

실시간 심음 전송을 위한 원격 의료상담시스템

Telemedicine Conference System for Realtime Transfer of Heart Sound

이병문, 조원희, 윤영미

가천의과대학고 IT학과 유-헬스케어연구소

Byung-Mun Lee(bmlee@gachon.ac.kr), Won-Hee Cho(clickwonhee@naver.com),
Young-Mi Yoon(ymyoon@gachon.ac.kr)

요약

원격의료에 있어서 의사와의 상담은 매우 중요하다. 그러나 의사가 환자의 상태를 보다 정확히 판단하기 위해서는 최소한의 청진이 필요하다. 최근에 인터넷을 기반으로 화상 상담시스템이 개발되었으나 심장질환의 경우에는 원격으로 심음을 청진할 수 없어 원격의료 상담에 활용할 수 없었다. 이와 같은 문제를 해결하려면 의사와 환자가 상담도중에 심음을 측정하고 이를 실시간으로 전송할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 의사가 인터넷을 통해 전송된 심음을 듣고 청진할 수 있는 실시간 심음 전송용 원격의료 화상청진 시스템을 제시하였다. 또한 u-헬스케어 환경에 적합하도록 모니터링 요원을 통해 주치의와 연결시켜줄 수 있도록 기능을 설계하고 구현하였다. 제안된 시스템은 환자와 의사의 이동성을 지원하기 위해 서버 에이전트를 두어 사용자 인증과정에서 네트워크 주소정보를 제공하도록 기능구현을 하였다. 본 논문에서 구현한 시스템은 향후 심장질환자의 원격진료에 활용할 수 있을 것이다.

■ 중심어 : | 원격의료 | u-헬스케어 | 화상통신 | 전자청진기 |

Abstract

Counselling between a patient and a doctor is crucial in telemedicine. In order for the doctor to examine the patient accurately, it needs an auscultation, at least. Currently, some video conference systems are implemented but it is hard to use them in the case of an cardiac disorder, because the patients suffering from cardiac disorder cannot be examined by a stethoscope over Internet. To solve this problem, the remote counselling service has to support real time transmission of the heart sound of the patient. In this paper, we present a remote counselling system with stethoscope. We also design and implement the system in order for health monitor to connect the patient with his attending physician for the environment of u-healthcare service. The proposed system supports a mobility for doctor and patient by exchanging IP addresses at an user authentication protocol. The system implemented by this paper can be used for cardiac patients in remote clinical setting in the future.

■ keyword : | Telemedicine | u-Healthcare | Stethoscope |

I. 서론

IT기술을 의료분야에 융합시킨 u-헬스는 노령인구

의 증가와 더 나은 삶의 질을 추구하려는 사회적 요구와 맞물려 최근에 주목받는 분야이다. 이는 생활이 윤택해져 사회적 수준이 높아졌다는 것을 의미하며, 정보

통신의 발전으로 언제 어디서나 의료서비스를 제공할 수 있는 기반이 마련되었다는 것을 의미한다[1][2]. 특히 국내 인터넷 인프라는 100Mbps 이상으로 빠르게 재편되고 있어 이를 이용하여 부가가치를 창출하고자 하는 노력이 여러 분야에서 시도되고 있다. 그중에 하나가 화상통신을 이용한 원격의료이다. 최근에 들어 원격의료는 u-헬스로 인해서 재조명을 받고 있다. 병원이 아닌 어디서든지 생체정보를 측정하고 필요시 의료상담을 받을 수 있는 서비스가 요구되고 있기 때문이다. 또한 노령인구가 증가되어 병원을 쉽게 갈수 없는 노인층이 많아져 환자를 원격으로 관리하고 모니터링 할 필요가 증가되고 있는 것이 현실이다. 우선 원격의료의 형태를 살펴보면 3가지 유형으로 구분할 수 있다. [그림 1]의 (a),(b),(c)가 그것이다. (a)유형을 살펴보면 의료기관과 의료기관간의 의료정보 서비스를 보여준다.

