

휴대기기에서의 기울임 기반 사진 감상 UI

Tilt-based Photo Browsing UI on Mobile Devices

조성정, Roderick Murray-Smith *, 최창규, 성영훈, 이광현, 김연배
삼성종합기술원 ASR 랩, * DCS, Glasgow University (UK)

요약 본 논문에서는 기울임 동작에 기반한 휴대기기 상의 사진 감상 UI 를 제시하고 사용성을 평가한다. 기존의 기울임 입력 방식의 세가지 조작성 문제(overshooting, fluctuation, 부분 이미지 제시)를 개선하기 위하여, 사진 위치 및 기울임에 의존하는 사진 이동 제어 dynamics 모델을 제안한다. 본 시스템은 기울임 감지용 가속도 센서, 기울임에 의한 사진 이동 제어 dynamics 모델, 다중모달(시각, 청각, 촉각)을 통한 모델 상태 출력부로 구성된다. 센서 입력과 다중 모달 출력을 위하여, 삼성 MITs 4300 PDA 의 배터리 팩을 개조하여 3 축 가속도 센서와 진동 출력장치 (VBW32)를 장착하였다. 제안하는 시스템은 기존의 대표적인 사진 감상 입력 방법인 버튼과 iPod wheel 과 비교하였다. 정량적 비교를 위하여 7 명의 사용자에게 100 장의 사진 중 20 장을 차례로 검색하는 과제를 부여하면서 수집한 로그를 분석하였으며, 정성적인 비교를 위하여 설문 조사를 실시하였다. 실험 결과 제안한 방법이 기존 기울임 기반 dynamics 에 비하여 overshooting 횟수를 30%, 사진간 이동 거리를 25%, 이동 시간을 17% 감소하였다. 또한 제안한 방법이 버튼과 유사한 조작성을 갖고 있으며, 버튼과 iPod 보다 더욱 흥미성이 뛰어났다. 상업적으로 뛰어난 성공을 거둔 iPod 이 다수의 overshooting 발생으로 실제로는 사용성이 떨어진다는 점이 예상치 못한 흥미로운 발견이었다.

핵심어: Tilt dynamics, Photo browsing, Mobile Interaction, Motion-based interaction, Accelerometer

1. 서론

본 논문에서는 사진 감상의 효율성 및 흥미도를 증진하기 위하여 기울임에 기반한 사진 열람 (browse) 방법을 제시한다. 최근 휴대기기의 카메라, 메모리, CPU 기술의 급속한 발전으로 휴대폰과 MP3 등에 수백, 수천 장의 사진이 저장되는 경우가 보편화되었다. 이에 따라 방대한 사진을 편리하게 감상하는 효율적인 입력력 수단의 필요성이 점차 높아지고 있다. 특히 휴대기기의 소형 디스플레이 화면과 조밀한 버튼 배열의 제약을 넘어서는 입력력 방법의 모색이 절실하다.

기존의 휴대기기상 사진 열람 방법은 입력 방식에 따라 버튼 기반 방법, 터치 제스처 기반 방법, 기울임 기반 방법으로 나눌 수 있다. 버튼 기반 방법에서는 사용자들이 화면상의 버튼 아이콘 (soft button)이나 물리적인 버튼을 반복적으로 눌러서 사진을 이동한다. 사용자들이 버튼에 매우 친숙하고, 조작 오류가 적기 때문에, 사진 목록 상에서 근거리에서 위치한 사진으로 이동시에 매우 효과적이다. 하지만 멀리 떨어진 사진으로 이동시 버튼을 반복적으로 입력함으로 손가락의 피로도가 증가하고 지루함을 느끼는 단점이 있다 [1].

터치 제스처 기반 입력에서는 사용자가 터치 스크린상에 입력한 제스처의 크기와 방향에 따라서 화면 이동(scroll) 속도와 확대(zoom) 수준이 결정된다 [2, 3, 4]. 이 방법은 사진 이동 속도가 빠르지만 양손이 필요한 제약이 있다. Apple사의 iPod Video에 장착된 click wheel은 터치 영역상에서 손가락을 시계/반시계 방향으로 회전하여 사진과 메뉴 등의 리스트를 이동한다 [5]. 이 방법은 손가락 회전 속도에 비례하여 리스트의 이동속도가 증감함으로써 간단하고 빠른 사진 이동이 가능하다. 그러나 기기표면상에 물리적인 터치 영역을 따로 차지하고, 사진 이동시 목표로 하는 위치를 벗어나서 정지하는 overshooting이 자주 발생하는 문제가 있다.

