

Mixed Reality 기술을 이용한 수지침 학습 및 시술지원 시스템

김 기 호[†] · 유 황 빈^{††}

요 약

손에 놓는 침술인 수지침은 가정에서 널리 활용되고 있으며, 많은 사람들이 자신과 가족의 건강을 위해서 수지침을 배우고 시술한다. 본 논문에서는 MR (Mixed Reality) 기술을 적용한 수지침 학습 및 시술지원 시스템을 제안하였다. 본 시스템을 활용하면 수지침을 배운 적이 없는 초보자도 스스로 수지침을 쉽게 배우고 시술하여 자신의 건강을 증진시킬 수 있다. 본 시스템은 수지침 학습단계의 수지침 시술단계로 대별되며, 학습단계에서는 수지침 시술점 정보를 표시하는데 기준이 되는 손가락바디를 추촌하고, 시술단계에서는 수지침 시술에 필요한 정보를 실시간으로 제공하여 시술을 돕는다. 본 시스템은 수지침 전문가들에게 사용하기 편리하고 배우 효율적이라는 평을 받았다.

Hand Acupuncture Supporting System using Mixed Reality Scheme

Ki-Ho Kim[†] · Hwang-Bin Ryou^{††}

ABSTRACT

The hand acupuncture, called Sujichim is mostly conducted at home. Many people try to learn and apply the Sujichim treatment to the health care of their family. This paper proposes a mixed reality scheme for the hand acupuncture supporting system. Using our system, a novice can easily perform the acupuncture by himself to improve his body condition. Our system has two major phases: learning phase and operation phase. In learning phase, we extract the finger joint lines from the real world image, where the lines are very important for finding the acupuncture spots on a hand. In operation mode, user can easily make Sujichim treatment by the knowledge provided by the computer. According to the experiments, our system is proved to be very effective and easy to use.

1. 서 론

인간이 컴퓨터를 이용할 때 발생하는 인간과 컴퓨터의 Gap을 최소화시키고, 업무의 효율을 높이기 위하여 인간과 컴퓨터 상호작용 분야의 연구가 다방면에서 활발히 진행되어왔다.

급속히 발전하고 있는 컴퓨터 처리속도와 주변장비

의 개발에 힘입어 인간이 느끼는 오감강조를 이용하여 인간과 컴퓨터가 자연스러운 상호작용을 시도하도록 하는 가상현실(Virtual Reality) 기술이 인간-컴퓨터 상호작용 분야에 이용되고 있다[1].

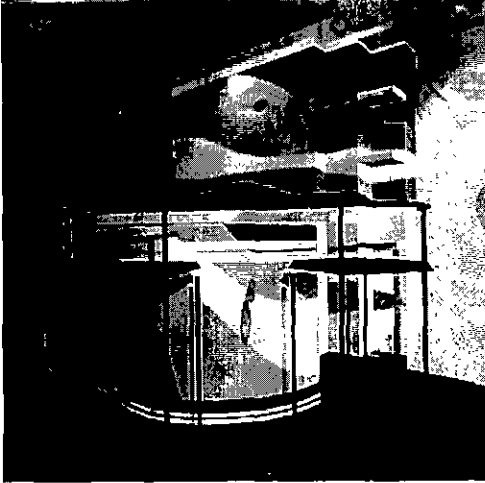
그러나, 가상현실 기술을 현실생활에 적용하기 위해서는 몇 가지 문제점을 안고 있다.

첫 번째 문제점은 (그림 1)과 같이 현실세계에 존재하는 모든 물체를 가상 공간 내에 옮겨놓아야만 가상 현실에서 실생활과 동일한 효과를 누릴 수 있다는 점이다[2].

[†] 준 회원 · 한국전자통신연구원 신입연구원

^{††} 중신회원 · 서울대학교 컴퓨터학과 교수

논문접수 : 1999년 11월 18일, 심사완료 : 2000년 1월 25일



(그림 1) 가상 부위 시스템

두 번째 문제점은 (그림 2)와 같이 가상현실에서 이용하는 가상물체는 컴퓨터가 처리하도록 하기 위해서 메쉬형태로 만들어야 한다는 사실로 인하여 여러형태의 곡면을 포함하는 물체를 메쉬로 정확히 표현하기도 불가능하며, 유사한 형태를 유지하기 위해서도 대량의 메쉬로 구성되어야 한다는 점이다[3]. 또한 메쉬형태로 이루어진 가상물체들을 자연스럽게 움직이도록 하는 것 또한 어려움이 많다[4, 5].



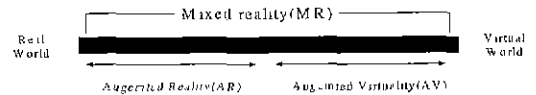
(그림 2) 가상수족권

세 번째 문제점은, 상기에서 만들어진 거대한 크기

의 그래픽자료들은 실시간으로 상호작용을 수행할 수 없기 때문에, 실시간 상호작용을 위한 초당 10장 이상의 그래픽처리를 수행할 수 있도록 실물에 비하여 단순한 형상으로 표현될 수 밖에 없다는 점이다[6].

이와같은 사실로 인하여 초기 가상현실기술이 목표로 하였던 실세계 모든 자료를 가상공간에 입력하고 입력된 자료로만 이루어진 폐쇄적인 가상세계를 구축하는데 한계성을 갖게되었다.

따라서, 가상현실기술에서 파생적으로 발전된 연구분야가 MR(Mixed Reality)기술이다. 이 MR기술은 (그림 3)과 같이 현실세계와 가상세계의 연속선상에 위치하고 있으며, 가상세계에 기반을 두고 있는 AR(Augmented Reality)기술분야이고, 현실세계에 기반을 두고 있는 AV(Augmented Virtuality)기술분야로 구분되어 급속히 연구 발전되고 있다[7].



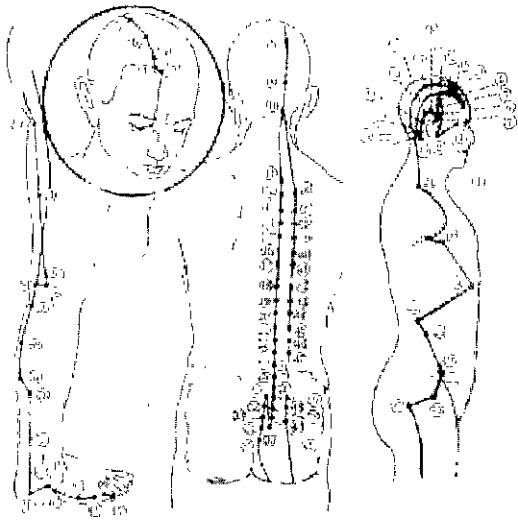
(그림 3) Mixed Reality 기술(실세계와 가상세계를 잇는 연속선상에 위치하는 기술)

즉, MR기술을 구성하고 있는 AV기술과 AR기술이며, AV기술은 실세계를 기반으로 하여 가상현실 객체를 첨가하는 기술이며, AR기술은 가상현실을 기반으로 하여 실세계 객체를 첨가하는 기술이다.

