

Intuitive Manipulation of Deformable Cloth Object Based on Augmented Reality for Mobile Game

Sang-Joon Kim[†] · Min Hong^{††} · Yoo-Joo Choi^{†††}

ABSTRACT

In recent, mobile augmented reality game which has been attracting high attention is considered to be an good approach to increase immersion. In conventional augmented reality-based games that recognize target objects using a mobile camera and show the matching game characters, touch-based interaction is mainly used. In this paper, we propose an intuitive interaction method which manipulates a deformable game object by moving a target image of augmented reality in order to enhance the immersion of the game. In the proposed method, the deformable object is intuitively manipulated by calculating the distance and direction between the target images and by adjusting the external force applied to the deformable object using them. In this paper, we focus on the cloth deformable object which is widely used for natural object animation in game contents and implement natural cloth simulation interacting with game objects represented by wind and rigid objects. In the experiments, we compare the previous commercial cloth model with the proposed method and show the proposed method can represent cloth animation more realistically.

Keywords : Augmented Reality, Intuitive Interaction, Interactive Mobile Game, Mobile Application, Unity

모바일 게임을 위한 증강현실 기반 직관적 변형 직물객체 조작

김 상 준[†] · 홍 민^{††} · 최 유 주^{†††}

요 약

최근 높은 관심을 모으고 있는 모바일 증강현실 게임은 몰입감을 높이기 위한 접근 방법으로 손꼽히고 있다. 모바일 디바이스의 카메라를 이용하여 대상 물체를 인식하고 게임 캐릭터가 등장하도록 하는 기존 증강현실 기반의 게임에서는 대부분이 터치 기반의 인터랙션만을 사용하고 있다. 본 논문에서는 게임의 몰입도를 높이기 위하여 증강현실 타겟 이미지를 움직임으로써 게임 속 변형 객체를 직관적으로 조작하는 기법을 제안한다. 제안 방법에서는 타겟 이미지들 사이의 거리와 방향을 계산하고, 이에 따라 변형객체에 주어지는 외부력(external force)의 크기를 조정함으로써, 직관적 방법으로 변형 객체의 움직임을 조작할 수 있도록 하였다. 본 논문에서는 게임 콘텐츠에서 자연스러운 객체 표현을 위하여 많이 사용되고 있는 변형 직물(cloth) 모델에 초점을 맞추었고, 바람(wind)과 강체(rigid object)로 표현되는 게임 객체들과 상호작용하는 자연스러운 직물의 움직임을 표현하였다. 실험에서는 유니티 에셋 스토어에서 판매하는 기존 유료 직물 모델의 적용 결과와의 비교를 통하여 제안 기법이 보다 현실감 있는 직물의 움직임을 표현하고 있는 것을 보였다.

키워드 : 증강현실, 직관적 인터랙션, 인터랙티브 모바일 게임, 모바일 앱, 유니티

1. 서 론

스마트폰의 보급의 확대와 기술의 발전으로 모바일 게임

의 이용자 수는 PC게임 이용자 수를 넘어섰다[1]. 이렇게 모바일 콘텐츠 이용자 수의 증가로 모바일 콘텐츠 제작이 활발해졌고, 게임의 몰입감을 높이기 위한 새로운 콘텐츠 제작 연구가 활발히 이루어지고 있다. 현재 콘텐츠 이슈 기술 중 하나인 증강현실(Augmented virtuality)은 가상현실(Virtual Reality)의 한 분야로 영상분석 기술을 이용하여 실제 환경의 실시간 정보와 가상사물 혹은 정보를 합성해 원래의 환경에 존재하는 사물처럼 보이도록 해주어 사용자와 상호작용하도록 함으로써 향상된 현실감을 주는 기술이다.

증강현실은 현실 영상과 가상의 객체 혹은 정보를 합성하여 렌더링 한 후 사용자에게 보여주는 시스템을 가지고 있다. 때문에 가상 객체들을 원하는 현실의 목표 이미지 자리에 정

- ※ 본 연구는 한국재단 이공학개인기초연구지원사업 기본연구지원사업(NRF-2015RID1A1A01059304)과 2017년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 중견연구지원사업(No. 2017R1A2B1005207)에 의하여 수행되었음.
※ 본 논문은 2017년도 한국정보처리학회 추계학술발표대회에서 “Unity 환경에서 AR기반 실시간 상호작용 지원 Wind-Cloth 시뮬레이터의 설계”의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임.

[†] 준 회 원 : 서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 석사과정

^{††} 종신회원 : 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수

^{†††} 종신회원 : 서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 부교수

Manuscript Received : December 26, 2017

Accepted : January 22, 2018

* Corresponding Author : Yoo-Joo Choi(yjchoi@smit.ac.kr)

확히 위치시켜주기 위해서는 상대적 좌표를 추출할 수 있는 마커(marker)가 필요하다[2]. 이러한 마커를 통한 인터랙션 증강현실 콘텐츠는 많이 소개되어 왔다[3, 4]. 하지만 단순히 마커를 인식, 터치 기반의 인터랙션만을 사용하는 콘텐츠는 현실감과 몰입감을 주기에는 부족하여 직관적인 인터랙션 방법이 요구된다.

현재 상호작용이 가능한 증강현실 콘텐츠들 중 대표적인 콘텐츠들로 포켓몬 고[5], 정글 파이터즈[6], 배틀 카드히어로[7], The Playroom[8] 등을 들 수 있다. 포켓몬 고(Pokémon GO), 정글 파이터즈는 위치 확인 시스템(GPS: Global Positioning System)을 이용하여 실시간 현실 영상에 사용자의 위치에 따른 서로 다른 몬스터가 나타나고 터치 상호작용을 이용하여 몬스터를 잡아 캐릭터를 키워나가는 증강현실 게임이다. 배틀 카드히어로는 스마트폰 카메라를 이용하여 몬스터 카드를 인식하고 몬스터들을 스마트폰에 저장하여 서로의 몬스터끼리 전투를 벌이는 형태의 증강현실 게임이다. The Playroom은 Play Station4의 내장 카메라와 컨트롤러를 이용하여 사용자의 위치를 파악 후 사용자와 가상 캐릭터와 상호작용을 하는 증강현실 게임이다. 이러한 증강현실 게임들은 사용자와 객체들 간의 인터랙션이 대부분 터치 기반의 방법으로 이루어지고 있고, 게임 내 객체들 간의 인터랙션은 몇 가지 미리 정해진 조건에 따른 고정적인 애니메이션을 보여주는 형태를 따르고 있다. 이러한 방법은 객체 간의 다양한 관계에 따른 자연적이고 현실감 있는 움직임 표현에 한계를 가진다.

