

## 3D depth 카메라를 이용한 재활훈련 기능성 게임 개발※

강선경, 정성태  
원광대학교 컴퓨터공학과  
{doctor10, stjung}@wku.ac.kr

### Development of a Serious Game for Rehabilitation Training using 3D Depth Camera

Sun-Kyung Kang, Sung-Tae Jung  
Dept. of Computer Engineering, Wonkwang University

#### 요 약

본 논문에서는 노인 및 재활 환자를 대상으로 재활 훈련을 위한 기능성 게임을 제안한다. 제안한 재활 훈련용 기능성 게임은 3D depth 카메라를 이용한 전신 동작 인식 기반의 인터페이스를 제공한다. 사용자가 카메라 앞에서면 배경과 사용자를 구분한 다음 사용자의 전신을 15개의 관절로 인식하고 각 관절이 위치와 방향의 변화를 분석하여 게임에 필요한 제스처를 인식한다. 게임 콘텐츠는 상지훈련, 하지훈련, 전신훈련, 밸런스 훈련을 위한 게임으로 구성하였으며 2D 게임과 3D 게임으로 나누어 구현하였다. 본 논문에서 제안된 시스템은 3D depth 카메라를 이용하여 주변 환경 변화에도 안정적으로 작동하며, 별도의 기기를 사용하지 않고도 전신 움직임 기반의 제스처 인식을 이용하여 게임을 진행하게 함으로써 재활의 효과를 높일 수 있다.

#### ABSTRACT

This paper proposes a serious game for rehabilitation training targeting old persons and patients for rehabilitation. The serious game suggested for rehabilitation training provides the whole body movement recognition-based interface using the 3D depth camera. When the user stands before the camera, it distinguishes the user from the background and then recognizes the user's whole body with 15 joints. By analyzing the changes of location and direction of each joint, it recognizes gestures needed for the game. The game contents consist of the games for upper limb training, lower limb training, whole body training, and balance training, and it was realized in both 2D and 3D games. The system suggested in this article works robustly even with the environmental changes using the 3D depth camera. Even with no separate device, the game recognizes the gestures only using the whole body movement, and this enhances the effect of rehabilitation.

**Keywords** : Serious Game, Rehabilitation Training, 3D Depth Camera

※ 이 논문 2011학년도 원광대학교 교비지원에 의해서 연구되었음.

Received: Dec. 04, 2012 Accepted: Dec. 31, 2012  
Corresponding Author: Sung-Tae Jung (Wonkwang University)  
E-mail: stjung@wku.ac.kr

© 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. 서 론

최근 급격한 경제 성장에 따라 우리나라는 전반적인 생활수준의 향상과 의학 기술의 발전으로 인하여 평균 수명이 현저하게 증가하고 있다. 2010년에는 65세 이상 고령인구 비율은 전체 인구의 11%에 이르러 고령화 사회에 들어섰으며, 2018년에는 14.3%가 되어 고령사회에 진입하고, 2026년에는 20.8%로 초 고령화 사회에 도달할 것으로 전망된다[1]. 고령화 사회는 단순히 노인이 많다는 의미보다는 노인 인구 비중이 증가하면서 사회, 경제적인 구조에 있어서도 많은 변화를 수반하는 것을 의미한다[2]. 고령화로 인한 노인부양부담 급증과 건강문제, 노인 보호 서비스에 대한 수요의 증가로 건강수명의 연장이 중요한 과제로 등장하였다. 개인적인 차원에서도 많은 노인들은 건강하게 오래 살기를 바라고 있다. 노인들이 건강하게 오래 살기 위한 핵심 요소 중의 하나는 지속적인 운동과 재활을 들 수 있다[3,4].

노인의 건강을 증진시키는 목적은 그들의 신체적 기능 저하를 예방함으로써 타인의 도움에 의존하는 기간을 늦추고, 기능적인 독립성을 최대한 연장하는 것이다[5]. 노화가 시작되면 심폐기능, 근력, 근지구력, 유연성 등 체력이 저하되어 면역 기능이 떨어져 병에 쉽게 걸리고 환경에 대한 적응력이 떨어지게 된다. 또한 운동량 및 근섬유 수의 감소로 근력이 약화되며 순발력, 민첩성이 저하되고 근섬유의 대사능력 저하로 근지구력이 저하된다[6]. 특히 노화는 근육 양과 근력이 감소되면서 근 기능의 퇴화로 연결되어 노년기에 접어들면서 가속화하는데 근 기능의 퇴화는 결과적으로 활동력 감소로 연결되며 활동력 감소는 신체능력의 저하를 가속화시킬 뿐만 아니라 사망률도 높인다[7,8].