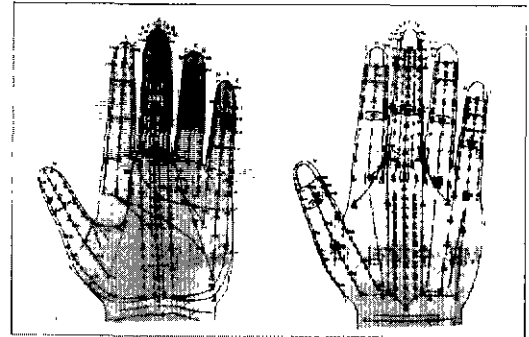
따라서, 본 논문에서는 실세계를 기반으로 하여 가상현실객체를 첨가하는 기술인 AV기술을 이용하여 수지침 시술자에게 실물손(Real Object) 위(上)에 수지침 시술점(가상현실객체)을 첨가하여, 수지침(手指針) 시술 경험이 없는 초심자도 쉽게 수지침 시술이 가능하도록 개발한 수지침(Hand Acupuncture) 학습 및 시술 지원 시스템에 대하여 논한다.

2. 침술과 수지침

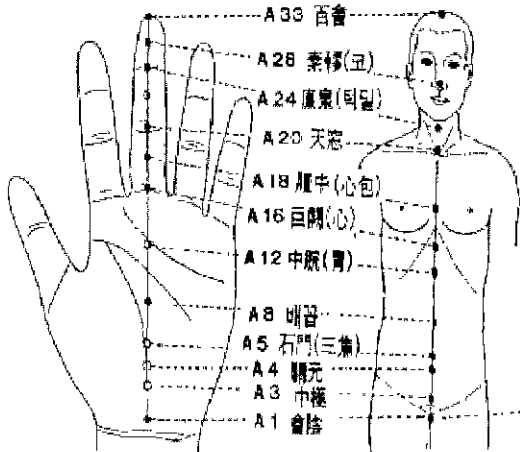
2,000년의 역사를 갖는 침술은 신체의 모든 부분에 두께가 다른 여러 종류의 침들을 각각 깊이들 달리하여 시술하는 관계로 (그림 4)와 같이 일반인들은 시술하기에는 위험을 내포하는 시술로 널리 이용되지 못하고, 침술 전문교육을 이수한 사람들에 의해서만 발전되어지고 있다



(그림 4) 침술점(척추,장기등 위험부위 시술)



(그림 6) 손바닥에 있는 시술점 위치



(그림 5) 손은 인체의 축소판(대응점 존재)

동일한 효능을 갖고 위험성이 적도록 하는 연구가 한국을 비롯한 여러나라에서 산발적으로 발전하였다. 즉, 척추, 내장, 복, 힘줄, 머리등 위험 부위에 시술하지 말고 위험성이 적은 부위에 시술하도록 하는 연구가 진행되어 그 결과로 귀(耳)에 시술하는 이침(耳鍼), 다리(足)에 시술하는 족침(足鍼)등이 개발되었으며, 특히 국내에서는 손(手)이 인체의 축소판이라는 생각으로 손(手)과 손가락(指)에 시술하는 수지침(手指針)이 발전 보류되었다[8].

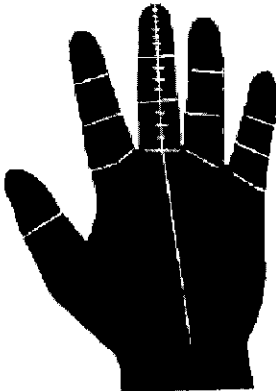
(그림 5)와 같이 인체의 주요 경絡과 기관들이 사람의 손에 대응하고 있다는 사실에 기인하고 있는 수지침 기본이론으로 (그림 6)과 같이 손바닥에는 수많은 반응점이 있으며, 이곳에 침을 놓아 사람의 질병을 치료하고, 신체의 불편한 곳을 좋게하고 미리 예방하고 있다.

3. 현재 수지침 학습 및 시술방법

현재 수지침 시술은 비 제도권으로 분류된 의료행위로써 타인에 의한 수지침 시술을 제도적으로 막고 있다. 따라서 수지침 시술 받기를 원하는 사람들은 많은 시간을 들여서 수지침 학습을 한 후에야 시술이 가능하며, 학습 후 시술을 위해서도 수지침 관련서적이나 CD-ROM에 기록된 손바닥 반응점 정보를 보면서 10m x 15cm정도의 조그마한 손바닥에 있는 많은 반응점들을 정확히 찾기 위하여, (그림 7)과 같이 필기도구를 이용하여 손바닥 위에 직도(Drawing)하고, 그를 등분하여 반응점의 위치를 찾아 시술하는 방법을 사용하고 있다

또한, 어느정도 익숙해진 숙달자 경우에는 좌우 손이 대칭관계를 갖고 있어서 갖게되는 혼돈으로 인하여 자신도 모르는 오류를 범하게 된다

따라서, 수지침의 근간이 되는 손바닥의 반응점들의 위치를 Mixed Reality 기술을 적용하여 자신의 손바닥 위에 표시함으로써 수작업으로 작도하는 전 과정을 무시할 수 있는 방법을 통하여 정확하고 빠르게 수지침 학습 및 시술이 될 수 있는 시스템의 개발이 필요하다

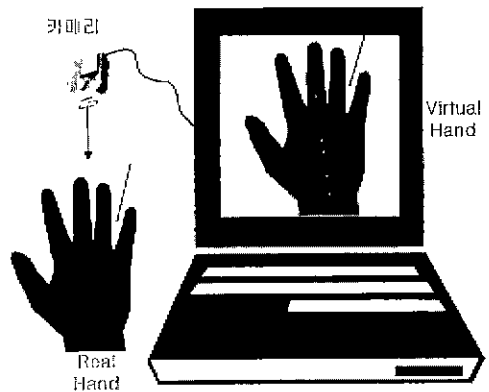


(그림 7) 시술점 작도(Drawing)에 의한 현재 시술점 학습 및 시술방법

4. MR 수지침 학습 및 시술방법

Mixed Reality 기술을 이용한 수지침 학습 및 시술 지원 시스템은 (그림 8)과 같이 실물손에 시술되어야 할 점을 표시된 가상의 손(Virtual Hand)을 얻기 위해서, 실물손의 외곽선을 추출하여 손의 경계선부분을 획득한다. 획득된 가상의 손에 현재 시술방법에 의해서 표시되는 시술점을 찾기 위해서, 손가락 마디 등의 특징점을 추출하고 추출된 기준점을 중심으로 시술점을