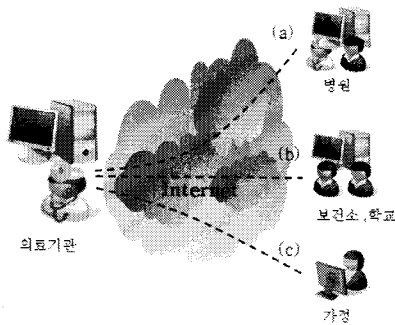


그림 1. 원격의료의 유형

대개 PACS(Picture Archiving and Communication System)정보나 EMR(Electronic Medical Record)정보와 같은 병원정보를 교환하는 형태의 원격의료 서비스가 이 유형에 해당된다. (b)는 보건소나 학교보건실과 같은 의료관련기관에서 의료기관에 연계하여 의사치료를 받아 진단이나 진료하는 유형이다. (c)는 의료기관이 가정에서 있는 환자의 건강을 원격으로 관리하는 u-헬스 서비스가 이 유형에 해당된다[3]. 본 연구는 환자가 가정에서 의사와 원격으로 의료상담을 할 때 필요한 부분을 다루고 있기 때문에 (c)영역에 해당된다고 볼 수 있다.

의료상담 과정에서 의사가 환자의 상태를 보다 정확

히 판단하기 위해서는 최소한의 사진이나 청진이 필요하다. 외상이나 피부질환의 원격상담에서는 상처부위를 기존의 의료상담 시스템을 이용하여 사진할 수 있으나[4] 심장질환의 경우에는 원격으로 심음을 청진할 수 없어 원격의료 상담을 하는데 어려움이 많다. 이와 같은 문제를 해결하려면 의사와 환자가 상담도중에 심음을 측정하고 이를 실시간으로 전송할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 의사가 인터넷을 통해 전송된 심음을 듣고 청진할 수 있는 실시간 심음 전송용 원격의료 화상상담 시스템을 고안하여 설계하고 구현하고자 한다. 또한 주치의가 자신의 환자와 직접 화상 상담할 수 있도록 모니터링 요원이 중재하는 화상 접속요청 라우팅기능을 설계하고 구현하고자 한다. 이를 위하여 본 논문은 우선 관련연구를 통해 전자청진기와 의료상담 시스템을 알아보고 본 논문에서 제안한 심음 전송용 화상상담 시스템의 모델을 설계하고 구현하고자 한다. 또한 구현된 시스템 화면을 기술하고 평가하고자 한다.

II. 관련 연구

1. 의료상담 시스템

의료상담 시스템은 화상통신 소프트웨어로서 H.323이나 SIP 를 이용하여 원격으로 의사와 환자 간에 영상과 음성을 주고받음으로써 의료상담을 가능하게 하는 시스템을 말한다. 의료상담 시스템은 환자와 의사간의 1:1 상담기능과 환자의 증상과 징후를 관찰할 수 있도록 환자화면이 크다는 특징이 있다.

일반적으로 화상통신 상담시스템의 구성모델을 살펴보면 [그림 2]와 같다[5]. (a)는 접속자가 3~4명 내외의 소규모 상담 시 적합한 모델이다. 접속자중 한명이 서버를 대신하여 미디어 스트림 믹싱을 하기 때문에 접속자가 많은 경우에는 미디어 스트림의 지연이 발생한다. 또한 접속자가 접속을 중단하면 다른 접속자들도 상담이 불가능하다. (b)는 소규모와 중규모 모델에 적합하며 서버를 중심으로 접속자들에게 미디어 스트림을 전송하므로 (a)와 같은 문제점이 발생하지 않는다.

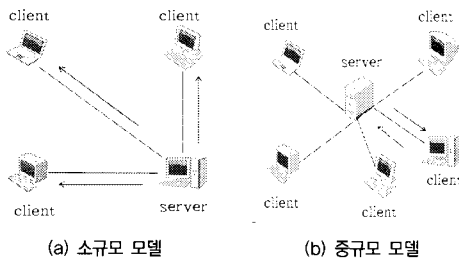


그림 2. 상담 시스템의 구성모델

메신저와 같은 애플리케이션 방식은 (a)방식을 이용하고 있으며, 웹기반의 화상통신 시스템은 (b)방식을 사용하고 있다.

2. 전자청진기

청진은 심음이나 폐음의 청취를 통해서 심장의 기능 이상 소화기 상태의 결함을 알아내기 수행하는 진단과정을 말한다. 청진기는 소리의 진원지인 심장이나 폐 혹은 장에서 나는 소리를 청진기의 머리 부분을 몸에 대어서 듣게 되는 것이 원리이다. [그림 3]의 (a)는 청진기의 구조를 나타낸다[6].

