

다수 피검자를 동시 검사할 수 있는 PC 기반 클라이언트/서버 순음청력검사 시스템 개발

송복득¹, 강덕훈¹, 이완직¹, 신범주^{1*}, 김진동², 공수근³, 이일우³, 전계록², 왕수건³
¹부산대학교 생명자원대학 바이오메디컬공학과,
²부산대학교 의과대학 의학전문대학원 의공학교실,
³부산대학교 의과대학 의학전문대학원 이비인후과교실

Development of PC-Based Client/Server Puretone Audiometer supporting Multiple Subject Concurrently

Bok-Deuk Song¹, Deok-Hun Kang¹, Wan-Jik Lee¹, Bum-Joo Shin^{1*}, Jin-Dong Kim²,
Soo-Keun Kong³, Il-Woo Lee³, Gye-Rok Jeon² and Soo-Geun Wang³

¹Department of Biomedical Engineering, College of Natural Resource and Life Science,
Pusan National University

²Department of Biomedical Engineering

³Department of Otolaryngology, Pusan National University, School of Medicine

요 약 현재의 순음청력검사 시스템은 한 명의 청각사가 한 명의 피검자를 검사하는 일대일 검사방법이기 때문에 검사에 고비용이 수반되고 피검자가 많을 경우 검사 대기시간이 길어지는 단점이 있다. 이 같은 단점을 해결하기 위하여 한 명의 청각사가 여러 피검자들의 청력검사를 동시에 진행할 수 있는 클라이언트/서버 모델의 PC 기반 청력검사 시스템을 개발하였다. 본 모델에서는 다수의 피검자 PC들이 LAN을 통해 청각사의 PC에 연결되는 구조를 가지며, 각각의 피검자들의 검사 진행상황이 실시간으로 청각사의 화면에 표시된다. 또 청각사는 필요시에 현재 진행 중인 특정 피검자의 검사 과정을 마치 일대일 검사 방법처럼 조정하는 것이 가능하다.

Abstract Current puretone audiometer takes an operation model, so called face-to-face model, in which model an audiometrist assesses only one subject at a time. Such model results in high cost and long waiting time when there exist many patients. In order to solve such a disadvantage of face-to-face model, we have developed PC-based audiometer supporting client/server model, in which model one audiometrist is able to measure several subjects concurrently. This model has an architecture like that several PCs for subjects are connected to an audiometrist's PC through LAN and each assessment process of subjects are displayed onto audiometrist's monitor in real time. And if necessary, it makes possible for audometrist to adjust the assessment progress of particular subject like as a face to face model.

Key Words : Face-to-Face model, Client/Server, PC based puretone audiometer

1. 서론

순음청력검사는 피검자가 최소 강도의 순음(pure tone)을 들을 수 있는 능력인 최소청역치를 검사하는 것이

며, 공기를 통해 전달되는 소리에 대한 인지능력을 측정하는 기도청력검사(air conduction test)와 뼈를 통해 전달되는 진동에 대한 인지능력을 측정하는 골도청력검사(bone conduction test)로 이루어진다.

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0083825)

*교신저자 : 신범주(bjshin@pusan.ac.kr)

접수일 10년 04월 13일

수정일 (1차 10년 05월 13일, 2차 10년 05월 26일)

게재확정일 10년 06월 18일

현재의 순음청력검사에서는 검사가 진행되는 동안 청각사(검사자)는 피검자와 일대일로 정해진 순서대로 원활하게 검사를 진행함으로써 정확한 검사 결과를 얻을 수 있도록 관리하고 지원한다. 그러나 한 명의 검사자가 검사의 시작부터 종료 시까지 한 명의 피검자를 담당하는 현재와 같은 순음청력검사 시스템의 운용 모델은 검사자의 생산성을 낮추어 검사 비용을 높일 뿐 아니라 피검자가 많을 경우 검사대기 시간을 증가시키는 단점이 있다. 이 같은 단점들을 해결하는 방법은 한 명의 검사자가 동시에 여러 피검자들의 검사를 진행하고 관리할 수 있는 환경을 제공하는 것이다.

