

물리적인 힘과 스코어 캐릭터를 반영한 립모션 체험형 가상현실 게임개발

박강래*, 이병석*, 김성동**, 진성아*

성결대학교 미디어소프트웨어학부*, 계원예술대학교 게임미디어학과**

gang31115@nate.com, skqudtjr2@naver.com, sdkim@kaywon.ac.kr, solideochin@gmail.com

The Development of Realistic Virtual Reality Game with Leap Motion
Reflected Physical strength and Score Characters

Gangrae Park*, Byungseok Lee*, Seongdong Kim**, Seongah Chin*

Division of Media Software, Sungkyul University*

Dept. of Game Media, Kaywon University of Art and Design**

요 약

게임기술의 발전에 따라 콘텐츠 분야에서 현실적인 그래픽 기술과 자유로운 인터페이스와 실감형 콘텐츠 서비스가 요구되고 있다. 인터페이스 방식은 CLI에서 GUI로 GUI를 지나 NUI로 발전되고 있다. NUI는 기존의 인터페이스와는 달리 인간의 자연스런 행동을 직관적이고 실감적으로 이용할 수 있는 인터페이스이다. 본 논문에서는 NUI 인터페이스 가운데 립 모션을 이용한 권투 시뮬레이션 게임을 제안하고자 한다. 개발된 VR 헤드셋 게임을 통하여 실감형 3D 실험환경을 제공하여 사용자가 제어하는 인터페이스 (주먹)가 내부의 목표물 (샌드백)을 타격하게 되면, 물리적 특성인 목표물의 충격 각도의 변화에 따라 점수를 계산하는 방법을 적용하였다.

ABSTRACT

With the development of game technology, the realistic game graphics, interface technology, and various content services with immersion are being required in the content area. NUI has been developed through CLI and GUI. Unlike the conventional methods, it is an interface that could be the intuitive and realistic interface for human as a natural action realized. we propose a boxing simulation game using leap motion of it. Providing a realistic 3D experimental environment through VR headsets game, we also propose a method that can be calculated the scores if the user-controlled interface (fist) could be to punch the target (sandbag) of the internal in accordance with changes of the angle of target impact with the physical characteristics.

Keywords : VR game, Boxing simulation, Leap Motion Interface, Character Tessellation, Natural User Interfaces

Received: Jul, 7, 2016

Revised : Jul, 24, 2016

Accepted: Jul, 28, 2016

Corresponding Author: Seongdong Kim, Seongah Chin

E-mail: sdkim@kaywon.ac.kr, solideochin@gmail.com

© The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

1. 서론

대체적으로 3차원 게임 개발의 주요 트렌드는 시기별로 구분되는 특징을 갖지만 지난 20년간 변하지 않는 흐름 한 가지는 3차원 영상의 사실성을 강화하는 것이었다. 3차원 게임기술개발은 꾸준히 발전해 왔고, 게임에서 영화와 같은 사실적인 영상을 제공하려는 노력은 지금도 계속되고 있다[1,2]. 그러나 현재 게임 엔진 환경에서는 단순히 셰이더(Shader)기술을 적용하여 나타내는 것으로 제한되고 있는 실정이다. 마이크로소프트사의 키넥트는 RGB(Red-Green-Blue)인식 카메라와 적외선 카메라 적외선 프로젝터를 사용하여 사용자의 20개의 관절 X, Y, Z축의 정보 립모션(Leap Motion)은 키넥트처럼 깊이를 구분하는 적외선 카메라를 사용하여 사용자의 각각의 손바닥과 손가락의 X, Y, Z축 정보를 알려주는 제품이다[3]. 모션 컨트롤러 하드웨어의 발전과 함께 다양한 제어 기술들이 제안되고 있다. 립모션 시스템은 깊이를 구분하기 위한 적외선 카메라를 이용하여 3차원 스캔이 가능하며 사용자의 손바닥과 손가락의 데이터 정보를 립모션에서 제공하는 개발지원 소프트웨어를 이용하여 가공이 가능하다. 또한 사람들은 일상생활에서 제스처 표정과 같은 비언어적인 수단을 이용하여 수많은 정보를 전달한다. 그동안 자연스럽고 지적인 인터페이스를 구축하기 위해서는 동작(gesture)과 같은 비언어적인 통신 수단에 대한 연구가 많이 진행되어 왔다[3].

