



## **Interaction Effect between the Physical Stability and Attention on the Sensitivity of Tactile Feedback in Hand-Held Devices**

**Jae-In Roh, Ju-Hwan Lee\***

*Department of New Media, Korean-German Institute of Technology*

### **A B S T R A C T**

Tactile feedback is useful especially when the user's auditory and visual modalities are occupied or limited due to social and environmental factors. Recently, we need for more effective notification system as the increase of using high-performance mobile devices and the era of ubiquitous make users obtain massive information from any situation. It is important to analyze user contexts to find factors from the information influenced user's behaviors and experiences because of various situations and wide range of data in using mobile devices. In this study, to guide the effective use of tactile feedback in the using contexts of a hand-held device, the sensitivity of tactile feedback by measuring the sensitivity of the information by way of the number of vibrotactile signals (numerosity judgement) was compared in the using four experimental contexts divided into the stability of physical movement (standing or walking) and attentional conditions (concentration or distraction). As the results, the accuracy of numerosity judgment decreased in the conditions of physical movement (walking) and distraction. In the hand-held devices, the sensory, perceptual, and cognitive features could be change because of various situations when people hold a device unstably in their hand. Therefore the results of the present study helps us understand the difference in the characteristics of tactile feedback for enhancing the user experience.

© 2015 KKITS All rights reserved

**KEYWORDS :** Smartphone, Smart devices, Tactile feedback, Interaction design, Contexts.

**ARTICLE INFO:** Received 12 May 2015, Revised 12 June 2015, Accepted 12 June 2015.

\*Corresponding author is with the Department of NewMedia, Korean-German Institute of Technology, 99, Hwagok-ro 61, Gangseo-gu, Seoul, 157-030, KOREA.  
E-mail address: jhlee@kgit.ac.kr

### **1. 서 론**

최근 많은 사람들은 가정이나 직장에서, 심지어 이동중에도 다양한 작업을 위해 여러 휴대용 기기

들(portable devices)을 사용하고 있다[1]. 특히 유비쿼터스 시대를 살아가는 현대인은 한 순간도 스마트폰에서 눈을 떼지 못한 채 살고 있다. 걸어서 이동할 때, 대중교통을 이용하거나 운전을 할 때, 식당에서 식사중에도 손에서 스마트폰을 놓지 못한다. 더욱이 스마트폰 이외에도 태블릿 PC 등의 휴대용 기기들의 사용이 보편화되어 시공간의 제약에 구애받지 않고 다양하고 방대한 정보들을 접하게 된다. 각 기기들은 사용자의 라이프 스타일에 고유 기능적 역할을 하며, 각 기기는 촉각 피드백 뿐만 아니라 청각과 시각적 인 표시를 통해 사용자와 능동적 또는 수동적으로 상호 작용한다[1]. 디바이스와 사용자의 상호작용 중 알림 인터페이스는 사용자가 다른 활동에 몰두해 있거나 집중력이 분산되어 있는 상태에서도 수신되는 정보를 확인하도록 유도하는 알림을 제공한다[2]. 정보가 수신되고 있음을 알리는 방법에는 아이콘에 숫자로 표시해주거나, 소리로 알림 혹은 진동이나 LED의 깜박임 등의 여러 가지 방법이 동원 된다. 하지만 다양한 방식으로의 알림이 제공되더라도 사용자가 휴대 기기를 사용하는 환경이 각기 다른 경험이기 때문에 사용맥락에 따라 정보의 알림이나 경고 등 중요한 인지가 어려워지는 경우가 발생할 수 있다. 모든 알림을 인지하고 반응 할 수 없지만 최대한 많은 알림을 수용하기 위해서는 다양한 채널의 정보에 끊임없이 귀 기울여야 한다. 그러나 과도한 주의 집중은 인지 능력의 과부하를 초래할 수 있다. 때문에 각각의 알림 인터페이스를 상황에 따라 효과적으로 사용할 필요가 있다. 알림을 더욱 효과적으로 사용하기 위해서는 사용자에게 사용 기기들의 기능 상태의 변화, 수신 메시지 또는 예외 조건에 대한 알림이 필요하다[1].

앞서 언급한 알림 인터페이스 중에서 오늘날 휴대용 기기(휴대전화, 태블릿 등) 시각적, 촉각적 등의 여러 가지 특성을 지닌 알림 인터페이스가 있

으며, 그 중 진동을 사용하는 알림이 중요하다. 촉각 피드백은 피쳐 폰에서는 전화나 문자의 수신을 알리고, 스마트폰에서는 게임, 위치기반 서비스, 의사소통 관련 어플리케이션에 걸쳐 다양한 소스를 기반으로 한 알림을 제공하는데, 사용자의 청각과 시각이 모두 사용되고 있거나 사회적, 환경적 요소로 인해 시청각이 제한된 상황에서 특히 유용하다. 이러한 이유로 오늘날 촉각 피드백(진동)은 모바일 폰 알림 시스템의 필수 요소로 사용된다[2]. 그리고 촉각 피드백은 미팅과 같은 신중함이 요구되는 상황에서도 모바일 상호작용에 있어 필수적인 역할을 수행할 수 있으며[3], 촉각 피드백은 작아진 휴대전화 화면 내 제한된 정보 제공으로 인한 인터페이스의 복잡함이 주는 시각적 부담감을 줄이는 하나의 해결책이 될 수 있다[4].

