

## 실감형 보드게임 시스템과 PGA

한은정\*, 김기락\*\*, 이장현\*, 유창혁\*

### Augmented Reality Board Game System and PGA

Eun-Jung Han \*, Ki-Rack Kim \*, Jang-Hyung Lee \*\*, Chang-Hyuk Yoo \*

#### 요약

본 논문에서는 새로운 형태의 실감형 보드게임환경과 사용자에게 필요한 게임 전략을 제공하여 줄 수 있는 PGA(portable game assistant)를 제안한다. 기존의 실감형 보드게임 제작은 바둑게임 말의 위치를 인식하기 위하여 고가의 RFID 기술을 사용하고, 게임의 화면을 제공하기 위하여 증강현실이나 가상현실을 이용한다. 하지만 RFID 기술은 고가이며, 증강현실과 가상현실은 실제감을 주기는 하지만 데이터글러브, 전자펜, HMD 등의 보조 장치를 필요로 하고 이러한 장비는 고가이며, 사용 시 불편하다는 단점이 있다. 본 시스템에서는 게임 화면에 동적이고 화려한 그래픽을 지원하기 위하여 모니터를 사용하며, 바둑게임의 말을 컴퓨터 비전 기술을 사용하여 인식한다. 또한 모바일을 사용하여 사용자의 조작에 의해 쉽게 전략을 짤 수 있는 PGA를 제공한다. PGA를 통하여 전체적인 게임 진행상황과 앞으로의 전략적인 계획을 세워줌으로써 사용자에게 게임의 습득 속도와 재미를 더욱 충족시켜 주는 것을 목적으로 한다.

▶ Keyword : 증강현실, 인터랙티브 게임, 모바일, PGA, 컴퓨터 비전

#### Abstract

In this paper, we propose a new paradigm of augmented reality board game environment and a portable game assistant(PGA) which can help gamers with strategy information. Previous AR board games consist of a private and public space. The public space provides rules of the game and shows the scene of game. And the gamers control game pieces in the public space. The previous games use the RFIDs for recognizing positions of the pieces, and the VR/AR environment for providing the scene of the game. However the RFIDs are expensive, and the VR/AR environment is inconvenient because it uses additional devices: the DataGlove, the digital pen, and the HMD. The proposed system recognizes positions of real pieces using the computer vision technique, and uses a monitor to provide dynamic effects. In the private space, previous systems provide entire

• 제1저자 : 한은정    교신저자 : 김기락

• 투고일 : 2010. 09. 09, 심사일 : 2010. 10. 08, 게재확정일 : 2010. 10. 27.

\* 인하대학교 조선해양공학과 (Dept. of Naval Architecture and Ocean Engineering, Inha University), \*\*중앙대학교 첨단영상대학원 연구원 (Dept. of Advanced Imaging Science, Chung Ang University)

※ 본 논문은 한국연구재단 핵심연구지원(R01-2010-0000482), (지능형 Data Interaction 정보를 가진 확장형 선박 PALM 시스템)의 지원을 받아 수행한 것임.

screen of game and position of specific pieces, but cannot be controled the pieces by gamers. Therefore, in this system, we provide PGA that helps the user to plan of the strategy individually using universally mobile. The PGA helps to plan the strategy in the individual area, and to play easily in the side of the user's convenience.

▶ Keyword :Augmented Reality, Interactive Game, Mobile, PGA, Computer Vision

## I. 서론

게임이라는 것은 사전적인 의미로 단순한 놀이를 뜻한다. 역사적으로 사회라는 개념을 가진 시기부터 게임이 존재했다고 볼 수 있으며, 그 형태가 점점 발전하여 규칙을 정하고 몸으로 즐길 수 있는 놀이 도구로서 발전하여 왔다. 하지만 귀찮고 힘든 것을 싫어하는 사람들은 좀 더 이성적으로 생각할 수 있는 보드게임이라는 것을 창안하였다[1]. 그로 인하여 보드게임의 룰을 정하는 과정, 그리고 새로운 형태를 찾아내는 과정에서 다양한 장르의 게임이 파생 되었다. 또한 컴퓨터가 발전하면서 보드게임을 하나 둘씩 컴퓨터로 옮기게 되면서 더욱더 다양한 장르의 게임이 만들어졌다. 그리고 현재에 이르러 하나의 대중적인 문화형식으로 자리 잡은 이후 급속한 발전을 거듭하여 현재에는 가장 강력한 멀티미디어 문화형식의 하나로 영화, 텔레비전, 음반 등 기존의 미디어들과 경쟁하고 있다. 하지만 컴퓨터 게임을 즐기 위해서는 마우스, 키보드, 조이스틱 등을 사용해야 한다. 이러한 인터페이스들의 사용은 직관적이지 않고, 현실감이 없으며 게임의 룰 이외에 게임에 필요한 조작 기법을 배워야 한다는 단점이 있다. 또한 온라인 게임(MMORPG: Massively Multi-player Online Role Playing Game)의 경우 사용자들이 늘어가고 이 게임에 중독되는 사람들이 늘어감에 따라 그에 따른 심각한 부작용들도 생기고 있다. 게임의 폭력성이 게임사용자에게 그대로 미치거나, 게임 아이템들을 실제로 사용자들끼리 비싼 가격에 사고 팔기를 하면서 그로 인해 실생활에서 범죄가 발생하는 지경에 까지 이르게 된 것이다. 그래서 최근에는 컴퓨터 게임이 가지는 비사회성과 비활동성의 단점을 해결하기 위하여 여러 사람이 함께 서로의 표정을 보고 웃음을 듣고 직접 말하며 게임에 빠질 수 있는 기존의 오프라인 보드게임이 다시 성행하고 있다. 하지만 이러한 보드게임 역시 기존의 컴퓨터 게임의 장점인 화려한 그래픽과 사운드가 부족하다는 단점이 있다. 그 외에 게임 사용자에 대한 직관성과 현실감을 높이기 위한 해결책으로 가상현실(Virtual Reality)[2]이나 증강현실(Augmented Reality)[3]을 이용한 연구가 진행되었지만, 이러한 게임 역

시 데이터글러브, 전자펜, HMD 등의 보조 장치를 필요로 하고 이러한 장비 또한 고가라는 단점을 가진다. 또한 소니의 PSP, EyeToy, 닌텐도의 NDS와 같은 형태의 체감형 게임이 나타나게 되었지만 컴퓨터게임의 비사회성의 단점을 해결하지는 못했다.

