
모바일 장치에서의 이미지 브라우징을 위한 동작 추적 기반 인터페이스의 설계 및 평가

Design and Evaluation of Motion-based Interface for Image Browsing in Mobile Devices

임성훈, Sunghoon Yim*, 최승문, Seungmoon Choi**

요약 이 논문에서, 모바일 장치에서의 이미지 브라우징을 위한 모션 기반 상호 작용 방식의 가능성을 평가하였다. 이를 위해 모션을 기반으로 한 인터페이스와 상호작용 방법을 디자인 하였다. 디자인된 인터페이스를 평가하기 위해 이를 현재 모바일 장치에서 사용 가능한, 가속도계와 비전을 이용한 하드웨어와 고성능의 트랙터를 이용한 하드웨어로 구현하여 버튼 인터페이스와 비교 실험을 하였다. 그 결과 모션 인터페이스들의 경우 버튼 인터페이스에 비해, 사용자의 흥미를 유발할 수 있었고, 충분한 훈련을 거치면 사용성 및 사용자 성능의 증대 효과도 컸지만 버튼 인터페이스의 성능에는 미치지 못하였다.

Abstract In this paper, we evaluate the feasibility of a motion-based interaction for image browsing in the mobile device. We present the design of a motion-based interface and a navigation scheme. A designed interaction scheme was evaluated in a usability experiment alongside the conventional button-based interaction for image browsing. After enough training of user, the usability and the user task performance of the motion based interaction were significantly increased, approaching those of the button based interaction

핵심어: *Motion based interface, HCI, Mobile device, Image browsing*

"이 논문은 2008 년도 정부(과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원 (No. R0A-2008-000-20087-0), 및 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 육성·지원사업의 연구로 수행되었음. (IITA-2008-C1090-0804-0002)

*주저자 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과 박사과정 e-mail: algorab@postech.ac.kr

**교신저자 : 포항공과대학교 컴퓨터공학과 교수 e-mail: choism@postech.ac.kr

1. 서론

모바일 기기가 대중화 되고, 디지털 카메라가 모바일 기기에 통합된 것이 일반화 됨에 따라, 대량의 이미지들이

모바일 기기에 저장되게 되었다. 이러한 모바일 기기에서의 이미지 저장량의 증가는 모바일 기기에서의 이미지 브라우징을 위해 다양한 형태의 인터페이스를 고려하게 하는 움직임을 가져 왔다[1]. 모바일 이미지 브라우징 인터페이스는 빠른 속도로 그림을 찾기 위한 고성능을 추구하는 연구 뿐만 아니라, 다양한 상호작용과 애니메이션을 제공하여, 사용자가 사용하는 자체로 재미와 미학적인 부분을 전해주는 형태의 연구 역시 진행되고 있다[2].

한편 다양한 센서 기술의 발달과 모바일 기기의 계산 성능 향상을 통해 모바일 기기의 움직임을 실시간으로 추적할 수 있게 됨에 따라 이를 상호 작용에 사용하는 연구 또한 활발히 이루어 지고 있다[3]. 움직임 추적에 기반한 인터페이스는 키보드가 설치될 수 없거나 공간이 매우 작은 기기에 적용할 수 있다. 또한 움직임을 바탕으로, 사용자의 더 많은 흥미를 유발 할 수 있는 가능성이 있다.

이러한 모바일 기기의 움직임 추적을 위해 사용되는 대표적인 센서로는 가속도 계와 카메라를 이용한 비전 추적이 있다. 가속도계는 3 축의 가속도를 측정하여, 움직임을 추적할 수 있다. 또한, 중력 가속도 값의 인식을 통해 지면에 수직인 축을 제외한 2 축의 기울기를 알아낼 수 있다. 많은 연구에서 2 축 기울기 값을 모바일 기기의 움직임 추적을 위해 이용하고 있다[4, 5]. 모바일 기기에 설치된 카메라 또한 움직임 추적을 위해 사용된다. 현재 대부분의 모바일 폰에는 카메라가 설치되므로 이를 이용하면 지면에 수직하지 않은 축의 움직임도 추적이 가능하다[6-8]. 모바일 기기의 움직임을 추적한 인터페이스 및 어플리케이션으로는 모바일 기기의 움직임을 통해 사용 가능한 워크 스페이스의 범위를 증가시켜 사용성을 증가시킨 사례와[9], 모션 인터페이스를 이용하여 모바일 기기에서 가상현실을 구현한 경우 등이 존재하였다[10].

