

# 손재활 치료를 위한 시스템 설계

이찬수\*, 최정단\*, 장병태\*

\*한국전자통신연구원

e-mail : [chanslee@etri.re.kr](mailto:chanslee@etri.re.kr)

## A Design of Rehabilitation System for the Hand Disabled

Chan-Su Lee\*, Jeong-Dan Choi\*, Byung-Tae Jang\*

\*Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요 약

본 연구에서는 가상현실을 이용한 의료 기술로서 손 재활 치료 시스템을 설계한다. 손 재활 치료는 직접적인 손의 손상으로 인한 환자뿐만 아니라 뇌손상이나 다른 신경의 손상을 입은 환자 등 다양한 원인에 의하여 발생한 환자들에게 필요하다. 많은 경우에, 손재활 치료를 통하여 운동력의 향상뿐만 아니라 판단력이나 사고력을 높이는 것까지 병행되어야 한다. 본 연구에서는 손재활 치료를 돕기 위하여 햅틱기술과 게임요소를 포함하는 콘텐츠를 가진 시스템을 설계하여 테스트한다.

### 1. 서론

사회가 고도화되고 산업화되고 교통량이 증가하여 작업이나 여가까지 사고로 인하여 장애인이 증가하고 있다. 특히 사고로 인하여 척수나 뇌기능에 장애를 일으키는 환자들이 크게 증가하고 있다. 또한 의료 수준의 향상으로 초기 부상시 사망률이 현저하게 저하됨으로써 장애인들이 현저하게 증가하는 추세에 있다[1]. 재활의학의 한 분야로서 이러한 환자들에 대하여 운동치료나 물리적인 요소들(물, 광선, 전기, 열 등)을 이용하여 손상된 기능을 회복시키거나, 장애를 최소화할 수 있도록 평가, 치료, 교육하는 분야가 물리치료이다. 많은 경우에 재활을 위한 치료는 단순히 운동력만을 증가시키는 것이 아니라 지각력이나 사고력까지 키워주는 것이 요구된다. 특히 뇌신경에 손상을 입은 경우에는 인지능력에 대한 재활이 병행되는 것이 필수적이다.

기존에 재활치료는 병원과 같은 시설중심으로 서비스가 진행되고 있으며 통원 치료나 입원으로 인한 불편함과 경제적인 이유로 인하여 가정방문치료에 대한 요구가 크다[2]. 앞으로의 정보사회에서는 인터넷의 발달로, 이러한 방문치료와 같이 환자들이 직접 시설을 방문하지 않고도 개별적으로 집에서 치료하는 시스템에 대한 요구가 더욱 커지고 있으며 또한 이러한 네트워크 기반으로 재활관련 의료 서비스를 제공하고

자 하는 많은 노력들이 진행되고 있다[3-5]. 이러한 재활치료에 대한 시도가 진행되고 있지만, 아직까지는 이러한 연구들이 초보적인 단계에 있다. 여러가지 재활을 위한 운동력 측정 장치나 운동을 훈련을 하도록 하는 기구들이 나오고 있으나[6][7] 아직은 실제로 가정에서 개인적인 재활치료를 받기에는 한계가 있다. 이러한 한계는 장비의 가격이나 크기의 문제와 개인적으로 가정에서 그런 기구를 사용할 기회의 부족과 아직은 집에서 그런 치료를 받으며 의사의 보조를 받을 수 있는 프로그램이 부재하기 때문이다.

본 연구에서는 이러한 가정에서 인터넷을 통하여 재활 환자들이 치료를 받는 시스템을 목표로 구체적으로 시스템을 구현해가고 있다.

### 2. 기존의 사례 연구

아직 상용화된 시스템으로 가정에서 인터넷을 통하여 환자의 재활 치료를 도와줄 수 있는 시스템은 부재하다. 상용화된 시스템은 주로 기존의 아날로그 방식의 재활 측정 장치에서 디지털 방식으로의 변환을 통하여 PC 등과 연결되어 용이하게 환자치료를 위한 자료를 수집하고 보관할 수 있게 하거나[6] 병원에서 환자를 운동시킬 수 있는 큰 규모의 시스템[7]이 대부분이다.

(1) 힘반력 조이스틱을 이용한 팔운동시스템[3]

이 시스템의 경우에는 기존의 오락용 힘반력 조이스틱(Force Feedback Joystick)을 이용하여 뇌손상을 입은 환자들을 임의의 아차원 평면에서 움직이는 것을 훈련시킬 수 있도록 개발된 시스템이다. 상용의 조이스틱과 이를 환자를 위한 변형을 한 후 사용하여 일반인의 접근성을 향상시켰다. 또한 ActiveX 컨트롤을 이용함으로써 인터넷을 통하여 누구나 인터넷으로 접근하여 프로그램을 업데이트 할 수 있도록 하였다. 또한, 환자의 움직임에 대한 정보가 DB 에 저장되어 분석과 추후 처치에 사용될 수 있도록 하였다.



