

석사학위논문  
Master's Thesis

동적 환경을 활용한  
핸드헬드 증강현실 게임시스템

Handheld Augmented Reality Game System  
Using Dynamic Environment

강원형 (姜元炯 Kang, Won Hyoung)

문화기술학제전공

College of Interdisciplinary Studies, Culture Technology Program

한국과학기술원

Korea Advanced Institute of Science and Technology

2007

동적 환경을 활용한  
핸드헬드 증강현실 게임 시스템

Handheld Augmented Reality Game System  
Using Dynamic Environment

# Handheld Augmented Reality Game System Using Dynamic Environment

Advisor : Professor Hyun Seung Yang

by

Kang, Won Hyoung

College of Interdisciplinary Studies, Culture Technology Program,  
Korea Advanced Institute of Science and Technology

A thesis submitted to the faculty of the Korea Advanced Institute of Science and Technology in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Engineering in the College of Interdisciplinary Studies, Culture Technology Program.

Daejeon, Korea

Dec. 27. 2006

Approved by

---

Professor Yang, Hyun Seung

Major Advisor

동적 환경을 활용한  
핸드헬드 증강현실 게임 시스템

강 원 형

위 논문은 한국과학기술원 석사학위논문으로  
학위논문 심사위원회에서 심사를 통과하였음.

2006년 12월 27일

심 사 위 원 장 양 현 승 (인)

심 사 위 원 임 창 영 (인)

심 사 위 원 노 준 용 (인)

MCT            강원형. Kang, Won Hyoung.  
20053012    Handheld Augmented Reality Game System Using Dynamic  
                 Environment. 동적 환경을 활용한 핸드헬드 증강현실 게임 시스템  
                 College of Interdisciplinary Studies, Culture Technology Program.  
                 2006. 53 pages. Advisor Prof. Yang, Hyun-Seung

## ABSTRACT

Augmented Reality is the technology which merges reality and virtuality. In virtual reality, we make all environments with virtual objects. But in augmented reality, we use real world as a background and make some virtual objects. So users can feel more actually in augmented reality. As augmented reality can improve more reality, there are many researches about using augmented reality for motion games.

In recent years, handheld devices like mobile phones, PDAs, portable game consoles improve in high speed. So researchers make efforts to use handheld devices as a platform of augmented reality. It is called handheld augmented reality. As handheld augmented reality system has a small display, users can feel reality less than in other augmented reality system. In this research, to improve reality, dynamic environment is proposed.

Though dynamic environment is a component of real world, it can be controlled automatically. Therefore, it can be controlled by virtuality. It makes that virtuality can affect reality. Without dynamic environment, only reality can affect virtuality. Dynamic environment can make two-way interaction between reality and virtuality.

In this research, handheld augmented reality game system using dynamic environment was developed. And the game content which available in this system, Ghost Hunter was also developed. With the system and content, the effect of dynamic environment could be tested.

In conclusion, this research shows new approach in augmented reality. The new approach by dynamic environment can make new interaction and experience with augmented reality.

# 목차

1. 서론 .....	1
1.1. 연구배경 .....	1
1.2. 연구목표 .....	2
1.3. 연구 내용 및 방법 .....	2
2. 체감형 게임과 증강현실 시스템에 대한 고찰 .....	4
2.1. 체감형 게임 .....	4
2.1.1. 체감형 게임의 분류와 사용되는 기술 .....	4
2.1.2. 체감형 게임의 분석에 따른 시사점 .....	12
2.2. 증강현실 시스템 분석 .....	13
2.2.1. 증강현실 시스템 개요 .....	14
2.2.2. 핸드헬드 증강현실의 필요성 .....	17
2.2.3. 증강현실 게임시스템에 대한 기존의 연구 .....	19
2.2.4. 증강현실 시스템 분석에 따른 시사점 .....	21
3. 동적 환경을 활용한 핸드헬드 증강현실 게임 시스템 제안 .....	22
3.1. 현실감 증대를 위한 동적환경 도입 .....	22
3.1.1. 동적 환경의 개념 .....	22
3.1.2. 동적 환경의 인터랙션 설계 .....	23
3.2. 게임 시나리오 & 인터랙션 .....	25
3.2.1. 게임 시나리오 .....	25
3.2.2. 게임 인터랙션 .....	26
3.2.3. 게임 시나리오에 따른 공간 구성 .....	28
3.3. 증강현실 게임엔진 구현 .....	28
3.3.1. Marker Tracking 구현 .....	29
3.3.2. 게임 엔진 구현 .....	32
3.4. 게임 하드웨어 구현 .....	34
3.4.1. AR Gun과 웨어러블 컴퓨터 .....	34
3.4.2. 게임보드와 지형지물 .....	38
3.4.3. 동적 환경 컴포넌트와 컨트롤러 .....	41
3.5. 게임 - GHOST HUNTER .....	42
4. 제안 시스템 평가 .....	44
4.1. 실험 개요 .....	44
4.1.1. 실험 목적 .....	44
4.2. 실험 방법 .....	44
4.2.1. 실험 진행 .....	44
4.2.2. 평가 기준 .....	45
4.3. 실험 결과 .....	45
4.3.1. 객관식 평가 결과 .....	45
4.3.2. 주관식 평가 결과 .....	50

4.4. 평가 종합.....	51
5. 결론 .....	53
6. 참고문헌 .....	54

## 그림 목차

[그림 1-1] 연구 내용 및 방법 .....	3
[그림 2-1] 최초의 체감형 게임 <Hang-On>과 게임화면 .....	5
[그림 2-2] 탑승식 게임: <Out Run>, <Space Harrier>, <After Burner> ....	5
[그림 2-3] 탑승식 게임: 좌석이 3축으로 회전하는 탑승식 체감형 게임기 <R360>.....	6
[그림 2-4] 버튼 플랫폼 게임: <Beat Mania>와 <Dance Dance Revolution> .....	7
[그림 2-5] 거리감지 플랫폼 게임: <ParaParaParadise>의 본체와 게임화면 .....	8
[그림 2-6] 거리감지 플랫폼 게임: <더 경찰관 신주쿠24시> 본체와 인터랙션 .....	8
[그림 2-7] 카메라 비전 게임: <Eyetoys> 게임화면 .....	9
[그림 2-8] 카메라 비전 게임: <Kick Ass Kung-Fu> 플레이화면과 게임화면 .....	9
[그림 2-9] 라이트 건 슈팅게임: <Virtua Cop>, <Time Crisis>, <House of the Dead>.....	10
[그림 2-10] 닌텐도의 Famicom 용 가정용 라이트 건 Zapper (1984).....	11
[그림 2-11] 검신 드래곤퀘스트의 컨트롤러와 본체, 게임화면.....	12
[그림 2-12] Wii 컨트롤러의 활용.....	12
[그림 2-13] 체감형 게임의 모션캡처 기술 발전에 따른 변화.....	13
[그림 2-14] Milgram's Reality-Virtuality Continuum.....	14
[그림 2-15] 증강현실의 사용 예.....	14
[그림 2-16] 광학 혼합: Optical See-through 증강현실 디스플레이.....	15
[그림 2-17] 비디오 혼합: Video See-through 증강현실 디스플레이 .....	15
[그림 2-18] 증강현실에 활용되는 디스플레이 .....	16
[그림 2-19] 다양한 핸드헬드 장치 .....	18
[그림 2-20] AR2 Hockey의 시스템 구조와 게임화면 .....	19
[그림 2-21] ARQuake 장비와 게임화면 .....	20
[그림 2-22] Invisible Train의 장비와 게임하는 모습 .....	21
[그림 3-1] 동적 환경 도입을 통한 시각적 인터랙션의 확장.....	23
[그림 3-2] 동적 환경을 통한 현실감의 보충 .....	23

[그림 3-3] 정적 환경과 동적 환경에서의 인터랙션 비교.....	24
[그림 3-4] 게임 인터랙션의 상관관계.....	27
[그림 3-5] 시야 전환에 따른 인터랙션.....	27
[그림 3-6] 동적 환경을 활용한 증강현실 게임 시스템 공간구성.....	28
[그림 3-7] 증강현실 게임엔진 프로세스 구조.....	29
[그림 3-8] 마커가 인식된 화면.....	30
[그림 3-9] 고정패턴 마커의 구조.....	30
[그림 3-10] 게임보드와 지형지물패드에 활용되는 고정패턴 마커.....	31
[그림 3-11] 인터랙션을 위한 아이콘 마커.....	31
[그림 3-12] 마커의 인식 과정.....	32
[그림 3-13] 전체 게임 하드웨어 구성.....	34
[그림 3-14] AR Gun + 웨어러블 컴퓨터와 카메라폰의 대응.....	35
[그림 3-15] 돋보기, 카메라의 LCD, 저격용 총의 망원조준경.....	36
[그림 3-16] AR Gun.....	36
[그림 3-17] 웨어러블 컴퓨터.....	37
[그림 3-18] 게임보드.....	38
[그림 3-19] 지형지물과 지형지물 패드 / 지형지물의 배치.....	40
[그림 3-20] 동적 환경 컴포넌트: 관, 경고등.....	41
[그림 3-21] 동적 환경 컨트롤러 / 게임보드와의 연결.....	42
[그림 3-22] 게임 시스템 구성: 사용자와 게임보드.....	42
[그림 3-23] 게임 플레이 장면.....	43
[그림 3-24] Ghost Hunter 게임 화면.....	43
[그림 4-1] 제안 시스템 평가 실험.....	44
[그림 4-2] 현실감에 대한 설문 결과.....	46
[그림 4-3] 편이성에 대한 설문 결과.....	47
[그림 4-4] 흥미에 대한 설문 결과.....	48
[그림 4-5] 연구의 의의에 대한 설문 결과.....	48

## 표 목차

[표 2-1] 증강현실에 사용되는 각 디스플레이의 특징 비교.....	17
[표 3-1] 동적 환경에서 활용 가능한 감각 별 이벤트와 그 발생 장치.....	24
[표 3-2] 게임 시나리오 개요.....	25
[표 3-3] 게임 인터랙션.....	26
[표 3-4] AR Gun 구성요소 사양.....	36
[표 3-5] 웨어러블 컴퓨터 구성요소 사양.....	37
[표 3-6] 동적 환경 컨트롤러 구성요소 사양.....	42
[표 4-1] 객관식 설문문항(7점 척도).....	46
[표 4-2] 주관식 설문 문항(자유기술식).....	50
[표 4-3] 주관식 설문 결과(자유기술식).....	50



# 1. 서론

## 1.1. 연구배경

증강현실 기술은 현실의 체험에 가상의 체험을 덧붙일 수 있는 기술로 가상현실 기술에서 파생되었다. 가상현실에서는 모든 환경을 가상으로 제작하여 사용자와 인터랙션 하지만 증강현실에서는 현실 세계를 배경으로 가상의 물체와 인터랙션 하기 때문에 좀 더 사용자에게 현실감을 줄 수 있다는 장점을 가지고 있다.

컴퓨터 게임의 여러 장르 중에서 체감형 게임은 게임 속의 세계와 현실에 가까운 인터랙션을 통하여 얻는 재미를 높이는데 주력하는 분야이다. 따라서 현실감을 중시하는 증강현실을 체감형 게임에 접목하려는 시도가 꾸준히 진행되어 왔다. 하지만 HMD와 위치추적 시스템 등 복잡한 구조와 불편한 유저 인터페이스로 인해 실제로 증강현실 기술을 이용하여 만들어진 체감형 게임은 많지 않은 상황이다.

최근 휴대폰, PDA, 휴대용 게임기 등 핸드헬드 기기의 발달로 핸드헬드 증강현실 시스템이 가능해지면서 이를 게임에 활용하려는 연구가 급속히 증가하는 추세이다. 하지만 핸드헬드 기기는 작은 화면 때문에 기존의 증강현실 시스템에 비하여 현실감이 부족하다는 문제점이 있다. 그래서 체감형 게임에 핸드헬드 증강현실 시스템을 적용하는데 많은 어려움을 겪고 있다.

본 연구는 카메라폰으로 체감형 증강현실 게임을 즐길 수 있을까 하는 단순한 아이디어에서 시작되었다. 하지만 앞서 말한 한계점 때문에 부족한 현실감을 어떻게 보충할 수 있을까 하는 것이 가장 큰 문제였다. 그래서 주목한 것이 증강현실을 구성하는 요소 중 하나인 현실세계를 활용하는 새로운 방법이었다. 기존의 주된 접근 방식인 화면 속의 가상 세계에서 현실감을 높이려는 시도와 차별되게 현실세계와의 보다 폭 넓은 인터랙션을 활용하여 현실감을 높이하고자 한다. 이를 위하여 도입한 것이 동적 환경이다. 동적 환경은 가상의 변화가 현실에 영향을 줄 수 있도록 하는 요소로, 현실 세계를 게임 체험의 배경으로만 활용하는 것이 아니라 게임 내에서의 변화가 직접 현실 세계를 변화시킬 수 있도록 한다. 이를 통하여 카메라폰으로 체험했을 때 더 재미있고 더 현실감 있는 게임을 만들고자 하였다.

본 연구에서는 동적 환경의 새로운 가능성을 확인하기 위해서 동적 환경을 활용한 증강현실 게임 시스템을 개발하고, 동적 환경에 적합한 게임 콘텐츠를 적용할 것이다. 이를 통해 새로운 게임 인터랙션의 가능성을 생각해보고, 핸드헬드 기기에 적합한 콘텐츠가 어떤 것인지 생각해보는 계기가 되도록 한다.

## 1.2. 연구목표

본 연구의 목표는 핸드헬드 기기에 적합한 증강현실 게임 시스템을 개발하고, 새로운 개념인 동적 환경을 적용하여 새로운 게임 인터랙션의 가능성을 살펴보는 데 있다. 이 목표를 달성하기 위한 세부적인 목표는 다음과 같다.

- 핸드헬드 기기에 적합한 체감형 증강현실 게임 시스템을 개발한다.
- 동적 환경의 개념을 정립하고, 실제로 증강현실 게임시스템에 도입하여 게임에서의 인터랙션을 확장한다.
- 제안된 시스템에 적용 가능한 게임 콘텐츠를 제작하여 실제로 체험해봄으로써 게임에서의 인터랙션에 어떤 영향을 미치는 지 알아본다.

## 1.3. 연구 내용 및 방법

본 연구는 다음과 같은 순서로 진행되었다.

제1장 ‘서론’에서는 연구의 배경 및 목표에 대하여 기술하였다.

제2장 ‘체감형 게임과 증강현실 시스템에 대한 고찰’에서는 증강현실 시스템과 체감형 게임의 특징에 대하여 알아보고 체감형 증강현실 게임에 필요한 요소와 현실감을 높일 수 있는 방법에 대한 고찰을 하였다. 기존의 연구를 토대로 새로운 시스템을 이끌어 낼 수 있는 아이디어를 도출하였다.

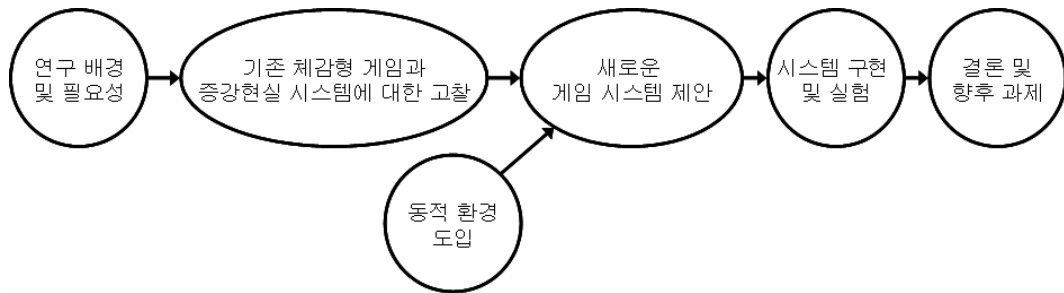
제3장 ‘동적 환경을 활용한 핸드헬드 증강현실 게임 시스템 제안’에서는 새로운 개념인 동적 환경을 도입하여 핸드헬드 증강현실에서 현실감을 높일 수 있는 방법을 제안하였다. 이 연구의 가장 핵심이 되는 동적 환경에 대한 개념 설정을 통해 새로운 시스템을 구상하고, 하드웨어와 소프트웨어로 구성된 게임 시스템을

개발하여 실제 게임 콘텐츠에 적용하였다.

제4장 ‘제안 시스템 평가’에서는 게임 시스템을 실제로 사용자가 체험하도록 하는 실험을 통하여 동적 환경을 활용한 체감형 증강현실 게임 시스템이 게임 사용자에게 얼마나 효과적으로 현실감을 높일 수 있도록 기여할 수 있는지 살펴보았다.

제5장 ‘결론’에서는 연구의 결론을 도출하고 향후 추가로 이뤄져야 할 과제를 제시하였다.

본 연구의 내용과 흐름은 [그림 1-1]과 같다.



[그림 1-1] 연구 내용 및 방법

## 2. 체감형 게임과 증강현실 시스템에 대한 고찰

이 장에서는 새로운 증강현실 게임 시스템의 도입을 위한 배경이 되는 고찰로서 다양한 체감형 게임들과 증강현실 시스템에 대하여 알아보고, 새로운 상호작용 방식을 이끌어내기 위해서 기존의 게임 및 시스템에서 부족한 점을 분석한다.

