

## 파쇄 골절환자의 치료를 위한 임베디드 기반의 무자극, 무침습 초음파 시스템의 설계 및 제작(II)

### Design and manufacture of supersonic waves system that there is no invasion that there is no stimulation of embedded base for crush bone fracture patient's treatment ( II )

김휘영(Whi-Young Kim)<sup>1)</sup>

#### 요약

BT기술, 의료공학 기술은 중추적인 역할을 제공하고 창조적 기술로 성장하고 있다. 특히, 골절치료는 임상에서 환자의 진단 및 치료에서 매우 유용하며, 뼈의 연구, 뼈의 생리학 및 역학에서 매우 중요한 역할을 수행할 수가 있다. 여러가지 골절치료중 가장 경제적으로 시행할 수 있는 것이 초음파 치료방식이라고 본다. <중략>본 연구에서는 임베디드 기반의 골절치료용 초음파치료기를 통해 작동주파수가 1mHz, 1.2mHz, 1.3mHz, 1.4mHz, 1.5mHz의 transducer등을 가지는 초음파 발생원을 설계하고 제작하였으며, PDA기반에서 프로토콜을 구현하였고, 일반 PC에도 인터페이스가 되도록 하였다. 시중에는 진단용으로 사용하고 있으나 본 연구물을 임상적으로 보완을 하면 골절환자의 치료 및 예방에도 편리한 의료 보조장비가 될 것으로 보아 진다. 특히, 추후에는 물리치료, 정형외과 환자에도 다양하게 적용이 될 수 있을 것이며, 비정형화 특성을 좀더 연구하면 기본적인 형태를 모델링 처리 후 접근하고자 노력하였다.

#### Abstract

BT technology, medical treatment engineering technology is offering important role and grow by creative technology. Specially, bone fracture treatment can achieve very important role in research of bone, physiology and dynamics of bone is very useful patient's diagnostic and treatment in presence at a sickbed. <중략>Furthermore embedded base of in administration aspect as well as if supersonic waves curer is treatment innocuously and without invasion very efficient tell . If apply supersonic waves in bone fracture treatment, can reduce curer about 40%. Operation frequency through bone fracture treatment supersonic waves curer of embedded base designs and manufactured 1m Hz, 1.2mHz, 1.3mHz, 1.4mHz, supersonic waves origination that have 1.5mHz's transducer, and embodied protocol in PDA base in this research, and did so that is interfaced to general PC. If is using but supplement research water that see clinically by diagnosis in city, is seen to become convenient medical treatment assistance mounting to bone fracture patient's treatment and courtesy call. Specially, tried to approach basic form after modeling processing if may be applied variously to physiotherapy, orthopaedics patient who gouge late, and study standardization special quality little more.

논문접수 : 2006. 9. 15.

심사완료 : 2006. 10. 9.

1) 중신회원 : 동주대학 의료기공학과

## I. 서론

초음파는 전자 산업의 발전과 활발한 국제적 교류, 현실적인 요구에 힘입어 최근에는 첨단 기술로써 각광을 받으며 의료, 군사, 시험 기기는 물론 주변의 산업 기기로도 응용되어 가공, 탐지, 위치제어, 세척, 용접, 집진기, 검사, 계측 계량 기기 심지어는 피부, 미용, 목욕, 세수, 양치질, 맛사지에 이르기까지 매우 다양한 분야에서 실용화가 넓어지고 있다. 특히, 초음파 계측계량 제어기기 그리고 의학적인 진단기술로 쓰이는 초음파 소노그래피 즉, 뇌나 간장, 신장 등의 신체내부에 초음파를 발사한 후, 거기서 반사되어 오는 반사파를 분석하는 기술 등이 보편화 기술로 되어있다. 초음파는 인간의 가청범위 이상의 가청 음향파, 즉 20,000 Hz 이상의 주파수를 갖는 음파를 말한다. 초음파는 진동주파수가 17,000 ~ 20,000Hz 이상인 불가청 진동음파로서, 물체의 진동에 의해 일어나는 탄성파이며, 압전효과를 가지며 초음파 치료는 보통 0.5~5MHz내의 초음파를 사용하여 치료하며, 음파 영동치료는 초음파 에너지로 피부를 통해 약물을 조직 내로 도입시키는 방법을 사용한다. 인체에 해가 없는 소자로서 비관혈적이며, 안전하며 정량적이다. 일반적으로 처음으로 진단의학 분야에 응용된 것으로 무침습과 실시간 치료와 무자극적 면에서 유용한 임상적이다. 뼈의 물성을 1970년에 골의 탄성계수를 측정 한 이후로 골의 공진주파수, 골절부에 초음파를 전파시켜 골절치유의 과정을 연구하기도 하였다. 국내상황에서 고령화에 따른 빈부 격차로 인한 시각적 간격이 너무나 커지고 있다. 특히, 골절 노인환자의 증가로 인한 무관심이 사회문제화 되는 실정이다. BT기술, 의료공학 기술은 중추적인 역할을 제공하고 창조적 기술로 성장하고 있다. 특히, 골절치료는 임상에서 환자의 진단 및 치료에서 매우 유용하며, 뼈의 연구, 뼈의 생리학 및 역학에서 매우 중요한 역할을 수행 할 수가 있다. 여러가지 골절치료중 가장 경제적으로 시행할 수 있는 것

