

Drag and Roll: 터치스크린 상에서 미세 조정 작업을 위한 제스처 인터랙션

박기은⁰, 유용재, 최승문

포항공과대학교 컴퓨터공학과

pkiin11@postech.ac.kr⁰, dreamseed@postech.ac.kr, choism@postech.ac.kr

Drag and Roll: Gesture Interaction for Fine-tuning Task on Touchscreen

Ki-eun Park⁰, Yongjae Yoo, Seungmoon Choi

Department of Computer Science and Engineering, POSTECH

요 약

본 연구에서는 스마트폰과 같은 터치스크린 기반 모바일 기기에서 미세조정 작업(Fine-tuning task)을 효율적이고 정확하게 수행하기 위한 방법을 제안 및 구현하고, 사용자 평가 실험을 통하여 검증하였다. 본 연구에서 제안하는 Drag and Roll 제스처는 손가락을 떼지 않고 두 단계에 걸친 스크롤을 통하여 미세 조정을 수행하는 것이다. 효율성 확인을 위해 사용자 평가 실험에서 Drag and Roll을 구현하고 다양한 형태의 미세 조정 작업에 대하여 기존의 스크롤 위젯들과 수행 시간(Task completion time), 오차율 등을 비교한 후 설문 조사를 통해 피실험자들의 반응을 확인하였다.

1. 서론

스마트폰과 같은 터치스크린 기반 모바일 기기에서의 제스처(Gesture) 입력은 이제 자연스러운 인터랙션 방식으로 자리매김하고 있다. 이러한 흐름에 발맞추어, 다양한 방식의 제스처 인터랙션이 제안되어 사용자의 작업을 도울 수 있도록 연구가 진행되고 있다. Hinckley 등은 손가락을 댄체로 스마트폰을 기울여 줌 인/아웃동작을 수행하는 방법을 제안하였으며 [1], Roudaut 등은 손가락을 화면에 댄체로 굴림으로써, Malacria 등은 손가락으로 화면에 시계/반시계 방향 원을 그림으로써 줌 인/아웃과 같이 미리 설정한 동작을 수행하도록 제안하였다 [2, 3]. 모션 이외에도 터치스크린을 누르는 압력을 이용하는 방법이 고려되기도 하였는데, Boring 등은 터치스크린을 누르는 압력을 감지하여 압력 수준에 따라 미리 지정된 동작을 수행하도록 하였다 [4]. 또한, 화면을 노크하는 제스처를 이용하여 동작을 수행하거나 [5], 카메라를 이용하여 터치스크린에 손을 대지 않은 채 제스처 입력을 수행하는 방법 등 다양한 제스처 인터랙션이 고안되어 실제 제품에 적용되고 있다 [6].

한편, 터치스크린에서의 미세 조정 작업(Fine-tuning task)은 그림 1과 같이 음악 플레이어의 이퀄라이저(Equalizer) 기능이나, 구간 검색, 동영상의 재생 위치 지정 등 다양한 경우에 반드시 필요하다. 이러한 미세 조정 작업은 주로 시크바(Seekbar)와 같은 스크롤 위젯(Scroll Widget) 상에서 손가락을 드래그 함으로써 수행되는데, 터치스크린의 크기와 사용자의 손 크기 때문에 정밀한 입력이 어렵다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 키보드로 직접 입력하는 방식도 활용되었으나, 키보드가 좁은 화면에 띄워짐에 따른 불편함을 초래하며, 직관적이지 않다. 이에 그림 1의 예시와 같이 키보드를 사용하기에 적절하지 못한 상황 또한 비교적 흔하게 발생한다.

이와 같은 문제를 해결하기 위하여, 본 연구는 미세 조정



그림 1. 미세 조정 작업의 예: 구간 검색, 이퀄라이저

작업에 적합한 새로운 제스처 인터랙션인 Drag and Roll을 제안하고, 그 효율성을 확인하였다.

2. Drag and Roll 인터랙션

2.1. 개요 및 절차

본 연구에서 제안하는 Drag and Roll 인터랙션의 개요는 그림 2와 같다. 우선, 스크롤바 상에서 터치 후 드래그를 통하여 대략적인 값을 맞춘 다음, 손가락을 꼭 눌러 롤(Roll) 입력을 받도록 한다. 롤 입력은 손가락을 화면에 댄 상태로 좌우로 굴림(Roll)으로써 이루어지며, 손가락이 구르는 방향으로 미세하게 조정하여 원하는 값을 맞출 수 있도록 한다. 또한, 이러한 입력 상태 전환 시에는 짧은 진동을 통하여 사용자에게 이를 알려 준다. 이를 통하여 손가락을 떼지 않고 한 번의 터치 제스처로 미세 조정 작업을 수행할 수 있도록 하였다.

