

스마트매트와 카메라 센서를 이용한 가상현실 체험형 운동게임 시스템 설계 및 구현

서덕희¹ · 박경신² · 김동근^{3*}

Design and Development of Virtual Reality Exergame using Smart mat and Camera Sensor

Duck Hee Seo¹ · Kyung Shin Park² · Dong Keun Kim^{3*}

¹Department of Mobile Software, Graduate School, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

²Department of Applied Computer Science, Dankuk University, Youngin ,Gyeonggi-do 16890, Korea

^{3*}Department of Media Software, College of Information Communication and Technology Convergence, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

요 약

본 연구에서는 스마트매트와 카메라 센서를 이용한 가상현실 체험형 운동게임 시스템 설계 및 구현하였다. 사용자 상반신 운동자세인식을 위해 키넥트 카메라 센서를 활용하고 사용자의 걷기 동작을 정확하게 인식하고 다음 취해야 할 걷기 운동 동작에 대한 가이드를 제공하기 위해서 LED 표시가 가능한 스마트 매트를 개발하였다. 이를 통합하고 기능성 게임의 재미요소를 결합하여 실제 운동 상황에서 사용자에게 실시간으로 상호작용 정보를 제공하는 가상현실 체험형 운동게임 통합 시스템을 설계 및 구현하였다. 사용자들이 보다 자립적이고 독립적으로 가정 및 건강증진 관련 기관에서 쉽게 운동하는데 기여하는 체험형 운동게임 시스템으로 활용될 것이다.

ABSTRACT

In this study, we designed and developed the virtual reality Exergame using the smart mat and the camera sensor for exercises in indoor environments. For detecting the gestures of a upper body of users, the KINECT camera based the gesture recognition algorithm used angles between user's joint information system was adopted, and the smart mat system including a LED equipment and Bluetooth communication module was developed for user's stepping data during the exercises that requires the gestures and stepping of users. Finally, the integrated virtual reality Exergame system was implement along with the Unity 3D engine and different kinds of user' virtual avatar characters with entertainment game contents such as displaying gesture guideline and a scoring function. Therefore, the designed system will useful for elders who need to improve cognitive ability and sense of balance or general users want to improve exercise ability and the indoor circumstances such home or wellness centers.

키워드 : 체험형 운동게임, 스마트 매트, 키넥트 카메라, 동작인식, 게임 콘텐츠

Key word : Exergame, smart mat, KINECT camera, gesture recognition, game contents

Received 28 September 2016, **Revised** 29 September 2016, **Accepted** 20 October 2016

* **Corresponding Author** Dong Keun Kim(E-mail: dkim@smu.ac.kr, Tel:+82-2-2287-5431)

Department of Media Software, College of Information Communication and Technology Convergence, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkice.2016.20.12.2297>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©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.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

현대인의 만성질환 및 운동부족으로 인한 활동력 감소로 인해 각종 질환에 노출될 가능성이 높다. 고령자의 경우 치매 등 뇌질환으로 인한 경제적 비용이 증가되고 있다. 걷기운동은 뇌의 제어(motor), 인지(cognition), 지각(perception) 과정 통합을 포함한 복합적인 과정으로써 건강한 고령자의 기능적 능력의 하락이 시작됨을 예측할 수 있는 유용한 예측요인으로 알려져 있다[1,2]. 트레드밀을 사용하여 실시하는 하체운동을 하는 경우는 뇌신경의 세포생성 이외에 세포가 사멸하는 것을 감소하였으며 유산소운동을 실시한 이후에 뇌의 전체 용적과 대뇌 피질의 가소성을 증가시켰을 뿐만 아니라 인지기능을 향상시킨 것으로 연구되었다[3,4]. 따라서 운동부족에 따른 활동력 감소를 해소하고 뇌질환 예방을 위해서는 규칙적이고 단계적인 운동이 필수적이라고 할 수 있다.

이에 자발적인 운동을 유도하고 활동력을 증진시키기 위한 다양한 가상현실 운동 프로그램 및 기능성 게임시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[5-8]. 운동 전문가의 주관에 의해 이루어지던 기존의 재활 치료를 보완 혹은 대체하기 위한 기능성 운동게임 시스템을 설계함에 있어서 사용자의 운동 동작 (즉, 자세 및 균형 상태)을 정확히 인지하고 판별할 수 있는 기능과 운동 동작에 대한 가이드를 가상현실 기반의 게임 콘텐츠 형태로 제공해주는 체험형 운동게임이 필요하다. 또한, 체험형 운동 게임 시스템은 운동동작에서 걷는 동작과 상반신 동작을 동시에 인식할 수 있는 기능이 요구된다. 구체적으로는 사용자의 상반신 인식과 발동작(좌, 우)인식을 동시에 실시간으로 처리하는 것이 필요하다.

