

Grip Posture Analysis for Ergonomic Smartphone Interface Design

Younggeun Choi¹, Hayung Jung¹, Heecheon You¹

¹Department of Industrial & Management Engineering, POSTECH, Pohang, Korea

ABSTRACT

Objective: The present study is intended to objectively classify grip postures for smartphone when user conduct tasks with hard keys and a touchscreen. **Background:** Grip postures need to be considered to ergonomic smartphone interface design for better usability such as controllability, user performance, and safety. Although grip postures for mobile devices were analyzed by previous researches to enhance the signal transmission performance and find out satisfaction level of each touchscreen area, grip postures of smartphones which users can conduct variety of tasks by using hard keys and a touchscreen have not been analyzed. **Method:** Forty five smartphone experienced users conducted tasks with nine different sized smartphone mock-ups. Two cameras were installed at both above and under the smartphone mock-up and recorded synchronized video of grips postures. The grips postures were classified by counting the number of fingers at each side of smartphones. **Results:** 1-finger back support & 4-finger grasp (72.2%) and 5-finger grasp (12.6%) were two major grip postures among ten different grip postures for hard key use, and 4-finger back support (66.0%) and 1-finger back support & 3-finger grasp (16.6%) were two major grip postures among twelve different grip postures for touchscreen use. **Conclusion:** Participants had interacted with smartphones by having various grips postures depending on the size of the smartphone and individual preference. **Application:** The classified major grip postures would be of use in ergonomic smartphone interface design.

Keywords: Smartphone grip, grip posture, smartphone interface, interface design

1. Introduction

스마트폰 파지 자세에 대한 체계적 이해는 인간공학적 스마트폰 인터페이스 설계에 중요하게 활용될 수 있다. 스마트폰 인터페이스를 조작하기 위해 사용자는 기기의 선호하는 위치를 선호하는 형태로 파지할 수 있는데 인터페이스 조작 때문에 안정적으로 파지하지 못할 경우 기기를 떨어뜨릴 수 있고 파손으로 연결될 수 있다. 또한, 파지 방법은 controllability와 user performance에 강한 영향을 미칠 수 있다고 보고되고 있다(Kim et al., 2014). 따라서 사용자 중심의 인터페이스 설계에는 안정적이고 편안한 파지 자세에서의 조작가능성이 고려되어야 한다.

다양한 파지 자세 유형을 모바일 디바이스의 설계에 고려한 연구들이 수행되었다. Pelosi et al.

(2009)과 Myllymaki et al. (2010)은 기기 파지 중 발생하는 전파 송신 방해를 개선하기 위해 모바일폰을 활용한 통화 및 메시지 전송 시의 파지 자세를 분석하여 soft grip과 firm grip의 2가지 유형으로 분류하였고, Im et al. (2010), Trudeau et al. (2012), 그리고 Kim et al. (2014)은 스마트폰 touchscreen의 영역별 사용성을 분석하기 위해 오른손, 왼손, 양손 파지를 대표 유형으로 선정하였다.

모바일 디바이스의 파지 자세를 분석한 기존 연구들은 task에 따른 주요 파지 자세를 분석하였으나, touchscreen과 hard key를 모두 조작해서 다양한 task를 수행할 수 있는 스마트폰의 파지 자세에 대한 연구는 수행되지 않았다. 최근 일반적인 스마트폰들은 전면의 touchscreen과 측면 또는 후면의 hard key를 사용하도록 설계되고 있다. Touchscreen과 hard key는 인터페이스의 특성상 서로 다른 형태의 사용방법을 요구한다. 또한, 스마트폰은 통화와 메시지 전송 이외에도 음악 청취, 독서, 웹서핑 등

다양한 task를 수행할 수 있기 때문에 다양한 task에 대한 고려가 필요하다.

본 연구는 다양한 손 크기의 사용자들이 다양한 크기의 스마트폰 touchscreen과 hard key를 활용한 task 수행 시 사용하는 파지 자세의 정량적 분석 방법을 제안하고 주요 파지 자세 유형을 분석하였다.