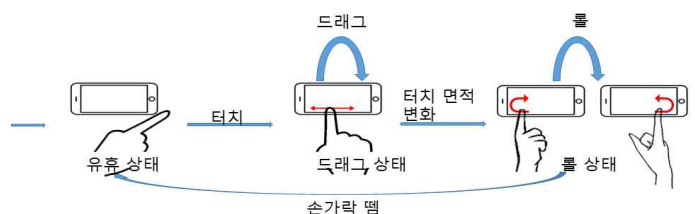


그림 2. Drag and Roll 인터랙션의 개요

2.2. 구현

인터랙션의 구현을 위해, 손가락의 움직임에 따른 터치 입력을 분석하고, 미세 조정을 위하여 위젯의 세부 설정을 수행하였다. 우선, 드래그 입력 시에는 터치 입력에서 x 좌표의 변위만큼 스크롤 값이 변화하였으며 이는 일반적인 스크롤 바의 미세 조정과 같은 방식이다. 롤 입력 시에는 스크롤 범위에 따라 미세 조정 값의 비율이 달라졌는데, 0-100일 때는 x 좌표 변위의 25%, 0-500일 때는 10%, 0-1000일 때는 5%만 변화하도록 하였다. 예를 들어, 롤 입력 시 x 좌표가 40만큼 움직였다면, 0-100 범위에서의 스크롤에서는 10만큼, 0-500에서는 4만큼, 0-1000에서는 2만큼 스크롤 값이 변화하여 미세 조정을 수행하게 된다.

드래그 상태에서 롤 상태로 전환되는 시점을 정확하게 감지하기 위하여, 앞선 관련 연구[4]에서 사용한 방법과 같이 터치 면적의 변화를 감지하여 압력을 추정하도록 하였다. 측정 시에는 손끝과 손톱 부위가 아닌, 손가락 지문이 있는 부분이 터치스크린에 접촉하도록 하여 실험을 진행하였다. 그 결과 일반 스크롤 입력과, 손가락을 꼭 눌러 압력을 가한 롤 입력 사이에는 터치 면적이 통계적으로 유의한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. (Paired t-test, $\mu_{drag} < \mu_{press}$, $t = 55.60$, $p < .0001$, μ_{drag} : 드래그, μ_{press} : 압력을 가한 롤 입력) 이 때 사용자의 손 크기에 따라 터치 면적의 범위가 다른 문제가 있는데, 이는 각 사용자들의 터치 면적을 측정하여 제스처 인터랙션을 개인화(Customize)하여 해결하였다.

3. 사용자 실험

본 연구에서 제안하는 Drag and Roll의 사용성을 평가하기 위하여 기존의 스크롤 위젯 두 가지(표 2 참고)와 Drag and Roll을 이용한 스크롤의 성능 비교 및 사용자 평가 실험을 수행하였다. 실험에는 안드로이드 OS가 탑재된 스마트폰(삼성전자 SM-850, 115g, 4.7인치 정전식 터치스크린)에 그림 3과 같이 실험 프로그램 어플리케이션을 제작하여 진행하였다. 실험에는 12명의 20대 대학(원)생(남 9, 여 3명, 평균나이 23.8세)이 참가하였으며, 전원이 익숙하게 스마트폰을 사용하였다.

피실험자 Task 및 성능 평가 척도는 아래 표 1에 서술하였다. 이 Task들을 표 2와 같은 다양한 조건에 대하여 수행하도록 하였다. 이 때, 각각의 스크롤 위젯의 성능 평가에 다양한 난이도 및 조건을 상정하기 위하여 스크롤 척도(Scale) 2가지, 스크롤 범위(Range) 3가지를 조합하여 실험 조건으로 사용하였다. 여기서 척도는 좌표에 따른 값이 등간격으로 매겨진 Numeric scale과 이퀄라이저의 데시벨 단위와 같이 dB 척도도 매겨진 Log scale을 사용하였다. 또한, 세 가지의 범위를 사용하였는데, 조정 값의 범위는 커질수록 난이도가 증가한다. 즉, 2가지의 Task, 3가지의 스크롤 위젯, 스크롤 척도 2가지와 범위 3가지를 조합, 총 36 개의 실험 조건이 구성되었으며, 이를 피실험자 한 명당 7번씩 반복하였

다. 따라서 피실험자 한 명당 총 252회(36×7)의 Task를 수행하였다. Task의 종류를 제외한 실험 조건들은 무작위로 제시되었으며, Task의 종류는 실험 오차를 최소화하기 위하여 밸런싱(Balancing) 하였다. 예를 들어, 피실험자 1은 Task 1을 먼저 수행한 다음에 2를 수행하고, 피실험자 2는 Task 2를 먼저 수행한 다음에 1을 수행하는 식이다.