### 2.1. 체감형 게임

체감형 게임은 다양한 게임의 장르 중에서도 인간의 실제 행동과 유사한 상호작용 방식을 통하여 진행되는 게임을 일컫는다. 조이스틱, 조이패드, 키보드, 마우스 등 버튼 입력 위주의 일반적인 게임들과 달리 체감형 게임에서의 상호작용은 핸들조작, 총을 이용한 조준 및 발사, 몸을 이용한 춤추기 등 게임 밖의 실제에서 주로 사용하는 물리적인 행동이 주로 이루어진다.

#### 2.1.1. 체감형 게임의 분류와 사용되는 기술

체감형 게임의 발전에 따라 종류도 다양하게 늘어나서 수많은 장르로 나눌 수 있다. 하지만 특정한 게임의 장르별 분류에 따르지 않고, 인터랙션하는 방식에 따라서 크게 3가지 분류로 나누어 보았다.

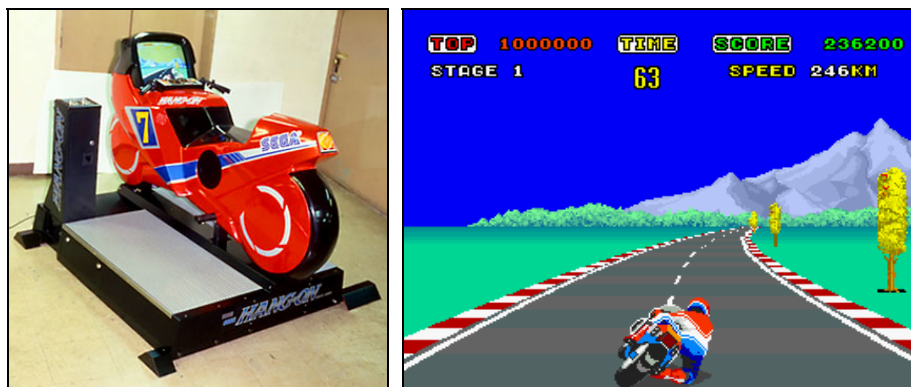
체감형 게임에서 가장 중요한 것은 바로 모션 캡처(Motion Capture)이다. 신체 특정 또는 다수의 부분의 동작을 데이터화하여 게임을 조작하는 입력 데이터로 활용하게 된다. 인터랙션하는 방식에 따라서 탑승식 체감형 게임, 포터블 센서를 이용한 체감형 게임, 센서가 부착된 고정 플랫폼을 이용한 체감형 게임으로 나눌 수 있다.

##### (1) 탑승식 체감형 게임

자동차, 바이크, 비행기, 헬리콥터, 보트 등 다양한 탈 것을 주제로 하여 좌석에 탑승하여 즐기는 게임들을 총칭한다. 탑승식 체감형 게임은 체감형 게임 중 가장 오랜 역사를 가지고 있다. 게임에 활용되는 탑승물들은 보통 핸들, 조종간 등 조작하기 위한 인터페이스를 가지고 있다. 이러한 인터페이스를 이용하여 사용자의 움직임을 캡처하여 게임에 적용하는 것이 탑승식의 특징이다. 탑승식에 활용되는 인터페이스들은 모션 캡처를 하기 쉬워서 가장 오류가 적고 개발 난이도가 높지 않은 체감형 게임이 될 수 있었다. 하지만 탑승식이라는 한계 때문에 사용자는 발을 떼서 이동하지 못하고 좌석에 앉은 채

로 몸을 기울이는 정도만 움직일 수 있으므로 주로 손발을 이용한 인터랙션이 주가 되었다.

최초의 체감형 게임이자 탑승식인 행온(Hang-On)은 일본의 SEGA에서 1985년에 개발되었다. 세계적인 게임디자이너인 스즈키 유(Suzuki Yu)에 의해 개발된 행온은 바이크로 경주를 하는 레이싱 게임이다. 실제 바이크와 유사한 형태의 게임기에 올라타서 핸들과 브레이크, 스로틀 등을 이용하여 조작하고 그에 따라 올라타고 있는 바이크 자체가 기울어져서 실제로 운전하는 듯한 느낌을 제공하여 선풍적인 인기를 끌었다.



[그림 2-1] 최초의 체감형 게임 <Hang-On>과 게임화면

행온의 인기에 힘입어 다양한 탑승식 체감형 게임들이 출시되기 시작했다. 다양한 탑승물을 모티브로 레이싱 게임, 비행 슈팅 게임이 주로 제작되었다.



[그림 2-2] 탑승식 게임: <Out Run>, <Space Harrier>, <After Burner>

탑승식 체감형 게임은 아케이드 게임 중심이었기 때문에 앉는 좌석을 포함한 커다란 플랫폼 형태로 만들어졌다. 따라서 유압 액추에이터 또는 모터 등을 활용하여 게임의 조작에 따라서 포스 피드백(Force Feedback)이 도입되기 시작하였다. 게임에서 비행기가 기울어지면 실제로 좌석을 기울이고 비행기의 방향 전환에 따라서 방향 회전을 하는 등 사용자가 회전과 가속을 느낄 수 있도록 하여 몰입감과 현실감을 높이려는 시도였다. 이런 시도는 R360(SEGA, 1990)에서 볼 수 있듯이 비행 조종사용 시뮬레이터와 유사한 형태를 가질 정도로 빠르게 발전하기에 이르렀다.



[그림 2-3] 탑승식 게임: 좌석이 3축으로 회전하는 탑승식 체감형 게임기 <R360>

탑승식 체감형 게임은 특정한 탑승물을 모티브로 하여 제작되기 때문에 콘텐츠의 변경이 쉽지 않고 제작비도 많이 소요되기 때문에 비디오 콘솔게임이 주력이 되고 있는 게임산업의 변화에 따라서 최근 사양되고 있는 추세이다.

## (2) 센서가 부착된 플랫폼을 이용한 체감형 게임

탑승식은 앉은 자세에서 게임하도록 되어 있어 게이머의 발을 자유롭게 하지 못했다. 하지만 센서가 부착된 플랫폼을 이용한 체감형 게임은 비록 고정된 범위 내이긴 하지만 사용자에게 이동의 자유를 얻을 수 있게 해주는 계기가 되었다. 플랫폼의 정해진 공간 내에서만 움직일 수 있지만 신체에 특정 장치를 부착하거나 들고 있지 않아도 된다는 장점이 있다.

### A. 버튼이 부착된 플랫폼을 이용한 체감형 게임

가장 단순한 형태는 플랫폼 위에 가장 간단한 센서인 버튼이 달려있는 Dance Dance Revolution(KONAMI, 1998)이었다. 비슷한 리듬액션 게임인 Beat

Mania(KONAMI, 1997)가 거의 동일한 기술을 활용한 리듬액션 게임이었지만 제자리에 서서 플레이 하던 것에 비해서 Dance Dance Revolution은 발로 버튼을 누르게 함으로써 더 넓은 공간에서 움직일 수 있고, 발을 통해 움직이는 것이 인터랙션의 가장 큰 요소가 되도록 만들어졌다.



[그림 2-4] 버튼 플랫폼 게임: <Beat Mania>와 <Dance Dance Revolution>

#### B. 거리감지 센서가 부착된 플랫폼을 이용한 게임

주로 적외선 거리 센서를 이용한 게임들이다. 플랫폼의 일정한 공간 내에서 몇 개의 적외선 센서가 부착되어 있고 신체의 부분이 센서에 닿는 것을 인식하여 모션캡처 데이터로 활용하는 게임을 말한다.

ParaParaParadise(KONAMI, 2000)는 리듬액션 게임으로 팔 동작이 주된 춤인 파라파라 댄스를 플레이할 수 있는 게임이다. 5개의 적외선 거리감지 센서가 내장되어 있어서 팔을 뻗는 방향에 따라 5방향으로 인식한다. 각각의 방향을 연결한 연결 동작도 가능하기 때문에 실제 댄스와 유사한 동작을 할 수 있으며 응용하여 실제 춤으로 구성도 가능했다.



[그림 2-5] 거리감지 플랫폼 게임: <ParaParaParadise>의 본체와 게임화면

더 경찰관 신주쿠24시(ザ 警察官 新宿24時)(KONAMI, 2001)는 “(3) 포터블 센서를 이용한 체감형 게임”에 속하는 라이트 건 슈팅게임이기도 하지만 거리감지 센서를 내장하고 있다는 특징이 있다. 적이 쏘는 총을 피하기 위해서 게이머는 다섯 방향으로 숨을 수 있고, 숨는 동작이 센서에 의해 감지된다.



[그림 2-6] 거리감지 플랫폼 게임: <더 경찰관 신주쿠24시> 본체와 인터렉션

### C. 카메라 비전(Vision)을 이용한 게임

카메라 비전 처리 기술을 이용해서 모션캡처한 데이터를 활용하는 게임들이다. 카메라가 고정되어 있기 때문에 주로 카메라를 바라보면서 게임을 진행하게 된다. 플랫폼 게임 중에서 가장 단순한 구조인 고정된 카메라를 활용하기 때문에 가정에서 활용하기에 적합하다는 장점이 있다.



Eyetoy(SCE, 2003)는 플레이스테이션2에서 비전을 이용한 Mixed Reality 게임을 할 수 있도록 해주는 주변기기인 웹카메라와 게임 소프트로 구성되어 있다. 카메라에 의해 실시간 촬영되는 게이머의 움직임은 비전 시스템에서 분석되어 게임을 조작하는 입력 데이터로 활용된다. 매우 간단한 구조를 가지고 있다는 장점이 있지만 항상 카메라를 쳐다보며 플레이 해야 한다는 것과 신체가 카메라 밖을 벗어나면 인식이 되지 않는다는 것이 단점으로 지적된다.



[그림 2-7] 카메라 비전 게임: <Eyeto> 게임화면

Kick Ass Kung-Fu (Animaatiokone Industries, 2003)는 아이토이와 거의 동일한 시스템을 커다란 크기로 확장한 개념이다. 점프하고 떨어질 수 있는 넓은 공간에서 카메라를 이용하여 실제 격투와 유사한 게임을 할 수 있다.



[그림 2-8] 카메라 비전 게임: <Kick Ass Kung-Fu> 플레이화면과 게임화면

### (3) 포터블 센서를 이용한 체감형 게임

포터블 센서를 이용한 체감형 게임은 손, 발 등 신체의 일부에 포터블 센서가 부착된 장치를 들거나 착용하여 모션을 캡처하는 방법을 이용한다. 따라서 주로 총, 칼 등의 무기나 라켓, 방망이 등의 운동기구 등에 다양한 모션 캡처 센서를 내장하여 게임에 활용한다.

#### A. 라이트 건 슈팅 게임

라이트 건 슈팅 게임은 총 형태의 포인팅 장치를 이용한 체감형 슈팅 게임이다. 주로 1인칭 시점으로 진행되며, 권총, 스나이퍼 총, 표창, 소화기 등 다양한 발사형 장치를 컨셉으로 제작되었다. 대표적으로 Virtua Cop(SEGA, 1994), Time Crisis(NAMCO, 1995), House of the Dead(SEGA, 1996) 등이 있다.



[그림 2-9] 라이트 건 슈팅게임: <Virtua Cop>, <Time Crisis>, <House of the Dead>

위의 게임들은 모니터 화면에서 주사되는 전자파를 받아서 화면을 가리고 있는 위치를 캡처하는 장비인 라이트 건(Light Gun)을 활용한다. 라이트 건은 단순한 구조를 가지고 있으며 추가적인 장비를 필요로 하지 않기 때문에 오래 전부터 가정용으로 활용되기도 하였다. 하지만 동작 원리 자체가 CRT 모니터의 전자총 주사방식을 이용한 것이기 때문에 LCD, PDP, 프로젝션 등 새로운 디스플레이에 적용되지 못하는 한계를 가지고 있다.



[그림 2-10] 닌텐도의 Famicom 용 가정용 라이트 건 Zapper (1984)

#### B. 모션 센서가 부착된 포터블 장치를 이용한 게임

모션 센서(가속도 센서, 자이로 센서, 적외선 센서 등)가 부착되어 방향, 기울기, 가속도 등을 측정할 수 있는 포터블 장치를 이용한 게임을 말한다. 모션 캡처 기술 중에서도 가장 최신의 방법으로 가장 다양한 데이터를 얻을 수 있는 방법이다. 하지만 오차가 큰 편이고 게이머에 따른 개인별 편차가 커서 데이터를 처리하기 가장 어려운 방법이기도 하다.

2003년 스퀘어-에닉스에서 발매한 검신 드래곤퀘스트(劍神ドラゴンクエスト)는 기존의 게임 컨셉을 과감하게 깨고 실제로 몸을 움직여서 진행되는 액션 RPG 게임이다. 게이머는 유일한 입력장치인 검을 들고 게임을 플레이 한다. 검은 마우스 같은 포인터 역할 뿐 아니라 전투시에는 휘둘러서 적을 베는 무기로 활용된다. 간단한 구조에 가정에서 즐길 수 있도록 개발된 컨트롤러는 적외선을 이용하여 위치를 감지한다. 체력소모가 상당해서 장시간 플레이 하기에는 어렵다는 것이 단점이었지만 단순한 스포츠 게임이 아니라 RPG 같은 전통적인 장르의 게임을 체감형으로, 그것도 집에서 할 수 있다는 것은 커다란 이슈가 되었다.



[그림 2-11] 검신 드래곤퀘스트의 컨트롤러와 본체, 게임화면

가장 최근인 2006년 12월 발매된 닌텐도의 Wii는 한 발 더 나아가 다양한 체감형 게임을 즐길 수 있도록 만들어진 새로운 가정용 게임 콘솔이다. 컨트롤러에 가속도 센서가 내장되어 있어 게이머의 움직임을 데이터화(모션 캡처)할 수 있다. 여러 체감형 게임에 활용할 수 있도록 디자인되었을 뿐 아니라 기존 조이스틱과도 결합할 수 있어 더욱 다양한 활용이 예상된다.



[그림 2-12] Wii 컨트롤러의 활용

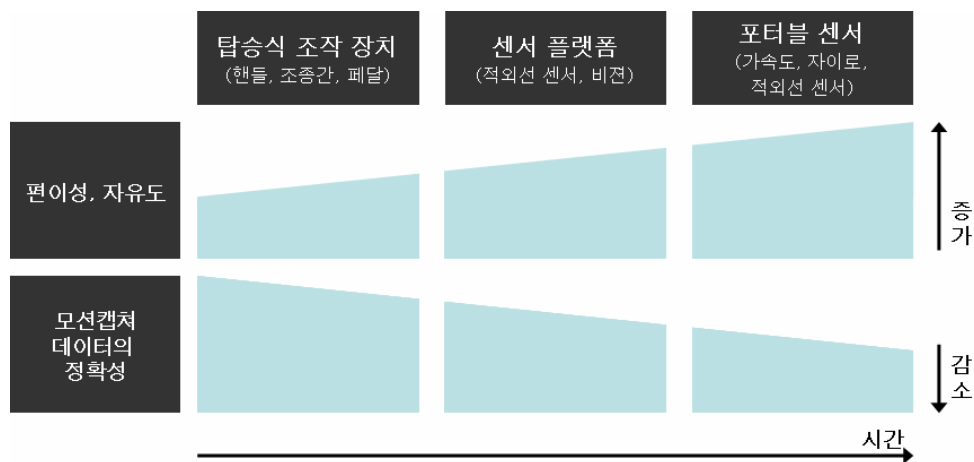
### 2.1.2. 체감형 게임의 분석에 따른 시사점

체감형 게임의 변화를 살펴본 결과 초반에는 커다란 장치를 이용하여 모션캡처하던 것에서 꾸준히 발전하여 사용자의 동작 자유도를 높이고, 모션캡처 장비를 단순하게 만들기 위한 노력이 이루어지고 있음을 알 수 있다. 시간적인 순서로 보면 탑승식에서 플랫폼 방식을 거쳐 포터블 센서 방식으로 트렌드가 변화하는 것을 알 수 있는데, 그 이유는 센서 기술의 발전 진행 과정과 관련이 깊다. 탑승식이 가장 고전적이 방법을 쓰지만 정확한 데이터를 얻어내는 반면, 가장 최신의 기술인 포터블 센서 방식은 상대적으로

정확성이 떨어진다. 최근의 센서 기술의 발달로 많은 부분이 개선되었지만 아직까지 다양한 게임에 활용되기에는 부족한 상황이다.

또한 게이머의 선호도도 점차 변화하여 사용자는 가능한 한 신체에 장치를 부착하지 않거나 간단한 도구를 손에 드는 것을 선호한다는 점이다. 따라서 몰입도가 높은 체감형 게임을 선호한다고 하더라도 커다란 장비를 신체 전체에 착용하여 움직임을 불편하게 하고 싶지 않아하는 것이 보편적이다.

체감형 게임에서의 모션캡처는 인터랙션 그 자체가기 때문에 가장 중요한 요소이다. 향후 성공적인 체감형 게임을 개발하기 위해서는 모션캡처 데이터의 정확성과 간단하고 자유도가 높은 인터랙션이라는 두 마리의 토끼를 잡는 것이 요구된다. 하지만 인터랙션 장비를 간략하게 하는 것과 정확성을 높이는 것은 서로 상충되기 때문에 적절한 접점을 찾는 것이 가장 중요하다.



