



Comparison of Tilting, Jumping, and Accelerated Mouse as New Mouse Interactions for Wide Display

Suyeon Kang¹, Huhn Kim^{2*}

¹Department of Design and Engineering, Graduate School of Nano IT Design Fusion, Seoul National University of Science & Technology, Seoul, Korea

²Department of Mechanical System Design Engineering, Seoul National University of Science & Technology, Seoul, Korea

Abstract

Background Although the wider display than in the past has increased the amount of space the cursor can move, the interaction of mouse manipulation and cursor movement remains unchanged. Therefore, when pointing to a target on a wide display, users must move the mouse more and move the cursor for longer. To improve this, we propose the new mouse interactions that can move the cursor quickly with only a few mouse manipulations in a wide display environment.

Methods The proposed interactions are that the cursor jumps rapidly to the center of an adjacent window in the display, depending on the slope of the mouse (tilting mouse), the speed at which the cursor moves (accelerated mouse), or the operation at which the mouse is lifted (jumping mouse). Then we implemented the prototypes of the proposed three mouse interactions and performed an experiment to compare with the general mouse. Participants performed the task of clicking the target in the wide display as fast as possible using four kinds of mouse in arbitrary order.

Results Experimental result showed that the accelerated mouse showed the best results in all aspects such as task completion time, cursor movement speed, and subjective satisfaction. The accelerated mouse was an interaction that jumps the cursor to the center of the window closest to the movement direction when the cursor accelerated is faster than a certain value. This seems to be due to the fact that the accelerated mouse is easier and more natural to perform the movement of the cursor than the tilting or jumping mouse.

Conclusions Accelerated mouse can be used widely for wide display in the future because it can be implemented without any additional hardware while using the general mouse operation is still used.

Keywords Wide Display, Accelerated Mouse, Tilting Mouse, Jumping Mouse, Cursor Jump

This work has been conducted with the support of the “Project for Nurturing Advanced Design Professionals” initiated by the Ministry of Trade, Industry and Energy of the Republic of Korea, and was published based on Master’s thesis of first author in Seoultech 2019.

*Corresponding author: : Huhn Kim (huhnkim@seoultech.ac.kr)

Citation: Kang, S., & Kim, H. (2019). Comparison of Tilting, Jumping, and Accelerated Mouse as New Mouse Interactions for Wide Display. *Archives of Design Research*, 32(3), 89-101.

<http://dx.doi.org/10.15187/adr.2019.08.32.3.89>

Received : Mar. 20. 2019 ; **Reviewed :** Jun. 14. 2019 ; **Accepted :** Jun. 14. 2019

pISSN 1226-8046 **eISSN** 2288-2987

Copyright : 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 educational and non-commercial use, provided the original work is properly cited.

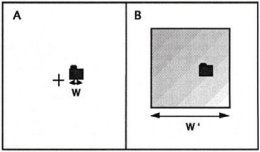
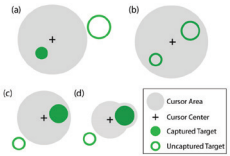
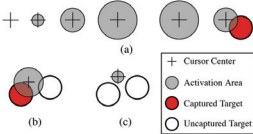


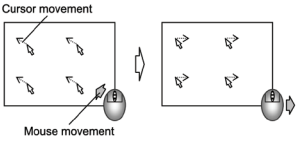
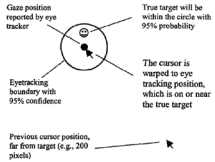
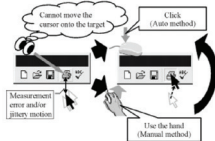
1. 연구의 배경 및 목적

최근 TV와 컴퓨터 모니터 등의 주요 디스플레이 크기가 점점 더 커지고 있는 추세이다. 특히, 컴퓨터 모니터의 주요 제조업체에서는 40인치 이상의 대형 모니터를 출시하고 있으며, 대부분의 대형 모니터는 가로로 더 긴 와이드 형태를 띠고 있다. 또한, 로버트슨, 체르윈스키, 보디쉬, 마이어스, 로빈스, 스미스, 그리고 탄(Robertson, Czerwinski, Baudisch, Meyers, Robbins, Smith & Tan, 2005)에 의하면, 모니터를 다중으로 사용하는 멀티 디스플레이 사용 환경도 계속 증가하고 있다. 이는 사용자들이 실질적으로 사용하는 스크린 공간이 과거에 비해 확장되고 있음을 의미한다. 이렇게 확장된 스크린 공간 속에서 사용자들은 주로 여러 창을 띄워놓고 작업하는데, 여러 창을 넘나들며 마우스를 이동하고 클릭할 때 커서의 이동거리가 길어짐에 따라 불편함을 겪을 수 있다. 이는 유, 시, 발라리쉬난, 멩, 수오, 팬, 그리고 진(Yu, Shi, Balakrishnan, Meng, Suo, Fan & Qin, 2010)이 언급한 바와 같이 스크린 공간이 넓어진 만큼 커서가 이동할 수 있는 거리도 증가하고, 그에 비례하여 사용자들에게는 더 긴 거리의 마우스 조작 움직임이 요구되기 때문이다.

