

테이블탑 시스템을 이용한 도시개발계획 시뮬레이션

한국과학기술연구원 | 김래현* · 조현철 · 박세형

1. 서론

기존의 GUI(Graphic User Interface) 기반 데스크탑 시스템은 마우스와 키보드를 통해 사용자로부터 입력을 받고 모니터를 통해 결과를 출력하는 기계중심적인 인터페이스로써, 숙련된 개인 사용자에게 효율적이고 유용한 사용 환경을 제공한다. 하지만 GUI 기반의 데스크탑 환경에서는 마우스의 물리적인 위치와 움직임이 모니터 상 그래픽 커서의 이동에 맵핑되어 간접적으로 정보를 조작하는 비직관적인 인터페이스를 제공하고, 물리적인 마우스와 디지털 정보 간의 공간적 불일치에 대한 사용자의 적응이 필요하다. 또한 이러한 방식의 컴퓨팅 환경은 실제 생활에서 우리가 주변의 사물과의 직접적인 상호작용과는 많은 차이가 있다.

이에 비해 테이블탑 시스템은 기존의 데스크탑에 비해 비교적 대형 화면으로 구성할 수 있고 공동 작업에 적합하며, 무엇보다도 시각적인 정보와 인터랙션 공간이 일치하므로 인지적 불일치(Cognitive Mismatch) 현상이 없어 직관적인 인터페이스를 제공하는 새로운 시스템으로 최근 주목을 받고 있다. 특히 디지털 정보를 직접 만지고 체험할 수 있는 물리적인 형태로 제공하는 TUI(Tangible User Interface)의 개념으로 손가락뿐만 아니라 테이블탑 위에서 여러 가지 물리적인 도구를 이용하여 인터페이스 하는 연구도 많이 진행되고 있다.

건축 설계 분야에서는 CAD툴을 이용한 설계 지원, 프리젠테이션 등에 데스크탑 시스템이 널리 사용되고 있다. 하지만 도시 개발 계획의 여러 단계나 계획 수립 회의 등에 걸쳐서 사용되기에는 데스크탑 환경에 한계가 있으며 새로운 시스템과 인터페이스의 필요성이 대두되고 있다. 여기에 테이블탑 시스템은 GIS(Geographic Information System)를 다루는데 특히 적합한

구조를 가지고 있으며, 도시 개발 계획 시 대상 지역의 지형이나 제반 여건 등을 보며 개발 계획 제안의 타당성을 검토하는 회의나 공공장소에 설치된 개발 계획을 시각화 하여 홍보하고 여러 사람의 의견을 청취하는 인터페이스를 제공할 수 있다.

본 논문은 테이블탑 상에서 디지털 정보를 쉽고 직관적으로 조작할 수 있는 물리적인 도구인 스마트픽을 소개하고, 이를 도시 개발 계획 시에 유용한 기능과 직관적인 인터페이스를 제공하는 시스템으로 적용해 보았다. 스마트픽은 디지털 정보와 인간의 아날로그적인 접근방식의 갭을 극복하기 위한 물리적이고 직관적인 정보 접근 방식을 제공하는 도구로 개발하였으며, 이를 이용하여 GIS 정보 탐색 및 단지 모델 시각화, 제반 여건 확인 등의 기능을 제공하는 어플리케이션을 직관적으로 조작할 수 있는 인터페이스를 개발하였다.