또한, 실험에 앞서 피실험자들이 각 task와 위젯에 익숙해질 수 있도록 사전 연습 시간이 주어졌으며, 피실험자의 피로로 인한 효과(Fatigue effect)를 최소화하기 위하여 충분한 휴식 시간(매 63개당 3분)을 부여하였다. 소요시간은 피실험자 1인당 약 1시간 내외였다. 마지막으로, 실험 후 아래 표 3과 같은 내용으로 Drag and Roll에 대한 설문조사를 수행하였다.

표 1. 실험 Task의 설명

Task 1: 정확한 입력 시 소요시간 측정
피실험자들로 하여금 무작위로 주어진 목표 값에 정확히 도달하도록 하고, 피실험자들의 작업 완료 시간(Task completion time)을 측정하였다.
Task 2: 짧은 시간 내 목표값에 근접
피실험자들로 하여금 짧은 시간(5초) 안에 무작위로 주어진 목표 값에 최대한 근접하도록 하고, 목표 값과 피실험자가 5초 안에 조정한 값의 오차율(Error rate)을 측정하였다.

표 2. Task 의 실험 조건

위젯	일반 스크롤, 숫자 입력+스크롤, Drag and Roll
척도	Numeric scale, Log scale
범위	0-100, 0-500, 0-1000



그림 3. 어플리케이션 화면

4. 결과 및 고찰

그림 4에서 확인할 수 있듯이, Task 1에서 정확한 입력에 걸리는 시간을 비교한 결과 모든 조건에서 숫자 입력+스크롤 위젯이 가장 짧은 시간이 소요된 것으로 나타났다. 그러나 세 위젯의 작업 완료시간에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 못하였는데, ($F = 1.53$, $p = 0.2158$) 이는 입력 Task의 특성 상 피실험자 개개인의 속도 차이, 실수가 발생하였을 때 소요되는 추가적인 시간 등 통제변인 외 오차와 관련된 요소가 비교적 많기 때문이라 볼 수 있다. 스케일과 범위에 따라서는 모두 유의미한 차이를 보였으며(각각 $F = 7.84$, $p = 0.0052$, $F = 30.06$, $p < 0.0001$) 이는 미세 조정 작업에 소요되는 시간은 작업의 난이도에 더 영향을 받는다는 것을 의미한다. 특

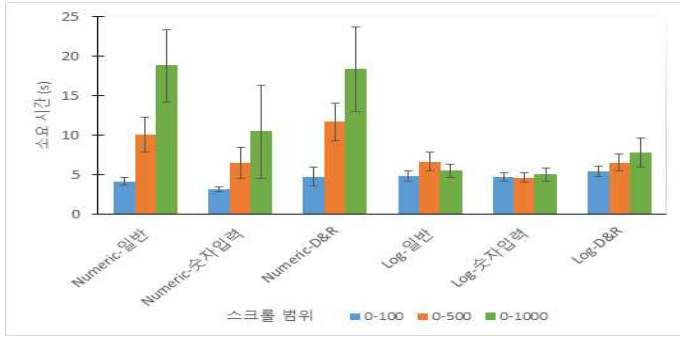


그림 4. Task 1의 Completion time (오차 막대: 표준오차)

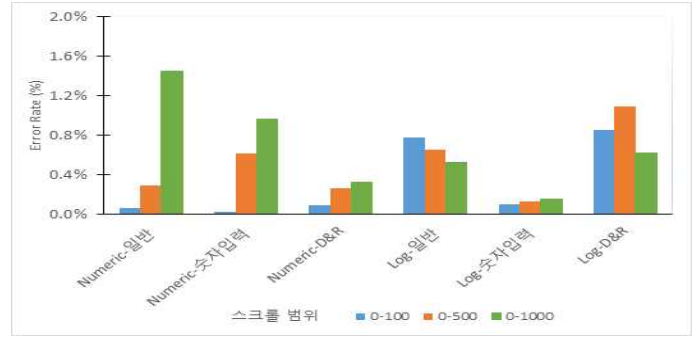


그림 5. Task 2의 Error rate 비교

기할 만한 것은 Log scale에서의 미세 조정 작업은 값의 범위와 상관없이 세 방법 모두 비슷한 시간 (5초 내외)에 모두 마친다는 것이다. 또한, Drag and Roll과 일반 스크롤 위젯은 거의 비슷한 성능을 보였다.

