

# 감압식 터치스크린상에서 선형 센서를 이용한 멀티 터치 스크린 구현

신해준, 한탁돈  
연세대학교 컴퓨터과학과  
e-mail: hshin@msl.yonsei.ac.kr  
hantack@msl.yonsei.ac.kr

## Design Multi Touch Screen by Linear Touch Sensor on Resistive Touchscreen

Jae-Joon Shin, Tack-don Han  
Dept of Computer Science, Yonsei University

### 요 약

현대 사회가 모바일 컴퓨팅 시대로 나아가면서 개인들이 휴대하는 모바일 기기의 발전이 눈부시게 이루어지고 있다. 특히, 사용자들의 요구사항이 점점 더 작은 크기의 기기를 원하고, 그와 상반되어 더욱 큰 화면을 통하여 더 많은 정보를 한 눈에 처리하기를 원하면서, 별도의 입력장치가 필요 없이 전면 터치스크린을 이용하는 모바일 기기의 확산이 늘어나고 있다. 이에 따라 터치스크린 방식에 관해 알아보고, 특히 대표적으로 사용되는 감압식과 정전식 터치스크린 방식의 차이점을 알아본다. 또한 멀티 터치 구현이 어려운 감압식 터치스크린 방식에서 선형센서를 이용하여 다중 입력 방식 터치스크린 구현 방안을 제안한다.

키워드 : 모바일, 감압식 / 정전식 터치스크린, 멀티 터치 스크린, 선형 센서.

### I. 서론

바야흐로 모바일 시대이다. 이와 더불어 터치 시대이다. 애플의 iPhone, 삼성의 옴니아폰 등을 비롯하여 국, 내외적으로 터치스크린 방식의 모바일 기기에 대한 관심이 날로 증가하고 있으며 이에 따라 터치스크린 방식의 모바일 기기의 종류와 수도 많아지고 있으며, 2011년에는 시장에서 팔리는 모바일폰의 49.4%가 터치스크린이 적용된 제품이 될 것으로 예상된다. [1] 특히 개인이 지니고 다니는 기기의 개수가 증가하면서 기기의 크기의 소형화가 이루어 지고 있다. 또한 항상 지니고 다니는 경우가 많은 휴대폰이나 MP3 플레이어, PDA 등은 이러한 경향이 짙게 나타나고 있다. 그와 반대로, 한 화면에서 처리하고자 하는 정보의 양이 증가하면서 화면의 크기는 커지는 추세이다. 이러한 상호 배반적인 요구사항에 따라 전통적인 터치스크린 인터페이스가 모바일 환경에서 다시 한 번 주목을 받고 널리 사용되고 있다. 모바일 기기의

전면에 터치스크린을 부착함으로써 기존의 버튼이 차지하던 공간까지도 출력을 위한 화면으로 사용하여 더 넓은 출력이 가능해졌고, 필요시에는 입력장치로 변할 수 있으므로 더 넓고 편리하게 입력이 가능해졌다. 또한, 다중 입력 방식의 멀티 터치스크린 방식은 단일 입력 방식의 터치스크린에서 상상할 수 없는 다양한 인터페이스를 구현하기 용이하다.

본 논문에서는 터치스크린을 구성하는 방식에 대한 알아보고, 아직은 제한적인 단일 입력 방식의 터치스크린 방식을 보완하고 다중 입력 방식의 멀티 터치스크린 방식으로 도약할 수 있는 방법을 제안한다.

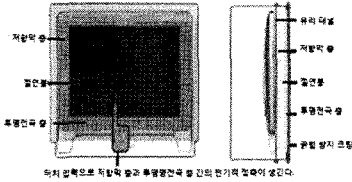
### II. 관련 연구

터치스크린은 출력 화면상의 손가락이나 스타일러스 등의 입력자의 위치를 인지하여 하나의 기기에서 출력과 입력을 한꺼번에 처리하는 기술이다. 이렇게 하나의 기기에서 출력과 입력이 한꺼