촉각피드백이 정보로써 가치를 지니기 위해서는 패턴, 개수 등의 변수로 정보의 의미를 부여할 수 있는 요소를 지녀야 한다. 촉각적 자극이 좋은 피드백으로 쓰려면 정보를 상징해야 의미가 있는데, 촉각 자극의 지속기간, 강도, 간격, 제시되는 위치에 따라 메시지의 긴급성 전달 여부를 파악하는 연구[3]로 미루어 볼 때, 촉각 자극의 정보 매개체로서 역할은 충분히 가능할 것으로 보인다. 물론 사람이 한 번에 인지할 수 있는 촉각자극의 수는 제시된 자극의 표사를 포함한 대뇌피질의 표면의 일부와 관련이 있을 것이라는 예상과 다중 감각이 동시에 제공될 때의 촉각 지각의 일시적 제한은 정보처리 중심단계와 연관되며, 피부를 통해 들어오는 자극 중 지각하는 정보의 양은 시각적, 촉각적 정보의 양에 영향을 미치고, 특히 횡수세기( numerosity judgment)로 인해 인지되는 정보의 양이 제한될 경우 다중 감각 모두가 제한된다고 한다[5]. 하지만, 촉각 자극의 판단이 정보처리 중심 단계와 연관되어 있으며, 타 감각과 마찬가지로 진동 자극을 통한 촉각피드백은 진동패턴이나 진동

의 수 등이 의미를 담을 수 있는 그릇이 될 수 있다.

다양한 핸드헬드 디바이스 사용 맥락에서 사용자의 행동에 따라 알림(notification)으로서의 촉각 피드백의 효용성을 높이기 위해서는 촉각 피드백 인지에 영향을 미칠 수 있는 여러 가지 사용 맥락을 파악하고 촉각 피드백이 정보적 의미를 지닐 수 있도록 하는 횡수세기( numerosity judgment) 등의 방법을 통해 촉각 피드백에 대한 사용 맥락적 특징과 그에 따른 향후 개선 방향에 대해 연구할 필요가 있다.

## 2. 연구 배경

### 2.1 이전연구 분석

본 연구는 핸드헬드 디바이스(hand-held device)의 사용 맥락(context) 중 신체 물리적 움직임과 주의 집중 여부를 주요 변수로 삼고 이러한 주요 변수가 촉각 피드백의 인지에 영향을 미치는 여부를 알아보기 위한 실험으로 촉각 피드백 정보의 민감도는 진동 자극 횡수세기의 정확도로 측정하고자 한다.

기기에 일정 수준 이상의 힘이 가해져 버튼이 눌리는 느낌을 주는 것과 같은 상태 변화에 관한 피드백의 연구보다 모바일 기기의 상태에 대해 알려주는 피드백[6]에 대한 연구를 중심으로 접근하였다[7].

진동알림으로 수신된 문자의 긴급성 정도를 파악하거나, 촉각피드백의 지표를 인지하는 정도를 측정하는 등의 촉각 피드백 자체의 효과적인 활용 방법에 대한 연구는 비교적 활발히 진행되고 있었으나 핸드헬드 디바이스를 사용하는 환경이나 맥락에 대한 연구는 걷거나 서있기 혹은 게임 환경 등 제한된 상황이나 조건 하에 진행되는 편이었다.

그러나 촉각 피드백 인지 및 촉각피드백을 통한 정보전달에 관한 연구 등에서 본 연구의 방향과 유사한 접근을 찾을 수 있었고 그 중 촉각 피드백의 맥락적 상황과 관련된 연구는 다음과 같은 결과를 보여준다.

촉각 피드백의 긴급한 정도 인지는 손끝의 촉각 감각 범위를 증가시킬 때 강화되었다[2]. 정적인 진동 자극 조합 제공이 동적인 진동자극 조합이나, 정적, 동적 혼합 진동 자극 조합에 비해 진동 정보를 전달하는 데 가장 효과적인 방법으로 나타났으며[8], 진동 자극의 길이와 간격, 강도와 위치에 따라 촉각 피드백의 인지 및 촉각 피드백이 전달하고자 하는 정보(메시지의 성격)의 특성을 구별할 수 있다[9]. 또한 기존 리서치 중 사용자는 걷는 동안 진동을 자주 놓치며 만일 사용자가 긴급한 행동을 취해야하는 알림이라면 사용자에게 문제가 발생할 수 있다는 것을 보여 주었다[3]. 본 연구는 촉각 피드백이 지닐 수 있는 정보적 특성을 진동 자극의 개수를 바탕으로 한 횡수세기로 접근하여 기존 연구와 비교해보고자 한다.

