

모바일 폰에서의 양 손을 이용한 한글 입력 수행도 예측 모델에 대한 연구

이 주 우 · 명 노 해

고려대학교 정보경영공학부

Two - Handed Hangeul Input Performance Prediction Model for Mobile Phone

Joo Woo Lee, Rohae Myung

Division of Information Management Engineering, Korea University, Seoul, 136-713

ABSTRACT

With a rapid extension of functions in mobile phones, text input method has become very important for mobile phone users. Previous studies for text input methods were focused on Fitts' law, emphasizing expert's behaviors with one-handed text input method. However, it was observed that 97% of Korean mobile phone users input texts with two-hands. Therefore, this study was designed to develop a prediction model of two-handed Hangeul text entry method including novice users as well as experts for mobile phone. For this study, Fitts' law was hypothesized to predict experts' movement time(MT) whereas Hick-Hyman law for visual search time was hypothesized to be added to MT for novices. The results showed that the prediction model was well fitted with the empirical data for both experts and novices with less than 3% error rates. In conclusion, this prediction model of two-handed Hangeul text entry including novice users was proven to be a very effective model for modeling two-handed Hangeul text input behavior for both experts.

Keyword: Fitts' law, Hick-Hyman law, Two-handed Hangeul input model, Performance prediction model

1. 서 론

모바일 폰의 사용이 증가되고 통신 시장이 확대됨에 따라 모바일 폰이 우리 생활에 미치는 영향은 매우 커졌다. 특히 모바일 폰의 기능이 단순한 통화기능을 넘어 인터넷과 결합함으로써 다양한 콘텐츠의 제공이 가능하게 되었고 이는 차세대 이동통신 등을 통하여 더욱 확장될 전망이다(Bergman, 2000). 이처럼 이동통신 단말기의 기능이 많아지고 그 사용목적이 전환되는 과정은 음성전달의 중요성을 초월하여

문자(Text)의 전달이 중요하다는 것을 의미한다(김상환 등, 2002). 문자 메시지 송, 수신 기능과 더불어 이동전화에서의 일정관리, 무선인터넷, 채팅, e-mail 등의 기능을 이용하기 위해서 사용자는 모바일 폰의 키패드를 이용하는데, 그 중 단문 서비스가 차지하는 비율은 무척 크다. 전 세계적으로 역시 매년 수백만 건의 단문 서비스가 이용되며, 그 수가 점점 증가함에 따라 단문 메시지는 모바일 시스템의 큰 부분을 차지하고 있다(Oliver, 2008). 현재 모바일 폰을 이용한 단문 서비스(SMS: Short Message Service)는 한국과 일본에서 가장 대중적인 서비스로 자리잡고 있다. 국내

*본 연구는 2단계 BK21 사업의 지원을 받아 이루어 졌음.

교신저자: 이주우

주 소: 136-713 서울시 성북구 안암동 5가, 전화: 02-3290-3905, E-mail: amelie23@korea.ac.kr

대학생들을 대상으로 단문 서비스 사용 실태를 조사한 결과, 100%에 가까운 숫자가 이용하고 있고, 70% 이상이 매일 사용하고 있는 것으로 나타난 바 있다(Choi, 2000).

하지만 기본적으로 모바일 폰의 문자 입력은 좁은 가용공간으로 인해 12개의 키패드를 이용하여 이루어지며, 기존의 PC키보드에 비해 현저히 적은 수의 키패드로 사람의 인지 부하를 증가시킨다(김상환 등, 2002; 안재우, 2005). 이에 따라 영어권 국가에서는 A부터 Z까지 26개의 알파벳을 12개의 키패드에 표기할 때 세 개의 알파벳이 알파벳 순서대로 하나의 버튼에 표기되는 ITU e. 161 표준안을 채택하고 적용시켜 사용자들의 인지적 부하를 최소화하기 위해 노력하고 있다. 또한 중국, 일본을 비롯한 많은 국가에서 표준적인 키패드의 개발을 위해 많은 노력을 하고 있다(Gong et al., 2005; Thu et al., 2007; Lin et al., 2005).

한글 역시 총 28개의 자음과 모음으로 이루어져 있기 때문에 한 개의 버튼에 여러 개의 문자를 표기하였다. 하지만 현재 그 배치를 함에 있어, 단말기 제조업체마다 다른 방식을 채택하고 있다. 이는 국내의 모바일 폰 사용자들은 제조사를 바꿀 경우 완전히 새로운 한글 입력 시스템에 적응해야 함을 의미하며 사용자에게 큰 인지부하를 안겨줄 수 있다. 게다가 현재 쓰이고 있는 문자 입력 키패드의 배치도 사용자에게 불편함을 유발시키는 것으로 드러났다(기도형, 2006). 모바일 폰의 사용 시 가장 불편함이 유발되는 작업을 설문조사를 통해 연구한 결과 문자 입력 작업이 28%로 다른 항목에 비해 가장 높게 나타났다. 따라서 유니버설한 한글 입력 키패드의 필요성과 함께, 수행력을 높일 수 있는 새로운 한글 입력 키패드의 필요성이 증가되었다(홍승권, 2007). 한글 입력 키패드의 평가를 위해 Fitts' Law를 이용한 연구(김상환 등, 2002; 김인수 등, 2004, 2005)와 KLM-GOMS 모델을 이용한 연구(Myung, 2004), Hick-Hyman Law(김인수 등, 2004, 2005)를 이용한 연구가 있다. 또한 위와 같은 개념모형연구를 위해 C++, Visual Basic 등과 같은 시뮬레이션 작업의 한계를 느낀 연구자들은 실물 이동전화를 이용하여 연구를 진행하였다(김은하와 박재희, 2005; 기도형, 2006).

하지만 기존의 연구들은 한 손 입력 과정에 대한 이론적, 실증적 검증이었다. 예측 모델의 사용 시에도 피실험자들의 시뮬레이션 조작을 위해 마우스를 사용한 한 손 입력 과정에 대한 평가가 이루어졌고 실물 실험에 있어서도 한 손 입력을 기준으로 키패드를 평가하였다. 그러나 많은 모바일 폰 사용자들은 문자 입력 작업을 한 손이 아닌 양 손을 통해 작업하는 행태를 보인다. 장문의 문자 메시지, 컬러메일, 인터넷 검색 등 입력해야 할 문자의 길이가 증가하기 때문이다. 이 같은 이유로 사용자는 양 손 입력 방식을 채택하게 되며 이는 시간적인 이득을 줄 수 있을 뿐 아니라 일상에

서의 조작과정과 유사하게 수행할 수 있는 장점을 가지게 된다(정부용, 2006). 이러한 양 손 입력 행태 반영을 위해 최근의 모바일 제조업체에서는 스마트 폰, 게임폰, DMB 폰, 비즈니스용 Qwerty 키보드폰 등을 출시할 때 양 손 입력 방식을 고려한 디자인을 채택하고 있다. 이처럼 사용자의 행태와, 모바일 기기의 변화 양상에 따라 양 손 입력 방식에 대한 연구는 그 필요성이 증대되었고 연구자들은 모바일 기기에서의 양 손 입력 방식에 대해 연구하기 시작하였다. Mackenzie et al.(2002)는 Mini-Qwerty 키보드에서 양 손 인터페이스에 대한 연구를 진행하였으며 그 결과 Mini-Qwerty 키보드에서의 양 손 입력 행태를 Fitts' Law를 이용하여 예측하였다. 정부용(2006)은 모바일 폰과 같은 핸드헬드 기기에서 양 손 사용이 한 손을 사용하는 것보다 안정감과 효율성을 줄 수 있다고 정의하고 계층적 정보의 쉬운 네비게이션 방식을 설계함에 있어 양 손 사용의 필요성을 제시하였다. 그 결과 다양한 모바일 폰을 위한 양 손이 고려된 인터페이스를 디자인 하였으며 전면의 방향 키, 버튼의 세분화와 배열 등에 관하여 새로운 디자인을 제시하였다.

