

# 착용형 점자 제시 장치용 점자 제시 방안 비교 평가

## Evaluation of information presentation methods for a wearable Braille display

유희천<sup>1</sup>, 이민정<sup>2</sup>, 장준호<sup>1</sup>

<sup>1</sup>포항공과대학교 기계산업공학부, <sup>2</sup>LG 전자 단말연구소

### ABSTRACT

점자 제시 장치가 착용되어 실시간으로 점자 정보를 제공할 수 있는 장치는 시각 장애인의 정보 접근성을 향상시킬 수 있다. 본 연구는 착용형 점자 제시 장치에 적용될 수 있는 점자 제시 방안들을 모색하고 점자 제시 방안별 점자 인식 특성을 평가하고자 하였다. 본 연구는 점자 인식시 손가락과 점자의 동작 특성에 따라 4 가지(active, passive-stationary, passive-simultaneous, passive-sequential) 점자 제시 방식을 설정하고, 6 개의 RC servomotor 를 이용하여 핀 배열 방식의 점자 제시 장치를 제작하여 설정된 점자 제시 방식을 구현하였다. 시각 장애인 8 명(남자 3 명, 여자 5 명; 연령 평균 = 50.0, 표준편차 = 7.9)을 대상으로 18 개의 점자 패턴에 대한 인식 실험을 수행한 결과 active 방식과 passive-sequential 방식이 정량적 측면(올바르게 인식하는 시간과 인식율)과 더불어 정성적 측면(정보인식용이성과 전반적 만족도)에서 유의하게 선호되는 것으로 평가되었다. 이러한 점자 제시 평가 결과를 토대로 본 연구 결과는 손목 착용형과 손가락 착용형의 선호되는 점자 제시 방안을 제안하였다.

**Keyword:** 점자 제시 장치, 착용형, 점자 제시 방법

### 1. 서 론

시각 장애인의 정보 접근성 향상을 위해 환경에 제약을 받지 않고 실시간으로 점자 정보를 제시 받을 수 있는 착용형 점자 제시 장치의 개발이 필요하다. 점자는 촉감을 이용한 정보 획득 수단의 하나로 시각장애인들 사이에 널리 사용되고 있다. 보건복지부에서는 시각 장애인을 위해 각종 건물이나 대중 교통 및 편의 시설 등에 점자를 표기하도록 법으로 규정하고 있다. 그러나 시설물에 부착된 점자는 시각 장애인이 길을 찾거나 갑작스러운 환경 변화 및

위험요인에 즉각 대처하고자 하는 경우에 활용이 어렵다. 또한 현금인출기(ATM)나 자판기 등의 각종 서비스 기기가 터치스크린을 적용하면서 촉감에 의지하여 정보를 획득하는 시각 장애인들은 어려움을 겪고 있다(이본영, 2005).

본 연구는 착용형 점자 제시 장치에서 활용될 수 있는 점자 제시 방안을 모색하고 점자 제시 방안별 점자 인식 특성을 평가하고자 한다. 점자 제시 장치에 적용될 수 있는 방안으로 점자 인식시 손가락과 점자의 동작 특성에 따른 4 가지 점자제시방식(active, passive-stationary, passive-simultaneous, passive-

sequential)이 제안되었고, 이들 제시방식을 정량적 측면과 정성적 측면에서 평가하였다.

## 2. 연구 방법

### 2.1 점자 제시 장치

RC servomotor 를 이용하여 핀 배열 방식의 점자제시 장치를 고안하였고 static mode 와 dynamic mode 로 점자가 제시될 수 있도록 software 를 제작하였다. 개발된 점자 제시 장치는 6 개의 점으로 이루어진 점자를 표현하기 위해, 그림 1 과 같이 6 개의 핀으로 구성되어 있고 RC servomotor 를 이용하여 제시하고자 하는 점자의 핀을 올리는 방식으로 개발되었다. 점자가 제시되는 방식은 핀이 올려진 상태에서 지속적으로 유지가 되는 static mode 와 상하 진동 및 순차적으로 점자가 제시되는 dynamic mode 를 모두 지원하도록 개발되었다.