그림 1 힘반력 조이스틱을 이용한 팔운동 시스템

(2) 햅틱 인터페이스를 이용한 다리 정형 치료[8]

Rutgers 대학에서는 다리부상 환자의 재활을 돕기 위하여 유압 실린더를 이용한 6 자유도의 'Rutgers Angle' 이라는 햅틱 인터페이스를 개발하고 이를 PC 에 연결하고 데이터를 디스플레이하고 저장하는 소프트웨어를 통합하여 환자의 재활치료에 사용하기 위한 시스템을 개발하였다.

이 시스템은 기존의 햅틱 장비를 이용하여서는 다리 치료에 적절한 힘반력이나 운동을 생성할수 없는 문제점들을 해결하기 위하여 자체적으로 응용 분야에 적합한 햅틱장비를 개발했다.



그림 2 Rutgers Angle 을 이용한 다리 치료 시스템

그외에도 웹 기반의 원격 재활 시스템[5]을 개발에 대한 시도도 이루어지고 있다. 이러한 시스템에서는 기존의 오디오-비디오 화상회의 시스템을 확장하여 원격지에 있는 환자에 대한 데이터 측정을 통하여 증상의 평가 및 회복정도를 파악하며 필요한 지시를 할

수 있도록 하였다. 웹 기반의 통신을 위한 인터넷의 속도나 용량은 계속 발전하고 있으며 앞으로는 InternetII 등 보다 발전된 네트워크 환경을 생각할 때, 인터넷에 대한 지원 및 활용이 재활 치료에 있어서도 많이 요구되고 있다.

3. 개발시스템에 대한 요구사항

기존의 시스템에 대한 자료 수집 및 실제 재활 치료기관의 방문<sup>1</sup>을 통하여 다음과 같은 개발시스템 요구사항을 도출해 낼 수 있었다.



그림 3 실제 재활 치료 과정의 예

(1) 개발 시스템의 재활대상 부위: 손과 팔에 대한 재활 치료

손과 팔에 대한 재활치료에는 운동력 향상 뿐 아니라 인지력을 키우는데도 중요한 훈련을 병행할 수 있다. 또한 손과 팔의 운동은 자유도가 높기 때문에 손 재활을 위한 햅틱 시스템은 기존의 시스템으로 수행하는 데는 한계가 있고 새로운 햅틱 시스템을 도출해 내야 한다.

(2) 재활 훈련은 단순한 것에서부터 복잡한 것으로 단계별로 훈련시킬 수 있어야 한다.

이를 위해서는 개발되는 콘텐츠의 종류가 사용자의 수준에 맞게 단순한 것에서부터 복잡한 것으로 다양하게 선택할 수 있도록 제공되어야 한다. 그리고 개발되는 햅틱 시스템은 제어를 통하여 다양한 자유도로 변형 가능하도록 만들어져야 한다.

(3) 운동력뿐 아니라 지각력과 판단력과 같은 인지 기능을 향상시킬 수 있어야 한다.

이를 위해서, 개발되는 콘텐츠는 시각적 효과와 청각적 효과를 요구한다. 특히 3 차원 공간에서 다양한 운동을 시키기 위하여 3 차원 입체 영상을 생성하여 3 차원 공간감을 제공하는 것이 필요하다.

<sup>1</sup> 충남대학교 의과대학 재활의학과

(4) 인터넷을 통한 클라이언트-서버 구조의 상호작용을 지원해야 한다.

이것은 기존의 방문치료와 같은 효과를 직접 시설을 방문하지 않고도 제공하기 위한 것으로 이를 통하여 한 의사가 다양한 환자를 치료할 수 있으며, 기타 비용들을 절감할 수 있을 것이다.

(5) 흥미를 줄 수 있는 내용으로 훈련되는 것이 필요하다.

기존의 사람에 의한 직접적인 훈련의 경우에는 단순한 일의 계속적인 반복으로 환자가 지루함을 느낀다. 이러한 지루함을 없애고 적극적으로 재활훈련에 참여할 수 있도록 하기 위해서는 게임적 요소가 추가되어야 한다.

