

## 모션인식 디바이스를 이용한 수부재활치료 시스템

황제승\*, 김민진\*, 문미경\*

# Hand Rehabilitation System Using a Hand Motion Recognition Device

Je-Seung Hwang\*, Min-Jin Kim\*, Mi-Kyeong Moon\*

### 요약

수부와 상지 질환을 가지고 있는 환자가 질환 회복을 위해서 재활치료를 받게 된다. 재활치료는 신체 기능을 회복, 유지시키기 위해 환자의 활동에 대해 중재를 시행하고 물리적 자극을 이용하여 치료하는 것으로, 이는 반복하여 꾸준히 시행하는 것이 가장 중요하다. 본 논문에서는 손상 받은 수부의 기능을 향상시키고 회복시키기 위해 능동적인 활동으로 치료를 제공할 수 있는 수부재활 시스템의 개발 내용에 대해 기술한다. 이 시스템은 손의 움직임을 포착 추적하는데 특화된 디바이스인 립모션을 활용하여 환자 스스로 따라할 수 있는 6 가지 수부재활 운동 패턴을 제공한다. 이를 통해 환자가 일상생활에서 지속적으로 재활운동을 수행하도록 함으로써 치료의 성과를 향상시키도록 한다.

▶ Keywords : 수부재활, 재활치료, 립모션, 수부모션인식

### Abstract

The patients who have illness of hand and upper limb should be received rehabilitation treatment to recover such illness. The rehabilitation treatments is a treatments designed to facilitate the process of recovery from injury, illness, or disease to as normal a condition as possible. This should be done continuously and repeatedly. In this paper, we describe hand-rehabilitation system which provides a treatment method improving and recovering the function of injured hands. Expecially, this system is using a leap motion device which can easily and properly identify and trace a hand motion and provide six treatment patterns for hand

•제1저자 : 황제승 •교신저자 : 문미경

•투고일 : 2014. 6. 10, 심사일 : 2014. 7. 2, 게재확정일 : 2014. 8. 19.

\* 동서대학교 컴퓨터정보공학부(Division of Computer & Information Engineering, Dongseo University)

※ 본 연구는 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2011-0014556)

※ 본 과제는 교육부의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학협력선도대학(LINC)육성사업의 연구결과입니다.

rehabilitation. By using this system, the patients can do rehabilitation treatment easily and continuously in their daily life and in result, the achievement of treatment will be improved.

▶ Keywords : Hand rehabilitation, Rehabilitation treatment, Leap Motion, Hand gesture recognition

## I. 서 론

작업 중의 부상으로 신체적, 정신적 손상을 받아 야기된 산업재해나 뇌졸중으로 인한 신체 손상은 생활에 있어서 여러 기능의 장애를 일으킨다. 특히, 일상생활에 있어서 가장 많이 사용되는 손 기능이 저하되면 아주 큰 불편함이 따르게 된다. 손 기능의 저하를 막기 위해 환자는 수부재활치료를 받게 된다. '수부재활치료'란 산업재해로 손가락이 절단되어 봉합 수술을 한 환자, 뇌졸중으로 손에 마비가 오는 환자, 또는 손가락의 뼈가 부러진 환자들이 수술 후 손가락 지관절이 굳어지지 않게 관절을 가능한 한 최대한로 굴신 운동을 꾸준히 반복해야 하는 아주 중요한 재활치료이다 [1]. 이는 손상받은 부위의 기능을 향상시키고 건강한 부위의 기능을 강화시킴으로써 신체적 기능을 최대한 회복시키는 것을 목적으로 한다. 이러한 수부 손상을 회복하고자 시행하는 환자의 재활치료는 오래전부터 다양한 방법으로 진행되어 오고 있다. 보바스치료(Bobath treatment), 운동훈련(Exercise training), 과제지향적 운동(task-oriented movement therapy), 환측 상지의 강제 유도운동치료, 고유수용성신경근촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation), 기능적 전기자극(Functional electric stimulation), 로봇 보조재활(Robotic-assisted rehabilitation), 양측성 상지 훈련(Bilateral arm training) 등이 효과가 입증되었다.

최근에는 IT 의료 융합 기술에 대한 요구 증대와 사회적 환경 변화에 따라 의료IT 융합기술 분야 시장이 급속도로 증가하고 있으며, 다양한 u-헬스케어(u-healthcare) 제품들이 개발되고 있다. 재활치료분야에서도 IT기술을 적용한 사례들이 나오고 있는데, 최근에는 가상현실 기반의 재활치료에 대한 연구와 임상적 적용이 활발해지고 있으며, 시도되고 있는 범위도 넓어지고 있다 [2]. 가상현실은 '컴퓨터가 만들어낸 감각물입이 이루어지는 가상세계에서 이용자가 실시간으로

상호작용을 할 수 있는 인간-컴퓨터 인터페이스'라고 정의할 수 있다 [3]. 가상현실 재활치료는 화면상에 가상의 3차원 환경을 구성하여 특수한 안경이나 장갑을 사용하여 특정 훈련 및 동작을 수행함으로써 환자의 재활을 돕는 방법이다. 사용자 스스로 재활치료에 대해 흥미롭게 재활운동을 할 수 있게 함으로써 다양한 치료를 수행 할 수 있다. 또한 환자의 수부 사용 능력에 따라 재활동작에 관한 난이도 설정이 가능하며, 사용자의 재활치료에 대한 동기부여를 할 수 있고 심리적으로 안정적인 재활치료가 가능하다.