번에 처리되면서 기존 방법에 비하여 직관적인 입력이 가능하였다. 또한, 화면상의 위치에 대한 연속적인 입력이 가능하므로 자유로운 입력이 가능하여 다양한 상호작용을 제공할 수 있다. [2][3]

II. 1. 터치스크린 인터페이스의 종류와 동작 원리

1. 저항막 방식, 압력식 (Resistive Touchscreen)[4]

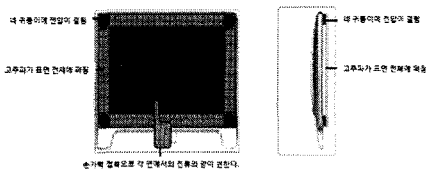


<그림 1> 저항막 방식 터치스크린 구조

저항막 방식은 개인용이나 좁은 작업 공간에서 주로 활용되는 터치스크린으로, 투명전극 층이 코팅되어 있는 두 장의 기관을 작은 절연봉을 사이에 두고 서로 마주보도록 합착시킨 구조로 되어있다. 평소에는 이 두 면이 절연봉에 의해 서로 닿지 않고 떨어져 있으나, 입력자로 압력을 가하면 이 두 판이 붙으면서 전기적 흐름의 변화가 생겨 입력이 일어나게 된다. 상부 저항막 층과 접촉 시 위치 검출을 위한 신호가 인가되며, 하부 투명 전극층과 접촉되었을 때 전기적 신호를 검출하여 위치를 결정한다. 이 터치스크린의 특징은 가장 널리 활용된다는 점이며, 비록 다른 터치스크린에 비해 선명도가 떨어지거나 내구성이 강하며 다양한 환경에서 이용된다. 개인용도, 집, 학교, 사무실, 레스토랑 시스템 등에서 이용된다. [5][6]

<표 1> 저항막 방식 터치스크린의 장단점

장점	단점
높은 터치 해상도 다양한 입력장치 가능 스크린의 더러워짐, 먼지, 액체, 빛 등에 영향 적음 가장 널리 사용됨	75%의 투명도 날카로운 물체에 의해 저항층이 손상 받을 수 있음



<그림 2> 정전 방식 터치스크린 구조

2. 정전 방식 (Capacitive Touchscreen)

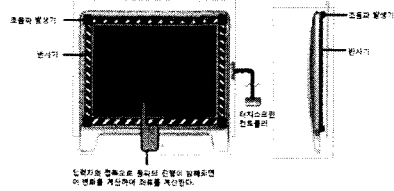
정전 방식 터치스크린은 유리 양면에 투명한 특수 전도성 금속을 코팅한 뒤, 스크린 네 귀퉁이에 전압을 걸어주면 표면에 고주파가 퍼지게 되고 사용자가 접촉하면 사람 몸의 정전 용량으로 전류의 양이 변화한 부분의 위치와 크기를 계산하여 입력을 수행하는 방식이다.

이 방식은 저항막 방식과 같이, 반영구적 기술로 넓은 범위에 사용되는 방식으로 주로 POS 시스템, 산업용 조작, 공용 키오스크용으로 활용된다. 하지만, 저항막 방식에 비해 투명도가 높으나 장갑 낀 손이나 스타일러스 펜 등에는 반응하지 않고 오직 손가락 접촉에만 반응한다는 것이 단점이자 또한 장점으로 볼 수 있다.

<표 2> 정전 방식 터치스크린 방식의 장단점 (6)

장점	단점
높은 터치 해상도 높은 화면 선명도 스크린의 더러워짐, 먼지, 액체, 빛 등에 영향 적음	손가락 등 전류가 흐를 수 있는 물체로만 입력 가능

3. 표면 초음파 방식 (SAW: Surface Acoustic Wave)