기울임 기반 방법에서는 휴대기기에 장착된 가속도 센서를 통하여 기기의 기울임 각을 측정하고, 이 기울임 각에 비례하여 화면이나 문서를 스크롤한다. 이 방식은 버튼처럼 외부 영역을 차지하지 않고, 터치 제스처처럼 화면을 가리지 않는다. 그리고 한손으로 조작가능하기 때문에 모바일 기기에 적합하다. 그동안 단점으로 지적된 문제인 기기가 기울어졌을 때 시야각을 벗어나 화면을 읽기 어렵게 되는 현상은 광시야각 LCD 기술[6]과 OLED 기술의 도입으로 점차 해결되고 있다.

이러한 장점으로 휴대기기상에서 기울임에 기반하여 화면을 이동하는 연구가 활발히 제시되고 있다 [7-10]. 또한 기울임 동작과 열람중인 content에 반응하여 시각 및 청각 feedback을 적절히 부여함으로써 조작의 실감성을 높일 수 있다. 일례로 기울임을 이용하여 그릇안에 담긴 공을 조작하는 메타포를 적용하여 메뉴를 탐색하고 [11], 텍스트를 입력하고 [12], 다국어 텍스트 탐색에 적용한 연구가 있다 [13].

본 연구에서는 기울임에 기반한 사진 검색에 있어서 조작 오류의 경우와 원인을 분석하고, 이를 해결하기 위한 기울임 dynamics 모델을 제시한다. 그리고 실험 결과를 통하여 제안한 dynamics 모델의 효율성을 정량적, 정성적으로 평가한다.

2. 기울임 기반 사진 검색 시스템

2.1 기울임 기반 사진 UI

기울임에 의한 사진 열람은 기본적으로 간접적인 위치 지정 방법으로서 커서를 연속적으로 움직여서 목표 사진 위에 위치하는 방법을 사용한다. 이는 화면에 제시되는 사진이나 메뉴 아이템을 펜이나 손가락 등으로 바로 선택하는 직접적인 위치 지정 방법과 대비된다.

본 논문에서는 사용성 실험에서 복잡한 변인을 제거하고 입력 방식만을 비교하기 위하여 기본적인 사진 열람 UI를 제시한다. 제안하는 UI는 휴대 기기(본 논문에서는 대표적으로 PDA를 예로 들어 설명한다)를 좌/우, 상/하로 기울임에 따라 화면상에서 사진 리스트가 1차원적으로 좌/우로. 한 화면에 한 사진의 전체 이미지가 제시된다. 별도로 이미지 확대/축소 기능은 적용하지 않았다. 사진을 열람하는 방식에는 연속(continuous) 이동과 이산(discrete) 이동 모드를 모두 지원한다. 사용자가 기기를 왼쪽/오른쪽으로 기울이다가 기준 위치로 다시 복귀하면 사진이 한 장씩 이동된다. 그리고, 기기를 소정 각도 이상으로 기울인 상태를 유지하면 사진이 연속적으로 이동한다.

그림 1에 기울임 기반 사진 UI의 일례가 나타나 있다. 사진 리스트는 1차원으로 배열되어 있으며, 적색 사각형은 전체 사진 목록 중에서 현재 PDA 화면상에 표시되는 위치를 나타낸다 (편의상 화면커서로 지칭함). 본 논문에서는 사진들이 기울임 각에 비례하여 중력 방향으로 끌려 내려오는 메타포를 도입하였다. 따라서 PDA를 오른쪽으로 기울이면 사진들이 오른쪽으로 끌려 내려오기 때문에 화면상에서는 커서가 왼쪽으로 이동한다. 같은 방식으로 PDA를 왼쪽으로 기울이면 커서는 오른쪽으로 이동하고, 사진은 왼쪽으로 이동한다.

본 UI에서는 화면상의 사진이 바뀔 때마다, 이 정보를 화면 뿐만 아니라 사운드와 진동의 멀티모달 feedback을 통하여 사용자에게 제시한다. 추후에는 사진 이동 정보 뿐만 아니라 사진의 내용 (예를 들어 인물 사진과 풍경사진 등) 등에 연동하여 적절한 소리와 진동 패턴을 생성할 계획이다.



그림 1 사진 감상 UI 화면 (적색 사각형: 사진 목록 중 현재 PDA 화면에 나타나는 위치. 커서로 지칭함)

2.2 기울임 기반 사진 감상 시스템의 구성요소

기울임에 의한 사진 열람 방법은 그림 2와 같이 기울임 감지 센서 (가속도 센서), 기울임 각 계산부 (tilt angle calculation), 화면커서 dynamics (cursor dynamics), 멀티모달 출력부 (multimodal output control)로 구성된다. 기울임 감지 센서는 3축 가속도 센서로서 기울임에 따른 X, Y, Z축의 가속도량을 감지한다. 기울임 각 계산부는 각 축에 감지된 가속도량으로부터 기울임각 (roll각, pitch각)을 계산한다. 다음으로 커서 dynamics부는 기울임 각과 이전 커서의 위치로부터 현재 시각의 화면커서의 위치를 계산한다. 멀티모달 출력부에서는 화면커서의 위치에 따라서 화면을 갱신하고, 화면상의 사진의 종류와 사진간 이동에 따라 적절한 소리와 진동 피드백을 생성한다. 이러한 실시간 입력, 물리모델, 피드백을 통하여 사용자에게 흥미와 실재감을 증강시키게 된다.