그 밖에도 양 손을 이용한 입력 방식에 대한 영어 키보드에서의 연구, 버튼 배치나 디자인에 대한 연구 등이 진행되었다(Clarkson, 2007). 하지만 한글은 영어와 다른 특성을 갖고 있고 입력 방식도 영어와는 다르다. 또한 컴퓨터 키보드와는 달리 핸드폰 키패드의 작은 물리적 특성으로 인해 같은 평가 방법을 도입하기에는 무리가 있다. 따라서 본 연구에서는 양 손 행태를 반영한 모바일 폰의 한글 키패드 예측 모델을 구축하는 것을 목적으로 한다.

2. 문헌 연구

기존의 연구를 살펴보면 키패드에서의 물리적 이동시간을 예측하기 위해 Fitts' Law를 사용하였다. Fitts' Law는 HCI 전 분야에 걸쳐 널리 이용되고 있는데, 이는 현대의 여러 가지 작업에서 정확하고 빠른 움직임이 요구되기 때문이다(Seow, 2005). Fitts' Law에서는 작업의 난이도 index of difficulty (ID)가 타겟까지의 거리(A: Amplitude)와 타겟의 폭(W: Width)과의 관계에 의해 정량화될 수 있고, 이러한 ID는 다음과 같이 표현된다(식 1).

$$ID = \log_2(2A/W) \quad (1)$$

이를 기본으로 회귀 분석 결과 이동시간(MT: Movement Time)을 예상할 수 있으며, 실험에 의해 도출된 경험적 상수(a, b)를 이용하여 단위 별 입력시간은 다음과 같이 표현

된다(Welford, 1960; Mackenzie, 2000) (식 2).

$$MT = a + b \times ID \quad (2)$$

이 식이 확장되어 일반적인 Fitts' 모델을 갖추게 되며 다음과 같다(식 3).

$$MT = a + b \log_2(2A/W) \quad (3)$$

김상환 등(2002), 김인수 등(2004, 2005)는 Fitts' law의 경험적 상수를 실물 모바일 폰을 이용하여 도출하였고 이를 바탕으로 수행시간을 예측하여 각 제조사별 키패드의 물리적인 사용성을 평가하였다. 그러나 Myung(2004)은 물리적 이동거리만을 측정하는 것은 인간의 정신과정을 포함하지 못했다는 한계가 있음을 인지하고 KLM-GOMS를 이용하여 문자를 입력하고 확인하고 조합하는 정신과정을 평가 모델에 포함시켰다.

또한 김인수(2004, 2005)는 한글의 경우 영문과 달리 문자 생성 조건 및 음운(자,모) 특성 등의 복합적인 변수가 영향을 미치고 있어 이에 대한 객관적 평가를 하기 위해 Fitts' Law를 이용한 기존의 연구에 Hick-Hyman Law를 추가시켜 각각의 키패드를 비교 평가하였다. 그의 연구는 인간의 인지와 행위를 기반으로 한 정보처리의 이론(HIP: Human Information Processing)에 근거한 모델을 적용한 평가가 이루어졌으며, 이에 대한 이론적 모델로 초기 자극에 대한 시각선택 시간은 Hick-Hyman Law를 따르며 탐색 후 타겟으로 움직이는 시간은 Fitts' Law를 따른다는 Soukroeff et al.(1995)의 연구를 이용하였다. 그가 시각탐색 시간을 예측하기 위해 사용한 Hick-Hyman Law는 다음과 같다(식 4).

$$Tr = Ic \times H \quad (4)$$

반응속도 Ic 는 실험적 경험에 의해 계산하였고 정보량 H (Bits)는 자극 조건에 따라 설명될 수 있다. Ic 는 150ms로 밝혀졌으며(Card et al., 1983), H (Bits)는 자극 수와 제시 형태에 따른 정보량으로 자극 제시 조건(개연성 확률)에 따라 나타내고 이를 모델에 반영하였다. 위와 같은 논리를 적용한 그의 연구는 물리적 이동시간과 시각선택 시간의 합으로 키패드의 효율성을 평가하였다(김인수, 2004).

또 다른 연구로는 이러한 개념모형에 의한 실험이 실제 환경에 부합하기보다는 키패드의 배열만을 가지고 평가하였음을 지적하고 실물 모바일 폰을 이용하여 에어울, 인지부하, 선호도 등을 조사한 연구가 있다(김은하와 박재희, 2005; 기도형, 2006). 이상의 모바일 키패드에 대한 많은 한 손

연구들이 이론적, 실증적인 검증을 통해 발전해 오고 있다.

이 중 Fitts' Law와 Hick-Hyman Law를 결합하여 예측한 김인수(2004, 2005)의 모델은 물리적 이동시간뿐만 아니라 시각탐색 시간을 더하여 전문가, 초보자 모두를 예측할 수 있는 장점이 있다. 또한 기도형(2006)의 실물 이동 전화를 이용한 결과와도 가장 근접한 결과를 보임에 따라 그 예측력과 정확도가 보장되었다고 할 수 있다. 이에 따라 본 연구에서는 Fitts' Law와 Hick-Hyman Law를 함께 이용한 양 손 입력 예측 모델을 구축하고자 한다.

2.1 양 손 입력 모델 수립

양 손 입력 예측 모델을 구축하기 위해서는 기존의 한 손 입력 예측 모델과의 차이점을 인지하고 이를 예측 모델에 잘 반영해야 한다. 먼저 물리적 이동과정의 기준과 행태를 고려해야 한다는 점이다. 기존의 Fitts' Law에 의한 연구는 한 손 입력 과정만을 고려하므로 어떤 키패드를 어떤 손으로 입력하는지에 대한 고려가 필요가 없었다. 하지만 양 손 입력 행태를 평가하기 위해서는 어떤 키패드를 어떤 손가락이 입력하는지에 대한 연구가 필요하다. 또한 양 손 사용 시 발생하는 왼손과 오른손이 동시에 움직이는 병렬적 과정에 대한 연구가 필요하다. 왼손과 오른손을 연속 입력할 때의 시간은 순차적으로 발생하지 않고 병렬과정으로 일어나게 되는데 이러한 과정은 양 손 입력이 한 손 입력에 비해 단순히 손가락의 이동을 줄여줄 뿐만 아니라 양 손 입력 시 누름 시간도 감소하게 됨을 의미한다. Card et al.(1983)과 MacKenzie et al.(2002)는 양 손의 교차 입력 작업이 반복되어 일어날 때 입력시간에 대한 일정한 규칙을 발견했다. 양 손을 사용함으로써 시간의 병렬현상이 일어나며 그 결과 반복 작업 시 양 손 입력시간은 한 손을 이용한 입력시간의 절반이 된다. 따라서 총 입력 수행시간은 (한 손 입력시간 + 양 손 입력시간)으로 이뤄지는데 여기서 양 손 입력시간은 한 손 입력시간의 1/2값으로 계산되고 그 식은 다음과 같다(식 5).