본 논문에서는 증강현실 타겟 이미지들 사이의 거리와 방향을 계산하고, 이에 따라 변형객체에 주어지는 외부력(external force)의 크기를 조정함으로써, 직관적 방법으로 변형 객체의 움직임을 조작하는 방법을 제안한다. 게임 장면(game scene)에서 현실감을 높이기 위한 방법으로 널리 사용되고 있는 변형 직물 객체(cloth deformable object)에 초점을 맞추어 타겟 이미지의 위치와 방향을 조정함에 따라 변형 객체의 속성을 자유롭게 변화시키도록 하는 게임 객체의 속성과 계층구조를 설계하고, 이를 적용하여 바람(wind)모델과 강체(rigid object)모델을 구현하여 바람과 강체 모델의 움직임에 직관적으로 반응하는 자연스러운 직물의 움직임을 표현함으로써 제안 방법의 유용성을 보이고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 일반 모바일 게임

휴대폰 보급률이 늘어남과 함께 기술의 발전으로 많은 장르의 모바일 게임들이 쏟아져 나오고 있다. 많은 게임들은 한 가지 이상의 장르를 가지고 있다. 장르의 구분은 게임 초창기와 현재와는 많은 차이점을 보인다. 게임 초창기에는 기술의 한계와 아이디어의 한계로 주로 스크롤이 없는 한 개의 화면의 플레이 형태였다[9, 10]. 하지만 기술과 아이디어의 발전으로 샌드박스(한정된 공간에서 자유도가 무한)게임 등의 다양한 장르가 새롭게 나타나고 기존의 장르들 역시 다른 장르들

과 결합해 나타나기 시작하면서 장르의 구분이 무너지기 시작했으며 대부분의 게임들이 여러 장르가 어느 정도씩 합쳐진 하이브리드 형태로 제작되고 있다. Fig. 1은 터치 기반의 모바일 게임의 인터페이스를 보여주고 있고, Fig. 2는 샌드박스 장르의 모바일 게임의 사례를 보여주고 있다.

대부분의 일반 모바일 게임은 장르의 구분 없이 화면의 GUI를 통하여 게임을 진행하며 가장 간편하며 간단한 조작 방법인 터치기반으로 플레이한다. 터치 기반과 함께 각종 센서를 함께 이용한 게임 인터페이스가 소개되고 있다. 즉, 자이로 센서를 이용하여 디바이스를 흔들고 기울이는 것을 인지하도록 하거나, GPS로부터 읽은 현재 위치 정보를 이용한 게임들이 소개되고 있으며, 컨트롤러를 부착하여 플레이할 수 있는 게임들도 소개되고 있다.



Fig. 1. A Mobile Game with Touch-Based Interaction [11]



Fig. 2. A Mobile Game of the Sandbox Genre [12]

2.2 증강현실 모바일 게임

증강현실의 게임들은 대상 추적 방법에 따라 게임의 형식들이 달라지는데 크게 두 가지 형식으로 나뉜다. 첫 번째로는 센서 기반의 증강현실로 자이로센서, 나침반센서, GPS등을 이용해서 게임을 하는 형태이며 현재 나와 있는 모바일 게임으로는 포켓몬 고, 정글 파이터즈 등이 있다. Fig. 3은 대표적인 센서 기반의 증강현실 게임인 포켓몬 고의 게임 화면을 보여주고 있다.

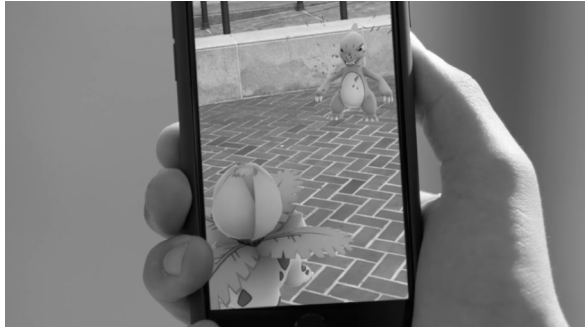


Fig. 3. Sensor-Based Augmented Reality Game [5]

두 번째로 컴퓨터 비전을 기반으로 한 타겟을 인식하여 객체 혹은 정보를 가시화시켜 게임을 하는 형태이며 현재 나와 있는 모바일 게임으로는 배틀 카드히어로[7] 등이 있다. 하지만 현재 나와 있는 많은 비전 증강현실 게임들은 단지 단순하게 마커를 인식하거나 목표 GPS 위치에 접근하면 정해진 오브젝트가 나오고 터치를 하여 오브젝트의 속성을 변화시키거나 움직이도록 하여 플레이하는 형식의 게임이다. Fig. 4는 비전 기반의 증강현실 게임 배틀 카드히어로의 장면을 보여주고 있다.