본 논문에서는 사운드 카드를 가진 일반 PC를 이용하여 소프트웨어로 구현된 순음청력검사 시스템을 클라이언트/서버 모델에 기반 한 구조로 제공함으로써 한 명의 검사자가 동시에 여러 피검자들의 검사를 진행하고 관리할 수 있게 지원한다. 이 같은 환경을 사용할 경우 한 명의 검사자가 한 명의 피검자를 담당하던 환경에서 발생할 수 있는 단점인 검사 비용의 단가를 낮출 수 있을 뿐만 아니라 대기 환자가 많은 경우 피검자의 대기 시간을 줄일 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 본 논문의 연구와 연관성이 있는 연구에 대해 분석한다. 3 장에서는 본 논문에서 지원하는 시스템의 구조와 동작 모델을 나타내고, 4 장에서는 시스템의 핵심 부분에 대한 상세 설계 및 구현 내용을 다룬다. 5 장에서는 구현된 시스템의 실험 결과에 대해, 그리고 마지막 장에는 결론 및 향후 계획에 대해 기술한다.

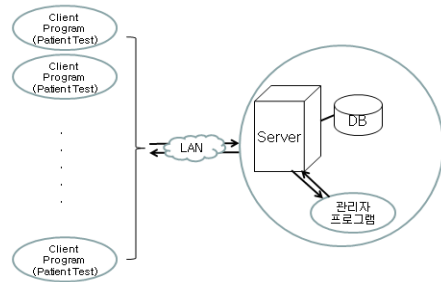
2. 관련 연구

컴퓨터의 사운드 카드와 소프트웨어를 이용한 청력검사시스템에 대한 기존 연구가 다수 존재한다. 이동훈 외 7인[3]은 기도 검사에 국한된 순음 청력 검사 소프트웨어를 개발하여 웹 기반으로 PC에서 운영될 수 있도록 한 바 있고, 김진동 외 3인[1]은 기도 및 골도 검사 기능을 가지는 PC 기반 순음청력검사 시스템을 개발한 바 있다. 신승원의 4인[4]은 PDA를 기반으로 기도청력검사 기능과 어음청력검사 기능을 제공하는 시스템을 개발한 바 있다. 또 최종민의 4인[5]은 PC기반 원격 검사 시스템을 개발한 바 있다. 그러나 이들 시스템은 PC 또는 PDA에서 소프트웨어로 구현되었지만, 기존의 전용 시스템과 동일하게 한 명의 검사자가 한 명의 피검자만을 검사할 수 있다. 따라서 먼대면 모델이 가지는 단점을 해결하지 못하고 있다.

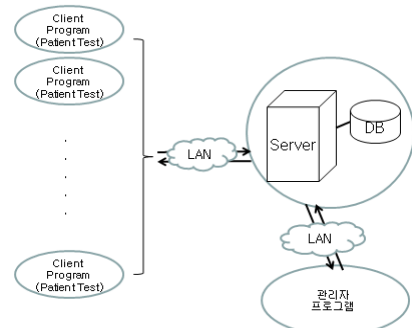
반면 본 논문의 시스템에서는 다수의 피검자가 각자의 PC에서 검사자의 진행 하에 동시에 검사를 수행할 수 있는 시스템이다. 본 시스템은 김진동 외 3인[1,6]의 순음청력검사시스템을 기반으로 하여 클라이언트/서버 모델로 동작하도록 확장하였기 때문에 기존 시스템이 갖는 장점인 협대역 차폐음 사용, 유효 차폐(effect masking) 범위에 따른 재검사 실시 기능을 그대로 제공함으로써 차폐 및 검사 결과의 정밀도를 높일 수 있다는 장점을 그대로 갖는다.