기존에도 마우스 조작에 따른 타겟 포인팅(Target pointing) 방식을 개선하고자 하는 많은 노력들이 있었다(Table 1). 주로 기존 연구들은 타겟의 크기가 작을수록, 그리고 타겟까지의 이동거리가 멀수록 이동시간이 길어진다는 피츠의 법칙(Fitt's Law, 1954)에 기초하여 포인팅 성능을 향상시키고자 하였다. 커바쉬와 벅스틴(Kabbash, Buxton, 1995), 그로스먼과 발라리쉬난(Grossman, Balakrishnan, 2005), 그리고 올리비에, 장바티스트, 에마누엘(Oliver, Jean-Baptiste, Emmanuel, 2009)은 커서 주위의 일정 영역 안에 타겟이 근접하면 타겟이 선택되는 방식의 타겟 포인팅 방식을 제안하였다. 한편, 시게모리, 이리에, 쿠라모토, 시부야, 츠지노(Shigemori, Iri, Kuramoto, Shibuya, Tsujune, 2006), 고바야시와 이가라시(Kobayashi, Igarashi, 2008), 그리고 맥가핀, 발라리쉬난(McGuffin, Balakrishnan, 2002)은 이동 방향으로 가장 가까운 타겟이 선택되거나, 여러 개의 커서가 이동하거나, 커서에 가장 근접한 개체의 크기를 확대하는 등의 새로운 커서 이동을 제안하였다. 이렇게 다양한 커서 이동방식에 관한 연구가 진행되었음에도 최근의 대형 디스플레이 환경에 적합한 커서 이동에 관한 연구는 없었다.

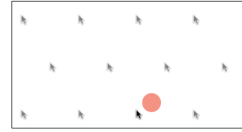
한편, 커서의 빠른 이동을 지원하기 위해 별도의 하드웨어를 이용하여 기존의 마우스를 보완하고자 한 연구들도 진행되었다(Table 1). 자이, 모리모토, 그리고 이드(Zhai, Morimoto, Ihde, 1999), 야마토, 몬든, 마쓰모토, 이노우에, 그리고 토리이(Yamato, Monden, Matsumoto, Inoue, Torii, 2001), 그리고 야마나카, 쿠리하라, 미야시타(Yamanaka, Kurihara, Miyashita, 2012)는 시선추적 장치를 이용하여 사용자의 시선을 추적함으로써 기존의 마우스 커서 이동방식을 보완하고자 하였으며, 맥칼럼과 이란(McCallum, Irani, 2009)은 터치패드를 이용하여 패드를 두드리면 화면 속 커서가 대응되는 위치로 이동하는 방식을 제안했다. 하지만 이러한 방식들은 사용자가 별도 장비를 구매해야 한다는 부담과 센서의 정확도가 떨어진다는 한계가 있으며, 이미 마우스라는 사용자들에게 익숙하고 편리한 기존 조작방식을 대체하기에는 부족하였다. 따라서 본 연구에서는 대형 디스플레이에서 최소한의 마우스 조작으로 커서를 빠르게 이동시킬 수 있는 마우스 조작방법과 커서 이동방식을 제안하고, 실험을 통하여 검증하고자 하였다.

Table 1 Various cursor moving methods

커서 이동방식	커서를 이동시키는 방법	이동 과정
Area Cursor (Kabbash, P. & Buxton, W. A., 1995)	커서 주위 일정 영역 안에 타겟이 들어있으면 선택됨	
Bubble Cursor (Grossman, T. & Balakrishnan, R., 2005)	Area cursor가 개선된 방식. 커서 중심에서 가장 가까운 타겟이 선택 되도록 주위 영역을 동적으로 변화시킴	
Dyna-Spot (Olivier, C. et al., 2009)	Bubble cursor를 개선한 방식. 커서의 이동 속도가 빠르면 커서 주위 영역의 크기가 동적으로 더 커짐	
Amoeba Cursor (重森晴樹 et al., 2006)	커서의 이동방향으로 가장 가까운 타겟이 선택됨	
Diodon Cursor (重森晴樹 et al., 2006)	과거의 클릭 빈도를 이용하여 빈도가 높은 타겟일수록 선택을 도와줌	
Ninja Cursor (Kobayashi, M. & Igarashi, T., 2008)	커서를 화면에 여러 개 위치시켜 커서가 다중으로 이동함	
MAGIC Pointing (Zhai, S. et al., 1999)	시선이 향한 영역의 중심으로 커서 이동. 타겟 선택과 커서의 세밀한 이동은 마우스 이용 (시선추적장치 이용)	
Semi-AUTO (Yamato, M. et al., 2001)	시선으로 커서를 이동시키며 마우스 버튼을 클릭하면 가장 가까운 타겟이 선택됨 (시선추적장치 이용)	

Rake Cursor
(Blanch, R. et al., 2009)

커서가 여러 개 배치되어 있으며 시선과 가장 가까운 커서가 활성화됨 (시선추적장치 이용)



주시 되지 않은 곳의 커서 이동속도 가속화
(山中祥太 et al., 2012)

시선추적장치를 사용하여 주시 되지 않은 곳에서 마우스를 움직일 시 커서 이동속도를 빠르게 조절함 (시선추적장치 이용)



2. 와이드 디스플레이에 적합한 마우스 인터랙션 제안

본 연구에서는 톨팅 마우스, 점핑 마우스, 가속 마우스라는 세 가지 마우스 조작방식과 각 조작에 따른 디스플레이상의 커서 이동방식을 제안하였다. 본 연구에서 제안한 세 종류의 마우스 인터랙션은 Table 2에서 보여주고 있다. 짧은 거리의 커서 이동 시에는 사용자가 기존 마우스와 동일하게 조작하면 커서는 기존과 동일하게 연속적으로 이동한다. 하지만 먼 거리의 커서 이동이 필요한 경우, 사용자가 마우스를 기울이거나 (톨팅 마우스), 들어서 옮기거나(점핑 마우스), 또는 빠르게 가속하여 움직이는(가속 마우스) 제스처를 취하면 커서의 이동 방향으로 가장 가까이 있는 창의 중심으로 커서가 점프하는 방식이다. 이는 세밀한 커서 조작에는 기존의 마우스 조작을 그대로 사용하고, 장거리 커서 이동이 필요한 경우에만 새로운 마우스 조작 제스처를 사용하게 하여 새로운 조작방법에 대한 거부감을 최소화시켜준다.