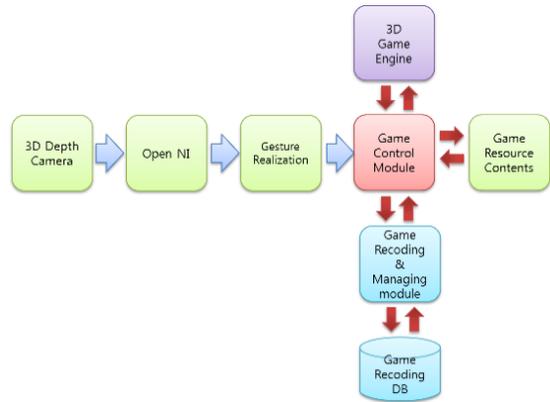
따라서 노인의 신체적인 기능 향상을 위해서는 재활 및 신체 능력 향상을 위한 운동 참여를 증진시켜야 한다. 그러나 노인의 특성상 새로운 활동을 기피하고, 쉽게 지루해 하므로 재활 운동 참여 유도가 쉽지 않으며, 또한 노인들은 쉽게 부상을 당

할 수 있으므로 상해의 위험성이 적은 환경이 제공되어야 한다. 이러한 이유로, 노인의 흥미를 유발하여 자발적 참여가 가능한 프로그램이 필요하고 노인의 특성상 오랜 시간의 재활 운동이 어렵기 때문에 시간 활용의 효율성을 증대하여 적은 시간에 최대의 운동 효과를 수 있는 방법이 필요하다. 노인의 재활 운동 동기를 부여하며 재활 운동의 효과를 높이고 노인들이 재미있고 쉽게 재활 운동을 할 수 있도록 하기 위해 게임을 통한 재활 훈련을 방법을 적용하려고 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다[9].

운동 기능 향상과 재활훈련을 위한 기능성 게임 콘텐츠를 구현한 시스템으로 류완석의 퍼스널 트레이닝 시스템[10], 카메라를 이용한 EYETOY 게임 시스템[11], Wiimote 기반 시스템[12] 등이 제안되었다. 류완석의 퍼스널 트레이닝 시스템은 가속도 센서를 이용하여 밸런스 보드의 기울기를 측정함으로써 사용자의 움직임을 추적한다. 사용자는 밸런스 보드 기반의 여러 게임 콘텐츠를 활용함으로써 발목 근육, 다리의 근력, 운동 기능 등을 증진시키고 외상의 위험을 줄일 수 있게 된다. EYETOY는 전용 카메라로 자신의 모습을 담아 화면에 비추고 화면에 비춰지는 자신의 모습으로 게임을 진행한다. 재활 전용 게임으로 만들어지는 않았지만 게임의 종류에 따라 재활 운동이 가능하도록 구성되어 있다. Wiimote 기반 시스템은 거동이 불편한 재활환자나 인지재활을 위한 환자들을 대상으로 Wiimote의 적외선 펜을 이용하여 가볍고 조작이 쉬운 인터페이스를 제공하고 있으며, 인지기능과 운동 향상에 도움이 되는 재활훈련 기능성 게임 콘텐츠 설계 방법을 제시하고 있다. 기능성 게임을 사용하기 위해서는 능동적으로 운동 재활에 참여할 수 있도록 사용자의 의도를 전달해 줄 수 있는 입력 장치가 필수적인데 대부분의 기능성 게임들은 별도의 하드웨어 장치를 입력 장치로 이용하고 있다. 또한 최근 마이크로소프트사는 X-BOX게임 콘솔기에 애드온의 형태로 작동이 가능한 Kinect라는 명칭의 기기를 출시했다. 이 기기의 특징 중 하

나는 게임 컨트롤러를 사용하지 않고, 신체의 움직임만으로 게임수행이 가능하도록 지원한다는데 있다. 사용자들은 자신의 손을 흔들기만 하면 전신이 인식되고, 이를 통하여 스크린상의 아바타가 달리고, 점프하고, 헤엄치고 춤추는 일들을 할 수 있도록 지원한다. 이는 기능성 게임이라기보다는 단지 게임을 즐기는 것을 목표로 역동적인 동작이 주를 이루고 있다고 볼 수 있다. 본 논문에서는 3D depth 카메라를 이용하여 다른 기기의 도움 없이 전신을 이용한 동작 인식으로 재활 운동이 가능하도록 하는 시스템을 제안한다.

본 논문에서는 운동기능 회복이 필요한 노인이나 재활 환자를 위해 전신을 인식하고 추적할 수 있는 3D depth 카메라를 이용하여 운동기능 향상에 도움이 되는 기능성 게임 콘텐츠와 게임엔진을 구현하였다. 제안한 재활훈련 기능성 게임 시스템은 상지와 하지 근력 운동, 전신 근력 운동, 밸런스 기능을 향상 시킬 수 있는 게임 콘텐츠를 제공한다. 또한 이전 훈련 데이터를 저장하여 비교 및 평가 할 수 있는 기능을 제공하여 체계적인 재활이 가능하도록 하였다. 전신을 인터페이스로 사용함으로써 운동기능이 저하된 노인이나 재활 환자들도 쉽게 접근 할 수 있도록 조작이 쉬운 인터페이스를 제공하였다. [Fig. 1]에는 본 논문에서 제안된 재활훈련 기능성 게임의 시스템 구성도가 나타나 있다. 3D depth 카메라에서 depth 영상을 입력 받은 다음 Open NI 라이브러리를 이용하여 사용자의 전신을 인식하고 각 관절의 움직임을 추적한다. 제스처 인식 모듈은 관절의 움직임을 분석하여 게임에서 사용되는 사용자의 제스처 동작을 인식하여 게임 제어 모듈에 전달한다. 게임제어 모듈에서는 자체 개발한 3D 게임 엔진과 게임 리소스 콘텐츠를 이용하여 게임이 진행되도록 제어한다. 게임 기록 및 관리 모듈은 게임의 진행 상황을 분석하여 기록 및 관리함으로써 사용자의 재활 훈련을 체계적으로 관리될 수 있도록 한다.