3. 시스템 구조 및 동작 모델

본 논문의 시스템은 서버를 기반으로 다수의 피검자용 순음청력검사시스템과 한 대의 검사자용 피검자 관리 시스템이 LAN(Local Area Network)을 통해 연결되는 구조를 갖는다. 이 같은 하드웨어 구조와는 별도로 소프트웨어의 동작 모델을 결정하는 것이 필요하다. 소프트웨어의 동작 모델은 크게 두 가지 방법으로 설계 가능하다. 하나는 시스템 하드웨어의 구조와 동일한 동작 모델을 제공하는 것이고, 다른 하나는 시스템 하드웨어 구조와 다른 동작 모델을 제공하는 것이다. 그림 1과 2는 각각 가능한 소프트웨어 동작에 따른 시스템 모델을 나타낸다.



[그림 1] 시스템 모델 A



[그림 2] 시스템 모델 B

그림 1은 각 피검자의 PC에 청력검사를 위한 피검자용 소프트웨어가 수행되고 있으며, 검사자의 PC에는 검사자용 소프트웨어가 수행된다. 피검자 PC는 직접 검사자 PC와 메시지를 교환하며 운영되는 모델이다. 이 같은 모델에서의 검사 관련 데이터베이스는 항상 검사자의 PC에 위치하여야 한다. 반면 그림 2의 데이터베이스는 별도의 서버에 존재하고 피검자 PC는 이 서버와 메시지를 교환하게 된다. 또한 검사자 PC도 이 서버와 접속하여 메시지를 교환하는 형태이다. 그림 2의 구조는 피검자의 메시지가 서버를 거쳐 검사자 PC에 전달되는 단점을 가지는 반면 서버와 클라이언트 간의 메시지 교환에 대한 안정성을 가지고 있다. 또 서버를 검사자 PC에 제공하는 경우 그림 1의 구조가 되므로 안정성과 유연성을 제공하는 장점이 있지만 병행 환경은 인터넷이 아닌 인트라넷을 사용하므로 네트워크의 트래픽은 문제가 되지 않기 때문에 유연성과 안정성이 우선 시 된다. 따라서 본 논문에서는 그림 2의 모델을 사용한다.

4. 설계 및 구현

순음청력검사 시스템에 필수적으로 포함되어야 할 기능은 검사음을 생성하는 기능, 양쪽 귀의 청력 차이가 특정 기준 이상일 경우 검사 귀에 검사음을 들려주는 동안 검사를 하지 않는 귀에 차폐음을 제공하기 위한 자동 차폐음의 생성, 정확한 음을 낼 수 있도록 보정하는 기능 그리고 검사 결과를 그래프 형태로 보여주는 오디오그램 및 검사 결과를 저장하고 관리하는 데이터 관리 기능 등은 가장 필수적인 기능들이다.

그러나 앞 장에서 기술한 바와 같이 본 시스템은 이미 개발되었던 PC 기반 순음청력검사 시스템[1,7]을 확장하여 구현하였다. 따라서 본 논문의 청력검사 시스템에서도 피검자용 PC에서는 동일한 기능들이 제공된다. 이러한 기본적인 기능들은 이미 구현되어 검증되었기 때문에 본 논문에서는 간단하게 기술하고, 새로운 모델을 제공하기 위하여 요구되는 기능들의 설계와 구현에 대해 집중적으로 기술한다.

4.1 기반 기능

4.1.1 순음 및 차폐음

본 논문의 시스템은 소프트웨어로 순음을 생성한다. 44100 회/초 주파수로 샘플링된 24 비트 PCM 포맷의 데이터를 필요시에 실시간으로 생성하고 재생한다. 이를 윈도우 멀티미디어 인터페이스를 사용하여 음을 재생하

기 위하여 waveOut 라이브러리들을 이용하여 구현하였다[9,10].

두 귀의 청력 차이가 이간감쇠량 이상일 경우, 청력 손실이 큰 쪽의 귀를 측정할 때 교차청취에 의해 반대측 귀에 의해 검사음이 들리게 되기 때문에 정확한 청력 측정을 할 수 없게 된다. 이를 방지하기 위하여 차폐음을 사용하게 된다. 본 논문에서는 ISO 389-4에서 규정하고 있는 협대역 차폐음을 생성하여 사용한다. 이를 위해서 Gaussian random number 생성기[11]에 의해 생성된 광대역 잡음을 second order IIR bandpass filter를 이용하여 협대역 잡음으로 변환하는 방법을 사용한다[8].