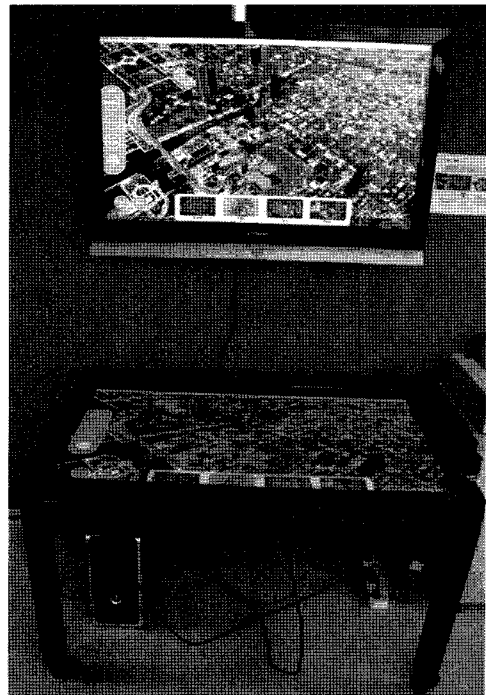


그림 1 도시개발계획 시뮬레이션 시스템

† 본 논문은 한국과학기술연구원의 지능형반응공간기술 개발과제의 연구결과로 수행되었습니다.

* 정회원

2. 기존연구

MIT 미디어랩의 Hiroshi Ishii 교수는 디지털 정보를 직접 만지고 체험할 수 있는 물리적인 형태로 제공하는 Tangible Bits 라는 개념을 제시하였다[8]. 이것을 통해 디지털 정보단위인 비트와 아날로그인 아톰 사이 즉, 물리적 공간과 사이버 공간의 경계를 없애는 것에 목적을 두고 있다. 이 Tangible Bit의 개념을 적용하여 James Patten 등은 테이블탑위에 여러 개의 픽을 이용하여 디지털 정보에 접근하는 Sense-table[9]을 개발하여 사용자가 직접 물리적으로 디지털 정보에 접근하고 조작할 수 있도록 하였다.

그리고 Kazue Kobayashi 등은 위의 Sensetable을 이용하여 재난 대처 시뮬레이션 시스템[12]을 개발하였다. 이 시스템은 테이블탑위에서 GIS 데이터와 재난 상황과 피해 정도, 대피 상황 등을 픽을 통한 인터페이스로 시뮬레이션 할 수 있어, 기존의 데스크탑 시스템의 한계를 벗어나 공동 작업에 적합하고 직관적인 인터페이스를 제공한다.

또한 GIS 데이터에 Tangible Interface를 적용시키는 연구로써 Illuminating Clay[2]와 SandScape[6]가 있다. 이는 각각 찰흙과 모래를 이용하여 사용자가 직접 지형 모델을 만들면 이를 레이저 스캐너 또는 적외선 센서를 이용하여 실시간으로 측정한 뒤 그 지형에 해당하는 시뮬레이션을 프로젝터를 통해 렌더링 해준다.

마지막으로 Jialiang Yao 등은 도시 계획 시 이익당사자들이 공동 작업을 통해 협상을 할 수 있는 시스템을 개발하였다[10]. 이 시스템은 대형 스테레오 디스플레이와 터치센싱 디스플레이, 광학 트래킹장치, PDA 등의 휴대용 디바이스 등으로 구성되었다.

3. 테이블탑 및 스마트픽 구성

3.1 시스템 구조

본 논문에서 사용하는 테이블탑은 디지털 정보를 표시하는 50인치 PDP 디스플레이 장치와 손가락 및 스마트픽의 위치를 추적하는 적외선 센서, 테이블 형태의 프레임으로 구성되며, 여기에 직관적인 정보 조작을 위한 물리적인 도구인 스마트픽과 적외선 센서와 스마트픽의 입력을 받아 정보를 처리하는 메인 PC를 더해 전체 시스템을 구성한다.

그림 2와 같이 테이블 프레임을 제작하여 상단에 50인치 PDP를 놓여서 고정하고, 그 위에 적외선 센서를 설치함으로써 tabletop display를 구성하였다. PDP는 WXGA해상도(1280*768)를 지원하는 모델을 사용하고, 적외선 센서는 PDP의 크기에 맞춤형제작이 가능하며

