

가속도계를 이용한 터치패널에 접촉하는 물체의 종류 구별 Identifying objects physically contacting touch panels using accelerometer

정주호† · 서대훈* · 김구환* · 명인식** · 정종우**

Ju-Ho Jung, Dae-Hoon Seo, Koo-Hwan Kim, In-Sik Myung and Jong-Woo Jung

1. 서론

터치 디바이스는 디스플레이에 표시된 그림을 손가락이나 펜으로 접촉하는 것만으로 쉽게 사용할 수 있는 유용한 디바이스이다. 기존의 터치 디바이스는 물체가 터치패널에 접촉했을 때 그 좌표만 인식할 수 있기 때문에 사용자와 디바이스간의 한정적인 터치 상호작용(interaction)만 구현할 수 있다. 만약 접촉하는 물체의 종류를 구별할 수 있다면 다양한 상호작용을 구현할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 가속도계를 이용하여 터치패널에 접촉하는 물체(손가락, 펜, 손날(palm))를 구별할 수 있는 알고리즘을 제안하고, 터치 디바이스에 적용할 수 있는 새로운 유저 인터페이스로서의 활용 가능성에 대해 확인해보고자 한다.

2. 본론

2.1 실험 장치 구성

본 실험에서는 Fig.1 와 같이 10.2 인치 크기의 저항막 터치패널을 사용했고, 각 네 모서리에 아크릴판을 접촉시켜 경계조건을 구현하였다. 가속도계로는 B&K4374 를 이용하였고 그 사양은 Table.1 과 같다.

Table.1 가속도계(B&K4374) 사양

Charge Sensitivity	0.1361 pC/ms ⁻²
Weight	0.65g

가속도계는 터치패널에서 노드점을 최대한 피할 수 있도록 패널의 구석 부분에 부착하였으며, 데이터 수집장치(NI9234)를 이용하여 가속도계 신호를 측정하였다.

2.2 신호 측정

터치패널에 물체가 접촉했을 때 가속도계를 통해 측정된 신호를 관찰한 결과 신호의 차이는 1kHz 이하의 저주파 영역에서 나타난다. 1kHz 이하의 신호를 정확하게 측정하기 위해 샘플링 주파수(sampling rate)를 1kHz 의 10 배 이상인 12.8kHz 로 설정했다. 그리고 측정시간은 신호가 감쇠되어 피크 값의 5% 이하로 감소하는데 걸리는 시간인 0.1 초로 설정했다. 터치패널의 임의의 지점을 각 물체로 접촉하였을 때 측정된 신호는 Fig.2 와 같다.

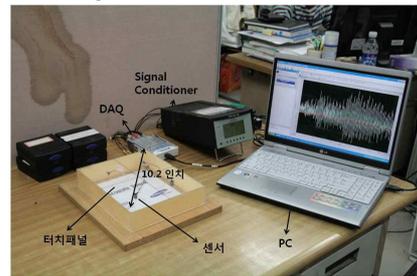
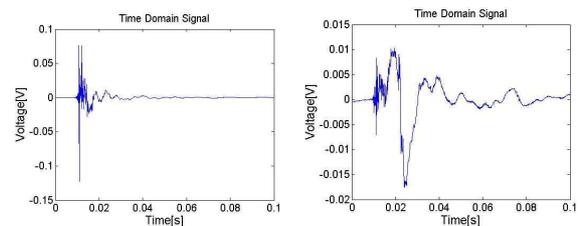
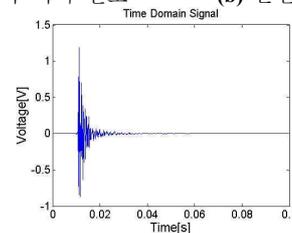


Fig. 1 실험장치 구성



(a) 손가락 터치 신호 (b) 손날 터치 신호



(c) 펜 터치 신호

Fig. 2 각 물체의 터치 신호

2.3 알고리즘

(1) 스펙트럼 분포 비교

터치패널에 물체가 접촉할 때 접촉 대상의 강성(stiffness)과 같은 물리적 특성에 따라 접촉신호의 주

† 교신저자; 한국과학기술원 소음및진동제어연구센터
E-mail : jjh1210@kaist.ac.kr

Tel : (042) 350-3065, Fax : (042) 350-8220

* 한국과학기술원 소음및진동제어연구센터

** 삼성전자 DMC 연구소 UX 센터

과수 특징이 달라진다. 따라서 측정된 신호에 대해 RMS 값으로 나누어 정규화하는 과정을 거쳐 주파수 영역에서의 스펙트럼을 구하고, 관심 주파수 영역에서의 신호의 파워를 비교함으로써 접촉 대상의 구별을 시도한다.