사용 맥락에 관한 연구 중 걷기와 서있기의 진동 인지에 대한 연구로는 다음 연구의 결과를 참고하였다. Martinsson의 연구[10]에서는 걷는 동안의 핸드헬드 디바이스에 대한 진동 인지정도의 차이가 나타나는 것을 보였으나, 사용자의 걸음주기 변수에 따른 진동 인지율 사이의 발견된 상관관계가 나타나지 않았다. 본 연구에서는 주머니가 아닌 핸드헬드 디바이스를 직접 손에 들고 민감도를 측정하지만 촉각피드백 정보의 민감도 또한 유사한 결과가 예상된다.

Jirattigalachote (2011)의 연구에서는 서있을 때에 비하여 걷고 있을 때, 촉각인지의 정확도가 감소하는 결과를 보였다. 이 연구에서는 다리의 움직임을 변수로 선택하여 진동분자를 발과 무릎에 제공하였다. 그러나 본 연구는 핸드헬드 디바이스를 대상

으로 촉각 피드백 정보의 민감도를 햅수세기를 통해 측정하는 것이므로, 핸드헬드 디바이스의 위치는 손으로 한정 짓는다. 촉각 피드백 정보에 대한 민감도의 경우 마찬가지로 감소하는 결과를 나타낼 것으로 예상된다. 손안에 있는 핸드헬드 디바이스로 실험하는 이유는 대부분의 사람들은 손끝의 자극을 구별하는 것이 다른 신체부위에 제공되는 진동자극을 구분하는 것보다 익숙하기 때문이기도 하다[5].

주의 집중 변인의 경우 다중 감각을 제시하여 그중 촉각 피드백의 인지 정확도와 연관된 연구의 형태로 많이 진행되었는데, 단순 주의 여부에 따른 촉각 피드백 인지 정확도에 대한 실험인 이전 연구[3] 결과에서 주의를 분산시키는 요소가 있는 경우 인지의 정확도가 5%에서 최고 20%까지 감소했다. 또한 걷기 활동은 진동 인지 가능성을 현저히 줄이고 반응 시간을 증가 시켰다. 또한 걷기에 비해 서있기가 진동 자극 인지에 대한 더 높은 비율을 나타냈다. 이를 바탕으로 본 연구에서는 신체의 물리적 움직임(이동)조건외의 제자리걸음을 걸으면서 2차 과제가 주어지는 주의 분산의 조건에서 촉각 피드백 정보의 햅수 세기 반응의 민감도가 가장 낮을 것을 예상할 수 있다.

촉각 피드백의 정보 전달 측면에서는 같은 연구에서 서있을 때와 걷고 있을 때의 제공되는 4가지 지표들 지닌 Tacton의 인지율을 측정하여, 강도측면에서 걷기와 서있기 두 가지 조건에서 모두 인지율이 높을 것으로 예상한대로 나타났으나 이러한 요소들을 분석하는 시간과 인지적 노력이 들었다. 이 실험에서는 상황에 따른 촉각 피드백의 지표의 인지정도를 측정했는데, 본 실험에서는 맥락적 상황의 구성 요소 변수에 따른 촉각 피드백 정보 민감도를 진동자극 햅수 세기의 방법을 이용해 측정하고자 한다.

기존 연구의 결과를 살펴보면 스마트폰의 촉각

피드백의 경우 서있을 때, 피드백의 강도가 셀 때, 촉각피드백의 지속시간이 길 때 인지율이 높게 나타나지만, 걷거나 움직이는 상황에서 촉각피드백의 간격이 길거나 강도가 약할 때 필요한 알림을 놓치게 되는 경우가 발생하게 된다. 일시적으로 어려움을 겪게 되는 환경이나 상황에 처했을 때, 메시지를 전달할 수 있는 가장 효과적인 방법을 찾기 위한 연구[9]의 결과에서 드러난 한계점을 바탕으로 이번 실험 디자인에서는 촉각피드백 인식에 영향을 미치는 요소로 구성된 맥락적 상황을 물리적 신체 움직임에 따라 걷기와 서있기로 설정하고 주의 분산 여부를 추가 변인으로 삽입하여 각 조건별 촉각 피드백 정보의 민감도를 측정한다.

## 2.2 연구 문제

기존 연구 결과를 바탕으로 핸드헬드 디바이스(hand-held device)의 크기와 사용하는 상황, 주의여부, 콘텐츠, 알림 등 핸드헬드 디바이스의 사용에 관여하는 다양한 요소가 존재하고 있음을 확인하였다. 핸드헬드 디바이스에 알림 인터페이스로 흔히 사용되는 촉각 피드백은 기기를 사용하는 다양한 상황에 따라 다르게 느껴질 수 있다. 다양한 상황에 따른 다른 느낌에 의미를 부과하여 다른 정보를 전달할 수 있다.