그러나 상위 연구들에서 사용하는 장비들은 고가이며 병원이나 전문가 위주로 제공되어 있으므로 병원에 내원하여야만 이용 할 수 있다. 또한 치료를 위한 장애물 없는 장소가 마련되어야 하고 치료사 및 재활치료 도우미가 동행해야만 해당 장비를 이용 할 수 있다. 병원에 치료를 받으면서 지불하는 치료비용은 재활치료는 단기간에 회복되기 힘들다는 점을 감안해보면 환자에게 엄청난 부담이 되며 내원하는 환자들에게 발생하는 이동시간과 노력, 병원에 미리 예약을 해야 하는 불편한 점이 많다. 이러한 공간제약, 고가의 장비, 재활 도우미가 필요하다는 불편한 점으로 인해 환자 개인이 재활치료 시스템을 갖추기는 힘들다. 운동 치료 및 작업 치료는 반복하여 꾸준히 시행하는 것이 가장 중요하며, 재활치료 과정에서 습득한 내용을 일상생활에서 지속적으로 수행하는 것이 재활치료의 목표이자 치료의 성과를 향상시키는 방법이다. 그러므로 손상 받은 수부의 기능을 향상시키고 회복시키기 위해 능동적인 활동으로 치료를 제공할 수 있는 수부재활 시스템이 필요하다. 최근에 동작인식 장비로 '립모션'이 출시되었다. 립모션은 손가락 제스처와 모션에 특화된 장비로써 정확하게 손가락 추적이 가능하며 가상의 공간에서 손가락의 제스처, 모션 인식이 가능하다. 본 논문에서는 장비의 공간 제약을 받지 않고 가격이 저렴하며 수부의 모션과 제스처 인식에 특화된 모션인식 디바이스인 '립모션'을 이용하여 가상공간에서 수부를 이용한 다양한 재활치료를 환자 혼자서 진행 할 수 있는 수부재활 치료 시스템의 개발내용에 대해 기술한다.

## II. 관련 연구

### 2.1 장비를 활용한 수부재활치료

현재 수부재활치료는 다양한 장비들을 사용하고 있다. 그 중 관절운동 치료기인 CPM(Continuous Passive Motion · 수동관절운동)이 있다 (그림 1).



그림 1. 손가락 CPM 장비  
Fig. 1. CPM finger device

CPM장비는 스스로 운동이 불가능한 환자에게 수술 직후 부터 수동적으로 운동을 시작하게 해줌으로써, 통증을 완화시키고, 관절의 경직이나 유착 등 움직이지 않음으로 인해 생길 수 있는 부작용을 최소화하기 위해 개발된 운동기구이다. 상지운동기 중 대표적인 것으로 맷돌 운동기가 있다. 이는 팔목을 고정시키고 일정 범위 내에서 맷돌을 돌리듯이 회전운동을 시키는 기구로써, 손상된 어깨와, 팔꿈치, 상지의 가동범위를 증가시켜준다. 해당 재활치료 장비들은 환자가 능동적으로 수행하지 못 할 경우에 장비가 수동적으로 환자의 재활치료를 도와줌으로써 기능회복에는 도움이 될 수 있으나 환자의 재활치료 중에서 중요한 부분인 동기부여가 안 될 경우에는 어려운 점이 많다. 그 외에도 핀치운동훈련기, 손목회전운동용구, 벨크로 손저항 운동기 등 다양한 수부재활치료용품들이 많이 나와 있지만, 이러한 기구들은 한 패턴의 동작만 운동시켜주는 형태이며 가격 또한 매우 비싼 편이다.

### 2.2 소프트웨어 기반 수부재활치료

소프트웨어 기반으로 한 다양한 재활치료 방법들이 나오고 있다. 센서가 부착된 '데이터 글러브'를 착용하고 환자가 가상 현실을 적용한 컴퓨터 화면에 나타난 물체를 집어서 다양하게 조작하는 재활치료 시스템이 있다. 해당 시스템은 환자가 혼자서 장비 및 시스템을 다루기가 힘들어 재활도우미의 도움을 받아야 한다 [4]. 또한 '카메라'를 이용하여 증강현실(AR,

