Journal of the Ergonomics Society of Korea
Vol. 26, No. 2 pp.149-155, May 2007

한글 문자 입력 인터페이스 개발을 위한 눈-손 Coordination에 대한 연구

김정환[1] · 홍승권[2] · 명노해[1]

[1]고려대학교 정보경영공학부 / [2]충주대학교 산업경영공학과

A Study on the Eye-Hand Coordination for Korean Text Entry Interface Development

Junghwan Kim[1], Seung-Kweon Hong[2], Rohae Myung[1]

[1]Division of Information Management Engineering, Korea University, Seoul, 136-713
[2]Department of Industrial and Management Engineering, Chungju National University, Chungju, 380-702

ABSTRACT

Recently, various devices requiring text input such as mobile phone IPTV, PDA and UMPC are emerging. The frequency of text entry for them is also increasing. This study was focused on the evaluation of Korean text entry interface. Various models to evaluate text entry interfaces have been proposed. Most of models were based on human cognitive process for text input. The cognitive process was divided into two components; visual scanning process and finger movement process. The time spent for visual scanning process was modeled as Hick-Hyman law, while the time for finger movement was determined as Fitts' law. There are three questions on the model-based evaluation of text entry interface. Firstly, are human cognitive processes (visual scanning and finger movement) during the entry of text sequentially occurring as the models. Secondly, is it possible to predict real text input time by previous models. Thirdly, does the human cognitive process for text input vary according to users' text entry speed. There was time gap between the real measured text input time and predicted time. The time gap was larger in the case of participants with high speed to enter text. The reason was found out investigating Eye-Hand Coordination during text input process. Differently from an assumption that visual scan on the keyboard is followed by a finger movement, the experienced group performed both visual scanning and finger movement simultaneously. Arrival Lead Time was investigated to measure the extent of time overlapping between two processes. 'Arrival Lead Time' is the interval between the eye fixation on the target button and the button click. In addition to the arrival lead time, it was revealed that the experienced group uses the less number of fixations during text entry than the novice group. This result will contribute to the improvement of evaluation model for text entry interface.

Keyword: Eye-Hand Coordination, Eye-tracking, Cognitive modeling, Text entry

*이 논문은 2007년도 두뇌한국 21사업에 의하여 지원되었음.
교신저자: 김정환
주 소: 136-713 서울시 성북구 안암5가, 전화: 02-3290-3878, E-mail: jhkim7766@nate.com

1. 서 론

정보통신부 조사에 따르면, 우리나라의 하루 평균 휴대폰 사용량에서 문자메시지 송 · 수신량이 차지하는 비중은 49%에 달한다. 10대의 경우 그 비중은 더욱 높아서 82%에 달한다고 한다(정보통신부, 2004). 최근에는 문자 입력을 해야 하는 기기가 휴대폰 뿐만 아니라, 인터넷 TV 리모콘, 차량 네비게이션, 개인 휴대단말기(PDA) 그리고 게임기 등으로 확대되고 있다(전자신문, 2001). 이렇듯 다양한 기기에서 문자 입력을 수행하게 되고 문자 입력의 빈도도 늘어남에 따라 문자 입력 인터페이스의 평가와 설계가 중요해지고 있다.

기존의 문자 입력 인터페이스 평가는 주로 문자 입력 시간의 측정을 통해 이루어졌다. 이러한 시간의 측정은 문자 입력 시간의 예측 모델을 제시하고, 예측 모델의 각 매개변수(parameter) 값들을 측정하여 전체 입력 시간을 계산하여 이루어졌다. 그리고 이 값들을 비교함으로써 서로 다른 인터페이스들 간의 시간 차이를 평가하여 왔다.

문자 입력 시간 예측을 위해 Smith와 Zhai (2001)는 문자 입력 시간을 시각 반응 시간(Visual Reaction Time)과 손 움직임 시간(Movement Time)으로 나누었다. 그리고, Soukoreff와 Mackenzie(1995)는 시각 반응 시간이 Hick-Hyman 법칙으로 예측될 수 있고, 손 움직임 시간은 Fitts의 법칙으로 예측될 수 있음을 밝혔다. 영문뿐 아니라 한글의 경우에도 문자 입력 시간을 시각 탐색 시간과 손 움직임 시간으로 구분하고, Hick-Hyman 법칙과 Fitts 법칙으로 예측하였다(김인수 외, 2004). 김인수 외(2004)가 제시한 문자 입력 인지 모델은 식 1과 같다.

