

# 다중 입출력 콘텐츠 제어를 위한 범용 멀티 터치 인터랙션 시스템

배기태<sup>1\*</sup>, 권두영<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>한독미디어대학원대학교 뉴미디어학부

## General-Purpose Multi-Touch Interaction System for Multi-I/O Content Control

Ki Tae Bae<sup>1\*</sup> and Doo Young Kwon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Division of New Media, Korean German Institute of Technology

**요약** 초기 전자악기를 만드는 사람들은 자신들이 직접 만든 터치 장치를 사운드 조절에 이용하였다. 1982년에 첫 멀티터치 시스템이 등장하면서 21세기 초까지 관련된 많은 연구가 진행되어 멀티터치 시스템의 성능은 빠른 속도로 향상되었다. 이러한 성능 향상에도 불구하고 멀티터치 인터페이스의 대중화의 길은 요원해 보였다. 그러나 2007년 애플의 아이폰을 시작으로 멀티터치 인터페이스는 큰 인기를 끌게 되었고 스마트폰을 통해서 대중들이 멀티터치 인터페이스의 특징을 보다 쉽게 체험 할 수 있게 되었다. 이러한 흐름 속에서 멀티터치 인터페이스는 자연스럽게 사람들의 주목을 받으며 다양한 가능성을 보이고 있지만 관련 콘텐츠의 부재와 개발 인프라의 부족으로 인해 대중화의 길로 다가가기에는 여전히 부족한 현실이다. 본 논문에서는 현재의 멀티터치 인터페이스의 문제점을 지적하고 멀티터치 인터페이스 시장의 활성화와 멀티 터치 관련 콘텐츠 제작자를 위한 범용 멀티터치 인터랙션 시스템을 제안한다. 실험을 통해 제안한 시스템의 효율성을 입증하고 나아가 멀티터치 콘텐츠 시장이 발전할 수 있는 방안을 제시한다.

**Abstract** The former people who made musical instruments used touch devices for sound control. As the first multi-touch system appeared in 1982, the performance of the system has been improved rapidly by many researches. In spite of such performance improvement, the popularization of multi-touch interface was looked difficult. However, in 2007, multi-touch interfaces have become popular with Apple Iphone and people have been able to experience easily multi-touch interface using smart phones. In this paper we propose a general-purpose multi-touch interaction system for multi-touch content producer and market invigoration of multi-touch interface. We show by real field tests that the proposed method has benefits in the aspects of price and performance compared with other techniques.

**Key Words** : Multi-Touch, Interaction, Content producer

### 1. 서론

우리는 다양한 분야가 서로 간에 밀접한 영향을 주며 융합이란 모토아래 장르간 벽을 허물고 서로 손을 잡는 컨버전스 시대에 살고 있다. 특히 기술, 디자인, 비즈니스, 교육, 예술 등 서로 다른 분야들이 서로의 필요에 의해 결합하여 새로운 시너지 효과를 만들어 가고 있다. 이

러한 트렌드는 유저 인터페이스에도 많은 영향을 미치고 있다.

그림 1에서처럼 최근 몇 년 사이에 유저 인터페이스는 GUI(Graphic User Interface)에서 NUI(Natural User Interface)로 진화[5]하고 있다.

---

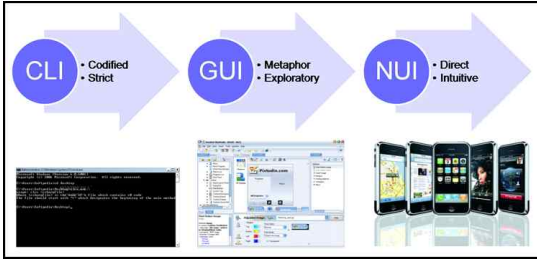
본 논문은 서울시 산학연협력사업(PA090701)의 연구과제로 수행되었음.

\*교신저자 : 배기태(ktbac@kgit.ac.kr)

접수일 11년 03월 23일

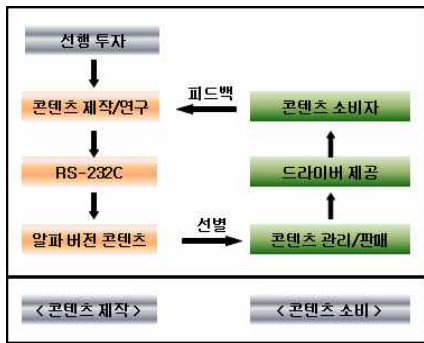
수정일 11년 04월 06일

게재확정일 11년 04월 07일



[그림 1] 인터페이스의 진화

특히 현재의 멀티터치 인터페이스 방식은 적외선 카메라와 영상처리 기술을 이용한 FTIR 방식이 많이 이용되고 있는데 이 방식은 비용이 많이 들고 전문 개발자가 직접 개발을 진행해야 하는 부담이 있다.