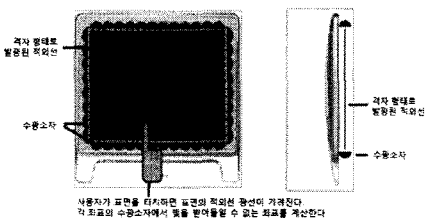
<그림 3> 표면 초음파 방식 터치스크린 구조

음파를 발사하는 트랜스듀서를 유리의 한쪽 귀퉁이에 부착하고 일정 간격으로 음파를 반사시키는 리플렉터를 부착, 그 반대쪽에 리시버를 부착한 형태로 구성된다. 기본적으로 초음파를 유리 패달을 통해 흘러보낸 후, 사용자가 스크린을 터치하면 음파의 진행 경로를 방해하게 되며, 그 위치를 계산하게 된다. 패달 전체가 유리이며 층 전체가 평평하기 때문에 내구성이 뛰어나며 투명도가 가장 높으며 영속성(durability)이 뛰어나다. 하지만, 더러움이나 먼지가 많은 환경에 극단적으로 약하다는 단점이 있다. 주로 내구성이 뛰어나기 때문에 공공 정보 제공 키오스크나 컴퓨터 기반 학습, 사람들이 많이 다니는 환경 등에 많이 사용된다.

<표 3> 표면 초음파 방식 터치스크린의 장단점 (6)

장점	단점
높은 터치 해상도 가장 높은 화면 선명도 전체가 유리로 되어 있으므로 쉽게 더러워지지 않는다.	손가락이나 고무 촉 스타일러스, 장갑 낀 손 등에 반응하나 단단한 진체가 유리로 되어 있으므로 쉽게 더러워지지 않는다. 표면에 있는 더러움, 먼지 등에 약하다.

4. 적외선 방식 (Infrared Type)



<그림 4> 적외선 방식의 터치스크린 구조

사람 눈에 보이지 않는 적외선의 직진성을 이용하여 적외선이 장애물에 부딪치면 차단되는 속성을 활용한 방식이다. 즉, 적외선 광 방식의 터치스크린은 발광소자와 수광소자가 마주보도록 패널주위에 광을 다수 배치해서 Matrix를 만드는 구조로, 사용자에게 의해서 광선을 차단하면 차단된 부분의 출력이 저하되고 그 부분의 좌표를 통하여 입력을 수행하는 원리이다. 손가락을 비롯한 모든 입력장치로 입력이 가능하나 부피가 크고 응답 속도가 느리다는 단점이 있다.

〈표 4〉 적외선 방식 터치스크린의 장단점

장점	단점
스크린이 오염되기 쉬운 환경에서 사용가능 내구성이 좋음 해상도와 광 투과율이 높다.	부피가 커서 장착이 어려움 응답속도가 느리다. 곡면 제작이 불가능함 부정확한 터치에 대한 식별이 어렵다.

### 5. 각 방식의 비교(7)(8)

〈표 5〉 터치스크린 방식의 성질 비교

	감압식	정전식	초음파	적외선
밝기	83% ± 5%	90%	90%~92%	90%
터치 수명	5 백만 터치	1억 터치	5000만 터치	오랜 기간 신뢰할 수 있음
응답 시간	< 15 ms	20 ms	20 ms	*
보정	한번	정기적으로	한번	*
손가락으로 작동 가능	○	○	○	○
펜으로 작동 가능	○		부드러운 것	○
멀티 터치 가능		○		○

### III. 본론

터치스크린에도 종류가 있다. ▲감압식(저항막 방식) ▲정전식(정전용량 방식) ▲초음파 방식 ▲적외선 방식 등이 있다. 대표적으로 시장에서 이용되고 있는 기술은 감압식과 정전식이다. 감압식은 투명 도전막을 입힌 2장의 상, 하판에 손가락 또는 스타일러스펜을 누르면 상, 하판의 접점으로 도통돼 이때의 전압값을 이용하여 동작시키는 방식이다. 가격이 싸며 다양한 입력기를 이용할 수 있다. 저항막 방식, 정압식 등으로도 부른다. 정전식은 인체의 정전기를 이용하는 방식. 인체의 미세한 전류를 인식해 동작한다. 내구성이 높고 멀티터치가 가능하다. 정전식이라고도 일컫는다. 애플의 아이폰이 이 방식이다. 애플이 두 손가락을 이용해 드래그를 하는 등 혁신적인 UI를 선보일 수 있었던 이유다. 하지만 가격이 비싼 것이 흠이다.[9]