본 논문은 모바일 기기에서의 이미지 브라우징을 위한 인터페이스로 움직임 추적 인터페이스의 가능성을 주목하였다. 모바일 기기는 기기 자체에 화면이 붙어 있으므로, 사용자의 움직임에 연계하여 움직이게 된다. 따라서, 움직임 추적을 통해, 가상적으로 넓은 사용범위를 제공할 수 있고, 그 자체로 사용자의 흥미를 제공할 수 있는 인터페이스를 제공할 수 있을 것으로 보았다.

이를 위해 현재 모바일 기기 상에서 기동 할 수 있는 형태의 모션 인터페이스를 구현하여 사용성을 평가하였다. 현재의 모바일 기기의 모션 추적 장치의 경우 모바일 기기의 성능에 종속되게 된다. 이로 인한 종속 문제를 제외한 상태에서 확인 하기 위해서, 설치 식의 고성능 움직임 추적 장치를 이용한 인터페이스를 동시에 제작하여, 모바일 기기의 동작 추적 성능의 부족으로 인한 문제가 존재하는지를 확인 하고자 하였다.

한편 현재 대부분의 모바일 기기 및 데스크탑 환경에서는 버튼을 이용한 상호작용을 기본으로 제공하고

있는데 반해 동작 추적을 사용한 인터페이스를 접해보거나 일상적으로 사용하는 사람은 매우 적은 수이다. 따라서, 일반적인 버튼 인터페이스와 동작 추적 인터페이스를 비교하기 위해서는 충분히 장시간의 훈련을 통해 서로 비슷한 훈련 정도에 이른 상태에서 실험이 실시 되어야 한다. 이를 위해 더 이상 훈련 효과가 발생하지 않는 수준의 시점까지 훈련을 시켜서 실험을 실시하였다.

2. 모션 인터페이스 디자인 및 구현

본 논문에서 디자인한 모션 추적 인터페이스는, 디바이스의 1 축 기울기 값과, 상, 하, 좌, 우 움직임의 3 자유도 정보를 추적하여 이용한다. 기본적으로 1 축의 기울기 정보 값을 이용하여, 그 기울기에 비례한 속도로 이미지 브라우징 공간을 이동 시킨다. 기울기 값을 일정하게 유지할 경우 연속하여 일정 속도를 유지하며, 이미지 브라우징 공간을 이동하게 된다. 이와 같은 기울기 이용 추적 방법의 경우 빠른 이동은 가능하지만 목표 이미지의 정확한 선택이 힘들어 진다. 또, 큰 이미지의 일부를 보게 될 경우, 이미지의 내부에서 네비게이션 할 때 직관적이지 못한 문제가 있다. 따라서 기울기 이용 인터페이스에 추가하여, 디바이스의 상, 하, 또는 좌, 우의 이동 거리에 비례하여 이미지 공간을 이동하도록 하는 위치 변위 추적 인터페이스를 추가 하였다. 이를 통해 이미지 공간을 이동해야 하는 거리가 멀어질 경우 기울기 이용 인터페이스를 이용하고 짧은 거리의 직관적인 이동을 위해서는, 위치 변위 추적 인터페이스를 이용하는 혼합된 형태의 접근이 가능하게 하였다.

모션 인터페이스의 구현은 SONY VGN-U71P UMPC 환경에서 이루어 졌다. 이는 Intel M773 CPU, 512MB memory, 5inch LCD 의 사양이다.

