

Improving a model for the text input time prediction

Yong-Gi Bae¹, Seung-Kweon Hong²

^{1,2}Department of Industrial & Management Engineering, Korea National University of Transportation, Chungju, 380-702

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to suggest a revised model for prediction of text entry time. **Background:** Several studies suggested mathematical models to predict text entry times. However, the prediction models did not consider the level of typing skill. **Method:** This study suggested a revised model to predict text input times. The model consists of 4 sub-models. In order to evaluate the model, input times by typists with several skill levels were measured and were compared with predicted input times. **Results:** Prediction models for the high level of skill typists provided the shorter input time than real input time, while prediction models for the low level of skill typists provided the longer input time than real input time. **Conclusion:** The suggested models could not exactly predict text input times. However, a pattern of changing text input times was predicted. **Application:** The results of this study might help to guide the future study on text input time prediction.

Keywords: Fitts' law, Hick-Hyman law, Prediction model, Text input, Skill level

1. Introduction

현재 다양한 문자입력 방식들이 존재한다. 한글 키보드의 경우 2벌식, 3벌식 등이 있으며, 핸드폰 문자입력 방식도 제조사에 따라 천지인, ez한글, SWYPE, Qwerty 등 다양한 입력방식이 있다. 이런 다양한 문자입력방식 중에서 더 효율적인 문자입력방식 무엇인지 객관적으로 평가하기 위해서 피 실험자를 선정하여 실험연구를 하는 경우가 있지만 피 실험자들은 특정 문자입력 방식에 익숙해져 정확하게 평가되기 가 어려웠다. 그러나 문자입력시간 예측 모델들을 사용하여 좀 더 객관적으로 평가 할 수 있다.

Mackenzie (1992) [1,2]는 키보드 자판에서의 문자입력 시간을 Fitts' law의 법칙 [3] (그래픽에서 스크린커서를 움직이는 데 걸리는 시간은 대상 물체의 크기에 대한 움직인 거리의 비의 로그값에 비례한다는 법칙)을 이용하여 문자입력 시간을 예측하여 객관적으로 평가 했으며, 국내에서는 한글 입력 키패드의 평가를 위해 Fitts' law를 이용한 연구(김상환 등, 2002) [4] 사례가 있었다. 하지만 자판 배열에 익숙하지 못한 비숙련된 실험자들은 문자배열을 찾는 탐색시간이 추가적으로 소요된다.

이러한 탐색 시간을 반영하기 위해 Fitts' law와

Hick-Hyman law [5,6] (반응 시간과 자극-반응 대안 간의 관계를 나타내는 법칙)을 결합하여 추가적으로 고려한 연구 사례가 있었다. (Joo Woo Lee, 명노해, 2008) [7]

하지만 이들은 입력작업을 하는 작업자의 숙련도를 충분히 고려하지 못했다. 본 연구에서는 작업자들의 숙련도를 4 단계로 분류하고, 각 단계에 작업자의 문자입력 시간을 묘사할 수 있는 문자입력 예측모델을 제시하려 한다. 그리고 문자입력 시간 예측모델의 적합성을 실험을 통하여 평가해 보려 한다.

2. A revised model for the input time prediction

본 연구에서는 입력 작업자의 숙련도에 따라 최상, 우수, 보통, 미숙의 4가지 형태로 분류하였다. 숙련도가 최상의 문자입력 작업자는 문자 입력 하는 순간, 키보드상의 문자 배열을 기억하고 있을 뿐만이 아니라, 키인을 하는 과정에서 버튼의 정확한 위치를 눈으로 확인하지 않아도 된다. 일반적으로는 키인 과정에서 정확한 버튼위치에 키인을 하려고 눈에 의한 궤도조정이 이루어진다. 그러나 최상의 숙련도를 보유

한 입력 작업자들은 눈에 의한 조정이 필요 없는 탄도운동이 가능하다. Gang and Hoffmann(1988) [8]은 탄도운동 시간을 예측할 수 있는 수학적 모델을 제시하였다. 이 모델은 시작점에서 A(amplitude) 만큼 떨어진 목표물로 접근할 때, 소요되는 시간을 다음 수식(1)과 같은 관계식으로 예측할 수 있다.

$$MT = a + b\sqrt{A} \quad (1)$$

여기서 MT(movement time)는 이동시간, a와 b는 상수로써 작업의 특성이나 작업속련도에 따라 결정된다. A는 움직이기 시작하는 지점에서 원하는 목표물까지의 거리를 나타낸다.