본 연구는 전통적인 PC 게임의 문제인 비사회성과 비활동성과 기존의 보드게임의 단점인 비활동성을 해결하기 위하여 PC 게임과 보드게임의 장점을 결합한 새로운 게임 환경을 제안한다. 또한 게이머에게 자신만의 영역을 제공하고 게임의 규칙에 대한 설명과 게임 전략을 제공하기 위하여 게임 AI가 있는 Mobile을 제공한다. 본 시스템에서는 게임에 대한 실제감과 직관성을 높이기 위하여 컴퓨터 비전의 패턴인식 기법을 사용하여 실제 게임에 사용하는 말을 인식하고, 게임의 재미와 역동성을 주기 위하여 컴퓨터 게임의 장점인 그래픽과 사운드 효과를 모니터를 이용하여 제공하며, 게임의 원활한 진행을 위하여 게임의 진행과정과 게임의 전략 및 헬퍼를 지원하여 주는 PGA(portable game assistant)가 제공되는 Mobile을 사용하여 개인만의 게임 영역을 제공한다[4]. 또한 게임의 원활한 진행을 위하여 사용자에게 직접적인 게임화면 외의 게임 정보를 제공하기 위하여 프로젝터를 사용한 게임 추가정보를 보여준다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 실감형 보드게임과 유사한 가상현실 게임, 증강현실 게임, 보드게임, 실감형 보드게임에 대하여 설명하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 실감형 보드게임의 시스템에 대하여 설명한다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 게임의 사용자에 대한 유용성과 편리성에 대한 평가를 진행하였고, 5장에서는 향후연구과 결론을 설명한다.

## II 관련 연구

실감형 보드게임 환경을 제작하기 위한 본 연구의 목적과 관련 있는 연구 주제로 현재 연구되어 온 실감형 게임인 가상현실 게임과 증강현실 게임, 체감형 게임, 실감형 보드게임을 들 수 있다. 최근에는 기존의 마우스, 키보드, 조이스틱을 사

용한 단순 입력 게임이 아닌 게임과 사용자간의 상호작용을 중요시 하는 상호작용 게임(interactive game)이란 이름으로 여러 연구자들에 의해 연구 되었다[5-7]. 이재진[5] 등은 가상환경 상에서 사이버글러브를 사용한 VR 바둑을 만들었으며, Szalavari[6] 등은 증강현실 환경에서 전자펜을 이용한 마작 게임을 제작하였다. AR 마작게임, VR 바둑은 가상의 오브젝트를 트래킹 하기 위하여 전자펜, 3D 커서, 사이버글러브를 사용하였다. 이러한 하드웨어 장비는 고가의 제품이라 일반적인 가정집에서 구입해서 사용하기 어렵고, 사이버글러브와 같은 장비는 장시간 착용 시 불편하다는 문제점이 있다. 또한 이러한 장비를 제어하기 위해서는 복잡한 기술이 필요하다는 단점이 있다. 그 외에 Kiyokawa[7] 등은 고가의 장비 대신 간단한 마커만을 사용하여 게임을 제어하는 테트리스를 만들었지만 이 역시 실제 물체를 제어한다는 느낌을 주기에는 많이 부족하다. 인간의 경험은 물리적인 인터랙션, 즉 직접적인 신체감각의 접촉을 통해 다차원적으로 정보를 인식할 때 보다 효율적이다. 게임이 사용자들에게 효과적인 유희적 경험을 제공하기 위해서는 현실 환경에서의 경험과 접목시켜야 함에도 불구하고 그 동안의 컴퓨터 게임은 가상과 현실을 확연히 구분하여 왔다. 첨단기술이 저렴한 가격으로 빨리 적용되는 분야가 게임기 인터페이스 개발 분야이기 때문에 새로운 형태의 인터페이스 개발이 게임의 개발과 동시에 진행되기도 한다[8]. 최근에는 게임 조작의 한 방법으로 사람이 직접 몸을 움직여 프로그램을 제어하는 체감형 게임이 증가하고 있다. 체감형 게임은 사람 신체의 움직임 및 오감을 최대한 반영한 리얼리티(Reality)를 추구하는 전문적인 게임이다[9]. 새로운 체감형 게임기들이 이렇게 폭발적인 인기의 비결은, 무엇보다 획기적인 발상과 그것을 효과적으로 이끌어낸 조작 인터페이스의 개발 덕분이라고 볼 수 있다. 일반적으로 업소용 게임기의 인터페이스라면 스틱과 여러 개의 버튼을 떠올리게 되는데, 체감형 게임기들은 이러한 조작 인터페이스의 틀을 깨는 것로부터 출발하기 때문에 조금 더 실제감을 느낄 수 있고 동작의 적극적인 유도가 가능하다. 텐저블 인터페이스는 실제 환경이나 사람의 경험에 가장 가깝게 디자인하여 사용자가 쉽게 조작할 수 있고 정보를 얻어낼 수 있는 장점이 있다는 점에서 체감형 게임의 인터페이스에 적합한 개념이라고 볼 수 있겠다. 이러한 체감형 게임은 현재 국내외에서 다양한 형태로 게임이 개발이 되고 있으며, 최근에는 이를 위한 다양한 인터페이스 하드웨어의 개발 등을 바탕으로 컴퓨터 게임의 새로운 주류로 부상하고 있다[10]. Thomas[11] 등은 일인용 슈팅 게임인 Quake를 옥외에서 플레이 할 수 있는 체감형 게임으로 확장한 최초의 게임 ARQuake를 제안하였으