핸드헬드 디바이스 사용 경험에 있어서 이동하거나 정지해 있는 등의 신체의 움직임이 촉각 피드백 인지에 영향을 미친다[10]. 또한, 앞으로의 핸드헬드 디바이스 내의 어플리케이션(application)은 단순히 개별 서비스와 기능을 제공하는 형태에서 벗어나 사용자의 현재 맥락(context)에 기반을 두어 사용자 경험에 밀착된 서비스 하거나, 사용자들의 성향 및 이용패턴에 기반을 둔 새로운 콘텐츠를 제시하는 예측형 서비스가 대표적인 흐름[11]으로 보여지고 있기 때문에 사용맥락과 촉각 피드

백에 대해 단순하게 정리하고 해당 대상에 대해서 연구를 진행할 필요가 있다.

그리고 신체의 물리적 움직임 외에도 주의 집중 여부 요소의 경우, 주의를 분산시키는 요소가 있을 때 촉각 피드백의 인지의 정확도가 감소한 결과[3]로 미루어보아 주의 집중을 방해하는 요소의 존재 여부와 방해요소의 증가는 촉각적 피드백 인지에 영향을 미치는 정도에 대해 분석할 수 있는 근거가 존재한다.

이를 바탕으로 본 연구는 핸드헬드 디바이스를 사용하는 사용 맥락을 크게 신체의 물리적인 움직임과 주의집중 여부로 나누어 각각의 독립변인을 설정하고 각 변인들이 촉각피드백 정보에 대한 사용자의 민감도에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이는 사용자가 핸드헬드 디바이스를 사용할 때 제공되는 촉각 피드백 정보인 민감도를 횡수세기로 확인하는 실험을 통한 경험적 측정으로 알아보고자 한다. 이를 통해 특정 촉각적 자극이 상황에 따라 잘 전달 될 수 있는지[9] 특정 상황에서 전달을 방해하는 요소나 제한된 환경에서의 극복방안에 대한 기초연구로써 제안하려 한다.

### 3. 실험 연구

#### 3.1 연구 가설

*가설 1.* 핸드헬드 디바이스의 사용맥락 중 물리적 신체 움직임(정지-서있기/이동-걷기)의 여부에 따라 사용자의 촉각 피드백 정보의 민감도 차이가 발생할 것이다. 걸거나 서있는 등 물리적 신체움직임에 차이가 발생하는 경우, 핸드헬드 디바이스에 대한 집중 정도가 달라지기 때문에 촉각 피드백 정보의 민감도 차이가 있을 것이다. Martinsson[10]은 걷는 동안의 핸드헬드 디바이스에 대한 진동 인지정도의 차이가 나타나는 것을 보였고,

Jirattigalachote et al.[12]에서도 서있을 때에 비하여 걷고 있을 때, 촉각인지의 정확도가 감소하는 결과를 보였다.

*가설 2.* 주의 변인의 경우, 핸드헬드 디바이스의 주의 분산을 위해 추가과제(secondary task)가 제공되는 조건에서 신체의 물리적 움직임이 있는 경우에 가장 낮은 정보 민감도를 보일 것이다. 이는 Qian et al.[3]에서 보았듯이 주의를 분산시키는 요소가 있는 경우 인지의 정확도가 현저히 낮아졌기 때문이다. 또한 감각 인지는 일시적으로 일정한 범위 내로 제한되어 있기 때문에 주어진 시간 내에 진동 횡수세기( numerosity judgement)와 다른 과제를 처리하는 데에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

*가설 3.* 핸드헬드 디바이스의 주의분산과 신체의 물리적 움직임의 유무가 서로 영향을 미칠 것이다. 이전 연구 결과들에 비취볼 때, 각 변인이 촉각 피드백 정보의 민감도에 각각 영향을 미침과 동시에 신체의 물리적 움직임이 발생하면, 주의가 분산 될 것이라 예상된다.

#### 3.2 실험 설계

본 연구는 스마트폰의 사용맥락 상황에 따라 인지되는 촉각 피드백의 정보적 민감도를 횡수세기를 이용하여 측정하여, 그 차이를 확인하고자 한다. 그러므로 실험은 (1)물리적 움직임의 유무(정지-서있기, 이동-걷기)와 (2)주의분산 정도(집중, 분산)을 독립변인으로 선정하고, 이 상황에서 촉각 피드백을 통해 표현되는 정보인 촉각자극의 횡수를 세는 과제( numerosity judgment)의 정확도를 종속변인으로 측정한다. 독립변인들은 참가자 내 변인(within-subject variables)으로 설계되어 총 16명(남성 7명, 여성 9명; 평균 29.2세)의 참가자를 대상으로 진행되었다.

독립변인 중 신체의 물리적 움직임은 이전 연구

내용을 바탕으로 사용자가 가장 흔히 경험하는 정지(서있기)와 이동(걷기)로 설정하였고, 실험 환경에 따라 걷기는 제자리걸음을 하는 방식으로 진행되었다. 주의 집중은 집중과 분산으로 나누어 주의를 집중하는 경우의 별도의 Task를 제공하지 않으며, 주의를 분산시키는 경우 추가 과제를 제시했다(표 1 참조).