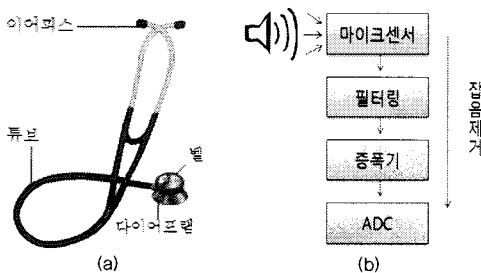


그림 3. 청진기 구조와 구성

다이어프램으로 잡힌 음원은 튜브를 타고 올라가면서 이어피스를 통해 귀에 전달된다. 그러나 측정된 심음이 튜브를 타고 올라가면서 high-pass filtering으로 인해 낮은 음만을 듣게 된다. 결과적으로 의사들은 환자로부터 측정된 심음의 원음은 듣지 못하게 되고 낮은 주파수 대역의 소리로 인해 매번 심음과 섞여 듣게 된다. 근래에 들어 보급되고 있는 전자청진기는 이러한 문제를 [그림 3]의 (b)처럼 필터링과 증폭으로 해결하

였다. 뿐만 아니라 종래의 청진기는 저장과 기록이 불가능하여 진료순간에만 의사가 청취할 수 있었으나 전자청진기는 컴퓨터와 연결하여 청진음을 저장할 수 있다. 따라서 전자청진기를 컴퓨터와 연결하고 측정된 청진음을 실시간으로 전송하는 화상통신 소프트웨어를 의료상담 전용으로 구현한다면 청진이 필요한 원격의료 서비스가 실현될 수 있다고 기대한다. 따라서 본 논문에서는 실시간 심음 전송용 화상상담 시스템 모델을 제안하고 이를 설계 및 구현하고자 한다.

III. 청진 화상 시스템의 설계

1. 요구사항정의

청진 화상상담 시스템의 사용자는 환자, 의사, 모니터요원으로 구분하며 각 사용자별 요구기능을 [표 1]과 같이 식별하여 정의한다.

표 1. 청진화상상담시스템 설계 요구기능

주요 요구기능	사용자		
	환자	의사	모니터요원
자동로그인 기능	○	○	○
화상상담 요청/취소	○	○	○
번호관리	○	○	○
청진기 켜기/끄기	○	○	
환경설정	○	○	○
화상상담 기록관리	○	○	
툴바기능	○	○	○
청진음녹음관리		○	
대상자조회			○

사용자 편의성을 위해서 자동로그인 기능과 투바기능을 정의하였으며, 상담을 원하는 번호로 화상상담 요청과 취소를 할 수 있도록 번호관리 기능을 정의하였다. 또한 청진기 켜기/끄기 기능을 통해서 청진기를 전송하거나 녹음할 수 있는 기능을 정의하였고, 녹음된 청진기를 저장/관리할 수 있는 녹음 관리기능도 정의하였다.

2. 청진 화상상담 시스템 설계

정확한 요구기능을 UML 방식으로 설계하기 전에 [그림 4]에서처럼 4개의 액터(환자, 의사, 모니터링요원, 서버 에이전트)로 시스템의 사용자를 구분한다.

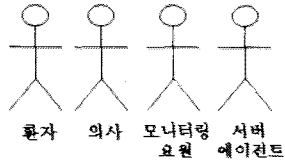


그림 4. 각 사용자별 액터

환자는 청진 화상상담을 요청하고 직접 전자청진기를 측정부위에서 측정을 하는 사람이고, 의사는 환자와의 청진 화상상담을 통해서 환자의 상태를 파악하고 의료상담을 해주는 사람이다. 모니터링요원은 환자와 의사간의 청진 화상상담 시간을 조율하고 의사가 부재시 환자로부터 청진 화상상담 요청이 있었다는 것을 알리는 사람이다. 서버에이전트는 로그인 관리 및 환자, 의사, 모니터링 요원의 데이터 저장하고 관리하는 하는 기능이 있다. 청진 화상상담 시스템은 청진 화상요청 단계와 청진 화상상담 단계로 구분한다.

각 단계를 [그림 5]의 use case model에서 보면 청진

화상상담 요청단계는 환자가 청진 화상상담 요청을 하면 모니터링요원과 상담을 하면서 환자에 맞는 주치의에게 진료예약을 하는 단계이다.