본 연구에서는 비전 기반의 사용자 상반신 운동자세 인식을 구현하기 위해 키넥트 카메라 센서를 활용하였다. 사용자의 걷기 동작을 정확하게 인식하고 다음 취해야 할 걷기 운동 동작에 대한 가이드를 제공하기 위해서 LED 표시가 가능한 스마트 매트를 개발하여 통합하였다. 최종적으로는 사용자의 운동 동작 데이터를 습득하여 운동 상태와 균형감 상태 모니터링 기능을 제공하고 기능성 게임의 재미요소를 결합하여 실제 운동 상황에서 사용자에게 실시간 상호작용을 제공하는 체험형 운동게임 통합 시스템을 설계 및 구현하였다.

II. 관련 연구

2.1. 체험형 운동게임 시스템

체험형 액션게임(Exergame)이란 운동(Exercise)과 게임(Game)의 합성어로 운동이 부족한 현대인들에게 재미와 건강을 주는 역할을 하는 체험형 운동게임을 의미한다. 운동 전문가나 재활치료사의 주관에 의해 이루어지던 재활 치료를 보완 혹은 대체하기 위해 내추럴 사용자 인터페이스 방식을 사용한 재활 운동 기능성 게임 개발이 관심을 끌고 있다[9,10]. 레이싱 트랙과 피드백 시스템 연구 사례에서는 자전거를 개조한 전용 컨트롤러를 이용해 유산소 운동을 유도하는 사용자에게 맞춤형 운동 게임을 개발하였다[7]. 기존 상용화된 체험형 게임 시스템 상용화 사례 중 Xbox 키넥트와 Nintendo의 Wii fit plus가 있다. 키넥트 체험형 운동게임은 사용자의 위치를 정확하게 구분지어 판단할 수 없는 한계점을 가지고 있으며 Wii fit plus는 제자리에서만 시행한다는 한계점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 키넥트의 정확한 위치 구분이 불가능한 한계점을 스마트 매트로 보완하고 Wii의 제자리에서만 진행 할 수 있는 한계점을 키넥트로 보완하도록 구성한다.

2.2. 자세인식

고령자를 위한 기능성 걷기 게임인 “팔도강산3” 연구에서는 키넥트(KINECT)를 이용한 동작인식을 통한 시장보기 게임을 개발하였다[8]. 구현된 게임 시스템에서는 사용자가 시장을 다니며 주어진 임무에 맞는 음식을 기억하여 선택하면 점수를 얻는 게임형태로 사용자의 기억력 향상과 선택적 반응 능력을 향상시키는 것을 목표로 하는 연구이다. 제스처 인식 기반 3차원 기능성 게임 개발 연구에서는 치매 예방을 목적으로 프라임센스사의 3차원 깊이 카메라와 OpenNI SDK를 이용하여 사용자의 관절 정보를 획득하였고 이 관절 위치 및 방향을 이용하여 관절의 움직임 분석하여 사용자의 전신 제스처를 인식하여 하였다[5].

팔도강산3의 경우에는 사용자의 운동보다 암기를 요구하는 비중이 높은 것으로 판단되며 이는 운동을 위한 체험형 게임으로는 한계점을 가진다고 할 수 있다. 본 연구에서는 걷기 운동을 중점으로 체험형 게임을 구성하도록 하였다.

2.3. 가상현실

3차원 가상공간을 제작한 뒤 3D Object를 가상공간 위에 가시화하는 것을 기반으로 여러 기술을 접목하는 연구가 시도 되고 있다. 저작도구를 이용해서 스마트 디바이스에서 실행 할 수 있는 가상현실 교육 콘텐츠를 제작 할 수 있는 시스템을 구현하거나[6] 사용자에게 전통악기의 연주동작이나 유사행위를 요청하고 센서와 디바이스를 이용하여 필요한 데이터를 획득한 후 사용자와 상호작용하는 이벤트를 실행함으로써 사용자가 실제로 전통악기 연주를 체험하게 하는 체험형 가상현실 게임 시스템을 구현하는 연구 사례가 있다[11].

