

# 휴대용 장치를 위한 진동촉각 디스플레이와 최적 패턴 생성

## Vibrotactile Display for hand-held Device and Its preferable Pattern Generation

\*진언섭<sup>1</sup>, 진문섭<sup>2</sup>, 양기훈<sup>3</sup>, 강성철<sup>1</sup>

\*Y. S. Jin<sup>1</sup>, M. S. Jin<sup>2</sup>, G. H. Yang<sup>3</sup>, #S. C. Kang(kasch804@gmail.com)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 한국과학기술연구원, <sup>2</sup> 한양대 전자공학과, <sup>3</sup> 한국생산기술연구원

Key words : vibrotactile display, input interface, sensory saltation, directional information, vibrotactile cues

### 1. 서론

진동 촉각을 이용한 햅틱 기술은 진동을 통해 정보를 전달하는 휴대폰, PDA 등에서 쉽게 적용할 수 있는 하나의 방법이다. 많은 종류의 진동 촉각 디스플레이는 시각 및 청각 정보를 햅틱 기술과 융합하기 위해 개발되었다. 하지만 휴대폰은 하나의 액츄에이터만을 이용하여 진동감각을 전달한다. 다수의 액츄에이터를 이용하면 더 많은 자유도를 표현할 수 있기 때문에 배열 형식의 진동촉각 디스플레이가 계속적으로 연구되고 있다. 이에 본 연구는 환상촉각(Phantom sensation, sensory saltation)을 생성하기 위해 12 개의 액츄에이터를 사용하여 진동촉각 디스플레이를 개발하였고 공간 및 방향정보 생성에 있어 최적의 촉각 패턴을 생성하는 연구를 수행하였다

### 2. T-Mobile 진동촉각패드 장치

T-mobile 장치는 접촉면이 12 개의 패널로 구성되어 있으며, 각 패널은 서로 독립적으로 진동할 수 있도록 분리되어있다. Sensory Saltation 을 위한 최소의 진동 수가 세 개 이므로 3 개의 패널을 가로 방향으로 배치하였고 스마트폰의 LCD 의 크기가 보통 16:9 와 4:3 의 비율임을 고려하여 4 개의 패널을 세로 방향으로 배치하였다. 각 패널에는 삼성전기에서 개발한 선형 공진 액츄에이터가 부착되었다. 각 tactor 의 거리는 18mm, 24mm 를 수평, 수직 방향으로 유지하고 있다. (Fig. 1)

T-mobile 의 제어기는 지정된 공간적 방향의 정보를 전달하기 위한 각 패널의 진동 세기를 결정하는 마이크로 제어기와 정밀하게

계산된 시간과 전압을 각 액츄에이터에 전달하는 모터 드라이버로 구성되어 있다. 이 과정에서 우리는 8 단계의 진동세기를 정의 하였고 1msec 의 샘플주기로 명령을 준다.



Fig 1. VibroTactile pad device, the T-Mobile  
공간 및 방향정보 전달을 위한 환상 촉각을 생성 알고리즘은 이전 연구에서 확인할 수 있다.<sup>1</sup>

### 3. 실험 및 결과

#### 3.1 방향 정보 인식

Sensory saltation 을 이용하여 생성한 진동 촉각 방향 정보의 인식 성능을 알아 보기 위해 총 10 가지의 방향 패턴을 구성하여 방향 정보 인식 실험을 수행하였다. (Fig. 2)

실험한 결과, Fig. 3 과 같이 평균 92.1%의 실험자가 정확한 방향 패턴을 선택했다. 즉 실험자들은 쉽게 올바른 방향 정보를 인식했다. Piatetski 와 Jones 는 사람의 팔과 몸통의 진동 촉각 전달 성능을 촉각 패턴 인식 성능을 비교하여 몸통이 팔에 비해 우월한 성능을 입증했다.<sup>2</sup> 하지만 이 실험을 통해 손가락과

손바닥도 팔을 대체할 수 있는 좋은 대안임을 보여준다. 손바닥과 손가락의 자세는 수시로 변경될 수 있기 때문에 팔이나 몸통 등 비교적 평평한 피부 표면에 비해 정확한 진동전달이 보장되지 않지만 각 진동표면을 분할함으로써 각 패널들이 독립적으로 진동을 전달하여 높은 인식 성능을 보일 수 있었다.