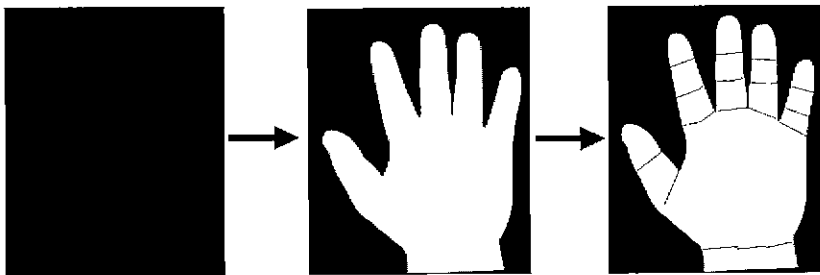
표시하고 이를 실물손에 투영하여 실물위에 시술점이 표시 되도록 하여 시술한다. 즉, (그림 9)와 같이 카메라로부터 입력되는 실물영상과 시술점이 표시된 가상 영상을 합성하여 표시된 컴퓨터 화면에 표시하여, 시술자는 컴퓨터 화면을 보면서 표시된 시술점을 시술하도록 한다.



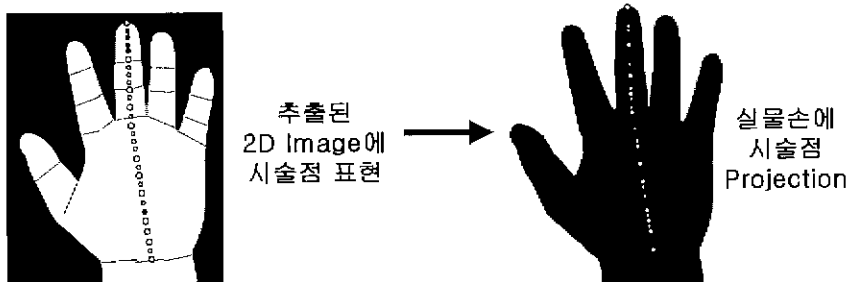
(그림 9) MR수지침 학습 및 시술 개념도

5. 시술점 추출 알고리즘

주어진 손바닥 영상으로부터 14개의 손가락 마디선



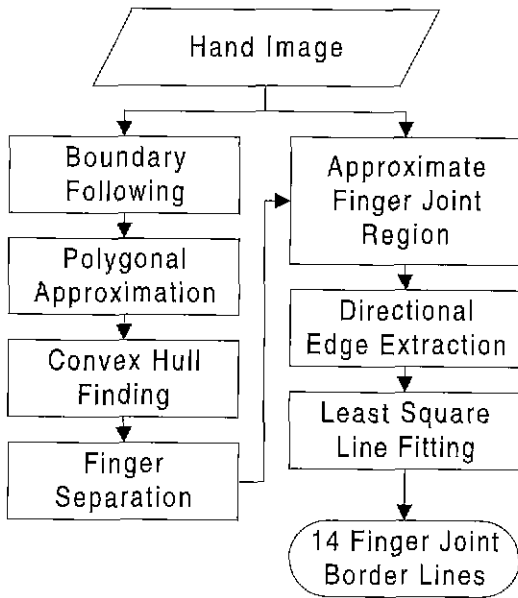
< 실물손의 외곽선/손가락마디/손목 특징추출 >



(그림 8) MR 수지침 처리순서

을 추출하는 알고리즘은 (그림 10)과 같은 과정을 통해서 전체적인 마디추출이 이루어진다.

먼저 손을 수지침 시술대에 올려놓고 학습버튼을 누르면 손 영상이 취득된다. 영상은 컬러 상태로 얻어지게 되며, 영상처리를 위해서 먼저 그레이 영상으로 변환한다.



(그림 10) 시술점 추출 알고리즘 흐름도

5.1 손바닥 경계 추출

취득된 영상은 손바닥과 배경의 분리를 위하여 먼저 그레이 영상으로 변환한다. 손과 배경부의 분리과정을 보다 효율적으로 하기 위해서, 시술대를 검은색 천으로 처리하여 바닥의 촬영상이 카메라에 맺히지 않게 하여 손 영상을 취득한다.

그레이 영상으로 변환 후, 먼저 각 그레이 레벨에 대한 히스토그램을 얻어 영상을 이진화하기 위한 문턱치를 계산한다. 이 문턱치를 이용하여 그레이 영상을 이진영상으로 변환하고, 연결소자분석(Connected Component Labeling)을 통해 각각의 물체를 분리한다[9].

각각의 물체 중에서 면적이 가장 큰 물체를 손 영역으로 가정하고 경계선을 반시계 방향으로 추출한다.

추출된 경계선은 많은 경점들을 포함하고 있으므로 계산량을 줄이기 위해 이것을 다각형 근사화한다. 경계선의 다각형 근사에는 Ramer가 제안한 알고리즘을 사

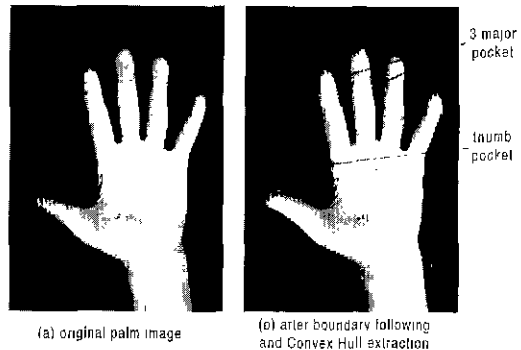
용하였는데, 이것은 평면상의 곡선을 최대변위점(Maximum deviation point)를 이용하여 연속적으로 분할하는 방법으로 다각형으로 근사하는 방법이다[10]. 사용된 편차의 문턱치는 1화소이다.

5.2 손가락 영역 분할

손의 경계선이 다각형으로 근사화 되면, 이 다각형을 분석하여 각각의 손가락을 분리하여야 한다. 이를 위해서 다각형의 볼록껍질(Convex Hull)을 이용하였는데, Lee[11]의 단순 다각형(simple polygon)의 볼록껍질 알고리즘을 사용하였다

$$\begin{aligned} \text{(Time complexity)} &= \theta(N), \\ \text{space complexity} &= \theta(N) \end{aligned}$$

주어진 단순 다각형의 볼록껍질을 구하면, (그림 11)의 (a)는 그레이화 한 원 영상이고, (b)는 이를 이진화하여 경계선을 추출하고 다각형 근사화 후 볼록껍질을 취한 결과를 보여주고 있다.