$$\text{수행시간}_{\text{양손반복}} = 1/2 \times \text{수행시간}_{\text{한손반복}} \quad (5)$$

본 연구에서는 위와 같은 차이점을 잘 반영할 수 있는 양 손 입력 예측 모델의 구축을 목적으로 하며 연구를 위한 이론적 모델로 Fitts' Law와 Hick-Hyman Law를 이용하였다. 전문가만을 평가할 수 있다는 Fitts' Law의 단점을 Hick-Hyman Law로써 보완하고, 사용자 수준에 따라 발생하게 될 문제점을 미리 이론적으로 예측할 수 있도록 전문가 집단과 초보자 집단을 나누어 실험하였다. 전문가 집단의 경우 Fitts' Law만을 통해 얻어진 입력시간은 충분히

전문화되어 시각탐색 시간이 없는 경우로 판단하고 기존의 Fitts' Law(식 3)에 병렬과정만을 포함시켰다.

초보자의 경우 Hick-Hyman Law를 이용한 시각탐색 시간과 양 손 사용 시 일어나는 병렬과정을 모두 포함하여 다음과 같이 표현할 수 있다(식 6). Ic는 반응속도를, N은 자극(Stimuli)의 수를 의미한다.

$$MT(\text{초보자}) = a + b \log_2(2A/W) + I_c \log_2(N) \quad (6)$$

이처럼 양 손을 고려하여 새로운 상수를 도출한 Fitts' & Hick-Hyman Law를 적용하여 예측 모델을 제안하였고 이렇게 제안된 예측 모델의 물리적 수행시간과 시각탐색 시간이 사용자의 사용 행태와 일치함을 검증하기 위하여 실증적 평가(empirical evaluation)를 실시하였다. 이와 같은 양 손 행태 연구를 통해 제안된 모바일 폰에서의 한글 입력 예측 모델이 앞으로의 한글 입력 인터페이스의 평가에 잘 활용될 수 있음을 보이고자 한다.

3. 연구 방법

먼저 사용자의 문자 입력 시 양 손 사용 행태를 알기 위하여 실험을 실시하였으며, 간단한 문답을 함께 진행하였다. 그 후 모바일 폰의 숫자버튼에서의 Fitts' Law와 Hick-Hyman Law를 측정하기 위한 실험을 실시하였다. 먼저 Fitts' Law는 사용자가 해당 입력 방식에 대한 이해나 사용 경험 없이 단순히 버튼간의 거리와 버튼의 크기에 따른 물리적인 손가락의 이동시간(Movement Time)을 측정하기 위한 것이며, Hick-Hyman Law는 초기 자극에 대한 시각탐색 시간을 측정하기 위한 것이다. 또한 완성된 모형의 실증적 평가(Validation)를 위하여 제시된 문장을 모바일 폰에서 입력하는 실험을 실시하였다.

3.1 피실험자

본 연구의 행태분석, Fitts' Law 측정, 실증적 평가 실험에 참여한 피실험자는 각각 30명, 15명, 40명 이었으며 실험에 참여한 모든 피실험자는 모바일 폰 사용경력이 최소 6년 이상이며, 모두 오른손 잡이었다. 행태분석 시 피실험자는 양 손 또는 한 손 사용자가 무작위로 추출되었고 Fitts' Law 측정과 실증적 평가에 참여한 피실험자는 모두 문자 입력 시 양 손을 사용하는 사람이었다. 피실험자는 주로 사용하는 팔과 손으로 문자 입력 작업에 지장이 없는 평균나이 27.4(±2.91)세의 대학생, 대학원생 이었다.

3.2 실험 방법

본 연구는 실험에 앞서 진행된 사용자의 행태분석, Fitts' Law 측정, 실증적 평가 실험으로 구성되었으며, 순차적으로 연구가 수행되었다.

3.2.1 행태분석

실제로 인간이 모바일 폰을 사용한 문자 입력 시 양 손을 이용하는지를 확인하고 이동전화 사용에 관한 일반적 상황을 조사하기 위하여 사용자의 행태를 관찰하였다. 예비 실험에서는 자신이 평소 쓰던 모바일 폰을 이용해 제시된 문장을 자유롭게 입력하도록 하였으며 그 내용은 비디오 레코딩 하였다. 제시된 문장은 네 가지로 김상환(2002)의 연구에서 쓰여진 "사랑해", "늦을 것 같으니까 조금만 기다려" 외에 오른손과 왼손의 정확한 사용 행태를 여러 상황에서 알아 볼 수 있도록 설계된 "할아버지 병거지" "바다에 가고 싶다"를 추가로 제시하였다. 피실험자의 간단한 문답에는 모바일 폰 1일 사용시간, 1일 평균 문자전송 횟수, 선호하는 한글 입력 방식, 현재 사용하는 키패드의 불편사항 등이 포함되었다.

행태분석 결과

행태분석에 참가한 30명의 피실험자에 대한 비디오 레코딩 분석 결과 30명 중 29명 즉 약 97%가 문자 입력 시 양 손을 이용하는 것으로 나타났다. 양 손을 사용하는 피실험자 중 80%는 왼손으로는 가장 왼쪽 줄의 버튼을 오른손으로는 나머지 버튼을 사용하는 완전분리 행태를 보였다. 따라서 본 연구에서는 가장 많은 행태를 보인 왼손 오른손의 완전 분리 행태, 즉 왼쪽 키패드(1, 4, 7, *)만을 왼손으로 입력한다고 가정하고, 가운데(2, 5, 8, 0)와 오른쪽 키패드(3, 6, 9, #)를 오른손으로 담당하여 입력하는 행태를 가정하여 예측 모델을 설계하였다.

나머지 20%는 1번 4번 7번 *번 외에도 경우에 따라 0번 또는 2번을 왼손으로 사용하는 혼합사용 행태를 보였다. 이런 행태가 나타나는 이유는 피실험자가 왼손을 이용하여 0번을 누를 시 오른손이 바로 전 입력 작업에서 2번 3번 6번 중 한 버튼을 눌렀을 경우 인 것으로 나타났다. 피실험자가 왼손으로 2번을 누르는 상황 역시 바로 전 입력 작업에서 오른손으로 9번, #, 8번 중 한 버튼을 눌렀을 경우 인 것으로 나타났다.

피실험자들의 하루 평균 모바일 폰 사용시간은 2.67시간으로 하루 중 8.99%를 모바일 폰 사용에 쓰고 있었으며, 1일 문자전송 횟수는 23.33개 였다.

3.2.2 Fitts' Law 측정 실험

모바일 폰의 숫자버튼에서의 Fitts' Law의 상수를 도출하기 위한 실험을 실시하였다. 실험에 사용된 모바일 폰 단말기는 S사의 2007년형 모델 중 하나를 사용하였다. 슬라이드 형태의 단말기이고, 12개의 전화용 버튼(0부터 9까지의 숫자와 #, * 버튼)과 10개의 기능버튼으로 구성되어 있다(그림 1).