(a) 점자 제시 부위 (b) RC servomotor 를 이용한 핀 구동

그림 1. 점자 제시 장치

점자제시장치의 제어를 위해 개발된 software(그림 2 참조)는 다양한 형태의 점자 제시 방식을 지원하고 제시할 점자의 입력과 인식된 점자의 저장 기능을 제공한다. 개발된 software 는 MFC (Microsoft Foundation Class) language 를 사용하고 compiler 로 Visual C++ 7.0 을 이용하여 구현되었다. 그림 2 의 점자 제시 방안을 선택하는 부분에서 frequency 나 time interval 값은 사용자가 원하는 수준으로 설정할 수 있도록 구현하였다. 또한, 매

trial 마다 사용된 점자 제시 방안, 제시된 점자 번호, 인식된 점자 번호, 점자 인식에 소요된 시간, 올바른 인식 여부, 적용된 frequency 및 time interval 수준이 data 파일 형태로 저장되도록 하였다.

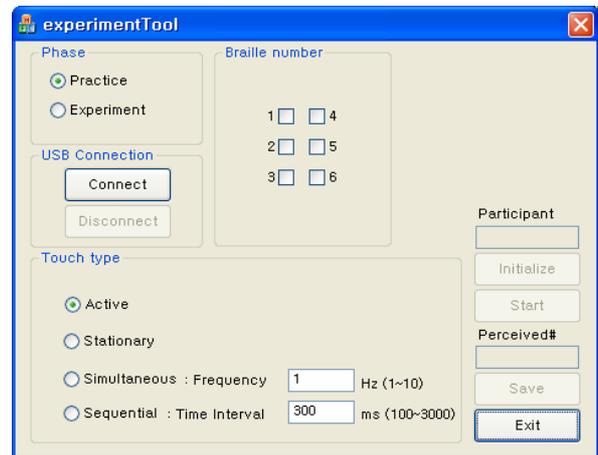


그림 2. 점자제시장치 제어용 software 화면

### 2.2 참여자

정상인 8 명과 시각장애인 8 명이 실험에 참여하였다. 정상인 그룹은 남자 4 명 여자 4 명으로 평균 연령이 25.0 세(표준편차: 2.4 세)였고, 시각장애인 그룹은 남자 3 명, 여자 5 명으로 평균 연령이 50.0 세(표준편차 7.9 세)였다. 실험에 참여한 시각 장애인은 모두 후천적으로 시각 장애를 얻은 사람으로, 이들 중 1 명은 저시력에 속하고 나머지 7 명은 맹시에 해당하였다. 실험에 참여한 시각 장애인의 평균 시각 장애 기간은 12.9 년(표준편차: 17.0 년)이고, 평균 점자 사용 경력은 5.4 년(표준편차: 10.5 년)인 것으로 파악되었다.

### 2.3 실험 계획

착용형 점자 제시 장치에서 활용될 수 있는 점자 제시 방안으로 능동적 터치 방식의 active 방안과 수동적 터치 방식의 stationary 방안, simultaneous 방안, sequential 방안이

제안되었다. Active 방안은 기존의 점자를 읽는 방식인 능동적 터치로 손가락을 사용자의 의지대로 움직여 점자 정보를 인식하는 방식이다. 수동적 터치 방안 중 stationary 방안은 사용자의 손가락이 고정된 상태에서 점자가 손가락 끝에 동시에 제공되고 제시된 상태가 그대로 유지되는 방식이다. Simultaneous 방안은 수동적 터치 방식 중 하나로 사용자의 손가락이 고정된 상태에서 점자가 동시에 상하 진동을 갖고 반복적으로 제공되는 방식이다. 마지막으로 sequential 방안은 사용자의 손가락이 고정된 상태에서 점자가 하나씩 순차적으로 제공되고 동일한 점자가 반복적으로 제시되는 방식이다. Sequential 방안의 점자 제시 방법은 실제 점자의 배열 순서와 같이 일정 시간 간격(time interval)을 갖고 제공된다.