[Fig. 1] The proposed system configuration

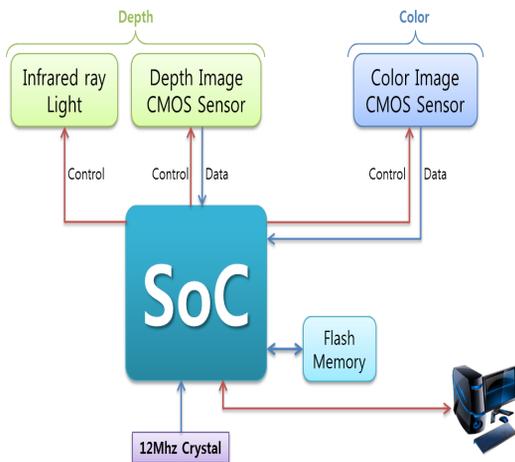
## 2. 시스템 설계 및 구현

### 2.1 3D depth 카메라 구성

본 논문에서 제안한 재활훈련 기능성 게임 시스템은 PrimeSense[13]사의 3D depth 카메라를 사용한다. 이 카메라는 적외선 광원, 2개의 CMOS 이미지 센서, 데이터 처리용 SoC 등의 하드웨어로 구성되며 [Fig. 2]와 같이 컬러 이미지, depth 이미지, 입력을 획득한다. [Fig. 3]에 나타나 있듯이 컬러 이미지는 CMOS 이미지 센서를 이용하여 획득한다. Depth 이미지는 적외선 광원과 CMOS 이미지 센서, 데이터 처리용 SoC 등의 장치와 Light Coding 기술을 기반으로 획득한다. Light Coding은 장면 공간을 근적외선으로 코드화함으로써 동작한다. 코드화된 적외선은 카메라의 적외선 광원으로부터 발사되는데, 장면 내의 코드화된 적외선은 CMOS 이미지 센서를 이용하여 읽혀진다. CMOS 이미지 센서에 읽혀진 코드화된 적외선 정보는 SoC로 전송되고, SoC는 이 정보를 병렬 알고리즘을 이용하여 해독함으로써 장면의 depth 이미지를 생성한다.



[Fig. 2] Acquired information by PrimeSense 3D depth camera.

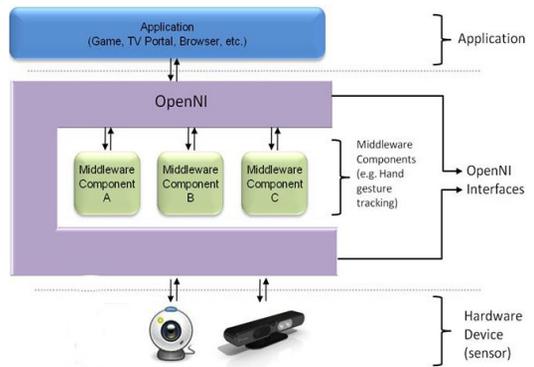


[Fig. 3] System configuration of the 3D depth Camera

## 2.2 OpenNI

OpenNI(Open Natural Interaction)는 Prime Sense 사의 3D depth 카메라를 활용하는 응용 프로그램을 작성하기 위한 API를 정의하는 다중 언어, 크로스 플랫폼 프레임워크이다[12]. OpenNI 프레임워크는 물리적 장치와 미들웨어 구성 요소 모두에 대한 인터페이스를 제공하는 추상 계층 레이어이다. OpenNI 기반 시스템은 [Fig. 4]와 같이 응용프로그램, OpenNI, 하드웨어 장치의 3개 계층으로 구성된다. 그림과 같이 OpenNI는 인터페이스와 미들웨어로 구성된다. OpenNI 인터페이스는 응용프로그램 및 하드웨어 장치와의 인터페이스를 제공하고 미들웨어는 하드웨어 장치의 수집 정보를 이용하여 손동작 추적, 움직임 추적 등의 상위 기

능을 제공한다. 하드웨어 장치와의 인터페이스로는 depth 생성기, 이미지 생성기, 적외선 생성기, 오디오 생성기 등에 관련된 API가 있고 미들웨어 관련 인터페이스에는 장면 분석기, 손 위치 추적기, 사용자 추적기 등에 관련된 API가 있다. 응용프로그램 관련 인터페이스로는 프레임 선택 영역 자르기, 프레임 동기화, 거울모드, 자세 감지, 골격 출력 등과 같은 API를 제공한다.