이 초음파 치료방식이라고 본다. 나아가 임베디드 기반의 무자극, 무침습 초음파 치료기는 치료면 뿐 아니라 관리면에서 매우 효율적이라 보아진다. 초음파를 골절치료에 적용하면, 치료 시간을 40% 가량 줄일 수 있다. 본 연구에서는 임베디드 기반의 골절치료용 초음파치료기를 통해 작동주파수가 1mHz, 1.2mHz, 1.3mHz, 1.4mHz, 1.5mHz의 transducer을 가지는 초음파 발생원을 설계하고 제작하였으며, PDA 기반에서 프로토콜을 구현하였고, 일반 PC에도 인터페이스가 되도록 하였다. 시중에는 진단용으로 사용하고 있으나 본 연구물을 임상적으로 보완을 하면 골절환자의 치료 및 예방에도 편리한 의료 보조장비가 될 것으로 보아 진다. 특히, 추후에는 물리치료, 정형외과 환자에도 다양하게 적용이 될 수 있을 것이며, 비정형화 특성을 좀더 연구하고 기본적인 형태를 모델링 처리를 하고자 한다.

## II. 생체시스템의 연구

생체시스템은 수많은 세포들로 구성되어 있으며, 생체내의 정보전달은 대부분 세포와 세포간의 신경들을 통하여 이루어진다. 생체전기는 세포막 내부와 외부에 존재하는 전위차에 의해 발생되는데, 이 전위는 세포 내액과 세포 외액을 구분하는 세포막의 특성 때문에 발생한다. 세포막의 두께는 7.5~10nm 정도이고, 막 양단에는 이온들이 분포하고 있으며, 이 이온들의 농도차에 의해 형성되는 전위가 생체 정보를 이루게 된다.

그림 1은 전기생체 임피던스에서 생물학적 표본의 전기 임피던스로 정의할 수가 있으며, Sschawn은 생물학적 구성면에서 유전적인 특성을 전도성과 흡수성의 관점에서 3가지 영역으로 이온확산과정, 세포내의 전해질의 상호작용, 물과 관련된 영역 등으로 표기 하였다. 그림 2는 생체 임피던스의 전기적인 등가회로 모델로서 세포는 생물조직의 가장기본단위로서

