

# 멀티 터치 인터페이스를 위한 FTIR 방식의 MTS 시스템 구축

고영일\*, 이상준\*  
 \*제주대학교 컴퓨터공학과  
 kyi, sjlee@jejunu.ac.kr

## 요 약

최근 인간과 컴퓨터간의 상호작용을 위한 사용자 의도 및 행위 인식에 관한 비전 기반 연구가 진행됨에 따라 이를 조작하기 위한 다양한 형태의 터치 인터페이스도 제안되고 있다. 본 논문에서는 다양한 형태의 터치 인터페이스의 유용성 및 효율성을 검증하기 위하여 FTIR 방식의 멀티 터치 인터페이스(MTS)를 구현하고 검증하였다.

## 1. 서론

최근 인간과 컴퓨터간의 상호작용을 위한 사용자 의도 및 행위 인식에 관한 비전 기반 연구가 활발히 진행되고 있다.[8][14] 컴퓨터와의 멀티터치 상호작용을 위한 멀티 터치 인터페이스는 인간과 컴퓨터의 상호작용을 뛰어넘어 인간과 인간의 협동적 상호작용을 구현하기에 가장 적합한 시스템이다[8]. 또한 터치 감지 기술의 발전, 협력적인 작업 추구에 발맞추어 다양한 응용으로 발전 하였다[5]. 이에 따라 다양한 멀티 터치스크린을 효율적으로 이용하기 위한 MTS(Multi Touch Screen) 인터페이스 연구도 진행되고 있다[7].

<표 1>국내, 국외 연구 빈도

	국내	국외
FTIR	4	55
MTS	4	310
터치인터페이스	52	1073

<표 1>은 국내(DBpia) 및 국외(IEEE)에 등재된 FTIR(Frustrated Total Internal Reflection), MTS, 터치인터페이스 관련 논문으로 터치 및 인터페이스 연구에 비해 이를 위한 MTS 및 FTIR방식의 H/W연구가 국내에서는 외국에 비해 많이 부진함을 알 수 있다.

<표 2> MTS 인터페이스

	Perceptive Pixel	Microsoft Surface
방식	FTIR	FTIR
상용화	○	○

<표 2>는 현재 상용화 되어 쓰이고 있는 MTS H/W이다. 본 논문에서는 잘 알려져 있는 멀티터치 입력 인터페이스의 효율성 및 유용성 검증을 위한 FTIR 기반의 멀

티터치 스크린을 구현하는 것을 목적으로 한다.

## 2. FTIR 방식의 멀티터치 스크린 시스템 설계

MTS 구현을 위해 FTIR 방식을 이용하였으며, 최종 하드웨어 테스트는 적외선 양을 최소화시키는 암실을 구성하여 실시하였다. FTIR 방식의 H/W 제작을 위한 과정은 다음과 같다.

<표 3> 멀티터치를 위한 H/W 요구사항

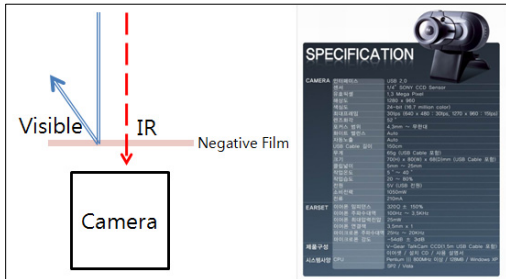
	세부사항
적외선 패널	FTIR을 위하여 적외선 LED가 포함되고 전반사 성향을 가지며, 터치 인식을 위한 적절한 매질이 필요.
적외선 센싱	적외선 패널에서 나오는 적외선 검출을 위하여 적외선 검출 가능한 센싱 장치 필요.
디스플레이 투사	전반사 매질에 디스플레이 투사를 위한 디스플레이 장치 필요.

<표 3>은 FTIR 방식[13]의 MTS를 구현하기 위한 일반적인 구현 방법으로 본 논문에서는 [4]의 시스템 구조를 바탕으로 MTS 시스템을 구축하였다.