[Fig. 4] OpenNI-based three-layer system configuration

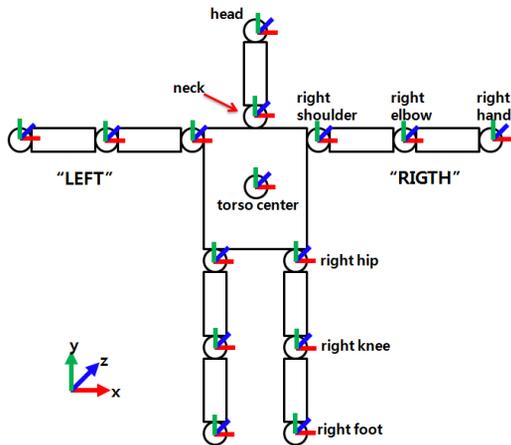
## 2.3 전신 인식 과정

전신 인식을 위해서는 영상에서 배경 영역과 사용자 영역을 구분해야 한다. 배경 영역과 사용자 영역을 구분하는 데에는 깊이 값 그 자체와 깊이 값의 변화량을 활용한다. 사용자는 배경 보다 앞에 위치해 있기 때문에 깊이 값이 배경보다 작게 된다. 그리고 카메라가 고정되어 있고 배경도 고정되어 있기 때문에 배경 영역의 깊이는 일정하게 유지되는 반면에 사용자는 움직일 수 있으므로 사용자가 위치한 영역의 깊이는 변하게 된다. 따라서 3D depth 카메라는 depth 이미지에서 깊이의 크기와 변화량을 이용하여 배경 영역과 사용자 영역을 인식한다. 사용자 인식을 위해 본 시스템에서는 맨 처음에 사용자가 손을 흔들도록 함으로써 손 영역에서 깊이 정보의 변화가 변화되도록 하였다.

3D depth 카메라는 적외선을 방출하여 공간에 대한 코딩을 하고 CMOS 센서로 이를 읽어 들여

반사되는 적외선을 감지한 다음 이를 해독하여 장면의 각 픽셀에 대한 깊이 정보를 계산한다. 연속된 프레임에서 깊이 정보를 계산함으로써 장면의 각 픽셀별로 깊이 값의 변화를 계산할 수 있다. 연속된 장면에서 깊이 값이 변화하지 않으면 배경으로 인식할 수 있고 깊이 값이 변하면 배경 앞에서 움직이는 객체로 인식할 수 있게 된다. 즉, 각 픽셀의 깊이 값의 변화를 측정함으로써 운동하는 객체는 동적으로 실제의 깊이를 생성하고 배경 픽셀은 장면에서 제거한다.

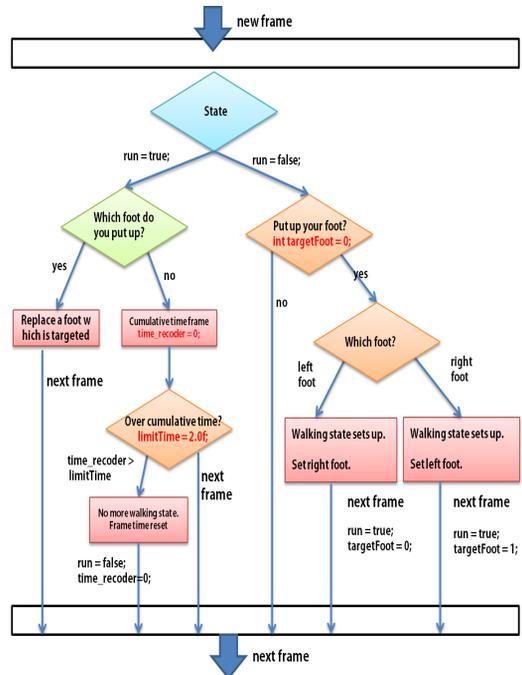
배경과 사용자를 분리한 다음에는 [Fig. 5]와 같은 골격에 맞추어 관절을 인식한다. 그 다음에는 관절의 위치와 방향 변화를 추적함으로써 사용자의 동작을 인식한다. 3D depth 카메라는 사용자를 배경에서 분리하고 관절 위치와 방향에 대한 정보를 제공한다. 관절의 위치와 방향의 변화를 추적하여 특정 동작을 인식하는 것은 각각의 응용프로그램에서 처리해야 한다.



[Fig. 5] Recognized skeleton and joints

본 논문에서 제안된 시스템에서는 관절의 위치와 방향 변화를 추적하여 특정 동작을 인식하기 위해 상태기를 이용한다. [Fig. 6]은 전신 동작 인식 중에서 걷기 동작 인식에 사용되는 상태도 (state machine)를 보여 주고 있다. 예를 들어 걷기 동작에서는 오른쪽 발을 들어 올렸을 때 걷기

동작 상태로 인식하고 다음 프레임에서는 목표 대상인 왼쪽 발을 들어 올릴 것이라고 예상할 수 있다. 다음 프레임에서는 왼쪽 발을 교차하여 걷는 동작 상태로 유지 되고, 만약 왼쪽 발을 들어 올리 지 않았다면 미리 설정되어 있던 2초의 프레임 시간과 동작 상태기에 누적된 프레임 시간을 비교하여 걷는 상태가 아님으로 판단하고 프레임 시간을 재설정하여 걷기 동작 상태기를 빠져 나가게 된다. 다른 동작 인식도 이와 같은 상태기를 이용하여 인식한다.