(2) 정규 상호상관

상호상관이란 시간 영역에서의 두 신호의 유사성 또는 선형성을 비교하는 척도로써 식 (1)과 같이 정의된다. ⁽¹⁾

$$R_{xy}(\tau) = \int_0^T x(t) \cdot y(t + \tau) dt \quad (T: \text{data length}) \quad (1)$$

특히 두 신호의 총 에너지의 곱의 제곱근으로 정규화시킨 것을 정규 상호상관이라 하며, 이는 식 (2)와 같이 정의된다. ⁽¹⁾

$$NR_{xy}(\tau) = \frac{\int_0^T x(t) \cdot y(t + \tau) dt}{\sqrt{R_{xx}(0) \cdot R_{yy}(0)}} \quad (2)$$

정규 상호상관의 경우 그 크기가 -1 부터 1 까지의 값을 가지며, 그 절대값의 크기가 클수록 두 신호 사이의 유사도가 높은 것을 의미한다. 따라서 초기 위상 차이가 있는 두 신호의 경우 그 차이를 무시하기 위해 $NR_{xy}(\tau)$ 의 최대값을 비교함으로써 신호의 유사도를 판단할 수 있다. 실험적인 방법을 통해 각 물체가 접촉할 때 발생하는 가속도 신호의 기준신호를 확보하고, 확보된 기준신호들과 물체가 터치패널에 접촉 시 측정되는 신호 사이의 유사도로 터치 접촉물체를 구별한다.

(3) 최종 알고리즘

손가락, 손날, 펜 터치 신호 각각 100 개의 경우에 대해 주파수 영역에서 파워스펙트럼의 평균을 살펴보면 Fig.3 와 같다. 손가락, 손날 신호의 경우 약 200Hz 이하의 저주파 영역에 파워가 집중되어 있지만 펜 신호의 경우는 그렇지 않음을 확인할 수 있다. 따라서 다른 신호들과 차이가 뚜렷한 펜 신호의 경우는 스펙트럼 분포 비교 방법을 통해 구별할 수 있다.

그리고 손가락과 손날 터치신호는 시간영역의 그 래프상에서 파형의 차이가 크게 나타나므로 정규 상호상관 방법을 이용해 두 신호를 구별할 수 있다. 따라서 스펙트럼 분포 비교방법과 신호의 정규 상호상관을 이용한 터치패널에 접촉하는 물체를 구별하는 최종 알고리즘을 Fig.4 와 같이 제안한다.

2.4 실험 결과

실제 소형 터치 디바이스를 이용하는 환경을 고려하여 경제조건이 구현된 터치패널을 손에 들고 천천

히 이동하는 상태에서 각 물체(손가락, 손날, 펜)로 터치패널의 임의의 부분을 가진하였다. 임의의 실험자 5 명이 손가락, 손날, 펜의 각 물체로 20 회씩 가진하여 각 물체에 대해 100 개씩의 신호를 확보하였다. 2.3 장에서 제시한 알고리즘을 이용하여 총 300 개 신호의 구별을 시도한 결과 그 성공률이 손가락, 손날, 펜 모두 98%로 나타났다.

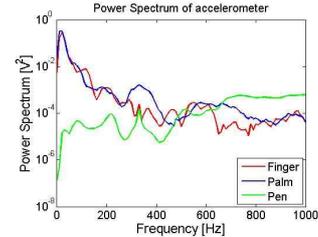


Fig. 3 각 신호의 파워스펙트럼 평균

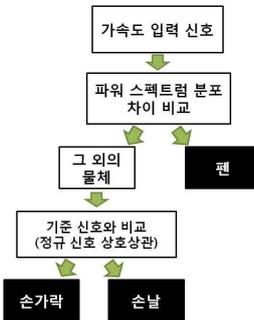


Fig.4 물체 구별 최종 알고리즘

3. 결론

가속도계를 이용하여 소형 터치 디바이스를 이용할 때 터치패널에 접촉하는 물체의 종류를 구별하는 방법을 제안하였다. 제안한 방법으로 구별을 시도한 결과, 실제 디바이스를 사용하는 환경을 감안한 터치패널을 손에 들고 이동중인 상황에서도 98%의 높은 구별 성공률을 보였다. 본 연구에서는 고가의 계측용 가속도계(B&K4374)를 사용하였는데, 이것을 충분한 신호대잡음비(SNR)를 확보할 수 있는 실용적인 가속도계로 대체한다면 터치 디바이스의 새로운 유저 인터페이스로써 다양하게 응용될 수 있을 것이라 기대된다.

4. 후기

본 연구는 삼성전자(주) 및 교육부의 두뇌 한국 21(BK21) 프로그램의 지원으로 진행되었습니다.

참고문헌

(1) J. S. Bendat and A. G. Piersol, 2000, *Random data*, Wiley.