며, 사용자가 실제 세계에서 이동할 수 있도록 하며, 동시에 컴퓨터가 만들어내는 그래픽 유희와 물체들을 경험하고 제거할 수 있도록 하였다. Cheok[12] 등은 사용자가 돌아다니며 가상의 쿠키를 모으는 체감형 게임 팩맨(pacman)을 만들었다. Ohshima[13] 등은 두 사람이 실제 환경인 하나의 테이블과 가상의 puck( puck)을 공유하는 체감형 게임 air-hockey를 소개하였다. 또한 현재 상품화 되어 있는 Sony의 EyeToy나 닌텐도의 NDS는 체감형 게임의 대표라고 볼 수 있다. 위에서 언급한 게임들은 HMD, 카메라, 추가적인 지원 장비(노트북 등)로 구성된 전통적인 'backpack' 시스템을 이용한다. 그러나 이 시스템은 비싸고, 거추장스러우며, 사용하기 매우 불편한 단점을 가지고 있다. 게다가 HMD는 가로 시각 범위가 34도 밖에 되지 않기 때문에, 사용자는 시각적으로 매우 불편함을 느낀다[13]. 또한 현재 상품화된 EyeToy나 NDS와 같은 경우는 다양한 게임의 활용 범위가 제한적이라는 단점이 있다. 보드게임이란 간단히 바둑, 장기, 블루마블처럼 어떠한 판(보드)을 두고, 그 위에 몇 개의 말을 올려 정해진 규칙에 따라 진행하거나, 고스톱, 포커처럼 일정한 카드를 가지고, 역시 일정한 규칙에 따라 진행되는 게임이다. 최근 게임시장에서는 이런 보드게임이 성행하고 있다. 그 이유는 첫째, 사람들 간의 직접적인 만남에 의한 게임이 즐겁다. PC나 게임기 앞에 붙어 앉아 서로 눈앞에 보이는 화면만을 보면서 하는 게임의 삭막함이 없다. 둘째, 블루마블과 같은 보드게임 종류가 1만개 정도로 다른 게임에 비해서 매우 다양하다. 또한 '블러핑'이라는 있어도 없는 척 없어도 있는 척 상대를 속이는 재미 또한 풍부하다는 장점이 있다. 셋째, 보드게임은 걸모습이 화려하다. 온라인 게임과 콘솔 게임에서는 캐릭터나 그들이 가지고 다니는 걸모습이 화려하지 않으면 성공하기 힘들다. 하지만 이런 게임들은 모니터 안에서만 화려하지 실제 그들이 담겨있는 패키지 겉 박스나 시디 프린팅은 멋진 일러스트 이외에 실제로 폼나는 모습을 찾기 힘들다. 하지만, 보드게임은 겉 박스의 크기부터 압도한다[1].

디지털 보드게임은 이러한 보드게임의 장점과 컴퓨터 게임의 장점을 동시에 사용자에게 제공하는 새로운 게임 방식이다. 디지털보드게임은 게임 진행을 컴퓨터가 제어하기 때문에 그래픽이나 사운드를 이용하여 보다 동적인 게임 환경을 제공하고, 사용자에게 게임의 정보를 시각적으로 지원하여 보다 재미있고 빠른 게임 진행을 가능하게 한다. Lee[15] 등은 많은 사람들이 즐기는 카드게임을 디지털화 하는 시스템 환경을 만들었다. 이 시스템은 카드의 정보를 카메라를 이용하여 인지하고 게임을 진행한다. 하지만 카드의 정확한 트래킹과 정보전달에 한계가 있다. Magerkurth[16] 등은 기존의 롤블

레이팅 보드게임을 디지털화 하여 기본적인 GUI 플랫폼 (virtual domain), 모바일과 게임 말(physical domain)을 사용하여 여러 사람이 즐길 수 있는 디지털보드게임 환경을 만들었다. Sugimoto[16] 등은 여러 사람이 함께 모여서 도시설계를 할 수 있도록 통합 공간(shared space) 및 개인 공간(personal space)을 이용한 협력 시스템 환경을 만들었다. 이 두 시스템[15-16]은 사용자에게 필요한 정보를 센서 보드와 RFID 기술을 사용하여 단순히 보드판에서의 말의 위치나 기본적인 정보만을 제공한다. 이러한 시스템들은 고가의 장비, 복잡한 기술, 게임에 대한 전략적 정보의 부재로 게임 진행을 단순하게 만들어 주는 단점이 있다.

본 연구는 기존의 실감형과 체감형 게임에서 장점을 보드 게임에 적용하며, 이를 통하여 새로운 실감형 보드게임의 환경을 설계한다. 또한 기존의 실감형 보드게임에 더욱 추가된 PGA를 제안한다. PGA는 현재 많은 이슈가 되고 있는 모바일

### III 실감형 보드게임 시스템

보드게임은 공동영역과 개인영역으로 나뉜다. 공동영역에서는 게임 말의 인식 및 게이머 공동이 알아야 하는 정보를 제공하고, 개인영역에서는 게임에 필요한 개인만의 정보를 제공한다. 기존 연구에서는 보드 말의 인식을 위하여 RFID 기술을 사용하였고, Mobile을 사용하여 개인의 정보를 제공한다. 하지만 전략이나 게임의 규칙을 사용자가 쉽게 인식하기는 힘이 든다는 문제점이 있다. 본 시스템에서는 공동영역에서의 말 인식을 경제적 부담이 적은 컴퓨터 비전 기술을 사용하고, 게임 중 게임전략과 게임규칙 등의 제공을 위한 게임 AI가 추가된 PGA를 제안한다.



그림 1. 실감형 보드게임 시스템  
Fig. 1. AR board game system 기존의 실감형

그림 1은 실감형 보드게임 환경을 보여준다. 기존의 보드 게임을 디지털화하여, 사용자에게 게임의 재미와 실제감을 동시에 제공한다. 이 시스템은 2개의 영역으로 나뉜다. 게이머 모두가 사용하는 공동영역은 카메라를 이용하여 실제 말을 인식하여 게임을 진행하고, 프로젝터를 이용하여 모든 게이머가 알아야 하는 게임 추가정보 및 게임규칙을 보여준다. 또한 LCD 모니터를 통하여 게임의 중요한 동영상 및 추가 애니메이션을 제공하고, 게임에 현실감을 더하기 위하여 스피커를 이용한 사운드를 제공한다. 게이머의 개인만을 위한 개인영역에서는 PGA를 이용하여 게임의 전반적인 게임화면을 제공하여 주며, 사용자에게 필요한 전략 및 게임 규칙을 보여준다. 공동영역에서는 카메라를 통하여 입력된 영상에서 말을 찾는다. 이때 말과 모니터 사이의 정확한 분리를 위하여 카메라는 편광필터렌즈를 사용한다. 입력된 이미지는 컴퓨터 비전 기술을 사용하여 말을 인식하게 된다. 또한 좌표변환 캘리브레이션을 통하여 추가정보의 정확한 매핑 자리를 찾게 된다. 그리고 각각의 정보를 게임 엔진으로 보내어 게임의 정보와 결합한다. 게임정보는 뷰어를 통하여 각각 모니터, 프로젝터, 개인영역으로 제공된다. 제공된 게임정보는 모니터를 통하여 게임의 동영상과 애니메이션을 지원하고, 프로젝터를 통하여 게임에 필요한 공동의 정보와 추가정보를 제공한다[18]. 개인영역으로 제공된 게임정보는 PGA를 통하여 사용자에게 제공한다. 사용자는 스타일러스 펜을 사용하여 게임에서 자신이 필요로 하는 정보를 확인하고, 게임의 규칙을 익히며, 게임에서 이기기 위한 전략을 PGA에 저장된 게임 AI를 통하여 확인하고 실천함으로써, 좀 더 풍부하게 자신만의 게임 공간을 활용하게 된다(그림. 2).