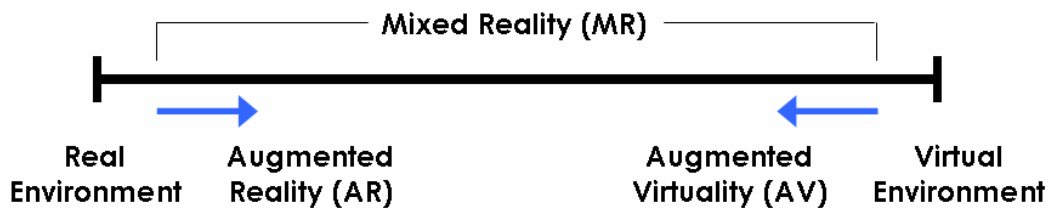
[그림 2-13] 체감형 게임의 모션캡처 기술 발전에 따른 변화

## 2.2. 증강현실 시스템 분석

여기에서는 증강현실 시스템에 대한 전반적인 분석을 통해 핸드헬드 증강현실이 필요한 이유를 알아보고, 연구에 참고될 만한 기준에 연구된 증강현실 게임 시스템에 대하여 알아본다.

### 2.2.1. 증강현실 시스템 개요

Milgram의 Reality-Virtuality Continuum에 의하면 증강현실은 혼합현실(Mixed Reality)에 속하는 개념으로, 실제 세계를 기반으로 가상의 세계를 덧붙여서 현실에서 할 수 없는 일을 하거나 현실을 더욱 풍부하게 하는 기술을 말한다.



[그림 2-14] Milgram's Reality-Virtuality Continuum

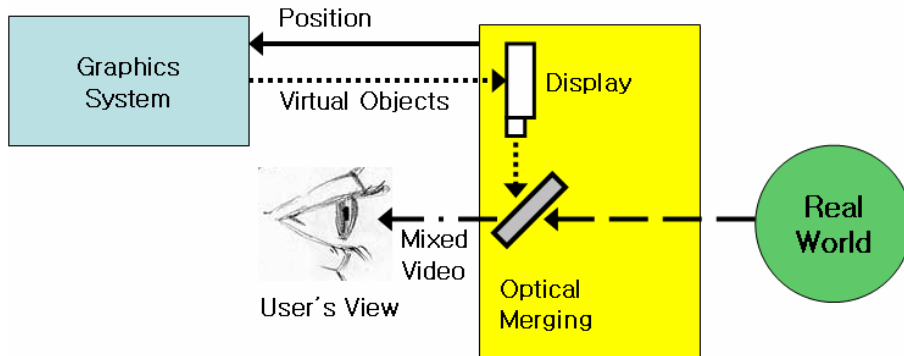
완벽하게 컴퓨터로 구현된 가상환경인 가상현실(Virtual Reality)에서는 어떠한 것이든 지 만들어 낼 수 있지만 그 안에서 상호작용하는 사용자가 실제 세계처럼 현실감을 느끼는 것에는 한계가 있다. 증강현실은 실제 세계의 현실감을 유지하면서 가상 세계의 장점까지 받아들일 수 있기 때문에 각광을 받고 있다.



[그림 2-15] 증강현실의 사용 예

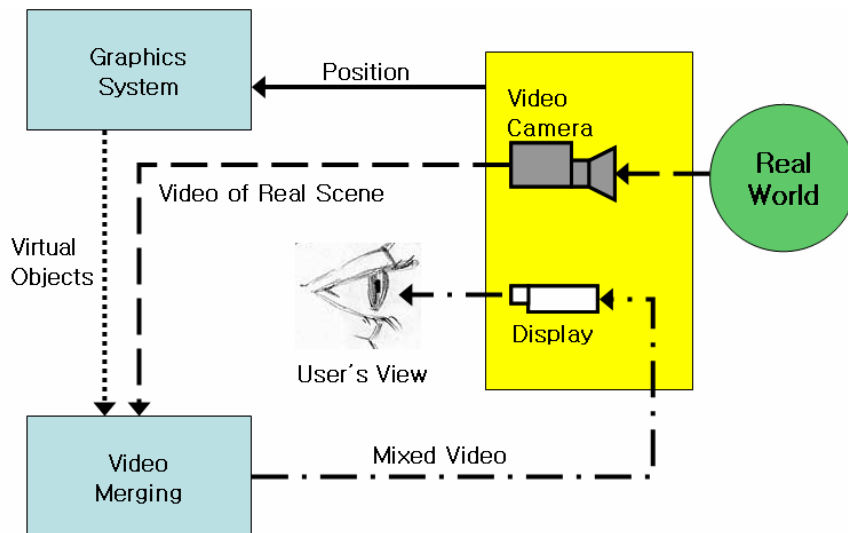
증강현실 기술은 현실적인 인터랙션을 유지하면서 시뮬레이션을 가능하게 하기 때문에 다양하게 활용될 수 있다. [그림 2-1]에서처럼 아직 구입하지 않은 컵을 들어보거나 눈으로는 보이지 않는 환자의 뇌를 보이게 하여 수술에 도움이 되기도 한다. 이러한 활용은 실제로 하는 것보다 더욱 저렴하고, 안전하고, 풍부하고, 불가능한 것을 할 수 있고, 변화 무쌍한 인터랙션을 제공할 수 있다는 장점이 있다.

증강현실 시스템은 사용하는 디스플레이에 따라서 크게 두 가지로 나뉜다. 첫 번째는 광학적으로 가상과 현실을 혼합하는 방법인 Optical See-through 방식이다. 실제 세계는 눈으로 직접 보고, 가상의 물체는 투과성 스크린에 비춰지도록 한다.



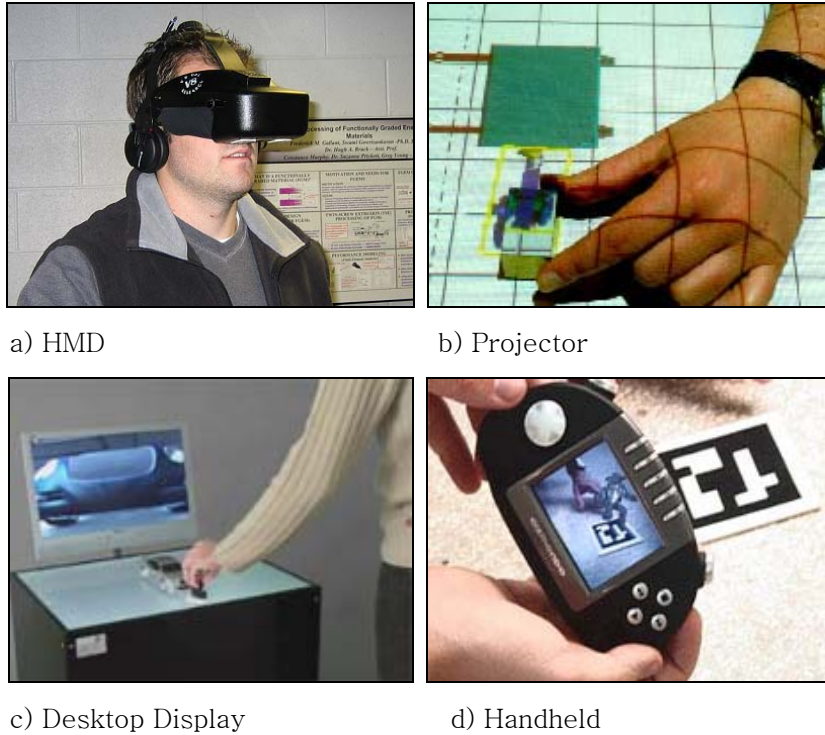
[그림 2-16] 광학 혼합: Optical See-through 증강현실 디스플레이

두 번째 시스템은 가상과 혼합이 현실 된 비디오를 합성하여 보여주는 방법인 Video See-through 방식이다. 카메라로 실제 세계를 촬영하고, 촬영된 비디오에 가상의 물체를 덧붙여 합성된 비디오를 실시간 제작하고 이를 사용자에게 보여주게 된다. 대부분의 비디오 카메라를 활용하는 증강현실 시스템이 이에 속한다.



[그림 2-17] 비디오 혼합: Video See-through 증강현실 디스플레이

실제로 증강현실에 사용되는 디스플레이는 [그림 2-18]의 4가지이다. 과거에는 주로 HMD를 위주로 개발된 경우가 많았으나 최근 다양한 디스플레이가 활용되고 있다.



[그림 2-18] 증강현실에 활용되는 디스플레이

증강현실에서 가장 중요한 것은 가상과 현실의 혼합이기 때문에 현실감을 이끌어내기 위해서는 가상과 현실의 두 좌표계를 일치시키는 것이 매우 중요하다. 이를 위해서는 반드시 실제 세계를 관찰하는 시선의 좌표를 알아내야 한다. 광학 혼합일 경우 눈, 비디오 혼합일 경우 카메라의 좌표를 트래킹해야 한다. 좌표의 트래킹은 위치를 파악할 수 있는 다양한 기술을 활용한다. 주로 사용되는 방법은 적외선 거리센서, 카메라 비전, 마그네틱 추적센서 등이다. 시선의 좌표를 구하면 가상의 물체를 시선의 좌표에 맞게 회전시키고 스케일링하여 실제 보이는 뷰에 혼합하게 된다.



### 2.2.2. 핸드헬드 증강현실의 필요성

증강현실은 디스플레이에 따라서 인터랙션의 방법이 크게 달라진다. 인터랙션을 하는 중에 사용자가 디스플레이를 지속적으로 관찰해야 하므로 얼굴에 착용하거나, 고정된 곳에 설치하거나, 손에 드는 것의 차이는 매우 크다.

[표 2-1] 증강현실에 사용되는 각 디스플레이의 특징 비교

비교항목	HMD	Projector	Desktop Display	Handheld
패널	접안 LCD	LCD, CRT, DLP + Projection + Screen	LCD, CRT, PDP, DLP	LCD
가격	1,000 ~ 30,000\$	800 ~ 20,000\$	200 ~ 5,000\$	200 ~ 1,000\$
몰입감	높음	중간	낮음	낮음
착용감	매우 불편	착용 불가	착용 불가	간편
휴대성	가능하지만 무겁고 유선	낮음	낮음	높음
광학 혼합	가능	가능	불가능	불가능
대표적 장점	높은 몰입감	실제 사물에 투사 가능	개발 편이	높은 휴대성
대표적 단점	불편한 착용감	화면을 가리면 그림자 발생	시선과 화면의 불일치	너무 작은 화면

이전까지 증강현실에 주로 사용되었던 디스플레이는 HMD이다. 하지만 최근 다양한 시도가 많이 이뤄지고 있는데 그 이유는 HMD에서 발생하는 여러 가지의 문제를 해결하기 위해서이다.

HMD는 눈과 가장 가까이에서 영상을 뿌려주고 좌우의 눈에 다른 영상을 보여줄 수 있기 때문에 3차원 영상을 더욱 실감나게 보여줄 수 있다는 장점이 있다. 하지만 가격이 가장 비싸고 착용감이 불편한 것이 큰 단점으로 지적된다. HMD의 불편한 착용감은 무게와 구조에 기인한다. HMD는 디스플레이만의 무게도 최소 120g 이상이며 증강현실에 활용될 때에는 카메라와 센서를 부착해야 하기 때문에 무게는 훨씬 늘어난다. 평소에 무게감 있는 것을 착용하지 않는 머리부분이기 때문에 HMD의 무게는 높은 피로도를 유발한다. 또한 시야를 완전히 가리기 때문에 갑갑하고, 갑작스런 화면 꺼짐의 경우에는 시야의 차단에 의해 사고가 발생할 수도 있다. 이러한 문제들 때문에 HMD는 널리 상용화되지 못하였고 아직도 일반 사용자들에게는 생소한 장비로 인식되고 있다.

반면에 핸드헬드 디바이스는 매우 빠르게 보편화되고 있다. Information Economy Report 2005<sup>1</sup>에 따르면 2004년 세계의 휴대전화 가입자 수는 17억 6천 3백만으로 세계 전체 인구의 27.9%에 달한다고 한다. 휴대폰뿐만 아니라 PMP, 휴대용 디지털 TV 수신기, 휴대용 게임기, PDA 등 핸드헬드 디바이스는 종류도 다양하고 사용자들에게 친숙하게 다가가고 있다. 특히 휴대폰은 사용자들이 항상 소지하고 다니기 때문에 역사 이래 가장 친숙한 디지털 디바이스이다.

최근 출시되는 휴대폰은 대부분 카메라를 내장하고 있기 때문에 추가 장비 없이도 증강현실에 활용되기 좋은 조건을 가지고 있다. 디스플레이가 작아서 몰입도가 떨어진다는 점이 있지만 휴대성이 매우 뛰어나기 때문에 핸드헬드에 특화된 콘텐츠와 인터랙션을 이용한다면 부족한 몰입도를 높여줄 수 있을 것이다.



a) 휴대폰

b) 휴대용 게임기

c) DMB, PMP

d) PDA

[그림 2-19] 다양한 핸드헬드 장치

아직까지 핸드헬드 디바이스의 컴퓨팅 능력과 확장성은 증강현실 게임시스템에 활용하기에는 부족하여 간단한 콘텐츠에만 활용되고 있다. 하지만 휴대용 게임기 PSP<sup>2</sup>의 경우 상당히 높은 수준의 그래픽 처리 능력과 컴퓨팅 능력을 가지고 있어 핸드헬드 디바이스도 충분한 성능을 가질 수 있다는 것을 증명하였다. 향후 카메라를 부착한 고성능의 핸드헬드 디바이스가 출시된다면 증강현실 게임시스템에 충분히 활용할 수 있을 것이다.

<sup>1</sup> United Nations. Information Economy Report 2005. United Nations Conference on Trade and Development. p.11~12

<sup>2</sup> Playstation Portable. Sony Computer Entertainment.

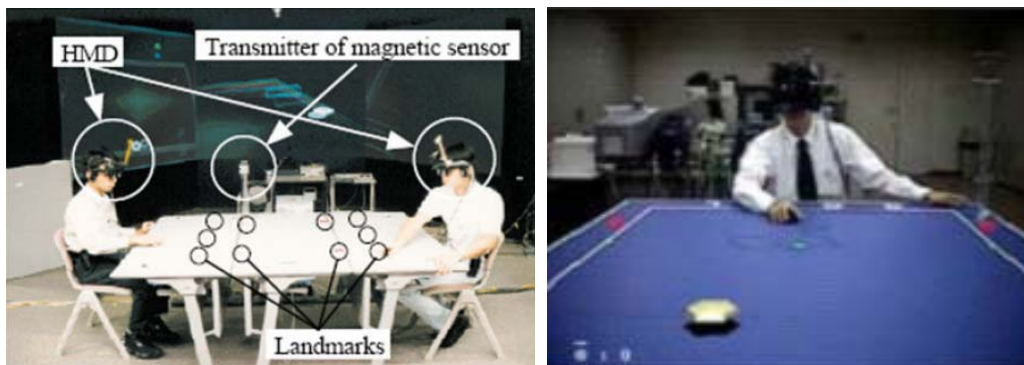
### 2.2.3. 증강현실 게임시스템에 대한 기존의 연구

증강현실은 현실을 보다 풍부하게 표현할 수 있도록 해주기 때문에 체감형 게임을 만드는 데 사용하려는 노력이 꾸준히 있어왔다. 여기에서는 증강현실 게임시스템에 대한 기존의 연구를 살펴봄으로써 본 연구에 시스템 구성 및 설계에 참고하고자 한다.

#### (1) AR2 Hokey

1998년 일본의 Mixed Reality Systems Laboratory Inc.에서 개발한 AR2 Hockey는 아케이드 게임장에 있는 Air Hockey를 증강현실로 구현한 것이다.

두 명의 플레이어가 에어하키 망치(mallet)를 들고 가상의 퍽(puck)을 친다. 퍽에는 적외선 LED가 부착되어 있고 테이블을 조망하는 CCD 카메라가 설치되어 있어 퍽의 위치를 추적한다. 가상의 퍽이 보이도록 하기 위해서 플레이어는 Optical See-through HMD<sup>3</sup>를 착용한다. 시선과 위치에 따른 뷰의 변환은 HMD에 마그네틱 추적 센서를 부착하여 측정한다. 마그네틱 추적 센서의 오차가 큰 편이기 때문에 랜드마크를 활용하여 오차를 보정하는 과정을 거친다.



[그림 2-20] AR2 Hockey의 시스템 구조와 게임화면

#### (2) ARQuake

2000년 University of South Australia의 Wearable Computer Lab에서 개발한 ARQuake는 PC용 FPS(First Person Shooter) 게임인 id software의 Quake를 증강현실로 구현하는 프로젝트이다.

<sup>3</sup> 투과형 디스플레이가 부착되어 있어 사람의 시야를 가리지 않는 HMD. 가상의 물체만 디스플레이하고 그 외의 부분들은 실제 시야가 보이도록 함으로써 가상과 현실을 혼합함. 따라서 카메라가 없어도 증강현실 시스템 구성이 가능. 증강현실에 특화된 HMD임.

ARQuake는 실내 또는 실외에서 플레이 할 수 있도록 디자인 되었다. 사용자는 Video See-through HMD<sup>4</sup>와 웨어러블 컴퓨터를 착용하고 게임을 플레이 하게 되며, 배터리까지 내장되어 있기 때문에 스탠드-얼론(stand-alone)으로 동작 가능하다.

플레이어는 직접 걸어서 이동하고, 고개를 돌려 시선을 변경하고 손에 든 총의 방아쇠를 당겨 총을 쏘게 된다. 일반 GPS보다 추가 신호를 분석하여 50cm의 분해능을 가지는 고성능 GPS를 이용해서 사용자의 위치를 찾아내고 자이로스코프와 마그네틱 추적 센서를 이용하여 시선을 검출해낸다. 마지막으로 웹카메라를 통해 들어온 화면에 가상의 물체와 건물, 캐릭터 등을 혼합하여 HMD를 통해 사용자에게 보여주게 된다.