Table 2 New mouse interactions proposed in this study

타깃까지의 거리	커서 이동방식	마우스 조작방식
(짧은 거리) 단거리	기존 커서 이동방식과 동일	기존 일반 마우스 조작방법과 동일
(먼 거리) 장거리	커서 창간 점프 (이동방향으로 현 커서 위치에서 가장 근접한 창의 중심으로 커서이동)	기울이기 (톨팅 마우스) 들어 옮기기 (점핑 마우스) 빠르게 움직이기 (가속 마우스)

2. 1. 커서 이동방식

앞서 설명하였듯이 장거리 이동을 위한 새로운 마우스 제스처 조작이 일어날 경우 화면 속 커서는 Figure 1과 같이 이동한다. 여러 창이 띄워져 있을 경우, 현재 커서 위치에서 마우스 조작이 일어난 방향으로 가장 인접한 창의 중심으로 커서가 이동하는 방식이다. 이는 사용자들이 대형 디스플레이와 다중 디스플레이에서 여러 창을 띄워놓고 작업하는 멀티태스킹 환경을 고려한 것이다. 이러한 방식은 창과 창 기준으로 커서가 이동하기 때문에 멀티태스킹 상황에서 사용자들이 원하는 창으로 커서를 빠르게 이동시키고자 할 때 용이할 것이다.

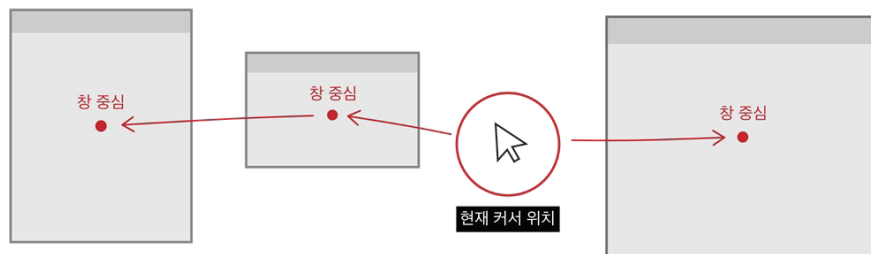


Figure 1 Cursor movement between windows

2. 2. 마우스의 조작방식

2. 2. 1. 틸팅 마우스 (Tilting mouse)

틸팅 마우스는 Figure 2와 같이 사용자가 마우스를 좌측 혹은 우측으로 기울일 때, 마우스의 기울어진 각도 θ 가 일정 값 이상이면 마우스를 기울인 방향으로 화면 속 커서를 창간으로 이동시키는 방식이다. 이 때, 두 개의 창을 건너기 위해서는 두 번의 연속된 기울이는 동작이 필요하다.

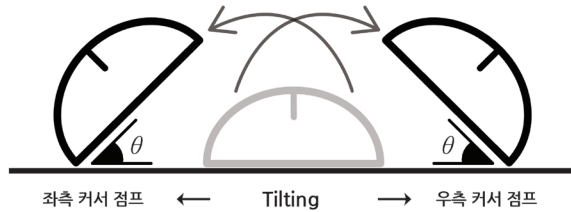


Figure 2 Manipulation of tilting mouse (θ : 마우스를 기울인 각도)

2. 2. 2. 점핑 마우스 (Jumping mouse)

점핑 마우스는 Figure 3과 같이 사용자가 커서를 이동시키길 원하는 방향으로 마우스를 들어 올릴 때, 높이 h 와 이동거리 d 가 동시에 일정 값 이상이면 커서를 해당 방향으로 창간 이동시켜주는 방식이다. 이 때, 두 개의 창을 연이어 건너기 위해서는 두 번의 연속된 점핑 동작이 필요하다.

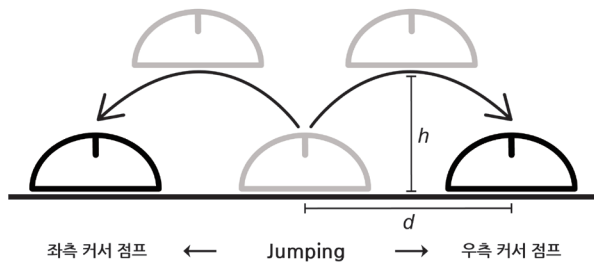


Figure 3 Manipulation of jumping mouse (h : 점프 높이, d : 점프이동거리)

2. 2. 3. 가속 마우스 (Accelerated mouse)

가속 마우스는 Figure 4와 같이 커서의 단위시간 당 이동속도(= 커서이동거리/단위시간)를 측정하여 마우스가 움직이는 가속도 a 가 일정 값 이상이면, 마우스가 움직인 방향으로 커서를 창간 이동시켜주는 방식이다. 가속 마우스의 경우에도 두 개의 창을 연속 점프하기 위해서는 두 번의 연속된 가속 동작이 필요하다.



Figure 4 Manipulation of accelerated mouse (a : 가속도)

3. 실험

3. 1. 실험 목적

본 연구에서는 앞서 제시한 세 종류의 새로운 마우스 인터랙션인 틸팅 마우스, 점핑 마우스, 가속 마우스와 기존의 일반 마우스 조작방법을 와이드 디스플레이 환경에서 비교함으로써 그 유용성을 검증하고자 하였다.

3. 2. 실험 환경 및 시스템

실험 환경은 극단적인 와이드 디스플레이 환경을 구축하기 위해 Figure 5와 같이 삼성 커브드 49인치 모니터 2개(모델명 CJ49J890; 해상도 $3840 \times 1080 \times 2$ 대= 7680×1080)를 가로로 이어 붙여 사용하였다.