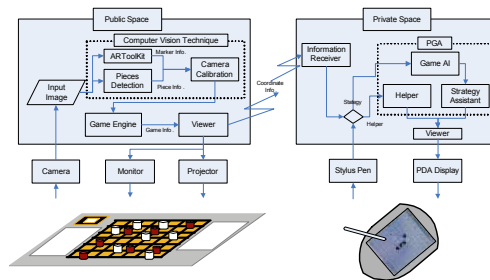


그림 2. 실감형 보드게임 환경의 구조  
Fig. 2. AR Board Game of Structure

#### 1. 게임 말 인식

본 시스템은 사용자로 하여금 실제 말을 만지는 느낌을 주기 위하여 실제 게임 말을 사용하고, 실제 말을 인식하는 방법으로 컴퓨터 비전 기술을 사용한다. 장기 말은 종이 박스를

육면체로 잘라서 그 위에 인식할 문자가 찍힌 종이를 붙인 형태로 제작했다. 그리고 밑 부분에는 고무를 대어서 모니터 위에서 게임 말이 미끄러지지 않게 함으로써 장기 말을 제한된 위치에서 벗어나지 않게 하였다. 말 위에 붙여진 마커의 기본 바탕을 하얀색으로 하였다. 또한 게임판인 모니터의 색깔을 검은색으로 입력 받기 위하여 카메라에 편광필터 렌즈를 부착하였다. 검은색과 하얀색의 차이로 말 인식 정확도가 높아지며 편광필터 렌즈로 인하여 조명에 의해 생기는 그림자에 의한 영상 잡음이 줄어들게 된다. 장기 말이 카메라 렌즈와 평행하게 놓여 있지 못하면 육면체 옆면이 검출된 시각영역에 포함되어서 문자를 인식하는데 잡음처럼 작용해서 잘못 인식할 수 있다. 그래서 글자 부분에 검은색 테두리를 둘러 처리 과정에서 정확히 시각영역을 뽑아 낼 수 있도록 했다. 이진화된 영상에서 윤곽선 추출을 통해 말일 가능성이 큰 크기를 가진 외곽선을 추출 하고 그 중심점과 그 외곽선을 이루는 분산 정도를 보고 사각형을 판별 해낸다. 말이라고 판별된 영역의 중심점과 네 개의 꼭지점을 찾아낸다. 중심점은 컴퓨터가 처리 할 수 있도록 위치 정보를 구성하는데 사용되고 꼭지점은 문자를 추출하기 위해 필요하다. 장기 말은 다양한 방향으로 판 위에 놓일 수 있으므로 방향성에 영향을 받지 않는 특징을 이용해서 문자를 인식해야 한다. 장기에서 구분해야 하는 문자의 종류는 14종류이며 본 시스템에서 위치정보를 구성하기 위해 기준 마커 2 종류를 두어 총 16개의 패턴을 인식하면 된다. 기존의 패턴을 정의해서 비교하는 농담정규화 정합법(Normalized gray-level Correlation:NGC) 방법으로는 속도도 느리고 방향성을 고려해야 하기 때문에 효율적이지 못하다. 그래서 빠르고 정확하게 처리하기 위해 패턴의 색깔 정보, 컴포넌트 개수, 문자가 이루고 있는 도형의 특징을 인식하도록 했고 추출한 패턴이 방향성에 영향을 덜 받도록 양선형 변형(Bilinear transformation)을 통해 문자를 추출했다. 16개의 패턴은 크게 색깔로 3개의 클래스로 나뉘며 패턴을 이루고 있는 덩어리 개수로 문자를 구분한다. 컴포넌트 개수가 같은 패턴은 패턴의 크기, 패턴을 이루고 있는 점들의 분산 정도와 가장 작은 컴포넌트의 최대 크기로 구분 할 수 있다. 예를 들어 한글로 '줄'과 '마'는 컴포넌트 개수로 구분되며 '마'와 '사'는 앞에 자음의 모양으로 구분 할 수 있다. 한문으로 쓰인 한나라 말의 패턴도 이렇게 구분한다. 장기판의 조명은 부분마다 차이가 있을 수 있고 사람 손의 영향으로 패턴을 잘못 인식할 확률이 높다. 시스템 운영 중에 이와 같은 이유로 발생할 수 있는 오인식은 다른 영상처리 방법으로 보완해서 오인식을 방지할 수 있다. 비전을 통해 첫 말들의 위치를 초기화하고 이 정보와 차 영상(Difference image)을 비

교해서 말의 움직임과 잡은 말의 위치를 정확히 감지한다. 이렇게 검출된 위치의 말들만 비전을 통해 비교함으로써 잡음에 의한 오인식을 줄일 수 있다. 이렇게 분석된 정보는 장기 게임엔진이 계산 할 수 있는 좌표로 변환되어야 한다. 좌표 변환을 위해 장기판 옆에 기준 마커를 두고 이 거리로부터 말들의 좌표를 정할 수 있다[19].

2. 사용자 피부색 등록

전체적인 시스템의 흐름을 살펴보면 우선 캠코더로 얻은 영상으로부터 컴퓨터 비전의 패턴인식 기법을 사용하여 장기판 위 말을 인식한다. 이렇게 인식한 정보를 조합해서 말판 상태정보를 구성하여 PGA 화면과 모니터, 프로젝터를 통하여 게임을 제공하게 된다.



그림 3. 사각형 안에 피부색을 등록하는 화면  
Fig. 3. Skin color of the screen to register in a rectangle

실감형 보드게임 시스템은 사람과 사람이 번갈아 장기를 두는 식으로 프로그램이 동작하므로, 누가 뒀는지를 판단하는 기준이 필요하고 카메라로부터 들어오는 매 프레임마다 판의 변화 유무를 검사하는 것은 많은 시간을 요구한다. 따라서 장기판 위에 사람의 손이 들어와서 나간 정보를 사람이 말을 움직인 근거로 생각하고 장기판 위 말의 변화를 체크하게 된다. 이런 기준을 설정하기 위해 사람의 손의 피부색을 등록한다. 그림 3에서 볼 수 있듯이 빨간 사각형 박스 부분에 손을 넣고 피부색을 등록한다. 피부색을 등록하면 아래 그림에서 볼 수 있듯이 손 영역을 검출하여 사각형으로 표시한다. 손이 검출된 후 사라지면 장기 말을 움직였다고 판단하고 장기판 상태 변화를 체크한다. 피부색 등록 방법으로 본 시스템에서는 스킨칼라 모델을 이용한다. 우리는 손 영역을 추출하기 위해 픽셀기반의 스킨칼라 모델을 이용한다. 또한 모델링을 위한 칼라 공간(color space) 선택 단계와 스킨칼라 분포를 모델링하는 단계로 이루어져있다. 우리는 빠른 수행을 위해 색상 성