문자 입력 시간 = 시각 탐색 시간 + 손 움직임 시간
시각 탐색 시간 예측: Hick-Hyman 법칙
손 움직임 시간 예측: Fitts 법칙 (1)

그러나, 기존 문자 입력 시간 예측 모델에 몇 가지 의문이 존재한다. 첫째, 눈의 시각 탐색과 손의 움직임이 식 1과 같은 연속(serial)으로 일어나는 것인가? 여러 개의 요소로 이루어진 인지활동은 항상 연속적으로 나타나는 것이 아니고 두 개 이상의 인지 요소가 병렬로 일어날 수 있다는 기존 연구가 있었다(Olson and Olson, 1990). 따라서 문자 입력 과정에서 눈과 손의 움직임이 예측 모델과 같이 연속적으로 나타나는 지 병렬로 나타날 때도 있는지에 대한 조사가 필요하다. 둘째, 실제 측정 시간과 인지 모델 예측 시간의 차이는 없는가? 첫 번째 의문점과 같이 문자 입력 시 눈과 손이 병렬로 움직인다면, 눈과 손의 움직임이 겹쳐진 구간 때문에 기존 예측 모델이 실제 입력 시간보다 과대 예측되었을 가능성이 있기 때문에 이 차이에 대한 분석 또한 필요하다. 셋째, 숙련도에 따라 문자 입력의 인지 과정 및 입력 행위에 차이가 있을까? Fitts 법칙과 같은 모델은 특정 수준의 숙련도를 가정하고 입력 시간을 예측한다는 한계가 있다(Olson and Olson, 1990; 김상환과 명노해, 2001). 또한, 어떤 문자 입력 방식은 숙련자에게 편할 수 있고 어떤 문자 입력 방식은 초보자에게 편할 수 있다. 따라서 숙련도에 따른 인지 과정, 입력 행위 조사는 의의가 있을 것이다. 본 연구는 위의 연구 질문들을 해결하기 위해 다음과 같은 가설을 세웠다.

가설 1. 문자 입력 예측 모델의 두 요소(시각 탐색과 손 움직임)는 병렬로 일어날 것이다.
가설 2. 문자 입력 예측 모델의 시간과 실제 문자 입력 시간은 다를 것이다.
가설 3. 문자 입력 시 사용자의 인지 과정과 입력 행위는 숙련도에 따라 차이가 있을 것이다.

본 연구는 위 가설을 증명하기 위해 실제 문자 입력 측정 시간과 모델 예측 시간을 비교하였으며, Eye-Tracking 장비를 활용하여 Eye-Hand Coordination 형태를 측정하였고, 숙련도에 따른 사용자의 인지 과정 및 입력 행위 차이를 분석하였다.

2. 실험 방법

2.1 피실험자

본 연구는 27~33세 10명(남 6명, 여 4명)의 대학원생을 대상으로 하였다. 대상자 모두 컴퓨터 사용 경력은 8년 이상이며, 휴대폰 사용 경력은 6년 이상이다. Eye-Tracking 장비의 정확한 보정 단계(calibration)을 위하여 안경 착용자와 시력이 나쁜 사람은 대상에서 제외되었다. 피실험자 중 숙련자 그룹 5명은 사전 훈련되었으며, 비숙련자 그룹 5명은 그렇지 않았다. 또한, 실험 후 각 그룹의 문자 입력 시간 차이는 통계적으로 유의하다(p=0.001).

2.2 실험 장비

실험에서 사용된 장비는 20인치 CRT 모니터 1대, PC 2대, faceLAB^{TM} Eye-Tracking(소프트웨어 버전 4.2.2), 그리고 데이터 분석 소프트웨어로 GazeTracker가 사용되었다. 피실험자와 모니터의 거리는 70~90cm이다. faceLAB^{TM} 카메라의 오차범위는 시각(visual angle) 1~2°이다. 본 실험에서는 Eye-Tracking 측정과 문자 입력 작업의 동시 진행

을 위해 실제 휴대폰이 아닌 PC 상에서 구동이 가능한 '훈민자판' 핸드폰 시뮬레이션 소프트웨어를 사용하였다. '훈민자판' 프로그램은 그림 1과 같다.

