

# 골프 스윙 센서를 이용한 체감형 골프 게임

김은주\*, 안상혁, 송창근, 김선정

한림대학교 컴퓨터공학과

e-mail : {ejkim628,sang980,cgsong,sunkim}@hallym.ac.kr

## Interactive Golf Game Using Golf Swing Sensor

Eun-Ju Kim\*, Sang-Hyuk Ahn, Chang-Geun Song, Sun-Jeong Kim  
Dept. of Computer Engineering, Hallym University

### 요 약

체감형 스크린 골프 게임에 사용될 인터페이스로 골프 공의 궤적과 속도를 실시간으로 표시하고 분석하는 시뮬레이터를 설계하고 골프 스윙 센서 장비를 적용하여 실시간 게임을 구현하였다. 특히 레저 스포츠 게임은 게임을 즐기면서 몸으로 느낄 수 있는 체감형 게임기에 적합한 게임 콘텐츠로 게이머에게 몰입감을 주기 위한 고급 3 차원 그래픽 기술과 가상현실 기술등과 같은 최첨단 기술이 필요하다. 따라서 몰입감과 현실감을 최대한 살리기 위해서는 물리의 법칙과 가상 현실 장비와의 연동이 필수이다. 본 논문은 체감형 스크린 골프의 시스템을 구성하고 게임을 위한 시뮬레이터의 설계와 레이아웃 설계, 공의 속도와 궤적 표시 방법, 골프공의 충격량을 계산하고, 체감형 가상 장비를 연동하였다.

### 1. 서론

게임과 관련된 소프트웨어와 게임기구, 정보기술의 발전은 컴퓨터 하드웨어의 고성능과 기억공간의 고용량화, 사용 환경의 편의성 및 처리속도의 고속화, 그리고 주변장치와 네트워크, 인터넷 등의 발전으로 게임의 고급화로 발전 되었다.

게임의 고급화는 1 인칭 및 3 인칭 시점의 3 차원 영상 게임, 온라인 게임 및 네트워크 게임, 가상 현실 게임으로 발전하고 있다. 특히, 아케이드 게임(ArcadeGames)분야에서는 감성적인 콘텐츠를 탑재한 게임과 인간의 오감 및 오체 등을 이용한 게임의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 향후 이러한 기술의 발전은 인간의 삶을 게임공간에 이식하는 형태로 발전할 것으로 예측된다[1].

현실적인 게임을 개발하기 위해서는 현실세계와 가까운 3 차원 물리엔진이 필요하고, 사용자의 움직임 을 그대로 반영할 수 있는 새로운 입력 장치가 필요하다.

이미 시중에 나와있는 HMD(Head Mounted Display), Data Glove, VR Joystick 그리고 Force Feedback 시스템과 같은 다양한 가상 현실 입출력 장치나 본 연구에서 소개하는 골프 스윙 분석기와 같이 특정 게임에 맞게 설계된 장비를 이용해야 한다. 현재 상용화

된 체감형 게임으로 가상현실 콘솔게임과 스포츠 게임이 있다. 소니 플레이스테이션 2 의 '아이토이' 시리즈는 값싼 화상카메라를 통해 입력 받은 영상을 실시간 영상처리 기술을 사용하여 리듬액션, 격투 게임 등을 시판하였다. 특히 스포츠 아케이드 게임에서의 개발이 많이 되고 있는데 국내에선 골프존, 웨밀리골프, 알바트로스 등의 업체에서 실제 골프 스윙을 센서로 입력 받아 분석하여 대형 스크린에 3 차원 그래픽으로 표현하는 스크린골프 제품을 출시하였다. (그림 1)은 체감형 스크린 골프 게임 화면을 보여준다. (주)디케이티 에서는 라켓을 들고 게임 속 캐릭터와 직접 탁구를 치는 '라이브 액션 핑퐁' 을 업소용 아케이드 게임으로 출시하였다.