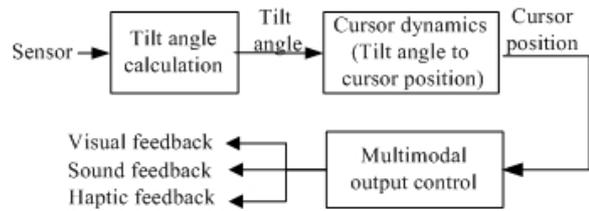


그림 2 기울임 기반 사진 감상 시스템 구성도

2.3 사진 감상시 기울임 조작의 문제점

여러 사진을 연속적으로 감상시 기울임으로 화면커서를 이동하는 방식은 실재감을 증진시키고, 일정 각도 이상으로 기울이면 사진이 자동으로 이동하기 때문에 편리하다. 그러나 사진리스트상에서 특정 사진에 커서를 정확히 위치하기 위한 조작시 다음 세가지 문제점이 발생한다 (그림 3).

첫째, 사진 리스트상의 화면커서 이동시 목표 사진을 지나쳐 버리는 Overshooting 문제이다. 사용자가 과도한 각도로 오랫동안 기기를 기울일 경우에 목표 사진에서 멈추지 못하고 지나쳐서 멈추게 되는 경우이다. 다시 목표 사진으로 돌아오기 위하여 반대방향으로 기울여야 하기 때문에 사용자에게 불편함을 초래한다.

둘째, 목표 사진에 수렴하지 못하고 그 주위에서 커서가 앞뒤로 왔다갔다하는 진동(fluctuation) 문제이다. 예를 들어 사용자의 손떨림이 심하여 커서가 좌우로 진동하거나, 목표 사진에 도달하기 위한 정확한 크기로 기울이지 못한 경우에 이러한 현상이 발생한다.

마지막으로 사진간 이동시에 부분 사진이 제시되는 문제이다. 일반적으로 사용자는 사진 감상시 화면에 사진 전체를 감상하고 싶어한다. 한 사진의 일부와 다른 사진의 일부를 함께 감상하는 경우는 극히 드물며, 대부분 사용자의 의도와는 달리 사진간 이동 중에 임시로 나타나는 현상이다. 따라서 화면상에 부분 이미지가 나타나는 비율을 줄여야 한다.

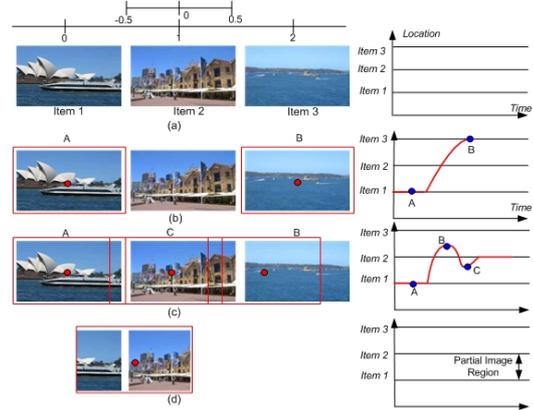


그림 3 사진 감상시 조작의 문제 (적색 사각형: 커서) (a)이미지 좌표 (b) Overshooting 문제 (c) 진동 문제 (d) 부분 이미지 제시

2.4 기울임 기반 dynamics 모델

2.3절의 세가지 문제점을 해결하기 위하여, 본 연구에서는 사용자가 목표 사진에서 정지하도록 제어할 수 있는 시간적 여유를 부여하면서, 커서의 평균 이동속도가 느려지지 않도록

록 유지하고자 한다. 이를 위하여 커서의 이동 속도를 비선형적으로 제어하여, 이미지 중심으로 이동시는 이동 속도를 높이고, 이미지 중심에서 벗어나는 경우에는 이동 속도를 줄이는 전략을 취한다. 위 세가지 문제점에 대한 제안하는 전략에 따른 해결방안은 다음과 같다.

- Overshooting의 감소

이미지 위치에 기반하여 속도를 제한한다. 커서가 이미지 중심에서 벗어나는 경우 커서의 최대 이동 속도를 급격히 줄인다. 이는 마치 주행중인 자동차에서 브레이크를 밟는 것과 같은 효과이다.

- 진동 (Fluctuation)의 감소

중심 수렴 속도 (attractor velocity)를 도입하여, 커서가 이미지 중심에 수렴하도록 유도한다. 커서가 이미지 중심 방향으로 이동시 이동 방향과 동일한 가속도를, 벗어날 시 이동 방향과 반대의 가속도를 적용하여 수렴하도록 한다.