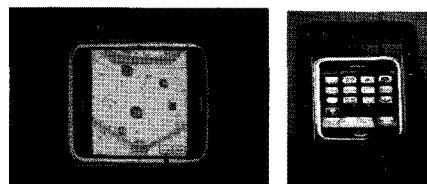
이렇게 현재까지 대부분의 터치스크린은 감압식, 즉 압력으로 터치의 여부를 인식하는 형태를 취하고 있다. 하지만 감압식 방식은 정전식에 비해 멀티 터치를 구현하기 어렵다는 단점을 가지고 있어 Full-Touch Screen의 모바일 기기에서 다양한 콘텐츠를 빠르고 정확하게 사용하기에 불편한 단점이 있다. 즉, 사진의 확대나 축소, 웹 페이지의 확대 및 축소와 페이지 이동 등의 메뉴가 대표적인 불편한 점이라 할 수 있다. 그래서 감압식의 터치스크린 화면에서 좀 더 편리하게 화면의 확대/축소와 화면상의 전시 자료 이동을 지원하기 위한 User Interface를 제안하고자 한다. 아래 〈그림 5〉와 같이 화면 밖의 외부 테두리에 선의 형태로 터치 센서를 설치하여 화면의 확대/축소 명령을 단순화 할 수 있을 것으로 생각한다. 이렇게 활용될 수 있는 선형센서는 PhidgetLinearTouch[10] 센서 등을 사용하면 저렴한 가격에 실제 구현이 가능하다. 즉 화면밖에 붉은색으로 된 부분을 하나의 포인트로 하고 화면 내부에 전시된 화면을 동시에 눌러 크기를 크게 또는 작게 할 수 있고, 화면의 좌측이나 우측으로 이동은 외부 터치 센서를 활용하여 한번에 쉽게 작동할 수 있을 것이라 판단된다. 또한 이 외곽의 선형 센서는 최근 모바일 환경에서 제공되는 풀브라우징 서비스 사용시에도 스크롤 기능을 제공하여 편의를 도모한다.



〈그림 5〉 감압식 터치스크린 폰에 적용한 외곽 터치 센서

### IV. 성능평가 및 분석

성능평가를 위하여 Rapid Prototyping은 UMPC인 삼성 SENS Q1이 휴대성이 좋은 모바일 기기와 유사하기 때문에 이를 이용하기로 하였다. 또한 향후 Heuristic Evaluation을 염두해두고 실제 구현보다는 사용자에게 좀 더 친숙한 UI 화면을 보여주기 위해 MS Office의 Powerpoint 2007을 활용하였다.



〈그림 6〉 Rapid Prototyping

Hyper Link 기능과 애니메이션 기능을 활용하면 자연스러운 화면 전환 및 사용자 Interface을 구현할 수 있을 것으로 판단되었다. GUI(Graphic User Interface)부분은 네이버 Map부분과 Powerpoint의 여러기능을 사용하여 구성할 수 있었지만 HUI(Hardware User Interface)는 Hardware 의존적인 경향이 강하므로 간단한 Key로 작동하도록 Hyper Link기능을 사용하여 구현하였다. 구현된 Rapid Prototyoe은 플브라우징을 사용한다는 가정하에 화면의 확대/축소와 화면상의 전시 자료 이동을 지원하기 위한 User Interface를 구현하였다.

평가자는 아이폰, PDA 등의 모바일 정보기기를 다룬 경험이 충분한 2명을 평가자로 선정했다. 보통 5~6 명의 평가자가 가장 효율적인 것으로 알려져 있지만 전문가 인원을 충족하는 것과 수행 시간에 제한 사항이 있어 위와 같이 2명으로 평가자를 구성하였다.

Rapid Prototyping의 결과물은 각각 실행하는데 10분이 넘지 않게 하였다. 그러므로 평가자는 Rapid Prototyping의 결과물을 1회 10분간 총 3회에 걸쳐 테스트 하였다. 모바일 기기의 특성상 개별로 평가하는 것을 원칙으로 하되 2회의 테스트 후 마지막 테스트에는 참가자 모두가 참여하는 평가를 진행하여 서로 의견을 공유할 수 있도록 하였다.