ARQuake는 GPS의 분해능이 높아졌다고 하지만 정확한 위치 검출이 어렵기 때문에 가상의 물체와 현실의 물체간에 떨림이 심한 편이다. 또한 손에 들고 있는 총은 버튼의 역할만 할 뿐 방향성을 따로 가지고 있지 않기 때문에 게임과 이질적이라는 단점이 있다.



[그림 2-21] ARQuake 장비와 게임화면

### (3) Invisible Train

2004년 Vienna University of Technology에 의하여 개발된 Invisible Train은 핸드헬드 장치에서 동작하는 증강현실 미니게임이다. 유아용 전동 기차놀이를 증강현실을 이용하여 플레이 할 수 있다.

실제로 기차모형의 레일을 설치한 게임보드에 마커를 랜드마크로 부착하고, 카메라를 장착한 PDA를 이용하여 간단한 증강현실 시스템을 구성하였다.

<sup>4</sup> 비투과형 디스플레이가 부착되어 있어 시야를 완전히 가리는 HMD. 카메라로부터 들어온 영상에 가상의 물체를 덧붙여서 화면에 출력하는 방법으로 가상과 현실을 혼합. 증강현실에 활용되기 위해서는 반드시 HMD에 카메라를 부착해야 함.

핸드헬드 장치를 이용한 증강현실에서는 HMD를 활용하지 않기 때문에 손에 들고 있는 디스플레이에만 가상의 물체가 혼합된 모습이 나타난다. 사용자는 화면을 통해 혼합된 영상을 보면서 스타일러스 펜을 이용해서 기차길의 교차로 레버를 조작하여 기차의 주행방향을 변경할 수 있다.

하지만 PDA 성능의 한계로 간단한 조작과 움직임밖에 표현하지 못하기 때문에 단순한 미니게임 정도에 그치고, 인터랙션이 주로 PDA에만 국한되어 증강현실의 현실감이 상대적으로 떨어진다는 단점이 있다.



[그림 2-22] Invisible Train의 장비와 게임하는 모습

#### 2.2.4. 증강현실 시스템 분석에 따른 시사점

최근의 증강현실 연구는 HMD를 주로 활용하던 것에서 벗어나 다양한 기기를 활용한 연구가 진행되고 있다. 특히 휴대폰, PDA 등 핸드헬드 기기를 활용한 연구들이 급속도로 많아지는 추세이다. 이는 핸드헬드 기기의 급속한 성능 개선과 복잡하지 않게 증강현실을 구현할 수 있다는 선호도가 맞물려 일어나고 있는 현상이다. 아직 단순한 콘텐츠밖에 구현할 수 없지만 조만간 복잡한 콘텐츠도 구현이 가능할 것으로 예상된다.

증강현실에 적용되는 콘텐츠는 어떤 디스플레이를 사용하는지에 따라 크게 달라진다. 기기에 따라 인터랙션 방법이 크게 달라지기 때문이다. 따라서 각각의 기기에 맞게 특화된 콘텐츠가 중요함을 알 수 있다.

### 3. 동적 환경을 활용한 핸드헬드 증강현실 게임 시스템 제안

본 연구의 목적은 핸드헬드를 활용한 증강현실 게임 시스템에서 보다 새롭고 몰입적인 인터랙션을 하기 위해서 동적 환경을 도입하고, 그에 맞는 콘텐츠를 제작하여 평가하는 것이다. 이를 통해 핸드헬드를 이용한 체감형 게임의 새로운 가능성을 살펴보고자 한다.

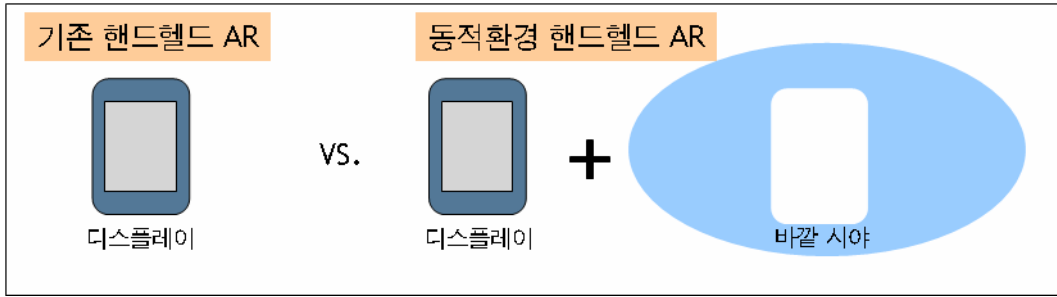
#### 3.1. 현실감 증대를 위한 동적환경 도입

##### 3.1.1. 동적 환경의 개념

동적 환경(Dynamic Environment)이라는 이름은 본 연구를 위하여 새로이 지은 것이다. 기존 증강현실 시스템에서의 현실 세계의 구성 요소들이 사용자의 조작에 의해 수동적으로 동작하는 것과는 다르게 사용자의 조작 없이도 능동적으로 동작 가능한 현실의 구성 요소를 동적 환경이라고 부르겠다.

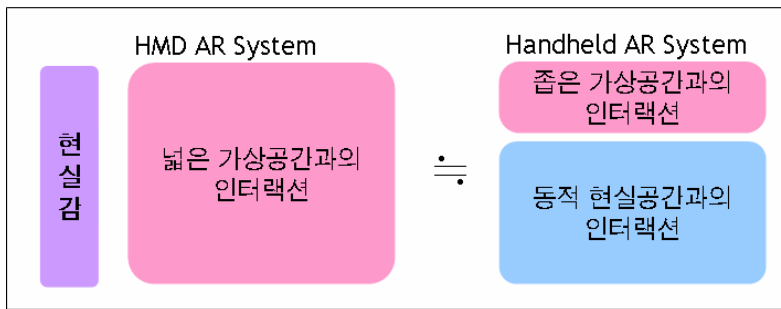
핸드헬드는 HMD 등을 활용한 기존의 증강현실 시스템에 비해 현실감이 떨어진다는 단점을 가지고 있다. 가장 큰 이유는 디스플레이가 작기 때문이다. 영화관에서 영화를 보면 집에서 볼 때보다 화면에 더 압도되듯이 시각적 인터랙션에서 디스플레이의 크기는 상당히 중요한 의미를 지닌다. 하지만 핸드헬드의 특성상 따로 부가적인 디스플레이를 가지고 다니는 것은 부자연스럽다. 그래서 디스플레이를 유지한 채 시각적 인터랙션을 확장하는 방법을 고민하게 되었다.

여러 고민 끝에 나온 아이디어가 동적 환경을 활용하는 것이다. 핸드헬드는 작은 화면을 가지고 있지만 HMD처럼 고정되어 있지 않기 때문에 사용자는 언제든지 디스플레이의 바깥쪽을 바라볼 수 있다. 일반적인 게임을 할 때 디스플레이의 바깥을 본다는 것은 게임에의 몰입에서 이탈하는 것을 뜻한다. 게임화면 이외의 것들은 게임 인터랙션과 전혀 관계가 없기 때문이다. 하지만 게임화면의 바깥을 보는 것이 게임 인터랙션이 되도록 한다면 사용자는 의도적으로 디스플레이뿐만 아니라 외부 환경에도 신경을 쓰게 된다. 따라서 디스플레이 밖의 실제 세계에서 게임과 관련된 이벤트가 발생한다면 디스플레이 바깥의 실제 세계도 게임 인터랙션 공간으로 편입시킬 수 있다. 동적 환경은 이를 위해서 실제 세계에 이벤트를 발생시킬 수 있는 시스템을 일컫는다.



[그림 3-1] 동적 환경 도입을 통한 시각적 인터랙션의 확장

동적 환경의 도입을 통해서 사용자는 작은 디스플레이의 한계를 벗어나 동적인 현실 공간과도 게임과 관련된 인터랙션을 경험할 수 있다. 이러한 새로운 인터랙션은 좁은 가상공간과의 인터랙션만으로는 부족한 현실감을 높여주는데 기여하게 된다.



[그림 3-2] 동적 환경을 통한 현실감의 보충

동적 환경은 핸드헬드 증강현실만을 위한 것은 아니다. HMD 등을 활용한 증강현실에서도 현실과의 직접적인 인터랙션이 필요한 부분에서 활용될 수 있다. 가상의 변화가 현실에 영향을 끼칠 수 있도록 하는 동적 환경의 개념은 가상과 현실이 공존하는 증강현실의 세계에서 현실세계의 중요성을 좀 더 부각시킨 것이다.

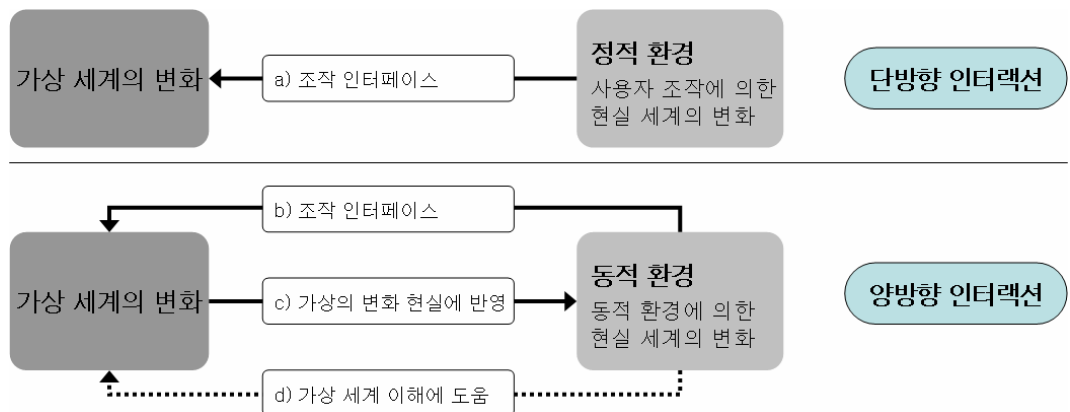
### 3.1.2. 동적 환경의 인터랙션 설계

동적 환경과의 인터랙션은 실제 환경과의 인터랙션이므로 인간의 감각으로 인식이 가능한 이벤트라면 어느 것이든지 활용할 수 있다. 인간의 오감 중에서 미각과 후각으로 인지할 수 있는 이벤트는 실제로 구현하기 어렵기 때문에 나머지 세가지인 시각, 청각, 촉각에 대한 동적 환경을 구상해 보았다. 시각, 청각, 촉각에 자극을 줄 수 있는 발생 가능한 이벤트와 그 발생 장치를 아래의 [표 2-1]에 정리하였다.

[표 3-1] 동적 환경에서 활용 가능한 감각 별 이벤트와 그 발생 장치

대응 감각	발생 이벤트	이벤트 발생 장치
시각	실제 움직임	모터, 유공압 실린더
	광학적 변화	램프(전등, LED), 디스플레이(LCD, TV)
청각	소리	스피커, 부저, 기기의 동작 소음
촉각	압력 변화	압전 소자
	진동, 힘의 전달	진동모터, 모터, 유공압 실린더
	온도 변화	발열장치(열선), 냉각장치(냉각기)

동적 환경을 사용하지 않은 기존의 증강현실 환경을 정적 환경이라고 부르겠다. 정적 환경에서 현실과 가상 간의 인터랙션은 사용자에게 의해서 마커를 조작하는 등의 현실 세계의 변화에 의해 주로 이루어진다. 이 경우에는 현실의 변화가 가상 세계에 이벤트를 발생시키는 조작 인터페이스의 역할([그림 3-3]\_a)을 한다. 이것은 현실의 변화가 가상에 영향을 끼치는 구조이다. 하지만 가상의 변화가 현실에 영향을 끼치지 못하기 때문에 단방향 인터랙션에 그친다.



[그림 3-3] 정적 환경과 동적 환경에서의 인터랙션 비교

동적 환경에서는 정적 환경에서와 마찬가지로 현실에서 발생한 변화가 가상 세계에



이벤트를 발생시키는 조작 인터페이스 역할([그림 3-3]\_b)은 기본적으로 가능하다. 거기에 덧붙여 가상(컴퓨터)에서 현실(동적 환경)을 컨트롤할 수 있기 때문에 가상의 변화를 현실에 반영([그림 3-3]\_c)할 수 있다. 이로써 가상과 현실이 서로에게 영향을 줄 수 있는 양방향의 인터랙션이 가능해졌다. 또한 동적 환경을 통해 가상의 정보를 표현할 수 있기 때문에 가상 세계의 이해에 도움([그림 3-3]\_d)을 받을 수도 있다.

## 3.2. 게임 시나리오 & 인터랙션

동적 환경의 특성을 토대로 핸드헬드 디바이스에 어울리는 시나리오와 인터랙션을 선정하여 게임을 제작하였다.

### 3.2.1. 게임 시나리오

핸드헬드 증강현실의 특성은 눈으로는 보이지 않지만 핸드헬드 장치를 통해 보면 보이지 않던 것이 보이는 것이다. 따라서 핸드헬드 장치는 마법거울 같은 역할을 한다. 그래서 귀신을 사냥하는 게임 시나리오를 생각하게 되었다. 귀신은 눈에 보이지 않지만 특수한 마법총을 통해서만 볼 수 있어서 마법총으로 귀신을 사냥하는 게임이다.

[표 3-2] 게임 시나리오 개요

제목	Ghost Hunter
장르	체감형 FPS
목표	마을을 어지럽히는 귀신들을 모두 제거 한다
주인공	마법총으로 귀신을 잡는 퇴마사 소년
적	무덤에서 나오는 귀신들
주인공의 무기	귀신을 볼 수 있는 조준경이 달려있는 마법총
특징	맨눈에는 귀신이 보이지 않고 총을 통해서 볼 수 있다

#### <게임 시나리오>

평화로운 날이 지속되는 크렌시아 마을. 마을의 성당에는 고아소년인 지그프리드가 눈이 먼 사제인 길리언과 함께 살고 있었다. 길리언은 원래 귀신을 물리치는 퇴마 사제로 15년 전 마왕에 의해 부활한 귀신들과 싸우다가 양쪽 눈이 멀고 말았다. 지그프리드의 부모님은 그때 돌아가셨고, 길리언이 그 후로 지그프리드를 돌봐왔던 것이다. 길리언은 지그프리드의 15번째 생일날 마법총인 세인트기어를 물려주며 말했다.

“지그프리드야, 잘 들어라. 너도 열 다섯 살이 되었으니 이걸 쓸 수 있겠구나. 최근 악마의 기운이 강해지고 있으니 이게 필요할 것이야. 세인트기어는 귀신을 잡는 마법총이다. 귀신을 볼 수 있는 조준경이 달려있으니 눈에 보이지 않는 귀신도 잡을 수 있을 것이니라. 잘 조준해서 방아쇠를 당기면 성탄환이 나가 귀신을 소멸시킬 것이야. 성탄환은 10개를 저장할 수 있단다. 네 손에 있는 문신이 보이느냐? 성탄환이 다 떨어지면 그 문신의 문양을 조준명에 갖다 대면 다시 10개의 성탄환을 얻을 수 있을 것이니라.”

막 총의 사용법을 다 배운 지그프리드에게 친구 아나스타샤가 급히 찾아온다.

“지그프리드! 마을에 귀신이 나타난 것 같아! 마왕의 부하가 나타났다가 사라진 후 묘지의 관이 모두 열려있고, 마을 사람들이 갑자기 피를 흘리며 쓰러지고 있어!”

그 말을 들은 길리언이 말했다.

“귀신들은 사람들을 공격할 때 피의 주문을 외운다. 마을의 곳곳에 있는 붉은 제단을 알고 있느냐? 그 제단은 피의 주문을 감지하는 기둥이야. 그러니 붉은 제단에 빛이 들어오면 귀신의 공격한다는 것이니 조심하거라.”

지그프리드는 세인트기어를 들고 마을을 둘러싼 분지 지대로 올라간다. 이제부터 초보 퇴마 사제 지그프리드의 모험이 시작된다.

### 3.2.2. 게임 인터랙션

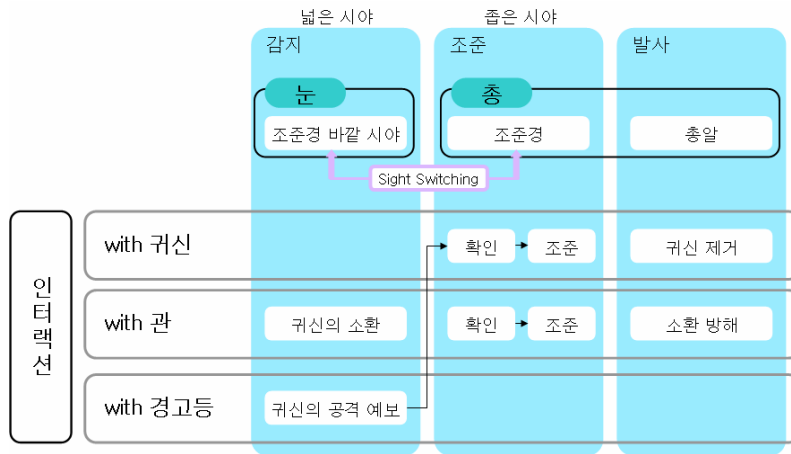
게임의 인터랙션은 크게 핸드헬드 장치와 하는 것과 동적 환경과 하는 것 두 가지로 나눌 수 있다. 전자는 게임의 조작 인터페이스이고, 후자는 화면 밖의 실제 환경으로부터 정보를 받는 과정이다.