그림 1. 실험에 사용된 모바일 폰 단말기

본 연구에서는 '0-9', '#', '*'로 구성된, 모든 전화기에 공통으로 들어가는 버튼들을 이용하여 실험을 진행하였다. 각 버튼들의 가로 길이는 10.1mm이고, 세로 길이는 5mm이며, 버튼 간의 간격은 수평·수직 간격 모두 1mm이다. 2차원에서의 Fitts' Law는 타겟의 높이와 넓이 중 작은 값을 타겟의 크기로 설정하기 때문에(Silfverberg et al., 2000), 본 연구에서는 버튼의 세로 길이 5mm를 타겟의 폭(W)으로 설정하였다.

따라서, 해당 단말기에서의 버튼의 배치조합에 따른 버튼 간의 거리(A)는 표 1과 같다.

표 1. 버튼의 배치조합에 따른 버튼간의 거리(단위: mm)

		버튼의 가로배치	
		0	1
버튼의 세로배치	0	0	11.1
	1	6	12.6
	2	12	16.3
	3	18	21.1

표 1에서 알 수 있듯이, 왼손을 이용한 버튼 이동은 1, 4, 7, * 버튼에서 이뤄지므로 가로는 0으로 고정되고 세로는 0에서 3의 값을 갖는다. 반면 오른손을 이용한 버튼 입력은 키패드의 오른쪽 두 줄을 수행하므로 가로는 0에서 1의 값을 가지며 세로는 왼손과 같이 0에서 3의 값을 갖게 된다. 예를 들어 해당 단말기에서 왼손을 사용하여 1번에서 4번 버튼으로 이동하여 버튼을 입력하기 위해서는 (가로0칸×

세로1칸)의 배치조합이 발생하고, 이의 거리는 6mm가 됨을 알 수 있다. 오른손을 이용하여 3번에서 0번 버튼으로 이동할 경우(가로1칸×세로3칸)의 배치조합이 발생하며 이의 거리는 21.1mm가 됨을 알 수 있다. 버튼 간의 거리(A)는 표 1과 같고, 버튼의 폭(W)이 5mm임을 이용하여 식 1에 대입하면, 버튼간의 배치조합에 따른 ID(Index of Difficulty)를 구할 수 있다. 표 2는 버튼의 배치조합에 따른 ID를 나타낸 표이다.

표 2. 버튼의 배치조합에 따른 ID(Index of Difficulty)

		버튼의 가로배치	
		0	1
버튼의 세로배치	0	0	1.44
	1	0.77	1.59
	2	1.54	1.91
	3	2.04	2.24

표 1과 표 2를 통한 예를 들면, 앞의 행태분석 결과와 같이 해당 단말기를 사용하여 6번→2번→1번→7번으로 이동하여 버튼들을 입력하기 위해서 사용자는 왼손과 오른손을 함께 사용한다. 즉 왼손으로 1번과 7번을, 오른손으로는 6번에서 2번으로의 이동을 하게 된다. 이에 따른 계산은 오른손의 6번에서 2번으로의 이동으로 인해(세로1칸×가로1칸)의 배치조합이 발생하며, 이의 거리는 12.6mm이며, ID는 1.59bits가 됨을 알 수 있다. 왼손 역시 1번에서 7번으로의 이동으로 인해(가로0칸×세로2칸)의 배치조합이 발생하며, 이의 거리는 12mm이며, ID는 1.54bits가 됨을 알 수 있다. (가로0칸×세로0칸)의 배치조합의 경우는 동일한 버튼을 반복하여 입력하는 작업으로써, ID를 산출하기 위한 식 1에 의하면 버튼 간의 거리(A)가 0이 됨으로써 음의 값을 가지지만, 손가락 움직임이 없기 때문에 이동에 대한 난이도(Difficulty)가 없다고 할 수 있고, 따라서 0으로 설정할 수 있다(김상환, 2002).

배치조합 별 평균 입력시간(Fitts' Law) 산출 실험

실험에 앞서 단말기가 피실험자의 손에 익을 때까지 20분 이상 충분히 Task를 연습한 후에, 전술한 단말기를 사용하여 피실험자들이 버튼의 조합별로 최대한 빠르게 누르는 작업을 실시하여 버튼간의 조합에 따른 입력시간을 산출하였다. 단일입력(가로0칸×세로0칸)과 다른 키 입력(가로0칸×세로2칸 등)시간, 그리고 양 손을 이용한 입력 시 시간의 병렬현상을 측정하기 위한 왼손과 오른손의 반복수행 시간을 측정하기 위하여 피실험자들에게 제시된 버튼을 실수 없이 최대한 빨리 누르도록 요구하였다. 각 피실험자 별로 제

시된 버튼의 배치조합은 랜덤한 순서로 추출되었으며, 배치 조합 내에서의 버튼의 조합 역시 가능한 버튼의 조합 중 하나가 랜덤하게 추출되어 제시되었다. 측정 방법은 피실험자가 버튼을 누르기 시작한 후, 5회의 입력이 지난 후부터 시간측정을 시간하였다. 총 40번의 반복을 하도록 하였으며, 마지막의 5회를 뺀 30번의 입력시간을 이용하여 1회의 입력시간을 계산하였고, 이를 기록하였다.

피실험자들의 손가락의 피로를 방지하기 위하여 각 입력 작업이 끝난 후에 5분의 휴식시간을 취하고, 다음의 버튼 조합을 위한 실험을 실시하였다.

3.2.3 Hick-Hyman Law 측정

문자 입력 수행 시 시각탐색(Visual Scan)에 대한 선택 시간을 예측하기 위해 Hick-Hyman 법칙을 사용할 수 있다. Hick-Hyman Law에서 $Tr = IcH$ 로써, 반응속도 Ic 는 실험적 경험에 의해 계산되고, 정보량 $H(\text{bits})$ 는 자극 조건에 따라 설명될 수 있다(김인수, 2004). 기존 연구에 따르면 Ic 는 약 150ms로 밝혀졌으며(Card et al., 1983), $H(\text{bits})$ 는 자극 수와 제시 형태에 따른 정보량으로 자극 제시 조건에 따라 아래의 식 7과 같이 나타낼 수 있다(Barton et al., 2001).

$$Tr = Ic \log_2(N) \quad (7)$$

여기서 N 은 자극(Stimuli) 수로 Keypad 위에 배열된 음운의 개수이다. 아래의 표 3은 실험에 쓰인 키패드의 한글 입력 방식에 대한 $H(\text{bit})$ 와 $Tr(\text{sec})$ 계산 결과이다. 그러므로 본 실험에서는 자음탐색 시간의 경우에는 640(msec), 그리고 모음탐색 시간의 경우에는 240(msec)을 사용하고 자 한다.

표 3. 한글 입력 방식에 대한 H 와 Tr

음운	$H(\text{bits})$	$Tr(\text{sec})$
자음	4.248	0.637
모음	1.585	0.238

3.2.4 개념모형에 대한 검증 실험

총 40명의 피 실험자가 참여하였으며 이들 중 상위 25%에 해당하는 10명을 전문가 그룹으로, 하위 25%에 해당하는 10명을 초보자 그룹으로 분리하여 전문화된 모바일 폰을 이용하여 실험을 진행하였다.