2.1 모바일 모션 추적 인터페이스

모바일 기기를 위한 모션 추적 인터페이스의 구현은, 기존의 핸드헬드 가상현실 논문의 구현을 이용하였다[10]. 카메라로 입력된 이미지에서 주위 환경의 특징점을 찾아낸 뒤, 이 특징점의 이동을 추적하여, 디바이스의 2 자유도 정보를 얻어 낸다. 이 2 자유도 정보는 병진 운동과 회전 운동을 구분하지 못하므로, 회전 운동과 병진 운동 모두에 반응하여 움직인다. 디바이스의 좌, 우 기울기 값은, 가속도 계의 중력 가속도 값을 이용하여, 계산한다. 따라서 이를 통해 인터페이스 디자인에서 소개한 3 자유도의 움직임의 추적을 할 수 있게 된다. 사용한 센서는 Freescale 의 MMA7620 3 축 가속도 계와 Logitech Quickcam for notebooks 카메라였다. 모션 추적 갱신 속도는 30Hz 이다.

2.2 트래커를 이용한 모션 추적 인터페이스

트래커를 이용한 고성능 모션 추적 인터페이스는 InterSense 사의 IS900 트래커[11]를 이용하였다. IS900

위치 추적기는 관성/초음파 추적을 혼용한 방식의 모션 추적기로 제조사 발표에 따르면 2~3 mm의 오차 수준에 180Hz의 갱신 빈도를 유지할 수 있는 성능을 갖고 있다. 이 트래커 장치는 6 자유도로 3축 병진 운동과 3축 회전 운동을 전부 인식할 수 있다. 현재 디자인한 모바일 인터페이스는 3 자유도의 움직임을 이용하므로 일부의 정보를 통합하여 사용하였다. 상, 하, 좌, 우의 2축 병진 운동과 pitch, yaw의 값이 각각 통합되었다. Roll 값은 기울기 값 인식을 위해 사용된다. 트래커는 별도의 서버에서 기동되어 모바일 디바이스와는 무선 네트워크를 이용하여 통신 하며 갱신 빈도는 60Hz이다.



그림 1. 모바일 모션 추적 이미지 브라우저(상), 모바일 모션 추적 인터페이스를 위한 센서(하)

3. 실험

3.1 실험 설계

두 종류의 모션 인터페이스와 한 종류의 버튼 인터페이스를 비교하였다. 모션 인터페이스는 각각 모바일 모션 추적 인터페이스와 트래커를 이용한 모션 추적 인터페이스를 이용하였다.

버튼 인터페이스는 버튼을 누르면 버튼을 누른 방향을 향해, 이미지 한 장의 크기로 이미지 스페이스를 이동시킨다. 즉 버튼을 한번 누르면 현재 보고 있는 이미지의 이웃한 이미지의 중심으로 이동한다. 버튼을 연속하여 누르고 있으면 누르고 있는 시간 동안 계속하여 이웃한 이미지로 이동한다.

피실험자는 18명(남성 15명, 여성 3명)으로 평균 연령은 만 23.6세였다. 각각의 피실험자는 첫 날 3가지 종류의 인터페이스 중의 하나를 지정 받고 처음에 주어

인터페이스를 실험이 끝날 때까지 사용하였다. 따라서 각각의 인터페이스 마다 6명씩 실험하였다.

실험은 23일 동안 각각의 피실험자가 매일 일정 시간 동안 주어진 인터페이스를 이용하여 모바일 브라우저에서의 일련의 이미지 브라우징 태스크를 수행하는 것으로 이루어졌으며 첫 날과 마지막 날에는 관련 설문지를 작성하였다. 23일 실험 시간은 피실험자의 임무 수행 시간이 더 이상 감소하지 않는 시점을 확인하여 선택되었다.