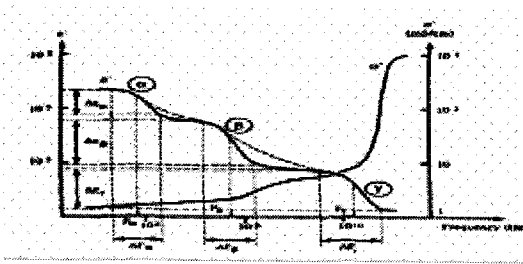


그림1. 생체물질의 특성분포

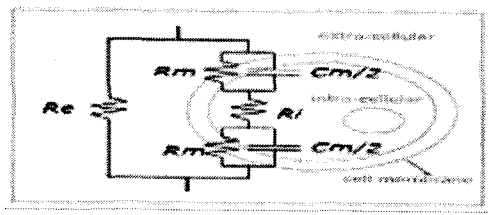


그림2. 생체물질의 특성분포

기본구조는 2층의 인지질로 구성된 이중 지질 막 구조로서, 이구조는 세포내 물질과 세포외 물질을 구분하며 조직의 전기 임피던스를 결정하게 된다. 세포외 물질로 주입되는 전류는 이중 인지질막을 통해 흐르거나, 이온채널, 또는 세포주변을 순환 형태 등으로 흐를 수가 있다. 세포내로 전류가 흘러 들어오면 이 전류는 세포내부의 물질(Ri)를 통해 흐르거나 세포막(Rm//Cm)을 통해 흘러 나가게 된다. 세포막은 다양한 종류의 단백질이 가운데 삽입되고, 양단은 지방층에 싸여 있는 구조로 되어 있는데, 단백질은 지방과 함께 세포막을 통한 물질의 이동을 제어하는 역할을 한다. 특히 지방층은 지방에 잘 용해되는 산소나 탄산가스 등은 잘 통과시키지만, 지방에 잘 용해되지 않는 소듐, 포타슘, 칼슘, 글루코스, 아미노산 등은 지방층 내부에 삽입되는 있는 단백질에 의해 조절된다. 이온의 이동은 세포가 기능을 수행한다고 하는 것은 세포막을 통하여 물질의 이동이 일어난다는 것을 의미한다. 확산은 용액 중에 있는 입자들의 농도차에 의한 자유운동의 결과로서 나타나며, 확산에 의해서는 농도차가 형성되지 않는다. 그러나 만약 능동적인 작용

에 의해 농도 경도가 형성된다면 입자들은 농도가 높은쪽에서 낮은 쪽으로 이동하게 된다. 특히, 골질은 뼈의 연속성에서의 단절, 통증, 부종, 기형, 기능소실, 짧아짐과 유착음을 가진다. 뼈는 간엽조직 또는 원시결합 조직으로 발생된다. 특히, 뼈의 형성은 태생기 8주 정도에 시작하여 미성숙 뼈에서 태아성장 기간 동안 성숙된 뼈층판(층단골)으로 바뀌어 막뼈발생(intramem branous: 막내골화)와 골단판에서 일어나는 물렁뼈속 뼈발생의 2가지 형태로 뼈가 형성되어 성장하는데 대부분의 뼈들은 출생후에도 계속해서 성장하여 성인나이 20세까지 성장하게 된다. 인체골격은 206개의 뼈로 이루어 지는데 이들 골격은 약 80 여개의 뼈들로 구성되어 있는 몸통뼈대(axial skelton)와 나머지 126개의 뼈들로 구성되는 팔다리 뼈의 2분류로 구성하며 몸통뼈대()와 나머지 어깨, 발, 손, 골반, 다리 등은 팔, 다리뼈( appendicular skelton )으로 구성된다. 골격계는 인체의 단단한 뼈대를 이루고 있는 부분으로서 몸의 부드러운 조직을 지지하는 기능과 골격계내에 생명기관 들을 둘러싸서 보호하는 기능을 하고 골격근의 부착 장소가 되고 있으며 뼈속(골수)에서는 조혈작용을 한다. 뼈는 칼슘, 인산, 나트륨, 마그네슘 이온의 무기질을 저장하는 기능을 한다. 뼈가 일정한 배열을 하여 인체의 기본적인 구조를 이루는 것을 골격이라 한다. 골격은 뼈, 연골, 인대 등으로 구성되며, 뼈 및 연골은 관절의 형태로 서로 연결되어 있으며, 인대가 이들 관절을 지탱해준다. 뼈는 골세포와 골질의 세포간질로 되어있는 특수 결합조직이다. 골질은 칼슘과 인의 저장창고로 85%의 인산칼슘과 10%의 탄산칼슘을 포함하고 있어 단단한데 뼈의 기능으로는 칼슘, 인 등의 무기질 이나 염화물을 저장하고 필요에 따라 혈액에 방출하는 저장기능과 장골의 골단, 편평골, 단골 등의 해면질에 있는 적색골수에서는 활발한 조혈이 이루어 지는 조혈기능, 뇌, 내장, 척수, 안구 등의 내부장기를 보호하는 기능, 코 등의 연부조직을 형태적으로 지지, 추골