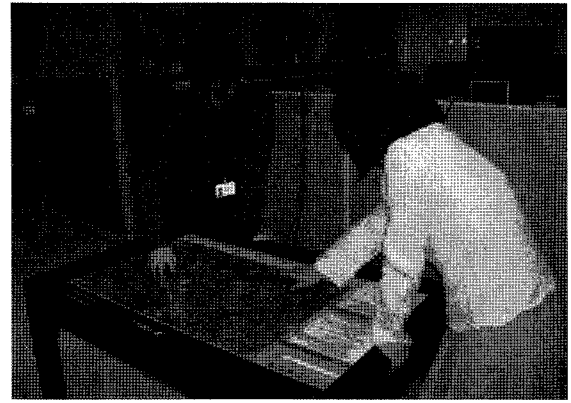


그림 2 테이블탑과 스마트픽 시스템

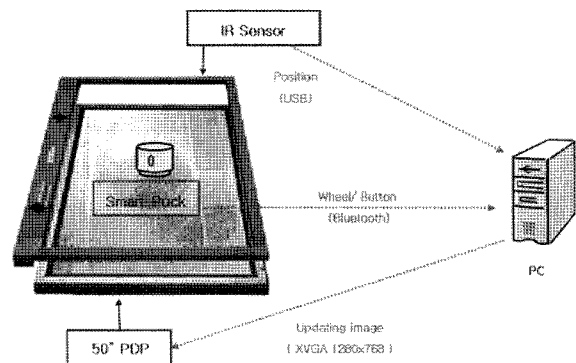


그림 3 스마트픽 시스템의 정보 흐름도

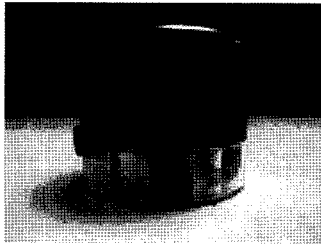
USB인터페이스를 사용하고 두 점 인식이 가능한 모델을 사용하였다[14].

그리고 스마트픽은 실린더 모양의 입력 도구로 제작하였으며, 이 스마트픽의 기본적인 기능은 사용자의 물리적인 조작인 회전 입력과 버튼 입력을 감지하여 Bluetooth 무선 통신을 통해 메인 PC에 전송하는 것이다. 특히 회전 입력은 사용자의 감각을 잘 반영하여 직관적이고 세밀한 조작을 가능하게 한다.

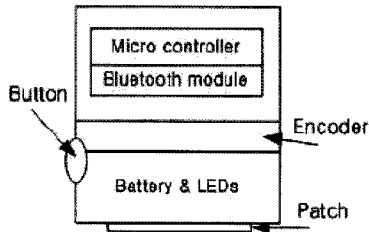
스마트 픽 시스템의 정보흐름도는 그림 3에서 볼 수 있다. 적외선 센서는 USB를 통해 tabletop display 상에 있는 스마트 픽 및 손가락 등의 위치 정보를 메인 PC로 전송하고, 스마트픽은 블루투스 통신을 통하여 회전 입력 및 버튼 입력을 메인 PC로 전송한다. 그리고 메인 PC에서는 위의 입력을 처리한 결과를 PDP화면으로 출력한다.

3.2 입력정보처리

본 논문에서 사용한 적외선 센서는 일정 시간 간격으로 tabletop display 상을 스캔하여, 감지되는 물체의 개수와 각각의 2차원 좌표를 전달한다. 이 때 적외선 센서에서 감지되는 물체의 좌표는 (0,0)~(65535,65535) 범위의 값으로 전달되고, 감지할 수 있는 최대 개수는 2개이다.



(a) 스마트픽의 실제 이미지



(b) 스마트픽의 구조도

그림 4 스마트 픽

적외선 센서에서 전달하는 정보는 단지 현재 tabletop 상의 물체들의 위치 정보이지 각 물체를 구별할 수는 없으므로, S/W상에서 좌표 추적 객체를 생성/유지 하며 후처리를 하였다. 먼저 적외선 센서에서 감지되는 좌표를 스마트 픽 객체의 이전 좌표 값과 비교하여 각 좌표에 가까운 값으로 대입하는데, 감지된 좌표의 개수가 변동이 있을 경우에는 위치 좌표가 연속성이 있는 객체는 유지하고 나머지 객체를 제거하거나 새로운 객체를 추가하였다. 이때 새로 객체가 추가되는 경우는 따로 처리를 하여 버튼 클릭 인터페이스로 적용하였다. 또한 적외선 센서에서 연속적으로 전달되는 위치정보에 대해 좌표 추적 객체의 변동이 없으면 IDLE 메시지로 처리할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 사용한 스마트픽은 사용자가 휠을 돌려 회전 입력이 발생하거나, 버튼을 눌러 버튼 입력이 발생할 때 블루투스 통신을 통해 메인 PC에 그 정보를 전달한다. 사용자의 회전 입력은 엔코더를 이용하여 감지하며 6도 간격으로 시계방향/반시계방향 회전 메시지를 전달하며, 버튼 입력은 버튼 누름과 뽐 메시지를 전달한다.