속련도가 우수의 문자입력 작업자는 키보드상의 문자 배열을 전부 기억하고 있으나 키인하는 과정에서는 정확하게 키인하기 위해 시각적 피드백이 필요한 작업자이다. 따라서 이러한 작업자의 문자입력시간은 Fitt's law에 의해 예측될 수 있다. Fitt's law는 시작점에서 목표물까지 이동할 때 걸리는 시간을 묘사하는 법칙이다. 이 모델은 Fitt's가 1954년에 제안한 모델로 수식(2)와 같은 관계식으로 표현된다.

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

여기서 MT(movement time)는 이동시간, a와 b는 상수로써 작업의 성격과 작업자 특성에 따라 결정되며, A(amplitude) 만큼 떨어진 목표물로 접근할 때, 소요되는 시간이며, W는 목표물의 너비를 나타낸다. $\log_2(2A/W)$ 는 작업 난이도(Index of difficulty)를 나타낸다.

세 번째로, 속련도가 보통인 문자입력 작업자는 문자 배열을 일정 부분만을 기억하고 있으며, 키인과정에서 시각적 피드백을 필요로 하는 작업자다. 문자배열을 기억하지 못한다는 것은 키인작업을 하기 전에 문자위치의 탐색작업을 수행해야 한다는 것을 의미한다.

문자위치를 탐색하는 시간은 Hick-Hyman law에 의해 예측될 수 있다. 이 모델은 Hick(1952)과 Hyman(1953)이 제안한 모델이 있다. 이 모델은 수식(3)과 같은 관계식으로 정의되었다.

$$RT = a + b\log_2 N \quad (3)$$

여기서 a와 b는 실험에 의한 상수이며, N은 반응-자극에 대한 대안의 수이다.

결과적으로 보통의 문자입력 작업자의 입력시간은 문자위치탐색 시간 (Hick-Hyman law)과 시각적 피드백을 필요로 하는 키인과정 시간 (Fitts' law)을 합산하여 예측될 수 있다.

네 번째로, 미숙한 문자입력 작업자는 입력하려는 문자 배열의 위치를 전부 기억하지 못하고, 키인과정에서 시각적 피드백이 필요한 작업자다. 예측모델은 보통의 문자입력 작업자와 같이 Hick-Hyman law와 Fitt's law를 결합한 형태다. 차이점은 단지 Hick-Hyman law에서 더 많은 자극에 대해 반응해야 하기 때문에 반응시간(탐색시간)이 더 소요될 것이다.

<Table 1> Prediction model according to the text input operator proficiency classification

속련도	예 측 모 델
최 상	Fitt's law(Ballistic Movement)
우 수	Fitt's law(Visually-Controlled Movement)
보 통	Fitt's law(Visually-Controlled Movement) + Hick-Hyman law(부분 시각탐색)
미 숙	Fitt's law(Visually-Controlled Movement) + Hick-Hyman law(전체 시각탐색)

3. Method

3-1. Participants

실험에 참여한 피 실험자는 대학생이었으며, 총 8명(남성3명, 여성5명)이었다. 피 실험자들의 평균 연령은 24세였으며, 그들은 매일 컴퓨터를 사용하는 사용자들이었다. 피 실험자들은 문자입력 속도에 따라 4개의 그룹으로 나누었다.

3-2. Tasks

본 실험에서 피 실험자들이 수행하는 주 작업은 모니터상에 나타난 숫자를 입력하는 작업이며, 입력을 커서를 이동시켜 해당버튼을 클릭하면 숫자가 입력되었다. 그러나 피 실험자들은 문자입력의 속련도에 따라 약간 다른 방법으로 숫자입력을 하였으며, 예측모델의 모수값들을 추출하기 위한 실험도 속련도에 따라 약간 다른 형태의 작업을 실시하였다.