표 1. 독립변인에 따른 실험설계  
Table 1. Experimental Design with attentional distraction and physical movement conditions

		주의분산 정도 (attentional distraction)	
		주의집중 (attention)	주의분산 (distraction)
신체 움직임 (physical movement)	정지 (standing)	no secondary task	secondary task
	이동 (walking)	no secondary task	secondary task

### 3.3 실험 도구 및 절차

핸드헬드 디바이스는 진동자극을 유발하는 별도의 장치가 아닌 사용자들이 현실에서 사용하는 스마트폰(안드로이드)을 사용하기 위해 본 실험에서는 모토로라(Motorola) XT626 모델을 선정하였다.

촉각피드백(tactile feedback)으로 사용하는 진동자극은 스마트폰 내의 진동자극 생성 어플리케이션인 Vibrate Tester를 이용해 생성했다. 촉각 피드백의 진동자극 크기는 이전연구의 진동자극 조건을 바탕으로 지속시간 100ms, 간격 25ms로 설정하였고, 자극의 제시위치는 손으로 스마트폰을 감싸 쥐는 형태로 진행하였다.

실험참가자의 주요과제가 되는 자극의 횟수는 총 5가지로, 진동횟수 2개로 이루어진 자극부터 진동횟수 6개로 이루어진 자극으로 구성되었으며, 각 시행 당 15초 이내에 언제 제시되는지 예측하기 어렵도록 제시되는 시간 및 자극의 횟수가 무선적

(random)으로 제시되었다. 진동자극 제시 시기는 15초를 5초씩 초기, 중기, 후기의 3구간(a, b, c)으로 나누어 5개의 진동자극(2개, 3개, 4개, 5개, 6개)이 각 구간마다 진동 자극이 임의로 1회씩 제공되도록 하여 실험조건 당 15회 시행을 진행하였다(그림 1 참조).

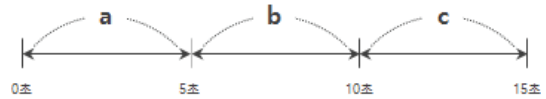


그림 1. 촉각자극 제시 구간  
Figure 1. The intervals of the display of tactile feedback

진동자극의 구성이 2~6개로 설정된 이유는 이전 연구 결과에서 3개 이하의 자극은 움직임이 있거나 소음이 있는 환경에서 분별이 어려우며, 7개 이상의 자극은 너무 길고, 초당 12개 이상의 자극일 경우 횡수세기의 정확성이 급격하게 감소하였기 때문이다[8, 13]. 그리고 진동의 세기를 소리로 추측하는 경우를 방지하기 위해 화이트노이즈를 제공했다.

본 실험에서 주의를 분산시키기 위해 주어지는 추가과제(secondary task)는 45개의 영단어 리스트 중 동물을 나타내는 단어의 유무를 파악하는 것으로 각 시행마다 다른 단어 리스트를 제시하였다.

실험은 절차에 대한 설명 후 연구 내용 및 도구에 대한 소개와 실제 시행 전 참가자들에게 진동에 익숙해지도록 사전 진동 노출 단계를 진행했고, 그 후 두 변인에 따른 네 가지 조건에서의 진동횟수세기 순서로 진행하였다. 네 가지 조건은 신체 움직임(정지)-주의집중, 신체 움직임(정지)-주의분산, 신체 움직임(이동)-주의집중, 신체 움직임(이동)-주의분산으로 각 조건 당 진동횟수 세기를 15회씩 시행하였으며, 한 시행 당 진동자극이 울리는 시간은 15초 이내로 2~6개의 진동자극을 무선적으로 제공하였다.

신체 움직임(정지)의 경우, 참가자는 주어진 기

기를 오른손에 쥐고 가만히 서있도록 하였고, 신체 움직임(이동)의 경우, 참가자는 주어진 기기를 오른손에 쥐고 제한된 공간 내의 제자리걸음으로 걷기를 요구받았다. 정지나 이동하는 상태에서 주의분산 변인 중 주의집중의 경우, 별도의 추가과제 없이 진동자극의 횟수세기에 집중해서 실험이 이루어졌고, 주의분산의 경우, 앞서 설명한 추가과제(secondary task)가 동시에 제공되었다. 추가과제가 제공된 조건에서는 추가시간 제공 없이 15초 이내에 진동자극 횟수세기와 동물단어의 유무판별과제를 진행하도록 하였으며, 이에 따라 신체의 물리적 움직임이 있는 조건에서는 제자리걸음까지 동시에 이루어졌다(그림 2 참조).