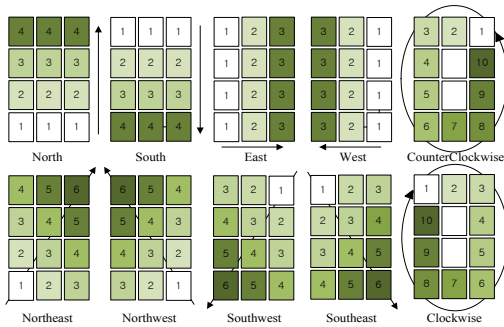


Fig. 2 Representation of directional information

		Subject Response									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Presented directional pattern	1	97.6	1.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	3.8	92.5	1.3	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	7.5	5.0	87.5	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	3.8	3.8	0.0	82.5	2.5	5.0	1.3	0.0	1.3	0.0
	5	0.0	5.0	0.0	0.0	88.8	0.0	2.4	3.8	0.0	0.0
	6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	90.0	6.3	2.4	0.0	1.3
	7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	1.3	95.0	2.4	0.0	0.0
	8	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.2	2.6	93.8	0.0	1.2
	9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	96.3	3.7
	10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2	97.6

Fig.3 Experimental result of identification of direction information

3.2 최적 패턴 생성

최적의 방향정보의 패턴을 생성하기 위해서는 진동하는 패널의 개수에 따른 전체 자극 시간의 길이를 고찰할 필요가 있었다. 3.1 연구에서 적용된 Sensory Saltation 알고리즘을 바탕으로 각 패널 당 자극 생성 길이를 조정하여 10 가지 자극 패턴에 대한 경험적 실험을 수행하였다.

실험 결과는 Fig. 4 와 같다. 각 진동하는 패널 개수당 선호하는 자극의 길이를 찾아냈고 손가락 및 손바닥을 위한 진동 촉각 방향 정보를 생성하는 최적 패턴을 T-Mobile 에 적용할 수 있었다. 한 가지 흥미로운 점은 진동하는 패널의 개수가 늘어날수록 선호하는 패턴의 자극 시간도 선형증가를 하지 않는 점이다.

자극시간이 너무 짧다면 상대적으로 느끼는 세기가 약해지기 때문에 방향정보를 인식하기 어려우며 자극이 너무 길면 여러 가지 패턴으로 인식한다.

	Kind of Stimulation							
	3 Tactors		4 Tactors		5 Tactors		10 Tactors	
Order of Priority	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
Percentage of Selection (%)	86	6	68	13	58	20	51	28
Total Stimulation Time(ms)	309	189	492	412	515	615	630	430

Fig. 4 Experimental result of optimal stimulation for sensory saltation

4. 결론

본 연구에서는 공간 및 방향 정보를 방향 정보를 생성하는 휴대용 진동촉각 장치를 개발하였다. 각 진동 패널을 분리함으로써 진동 촉각을 손의 각 위치에 정확하게 전달할 수 있었으며 진동촉각을 이용한 방향 정보를 손쉽게 인식할 수 있었다. 진동 패널의 개수에 따른 전체의 자극 시간을 조절 하여 진동 촉각 방향 정보를 생성할 때 최적의 패턴을 생성을 위한 자극 길이를 경험적인 실험을 통해 알아낼 수 있었다. 방향 정보 패턴을 생성할 때 진동하는 패널의 개수에 따라 각각의 최적의 자극 시간의 길이가 존재했으며 향후 진동촉각 디스플레이에 적용할 예정이다.

5. 후기

오랜 시간 실험에 참여해주신 KIST 연구원분들께 감사 드립니다.

참고문헌

1. Gi-Hun Yang, Moon-sub Jin, Yeonsub Jin and Sungchul Kang. T-Hive: Vibrotactile Interface Presenting Spatial Information on Handheld Surface. 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, October 18-22, 2010, Taipei, Taiwan
2. E. Piatetski. L.A. Jones. Vibrotactile Pattern Recognition on the Arm and Torso. Proceedings of Worldhaptics, March 2005.