과 하지골은 체중을 지지하는 기능, 뼈에 붙어 있는 근육이 관절의 운동에 대해 지렛 대등을 한다. 뼈의 구조는 골막, 골질, 골수 등으로 구성되어 있으며, 골막 (periosteum)은 연골로 덮힌 뼈의 관절단 표면을 제외한 모든 뼈의 표면을 싸고 있으며, 근육이나 건이 뼈에 부착할 수 있는 자리를 마련해 주며, 이 섬유성의 골막은 강한 결합조직의 막으로 혈관과 신경이 많이 분포되어 뼈에 영양을 공급하고, 뼈를 보호하여 뼈의 재생에 중요한 역할을 하며, 골질 (osteoid)은 치밀질과 해면질의 두 조직으로 되어있고 외부에 있는 치밀질은 골세포와 기질로 조밀하게 구성되어 있으며, 단단한 부분으로 주로 혈관이나 신경이 통하는 관인 하버스계로 구성되며, 내부의 해면질은 스펀지처럼 구멍이 많은 골소강들이 서로 얽혀있는 망상 구조로 되어있으며, 그 속에 조혈기관인 골수가 있다. 골수 (bone marrow)는 적골수와 황골수가 있는데, 적골수는 많은 혈관을 보호해주는 약간의 결합조직으로 구성되어 있으며 골수세포, 적아세포, 파골세포 등이 많아 조혈작용을 하며, 성인의 장골의 골단, 단골 및 편평골의 해면질내에 있으며, 황골수는 많은 혈관과 세포들을 지니는데 적골수의 조혈작용이 중지되어 주로 지방으로 대체된 상태의 골수로 성인의 장골의 골간에서 볼 수 있다. 골절에는 해부학적으로 뼈끝, 뼈몸통, 골간부, 근위부, 간부, 원위부에 의한 분류와 골절의 정도(안전, 불안전), 골절면의 방향(횡상, 사상, 나선상, 중상), 개방창 동반 여부(개방성, 폐쇄성) 및 골절편의 수 (단순, 분쇄) 등에 따라 분류한다. 일반적인 것이 복합골절, 분쇄골절, 콜리스골절, 매복골절, 약목골절 등이 있다. 매질 내를 전파하는 음파의 속도는 전자기파와는 달리 매질의 특성에 따라 다르다. 매질의 밀도를  $\rho$ , 체적탄성률을  $\beta$ , 압축률을  $K$ 라고 할 때 음파의 속도  $C$ 는 다음과 같다.

$$C = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}} = \frac{1}{\sqrt{K\rho}} \quad \text{-----(1)}$$

생체조직에서 음속은 영상을 구성하는데 있어 매우 중요한 요소이다. 연부조직의 평균 음속은 1,540m/s이며, 초음파 진단장치에 대한 교정은 이 값을 기초로 한다. 생체조직 중 뼈조직의 음속이 4,080m/s로 가장 높은 값을 가진다. 일반적으로 음파의 전파속도는 고체, 액체, 기체의 순으로 작아진다. 이러한 압력의 변형을 음압(P) 이라 하며 정현파의 진폭(A)과 같은 값으로 생각한다. 또한 음파의 강도(I)는 단위시간당 매질의 단면적을 통과하는 음파의 에너지로 정의하며, 음압 파의 관계는

$$I = \frac{P^2}{2\rho C} \quad \text{-----(2)}$$

음파의 투과계수를 T라고 하면

$$T = \frac{I_r}{I_i} \quad \text{-----(3)}$$

뼈의 침전과 재흡수는 뼈의 굵기 성장이 완성될 때까지 계속된다. 특히, 마이크로파를 이용할 경우 치료깊이는 3cm 정도이고, RF전기장 또는 자기장을 이용할 경우 8cm까지 가능하며 초음파치료를 이용할 경우 6cm까지 가능하다. 초음파 작동주파수가 1mHz, 1.2mHz, 1.3mHz, 1.4mHz, 1.5mHz의 Piezo-ceramic crystal transducer물질을 가지는 초음파 발생원 각각 사용하였고, 임피던스 및 Phase측정결과에 따라 외부직경이 각각 4mm, 5.4mm, 두께0.5mm, 길이 70mm의 트랜스듀스를 사용하였다.