그림 2. 트래커가 설치된 모바일 모션 추적 이미지 브라우저(상), IS900 모션 트래커(하)

매일 수행하는 이미지 브라우징 태스크는 찾아야 하는 이미지와 그 이미지의 위치를 모두 알려주고 알려준 위치에 있는 이미지를 찾는 태스크와 이미지의 위치는 알려주지 않은 상태로 주어진 이미지를 찾는 두 종류의 태스크가 주어졌다.

이미지는 총 72장의 이미지가 1열 당 3장씩, 24열로 배치되었고, 한 화면에 총 9장의 이미지가 동시에 보이도록 하였다. 전체 이미지는 각각 3열씩, 9장의 이미지가 하나의 그룹을 형성하여, 전체 8개의 그룹으로 구분되었다. 각각의 시도 동안 계속하여 각각 다른 그룹에 목표 이미지가 설정되어 전체적으로 8번의 시도를 하면 전 그룹에 한번씩 목표 이미지가 설정되게 한다. 한 그룹 안에서의 목표 이미지의 위치는 무작위로 설정된다. 이렇게 8개의 목표 이미지를 선택하는 과정을 한 셋으로 설정하고 매일 6셋, 48번의 시도를 하도록 디자인 되었다. 실험은 초기엔 대략 30분 정도의 시간이 소요 되었으나 시간이 갈수록 감소하여, 최종 23에 가까운 시점에 이르러서는 약 15분 내에 실험이 마치게 되었다.

실험의 수행시간은 한 셋의 실험 수행 시간의 평균으로 기록하였고, 관련 설문지에서는 인터페이스의 사용의 용이성, 사용법을 배우기 쉬움, 선호도, 자연스러움, 직관성, 사용시의 재미를 평가하여, 1~7 의 7 숫자 중에 하나를 선택하도록 하였다.

3.2 실험 결과

3.2.1 수행 시간

이미지 검색 실험의 수행 결과는 그림 3 과 같다. 실험의 수행 결과 모든 인터페이스와 태스크에 모두에 대해서, 수행 시간의 차이가 발생하였다. 모든 인터페이스가 현저한 수행 시간의 감소를 보여 주었으나 최종 일시에도 모션 추적 인터페이스가 버튼 인터페이스 보다 적은 수행 시간을 보여 주지는 못 하였다.

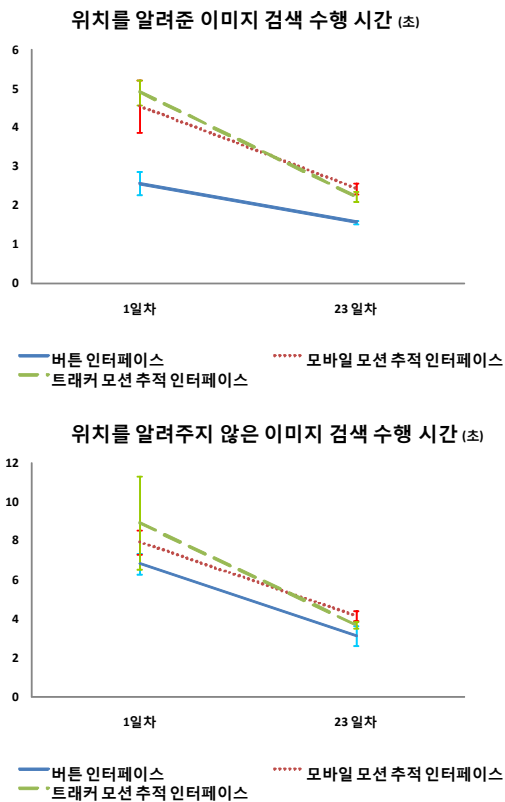


그림 3. 이미지 검색 수행 시간

첫날과 마지막 날의 결과에 대한 ANOVA 의 분석에 따르면, 위치를 알려주지 않는 실험에서 날짜의 차이에 따라, $F(1,15) = 76.71, p < 0.0001$ 의 유의한 결과를 보여 주었다. 또, 위치를 알려 주는 실험에서도, $F(1,15) = 44.93, p < 0.0001$ 의 유의한 결과를 보여 주었다. 각각의 인터페이스에 대한 ANOVA 분석 결과에서는 위치를 알려주지 않는 이미지 검색을 수행 하였을 경우엔 $F(2,15) = 1.34, (p = 0.2906)$ 으로 유의한 차이가 없었으나, 위치를

알려줄 경우에는 $F(2,15) = 7.00, (p = 0.0071)$ 로 유의한 차이를 보여 주었다.