Figure 5 Experiment environment

실험 시스템은 새로운 조작방법이 가능하도록 센서를 포함한 마우스 하드웨어와 마우스 손조작에 따라 디스플레이상에서 커서를 창과 창 사이로 점프시켜주는 소프트웨어로 구성하였다. 마우스의 기울기(θ), 마우스의 들어진 높이(h)와 이동거리(d) 정보를 얻기 위해 6축 모션센서인 MPU-6050을 아두이노 우노(Arduino-Uno)와 함께 사용하였으며, Figure 6과 같이 로지텍 코리아의 USB 유선 광마우스(B100) 안쪽에 모션센서를 설치하여 하드웨어를 구현하였다. 실험 소프트웨어의 구현에는 Processing 언어를 이용하였다. Table 3은 세 가지 마우스 조작방법 각각의 창간 커서점프를 위한 파라미터(parameter)와 기준 값들을 보여준다. 각 마우스별 파라미터의 최적 기준 값은 다양한 값으로 마우스를 구현한 후 다섯 명의 참여자에게 반복적으로 정성적인 평가를 수행하는 등의 시행착오를 거쳐 결정하였다.



Figure 6 Installation of MPU-6050 sensor

Table 3 Required values and measurement methods for implementing each mouse control

조작방법	창간 커서 점프를 위한 파라미터 및 기준 값	해당 센서값 또는 변수값
틸팅 마우스	마우스의 기울기(θ) $\geq 10^\circ$	MPU-6050의 y_gyr 변화량 (자이로센서의 y축 변화량)
점핑 마우스	마우스가 들어진 높이(h) $\geq 0.5\text{cm}$	MPU-6050의 z_fill 변화량 (자이로와 가속도센서 데이터를 보정한 z축 변화량)
	마우스가 옮겨진 거리(d) $\geq 0.5\text{cm}$	MPU-6050의 x_gyr 변화량 (자이로센서의 x축 변화량)
가속 마우스	커서의 가속도(a) $\geq 0.277\text{px/ms}^2$ 커서이동픽셀(px) / 단위시간 ² (milliseconds ²)	초당 30회 호출되는 Processing의 draw() 함수 속에서 이전 마우스 위치 대비 250픽셀 이상 커서 이동 시에 해당하는 속도

실험 소프트웨어는 Figure 7과 같이 사용자들이 여러 창을 띄워놓고 작업하는 멀티태스킹 상황을 메타포로 하여 디자인하였다. 한 디스플레이를 3개의 균등한 영역으로 나누어 총 6개의 영역으로 구분하였으며, 하나의 영역에는 하나의 창만 나타나도록 하였다. 창의 개수는 1개, 3개, 5개까지 나타나며, 창의 크기는 250×350, 250×150, 300×400 중 하나로 무작위로 나타나도록 하였다. 이러한 창의 크기는 사용자들이 평소에 멀티태스킹 작업 시 사용하는 창 크기의 비율을 고려하여 선정하였다. 이렇게 생성된 창 중 임의의 한 창에만 원 모양의 타겟이 나타난다.

Figure 8은 태스크 수행 동안 실험 소프트웨어에 의해 자동으로 기록되는 데이터를 보여주고 있다. 현재 커서의 위치에서 타겟까지의 거리, 타겟이 들어있는 창에 커서가 진입한 시간, 타겟을 클릭할 때까지 걸린 시간, 그리고 타겟이 아닌 곳을 클릭한 오류횟수 등이 자동으로 기록된다. 한편, 타겟까지의 거리를 커서가 창에 진입할 때까지 걸린 시간으로 나누어 이동속도를 계산하였다.

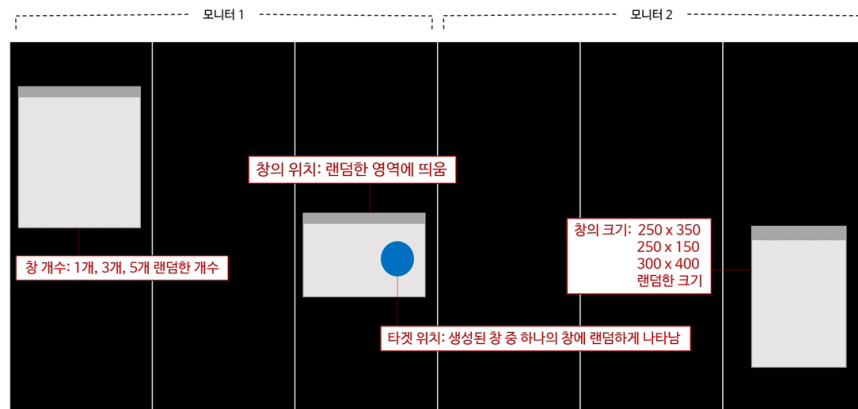


Figure 7 Experiment conditions

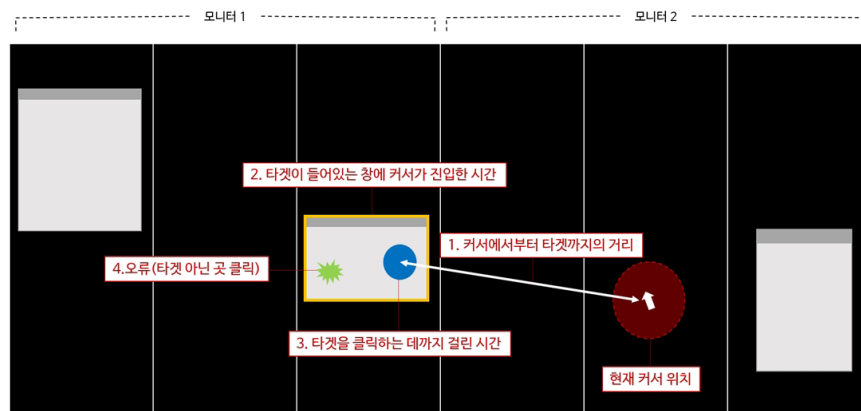


Figure 8 Experiment task and performance measures

3. 3. 실험 참여자

실험에는 평균 26.4세의 20~30대 남녀 30명(남: 16명, 여: 14명)이 참여하였다. 모든 실험 참여자들은 대학생 또는 대학원생으로서 평소에 컴퓨터와 마우스를 빈번하게 사용하는 사람들이었다.