실험 내용에 대한 설명 후 각 조건 및 시행에 대한 지시는 정면에 제시된 화면(뉴아이패드, 9.7인치)을 통해 이루어졌으며, 이 때 사용된 화면은 사용자의 눈높이 및 가시거리에 맞추어 제시되었다. 참가자 모두 오른손잡이였기 때문에 핸드헬드 디바이스는 모두 오른손에 쥐 상태에서 실험을 진행하였다.

### 3.4 실험 결과

각 독립변인의 조건에 따른 촉각자극에 대한 오차를 데이터(종속변인)로 2x2 반복측정 변량분석(repeated measures ANOVA)으로 분석한 결과는 다음과 같다(그림 2 참조).

신체의 물리적 움직임 여부인 신체안정성(정지 vs. 이동)에 따른 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났다(신체안정성 주효과,  $F(1,15)=27.400, p<.01$ ). 그러나 주의상태(집중 vs. 분산)에 대한 주효과( $F(1,15)=2.391, p=.143$ )와 신체안정성과 주의상태의 상호작용( $F(1,15)=2.700, p=.121$ )은 나타나지 않았다.

신체의 물리적 움직임이 발생하지 않는 정지 조건인 경우, 촉각 자극 정보의 횟수 세기에 대한 오

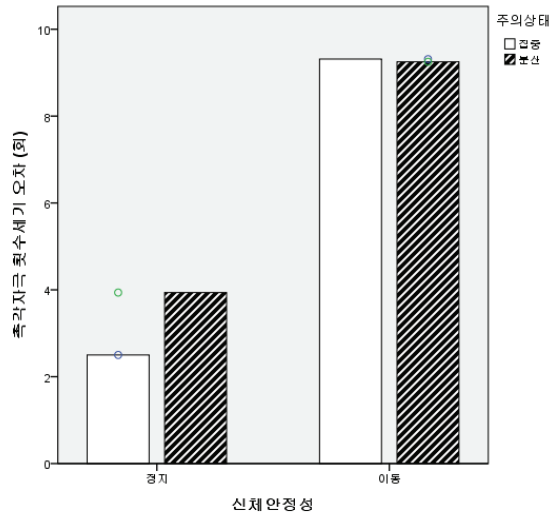


그림 2. 신체 안정성(정지, 이동)과 주의상태(집중, 분산)에 따른 스마트폰 촉각자극 횟수세기의 오차 크기 (단위: 회)  
Figure 2. The erroneous number of vibrotactile feedback in the numerosity task according to physical movement (standing, walking) and attentional conditions (attention, distraction) (unit: time)

차가 주의상태에 따라 신체의 물리적 움직임이 발생하는 이동의 조건에 비해 큰 차이를 나타냈다. 즉, 정지상태의 경우에 이동 상황에 비해 촉각피드백 정보 민감도를 판단하는 횟수세기의 오차가 크게 발생하였고, 주의 분산요소의 존재여부에 따른 횟수세기의 오차는 유의미한 차이를 나타내지 않은 것으로 보아 전반적으로 약간의 주의상태 차이 보다는 신체적 움직임을 통해 발생하는 안정성(physical stability)이 스마트폰 촉각피드백에 대한 감각 및 카운팅에 있어 더 크게 영향을 미치는 것으로 볼 수 있다.

그리고 주의 집중 여부 변인 중 분산 조건(정지-분산, 이동-분산 조건)에서 제공된 2차과제의 정확률을 보정하여 환산된 데이터를 활용하여 각 독립변인 조건에 따른 촉각자극에 대한 오차를 데이터(종속변인)로 재분석한 결과는 다음과 같다(그림 3 참조).

이는 실험 전체의 데이터에서 주의 분산 조건에

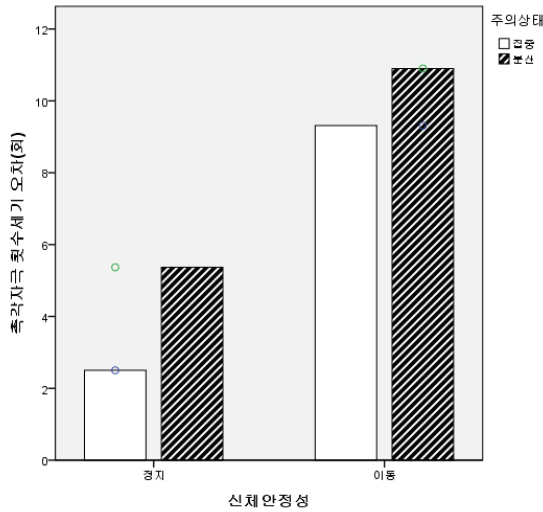


그림 3. 주의분산 조건을 위한 추가과제의 정확률 보정 후 재분석된 결과 (단위: 회)

Figure 3. Re-analysis of the erroneous number of vibrotactile feedback in the numerosity task according to physical movement and attentional conditions based on the accuracy of secondary task (unit: time)

서 제시된 45개의 영어단어 중 동물에 해당하는 영어 단어의 여부를 맞춘 데이터만 대상으로 하였으며 데이터의 기준은 촉각 자극 횟수 세기에서 오답 비율을 중심으로 한 과제 수행의 정확률을 분석하였다. 영어단어 유무에 대한 정답을 맞힌 데이터만 대상으로 재분석 하는 이유는 설정된 변인 조건이 주의 분산인 경우 촉각 자극인 진동의 횟수를 세는 1차 과제 외에 제공된 2차 과제에 대한 수행 성실성을 파악하기 위한 기준을 설정하여 2차 과제 수행을 잘 해낸 경우의 데이터를 적절히 주의 분산이 이루어진 것으로 판단했기 때문이다.