평가는 닐슨의 휴리스틱 10요소[11]에 중점을 두어 평가 하되, 각 항목별로 문제점 및 개선방향을 분류할 필요는 없도록 하여 평가에 있어 자유를 보장하도록 하였다.

평가결과 여러 가지 문제점과 해결 방안이 제시되었다. 그 결과는 아래와 같다.

〈표 6〉 휴리스틱 평가 결과.

문 제 점	개선사항
외곽 Touch의 오동작 가능성 (손 스침 등)	외곽 Touch 버튼의 활성/비활성 구분
외곽 터치 센서의 정확한 입력 확인	
플브라우징 서비스 이용 이외의 활용성 유무	확대/축소, 스크롤 이외의 기능 추가
일반 터치와 외곽 선형 터치 센서의 구분	모바일 기기 화면으로부터의 일정간격 공간 확보

## V. 결론

본 논문에서는 현재와 미래 모바일 기기 시장에서 각광받을 터치스크린 인터페이스에 대하여 구동 원리와 장점과 단점 등에 대하여 살펴보았다. 그리고 현재 주를 이루는 감압식 터치스크린 인터페이스에서 단점인 다중 입력이 불가능한 점을 극복하기 위한 방법을 제안하였다. 멀티 터치를 지원하기 위하여 모바일 기기 화면 주위에 선형 센서를 부가적으로 설

치함으로써 사용자에게 편의를 제공하였다.

감압식 터치방식의 단점을 극복하고 좀 더 편리하게 화면의 확대/축소와 화면상의 전시 자료 이동을 지원하기 위한 User Interface를 제안함과 동시에 Mobile상에서 플브라우징 서비스를 이용하기 편리하게 하기위한 인터페이스이며 2명의 전문 평가자의 평가를 통해 만족할 수 있는 결과를 얻을 수 있었다. 향후 연구계획은 Heuristic Evaluation에서 도출된 결과를 분석하여 본 시스템에 반영하여 발전시키며 또한 제안된 시스템을 심분 활용할 수 있는 Killer Application 개발이 필수적이다. 더 나아가 풀터치 스크린 방식의 모바일 기기상에서 편리한 Text Input을 위한 Interface 개발이 필요할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

- [1] 터치스크린 패널 산업동향 및 사업전략, Displaybank, p19, 2007
- [2] Touchscreen. (2007, October 12). In Wikipedia, The Free Encyclopedia. October 15, 2007, from <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Touchscreen&oldid=163973859>
- [3] A. Dix, J. Finlay, G. D. Abowd, and R. Beale, "Chapter 2", Human Computer Interaction, 3rd ed. Pearson Edu., 2004. on-line lecture material.
- [4] 정보통신연구원, 터치 패널의 특허 동향. 주간기술동향. Vol. 1241, pp.38-46, 2006. <http://kidsb.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/1241/124107.htm>
- [5] 터치넷, [www.kiosk.co.kr](http://www.kiosk.co.kr)
- [6] 터치스크린 닷컴, [www.touchscreen.com](http://www.touchscreen.com)
- [7] TVI Electronics, Touch Screen Technology Comparison, from [http://www.tvielectronics.com/Documents/\TouchScreen\\_Technology\\_Comparison.pdf](http://www.tvielectronics.com/Documents/\TouchScreen_Technology_Comparison.pdf)
- [8] Holzinger, A. (2003). Finger Instead of Mouse: Touch Screens as a Means of Enhancing Universal Access. Universal Access, Theoretical Perspectives, Practice, and Experience. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 2615, pp. 387-397. New York: Springer, 2003.
- [9] 한국 스마트폰 사용자 모임, 마이미즈 - <http://www.mymits.net/zb/news/2396>
- [10] [http://www.phidgets.com/products.php?product\\_id=1015](http://www.phidgets.com/products.php?product_id=1015)
- [11] Nielsen, J. and R. Molich (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems: Empowering people. Seattle, Washington, United States, ACM.