Mobile HCI Workshop on Mobile and Ubiquitous Information Access*, 158-171.
- Zhai, S., Smith, B., Selker, T. (1997), Improving Browsing Performance: A study of four input devices for scrolling and pointing tasks, *Proceedings of the IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction*, 286-293.

**최은정**

이화여자대학교 심리학과 학사
 포항공과대학교 산업경영공학과 석사
 포항공과대학교 산업경영공학과 박사과정
 관심분야 : UI, UD

**권성혁**

포항공과대학교 신소재공학과 학사
 ICU Radio Resource Management 석사
 포항공과대학교 산업경영공학과 통합과정
 관심분야 : UI, UD

**정민근**

서울대학교 산업공학과 학사
 University of Michigan 산업공학과 석사
 University of Michigan 산업공학과 박사
 포항공과대학교 산업경영공학과 교수
 관심분야 : UD, 인체역학, 응용 통계 및 실험
 계획