

## 새로운 입력장치 개발을 위한 숙련자의 타이핑 동작에 관한 실험적 연구

### Experimental Investigation on Skilled Human's Typing Pattern for Development of New Input Device

김진영\*, 최혁렬, 이호길  
(Jin-Young Kim, Hyouk-Ryeol Choi, and Ho-Gil Lee)

**Abstract** : A virtual keyboard may be efficient as a new mobile input device supporting QWERTY keyboard layout. As a preliminary study for developing a virtual keyboard, the typing pattern of a skilled human is investigated. In the study, the touch-positions of the fingers are measured with a touchscreen while five skilled typists perform typing of long sentences. From these measurements it can be observed that the groups of touch-positions are classified into alphabetic characters. Though there are some mismatches, we can find constant distances capable of being discriminated among the groups. Based on the analysis, the prediction algorithm of the constant distance is proposed and evaluated, which is useful for realization of a portable virtual keyboard.

**Keywords** : virtual keyboard, text input device, touch typing

#### I. 서론

최근, 웨어러블 컴퓨터(wearable computer)와 휴대용 컴퓨터 같은 모바일 컴퓨팅 환경이 급성장함에 따라 무선통신기술, 모바일 기기와 관련된 기술, 이와 접목하기 위한 인터넷기술이 활발히 연구·개발되고 있다. 특히, 기기의 소형화에 따른 입력성능 저하에 따라 이를 향상시킬 수 있는 새로운 입력장치의 개발의 필요성이 부각되고 있다. 모바일 컴퓨터의 입력장치와 관련된 기술로 가장 주목 받고 있는 것은 음성인식과 필기체인식 기술이며 이미 부분적으로 상용화에 이르렀다. 그러나 음성인식과 필기체 인식기술은 아직 많은 제약들을 가지고 있다. 음성인식의 경우에는 인식률 향상, 명령(command)과 데이터(data)의 분리 인식 기술 등이 관건으로 현재 기술 수준으로는 오히려 사용자가 불편함을 느끼는 부분이 더 많은 실정이다. 펜 입력방식의 필기체 인식기술 또한 인식오류 문제, 입력속도 등의 문제를 풀어야 한다. 또한, 간단한 명령 또는 간단한 대화를 입력하는 경우에는 음성인식이나 필기체인식 기술이 훌륭한 대안이 될 수 있으나, 장문의 글이나 보고서 등을 작성해야 하는 경우, 음성이나 펜 입력방식으로 문장을 입력한다면 작업자에게 많은 피로감을 줄 수 있다. 한편 언어소통이 자유스럽지 못한 장애인의 경우 그것마저도 불가능할 것이다. 물론 음성인식이나 필기체 인식방식의 입력장치는 향후 새로운 입력장치로써 주도적인 자리를 차지하겠지만, 장문의 문자 입력에 관한 한 기존의 타이핑 입력방식을 빠른 시일 내로 대체하지는 못할 것이다. 최근, 타이핑 입력방식이면서 기존 모바일 기기 입력장치의 단점을 극복할 수 있는 새로운 입력장치의 개발 및 이와 관련된 연구들이 진행 되고 있다[1]-[3]. Palm사는 표준키보드를

기계적으로 3등분하여 이동시에 접어서 휴대할 수 있는 Palm portable keyboard와 키보드를 유연한 재질로 만들어 마치 형질을 구기듯이 휴대할 수 있는 유연키보드를 상품화 하였다. 이러한 제품들은 기존 키보드의 형태를 그대로 가지면서 휴대성을 향상시킨 것으로 가장 확실하고 간단하게 실제 이동컴퓨터기기에 적용할 수 있도록 실용화된 제품들이다. 그러나 거리에 서서 사용하거나 비행기나 승용차 실내등과 같이 협소한 장소에서 사용하기에는 아직까지 많은 제약이 따른다. Twiddler와 DataEgg[4]는 소형이면서 이동성이 좋아 협소한 장소에서도 사용이 용이한 입력장치이나 글쇠조합방식 키보드의 단점인 기존 키보드 사용자가 별도의 글쇠 학습을 해야한다는 문제점이 있다.

또한 기존의 모바일기기에 입력을 위한 별도의 소프트웨어를 탑재하여 기존 입력장치의 성능을 향상시키고자 하는 연구도 진행되고 있다. Francine Evans[5]는 확률론과 시스템에 미리 구비된 사전(dictionary)에 입각하여 입력자가 중복된 글쇠 중에 원하는 글쇠를 찾아 입력하지 않아도 자동으로 입력하고자 한 문장을 추정해 내는 알고리즘을 제안하였다. Mikael Goldstein[6] 역시 시스템에 사전이 미리 구비되어 있다는 전제하에 총 12개의 글쇠로 입력된 글자를 추정하는 방법에 대하여 제안하였다. 특히 Mikael Goldstein은 글쇠의 수가 12개로 줄어들었음에도 불구하고 기존의 QWERTY키보드 숙련자가 새로운 학습 없이 타이핑을 훌륭히 해낼 수 있음을 강조하였다. 그러나 이들 두 연구는 모바일 기기에 미리 사전이 구비되어 있고 입력하는 문자가 그 사전에 등록되어 있어야 한다는 전제를 가지기 때문에 시스템의 컴퓨팅 성능 및 메모리를 요구하게 된다. 또한 각 나라마다 다른 언어학적인 모델링이 선행되어야 하기 때문에 알고리즘이 복잡하고 구현이 용이하지 않다는 단점이 있다.