통계적 분석 결과 문자 입력시간의 분포는 정규분포를 따랐으며(p -value=0.27), Student's t -test 결과 전문가 그룹과 초보자 그룹의 수행시간에는 유의한 차이가 있었다

(p -value=0.035). 전문가 그룹의 피실험자는 실험에 사용된 키패드를 최근 2년 동안 사용하였으며 1일 문자전송량이 20개 이상이었다. 초보자의 경우 최근 1년 동안 한번도 실험에 사용된 키패드를 사용해 본적이 없었다.

전문가 그룹은 검증 실험에 생길 수 있는 에러를 없애기 위하여 실험 전 20분 간 제시된 문장을 연습하도록 하였다. 초보자 그룹은 실험에 사용된 키패드를 이용하여 10분간의 연습과정을 거치고 문장입력 실험을 진행하였다.

검증 실험에 사용된 문장은 단문, 중문, 장문으로 표 4와 같다.

표 4. 검증을 위해 사용된 문장

번호	제시된 문장
1	사랑해
2	바다에 가고 싶다
3	늦을 것 같으니까 조금만 기다려

4. 실험 결과

4.1 물리적 이동시간

본 실험을 통하여 얻어진 데이터를 이용하여 버튼의 배치 조합별로 평균을 산출하였다. 표 5는 실제 실험을 통해 얻어진 버튼의 배치조합별 평균 입력시간이다.

수집된 평균 입력시간들이 버튼의 배치조합에 따라 영향을 미치는가를 알아보기 위하여, 즉 ID별로 평균 입력시간이 유의하게 차이가 나는지를 확인하기 위하여 분산분석을 실시하였다. 그 결과 ID의 변화에 따라 입력시간에 유의한 차이가 있음을 확인하였다($p < 0.0001$).

표 5. 버튼의 배치조합별 평균 입력시간(단위: msec)

		버튼의 가로배치	
		0	1
버튼의 세로배치	0	245.5	315
	1	295	330.2
	2	335	348.5
	3	350.1	360

또한 버튼의 배치조합에 따라 단말기상의 버튼의 거리·크기에 의해 산출된 ID와 평균 입력시간과의 관계를 알아보기 위하여 회귀분석을 실시하였다. 그 결과 ID와 입력시간은 Fitts' Law의 원리와 같이 선형의 관계를 가진다. 따라서 버튼간의 거리와 버튼의 크기에 따라 입력시간에 선형

적으로 영향을 미치며($R^2=0.93$), 이는 Fitts' Law가 모바일 폰의 숫자버튼을 이용한 입력작업시간 예측에 적용될 수 있음을 뜻한다.

이러한 Fitts' Law를 이용하여 모바일 폰 단말기의 숫자 버튼을 누를 때 입력시간을 도출하는 공식은 다음과 같다 (식 8).

$$MT(\text{손가락 이동 후 입력시간}) = 245 + 55\log_2(A/W + 0.5) \quad (8)$$

도출된 회귀식을 이용한 버튼 단위별 모델의 예상입력시간은 다음과 같다(표 6).

또한 왼손의 이동시간과 오른손의 이동시간에는 t-test 결과 유의한 차이가 없는 것으로 분석되었다(p -value=0.38).

따라서 왼손의 물리적 이동시간은 식 8을 이용하여 오른손과 마찬가지로 정의할 수 있다.

표 6. 도출된 회귀식을 이용한 버튼단위별 예상 입력시간 (단위: msec)

		버튼의 가로배치	
		0	1
버튼의 세로배치	0	245	324.2
	1	286.8	332.45
	2	329.7	350
	3	357.2	368.2

반면 양 손을 번갈아 누르게 되는 양 손 교차 입력 시 생기는 병렬과정은 기존 Card et al.(1983), Mackenzie et al.(2002)이 제시한 식을 이용할 수 있으며 위에서 전술한 식 5와 같다. 여기서 양 손 교차란 왼손-오른손-왼손 등의 다른 손을 번갈아 가며 입력하는 과정을 의미한다.

Card et al.(1983)과 Mackenzie et al.(2002)에 의하면 양 손의 연속 입력시간이 한 손의 연속 입력시간에 비해 최대 1/2로 감소됨을 밝혔다. 또한 본 실험 결과에서도 양 손을 번갈아 입력하는 작업의 시간이 한 손 입력시간에 비해 47% 이상 감소됨을 보였다. 따라서 본 연구에서는 양 손 교차 입력에 의한 입력 작업 시 한 손만을 이용한 순차적 작업에 비해 반으로 감소된다고 가정하였다.

4.2 예측 모델 설계

실험 결과에서 도출된 인간의 양 손 입력 행태와 양 손 교차 입력 과정에서 일어나는 시간의 병렬현상을 반영하는

예측 모델을 설계하였다. 한 손 입력 시간은 Fitts' Law를 이용하여 도출하였고 양 손을 이용한 입력 시간은 한 손 입력시간에 0.5를 곱하여 도출하였다(식 9).

Soukoreff et al.(1995)와 김인수(2004)의 결과에 따라, 전문가 수준의 문자 입력 수행도를 보이는 피실험자는 식 10으로 정의하고, 초보자 수준의 문자 입력 수행도를 보이는 피실험자는 식 11로 정의하였다.

$$\begin{aligned} \text{한 손 입력시간} &= MT \\ \text{양 손 교차 입력시간} &= 1/2 \times MT \end{aligned} \quad (9)$$

$$\text{Expert user: } T_{\text{Expert}} = MT \quad (10)$$

$$\text{Beginner: } T_{\text{Novice}} = MT + Tr \quad (11)$$

예측 모형에 대한 가정은 다음과 같다.

- 물리적 이동시간은 Fitts' Law로 계산한다.
- 처음 입력버튼의 ID는 0으로 가정한다.
- 양 손 행태는 키패드의 1,4,7,*은 왼손으로 누르고 나머지 오른쪽 키패드는 오른손으로 버튼을 누르는 완전 분리 행태를 가정한다.
- 물리적 이동시간을 구할 때, 교차 작업시간은 한 손 작업시간의 1/2을 곱하여 계산한다.
- 같은 모음을 두 번 연속 입력할 시 눌러야 하는 띄어쓰기 버튼은 3번 버튼의 바로 위에 있다고 가정하고 예측시간을 계산한다.
- 전문가는 물리적 이동시간만으로 입력 과정을 예측할 수 있으며 초보자는 Hick-Hyman Law에 의한 시각탐색 시간과 물리적 이동시간의 합으로 예측될 것이다.
- Hick-Hyman Law를 이용한 시각탐색 시간(Tr)의 경우 자음탐색 시간은 640(msec), 모음탐색 시간은 240(msec)으로 한다.
- 같은 버튼을 두 번 누르는 경우 두 번째 버튼을 누를 때의 시각탐색 시간은 0으로 가정한다.

전문가의 경우 "사랑해"라는 문장을 입력할 때 모델을 통한 입력시간의 예측은 다음과 같다(표 7).

