체감형 3D 골프 게임을 위한 공의 궤적 분석

안상혁 ° 김은주 송창근
한림대학교 컴퓨터공학과
{sang980 °, ejkim628, cgsong}@hallym.ac.kr

Investigation of a trajectory of a golf ball for Interactive 3D Golf Game

Sang-Hyuk Ahn°, Eun-Ju Kim, Chang-Geun Song
Dept.of Computer Engineering, Hallym University

요 약

체감형 가상현실 스크린 골프 게임 개발에 필요한 도구로 골프 공의 궤적과 속도를 실시간으로 표시하고 분석하는 시뮬레이터를 설계하고 구현하였다. 현실감 있는 골프 공의 움직임을 표현하려면 현실 세계와 동일한 물리 법칙을 적용하여 실시간으로 표현하고, 물리적인 요소들이 올바르게 적용되었는지 관찰하고 분석해야 할 필요성이 있다.

1. 서론

게임 소프트웨어, 게임기구 및 게임 정보기술의 발전은 컴퓨터 하드웨어의 고성능과 기억공간의 고용량화, 사용 환경의 편의성 및 처리속도의 고속화, 주변장치와 네트워크, 인터넷 등의 발전으로 게임의 고급화가 되었으며 1 인칭 및 3 인칭 시점의 3 차원 영상 게임, 온라인 게임 및 네트워크 게임, 가상현실 게임으로 발전하고 있는 추세이다. 특히, 아케이드 게임(Arcade Games)분야에서는 감성적인 컨텐츠를 탑재한 게임과 인간의 오감 및 오체 등을 이용한 게임의 개발이 활발하게 진행되고 있다. 향후 이러한 발전은 인간의 삶을 게임공간에 이식하는 형태로 발전할 것으로 예측된다[1]. 따라서 현실적인 게임을 개발하기 위해서는 움직임을 영상으로 표현하기 위한 3 차원 물리엔진이 필요하고, HMD(Head Mounted Display), Data Glove, VR Joystick 그리고 Force Feedback 시스템과 같은 다양한 가상현실 입출력 장치가 필요하다.

2. 관련 연구

현재 상용화된 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 아케이드게임 에서의 개발이 많이 되고 있는데 국내에선 골프존, 훼밀리골프, 알바트로스 등의 업체에서 실제 골프스윙을 센서로 입력받아 분석하여 대형 스크린에 3 차원 그래픽으로 표현하는 스크린골프 제품을 출시하였다. 그림 1 은 체감형 스크린 골프 게임 화면을 보여준다. (주)디케이트 에서는 라켓을 들고 게임 속 캐릭터와 직접 탁구를 치는 '라이브 액션 핑퐁' 을 업소용 아케이드 게임으로 출시하였다. 이 외에도 DDR(코나미사(社)), Pump it up(안다미로) 등의 체감형 리듬 액션 게임들이 세계적인 히트를 쳤고[2], 3D 그래픽 화면을 보면서 러닝 머신을 달리는 체감형 게임 ' 고!고!(GO! GO!)' 를 온라인 게임 개발사 하이원[3]에서 개발하기도 하였다. 그리고 최근에는 이러한 게임들의 온라인 게임화가 시도 되고 있다.

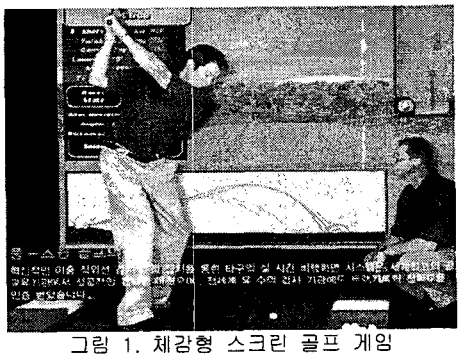

그림 1. 체감형 스크린 골프 게임

3. 본론

체감형 가상현실 스크린 골프 게임 개발에 필요한 도구로 골프 공의 궤적과 속도를 실시간으로 표시하고 분석하는 시뮬레이터를 설계하고 구현하였다. 현실감 있는 골프 공의 움직임을 표현하려면 현실 세계와 동일한 물리 법칙을 적용하여 실시간으로 표현하고, 물리적인 요소들이 올바르게 적용되었는지 관찰하고 분석해야 할 필요성이 있다. 본문에서는 체감형 스크린 골프의 시스템 구성과 시뮬레이터의 레이아웃 설계, 공의 속도와 궤적 표시 방법 및 골프공의 충격량을 계산하는 물리 엔진에 대하여 설명하다.