Task 2에서의 Error rate를 비교한 결과는 그림 5와 같다. 그림 5에서는 가독성을 위하여 오차 막대는 생략하였으며, 표준오차의 범위는 최소 0.006%에서 3.06%였다. Task 1과 마찬가지로, 스크롤 범위가 커지면서 작업이 어려워질수록 큰 오차를 보였으나, 오차의 절대적인 값은 최대 1.5% 정도로 매우 작았다. Drag and Roll은 Numeric 환경에서, 스크롤 범위 값이 커졌을 때 좋은 성능을 보였으나 Log scale에서는 좋은 성능을 보이지 못하였다. 오히려 숫자 입력이 포함된 스크롤이 다른 방법들에 비해 좋은 결과를 보였는데, 이는 피실험자들이 오차를 줄이기 위하여 스크롤 대신 숫자를 직접 입력하는 방식을 사용했기 때문으로 보인다. Log scale에서 일반 스크롤과 Drag and Roll의 낮은 성능은 일부 Trial에서 피실험자들이 Log scale로 변하는 값에 적응하지 못하여 큰 오차를 낸 것이 원인으로 보인다.

표 3. 설문조사 문항 및 결과

문항	평균±표준편차 (5점 만점)
Drag and Roll은 사용하기에 편리하다.	3.42±1.36
Drag and Roll은 미세 조정에 적합하다.	3.83±0.72
Drag and Roll 이용 시 미세 조정을 빠르게 할 수 있다.	3.33±0.98
Drag and Roll 이용 시 미세 조정을 정확하게 할 수 있다.	4.00±0.85
Drag and Roll 방식을 이용할 의향이 있다.	3.92±0.79

실험 후 설문조사는 위 표 3과 같이 편리성, 적합성, 주관적 속도 및 정확도, 향후 이용 가능성의 5가지 문항에 대하여 5점 리커트 척도를 이용, 동의하는 정도를 평가하였다. 응답 결과 대체적으로 Drag and Roll은 미세 조정 작업에 적합하며, 정확한 조정에 도움이 된다고 하였으나, 편리함 측면과 작업의 신속성 측면에서는 높은 평가를 얻었다고 보기 어렵다.

이 같은 결과는 피실험자들의 숙련도 문제와 관련이 있을 것으로 보이는데, 짧은 연습 시간(10분 내외)만을 제공하고

실험을 수행해 기존의 널리 사용되던 방법보다 비교적 숙련도 면에서 떨어지게 되어 피실험자의 작업 효율이 저하되었다고 할 수 있다. 또한, 피실험자들이 손을 땠 때 미세하게 값이 변하는 경우가 간혹 발생하여 성능 저하에 영향을 미친 것으로 보인다.

5. 결론

본 연구에서 제안한 Drag and Roll 방식은 일반적인 스크롤 위젯에 비해 수행 시간 면에서 큰 차이 없이 미세 조정을 정확하게 수행할 수 있도록 함을 확인할 수 있었으며, 특히 일반적인 Numeric scale에 대하여 키보드를 사용하기 어려운 환경일 때의 효용성을 확인할 수 있었다. 향후 피실험자들의 숙련도 문제나, 손을 떼는 시점을 감지하여 값이 변하는 문제를 해결한다면 더 나은 성능을 기대할 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] Hinckley, K. and Song, H. "Sensor synaesthesia: touch in motion, and motion in touch." Proc. of CHI, ACM (2011)

[2] Roudaut, A., Lecolinet, E., and Guiard, Y. "MicroRolls: expanding touch-screen input vocabulary by distinguishing rolls vs. slides of the thumb." Proc. of CHI, ACM (2009)

[3] Malacria, S., Lecolinet, E., and Guiard, Y. "Clutch-free panning and integrated pan-zoom control on touch-sensitive surfaces." Proc. of CHI, ACM (2010)

[4] Boring, S., Ledo, D., Chan, X., Marquardt, N., Tang, A., and Greenberg, S., "The Fat Thumb: Using the Thumb's Contact Size for Single-Handed Mobile Interaction." Proc. of ACM MobileHCI (2012)

[5] Harrison, C., Schwarz, J., and E. Hudson, S., "TabSense: enhancing finger interaction on touch surfaces." Proc. UIST, ACM (2011)

[6] Freeman, E., Brewster, S., and Lantz, V., "Tactile Feedback for Above-Device Gesture Interfaces: Adding Touch to Touchless Interactions." Proc. ICMI, ACM (2014).