분의 개수가 적고, 변환식이 간단하고 밝기값<sup>2)</sup>에 영향을 덜 받는 정규화 된 RGB 모델(normalized RGB)을 이용한다. 식은 다음과 같이 기술한다.

$$r = \frac{R}{R+G+B}, g = \frac{G}{R+G+B}, b = \frac{B}{R+G+B} \dots\dots\dots (1)$$

여기서 r과 g값만을 이용하며, 스킨칼라 분포를 모델링하기 위해 다음 식과 같은 베이지안 분류기(Bayesian classifier)을 이용한다.

$$P(\text{skin} | \mathbf{c}) = \frac{P(\mathbf{c} | \text{skin})P(\text{skin})}{P(\mathbf{c})} \dots\dots\dots (2)$$

베이지안 분류기를 이용해서 스킨칼라 분포를 모델링할 때는 두 가지 경우가 있다<sup>3)</sup>. 첫째 칼라공간에서 얼굴영역일 확률과 얼굴영역이 아닐 확률이 같은 경우 ( $P(\text{skin})=P(\sim\text{skin})$ )이며 (maximum likelihood estimation), 이때는  $P(\mathbf{c}|\text{skin})$ 만을 이용해서 모델링한다. 둘째 다른 경우 (maximum a posteriori estimation), 다음 식(3, 4)과 같이 비율을 이용하여 1보다 크면 손 픽셀, 작으면 비-손 픽셀로 구분한다.

$$\frac{P(\text{skin} | \mathbf{c})}{P(\sim\text{skin} | \mathbf{c})} = \frac{P(\mathbf{c} | \text{skin})P(\text{skin})}{P(\mathbf{c} | \sim\text{skin})P(\sim\text{skin})} \dots\dots\dots (3)$$

$$\frac{P(\mathbf{c} | \text{skin})}{P(\mathbf{c} | \sim\text{skin})} > \frac{1 - P(\text{skin})}{P(\text{skin})} \dots\dots\dots (4)$$

우리는 칼라공간에서 얼굴 영역일 확률과 아닐 확률이 같다는 가정 하에,  $P(\mathbf{c}|\text{skin})$ 만을 이용해서 스킨칼라 분포를 모델링하며, 다음과 같이 가우시안 확률 밀도 함수(Gaussian probability density function)를 이용한다[22].

$$\mu = (\mu_r, \mu_g), \mu_r = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i, \mu_g = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N g_i \dots\dots\dots (5)$$

$$\Sigma \begin{bmatrix} \sigma_{rr} & \sigma_{rg} \\ \sigma_{gr} & \sigma_{gg} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (6)$$

$$p(\mathbf{c} | \text{skin}) = \frac{1}{2\pi|\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(\mathbf{c}-\mu)^T \Sigma^{-1}(\mathbf{c}-\mu)} \dots\dots\dots (7)$$

N은 총 픽셀의 수, C는 입력 벡터(r, g)이며,  $\mu, \Sigma$ 는 스

2) 피부색은 밝기값에 매우 민감하다[20].  
3) P(c)는 입력 벡터(r,g)가 나타날 확률이며, 베이지안 분류기의 특성에 의해 고려하지 않는다.

킨칼라 분포의 매개변수(parameter)로써, 평균 벡터와 공분산 행렬(covariance matrix)을 나타낸다.

표 1. 다양한 환경에서 획득한 샘플들을 기반으로 계산한 매개변수  
Table 1. Samples obtained from various environmental parameters calculated

	$\mu_r$	$\mu_g$	$\sigma_{rr}$	$\sigma_{rg}$	$\sigma_{gr}$	$\sigma_{gg}$
Value	0.3844	0.3193	0.00025	-0.00013	-0.00013	0.0002

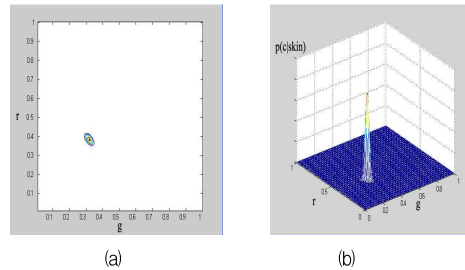


그림 4. 스킨칼라 모델의 가우시안 분포도: (a) 2차 그래프, (b) 3차 그래프

Fig. 4. Gaussian distribution of skin color model: (a) 2 D graph, (b) 3D graph

### 3. 프로젝터를 이용한 추가정보 제공

실감형 보드게임에 추가정보를 제공함으로써 사용자로 하여금 게임에 더욱 집중하고 재미있게 할 수 있다. 장기 게임의 경우 상대방의 타이머를 측정하여 게임의 지루한 대기시간을 축소하거나, 게임에서 자신이 먹은 말의 개수와 종류를 앞으로 좀 더 나은 전략을 수립하기 쉽다. 추가정보는 모니터의 크기가 충분히 크지 못하기 때문에 프로젝터를 통하여 제공한다.

하지만 게임화면 외의 영역에 정확하게 정보를 매핑하기 위해서는 문제점이 있다. 프로젝터로 보여주는 정보란이 실제 비쳐지는 게임 테이블에 정확히 위치하기가 어렵다(그림 5). 그래서 본 시스템에서는 마커를 이용한 좌표변환을 이용하였다. 가상으로 뿌려질 마커의 각 모서리 점(x, y) 4개와 실제 마커의 모서리 점(X, Y) 4개를 원근 투영 변환(perspective transformation)<sup>4)</sup>을 이용하여 (x, y) 과 (X, Y) 사이의 매핑을 정확히 할 수 있다[23]. 4개의 매치되는 점  $\{(x_i, y_i), (X_i, Y_i)\}$ 가 주어질 때, 변환은 식 (8)과 같은 동차 좌표계(homogeneous coordinate)로 좀 더 간단히 표현된다.

$$\begin{pmatrix} hX_i \\ hY_i \\ h \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \\ 1 \end{pmatrix} \dots\dots\dots (8)$$

4) 우리는 카메라와 프로젝터를 원근투영변환으로 모델화할 수 있다고 가정한다.