- 부분 이미지 제시의 감소

이미지 좌표 영역을 이미지 중심 부근의 안정영역과 이미지 간 경계 부분의 전이영역으로 나눈다. 안정영역에서는 전체 이미지를 제시하고, 전이 영역에서는 실시간으로 부분 이미지를 제시하여 전체 이미지 제시의 비율을 높인다.

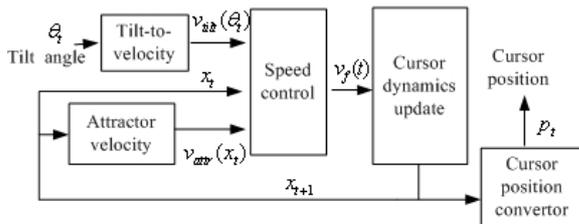


그림 4 기울임-커서 위치 제어 Dynamics 구조

그림 4는 제안한 커서 위치와 현재 기울임각에 의존하는 커서 dynamics를 보인다. 이 커서 dynamics는 Tilt-to-velocity 변환부, 이미지 위치 기반 speed control, attractor velocity, 커서 dynamics 갱신부, 커서 위치 변환부로 구성된다. 각 구성요소에 대한 특징 및 처리 알고리즘은 다음과 같다.

- Tilt-to-velocity 변환부

기울임으로 커서 이동을 제어하기 위하여, 기울임각을 커서 dynamics내의 파라미터로 변환하여야 한다. 일반적으로 기울임각이 커질수록 커서 이동속도가 증가하여야 되기 때문에 (monotonous property), 두 기울임각 $\theta_A \leq \theta_B$ 에 대하여 커서 이동속도는 $v(\theta_A) \leq v(\theta_B)$ 를 만족해야 한다. 또한 손떨림에 의하여 화면이 진동하는 경우를 방지해야 한다. 이를 위하여 제안하는 속도 변환식은 수식 (1)과 같다.

$$v_{tilt}(\theta(t)) = sign(\theta(t)) \cdot \theta(t)^2 \quad (1)$$

- 이미지 위치 기반 attractor velocity

커서가 이미지 중심에서 벗어난 경우 이미지 중심으로 복귀하도록 제어하는 attractor velocity (AV)가 가하여 진다. 이러한 AV는 일반적으로 중심에서 벗어날 수록 더 커지고, 중심에 가까워질수록 작아져서 중심에 수렴할 가능성

을 높인다. 그림 5는 제안하는 AV 이다. X축은 이미지 좌표로서 정수값(0, 1등)이 각 이미지들의 중심을 나타낸다. Y축은 각 위치별 AV이다. 각 이미지 중심에서는 AV값이 0이 되고, 중심에서 벗어날수록 그 값의 절대값이 커지며 부호는 중심과의 방향과 반대가 된다.

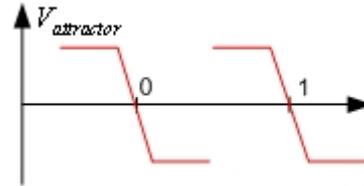


그림 5 위치 기반 attractor velocity

- 이미지 위치 기반 speed control

사용자가 이미지 중심 근처에서 정지하도록 조작하는데 충분한 시간을 부여하기 위하여, 이미지 중심 근처에서 이동 속도를 줄여 준다. 이를 위하여 이미지 중심에 접근할 때는 제한 속도를 높게 설정하고, 이미지 중심에서 벗어날 때에는 제한 속도를 낮게 설정한다 (그림 6)

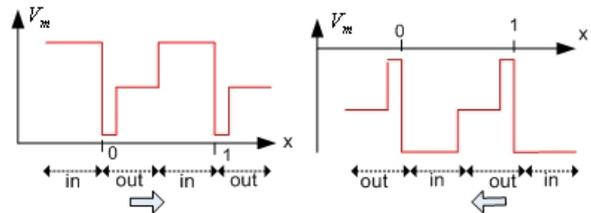


그림 6. 위치 기반 speed control (왼쪽 그림: 오른쪽으로 이동시 speed control 그래프, 오른쪽: 왼쪽으로 이동시)

- 커서 dynamics 갱신부

매시각 커서 위치와 이동속도 $x(t), v(t)$ 는 이전 커서 위치 $x(t-1)$ 과 현재 기울임각 $\theta(t)$ 에 의한 속도 $v_{tilt}(\theta(t))$ 에 따라서 다음과 같이 갱신한다.

$$v(t) = v_{tilt}(\theta(t)) + v_{attractor}(x(t)) \quad (2)$$

속도 $v(t)$ 는 각 사진 위치별 속도 조절 filter에 의하여 최종이동 속도가 제한된다. 이미지 위치 $x(t)$ 에서 허용되는 최대 속도 v_m 에 의하여, 최종 속도는 아래와 같다.