또한, 시력이 약한 고령자를 위해 스마트 장치와 자체 개발한 입력 컨트롤러를 블루투스 통신을 이용하여 두 디바이스가 온라인 방식으로 진행할 수 있는 인터페이스를 구축하여 신체 중 손을 움직여 긍정적인 외부 자극을 통해 치매나 기억력 저하 등의 인지기능 장애를 예방할 수 있는 기능성 가상현실 게임 시스템이 연구되었다[12].

는 사용자의 상반신 자세 및 동작 인식이 가능하다. 통합운동게임 시스템은 스마트 매트 시스템으로부터 스텝 모니터링 정보와 운동 자세인식 정보를 수신 받아 사용자에게 운동 자세를 표현해주는 사용자의 가상 아바타와 전문가의 올바른 운동 자세 가이드를 제공하고 사용자의 운동 자세를 판별한다.

스마트 매트는 사용자가 발로 밟는 동작을 인식하는 24개의 센싱부, 매트 센싱부의 LED(Light Emitting Diode) 반응과 전원을 제어하는 제어부, 통합운동게임 시스템과 블루투스 통신을 이용할 수 있는 통신부로 구성된다. 운동 자세인식 시스템은 운동자세 인식 알고리즘이 구현되어 있으며 키넥트 2.0 SDK를 이용한 Unity3D Script로 사용자의 상반신 운동 자세를 인식한다. 통합 운동게임 시스템은 Unity3D를 이용하여 사용자의 가상 아바타 3D Object를 렌더링 하며 운동 자세 인식 시스템과 연동되어 자세를 판별한다. 또한, 스마트 매트와 연동하여 블루투스 통신으로 사용자의 스텝 정보를 수신 받아 점수화한다. 크로마키 장면기법으로 획득된 전문가의 운동자세 가이드 콘텐츠를 통합 운동 게임 화면에 디스플레이 한다.

III. 본 론

3.1. 시스템 구성

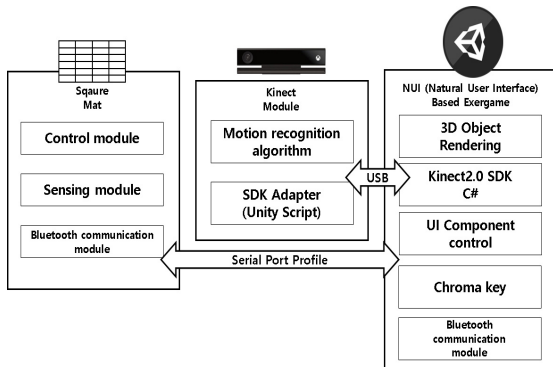


Fig. 1 The system configuration of virtual reality Exergame using smart mat and camera sensor

본 연구에서 제안하는 가상현실 체험형 운동게임 시스템은 그림 1과 같이 스마트 매트 시스템, 운동 자세인식 시스템, 통합 운동게임 시스템으로 구성된다. 스마트 매트 시스템은 사용자의 스텝 정보를 인식한다. 운동 자세인식 시스템은 운동프로그램 콘텐츠를 수행하

3.2. 스마트 매트 시스템

스마트 매트 시스템은 그림 2과 같이 가로 31cm 세로 35cm 높이 3mm의 크기를 가진 독립적인 셀을 컨트롤러와 조립하여 총 24개의 셀로 동작된다. 24개의 셀은 사용자의 스텝을 인식한다.



Fig. 2 The prototype of smart mat system

통신부는 블루투스를 이용하여 제어부에 명령을 내리는 것을 담당하며 모듈은 SPP(Serial Port Profile)와 HID(Human Interface Device)를 지원하는 모델 제품을 적용하였으며 적용한 회로도도 그림 3과 같다.

통신을 위한 설정을 위해 블루투스 PC인터페이스 보드를 이용한 하이퍼터미널 명령을 사용하여 설정하였다. 설정한 값은 슬레이브 모드의 통신속도 9600bps로 설정하고 데이터와 Stop비트를 각각 1바이트로 설정하여 스마트 매트 제어부인 RS-485와 일대일로 통신할 수 있도록 연결하였다. SPP를 이용하여 사용자가 밟은 스텝에 대한 데이터와 사용자가 밟아야 할 스텝의 데이터를 통합운동게임시스템과 스마트 매트 제어부 사이에서 전이중방식 양방향통신으로 하도록 설정하였다.