그림 5. 카메라와 프로젝터간의 매핑 문제점  
Fig. 5. Mapping problem between camera and projector  
4 PGA(Portable Game Assistant)

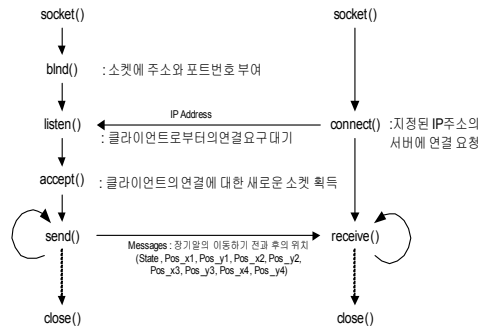


그림 6. 소켓 구조  
Fig. 6. Socket structure

보드게임은 대부분 전략 게임으로 사용자의 전략 수립이 게임의 승패에 큰 영향을 미치며, 게임 진행의 대부분을 차지한다. 하지만 게임의 전략 수립은 상당히 어려우며, 많이 시간이 소요되고, 직접 해보지 않는 이상 쉽게 알기 어렵다. 이를 위해 보드판에서 직접 말을 옮기며 자신의 전략을 수립하면, 다른 사용자가 내 전략을 알게 되고 게임에서 지게 될 것이다. PGA는 이런 사용자를 위해 보드판에서 직접 말을 옮기는 것이 아니라, 개인이 휴대하고 있는 PGA를 통해 말을 옮겨보고, 최고의 전략 수립에 도움을 준다.

PGA를 실행하기 위하여 PGA와 게임 테이블간의 소켓을 이용한 통신이 필요하다. 서버에서는 소켓을 열고 소켓에 주소와 포트번호를 부여하게 되고, 클라이언트로부터의 연결을 기다리게 된다. PGA에서 소켓을 접속하여 서버의 IP 주소와 연결을 요청하게 된다. 서버에서 PGA의 연결에 대한 새로운 소켓을 획득 하게 되면서 PGA와 서버간의 통신이 이루어진다. 서버에서는 사용자 말의 시작 위치와 끝 위치 좌표, 상대 말의 시작위치와 끝 위치 8개를 PGA로 보내어 게임을 진행한다.

PGA에서 지원하는 게임 AI는 게임 트리를 사용한다. 게임 트리는 각각의 노드가 게임의 한 상태(말의 위치)를 의미하며, 각 노드의 자식 노드들은 한 수 이후에 도달할 수 있는 다음 위치를 의미하는 특별한 노드이다. 컴퓨터는 게임 트리를 이용해서 다음 수순을 미리 예측하고 가장유리한 수를 찾는다. 복잡한 게임의 경우에는 가능한 수순의 경우가 매우크기 때문에 게임트리를 적절한 크기로 제거할 필요가 있다. 우리는 게임트리로 최소최대(minimax) 탐색법을 수행하고, 트리의 크기를 줄이기 위하여 알파베타 가지치기(alpha-beta pruning)을 이용한다[21].

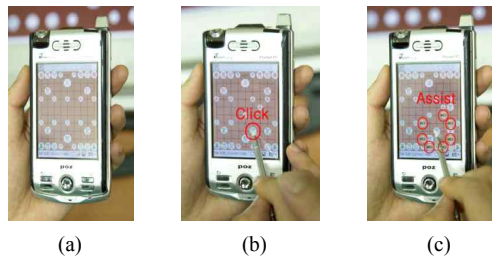


그림 7. PGA환경: (a) 게임의 현재 상태, (b) 게임의 선택, (c) 게임의 전략 지원

Fig. 7. PGA environments: (a) the current state of the game, (b) Games Choice, (c) support of the game strategy

PGA는 사용자 자신만을 위한 개인영역으로써, 게임 테이블에서 진행되고 있는 게임과 동기화되어 전체적인 게임 진행 상황을 한눈에 확인할 수 있으며(그림 7 (a)), PGA 상에서 자신의 패를 직접 옮겨 보고(그림 7 (b)), 상대방이 움직일 패를 게임 AI를 통해 제공받아(그림 7(c)), 자신만의 전략을 수립하는데 도움을 준다. 그리고 처음 게임을 접하는 사용자도 게임을 쉽게 할 수 있게, 패가 움직일 수 있는 경로와 같은 간단한게임 룰을 제공한다(그림 7(c)). 우리가 제안한 PGA는 사용자가 쉽게 자신만의 공간에서 게임 전략을 수립할수 있게 도움을 줄 뿐만 아니라, 사용자의 편의성 측면에서 게임을 쉽게 진행할 수 있게 도움을 준다.

#### IV 편리성과 유용성 평가

우리는 본 시스템을 평가하기 위한 실험을 몇 가지 해 보았다. 첫째, 실감형 보드게임의 환경의 편리성에 대한 실험을 하였고, 둘째, PGA를 사용하여 게임의 재미와 전략 및 게임 학습의 중요성에 대한 실험을 하였다.

### 1. 실감형 보드게임의 편리성 실험

우리는 평가를 위하여 총 30명을 대상으로 실험을 해보았다. 이 주제는 실감형 보드게임 환경에서 장기를 둘 때 HMD를 착용한 상태에서 게임을 진행하고, 그 다음 프로젝터를 통한 게임을 진행 해 보았다. 표 2는 사용자 평가에 대한 질문들이고, 그림 8은 질문에 대한 대답을 그래프로 보여준다.

표 2. 사용자 평가에 대한 질문  
Table 2. Questions about User Reviews

1. 실감형 보드게임 시스템에서의 장기 게임과 실제 장기 게임을 모두 해보았을때 어떤 것이 좋으나? 1~7까지 점수를 매겨 보아라. (1: 실제 장기 게임이 좋을 때, 7: 실감형 장기 게임이 좋을 때)
2. 실감형 보드게임에서 프로젝터를 사용할 때가 HMD를 사용할 때보다 더욱 편안한가?
3. 실제 말을 사용하는 것과 그렇지 않은 것 중 어느 것이 직관적이라고 생각하는가?
4. 실감형 보드게임에서 다른 보드게임인 바둑이나 마작을 새로 만드는 것에 대하여 어떻게 생각하느냐?
5. 실감형 보드게임에서 PGA의 사용에 대해서 좋으나?