숙련도가 최상의 문자입력 작업자들은 자판에 대한 탐색이 없고 문자 입력을 위해 커서를 탄도운동을 하기 때문에, 피 실험자들을 훈련시켜서 문자입력을 탄도운동을 하면서 수행할 수 있도록 훈련시켰다. 그리고 0에서 2까지 3개의 버튼 중에 하나의 버튼을 누르도록 함으로써 탄도운동의 입력이 가능하도록 하였다. 예측모델의 모수값을 추출하기 위해 Fitts' Law 실험을 수행하고, 작업난이도(Index of difficulty)가 3이하의 경우의 데이터만을 사용하여 예측모델의 모수값을 도출하였다.

숙련도가 우수한 피 실험자들은 0부터 9까지의 자판으로 순서대로 제시함으로써 자판의 배열을 기억해야 하는 부담을 줄였으며, 이러한 환경에서 숫자들을 입력하는 시간을 측정하였다. 예측모델의 모수값을 추출하기 위해 별도로 Fitts' Law 실험을 수행하였다.

숙련도가 보통인 피 실험자들은 자판의 문자배열 위치를 일부만 기억하고 있는 작업자들이기 때문에, 0에서9까지의 숫자를 두 가지그룹 (0-4 와 5-9)으로 나누고 각 그룹에서만 숫자의 배열이 랜덤하게 나타나도록 하고, 입력작업을 실시하였다. 예측모델의 모수값을 추출하기 위해 별도로 Hick-Hyman law 실험을 실시하였다.

미숙단계의 피 실험자들은 문자입력 배열의 위치를 전체적으로 알고 있지 못하는 상태이기 때문에, 0-9의 숫자들을 랜덤하게 나타나도록 설정하고 입력작업을 실시하였다. 예측모델의 모수값을 추출하기 위해 별도로 Hick-Hyman law 실험을 실시하였다.

3-3. Stimuli

본 실험에서 사용된 실험장치는 C++로 만들어졌으며, Figure 1과 같다. 자판의 배열을 부분적으로 또는 전반적으로 바꿀 수 있도록 프로그램을 개발하였다.



Figure 1. Stimuli for text input

각 숫자가 적힌 버튼의 Size는 가로 1.5cm 세로 1.5cm로 제작하였으며, 버튼과 버튼 사이의 간격은 0.5cm로 제작하였다.

4. Results

그림 2에서부터 그림5까지는 입력작업의 숙달정도에 따른 실 입력시간과 예측한 입력시간을 비교하고 있다. 숙달자의 경우(최상, 우수)는 실측값이 더 크고, 예측값이 더 작았다. 이는 예측모델에서 고려한 시간요소 이외에 다른 시간요소가 추가되어야 한다는 것을 의미한다.

한편, 숙달정도가 낮은 (보통과 미숙)의 경우는 숙달자와는 달리 예측치는 크고, 실측치는 작았다. 이는 시각적 탐색시간이 실제보다 더 많이 필요하다고 예측했기 때문일 것이다.