[그림 2] 콘텐츠 제작자와 소비자

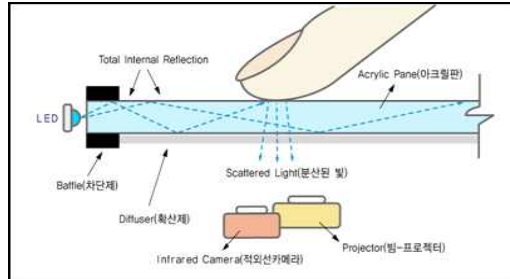
한국은 온라인 콘텐츠를 제외하면 불법복제 등으로 다 양한 오프라인 콘텐츠 제작 시장이 거의 소멸하였다. 또한 스마트폰 소프트웨어는 오프라인 혹은 약간의 온라인 기능을 활용한 콘텐츠가 대부분이다.

결국 기존의 열악한 국내 모바일 콘텐츠 제작 업체로서는 이러한 변화에 미리 대응할 여지가 없기 때문에 지금처럼 스마트폰 시장이 성장해도 외국 업체에 속수무책으로 당할 수 밖에 없는 실정이다.

이러한 현재의 시장 상황에서 향후 콘텐츠 시장이 성장하기 위해서는 그림 2에서처럼 그 동안 소외된 콘텐츠 제작자 시장에 적극적인 선행 투자가 진행 되어야 한다. 그런 후에 그 시너지 효과를 이용하여 콘텐츠 소비자 시장을 활성화 시킨다면 미래 인터페이스의 중요한 한 축인 멀티터치 시장에서 경쟁력을 가질 수 있을 것이다.

이러한 추세에 맞추어 마이크로 소프트는 윈도우7 운영체제에 전격적으로 멀티터치 기능을 도입[5]하고 있다. 하지만 아직 몇 개의 응용 프로그램에 적용되고 있는 수준이며 멀티터치 하드웨어 및 개발 방법에 대한 가이드가 명확하지 않아 효과적인 멀티 터치 콘텐츠 제작환경

이 갖추어 지지 못하고 있다. 또한 현재의 멀티터치 인터페이스 방식은 적외선 빛의 변질 현상과 영상처리 기술을 이용한 FTIR 방식[2]이 많이 이용되고 있는데 이 방식은 하드웨어 제작비용이 많이 들고 특수한 목적으로 사용되는 경우가 대부분이기 때문에 범용 멀티 터치 시스템으로 사용하기에는 무리가 있다.



[그림 3] FTIR 멀티터치 방식

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 기존의 FTIR 멀티 터치 방식의 단점을 해결하고 멀티터치 인터페이스의 시장의 활성화와 멀티터치 관련 콘텐츠 제작자를 위한 범용 멀티 터치 인터랙션 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템의 장점은 다양한 분야의 콘텐츠 제작자들이 손쉽게 멀티터치 기반 콘텐츠를 제작할 수 있는 통합 플랫폼을 제공하고, 기존의 범용 인터페이스인 RS-232C 인터페이스를 사용하여 윈도우7기반의 멀티터치 인터랙션 라이브러리를 제공한다.

## 2. 제안하는 멀티 터치 시스템 개괄

마이크로소프트는 윈도우7의 센서&로케이션 플랫폼 기능에 대해 RS-232C(Recommended Standard-232C) 인터페이스 방식을 사용하는 것은 효과적인 센서 활용 방법이 아니라고 주장한다[1]. 첫째, 보안성이 없다. COM Port로 교환되는 데이터는 개발자 개개인 이 대처하지 않는다면 누구나 쉽게 분석 할 수 있는 취약점을 가지고 있다. 둘째, 여러 가지 장치를 동시에 사용하기 어렵다. 셋째, 추상화 된 인터페이스를 제공해 주는 것이 아니기 때문에 센서를 이용하고 싶은 일반 개발자들은 쉽게 사용하기 힘들다. 하지만 이러한 문제점에도 불구하고 RS-232C 인터페이스를 콘텐츠 제작자 입장에서 살펴보면 첫째, 콘텐츠 제작자 입장에서 보안성은 중요한 일이 아니다. 더 중요한 일은 보다 창의적인 콘텐츠 반응을 위한 자유도 높은 제작 환경이다. 이를 위해 하드웨어 혹은 소프트웨어 적인 수정, 변경이 용이해야 한다. 둘째, 여러