### III. 시스템의 설계 및 동작처리

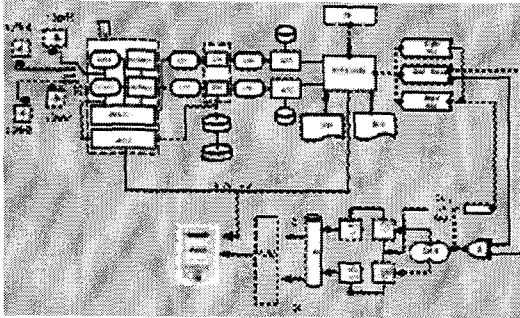


그림 3. 제안된 개념도

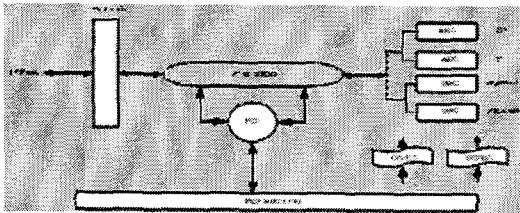


그림 4. 제안 하드웨어 설계블록도

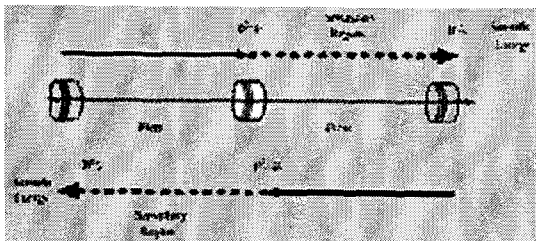


그림 5. 초음파가 거리에 미치는 영향

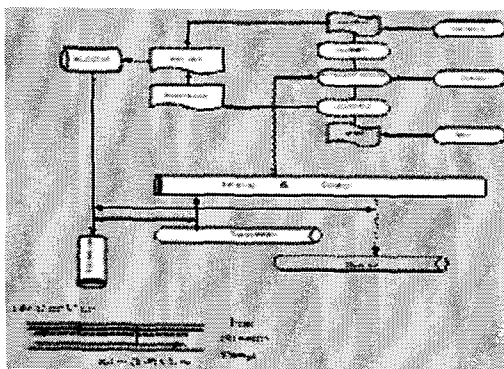


그림 6. 메인회로

초음파는 매질내에서 기계적인 파형으로 나타나는 음향파로서, 전기적 발진이 적당한 안테나에 연결되면 전자기파가 발생하나 같은 전기적 발진이 초음파변환기에 연결되면 초음파가 발생한다. 초음파는 물리적인 매질에서 일어나는 진동이나 동요로서 전자기파와 같은 모든 파동은 주파수와 파장의 곱인 전파되는 속도로서 정의가 가능하다. 실제의 속도는 주파수뿐만 아니라 전달 매질의 특성에 의존한다는 것을 알 수 있다. 그림3은 제안하는 개념으로서 PDA에서 치료값을 세팅하면 PDA의 내부ARM 프로세서와 골절치료 초음파 (AVR사의 AT90C8535)간의 통신처리 모듈을 통해 신호가 전달되며, 지연시간과 펄스폭을 구동하며 각종 트랜스듀스를 통해 치료펄스를 발사하게 된다. 그림 4는 제안하는 하드웨어 설계를 록도로서 AT90C8535가 지시하는 명령어를 PCI를 통해 데이터버서에 전달되며, 각종 얻어지는 아나로그 값을 변환하는 ADC컨버터를 통해 치료값을 설정하고 각종 명령은 디지털에서 아나로그 값으로 변환하여 출력한다. 그림5는 초음파발생을 통한 트랜스듀스를 통해 20 cm까지는  $D^2/4\lambda$ 의 반경으로 치료를 할 수가 있으나 40cm거리에서는  $D^2/\lambda$  초기발생 반경보다 2대 까지 넓게 확산되는 것을 알 수가 있었다. 그래서 왕복으로 초음파모듈을 치료상태에 따라 모듈의 부가를 확대, 축소도 가능하게 접근하였고, 골외막의 골모세포는 파골세포가 골내면으로 부터 낡은 뼈를 재흡수 하는 동안 골간의 골외면에 새로운 뼈를 침전시키는데 뼈의 침전과 재흡수과정을 확인한 후 초음파를 통한 치료가 집중될 수가 있다. 그림 6은 전체 시스템 기능별 블록도를 나타내고 있다. 전원 차단기를 울리며 긴급버튼 스위치를 지나 전처리 앰프를 통해 트랜스듀스 셀렉터를 통해 동작이 가해진다. 다음으로 마이크로프로세서를 통해 시간,제어 등의 명령어를 받아 전달하게 된다.