2. 관련연구

Lee et al.은 키넥트를 활용한 요가 학습 콘텐츠를 개발하였다[4]. 키넥트의 모션 인식은 손 제스처 인터페이스 구축과 3D 모델 애니메이션을 가능하게 하여 요가 학습의 흥미를 유발시키고 튜터 영상과 구분동작에 의한 학습 그리고 기준 동작과 사용자 동작의1대1 매칭 시스템으로 사용자가 정

확한 동작을 학습할 수 있도록 돕는다. 키넥트로 손과 손가락의 움직임을 인식하여 3D 가상 공간에서 이동하고 물체를 선택하는 시스템이 개발되었으며[5], 손의 제스처를 인식하여 로봇을 제어하는 응용 프로그램이 제안되었다[6]. 립모션은 마이너리티 리포트와 같이 두 손을 이용한 자유로운 모션을 이용한 동작인식 센서로 샌프란시스코의 신생기업이 선보인 기술이다. 이 립모션을 사용하여 언어 인식의 적합성에 대하여 연구하기에 이르렀다.

손을 추적하여 움직이는 립모션은 여러 가지 제약적인 요소가 있었다. 이러한 제약적인 요소를 막기 위해 Potter et al.은 Auslan(Australian Sign Language)인 립모션 API 개발을 제안하였다[7].

립모션을 사용하여 디지털 악기의 컨트롤러를 제시하였는데, 립모션은 여러 개의 손가락을 동시에 움직일 수 있어서 디지털 악기를 연주하는 인터페이스로 적합하였다. 또한, 세밀한 손 센서가 완성도 높은 연주를 하는 데 가능하며 이러한 특징을 이야기함으로써 립모션이 새로운 인터페이스로 평가되고 있다[8].

또한 J Ahn et al. 은 효율적인 에너지 사용을 위해 lighting engine에 대해 제안하였다. 원래는 lighting operations 부분에 많고 복잡한 산술연산들이 있었다. 특히 GPU의 셰이더 프로그램에 계산하게 되면 에너지가 비효율적으로 사용되었으나, Lighting engine은 실험 결과를 토대로 에너지 개선 효과를 볼 수 있었다[9].

Woo 와 Lee는 셰이더를 이용한 data prefetching scheme을 제안하고 있다[10]. data prefetching scheme은 단일 스레드 성능을 향상시키는데, 단일 스레드 응용 프로그램을 사용하면 메모리 성능이 향상된다. 실제적으로 시뮬레이션 결과를 보면 메모리 집약적인 애플리케이션의 단일 스레드 성능은 평균 68% 개선된 결과를 보이고 있다. Jon and Jacob는 자동으로 계산 가능한 테셀레이션(Tessellation) 알고리즘을 제시하였다[11]. 임의 정점 셰이더에서는 곡면 경계 범위가 추려지는데, 제시한 알고리즘을 사용하면 고수준의

테셀레이션 장면에서 정점 세이더의 명령어 속도가 최대 80% 까지 고속화되었다.

Tung et al. 은 손가락의 위치를 측정하기 위해 markerless motion capture 디바이스를 사용하여 립모션의 신뢰성과 정확도를 평가하였다[12]. 그 실험결과 립모션이 복잡한 optical motion capture 시스템 보다 정확하지 않다면 어떤 일을 진행하는데 높은 정확성을 요구하지 않았었다.

Chen et al. 은 가상현실 장비의 정확성에 대해 연구하였다[13]. 경추 생체 역학의 이동 측정의 관점에서 정확성에 대해 검증되지 않았다고 하였다. 이 논문에서는 참가자에게 가상현실 환경을 만들어 경추 운동 정확성을 측정하였다.