위의 회전 입력의 경우에 사용자가 휠을 빠르게 돌리는 경우 메시지 오버플로우가 일어나 원활한 인터랙션이 되지 않는 경우가 발생한다. 또한 휠의 감도가 좋아서 사용자가 스마트픽의 위치 이동만 시킬 때에도 의도하지 않은 회전 입력이 발생하는 경우도 생긴다. 이를 해결하기 위해 일정시간(50ms)동안 발생하는 회전 메시지를 누적하여 일정 값 이상이 되어야 회전입력을 처리하며 또한 누적된 값에 따라 회전 속도를 계산하여 이에 따른 인터페이스를 제작하였다.

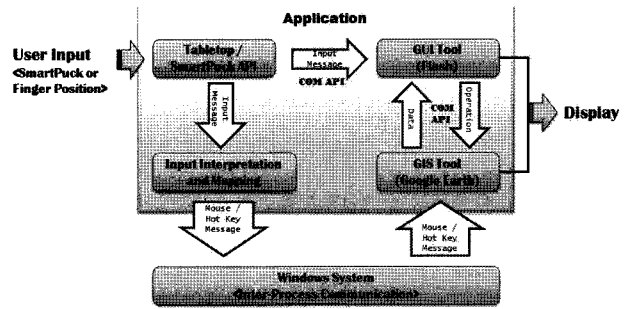


그림 5 Application 구조

4. 도시 개발 계획 시뮬레이션

4.1 프로그램 구조

이와 같이 테이블탑과 스마트픽으로 이루어진 시스템을 도시 개발 계획 분야에 적용하기 위한 응용프로그램을 개발하였다. 이 프로그램은 지구의 위성사진부터 도시의 도로와 작은 건물까지 연속적으로 탐색할 수 있는 구글어스를 기반으로 제작되었으며, 전체적인 구조는 그림 5와 같다.

사용자들이 스마트픽이나 손가락으로 조작하는 입력을 받아들여 조합하고 후처리를 하는 Tabletop/SmartPuck API 모듈이 있고, GIS 데이터를 처리하고 렌더링하기 위한 GIS Tool로는 구글어스를 이용하였다. 그리고 스마트픽과 손가락으로 하는 인터페이스를 통해 구글어스를 조작할 수 있도록 하기 위해 Input Interpretation and Mapping 모듈을 두어 스마트픽 입력을 적합한 마우스와 키보드 입력으로 해석하고 이를 윈도우시스템의 IPC(Inter-Process Communication)을 통해 구글어스로 전송하도록 하였다. 각 모드에 따른 메시지 맵핑은 표 1로 정리하였다. 또한 구글어스만 사용해서 보여줄 수 있는 정보와 인터페이스는 극히 제한되므로 구글어스 위에서 GUI를 만들어 줄 수 있는 모듈을 두었다. 이 GUI모듈은 제작의 편의성이 높고 ActiveX형태로 이식이 간편한 Macromedia

표 1 스마트픽 - 마우스 메시지 맵핑

모드	스마트 픽	마우스 메시지
Move	버튼 입력 & 드래그	왼쪽 버튼 입력 & 드래그
Zoom	휠 회전	오른쪽 버튼 입력 & 드래그(상하 이동)
Tilt	버튼 입력 & 드래그	가운데 버튼 입력 & 드래그(상하 이동)
Rotate	휠 회전	가운데 버튼 입력 & 드래그(좌우 이동)
Point	버튼 입력	더블 클릭
Zoom	휠 회전	오른쪽 버튼 입력 & 드래그(상하 이동)

Flash를 사용하였다. 이런 형태를 사용하여 인터페이스를 다시 제작하거나 디자인을 변경하는 작업이 독립적으로 진행될 수 있다.