3.1.2에서 제시된 동적 환경 중에서 시각적 동적 환경을 사용하였다. 가장 중요한 것이 시각적 인터랙션이고 동적 환경의 효과를 살펴보면 가장 적합하기 때문이다.

**[표 3-3] 게임 인터랙션**

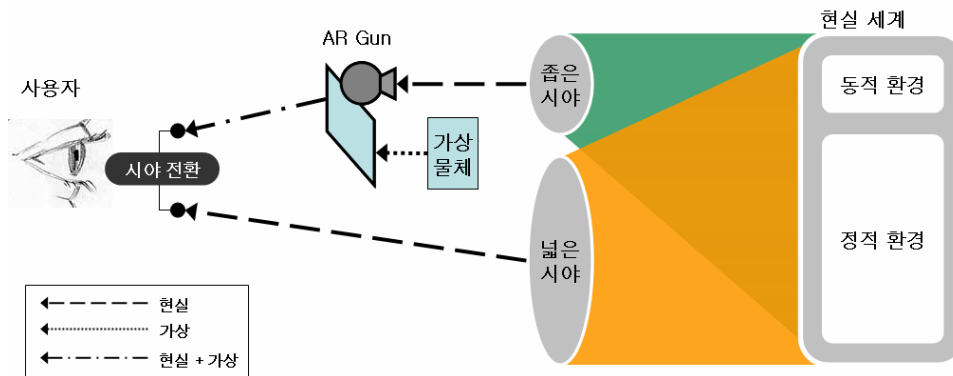
핸드 헬드 장치	총 발사	조준경으로 보며 귀신을 맞추면 귀신 제거 관을 맞추면 관의 뚜껑이 닫힘
	탄환 장전	성탄환 모양의 마커를 조준경에 비추면 10발 reload
	HP(hit point)	귀신이 공격할 때마다 1칸 감소 십자가 모양의 마커를 조준경에 비추면 1칸 증가 (1게임에 2번 사용 가능)
동적 환경	관	관이 열릴 때만 귀신이 관에서 나올 수 있음 총으로 관을 쏘면 관이 닫힘
	경고등(붉은 제단)	귀신이 공격 하려고 하면 가장 가까운 경고등이 켜짐 경고등을 이용하여 공격하려는 귀신을 찾음

게임 인터랙션의 상관관계를 나타내면 [그림 3-4]와 같다. 사용자는 관으로부터 나오는 귀신을 총으로 쏘서 제거하며 관을 총으로 쏘서 문을 닫으면 소환되는 것을 방해할 수 있다. 귀신이 공격할 때는 경고등을 통해 예보를 받을 수 있으며 경고등의 위치를 이용해 공격하려는 귀신을 찾을 수 있다.



[그림 3-4] 게임 인터랙션의 상관관계

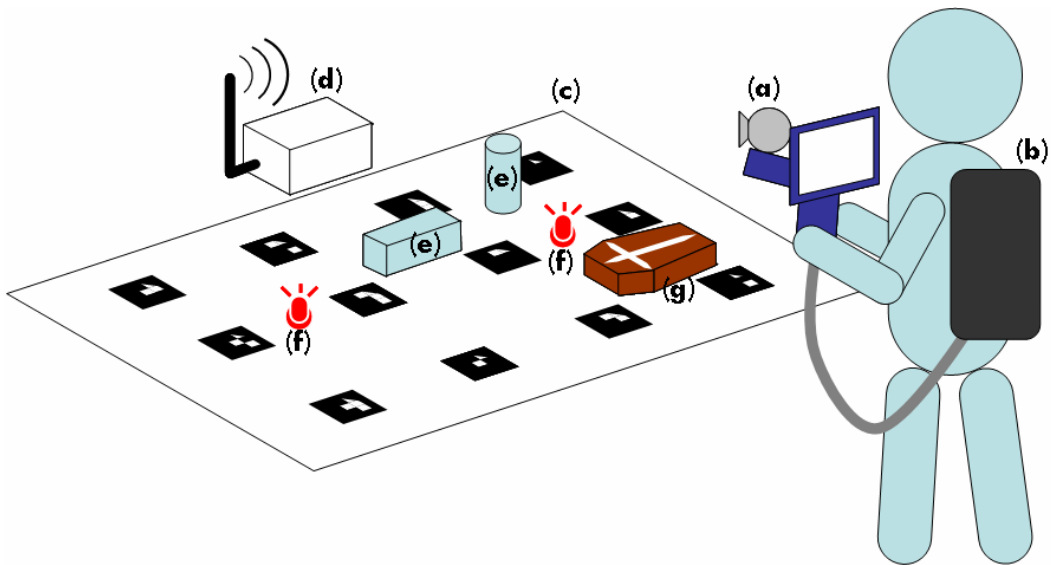
시각적 동적 환경을 활용한 시스템에서 핵심은 시야의 전환이다. 사용자는 핸드헬드 장치의 화면과 실제 게임환경 양쪽으로 시야를 옮겨가며 인터랙션을 하게 된다. 핸드헬드 장치인 AR Gun을 통해서서는 현실과 가상 모두의 정보를 받을 수 있지만 시야가 좁아 정보량이 적다. 맨눈으로 볼 때에는 현실의 정보밖에 받을 수 없지만 시야가 넓기 때문에 전체적인 현실의 정보를 한 눈에 알아볼 수 있다.



[그림 3-5] 시야 전환에 따른 인터랙션

### 3.2.3. 게임 시나리오에 따른 공간 구성

정해진 게임 시나리오와 인터랙션에 따라 공간을 구성하였다. 테이블 위에 게임보드를 설치하여 그 곳이 게임이 펼쳐지는 게임월드가 되도록 하였고 지형지물과 경고등(붉은 제단), 관이 게임 보드 상에 위치한다. 사용자는 AR Gun과 웨어러블 컴퓨터를 착용하고 게임을 진행하게 된다. 동적 환경 컨트롤러는 웨어러블 컴퓨터와 통신하여 동적 환경(관, 경고등)을 제어하게 된다.

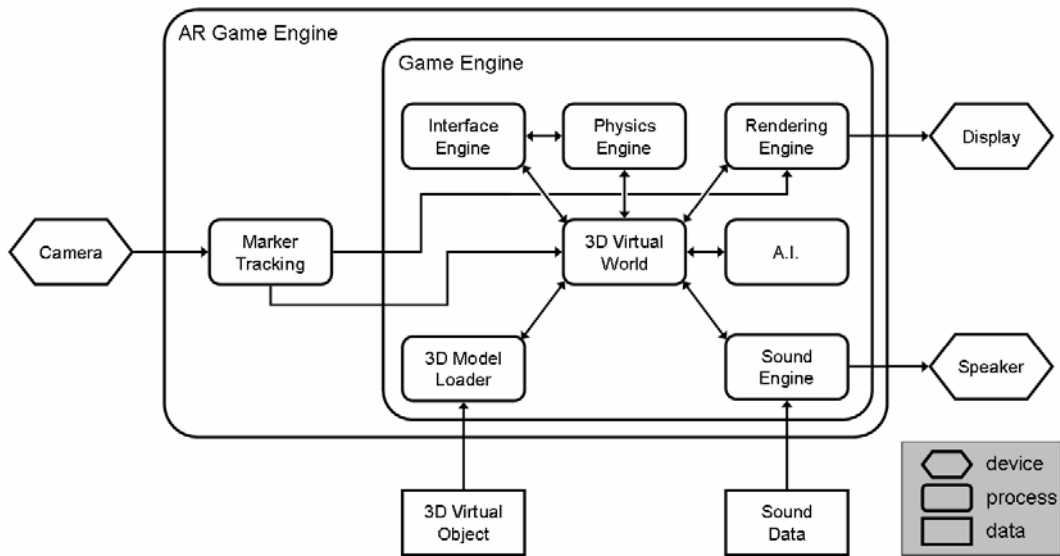


(a)AR Gun, (b)웨어러블 컴퓨터, (c)게임보드, (d)동적 환경 컨트롤러, (e)지형지물, (f)경고등, (g)관

[그림 3-6] 동적 환경을 활용한 증강현실 게임 시스템 공간구성

### 3.3. 증강현실 게임엔진 구현

증강현실 게임엔진은 Marker Tracking과 게임엔진으로 구분된다. Marker Tracking은 마커를 활용하여 현실공간에서의 위치를 구하는 부분이고 게임엔진은 일반적인 3D 게임처럼 게임의 구성 요소를 구현하는 부분이다. [그림 3-7]에 전체적인 프로세스의 구조가 나타나있다.



[그림 3-7] 증강현실 게임엔진 프로세스 구조

### 3.3.1. Marker Tracking 구현

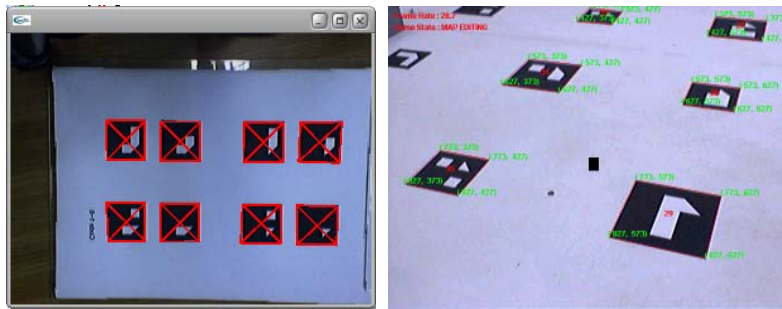
AR 시스템에서 3D 공간상의 좌표를 알아내기 위해서는 위치 감지를 위한 장치가 필요하다. 보통 많이 사용되는 방식은 카메라 비전을 이용한 마커 트래킹 방법과 자기장을 이용한 마그네틱 추적 방법이다. 본 연구에서는 핸드헬드 디바이스를 고려하여 디자인된 시스템을 목표로 하고 있으므로 카메라 비전을 이용한 마커 트래킹 시스템을 활용하였다.

카메라 비전 시스템에서 일반적으로 고정된 카메라로 고정된 월드를 추적할 때에는 마커 대신에 랜드마크를 활용한다. 보통 쓰이는 랜드마크는 마커와 유사하지만 일정한 형태를 지니고 있어 각각의 ID를 가지고 있지 않다. 하지만 핸드헬드 장치와 유사하게 AR GUN에 부착된 카메라는 고정된 것이 아니므로 게임보드를 바라볼 때 한번에 모든 마커를 볼 수 없기 때문에 카메라가 바라보는 방향을 정확하게 구하기 위해서는 각 랜드마크의 ID를 알아야 할 필요성이 있다. 따라서 게임보드에 부착된 모든 마커들은 일반적인 랜드마크가 아니라 각각의 ID가 부여된 마커들이다. 이로써 카메라에 1개의 마커만 들어온다고 하더라도 현재 카메라가 바라보고 있는 공간에 대한 정보를 얻을 수 있게 된다.

인식된 각각의 마커는 공간상의 한 점에 대한 정보를 가지고 있으므로 동시에 여러 개의 마커가 카메라에 인식되면 인식된 개수만큼의 위치정보를 얻을 수 있게 된다. 이 경우, 여러 개의 위치정보 중에서 하나를 기준으로 가상의 3D 월드를 생성하면

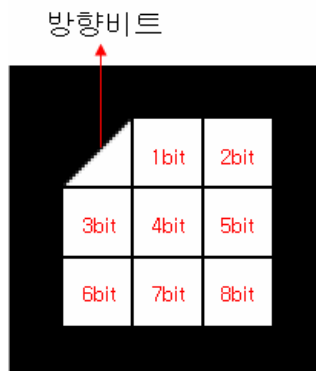
카메라에 들어오는 영상의 왜곡과 실제 마커 위치의 오류, 인식에서의 오류 때문에 3D 월드와 실제 보드 사이에 오차가 생긴다. 이러한 오차는 정교한 조작을 필요로 하는 FPS 게임에 커다란 문제가 될 수 있다. 따라서 카메라에 인식되는 각각의 마커들과 3D 월드의 각각의 점들 간의 오차를 최소화 하는 배율과 위치로 오차를 보정한다. 이러한 오차보정을 통하여 움직이는 카메라로도 FPS 게임이 가능한 수준의 정확도를 얻어낼 수 있었다.

카메라로부터 들어온 영상에서 흑색의 마커를 추출해서 각 마커들의 중심 위치를 계산하고 이 결과를 통해 보정과정을 거친다. [그림 3-8]은 카메라를 통해 들어온 영상에서 마커를 추출한 모습이다.

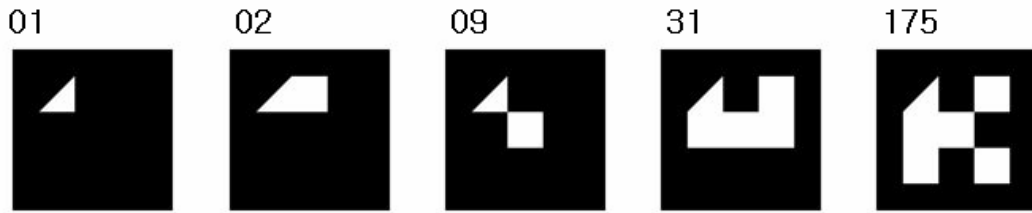


[그림 3-8] 마커가 인식된 화면

사용되는 마커는 ID(일련번호)와 방향비트 두 가지의 정보를 가지고 있다. 삼각형으로 표현되는 것이 방향비트로, 마커의 방향을 나타내고, 나머지 8개의 정사각형은 검은색 또는 흰색으로 되어 있어  $2^8=256$  가지의 ID를 나타낼 수 있다.



[그림 3-9] 고정패턴 마커의 구조



[그림 3-10] 게임보드와 지형지물패드에 활용되는 고정패턴 마커

월드에서 사용되는 마커 이외에도 인터랙션을 위한 마커도 사용된다. 인터랙션 마커는 월드 위치 인식에 사용되는 마커가 아니라 게임에서 아이템, 특수 조작 등의 목적으로 사용되는 마커로 본 연구에서는 주로 아이템에 활용하였다. 인터랙션 마커도 월드 마커처럼 방향비트와 정사각형의 색상으로 하는 것이 인식률이 높지만 사용자가 직접 들고 인터랙션을 해야 하기 때문에 기하학적인 모양을 사용하지 않고 아이콘화되어 눈으로도 알아볼 수 있는 형태를 사용하였다.

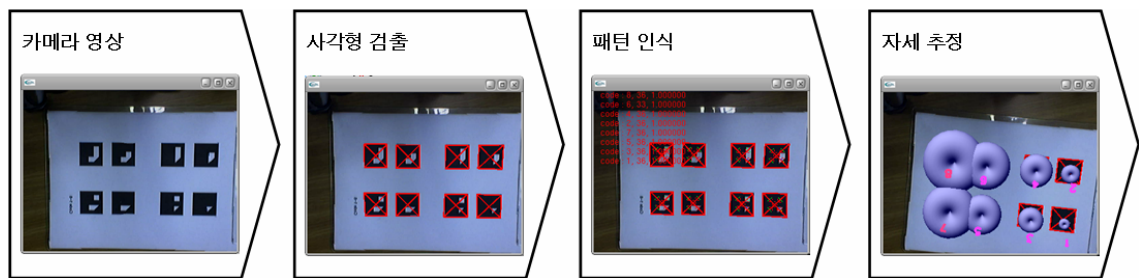


[그림 3-11] 인터랙션을 위한 아이콘 마커

마커를 인식하는 과정은 [그림 3-12]과 같은 과정으로 이루어진다. 첫째로, 카메라로부터 들어오는 영상에서 사각형을 검출해낸다. 이미지에서 에지를 검출해서 이를 벡터화하고, 벡터화된 에지들 중에서 가까이 있는 것끼리 그룹핑한다. 최종적으로 각 벡터 그룹이 사각형을 이루는지 판단을 하게 되어 사각형을 검출한다. 둘째로, 마커의 패턴을 인식하는 과정을 거친다. 방향비트의 유무에 따라서 고정패턴 마커와 아이콘 마커로 구분하고, 고정패턴 마커일 경우 마커의 패턴을 해독하여 마커의 ID를 알아낸다. 아이콘 마커의 경우에는 패턴DB에 저장된 마커의 형상과 가장 유사한 형태의 마커를 검색하여 인식하게 된다. 셋째로, 자세 추정의 과정을 거친다. 검출된 에지와 방향비트로부터 마커가

카메라로부터 틀어진 방향을 계산해내고, 사각형의 크기를 통하여 카메라로부터의 거리를 계산한다. 거리와 방향을 구하면 마커의 좌표계와 카메라 좌표계의 차이를 구해낼 수 있다.

마커의 인식이 모두 끝나면 3D 월드의 생성, 3D 영상과의 결합, 입력 정보로의 활용 등의 작업을 수행할 수 있게 된다.



[그림 3-12] 마커의 인식 과정

### 3.3.2. 게임 엔진 구현

게임 엔진은 다른 프로세스들로부터 얻은 결과를 취합하고, 게임적인 요소를 가미해 하나의 증강현실 게임으로 만드는 역할을 하며, 만들어진 게임을 디스플레이와 스피커를 통해 사용자에게 전달한다. 즉, 증강현실 게임을 만드는데 있어서 가상 중심이 되는 역할을 한다.

게임 엔진은 인터페이스 엔진, 물리 엔진, 인공지능, 3D 모델 로더, 3D 가상 세계, 렌더링 엔진, 사운드 엔진으로 구성되어있다.