[Fig. 6] State machine for walk gesture

### 3. 게임 엔진 및 설계

#### 3.1 게임 엔진

본 논문에서 제안된 시스템에서는 3D 게임과 2D 게임을 제공한다. 게임 구현을 체계적으로 하게 위해서는 게임 엔진을 사용해야 하는데, 본 논

문에서는 기존의 게임 엔진을 활용하지 않고 새로운 게임 엔진을 구현하여 활용하였다. 게임엔진은 C++ 언어와 DirectX 라이브러리를 이용하여 개발하였으며 게임 엔진 구조를 단순화하여 성능이 유지되도록 하였다. 게임 엔진은 다음 [Table 1]과 같은 구성 요소로 이루어져 있다.

[Table 1] Game engine components and function

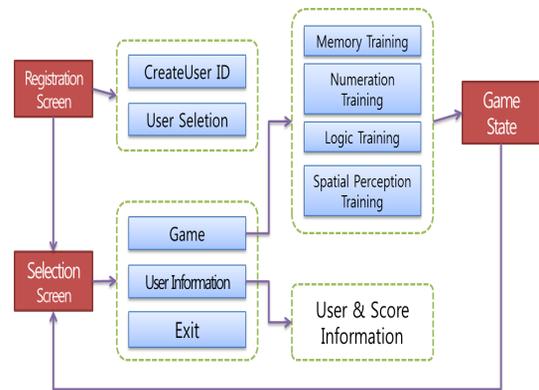
Component	Function
Basic module	Basic processing such as creating window and resetting Direct3D
Resource module	Resource management such as reading texture, mesh, FX file and sound effect.
Scene module	Scene processing such as scene node, scene manager and collision sensing
Topography module	Topography processing such as the sky and earth.
Effect module	Effect processing such as lighting, particle system
Rendering module	Rendering such as static mesh, skinned mesh.
Camera module	Camera processing such as walking, zoom in and zoom out.

기본 모듈은 윈도우를 생성하며 창 모드와 전체 화면모드를 지원한다. 텍스처 데이터를 직접 읽어 오고, 다양한 블렌딩 모드와 알파 채널을 지원하며 드로잉 라인과 채워진 모양을 생성하며 드로잉된 물체에 색을 입히고 Z-버퍼를 지원한다. 자원 모듈은 게임 엔진의 전체 자원을 관리한다. 이미지 파일, 메쉬 파일, skinned 메쉬 파일, FX 파일, 사운드 파일 등을 메모리로 읽어 와서 자원을 관리한다. 장면 모듈은 장면 장면을 구성하고 구성된 전체의 장면을 변환시킨다. 또한 장면에 생성된 객체나 벽 사이의 충돌을 감지하여 충돌 및 폭발 등에 대한 장면의 효과를 만든다. 지형 모듈은 현실 세계에서와 같이 가상의 공간을 생성하여 하늘, 땅, 산, 나무 등과 같은 지형을 생성한다. 효과 모듈은 입자 효과, 빛, 빌보딩 효과 등을 지원한다.

렌더링 모듈은 고정된 메쉬와 skinned 메쉬를 렌더링한다. 카메라 모듈은 걷기, 확대, 축소 등의 카메라 효과를 처리한다.

### 3.2 게임 설계

본 논문에서는 노인 및 재활 환자의 운동 능력 향상과 재활 훈련을 위해서 기능성 게임을 설계하였다. 제안된 게임의 구성 및 흐름이 [Fig. 7]에 나타나 있다. 게임 시작 시에 사용자가 카메라 앞에서면 전신을 인식하여 게임을 조작할 수 있게 하였다. 먼저 게임을 시작하면 사용자에 대해 간단한 정보를 등록하게 된다. 등록된 사용자가 게임을 하면 게임의 진행 상황을 기록하여 기존의 게임 진행 상황 정보와 비교하여 재활 훈련 운동의 향상 정도를 파악 할 수 있게 설계하였다. 게임은 상지 훈련, 하지 훈련, 전신 훈련, 밸런스 훈련 콘텐츠로 구성되어 있다. 상지와 하지 뿐 만 아니라 전신기능의 호전을 도모하고 일상생활의 수행을 용이 하도록 도와주는 근육 수축과 관절 운동 등 전신 운동을 할 수 있도록 하였다. 노인 및 재활 환자에게 근골격계 기능을 호전시키고, 건강을 유지시키며, 낙상의 사고를 예방하기 위하여 신체에 적절한 종류와 적절한 양으로 힘 또는 부하를 가하고 이를 점진적으로 증가시킨다. 또한 관절 범위, 근력, 근지구력, 속도 등을 유지 증진시킬 수 있도록 하였다.



[Fig. 7] Rehabilitation training game configuration

제한된 시스템에서는 상지 훈련, 하지 훈련, 전신 훈련, 밸런스 훈련 콘텐츠를 다음 [Table 2]와 같이 구성하였다. [Table 2]에서 보여지는 사용 근육과 훈련부위에 대한 구체적인 내용은 원광대학교 재활치료과의 전문의에게 본 논문에서 개발한 게임을 진행하고 나서 얻은 전문적인 훈련 결과 예상 표이다.