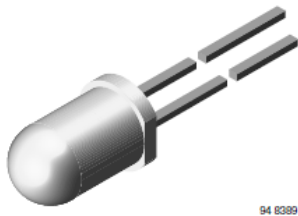
<그림 1> 적외선 차단 필름(좌) - 가시광선차단필름(우)

위의 왼쪽 적외선 차단 필름은 MTS H/W 외부에서의 적외선 노이즈를 차단하기 위한 필름이며, 우측의 가시광선차단필름은 적외선을 검출을 위한 카메라 제작 시 사용한 필름이다. 좌측의 적외선 차단 필름은 약 97%이상의 적외선을 차단하며 우측의 가시광선차단필름은 적외선 검출의 노이즈를 줄이기 위하여 사용 하였다.



<그림 2> Infrared Camera 제작

전반사 되어진 적외선을 검출 하는 방법으로 적외선 카메라를 이용할 수 있으나 시중 단가가 높고 구하기가 어려워 잘 알려진 웹캠과 가시광선 차단 필름(Negative Film)을 이용하여 적외선 검출이 가능한 카메라를 제작하였다 [11].



<그림 3> TSAL 6200.

<표 4> TSAL 6200 Spec.

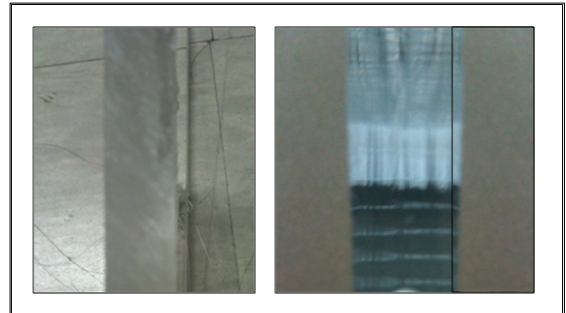
	TSAL 6200
Dimensions(in mm)	Ø 5
Peak wavelength	$\lambda_p = 940 \text{ nm}$
Angle of half intensity	$\phi = \pm 17^\circ$
Forward voltage	1.35(v)
Peak forward voltage	1.65(v)
Forward current	100(mA)
Peak forward current	200(mA)

본 논문에서는 적외선 전반사 장애를 위한 최적의 적외선 LED로 TSAL 6200을 선택하였다.



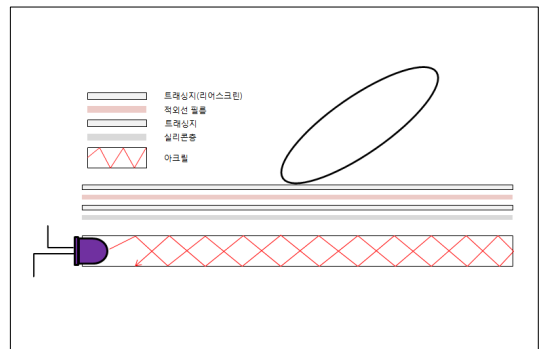
<그림 4> Infrared LED 회로

LED회로의 전원은 12V(구형 파워서플라이)전원이며 LED \*8 - R: 6.8ohms 한자로 구성하였다.



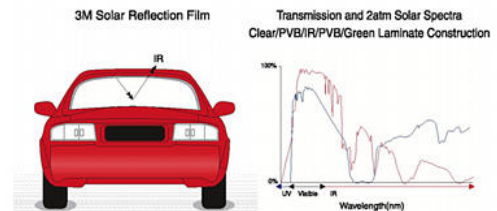
<그림 5> Acrylic 가공 전(좌) 및 가공 후(우)

<그림 5> 의 아크릴은 적외선의 효율적인 투과를 위하여 투명처리(레이저 가공)를 실시한다.