사용자 평가에 대한 결과를 보게 되면 1번 질문에 대한 답은 평균 6.2가 나왔다. 이 결과는 실감형 보드게임을 했을 때 실제 게임보다 더 좋다는 결과이다. 이는 실제 게임의 장점인 실제 물체를 만지는 느낌이 있으면서 컴퓨터 게임의 장점인 화려한 그래픽과 사운드를 제공하기 때문이다. 실감형 보드게임에서 HMD보다 프로젝터로 추가정보를 보여주는 것이 더 좋다고 나왔다. 이는 HMD를 장시간 착용 시 어지러움과 같은 문제점이 있기 때문이다. 질문 3번에 대한 대답은 실제 말을 사용할 때가 더욱 직관적이라는 대답이 나왔다. 아무리 증강현실이나 가상현실 세계에서 직관적인 상호작용을 제공하더라도 실제 말을 만지는 느낌이 더욱 직관적이기 때문이다. 질문 4에 대한 대답은 다른 보드게임을 만드는 것은 어떤가에 대한 대답으로 모두 긍정적인 대답이 나왔다. 질문 5에 대한 대답은 PGA의 사용이 사용자에게 게임의 규칙과 전략의 지원이라는 아주 흥미로운 게임 지원이라는 데서 긍정적인 대답이 나왔다.

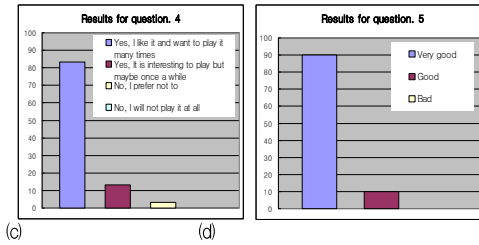
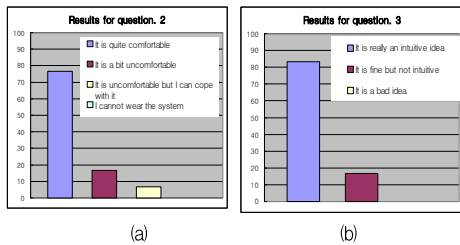


그림 8. 사용자 평가에 대한 결과 (a) 2번 결과, (b) 3번 결과, (c) 4번 결과, (d) 5번 결과.

Fig. 8. Results for users to evaluate: (a) 2 times the results, (b) 3 times the results, (c) 4 times the result, (d) 5 times the results.

### 2. PGA 사용의 유용성 실험

PGA를 이용한 디지털보드게임은 게임의 규칙을 몰라도 쉽게 배울 수 있고 게임 전략을 쉽게 짤 수 있다는 장점을 가진다. 우리는 본 시스템의 유용성을 확인하기 위하여 AI가 장착된 장기 게임을 접목하여 보았다. 장기 게임의 룰은 간단하지만 처음 게임을 접하는 사람은 쉽게 즐길 수가 없다. 누군가가 옆에서 게임의 규칙을 가르쳐 주거나, 게임규칙이 나오는 책을 보아야 한다. 하지만 PGA를 사용하면 게임 규칙에 대한 설명이 없이 처음 접하는 사용자도 게임을 쉽게 이해하고 즐길 수가 있다. 우리는 실제로 장기 게임을 모르는 5명과 이미 게임의 규칙을 알고 있는 5명을 서로 대작하게 하여 게임의 진행 속도와 게임의 승패를 측정하였다. 표 3에서는 처음장기를 접하는 사람을 A, 이미 게임의 규칙을 알고 있는 사람을 B라고 하여 A와 B와의 게임 승률과 게임 진행 시간을 측정하였다. 표 4에서는 A부류에게만 PGA를 제공하고, 표 5에서는 두 부류 모두에게 PGA를 제공하여 게임 시간과 게임 승패를 측정하였다.

표 3. A, B 모두에게 PGA 제공 안함(게임 회수:5회)

Table 3. A, B didn't provide a PGA (Game Times: 5)

	A	B
게임의 속도	16분(평균)	
게임의 승률	5패	5승

표 4. A 부류에게만 PGA 제공(게임 회수: 5회)

Table 4. A class provides only PGA (Game Times: 5)

	A	B
게임의 속도	14분(평균)	
게임의 승률	1승 4패	4승 1패



표 5. A, B 모두에게 PGA 제공(게임 횟수: 5회)  
Table 5. A, B and provide a PGA (Game Times: 5)

	A	B
게임의 속도	22분(평균)	
게임의 승률	1승 4패	4승 1패

실험결과 대부분의 사용자들은 PGA를 사용함으로써 게임에 대한 승률이 높아짐을 확인할 수 있다. 실험에 참여한 각각의 5명중 처음 게임을 접하는 이들은 게임의 습득 속도에 많은 차이를 보였다. PGA를 사용한 사용자들은 게임을 익혀 나가는 데 시간이 다소 걸렸지만 게임의 규칙을 빠르게 익힐 수 있다는데 흥미를 가졌다. 하지만 PGA를 사용하지 않았을 때 게임을 몇 번 연속해서 하더라도 게임의 규칙을 전혀 알지 못하고 게임에 대한 흥미를 잃었다. 그 외에 이미 게임의 규칙을 알고 있는 사용자들은 게임의 속도가 빠르고, 새로운 게임의 전략적인 부분을 배울 수 있어서 게임 참여에 대한 집중력을 보여주었다. 또한 게임을 처음 접하는 이들과의 대결에서는 게임을 모르는 사람이 PGA를 사용하지 않았을 때 게임을 지루해하는 반면에 PGA를 제공하고 게임을 진행 하였을 때 서로간의 형평성이 맞아 게임진행을 재미있어 했다.

### V 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 게임의 직관력과 실제감을 높여주기 위하여 실제 말을 손으로 만지면서 즐길 수 있는 실감형 보드게임을 만들었고, 만들어진 실감형 보드게임에서 게임의 진행속도를 높여주고 사용자를 위한 전략을 세워주어 승률을 높여주기 위한 PGA를 제안한다. 본 시스템은 실제 말을 사용한 보드게임의 형태로 기존의 컴퓨터 게임의 문제인 비활동성, 비사회성의 문제를 해결 할 수 있고, 보드게임의 단점인 역동성을 동시에 해결한 새로운 형태의 게임 환경이다. 또한 사용자에게 소켓 통신으로 게임서버와 PGA간의 정보를 공유하고 게임의 현재과정과 전략을 지원하여 사용자로 하여금 게임의 재미와 유용성을 증가시켜 준다. 따라서 제안된 시스템은 기존의 테이블보드게임을 비롯하여 현존하는 컴퓨터 대결 게임인 장기, 바둑, 오텔로 등의 많은 곳에 응용 될 수 있다. 하지만 게임에 PGA를 적용하기 위해서는 다양한 AI의 지원이 필수적이어야 한다. 본 논문에서는 장기 AI를 사용하여 PGA에 적용하였지만 컴퓨터에 적용하기 힘든 테이블보드게임의 경우에는 AI화 하기 쉽지 않다는 단점이 있다. 앞으로 다양한 테이블보드게임을 본 시스템을 응용할 계획이다.