#### (1) 인터페이스 엔진

인터페이스 엔진은 총의 조작 등의 입력 인터페이스와 동적 환경을 제어하는 출력 인터페이스를 담당한다. 총의 버튼 중에서 어떤 버튼이 눌렸는지 입력을 받고 아이콘 마커가 인식되었을 때 어떤 아이템이 인식되었는지 입력을 받는다. 게임으로부터 동적 환경을 제어하는 출력 신호가 발생할 때는 신호를 분석하여 블루투스 통신기로 보내주는 역할을 한다.

#### (2) 물리 엔진

물리 엔진은 3D 게임에서 필수적인 요소이다. 게임이 보다 현실적으로 느껴질 수



있도록 현실에 가까운 물리를 모델링하여 가상의 오브젝트들이 실제 오브젝트와 유사한 동작을 할 수 있도록 한다.

### (3) 인공지능

가상의 캐릭터들에게는 행동을 취하기 위한 간단한 인공지능이 필요하다. 공격을 하는 타이밍과 움직이는 이동경로 설정에 인공지능이 활용된다. 이를 통해서 캐릭터는 건물과 충돌하지 않도록 목표지점까지 건물을 피해 이동하게 된다.

### (4) 3D 모델 로더

가상 세계의 캐릭터와 가상-현실에 공존하는 오브젝트들은 3D 모델을 필요로 한다. 3D 모델은 3D Max, Maya 등의 3D 모델링 툴을 이용하여 모델링 후 익스포트 되어 게임에서 활용된다. 게임엔진에서는 익스포트 된 형태의 3D 모델을 3D 모델 로더를 통해 불러온다. 본 시스템에서 사용한 익스포트 형식은 MD2 포맷이다. MD2 포맷은 Quake2에서 사용된 포맷으로 모델 뷰어 등의 주변 시스템이 잘 갖춰져 있으며 공개되어 있는 많은 모델링 데이터가 있기 때문에 이를 활용하면 시스템 개발에서 모델링에 요구되는 시간과 노력을 크게 단축시킬 수 있기 때문에 선택되었다. 또한 MD2 포맷은 캐릭터 효과음과 애니메이션 등이 통합된 포맷으로 활용과 개발이 매우 용이하다.

### (5) 3D 가상 세계

3D 가상 세계는 현실 세계를 촬영한 비디오에 정합하기 위한 가상 세계이다. 실제 좌표의 추적을 통해 가상 세계의 좌표를 결합하고 그 위에 가상 오브젝트를 위치시킨다. 구성된 가상 세계는 렌더링 엔진으로 전달되어 렌더링 된다.

### (6) 렌더링 엔진

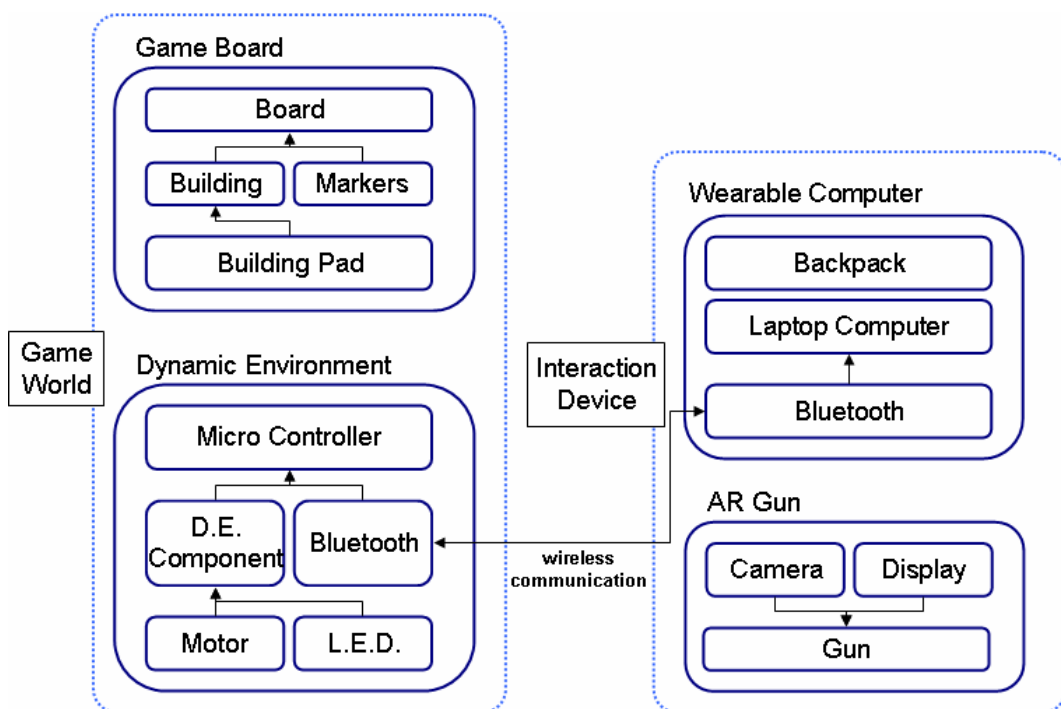
렌더링 엔진에서는 Registration 과정으로부터 계산된 실제 카메라위치와 동일한 위치에서 가상의 카메라로 3D 가상 세계를 관찰하게 된다. 실제 카메라로부터 입력되는 영상에 3D 가상 세계의 영상을 합성하고, 이 결과를 디스플레이로 출력한다. 사용자는 이 디스플레이를 통해서 실세계에 가상세계가 정합된 영상을 볼 수 있다.

### (7) 사운드 엔진

사운드 엔진은 사운드 음원을 호출하여 상황에 맞는 음향 효과를 출력해준다. 각 이벤트가 발생할 때마다 이벤트에 적절한 음향 효과가 호출되어 게임에서 소리를 통한 인터랙션을 할 수 있도록 해주는 역할을 한다. 사용하는 사운드 파일의 형식은 WAV 사운드 파일이다.

### 3.4. 게임 하드웨어 구현

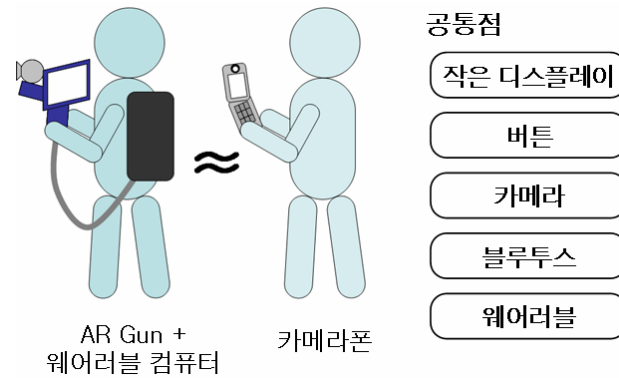
게임에 활용되는 전체 하드웨어의 구성과 연관관계는 아래의 그림과 같다.



[그림 3-13] 전체 게임 하드웨어 구성

#### 3.4.1. AR Gun과 웨어러블 컴퓨터

본 연구는 본래 핸드헬드 디바이스에 적합한 증강현실 게임시스템과 콘텐츠를 개발하는 것이 목표이다. 하지만 현재 핸드헬드 기기의 한계로 충분한 수준의 시스템을 구성하기엔 어려움이 있다. 따라서 핸드헬드 기기와 유사한 구조를 가지는 시스템으로 구성하였다.



[그림 3-14] AR Gun + 웨어러블 컴퓨터와 카메라폰의 대응

AR Gun과 웨어러블 컴퓨터로 조합된 플랫폼은 카메라폰과 유사한 구조를 가진다. 작은 디스플레이와 버튼, 카메라, 블루투스를 내장하고 있으며 몸에 착용할 수 있다는 특성도 공유하고 있다. 따라서 게임에서 활용할 때 카메라폰으로 게임을 하는 것과 유사한 인터랙션을 경험할 수 있다.

(1) AR Gun

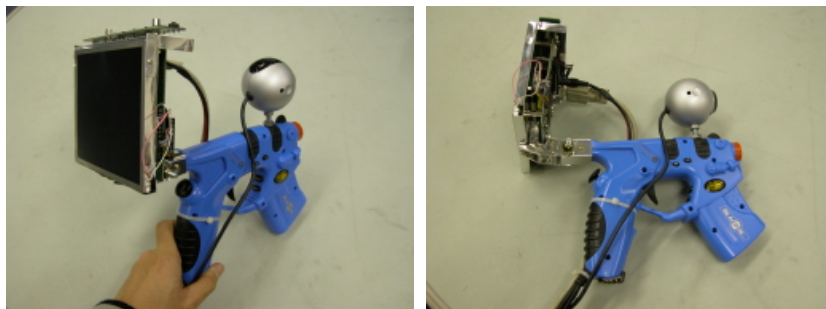
AR Gun은 카메라와 디스플레이, 인터페이스가 결합된 컴포넌트이다. AR Gun은 대상을 실시간으로 촬영하는 카메라와 그로부터 촬영된 영상과 가상 오브젝트가 혼합되어 출력되는 디스플레이, 버튼 입력과 진동 피드백 등의 인터페이스로 구성된다.

증강현실을 구현하기 위해 반드시 필요한 카메라는 1인치 시점 구현을 위해서 대상을 바라보도록 배치되었다. 디스플레이는 카메라와 일직선상에 배치하고 방향을 반대로 하였다. 이로써 플레이어가 보고 싶은 대상에 카메라로 가리키면 그 영상을 디스플레이를 통하여 볼 수 있게 하였다. 이러한 메타포는 돋보기, 카메라의 LCD, 저격용 총의 망원조준경과도 유사하다.



[그림 3-15] 돋보기, 카메라의 LCD, 저격용 총의 망원조준경

카메라와 LCD를 부착한 상태에서도 손에 들기 쉽도록 하기 위해서 한 손으로도 잡기 편리한 총을 활용하였다. 총은 원래 콘솔용 게임기에 활용되는 것으로, 버튼의 입력도 게임의 입력으로 활용할 수 있기 때문에 유용하다.



[그림 3-16] AR Gun

[표 3-4] AR Gun 구성요소 사양

총	Madcatz Blaster + Super Dualbox 4 최대 10버튼 사용 가능 USB 1.1
카메라	Logitech Quickcam pro 4000 최대입력 해상도 640x480 Video USB 1.1 마이크 내장
디스플레이	Samsung 7inch LCD panel + AD board 최대출력 해상도 640x480 32bit D-sub

(2) 웨어러블 컴퓨터

웨어러블 컴퓨터는 전원, 디스플레이, 입출력 등 다양한 연결선들의 방해를 받지 않고 시스템을 체험할 수 있다는 장점이 있다.

웨어러블 컴퓨터는 용이한 탈착을 위하여 등에 메는 가방 형태로 제작하였다. 두 개의 어깨 끈이 달려있어 벗겨지지 않도록 벨 수 있으며 하단에는 주머니를 부착하여 다양한 선을 정리하고 AR Gun의 디스플레이에 전원을 공급하는 배터리를 넣을 수 있도록 하였다.

마지막으로 웨어러블 컴퓨터와 동적 환경과의 통신을 위하여 블루투스 모듈이 사용되었다. BITWIN의 BM2001을 사용하였는데, 장애물이 없는 최적조건인 경우 100m까지 송수신이 가능하여 본 시스템에 적용되기에 충분한 성능을 가지고 있다. USB로 컴퓨터와 연결되며, 동적 환경 컴포넌트의 블루투스 모듈(BM1001)과 통신한다.



[그림 3-17] 웨어러블 컴퓨터

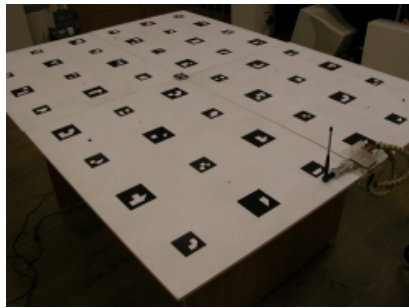
[표 3-5] 웨어러블 컴퓨터 구성요소 사양

노트북	<b>Fujitsu Tablet Notebook T4020</b> Centrino 1.86Ghz Intel 915GM internal graphics 128Mb
LCD 배터리	<b>12V NiMH Battery</b> SANYO 1.2V NiNH x 10 cell 1400mAh
블루투스 모듈	<b>Bitwin BM2001</b> 2.4 Ghz 최대 송수신 거리 100m 1,200 ~ 115,200 bps USB 1.1

### 3.4.2. 게임보드와 지형지물

게임 보드는 일반 적인 게임에서 월드(world)의 역할과 마찬가지로, 게임이 벌어지는 배경이 된다. 게임 보드 상에는 건물, 나무 등 지형지물이 놓여지고 캐릭터들이 지형지물을 피해 다니며 이동하게 된다.

게임 보드에는 마커가 일정 간격(20x20cm)으로 배치되어 있다. 그 이유는 게임 보드에 대한 AR Gun의 상대적인 위치를 마커를 통해 계산해내기 때문이다.



[그림 3-18] 게임보드

지형지물은 게임을 반복적이지 않게 만들고 스테이지에 따라 다른 환경을 구현할 수 있도록 하기 위하여 도입하였다. 사용자가 직접 게임 보드 위에 지형지물을 배치하여 원하는 형태의 배경을 커스터마이징할 수 있도록 하고자 하였다. 단지 지형지물이 존재하기만 한다면 게임에는 전혀 의미가 없기 때문에 지형지물이 게임에 영향을 주도록 하기 위해서 총으로 귀신을 겨냥할 때 방해가 되고(귀신의 엄폐물), 귀신들이 건물을 피해 다니도록 하였다. 이러한 의도대로 구현하기 위해서는 실제의 지형지물을 배치하면 반드시 게임 내의 가상세계에 같은 지형지물이 같은 위치에 배치되어야 한다. 실제와 같은 건물이 가상세계에 배치되기 위해서는 실제 지형지물의 3D 형상이 필요하고, 정확한 위치에 배치되기 위해서는 실제 지형지물이 보드 상에 놓여있는 정확한 위치를 필요로 한다.

지형지물은 3D 형상의 제작과 실제 제작의 편의성을 위하여 단순한 형태로 제작하였다. 시간과 자금이 여유로운 환경이라면 정밀한 지형지물 모형과 그와 동일한 3D 형상을 활용할 수도 있다. 3D 스캐너 장비를 활용하면 손쉽게 다양하고 복잡한 형태의 지형지물을 사용할 수 있을 것으로 예상된다.

처음에는 지형지물의 위치 계산을 위해서 아래의 그림처럼 지형지물에 직접 마커를 붙이고 카메라를 통해 실시간으로 인식하는 방법을 생각하였다. 하지만 이러한 방법에는 몇 가지 문제가 있었다.

- ① 지형지물에 부착된 마커가 인식되지 않을 경우 건물이 나타났다 사라졌다 함.
- ② 마커가 지형지물의 형상을 제한함
- ③ 마커가 지형지물에 붙어있어 지저분해 보임
- ④ 실제 위치와 인식된 위치 사이의 오차가 큼

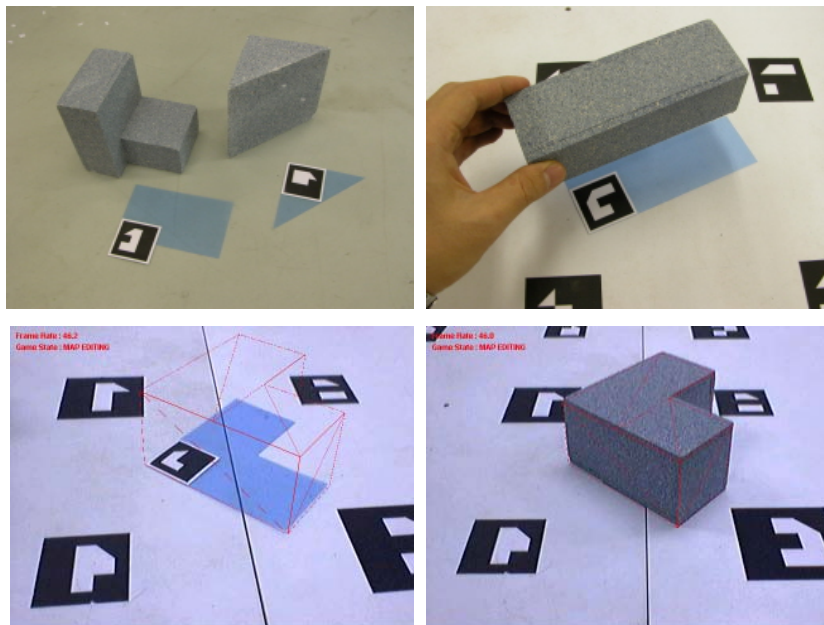
①의 문제점은 지형지물에 부착된 마커를 실시간으로 인식하는 데서 생겨나는 문제점이다. 마커의 인식이 항상 잘되면 문제가 없지만 카메라에 흔들리는 영상이 입력되거나 지형지물에 부착된 마커의 일부분이 카메라의 시야를 벗어날 경우 마커의 인식이 잘 되지 않을 수 있다. 이 점을 해결하기 위해 낸 아이디어는 실시간이 아닌 미리 지형지물의 위치를 입력하여 저장하는 것이다. 게임을 진행하는 중에는 지형지물의 위치를 변경할 수 없다는 단점이 있기는 하지만, 게임이 시작하기 전에 위치를 입력해 놓으면 더 안정된 상태에서 지형지물의 위치를 인식할 수 있으므로 더 정확한 위치 값을 얻을 수 있고 게임 중에는 지형지물의 인식에 대해 걱정할 필요가 없다는 장점이 있다.