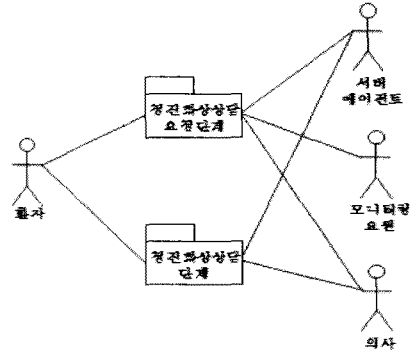


그림 5. use case model

주치의가 상담대기중이라면 바로 상담연결이 가능하지만 부재중이라면 상담시간을 조율할 수 있도록 설계한다. 청진 화상상담 단계는 의사가 모니터링 요원을 통해 예약된 환자들을 청진 화상상담을 하면서 진료하는 단계이며, 청진용 심음 전송도 이 단계에서 이루어진다.

[그림 6]은 각 사용자별 use case scenarios를 상세하게 설계한 모델이다. 모든 사용자가 인증과정(로그인)

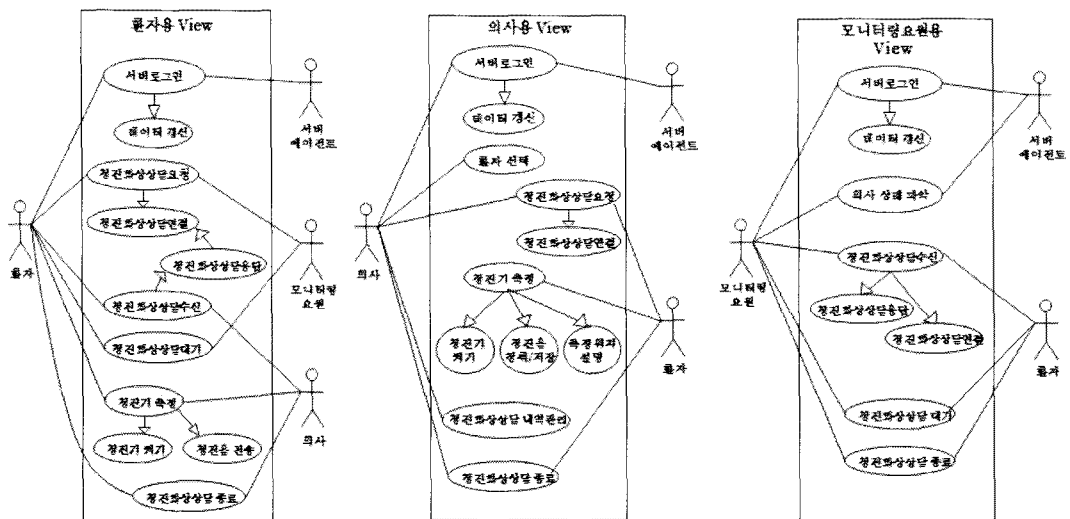


그림 6. use case scenarios

을 거칠 때 마다 서버 에이전트로부터 데이터(IP주소와 같은 위치정보, 로그인된 의사의 목록, 환자의 목록, 의사의 부재 상태등)를 받고 자신의 로그인정보와 IP주소 정보를 갱신한다. 환자 view에서는 청진 화상상담 요청을 하면 모니터링 요원과 1차 상담 후 청진 화상상담 대기를 하게 되고, 모니터링 요원 프로그램은 의사의 상태를 파악하여 1차 상담한 환자에 알맞은 의사를 찾아 진료예약을 대신 한다. 의사 view에서는 예약된 환자리스트에서 환자를 선택하여 청진화상상담을 할 수 있다. 또 환자에 의해 측정된 청진음을 청취하거나 저장할 수 있다. 모니터링요원 view는 의사 상태(부재중, 진료중, 상담대기중)를 확인할 수 있으며 환자의 상담 요청에 의사와 상담을 연결시켜 줄 수 있다.

3. 서버 에이전트 설계

청진 화상상담 시스템에서 사용하는 데이터는 데이터베이스에 일괄적으로 저장하고 관리하여야 하는데 환자와 의사의 네트워크 환경이 서로 다르기 때문에 미들웨어 성격의 서버 에이전트가 필요하다. 서버 에이전트는 TCP소켓 기반으로 동작하여야 하며 모든 사용자의 IP주소와 포트주소를 사용자 인증과정에서 제공하여 어느 위치에서 접속하든지 상관없이 화상통신이 이루어지도록 해주어야 한다.