Argumented Reality) 환경에서 환자가 가상의 객체를 직접 조작하거나 화면에서 유도하는 움직임을 직접 따라하게 함으로써 반복적인 손동작 재활 운동을 가능하도록 하는 시스템이 있다 [2, 5]. 해당 시스템은 카메라가 다른 장애물을 인식하지 않게 주변에 장애물이 없는 장소에서 사용해야 하고, 카메라 영상으로 인한 노이즈가 발생한다는 단점이 있다. 데이터 글러브와 카메라 2가지 장비를 같이 적용한 사례도 있다 [6]. 대구 보건대 작업 치료과 김모 교수와 한 회사에서 '브래하트'라는 재활 시스템 시제품을 개발하였다. 해당 시스템은 모션인식 장갑을 착용한 환자가 컴퓨터에 구현된 가상현실에서 어떠한 물체를 집거나 옮기기를 하거나 카메라가 행동을 감지하여 상황을 그대로 따라하게 하여 환자에게 피드백을 주는 재활치료 시스템이다. 최근 스마트 폰, 태블릿 PC(이하 스마트 디바이스)가 대중화 되면서 스마트 디바이스 수부재활치료 관련 애플리케이션도 나오고 있다. 스마트 디바이스 화면에 표시된 물체를 화면에서 지정한 손가락으로 멀티 터치를 하도록 하여 손가락의 굴곡 훈련 및 신전 훈련 효과를 주는 재활치료 애플리케이션이다 [7]. 동작인식 장비로 각광받고 있는 키넥트(kinect)는 다양한 의료 시스템에 접목한 사례가 많다. 별도의 조이스틱이 요구되지 않은 비접촉식 인터페이스가 장점인 키넥트는 카메라를 이용하여 사물을 감지하고 Depth정보를 이용하여 실시간으로 사용자의 동작을 인식하고 추적한다. 이를 이용하여 손 모양을 검출하고 손바닥 포즈를 추정할 수 있다. 현재 키넥트를 뇌졸중 상지 재활치료 프로그램에 사용한 사례도 있다 [8]. 그러나 키넥트는 노이즈 현상이 자주 일어나므로 주변에 장애물이 없는 환경에서 사용해야 한다는 단점이 있다.

### 2.3 림모션 콘트롤러 (Leap Motion Controller)

림모션은 열 손가락과 두 개의 손을 인식하는 모션센싱 디바이스이다. 림모션 콘트롤러는 0.01mm까지 열 손가락을 인식할 수 있기 때문에 1인치 입방 (2.54cm X 2.54cm X 2.54cm ) 안의 작은 크기에서 그림을 그려낼 수도 있다. 또한 림모션은 초광각 150도 시야와 깊이 Z축 좌표로 현실의 손 움직임 궤적을 인식하여 3차원으로 나타낸다. 림모션 콘트롤러는 200 FPS (초당 프레임)로 움직임을 추적하기 때문에, 사용자가 움직이는 대로 화면의 대상도 정밀하게 따라서 작동한다. 최근에는 이러한 림모션을 활용하여 수화시스템 개발하거나 사람의 행동을 따라하는 로봇 팔을 개발하는 사례가 있다 [9,10].

### III. 본 론

#### 3.1 시스템 구성도

다음 그림 3은 본 시스템의 구성도이다. 본 시스템은 손가락의 좌표, 모션&제스처를 인식하는 손가락 인식모듈 (Finger Recognition module)과 이를 활용하는 6가지 재활치료 패턴 모듈들 (Up&Down module, Hand flip module, Fold&Unfold module, Drawing Circle module, Rock&Paper module, Piano module), 데이터베이스 연동모듈 (Database Access module), 치료이력 모듈(Treatment history)로 구성된다.

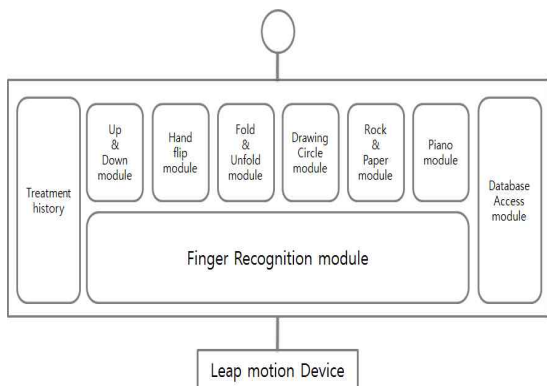


그림 2. 시스템 구성도  
Fig. 2. System Architecture

손가락 인식모듈은 림모션 디바이스가 감지한 손가락들의 위치 정보를 인식하고 손가락의 위치 정보의 평균값으로 손바닥의 위치, 크기, 손이 향하는 방향, 손등이 향하는 방향 등을 알 수 있는 '핑거 인식' 기능과 특정 제스처를 인식하는 '제스처 인식' 기능, 각각의 치료방법에 해당하는 치료 패턴을 분별하는 '모션 인식' 기능이 합쳐진 모듈이다. 다음 그림 3은 림모션 디바이스를 통해 인식된 손가락 위치에 대한 가상 좌표 체계이다. 가상현실의 좌표체계는 X, Y, Z축 기준으로 3 방향으로 손가락 좌표를 정의하며 손이 정중앙에 위치하였을 때 좌표값 (0,0,0)을 가진다. 손의 좌·우 이동은 X±, 상·하 이동은 Y±, 깊이(Depth) 이동은 Z±로 변한다. 손가락 인식모듈의 '제스처 인식'에서는 Circle, Screen Tap, Key Tap, Swipe와 같이 4종류의 제스처를 인식한다. Circle 제스처에서는 원 그리기는 방향, 원주율, 반지름 정보를 알 수 있고,

Screen Tap, Key Tap 제스처에서는 제스처가 일어난 위치를 알 수 있으며 Swipe 제스처에서는 제스처를 한 방향(좌↔우), 제스처 속도를 알 수 있다.