4.1.2 역치 및 차폐량 결정 알고리즘

역치 결정을 위하여 한국산업안전공단 및 British Society of Audiology에서 표준청력검사법으로 인정하는 수정상승법을 사용한다[2,7]. 수정상승법에서는 초기 순음의 강도를 30 dB에서 시작하여 피검자의 반응이 있을 때 까지 계속 20 dB씩 증가시킨 후, 피검자가 처음으로 반응하는 레벨에서 시작한다.

피검자의 첫 반응이 있을 후, 다시 반응하지 않을 때까지 계속 10 dB 낮추어 검사한다. 반응이 없는 강도에서 다시 반응이 있을 때 까지 5 dB씩을 증가시킨다. 이 같은 과정을 3 번 이상 수행하여 동일 음의 강도에서 50 % 이상의 반응이 있는 경우를 최소가청역치로 인정한다. 두 번째 측정 주파수(2KHz)부터는 앞서 검사된 주파수의 역치에 30 dB 높은 수준에서 시작하며, 10 dB 하강 그리고 5 dB 상승 과정은 동일하게 거쳐 역치를 결정하게 된다. 이 경우에도 80 dB 이상에서는 5 dB씩 증가시킨다.

차폐 상태에서 역치를 결정하기 위한 방법으로 수평차폐법[1]을 사용한다. 수평차폐법은 검사귀의 검사음을 고정시킨 상태에서 잡음을 증가시켜도 더 이상 검사귀의 역치가 상승되지 않고 수평을 이루는 차폐량을 찾아서 역치를 결정하는 방법이다.

4.2 시스템 구조 설계

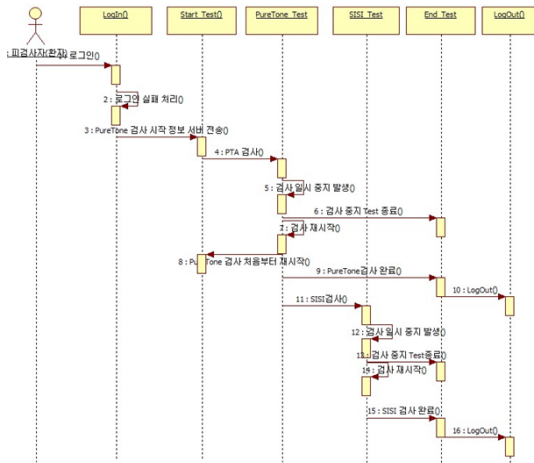
본 논문에서는 피검자가 스스로 청력검사를 수행하는 기능과 다수 피검자의 상태를 모니터링 및 일대일 대응을 할 수 있는 기능을 하는 시스템을 설계하였다. 원격으로 피검자의 검사 상태 정보 및 검사 결과를 모니터링하기 위해서 SOAP을 이용하여 메시지 교환을 원격에 있는 피검자와의 일대일 대응을 할 수 있는 기능을 구현하였다.

서버/클라이언트로 구조로 설계되는 본 시스템은 피검자가 스스로 테스트 할 수 있는 클라이언트 프로그램과

서버에서 전달받은 데이터로 피검자 상태를 실시간 모니터링 할 수 있는 검사자용 관리 프로그램으로 설계되었다.