Fig. 4. Vision-Based Augmented Reality Game [7]

2.3 유니티

유니티(Unity)는 3D 비디오 게임이나 건축 시각화, 실시간 3D 애니메이션 같은 기타 상호작용 콘텐츠를 제작하기 위한 통합 저작도구로서[13] 게임 콘텐츠를 보다 쉽게 개발 할 수 있도록 해주는 게임엔진이다. 유니티를 사용하는 첫 번째 이유는 하나의 프로젝트로 윈도우, 맥, 리눅스, IOS, 안드로이드, 엑스박스, 플레이스테이션 등 많은 플랫폼 어플리케이션으로 빌드가 가능하다는 것이다. 두 번째 이유는 개발과 실행 환경을 통합함으로써 개발 도중 스크립트, 디자인 등을 변경하여 실시간으로 게임의 상태를 관찰할 수 있는 통합 개발 환경(IDE)을 제공한다는 것이다. 세 번째로 유니티는 물리 엔진, 네트워크, 지형 조작, 오디오&비디오 애니메이션 등 게임 개발에 필요한 작업 프로세스를 자체적으로 지원한다. 네 번째로 리소스, 스크립트, 플러그인, AI 등을 사고 팔 수 있는 에셋 스토어 운영으로 유니티를 이용하여 게임 개발시 필요한 기능들을 손쉽게 구할 수 있다. 다섯 번째로 다양한 하드웨어에 대한 플러그인 및 SDK를 지원한다[14]. 이러한 유니티가 가지는 여러 가지 장점들 때문에 게임 개발에 널리 사용되고 있다.

2.4 뷰포리아

1) 뷰포리아 엔진을 이용한 증강현실 콘텐츠 구현

유니티에서 증강현실을 구현하기 위해서 사용되는 SDK (Software Development Kit) 중 가장 널리 사용되는 SDK는 Qualcomm사에서 제공하는 뷰포리아(Vuforia) SDK이다. 뷰포리아는 Fig. 5에서 보는 것처럼 스마트폰의 카메라 영상을 가져와 이미지 타겟(Image Target)을 실시간으로 트래킹한다. 이때 트래킹 되는 이미지 타겟은 단순 이미지 타겟일 수도 있고 다른 여러 개의 이미지가 결합된 타겟일 수도 있다. 뷰포리아의 타겟은 대표적으로 3가지의 종류가

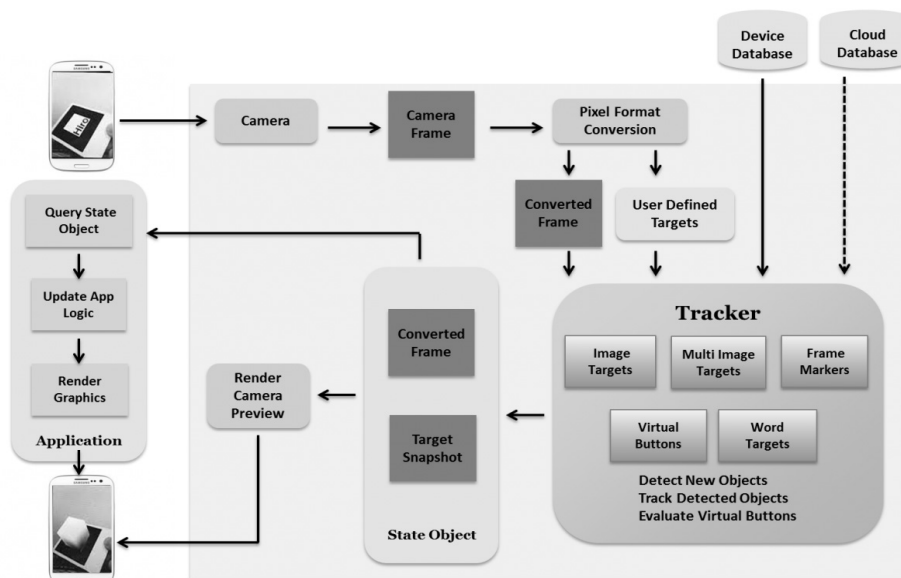


Fig. 5. Flow Chart for Vuforia Application [15]

있다. 첫 번째로는 이미지 타겟으로 특정 이미지를 인식하는 형태로 인쇄한 미디어나 제품의 포장처럼 단면 이미지다. 두 번째로는 멀티 타겟으로 여러 개의 이미지 타겟을 인식하거나 규칙적인 지형의 모양 또는 평평한 표면에 임의의 배열을 인식할 때 사용된다. 세 번째로는 프레임 마커(Frame Markers)로 암호화된 형태의 마커를 의미한다. 이렇게 필요에 따라 만든 타겟 이미지가 카메라 범위에 들어오면 디바이스 타겟 데이터 혹은 클라우드 타겟 데이터 베이스에 등록된 타겟인지를 검사한다. 여기서 디바이스 타겟 데이터는 기기 안에 오브젝트 데이터를 저장하며 소량의 타겟을 사용하는 경우 사용한다. 클라우드 타겟 데이터는 타겟을 클라우드에 저장하며 많은 수의 타겟 이미지를 사용하는 경우 사용된다. 만약 데이터에 등록된 이미지라면 그 타겟 이미지와 매칭된 가상 객체를 렌더링하여 화면에 보여준다.

2) 뷰포리아 AR 카메라 센터 모드

카메라 이미지로부터 다수의 타겟 이미지를 검출하고 각 타겟 이미지에 매칭되는 가상 캐릭터들을 렌더링하는 뷰포리아는 각 타겟 이미지별로 정의되는 지역 좌표계(local coordinate system)와 하나의 장면(scene)에 정의되는 세계 좌표계(world coordinate system)를 가지게 된다. 세계 좌표계의 중심을 어디로 둘지를 결정하기 위하여 뷰포리아의 AR 카메라의 센터 모드를 결정하게 된다. 즉, 세계 센터 모드(world center mode)는 추적가능 객체(Trackable) 즉 타겟 이미지 객체와 카메라간의 상대 좌표를 유니티 세계 좌표로 변환하는 방법을 정의한다. 총 네 가지의 모드가 지원되고 있다. 첫 번째 모드는 SPECIFIC_TARGET 모드이다. SPECIFIC_TARGET 모드는 사용자가 지정한 하나의 특정 타겟의 지역 좌표계를 세계 좌표계로 설정하는 모드이다. 두 번째는 FIRST_TARGET 모드로서 처음으로 감지된 타겟의 지역 좌표계를 세계 좌표계로 설정하는 모드이다. 세 번째로는 CAMERA 모드이며 세계 좌표계의 중심을 설정하지 않고 고정된 카메라에서 움직이는 물체들만 감지하는 모드이다. 네 번째로는 DEVICE_TRACKING이며 장치의 추적(설정)에 의해 세계 좌표계가 정의되는 모드로서 VR-mode에서만 지원된다. 타겟 이미지에 매칭된 캐릭터간 인터랙션을 구현하기 위해서는 지역 좌표계와 세계 좌표계로의 적절한 변환처리가 이루어져야 한다.