본 논문에서는 새로운 입력도구의 하나인 가상키보드(virtual keyboard)구현을 위한 사전 연구로서 숙련된 타이피스트의 문자입력 행위에 관한 측정 및 분석을 수행하고자 한다.

\* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2002. 9. 2., 채택확정 : 2003. 5. 13

김진영, 이호길 : 한국생산기술연구원

(kjiy@kitech.re.kr /leehg@kitech.re.kr)

최혁렬 : 성균관대학교 기계공학부(hrchoi@mecha.skku.ac.kr)

먼저 연구를 수행하게 된 배경은 다음과 같은 인간의 행위에 관한 관찰을 바탕으로 한다:

1) 기존의 QWERTY키보드에 숙련된 타이피스트는 자판을 보지 않고도 타이핑이 가능하다. 2) 또한 어떤 공간(예를들어 책상위나 무릎위 같은)내에서도 손가락의 상대적인 위치를 키보드의 각 글쇠로 인식하며 타이핑할 수 있다. 본 연구에서는 상기에 나열한 두 가지 관찰을 바탕으로 기존의 QWERTY 키보드에 숙련된 타이피스트의 타이핑 위치를 측정하고 측정데이터들로부터 타이핑 패턴의 특성을 조사하고자 한다. 그리고 이러한 타이핑 패턴의 특성에 관한 측정 및 해석이 새로운 문자입력장치의 개발에 적용될 수 있음을 제시하고자 한다.

**II. 가상키보드**

본 연구에서의 가상키보드란 그림 1과 같이 General Reality사의 5th glove나 FingeRing[2]등과 같이 손가락의 위치 및 자세를 측정할 수 있는 새로운 장치와 키보드 구현 알고리즘을 이용하여 기존의 컴퓨터 키보드와 형상 및 구조는 다르지만 그 기능은 동일하게 수행할 수 있는 키보드로 정의한다. 5th glove나 FingeRing등은 이동성이 좋고 휴대가 간편하여 모바일 환경의 새로운 입력도구로서 훌륭한 대안이 될 수 있다. 기존 컴퓨터 키보드로 타이핑 할 경우 사용자는 시각피드백, 타이핑할 글쇠의 접촉 촉감, 손가락의 굽힘량으로부터 추정되는 손가락의 위치에 관한 정보를 이용하여 타이핑 작업을 수행하게 된다.

초보자의 경우 타이핑작업은 대부분 시각피드백에 의존하지만 타이핑이 숙련될 수록 점차 각 글쇠에 해당하는 손가락의 상대적인 굽힘량이 학습되어 이 학습값과 글쇠의 접촉 촉감을 이용하여 결국에는 보지 않고도 타이핑이 가능해진다. 5th glove나 FingeRing을 이용하여 가상키보드를 구현하는 경우, 글쇠의 접촉 촉감을 구현하는 것은 매우 어렵지만 손가락의 위치나 자세를 보정하는 시각피드백 기능은 그림 1과 같이 모바일 기기나 HMD(Head Mounted Display)의 출력 화면에 손가락 위치 측정장치와 연동된 키보드를 비교적 용이하게

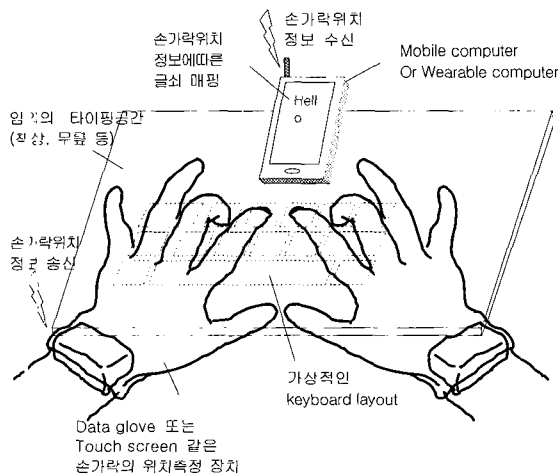


그림 1. 가상키보드 개요.  
Fig. 1. Overview of the virtual keyboard.

소프트웨어적으로 구현 할 수 있다. 그러나 이로 인한 출력장치의 화면 손실은 감수해야 한다. 가상키보드의 구현에 있어 이러한 시각 피드백 기능은 필수적이다. 그러나 이와 더불어 기존키보드와 마찬가지로 시각 피드백에 의존한 타이핑이 점차 숙련됨에 따라 보지 않고도 타이핑 할 수 있는 기능 또한 갖추어야 한다.

본 연구에서는 이러한 시각피드백 없이도 타이핑할 수 있는 가상키보드의 구현을 위한 사전 연구로서 숙련된 타이피스트의 문자입력 행위에 관한 측정 및 분석을 수행하여 그 결과를 가상키보드의 구현에 적용 가능한지를 검증해보고자 한다.