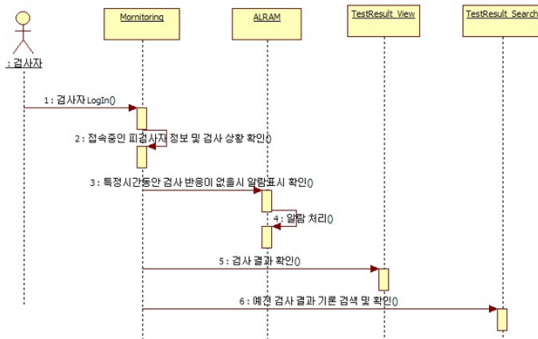
피검자가 사용하는 프로그램은 피검자의 로그인 및 검사 정보를 서버에 전송을 하면 서버가 실시간으로 검사자용 프로그램에서 확인을 하도록 동작하게 된다. 그림3과 그림4는 각각 피검자와 검사자의 동작에 대한 처리과정을 순차다이아그램으로 나타낸 것이다.

그림 3은 피검자가 청력 검사 부스에서 스스로 테스트를 하는 동작과정을 순차 다이아그램으로 나타낸 것이다. 피검자는 테스트 과정에서 문제 발생 시 도움을 요청하거나 검사 중 하나의 검사만을 수행을 할 수 있다.



[그림 3] 피검자 동작 과정에 대한 순차 다이아그램

그림 4는 검사자가 피검자의 테스트 과정을 모니터링 하는 동작과정을 순차 다이아그램으로 나타낸 것이다. 검사자는 피검자의 실시간 검사 상태를 모니터링해서 원하는 검사를 진행할 수 있도록 관리한다.



[그림 4] 검사자 동작과정에 대한 순차 다이아그램

4.3 원격 메시지 전송

4.3.1 SOAP

SOAP은 다목적으로 사용할 수 있고, 단순하고도 경량화된 메시지 교환 프로토콜이다. W3C의 권고안인 SOAP은 XML을 기반으로 하고 있어, 플랫폼 및 프로그래밍언어에 독립적이라는 특징을 가진다. 1.2가 최신 버전이며, 몇 가지 형태의 메시지 패턴을 제공하지만 원격 함수 호출 패턴을 가장 널리 사용한다[12].본 논문에서는 그림 5와 같은 SOAP 메시지 구조를 가지고 원격 서비스들 사이에 실시간으로 메시지를 교환하여 동작한다.

SOAP 기능을 구현한 많은 소프트웨어들이 존재하나 [15], Windows 운영체제 및 기타 운영체제에 구애받지 않는 오픈 소프트웨어로 제공되는 gSOAP[14]을 사용하여 구현하였다. C/C++ 인터페이스를 제공하는 gSOAP은 프로토콜의 상세 내역을 사용자에게 감추기 때문에 사용하기 쉽다. 또한 추가적인 클래스 라이브러리가 필요치 않을 뿐 아니라 성능이 뛰어나다는 장점을 가진다[13].

4.3.2 원격 함수

원격 함수는 서비스의 주체에 따라 크게 세 종류로 구분된다. 피검자가 검사를 진행하는 동안 발생하는 이벤트를 서버에 전달하기 위한 함수와 서버가 해당 이벤트를 검사자 프로세스에 전달하기 위해 호출하는 함수 그리고 검사자가 필요 시에 피검자의 추가 검사 진행 사항이나, 기존 검사 결과 데이터를 요구하는 함수들이다. 본 시스템에서 사용하는 함수를 표 1과 표2에 나타내었다. 그림 5은 특정 이벤트가 발생할 경우 호출하는 함수 호출 구조를 나타내었다.

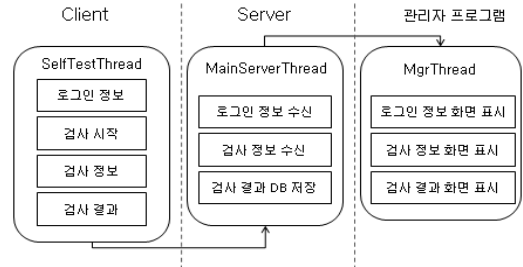
[표 1] 서버측에서 제공하는 함수

함수 명	수행 기능
SendLoginData()	Login 정보 전송
SendTestMode()	검사 방법(모드) 정보 전송
SendTestInfo()	검사 진행 상태 정보 전송
SendTestResult()	검사 결과 전송
SendHelpRequest()	환자가 검사 도중 Help 버튼 선택 시 Help 요청 정보 전송
SendTestTimeout()	환자가 일정 시간 이상 검사에 응하지 않을 경우 정보 전송
SendResultSearch	환자 검사 결과 정보 검색 전송