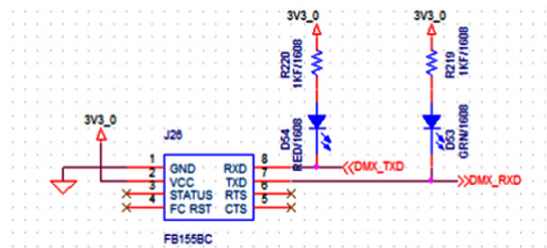


Fig. 3 The circuit diagram of bluetooth module

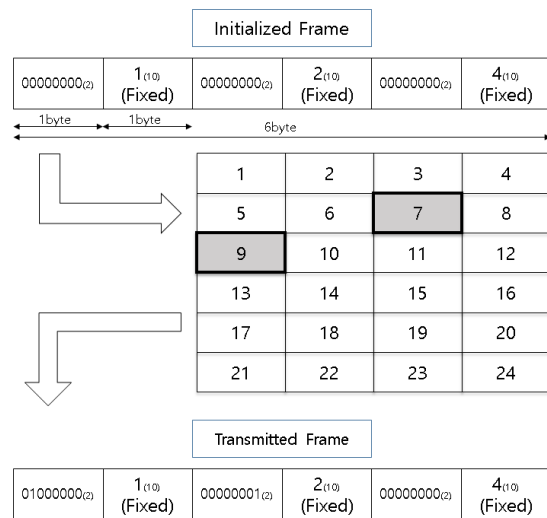


Fig. 4 The designed data protocol for bluetooth communication

스마트 매트는 그림 4와 같이 4개의 셀의 모든 데이터를 표현하기 위해 6개의 바이트 데이터를 송수신한다. 1바이트는 8개 비트를 이용하여 1~8번 셀까지의 데이터를 보유하고 있으며 그다음 1바이트는 1부터 8번

셀을 제어하는 컨트롤러의 구분자를 나타내고 있다. 센싱부는 10kg을 인지할 수 있는 FSR(Force Sensitive Resistor)센서를 이용하여 이루어지며 센서를 누르는 하중에 대한 무게에 따라 수용량 한도 내에서의 저항값의 변화를 이용하여 동작한다.

제어부는 24개의 셀에 FSR센서와 LED를 제어하기 위해 중앙제어 MCU와 3개의 서브제어 MCU(Micro Controller Unit)로 구성하였다. 서브제어 MCU는 각 8개의 셀을 제어할 수 있도록 설계하였다. 중앙 제어 MCU는 헤더 3바이트 데이터 3바이트를 수신 받아 데이터를 각 바이트별로 서브 제어 MCU로 전달하며 이 서브제어 MCU는 비트 단위의 값을 이용하여 셀의 정보를 송수신하게 된다.

3.3. 운동 자세인식 시스템

마이크로소프트사의 키넥트2.0은 색상카메라, 깊이 센서와 멀티배열 마이크로 구성되어 있다. 색상 카메라를 통해 2차원적으로 사용자 또는 사물을 인식하고 깊이 센서를 통해 3차원 위치를 인식하게 된다. 키넥트 SDK는 OpenNI SDK보다 전신 트래킹 인식이 용이하기 때문에 본 연구에서 제안하는 전신 운동 동작 인식 모델에 적합하다. 본 연구에서는 자체 개발한 사용자의 자세에 따른 각도를 획득하는 알고리즘을 키넥트2.0 SDK 기반의 자세 인식 시스템에 적용하였다.

또한, 본 연구에서는 키넥트2.0에서 제공하는 신체 주요 관절 25개 중에서 사용자의 운동 자세 측정을 위하여 팔은 양쪽 손, 양쪽 팔꿈치, 양쪽 어깨 정보를 이용하였고, 다리는 양쪽 발목, 양쪽 무릎, 양쪽 엉덩이 정보, 즉 14개의 관절을 사용하였다. 신체의 골격에 공간적인 위치 정보(즉, X, Y, Z 값)는 이동이나 회전 변화에 민감하기 때문에 위치 정보로부터 벡터를 생성하여 각도를 계산하여 자세 판별에 사용하였다.