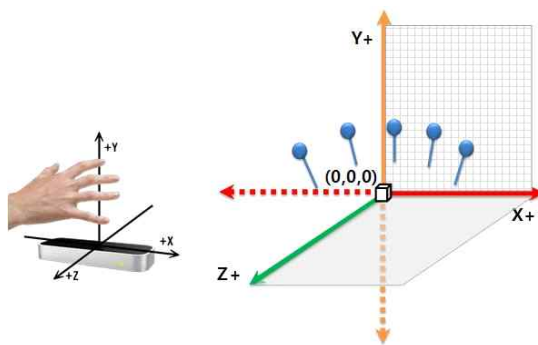


그림 3. 림모션 좌표체계  
Fig.3. Coordinate system transform of a leap motion  
=>Coordinate system transform of a leap motion

이러한 손가락 인식모듈을 기반으로 하여 수부재활치료 패턴모듈들이 수행된다. 각 패턴모듈에 대한 자세한 설명은 다음 절에서 기술한다. 데이터베이스 연동모듈은 사용자가 진행한 재활치료 데이터를 데이터베이스에 저장하는 모듈이다. 치료이력 모듈은 데이터베이스에 저장된 치료기록을 기반으로 이전에 비해 환자의 상태가 얼마나 호전되고 있는지 각 치료별, 난이도별로 그래프를 보여주는 모듈이다.

#### 3.2 수부재활치료법 구현방법

다음 그림 4는 수부재활치료 시스템의 메인화면이다. 본 시스템에서는 상지관련 재활치료법 3가지와 수부관련 재활치



그림 4. 수부재활치료 시스템 메인화면  
Fig. 4. Main UI of a Hand Rehabilitation System

료법 3가지가 제공된다. 상지관련 재활치료는 어깨와 손목 사이의 기능 향상을 위하여 팔을 움직여 하는 운동으로, Up&Down, Hand flip, Drawing Circle 패턴을 가진다. 수부관련 재활치료는 손과 손가락의 움직임 기능 향상을 위한 것으로 Fold&Unfold, Piano, Rock&Paper 패턴이 있다.

▪ Up&Down 패턴

Up&Down 치료 패턴은 손을 지정된 높이 이상으로 올렸다가 다시 일정 높이 이하로 내리는 동작을 반복해서 수행하는 치료법으로써 팔과 어깨 근육의 치료 효과를 얻을 수 있다. 이 치료패턴은 그림 5와 같이 좌표공간에서 Y축 기준으로 상단과 하단(0.4, -0.4)에 사각형 형태의 영역을 설정한다. 사용자의 손의 Y좌표값을 트래킹하면서 사용자의 손이 설정해 놓은 Y좌표값 이상 올라왔는지 내려갔는지를 판단한다.

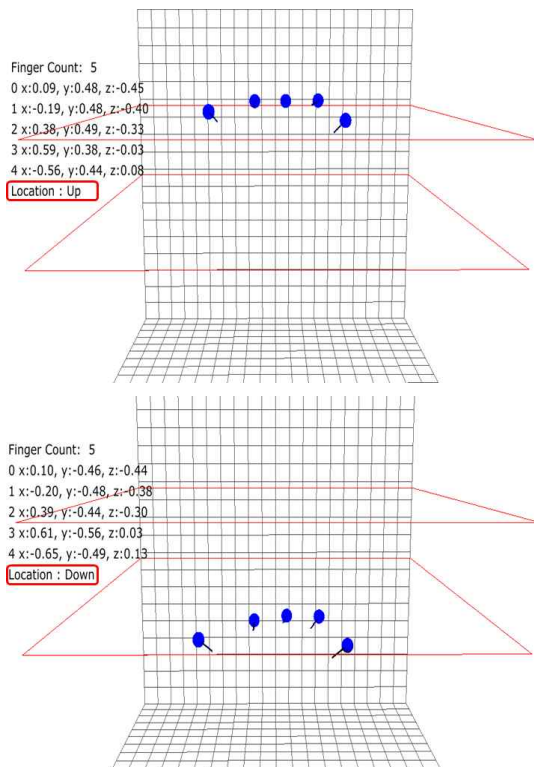


그림 5. Up&Down 패턴  
 Fig. 5. Up&Down Pattern

▪ Hand flip 패턴

Hand flip 치료패턴은 환자가 모니터에 표시된 절차에 따라 손을 뒤집는 동작을 반복 진행한다. Hand flip module에

서는 각각 손가락의 좌표정보를 이용한다. 아래 그림 6과 그림 7에서 보듯이 엄지손가락을 제외한 손가락은 임의의 번호가 설정되지만, 엄지손가락은 항상 마지막 번호 '4'로 설정된다. 이를 이용하여 감지된 마지막 번호 (엄지손가락)의 X축 좌표값을 손바닥 뒤집기 이전과 이후로 비교하여 손바닥이 뒤집혔는지를 판단한다. 즉, 그림 6과 그림 7에서 엄지손가락의 좌표값은 (-0.61, -0.03, 0.71)과 (0.45, 0.12, 0.72)이다. 사람들은 보통 손을 뒤집을 때 중지 또는 약지를 기준삼아 뒤집게 된다. 이때 엄지손가락(4번)의 X축 좌표 값이 일정 범위값(±1이상)을 변했을 경우 손바닥을 뒤집었다고 판단한다.