3. 실시간 직물 변형 시뮬레이터 설계

3.1 처리절차

본 논문에서 제안하는 직물 시뮬레이터는 바람영역(Wind zone) 객체에 반응하는 직물 시뮬레이터와 강체 게임 객체(rigid body game object)에 반응하는 직물 시뮬레이터를 포함한다. 두 개의 직물 시뮬레이터 각각의 처리 절차는 Fig. 6과 같다.



Fig. 6. Process Diagrams for the Proposed Cloth Simulators

바람 객체에 반응하는 직물 시뮬레이터의 처리 절차로는 첫째, 직물과 바람영역(windzone) 객체를 위한 타겟 이미지를 감지한다. 두 번째 단계에서 두 타겟 이미지의 거리를 계산한다. 그리고, 세 번째로 직물과 바람 영역이 상호작용 영역에 포함되는지 Hit 여부를 판단한 후, 네 번째 단계에서 위치정보와 Hit 여부에 따라 직물의 풍향 값을 결정하여 직물 변형 객체의 속성을 수정한다.

동적으로 생성되는 강체 게임 객체와 직물 객체 간의 상호작용 처리 절차는 첫째 타겟 이미지의 감지 확인 후 두 번째로 강체 게임 객체를 동적으로 생성한다. 본 논문에서는 총으로부터 발사되는 총알을 동적 강체 게임 객체로 생성하도록 하였다. 세 번째로 직물 객체에 동적으로 생성된 강체 게임 객체(총알 객체)를 구 충돌기(sphere collider) 컴포넌트로 추가한다. 네 번째로는 직물 객체와 컴포넌트로 추가된 구 충돌기와 충돌처리가 이루어진다. 구 충돌기와 직물 객체 간의 충돌처리는 유니티 엔진에서 제공된다.

3.2 직물객체와 바람 영역 객체 간 인터랙션

바람영역 객체가 가리키는 방향에 직물 객체가 있는지 확인하기 위하여 면(face) 단위의 충돌/접시를 체크하는 BoxCast를 이용한다. BoxCast의 박스 영역에 직물 객체 영역이 중첩되면 충돌로 인식한다. Fig. 7은 바람영역 객체와 직물 객체 사이에 정의된 BoxCast를 보여주고 있다. 이때 BoxCast를 통하여 충돌이 감지되면 바람영역 객체는 충돌한 직물 객체에 바람의 방향과 일치하는 외력(external force)을 더해준다.

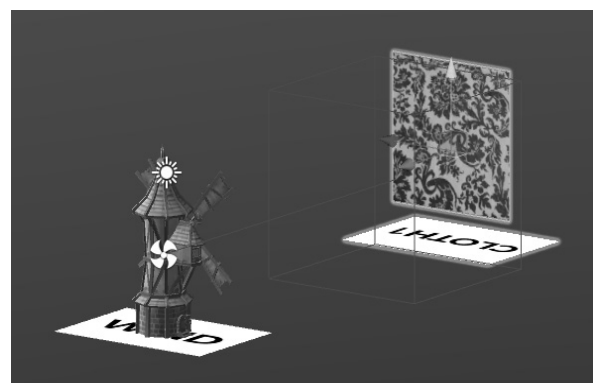


Fig. 7. Boxcast HIT Test Between Windzone Object and Cloth Object

직물객체에 주어지는 외력의 크기는 직물객체와 바람영역 객체 사이의 거리를 기반으로 결정된다. 두 객체간의 거리는 직물객체의 지역 좌표계 원점의 위치값과 바람영역 객체의 지역 좌표계 원점의 위치값을 기반으로 계산한다. 두 원점 사이의 거리 d 는 Equation (1)과 같이 유클리디안 거리값으로 구한다.

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2} \quad (1)$$

여기서 (x_1, y_1, z_1) 은 바람 영역 객체의 위치값을 의미하고, (x_2, y_2, z_2) 는 직물 객체의 위치값을 나타낸다. 두 객체간 거리를 3단계로 구분하고 거리가 가까울 수록 바람객체의 바람 방향으로 직물 객체에게 큰 외력(external force) 값을 더한다.

3.3 직물객체와 강체 게임 객체간 인터랙션

유니티에서 제공하는 직물객체는 구 충돌기(sphere collider)와 캡슐 충돌기(capsule collider)로 정의된 객체들과의 자동으로 충돌 처리가 이루어진다. 그러므로 직물객체와 충돌처리가 이루어지도록 하기 위한 객체들은 구 충돌기 혹은 캡슐 충돌기의 집합으로 정의하여야 한다. 본 논문에서 구현한 직물 시뮬레이터에서는 사용자의 터치 인터랙션에 의해 구 충돌기로 정의된 게임 객체가 동적으로 생성되어 직물 객체를 향하여 날라가는 상황을 구현한다. 이때, 동적으로 생성되는 구 충돌기는 직물객체의 속성으로 전달되어 구 충돌기와 직물객체 간의 충돌처리가 이루어 질 수 있도록 한다.

증강현실 어플리케이션 구현시 두 개 이상의 서로 다른 타겟 이미지가 제시되고, 각 타겟 이미지에 매칭되는 게임 객체간의 상호작용을 구현하기 위해서는 두 객체간 공통으로 사용하는 세계 좌표계가 정의되어야 한다. 또한, 게임 객체 각각의 움직임 표현에 사용된 좌표계를 세계 좌표계로 변환하는 처리가 요구된다. 본 논문에서 구현한 직물 시뮬레이터에서는 직물 객체를 위한 지역 좌표계를 세계 좌표계로 정의한다. Fig. 8은 캐논 모델에서 사용한 지역 좌표계와 세계 좌표계의 정의 상황을 보여주고 있다.