장치를 동시에 사용하기 어렵다는 것은 번거롭다는 이야 기일 뿐 창의적 콘텐츠를 만들어야 하는 제작자를 제약 하는 요소가 되어서는 안 된다. 셋째, 드라이버를 통해 추 상화된 인터페이스를 제공하는 것은 최종 산물을 관리 혹은 수정하기 위해서는 좋지만 창의적 콘텐츠를 제작할 때는 제약사항이 되기 쉽다.

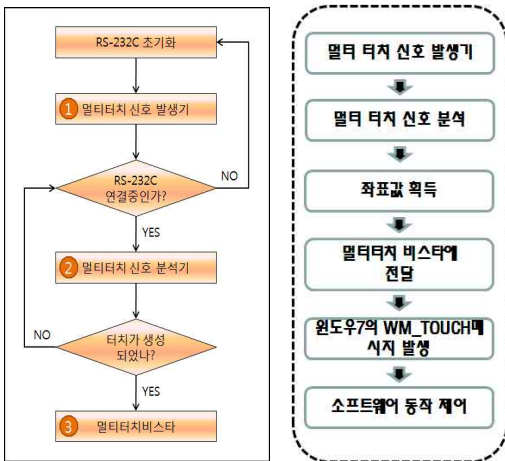
결국 콘텐츠 제작자 입장에서 가장 필요한 것은 하드 웨어 혹은 소프트웨어적으로 높은 제작 자유도 이다. 다 양한 센서들 간의 조합을 통한 창의적인 인터랙션을 유 도하는 것이 중요하며 이를 위해서는 기존의 개발 방법 인 RS-232C를 보다 더 적극적으로 활용하는 것이 기존 인터페이스는 물론 향후 새롭게 나올 인터페이스 혹은 새로운 개념의 인터페이스를 다루는데 가장 효과적인 방 법일 것이다. 본 논문에서는 멀티터치 신호 분석 및 전원 공급을 위해 RS-232C 인터페이스를 사용하고 좌표 전달 및 표시 방식은 UDP통신 프로토콜을 사용하였다.

2.1 시스템 구성



[그림 4] 시스템 구성

그림 4는 제안하는 시스템의 기능별 구성요소를 보여 주고 있다.



[그림 5] 멀티터치 시스템 동작 순서

그림 5는 제안하는 시스템의 동작 순서를 나타내고 있 다. 동작순서는 아래와 같다.

- 1) RS-232C 통신모드를 초기화 시킨다.
- 2) 적외선 센서 방식의 멀티터치 신호 발생기에서 일 정 주기로 센서 정보를 발생시킨다.
- 3) 멀티터치 신호 분석기에서 통신모드가 연결 상태인 지 체크한 후 신호발생기로 부터전달된 신호를 분 석한다.
- 4) 멀티터치 신호 분석기에서 TUIO프로토콜을 사용하 여 터치 신호를 선택한다.
- 5) 선택된 터치 신호는 ReactVision의 UDP 통신을 이 용하여 멀티터치 VISTA에 전달 된다.
- 6) 멀티터치 비스타로 보내진 신호는 윈도우7에서 WM\_TOUCH메시지를 발생시켜 멀티터치 소프트 웨어를 제어한다.

3. 구성요소별 세부기능

3.1 멀티터치 신호 발생기

3.1.1 터치 하드웨어 및 멀티터치 신호 발생기

터치 인터페이스는 하드웨어 소자에 따라 저항막 방 식, 정전용량 방식, 초음파 방식, 적외선 방식 등이 있다. 이중 적외선 터치스크린 방식은 스크린 표면에 터치를 감지하기 위한 별도의 장치가 필요 없기 때문에 화면의 투과성이 좋고 내구성이 강하다. 특히 다른 방식에 비해 가격이 비교적 저렴하며 작은 공간에도 설치할 수 있고 디스플레이기기의 제약이 없기 때문에 다양한 확장이 가 능하다. 하지만 멀티 터치 기능 구현이 어려운 단점이 있다.