각도 정보를 추출하기 위해, 왼쪽 어깨-오른쪽 어깨, 오른쪽 어깨-오른쪽 팔꿈치, 오른쪽 팔꿈치-오른쪽 손, 오른쪽 어깨-왼쪽 어깨, 왼쪽 어깨-왼쪽 팔꿈치, 왼쪽 팔꿈치-왼쪽 손, 오른쪽 골반-오른쪽 무릎, 오른쪽 무릎-오른쪽 발, 왼쪽 골반-왼쪽 무릎, 왼쪽 무릎-왼쪽 발의 벡터를 생성하고, 어깨, 팔꿈치, 무릎 등의 각도를 계산하여, 팔, 다리의 굽힘 정도를 계산한다. 그리고 오른쪽 어깨-오른쪽 손, 왼쪽 어깨-왼쪽 손, 오른쪽 골반-오른쪽 발, 왼쪽 골반-왼쪽 발, 오른쪽 무릎-오른쪽 발, 왼쪽

무릎-왼쪽 발의 경우 정면, 위, 아래, 또는 45도 각도 벡터와의 각도를 계산하여, 팔, 다리가 어느 방향을 향하고 있는지 계산한다. 각도 계산을 위하여 식 (1)을 적용하였다.

$$\vartheta = \cos^{-1} \left(\frac{u}{\|u\|} \cdot \frac{v}{\|v\|} \right) \quad (1)$$

위 식에서, Θ 는 3차원 공간에서 두 벡터 u, v 간의 각 (Angle)이며, u 와 v 는 인접한 관절 벡터(예를 들어, 어깨와 팔꿈치 간과 팔꿈치와 손 간)를 의미하거나 또는 관절 벡터와 정면/위아래 벡터를 의미한다. 이러한 방식으로 운동 자세에 대한 몸통 및 왼쪽 팔, 오른쪽 팔, 왼쪽 다리, 오른쪽 다리 자세를 표현하는 각도와 양 손, 발, 무릎의 거리에 관한 특징을 사용하였다. 본 연구에서 인식 할 수 있는 자세 중 하나인 양팔을 드는 자세를 예로 들면 인식된 사용자의 전체 관절 중 양쪽 어깨-양쪽 팔꿈치, 양쪽 팔꿈치-양손의 각도를 계산하여 굽힘의 정도를 계산하여 모두 90도에 근접한 경우 시스템에서 올바른 동작이라고 판단한다[13].

3.4. 통합운동게임 시스템

Unity3D를 이용하여 구현한 체험형 운동 게임에 필요로 하는 기능(게임선택, 사용자 현재 모션 정보 획득, 현재 매트 스텝정보 획득, 점수계산 등)의 각 과정에서 필요한 기능을 표 1과 같이 정리하였다.

Table. 1 Functional requirements analysis for Unity3D NUI based exercise game

Functions	Contents
Selection a game	User can select a mode, level and character
Loading a game	Selected game's required data(gesture and step information document(XML) and guide media(MP4)) file load
Getting user's gesture	Getting joint using kinect 2.0
Getting mat status	Getting the status of smart mat user stepped on
Checking gesture	Checking user's motion and Calculating score

통합운동게임 시스템에서 구현된 사용자 동작정보 획득, 사용자 스텝정보획득, 모션정보 계산 등의 각 과정에 대한 시나리오를 표현하면 각각 그림 5, 그림 6, 그림 7과 같다.

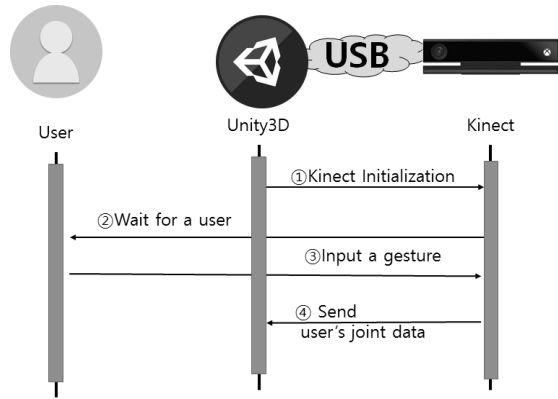


Fig. 5 Sequence diagram of gesture input

동작 정보를 획득하는 경우 통합운동게임시스템에서 키넥트 카메라를 이용하여 동작을 입력하는 함수는 생명주기 함수 중 Scene이 생성 될 때 실행되는 함수에서 그림 5의 ①과 같이 키넥트 카메라를 초기화 한다. 초기화 과정은 Unity3D에서 키넥트를 사용할 수 있도록 객체에 대한 인스턴스를 정의 하는 것을 뜻한다. ② 단계에서는 키넥트 카메라가 사용자의 제스처 입력을 기다리게 되며 ③유저가 제스처를 취하게 되면 ④키넥트 카메라 SDK를 이용하여 사용자의 조인트(Joint) 정보를 추적하여 정보를 획득한다.