그림 1. 훈민자판 프로그램

2.3 실험 절차

정확한 보정작업(calibration)을 위해 실험 절차 및 자세 등에 대해 피실험자에게 알려준다. 그 후, faceLAB™ 소프트웨어의 'Head model 생성'과 'screen calibration'을 시행한다. 이는 보정작업(calibration) 과정으로 보정작업이 정확하게 되지 않을 때는 반복적으로 이 작업을 수행한다. 피실험자는 '훈민자판'이 실행되어 있는 PC에서 휴대폰 한글 문자 입력 작업을 연습해 본다. 연습 문장은 '학교가자' 이다. 모든 준비가 되면 제시 문장을 불러 준 후 문자 입력 작업을 시행한다. 작업 시행 절차는 '메뉴 버튼 클릭' --> '제시된 문장 입력' --> '종료 버튼 클릭'의 순이다. 마지막으로, 피실험자는 총 4개의 제시된 문장을 입력하며, 각 문장 입력 후 다시 보정작업이 시행 될 수 있다.

다음의 표 1은 본 실험에서 피실험자들이 입력한 문장들이다. 제시 문장은 휴대폰 키패드의 모든 음운을 클릭할 수 있도록 선정하였다.

표 1. 제시 문장

번호	내용 (랜덤으로 제시)	총 입력 횟수
1	좀 늦을 것 같아	25
2	파도치는 바다	21
3	합격 추카추카	27
4	반가웠어	17

3. 연구 결과

3.1 모델 예측과 실체 측정 시간의 차이

먼저 모델 예측 시간과 실제 측정 시간의 차이를 알아보기 위해 모델 예측 시간을 식 1을 통해 계산하였다.

시각 탐색 시간은 Hick-Hyman 법칙에 의해 산출되었다. Hick-Hyman 법칙은 시각 탐색 시간을 초기 자극의 수로 예측하며, 수식은 식 2와 같다(Card et al., 1983). 문자 입력 작업의 경우 자극의 수는 키패드의 수와 같다.

$$Tr = Ic \times \log_2(N) \quad (2)$$

Tr : 시각 탐색 시간
Ic : 반응속도 (경험적 데이터, 200ms)
N : 자극 수

본 실험에서 사용한 '훈민자판'은 '천지인' 방식과 같이 자음과 모음 키패드가 나뉘어 있기 때문에, 자극의 수를 자음 19, 모음 3으로 나누어 결정하였다.

손 움직임은 Fitts 법칙을 따르는데, 수식은 식 3과 같다(Fitts, 1954). Fitts 법칙에 의하면 손 움직임 시간은 타깃의 폭과 타깃 사이의 거리가 달라짐에 따라 변하게 된다.

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

W : 타깃의 폭
A : 타깃 사이의 거리

식 3의 실험적 상수 a, b를 도출하기 위해 피실험자 10명에게 '훈민자판'의 키패드 간 손 움직임 시간을 측정하는 실험을 실시하였다. 실험 결과 피실험자 간 손 움직임 시간 차이가 유의하지 않았고, 키 패드의 수직 · 수평 · 대각선 방향 간의 차이 또한 유의하지 않았기 때문에 도출된 상수 a, b를 모든 실험자와 모든 손 움직임 방향에서 동일하게 적용하였다. '훈민자판' 문자 입력 인터페이스의 Fitts 법칙 상수 a, b 값을\은 0.177, 0.250로 도출되었다.

위의 결과를 토대로 문자 입력의 실제 측정 시간과 모델 예측 시간을 비교해 보았다. 실제 측정 시간은 Eye-Tracking 장비를 통해 측정하였다. 그림 2에서 각 피실험자의 4개 데이터는 피실험자가 입력한 4개의 제시 문장을 나타낸다.

그림 2에서 보듯이 모든 피실험자의 실제 측정 시간은 모델 예측 시간보다 짧았다. 또 다른 흥미로운 사실은 각 문장의 모델 예측 시간과 실제 측정 시간의 차이가 일정하다는 것이다. 이는 그림 3을 보면 명확히 알 수 있다. 제시 문장에 따라 실제 측정 시간과 모델에 의한 예측 시간의 차이가 일정하다는 것은 모델에 의한 예측이 어느 정도 신뢰성이 있

다는 것을 시사한다.