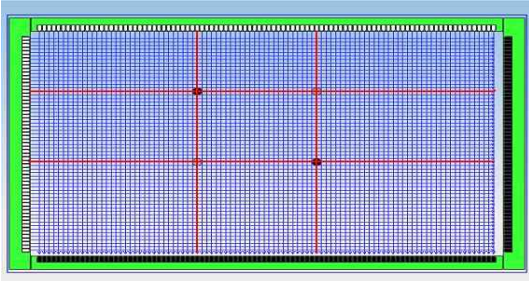


[그림 6] 자체제작한 적외선 LED기반의 터치 패널

본 논문에서는 기존의 적외선 방식에서 멀티터치 기능 구현이 어려운 단점을 해결한 개선된 적외선 터치 방 식을 적용하였다. 제안하는 멀티터치 신호 발생기의 기본 원리는 적외선 LED의 발광부와 수광부를 이용하여 터치 위치를 감지하는 적외선 센싱 방식이다.

그림 7의 왼쪽 상단이 적외선 발광부이고 오른쪽 하단

이 적외선 수광부이다. 동작 과정은 터치 지점을 찾기 위해 일정하게 구역별로 그룹핑된 센서들을 스캐닝 하면서 감지되는 영역의 위치를 구한다. 두 개의 터치 지점이 대각선일 경우 직선 스캐닝의 특성상 두 개의 허상지점이 생성되며 생성된 4개의 터치 위치를 프로토콜화하여 RS-232C 통신을 통해 신호 분석 소프트웨어에 전달한다.



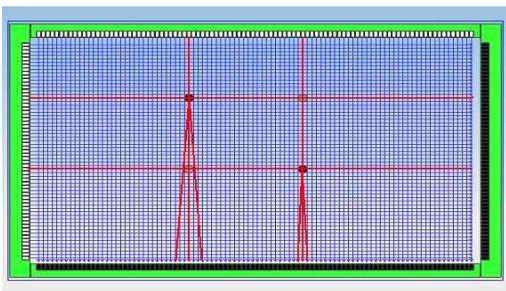
[그림 7] 멀티터치 신호발생원리

### 3.1.2 멀티터치 허상 제거

그림 8의 실험장면을 보면 대각선으로 두 개의 터치 포인트를 클릭했을 때 나머지 대각선에 두 개의 허상 터치 포인트가 생성되는 것을 볼 수 있다. 이는 적외선 송수신 터치 방식의 일반적인 현상으로 멀티터치 기능을 어렵게 하는 주된 원인이다.



[그림 8] 멀티터치 신호발생원리



[그림 9] 멀티 터치 발생 시 적외선 산란 형태

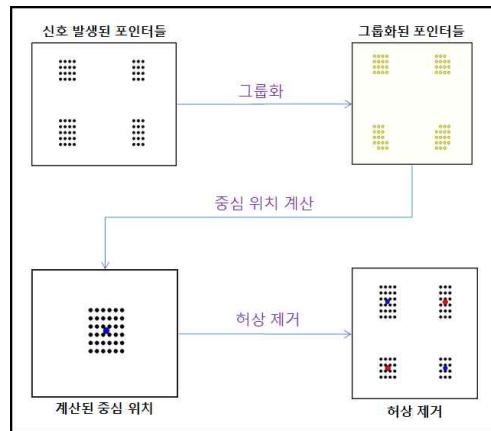
이러한 허상 포인트 발생에 대한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 그림 9와 같이 적외선 산란 특성을 이용하여 대각선일 경우 상대적 위치의 허상 두 점을 확실하게 구분하는 방법을 사용하였다[4].

### 3.2 시리얼 통신부(USB Converter)

시리얼 통신부는 내부적으로 RS-232C 방식으로 동작하며, 멀티 터치 패널과 시스템과의 통신 기능을 수행한다. 본 시스템에서 제작한 멀티 터치 패널은 RS-232C 통신방식으로 제작하여 확장성이 뛰어나며 인터페이스가 수월한 장점이 있다.

### 3.3 멀티 터치 신호분석기

그림 10은 멀티 터치 신호 분석기의 신호 분석 과정을 보여주고 있다.



[그림 10] 멀티터치 신호분석 순서

신호분석과정은 임의의 장치에서 들어오는 RS-232C 신호를 분석한 후 윈도우7의 터치 메시지로 만들기 위해 멀티터치 비스타 모듈로 전달하는 변환 과정이다. 처리순서를 살펴보면 먼저 신호 발생 단계에서 RS-232C 통신을 이용하여 신호 발생 장치에서 전달 받은 발생 포인트들의 위치를 저장한다. 다음으로 그룹화 단계에서는 무작위로 받은 터치 포인트들을 그룹화 하여 의미 있는 데이터로 만든다. 세 번째로 그룹화된 포인트들의 중심점을 찾아 터치 메시지로 사용할 후보를 구한다. 마지막으로 터치 메시지 후보들 중에서 허상 포인트들을 제거한다.