분석 결과를 보면, 신체안정성(정지 vs. 이동)에 따른 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났다(신체안정성 주효과,  $F(1,15)=20.808, p<.01$ ). 그리고 주의상태(집중 vs. 분산)에 따른 차이 또한 통계적으로 유의미하게 나타났다(주의상태 주효과,  $F(1,15)=15.095, p<.01$ ). 하지만 여전히 신체안정성과 주의상태의 상호작용( $F(1,15)=0.891, p=.360$ )은 나타

나지 않았다.

처음 분석과 달리 신체의 움직임에 따른 촉각 피드백 정보의 민감도의 차이가 유의미하게 나타났을 뿐만 아니라, 주의 상태에 따른 촉각 피드백 정보의 민감도의 차이도 유의미한 것으로 나타났다. 즉 주의 분산이 된 상태에서 주의 집중하는 경우에 비해 촉각 피드백의 민감도를 측정하기 위한 횟수세기의 오차가 더 많이 발생하였음을 알 수 있었다. 전반적으로 신체안정성과 주의상태에 따라 스마트폰 촉각피드백에 대한 감각 및 카운팅에 있어 큰 영향이 있는 것으로 나타났으며, 특히 주의 상태 차이에 따른 효과에 비해 신체적 움직임을 통해 발생하는 안정성(stability)이 매우 강력한 영향 요인으로 작용함을 알 수 있었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 핸드헬드 디바이스(의 사용맥락에 따른 촉각 피드백의 사용자 민감도 차이를 알아보기 위해 신체 움직임(정지/이동)과 주의여부(주의집중/주의분산)에 따른 진동자극 횟수세기의 오차 정도를 비교하여 촉각피드백의 민감도에 대한 상호영향을 살펴보고자 했다.

실험 결과, 사용자들의 진동 횟수세기의 오차는 신체 움직임이 발생하는 이동의 경우, 정지하고 있을 때에 비해 더 크게 나타났다. 이는 이전 연구들의 결과와 마찬가지로 신체의 물리적 움직임은 촉각피드백을 지각하는데 있어 큰 영향을 미치는 것으로 해석할 수 있다. 또한 주의가 분산된 상태일수록 집중된 상태에 비해 주어진 진동 횟수를 정확히 세지 못하였다.

종합하면, 신체적 움직임을 최소화하거나 스마트폰 등의 모바일 기기에 집중하는 경우, 촉각피드백으로서의 진동 정보를 민감하게 파악하는 가능성이 높다. 그러나 핸드헬드 디바이스를 주로 사용하

는 물리적 맥락의 장소에서 사용자들은 주로 서서 아무것도 하지 않는 상태 보다는 게임, 비디오, 오디오 등의 활용 중인 상태인 경우가 많으며, 이러한 엔터테인먼트 분야의 사용시간은 점점 늘어나고 있는 것으로 보인다. 이 경우 사용자들의 촉각 피드백 정보에 대한 인지적 민감도는 낮다는 의미가 된다. 따라서 알림으로서의 피드백을 위한 진동은 시각, 청각 등의 다른 감각을 자극하는 알림 피드백을 보강하거나 높은 수준의 진동 강도 및 패턴, 혹은 앞선 실험의 결과에서 나타난 오차, 오류 등을 감소시킬 수 있는 방법 등의 보완 요소를 추가 제공할 필요가 있다.

대부분의 실험 참가자는 신체 움직임이 발생하는 경우 6개의 진동 횟수를 정확하게 인지하지 못하였다. 이는 7개 이상의 자극이 너무 길어서 사용자가 인지하기 어렵다는 연구 결과와 일관되는 결과였다[3]. 진동 알림을 패턴화시키거나 일정한 횟수의 진동을 제공하는 알림의 구성에서 진동 횟수에 따른 메시지를 연결시킬 경우 전반적으로 5회 이하의 자극을 통해 정보를 제시해야 전달력을 높일 수 있을 것이다.