2. Method

2.1 Participants

본 연구는 파지 자세에 대한 손 크기의 영향을 파악하기 위해 한국인 손 너비 및 손 길이 분포를 고려한 다양한 손 크기의 실험 참여자 45명을 모집하였다. 본 연구는 Size Korea의 손 너비와 손 길이 인체측정자료를 참고하여 남녀 각 9개 범주(Short & Narrow, Short & Medium, Short & Wide, Middle & Narrow, Middle & Medium, Middle & Wide, Long & Narrow, Long & Medium, Long & Wide)에 속하는 실험참여자들을 모집하였다.

2.2 Experiment environment

본 연구에는 파지 자세에 대한 기기 크기의 영향을 파악하기 위해 화면 크기 3.0" ~ 7.0" 를 적용한 9종의 스마트폰 mock-up이 활용되었다. 본 연구에는 시판되고 있는 다양한 스마트폰 사용시의 파지 자세를 파악하기 위해 3D printer를 통해 일정한 간격으로 제작된 크기가 다양한 mock-up이 활용되었다.

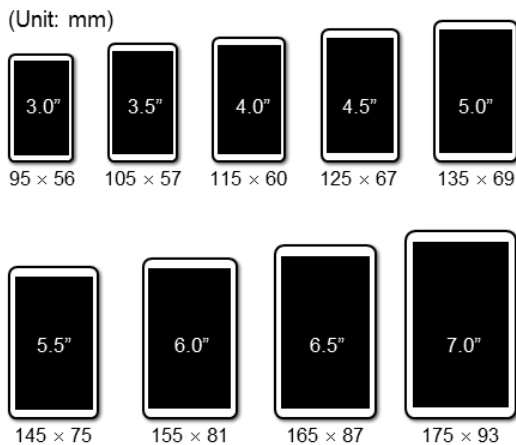


Figure 1. Nine different sizes of smartphone mock-ups

스마트폰 파지 자세 측정은 스마트폰 부위별 파지하고 있는 손가락의 수와 자세를 파악하기 위해 2대의 camera를 실험참여자 상/하단에 설치하여 수행되었다. 본 연구는 자연스러운 사용 상황의 파지 자세를 측정하기 위해 실험참여자가 자연스러운 자세로 스마트폰을 파지하고 사용하는 중 실험 참여자의 상단과 하단에 2대의 camera를 설치하고 동기화된 video를 촬영했다.



Figure 2. Smartphone grip posture measurement environment

본 연구는 스마트폰 사용 시 취할 수 있는 다양한 파지 자세를 파악하기 위해 스마트폰의 주요 task를 선정하였다. 본 연구의 주요 task는 table 1과 같이 문자전송, 음악청취, 통화, 그리고 web browsing의 총 4가지로 선정되었는데 각 task들은 screen on/off, screen browsing과 같은 세부 motion들의 조합으로 구성되었다.

Table 1. The selected tasks for smartphone use

Task	Sub Motions
Send a message	<ol style="list-style-type: none"> 1. Screen on/off (Press Power key) 2. Screen browsing (Flick Touchscreen) 3. Selecting an app (Tap Touchscreen) 4. Texting (Tap Touchscreen) 5. Homing (Press/Touch Back/Home) 6. Screen on/off (Press Power key)
Listen to a music	<ol style="list-style-type: none"> 1. Volume up/down (Press Volume key) 2. Screen browsing (Flick Touchscreen) 3. Show menus (Press/Touch Menu) 4. Selecting a menu (Tap Touchscreen) 5. Volume up/down (Press Volume key)
Take a call	<ol style="list-style-type: none"> 1. Grip the phone 2. Volume up/down (Press Volume key)
Browse the web	<ol style="list-style-type: none"> 1. Screen on/off (Pressing Power key) 2. Wi-Fi on/off (Tap Touchscreen) 3. Selecting an app (Tap Touchscreen) 4. Browsing (Scroll Touchscreen) 5. Screen capture (Press Hard keys)

2.3 Experiment procedure

본 연구의 스마트폰 파지 자세 측정 실험은 (1) mock-up 친숙화, (2) Task 안내, 그리고 (3) Task별 파지자세 측정의 3단계 절차에 따라 수행되었다. Mock-up 친숙화 단계에서는 실험을 위해 제작한 다양한 크기의 스마트폰 mock-up을 파지해보고 hard key와 touchscreen 사용을 재현하도록 했다. Task 안내 단계에서는 선정된 4가지 task들에 대해 전반적인 설명을 하고 실험 방법을 설명했다. 마지막으로 각 task를 임의의 순서로 수행하여 파지 자세 영상을 촬영하였다.