$$v_f(t) = sign(v(t)) \cdot \min(v_m(x(t)), |v(t)|) \quad (3)$$

시뮬레이션 시간 Δ 에 대하여 $x(t + \Delta)$ 은 아래와 같이 갱신된다.

$$x(t + \Delta) = x(t) + \Delta \cdot v_f(t) \quad (4)$$

- 커서 위치변환부

화면상의 커서 위치 $p(t)$ 는 부분 이미지가 제시되는 경우를 가능한한 줄이기 위하여 위치 좌표 $x(t)$ 로부터 변환된다. $\lceil x(t) \rceil$ 를 $x(t)$ 와 가장 가까운 이미지 중심이라 하고, δ 를 소정 거리라 할 때, 고정 영역에서는 커서가 중심에 고정되며, 전이 영역에서는 커서 위치가 $x(t)$ 에 따라 다음과 같이 변환된다.

$$\begin{cases} p(t) = x(t) & \text{if } |x(t) - \lceil x(t) \rceil| > \delta \\ p(t) = \lceil x(t) \rceil & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

3. 시스템 구현

3.1 HW system

프로토타입 시스템으로서 삼성 PDA (MITs 4300)에 센서 보드를 장착하여 구성하였다 (그림 7). 본 센서 보드는 배터리 팩을 개조하여 장착하였으며, 본체 PDA와 시리얼 포트를 통하여 통신한다. 센서팩에는 Kionix사의 3축 가속도 센서와 3개의 1축 자이로스코프 센서가 장착되어서, 50 Hz로 가속도 신호와 각가속도 신호를 입력받는다. 또한 진동촉각 (vibrotactile)을 생성하기 위하여 VBW 32 vibrotactile motor가 장착되어 있다.



그림 7. 가속도/각속도 센서와 진동 구동부를 장착한 프로토타입 시스템

3.2 SW system

사진 이동에 사용할 수 있는 기울임 각에는 X, Y, Z의 3축 자유도가 존재한다. 본 논문에서는 사진을 수평방향으로 감상하고, 좌우로 회전하여 이동하기 위하여, 그림 7에서 수직 방향의 기울임(Pitch각)을 이동축으로 사용하였다. 3축 가속도 센서에 측정된 가속도 값 A_x, A_y, A_z 에 대하여, Pitch 각은 아래 수식과 같이 계산된다.

$$Pitch = \tan^{-1} \left(\frac{A_z}{\sqrt{A_x^2 + A_y^2}} \right) \quad (6)$$

사진 리스트를 관리하고, 화면상에 출력하기 위하여 Piccolo 그래픽 라이브러리를 사용하였다 [14]. 이 라이브러리는 C#으로 작성되어 있으며 연속적인 Zoom In/Out을 지원한다. 본 사진 감상 시스템에서 PDA 화면은 최대 13 Hz로 갱신된다.

4. 실험 디자인

4.1 실험 대상

사용성 평가를 위하여 기울임 기반 입력 방식의 사용 경험이 없는 20, 30대 7명을 사내에서 선발하였다. 이 연령대는 새로운 시스템과 경험을 중시하기 때문에 본 시스템의 주요 사용 대상 층으로 예상된다. 실험자는 100장의 사진 중에서 차례로 제시되는 20장의 사진을 열람하는 과제를 수행하였다. 사진 탐색 과제는 현재 사진에서 다음 사진과의 거리가 3이하인 단거리 이동 9회, 거리가 10-12인 중거리 이동 11회로 구성되었다. 비교대상은 표 1과 같은 다섯 가지의 입력 방법으로서, 전통적인 사진 감상방법들 중에서 가장 대표적인 방법인 버튼과 ipod click wheel을 비교 대상에 포함하였다. 각 입력 방법에 대하여 실험자들이 사용법을 익힐 수 있도록 몇 분가량의 연습 시간을 주었다. iPod를 제외한 네 가지 방법들은 기울임각, 커서 위치, 버튼 눌림 시간들을 20 Hz 단위로 로그 파일에 기록하여 추후에 분석하였다. iPod는 SW를 수정하기 어려운 까닭에 사용자의 조작 과정을 비디오 카메라로 촬영한 후, 사진 조작 과정을 손수 tagging하여 분석하였다. 실험 과정에서는 평균적으로 각 사용자마다 각 입

력 방법별로 대략 4-5분이 되었으며, 전체 약 30분이 소요되었다. 정성적 분석을 위하여, 실험이 끝난 후 피실험자에게 각 입력 방법의 장단점에 대한 설문 조사를 실시하였다.