가상현실 영역은 엔터테인먼트, 디자인 및 시뮬레이션 교육 등 다양한 분야에서 활용되고 있지만 특히 관광 콘텐츠분야에 확산되고 있는 추세이다. 한중성과 이근호 논문에서는 관광 분야에 대한 가상현실 콘텐츠의 시장 확대 가능성 및 경쟁력 확보를 위한 개선된 콘텐츠를 제시하고 있으며 또한 가상현실 장비에서 발생하는 인지부조화로 인한 시뮬레이션 멀미 현상을 개선시키기 위해 다양한 효과를 제시하였다[14].

Pamela R. Bosch 연구 실험에서는 성인들에게 30분 간 복싱 게임을 꾸준히 실시하게 한 뒤 성인의 신체 활동의 변화를 측정하였는데, 그 결과, 심폐활량 등 신체 능력의 상당한 향상됨을 관찰할 수 있었다[15].

Mauser와 Burgert 은 립모션을 기반으로 의료 기기 및 소프트웨어 컨트롤러에 이용하는 것을 보여주었다[16]. 이 논문에서는 립모션을 입력장치로 이용하여 외과 수술에 사용하는 사례를 들었다.

본 논문에서는 실감적인 게임 캐릭터를 표현하기 위해 캐릭터에 단순히 텍스처(Texture)를 입히는 형태가 아닌 게임 점수(Score)와 연동된 캐릭터 변형모델을 제시하여 사용자의 흥미를 높였다. 이를 위해 변환된 물체가 빛의 반사에 의해서 발생하게 되는 노말맵 (Normal Map) 과 높이 값만으로 구성되는 높이맵 (Height Map)을 적용 하여

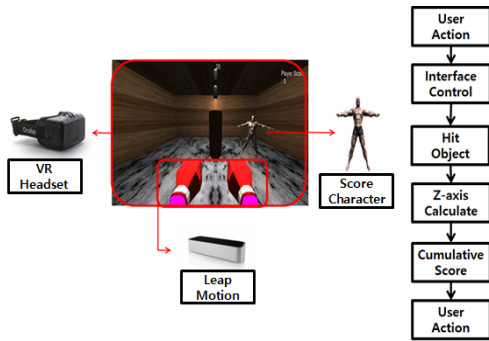
변위 맵핑 기술이 적용하여 한층 더 현실감 있게 구현하였다. 특히 실시간으로 진행되는 3차원 게임에 있어서 초당 프레임율은 게임을 진행하는데 쓰이는 요소들이 컴퓨터의 리소스를 어느 정도 소모하는지에 따라 결정된다. 여기에는 모델 데이터의 해상도, 텍스처 맵의 갯수, 물리적 연산을 비롯한 특수효과와 같은 부가적인 요소들이 함께 영향을 미치게 된다. 또한, 제작된 게임 환경에 사실적인 조작 및 체험을 구현하기 위한 방법으로는 립모션 (Leap motion)과 VR 헤드셋 장비를 적용시키는 방안을 제안하였다. VR 헤드셋을 적용함으로써 기존의 2D 환경을 벗어나 보다 현실적인 콘텐츠를 제공하고 사용자의 몰입 감을 증대시킨다. 또한, 3차원 공간에서 사용자의 직접적인 인터랙션을 제공하는 NUI를 사용하였다. 실험을 통하여 립모션 컨트롤러는 다양한 장애 문제점들을 극복할 수 있는 가장 적합한 인터페이스이었다. 사용자는 립모션을 통하여 게임 속 손(글러브)를 제어하게 되며, 실질적인 점수 계산을 위해서 사용자의 물리적인 힘이 반영된 목표물의 Z축 각도 변화를 계산하여 점수를 부여한다. 아울러, 누적된 점수를 가시적으로 보여주기 위하여 동작의 기본적인 가시적인 행태이며 게임 등의 응용에서 많이 요구되는 권투 시뮬레이션동작을 고수준의 개념적 매개변수 제어로 생성할 수 있는 게임 캐릭터 변형기법을 적용하였다. 이 기법은 매개함수를 이용해서 사용자가 직관적으로 조절할 수 있기 때문에 상호작용을 통한 실시간 동작제어에 매우 적합하다.