실험에 사용된 점자는 그림 3과 같이 1 점자로 이루어진 점자부터 6 점자로 이루어진 점자가 사용되었다. 점자를 구성하는 점의 개수 별로 3 가지의 다른 형태의 점자를 선정하여(6 점자의 경우 동일한 형태를 3 번 반복 제시) 총 18 개의 점자 패턴을 임의의 순서로 제시하였다.

1				2			
	ㄱ(3)	ㅁ(2-반평)	ㄴ(6)		ㄷ(2,4)	ㅈ(3,6)	ㅊ(5,6)
3				4			
	ㄷ(1,2,6)	ㄴ(1,3,6)	ㄹ(1,3,5)		ㅅ(1,3,4,5)	과(1,2,3,6)	ㄱ(2,4,5,6)
5				6			
	ㅇ(2,3,4,5,6)	ㅎ(1,2,4,5,6)	ㅎ(1,2,3,4,6)		ㅎ(1,2,3,4,5,6)		

그림 3. 점자 인식 실험에 사용된 점자

점자 제시 장치에서 발생하는 마찰음 및 외부 소음을 차단하기 위해 귀마개를 착용하도록 하였다. 소음 차단에 사용된 귀마개는 Bilsom 747 제품으로 헤드셋 형태이며, 주로 low frequency(< 85 dB)의 소음을 차음시키는 데 효과적이며 외부 소음에 대해 평균 27 dB 정도의

차음 효과가 있다.

점자 제시 방안별 점자 인식성을 평가 하기 위해 response time(ms), perception time(ms), 그리고 correct percentage(%)와 같은 객관적 평가 척도와 정보 인식 용이성, 전반적 만족도와 같은 주관적 평가 척도가 사용되었다. Response time 은 정보가 제시된 시점부터 참여자가 정보를 인식하였다고 판단한 시점까지의 시간이며, perception time 은 초기 정보 제시가 완료된 시점에서부터 정보 인식 종료 시점까지 시간으로 정의된다. Correct percentage 는 제시된 점자의 개수 대비 올바르게 인식한 점자 개수의 비율로서 정보 인식 정확도를 나타낸다. 주관적인 평가를 위해 정보 인식 용이성 및 전반적 만족도에 대한 평가가 7-point Likert scale 로 이루어졌다. Ramstein(1996)은 점자 제시 장치 설계 시에 사용자가 점자 인식이 용이하고 사용이 편리하도록 설계해야 한다는 인간공학적 설계의 중요성을 언급하였다. 정보 인식 용이성은 제시된 정보를 식별하거나 인식하기 쉬운 정도를 평가하는 항목으로, 1 점은 정보를 전혀 식별할 수 없음을, 4 점은 보통 수준으로 정보를 인식할 수 있음을, 7 점은 정보 식별이 아주 용이함을 나타낸다. 전반적 만족도는 각 점자 제시 방안에 대해 만족한 정도를 평가하는 항목으로, 1 점은 극도로 불만족함을, 4 점은 보통, 7 점은 가장 만족함을 나타낸다.

### 3. 분석 결과

점자 제시 방안 별 response time 에 대해 분산 분석을 수행한 결과, 각 점자 제시 방안 간에 차이가 유의한 것으로 나타났다( $F(3, 42) = 3.36, p = 0.028$ ). Dunnett 테스트를 수행한 결과 그림 4와 같이 sequential 방안의 response time (평균 5.80 초)이 stationary 방안(평균

4.44 초)에 비해 1.3 배 유의하게 길게 소요되는 것으로 파악되었다.