3. 4. 실험 태스크 및 절차

실험 참여자는 네 종류의 마우스(일반, 틸팅, 점핑, 가속) 중 하나를 사용하여 여러 창들(1개, 3개, 5개) 중 하나의 창 안에 있는 원 모양의 타겟을 가능한 빨리 클릭하는 태스크를 수행하였다. 실험 참여자마다 네 가지 마우스의 수행 순서와 창 개수의 선택은 무작위로 결정되었다. 이 때, 태스크 시작 전 커서의 최초 위치에서 타겟의 위치까지의 거리를 자동으로 계산하여 3840 픽셀(디스플레이의 가로 해상도)보다 큰 경우와 작은 경우로 구분(장거리, 단거리)하여 이동 거리에 따른 효과를 살펴보고자 하였다.

실험 참여자들은 새로운 마우스 인터랙션과 실험 시스템에 대한 설명을 들은 후 3분의 연습시간을 가졌다. 연습 후 실험 참여자들은 임의의 순서로 서로 다른 마우스를 사용하여 타겟을 선택하는 태스크를 30번씩 3회 반복 수행하였다. 이렇게 각 마우스 당 3회씩 반복 수행한 이유는 각 조작방식에 대해 충분한 학습이 된 후의 수행도를 비교하기 위해서였다(4종류 마우스 × 30번 타겟 클릭 × 3회 반복 = 총 360개 타겟 클릭). 실험 참여자들은 각 마우스에 대한 실험이 끝날 때마다 해당 마우스 조작방법에 대한 주관적 평가(학습용이성, 사용편의성, 유용성, 만족도)를 7점 척도로 진행하였으며, 2분의 휴식 후 다음 마우스 조작 태스크를 수행하였다.

4. 실험 결과

4. 1. 태스크 완료시간

실험참여자가 태스크 수행 시 타겟이 들어있는 창에 커서가 진입할 때까지 걸린 시간과 타겟 클릭까지의 태스크 완료 시간이 자동으로 기록되었는데, 두 데이터의 분석결과가 크게 다르지 않았으므로 여기서는 태스크 완료시간만 기술하고자 한다. 태스크 완료시간은 가속, 일반, 점핑, 그리고 틸팅 마우스 순으로 빨랐다(Figure 9, Table 4). 점핑과 틸팅 마우스는 일반 마우스나 가속 마우스와는 달리 커서를 창간으로 이동시키기 위한 동작의 정확성을 필요로 하여 자연스럽게 짧았기 때문으로 보인다. 한편, 활성화 된 창의 개수가 많을수록 태스크 완료 시간이 길었으며(창의 개수: 1개 1.297초, 3개 1.569초, 5개 1.723초), 타겟까지의 거리가 멀수록 태스크 완료 시간이 길었다(장거리: 1.914초, 단거리: 1.407초).

또한, Table 4에서 보여주듯이 마우스와 창의 개수, 마우스와 이동거리 사이에 유의한 상호작용이 존재하였다. 특히, Figure 10을 보면 가속 마우스는 창의 개수에 상관없이 태스크 완료시간이 가장 짧았으며, 점핑이나 틸팅 마우스는 창의 개수가 3 또는 5개 일 때는 일반 마우스보다도 완료시간이 길어졌음을 알 수 있다. 또한, Figure 10의 우측 상호작용도를 보면 장거리 커서이동 시에 가속 마우스의 효과가 다른 마우스에 비해 더 커짐을 알 수 있다. 이는 디스플레이의 크기가 가로로 더 길수록 가속 마우스가 더 유용함을 의미한다.

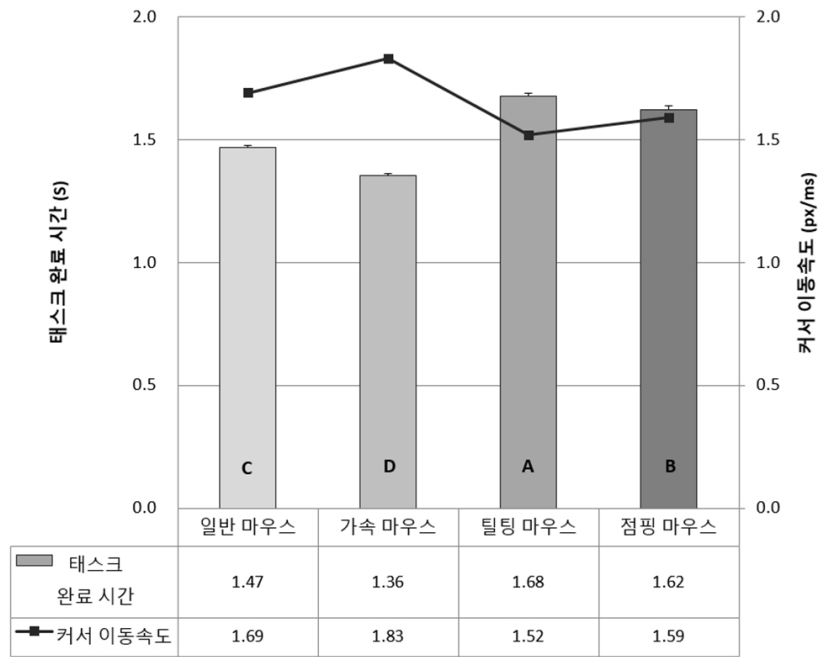


Figure 9 Task completion time and moving speed for each mouse manipulation (The use of the same alphabetic characters indicates that there was no significant difference when $\alpha=0.05$ according to Turkey test)