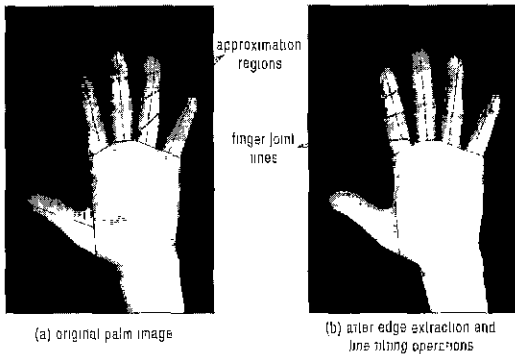
(그림 11) 손바닥 그레이 영상 및 Convex Hull 추출

주어진 단순 다각형의 볼록껍질을 구하면, (그림 11)의 (b)와 같이 여러 개의 주머니 (pocket)들이 나타나게 되는데, 이를 이용하면 단순 다각형에서 각 손가락의 위치를 추출할 수 있다.

이 볼록껍질을 2개의 주요한 일에 활용된다. 첫째 활용되는 부분은 시술자가 시술도중에 호흡등의 이유로 원하지 않지만 움직임은 갖게될 수가 있다. 이때 이 단순다각형 볼록껍질을 이용하여 손이 움직임을 교정할 수 있는 기준으로 활용된다. 두 번째 활용되는 부분은 수지침 시술점 위치표시를 위한 첫 단계인 손가락 분리작업에 활용된다.

블록꺾질의 간선(edge)중에서 원래 다각형의 간선이 아닌 것을 핸들(handle)이라 하면, 각각의 주머니(pocket)는 하나의 핸들과 그 안에 포함된 단순 다각형의 간선들로 정의된다. (그림 12b)에는 총 6개의 주머니가 나타나 있다. 이러한 주머니들 중에서 먼저 3개의 중요 주머니(major pocket)를 구한다.

이것은 핸들의 길이와 주머니의 깊이정보를 이용하여 추출할 수 있다. 즉 3개의 중요주머니는 핸들의 길이가 짧고 깊이가 긴 주머니들이다. 이와 같이 3개의 중요주머니를 찾아지면, 이와 인접한 두 주머니 중에서 엄지주머니를 찾아낸다. 엄지주머니와 3개의 중요 주머니가 찾아지면, 다각형에서 각각의 손가락부분을 분리할 수 있다. 먼저 각 핸들에서 가장 깊이 위치한 주머니 점을 손가락 사이의 골짜기(canyon)로 정의하고, 인접한 골짜기점에서 가장 멀리 위치한 정점을 손가락의 끝으로 정의하면 점지, 봉지, 및 약지의 손가락 끝을 찾을 수 있으며, 엄지와 새끼손가락은 골짜기 점과 거리정보를 이용하여 추출한다. 이와 같이 추출된 정보들은 원 영상에서의 각 손가락의 내략적인 위치정보를 나타내는 것으로 이를 이용하여 14개의 손가락 마디가 있을 위치를 근사할 수 있으며 이러한 근사영역에 영상처리 알고리즘을 적용하여 정확한 손가락 마디 위치를 구하게 된다.



(그림 12) 손가락 마디영역 근사 및 에지추출 후 직선 근사 결과

53 손가락 마디의 추출 및 시술

(그림 12)의 (a)는 앞에서 설명한 방법으로 각 손가락의 방향을 추출하고, 데이터베이스에 있는 손가락 마디 정보를 이용하여 마디가 있을 가능성이 큰 곳을 영역 근사한 결과를 보여주고 있다. 이러한 근사영역

의 위치 및 크기가 주어지면, 이 부분의 원 영상(그림 12)의 (a)에서 각 손가락 방향으로의 에지(edge)성분을 추출하고 각 손가락 방향으로 그레이레벨의 기울기가 최대가 되는 에지점들의 쌍을 구한다.

이러한 에지점들에 최소자승법(Least square method)를 적용하여 이들을 가장 잘 근사하는 직선을 구한다. 이러한 각 직선들은 손 경계선이 만나는 점들을 이용하여 최종적인 손가락 마디를 나타내는 선분이 된다. (그림 12)의 (b)는 이렇게 찾아진 손가락 마디를 보여 주고 있으며, 여기에 데이터베이스에 있는 시술점 정보를 이용하여 (그림 13)과 같이 시술점들이 화면에 표시한다.

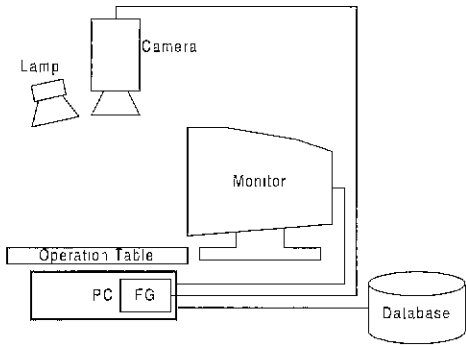
각 시술점들이 손 경계선들과 함께 화면에 표시되면, 사용자는 이를 이용하여 수지침을 시술하게 된다. 수지침을 시술하는 동안 손이 움직인 경우에는 화면중첩(overlay)되어 있는 손 경계선을 이용하여 손의 위치를 교정할 수 있다. 학습 단계가 끝나고 실제로 침을 시술하는 과정에서 침을 찔른 손이나 침 자체가 시술하고자 하는 손위에 겹쳐지게 되지만, 시술하고자 하는 손가락만 화면에 나타나면 학습시 추출한 경계선 및 시술점으로 사용자는 쉽게 수지침을 시술할 수 있게된다. 이것은 실시간으로 손가락 마디를 추출하여 화면에 표시하는 경우 발생하는 물체의 겹침(occlusion)문제를 피할 수 있는 방법이다.



(그림 13) 중첩(Overlay)하여 화면에 표시된 영상 (손 경계선 및 시술점 표시)

6. MR 수지침 학습 및 시술지원 시스템 실험

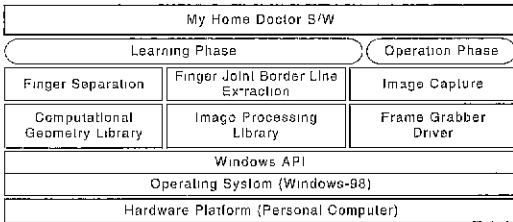
(그림 14)는 개발한 시스템의 하드웨어 구성을 나타내고 있는데, 주요 부분의 사양은 다음과 같다.