4.2 인터페이스 디자인

이 프로그램은 기본적으로 스마트픽을 통해 구글어스를 탐색하는 인터페이스를 제공한다. 표 1의 모드들을 통해 스마트픽으로 3차원 지리 정보를 효과적으로 탐색하며 도시 개발 계획에 해당하는 지구의 위치와 지형을 검토하거나 도로, 획지구획, 행정구역 등의 제반여건을 볼 수 있다.

여기에 스마트픽으로 마치 운전을 하며 지역을 탐색할 수 있는 네비게이션 인터페이스도 추가하여 완성된 계획안을 자세히 관찰해 볼 수도 있다(그림 6(a)).

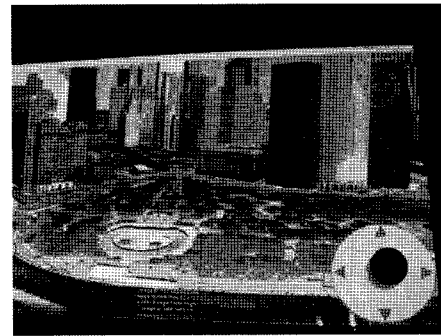
그리고 도시 개발 계획 작성 시 필요한 특정위치간의 거리를 측정하는 기능과, 주변의 주요시설을 검토하는 기능도 제공된다. 특정 위치간의 거리는 그림 6(c)와 같이 화면상의 두 지점을 동시에 짚는 직관적인 인터페이스로 구현되었고, 주변 시설을 검토하는 기능은 기존의 풍부한 구글어스의 정보를 이용할 수 있도록 구글어스 상의 정보를 열람할 수 있는 보조커서를 제공하였다(그림 6(d)).

또한 계획 대상 지구와 관련된 각종 통계자료를 열람하거나(그림 6(b)), CAD등으로 작성된 계획안의 3D 데이터를 해당 지역에 오버레이 하는 기능을 제공한다. 이런 통계자료나 3D 모델 데이터는 구글 스케치업을 통해 작성되거나 포맷 변환되어 구글어스 상에 오버레이 될 수 있는 파일로 만들고, 이를 선택적으로 화면에 표시할 수 있도록 GUI인터페이스를 제공하였다. 이 기능을 통해 계획 검토 회의 시 사용되거나 공공의 장소에서 다수 주민을 대상으로 시각화하고 의견을 청취하는 데에 쓰일 수 있을 것이다.

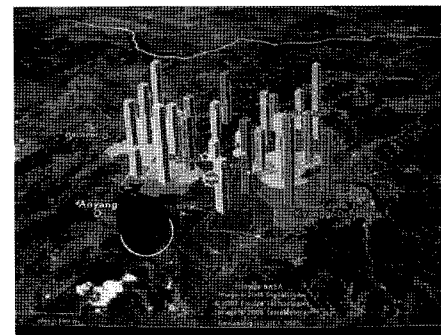
그리고 도시 개발 계획 작성 시 필요한 특정위치간의 거리를 측정하는 기능과, 주변의 주요시설을 검토하는 기능도 제공된다. 특정 위치간의 거리는 그림 6(c)와 같이 화면상의 두 지점을 동시에 짚는 직관적인 인터페이스로 구현되었고, 주변 시설을 검토하는 기능은 기존의 풍부한 구글어스의 정보를 이용할 수 있도록 구글어스 상의 정보를 열람할 수 있는 보조커서를 제공하였다(그림 6(d)).