[표 2] 검사자 측에서 제공하는 함수

함수 명	수행 기능
RequestLoginData()	Login 정보 관리자 모드 화면 표시
RequestTestMode()	검사 방법(모드) 관리자 모드 화면 표시
RequestTestInfo()	검사 진행 상태 정보 관리자 모드 화면 표시
RequestTestResult()	검사 결과 관리자 모드 화면 표시
RequestHelp()	환자가 검사 도중 Help 요청 정보 관리자 모드 화면 표시
RequestTestTimeout()	환자가 일정 시간 이상 검사에 응하지 않을 경우 정보 관리자 모드 화면 표시

에 표시하기 위해 MgrThread가 동작을 한다. 그림6은 각 프로그램의 쓰레드 기능 및 구성에 대해서 나타낸 것이다.



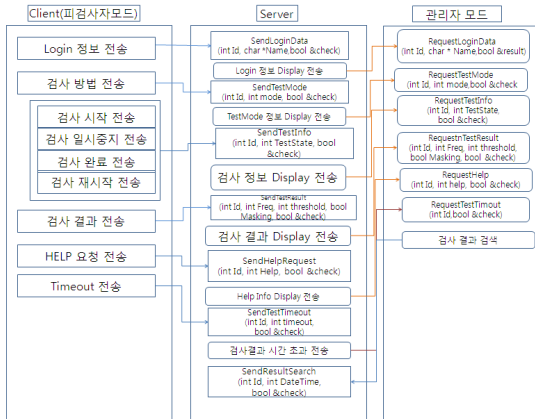
[그림 6] 각 프로그램 쓰레드의 구성

4.4 사용자 인터페이스

4.4.1 피검자모드

피검자가 사용하는 프로그램은 검사에 도움을 줄 수 있는 동영상 정보 제공 및 피검자가 상황에 따라서 검사 시작, 일시 중지 등의 기능을 수행할 수 있도록 설계하였다.

그림 7은 피검자가 검사를 진행하는 화면으로 피검자의 필요에 따라 검사 방법 및 검사 동작에 대한 기능을 수행할 수 있도록 구현하였다.



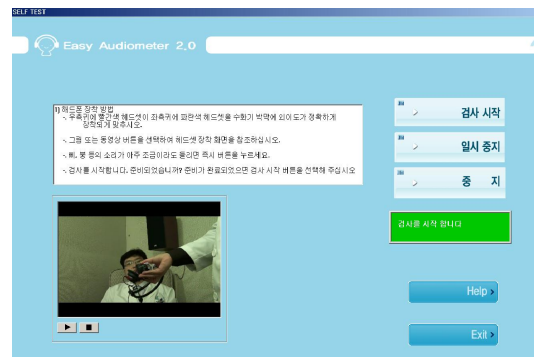
[그림 5] 피검자, 서버, 검사자 모드 상호간의 함수 호출 구조

4.3.3 쓰레드 구성

본 논문에서 구현한 서버/클라이언트 구조의 프로그램은 피검자가 스스로 검사를 진행하면 실시간으로 서버에 로그인 및 검사 정보를 전송하는 기능과 검사자에서 피검자의 상태를 모니터링하는 기능으로 구현하였다. 이러한 동작을 위해서 3개의 쓰레드로 구성된다.

피검자용 클라이언트 프로그램에는 SelfTest Thread가 동작을 하는데 이 쓰레드는 피검자의 로그인정보, 스스로 검사를 진행하는 검사 정보등을 실시간으로 서버에 전송을 한다. 서버측에서는 피검자가 보내는 데이터와 검사자용 프로그램에 전송하는 데이터를 전송 및 DB에 저장하기 위해서 MainServerThread가 동작한다.