표 1 비교 대상 입력 방법

| 입력 방법 | 특징 |
|---------------|--|
| Tilt1 (기존시스템) | 기존 Tilt dynamics로 사진을 이동함 |
| Tilt 2 | Tilt 1의 dynamics에 speed control을 적용함 |
| Tilt 3 (제안방법) | Tilt 2에 이미지 수렴 기능(attractor velocity)을 부여함 |
| Button | 다음/이전 버튼을 눌러서 사진을 이동함 |
| iPod | Click wheel에 손가락을 접촉하고 회전시켜서 사진을 이동함 |

4.2 사용성 평가 지표

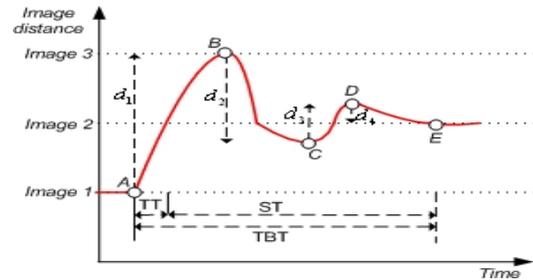


그림 8. 사용성 평가 지표의 일례 (example)

사진 검색 과제에서 다양한 입력 방식의 성능을 평가하고 비교하기 위한 객관적인 사용성 평가 지표가 필요하다. 본 연구에서 제안하는 지표는 Overshooting의 횟수 (overshooting: OS), 목표 사진에 이동할 때까지 열람한 사진의 개수 (distance: Dist.), 목표 사진에 도달하는데 소요된 전체 시간 (total browsing time: TBT), 목표 사진에 처음 도착한 시간 (transition time: TT), 목표 사진에 도달 후 안정화 되는 시간 (stabilization time: ST) 이다. 입력 방식이 더 효율적일수록, 이 다섯 가지 지표가 모두 작은 값을 갖는다.

그림 8은 사용자가 A 위치에서 출발하여 최종적으로 E 위치에 도달할 때까지의 사진 열람 로그 기록이다. X축은 시간의 흐름이며, Y축은 이미지 좌표축이다. 시작 사진은 Image 1이고 목표는 Image 2이다. Overshooting 개수인 OS는 3 (A → B, B → C, C → D)이고, Dist. 는 d_1, \dots, d_4 의 합이다. TBT는 A에서 E까지 소요된 시간이다. TT는 이미지 2에 처음 도달한 시간이다. ST는 TT 다음부터 최종적으로 E 시간이 되어 안정화될 때까지 소요된 시간이다. 따라서 TBT는 TT와 ST의 합이 된다.

5. 결과 분석

표 2와 그림 9는 다섯 가지 입력 방법에 대한 사용성 평가 지표의 결과를 보여준다. 표 2와 그림 9는 서로 동일한

결과를 각기 평균과 분산의 표와 Boxplot 형태로 표현한 것이다. 각 결과는 7명의 사용자들이 수행한 20번의 이미지 탐색 결과를 평균한 것이다. iPod의 경우에는 TT와 ST값을 수집하지 못하였다. 이는 모든 비디오를 수작업으로 분석하여 이미지 전이 과정을 기록하는데 현실적으로 시간과 노력이 많이 소요되어서 어렵기 때문이다.

결과를 보면 Tilt 2의 speed control은 Tilt1에 비하여 전체 이동거리 (Dist)를 제외하고는 그다지 효과적이지 않았다. 그러나, 중심 복귀 기능(attractor velocity)을 추가한 제안한 방법 (Tilt 3)은 Tilt 1과 Tilt 2보다 효율성이 상당히 향상되었다. 제안한 방법(Tilt 3)의 평균 이동 시간 (TBT)은 5초로써 Tilt 1, 2보다 짧고, 또한 iPod 이동시간 (평균 6)보다 짧다. Tilt 1에 비하여 Overshooting 경우는 약 30%, Distance는 25%, 전체 탐색 시간은 17% 감소하였다. 평균 이동 거리도 마찬가지로 제안한 방법이 Tilt 1, 2, iPod 보다 작다. 이는 목표 사진 주위에서 overshooting 및 진동이 줄어들었기 때문이다. 가장 효과적인 것은 버튼 기반 입력으로, overshooting, 이동 거리, 전체 탐색 기산이 모두 최소이다. 이는 사용자들이 버튼을 연속적으로 빠르게 누르기 때문에 가장 적은 시간이 걸린다. iPod은 다섯 가지 방법 중에서 가장 낮은 성능을 보이고 있으며, 모든 지표가 가장 큰 값을 보인다. 특히 overshoot가 발생할 경우에 큰 이동 거리를 갖는다. 제안한 방법의 개인 편차가 매우 작은 반면 iPod의 경우에는 overshooting 문제가 심하게 발생하여 개인별 편차가 크다 (그림 9 Boxplot 중 Dist.).