## References

- [1] N. Sawhney, *Contextual awareness, messaging and communication in nomadic audio environments*, Master's Thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1998.
- [2] B. Saket, C. Prasojo, Y. Huang, and S. Zhao, *Designing an effective vibration-based notification interface for mobile phones*, Proceedings of the 2013 Conference on Computer Supported Cooperative Work, pp. 1499-1504, 2013.
- [3] H. Qian, R. Kuber, and A. Sears, *Tactile notifications for ambulatory users*, CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Paris, France, pp. 1569-1574, 2013.
- [4] H. Qian, R. Kuber, and A. Sears, *Towards developing perceivable tactile feedback for mobile devices*, International Journal of Human-Computer Studies, Vol. 69, No. 11, pp. 705-719, 2011.
- [5] A. Gallace, and C. Spence, *In touch with the future: The sense of touch from cognitive neuroscience to virtual reality*. Oxford University Press, 2014.
- [6] J. Rekimoto, and C. Schwesig, *PreSenseII: bi-directional touch and pressure sensing interactions with tactile feedback*. CHI '06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Montréal, Canada, pp. 1253-1258, 2006.
- [7] G.-E. Lee, *Optimal vibration feedback in touch screen only mobile device: the intensity of vibration*, Master's Thesis, Yonsei University, 2008.
- [8] H. Qian, R. Kuber, and A. Sears, *Towards identifying distinguishable tactons for use with mobile devices*, Proceedings of the 11th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility, pp. 257-258, 2009.
- [9] H. Qian, R. Kuber, and A. Sears, *Supporting the mobile notification process through tactile cues selected using a paired comparison task*, CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Toronto, Canada, pp. 1741-1746, 2014.
- [10] M. Martinsson, *Detection of mobile phone vibrations during walking*. Master's Thesis, Lund University, Sweden, 2011.

- [11] UX trend report 2014 lite version.  
[http://www.slideshare.net/yan117/ux-trend-report-2014-lite-version-by-ux1?qid=66a7a443-ea74-447a-a33e-8c683a95d5d5&v=qf1&b=&from\\_search=1](http://www.slideshare.net/yan117/ux-trend-report-2014-lite-version-by-ux1?qid=66a7a443-ea74-447a-a33e-8c683a95d5d5&v=qf1&b=&from_search=1)
- [12] W. Jirattigalachote, P. Shull, and M. Cutkosky, Virtual pebble: A haptic state display for pedestrians. Proceedings of 2011 IEEE RO-MAN, pp. 401-406, 2011.
- [13] E. Lechelt, *Pulse number discrimination in tactile spatio-temporal patterns*, Perceptual and Motor Skills, Vol. 39, No. 2, pp. 815-822, 1974.

비해 촉각피드백의 인지에 강력한 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 핸드헬드 디바이스의 특성상 손에 들고 사용하는 다양한 상황이 발생하고 그에 따른 감각적, 지각적, 인지적 특성이 달라질 수 있으므로, 본 연구의 결과는 촉각피드백의 전달력을 높이기 위해 촉각피드백의 오차 특성을 이해하는데 도움을 준다.

---

## 핸드헬드 디바이스의 촉각 피드백 민감도에 대한 신체안정성과 주의상태의 상호작용 효과

노재인, 이주환

한독미디어대학원대학교 뉴미디어학부

---

### 요 약

스마트 기기를 이용함에 있어서 사용자가 다른 활동에 몰두한 상태에서 수신된 정보를 사용하도록 유도하는 알림 중에서 촉각 피드백은 매우 유용하다. 최근 고성능의 모바일 제품의 사용이 늘고 맥락 파악 기술의 발달 및 유비쿼터스 환경 등과 같은 시간, 장소의 제약이 사라지게 되면서 사용자가 얻을 수 있는 정보가 증가하였고, 사용자의 모바일 사용시간도 늘어나는 추세이므로 상황에 따른 보다 효과적인 알림 방식의 필요성이 대두되고 있다. 본 연구는 촉각 피드백의 효율적 사용을 위해 핸드헬드 디바이스의 사용 맥락을 신체적 움직임(정지/이동)과 주의상태(집중/분산)로 나눠 그에 따른 촉각 피드백 정보의 민감도를 진동 횟수세기의 방법을 통해 측정하였다. 실험의 결과, 신체적 움직임이 발생하는 건기 조건과 주의를 분산시키는 조건에서 진동 횟수세기의 정확도가 떨어지는 결과를 보였으며, 신체적 움직임이 주의분산 요소에



**Jae-In Roh** received the bachelor's degree in the Department of Psychology from Kangwon National University in 2009. He received the M.S. degree in the Department of Newmedia from Korean-German Institute of Technology in 2015. His current research interests include Media Effect, User Experience, Education.

E-mail address: rojegoon@gmail.com



**Ju-Hwan Lee** received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Psychology from Yonsei University in 2003 and 2007, respectively. From 2007 to 2009, he was a post-doc researcher at Crossmodal Research Laboratory, Oxford University, UK. He was a research professor in the Department of Interaction Science at Sungkyunkwan University from 2009 to 2010. He has been a professor in the Department of Newmedia at Korean-German Institute of Technology since 2010. His current research interests include Human-Computer Interaction, the psychology of user interface & experience(UI/UX) and emotional design issues.

E-mail address: jhlee@kgit.ac.kr