검사자측의 관리자 프로그램에서는 피검자의 클라이언트 프로그램에서 전송되는 실시간 검사 정보들을 화면

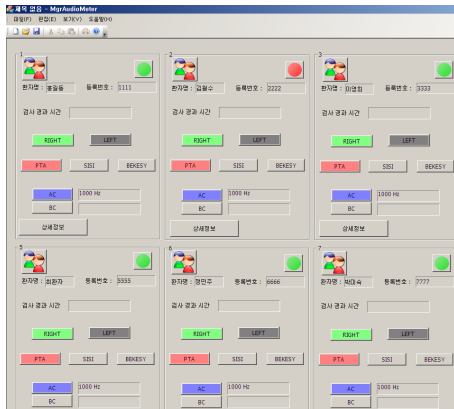


[그림 7] 피검자측 검사 진행 화면

4.4.2 검사자모드

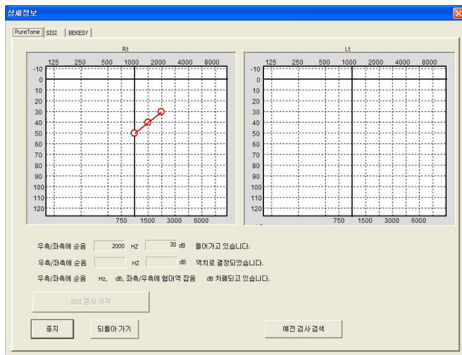
검사자는 원격 검사실에서 접속되는 다수 사용자의 검사 상태를 관리자 프로그램에서 실시간으로 모니터링을 할 수 있다. 실시간 모니터링 검사가 진행되는 동안 검사 시간의 장시간 소요 및 피검자가 검사시 발생하는 비상 요청 사항을 인지 할 수 있도록 설계 하였다.

그림 8은 접속된 다수의 피검자가 검사를 수행하는 과정을 나타내고 있다.



[그림 8] 다수 피검자의 검사 진행사항 모니터링화면

그림 9는 피검자와의 일대일 대응을 위한 검사 진행 상세정보를 관리자가 모니터링하는 기능으로 정상적으로 검사가 진행될 경우 녹색 램프가 동작되고 검사에 문제가 발생했을 경우 적색 램프가 동작된다. 적색 램프는 피검자가 일정 시간이 경과해도 검사를 수행 하지 않거나 피검자가 검사자에게 도움을 요청을 했을 경우 동작한다. 또한 실시간으로 진행되고 있는 검사 정보를 Audiogram 및 검사 정보창에서 확인할 수 있으므로 피검자의 검사 상태에 따라 검사 진행을 중지하거나 피검자의 과거 검사 정보를 검색하여 피검자의 청력 상태를 확인할 수 있는 기능을 제공한다.



[그림 9] 피검자의 검사 진행 상태에 대한 상세 정보 화면

5. 시험 및 결과 평가

5.1 시험 환경 및 결과

구현된 시스템의 서버와 클라이언트 개발 프로그램한 경은 MicroSoft사의 VisaulStudio 2008이고 운영체제는 MicroSoft사의 Windows2003 Server와 WindowsXP에서

동작한다. 네트워크 환경은 100Mbps 스위칭 허브 환경에 접속 클라이언트 시스템은 2GHz CPU 및 메인 메모리로 동작하였다. 시스템의 데이터 전송에 대한 송수신확인은 오픈소스인 네트워크 모니터링 툴[16]을 이용하여 다수 클라이언트가 접속을 해서 서버에 데이터 전송 및 검사 자동 프로그램에 데이터 송수신 되는 과정을 확인하였다. 그림 10은 8대의 분산된 컴퓨터에서 클라이언트가 각각 서버에 접속해서 데이터 송수신하는 과정을 네트워크 모니터링 프로그램을 이용하여 측정한 화면이다.