(그림 14) MR 수지침 학습/시술 시스템 H/W 구조

- 컴퓨터 : Pentium II (400MHz), 64MBytes 메모리
- 운영체제 : Windows 98
- Camera : Color CCD Camera (Pulnix-TMC7), with 25mm Lens
- Frame Grabber : BT848을 이용한 PCI Bus형
- 조명장치 : 일반 백열등 조명
- 프로그램 개발 환경 : Microsoft Visual Studio 6.0

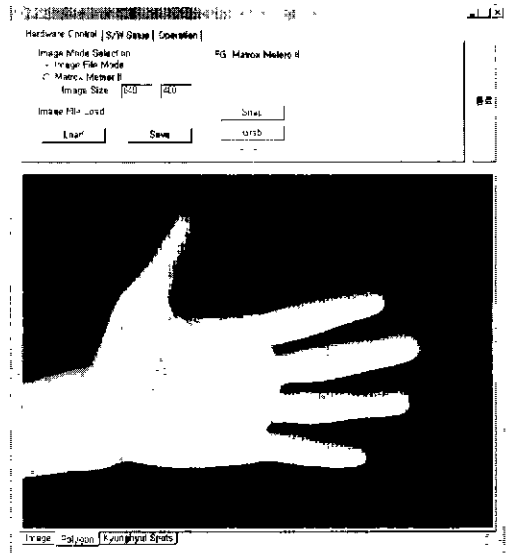
손을 배경으로부터 효율적으로 분리하기 위하여 수지침 시술대 바닥은 빛의 반사가 적은 검은색 천으로 처리하였으며, 조명은 손 전체를 고르게 주사할 수 있고 그림자의 영향이 화상에 적게 나타나도록 카메라와 최대한 가까운 방향에 설치하였다. 데이터베이스에는 14개의 손가락 마디의 위치에 대한 각 시술점 상대위치 및 각 시술점과 연결되어 있는 신체의 각 기원에 대한 정보가 들어있다.



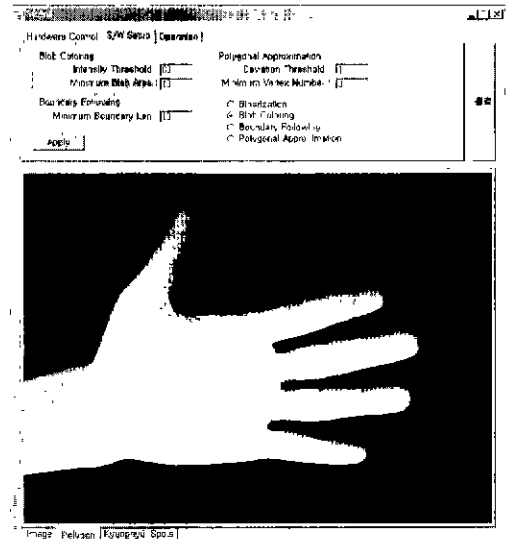
(그림 15) MR 수지침 학습/시술 시스템 S/W 구조

(그림 15)는 개발된 시스템의 소프트웨어 구조를 보여주고 있다. 전체 시스템은 2개의 단계(phase)로 나눌 수가 있으며, 학습지원 단계에서는 그래픽모듈과 영상처리모듈을 이용하여 손가락을 분리하고, 마디를 추출하는 공정을 수행하며, 시술지원 단계에서는 추출된 마디정보를 데이터베이스와 비교하여 각 시술점을 구하여 화면에 겹쳐서 보여줌으로서 쉽게 수지침을 시술할 수 있도록 화면에 실시간으로 영상을 표시하는 기능을 수행한다.

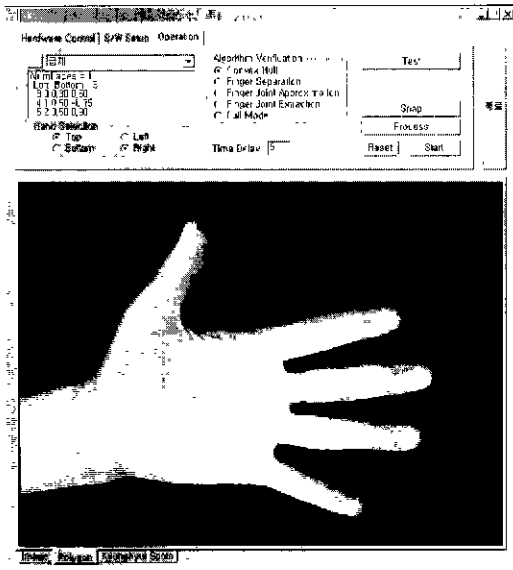
(그림 16)의 하드웨어 Setup 메뉴는 수지침 시술 지원을 위한 각종 장비의 테스트 및 조정을 위한 것으로, 파일로부터 영상 획득(Load) 및 저장(Save)기능 등이 지원되고, 다양한 종류의 영상획득장비(Frame Grabber)로부터 영상 획득(Capture)이 가능하도록 개발하였다. 현재에는 Matrox사의 Meteor II를 사용하고 있으며, 추후 다양한 제품들에 대한 지원을 추가할 예정이다.



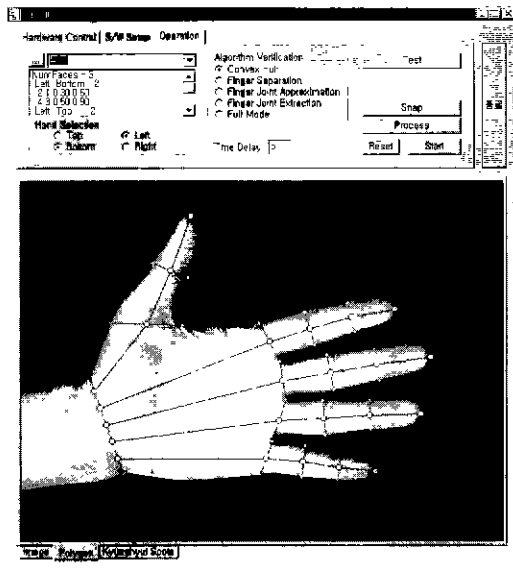
(그림 16)



(그림 17)



(그림 18)



(그림 19)

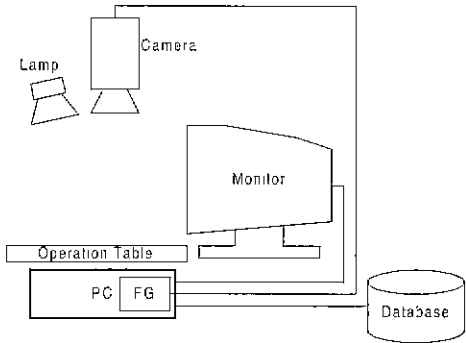
(그림 17)의 소프트웨어 Setup 메뉴는 영상의 전처리에 관련된 여러 종류의 파라미터를 설정하는 부분으로, 조명의 밝기 등과 같이 수지침 기술 환경에 따라 변화하는 외부 조건에 따라 적절한 전처리 알고리즘의 여러 파라미터들을 쉽게 설정하고 테스트함으로써 가장 적절한 값들을 찾고 설정할 수 있도록 개발하였다.

또한 영상의 전처리 과정을 단계별로 확인할 수 있도록 지원하는데, 영상의 이진화에서부터 연결 소자 분석 (connected component labelling), 경계선 추출(boundary following), 경계선의 다각형 근사화(polygonal approximation)등 전체 전처리 과정을 각 단계별로 적용하여 결과를 볼 수 있도록 개발하였다.