3. 본 론

3.1 제안된 시스템 구조

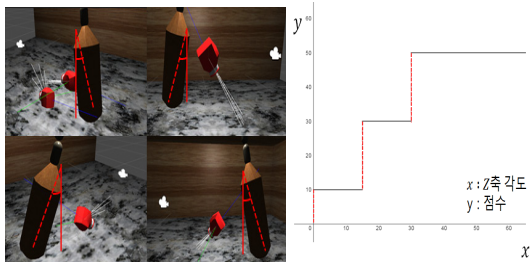
사용자의 보다 현실적이고 생동감 있는 동작을 위하여 립모션을 사용한 권투 시뮬레이션 시스템을 개발하였다. 사용자가 립모션을 통하여 시스템 내부의 손을 제어한다. 컨트롤러에 의해 동작된 손은 목표물(샌드백)을 타격하게 된다. 목표물은 힘

의 크기에 비례하여 동작하게 된다. [Fig. 1]의 왼쪽은 콘텐츠의 시스템 구성을 나타낸 것이고, 오른쪽은 시스템의 파이프라인을 보여준 것이다.



[Fig. 1] System configuration at left and pipeline at right side

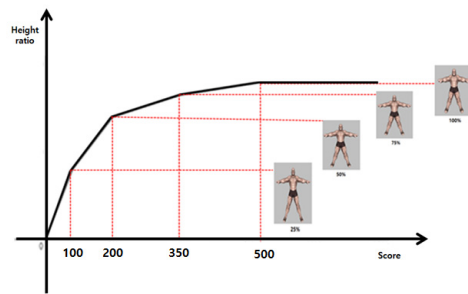
단순한 립모션을 통한 권투 시뮬레이션은 인터페이스를 새롭게 제시한다는 의미는 있지만 사용자에게 현실감과 생동감을 부여하기에는 다소 제약적이다[17]. 따라서 VR 헤드셋을 접목하여 결과물을 보다 현실감 있도록 개발하였고, 또한 사용자가 립모션을 통하여 목표물(샌드백)을 타격시 목표물이 Z축 방향으로 회전하는 점을 착안하여 물리기반 점수 환산 시스템을 도입하였으며, 환산된 점수에 따라 스코어 캐릭터의 외형이 변화한다. 스코어 캐릭터를 흥미 있게 표시하여 사용자의 점수를 보다 가지적으로 확인할 수 있도록 제시 하였다. [Fig. 2]는 각도(Z축)의 변화에 따른 점수의 변화를 그래프로 나타낸 것이다.



[Fig. 2] Score calculation by varying z axis

아래 식(1)은 z축 각의 변화에 따른 점수(y)의 산출방법의 가이드라인을 제시하고 있다.

$$y = \begin{cases} 10 & (0 < x < 15) \\ 30 & (15 \leq x < 30) \\ 50 & (30 \leq x < 50) \end{cases} \quad (x = z\text{축 변화}, y = \text{게임 점수}) \quad (1)$$



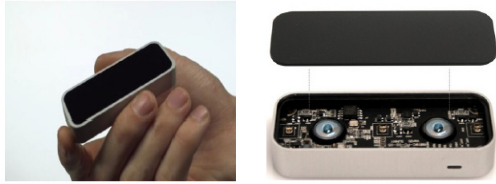
[Fig. 3] Graph of reflecting score character

또한, [Fig. 3]은 사용자의 점수를 가지적으로 나타내는 스코어 캐릭터 외형을 나타낸 것이다. 스코어 캐릭터는 사용자의 누적된 점수에 비례하여 높이 값 변화율(Height ratio)이 변화하며, 누적점수와 높이 값의 관계를 나타내는 그래프이다.

3.1.1 립모션

립모션은 손동작을 3D로 캡처하여 분석한 후 콘텐츠에서 모션 컨트롤을 수행한다. 반경 내의 적외선 카메라가 영상정보를 캡처하여 받아들이면서 x, y, z축을 결정하게 된다. [Fig. 4]에서 처럼 디바이스를 중심으로 +15° 부터 구형으로 0.5m 반경으로 된 반구 영역에서 0.01mm × 0.01mm를 인식하는 정밀함을 보여준다. 립모션은 손과 손가락을 인식 하지만 그 손이 왼손인지 오른손인지 어떤 손가락인지 구별 하지 않고 개발지원 SW에서도 손을 구별하는 기능은 제공 되지 않고 있다. 좋은 성능을 가지고 있는 컨트롤러 때문에 손과 손가락을 구별 할 수 있게 된다면 더 많은 분야에

립모션을 적용 시킬 수 있을 것이다[18].