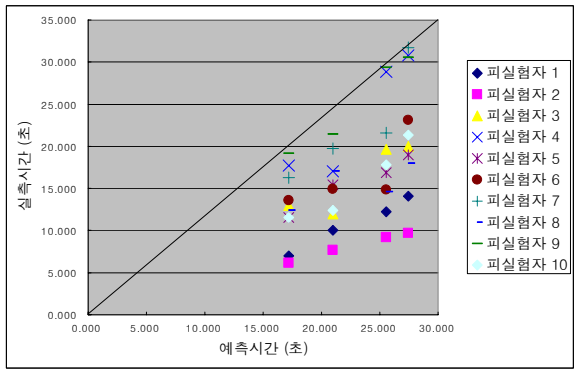


그림 2. 피실험자 별 실제 측정 시간과 모델 예측 시간 비교

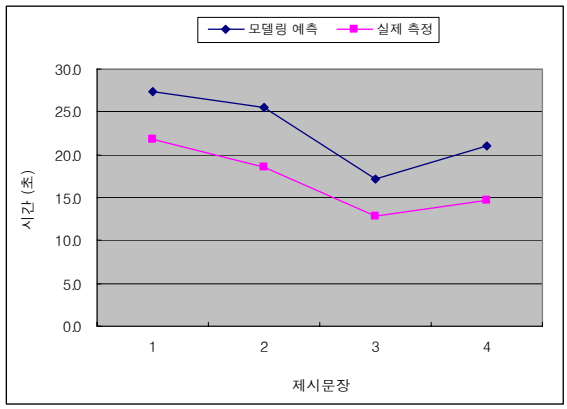


그림 3. 제시 문장 별 실제 측정 시간과 모델 예측 시간 비교

우리는 이러한 예측 모델의 신뢰성에도 불구하고 실제 측정과 모델 예측의 차이가 일어나는 이유를 가설 1과 같이 눈과 손이 병렬로 움직여 겹치는 부분 때문이라고 추측하였다. 이러한 분석은 앞서 기술한 Olson and Olson(1990)의 연구에 기인한다. 앞서 말한 바와 같이 실제 문자 입력 작업에서는 눈과 손이 함께 움직이는 병렬 현상이 일어났음에도 기존 예측 모델에 적용되지 않아 문자 입력 시간이 과대 측정된 것이라고 추측한 것이다. 이를 밝히기 위해 문자 입력 시 Eye-Hand Coordination의 형태를 분석하였다.

3.2 Eye-Hand Coordination 형태 분석

기존 연구자는 Eye-Hand Coordination 형태를 알아보기 위해 '도착선행시간'을 측정하였다(김유창, 1997). 도착선행시간은 눈이 도착한 시간과 손이 도착한 시간의 차이를 나타낸다. 실험 결과 문자 입력 시간과 도착선행시간과 선형적 관계가 있음이 밝혀졌다. 이는 그림 4와 같으며, 상관계수는 0.81이다.

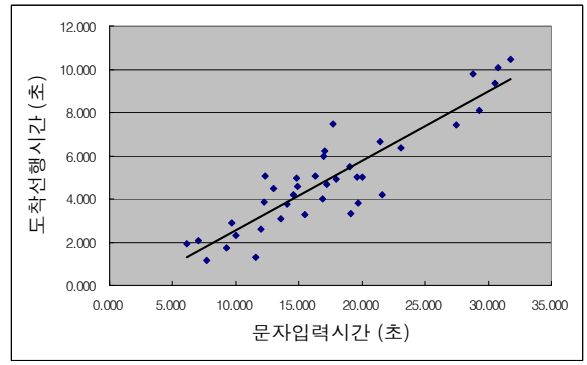


그림 4. 문자 입력 시간과 도착선행시간과의 관계

그림 4와 같이 도착선행시간은 문자 입력 시간에 대해 음의 절편을 가지고 있다. 이는 Eye-Hand Coordination이 일어나는 구간에서 손이 타깃에 도착하기 전에 눈이 먼저 타깃에 도착한다는 것을 나타낸다. 이 결과는 손보다 눈이 타깃에 대부분 먼저 도착한다는 기존 연구와 동일하다(Abrams et al., 1990).

Eye-Hand Coordination 형태를 더 자세히 알아보기 위해 문자 입력 시 도착선행시간을 그래프로 나타내었다.