또한 의사의 상담내역을 데이터베이스에 저장하고 관리하여 의료상담을 할 때 유용한 정보로 활용하도록 한다. [그림 7]은 서버 에이전트 프로토콜을 시퀀스 다이어그램을 이용하여 설계한 것이다. 사용자의 요구기능에 따라서 시스템이 동작하여야 한다. 사용자의 로그인요청으로 시스템은 Login.request 패킷을 구성하여 서버 에이전트에 전송한다. 서버 에이전트는 미리 데이터베이스에 등록된 사용자 정보의 ID와 Pass 로 정합과정을 거쳐 로그인과정에서 인증결과를 전송하게 된다. 이 과정에서 각 사용자별 상태와 번호목록을 수신 받아야 한다.

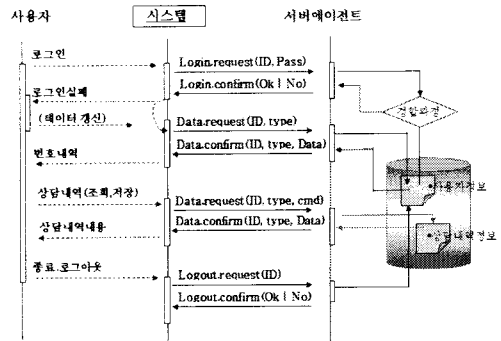


그림 7. 서버에이전트 프로토콜 구성도

또한 환자와의 상담내역을 서버에이전트에 저장하게 되고 이를 조회할 수 있는 프로토콜도 정의하도록 설계하였다.

4. 데이터베이스 설계

서버에이전트가 관리하는 데이터는 환자 사용자정보와 의사 사용자정보, 그리고 상담내역 정보로 구분한다.

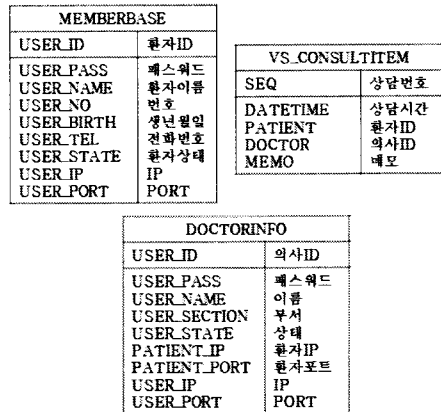


그림 8. 데이터베이스 설계

[그림 8]의 데이터베이스 테이블 정의를 살펴보면 환자 사용자 정보(MEMBERBASE)는 ID, 패스워드, 환자명, 환자상태, 환자단말기의 IP주소와 포트주소로 구성되며, 의사 사용자 정보(DOCTORINFO)는 아이디, 패스워드, 진료부서, 상담 가능상태, 환자단말기의 IP와 포트주소, 의사단말기의 IP주소와 포트주소로 구성된

다. 상담내역 정보(VS_CONSULTITEM)는 상담 식별자, 상담시간, 상담환자와 주치의 아이디, 그리고 상담내역으로 구성된다. 각 데이터 테이블은 각 사용자로 로그인할 때 사용자 상태(로그인/로그아웃), IP주소 및 포트주소를 갱신하고 저장하도록 한다.

IV. 구현 및 평가

1. 시스템 구성

청진 화상상담 시스템은 Visual Studio 개발 툴을 이용하여 C++로 구현하였으며, 오픈소스용 H.263와 코덱 모듈을 활용하여 화상통신을 구현하였다[7].

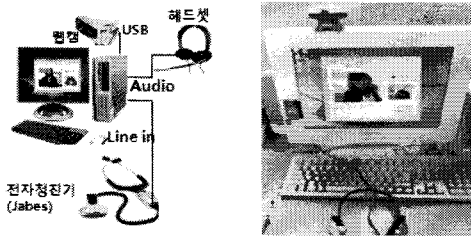


그림 9. 시스템 구성

하드웨어적인 구성은 [그림 9]에서처럼 화상상담에 필요한 헤드셋과 웹캠을 장착하고 전자청진기를 컴퓨터의 오디오단자 또는 Line in(오디오단자가 헤드셋에 의해 사용 중이라면) 단자에 연결하여 화상상담 시스템에서 제어할 수 있도록 하였다. 구현한 소프트웨어의 구성을 3가지로 나누어 볼 수 있는데 공통 기능모듈, 의사용 기능모듈, 환자용 기능모듈이 그것이다.