한가지 주목할 점은 모든 입력 방법 (Tilt 1, 2, 3, 버튼)이 거의 비슷한 전이 시간 (TT)를 갖지만, 안정화 시간 (ST)의 차이가 크다는 점이다. 이는 사용성이 안정화 시간에 크게 의존하고 있음을 보여준다.

표 2. 입력 방법별 정량적 평가 결과 (평균과 표준 편차)

| Method | OS (#) | Dist. (#img) | TBT (sec) | TT (sec) | ST (sec) |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tilt 1 | 0.9(0.2) | 10.6(2.6) | 5.8(1.5) | 3.4(1.0) | 2.3(0.7) |
| Tilt 2 | 1.2(0.4) | 9.8(1.3) | 5.9(1.3) | 3.3(0.9) | 2.6(0.7) |
| Tilt 3 | 0.6(0.2) | 8.0(0.5) | 4.8(0.5) | 3.2(0.4) | 1.5(0.4) |
| Button | 0.3(0.3) | 7.9(2.2) | 3.6(1.3) | 3.1(0.8) | 0.5(0.6) |
| Ipod | 1.0(0.2) | 15.6(4.4) | 5.9(0.9) | N/A | N/A |

정량적으로 사용성을 분석하기 위하여, 사용자에게 다음 세가지 질문을 하고, 1-5까지의 Likert scale로 평점을 받았다 (1: 낮음, 5: 높음).

- 사진을 조작하는 것이 얼마나 용이한가? [1-5]
- 조작 방식이 얼마나 흥미로운가? [1-5]
- 조작 방식에 대한 선호도는 얼마인가? [1-5]

표 3은 실험자들에게 조작성, 흥미도, 선호도에 대하여 1-5까지의 평점을 설문받은 결과이다. 버튼이 조작이 제일 정확하다고 판단하였지만, 흥미도에 있어서는 제안한 방법이 가장 높았으며 전반적인 선호도도 버튼과 비교할 만 하였다.

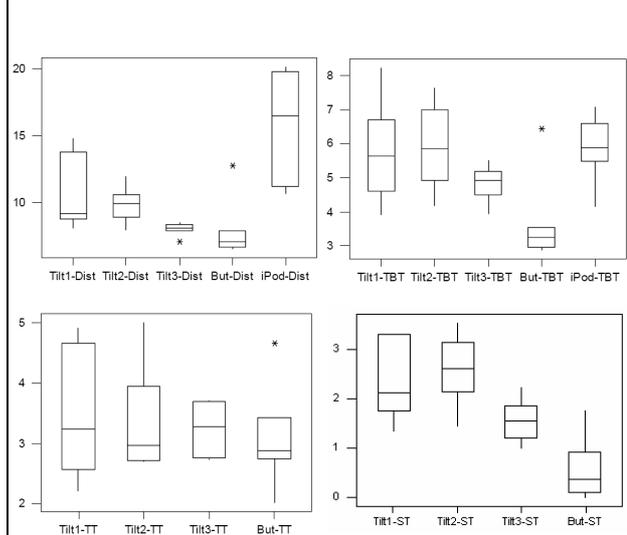


그림 9. 입력 방법별 사용성에 대한 실험 결과의 Boxplot

표 3. 정성적 평가 (평균 및 표준편차)

| 방법 | 조작성 | 흥미도 | 선호도 |
|--------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Tilt 3 | 1.3(1.0) | 4.1(1.1) | 3.4(1.3) |
| Button | 3.6(0.8) | 1.6(0.5) | 3.1(0.7) |
| iPod | 1.3(1.3) | 3.1(0.9) | 2.7(1.5) |

Tilt에 기반한 방법이 조작성에 있어 다소 낮은 평가를 받았지만, 흥미도에 있어서 가장 높은 점수를 받았다. 버튼의 경우에는 사진을 조작하는 것이 편리하지만 흥미도가 가장 낮았다. iPod는 조작성에 낮은 평가를, 흥미도에 중간 수준의 평가를 받았다. 전반적으로 기울임에 기반한 방법이 선호도 면에서 버튼과 대등한 수준이다. 사용자들이 단지 2분동안 연습한 후에 바로 실험에 참여했다는 점을 고려할 때, 향후 기울임 기반 입력의 사용성이 향상될 여지가 크다고 판단된다.