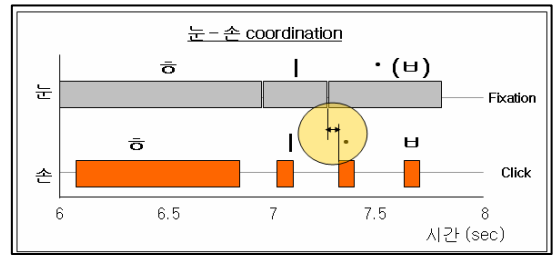


그림 5. Eye-Hand Coordination 그래프(숙련자의 경우)

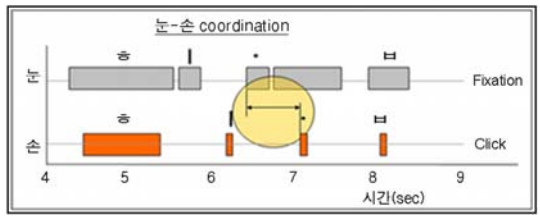
그림 5는 '합'이란 글자를 입력하는 작업 시 눈과 손의 협응을 시간의 그래프로 나타낸 것이다. 예를 들어 '· ·'의 경우 눈이 도착하고 난 후 거의 바로 손이 도착하였는데, 이것으로 보아 눈과 손이 거의 동시에 움직였다는 것을 알 수 있다. 즉, 눈의 움직임과 손의 움직임이 병렬(parallel)로 움직인 것이다. 이런 움직임은 숙련자와 비숙련자의 Eye-Hand Coordination 형태를 비교한 그림 6에서 좀 더 확연히 알 수 있다.

우리는 위 실험 결과를 통해 문자 입력 시 눈과 손이 병렬로 움직인다는 사실을 분명히 알 수 있었다. 다음은 이런 Eye-Hand Coordination 형태가 숙련도에 따라 어떻게 달라지는 지 알아 보았다.

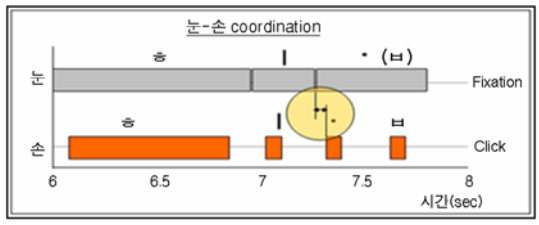
3.3 숙련도에 따른 눈, 손 움직임 차이

3.3.1 Eye-Hand Coordination의 차이

그림 5의 Eye-Hand Coordination 그래프를 비숙련자와 숙련자로 나누어 비교하면 그림 6과 같다.



(a) 비숙련자



(b) 숙련자

그림 6. 숙련도에 따른 Eye-Hand Coordination 형태

그림 6에서와 같이 숙련자의 경우 비숙련자에 비해 상대적으로 짧은 도착선행시간을 갖는다. 이것으로 숙련자일수록 눈과 손이 거의 동시에 움직인다는 것을 알 수 있다. 다시 말해 눈이 타깃에 도착한 후 손이 움직이는 것이 아니라 눈과 손이 거의 동시에 타깃으로 움직이는 것이다. 또한, 숙련자일수록 눈과 손이 타깃에 도착하는 시간의 차이가 짧은 것이다.

3.3.2 도착선행시간의 차이

그림 6과 같이 숙련도에 따른 Eye-Hand Coordination 형태의 차이는 분명하다. 이 차이를 도착선행시간 차이로 나타내면 표 2와 같다.

표 2. 숙련도에 따른 도착선행시간 차이(초)

숙련도	평균	표준편차	t 값	유의확률
숙련자	3.683	1.720	-3.536	0.001*
비숙련자	6.022	2.373		

숙련자와 비숙련자의 도착선행시간은 유의한 차이를 보이고 있으며(p=0.001), 숙련자가 비숙련자에 비해 짧은 도착선행시간을 보이고 있다.

이것은 앞서 말한 바와 같이 숙련자가 비숙련자에 비해 눈의 움직임 시작과 동시에 더 즉각적인 손 움직임을 보이면서 눈과 손이 병렬로 함께 움직인다는 사실을 뒷받침 한다.

3.3.3 응시(fixation) 횟수의 차이

눈의 움직임은 크게 saccade와 응시(fixation)로 나뉘어진다. 이 중 Saccade는 눈이 빠르게 움직이는 운동이며, 타깃을 중심와(fovea)로 가져오는 역할을 한다. 그리고, 응시는 타깃을 인지하는 역할이며 지속 시간은 보통 200ms 이상이다(김유창, 1997). 또한, 김유창(1997)은 사용자가 타깃의 인지를 위해 응시를 한다고 하였으며, 응시는 작업 난이도와 관련이 있다고 주장하였다. 이에 본 연구에서도 숙련도에 따른 인지 과정 차이를 알아보기 위해 응시 횟수를 분석하였다.