또한 계획 대상 지구와 관련된 각종 통계자료를 열람하거나(그림 6(b)), CAD등으로 작성된 계획안의 3D 데이터를 해당 지역에 오버레이 하는 기능을 제공한다. 이런 통계자료나 3D 모델 데이터는 구글 스케치업을 통해 작성되거나 포맷 변환되어 구글어스 상에 오버레이 될 수 있는 파일로 만들고, 이를 선택적으로

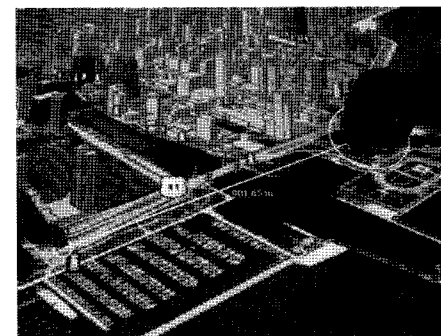
로 화면에 표시할 수 있도록 GUI인터페이스를 제공하였다. 이 기능을 통해 계획 검토 회의 시 사용되거나 공공의 장소에서 다수 주민을 대상으로 시각화하고 의견을 청취하는 데에 쓰일 수 있을 것이다.



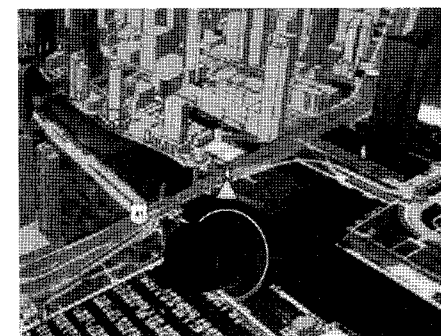
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 6 (a)네비게이션 인터페이스, (b)통계 정보 열람, (c)거리 측정 인터페이스, (d)구글어스의 정보를 열람하는 보조커서

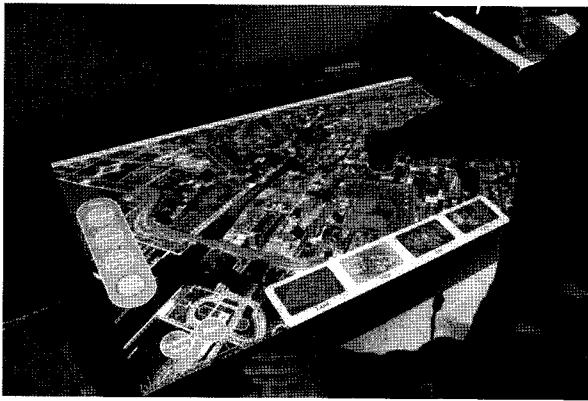


그림 7 구글어스에 오버레이된 계획안 3D 모델

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 테이블탑 시스템의 장점을 이용하여 도시계획 시뮬레이션에 적용한 예를 소개하였다. 개발된 테이블탑 시스템은 기존의 데스크탑 시스템의 구조가 갖고 있는 인지적 불일치 문제를 해결하고 직관적으로 인터페이스 할 수 있도록 지원한다. 무선 입력도구로 사용되는 스마트픽은 디지털 정보와 인간의 아날로그적인 접근방식의 갭을 극복하기 위한 물리적인 정보 접근 방식을 제공한다.

이와 같이 구성된 테이블탑과 스마트픽을 이용하여 건축 설계 분야에 적용할 수 있도록 도시 개발 계획 시뮬레이션을 제안하였다. 이 시뮬레이션은 테이블탑과 스마트픽 인터페이스를 이용하여 도시 개발 계획의 여러 단계에서 회의와 홍보 등에 필요한 기능을 효과적으로 제공해 줄 수 있다.

앞으로 도시 개발 계획 시 필요한 예상 교통 혼잡도 시뮬레이션이나 일조권, 조망권에 관한 시뮬레이션 등의 동적인 정보를 보여줄 수 있도록 하여 완성도를 높이고자 한다.

참고문헌

[1] 김래현, 조현철, 박세형, “스마트 픽 시스템 : 디지털 정보의 물리적인 조작을 제공하는 실감 인터페이스 기술”, 정보과학회 논문지, 제13권, 제4호, 한국정보과학회, pp.226-230, 2007.