그림 7. 파쇄골절 치료기 모듈의 프로토콜 스택



그림 8. ARM 과 파쇄골절 치료기 모듈의 통신처리

그림7은 파쇄골절 치료기 모듈의 프로토콜 스택을 나타내며, 그림8은 ARM 과 파쇄골절 치료기 모듈의 통신처리 개념을 나타내고 있다.

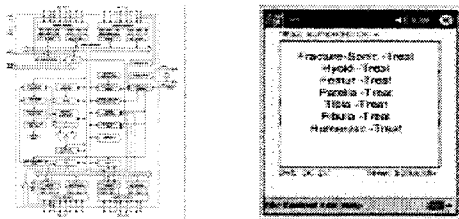


그림 9.칩 블록도 그림 10. 호스트의 치료메뉴

그림9는 AVR계열의 AT80S8535마이크로 프로세서로8-비트마이크로프로세서로서 High-performance and Low-power RISC Architecture, 118 강력한 명령어를 가지며, 32x 8 다목적 레지스터를 가지며, SPI 직렬 인터페이스, 1,000 Write/Erase 싸이클, 512 바이트EEPROM, 512 바이트 내부SRAM, 8-channel, 10-bit ADC, 프로그래머블 UART, 주/보조SPI 인터페이스, Two 8-bit Timer/Counters, One 16-bit Timer/Counter의 특징을 가진다. 그림10은 호스트의 가상골절 치료메뉴를 나타내고 있다. 주파수, 조사시간,

광속의 세기, 듀티사이클은 조직과 초음파간의 생물학적 상호작용에 매우 중요하게 작용한다. 초음파의 기본적인 생물리적 특성은 열적운동, 공동현상, 절단작용, 세포내 운동 등이다. 열적 효과는 세포들의 음파동요에 의해 생기며 조직, 혈류, 열전도 손실 등의 특성에 의해 영향을 받는다. 본 연구에서 구현한 임베디드 기반의 골절치료용 초음파치료기는 호스트에서 명령 패킷을 보내면 모듈에서 이벤트 패킷으로 응답하는 형태로 구성하였다. PDA가 호스트라면 임베디드 기반의 골절치료용 초음파치료기의 측정메뉴가 그림10과 같다면 모듈을 장착한 PDA는 골절치료용 초음파치료기 과정에서 일어나는 메뉴의 선택을 사용자가 누구냐에 따라 GUI환경에 따라 다르게 설정할 수 있지만 기본적인 동작과정은 그림11에서 그림16까지 간단히 정리할 수가 있다. 그림11은 Femur-Get\_Reg\_User\_List 처리를 나타내며, 그림 12는 Femur-Reg\_New\_User 처리를 그림 13은 Femur-Get\_User\_Inform 처리 그림14는 Femur-Remov\_User 처리 그림15는 Femur-Store\_User\_Update 처리를 그림16은 Femur-Server전송처리를 나타내고 있다.