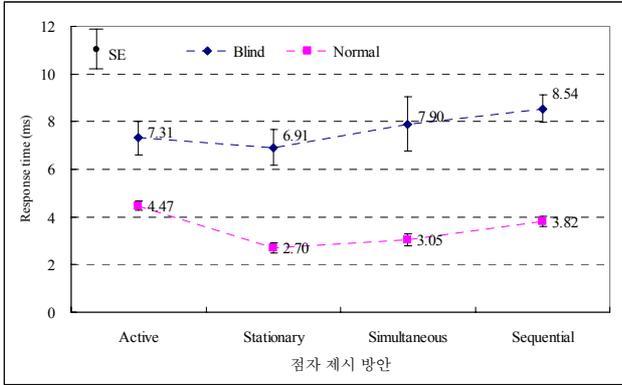


그림 4. 점자제시방안별 response time (ms)

또한, 점자 제시 방안 별 perception time 을 분석한 결과, 점자를 올바르게 인식하는데 소요된 perception time 이 sequential 방안의 경우가 나머지 방안에 비해 평균 0.9배 짧은 것으로 나타났다. 분산 분석 결과, 점자 제시 방안 간에 perception time 이 유의한 차이를 보였다( $F(3, 42) = 3.22, p = 0.032$ ). Dunnett 테스트를 수행한 결과 sequential 방안의 perception time (평균 4.43 초)이 active 방안(평균 5.68 초)에 비해 0.8 배 유의하게 짧게 소요되는 것으로 파악되었다.

Correct percentage 에 대한 분석 결과 active touch 방안과 sequential 방안이 다른 점자 제시 방안에 비해 평균 1.6 배 높은 것으로 분석되었다. Correct percentage 에 대한 분산분석 결과 시각장애인과 정상인의 간의 차이와 점자 제시 방안 별 차이가 유의하였다( $F(1, 42) = 6.65, p = 0.022, F(3, 42) = 32.68, p < 0.001$ ). 시각 장애인의 평균 correct percentage 는 49.5 % 로 정상인의 correct percentage 인 69.1 % 보다 유의하게 낮은 것으로 분석되었다. 점자 제시 방안 간의 SNK

테스트를 수행한 결과 그림 5와 같이 active 방안과 sequential 방안이 동일한 집단(평균 72.4 %)으로 분류되고, stationary 방안과 simultaneous 방안이 동일한 집단(평균 46.2 %)으로 분류되었다.

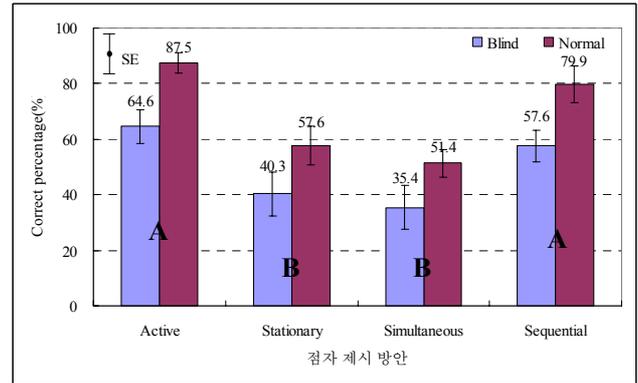
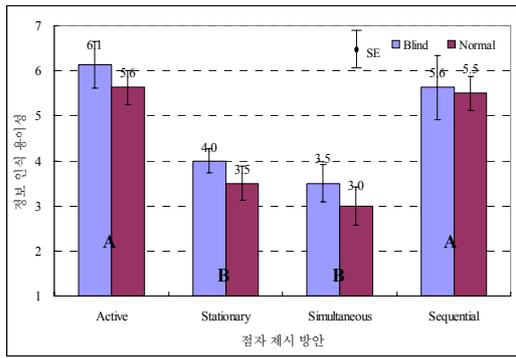
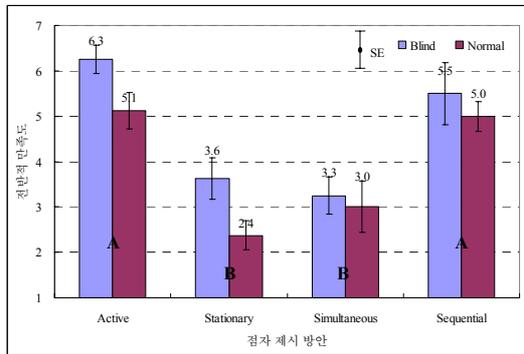