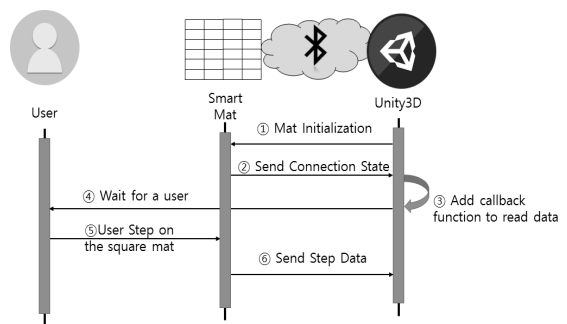


Fig. 6 Sequence diagram of step input

사용자의 스텝 정보를 획득하는 경우 그림 6의 ①과 같이 매트 초기화와 블루투스 통신이 정의된다. 이 때 Unity3D에서는 블루투스 통신을 기본적으로 지원하지 않고 .net Framework의 문제 때문에 기존 C# 블루투스 라이브러리 또한 사용 할 수 없다. 이러한 이유 때문에 윈속(WinSocket)기반의 블루투스 C언어 함수들 즉 Bind, Accept, Listen, Send, Receive와 같은 함수들을 정적 라이브러리로 생성한 후 C# 동적 라이브러리로 다시 생성하여 프로토콜에 따라서 송수신을 정의한 후 Import하여 사용한다. 블루투스 연결이 끝나면 ② 연결 결과 값을 받은 후 Unity3D 내부적으로 프로토콜에 의한 데이터를 처리하기 위해 ③ Callback함수를 선언하고 등록해야 하며 이 함수는 Main Thread에서 동작하도록 하여 생명주기 함수를 내에서 실행 할 수 있도록 구현하였다. 그 후 유저의 입력이 있거나 Scene이 종료 될 때 까지 대기하며 입력이 있을 경우 ⑥과 같이 스마트 매트와 미리 지정해 놓은 프로토콜을 이용하여 데이터를 전송하도록 한다.

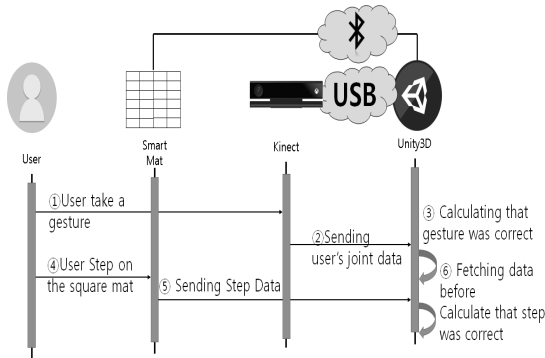


Fig. 7 Sequence diagram of user's motion evaluation

통합 운동게임 시스템에서 유저 동작이 올바른지 판별하는 기능은 모든 연결이 진행되었고 유저의 입력을 기다린다는 시나리오로 가정하여 사용자가 동작을 취하면 그림 7의 ②와 같이 사용자의 Joint 데이터를 받아 본론 유저의 동작과 통합운동시스템이 요구하는 동작과 일치 여부를 확인한다. 일치 할 경우 스마트 매트의 인식 시스템을 이용하여 사용자가 현재 밟은 셀 번호를 ⑤ 기능처럼 수신하여 비교한 뒤 일치하면 ⑥기능과 같이 다음 스텝으로 진행되도록 한다. 일치하지 않으면 다시 반복하는 과정을 거치도록 구현하였다.