**III. 실험 장치 및 방법**

본 연구에서는 실험을 수행하기 위하여 그림 2에 나타난 것과 같이 터치스크린과 PC로 이루어진 입력시스템을 구성하였다. 기존 QWERTY 키보드에 숙련된 사용자의 문자입력 행위를 측정을 위하여 터치스크린(touchscreen)을 사용하였으며 터치스크린은 손가락 끝의 위치를 측정하기 위한 센서의 용도로 사용하였다. 아울러 그림 3에 나타난 것과 같이 숙련된 타이피스트가 실험 전 대강의 키보드 형태 및 크기를 인지하고 양손 검지의 기준 위치를 잡기 위하여 표준키보드의 실측 글쇠 배치도를 터치 스크린의 뒷면에 부착하였다.

숙련자의 문자입력행위 특성을 측정하기 위하여 본 논문에서는 두 가지의 실험을 수행하였다. 첫 번째 실험에서는 알파벳 각 글자에 관한 문자입력 특성을 측정하기 위하여 숙련자로 하여금 키보드를 보지 않고 알파벳을 순서대로 반복 타이핑하도록 하였다 (이하 '알파벳 타이핑 실험'이라 칭한다). 두 번째 실험에서는 장문의 영문을 키보드를 보지 않고 입력하도록 하였다 (이하 '영문장 타이핑 실험'이라 칭한다).

한편 실험 결과로 측정된 각 피실험자의 타이핑의 위치 값들을 알파벳별로 수집하였다. 즉, 실험자가 'A'라고 생각하고 타이핑한 위치데이터 값들을 하나로 모으고, 'B'라고 생각하고 타이핑한 모든 측정 데이터 값들을 하나로 모은다. 본 연구에서는 이러한 작업을 '알파벳 클러스터링(alphabet clustering)'이라 정의한다. 또한 이렇게 클러스터링된 데이터 그룹들을 통칭하여 '알파벳-클러스터(alphabet-cluster)'라 정의하고 각각의 클러스터에 대해서는 '알파벳A-클러스터', '알파벳B-클러스터'

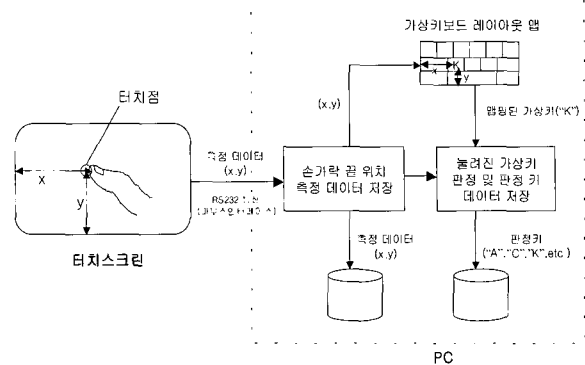


그림 2. 타이핑 패턴 실험 장치.  
Fig. 2. Schematic of experimental setup.

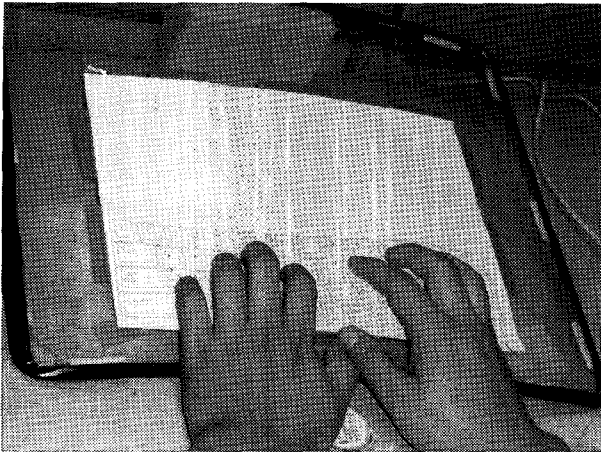


그림 3. 터치스크린을 이용한 타이핑 실험.  
Fig. 3. Photograph of typing test.

등으로 명명한다. 알파벳 타이핑 실험을 위한 실험 방법 및 조건은 다음과 같다.

- 1) 터치스크린의 뒷면에 표준 키보드의 실측 글쇠배치도를 부착한다.
- 2) 양손의 손가락을 글쇠배치도의 기준 글쇠열에 위치시켜 최초 기준을 잡는다.
- 3) 최초 기준을 잡은 후에는 부착된 키보드 배치도를 보지 않고 알파벳을 A부터 Z까지 연속적으로 타이핑한다.
- 4) 한번의 알파벳 타이핑 실험 후, 잠시 휴식(약 1분)을 가지고 다시 2)번-3)번 사항을 수행한다. 이것을 10회 반복한다.
- 5) 이때 손 전체의 이동을 고려하지 않기 위해 가능한한 손바닥의 하단부를 움직이지 않고 고정된 상태를 유지한다.
- 6) 본 실험에 참가한 숙련 타이피스트는 4명이다.
- 7) 터치스크린의 물리적 위치[mm]는 측정프로그램의 그래픽 화면 단위인 Twip단위로 매핑된다(567twip은 10mm 이다). 영문장 타이핑 실험의 방법 및 조건은 준비된 표본 영문장을 보지않고 타이핑한다는 것 외에는 알파벳 타이핑 실험과 동일하게 수행하였으며 영문장 타이핑 실험에는 총 3명의 숙련자들이 참가하였다.