#### 4. 기본 테스트 시스템 구현

이러한 시스템의 가능성을 평가하기 위하여 기존의 장비를 이용한 평가 시스템을 개발한다. 이 시스템은 Virtual Tech.의 사이버글러브와 사이버터치 그리고 Polhemus 사의 Fastrack 을 이용하였다. 개발에 사용한 언어는 네트워크 프로그램이 용이하고 새롭게 업그레이드 내용을 Applet 형태로 쉽게 다운 받을 수 있으며 OS 시스템에 독립적으로 사용할 수 있는 Java 를 이용하였다. 또한 입체감을 주기 위하여 HMD 를 이용하여 3 차원 영상을 제공한다. 개발 플랫폼은 PC 기반의 Windows NT 에서 개발되었다. 그리고 훈련을 위한 콘텐츠는 실제 재활 훈련에서와 같이 컵을 손으로 잡고 옮기는 작업을 수행하도록 하였다. 또한 글러브와 트랙터를 위한 인터페이스를 위하여 Java 확장 API 인 CommAPI 를 확장한 디바이스 프로그램을 개발하여 사용하였으며, 디스플레이를 위해서는 Java3D 라이브러리를 이용하였다.

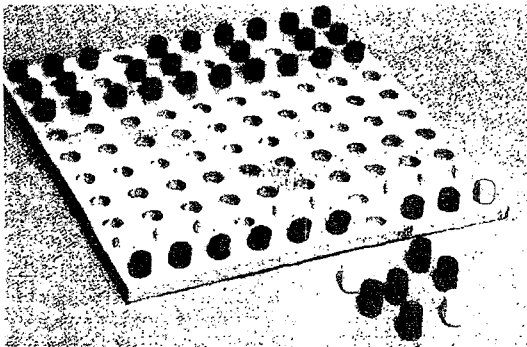


그림 4. 재활에 사용되는 graded pack board

이러한 개발환경에서 재활 훈련을 위하여 3 차원 팩 보드를 구성하였다. 이 보드는 실제로 재활환자의 훈련과 기능 향상에 대한 수치적인 평가를 하는데 사용되는 것으로 3 차원 공간에 구성하여 공간감 및 운동력을 평가할 수 있다. 또한 응용 프로그램으로서 게임적 요소를 추가하기 위하여 TIC-TAC-TOE 게임을 할 수 있는 프로그램을 개발한다.

개발한 시스템의 최종 모습은 그림 5 와 같이 HMD 를 착용한 상태에서 글러브를 이용하여 가상 공간의 물체를 움직이게 함으로서 재활환자를 훈련시킨다.



그림 5. 최종 시스템

#### 5. 향후 연구과제

아직은 기초 연구수준으로 많은 연구가 추후에 진행되어야 한다. 무엇보다 효과적인 Haptic System 을 설계하기 위해서는 손과 팔에 대한 정형학적 측정값과 PHANTOM™ 과 같은 상용화 시스템을 이용하여 실제 재활치료를 위하여 요구되는 힘의 크기 등에 대한 정량적인 값을 구하는 것이 요구된다. 또한 재활치료를 위하여 사용할 때 기존 시스템에 대한 문제점들에 대한 평가를 통하여 새로 개발할 햅틱 시스템에 대한 요구사항 및 설계에 고려하는 것이 필요하다. 또한 개발 콘텐츠에 있어서도 게임요소를 좀더 추가하여 흥미를 일으키는 것이 필요하며, 재활 환자에 따른 다양한 시나리오의 보완이 필요하다. 그리고 개발되는 햅틱 장비에 반력을 효과적으로 주기 위한 햅틱 렌더링[9,10]에 대한 보다 깊은 연구도 필요하다.

#### 참고문헌

- [1] 정낙수 "서울지역의상성 척수손상환자의 발생률 추정 및 발생관련요인", 한국전문물리치료학회지 6 권 2 호, 1999
- [2] 이충휘, 원종혁, 육준영, "가정방문 물리치료서비스의 이용의사에 관한 연구", 한국전문물리치료학회지 7 권 1 호, pp. 64-78, 2000

- [3] David Reinkensmeyer, et al. "An Internet-Based, Force-Feedback Rehabilitation System for Arm Movement after Brain Injury", Proceedings of Annual International Conference for Technology and Persons with Disabilities, 1999.
- [4] V. Popescu et al, "PC-based Telerehabilitation System with Force Feedback", Medical Meets Virtual Reality 2000, pp. 261-267, 2000
- [5] Gary J. Grimes, et al. "Telerehabilitation Services Using Web-based Telecommunication", Medical Meets Virtual Reality 2000, pp. 113-118, 2000
- [6] <http://www.greenleafmed.com/>
- [7] <http://www.biodex.com/>
- [8] M. Girone et al. "Orthopedic Rehabilitation Using the Rutgers Ankle Interface", Medical Meets Virtual Reality 2000, pp. 89-95, 2000
- [9] K. Salisbury et al, "Haptic Rendering: Programming Touch Interaction with Virtual Objects", Proceedings of the Symposium on Interactive 3D Graphics, pp.123-130, 1995
- [10] William A. McNeely, "Six Degree-of-Freedom Haptic Rendering Using Voxel Sampling" Proceedings of ACM SIGGRAPH, 1999