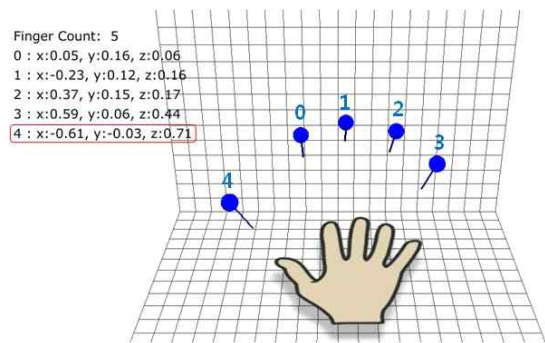


그림 6. 손바닥 아래로 향했을 때  
 Fig. 6. In case palm of hand downward

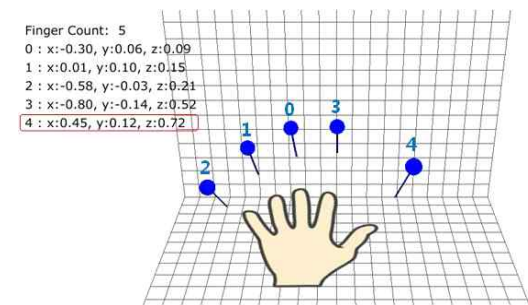


그림 7. 손바닥 위로 향했을 때  
 Fig. 7. In case palm of hand upward

그림 6과 그림 7의 X좌표값의 차이는 1.06의 차이를 가지므로 손바닥이 뒤집힌 것으로 판단한다.

▪ Drawing Circle 패턴

Drawing Circle 치료패턴은 환자가 모니터에 표시되어 나오는 원을 정확히 따라 그리도록 하는 치료법이다. 원은 작은 원과 큰 원 두 종류가 제시되며, 그리는 방향이 시계방향과 반시계방향으로 따라 그리도록 유도한다. 사용자가 손가락

제스처로 원을 그리게 되면 *Finger Recognition module*의 제스처인식 기능을 통해 원의 방향(시계, 반시계), 원주율, 원 반지름 값을 획득할 수 있다. *Drawing Circle module*은 이 값이 시스템 상에서 요구하는 원의 크기와 그리는 방향과 일치하는지를 판단하는 모듈이다. 다음 그림 8은 원이 어느 방향으로 그려졌는지, 반지름은 얼마인지, 몇 바퀴 그렸는지를 확인하는 화면이다.

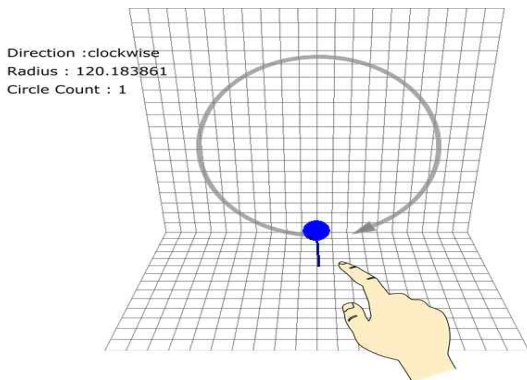


그림 8. 시계 방향으로 원을 그렸을 때  
Fig. 8. In case drawn a clockwise direction

▪ **Rock&Paper 패턴**

Rock&Paper 치료패턴은 주먹을 쥐었다 폈다 하는 반복 동작을 통해 진행되는 치료법이다. Rock&Paper module은 인식되는 손가락 개수를 이용한다. 림모션은 손가락을 폈을 경우 사용자의 손가락 개수를 1부터 5까지 감지한다. 손가락을 다 접었을 경우 손가락 개수는 0으로 감지한다. 그림 6과 그림 7에서 손가락 개수 5개가 표시되어 있다 (Finger Count: 5). 손가락 개수가 변화하는 것을 감지하여 사용자가 손을 주먹을 쥐었다가 다시 폈는지를 판단할 수 있다.