**IV. 실험 결과 및 고찰**

그림 4는 알파벳 타이핑 실험 결과, 터치 위치 정확도가 얼마나 되는 지를 알아보기 위해 10회 반복 측정된 데이터들을 알파벳별로 모아 본 것이다.

알파벳-클러스터의 분포도를 정량적으로 알아보기 위해 클러스터의 평균반경과 평균위치에 관하여 조사하였다. 평균반경과 평균 중심위치에 관한 식은 다음과 같다.

$$\bar{x}_k = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ki}}{n}, \quad \bar{y}_k = \frac{\sum_{i=1}^n y_{ki}}{n} \tag{1}$$

$$\bar{R}_k = \frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{(\bar{x}_k - x_{ki})^2 + (\bar{y}_k - y_{ki})^2}}{n} \tag{2}$$

여기서,

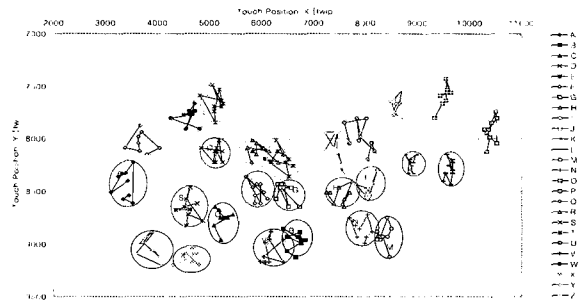


그림 4. 알파벳 타이핑 실험 결과.  
Fig. 4. Measured touch-positions using touchscreen.

- $k$  : 알파벳-클러스터 구분자(index)
- $i$  : 위치군집 데이터 구분자
- $n$  : 타이핑 반복 횟수

$x_{ki}$  : 알파벳-클러스터의  $i$ 번째 데이터의  $x$ 값

$y_{ki}$  : 알파벳-클러스터의  $i$ 번째 데이터의  $y$ 값

$\bar{x}_k$  : 알파벳-클러스터의  $x$ 축 평균 중심위치

$\bar{y}_k$  : 알파벳-클러스터의  $y$ 축 평균 중심위치

$\bar{R}_k$  : 알파벳-클러스터의 평균반경을 나타낸다.

그림 5는 계산된 평균 중심위치를 양손의 가로 글쇠열별로 연결하여 그려본 것이며, 그림 6은 알파벳-클러스터의 평균반경을 극 좌표에 나타낸 그림이다. 수행한 실험 결과 및 고찰을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 그림 4에서 보듯이 알파벳 클러스터링을 통하여 각 알파벳-클러스터들이 각자의 평균 중심위치를 중심으로 일정 영역내에서 분포함을 볼 수 있다. 단, R과 T 그룹, F와 G 그룹, V와 B 그룹과 Y와 U 그룹, H와 J그룹, N과 M 그룹에서는 그 영역이 서로 겹쳐짐을 알 수 있다. 나머지 알파벳-클러스터들은 영역이 겹치지 않아 그 구분을 명확함을 알 수 있다.
- 2) 겹쳐지는 영역이 발생하는 R과 T 그룹, F와 G 그룹, V와 B 그룹과 Y와 U 그룹, H와 J그룹, N과 M 그룹의 글쇠들은 검지가 타이핑하는 영역으로서 검지는 알파벳 타이핑시 다른 손가락이 1개의 세로글쇠열(QAZ, WSX, EDC, IK, OL, P)을 담당하는 것에 비해 2개의 세로글쇠열(왼손:RFV와 TGB, 오른손: UJM와 YHN)을 담당한다. 따라서 이러한 겹침현상은 키 눌림, 키의 모양 등의 촉감을 통해서 전달되는 타이핑을 위한 부가기준정도가 없어짐으로 인하여 인간이 무의식적으로 자연스러운 자세를 취하기 때문에 얻어진 결과라고 생각된다[7]-[9].
- 3) 그림 5는 알파벳-클러스터의 평균 중심위치를 양손의 가로 글쇠열(QWERT, YUIOP, ASDFG 등)로 연결하여 그려본 것이다. 실제 키보드의 가로 글쇠열은 직선으로 배열되어있으므로 실제 키보드로 타이핑 했다면 그 연결선은 직선이여야 한다. 그러나 그림 5에 나타난 연결선은 손을 책상위에 편안히 올려 놓았을 때(손의 기능위치[7])

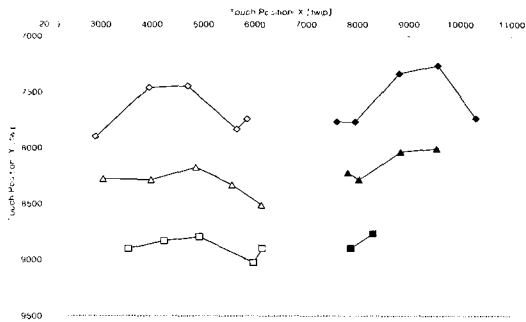


그림 5. 알파벳-클러스터의 평균중심 위치.  
Fig. 5. Average center points of alphabetic character groups.