그림 5. 점자제시방안별 correct percentage(%)

정보 인식 용이성 및 전반적 만족도 측면에서 active 방안과 sequential 방안이 다른 점자 제시 방안에 비해 높게 평가 되었다(그림 6 참조). 분산분석을 수행한 결과 정보 인식 용이성과 전반적 만족도에서 모두 점자 제시 방안간에 유의한 차이가 나타났다( $F(3, 42) = 13.88, p < 0.001; F(3, 42) = 15.97, p < 0.001$ ). SNK 테스트 결과 정보 인식 용이성과 전반적 만족도 모두 active 와 sequential 방안이 동일한 집단(평균 정보 용이성: 5.7 점; 평균 전반적 만족도: 5.5점)으로 분류되었고, stationary 와 simultaneous 방안이 동일한 집단(평균 정보 용이성: 3.5 점; 평균 전반적 만족도: 3.1점)으로 분류되었다. Active 방안과 sequential 방안은 다른 방안에 비해 정보 인식 용이성은 평균 1.6배 높이 평가되었고, 전반적 만족도는 1.8배 높이 평가되었다.



(a) 정보 인식 용이성



(b) 전반적 만족도

그림 6. 점자제시방안별 주관적 평가

#### 4. 토의 및 결론

본 연구에서는 다양한 방법으로 점자를 제시해주고 static, dynamic mode 를 지원하는 경량의 점자 제시 장치를 제작하였다. 제작된 장비는 반응 응답 속도가 빠르고 손가락 힘에 충분히 버틸 수 있는 stiffness 를 제공하는 RC servomotor 를 이용하여 핀 배열 방식으로 점자가 제공되도록 구현하였다. 제작된 점자 제시 장치는 점자가 제시되어 정적인 상태를 유지하는 static mode 와 상하 진동 및 순차적으로 제시되는 dynamic mode 를 지원한다.

본 연구는 수동적 터치 방식의 점자 제시 방법이 착용형 점자 제시 장치에 적용될 수 있는

가능성을 확인하였고 sequential 방안이 효과적인 수동적 터치 방식의 점자 제시 방안임을 확인할 수 있었다. 착용형 점자 제시 장치의 점자 제시 방안으로 제안된 수동적 터치 방식들(stationary, simultaneous, sequential) 이 점자 인식 실험을 통해 인식시간, 인식률, 주관적 만족도 측면에서 능동적 터치 방안과 비교 평가되었다. 분석 결과, 능동적 터치 방식과 sequential 방식이 유사한 인식률을 보이는 것으로 파악되었고, sequential 방안이 능동적 터치 방식보다 짧은 시간이 소요되는 경향을 확인할 수 있었다. 피실험자의 주관적인 평가에서도 active 방안과 sequential 방안이 가장 선호되는 것으로 나타났다.

향후 연구 과제로는 개발된 점자 제시 장치의 software 를 개선을 통해 다양한 형태의 점자가 연속적으로 제시될 수 있도록 구현하여 서로 다른 형태의 점자가 연속적으로 제시되는 상황에서의 점자 인식 실험이 추가적으로 이루어져야 한다. 본 연구에서는 6 점으로 이루어진 단일 점자 패턴을 이용하여 점자 인식 실험이 수행되었다. 따라서, 수동적 터치 방식의 점자 제시 방안에서 서로 다른 형태의 점자가 연속적으로 제시될 경우 점자 인식성에 어떠한 영향을 미치는지 파악되어야 실제 착용형 점자 제시 장치에의 활용성이 높아질 것이다.

#### 참고 문헌

- 이분영 (2005). 시각 장애인들, 현금인출기 ‘공포’. 한겨레 신문. Retrieved December 16, 2005, from <http://www.hani.co.kr>.
- Ramstein, C. (1996). Combining haptic and Braille technologies: design issues and pilot study. *Proceedings of the second annual ACM conference on Assistive technologies*, Vancouver, BC, Canada, 37-44.