▪ **Fold&Unfold 패턴**

Fold&Unfold 치료패턴은 환자가 손을 다 편 상태에서 손가락을 하나씩 차례대로 접고, 다 접으면 다시 하나씩 차례대로 펴는 반복동작을 통해 손가락과 손 근육의 치료 효과를 얻을 수 있다. Fold&Unfold module은 그림 9와 같이 손가락의 개수와 좌표를 이용하여 구현한다. 손가락을 폈을 때 각각 손가락 개수와 좌표를 인식하게 되는데, 이때 손가락을 순서대로 펴는지 접는지는 손가락 개수만으로는 알 수가 없다. 림모션은 엄지손가락을 제외하고 특정 손가락을 구분할 수 없기 때문에 손가락 개수가 하나씩 줄어들 때 마다 각 손가락에 Flag를 지정하여 Flag에 변화를 줌으로써 손가락이 순서대

로 접혔는지 안 접혔는지를 판단할 수 있도록 한다. 모두 다 접게 되었을 경우 손가락 개수는 0개가 되고 좌표는 모두 (0,0,0)로 초기화된다. 다시 손가락을 하나씩 펴게 되면 손가락 개수가 증가되며 좌표를 다시 인식하는 점을 이용한 모듈이다. 그림 9에서 손가락이 하나씩 인식될 때마다 초기화된 (0,0,0)의 좌표가 차례대로 바뀌는 것을 보여준다. (0,0,0)은 Flag를 False로 인식하기 때문에 손가락이 하나씩 인식되어 좌표가 표시되면 Flag가 True로 바뀌게 된다. 만약 Finger Count4의 그림에서 마지막 손가락 하나를 펴지 않고 반대로 한 손가락을 접는다면, 손가락 개수는 3으로 인식하지만, Flag는 여전히 4개를 True로 가지고 있기 때문에 오류를 인식할 수 있게 되어, 다시 한 손가락을 펴도록 안내 메시지를 표시할 수 있다.

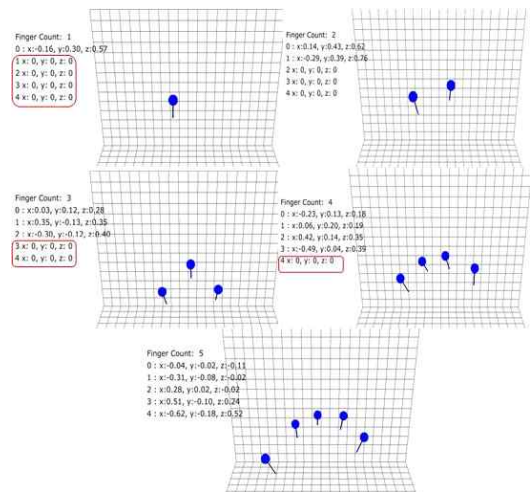


그림 9. Fold&Unfold 패턴  
Fig. 9. Fold&Unfold pattern

▪ **Piano 패턴**

Piano 치료패턴은 모니터에 가상의 피아노 건반이 표시되어 있고, 화면 상단에 무작위로 발생하는 번호를 보고 이에 맞는 피아노 건반을 정확하게 터치하며 진행된다. 마치 번호에 따라 피아노를 치듯이 손가락을 움직이게 되며, 피아노 건반을 클릭하는 반복동작을 통해 손가락 근육의 치료 효과를 얻을 수 있다. Piano module은 그림 10에 보이는 것과 같이 시스템 내부적으로 피아노 건반의 범위( $\alpha_1 \sim \alpha_{10}$ )를 X좌표값으로 가지고 있다. 환자의 손가락 좌표가 해당 피아노 건반의 설정해둔 좌표 영역( $\alpha_3$ )에 들어오고 이때 Y좌표값의 변화가 생기면 해당 건반이 터치된 것으로 인식한다.

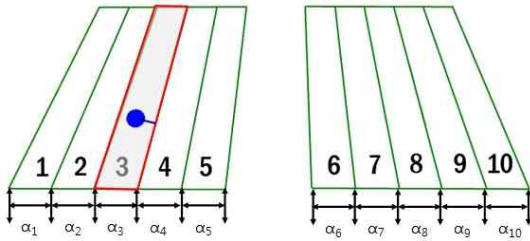


그림 10. 피아노 건반 좌표영역  
Fig. 10. Range of a piano keyboard

### IV. 결과 및 평가

#### 4.1 결과화면

다음은 본 논문에서 개발한 수부재활치료 시스템의 각 치료패턴의 결과화면이다. 그림 11은 Up&Down 패턴으로 환자가 손을 내리고 올리는 동작을 할 때마다 무대의 커튼이 올라갔다 내려오는 효과가 나타난다.

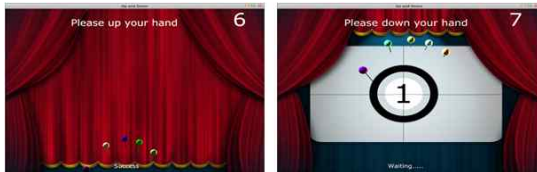


그림 11. Up&Down 패턴  
Fig. 11. Up&Down Pattern

그림 12는 Hand flip 패턴으로 환자가 손을 뒤집을 때마다 탁자위에 놓인 카드가 뒤집히는 효과가 나타난다.