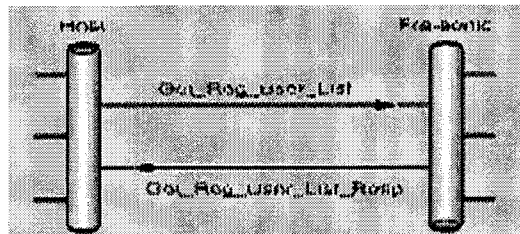


그림 11. Femur-Get\_Reg\_User\_List 처리

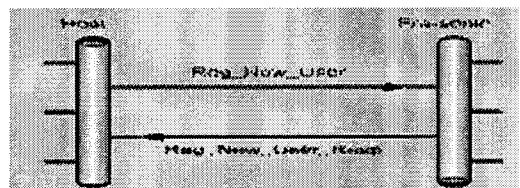


그림 12. Femur-Reg\_New\_User 처리

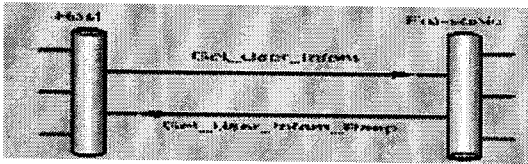


그림 13. Femur-Get\_User\_Inform 처리

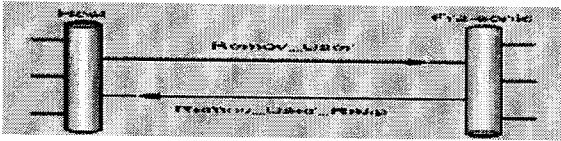


그림 14. Femur-Remov\_User 처리

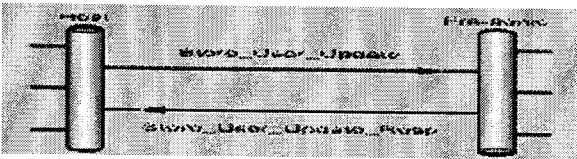


그림 15. Femur-Store\_User\_Update 처리

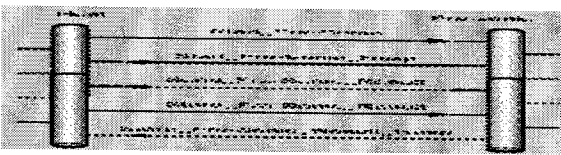


그림 16. Femur-Server 전송처리

초음파를 발생하고 동작 통신처리하는 개념을 정리한 것이며, 초음파 작동주파수가 1mHz, 1.2mHz, 1.3mHz, 1.4mHz, 1.5mHz의 Piezo-ceramic crystal transducer 물질을 가지는 초음파 발생원 사용하였고, 임피던스 및 Phase 측정결과에 따라 외부직경이 각각 4mm, 5.4mm, 두께 0.5mm, 길이 70mm의 트랜스듀스를 사용하였다.

#### IV. 실험결과

그림 16에서 18은 일반적인 돼지 뼈와 부서진 뼈를 활용하여 매개체(증류수, 공기, 진흙 머드)등에서 초음파 치료필스를 나타내고 있으며, 주파수 대역은 1-1.5MHz 대역에서 다양하

게 실험을 하였고, 초음파 발생을 통한 트랜스듀스를 통해 40cm 거리에서는  $D^2/\lambda$  초기발생 반경보다 2배 까지 넓게 확산되는 것을 알 수

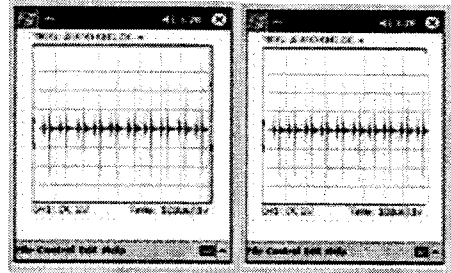


그림 16. 증류수에서 실험한 파형 ( 뼈, 부서진 뼈 )

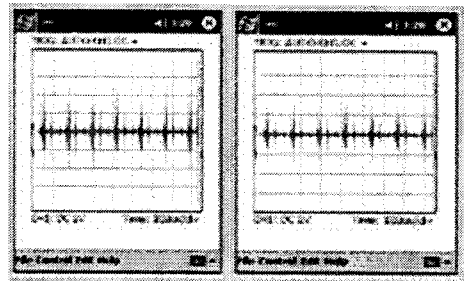


그림 17. 공기중에서 실험한 파형 ( 뼈, 부서진 뼈 )

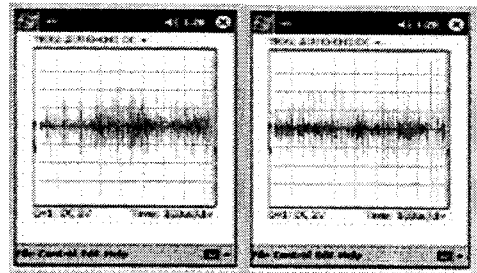


그림 18. 진흙머드에서 실험한 파형 ( 뼈, 부서진 뼈 )