모니터링요원 기능모듈은 의사용과 같으므로 의사용 기능모듈에 포함시켜 표현하였다. [그림 10]에서 보면 공통으로 사용되는 하위계층 모듈에는 TCP/IP 소켓모듈과 화상통신용 H.263 코덱 라이브러리 모듈이 있고 중간계층 모듈에는 상담처리에 필요한 모듈, 로그인/자동로그인 처리모듈, 서버 에이전트의 IP주소와 포트설정, 그리고 마이크와 이어폰의 음량을 설정하는 환경설정모듈, 코덱을 이용하는 화상처리모듈과 화상전송 모듈이 있다.

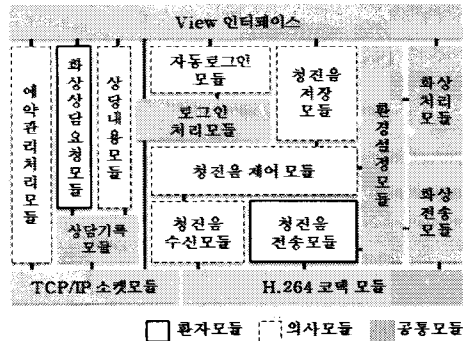


그림 10. 환자와 의사용 소프트웨어 아키텍처 구성

의사용 모듈에는 청진음을 수신하고 제어하며 저장 및 관리하는 모듈과 환자의 예약상태를 볼 수 있는 예약 관리모듈이 있다. 또 상담내역을 볼 수 있는 상담내용모듈, 로그인시 자동로그인을 할 수 있는 자동 로그인 모듈을 추가적으로 구현하였다.

2. Viewer 인터페이스



그림 11. 의사용 viewer 인터페이스

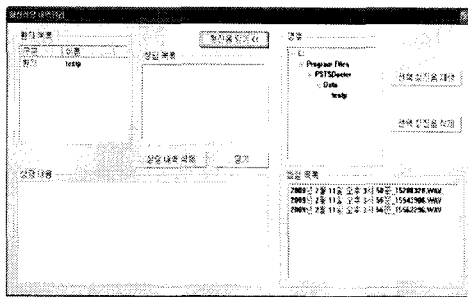
[그림 11]은 실제로 구현되어진 의사용 viewer 인터페이스이며 환자가 보이는 화면을 의사가 보이는 화면에 비해 크게 구현하여 의사가 환자를 선명히 관찰할 수 있도록 하였다. 또한 의사가 환자를 보면서 상담내역을 직접 기록할 수 있는 입력창을 하단에 만들어 내용을 기록하고 저장할 수 있게 하였다. 또 화면상단에

청진기 켜기와 청진음 녹음을 할 수 있도록 버튼을 제공하여 상담 중에도 쉽게 청진음을 실시간으로 전송하고 녹음할 수 있도록 구현하였다.

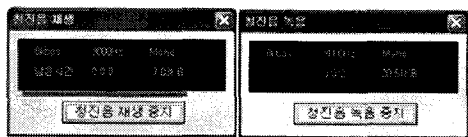


그림 12. 환자용 viewer 인터페이스

[그림 12]에서 보는 바와 같이 환자용 viewer 인터페이스에서도 청진기를 켜거나 끌 수 있도록 하였으며 청진화상상담 연결버튼으로 모니터요원을 통해 화상상담을 할 수 있도록 하였다.



(a)



(b)

그림 13. 청진음 내역 관리

의사용이나 환자용 모두 청진기를 제어할 수 있도록 한 점은 사용자 편의성을 고려한 결과이며 의사만이 청진음을 녹음할 수 있도록 한 것이다. 의사는 청진음을

환자별로 녹음하고 저장일시에 따라 재생할 수 있어야 하므로 [그림 13]에서 처럼 재생목록과 재생기능을 제공한다. 청진음을 전송하고 저장하여야 하므로 8000Hz 8bit mono 타입으로 인코딩하였다. [그림 13]의 (b)는 의사가 수신한 청진음을 재생과 녹음기능을 제공하는 화면이다. 환자로부터 전송된 청진음은 의사용 인터페이스에서 화상상담 내역관리기능을 이용하면 저장한 청진음 청취가 가능하다. [그림 13]의 (a)는 화상상담 내역관리 화면이며, 저장한 청진음의 경로와 파일을 볼 수 있다. 의사는 이 기능을 이용하여 환자목록에서 환자를 선택하고 상담 시 저장했던 상담내용과 녹음한 청진음을 들을 수 있도록 구현하였다.