실험 참여자들의 의견을 분석한 결과, 사용자들은 기울임 기반 입력이 다수의 사진을 열람할 때 별도의 조작없이 기울이기만 하면 되기 때문에 편리하다고 응답하였다. 그러나 목표 사진에 정지하기 위하여 다시 기준 위치로 돌아오는 동작을 행하는 점을 불편하게 여겼다. 그리고, 마치 영화 필름을 돌려보는 것처럼 사진들이 각 사진의 중심쪽으로 수렴하면서 이동하는 것을 흥미롭다고 생각하였다. 버튼 입력 방식은 근 거리에 위치한 사진을 이동할 때 편리하지만, 원거리 사진으로 이동시에 연속적으로 버튼을 눌러야 하는 것을 불편하게 여겼다. 특히 휴대기기의 경우에 조밀한 배열과 다소 거칠고 저항감이 강한 버튼의 촉감에 대한 불만이 있었다. iPod는 원거리의 사진을 빨리 이동할 때는 효과적이었지만, 근거리의 사진으로 이동할 때는 overshooting 문제가 심각하게 발생하였다. 사진 검색 UI 및 방식을 평가하는데 있어서 조작성을 중시하는 사용자와 흥미도를 중시하는 사용자의 두가지 부류로 사용자 성향이 구분되었다. 후자의 경우에는 사진 감상이 흥미를 위한 것이고, 사진 감상 행위 자체의 즐거움과 경험이 사진 검색 속도보다 우선한다고 언급하였다.

6. 결론

휴대기기에 사진과 문서 등 더 많은 데이터가 저장됨에 따라 리스트를 열람하기 위한 UI의 효율성과 흥미성이 더욱 중요해 지고 있다. 기울임 기반 열람 방법은 휴대기기의 공간을 차지하지 않고, 실제 물체를 조작하는 듯한 실재감을 제공하기 때문에 아주 유망한 입력 방식이다. 그러나 기존의 기울임 기반 열람 방법에서는 Overshooting, 화면의 진동 (fluctuation), 부분 이미지의 제시라는 조작상의 문제점이 발생한다. 본 연구에서는 이러한 문제점을 화면 위치 및 기울임에 의존하는 화면 위치 제어 dynamics를 적용하여 해결하였다. 7명의 사용자에게 사용성을 테스트한 결과 제안한 dynamics가 매우 효과적임을 확인하였다. 기존 기울임 기반 dynamics에 비하여 overshooting의 횟수를 30%, 사진간 이동 거리를 25%, 이동 시간을 17% 감소하였다. 버튼과 iPod과 비교한 결과, 제안한 방법이 버튼과 유사한 조작성을 갖고 있으며, 버튼과 iPod보다 더욱 흥미성이 뛰어났다. 상업적으로 뛰어난 성공을 거둔 iPod이 사용성 평가 결과 다수의 overshooting 발생으로 사용성이 그다지 높지 않다는 점은 실험 참여자와 저자 모두가 예상치 못한 발견이었다.

참고문헌

- [1] Q.Y. Wang, et. al, Visual interface and control modality: an experiment about fast photo browsing on mobile devices, *Interact*, 2005
- [2] D. Patel, G. Marsen, S. Jones, M. Jones, An evaluation of techniques for browsing photograph collections on small displays, *Mobile HCI 2004*
- [3] D. Patel, G. Marsen, M. Jones, S. Jones, Improving Photo Searching Interfaces for Small-Screen Mobile Computers, *MobileHCI'06*, Helsinki, p149-168, 2006
- [4] A. Cockburn, J. Savage, Comparing Speed-dependent automatic zooming with traditional scroll, pan, and zoom method, *British HCI*, 2003
- [5] Apple, iPod (click wheel) manuals, <http://docs.info.apple.com/article.html?artnum=32514>
- [6] Wikipedia, "TFT LCD," http://en.wikipedia.org/wiki/TFT_LCD, 2006
- [7] J. Rekimoto, Tilting Operations for Small Screen Interfaces, *UIST*, 1996, pp. 167-168.
- [8] B. Harrison et. al, Squeeze Me, Hold Me, Tilt Me! An Exploration of Manipulative User Interfaces, *CHI 1998*
- [9] K. Hinckley, J. Pierce, M. Sinclair and E. Horvitz, Sensing techniques for mobile interaction, *ACM UIST 2000*, p91-100
- [10] P. Eslambolchilar, R. Murray-Smith, Tilt-based Automatic Zooming and Scaling in Mobile Devices - a state-space implementation, *MobileHCI 2004*
- [11] J. Kelly, R. Murray-Smith, Video of tilt-menu, 2004. www.dcs.gla.ac.uk/~rod/Videos/JamesMenu2.avi
- [12] J. Williamson, R. Murray-Smith, *Dynamics and probabilistic text entry*, Hamilton Summer School on Switching and Learning in Feedback systems, Springer-Verlag, LNCS, Vol. 3355, p333-342, 2005
- [13] P. Eslambolchilar, J. Williamson, R. Murray-Smith, Multimodal Feedback for tilt controlled Speed Dependent Automatic Zooming, *UIST 2004*.
- [14] B. Bederson et. al, Toolkit Design for Interactive Structured Graphics, *IEEE Trans. On Software Engineering*, 30 (8) pp 535-546, 2004