각 버튼의 오른손과 왼손에 대한 이동이 정해지고 앞서 도출된 회귀식을 이용하여 버튼 단위 별 예상 입력시간을 구할 수 있다. 구해진 입력시간 값에 식 9를 이용하여 양 손 교차 작업 시 발생하는 시간의 병렬과정을 포함시킨다. "사"라는 글자를 치기 위한 예를 들면, 우선 자음 "스"를 입력하기 위하여 숫자 버튼 8을 오른손으로 누르게 되며 이때 입력시간은 245(msec)이다. 그 다음 모음 "아"를 입력하기 위하여 숫자버튼 1, 2를 누르며 이때 왼손과 오른손을

이용하여 입력하는 시간의 합은 574.7(msec)이다. 이 같은 과정을 통해 "사"라는 글자를 치기 위한 입력시간의 총 합은 819.7(msec)이지만 오른손-왼손-오른손의 교차 작업이 일어나므로 입력시간을 1/2로 감소시켜 409.85(msec)의 값을 구할 수 있다.

같은 원리로 "해"라는 글자를 치기 위한 예를 들면, 우선 자음 "ㅎ"을 입력하기 위하여 숫자버튼 8을 오른손으로 두 번 누르게 되며 이 때 각각 286.8(msec)과 245(msec)의 입력시간이 걸린다. "ㄱ"이라는 모음을 입력하기 위하여 왼손, 오른손, 왼손을 순차적으로 이용해 1번, 2번, 1번 버튼을 누르며 이 때의 입력시간의 합은 819.7(msec)이다. "ㅎ"과 "ㄱ"을 입력하기 위한 시간의 총 합은 1106.5(msec)이지만, 오른손- 왼손- 오른손- 왼손의 교차 작업이 일어나므로 입력시간을 1/2로 감소시켜 532.35(msec)의 값을 얻을 수 있다. 맨 처음 "ㅎ"을 입력하기 위하여 누른 8번 버튼의 경우 양 손 교차 작업에 포함되지 않으므로 초기의 입력 시간 값 286.8(msec)을 그대로 더해준다. 그 결과 전문가가 "해"를 입력하기 위한 총 시간은 819.15(msec)이다.

표 7. 예측 모델을 통한 전문가의 양 손 입력시간 예측의 예 (단위: msec)

음소	버튼	버튼 (세로×가로)	입력시간	손	병렬포함 입력시간
ㅅ	8	0×0	245	오	409.85
	ㅏ	0×0	245	왼	
ㅑ	2	2×0	329.7	오	286.8
	ㅓ	1×0	286.8	오	
ㄷ	5	1×0	286.8	오	388.4
	ㅓ	0×0	245	왼	
ㅑ	1	0×0	245	왼	357.2
	2	1×0	286.8	오	
ㅎ	8	1×0	286.8	오	286.8
	8	0×0	245	오	
ㄱ	1	0×0	245	왼	532.35
	2	2×0	329.7	오	
	1	0×0	245	왼	
계	13회		3592		2261.4

이처럼 양 손 교차 작업이 일어나는 부분마다 구한 입력 시간의 1/2값을 기입하고 병렬과정이 없는 부분은 초기의 입력 값을 그대로 기입한다. 그 결과 전문가가 "사랑해"를 입력하기 위한 양 손 병렬과정이 포함된 총 시간 2261.4(msec)을 구할 수 있다.

"늦을 것 같으니까 조금만 기다려"와 같은 장문의 입력 시에는 띄어쓰기 버튼을 입력해야 한다. "조금만"과 같이 두 번 연속 자음 "ㄹ"을 입력할 때에도 띄어쓰기 버튼을 누르게 되는데, 이 때 띄어쓰기 버튼은 3번 버튼의 바로 위에 있다고 가정하고 ID값과 예측시간을 계산하였다. 띄어쓰기 버튼은 키패드의 오른손 수행 영역인 3번 버튼 위에 위치하므로 오른손으로만 조작하게 된다. 예를 들어 8번 버튼을 누른 후 띄어쓰기 버튼을 누를 때의 버튼 간 배치조합은 (가로1칸×세로3칸)이며, 이의 거리는 21.1mm이고 ID값은 2.24bits이며 예상 수행시간은 368.2(msec)이다. 띄어쓰기 버튼을 누른 후 다시 오른손을 이용하여 5번 버튼을 누른다고 가정하면 (가로1칸×세로2칸)의 배치조합이 발생하며 이의 거리는 16.3mm이고 ID값은 1.91bits이며 예상 수행시간은 350(msec)이다. 이와 같은 방법으로 띄어쓰기가 포함된 중문과 장문 입력시의 예상시간을 구할 수 있다.

초보자의 경우 이와 같이 구해진 MT(이동시간)과 Hick-Hyman Law로 구해진 시각탐색 시간을 더함으로써 구할 수 있다(표 8).

"사"라는 글자를 입력하기 위한 Hick-Hyman Law값의 예를 들면, 우선 자음 "ㅅ"을 입력하기 위하여 8번 버튼을 찾는데 걸리는 시각탐색 시간(Tr)이 앞의 표 3에 의하여 구해지며 그 값은 640(msec)이다. 그 다음 모음 "ㅏ"를 입력하기 위하여 1번과 2번 버튼을 찾는 시각탐색 시간(Tr)이 두 번 연속 발생하며 그 합은 480(msec)이다. 따라서 "사"를 입력하기 위한 Hick-Hyman Law값은 총 1120(msec)이다. 이렇게 Hick-Hyman Law를 이용하여

표 8. 예측 모델을 통한 초보자의 양 손 입력시간 예측의 예 (단위: msec)

음소	버튼	병렬포함 입력시간	음운	Hick-Hyman (시각탐색 시간)	총 입력시간
ㅅ	8	409.85	자	640	1529.85
	ㅏ		모	240	
ㅑ	2	286.8	모	240	2792.4
	ㅓ		자	0	
ㄷ	1	388.4	모	240	2179.15
	2		모	240	
ㅎ	8	286.8	자	640	2179.15
	8		자	0	
ㄱ	1	532.35	모	240	2179.15
	2		모	240	
	1		모	240	
계	13회			4240	6501.4

구해진 시각탐색 시간과 앞서 Fitts' Law를 이용하여 구해진 이동시간을 더하여 초보자의 입력 시간을 구할 수 있다. 그 결과 초보자가 "사"를 입력하기 위하여 걸리는 총 예측 시간은 1529.85(msec)이다.

같은 방법으로 "해"라는 글자를 입력하기 위한 Hick-Hyman Law 값의 예를 들면, 우선 자음 "ㅎ"을 입력하기 위하여 8번 버튼을 찾는데 걸리는 시각탐색 시간(T_r)은 640(msec)이다. "ㅎ"을 입력하기 위해서는 8번 버튼을 두 번 눌러야 하는데 이 때 두 번째 8번 버튼을 누를 경우 같은 버튼을 두 번 누르는 것이므로 시각탐색 시간은 0이다. 그 다음 "해"라는 모음을 입력하기 위하여 1번, 2번, 1번 버튼을 찾는 시각탐색 시간 240(msec)이 세 번 연속 필요하며 그 시간의 합은 720(msec)이다. 따라서 "해"를 입력하기 위한 Hick-Hyman Law 값은 총 1360(msec)이다. 이렇게 구해진 시각탐색 시간과 앞서 구해진 이동시간을 더하여 초보자의 입력시간을 구할 수 있다. 초보자가 "해"를 입력하기 위하여 걸리는 총 예측시간은 2179.15(msec)이다.