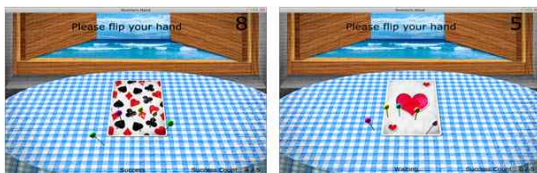


그림 12. Hand flip 패턴  
Fig. 12. Hand flip Pattern

그림 13은 Drawing Circle 패턴으로 큰 원을 그릴 때는 환자가 우주에 있는 큰 행성을, 작은 원을 그릴 때는 우주에 있는 작은 행성을 지시하는 방향으로 돌리면 된다.



그림 13. Drawing Circle 패턴  
Fig. 13. Drawing Circle Pattern

그림 14는 Rock&Paper 패턴으로 환자가 주먹을 쥐었다 펼 때마다 친구의 불이 켜졌다 꺼지는 효과가 나타난다.



그림 14. Rock&Paper 패턴  
Fig. 14. Rock&Paper Pattern

그림 15는 Fold&Unfold 패턴으로 환자가 손가락을 하나씩 접을 때마다 작은 점등 하나씩이 꺼지고, 다시 손가락을 하나씩 펼 때마다 작은 점등 하나씩이 켜지는 효과가 나타난다.

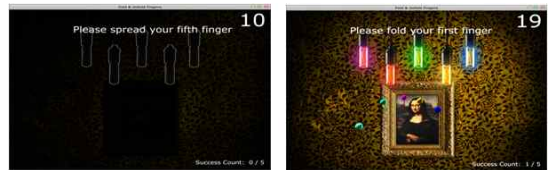


그림 15. Fold&Unfold 패턴  
Fig. 15. Fold&Unfold Pattern

그림 16은 Piano 패턴으로 악보에 나타난 숫자에 맞는 피아노 건반을 누르도록 한다. 피아노 건반에 익숙하지 않은 환자를 위해 건반음 대신 숫자와 숫자가 표시된 건반을 사용하도록 하였다.

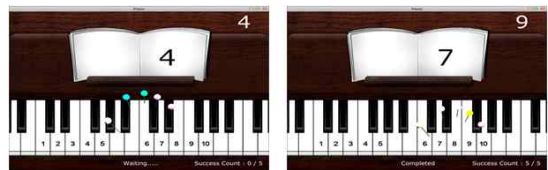


그림 16. Piano 패턴  
Fig. 16. Piano Pattern

알림메시지가 나타나며, 각 패턴 치료마다 타이머가 동작하게 된다. 그리고 각 패턴마다 움직임에 따른 적절한 음향효과를 줌으로써 환자가 좀 더 재미를 느끼며 치료에 몰입할 수 있도록 하였다.

#### 4.2 비교평가

다음 표 1은 동작 인식 장비들을 사용하여 수부재활치료를 하는 것에 대해 비교 분석 한 것이다. 카메라를 이용하는 경우, 가격과 크기 휴대성에서는 좋지만 RGB 차이 값으로 사람 또는 사물을 인식하기 때문에 노이즈가 발생 할 확률이 있으며 인식률도 다른 장비에 비해 떨어진다. 키넥트는 내장된 적외선, RGB, Depth 3가지 값으로 사람을 추적한다. 그러나 다른 장비에 비해 비싸고 휴대하기도 불편하며 주변에 장애물이 없는 장소에서 사용해야 하는 불편한 점이 있다. 본 논문에서 사용한 립모션 장비는 다른 장비에 비해 사용이 간편하며, 노이즈 처리를 따로 할 필요가 없고, 장소에 구애 받지 않으며 키넥트에 비해 손가락 트래킹 정밀도가 200배 정확하며 1/100mm의 움직임까지 감지 할 수 있다. 즉, 본 논문에서 제안한 수부재활치료를 위해서 아주 적합한 장비로 평가된다.

표 1. 립모션 디바이스와 다른 장비들 비교  
Table 1. Comparisons between a leap motion device and other devices

	카메라	키넥트	본 연구 (립모션)
가격	30,000원	290,000원	120,000원
크기	10 x 4 x 6cm	28 x 6 x 7cm	×
손 인식	○	○	○
인식 방법	RGB	RGB, Depth, 적외선	적외선
인식 범위	10cm~ 1m	40cm~ 2m	10cm ~ 60cm
정밀도	최대 30 프레임/초	초당 30프레임 추적	0.01mm까지 인식, 초당 200 프레임 추적
제스처	○	○	○
휴대성	간편	불편	간편
전원부	따로 필요없음 USB케이블연결	AC220V	따로 필요없음 USB케이블연결
노이즈 발생	○	○	×

립모션과 키넥트를 이용하여 손가락 모션/제스처를 인식하는 알고리즘을 비교하면, 키넥트를 이용하는 경우는 손의 형

태를 추출한 후에 Point, Reach, Click, Ground 등과 같은 미리 정의된 몇몇 단순한 제스처만을 동작으로 인식한다. 손가락을 인식하기 위해서는 손 끝점을 찾기 위해 적외선(IR) 이미지를 이용하거나 색 장갑을 착용하도록 하거나, 마커와 같은 보조수단을 활용하는 경우가 많다. 키넥트를 이용하면, 손을 영상으로 탐지하여 손 윤곽선을 추출해 내고, 손가락 끝 지점을 찾는 방식을 사용하기 때문에 Hand flip 패턴에 사용한 손의 앞뒤 뒤집힘을 구분할 수 없으며, Fold&Unfold 패턴에 사용한 손가락이 순서대로 퍼지거나 접히는 것을 확인할 수 없다.