(그림 18)의 작동(Operation)메뉴에서는 실제로 수지침 기술을 하기 위한 메뉴로, 먼저 증상을 선택하는 부분이 있으며, 하나의 증상을 선택하면 증상에 관련된 경혈점을 쉽게 찾아 화면에 위치를 표시해 준다. 경혈점의 위치에 따라 "왼 손등을 올려주세요"등의 사용 안내 메시지가 출력되며, 이러한 안내 메시지에 따라 쉽고 간편하게 기술을 할 수 있도록 개발하였다. 추출된 경혈점은 손의 경계선들과 함께 오버레이(overlay) 모드로 화면에 표시되며, 손 영상이 그 밑에 있으므로, 기술자는 자신의 손에서 기술점을 위치를 정확히 알 수 있게 되며 안전하고 정확한 기술이 가능해 질 수 있도록 개발하였다. 또한, (그림 18)과 같이 경계선의 볼록껍질(convex hull)의 손가락영역 분리, (그림 19)와 같이 마디부 추출 등 경혈점을 찾는 데 까지의 주요한 단계별로 결과를 출력할 수 있는 기능을 포함하도록 하였다

(그림 20)과 같이 개발된 시스템을 8명의 기술자를 대상으로 실험하였다 실험에 참가한 사람들은 <표 1>과 같이 수지침 학습경험에 대하여 사전 지식이 전혀 없는 4명과 수지침 초보단계를 이수한 3명과 수지침에 능숙한 사람 1명으로 구성되었다

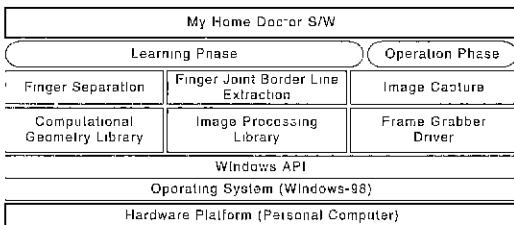
실험대상의 수지침 기술점은 임기때 손가락 마디 부분과 같은 기술점을 찾기 용이한 점을 피해서 5점 (A30, A26, A21, A17, A11)을 택하여 기술하는 것으로 하였다. 기존방법에 의한 기술은 수지침 학습이 없었던 사람들은 기술이 불가능하였으며, 학습기간이 6개월 정도의 초보과정을 이수한 학습자의 경우에는 손바닥에 펜을 사용해서 각도(Drawing)하고 확정된 기술점을 기술전에 미터거리면서 많은 시간을 소비한 후에 기술이 이루어졌다. 또한, 3년 정도의 수지침 학습한 사람은 오랜 경험에 의해 망설임 없이 간단히 기술하였다.



(그림 14) MR 수지침 학습/기술 시스템 H/W 구조

- 컴퓨터 : Pentium II (400MHz), 64MBbytes 메모리
- 운영체제 : Windows 98
- Camera : Color CCD Camera (Pulnix-TMC7), with 25mm Lens
- Frame Grabber : BTS48을 이용한 PCI Bus형
- 조명장치 : 일반 백열등 조명
- 프로그램 개발 환경 : Microsoft Visual Studio 6.0

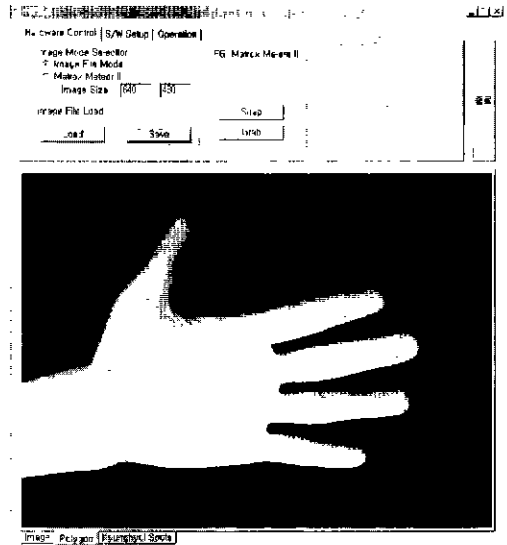
손을 배경으로부터 효율적으로 분리하기 위하여 수지침 시술대 바닥은 빛의 반사가 적은 검은색 천으로 처리하였으며, 조명은 손 전체를 고르게 주사할 수 있고 그림자의 영향이 화상에 적게 나타나도록 카메라와 최대한 가까운 방향에 설치하였다. 데이터베이스에는 11개의 손가락 마디의 위치에 대한 각 시술점 상대위치 및 각 시술점과 연결되어 있는 신체의 각 기관에 대한 정보가 들어있다.



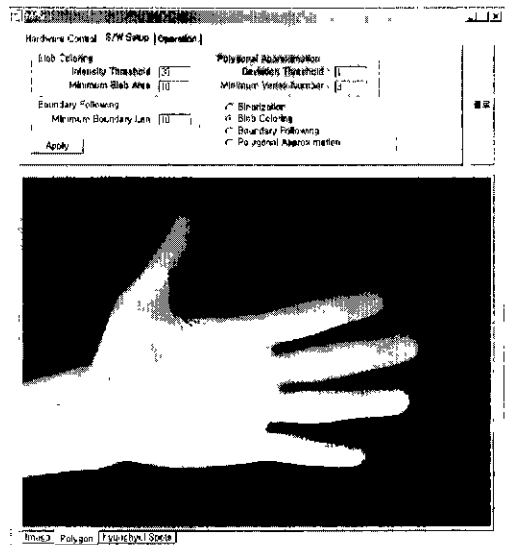
(그림 15) MR 수지침 학습/기술 시스템 S/W 구조

(그림 15)는 개발된 시스템의 소프트웨어 구조를 보여주고 있다. 전체 시스템은 2개의 단계(phase)로 나눌 수가 있으며, 학습지원 단계에서는 그래픽모듈과 영상처리모듈을 이용하여 손가락을 분리하고, 마디를 추출하는 공정을 수행하며, 기술지원 단계에서는 추출된 마디정보를 데이터베이스와 비교하여 각 시술점을 구하여 화면에 겹쳐서 보여줌으로써 쉽게 수지침을 시술할 수 있도록 화면에 실시간으로 영상을 표시하는 기능을 수행한다.