Table 4 Summarized ANOVA table for task completion time, moving speed, and number of errors

인자	자유도	태스크 완료시간		커서 이동속도		오류횟수	
		F-값	P-값	F-값	P-값	F-값	P-값
마우스	3	228.22	0.000	92.77	0.000	1.72	0.161
창의개수	2	704.00	0.000	524.99	0.000	5.33	0.005
이동거리	1	1741.00	0.000	8853.27	0.000	3.68	0.055
마우스 × 창의개수	6	67.45	0.000	31.19	0.000	0.68	0.668
마우스 × 이동거리	3	34.52	0.000	27.52	0.000	3.76	0.010
창의개수 × 이동거리	2	146.31	0.000	212.21	0.000	1.09	0.336
오차	10692						
총계	10709						

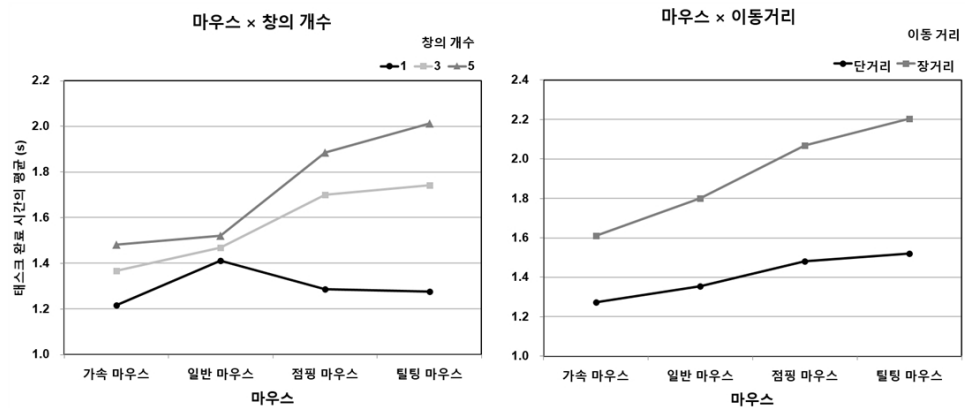


Figure 10 Interaction effects for task completion time

4. 2. 커서 이동속도

커서의 이동속도는 가속, 일반, 점핑, 그리고 틸팅 마우스의 순으로 빨랐다(Figure 9, Table 4). 커서의 평균 이동속도가 빠를수록 태스크 완료시간이 짧았는데, 가속 마우스만이 일반 마우스보다 이동속도가 빨랐다. 한편, 창이 많을수록 이동속도가 느려졌으며(창의 개수: 1개 1.92pixels/ms, 3개 1.60pixels/ms, 5개 1.45pixels/ms), 이동거리가 멀수록 속도가 빨랐다.(장거리:2.9380pixels/ms, 단거리:1.2512pixels/ms).

Table 4에서 보여주듯이 커서 이동속도에 있어서도 마우스와 창의 개수, 마우스와 이동거리 사이에 유의한 교호작용이 존재하였다. Figure 11을 보면, 창의 개수가 많을수록, 그리고 타깃까지의 이동거리가 멀수록 가속 마우스가 더 효과적임을 알 수 있다. 점핑과 틸팅 마우스의 경우, 창의 개수가 두 개 이상일 때는 커서의 이동속도가 일반 마우스보다 느려졌다. 점핑과 틸팅 마우스는 점핑이나 기울이는 마우스 제스처를 이용해 커서를 창간 점프시키는데 해당 제스처는 두 번 이상 연속적으로 취하는데 어려움이 있기 때문이다.

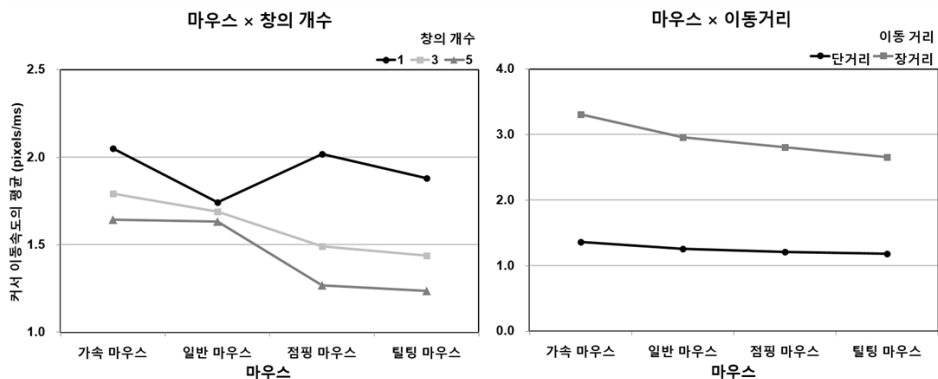


Figure 11 Interaction effects for cursor moving speed

4. 3. 오류횟수

Table 4에서 보여주듯이 마우스 종류 간에는 오류 횟수에 유의한 차이가 존재하지 않았다(가속, 틸팅, 점핑, 일반 마우스의 평균 오류횟수: 0.076회). 그러나 창의 개수가 많을수록, 타깃까지의 이동거리가 짧을수록 오류횟수가 많아졌다(창의 개수: 1개 0.06회, 3개 0.07회, 5개 0.08회, 이동 거리: 단거리 0.07회, 장거리 0.06회).