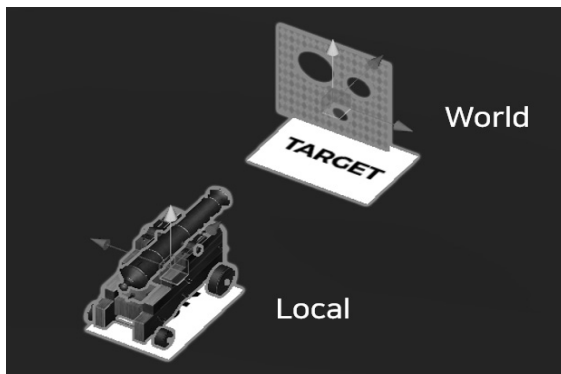


Fig. 8. World Coordinate System and Local Coordinate System for the Cannon Object

3.4 시뮬레이터 구성객체와 계층구조

본 논문에서 제안하는 증강현실 기반 직물 시뮬레이터를 유니티를 이용하여 구현하기 위하여 시뮬레이터를 구성하는 객체들을 Table 1과 같이 정의하였다.

Table 1. Object Hierarchy for the Propose Cloth Simulator

GameObject	Definition
1.ARCamera	Vuforia camera
2.ClothTarget Group	Cloth target group
2.1 ClothTarget	Cloth image target 1
2.1.1 UnityCloth	Cloth object 1
2.2 ClothTarget	Cloth image target 2
2.2.1 UnityCloth	Cloth object 2
3. WindTarget	Wind image target
3.1 WindZone	Wind zone
3.2 Windmill	3D windmill model
3.3 BoxCast	Physics.BoxCast
4. GunTarget	Gun image target
4.1 Gun	3D gun
4.2 bulletGroup	Bullet group
4.1.1 bullet	Bullet object

상위객체에는 ARCamera, ClothTarget 그룹, WindTarget, GunTarget이 있다. ARCamera는 스마트폰의 후방카메라 역할을 하며 등록된 이미지 타겟이 디바이스 화면 안에 들어왔는지를 검사한다. ClothTarget 그룹은 ClothTarget을 그룹으로 만들어주기 위한 게임 객체이며 ClothTarget 그룹의 자식 객체인 Cloth Target은 이미지 타겟으로서 직물 객체와 연결되어 있다. WindTarget은 Windzone과 Windmill 객체와 연결된 이미지 타겟이다. 여기에서 Windmill은 바람의 방향을 보여주기 위해 추가된 풍차 모형의 3D 모델을 의미하며 BoxCast는 스크립트에서 동적으로 생성된 오브젝트이다. GunTarget은 WindTarget과 마찬가지로 3D 캐논 객체와 Bullet 객체와 연결된 이미지 타겟이며, Bulletgroup은 동적으로 생성된 bullet 객체들을 포함하는 그룹이다. Fig. 9는 제안 직물 시뮬레이터를 구성하는 세부 구성 요소들을 보여 주고 있다.

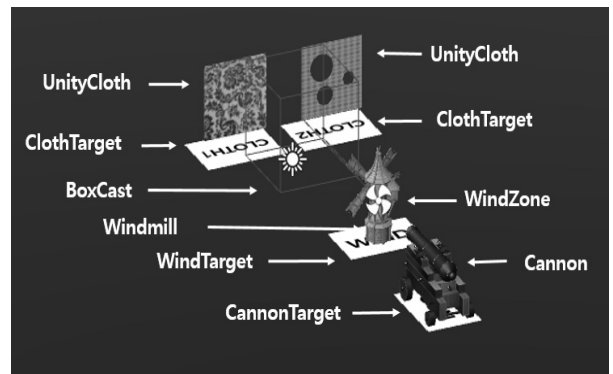


Fig. 9. Components of the Propose Simulator

3.5 시뮬레이터 구성 스크립트

바람영역 객체, 구 충돌기 동적 생성 객체, 그리고 직물 객체 간의 직관적 상호작용을 구현하기 위하여 제안 시뮬레이터에는 6가지의 스크립트가 정의되었다. 즉, TrackingObject.cs, Bullet-Cloth.cs, WindTrackingObject.cs, WindControllerScript.cs, TrackingObject.cs, Bullet.cs가 정의되었다. TrackingObject 스크립트는 ClothTarget의 트래킹 여부를 체크하여 유니티 직물객체를 활성화/비활성화 해주는 스크립트이다. WindTrackingObject 스크립트는 WindTarget의 트래킹 여부 체크와 직물객체(UnityCloth)의 가속값 초기화를 담당한다. 가속값을 초기화 하는 이유는 WindTarget이 카메라 영상에서 사라지면 UnityCloth가 받고 있는 풍향값이 초기화 되어야 직물의 움직임이 사라지기 때문이다. 메인 스크립트에 해당하는 WindController 스크립트는 바람영역 객체(Windzone)의 속성 중 Windmain(풍압값)을 받아 바람 객체의 각도와 방향을 계산하고, BoxCast의 Hit 여부를 판단하고 Hit가 되었다면 Windmain값을 직물객체의 외력값에 더하는 역할을 담당한다. bullet-cloth 스크립트는 bullet 그룹에 속한 bullet들을 UnityCloth의 SphereCollider 컴포넌트에 추가하는 역할을 하며 Bullets 스크립트는 캐논 모델에 대한 터치 이벤트가 발생하면 동적으로 Bullet을 만드는 역할을 담당한다. Table 2는 각 게임 객체별 정의된 스크립트 연결 상황을 보여주고 있다. Fig. 10은 시뮬레이터를 구성하는 게임 객체들과 스크립트들 간의 데이터 전달 상황을 보여주고 있다.