2.4 Classification of grip postures

스마트폰의 파지 자세는 기기의 각 부위(left, right, top, bottom, front, back)별 위치하고 있는 손가락의 수를 정량적으로 분석하여 분류되었다. 예를 들어, figure 3의 경우 스마트폰의 좌측(L)에는 3개의 손가락이, 우측(R)에는 1개의 손가락이 그리고 후면(Back)에도 1개의 손가락이 위치하고 있어 3L1R1K의 형식으로 coded될 수 있다. 본 연구에는 실험참여자 별 18개의 이미지가 분석되었다.

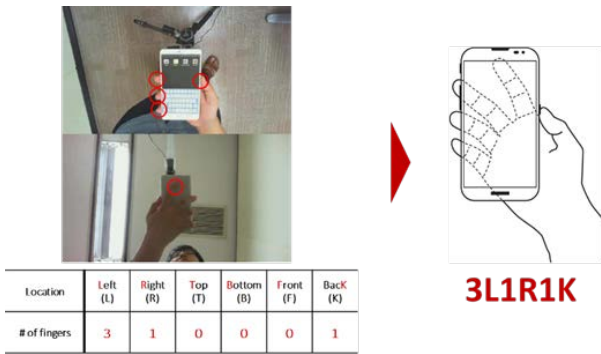


Figure 3. An example of grip posture classification

3. Results

3.1 Grip postures for hard key use

스마트폰의 hard key를 사용하는 task 수행 시 파지 자세 유형은 총 10가지이며, 검지로 배면을 지지하며 움켜쥐는 자세(1-finger back & 4-finger grasp: 72.2%)와 다섯 손가락으로 움켜쥐는

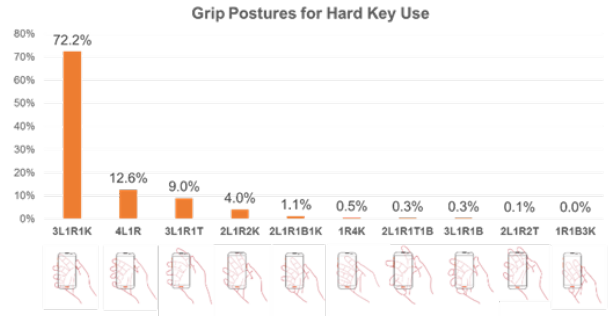


Figure 4. Grip postures for smartphone hard key use

자세(5-finger grasp: 12.6%)가 주요 파지 자세로 파악되었다(Figure 4 참조).

3.0" ~ 4.5" 스마트폰의 hard key 인터페이스 설계에는 검지로 배면을 지지하며 움켜쥐는 자세(1-finger back & 3-finger grasp: 31.4% ~ 67.3%)와 상단으로부터 움켜쥐는 자세(1-finger top & 4-finger grasp: 11.7% ~ 39.5%)가 주요 파지 자세로 파악되었다.

5.0" ~ 7.0" 스마트폰의 hard key 인터페이스 설계에는 검지로 배면을 지지하며 움켜쥐는 자세(1-finger back & 3-finger grasp: 75.2% ~ 85.1%)가 주요 파지 자세로 파악되었다.

3.2 Grip postures for touchscreen use

스마트폰의 touchscreen을 사용하는 task 수행 시 파지 자세 유형은 총 12가지이며, 네 손가락으로 배면을 지지하는 자세(4-finger back: 66.0%)와 검지로 배면을 지지하며 움켜쥐는 자세(1-finger back & 3-finger grasp: 16.6%)가 주요 파지 자세로 파악되었다(Figure 5 참조).