가 있으며, 왕복으로 초음파모듈을 치료상태에 따라 부가적으로 확대, 축소도 가능하게 할 수가 있다. 초음파를 짧은 시간만 체내에 방사

시키면 초음파가 인체조직 속을 전파하는 중에 조직이나 장기 등에 의해 반사되어 돌아오지만, 뼈속의 물질상태에 공동또는 이물질이 존재하면 경계면에서 음향 임피던스의 차이 때문에 초음파 반사가 이루어지며, 복잡한 공진투과법 원리를 적용하여 시스템을 구성할 수가 있었다. 물체의 크기에 비해 파장이 짧을수록 물체로부터의 반사계수가 크기 때문에 주파수가 높을수록 뼈의 골절이나, 부러짐의 발견이 수월해지는 펄스 반사법과 최소치료거리가 펄스폭의 약1/2이 한도이기 때문에 펄스폭이 좁을수록 인접거리로 분리하기 쉽고, 초음파를 표면에 수직으로부터 입사시켰을 때, 펄스폭이 있기 때문에 얇은 뼈나 골절상태를 치료할 수가 없을 수가 있다. 초음파를 피부표면에서 비스듬히 입사시켜 입사각을 적당히 하면 횡파, 표면파를 발생시킬 수가 있었고, 뼈의 두께나 뼈의 골절회복을 촉진할 수 있는 공진법을 사용할 수가 있어 발진부의 가변콘덴서를 연속적으로 변화시켜 발진주파수를 변화를 주면 그 출력을 진동자에 인가시켜 뼈속을 초음파로 자극을 가할 수가 있다. 뼈속에 정재파가 생겨 공진하게 되며 진동자의 동어드미턴스가 크게되어 발진부의 양극전류도 증가된다. 뼈의 두께를 알고 있을 경우 추정에 의해 구할 수가 있다. 특히, 초음파의 치료펄스로 인해 온열치료, 진동작용에 의한 관절통, 근육통 등의 치료에 더욱 더 편하게 이용할 수가 있고, 사용주파수는 대개 1MHZ로 체내에서 예민한 부위에서 효율적이며 흡수가 약 5cm정도가 되는 각부의 치료에 사용되었다. 본 연구에 앞선 논문에서는 골절치료시스템을 구현하였고, 이번에는 PDA를 이용한 임베디드 기반의 골절치료를 구현하여 시제품을 구성하여 특성을 구하였다. 여러가지로 미흡한 점이 있으나 처음으로 PDA기반으로 구성을 한데 의의가 있고, 나아가 임상적으로 보안을 하면 성능은 시스템에 비해 크게 뒤지지 않을 것으로 보인다.

**V. 결론**

골절은 여러가지로 행동제약을 많이 받으며, 골절 치료도 가장 저가의 초음파치료로 가장 경제적으로 시행할 수 있을 것으로 본다. 임베디드 기반의 골절치료용 초음파치료를 통해 작동주파수가 1mHz, 1.2mHz, 1.3mHz, 1.4mHz, 1.5mHz의 transducer등을 가지는 초음파 발생원을 설계하고 제작하였으며, PDA기반과 pc기반의 프로토콜을 구현하였고, MFC를 이용한 통신처리를 통해 일반 PC에도 인터페이스가 되도록 하였다. 시중에는 진단용으로 사용하고 있으나 본 연구물을 임상적으로 보안을 하면 골절환자의 치료 및 예방에도 편리한 의료 보조장비가 될 것으로 보아진다. 특히, 추후에는 물리치료, 정형외과 환자에도 다양하게 적용이 될 수 있을 것이며, 비정형화 특성을 좀더 연구하면 기본적인 형태를 모델링 처리 후 접근하고자 노력하였다.

**참고문헌**

[1] W.Y.Kim, "The new type pulsed Nd:YAG laser power supply employed multi-amplification method" ACED-2000  
 [2] 치과 및 피부과용30w급 er:yag레이저 설계 및 구현"대한전자공학회 학술지논문집 V  
 [3] "의용계측공학"여문각  
 [4] PSTN/전용선을 이용한 ATM통신방식의 RF IC전자 지블프로토콜과모니터링시스템 설계연구, 김휘영, 컴퓨터 산업교육학회논문지 , 1229-9650 , 제3권3호 , pp.369-



김휘영 2000.3 - 현재 동주대학

의료기공학과 조교수  
 <관심분야>: 의료정보 • 기기, Psoc, Mobile프로그래밍