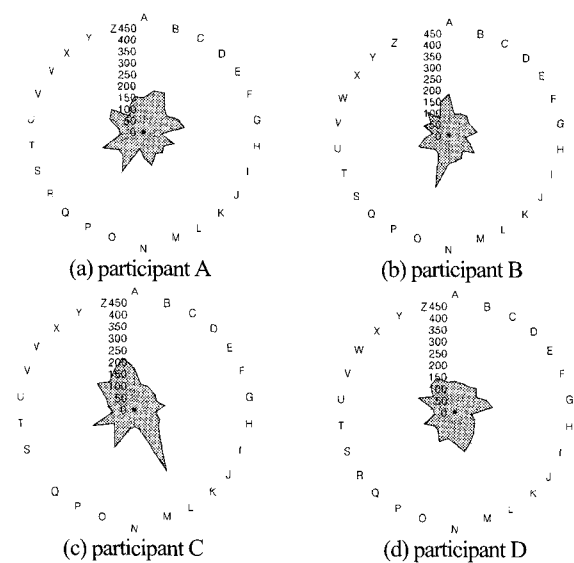


그림 6. 알파벳-클러스터의 평균반경.  
Fig. 6. Average radius of alphabetic character groups.

의 손끝 형상을 연결한 것과 같은 곡선의 형태가 됨을 알 수 있다. 이것 역시 실제 키보드의 물리적 제한이 없어짐으로 인해 인간이 무의식적으로 자연스러운 자세를 취한 결과라고 판단된다.

4) 그림 6으로부터 알파벳-클러스터들의 평균반경의 크기가 측정프로그램에서 작성한 글쇠의 반경 376 [twip]보다 충분히 작아 알파벳-클러스터의 밀집도가 상당히 우수함을 알 수 있다.

인문장의 경우도 알파벳 타이핑 실험과 유사한 결과를 얻을 수 있었다. 영문장의 알파벳-클러스터들의 평균반경은 350[twip]이하의 값을 가지며 이 값들은 실제 키보드의 글쇠 반경 376[twip]보다 작은 값이다. 따라서 장문을 타이핑하는 경우에도 알파벳 타이핑 실험과 마찬가지로 숙련타이피스트들은 키보드가 없는 공간에서도 공간적인 타이핑 패턴을 갖는다는 것을 알 수 있다. 또한 알파벳 타이핑 실험 시에도 나타났듯이 양손의 검지가 타이핑을 담당하는 부분에서 영역의 겹침이 특히 많이 일어남을 볼 수 있다. 그러나 타이핑 시점을 고려한 시간영역에서 관찰하여 보면 검지의 담당 영역인 R과 T 그룹, F와 G그룹, Y와 U 그룹, H와 J 그룹에서 공

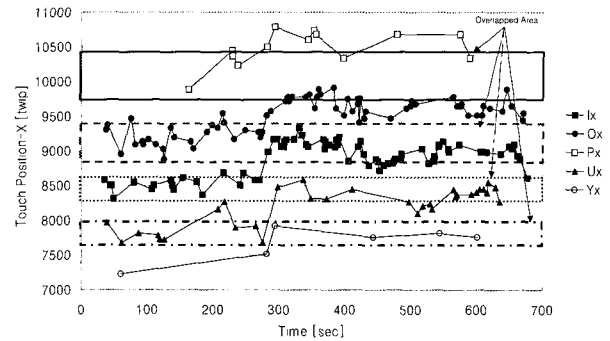


그림 7. 'YUIOP'키열에 대한 x 위치값의 변동.  
Fig. 7. Change of x-values of touch-positions for touch-time about keyset 'YUIOP'.

간적 겹침이 확인하지만 그림 7과 같이 시간에 따른 타이핑 위치를 보면 거의 겹침이 일어나지 않음을 볼 수 있다. 이것은 시간이 지남에 따라 손이 전체적으로 이동하거나 각 손가락의 굽힘이나 폼의 상대적 스케일이 변동되고 있음을 의미한다. 즉, 각 알파벳-클러스터의 데이터들을 측정된 시간에 대하여 나열해 보면 각 측정 데이터들이 일정 거리를 두고 변동되고 있기 때문에 어느 클러스터 소속인지 구분해낼 수 있음을 알 수 있다. 그림 7에서 Ix, OX, Px, Ux와 Yx는 각각 알파벳I, O, P, U와 Y 클러스트의 x위치값을 나타낸다.

**V. 변동량 추정 알고리즘**

앞 절에서 공간적으로 서로 겹쳐지는 두 알파벳-클러스터의 측정 데이터를 측정 시간에 따라 나열하면 서로 구분할 수 있는 일정 거리를 두고 나열됨을 알 수 있었다. 이러한 두 클러스터들의 데이터값들이 측정시간에 따라 어떻게 변화하는지 그 변동양상을 알 수 있다면 두 클러스터들은 서로 구분되어 질 수 있다. 따라서 본 논문에서는 측정 데이터값들이 시간에 대하여 그 값이 변화되는 양을 '변동량'이라 정의하고 임의의 측정시점에서 측정되지 않은 글쇠열의 추정 위치값을 측정된 글쇠열의 변동량을 이용하여 추정하는 추정알고리즘을 제안하며, 이것을 알파벳-클러스터의 '변동량 추정 알고리즘'이라 정의한다.