IV. 결 과

4.1. 가상현실 체험형 운동게임 통합 시스템

본 연구에서는 사용자의 현재 걷기 운동 동작에 대한 정보를 시스템으로 전송하는 기능과 다음 취해야 할 걷기 운동 동작에 대한 가이드를 수신하는 기능을 그림 8과 같이 LED 점등과 소등을 통해 제공할 수 있는 스마트 매트를 개발하였다. 또한 사용자의 운동자세인식을 위해 키넥트 카메라 센서를 활용하여 사용자의 운동 동작 데이터를 습득한다. 부수적으로 운동 상태와 균형감각 상태를 모니터링 하는 기능을 제공하고 기능성 게임의 재미요소를 결합하여 실제 운동 상황에서 사용자에게 실시간 상호작용을 제공하는 가상현실 체험형 운동 게임 통합 시스템을 설계 하였고 CPU 쿼드코어 i5-6600 3.3GHz, 8 GB RAM, nvidia GTX750Ti VGA, Windows 10 운영체제를 가진 PC에서 구현 및 운용 하였다.



Fig. 8 The integrated Virtual Reality Exergame



Fig. 9 Gesture detection using Kinect Gesture Recognition Module

통합 운동 게임 시스템 메인화면은 그림 9와 같다. 통합운동시스템의 Scene이 시작될 때 선택된 단계의 가이드영상과 동작 자세 데이터, 스텝 데이터를 불러 온다. 그 다음 메인화면의 이미지의 왼쪽 부분처럼 전문가의 운동 자세를 크로마키 처리된 가이드 영상으로 1초간 재생하여 사용자가 가이드 영상을 보고 따라하도록 유도하였다. 자세 판단 결과에 대한 가이드로 시스템이 요구하는 자세를 취할 시 사용자의 아바타를 주변으로 구 모양의 Progress Component가 동작하게 되고 관절의 각도와 걸린 시간을 계산하여 점수별로 Good, Excellent, Not Bad, Bad 4단계로 나누어 출력되도록 구성되었다. 이어서 메인화면 이미지의 가운데를 보면 스마트 매트의 사용자인터페이스를 인터랙티브하게 출력하도록 구현하여 운동 단계에 따라 어느 셀을 밟아야 하는 지 시각적으로 확인 가능하도록 구현되었다. 마지막으로 메인화면 이미지의 오른쪽을 보면 사용자가 스크린 안에 가상 아바타를 통해 자신의 동작과 전문가 동작을 비교하여 요구되는 자세를 올바르게 취하였는지 확인하기 위해 아바타가 실시간으로 사용자의 움직임에 따라하도록 구현되어 사용자가 올바른 자세로 수행하고 있는지 확인 가능하다.

4.2. 운동프로그램 콘텐츠

본 연구에서는 전문 트레이너 없이 다양한 난이도(초급, 중급, 고급)의 운동을 수행할 수 있도록 운동프로그램 콘텐츠를 구성하였다. 초급의 경우 총 10번의 스텝을 이동하는 동시에 만세, 양팔 벌리기, 차렷 자세의 팔 동작을 반복하여 수행하도록 구성하였다. 중급의 경우 총 10 스텝을 이동하는 동시에 양팔 벌리기, 무릎 들기, 다리 옆으로 들기 등의 좀 더 복잡한 운동 자세를 반복 수행하는 콘텐츠로 구성하였다. 고급 운동 동작 프로그램은 차렷, 양팔 벌리기, 만세, 런지, 스쿼트와 같은 다양한 운동 자세를 반복 수행하도록 구성하였다.

V. 결 론

본 연구에서 구현된 가상현실 기반 체험형 운동 게임 시스템은 사용자의 운동참여 인구를 향상시키고, 건강 증진과 질병 예방을 위한 운동 용품의 개발과 운동의 효과를 연구해 볼 수 있는 기초자료 제공을 위해 활용

가능하며 고령자나 사용자보다 자립적이고 독립적으로 가정 및 건강증진 관련 기관에서 쉽게 운동할 수 있도록 유도함으로써 운동의 실천력을 향상에 기여하는 체험형 운동게임 시스템으로 활용될 것이다.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by the Research fund of Sports Industry Development Project of Korea Sports Promotion Foundation(NO.s072015092015) 2015, thanks to the ministries