한편, 오류횟수에 있어서 마우스와 창 개수 간에는 교호작용이 없었으나 마우스와 이동거리 사이에는 유의한 교호작용이 존재하였다. 단거리 이동 시보다 장거리 이동에서 일반 마우스의 오류횟수가 특히 적었는데, 이는 일반 마우스의 경우 Figure 11에서 보여주듯이 커서의 이동속도는 느린 반면 포인팅의 정확도는 높았기 때문이다.

4. 4. 주관적 만족도

마우스 인터랙션에 대한 주관적 평가는 학습 용이성, 사용 편의성, 유용성, 만족도 4가지 문항으로 진행되었다. 학습 용이성은 가속, 틸팅, 점핑 마우스 순으로 높게 평가되었다($F(2,87)=6.19, p=0.00$). 점핑 마우스의 경우, 마우스의 높이와 방향성을 함께 변화시켜야 한다는 점이 실험 참여자들에게 까다롭게 느껴진 것으로 보인다. 사용 편의성과 만족도에서는 틸팅, 가속, 점핑 마우스 순으로 점수가 높았다($F(2,87)=10.52, p=0.00$; $F(2,87)=3.32, p=0.04$). 한편, 유용성 측면에서는 마우스 조작방식에 따른 유의한 차이는 존재하지 않았다($F(2,87)=1.67, p=0.194$). 전반적으로 실험 참여자들은 새로운 마우스 인터랙션이 일반 마우스와는 달리 커서가 창간 사이로 점프하기 때문에 이동시간을 줄여준다고 느낀 것으로 보인다. 각 마우스에 대한 주관적 평가 결과의 총점을 분석한 결과, Figure 12에서 보여주듯이 틸팅 마우스와 가속도 마우스가 같은 수준으로 높은 점수를 얻었으며, 점핑 마우스가 가장 낮은 점수를 받았다.

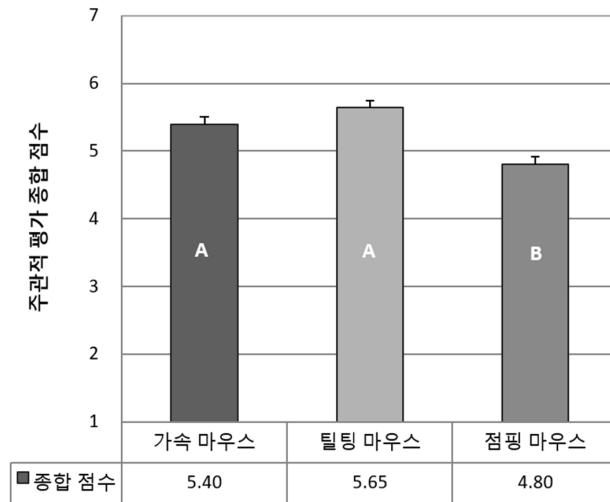


Figure 12 Total score of user satisfaction (The use of the same alphabetic characters indicates that there was no significant difference when $\alpha=0.05$ according to Turkey test)

5. 결론 및 고찰

본 연구는 와이드 디스플레이에서의 보다 효율적인 커서 이동을 위한 새로운 마우스 인터랙션을 제안하였다. 제안한 방식은 마우스를 기울이거나(틸팅 마우스), 빠르게 가속하여 움직이거나(가속 마우스), 또는 마우스를 들어 옮기는(점핑 마우스) 제스처 조작에 따라 디스플레이 속의 창과 창을 기준으로 커서가 빠르게 점프하는 인터랙션이었다. 본 연구에서는 세 가지 유형의 마우스 인터랙션의 프로토타입을 개발하였고, 그 유용성을 검증하기 위하여 일반 마우스와 비교하는 실험을 수행하였다. 실험 결과, 커서 진입시간, 태스크 완료 시간, 그리고 이동속도에서 모두 가속 마우스가 다른 마우스 조작방식보다 월등하게 좋은 결과를 보였다. 실험 후 진행된 주관적 평가에서도 가속 마우스가 가장 좋은 점수를 받았다. 따라서 와이드나 멀티 디스플레이 환경에서는 가속 마우스 유형의 인터랙션이 일반 마우스보다 더 유용함을 알 수 있었다. 이는 가속 마우스가 틸팅이나 점핑 마우스에 비해 커서 점프를 위한 제스처 동작이 더 쉽고 자연스러우며, 일반 커서 이동 동작과의 연결성도 더 부드럽기 때문으로 보인다.

본 연구는 와이드 디스플레이에 적합한 새로운 마우스 인터랙션을 제안하고 검증한 점에서 의의를 가진다. 틸팅 마우스의 경우 정량적인 평가 결과와는 달리 실험참여자들의 주관적인 평가에서는 긍정적이었는데, 하드웨어 구현을 위한 센서 민감도가 보완되고 마우스 디자인이 조작 인터랙션에 적합하게 개선된다면 더 유용할 수도 있을 것으로 기대된다. 즉, 실험에 활용한 마우스의 외형이 일반 마우스 조작에만 적합한 형태였기 때문에 새로운 동작이 필요했던 틸팅이나 점핑 마우스는 일반 마우스에 비해 뚜렷한 효율성을 보이기 어려웠을 수도 있다. 향후 틸팅 마우스와 점핑 마우스는 해당 조작을 자연스럽게 수행할 수 있는 형태로 마우스 디자인을 개선하는 것이 필요하다. 또한, 본 연구에서 수행된 실험은 창 안의 타깃만을 클릭하는 태스크를 수행하였기 때문에 타깃이 창 밖에 위치하는 상황을 고려하지 못한 한계점이 있다. 따라서 추후 개선된 마우스 디자인과 보다 실제적인 윈도우 사용상황을 고려한 추가적인 실험을 수행할 필요가 있다.