Table 2. Script for Each Game Object

GameObject	script
ClothTarget	TrackingObject.cs
UnityCloth	bullet-Cloth.cs
WindTarget	WindTrackingObject.cs
WindZone	WindControllerScript.cs
GunTarget	GunTrackingObject.cs
bulletGroup	bullet.cs

4. 실험 결과

제안된 직물 시뮬레이터는 Unity5.6.2f1 (64bit), Vuforia6-2-10을 이용하여 구현하였고, LG G6 스마트 디바이스를 이용하여 테스트하였다. 제안 시뮬레이터의 성능을 보이기 위하여 에셋 스토어에서 유료로 다운 받은 WindZone 에셋[16]과 성능을 비교하였다. Fig. 11에서 Fig. 13은 바람의 방향을 변화시키기에 따라 직물객체의 움직임을 비교한 영상이다.

Fig. 11은 직물객체의 정면에서 직물 방향으로 바람을 직접적으로 보낸 장면이다. 유료 WindZone 에셋과 제안 시뮬레이터에서 모두 직물의 움직임이 정상적으로 동작하는 것을

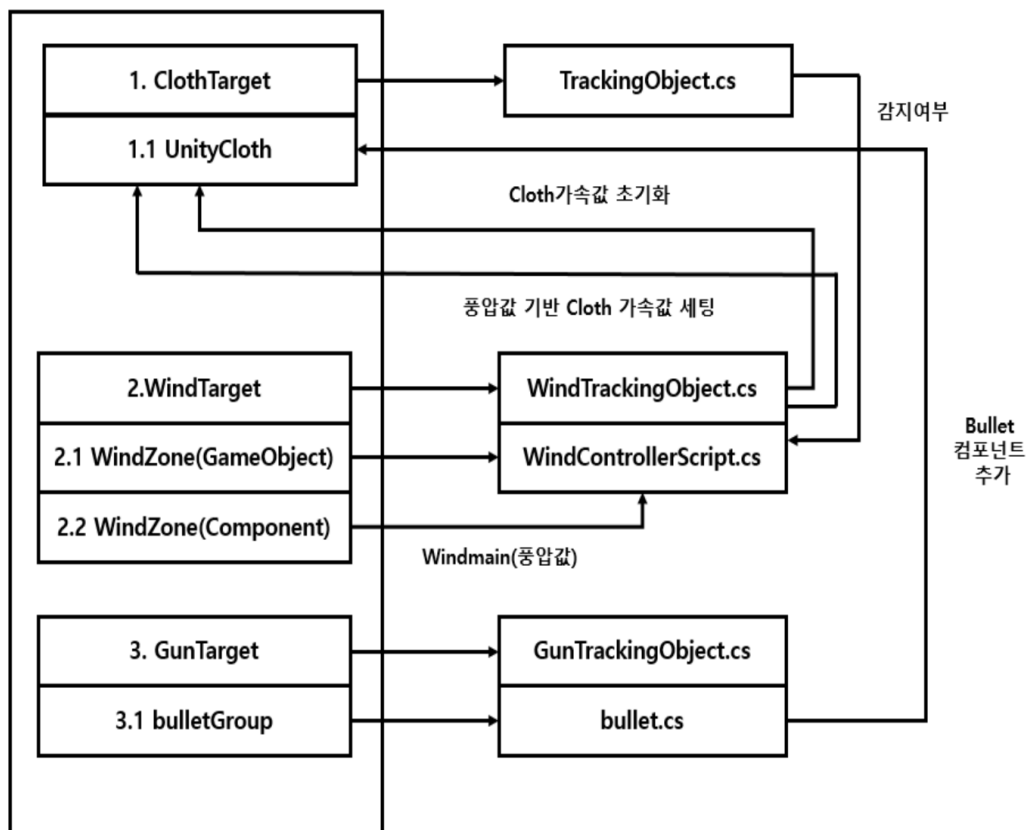
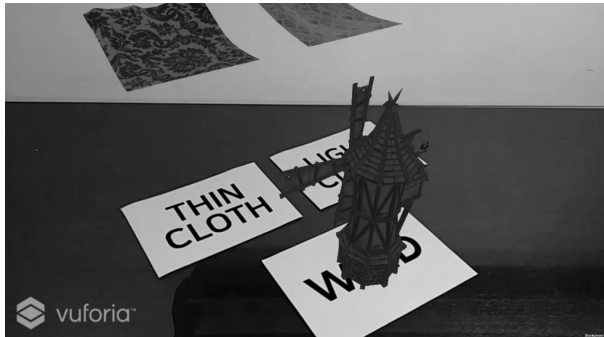


Fig. 10. Data Flow Between Scripts and Game Objects

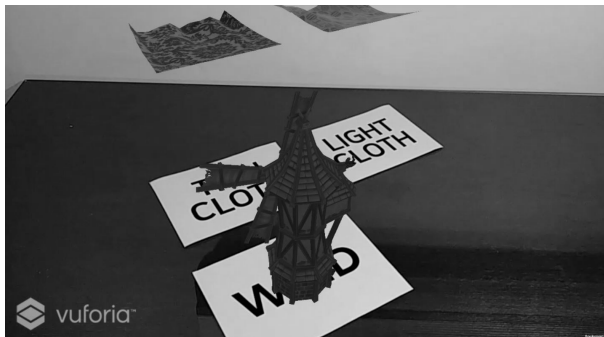


(a) Commercial Windzone/Cloth simulator asset



(b) The proposed simulator

Fig. 11. The Case of that the Wind is Blowing to the Front of the Cloth Object



(a) Commercial Windzone/Cloth simulator asset

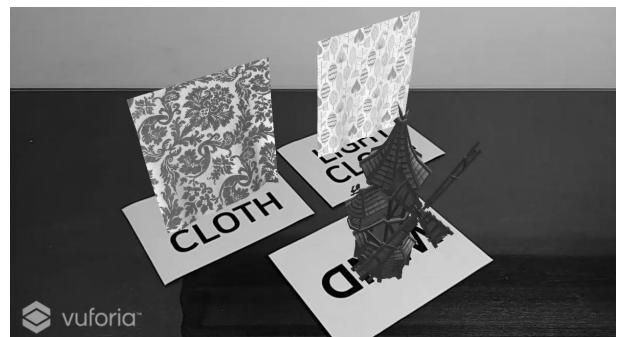


(b) The proposed simulator

Fig. 12. The Case of that the Wind is Blowing to the Front of the First Cloth Object