변동량 추정 알고리즘의 개념은 그림 8과 같다. 즉, 클러스터 A의 변동량이 클러스터 B의 변동량의  $\alpha$ 배라고 가정하자. 가정을 근거하여 측정된 데이터가 없는 시점의 값들을 추정할 수 있다. 즉, 그림 8에서 보듯이, 클러스터 A의  $T_2$  과  $T_3$  시점에서는 측정된 데이터가 없다. 그러나 앞서 언급한 가정에서 클러스터A의 변동량은 클러스터 B의 변동량의  $\alpha$  배이므로  $T_1$ ,  $T_2$  와  $T_3$  시점의 클러스터 B의 데이터값들로부터 변동량  $b_1$  과  $b_2$  가 계산되어지고 이들 변동량에  $\alpha$ 배하여 클러스터 A의 변동량  $ab_1$  과  $ab_2$  를 구할 수 있다. 따라서 이로부터  $T_2, T_3$  시점의 클러스터 A의 위치값을 추정해 낼 수 있다.

이것을 수식으로 표현하면 (3)-(8)과 같다. 클러스터 A의 변동량 추정은 (3)-(5)에 해당되며, 클러스터 B의 변동량

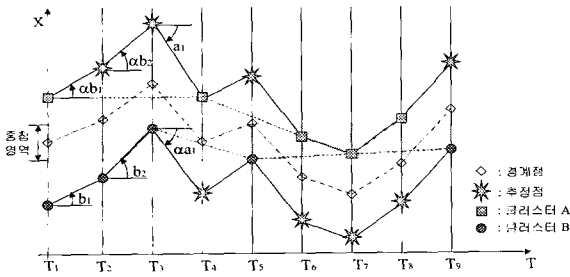


그림 8. 변동량 추정 알고리즘의 개념.  
Fig. 8. Concept of time-variant prediction algorithm.

추정은 (6)-(8)에 해당된다. 노이즈 성분을 제거하기 위하여 (3)과 (6)의 이동평균을 사용한다. 클러스터 A의 변동량 추정식은 다음과 같다.

$$\overline{X_A}(T_i) = \sum_{j=i-n+1}^i \frac{X_A(T_j)}{n}, \text{ 단 } i > n \quad (3)$$

$$a_i = \frac{\overline{X_A}(T_i) - \overline{X_A}(T_{i-1})}{T_i - T_{i-1}} \quad (4)$$

$$\overline{X_B}(T_i) = \overline{X_B}(T_{i-1}) + \alpha \cdot a_i \cdot (T_i - T_{i-1}) \quad (5)$$

여기서,

- $T_i$  : 측정 시점
  - $X_A(T_j)$  :  $T_j$  시점에서의 클러스터 A의 측정값
  - $n$  : 이동평균에 사용되는 데이터 수
  - $\overline{X_A}(T_i)$  :  $T_i$  시점에서의  $X_A$ 의 이동평균값
  - $a_i$  : 클러스터 A의 변동량
  - $\alpha$  : 변동량 추정 계인 ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )
  - $\overline{X_B}(T_i)$  :  $T_i$  시점에서의 클러스터 B의 추정 위치값
- 을 나타낸다. 또한 클러스터 B의 변동량 추정식은 다음과 같다.

$$\overline{X_B}(T_i) = \sum_{j=i-n+1}^i \frac{X_B(T_j)}{n}, \text{ 단 } i > n \quad (6)$$

$$b_i = \frac{\overline{X_B}(T_i) - \overline{X_B}(T_{i-1})}{T_i - T_{i-1}} \quad (7)$$

$$\overline{X_A}(T_i) = \overline{X_A}(T_{i-1}) + \alpha \cdot b_i \cdot (T_i - T_{i-1}) \quad (8)$$

여기서

- $\overline{X_B}(T_i)$  :  $T_i$  시점에서의  $X_B$ 의 이동평균값
  - $a_i$  : 클러스터 B의 변동량
  - $\alpha$  : 변동량 추정 계인 ( $0 \leq \alpha \leq 1$ )
  - $\overline{X_A}(T_i)$  :  $T_i$  시점에서의 클러스터 A의 추정 위치값
- 을 나타낸다. 이렇게 추가된 추정된 점들과 측정 데이터값을 이용하여 그림 8에 나타난 두 클러스터 사이의 경계점을 (9)와 같이 계산할 수 있으며 이 경계점을 기준으로 공간적으로는 서로 겹쳐진 클러스터 영역의 값들을 분리해 낼 수 있다.

$$\overline{X_c}(T_i) = \frac{\overline{X_A}(T_i) - \overline{X_B}(T_i)}{2} \quad (9)$$

여기서,

$\overline{X_c}(T_i)$ :  $T_i$  시점에서의  $\overline{X_A}(T_i)$ 와  $\overline{X_B}(T_i)$  간의 경계점을 나타낸다.