[Table 2] Effects of rehabilitation training game functionality

Section	Game	Using motion	Using muscle	The part of training
ULT	Picking up person	Stretch up one's arm moving hand	- Upper arm flexor and extensor - Forearm flexors and extensors	- Training of Bending and unbending of shoulder joint and articulation of cubiti - Coordination capability training of hand and foot
PLT	Maze escape	- Walking motion - Stretch one's arm by one's side	- Gluteus maximus - Hip flexors and extensors - The lower leg flexors and extensors	Training of Bending and unbending of a hip joint and the knee joint - Coordination capability training of hand and foot - improvement training geographical and topographical orientation
WBT	Block break	- Stretch out motion. - Moving right and left	- Upper limbs and pelvic limbs's muscle	- One's trunk motion training - Postural balance improvement training

B T	receiving person	Keep the position balanced	- pelvic limbs' muscle	Keep the position balanced training with muscle activity of joint and raising oneself upright.
--------	------------------	----------------------------	------------------------	--

ULT : Upper limbs training

PLT : Pelvic limbs training

WBT : Whole body training

BT : Balance training

## 4. 게임 콘텐츠

### 4.1 상지훈련 - 감따기 게임

[Fig. 8]에는 감 따기 게임 화면이 나타나 있다. 감 따기 게임은 상지 훈련을 위한 게임으로서 상체와 팔의 동작에 의해 게임이 진행된다. 감을 따기 위해서는 [Fig. 8](a)와 같이 손을 들어 올려 감이 있는 위치까지 이동한 다음, 손을 앞뒤로 움직여서 감을 딸 수 있다. 감나무의 감은 동적으로 생성된다. [Fig. 8](b)에서는 일정 시간이 되면 감나무에 감이 열리면서, 처음에는 꽃이 피고 감이 점점 성장한다. 그 다음으로 [Fig. 8](c)에서 보는 것과 같이 감의 색이 황색으로 변화하여 무르익게 되면 그때 감을 따야 하는 형태로 이루어져 있다. 감이 익었을 때 일정 시간 내에 따야하고 제한 시간이 지나면 감이 너무 익어 감을 따더라도 포인트를 얻지 못하게 된다. 늦게라도 감을 따지 않으면 그 감은 썩어서 감이 바닥으로 떨어지게 된다. 이 게임은 [Fig. 9]의 구분 동작에서 보는 것과 같이 팔을 위로 올리는 동작과 팔 뺏기 동작을 많이 사용하여 대 근육 훈련을 할 수 있는 어깨 관절의 굽힘과 폼을 유도, 견관절의 굽힘과 폼, 주관절의 굽힘과 폼을 촉진함으로써 상지 훈련에 효과적이다.



(a) (b) (c)

[Fig. 8] Scene of picking game



[Fig. 9] Scene for picking-sensitive behavior

#### 4.2 하지훈련 - 미로 탈출 게임

[Fig. 10]에는 미로 탈출 게임 화면이 나타나 있다. 게임을 시작할 때 임의의 형태로 주어진 미로의 시작점에서 출발하여 주어진 시간 내에 미로를 빠져 나와야 하는 게임이다. 미로에는 아바타가 표시되고 사용자의 동작에 따라 아바타가 움직이게 된다. 아바타를 움직이게 하는 동작으로는 제자리 걷기 동작과 팔 들어올리기 동작이 사용된다. 사용자가 카메라 앞에 서면 자동으로 전신을 감지하고 [Fig. 11](a)와 같이 제자리 걷기 동작을 하게 되면 현재의 이동 방향으로 앞으로 이동한다. [Fig. 11](b)와 같이 오른팔을 90도 가까이 들어 올리면 오른쪽으로 방향을 전환하고, 왼팔을 들어 올리면 왼쪽으로 방향을 전환하게 된다. 이와 같이 걷기와 방향 전환 동작을 반복하여 미로를 이동해가면서 미로 밖으로 나오게 되면 게임이 종료된다. 이 게임은 주로 다리를 근육을 많이 사용하여 걷기 동작의 훈련에 도움이 되고 고관절, 슬관절의 굽힘과 신전 운동 등에 도움이 된다. 또한 손발 발의 협응 능력과, 지리적 지남력, 지형학적 지남력 등에 효과적이다.