(a) Commercial Windzone/Cloth simulator asset



(b) The proposed simulator

Fig. 13. The Case of that the Wind is Blowing to the Opposite Direction of the Cloth Object

확인할 수 있다. Fig. 12는 첫 번째 직물에게만 바람을 보내 움직이는 장면이다. 유료 WindZone 에셋은 첫 번째와 두 번째 직물 모두 바람의 영향을 받아 움직이는 것을 확인 할 수 있고, 제안 시뮬레이터는 정상적으로 첫 번째 직물만이 바람의 영향을 받아 움직이는 것을 확인 할 수 있다. Fig. 13은 직물의 반대 방향으로 바람을 보낸 경우이다. 유료 WindZone 에셋은 바람의 힘을 반대 방향으로 보내도 바람의 방향으로 힘을 받는 것처럼 직물이 움직이는 부자연스러운 결과를 보였다. 제안 시뮬레이터는 모든 직물이 바람의 영향을 받지 않아 움직임이 없는 현실과 같은 상태를 보이고 있다.

Fig. 14는 바람영역 객체와 직물객체 간의 거리에 따른 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. Fig. 14A는 직물객체가 바람객체 영역의 영향권 밖에 위치했을 때의 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다. 바람의 영향권 밖에 있을때는 직물객체가 바람에 의한 외력을 받지 않아 흔들림이 없는 것을 확인할 수 있다. Fig. 14B에서 14D의 그림은 Wind 타겟 이미지를 이동하여 바람영역 객체를 점차 직물객체에 가깝게 위치시킨 경우를 보여 주고 있다. 바람영역 객체와 직물객체 간의 거리를 가깝게 함에 따라 직물객체가 크게 움직이는 것을 확인할 수 있다.



(a) Cloth object outside the influence region of the wind



(b) Cloth object inside the first influence region of the wind

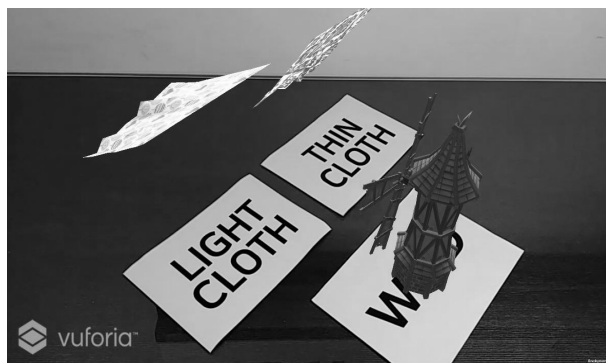


(c) Cloth object inside the second influence region of the wind



(d) Cloth object inside the third influence region of the wind

Fig. 14. Simulation Results According to the Change of Distance Between The Cloth Object and the Windzone Object



(a) The front view



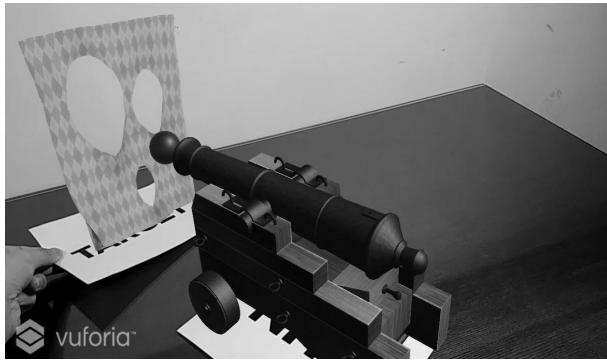
(b) The side view

Fig. 15. Simulation of the Cloth Objects with Different Materials

Fig. 15는 서로 다른 속성을 가지는 직물 객체에 대한 바람의 영향을 보여주고 있다. 두 개의 직물객체 모두 바람영역 객체와 동일한 거리에 위치하고 있고, 같은 바람을 받고 있지만, 서로 다른 직물의 속성에 따라 바람에 의해 흔들리는 정도가 서로 다르게 나타나고 있다. “LIGHT CLOTH” 타겟 이미지에 매칭되는 직물 객체가 다른 것 보다 가벼운 속성으로 정의되어 있기 때문에 바람에 의해서 보다 높이 크게 움직이고 있는 것을 확인할 수 있다.

Fig. 16은 직물객체와 구 충돌체로 정의된 게임객체와의

상호작용에 대한 시뮬레이션 실험 결과를 보여주고 있다. 실험에 사용한 직물객체는 서로 크기가 다른 세 개의 구멍을 포함하고 있다. 이는 서로 다른 점수를 가지는 과녁으로 사용된다. 사용자는 Cannon 이미지의 위치를 옮기며 총알이 직물의 구멍을 통과할 수 있도록 조정한다. Fig. 16A는 총알이 발사되는 장면을 보여주고 있고, Fig. 16B는 총알이 과녁 통과에 실패하여 직물과 충돌이 되어 직물이 크게 흔들리는 모습을 보이고 있고, Fig. 16C는 총알이 과녁을 통과한 장면을 보여주고 있다.



(a) scene to shoot a bullet



(b) Clash scene between the cloth and the bullet



(c) Scene that the bullet is passing through the target hole of the cloth

Fig. 16. Simulation of the Cloth Object and the Flying Bullet

5. 결 론

기존의 증강현실 게임의 경우 단지 단순히 마커를 인식하거나 센서를 이용하여 어떤 조건에 만족하면 오브젝트가 나오거나 터치를 하여 오브젝트의 속성을 변화시키거나 움직이도록 하여 플레이하는 형식의 게임이었다. 이런 터치 기반의 인터랙션만을 사용하는 콘텐츠는 현실감과 몰입감을 주기에는 부족하여 직관적인 상호작용 방법이 요구된다. 이에 본 논문에서는 증강현실 타겟 이미지를 이용하여 객체들의 위치, 방향 속성을 자유롭게 변화시키며 객체의 상태변화가 다른 객체에게 영향

을 받는 직관적인 상호작용 기법을 제안하였다. 특히, 본 논문에서는 게임 콘텐츠에서 자연스러운 객체 표현을 위하여 많이 사용되고 있는 변형 직물(cloth) 모델에 초점을 맞추었고, 바람(wind)과 강체(rigid object)로 표현되는 게임 객체들과 상호작용하는 자연스러운 직물의 움직임을 표현하였다.