3.0" 스마트폰의 touchscreen 인터페이스 설계에는 검지로 배면을 받치며 움켜쥔 자세(1-finger back & 3-finger grasp: 44.1%), 검지는 배면, 소지는 하단을

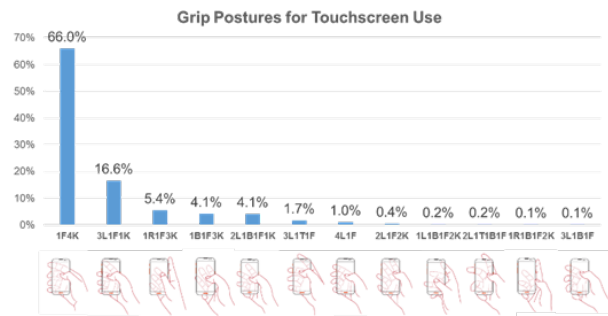


Figure 5. Grip postures for smartphone touchscreen use

받치며 움켜쥔 자세(1-finger back & 1-finger bottom & 2-finger grasp: 17.5%), 상단으로부터 움켜쥔 자세(1-finger top & 3-finger grasp: 17.1%), 그리고 네 손가락으로 배면을 지지하는 자세(4-finger back: 11.7%)가 주요 파지 자세로 파악되었다.

3.5" ~ 4.0" 스마트폰의 touchscreen 인터페이스 설계에는 검지로 배면을 받치며 움켜쥔 자세(1-finger back & 3-finger grasp: 57.1% ~ 59.0%), 네 손가락으로 배면을 지지하는 자세(4-finger back: 13.7% ~ 22.9%), 그리고 검지는 배면, 소지는 하단을 받치며 움켜쥔 자세(1-finger back & 1-finger bottom & 2-finger grasp: 10.8% ~ 12.7%)가 주요 파지 자세로 파악되었다.

4.5" ~ 5.0" 스마트폰의 touchscreen 인터페이스 설계에는 네 손가락으로 배면을 지지하는 자세(4-finger back: 54.2% ~ 62.2%), 검지로 배면을 받치며 움켜쥔 자세(1-finger back & 3-finger grasp: 20.8% ~ 31.3%)가 주요 파지 자세로 파악되었다.

5.5" ~ 7.0" 스마트폰의 touchscreen 인터페이스 설계에는 네 손가락으로 배면을 지지하는 자세(4-finger back: 76.4% ~ 86.4%)가 주요 파지 자세로 파악되었다.

4. Discussion

본 연구는 스마트폰의 hard key와 touchscreen을 활용한 다양한 task 수행 시 취하는 파지 자세를 정량적으로 분석하였다. 스마트폰의 hard key 사용에는 검지로 배면을 지지하며 움켜쥔 자세가 가장 많이 사용되는 것으로 파악되었는데, 이는 가로 길이가 긴 대형 스마트폰을 안정적으로 움켜쥔기 위한 것으로 사료된다. 또한, 스마트폰의 touchscreen 사용에는 네 손가락으로 배면을 지지하는 자세가 가장 많이 사용되는 것으로 파악되었는데, 이는 엄지손가락을 가능한 넓은 영역으로 자유롭게 움직이게 하기 위한 파지 자세인 것으로 사료된다.

스마트폰의 hard key 조작 시 주요 파지 자세는 기기의 크기에 따라 차이가 있어(3.0" ~ 4.5" : 1-finger back & 3-finger grasp, 1-finger top & 4-finger grasp; 5.0" ~ 7.0" : 1-finger back & 3-finger grasp), 기기 크기별 중요하게 고려될 파지자세의 유형이 서로 다른 것으로 파악되었다. 기기 크기가

커질수록 상단으로부터 움켜쥔 자세의 비율이 줄어드는 경향이 있었는데 이는 기기의 크기가 작을 경우 기기 상단에 위치하고 있던 손가락이 기기의 크기가 커지면서 안정적인 파지를 위해 기기 후면으로 이동하였기 때문인 것으로 사료된다.