[Fig. 4] Leap motion System [18]

움직임을 인식하기 위해서는 화면상의 특정 점을 추출해, 이 점이 움직이는 궤도를 연속적으로 추적한 뒤, 추적된 점들을 분석해 움직임을 인식하게 된다. 움직임 인식은 센서 앞의 150도 반경 내에서 약 8ft3의 공간을 290 fps(Frame per Second)로 인식하기 때문에 사용자가 움직이는 대로 화면의 대상(object)이 정밀하게 작동한다. 권투 게임 인터페이스는 손을 인식하여 화면에서는 글러브 끼고 있는 모습으로 표현하였고 실시간 움직임을 화면으로 나타냈다. 게임에서도 정밀하게 나타낼 수 있어 샌드백의 움직임이 자연스럽게 보인다.

3.1.2 캐릭터

테셀레이션(Tessellation)적용

[Fig. 5]의 상단은 오브젝트에 텍스처(Texture)만 적용된 모습이다. 오브젝트가 소수의 폴리곤으로 구성되어 있는 모습을 확인할 수 있고 현실감이 부족한 것을 확인할 수 있다. 오브젝트에 적용된 텍스처(Texture)를 포토샵과 같은 이미지 편집 프로그램을 통하여 노말맵(Normal)과 높이맵(Height)을 추출하여 생성한다. [Fig. 5] 왼쪽 하단은 오브젝트에 테셀레이션을 적용하여 오브젝트를 구성하는 폴리곤을 세밀하게 나누어 나타낸 것이다. 세밀하게 나누어진 폴리곤은 섬세한 작업이 가능해지며 보다 세밀한 작업을 통하여 현실적인 오브젝트 구현이 가능하다.

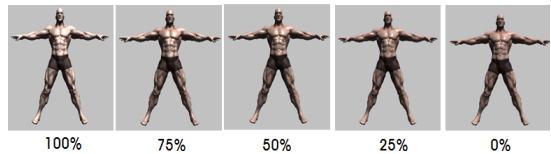
[Fig. 5] 오른쪽 하단은 Unity 환경에서 테셀레이션으로 구현된 오브젝트에 추출된 노말맵과 높이맵을 적용한 결과이다. 적용된 오브젝트는 변위

매핑을 통하여 보다 현실감 있게 구현하였다.



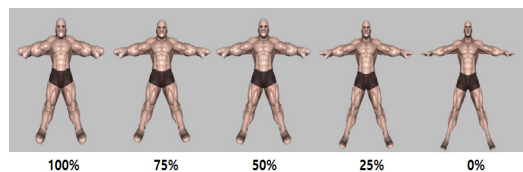
[Fig. 5] Shader used at top left, no shader at top right, tessellation implemented at bottom left and normal and height map implemented at bottom right

노말맵으로 구현된 오브젝트는 밝기 값(Shines)을 가질 수 있다. [Fig. 6]는 각각 밝기의 정도에 따른 캐릭터 피부의 밝기가 변형되어 나타난 결과를 나타낸 것이다.



[Fig. 6] Shader characters by Shine variations

높이맵으로 구현된 오브젝트는 높이 값(Height)을 가질 수 있다. 높이 값은 테셀레이션으로 분할된 폴리곤들의 높이 값을 의미하며 폴리곤의 섬세한 정도에 따라 결과 값이 출력된다. [Fig. 7]은 각각 높이 맵 값의 변화에 따른 오브젝트 물체의 변화를 나타낸 결과이다.



[Fig. 7] Score character variations by Height map

3.1.3 셰이더 (Shader)

컴퓨터 그래픽스 분야에서 셰이더(shader)는 소프트웨어 명령의 집합으로 주로 그래픽 하드웨어의 렌더링 효과를 계산하여 표현하고자 할 때 쓰인다. 또한 그래픽 처리 장치(GPU)의 프로그래밍이 가능한 렌더링 파이프라인을 프로그래밍하는데 쓰인다. 본 논문에서는 유니티 환경에서 지원하는 ShaderLab을 사용하였다. ShaderLab은 다양한 플랫폼, 다양한 디바이스들에 대응하기 위해 사용되는 스크립트 언어이다. 제작한 셰이더는 여러 분야에서 적용 가능하다.