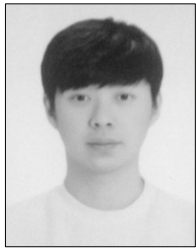
유니티에서 제공하고 있는 기본 직물객체는 바람영역 객체의 영향을 받지 않는 게임 객체로 구현되었다. 직물객체에 바람의 영향을 주는 Windzone 에셋이 판매되었으나 바람의 방향과 거리에 따른 영향이 비현실적으로 구현되었고 직물객체와 상호작용하는 객체를 구현하기 위하여, 구 충돌자와 캡슐 충돌자를 수동적으로 입력해주어야 하는 번거로움이 있다. 본 논문에서는 바람영역 객체의 방향과 거리에 따라 사실적 바람의 영향을 받는 직물 시뮬레이터를 설계 구현하였다. 또한, 사용자의 터치 기반 인터랙션에 따라 구 충돌자와 캡슐 충돌자를 자동적으로 생성하여 이를 직물객체의 속성으로 추가함으로써 직물객체와 자동으로 생성되는 게임 객체 간의 자연스러운 상호작용을 구현하였다.

향후 연구로 GPU를 이용한 직물 시뮬레이션 가속화 기법에 대한 연구를 수행하고자 하며, 또한, 실시간 게임에서 현실감을 높이기 위한 다양한 물리기반 시뮬레이션 기법들을 경량화하고 이를 모바일 증강현실 어플리케이션과 연계하여 구동할 수 있도록 하는 연구를 함께 진행하고자 한다.

References

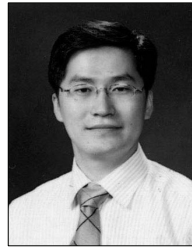
- [1] Kocca(Korea Creative Content Agency), Game User Status Report, 2017.
- [2] J. S. Bang and E. J. Choi, "Augmented Reality Trends and Prospects of Technology Development in and Outside of Korea," ISBN 978-89-6211-060-6, KISTI, 2010.
- [3] K. H. Sing, W. Xie, N. Randall, V. Vidyasagar, and T. H. Lee, "Garden: a mixed reality experience," in *ACM Siggraph 2016 VR Village (SIGGRAPH 2016)*, ACM, Article 3, 2016.
- [4] T. Hakky, R. M. Daniel, I. Larry, E. S. Philippe, and E. C. Rafael, "Augmented Reality Assisted Urologic Surgery (ARAUS): A surgical training tool," *The Journal of Urology*, Vol.193, No.4, p.3271, 2015.
- [5] Pokemon Go [Internet], <http://pokemongo.nianticlabs.com/ko/>.
- [6] Jungle Fighters [Internet], <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mcocoa.junglefighter&hl=ko>.
- [7] Battle Card Hero [Internet], <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mcocoa.battlecardhero>.
- [8] The Playroom [Internet], <https://www.playstation.co.kr/game/3336>.
- [9] Wikipedia (Donkey Kong - Video Game) [Internet], [https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%8F%99%ED%82%A4%EC%BD%A9_\(%EB%B9%84%EB%94%94%EC%98%A4_%EA%B2%8C%EC%9E%84\)](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%8F%99%ED%82%A4%EC%BD%A9_(%EB%B9%84%EB%94%94%EC%98%A4_%EA%B2%8C%EC%9E%84)).

- [10] Wikipedia (Battle City - Video Gam) [Internet], <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%B0%B0%ED%8B%80%EC%8B%9C%ED%8B%B0>.
- [11] Cookie Run [Internet], <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.devsisters.gb&hl=ko>.
- [12] Durango [Internet], <http://durango.nexon.com/kr?channel=6>.
- [13] Wikipedia-Unity [Internet], <https://ko.wikipedia.org/wiki/unity>.
- [14] Unity3D [Internet], <https://unity3d.com/kr/unity>.
- [15] How To Create an Augmented reality app [Internet], <https://www.3pillarglobal.com/insights/how-to-create-an-augmented-reality-app>.
- [16] More Dynamic Cloth Physics and Banner Pack [Internet], <https://www.assetstore.unity3d.com/kr/#!/content/76527>.



김 상 준

<https://orcid.org/0000-0001-7498-6149>
 e-mail : gogo5911@naver.com
 2017년~현 재 서울미디어대학원대학교
 뉴미디어학부 석사과정
 관심분야 : Computer Graphics, AR,
 Projection Mapping, etc



홍 민

<http://orcid.org/0000-0001-9963-5521>
 e-mail : mhong@sch.ac.kr
 1995년 순천향대학교 전산학과(학사)
 2001년 University of Colorado at
 Boulder., U.S.A., Computer
 Science(공학석사)
 2005년 University of Colorado at Denver., U.S.A., Ph.D in Bio
 Informatics(공학박사)
 2006년~현 재 순천향대학교 컴퓨터소프트웨어공학과 교수
 관심분야 : Computer Graphics, Dynamic Simulation,
 Bio Informatics, Computer Vision



최 유 주

<http://orcid.org/0000-0001-7520-097X>
 e-mail : yjchoi@smit.ac.kr
 1989년 이화여자대학교 전자계산학과
 (이학사)
 1991년 이화여자대학교 전자계산학과
 (이학석사)
 2005년 이화여자대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
 1991년 (주)한국컴퓨터 기술연구소 주임연구원
 1994년 (주)포스데이타 기술연구소 주임연구원
 2005년 서울벤처정보대학원 컴퓨터응용기술학과 조교수
 2010년~현 재 서울미디어대학원대학교 뉴미디어학부 부교수
 2015년~현 재 서울미디어대학원대학교 실감미디어연구소 교수
 관심분야 : Computer Graphics, Computer Vision, HCI,
 Augmented Reality