[Fig. 10] Maze escape game



(a) Walking behavior

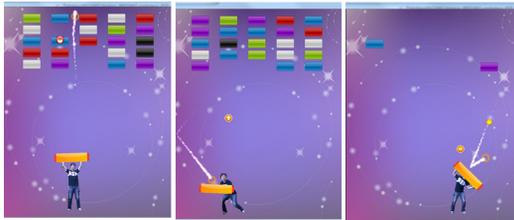
(b) Turn about

[Fig. 11] Sensitive behavior of the maze escape game

#### 4.3 전신훈련 - 벽돌 깨기 게임

벽돌 깨기 게임은 [Fig. 12]와 같이 화면 상단에 벽돌이 주어지고 아바타는 화면 하단에서 막대를 들고 있는 상태로 진행된다. 이 게임에서 사용하는 동작은 좌우 이동 동작과 양손을 드는 동작이다. 사용자가 카메라 앞에 서면 전신을 인식하고 사용자의 실제 모습이 화면의 아바타에 매핑되며 양손에는 공을 튕길 수 있는 막대가 생기게 된다. [Fig. 13]과 같이 양 손의 높이 차이에 따라 막대의 방향이 기울게 되고 사용자가 좌우로 움직이면 아바타도 따라 움직이게 된다. 좌우로 움직이면서 막대를 이용하여 위에서 내려오는 공을 튕겨서 위로 올리면 되는데, 튕겨진 공에 맞은 벽돌이 깨지게 된다. 벽돌이 깨질 때 일부 벽돌에서는 임의의 아이템이 떨어진다. 사용자는 막대를 움직여 떨어지는 아이템을 받을 수 있다. 아이템을 획득하게 되면 아이템의 특성에 따라 가지고 있는 막대가 커지거나 작아지거나, 공이 움직이는 속도가 감소하거나 증가하여 게임의 흥미를 증가시켜 준다. 이 게임은 상지와 하지를 모두 움직여서 전신 훈련에 도움을 줄 수 있다. 상지 훈련, 하지 훈련, 밸런스 훈련의 복합적으로 운동의 효과를 볼 수 있는 게

임이다. 운동 동작으로 팔 뻗기 동작을 하면서 공을 자유대로 움직일 수 있게 몸통을 회전하는 동작과 밸런스 훈련에서와 같이 자세 균형 증진에 효과적이다.



[Fig. 12] Brick-busting game



[Fig. 13] Brick-busting game-sensitive behavior

#### 4.4 밸런스훈련 - 감받기 게임

[Fig. 14]에는 감 받기 게임 화면이 나타나 있다. 감 받기 게임은 나무에서 떨어지는 감을 받는 게임이다. 공중에서 계속해서 감이 떨어지고 사용자는 좌우로 움직이면서 바구니에 정해진 시간 내에 감을 받아야 한다. 사용자가 카메라 앞에 서면 자동으로 전신을 감지하고 사용자 모습이 화면의 아바타에 매핑 되어 디스플레이 된다. 양 손에는 바구니가 들려진 것으로 디스플레이 된다. 아바타를 좌우로 움직이기 위해서는 [Fig. 15]와 같이 몸의 균형을 좌우로 쏠리게 하면 된다. 밸런스를 평행으로 유지하면 아바타는 그 자리에 정지해 있다. 이 게임은 재활훈련으로서 관절의 균형 증진과 몸을 똑바로 세워 균형 잡힌 자세를 유지 하는 훈련에 효과적이다.



[Fig. 14] Persimmon Receiving Games

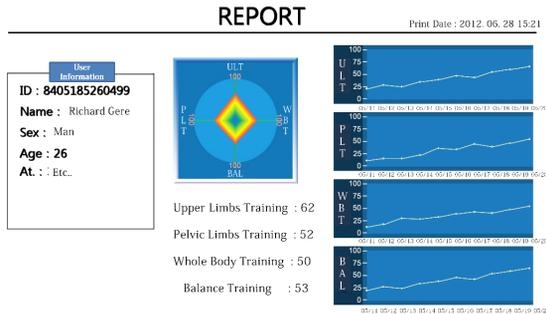


[Fig. 15] Persimmon Receiving Game-sensitive behavior

## 5. 게임 기록 및 평가

[Fig. 16]에는 본 논문에서 개발한 재활 치료를 위한 게임 결과 화면을 보여주고 있다. 이는 사용자가 게임을 일정기간 동안 진행한 결과 화면을 참고문헌[14]의 결과 화면과 같이 [Fig. 16]처럼 구성하였다. 사용자는 자신의 정보를 입력하고 본 논문에서 전신을 이용하여 게임을 조작함으로써 얻을 수 있는 재활치료를 도움을 주는 상지, 하지, 전신, 밸런스 게임을 일정기간동안 주기적으로 진행하게 된다. [Fig. 16]에서 보여지는 것과 같이 사용자마다 각각의 게임 점수가 날짜별로 누적 되는 것을 그래프로 표시해 줌으로써 재활훈련에 따른 변화량을 한 눈에 파악할 수 있도록 구성되어 있음을 알 수 있다. [Fig. 16]의 왼쪽은 사용자의 기본 정보를 보여 주고 있으며, [Fig. 16]의 가운데에 있는 방사형 그래프는 사용자가 마지막으로 게임을 진행한 결과 값을 그림으로 보여줌으로써 어느쪽에 치우쳐서 진행되었는지를 쉽게 알아볼 수 있도록 구성하였다. 결과 값은 100점 만점을 기준으로 해서 사용자가 게임을 완성한 정도를 점수로 환산하여 표시해 주었다. [Fig. 16]의 오른쪽의 그

래프는 상지, 하지, 전신, 밸런스 게임을 진행한 결과를 날짜별로 진행한 결과값을 누구나 보기 쉽게 그래프로 보여주고 있다. 사용자는 이 분석을 토대로 자신의 재활 진행 정도를 파악할 수 있고, 재활 훈련에 도움을 줄 수 있다는 것을 알 수 있다.