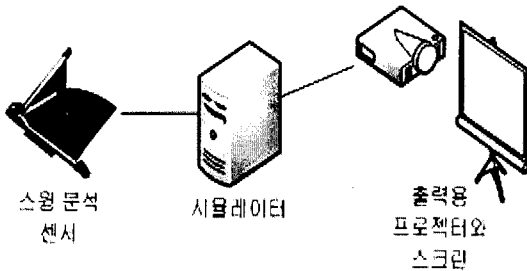
(그림 1) 체감형 게임

## 2. 골프공의 궤적 분석을 위한 시뮬레이터

현실감 있는 골프공의 움직임을 표현하려면 현실 세계와 동일한 물리 법칙을 적용하여 실시간으로 표현하고, 물리적인 요소들이 올바르게 적용되었는지 관찰하고 분석해야 한다.

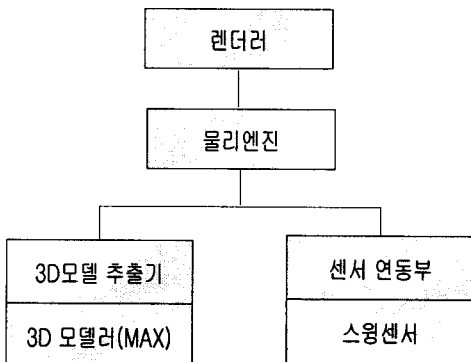
### 2.1 시스템 구성도

일반적으로 체험형 가상현실 스크린 골프 게임의 구성은 (그림 2)와 같다. 실제 사용자가 스윙 분석기 위에 놓인 골프공을 치면 적외선 센서가 입력을 받는다. 그리고 시뮬레이터가 미리 입력된 잔디와 대기 환경 변수 및 골프 클럽의 초기 입력 값과 센서로부터 들어온 스윙분석 값을 계산하여 3 차원 가상 현실 화면으로 대형 스크린에 출력한다.



(그림 2) 센서를 활용한 시스템 구성도

골프스윙 센서와 연동할 3D 게임을 제작 하려면 3D 모델을 출력할 수 있는 렌더러와 현실감 있는 움직임을 표현할 수 있는 물리 엔진이 필요하다. 이 부분을 개발하기 위해 DirectX9.0 라이브러리와 MFC7.0 을 이용하였다.

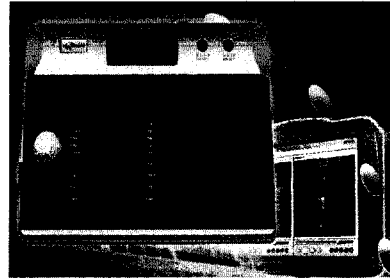


(그림 3) 전체 시스템 구성

### 2.2 스윙 분석 센서

골프 시뮬레이터를 테스트하기 위해 체험형 적외선 골프스윙 분석기를 도입하였다. 분석기는 PSA300

골프 센서, CyGolf 골프 게임, Twin-eye 자세 분석 프로그램으로 구성되어 있다. 스윙 분석기는 2 열로 나열된 적외선 센서로 골프클럽의 스윙 궤적을 추적하여 볼의 경로, 비거리, 클럽 헤드 속도, 클럽페이스 각도, 클럽헤드경로 각도, 임팩트 위치를 추정할 수 있다.



(그림 4) PSA300 골프 스윙 분석기

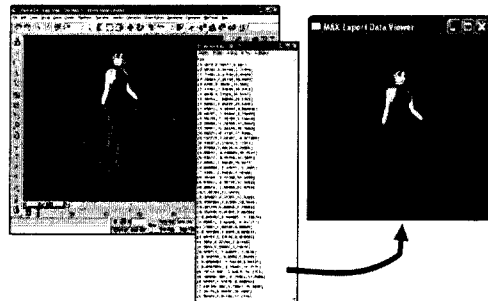
### 2.3 3D 모델 추출기

#### 2.3.1 MAX Script

범용 3 차원 그래픽 툴인 3D Studio MAX 에서 모델링 데이터를 추출할 수 있는 Script 를 제작하였다. 스크립트 코드는 3D Studio MAX 에서 선택된 하나의 오브젝트의 버텍스 좌표와 텍스처 좌표를 추출한다. MAX 에서 모델 데이터를 추출하는 다른 방법으로 MAX SDK 를 이용하여 Plug-In 프로그램을 작성할 수 있으나, 이 경우 MAX 프로그램이 버전 업그레이드 될 때 지속적으로 코드를 수정해야 하는 단점이 있다. 반면 MAX Script 는 프로그램 버전에 영향을 받지 않는다.