생성된 터치 포인트는 터치 포인트들 간의 거리가 임계값 이내로 들어왔을 때 하나의 터치그룹으로 합쳐진다. 이렇게 최종 확정된 터치 포인트의 위치는 TUIO 프로토콜을 사용하는 UDP통신을 이용하여 멀티 터치 비스타로

전달되어 진다.

$$\text{평균터치포인트}(x_t, y_t)$$

$$x_t = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}, y_t = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}$$

(단, n은 그룹핑된 터치포인트들의 총 개수)

### 3.4 UDP 통신 모듈

TUIO 프로토콜은 일반적이고 다양한 인터페이스를 지원하기 위해 만들어진 오픈 명세서로 본 논문에서는 TUIO 프로토콜을 사용하기 위해 오픈소스 C++로 구현된 reactIVision 1.4 버전의 샘플 모듈을 사용했다. 즉, TUIO 프로토콜은 멀티터치 신호 분석 소프트웨어에서 reactIVision[8]을 이용하여 멀티터치 비스타로 터치 정보를 전달할 때 사용된다.

### 3.5 멀티터치 비스타

멀티터치비스타는 윈도우7 운영체제에서 터치 스크린 없이 터치 소프트웨어를 사용하기 위해 만들어진 라이브러리이며 여러 장치들로부터 사용자 입력을 관리하는 역할을 담당한다.

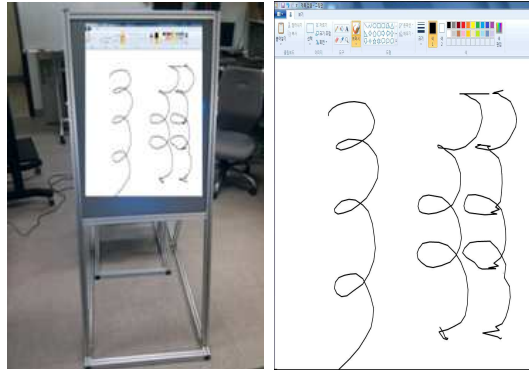
## 4. 실험 및 필드 테스트

실험은 자체 제작한 멀티 터치 패널을 이용하여 윈도우7 운영체제에서 지원하는 멀티터치용 애플리케이션에 적용하여 수행하였다.

그림 11은 본 실험에서 사용한 개발 툴 및 실험 과정을 나타내고 있다.

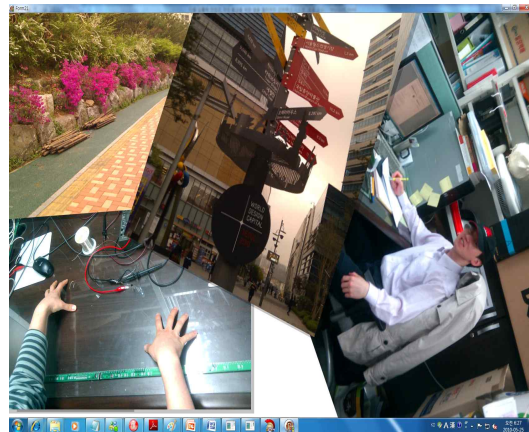


[그림 11] 사용된 개발 툴 및 실험 과정



[그림 12] 멀티터치 그림판 실험

그림 12는 이젤 시스템과 같은 형태로 자체 제작한 시스템을 그림판에 적용한 모습을 나타내고 있다. 그림판은 드로잉 툴로서 가장 보편화 되어 있으며, 윈도우7 운영체제에서 멀티터치가 가능한 드로잉 툴로 제공하는 애플리케이션이다. 붓을 가지고 왼쪽의 싱글 터치를 이용한 드로잉 결과는 상당히 매끄럽게 진행되는 모습을 보였고, 오른쪽의 멀티 터치(투터치)를 이용한 테스트도 약간의 튀는 현상을 제외하면 안정적으로 실행되는 결과가 나타났다.



[그림 13] 멀티터치 이미지 편집 툴 실험

그림 13은 제안한 시스템을 이미지 편집 프로그램에 적용한 모습을 나타내고 있다. 투 터치를 이용한 이미지 확대 축소 제스처 및 대각선 터치가 필요한 이미지 회전 및 멀티 이동에 경우에도 안정적인 결과를 나타내었다.