②~④의 문제점은 3차원의 다양한 형상을 가지고 있는 지형지물에 마커를 부착한 데서 생겨나는 문제점이다. 나무에 마커를 부착한다면 적절하게 부착할 위치도 없을 뿐만 아니라 지저분해 보인다. 실제 위치와 인식된 위치 사이의 오차는 카메라를 통한 비전시스템의 한계로 발생한다. 지형지물에 부착된 마커와 게임 보드에 부착된 마커의 상대적인 크기와 좌표로 지형지물의 위치를 인식한다. 두 마커 사이에는 고저 차가 존재하므로 상대적인 좌표를 구하기 위해서는 3개의 변위와 3개의 회전각 데이터(합 6DOF)를 비전데이터로부터 추출해야 할 필요성이 있다. 하지만, 한 개의 카메라로부터 들어오는 비전데이터에서 6DOF의 데이터를 추출하면 오차가 매우 커진다.

변위의 경우 보드에 부착된 마커와 지형지물에 부착된 마커 사이에 고저 차가 있다면(지형지물이 건물처럼 높이가 있을 경우), 지형지물이 그리 크지 않기 때문에 상대적인 크기를 이용해 고저 차를 구하기 어렵기 때문이다.

회전각의 경우 3개의 회전각이 모두 관여하기 때문에 단일 카메라로는 정확한 3개의 회전각을 알아내기 어렵다. 3D 캐드 프로그램에서 와이어프레임으로 물체의 3차원형상을 볼 경우 안과 밖을 구분하기 어려운 것과 동일한 이유이다. 게임 보드가 이루는 평면에 대칭인 위치로 잘못 계산할 가능성도 있다. 따라서 좀 더 변수의 개수를 줄일 수 있는 인식방법을 찾아내는 것이 필요했다.

그리하여 생각해낸 아이디어가 지형지물 패드를 활용하는 방법이다. 보드 위에 배치하는 모든 지형지물은 기저면(땅에 닿는 면)을 가지고 있다는 점을 이용한 것이다. 각각의 지형지물의 밑면과 동일한 2차원 형상의 지형지물 패드를 제작하고 그 위에 마커를 부착하여 지형지물 패드를 만든다. 마커로부터 상대적인 지형지물 패드의 좌표를 구하기 위해서는 2개의 변위와 1개의 회전각 데이터(합 3DOF)를 필요로 한다. 이는 지형지물 위에 마커를 부착하는 경우보다 3개의 변수를 줄일 수 있으므로 실제 지형지물과 가상에 배치된 지형지물간의 오차를 크게 줄일 수 있다. 가장 큰 개선점은 지형지물 패드와 게임 보드에 각각 부착된 마커가 동일한 평면상에 놓인다고 가정할 수 있게 되었기 때문에 마커의 상대적인 크기를 이용하여 고저 차를 계산할 필요가 없다는 점이다.



[그림 3-19] 지형지물과 지형지물 패드 / 지형지물의 배치



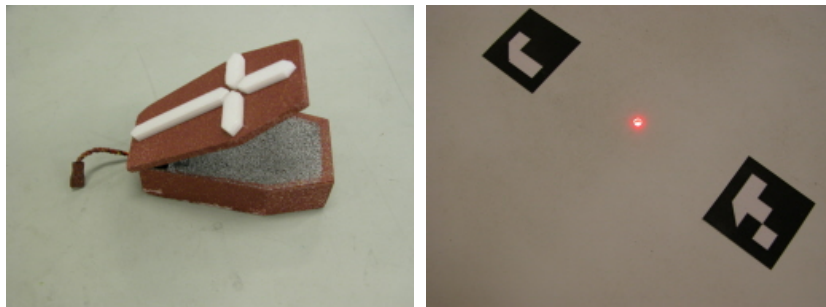
지형지물 패드를 배치하여 카메라로 지형지물의 위치를 입력한 후 지형지물 패드 위에 그대로 지형지물을 올려놓으면 큰 오차 없이 실제와 가상의 지형지물을 배치할 수 있다.

### 3.4.3. 동적 환경 컴포넌트와 컨트롤러

#### (1) 동적 환경 컴포넌트

동적 환경 컴포넌트는 가상의 변화를 현실에 반영하는 요소이다. 모터, 램프, 스피커 등 다양한 출력장치로 구성될 수 있다. 본 연구에서는 움직임을 일으키는 모터와 빛을 내는 LED를 이용하여 두 가지의 동적 환경 컴포넌트를 활용하였다.

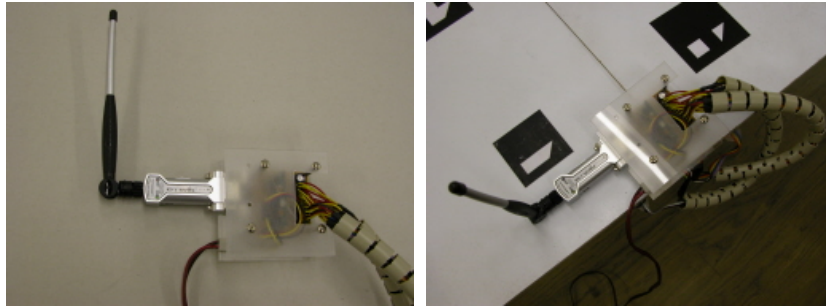
관은 RC-서보모터를 이용하여 실제로 움직여서 정보를 전달할 수 있으며 경고등은 켜짐/꺼짐 상태를 이용하여 정보를 전달할 수 있다. 경고등은 위치 변경이 필요 없으므로 게임보드에 내장 시켰으며, 관은 위치를 변경할 수 있도록 하기 위해서 게임보드에 관과 연결하는 커넥터를 설치하고 커넥터를 통해 관의 케이블과 연결하도록 하였다.



[그림 3-20] 동적 환경 컴포넌트: 관, 경고등

#### (2) 동적 환경 컨트롤러

동적 환경 컨트롤러는 동적 환경 컴포넌트를 제어하는 장치이다. 마이크로 컨트롤러와 블루투스 모듈로 구성된다. 동적 환경 컴포넌트가 서보모터와 LED이므로 두 가지 모두 제어할 수 있는 마이크로 컨트롤러를 선정하였다. 동적 환경 컨트롤러는 게임보드와 연결되어 동작한다.



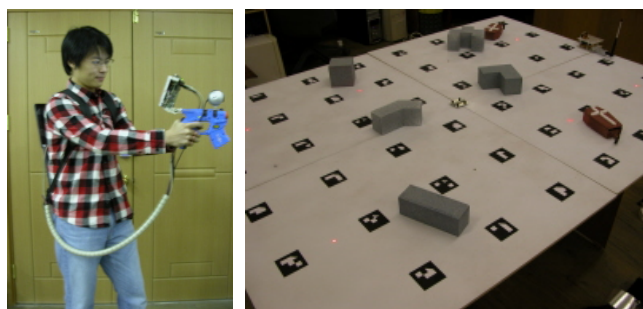
[그림 3-21] 동적 환경 컨트롤러 / 게임보드와의 연결

<p>마이크로 컨트롤러</p>	<p>미니로봇 MR-RCSV12 Atmel AVR AT90S2313 내장 5V input 최대 12개의 서보모터 제어 가능 RS232 통신</p>
<p>블루투스 모듈</p>	<p>Bitwin BM1001 2.4 Ghz 최대 송수신 거리 100m 1,200 ~ 115,200 bps RS232 통신</p>

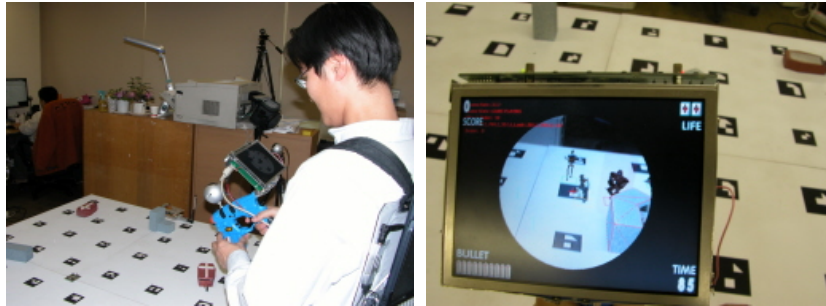
[표 3-6] 동적 환경 컨트롤러 구성요소 사양

### 3.5. 게임 – Ghost Hunter

제안된 시나리오와 인터랙션에 따라 게임 Ghost Hunter가 개발되었다. Ghost Hunter는 FPS 게임으로 웨어러블 컴퓨터와 AR Gun을 착용하고 즐길 수 있다.



[그림 3-22] 게임 시스템 구성: 사용자와 게임보드



[그림 3-23] 게임 플레이 장면



[그림 3-24] Ghost Hunter 게임 화면

## 4. 제안 시스템 평가

### 4.1. 실험 개요

구현된 증강현실 게임시스템이 실제로 경험했을 때 사용자에게 어떤 효과를 가져다 주는지 평가하기 위해서 실험을 진행하였다. 사용자는 게임을 실제로 플레이 해보고 본 시스템이 핸드헬드에 적합한지, 동적 환경을 통한 인터랙션의 확장이 유의미한지 평가하게 된다.

#### 4.1.1. 실험 목적

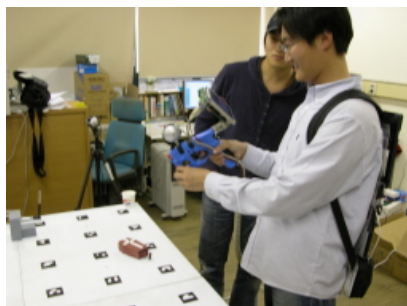
휴대폰 등 핸드헬드 기기로 동적 환경을 활용한 체감형 증강현실 게임을 플레이할 때의 경험을 시뮬레이션 하는 것을 목적으로 한다. 이를 통하여 향후 핸드헬드 기기에 적용했을 때의 유용성을 미리 예상하고, 향후의 연구 과제를 도출하는데도 활용한다.

### 4.2. 실험 방법

#### 4.2.1. 실험 진행

실험은 12월 22, 23일 양일간 진행되었으며 설문조사를 통해 실험 결과를 수집하였다. 총 16명의 사용자가 실험에 참여하였으며, 객관식으로는 7점 척도를 이용하여 평가하고 주관식으로는 자유기술식으로 개인의 의견을 수집하였다.

사용자는 안내자로부터 게임을 설명 받고 게임을 진행하게 된다. 증강현실과 동적 환경에 대한 간단한 소개를 받고 게임의 조작법에 대해 설명 받는다. 실험 전 안내자의 데모 플레이가 1~2회 선행되며, 사용자는 게임을 이해할 수 있을 정도로 5~10분간 게임을 진행하게 된다.



[그림 4-1] 제안 시스템 평가 실험

## 4.2.2. 평가 기준

### (1) 현실감

동적 환경을 적용한 부분이 게임 체험에서의 현실감 증대에 기여했는지 알아보고, 기존 체감형 게임과 비교하여 현실감이 얼마나 높은지 알아본다. 이를 통하여 효과적으로 컨트롤즈와 시스템이 구성되어 현실적인 체험을 가능하게 하였는지 알 수 있다.

### (2) 편이성

게임에 있어서 편이성은 매우 중요한 요소이다. 실제 착용하고 경험하는데 있어서 게임 시스템이 얼마나 편안하고 조작하기 쉬운지 알아본다. 실제 핸드헬드로 제작되지 않고 웨어러블 시스템으로 구현되었기는 하지만, 웨어러블에서도 큰 문제가 없다면 핸드헬드에서도 편이성이 보장된다는 것을 유추할 수 있다.

### (3) 흥미

동적 환경을 도입한 것이 게임의 흥미도에 있어서 얼마나 긍정적으로 기여하였는지 알아본다. 동적 환경을 게임에 도입하기 위한 당위성을 알아볼 수 있다.

### (4) 연구의 의의

본 연구에서 도입한 동적 환경 개념을 받아들임에 있어서 얼마나 신선함을 느꼈는지, 동적 환경이 실제로 얼마나 유용한지에 대해 알아본다. 현재 상태의 연구가 얼마나 의미 있는 것인지 알아볼 수 있으며, 향후 실제 핸드헬드 기기로의 적용 가능성도 살펴볼 수 있다.

## 4.3. 실험 결과

피험자들은 모두 체감형 게임을 해본 경험이 있으며 증강현실과 동적 환경에 대한 간략한 소개를 받은 후에 실험을 하였다.

### 4.3.1. 객관식 평가 결과

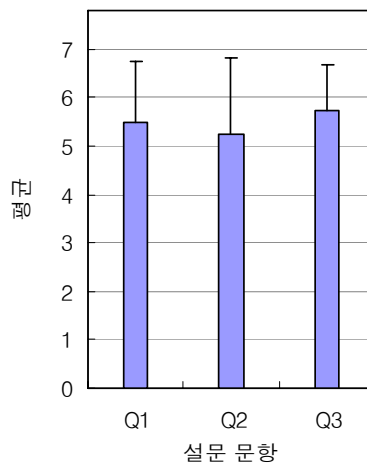
객관식 평가는 총 9 문항으로 구성되어 있다.

[표 4-1] 객관식 설문문항(7점 척도)

분류	번호	질문
현실감	Q1	게임이 실제로 하는 것처럼 현실감 있게 느껴졌습니까?
	Q2	기존의 체감형 게임과 비교했을 때 더 현실감 있게 느껴졌습니까?
	Q3	실제 현실에 영향을 끼치는 부분(동적 환경)이 현실감 증대에 기여하였습니까?
편이성	Q4	현재 상태의 게임 시스템은 플레이 하기 용이합니까?
	Q5	휴대폰 등으로 구현된다면 플레이 하기 용이할 것이라고 생각하십니까?
흥미	Q6	기존의 체감형 게임과 비교했을 때 더 재미있습니까?
의의	Q7	게임이 실제 현실에 영향을 끼친다는 점이 신선하다고 생각하십니까?
	Q8	핸드헬드(휴대폰 등)을 이용하여 즐길 수 있는 증강현실 게임으로 활용될 가능성에 대해 긍정적으로 평가하십니까?
	Q9	향후 휴대폰 등으로 유사한 게임이 나온다면 사용하실 의향이 있습니까?

평가 결과는 분류별로 정리하였으며, 7점 척도 방식을 이용하여 1점(매우 그렇지 않다)부터 7점(매우 그렇다)까지 점수를 매겼다. 데이터는 ‘평균+표준편차’로 구성하여 알아보기 쉽도록 도식화하였다.

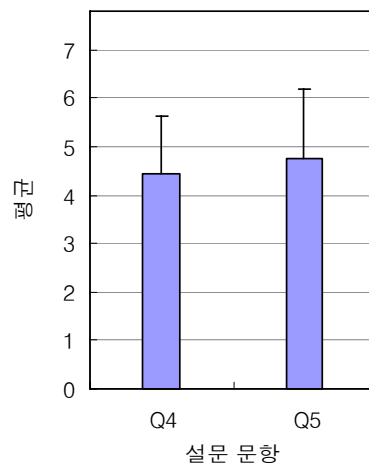
(1) 현실감



[그림 4-2] 현실감에 대한 설문 결과

현실감에 대한 설문 결과 Q1에 대한 결과는 5.50으로 게임의 현실감은 보통 이상인 것으로 나타났다. 기존 체감형 게임과 비교한 Q2의 결과는 5.25로 기존 체감형 게임보다 현실감을 높인 면에 있어서 긍정적인 결과를 나타내었다. 동적 환경이 현실감을 높이는 데 기여하였는지 질문한 Q3의 결과는 5.75로 세 문항 중 가장 높은 결과를 나타내어 동적 환경이 실제 게임의 체험에 있어서 현실감 증대에 상당한 역할을 한 것으로 해석된다.

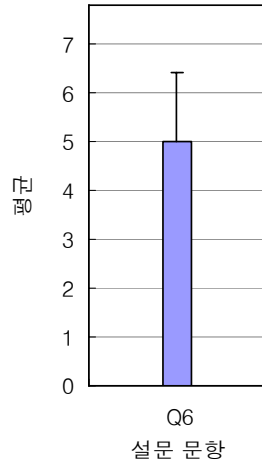
## (2) 편이성



[그림 4-3] 편이성에 대한 설문 결과

현재 시스템의 편이성을 묻는 Q4의 결과는 4.44로 보통 수준인 것으로 나타났다. 웨어러블 시스템으로 구성되어 있기 때문에 무게가 무겁고 AR Gun도 핸드헬드와는 달리 카메라와 디스플레이 등 크기가 크기 때문에 착용감이 떨어지기 때문인 것으로 생각된다. 그리고 휴대폰 등에 구현될 경우의 편이성에 대해 묻는 Q5의 결과는 4.75로 다소 나은 값이 나왔다. 따라서 향후 핸드헬드 기기에 적용될 경우 편이성은 크게 나쁘지 않을 것으로 예상할 수 있다.

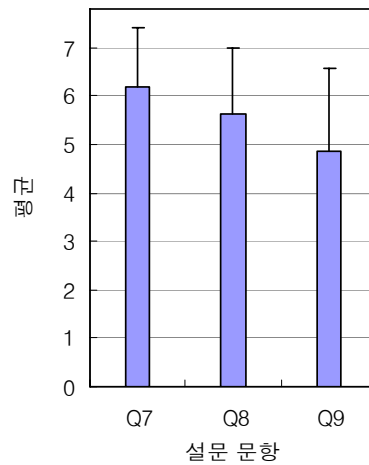
(3) 흥미



[그림 4-4] 흥미에 대한 설문 결과

게임의 흥미에 대해 묻는 Q6의 결과는 5.00으로 약간 재미있다고 느끼는 수준으로 나왔다. 기존의 체감형 게임에 비해 보통 이상의 흥미를 느끼고 있음을 알 수 있는데, 핸드헬드를 사용하면서도 기존의 체감형 게임에 맞먹는 재미를 느낄 수 있는 체감형 게임을 구현할 수 있다고 해석할 수 있다.