V. 결론

본 논문에서는 심장질환자의 원격의료 상담을 위해 실시간 심음 전송용 화상상담 시스템의 모델을 제안하고 이를 UML기법으로 설계하여 구현하였다. 특히 화상통신에서는 H.263 코덱을 이용하여 실시간 동영상 전송을 구현하였으며 TCP소켓을 이용하여 서버에이전트와 로그인기능을 제공하였다. 본 연구를 통해서 구현한 시스템을 이용하면 심장병수술 후 퇴원 환자의 모니터링과 원격의료상담이 가능하다. 의료진의 정확한 진단을 위해 필요한 최소한의 청진음의 음질이 보장되어야 하므로 앞으로의 연구과제에서는 심음을 측정하고 전송하였을 때 이를 평가하는 실험과 분석이 이루어져야 할 것입니다. 다시 말해서 청진음의 전송전후의 음질을 비교함으로써 청진화상상담시스템의 효율성을 더욱 개선시켜 나가야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] T. Cohen, "Medical and Information technologies. converge," Engineering Medicine and Biology Magazine IEEE, pp.59-65, 2004.

- [2] W. Yuan, D. H. Guan, S. Y. Lee, and H. J. Lee, "Using Reputation System in Ubiquitous Healthcare," The Proc. of 9th IEEE Int'l Conference on e-Health Networking, pp.182-186, 2007.
- [3] D. Ziadlou, A. Eslami, and H. R. Hassani, "Telecommunication Methods for Implementation of Telemedicine Systems in Crisis," The Proc. of Broadband Communications, Information Technology & Biomedical Applications, pp.268-273, 2008.
- [4] 노하식, 서기범, 이증훈, 박장규, 정희경, 곽상태, "피부과 영역에서의 원격진료", 대한피부과학회지, 제38권, 제11호, pp.1468-1474, 2000.
- [5] 안영두, 이순흠, "SIP기반 유무선 통합 컨퍼런스 시스템 개발", 한국정보기술학회 하계학술발표논문집, pp.9-16, 2007.
- [6] 김동준, 강동기, 김주리, "전자청진기용 증폭기 회로의 개발 및 성능 분석", 산학과학연구지, 제17권, 제2호, pp.247-253, 2000.
- [7] ITU Telecom, *Video Coding for low bitrate communication*, Standard ITU-T Recommendation H.263, 1998.

조 원 희(Won-Hee Cho)

준회원



- 2006년 3월 ~ 현재 : 가천의과대학교 IT학과
- 2008년 3월 : 가천의과대학교 유-헬스케어연구소

<관심분야> : u-헬스케어, 화상통신 프로토콜

윤 영 미(Young-Mi Yoon)

정회원



- 1981년 2월 : 서울대학교 미생물학과(이학사)
- 1981년 6월 : 오하이오 주립대학 수학과(학사수료)
- 1987년 3월 : 스탠포드대학교 컴퓨터과학과졸업(공학석사)

• 2008년 8월 : 연세대학교 컴퓨터과학과 졸업(공학박사)

• 1987년 5월 ~ 1993년 5월 : IntelliGenetics Inc., California, USA, Software Engineer

• 1995년 3월 ~ 현재 : 가천의과대학교 의료공학부 IT학과 교수, u-헬스케어연구소 책임연구원

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 데이터 마이닝, 바이오인포매틱스

저자 소개

이 병 문(Byung-Mun Lee)

정회원



- 1988년 2월 : 동국대학교 전자계산학과(공학사)
- 1990년 2월 : 서강대학교 전자계산학과(공학석사)
- 2007년 2월 : 인천대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

• 1998년 3월 ~ 현재 : 가천의과대학교 의료공학부 IT학과 교수, u-헬스케어연구소 책임연구원

<관심분야> : u-헬스케어, 센서네트워크