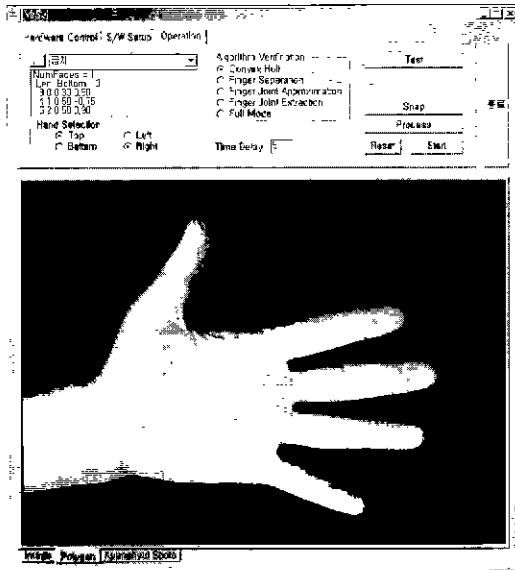
(그림 16)의 하드웨어 Setup 메뉴는 수지침 시술 지원을 위한 각종 장치의 테스트 및 조정을 위한 것으로, 파일로부터 영상 획득(Load) 및 저장(Save)기능 등이 지원되고, 다양한 종류의 영상획득장비(Frame Grabber)로부터 영상 획득(Capture)이 가능하도록 개발하였다. 현재에는 Matrox사의 Meteor II를 사용하고 있으며, 추후 다양한 거품들에 대한 지원을 추가할 예정이다.



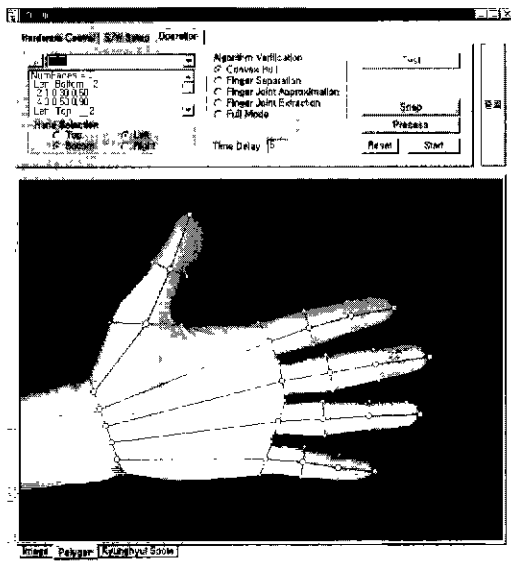
(그림 16)



(그림 17)



(그림 18)



(그림 19)

(그림 17)의 소프트웨어 Setup 메뉴는 영상의 전처리에 관련된 여러 종류의 파라미터를 설정하는 부분으로, 조명의 밝기 등과 같이 수지침 시술 환경에 따라 변화하는 외부 조건에 따라 적절한 전처리 알고리즘의 여러 파라미터들을 쉽게 설정하고 테스트함으로써 가장 적절한 값들을 찾고 설정할 수 있도록 개발하였다.

또한 영상의 전처리 과정을 단계별로 확인할 수 있도록 지원하는데, 영상의 이진화에서부터 연결 소자 분석(connected component labelling), 경계선 추출(boundary following), 경계선의 다각형 근사화(polygonal approximation) 등 전체 전처리 과정을 각 단계별로 적용하여 결과를 볼 수 있도록 개발하였다.

(그림 18)의 작동(Operation)메뉴에서는 실제로 수지침 시술을 하기 위한 메뉴로, 먼저 증상을 선택하는 부분이 있으며, 하나의 증상을 선택하면 중심에 관련된 경혈점을 쉽게 찾아 화면에 위치를 도식해 준다. 경혈점의 위치에 따라 "왼 손등을 올려주세요" 등의 사용 안내 메시지가 출력되며, 이러한 안내 메시지에 따라 쉽고 간편하게 시술을 할 수 있도록 개발하였다. 추출된 경혈점은 손의 경계선들과 함께 오버레이(overlay) 모드로 화면에 도식되며, 손 영상이 그 밑에 있으므로, 시술자는 자신의 손에서 시술점을 위치를 정확히 알 수 있게 되며 안전하고 정확한 시술이 가능해 질 수 있도록 개발하였다. 또한, (그림 18)과 같이 경계선의 볼록껍질(convex hull)의 손가락영역 분리, (그림 19)와 같이 마디부 추출 등 경혈점은 찾는 데까지의 주요한 단계별로 결과를 출력할 수 있는 기능을 포함하도록 하였다.

(그림 20)과 같이 개발된 시스템을 8명의 시술자를 대상으로 실험하였다. 실험에 참가한 사람들은 <표 1>과 같이 수지침 학습경험에 대하여 사진 지식이 전혀 없는 4명과 수지침 초보단계를 이수한 3명과 수지침에 능숙한 사람 1명으로 구성되었다.

실험대상의 수지침 시술점은 임기맥 손가락 마디 부분과 같은 시술점을 찾기 용이한 점을 피해서 5점(A30, A26, A21, A17, A11)을 택하여 시술하는 것으로 하였다. 기존방법에 의한 시술은 수지침 학습이 없었던 사람들은 시술이 불가능하였으며, 학습기간이 6개월 정도의 초보과성을 이수한 학습자의 경우에는 손바닥에 펜을 사용해서 작도(Drawing)하고 확정된 시술점을 시술전에 머뭇거리면서 많은 시간을 소비한 후에 시술이 이루어졌다. 또한, 3년 정도의 수지침 학습한 사람은 오랜 경험에 의해 망설임 없이 간단히 시술하였다.



(그림 20) MR 수지침 학습/시술 시스템 시연장면

<표 1> 실험에 참가한 사람들의 학습기간 및 침술시간

번호	수지침 학습기가	기존방법에 의한 시술시간	새로운 방법에서의 시술시간	비고
1	無	鍼術不可能	1분 50초	
2	無	鍼術不可能	1분 48초	
3	無	鍼術不可能	1분 55초	
4	無	鍼術不可能	1분 45초	
5	有(6개월)	5분 50초	15초	
6	有(6개월)	5분 30초	18초	
7	有(6개월)	4분 50초	10초	
8	有(3년)	10초	13초	

시술점을 가상현실기립을 활용하여 손바닥에 투영해주는 본 시스템을 이용하여 시행한 실험에서는 수지침 학습이 전혀 없었던 시술자의 경우에도 수지침 시술에 첫 시술에서 오는 두려움을 포함하는 머뭇거림으로 인하여 시술에 2분 정도의 시간을 필요하였으며, 수지침 초보과정을 이수한 학습자(6개월 학습자)의 경우에는 자신의 손바닥 위에 투영되는 시술점 위치를 두려움 없이 시술함으로써 능숙한 사람과 별 차이를 보이지 않았으며, 숙달된 사람의 경우에는 처음 접하는 본 시스템의 이질감으로 인하여, 10초의 시술시간보다 3초 정도의 시간을 더 늦은 13초에 시술하였다. 그러나, 숙달된 학습자의 경우에는 표시되는 시술점이

사람 손의 좌/우 대칭관계를 갖고 있음으로 해서 발생하는 오류(예를들면, 오른손의 중지 안쪽인지, 왼손의 중지 바깥쪽인지 하는 오류)를 피할 수 있음이 본 시스템의 장점이 될 것이라고 실험 후에 알려 주었으며, 많은 가정에서 개인용 컴퓨터가 활용하고 있기 때문에 주변장비의 가격이 저렴하다면 활용가치가 있다고 부인 설명도 해주었다.