(4) 연구의 의의



[그림 4-5] 연구의 의의에 대한 설문 결과



동적 환경의 신선함에 대해 묻는 Q7의 결과는 6.19로 모든 설문 결과 중 가장 높은 수치를 나타내었다. 동적 환경이라는 개념이 사용자에게 신선하고 재미있는 시도라고 느껴진다고 볼 수 있으므로 동적 환경의 도입은 긍정적으로 볼 수 있다. 향후 핸드헬드를 이용하여 활용될 가능성에 대해 묻는 Q8의 결과는 5.63으로 상당히 가능성 있는 것으로 예측하였다. 휴대폰 등을 이용하여 현재의 시스템과 유사한 성능을 낼 수 있다면 활용 가능성은 높을 것으로 볼 수 있다. 휴대폰을 이용한 유사 시스템 출시의 경우 사용할 의향을 묻는 Q9의 결과는 4.88로 보통보다 조금 높은 수준을 드러내었다.

### 4.3.2. 주관식 평가 결과

주관식 설문은 총 4문항으로 게임에서 흥미로운 부분과 부족한 부분, 추가했으면 하는 것, 다른 활용 용도에 묻는 질문으로 구성되어 있다.

[표 4-2] 주관식 설문 문항(자유기술식)

번호	질문
Q1	게임에서 가장 흥미로운 부분은 어떤 것입니까?
Q2	게임에서 가장 부족한 부분은 어떤 것입니까?
Q3	게임에 추가되었으면 하는 것은 어떤 것입니까?
Q4	경험한 게임 외에 다른 어떤 곳에 활용될 수 있을지 의견을 주십시오.

주관식 설문 결과는 [표 4-3]과 같다. 의견을 유사 의견끼리 분류하고, 의견의 개수를 괄호 안에 표시하였다.

[표 4-3] 주관식 설문 결과(자유기술식)

번호	질문	의견 (명)
Q1	게임에서 가장 흥미로운 부분은 어떤 것입니까?	현실과 가상을 모두 이용하는 인터랙션 (9) 실제로 관이 움직이는 것(3) 게임 스토리(1) AR Gun의 구조(1)
Q2	게임에서 가장 부족한 부분은 어떤 것입니까?	현실에서 공격을 인식하기 어려움(2) 시야를 변경하는 것이 어려움(2) 현실에 표현되는 정보가 제한적임(1) 화면이 너무 작음(2) 그래픽, 사운드 등 게임의 완성도(3) 게임의 안정성(5) 게임보드의 단조로움(1)
Q3	게임에 추가되었으면 하는 것은 어떤 것입니까?	더 다양한 동적 환경 요소 (2) 게임 셋업의 부담 없이 언제 어디서나 가능하게(2) 팀 플레이(1) 아이템, 레벨 디자인 등 게임성(2) 폭발, 광선 등 다양한 이펙트(2) 진동 등의 체감 피드백(1) Zoom을 이용한 확대(1)
Q4	경험한 게임 외에 다른 어떤 곳에 활용될 수 있을지 의견을 주십시오.	실제 사람 대 사람으로 하는 서바이벌 게임(1) 귀신의 집에 활용(2) 바퀴벌레 잡기 등 벌레 잡기 게임(1) 휴대폰을 통한 체험 마케팅(1) 박물관 등에 위치한 마커를 통해 정보 수집(1) 증강현실과 로봇을 이용한 원격 제어(1) 정신지체 장애인을 위한 재활 프로그램(1)

게임에서 가장 흥미로운 부분을 묻는 Q1의 결과, 현실과 가상을 모두 이용하는 인터랙션이라고 응답한 사람이 9명으로 많은 사람이 공통적인 의견을 주었다. 실제로 판이 움직이는 것이라고 응답한 사람도 3명으로 실험에 참여한 다수의 사용자들이 동적 환경 자체에 대한 흥미를 표시하였다. 동적 환경은 사용자들에게 있어 흥미롭고 새로운 개념이라는 것을 알 수 있다.

게임에서 가장 부족한 부분을 묻는 Q2의 결과, 완성도와 안정성, 단조로움 등 게임의 게임성에 대한 지적이 9명으로 실제 상용 게임에 비해서 게임성이 많이 부족한 것으로 드러났다. 현실에서 공격을 인지하기 어렵고, 시야 변경이 어렵다고 한 사람이 각각 2명으로 게임을 하는데 있어서 인터랙션의 어려움을 표현한 사람도 합이 4명이었다. 새로운 인터랙션을 도입함에 있어서 기존의 게임에서 활용하지 않는 시야의 전환이 사용자에게 생소하고 어려울 수 있음을 보여주는 결과라 하겠다. 현실에 표현되는 정보가 제한적이라고 말한 사람과 화면이 작다고 말하여 시스템 자체의 한계를 지적한 사람도 합이 3명이었다.

게임에 추가되었으면 하는 것을 묻는 Q3의 결과, 더 다양한 동적 환경 요소와 게임 셋업이 쉽도록 간단한 시스템을 요구하는 의견이 각각 2건으로 시스템의 개선을 요구하는 경우가 꽤 있었다. 팀 플레이와 게임성, 이펙트, 피드백 등 게임을 좀 더 재미있게 하기 위한 부가요소들에 대한 의견도 다수 있었다.

경험한 게임 외의 다른 곳에서의 활용에 대한 의견을 묻는 Q4의 결과 다양한 의견이 접수되었다. 귀신의 집, 서바이벌 게임 등 실제 크기의 공간에서 게임을 즐길 수 있도록 시스템을 확장했으면 하는 의견이 있었다. 그 외에 박물관에서의 활용, 로봇의 원격 제어, 장애인을 위한 재활 프로그램 등 다양한 의견도 수집 되었다.

#### 4.4. 평가 종합

전체적인 평가 결과를 종합하면 아래와 같이 요약할 수 있다.

##### (1) 동적 환경의 도입은 증강현실 게임의 현실감을 높이는데 기여할 수 있다.

본 연구에서 도입한 동적 환경은 현실과 가상을 모두 활용하는 증강현실 게임에서 현실만 가상에 영향을 끼치는 것이 아니라 가상도 현실에 영향을 끼칠 수 있도록 양방향의 인터랙션을 구현함으로써 가상의 체험이 보다 현실적으로 느껴지도록 할 수 있다는 것이 긍정적으로 평가 되었다. 핸드헬드 기기의 화면이 작아 현실감이 떨어지지만 동적

환경을 통해 부족한 현실감을 보충해줄 수 있을 것이라는 기대를 어느 정도 만족시킨 것으로 볼 수 있다.

**(2) 동적 환경을 활용한 새로운 인터랙션은 흥미롭다.**

동적 환경을 활용한 새로운 인터랙션은 기존의 체감형 게임과 다른 인터랙션을 통해 흥미로운 체험을 제공한다는 것을 알 수 있다. 하지만 새로운 인터랙션인 탓에 기존에 경험해보지 못한 사용자에게는 높은 난이도로써 작용하여 게임을 어렵게 느끼게 하는 역할도 할 수 있음을 보여주었다. 따라서 새로운 인터랙션을 효과적으로 활용하려면 좀더 편의성을 높이고 쉽게 이해할 수 있는 콘텐츠의 제작이 중요함을 알 수 있다.

**(3) 동적 환경을 활용한 증강현실 게임은 향후 실제 핸드헬드에 적용될 수 있다.**

향후 고성능의 핸드헬드 기기가 나온다는 전제 하에 핸드헬드와 유사한 구성으로 게임 시스템을 제작하였다. 현재의 구성에서 충분히 현실감을 제공할 수 있기 때문에 향후 실제 핸드헬드에 적용될 경우에도 연구에서 제시된 수준 이상의 현실감을 느낄 수 있을 것이다.

**(4) 동적 환경을 위한 하드웨어들은 복잡해서 좀 더 간단하고 이동성 있게 만들 필요성이 있다.**

핸드헬드를 활용한 증강현실의 장점은 이동성이 높다는 것이다. 하지만 동적 환경을 위한 하드웨어들은 이동하기에는 부피가 크고 복잡하다는 문제점이 있다. 물론 현재의 시스템으로도 공공장소나 게임 전용 공간에서 활용은 가능하지만 좀 더 폭넓게 사용되기 위해서는 더 간단하고 이동성 있게 만들어야 핸드헬드 증강현실 시스템의 특성을 유지할 수 있다.

## 5. 결론

본 연구는 핸드헬드 기기에 증강현실을 도입하기 위한 연구가 많이 이뤄지고 있는 시점에서 이루어졌다. 체감형 증강현실 게임을 핸드헬드 기기 상에 구현하고자 한다는 전제하에 핸드헬드에 적합한 시스템과 콘텐츠를 기획하고 실제 구현하는 것이 본 연구의 가장 큰 목표였다.

화면이 작다는 핸드헬드 기기의 특성상 현실감이 다른 증강현실 시스템에 비해 크게 떨어진다는 것은 어쩔 수 없는 한계이다. 하지만 효과적인 체감형 증강현실 게임을 위해서는 현실감을 포기할 수 없다. 그래서 부족한 현실감을 보충하기 위해 동적 환경이라는 새로운 개념을 도입하였다. 동적 환경은 가상이 현실에 영향을 줄 수 있는 현실의 환경 요소이다. 사용자가 오직 디스플레이하고만 인터랙션 하지 않고, 변화하는 현실과 인터랙션 함으로써 현실감을 높여주는 역할을 한다. 이러한 인터랙션은 현실만 가상에 영향을 주던 기존 증강현실에서 벗어나 현실과 가상이 양방향 인터랙션을 할 수 있도록 해주는 계기가 될 수 있다.

본 연구에서는 동적 환경의 개념을 바탕으로 실제 핸드헬드 기기와 유사한 인터랙션을 가지는 증강현실 게임 시스템을 개발하고 여기에 동적 환경을 도입하여 새로운 게임 인터랙션을 체험할 수 있도록 하였다. 실제로 사용자들을 통한 실험 결과 동적 환경의 도입은 현실감을 높여주고 게임을 보다 흥미롭게 하는데 긍정적인 역할을 하였다.

현재 개발 완료된 시스템은 게임보드와 동적 환경 때문에 이동성이 떨어진다는 문제점이 있다. 이러한 문제점은 핸드헬드를 이용한 증강현실의 가장 큰 장점인 이동성을 제한하는 요소로 작용하기 때문에 개선이 가장 시급하다. 물론 현재의 시스템으로도 공공장소나 게임 전용 공간에서 활용한다면 게임 공간은 고정되어 있고 사용자들이 찾아와서 각자의 핸드헬드 기기로 게임을 즐긴다는 컨셉으로 활용한다면 크게 문제가 없지만 더 높은 활용성을 위해서는 개선이 반드시 필요하다.

기존에도 증강현실을 이용한 체감형 게임에 대한 연구나 핸드헬드 증강현실 시스템에 대한 연구는 많이 진행되었다. 하지만 본 연구에서는 증강현실에 대한 개념적인 접근에서부터 새로운 시도를 하였다. 증강현실을 구성하는 현실과 가상의 요소 중에서 현실의 중요성을 더욱 부각시키는 것이 핸드헬드 증강현실에 필요하다고 주장하고, 동적 환경을 도입하여 가상의 변화가 현실에도 일어나는 새로운 인터랙션을 활용한 것은 기존의 연구들과 차별화되기 때문에 의의를 가진다고 할 수 있다.

## 6. 참고문헌

- [1] T. Ohshima , K. Satoh , H. Yamamoto , H. Tamura, "AR2 Hockey: A Case Study of Collaborative Augmented Reality", Proceedings of the Virtual Reality Annual International Symposium, p.268, 1998
- [2] B. Thomas , B. Close , J. Donoghue , J. Squires , P. de Bondi , M. Morris, W. Piekarski, "ARQuake: An Outdoor/Indoor Augmented Reality First Person Application", Proceedings of the 4th IEEE International Symposium on Wearable Computers, p.139, 2000
- [3] M. Takemura, S. Haraguchi, Y. Ohta, "An Interactive Attraction in Mixed Reality -BLADESHIPS-", Virtual System MultiMedia 2004, Hybrid Realities and Digital Partners, pp.1152-1158, 2004
- [4] D. Wagner, T. Pintaric, F. Ledermann, D. Schmalstieg, "Towards Massively Multi-User Augmented Reality on Handheld Devices", Proceedings of the Third International Conference on Pervasive Computing, 2005
- [5] D. Wagner, D. Schmalstieg, "ARToolKit on the PocketPC Platform", Appeared in Augmented Reality Toolkit Workshop, IEEE, 2003
- [6] W. Piekarski, B. H. Thomas, "Tinmith-Metro: New Outdoor Techniques for Creating City Models with an Augmented Reality Wearable Computer", In 5th Int'l Symposium on Wearable Computers, pp 31-38, 2001.
- [7] H. Tamura , H. Yamamoto , A. Katayama, "Mixed Reality: Future Dreams Seen at the Border between Real and Virtual Worlds", IEEE Computer Graphics and Applications, 2001

- [8] J. Viega, M.J. Conway, G.H. Williams, R.F. Pausch, "3D Magic Lenses", Proceedings of the 9th annual ACM symposium on User interface software and technology, 1996
- [9] A. Henrysson, M. Billinghurst, M. Ollila, "AR Tennis", sketches of SIGGRAPH 2006, 2006
- [10] 조규성, 혼합현실 기반 게임 시스템 설계 및 응용 게임 구현, KAIST 석사학위논문, 2005
- [11] United Nations, "Information Economy Report 2005", United Nations Conference on Trade and Development, 2005
- [12] Introduction to Augmented Reality,  
<http://www.se.rit.edu/~jrv/research/ar/introduction.html>
- [13] Id Software, Quake II(1997), <http://www.idsoftware.com>
- [14] ARToolkit Homepage, <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [15] Arcade History, <http://www.arcade-history.com/>
- [16] Nintendo, <http://www.nintendo.co.jp/>
- [17] Head Mounted Displays-VR-Helmets Market Overview,  
<http://www.stereo3d.com/hmd.htm>
- [18] 검신드래곤퀘스트  
<http://www.square-enix.co.jp/dragonquest/ssd/products1.html>
- [19] Kick Ass Kung-Fu, <http://www.kickasskungfu.net/en/index.html>

## 감사의 글

이 논문이 완성되기까지 도움을 주신 모든 분들께 감사의 말씀을 드립니다.

먼저 제가 타전공임에도 불구하고 지도교수님으로 많은 가르침을 주신 양현승 교수님께 진심으로 감사를 드립니다. 과거 제가 학부시절 로봇을 만들 때부터 교수님께서 많은 가르침을 주셔서 이 결과가 나올 수 있었다고 생각합니다. 그리고 논문 심사와 지도를 맡아 많은 아이디어와 격려를 해주신 임창영 교수님과 노준용 교수님께도 깊은 감사를 드립니다. 또한 문화기술학제전공에서 공부하는 기간 동안 많은 가르침을 주신 원광연 교수님 이하 많은 문화기술학제전공 및 문화기술대학원 교수님들께 감사의 말씀을 드립니다.

남들보다 짧은 연구실 생활이었지만 그 기간 동안 더 많은 도움을 주셨던 연구실 구성원 여러분께 진심으로 감사 드립니다. 전산과 출신이 아닌 저를 위해서 프로그래밍에 발 벗고 나서준 규성이, AI 구현을 도맡아 해준 재민이, 항상 많은 도움을 주시고 논문 작성에도 많은 도움을 주신 용호형, 굿은 일이 있을 때마다 땀 흘려 도와준 영남이와 기일이에게 고맙다는 말씀을 드립니다. 그리고 연구실에서 항상 저를 챙겨주시고 많은 조언을 해주신 주호형, 태우형, 하섭이형, 태민이형, 건애누나, 지년이형, 일웅이형, 진이형, 진현이형, 용일이형, 상욱이형, Ming, 수정이누나에게도 고마움을 전합니다.

함께 동고동락하던 CT 동기들 지연누나, 휘룡이, 동근이, 재우에게도 고마움을 전합니다. CT 동기들과 함께 하던 2년의 시간은 아마 잊을 수 없을 것입니다. 또한 함께 즐겁게 생활하며 공부하던 CT 선후배들께도 고마운 마음을 전합니다.

항상 함께하며 고민을 나누던 룸메이트 동원이와 어려울 때 힘이 되어주신 전현숙 선생님께도 정말 고맙다는 말씀을 전하고 싶습니다.

마지막으로 언제나 저를 사랑으로 아껴주고 돌봐주는 나의 가족 어머니, 큰누나, 작은누나, 매형께 진심으로 감사 드립니다. 우리 가족 모두 사랑합니다.



## 이력서

### 인적사항

성 명 : 강 원 형

생년월일 : 1981년 4월 3일

출 생 지 : 서울특별시

본 적 : 서울특별시 마포구 대흥동 609번지

### 학 력

1999.3 -2005.2 : 한국과학기술원 기계공학과 학사과정 (B.S.)

2005.3 -2007.2 : 한국과학기술원 문화기술학제전공 석사과정 (M.S.)