### V. 결론

본 논문에서는 립모션을 활용한 수부재활치료 시스템의 개발 내용에 대해 기술하였다. 지금까지 수부재활치료를 위한 여러 가지 장비와 시스템이 개발되었지만, 환자 가까운 곳에 재활치료 환경을 구축하기에는 장비가 고가이거나 환자 스스로 시스템을 구축하여 실행하기는 힘든 경우가 대부분이었다. 립모션은 장비비용도 효율적이고 재활치료 환경을 구축하는 것도 용이 할뿐만 아니라, 특히 손가락 제스처와 모션 인식에 특화된 장비로써 정확하게 손가락을 트래킹 할 수 있다는 장점이 있다. 본 시스템을 통해 환자가 일상생활에서 지속적으로 재활운동을 수행하도록 함으로써 치료의 성과를 향상시킬 수 있을 것이다. 향후 본 시스템에 대한 임상실험을 거쳐 치료결과에 대한 데이터를 수집하고 이를 분석할 예정이다. 이 결과를 가지고 수부 손상 환자들에게 좀 더 나은 재활치료 방법을 줄 수 있는 시스템으로 확장 할 예정이다.

### 참고문헌

[1] S. Bae, J. Kwack, H. Gak, "Physical Therapy at Early Stage for Return to Work in The Hand Injury", The Journal of Korean Society of Physical Therapy, Vol. 11, No. 2, pp.11-20, 1999.

[2] M. Lim, H. Jung, K. Lee, "Game-type Recognition Rehabilitation System based on Augmented Reality through Object Understanding", The Journal of the Institute of Internet Broadcasting and Communication, Vol. 11, No. 3, pp. 93-98, 2011.



[3] G. Burdea, "Key Note Address: Virtual rehabilitation: benefits and challenges" Methods Information in Medicine 2003, Vol. 42, No. 5, pp.519-523, 2003.

[4] J. Park, S. Kim, K. Nam, Y. Kim, S. Bae, "Effect of the Upper Limb Nerve Mobilization on Functional Recovery in Hemiplegic Patients Following Stroke", The Journal of Korean Research Society of Physical Therapy, Vol. 8, No. 2, pp.29-39, 2001.

[5] S. Lee, K.H. Park, Y.S. Lee, H.W. Kwak, G.W. Moon, J.H. Choi, S.K. Jung, "An Implementation of Table-top based Augmented Reality System for Motor Rehabilitation of the Paretic Hand", Journal of Korea Multimedia Society Vol. 16, No. 2, pp.254-268, 2013.

[6] Mael Business Newspaper, "Development of a Rehabilitation Training System for Senile Disease, Daegu Health College", 2013.07.

[7] W. Jang, "Effects of Finger-training Application Use on Hand Function Improvement of Stroke Patients", Master Degree Paper, Daegu University, Graduate School of Rehabilitation Sciences, 2013.

[8] H. Park, D. Lee, M. Kim, "Hand Rehabilitation System Using a Depth Sensor", The Conference of the Korean Society Of Broadcast Engineers 2011.

[9] M.Mohandes, S.Aliyu, M.Deriche, "Arabic Sign Language Recognition using the Leap Motion Controller", 2014 23rd International Symposium on Industrial Electronics, pp.960-965, 2014.

[10] D. Bassily, C. Georgoulas, J. Guttler, T. Linner, T. Bock., "Intuitive and Adaptive Robotic Arm Manipulation using the Leap Motion Controller", 41st International Symposium on Robotics: Proceedings of ISR/Robotik, pp.1-7, 2014.

**저 자 소 개**



**황 제 승**  
 2009~현 재: 동서대학교  
 컴퓨터정보공학부 재학 중  
 관심분야: 빅데이터 처리 및  
 모바일 애플리케이션 개발  
 Email : 3a0790@naver.com



**김 민 진**  
 2007~현 재: 동서대학교  
 컴퓨터정보공학부 재학 중  
 관심분야: 웹 애플리케이션 개발  
 Email : rain\_season@naver.com



**문 미 경**  
 이화여자대학교 전자계산학과 이학사.  
 이화여자대학교 전자계산학과 이학석사.  
 부산대학교 컴퓨터공학과 공학박사  
 2008~현 재: 동서대학교  
 컴퓨터정보공학부 부교수  
 관심분야: 소프트웨어공학,  
 프로덕트라인공학,  
 RFID 플랫폼 및  
 시스템 개발 및  
 모바일 애플리케이션 개발  
 Email : mkmoon@dongseo.ac.kr