4.3 문장 별 입력시간

전문가의 경우 문장 별 실제 시간과 예측시간에 대한 결과는 표 9와 같다. 전문가의 경우 모델의 예측시간은 오차율 2% 이내로 인간의 수행시간을 잘 예측하였다. 예측시간과 평균수행시간과의 통계적인 차이를 알아보기 위해 Student's T-test를 실시하였다. 그 결과 문장1($p=0.59$), 문장2($p=0.23$), 문장3($p=0.44$)에서 예측시간과 수행시간 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

따라서 전문가에 대한 양 손을 이용한 한글 입력 수행시간 예측은 Fitts' Law에 의해 잘 예측되었다.

표 9. 전문가 집단의 모델 예측시간과 수행시간 비교(msec)

문장번호	예측시간	수행시간	오차율
1	2260	2278±130	0.8%
2	5060	5161±120	2%
3	12440	12630±180	1.5%

초보자의 결과는 표 10과 같다. 초보자의 경우 역시 모델의 예측시간은 오차율 3% 이내로 수행시간을 잘 예측하였다. 예측시간과 평균수행시간과의 통계적인 차이를 알아보기 위해 Student's T-test를 실시하였다. 그 결과 문장1($p=0.12$), 문장2($p=0.53$), 문장3($p=0.18$)에서 예측시간과 수행시간 간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

따라서 초보자, 즉 비전문가에 대한 양 손을 이용한 한글

표 10. 초보자 집단의 모델 예측시간과 수행시간 비교(msec)

문장번호	예측시간	수행시간	오차율
1	6500	6700±430	3%
2	13540	13410±240	1%
3	28770	29430±330	2.3%

입력 수행시간 예측은 Fitts' Law와 Hick-Hyman Law에 의해 잘 예측되었다.

5. 토 의

본 연구에서는 모바일 폰에서의 한글 입력 시 양 손 행태를 반영한 예측 모델을 제시하였다.

기존 연구에서는 한 손 사용 행태가 반영된 개념모형을 이용한 문자 입력 방법의 평가가 연구되었다(김상환 등, 2002; 김인수 등, 2004, 2005; Myung, 2004). 하지만 본 연구에서는 기존의 Fitts' Law와 Hick-Hyman Law를 이용하면서 실제 사용자의 행태와 일치하는 양 손 사용이 고려된 인터페이스에서의 문자 입력 예측 모델을 제안하였다. Fitts' Law를 사용한 예측 모델을 만듦으로써 전문가의 양 손 문자 입력 행태를 잘 예측할 수 있었고, 완벽한 전문가만을 평가할 수 있다는 약점을 Hick-Hyman Law를 통해 극복하였다. 본 연구에서 제시된 Fitts' Law와 Hick-Hyman Law를 이용한 모델은 양 손을 이용하는 전문가와 초보자의 행태를 예측하는 데에 잘 활용될 수 있다.

양 손 입력에 대한 행태분석 결과를 보면 97%의 피 실험자가 문자 입력 시 양 손을 사용하며, 그 중 80% 이상이 본 연구에서 가정된 왼손 오른손의 완전분리 행태를 사용전략으로 채택하였다. 이는 양 손의 제어 전략에는 개인별 차이가 다소 있다는 Sherwood(1989)의 연구 결과와 일치한다.

양 손 입력을 고려하여 예측 모델을 제시한 본 연구 결과 전문가의 경우 기존의 Fitts' Law를 이용한 양 손 입력 개념모형으로 전문가의 수행도를 잘 예측하였다. 이로써 기존의 개념모형을 이용한 연구 결과(김상환 등, 2002; 김인수 등, 2004, 2005; Myung, 2004)에서와 같이 Fitts' Law를 사용하되 양 손 입력 방식에 맞게 보완한다면 한 손뿐만 아니라 양 손 입력에 대한 연구에서도 잘 적용될 수 있음을 증명하였다.

또한 Hick-Hyman Law를 이용해 도출된 시각탐색 시간과 Fitts' Law를 이용해 도출된 이동시간을 더하여 초보자의 문자 입력 시간을 예측하였으며 그 결과 오차율 3% 이

내로 모델의 예측시간과 인간의 수행시간 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

초보자를 위한 예측을 위해 Hick-Hyman Law를 이용할 때 I_c 는 불확실성에 의해 결정되는 경험적 상수이며 기존 김인수(2004)의 연구에서는 I_c 값을 200ms로 가정하였다. 하지만 Hick-Hyman의 초기 연구는 10개의 버튼 중 선택 확률을 계산함으로써 I_c 값을 150ms로 도출하였다(Card et al., 1983). 이에 본 연구는 실험에 사용한 버튼의 수가 Hick-Hyman의 초기 연구와 유사함에 따라 I_c 값을 150ms로 가정하였으며 이로써 초보자의 수행시간을 잘 예측할 수 있었다.

또한 Fitts' Law의 도출 실험 결과 각 키패드를 왼손과 오른손이 번갈아 누를 때 한 손 입력 시간보다 47%의 시간이 단축되는 양상을 보였으며 이는 Card et al.(1983), Mackenzie et al.(2002)의 결과와 일치하였다.

본 연구 결과 양 손 교차 사용비율은 수행도를 높이는 중요한 요인이 된다. 그 이유는 기존의 Card et al.(1983)과 Mackenzie et al.(2002)의 연구 결과와 같이 양 손 교차 사용 시 시간적 병렬과정이 발생하기 때문이다. 즉 기존의 Fitts' Law를 이용한 분석에서처럼 출발지점과 도착지점의 연속적인 움직임만으로 분석을 하는 것은 양 손을 사용하는 사용자의 행태예측에는 적합하지 않다. 양 손 사용이 고려된 예측 모델을 만들 경우 양 손이 고려된 Fitts' Law 값을 구해야 함은 물론, 이러한 병렬현상을 모델에 반영해야 한다. 따라서 본 연구에서는 양 손 입력 시 일어나는 시간의 병렬현상을 모델에 반영하여 인간의 수행도를 잘 예측하는 모델을 제시할 수 있었다. 병렬현상을 모델에 반영하였을 때의 모델의 예측시간이 병렬현상을 무시했을 때의 모델의 예측시간보다 정확함을 그림 2를 통해 알 수 있다. 이는 양 손을 모두 사용한 작업의 수행 시 양 손간에 시간의 병렬 결합이 나타난다는 Franz et al.(1991)의 결과와도 일치한다.

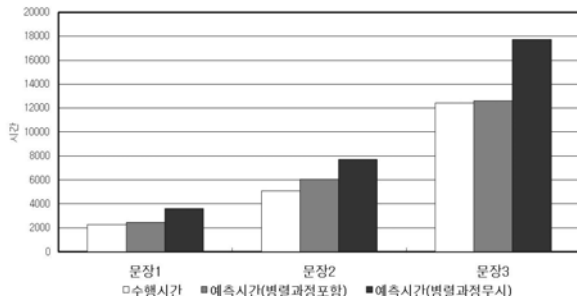


그림 2. 수행시간, 병렬과정을 포함한 예측시간과 무시한 예측시간

6. 결 론

본 연구를 통하여 얻을 수 있는 결론은 다음과 같다.