REFERENCES

- [1] E. Scherder, L. Eggermont, D. Swaab, M. van Heuvelen, Y. Kamsma, M. de Greef, R. van Wijck, T. Mulder, "Gait in ageing and associated dementias; its relationship with cognition," *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, vol. 31, no. 4, pp. 458-497, Aug. 2007.
- [2] H. Makizako, H. Shimada, T. Doi, K. Tsutsumimoto, S. Lee, R. Hotta, S. Nakakubo, K. Harada, S. Lee, S. Bae, K. Harada, T. Suzuki, "Cognitive functioning and walking speed in older adults as predictors of limitations in self-reported instrumental activity of daily living: prospective findings from the Obu Study of Health Promotion for the Elderly," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 12, no. 3, pp. 3002-3013, Mar. 2015.
- [3] Z. Radak, A. Toldy, Z. Szabo, S. Siamilis, C. Nyakas, G. Silye, J. Jakus, S. Goto, "The effects of training and detraining on memory, neurotrophins and oxidative stress markers in rat brain," *Neurochemistry International*, vol. 49, no. 4, pp. 387-392, Sep. 2006.
- [4] AF. Kramer, KI. Erickson, "Capitalizing on cortical plasticity: influence of physical activity on cognition and brain function," *Trends in Cognitive Sciences* vol. 11, no. 8, pp. 342-348, Aug. 2007.
- [5] Y. S. Chae, "A Serious Game Design and Prototype Development for Rehabilitation using Kinect Tools," *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 17, no. 2, pp. 248-256, Feb. 2014.
- [6] J. S. Jeong, W. K. Oh, K. H. Yoo, "Design and

- implementation of virtual reality educational contents system for smart learning,” *Korean Society For Computer Game*, vol. 28, no. 1, pp. 123-130, Jun. 2015.
- [7] D. J. Kim, C. H. Park, “Racing Track and Feedback for Adaptable Exercise Game,” *Proceedings of Korean Game Society*, vol. 9, no. 8, pp. 133-142, Aug. 2011.
- [8] K. S. Kim, Y. J. Lee, S. S. Oh, “Development of Analysis of a Walking Game ‘Paldokangsan3’ Using Kinect,” *Journal of Korea Game Society*, vol. 14, no. 1, pp. 49-58, Feb. 2014.
- [9] B. R. Lee, “A Development of Motion Detection Based Serious Game, “ChoDeungGangHo” for Physical Training,” *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 20, no. 11, pp. 55-62, Nov. 2015.
- [10] H. J. Yun, K. I. Kim, J. H. Lee, H. Y. Lee, “Development of Experience Dance Game using Kinect Motion Capture,” *Korea Information Processing Society Transactions on Software and Data Engineering*, vol. 3, no. 1, pp.49-56, Jan. 2014.
- [11] E. K. Kang, J. K. Won, “Experience-based Arcade Beat-game Implementation Using the Traditional Instrument,” *Journal of The Korean Society for Computer Game*, vol. 2, no. 23, pp. 5-11, Dec. 2010.
- [12] E. Y. Ahn, “Development of a functional game device and Contents for improving of brain activity through finger exercise,” *Journal of Korea Multimedia Society*, vol. 15, no. 11, pp. 1384-1390, Nov. 2012.
- [13] K. S. Park, “Development of Kinect-Based Pose Recognition Model for Exercise Game,” *Korea Information Processing Society Transactions on Computer and Communication Systems*. vol. 5, no. 10, pp. 303-310, May 2016.



서덕희(Seo, Duck-Hee)

2016년 상명대학교 미디어소프트웨어학과 학사
 2016 ~ 현재 상명대학교 모바일소프트웨어학과 석사과정
 ※관심분야 : 모바일소프트웨어, 사물인터넷, 무선통신



박경신(Kyoung Shin Park)

1997년 일리노이대학 컴퓨터과학과 공학석사
 2003년 일리노이대학 컴퓨터과학과 공학박사
 2004년 ~ 2007년 한국정보통신대학(현 한국 과학기술원) 연구교수
 2007년 ~ 2016년 단국대학교 멀티미디어공학 부교수
 2016년 ~ 현재 단국대학교 응용컴퓨터공학 부교수
 ※관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 가상현실, HCI, 멀티미디어응용, 협업환경



김동근(Dong Keun Kim)

2003년 : 연세대학교 의료정보 석사
 2008년 : 연세대학교 생체공학 박사
 2009년 ~ 현재 : 상명대학교 ICT융합 미디어소프트웨어학과 부교수
 ※관심분야 : 생체정보공학, 헬스케어, 감성공학, HCI