[표 1] 멀티 터치 테스트 결과

종류	그림판	결과	활용 분야
싱글터치	선택	O	키오스크
	이동	O	필기, 싱글 제스처
멀티터치	확대	O	이미지 조작
	축소	O	
	회전	O	
	이동	△	멀티 제스처

표 1에서 나타난 터치 테스트의 실험 결과는 제안한 시스템이 다양한 응용프로그램을 제어할 수 있고, 다양한 분야에서 활용될 수 있는 결과를 보여주고 있다.

[표 2] 제안한 시스템의 성능 비교

구분	일반적외선	FTIR	제안한 시스템
경제성	고비용	고비용	저비용
멀티 터치	×	가능	가능
설치 간편성 확장성	특수설계가 필요함	일체형 이동및 설치가 어려움	부착식, 용이함
센싱 방식	적외선	카메라 및 적외선	적외선
적용 분야 확장성	PDS, 게임기	전용설계	다양한 용도

표 2는 제안한 시스템과 기존의 시스템과의 성능 비교를 보여주고 있다. 제안한 시스템이 경제성 및 설치 용이성 등 여러 가지 면에서 우수한 성능을 보임을 알 수 있다.

## 5. 결론

본 논문에서는 멀티터치 관련 콘텐츠 제작자를 위한 범용 멀티 터치 인터랙션 시스템을 제안하였다. 기존의 FTIR방식에 비해 경제적이고 설치가 간편하며 적외선 센싱 방식에서 해결하지 못했던 허상 포인터 제거 방법을 적용한 멀티터치 기능이 가능한 터치 패널과 전용 소프트웨어를 구현하였다. 실험을 통해 제안한 시스템이 가격이나 성능 면에서 좋은 결과를 나타냄을 알 수 있었다. 향후 콘텐츠 제작자 및 개발자, 미디어 아트 분야, 어린이 교육, 장애인 재활 등 다양한 분야에서 창의적인 멀티터치 인터페이스 시스템으로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] 전현상, "Windows 7 Sensor & Location Platform", 마이크로소프트웨어, 2월호, pp.168-173, 2010.
- [2] 김송국, 이철우, "멀티터치를위한 테이블-탑디스플레이 기술 동향", 한국콘텐츠학회논문지, Vol.7, No.2, 2007.
- [3] 이기훈, "양 손을 이용한 멀티터치 입력 인터랙션에 관한 연구", 석사학위 논문, 국민대학교 테크노 디자인 전문대학원, 2009.
- [4] 배기태, 라인식, "터치 디스플레이의 멀티 터치 검출 방법", 특허번호(10-2010-0043491), 2010.
- [5] Bill Buxton, "Multi-Touch Systems that I Have Known and Loved", Microsoft Research, October, 2009.(<http://www.billbuxton.com/multitouchOverview.html>)
- [6] Wikipedia, "Natural user interface" ([http://en.wikipedia.org/wiki/Natural\\_user\\_interface](http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_user_interface))
- [7] Marco Cantu, "Touch And Gestures", Delphi 2010 Hand book, Chapter 06, pp.163-196, 2009.
- [8] Martin Kaltenbrunner and Ross Bencina, reactIVision 1.4.(<http://reactivision.sourceforge.net/>)  
<http://www.tuio.org/>)
- [9] Wen Jiun's Blog, "testing Windows 7 Multi-touch with Multi-touch" Vista, November, 2009. (<http://wenjiun.blogspot.com/2009/11/testing-windows-7-multi-touch-with.html>)  
(<http://multitouchvista.codeplex.com/>)

권 두 영(Doo-Young Kwon)

[정회원]



- 1999년 : 아주대학교 건축학과 (이학사)
- 2003년 : University of Washington 건축학과 (이학석사)
- 2008년 : Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, 컴퓨터학과(이학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 한독미디어 대학원대학교 뉴미디어 학부 조교수

<관심분야>

Design computing, HCI, Computer-aided Design, Spatial Design

배 기 태(Ki-Tae Bae)

[정회원]



- 1999년 : 전남대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2006년 : 전남대학교 컴퓨터정보통신공학과 (공학박사)
- 2007년 ~ 2009년 : 한독산학협동단지 IT연구센터 선임연구원
- 2009년 3월 ~ 현재 : 한독미디어 대학원대학교 뉴미디어 학부 조교수

<관심분야>

HCI, Intelligent Media, Affective Computing, Computer Vision