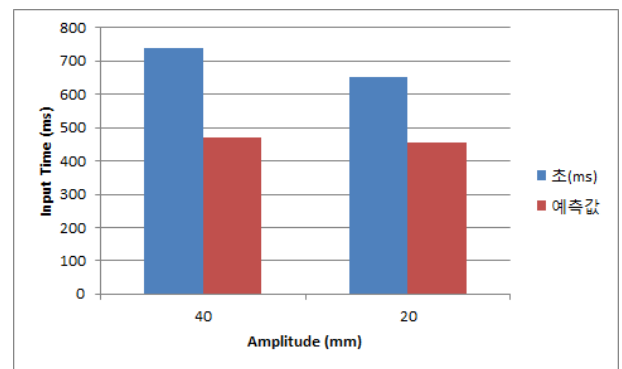


Figure 2. Real input time and predicted time by the best typists

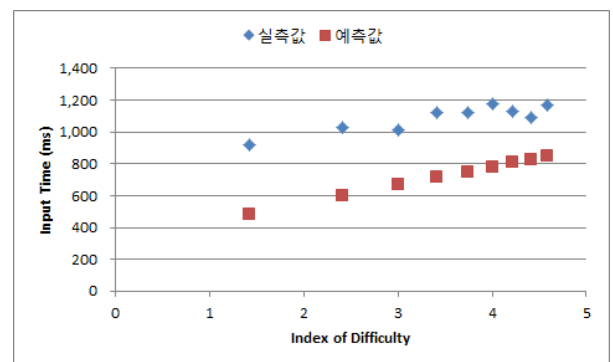


Figure 3. Real input time and predicted time by the second-best typists

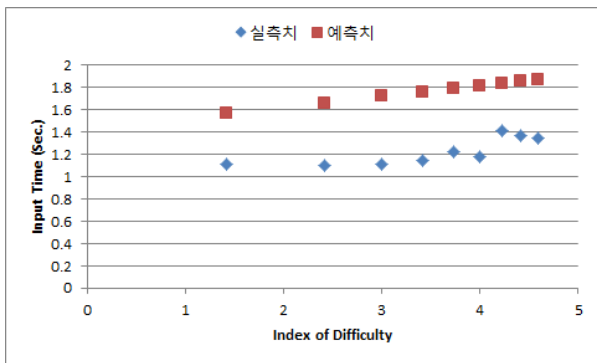


Figure 4. Real input time and predicted time by the common typists

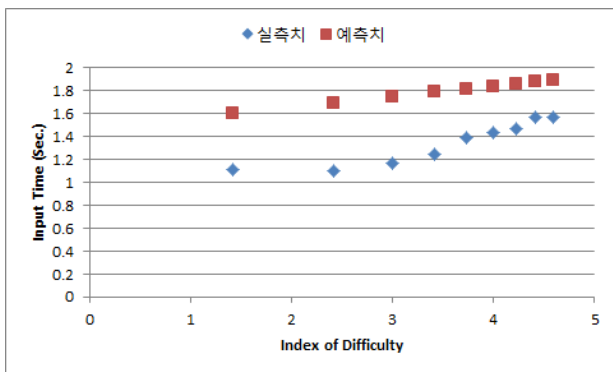


Figure 5. Real input time and predicted time by the inexperienced typists

4. Conclusion

본 연구에서 제안한 문자인력시간 예측모델은 예측력이 우수하지 못했다. 그러나 작업의 난이도에 따라 입력시간이 길어지는 패턴은 예측을 했다. 제안된 예측모델을 개선하여 예측력이 우수한 모델을 제안한다면, 문자입력방식 평가를 보다 객관적으로 할 수 있을 것이다.

References

[1] Mackenzie, I. S. "Fitts' law as a Research and Design Tool in Human-Computer Interaction." Human-Computer Interaction, 7. pp.

91-139, 1992.

- [2] Mackenzie, I. S. "Movement Time Prediction in Human-Computer Interface." Reading in HCI, 2. pp. 483-493, 1995.
- [3] Fitts' P. M. (1954). The Information Capacity of the Human Motor System in Controlling the Amplitude of Movement. Journal of Experimental Psychology, 47, pp. 381-391.
- [4] 김상환, 김경민, 명노해, 이동전화 한글입력 시스템의 물리적 인터페이스 평가에 관한 연구, 대한인간공학회지, 28(2), 193-200, 2002.
- [5] Hick, W. E., On the rate of gain of information. Quarter Journal of Experimental Psychology, 4, 11-26, 1952.
- [6] Hyman, R., Stimulus information as a determinant of reaction time. Journal of Experimental Psychology, 45, 188-196, 1953.
- [7] Joo Woo Lee, 명노해, 모바일 폰에서의 양손을 이용한 한글입력 수행도 예측모델에 대한 연구, 대한인간공학회지, 27(4), 73-83, 2008.
- [8] Gan, K. C. and Hoffmann, E. R. "Geometrical Conditions for Ballistic and Visually-Controlled Movements", Ergonomics, 41(6), 840-848, 2010.

Author listings

Yong-Gi Bae: bykcoco@hanmail.net

Highest degree: B.E., Department of Industrial & Management Engineering, Korea National University of Transportation.

Position title: Graduate student (Master Course), Department of Industrial & Management Engineering, Korea National University of Transportation

Areas of interest: Cognitive Engineering, Display Design

Seung-Kweon Hong: skhong@ut.ac.kr

Highest degree: PhD, Department of Industrial Engineering, State University of New York

Position title: Professor, Department of Industrial & Management Engineering, Korea National University of Transportation

Areas of interest: Cognitive Engineering, Human Factors in Transportation systems, HCI