References

1. Fitts, P. M. (1954). The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement. *Journal of experimental psychology*, 47(6), 381.

2. Grossman, T., & Balakrishnan, R. (2005, April). The bubble cursor: enhancing target acquisition by dynamic resizing of the cursor's activation area. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 281–290). ACM.
3. Kabbash, P., & Buxton, W. A. (1995, May). The "prince" technique: Fitts' law and selection using area cursors. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 273–279). ACM Press/Addison–Wesley Publishing Co..
4. Kobayashi, M., & Igarashi, T. (2008, April). Ninja cursors: using multiple cursors to assist target acquisition on large screens. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 949–958). ACM.
5. McCallum, D. C., & Irani, P. (2009, October). ARC–Pad: absolute+ relative cursor positioning for large displays with a mobile touchscreen. In *Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology* (pp. 153–156). ACM.
6. McGuffin, M., & Balakrishnan, R. (2002, April). Acquisition of expanding targets. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 57–64). ACM.
7. Chapuis, O., Labrune, J. B., & Pietriga, E. (2009, April). DynaSpot: speed–dependent area cursor. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1391–1400). ACM.
8. Robertson, G., Czerwinski, M., Baudisch, P., Meyers, B., Robbins, D., Smith, G., & Tan, D. (2005). The large–display user experience. *IEEE computer graphics and applications*, 25(4), 44–51.
9. Yamato M., Monden A., Matsumoto K., Inoue K., & Torii K. (2001). Eye gaze and mouse combined target selection methods for general GUIs. *情報処理学会論文誌*, 42(6), pp.1320–1329.
10. Yu, C., Shi, Y., Balakrishnan, R., Meng, X., Suo, Y., Fan, M., & Qin, Y. (2010, October). The satellite cursor: achieving MAGIC pointing without gaze tracking using multiple cursors. In *Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology* (pp. 163–172). ACM.
11. Zhai, S., Morimoto, C., & Ihde, S. (1999, May). Manual and gaze input cascaded (MAGIC) pointing. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 246–253). ACM.
12. 山中祥太, 栗原一貴, & 宮下芳明. (2012). 注視していないことを利用したマウスカーソル高速化手法. 第 20 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2012) 論文集 (pp. 127–132). 日本ソフトウェア科学会.
13. 重森晴樹, 入江健一, 倉本 到, 渋谷 雄, 辻野嘉宏. (2006). バブルカーソルのGUI 環境への適用と拡張. インタラクション2006 論文集, 情報処理学会シンポジウムシリーズ, 4, pp.21–22.

틸팅, 점핑 및 가속 마우스 비교: 와이드 디스플레이를 위한 새로운 마우스 인터랙션

강수연¹, 김현^{2*}

¹서울과학기술대학교 나노IT디자인융합대학원 디자인기술융합전공, 서울, 대한민국

²서울과학기술대학교 기계시스템디자인공학과, 서울, 대한민국

초록

연구배경 과거에 비해 매우 넓어진 디스플레이 덕분에 커서가 이동할 수 있는 공간은 크게 증가하였지만, 마우스 조작과 커서이동의 인터랙션은 아직 변함이 없는 상태이다. 따라서 와이드 디스플레이에서 타깃 포인팅 시 사용자들은 더 많이 마우스를 움직여야 하며, 더 오래 커서를 이동시켜야 한다. 이에 본 연구에서는 와이드 디스플레이 환경에서 적은 마우스 조작만으로도 커서를 빠르게 이동시킬 수 있는 새로운 마우스 인터랙션을 제안하였다.

연구방법 본 연구에서는 마우스의 기울기(틸팅 마우스), 커서의 이동속도(가속 마우스), 또는 마우스를 들어 옮기는 조작(점핑 마우스)에 따라 디스플레이 속의 창과 창의 중심을 기준으로 커서가 빠르게 점프하는 인터랙션을 제안하였다. 그리고 제안한 세 가지 마우스 인터랙션의 프로토타입을 구현하여 일반 마우스와 비교하는 실험을 수행하였다. 실험참여자들은 임의의 순서로 네 가지 종류의 마우스를 활용하여 와이드 디스플레이 속 타깃을 가능한 빠르게 클릭하는 태스크를 수행하였다.

연구결과 실험 결과, 태스크 완료시간, 커서 이동속도, 그리고 주관적 만족도 등 모든 측면에서 가속 마우스가 가장 좋은 결과를 보였다. 가속 마우스는 커서의 이동 가속도가 일정 이상 빨라지면 이동방향으로 가장 근접한 창의 중심으로 커서를 점프시키는 방식이다. 이는 가속 마우스가 틸팅이나 점핑 마우스에 비해 창간 커서 이동 수행을 위한 인터랙션 동작이 더 쉽고 자연스러웠기 때문으로 보인다.

결론 가속 마우스는 일반 마우스 인터랙션 조작은 그대로 사용하면서도 창간 커서 점프는 별도의 하드웨어 없이 구현할 수 있으므로, 향후 와이드 디스플레이에 폭 넓게 활용될 수 있을 것으로 보인다.

주제어 와이드 디스플레이, 가속 마우스, 틸팅 마우스, 점핑 마우스, 창간 커서이동

본 논문은 산업통상자원부 R&D사업 '창조혁신형 디자인고급인력양성사업'의 지원으로 진행되었으며, 주저자의 2019년 서울과학기술대학교 석사학위논문을 기초로 작성하였음.

*교신저자 : 김현(huhnkim@seoultech.ac.kr)