앞서 언급한 가정과 수식으로부터, 서로 중첩하는 영역이 존재하는 알파벳-클러스터의 시간에 대한 변동량을 추정하여 겹쳐진 두 영역을 구분할 수 있는 변동량 추정알고리즘을 개발하였다. 개발한 변동량 추정알고리즘을 영문장 타이핑시 세로 글쇠열의 구분에 실제 적용하여 보았다. 경계점의 초기값으로 기존의 영문장 실험에서 구한 평균 중심위치를 사용하였다. 변동량 추정 계인은 1, 이동평균 갯수는 10개로 하였다. 적용결과 그림 9의 'WSX' 열과 같이 원본 데이터 자체로도 충분히 각 키의 구분이 확연한 글쇠열 뿐만 아니라 그림 10의 QAZ 글쇠열과 같이 각 글쇠의 간격이 일정하지 않고 공간적으로 서로 영역의 겹침이 일어나는 글쇠열도 훌륭히 구분할 수 있었다. 범례의 Qy, Ay, Zy는 각각 실제 Q, A, Z 글쇠에 대한 Y축 입력 데이터값들이다. MQy, MAy, MZy는 변동량 추정 알고리즘에 의해 구해진 Q, A, Z에 대한 변동량 추정값들이다. 그러나 클러스터간의 간격에 비해 급격한 변화가 일어날 경우에는 구분을 잘하지 못했다. 또한, 추정 초기치를 잘못 설정하면 오프셋이 계속 누적되어 구분율을 떨어뜨린다.

변동량 추정알고리즘의 글쇠 구분 성능을 평가하기 위하여 표준 글쇠배치와 글쇠재배치에 의한 구분 성능을 비교 평가하여 보았다. 여기서 표준 글쇠배치에 의한 구분성능이란 터치스크린 뒷면에 부착된 일반규격의 글쇠배치에 의해 숙련타이피스트가 타이핑한 위치를 해당글쇠로 구분해내는 것을 의미하며 글쇠 재배치에 의한 구분성능이란 알파벳-클러스터의 평균중심위치를 글쇠의 중심점으로, 알파벳-클러스터의 평균반경을 글쇠의 크기로 재배치하여 숙련타이피스트가 타이핑한 위치를 재배치한 해당글쇠에 구분해내는 것을 의미한다. 그림 12와 그림 13은 'RFV' 글쇠열과 'UJM' 글쇠열에 대한 구분성능으로 정다육(구분성공한 타수/타이핑한 총타수 X 100)을 비교해 본 것이다. 그림 12에서 글쇠재배치의 구분성능이 변동량 추정 알고리즘 적용의 경우보다 다소 우수함을 볼 수 있는데 이것은 앞서 언급한 변동량 추정알고리즘은 클러스터간의 간격에 비해 급격한 변화가 일어날 경우, 글쇠 구분성능이 떨어지기 때문이다. 그림 13에서는 변동량 추정알고리즘이 가장 우수함을 알 수 있다. 나머지 세로 글쇠열('QAZ', 'WSX', 'EDC', 'TGB', 'YHN')에 대하여도 구분 성능을 비교하였는데 그 결과[10], 'TGB'키열을 제외하고는 변동량 추정 알고리즘을 적용한 경우가 가장 우수함을 알 수 있었다. 즉, 전체 7개의 세로글쇠열중 5개가 변동량 추정알고리즘을 적용한 것이 가장 우수한 구분성능을 보였다.

### VI. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 최근의 모바일 컴퓨팅 환경이라는 새로운 컴퓨터 환경에 신속히 대응할 수 있는 새로운 장문의 문자입력장치 개발이 시급히 요구됨에 따라 새로운 문자입력장치의 하나로서 숙련타이피스트의 타이핑 패턴을 이용하는 새로운 키보드 파라다임을 제안하기위해 숙련타이피스트의 타이핑

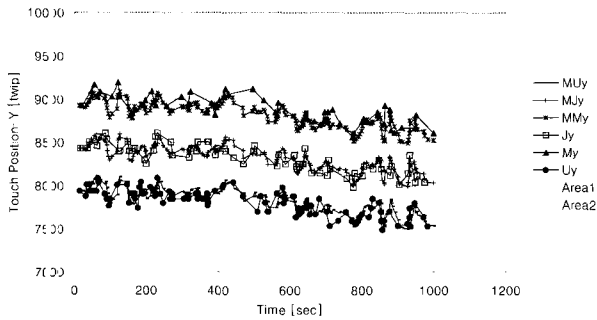


그림 9. 'WSX'키열에 대한 변동추정 결과.  
Fig. 9. Results of time-variant prediction for 'WSX' keyset.

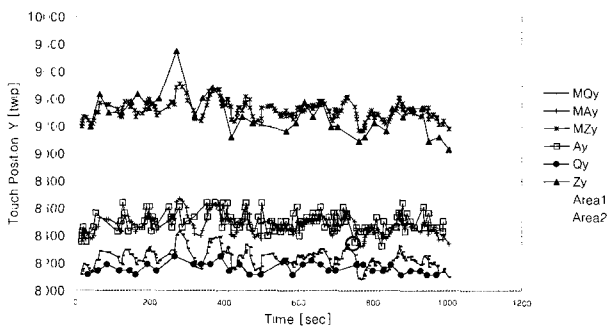


그림 10. 'QAZ' 키열에 대한 변동추정 결과.  
Fig. 10. Result of time-variant prediction for 'QAZ' keyset.

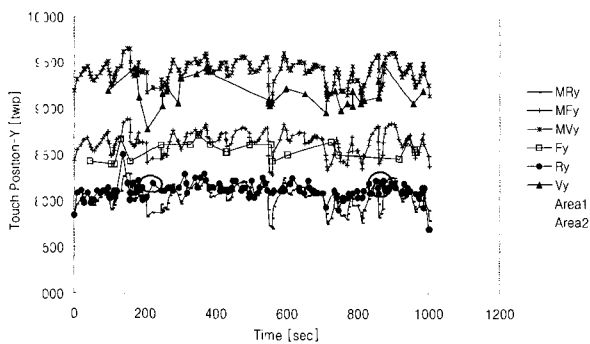


그림 11. 'RFV' 키열에 대한 변동추정 결과.  
Fig. 11. Results of time-variant prediction for 'RFV' keyset.