본 연구는 2006 년 지방대학 혁신역량 강화사업(NURI) 문화 콘텐츠(CT) 인력양성 2 차년도 사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

3.1 시스템 구성도

일반적인 가상현실 체감형 스크린 골프 게임의 구성은 그림 2 와 같다. 실제 플레이어가 스윙 분석에 놓인 골프공을 쳐서 입력을 받는다. 그리고 시뮬레이터가 미리 입력된 잔디와 대기 환경 변수 및 골프 클럽의 초기 입력값과 센서로부터 들어온 스윙분석 값을 계산하여 3 차원 가상 현실 화면으로 대형 스크린에 출력한다.

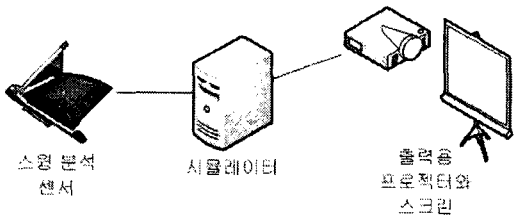

그림 2. 일반적인 스크린 골프 시스템 구성도

3.2 레이 아웃 설계

골프공의 속도와 궤적을 한눈에 파악하기 위한 정확한 화면 설계가 필요하다. 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 3 과 같이 3 개의 뷰(View) 구조와 여러 물리적 변수들을 조절할 수 있는 컨트롤 뷰(Control View)로 설계하였다. 컨트롤 뷰에서 조절 가능한 각각의 물리적 변수의 분류와 입력범위를 표 1 에 표시하였다.

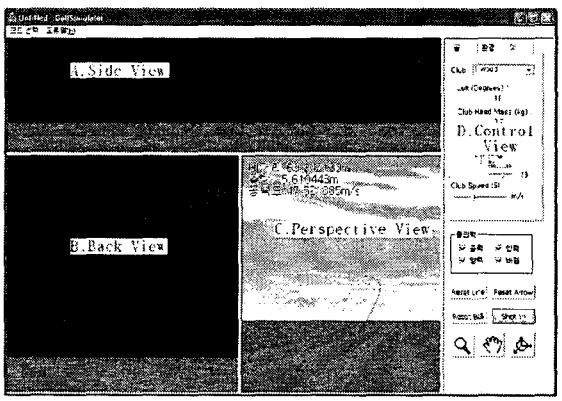

그림 3. 뷰 레이아웃 (A. Side View , B. Back View, C. Perspective View, D. Control View)

표 1. 컨트롤 뷰에서 조절 가능한 물리 변수

분류	물리 변수	입력 범위
공	공 무게	0.0 ~ 1.0 (kg)
	공 반지름	0.0 ~ 1.0 (m)
	공 마찰계수	0.0 ~ 1.0
	공 항력계수	0.0 ~ 1.0
환경	잔디 마찰계수	0.0 ~ 1.0
	공기 밀도	0.0 ~ 2.0 (kg/m^3)
	풍향	0~360 (degree)
	풍속	30 (m/s)
샷	Loft	Degrees
	클럽 헤드 질량	Kg
	COR(반발계수)	0.0 ~ 1.0
	클럽 궤도 추적	종/횡 0~90(degree)
	클럽 속도	0 ~ 150 (m/s)

3.3 공의 속도와 궤적 표시

일반적으로 물리학에서는 속도를 화살표 모양의 벡터로 표현한다. 공의 속도변화를 한눈에 쉽게 분석 하기 위해 일정시간 마다 공의 위치에 해당하는 속도를 화살표 벡터기호로 표시하였다. 그림 4 에서 처럼 공이 지나온 궤적을 실선으로 나타내었으며 공의 현재 진행방향과 속도를 굵은 화살표로 보여주었다.

그림 4. 공의 궤적과 속도 표시

3.4 컨트롤 뷰

그림 5 에서 처럼 컨트롤 뷰는 공과 환경 그리고 샷 탭으로 구성된다.
공 탭에서 무게, 반지름, 마찰계수, 항력계수를 표 1. 의 범위 내에서 설정할 수 있다. 이 변수들을 조절하여 골프공 뿐만 아니라 농구공, 축구공 등 여러 구형 물체를 시뮬레이션 할 수 있다. 두 번째 환경 탭에서는 잔디(또는 지면)의 마찰계수와 대기 상태를 설정할 수 있다. 대기 상태로는 공기 밀도와 풍향 및 풍속을 지정할 수 있다. 세 번째 샷(shot) 탭 에서는 기본 골프클럽 세트를 선택하고 클럽헤드의 반발계수(COR : Coefficient of restitution)을 설정한다. 그 밑의 Club Trace 는 골프스윙을 할 때 클럽헤드의 움직임을 추적한다. 클럽헤드가 날아온 가로와 세로방향의 각도를 입력하여 공과 클럽헤드가 닿을 때의 마찰에 의한 공의 세로방향 회전과 가로방향 회전을 계산하는데 사용한다.