스마트폰의 touchscreen 조작 시 주요 파지 자세는 기기의 크기에 따라 차이가 있어(3.0" : 1-finger back & 3-finger grasp, 1-finger back & 1-finger bottom & 2-finger grasp, 1-finger top & 3-finger grasp, 4-finger back; 3.5" ~ 4.5" : 1-finger back & 3-finger grasp, 4-finger back, 1-finger back & 1-finger bottom & 2-finger grasp; 4.5" ~ 5.0" : 4-finger back, 1-finger back & 3-finger grasp; 5.5" ~ 7.0" : 4-finger back), 기기 크기별 중요하게 고려될 파지자세의 유형이 서로 다른 것으로 파악되었다. Touchscreen 조작시의 파지 자세는 hard key 조작시 파지 자세 유형에 비해 더욱 다양하게 나타났는데 이는 touchscreen이 기기의 전면에 넓게 위치하고 있고 각 영역별로 선호하는 파지 자세가 달랐기 때문인 것으로 사료된다.

본 연구에서는 다양화된 통제된 크기의 스마트폰의 파지 자세를 분석하기 위해 스마트폰의 mock-up을 사용하였으므로 실제 스마트폰을 사용한 검증 연구가 필요하다. 또한 스마트폰을 사용하는 다양한 상황이 존재할 수 있으나 효과적인 상황 재현을 위해 선 자세에 대해서만 실험이 수행되었으므로 누운 자세, 움직이는 상황 등을 고려한 추후 연구가 수행된다면 더욱 실제적이고 자연스러운 파지 자세 유형을 파악할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 분석된 파지 자세 유형들은 편안하고 안정적으로 사용 가능한 스마트폰 인터페이스 설계에 유용하게 활용 될 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgements

The present research was supported by Mid-career Researcher Program through National Research Foundation (NRF) grant funded by the Ministry of Education, Science and Technology (MEST) (NRF-2015R1A2A2A03005486).

References

- Size Korea, Report on the Fifth Survey of Korean Anthropometry, Retrieved May 2, 2013 from <http://sizekorea.kats.go.kr/>
- Pelosi, M., Franek, O., Knudsen, M. B., Christensen, M., and Pedersen, G. F. (2009). A Grip Study for Talk and Data Modes in Mobile Phones. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 57(4), 856-865
- Myllymaki, S., Huttunen, A., Palukuru, V., and Jantunen, H. (2010). Capacitive Recognition of the User's Hand Grip Position in Mobile Handsets. *Progress In Electromagnetics Research B*, 22, 203-220
- Im, Y., Cho, S., Park, S., Jung, E. S., and Park, J. (2010). Controllability of Touch-screen Phones based on Various Grip Postures. *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*
- Trudeau, M. B., Young, J. G., Jindrich, D. L., and Dennerlein, J. T. (2012). Thumb Motor Performance is Greater for Two-Handed Grip Compared to Single-Handed Grip on a Mobile Phone. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*
- Kim, T., Jung, E. S., and Im, Y. (2014). Optimal control location for the customer-oriented design of smart phones. *Information Sciences*, 257, 264-275

Management Engineering, POSTECH

Areas of interest: Ergonomic product design & development, User interface design & evaluation, Digital human modeling & simulation, Human performance & workload assessment, Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) prevention, Usability testing

Author listings

Younggeun Choi: sidek@postech.ac.kr

Highest degree: M.S., Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

Position title: Ph.D. candidate, Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

Areas of interest: Ergonomic product design & development, Universal design, User experience design

Hayoung Jung: niceterran36@postech.ac.kr

Highest degree: B.S., Industrial & Media Design, Handong Global University

Position title: M.S. candidate, Department of Industrial and Management Engineering, POSTECH

Areas of interest: Ergonomic Product Design & Development, Industrial Design, Physical User Interface design, HCI & UX Design

Hecheon You: hcyou@postech.ac.kr

Highest degree: Ph.D., Industrial Engineering, Pennsylvania State University

Position title: Associate Professor, Department of Industrial and