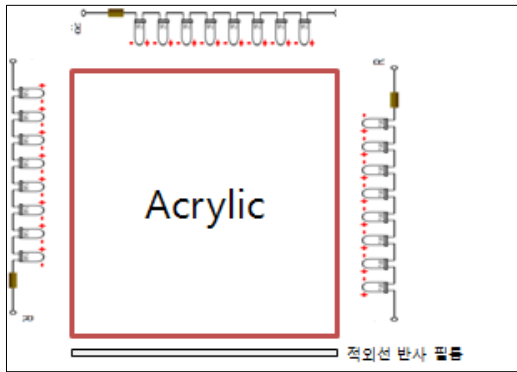
<그림 6> Acrylic - Film 구성도

효율적인 전반사를 위하여 아크릴 - 실리콘층 - 트래싱지 - 적외선 차단 필름 - 리어스크린 페이퍼(트래싱지) 순으로 구성하였다. 각 층을 연결하기 위한 별도의 접착제는 사용하지 않고 실리콘 층은 인테리어 소품 형태의 KCC 투명 실리콘을 경화제에 녹여 얇게 도포하였다.



<그림 7> IR Film Spec.

<그림 7> 3M 사의 Solar Reflection Film 으로 태양광선중의 적외선 에너지를 차단하는 다층의 중합체 필름 약 97%의 적외선을 차단한다.

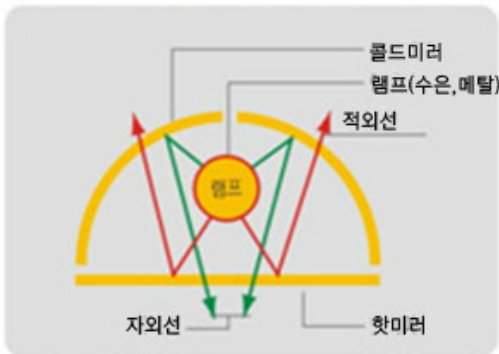


<그림 8> Acrylic -LED 구성도

아크릴 측면에 적외선을 투사하기 위하여 <그림 8>과 같이 아크릴 측면에 Ø5 크기의 원통형 구멍을 뚫고 LED 8개 1조<그림 4>씩 100cm \* 75cm 의 크기에 상단 4조 측면 3조씩 배치하고 하단에는 적외선 반사를 위한 적외선 필름을 배치하였다.

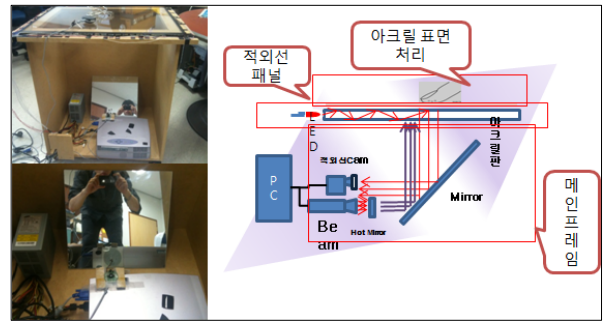
<표 5> Beam Project 사양

투사 방식	LCD (Poly-Si TFT-LCD x 3)
해상도	XGA (1024 x 768)
발기	3500 ANSI Lumens
명암비	700 : 1
화면비율	4:3
무게	5.5kg
크기	419 * 117 * 325mm
특징	단초점렌즈



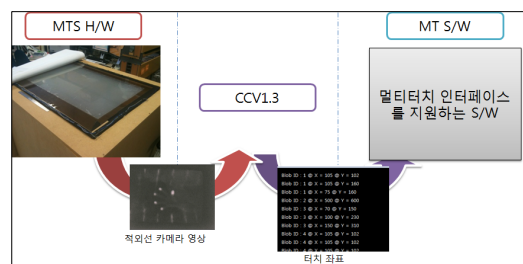
<그림 9> Hot Mirror[10]- uvtech

<그림 9> Beam Project에서 나오는 적외선을 차단하여 Touching 감도를 높이기 위한 Hot Mirror[10]의 구조이다.



<그림 10> H/W System 구성도

<그림 10>은 H/W System 구성도로 적외선으로 검출된 영역을 CCV의 Input Data 로 제공한다.



<그림 11> 전체 System 구성도

<그림 11>은 전체 System 구성도로 MTS H/W에서 Input Data로 받은 적외선 카메라 영상을 CCV가 분석하여 터치 좌표를 MTS S/W로 전달한다.