문자 입력 작업에서 사용자들은 목표 음운을 찾을 때, 해당 음운을 누를 때, 그리고 누른 후 확인 등을 위해 응시를 한다. 그림 7은 숙련자와 비숙련자의 응시 횟수 차이를 나타낸다. 평균 응시 횟수는 숙련자의 경우 22.6번, 비숙련자의 경우 35.3번으로 큰 차이가 있으며 이는 통계적으로도 유의하다(p=0.000). 이 사실은 숙련자의 경우 응시 횟수가 비숙련자보다 적다는 기존 연구 결과(Kundel, 1972)와 동일하다.

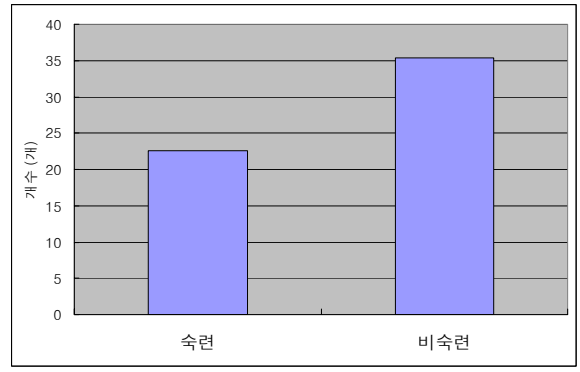


그림 7. 숙련도에 따른 Fixation 개수

또한, 응시 횟수와 문자 입력 시간은 밀접한 상관 관계를 가지며(R^2=0.93), 그래프는 그림 8과 같다.

4. 결론 및 검토

본 연구는 한글 문자 입력 시 눈과 손의 움직임을 Eye-Tracking을 활용하여 측정하였다. 그 결과, 모델 예측 시간과 실제 측정 시간은 서로 달랐다. 또한, Eye-Hand

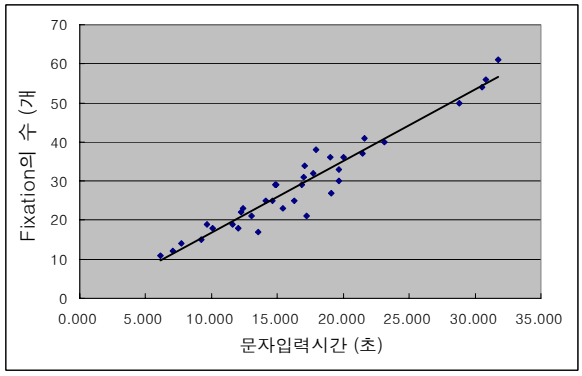


그림 8. 입력 시간과 응시 횟수의 관계

Coordination 형태를 분석함으로써 문자 입력 작업 시 눈과 손의 움직임이 병렬적으로 일어남을 밝혔다. 본 연구는 눈과 손의 병렬적 움직임을 도착선행시간으로 나타내었는데, 도착선행시간은 문자 입력 시간과 선형적 관계가 있었다.

그리고, 숙련도에 따라서 Eye-Hand Coordination 형태가 어떻게 달라지는 지도 분석하였다. 그 결과, 도착선행시간은 숙련자 집단이 비숙련자 집단에 비해 짧았다. 이는 그림 6을 통해 자세히 알 수 있다. 또한, 숙련자 집단은 비숙련자 집단 보다 더 적은 응시 횟수를 가졌다.

기존 문자 입력 모델은 눈이 타깃을 찾은 후 손이 해당 타깃으로 움직인다고 제안하였다. 그러나, 본 연구 결과 눈과 손은 연속적으로 움직이는 것이 아니라 동시에 병렬적으로 움직인다는 것을 알 수 있다. 그리고, 숙련자는 비숙련자에 비해 눈이 움직이기 시작한 후, 눈과 함께 손이 움직이기 시작한 시간의 차이가 더 짧음을 알 수 있었다. 즉, 숙련자는 비숙련자에 비해 시각 탐색 후 손이 움직이는 과정의 시작이 더 빨리 일어나 눈과 손이 거의 동시에 움직이는 것이다. 결론적으로 이런 병렬적 움직임과 숙련도에 따른 Eye-Hand Coordination 형태 차이가 모델과 실제 측정의 차이를 나타냄을 알 수 있다.