첫째, Fitts' Law와 Hick-Hyman Law를 이용하여 양 손 행태가 반영된 예측 모델을 제시하였다. 전문가의 경우 키패드의 배열을 외우고 있다고 가정하고 Fitts' Law만을 이용하여 수행시간을 예측하였다. 초보자의 경우 시각탐색 시간이 필요하다고 가정하고 Fitts' Law와 Hick-Hyman Law를 함께 사용하였다. 그 결과 초보자와 전문가의 수행시간을 잘 예측하였다.

둘째, 왼손-오른손-왼손 또는 오른손-왼손 등 왼손과 오른손의 교차 사용 시 한 손을 이용할 때의 약 50%의 수행시간이 관찰 되었다. 대부분의 모바일 폰 사용자가 문자 입력 시 양 손을 이용함을 고려할 때, 이처럼 양 손이 교차 사용되는 과정에서 발생하는 시간의 병렬현상을 모델에 적용함으로써 인간의 수행시간을 더 정확히 예측하는 양 손 입력 예측 모델을 제시할 수 있다.

셋째, 이와 같은 연구 결과는 모바일 폰에서의 한글 입력 수행도 예측뿐만 아니라 양 손을 사용한 모든 인터페이스의 평가와 개발을 위한 좋은 가이드 라인이 될 수 있다.

참고 문헌

- 기도형, 실물 이동전화를 이용한 한글 입력 방식의 수행도 및 선호도 평가, *대한인간공학회지*, 25(3), 33-41, 2006.
- 김상환, 김경민, 명노해, 이동전화 한글 입력 시스템의 물리적 인터페이스 평가에 관한 연구, *대한인간공학회지*, 28(2), 193-200, 2002.
- 김은하, 박재희, "휴대전화에서 한글 입력 방식에 따른 문자 입력 성능 비교", *대한인간공학회 추계학술대회 논문집*, (pp.296-301), 2005.
- 김인수, 김봉건, 최재현, "이동전화 단말기 한글 입력 시스템 비교, 평가-음운결합 중심으로", *대한인간공학회 학술대회 논문집*, 2004.
- 김인수, 김봉건, 최재현, "이동전화 단말기의 이론적 한글 입력 수행도 비교 평가", *대한인간공학회 학술대회 논문집*, (pp.233-236), 2005.
- 김인수, "3×4 키패드를 갖는 제품을 위한 한글 문자 입력 시스템 설계에 관한 연구", *대한인간공학회 학술대회 논문집*, 2006.
- 안재우, "사용자 중심적인 소형장치용 문자 입력 방식", *HCI 학술대회 논문집*, (pp.498-503), 2005.
- 정부용, 핸드헬드 기기에서 두 손 조작을 통한 포인팅과 문자 입력에 관한 연구, *한국과학기술원 석사학위 논문*, 2006.
- 홍승권, 모바일 폰 한글 입력 방식의 유니버설 디자인에 관한 연구, *대한인간공학회지*, 26(3), 117-124, 2007.

Bergman, E., Information Appliance and Beyond, *Interaction Design for Consumer Products*, 1st Ed., Morgan Kaufmann Publisher, 2000.

Card, S. K., et al. *The Psychology of Human-Computer Interaction*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1983.

Choi, S., "The Roles of Speech, Text and Image in Mobile Communication", *Proceedings of the ACM Conference and ESK International Ergonomics Symposium*, (pp.291-294), Seoul, Korea, 2000.

Clarkson, E., Lyons, K., Clawson, J. and Starner, T., "Revisiting and Validating a Model of Two-Thumb Text Entry", *CHI Proceeding Mobile Interaction*, (pp.163-166), San Jose, CA, 2007.

Franz, E. A., Zelaznik, H. N., and McCabe, G., Topological Constraints in a Bimanual Task, *Acta Psychologica*, 77, 137-151, 1991.

Gong, J. and Tarasewich, P., "Alphabetically Constrained Keypad Designs for Text Entry on Mobile Devices", *Proceedings of the SIG CHI conference on Human Factors in Computing Systems*, (pp.211-220), Portland, Oregon, 2005.

Lin, M. and Sears, A., "Graphics Matter: A Case Study of Mobile Phone Keypad Design for Chinese Input", *CHI extended abstracts on Human Factors in Computing Systems*, (pp.1593-1596), Portland, Oregon, 2005.

MacKenzie, I. S., Movement time prediction in Human-Computer Interfaces, *Readings in Human-Computer Interaction: Toward the year, 2nd Ed.*, Mogan Kaufmann Publishers, Inc. 2000.

MacKenzie, I. S. and Soukoreff, R. W., "A Model of Two-Thumb Text Entry", *Proceeding of Graphics Interface*, (pp.117-124), Toronto, Canada, 2002.

Myung, R., Keystroke-level analysis of Korean text entry methods on mobile phones, *International Journal of Human-Computer Studies*, 60, 545-563, 2004.

Oliver, E., "Exploiting the short Message Service as a Control Channel in Challenged Network Environments", *Proceedings of the third ACM workshop on Challenged Networks*, San Francisco, CA, 2008.

Seow, S. C., Information Theoretic Models of HCI: A Comparison of the Hick-Hyman Law and Fitts' Law, *Human-Computer Interaction*, 20, 315-352, 2005.

Sherwood. and Sherwood, D. E., The coordination of simultaneous actions,

Perspectives on the coordination of movement, (pp.303-327), North-Holland, 1989.

Silfverberg, M., MacKenzie, I. S. and Korhonen, P., "Predicting Text Entry Speed on Mobile Phones", *Proceeding of the SIG CHI conference on Human Factors in Computing Systems*, 2(1), (pp.9-16), Hague, Netherlands, 2000.

Soukoreff, R. W. and Mackenzie, S. I., Theoretical Upper and Lower Bounds on Typing speeds using a Stylus and Soft Keyboard, *Behavior and Information Technology*, 14(6), 370-379, 1995.

Thu, K. Y. and Yoshiyori U., "Positional Mapping Myanmar Text Input Scheme for Mobile Devices", *Proceedings of the 9th international conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, (pp.495-502), Singapore, 2007.

Welford, A. T., The Measurement of sensory-motor performance: Survey and reappraisal of twelve years progress, *Ergonomics Society*, 3, 189-230, 1960.

● 저자 소개 ●

- ❖ 이 주 우 ❖ amelie23@korea.ac.kr
 경희대학교 시각디자인 학과 학사
 현 재: 고려대학교 정보경영공학부 석사과정
 관심분야: 인간공학, HCI

- ❖ 명 노 해 ❖ rmyung@korea.ac.kr
 Ph.D. in Industrial Engineering, Texas University
 현 재: 고려대학교 정보경영공학부 교수
 관심분야: Cognitive Engineering, HCI

논문 접수 일 (Date Received) : 2008년 11월 10일
 논문 수정 일 (Date Revised) : 2008년 11월 28일
 논문게재승인일 (Date Accepted) : 2008년 11월 28일