<표 6> 제작환경

	사양
CPU	Intel(R) Core(TM)2 Quad CPU Q9550 @2.83GHz
RAM	4G
O/S	Window7 Enterprise K
멀티터치 하드웨어	FTIR 방식의 MTS 제작
터치 S/W	CCV1.3
Proto Type	Adobe Flash Client Program

프로토 타입은 Adobe Flash를 이용하여 TUIO 프로토콜 형태의 Touch Point 좌표를 받아 총 N개까지의 Touch Point좌표를 인식하는 Application을 제작하였다.

### 3. 성능평가

본 논문에서는 [1]에서 제안 하는 멀티터치 인터페이스에 3point-방향성 인터페이스를 추가적으로 지원하고, <표 7>과 같은 인터랙션 리스트를 포함하는 멀티터치 인터페이스를 설계하였다.

&lt;표 7&gt; 인터랙션 리스트

인터랙션	기능	인터랙션	기능
Tap	선택	Double Tap	개체 실행
LongTap	개체 속성	Flick	공간 이동
Drag	이동	Tap & Tap	복수 개체 선택
Tap & Drag	중심 이동	Tap & Double Tap	개체 실행2
Tap & LongTap	개체 속성2	Drag & Drag	회전 이동 변환
Tap & Flick	개체 공간 이동	Double Tap & Drag	회전 이동2
Tap & Two Tap	연관 개체 선택	Tap & Tap & Tap	다중 개체 선택
Two Tap & Drag	연관 개체 이동	Two Tap & Double Tap	연관 개체 속성
Two Tap & Long Tap	연관 개체 속성	Tap & Two Drag	연관 개체 변환

#### 4. 결론

본 논문에서는 FTIR 방식의 MTS 구현을 위한 시스템 설계 및 환경과 응용에 대해 기술 하였다. 또한 상대적으로 연구가 취약한 Multi Touch H/W 및 S/W를 구현하기 위한 일반적인 중요 이슈를 기술하고 FTIR 방식의 Proto Type 구현을 통하여 이를 검증하였다. 또한 자체 성능 평가를 실시하여 MTS를 이용한 컴퓨터와의 사용자 상호작용이 나아가야할 방향을 제시하였다. 하지만 지금까지의 MTS는 Visual한 피드백만 제공하므로, 이를 상호보완하고 효과적인 인터페이스 활용을 위한 장치 구축 및 컴퓨터와의 진보된 인터랙션을 위한 다른 형태의 사용자 피드백에 대한 연구가 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] 이기훈, 반영환, “양손을 이용한 멀티터치 입력인터랙션에 관한 연구”, 한국기초조형학연구 Vol9. No6, pp. 363-371, 2008
- [2] <http://www.microsoft.com/surface>
- [3] <http://www.perceptivepixel.com>
- [4] <http://www.nuigroup.com>

- [5] 김송국, 이철우, “협력적인 상호 작용을 위한 테이블-탑 디스플레이 기술 동향”, 한국 콘텐츠 학회, pp. 616-621, 2006
- [6] 정성완, 이현오, “광학 영상 기법을 이용한 멀티터치 스크린 컨트롤러의 개발”, 대한전자공학회, pp.344~347, 2009
- [7] 윤창욱, 박정필, “대규모 앰비언트 디스플레이에서의 멀티터치 인터랙션 시스템”, 한국정보과학회, pp.108~109, 2009
- [8] 김송국, 이철우, “멀티터치를 위한 테이블-탑 디스플레이 기술 동향”, 한국 콘텐츠 학회, pp84-91, 2007
- [9] [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd940543\(VS.85\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd940543(VS.85).aspx)
- [10] <http://www.uvtech.co.kr/>
- [11] <http://www.t9t9.com>
- [12] [http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/ko\\_KR/WW2/](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/ko_KR/WW2/)
- [13] J. Y. Han, “Low-Cost Multi-Touch Sensing through Frustrated Total Internal Reflection,” In Proceedings of the 18th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, pp.15-118, 2005.
- [14] 정보과학회 제주지부 창립 기념 학술 대회 논문집 2010.