#### 2.3.2 DirectX Model Loader

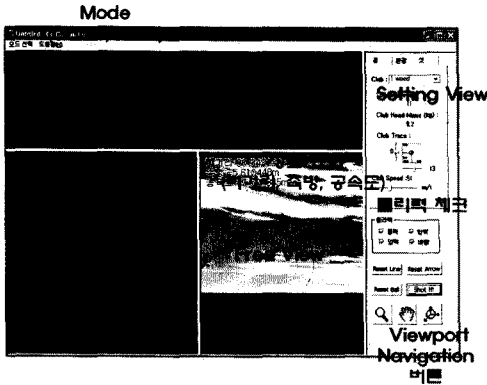
아래의 그림은 3D Studio MAX 에서 추출된 모델데이터를 DirectX 에서 렌더링 하는 모습이다.



(그림 5) DirectX Model Loader

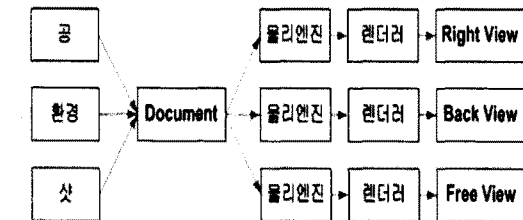
### 2.4 골프 시뮬레이터 인터페이스

(그림 6)은 골프센서와 골프게임의 연동이 잘 되는지 확인하고 물리엔진이 잘 적용되는지 확인할 수 있는 자체 개발한 시뮬레이터 인터페이스이다.



(그림 6) 골프 시뮬레이터 인터페이스

골프 시뮬레이터에서 데이터의 흐름은 (그림 7)에서 보여준다. Setting View 에서 입력한 공, 환경, 샷에 대한 입력 변수들은 MFC 의 Document 에 모이고 이 변수들이 각각의 View 에서 물리 엔진에 의해 계산되고 각 View 에 해당하는 렌더러에 의해 출력된다. 물리엔진과 렌더러를 각 뷰마다 따로 둔 이유는 Microsoft DirectX 라이브러리의 특성상 동일한 데이터를 여러 화면에 다른 렌더링 설정으로 적용할 수 없기 때문이다.



(그림 7) 골프 시뮬레이터 DFD(Data Flow Diagram)

2.5 골프 시뮬레이터

2.5.1 물리 모델 설계

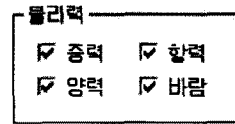
골프공과 같은 발사물에 작용하는 힘에는 처음 충격량, 중력, 항력, 양력이 있다. 이중 처음 충격량은 골프페이스와 공이 닿는 순간에 계산되고 중력, 항력 그리고 양력은 공이 떠있는 동안 지속적으로 영향을 준다. 충격량과 중력만 작용하는 물리 공간에서는 공의 궤적이 정확한 포물선을 그리게 된다. 여기에 보다 사실적인 공의 궤적을 표현하려면 대기 밀도와 풍향을 고려하여 항력을 근사하여 계산하고, 골프공의 회전수에 따른 양력을 더하여 실제와 최대한 비슷한 궤적을 만들어 낸다.

$$F_L = (2\pi^2 \rho v r^4 \alpha) / (2r) \quad (1)$$

$$F_D = \frac{1}{2} \rho v^2 A C_D \quad (2)$$

(그림 8) 회전하는 구의 마그누스 (1)양력(2)항력

식에서  $\rho$ 는 표 1 에서 지정한 공기밀도를 의미하고  $\omega$ 는 클럽 레도를 추적하여 계산한 각속도를 나타낸다.  $A$ 는 저항을 받는 공의 단면적이고  $C_D$ 는 공의 항력계수이며 각각의 물리력들을 선택하여 적용해 볼 수 있게 하였다.