3.1.4 VR 헤드셋 (Headset)

DK2 해상도는 갤럭시 노트 3의 디스플레이 부품을 사용하며 1920x1080 다이아몬드 펜타일 화면을 960x1080으로 할당된다. 이미지는 먼저 컴퓨터 측에서 어안렌즈에 적합한 형태로 렌더링되고, 이미지는 어안렌즈를 통해 하드웨어적으로 늘어지게 된다. 렌더링 된 게임 배경 환경은 가상현실 장비를 통하여 입체적인 환경으로 구현되어 지게 된다. 사용자는 립모션을 통하여 자신의 양손으로 게임을 조작하여 화면상의 주먹을 제어하도록 구축한다. 또한, 반응속도가 빠른 헤드 트래킹 장비를 결합하였다. 머리를 움직이게 되면 응답 지연 없이 자연스럽게 주먹을 둘러볼 수 있다. 게임 환경의 오른쪽 부분에 스코어 캐릭터를 생성하여 실시간으로 변화하는 모습을 확인할 수 있다. 이때 VR 헤드셋은 가상현실 기술을 제공하며, 2D 환경과 비교했을 때 훨씬 더 사용자의 실감적인 체험과 몰입도를 높일 수 있다.

4. 실험

4.1 실험 환경

본 논문에서 제안된 시스템을 구현하기 위해 다

음과 같이 구성하였다. 시뮬레이션을 위한 데스크탑은 Window 7 64bit 운영체제가 설치되어 있고 그래픽 카드는 2X Geforce GTX 770 모델을 사용하였다. 소프트웨어로 Unity 5.3.1f1 버전이 설치되어 있고 하드웨어는 VR 헤드셋인 Oculus Rift DK2, 립모션으로 구성되어 있다.

4.2 실험 대상 및 방법

본 연구 결과를 검증하기 위하여 2015년 수원정보과학축제에서 부스를 운영하며 107명을 대상으로 설문평가를 실시하였다. 실험 대상들에게 3D 환경 게임의 진행 방법 및 립모션 인터페이스 조작법을 간단히 설명하고 게임내의 시스템을 설명하였다[Fig. 8]. 게임을 진행한 뒤 사용자 평가를 실시하였다. 총 5가지의 문항으로 진행하였고 자세한 설문 조사 내용은 [Table 1]에 나타나있다. 평가 항목은 1~5점까지의 분포에 따라 진행하였으며, 실험과정을 통해 발생한 문제점들은 개선하여 시스템을 더욱 완성도 높게 제작하였다.

[Table 1] Questionnaire

Question No.	Contents of the question
1	Is it easy to play the game?
2	Do you think that Leapmotion controller is recognized well?
3	Does VR headset give you fun in playing game?
4	Does VR headset give you immersion in playing game?
5	Is the score character interesting?

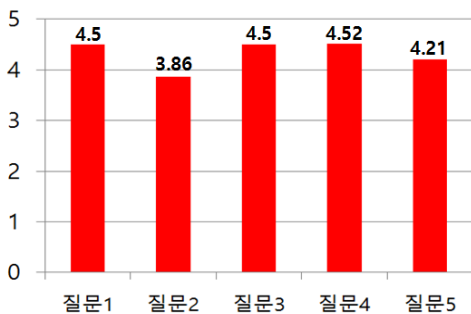
4.3 실험 결과

실험 대상에 대한 피시험자의 나이는 16세에서 25세 사이로 평균 20.3세로 나타났다. 실험으로 얻

은 개선 사항을 수정하여 보다 높은 현실감을 부여하였으며, 실험 대상 모두 VR 헤드셋을 사용하는 경우가 사용하지 않는 경우보다 흥미를 더 유발하였다고(4.5점) 응답하였고, 립모션 동작 인식의 정도가 매우 훌륭하고 VR 헤드셋을 적용한 3D 환경이 몰입감을 주었다(각 3.86점, 4.52점)고 응답하였다 [Fig. 9].