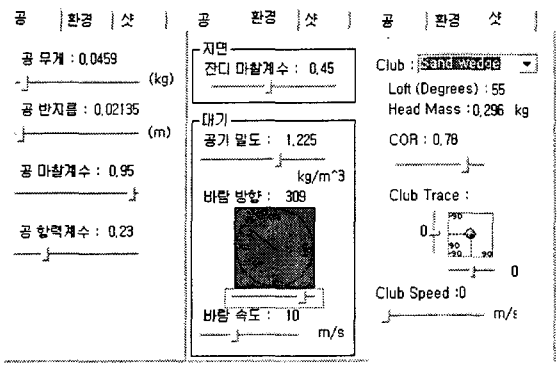

그림 5. 컨트롤 뷰

3.5 실시간 물리 엔진

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 회전 수에 따른 양력을 더하여 실제와 최대한 비슷한 궤적을 만들어 낸다[4][5].

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

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

그림 6. 회전하는 구의 마그누스 (1)양력과 (2)항력 식

그림 6 의 식에서 ρ 는 표 1 에서 지정한 공기밀도를 의미하고 ω 는 클럽 궤도를 추적하여 계산한 각속도를 나타낸다. A 는 저항을 받는 공의 단면적이고 C_D 는 공의 항력계수이다.

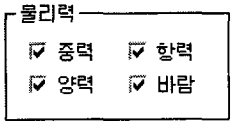

그림 7. 물리력 체크 박스

또한, 각각의 물리력들을 선택하여 적용해 볼 수 있게 그림 7 처럼 체크박스를 두었고 구현 그림 8 에서 보여준다.

```
// 공의 최종 속도를 계산한다.
D3DXVECTOR3 vec3ExternalForce(0.0,0.0,0.0);
D3DXVec3Add(&vec3ExternalForce, &vec3ExternalForce,
                        &m_vec3GravityForce);
D3DXVec3Add(&vec3ExternalForce, &vec3ExternalForce,
                        &m_vec3DragForce);
D3DXVec3Add(&vec3ExternalForce, &vec3ExternalForce,
                        &m_vec3LiftForce);
// 가속도 계산
D3DXVec3Scale(&vec3ExternalForce, &vec3ExternalForce,
                        1 / pDoc->m_fBallMass);
// dt 만큼 계산
D3DXVec3Scale(&vec3ExternalForce, &vec3ExternalForce,
                        (float)(timeGap)/(1000*slow));
D3DXVec3Add(&this->m_vec3BallVelocity,
        &this->m_vec3BallVelocity, &vec3ExternalForce);
```

그림 8. 모든 물리적 외력을 더한 공의 속도 계산코드

4. 결론 및 향후 연구

지금까지 시판된 게임에서는 물리적인 요소가 적용되고 있지만 현실세계와 같은 물리법칙이 들어가 있지 않다. 이는 게임의 특성상 사람이 느끼기에 초당 24 프레임 이상의 실시간으로 표현해야 하기 때문에 정확한 물리 시뮬레이션이 아닌 어느 정도 근사하여 구현하고 있는 수준이다. 많은 환경 요소적 물리법칙을 실시간으로 도입하면 지금 보다 나은 시뮬레이션을 할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 물리법칙을 적용하였을 때 실시간으로 테스트를 하고 공의 속도와 궤적을 효과적으로 분석할 수 있는 시뮬레이터 설계하였다.

현재 시중에 나와있는 골프 스윙 분석기는 클럽의 헤드에 정확히 맞았을 경우를 제외한 '미스 샷'의 경우 정확하게 판독하지 못한다. 이러한 신뢰할 만한 입력 데이터가 없는 경우에서는 실제와 똑같은 시뮬레이션을 구현하기 힘들다. 따라서 스윙 분석기의 센서를 보다 개선할 필요가 있다. 현재 상용화 되어진 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 더 정확하게 판독할 수 있는 입력센서가 연구되어야 하며 물리적 환경 변수를 고려한 시뮬레이션이 이루어져야 한다.

5. 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 Programmers"