(그림 9) 물리력 체크 박스

2.5.2 시뮬레이터 멀티뷰 구조

골프공의 구질은 크게 왼쪽으로 휘어져 나아가는 '훅'과 오른쪽으로 휘어져 나아가는 '슬라이스'로 구분한다. 따라서, 이를 정확히 판독하기 위한 '후면도(Back View)' 화면과 공의 궤적의 포물선 모양을 관측하기 위한 '측면도(Side View)' 화면이 필요하고 공의 궤적을 실제 플레이어가 현실감 있게 볼 수 있는 '배경도(Perspective View)'가 필요하다. 본 연구에서는 (그림 6)과 같이 3 개의 뷰(View) 구조와 여러 물리적 변수들을 조절할 수 있는 컨트롤 뷰(Control View)로 설계하였다.

Right View 로 표시된 측면도는 공의 궤적이 얼마나 현실감 있게 그려지는지 파악하기 위해 쓰인다. 그림에서 실선은 공이 지나온 궤적을 나타내며 0.5초 마다 화살표로 그 시점의 속도를 나타내었다. 골프 공을 치는 사람의 뒤에서 보는 시점이 후면도이다. 이는 공의 휘어짐(훅/슬라이스)을 파악하기 위해 만들었다. Free View 는 시점을 자유롭게 조정하고 현실감을 테스트하기 위한 자유 조절 창이다. 컨트롤 뷰에 위치한 3개의 Viewport Navigation Button으로 이동, 확대, 회전 시킬 수 있다.

2.5.3. 컨트롤 뷰

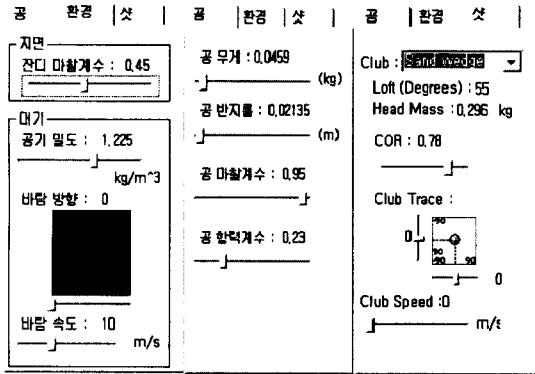
컨트롤 뷰에서 조절 가능한 각각의 물리적 변수의 분류와 입력범위를 표 1에 나타내었다.

<표 1> 컨트롤 뷰에서 조절 가능한 물리 변수

분류	물리 변수	입력 범위
공	무게	0.0 ~ 1.0 (kg)
	반지름	0.0 ~ 1.0 (m)
	마찰계수	0.0 ~ 1.0
	항력계수	0.0 ~ 1.0
환경	지면 마찰계수	0.0 ~ 1.0
	공기 밀도	0.0 ~ 2.0 (kg/m <sup>3</sup> )
	풍향	0 ~ 360 (degree)
	풍속	0 ~ 30 (m/s)
샷	Loft	Degrees

클럽 헤드 질량	Kg
COR(반발계수)	0.0 ~ 1.0
클럽 궤도 추적	중/횡 0 ~ 90 (degree)
클럽 속도	0 ~ 150 (m/s)

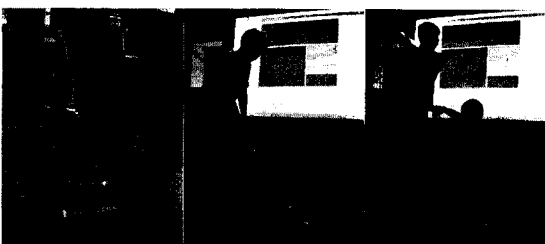
컨트를 뷰는 공, 환경, 샷의 3 가지 하위분류를 가지며 각각의 창에서 해당하는 물리적 변수들을 조절함으로써 골프공 뿐만 아니라 다른 종류의 발사체도 시뮬레이션 할 수 있다.