[Fig. 16] Game History screen

## 6. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 노인 및 재활 환자의 운동 기능 증진을 돕기 위하여 3D depth 카메라를 이용하여 재활 훈련용 기능성 게임을 제안하였다. 제안된 재활 훈련용 기능성 게임은 3D depth 카메라를 이용한 전신 동작 인식 기반의 인터페이스를 제공한다. 카메라 입력 영상에서 배경과 사용자를 구분한 다음 사용자의 전신을 15개의 관절로 인식하고 각 관절이 위치와 방향의 변화를 분석하여 게임에 필요한 제스처를 인식하였다. 게임 콘텐츠는 상지훈련, 하지훈련, 전신훈련, 밸런스 훈련을 위한 게임으로 구성하였으며 2D 게임과 3D 게임으로 나누어 구현하였다. 본 논문에서 제안된 시스템은 3D depth 카메라를 이용하여 주변 환경 변화에 견고하게 작동하며, 별도의 기기를 사용하지 않고 전신의 움직임을 이용한 제스처를 인식하여 게임을 진행하게 함으로써 재활의 효과를 높일 수 있었다. 제안된 시스템은 노인 및 재활 환자의 재활 훈련에 도움이 될 것으로 기대된다.

본 논문에서 구현된 게임이 실질적으로 활용되

기 위해서는 게임의 수가 충분하지 않으므로 향후 게임 콘텐츠를 더 확대할 필요가 있을 것이다. 본 논문에서는 상지, 하지, 전신을 골고루 사용하는데 별 문제가 없는 사용자를 대상으로 게임 인터페이스를 구현하였으나, 제안된 동작을 하기 어려운 노인이나 휠체어를 타고 있는 환자들도 있을 것이므로 사용자가 현재 취할 수 있는 게임 진행 전에 기본 동작을 먼저 분석하고 그에 따라 제스처 인식 동작을 동적으로 구현하는 것이 필요할 듯하다.

## ACKNOWLEDGMENT

This paper research was supported by Wonkwang University in 2011.

## REFERENCES

- [1] Statistics Korea, <http://kostat.go.kr/portal/korea/index.action>
- [2] Kim Eun-Seok, Lee Hyun-Cheol, Joo Jea-Hong, Hur Gi-Taek, "Developing serious Game Contents for the Silver Generation," The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 9, No. 9, pp. 151-162, 2009
- [3] Jeon Hyekyung, Kim Mangyeom, "The benefits of aquatic exercise programs for older adults," Journal of coaching development, Vol. 5, No. 2. pp. 69-76, 2003
- [4] Jang Jaeyoung, "A study on serious game design for rehabilitation training of the patients with apoplexy," Graduate school, Kwangwoon University, 2007
- [5] M. J. Daley and W. L. Spinks, "Exercise Mobility and Aging," Sport Medicine, Vol. 29, No. 1, pp. 1-12, 2000
- [6] Jung Kyungyeol, Im Byungju, Park Changdae, "Virtual Reality Based Intelligent Spokane Mehdi (Spo-medi) convergence technology," State of the art report, Vol. 23, No. 1, pp. 6-13, 2011
- [7] B.M. Brooks, F.D. Rose, E.A. Attree, and A.

- Elliot-Square, "An evaluation of the efficacy of training people with learning disabilities in a virtual environment, Disability and Rehabilitation," Vol. 24, No. 11-12, pp. 622-626, 2002
- [8] Bruyere, O, Wuidart M.A, Di Palma, E, Goulay, M, "Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents," Arch Phys Med Rehabil, Vol. 86, No. 2, pp. 303-307, 2005
- [9] Jeong Man Seo, "A Design Consideration Element and Serious Game for Disabled person," The Korea Society of Computer & Information, Vol. 16, No. 1, pp. 81-87, 2011
- [10] Ryu Wanseok, Kang Hansoo, Kim Hyujung, "Development of Personal Training System Using serious Game for Rehabilitation Training," Journal of Korea Game Society, Vol. 9, No. 3, pp. 121-128, 2009
- [11] G. Yavuzer, A. Senel, M. B. Atay, H. J. Stam, "Playstation eyetoy games improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial," European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, Vol. 44, No. 3, pp. 237-44, 2008.
- [12] Ok Sooyeol, Kim Dalhyun, "Serious Game Design for Rehabilitation Training with Infrared Ray Pen," Journal of Korea Game Society, Vol. 9. No. 6, pp. 151-161, 2009
- [13] PrimeSense, <http://www.primesense.com/>
- [14] Guan Feng He, Jin Woong, Sun Kyung Kang, Sung Tae Jung, "Development of Gesture Recognition-Based 3D Serious Games," Journal of Korea Game Society, Vol.11, No. 6, pp. 103-113, 2011



강 선 경 (Kang, Sun Kyoung)

2000년 2월 원광대학교 전기·전자공학부 (공학사)  
2004년 2월 원광대학교 정보·컴퓨터교육학과  
(교육학석사)  
2010년 2월 원광대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
2010년 3월-현재 ㈜좋은정보기술 연구소장  
2011년 9월-현재 원광보건대학교 겸임교수

관심분야 : HCI, 영상처리, 패턴인식, 임베디드시스템



정 성 태 (Jung, Sung Tae)

1987년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과(공학사)  
1989년 2월 서울대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
1994년 8월 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
1995년 3월-현재 원광대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : 영상인식, 영상처리, 컴퓨터 그래픽스