[Fig. 8] Scene of qualitative assessment



[Fig. 9] Results of qualitative assessment

5. 결론

본 논문에서는 기존의 단순한 게임 환경에서 벗어나기 위하여 실감 체험형 게임 환경을 구축하였

다. 이를 위하여 실감형 권투 시뮬레이션 게임을 개발하였다. 기존의 인터페이스는 CLI, GUI, NUI를 거쳐 다양한 실험을 실험한 결과 립모션이라는 인터페이스를 사용하여 사용자의 불편함을 제거하였다.

기존의 2D환경을 벗어나기 위하여 VR 헤드셋 사용하여 3D환경으로 구축하고 게임의 현실성을 극대화 하려고 노력하였다. 사용자는 립모션을 통하여 게임 내부 시스템을 제어하게 되었으며, 제어에 따라 목표물을 타격하고 타격된 목표물은 물리적 작용을 통하여 Z축 방향으로 이동하게 되었다. 이동하는 축의 크기만큼 정의된 점수가 누적 되도록 하였다. 또한 스코어 캐릭터는 누적된 점수에 따라 외형이 변화하는 시스템을 구축하여 사용자의 집중력을 향상시키도록 하였으며, 게임 내의 스코어 캐릭터는 테셀레이션 기법과 제작한 셰이더를 이용하여 보다 현실적인 환경을 제공하였다.

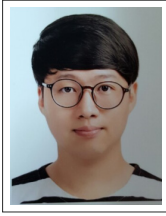
개발 완성된 게임 콘텐츠를 가지고 20대 초반(평균 나이 20.3세)의 일반인들을 대상으로 사용자 평가를 실시하였다. 평가 결과 립모션 인터페이스와 가상현실 시스템의 현실감에서 긍정적인 답변을 들을 수 있었고 스코어 캐릭터의 변화 시스템에서도 자연스럽게 흥미로운 요소라는 긍정적인 설문을 결과를 도출하였다. 향후 본 시스템을 바탕으로 시간, 속도가 한층 더 개선된 권투게임뿐 아니라 다양한 스포츠 게임들을 개발하기 위하여 다양하고 향상된 게임기술적용을 한 3D 게임콘텐츠 개발에 더욱 집중 할 예정이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This research was partially funded by National Research Foundation, NRF (No. 2015R1D1A1A01057725).