(그림 10) 컨트롤 뷰

(그림 10)의 공 셋팅 창은 발사체의 기본적인 물리적 변수들을 설정한다. 표준 골프공의 마찰계수는 0.95 이고 양력의 발생에 영향을 주는 항력계수는 0.23 이다. 이러한 골프공의 항력계수는 표면의 울퉁불퉁한 덩굴 모양으로 생기는데, 공기와의 동역학적인 작용을 알아보기 위해 현재 사용되는 골프공의 덩굴을 모래 종이로 문질러 모두 제거해 버린 후, 그 표면을 매끄럽게 만든 다음 덩굴이 있는 일반 공과 비거리가 얼마나 차이가 나는지 확인해 본 결과 덩굴이 있는 공이 일반적으로 먼 거리를 날아갔다[6].

2.6 센서를 이용한 골프 게임



(그림 11) 시뮬레이터와 센서를 연동한 체감형 스크린 골프 게임

(그림 11)은 골프 시뮬레이터와 PSA300 골프 스윙 분석기를 연동한 화면이다. PSA300 에서 획득한 데이터로는 클럽종류, 클럽헤드 속력, 클럽페이스 각도, 클럽헤드경로 각도를 사용하였다. 간단하게 구현하였

으나, 직접 스윙을 하고 대형스크린을 사용함으로써 몰입감을 느낄 수 있었다.

3. 결론 및 향후 연구

본 연구는 물리법칙을 적용하여 실시간으로 골프공의 스윙으로 공의 속도와 궤적을 분석할 수 있었다. 지금까지 시판된 골프 시뮬레이션 게임에서는 물리적인 요소가 적용되고 있지만 현실세계와 완전히 같은 물리법칙이 들어가 있다고는 말할 수 없다. 이는 게임의 특성상 사람이 느끼기에 초당 24 프레임 이상의 실시간으로 표현해야 하기 때문에 정확한 물리 시뮬레이션이 아닌 어느 정도 근사하여 구현하고 있는 수준이다. 실제 골프에서는 플레이어의 체형, 골프클럽의 헤드표면의 모양 등 수많은 변수와 환경 요소가 작용한다. 이러한 물리적 변수들을 실시간으로 도입하면 지금 보다 나은 시뮬레이션을 할 수 있을 것이다.

현재 시중에 나와 있는 골프 스윙 분석기는 클럽의 헤드에 정확히 맞았을 경우를 제외한 '미스 샷'의 경우 정확하게 판독하지 못한다. 이러한 신뢰할 만한 입력 데이터가 없는 경우에는 실제와 똑같은 시뮬레이션을 구현하기 힘들다. 따라서 스윙 분석기의 센서를 보다 개선할 필요가 있다. 현재 상용화 된 스크린 골프 제품의 골프 시뮬레이터는 플레이어들의 신뢰를 받지 못하고, 단순히 게임으로 생각되는 경향이 있다. '미스 샷'의 경우까지 정확히 판독한다면 플레이어들이 생각하는 단순한 게임에서 벗어나 현실세계와 같은 경험을 할 수 있을 것이다.

향후 골프 스윙을 보다 정확하게 판독할 수 있는 입력센서가 연구되어야 하고 물리적 환경 변수를 고려한 시뮬레이션이 이루어져야 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 연구는 지방대학 혁신역량 강화사업(NURI) 문화콘텐츠(CT) 인력양성 3 차년도 사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] 주정규(2000), "세계 게임산업의 미래와 우리의 역할", 서울 게임 엑스포 2000 학술 세미나.
- [2] 한국게임산업개발원, "2002 대한민국 게임백서", 2002
- [3] ㈜하이윈 홈페이지 <http://www.hi-win.com>
- [4] David M. Bourg, "Physics for Game Developers", O'Reilly
- [5] Grant Palmer, "Physics for Game Programmer
- [6] 조영석 역, 물리를 알면 골프가 보인다 ", 한승