[2] Ben Piper, Carlo Ratti and Hiroshi Ishii, “Illuminating clay: a 3-D tangible interface for landscape analysis”, In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems: Changing Our World, Changing Ourselves, ACM Press, pp.355-362, 2002.

[3] Brygg Ullmer and Hiroshi Ishii, “The metaDESK: Models and Prototypes for Tangible User Interfaces”, in Proceedings of Symposium on User Interface Software and Technology(UIST '97), pp.223-232, 1997.

[4] Brygg Ullmer and Hiroshi Ishii, “mediaBlocks: Tangible Interfaces for Online Media(video)”, in Extended Abstracts of Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '99, pp.31-32, 1999.

[5] Brygg Ullmer and Hiroshi Ishii, “Emerging Frameworks for Tangible User Interfaces”, In Human-Computer Interaction in the New Millennium, Addison-Wesley, August 2001, pp.579-601, 2001.

[6] Carlo Ratti, Yao Wang, Hiroshi Ishii, Ben Piper, and Dennis Frenchman, “Tangible User Interfaces(TUIs): A Novel Paradigm for GIS”, Transactions in GIS, vol. 8, no. 4, Blackwell Synergy, pp.407-421, 2004.

[7] Google Earth, <http://earth.google.com/>.

[8] Hiroshi Ishii, Brygg Ullmer, “Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits, and Atoms”, In proceedings of CHI'97, pp.234-241, 1997.

[9] James Patten, Hiroshi Ishii, Jim Hines and Gian Pangaro, “Sensetable: A Wireless Object Tracking Platform for Tangible User Interfaces”, in CHI'01, pp.253-260, 2001.

[10] Jialiang Yao, Terrence Fernando, Hissam Tawfik, Richard Armitage, and Iona Billing, “Towards a Collaborative Urban Planning Environment”, LNCS 3865, Springer(2006), pp.554-562, 2006.

[11] Jun Rekimoto and Eduardo Sciammarella, “Tool-Stone: Effective Use of the Physical Manipulation Vocabularies of Input Devices”, Proc. of UIST 2000, 2000.

[12] Kazue Kobayashi, Atsunobu Narita, Mitsunori Hirano, Ichiro Kase, Shinetsu Tsuchida, Takaharu Omi, Tatsuhito Kakizaki, and Takuma Hosokawa, “Collaborative simulation interface for planning disaster measures”, In CHI'06 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, ACM Press, pp. 977-982, 2006.

[13] Laehyun Kim, Hyunchul Cho, Sehyung Park, Manchul Han, “A tangible user interface with multimodal feedback”, LNCS 4552, Springer, pp.94-103, 2007.

[14] XYFer system, <http://www.e-it.co.jp>.

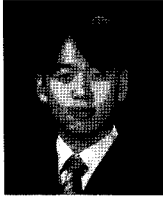


김래현

1994 한양대학교 금속공학과 학사
1996 연세대학교 전산학과 석사
2003 University of Southern California, 전산학과 박사
2003~현재 한국과학기술연구원(KIST) 연구원, 선임연구원

관심분야: 햅틱스(Haptics), 컴퓨터 그래픽스(computer graphics), 인간-컴퓨터 인터랙션(Human computer interaction), 가상 현실(Virtual Reality)

E-mail : laehyunk@kist.re.kr



조현철

2003 고려대학교 컴퓨터학과 학사
2005 고려대학교 컴퓨터학과 석사
2005~현재 한국과학기술연구원(KIST) 연구원
관심분야 : 인간-컴퓨터 인터랙션(HCI - Human computer interaction), 컴퓨터그래픽스(Computer Graphics)

E-mail : hccho@kist.re.kr



박세형

1977 서울대학교 기계설계학과 학사
1984 Cornell 대학교 기계공학과 석사
1992 KIASI 정밀기계과 박사
1980~현재 한국과학기술연구원(KIST) 연구원, 선임연구원, 책임연구원

관심분야 : 형상설계(Geometric modeling), 인간-컴퓨터 인터랙션(HCI - Human computer interaction), 역설계(Reverse Engineering), NC 프로그래밍(NC Programming)

E-mail : sehyung@kist.re.kr