### 참고문헌

- [1] "Game Terminology," Korea Radio Promotion Association, Korea Society for Computer Game, HongRung Publishing Company, 5-66, 2003.
- [2] Steve Aukstakalnis and David Blatner, "Silicon Mirage: The Art and Science of Virtual Reality," Peachpit Press, 1992.
- [3] P. Milgram, H. Takemura, A. Utsumi. And F. Kishino, "Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum," Proceedings SPIE: Telemanipulators and Telepresence Technologies, Vol. 2351, pp. 282-292, 1994
- [4] Kim K.R., Park A.J., Hong K.J., and Jung K. J, "PGA: Digital Board Game Assistant," Journal of Computing Science and Engineering, Vol.32, NO. 2, 598-600, 2005.
- [5] Lee J.J., Kim J.S. and Chce S. M., "A Usability Evaluation of VR Go-Game using CyberGlove," Korea Information Processing Society, Vol.11, NO.1, pp.0819-0822, 2004.
- [6] Z. Szalavári, E. Eckstein and M. Gervautz, "Collaborative Gaming in Augmented Reality," Proceedings of the ACM symposium on Virtual reality software and technology, No. 2, pp.195-204, 1998.
- [7] K. Kiyokawa, H. Takemura and Y. Katayama, "Seamless Design for 3D Object Creation," Proceedings of IEEE Transactions on Multimedia Computing and Systems, Vol. 7, No. 1, pp. 22-33, 2000.
- [8] Song D.H, Park J.W., Lee C.W., "User-centric Immersible and Interactive Electronic Book based on the Interface of Tabletop Display," Journal of Contents Association, Vol.9, No.6, pp.117-125, 2009.
- [9] Kim H.L, Jang H.J. and Park S. H., "Designing Tangible User Interfaces to Physical Interactive Game," HCI, pp.413-419, 2004.

- [10] Pank A.J., Yang J.L and Jung K. C., "Flying Cake: PDA using really time Game," Korea Information Processing Society, Vol.12, No.1, pp. 499-502, 2005.
- [11] W. Piekarski and B. Thomas, "ARQuake: The Outdoor Augmented Gaming System," Communications of the ACM, Vol. 45, No. 1, pp.36-38, 2002.
- [12] A. Cheok, H. K. Goh, W. Liu, F. Farbiz, S. Fong, S. Teo, Y. Li and X. Yang, "Human Pacman: a Mobile, Wide-area Entertainment System based on Physical, Social, and Ubiquitous Computing," Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 8, Issue 2, pp. 71-81, 2004.
- [13] T.Ohshima, K. Satoh, H. Yamamoto and H. Tamura, "AR2Hockey: A Case Study of Collaborative Augmented Reality," Proceedings of IEEE Virtual Reality Annual International Symposiums, pp. 268-275, 1998.
- [14] Wonwoo Lee, Woontack Woo, Jongwon Lee, "TARBoard: Tangible Augmented Reality System for Table-top Game Environment," Proceedings of PerGames 2005, 2nd International Workshop on Pervasive Gaming Applications, 2005.
- [15] Carsten Magerkurth, Timo Engelke, Miral Memisoglu, "Augmenting the Virtual Domain with Physical and Social Element: Towards a Paradigm Shift in Computer Entertainment Technology," ACM Transaction on Computers in Entertainment, Vol. 2, No. 4, 2004.
- [16] Masanori Sugimoto, Kazuhiro Hosoi, Hiromichi Hashizume, "Caretta: A System for Supporting Face-to-Face Collaboration by Integrating Personal and Shared Spaces," Proceedings of ACM CHI 2004, pp. 41-48, 2004.
- [17] Ko S. H., Son Y.S., Park J. W. and Oh. S.M., "Automatic Generation Technique of Touch-Screen Interface for Mobile Game Contents," Journal of Computing Science and Engineering, Vol.15, No.11, pp.866-870, 2009.
- [18] KIm K.R., Jung K. C., "Augmented Reality Board Game using a Hand," Korea Information Processing Society, Vol.12, NO.1, pp. 923-926, 2005.
- [19] Lee S. K., Park S.S. and Jung K. C., "AR\_Robot Janggi Game," Graphics Live, Vo.12, 2004.
- [20] J. Yang and A. Waibel, "A Real-Time Face Tracker," Proceedings of IEEE Work shop Applications of Computer Vision, pp. 2-4, 1996.
- [21] V. Vezhnevets, V. Sazonov and A. Andreeva, "A Survey on Pixel-based Skin Color Detection Techniques," Proceedings of International Conference on Computer Graphics and Vision, pp.85-92, 2003.
- [22] H. Kato and M. Billinghurst, "Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conference System," Proceedings of IEEE and ACM International Workshop on, 20-21, pp. 85-94, 1999.

### 저자 소개



#### 한은정

2003 : 신라대학교 문학사  
 2005 : 동서대학교 공학석사  
 2007 : 숭실대학교 공학박사  
 2008 : University of British Columbia Post-Doc.  
 2009~현재 : 인하대학교 조선해양공학  
 학과 연구교수  
 관심분야 : 컴퓨터 비전, 증강현실,  
 휴먼 인터페이스, 미디어  
 아트, 모바일 콘텐츠 제  
 작, 온톨로지, IT조선융합  
 Email: hanej@inha.ac.kr



#### 김기락

2004 : 위덕대학교 공학사  
 2006 : 숭실대학교 공학석사  
 2009 : 숭실대학교 공학박사  
 2010~현재 : 중앙대학교 첨단영상대  
 학원 Post-Doc  
 관심분야 : 컴퓨터 비전, 증강현실 게임  
 휴먼 인터페이스, 미디어  
 아트, 모바일 인터랙션  
 Email:laura3713@lycos.co.kr



**이 장 현**

1993 : 서울대학교 공학사  
1995 : 서울대학교 공학석사  
1999 : 서울대학교 공학박사  
1999~2002 : 서울대학교 공학연구  
소 박사 후 연구원  
2002~2005 : 지노스 대표이사,  
PLM 컨설팅 사업  
본부장  
2005~현재 : 인하대학교 기계공학부  
부교수  
관심분야 : 제품수명주기관리, BOM,  
Virtual Manufacturing,  
증강현실 응용 생산  
정보시스템

Email:jh\_lee@inha.ac.kr



**유 창 혁**

2009 : 인하대학교 선박해양공학사  
2010~현재 : 인하대학교 선박해양공  
학 석사

관심분야 : 선박설계, 유한요소해석

Email:changhyuk.yu@inha.ac.kr