본 연구의 결과들은 기존 인지 모델들이 갖고 있는 병렬적 과정의 배제와 숙련도에 대한 배제에 대한 한계(Olson and Olson, 1989)들을 설명한다. 이는 기존 모델의 한계점을 보완한 좀 더 정확한 모델의 개발을 위해 중요한 사실이다. 이러한 연구 결과가 기존 모델에 병렬적 과정과 숙련도를 적용하기 위한 중요한 매개변수(parameter)가 될 것이기 때문이다.

본 연구에서는 Eye-Hand Coordination 형태를 알아보기 위해 도착선행시간이란 측정치를 사용하였다. 도착선행시간은 눈과 손이 타깃에 도착한 시간만을 고려한다. 그러나, 더 정확한 Eye-Hand Coordination을 알아보기 위해서는 눈과 손이 타깃을 향해 움직이기 시작한 시간도 고려해야 한다. 왜냐하면, 기존 모델에 위 사실을 적용하기 위한 매개변수의 측정을 위해서는 변수 즉, 눈과 손 움직임 전체에 대한 행태와 명확한 시간이 밝혀져야 하기 때문이다.

그럼에도 불구하고 본 연구에서 밝힌 병렬적 움직임과 숙련도에 따른 차이는 문자 입력뿐 아니라 여러 인지 과정을 가진 HCI 작업을 평가하는 모델에 이 사실을 적용하여 좀 더 정확한 모델의 개발을 위한 기초 자료가 될 것이다.

참고 문헌

정보통신부, 하루 평균 휴대폰 문자, 음성 송수신량, 2004.

전자신문, 휴대폰 문자 입력 표준 전쟁, http://www.etnews.co.kr/news/detail.html?id=200610020162, 2006.

Smith, A. B. and Zhai, S., Optimised virutual keyboards with and without alphabetical ordering - a Novice User Study, *Proceedings of INTERACT'2001*, p92-99, Tokyo, Japan, 2001.

MacKenzie, I. S. and Soukoreff, R. W., Theoretical upper and lower bounds on typing speed using a stylus and soft keyboard, *Behaviour & Information Technology*, 14, 370-379, 1995.

Olson, R. J. and Olson M. G., The Growth of cognitive modeling in human-computer interaction since GOMS, *Human-Computer Interaction*, 5(2&3), 221-265, 1990.

김상환, 명노해. 이동전화의 한글입력 인지모델에 관한 연구, *HCI 2001*, 평창, 한국, 2001.

김인수, 김봉건, 최재현, 이동전화 단말기의 이론적 한글 입력 수행도 비교평가, *대한인간공학회 학술대회*, 부산, 한국, 2004.

Card, K. S., Moran, P. T. and Newell A., The psychology of Human-computer interaction, *Lawrence Erlbaum Associates*, New Jersey, London, 1983.

Fitts, P. M., The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement, *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391, s1954.

김유창, 프레스 작업자의 숙련도에 따른 눈과 손 움직임 패턴 차이에 대한 연구. 박사학위논문, 한국과학기술원, 1997.

Abrams A. R., Meyer E. D. and Kornblum S., Eye-Hand Coordination: Oculomotor control in rapid aimed limb movements, *Journal of experimental psychology: human perception and performance*, 16(2), 248-267, 1990.

Kundel, H. and Follette P. S., Visual search patterns and experience with radiological image, *Radiology*, 103, 523-528, 1972.

◐ 저자 소개 ◑

❖ 김 정 환 ❖ jhkim7766@nate.com
한국외국어대학교 산업공학과 학사
현 재: 고려대학교 정보경영공학부 석사과정
관심분야: HCI, 제품개발, 인지공학

❖ 홍 승 권 ❖ sksk-hong@hanmail.net
고려대학교 산업공학과 석사
State University of New York at Buffalo 산업공학과 박사
현 재: 충주대학교 산업경영공학과 교수
관심분야: HCI, 인지공학, Macroergonomics

❖ 명 노 해 ❖ rmyun@korea.ac.kr
Texas Tech University Industrial Engineering 박사
현 재: 고려대학교 정보경영공학부 교수
관심분야: HCI, 인지공학

논 문 접 수 일 (Date Received) : 2007년 01월 15일
논 문 수 정 일 (Date Revised) : 2007년 03월 20일
논문게재승인일 (Date Accepted) : 2007년 04월 05일