3.2.2 설문 결과

설문 결과 사용의 용이함 및, 학습의 용이성에서는 버튼 인터페이스가 우수하였다. 각각 ANOVA 분석 결과 사용의 용이성은 $F(2,15) = 4.76, (p = 0.0250)$, 학습의 용이성은 $F(2,15) = 25.55, (p = 0.0001)$ 의 유의한 차이를 보여 주었다. 나머지 요소들에서는 큰 차이가 없었다. 사용시의 재미 측면에서는 $F(2,15) = 12.83, (p = 0.0006)$ 으로, 모션 인터페이스가 나은 결과를 보였다.

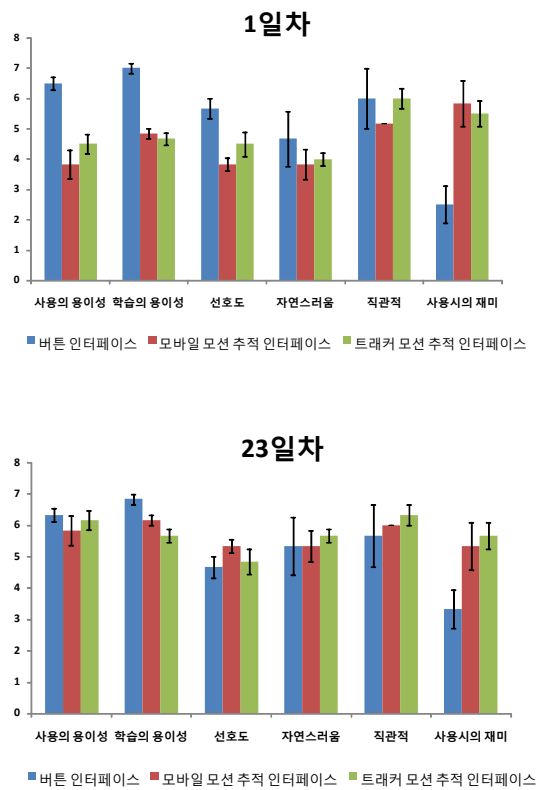


그림 4. 실험의 시작, 종료일의 사용성 설문 결과

4. 토론 및 결론

실험의 결과 두 종류의 모션 인터페이스 모두, 수 일 동안의 훈련을 통해 이미지 수행 시간의 큰 감소를 보였고 사용성에 있어서도 사용의 용이성이나 학습의 용이성에 있어서도 큰 증가가 있었다. 그러나, 버튼 인터페이스의 수행 시간 및 사용성에 비하면 낮은 수준이었다. 즉 현실점에서 모션 인터페이스의 경우 더 이상 수행시간이 줄어들지 않도록 훈련을 한 경우에도 역시 훈련된 버튼 인터페이스의 수행 속도를 능가하지 못하며 사용성의 측면에서도 마찬가지였다. 그러나 초반에 비해 버튼 인터페이스의 성능에 많이 근접하는 결과를 보여 주었다.

따라서 사용자 성능의 차이가 사용성에 많은 영향을 끼치지 않거나 중요하지 않은 어플리케이션이라면, 모션 기반 인터페이스에서 제공할 수 있는 장점을 통해, 버튼 인터페이스의 사용성에 필적하거나 능가할 수 있는 가능성을 보여 주고 있다. 특히 위치를 알려주지 않은 상태에서 이미지를 검색하는 경우와 같이 인터페이스 자체의 성능 보다 사용자의 인지 성능이 요구되는 환경에서는 유의한 성능 차이가 나지 않기도 하였다.