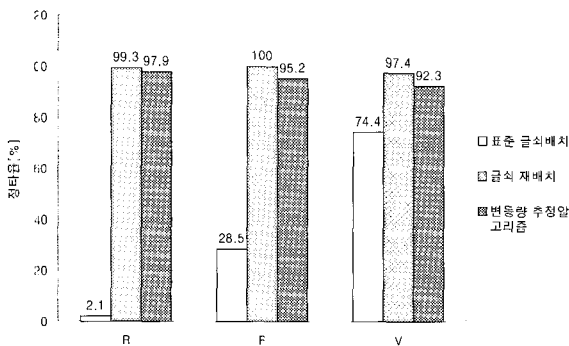


그림 12. 'RFV'키열에 대한 구분성능 비교.  
Fig. 12. Comparisons of discrimination performance about 'RFV' keyset.

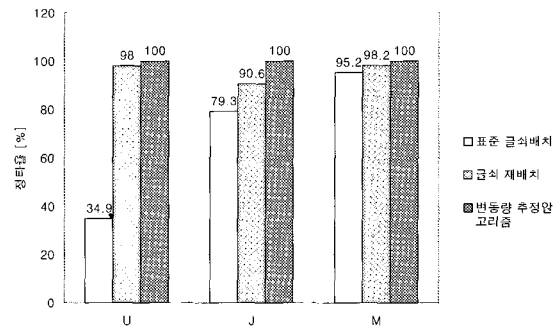


그림 13. 'UJM'키열에 대한 구분성능 비교.  
Fig. 13. Comparisons of discrimination performance about 'UJM' keyset.

위치를 측정하고 타이핑 패턴 특성을 실험적인 방법으로 연구 하였다. 또한 이러한 타이핑 패턴특성에 관한 연구로부터 타이핑 패턴의 공간적 겹침 영역을 구분할 수 있는 변동량 추정 알고리즘을 개발하였으며 그 성능을 평가하였다. 성능 평가 결과, 숙련타이피스트의 타이핑 패턴 특성의 분석을 통한 변동량 추정알고리즘이 상당히 우수한 결과를 보여주고 있으며 이것은 숙련타이피스트의 타이핑 패턴 특성과 변동량 추정알고리즘을 휴대가 가능하며 손가락의 위치를 측정할 수 있는 Dataglove, FingerRing, Touch panel등의 차세대 입력 장치에 적용하여 이들 입력장치들이 새로운 가상의 키보드로 활용될 수 있음을 보여준다. 향후 연구 과제로는 좀더 많은 실험자와 실험을 통한 데이터의 신뢰성을 높이고 오타처리 문제, 초기 추정치 설정 문제등을 해결하여 알고리즘 성능을 향상시키는 것이 필요한 것으로 생각된다.

참고문헌

- [1] R. Robert, "The chording glove," *IEEE transactions on system, man and cebernetics*, vol. 29, no. 2, pp. 186-191, 1999.
- [2] M. Fukumoto and Y. Tonomura, "Body coupled FingerRing," *Proceedings of CHI'97*, ACM press, pp. 147-154, 1997.
- [3] V. Andrew, "The WristCam as input device," *IEEE*, pp. 199-202, 1999.
- [4] <http://www.tifaq.com/keyboards.html>, Alternative keyboards-typing injury FAQ.
- [5] G. Mikael, "Non-keyboard QWERTY touch typing," *Proceeding of CHI'99*, ACM press, pp. 32-39, 1999.
- [6] E. Francine, Resolving ambiguity in overloaded keyboards, 1997.
- [7] I. Kapandiji, *The physiology of the joints*, vol. 1, Churchill Livingstone, NewYork, 1982.
- [8] M. G. Andrew, "Use of tactile afferent information in sequential finger movements," *Exp Brain Res*, 107, pp. 281-292, 1995.
- [9] M. G. Andrew, "The Learning of novel finger movement sequences," *Journal of neurophysiology*, vol. 72, no. 4, pp. 1596-1610, 1994.
- [10] 김진영, 가상키보드의 개발을 위한 숙련타이핑 패턴에 관한 연구, 석사학위논문, 성균관대학교, 2000.



### 김진영

1967년생. 1991년 성균관대학교 기계설계학과(공학사). 2001년 성균관대학교 기계공학과(공학석사). 1992년~현재 한국생산기술연구원 선임연구원. 관심분야는 휴먼인터페이스, 지능제어.



### 최혁렬

1962년생. 1984년 서울대학교 기계공학과(공학학사). 1986년 한국과학기술원 기계공학과(공학석사). 1994년 포항공과대학교(공학박사). 1999년~현재 성균관대학교 기계공학부 부교수. Artificial muscle actuator, field-rescue robotics, dextrous mechanis, milli/micro robot.

### 이호길

제어·자동화·시스템공학 논문지 제 6 권 제 12 호 참조.