REFERENCES

- [1] JungHyun Han, "Progress on Real-time Rendering Techniques", The journal of Korea Institute of Electronics Engineers, Vol. 39, No 4, pp. 27-31, 2012.
- [2] W Lee, S Kim, S Chin, "Subsurface Scattering-Based Object Rendering Techniques for Real-Time Smartphone Games", Mathematical Problems in Engineering, Vol. 2014, 8 pages, 2014.
- [3] KS. Lee and SH. Oh and KH. Jeon and SS. Kang and DH. Ryu, BG. Kim, "A Study on Smart Touch Projector System Technology Using Infrared (IR) Imaging Sensor", Journal of Korea Multimedia Society Vol. 15, No. 7, pp. 870-878, 2012.
- [4] J.W. Lee and K.S. Oh, "Yoga Learning Content by using Kinect", Proceeding of HCI 2012, pp. 221-223, 2012.
- [5] M. F Shiratuddin and K.W Won, "Non-Contact Multi-Hand Gestures Interaction Techniques for Architectural Design in a Virtual Environment", International Conference on Information Technology and Multimedia, pp. 1-6, 2011.
- [6] A Malima, "A Fast Algorithm for Vision based Hand Gesture Recognition for Robot Control", 2006 IEEE 14th Signal Processing and Comm. Applications, pp. 1-4, 2006.
- [7] L E Potter, J Araullo, L Carter, "The Leap Motion controller: A view on sign language", Computer-Human Interaction Conference, pp. 175 - 178, 2013.
- [8] E S Silva, JAO de Abreu, JHP de Almeida, "A Preliminary Evaluation of the Leap Motion Sensor as Controller of New Digital Musical Instruments", In Proceedings of SBCM - Brazilian Symposium on Computer Music, 2013.
- [9] J Ahn, S Choi, B Nam, "A Reconfigurable Lighting Engine for Mobile GPU Shaders", Journal of Semiconductor Technology and Science, Vol. 15 No. 1, pp. 145-149, 2015.
- [10] D Woo, H Lee, "COMPASS: A Programmable Data Prefetcher Using Idle GPU Shaders", ACM SIGARCH Computer Architecture News - ASPLOS '10, Vol. 38, No. 1, pp. 297-310, 2010.
- [11] H Jon, M Jacob, AM Tomas, "Automatic pre-tessellation culling", ACM Transactions on Graphics (TOG), Vol. 28, No. 2, pp. 1-10, 2009.
- [12] J Y Tung, T Lulic, DA Gonzalez, Tran J, CR Dickerson, EA Roy, "Evaluation of a portable markerless finger position capture device: accuracy of the Leap Motion controller in healthy adults", Physiological measurement, Vol. 36, No. 5, pp. 1025-1035, 2015.
- [13] X Xu, Chen, B Karen, Lin, Jia-Hua, Radwin, G Robert, "The accuracy of the Oculus Rift virtual reality head-mounted display during cervical spine mobility measurement", Journal of biomechanics, Vol. 48, No. 4, pp. 721-724, 2015.
- [14] Jong-Sung Han, Geun-Ho Lee, "VR Tourism Content Using the HMD Device," Journal of Korea Contents Association, Vol. 15, No. 3, pp. 40-47, 2015.
- [15] P R Bosch, J Poloni, A Thornton, JV Lynskey, "The Heart Rate Response to Nintendo Wii Boxing in Young Adults", Cardiopulm Phys Ther J, Vol. 23, No. 2, pp. 13 - 29. 2012.
- [16] S Mauser, O Burgert, "Touch-free, gesture-based control of medical devices and software based on the leap motion controller", Studies in health technology and informatics Vol. 196, pp. 265, 2014.
- [17] C Lee, W Lee, S Kim, S Chin, "Enhanced visual appearance, punch-style weight and physical characteristics-based Leap motion game", International Journal of Computational Vision and Robotics, Vol. 6, no. 3, pp. 195-203, 2016
- [18] J Nam, S Yang, W Hu, B Kim, "A new study on hand gesture recognition algorithm using leap motion system", Journal of Korea Multimedia Society Vol. 17 No 11 p.1263-1269 Nov. 2014.



박 강 래(Gangrae Park)

약 력: 2011- 성결대학교 미디어소프트웨어학부
XICOM LAB. (<http://xicomlab.re.kr>) 연구원

관심분야 : Virtual Reality, Game Programming, Visual Computing



진 성 아(Seongah Chin)

약 력: 1991 전북대학교 수학과 학사
1993 전북대학교 전산학 석사
1999 Stevens Institute of Technology 전산학박사
2000 서강대학교 미디어공학과 연구교수
2006 Wayne State Univ. 방문연구교수
2016 Nanyang Technological Univ. 방문연구교수
2001- 성결대학교 미디어소프트웨어 교수,
XICOM LAB. (<http://xicomlab.re.kr>) 지도교수

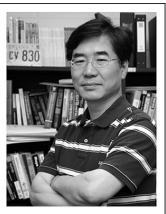
관심분야 : Physically-based Rendering, Virtual Reality, Mixed Reality, Game Engine, Visual Computing



이 병 석(Byungseok Lee)

약 력: 2011-성결대학교 미디어소프트웨어학부
XICOM LAB. (<http://xicomlab.re.kr>) 연구원

관심분야: Virtual Reality, Game Programming, Visual Computing



김 성 동(Seongdong Kim)

약 력 : 1981 광운대학교 전자공학과 학사
1992 City University of New York 석사
2001 광운대학교 컴퓨터공학과 박사
2001-2002 University of Notre Dame 연구과학자
2010-2011 Purdue University 방문연구교수
1995- 계원예술대학교 게임미디어과 교수

관심분야 : 게임물리엔진, Serious game, VR, AR