모션 인터페이스의 장점이 될 수 있는 요소 중의 하나는 훈련 유무와 관계 없이 사용자들이 모션 인터페이스의 사용시의 일반적인 버튼 인터페이스 보다 재미있다고 느낀 것이다. 이는 성능적인 측면과는 관계 없이 모바일 장치의 유저 인터페이스에 재미있는 요소를 넣고 싶을 때 모션 인터페이스의 존재가 도움이 될 수 있음을 시사한다. 훈련 이후의 선호도와 같은 부분에서 각각의 인터페이스들이 큰 차이가 없는 것도 이에 기반하였을 가능성이 있다.

실험 결과의 다른 부분은 위치 추적 장치를, 모바일 기기에서 적용 가능한 수준으로 한 경우와 장치 식의 고성능 트랙커를 사용한 경우 사이에 큰 성능상의 차이나 사용성의 차이가 없었다는 점이다. 이는 모션 인터페이스 구현에 있어서 높은 모션 추적 능력과 실제 사용자 성과는 높은 관련이 없음을 보여 줄 수 있다. 모션 인터페이스가 버튼 보다 성능에서 뒤쳐진다면 이는 모션 인터페이스 자체의 문제이지 모션 인터페이스를 구현하기 위해 이용한 위치 추적 시스템의 문제와는 관계가 적다고 판단된다.

결론적으로 모션 인터페이스는 모바일 디바이스에서 이미지 브라우징과 같은 형태의 어플리케이션에 적용 될 경우 일반적인 버튼 인터페이스에 비해 낮은 성능을 보일 가능성이 높다. 다만, 사용자 성능 보다는 재미나 사용시의 즐거움을 제공하기 위한 어플리케이션에 모션 인터페이스를 적용할 경우 좋은 효과를 볼 수 있을 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] D. Patel, G. Marsden, S. Jones, and M. Jones, "An Evaluation of Techniques for Browsing Photograph Collections on Small Displays," in *Mobile Human-Computer Interaction*, pp. 132-143, 2004

[2] S.-J. Cho, C. Choi, Y. Sung, K. Lee, Y.-B. Kim, and R. Murray-Smith, "Dynamics of tilt-based browsing on mobile devices," in *CHI '07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, pp. 1947 - 1952, 2007.

[3] K. Hinckley, J. Pierce, M. Sinclair, and E. Horvitz, "Sensing techniques for mobile interaction," in *Proceedings of the 13th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 91-100, 2000.

[4] P. Eslambolchilar and R. Murray-Smith, "Tilt-Based Automatic Zooming and Scaling in Mobile Devices A State-Space Implementation," in *Mobile*

Human-Computer Interaction, pp. 120-131, 2004

[5] A. Crossan and R. Murray-Smith, "Variability in Wrist-Tilt Accelerometer Based Gesture Interfaces," in *Mobile Human-Computer Interaction*, pp. 144-155, 2004

[6] A. Haro, K. Mori, T. Capin, and S. Wilkinson, "Mobile Camera-Based User Interaction," in *Computer Vision in Human-Computer Interaction*, pp. 79-89, 2005

[7] J. Hannuksela, P. Sangi, and J. Heikkilä, "Vision-based motion estimation for interaction with mobile devices," *Computer Vision and Image Understanding*, vol. 108, pp. 188-197, 2007.

[8] J. Wang, S. Zhai, and J. Canny, "Camera phone based motion sensing: interaction techniques, applications and performance study," in *Proceedings of the 19th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pp. 101-110, 2006.

[9] K.-P. Yee, "Peephole displays: pen interaction on spatially aware handheld computers," in *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pp. 1 - 8, 2003.

[10] J. Hwang, J. Jung, and G. J. Kim, "Hand-held virtual reality: a feasibility study," in *Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology*, pp. 356 - 363, 2006.

[11] InterSense Inc. "<http://www.intersense.com/>"