수지침에 대한 관심이 있었던 사람들은 수지침 학습을 힘들게 만드는 손바닥의 많은 시술점이라는 사실을 잘 알고 있으며, 이 시술점을 쉽게 알 수 있도록 하는 시스템들이 요즈음도 계속 출시되고 있다. 그러나, 현재까지 출시된 모든 제품들은 시적과 같은 인쇄물 정보를 디지털화 해서 컴퓨터로 시술점을 보여주고 있는 상태이며, 최근 제품은 비디오 태이프를 활용해서 녹화된 시술장면을 보고 학습하고 있다. 학습된 지식을 통하여 시술하는 단계에서는 시술점을 많이 외워서 시술점을 쉽게 찾아내는 것이 필요하며 이 단계에서는 학습에서 얼마나 많은 정보를 머릿속에 숙지하였는가에 비례하여 학습된 정보를 자신의 손바닥에 얼마나 정확하게 투영하느냐를 더 필요로 하고 있다.

본 수지침 학습 및 시술지원 시스템은 기존 학습방법에서 한 걸음 더 나가서 시술점을 자신의 손바닥에 투영하는 방법을 택하고 있기 때문에 시술점을 찾는 데 걸리는 시간이 생략되기 때문에 표시된 시술점을 시술하는 시간만이 필요하다.

본 수지침 시술지원 시스템에 관심이 있는 사람들이 모여서 본 시스템이 의학적으로 어떤 타당성을 갖는 것인지를 검증할 필요에 대하여 논의가 있었으나, 시술점을 정확히 시술자의 손바닥에 표시하는 부분까지가 본 시스템의 목표이기 때문에, 의학적으로 중요하게 생각하는 수지침 시술 후에 효과에 대한 검증 등에는 다른 차원에서 관심을 갖아야 할 것이라는 결론에 도달하였다. 따라서, 향후 본 논문을 발전시키는 방향을 본 시스템에 생체정보 측정장비를 함께 활용하여 시술시에 나타나는 생체정보들이 어떤 변화를 갖게 되는가를 나타냄으로서 수지침 시술에 따른 의학적 중요성을 만드도록 하는 것이 이상적이라는 결론을 도출하였다 [12].

7. 결 론

위 실험결과 알 수 있듯이, 본 시스템을 사용하여

수지침 학습 및 시술을 행할 경우에 어떠한 불편도 없이 시술자의 손에 표시된 시술점에 침을 놓으면 된다.

그러나, 어린이들의 경우에는 성장과정에 있기 때문에, 성인 손에 비하여 크기 1/2이상 작으며, 수지침 시술점을 찾기 위한 손의 특징점으로 갖는 손가락 미디선이 뚜렷하지 않다. 따라서, 어린이들에게 적용하기 위해서는 고화질 이미지 획득장비와 고화질 모니터가 요구되기 때문에 현재 단계에서는 고려하지 않았지만, 향후 입출력장비 성능이 높아지는 시점에서는 본 시스템을 개선 발전할 계획이다.

또한, 인터넷 소프트웨어 기술이 급속히 발전되고 있는 현 단계에서는 본 시스템을 인터넷에서 활용할 수 있는 방법 또한 고려되어야 한다.

즉, 현재 개발된 시스템은 전문가의 진단없이 스스로가 진단하여 시술하는 방법을 택하고 있지만, 인터넷을 통한 양방향 통신으로 전문가에게 진단 받을 필요가 있으며, 동일한 증상을 갖고 있는 사람들의 치료 과정 및 치료결과 등의 자료정리 및 정보전달을 인터넷을 통하여 행할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] K. H. KIM, D. H. KIM, 'Virtual Reality 응용 S/W 개발에 관한 연구', SERI, March 1993.
 [2] K. H. KIM, D. H. KIM. "Virtual Showroom System using Virtual Reality Technique," Journal of the KCGS(Korea Computer Graphics Society) Vol.1, No.1, pp.115-123, March 1995.
 [3] K. H. KIM, J. W. AHN, "Virtual Aquarium System using Virtual Reality Technique," TESK (The Ergonomics Society of Korea) 1996 Workshop Proceedings, pp.166-170, October 1996.
 [4] K. H. KIM, J. W. AHN, "Motion Generaution and Representation for Virtual Fish using Virtual Reality Technique," KIPS(Korea Information Processing Society) 1996 Workshop Proceedings, pp 153-157, October 1996
 [5] K. H. KIM, H. B. RYOU, "Motion Capturing System using Virtual Reahy Technique," KIPS (Korea Information Processing Society) 1996 Proceedings, Vol.3, No.2. pp.1102-1105, October 1996.
 [6] K. H. KIM, D. H. KIM, '입체동화상 전시시스템 개

발에 관한 연구', SERI, November 1993.

[7] P. MILGRAM, H. TAKEMURA, A. UTSUMI, F. KISHINO Augmented Reality A class of display on the reality-virtuahty continuum, SPIE Vol.2351, Telemanipulator and Telepresence Technologies, 1994
 [8] T. W. RYOU. 'Intoduction to Hand Acupuncture', p.309. 陰陽脈診出版社(KOREA), August 1977.
 [9] Ballard D. H. and C.M. Brown, *Computer Vision*, Prentice Hall, 1982
 [10] U. Ramer, *An iterative procedure for the polygonal approximation of plane curves*, CGIP, Vol.1, pp.244-256, 1972.
 [11] Preparata F. P. and M. I. Shamos, *Computational Geometry, An Introduction*, Springer-Verlag, 1985
 [12] K. H. KIM, H. B. RYOU, "Virtual Reahy System for Hand Acupuncture," *Medicine Meets Virtual Reahy 2000*, pp.159-161, IOS Press, January 2000.

김 기 호



e-mail : khkm@etr.re.kr

1990년 평운대학교 전자계산학과 공학석사취득

1996년 평운대학교 전자계산학과 박사과정수료

1998년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원

관심분야 : Medical VR, 입체영상, 입체음향, 실물모형링, 멀티미디어통신 및 응용, 네트워크 보안, 네트워크 게임

유 황 빈



e-mail : ryou@cs.kwangwoon.ac.kr

1975년 인하대학교 전자공학과 학사취득

1977년 연세대학교 대학원 공학 석사취득

1989년 경희대학교 대학원 공학 박사취득

1981년~현재 평운대학교 컴퓨터과학과 교수

1994년~1995년 美 UCSD 교환교수

1995년~1997년 평운대학교 전자계산소장

2000년~현재 평운대학교 전자계산원장

관심분야 : 멀티미디어통신 및 응용, 네트워크 보안