No. -	Time	Source	Destination	Protocol
5379	1327.673010	164.125.234.185	164.125.233.178	TCP
5380	1325.675788	164.125.234.185	164.125.233.178	TCP
5381	1325.675796	164.125.233.178	164.125.234.185	TCP
5384	1327.294505	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5385	1327.294560	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5386	1327.294895	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5387	1327.295012	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5388	1327.295447	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5389	1327.296062	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5390	1327.296076	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5391	1327.296968	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5392	1327.296790	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5393	1327.296605	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5394	1327.260520	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5395	1327.260549	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5396	1327.260869	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5397	1327.261227	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5398	1327.261427	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5399	1327.261921	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5400	1327.261933	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP
5401	1327.262430	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5402	1327.262646	164.125.234.180	164.125.233.178	TCP
5403	1327.262656	164.125.233.178	164.125.234.180	TCP

[그림 10] 클라이언트 프로그램들의 접속 화면

네트워크 트래픽 측정결과와 평균 초당 데이터는 1Kbyte로 데이터의 송수신이 원활하게 진행되는것을 알 수 있다. 그림 11은 네트워크 트래픽에 대한 평균 값과 패킷 사이즈를 나타내고 있다. 다수의 이용자의 테스트 현황을 원활하게 모니터링할 수 있음을 그림 10와 그림 11에서 볼 수 있다.

Traffic	Captured	Displayed
Avg. bytes/sec	1450,503	337,951
Avg. MBit/sec	0,012	0,003
Avg. packet size	358,834 bytes	172,891 bytes
Avg. packets/sec	4,042	1,955
Between first and last packet	1445,970 sec	924,435 sec
Bytes	2097383	312414
Packets	5845	1807

[그림 11] 네트워크 트래픽 측정 화면

6. 결론 및 향후 계획

본 논문은 LAN으로 연결된 PC를 기반으로 다수 피검자가 동시에 청력을 검사할 수 있는 순음청력 검사 시스템의 개발에 관해 기술하였다. 클라이언트/서버 모델을 사용하는 본 시스템은 한 명의 검사자가 다수의 피검자의 검사 진행 상황을 인지할 수 있으며, 필요 시에 피검자의 검사 진행 상황을 조정할 수 있는 기능을 제공하고 있다. 따라서 현재의 순음청력검사 시스템과 같이 한 명

의 검사자가 한 명의 피검자를 검사하는 일대일 검사 방법이 갖는 고비용 및 검사 대기 시간이 길어지는 문제를 해결할 수 있을 것으로 판단한다.

본 시스템은 현재 텍스트 처리를 기반으로 하여 피검자의 검사를 진행하고 진행 상황을 판단하고 있다. 이 같은 환경은 필요에 따라 영상과 음성의 수단을 사용하여 피검자의 검사 진행을 관리하는 것이 요구되는 상황이 있을 수 있다. 본 시스템에 피검자와 검사자 사이에 영상과 음성을 전달할 수 있는 기능을 제공하는 것은 향후 계획들 중 하나이다. 또 인터넷을 기반으로 하는 원격 검사 기능을 제공하는 것도 향후 계획에 포함된다.

참고문헌

- [1] 김진동, 신범주, 전계록, 왕수건, “다중모드 지원 자동차패 순음청력검사 시스템 개발”, 한국산학기술학회논문지. 2009.7
- [2] 한국산업안전공단, “순음청력 검사에 관한 지침”, 한국산업안전공단, 2006.10.
- [3] 이동훈외 7인, “자동차패가 가능한 웹 기반하 디지털 기도순음청력기기의 개발”, 대한이비인후과학회지, 제 50권 10호, 2007.[그림 2] 시스템 모델 B
- [4] 신승원의 4인, “음압 보정을 통한 이동형 청력 검사 시스템의 구현”, 전기학회논문지 제56권 6호, 2007.
- [5] Jong Min Choi et. al., "PC-Based Tele-Audiometry", Telmedicine And E-Health Vol. 13 No 5, 2007.
- [6] 강덕훈, 송복득, 신범주, 이광호, 김진동, 전계록, 왕수건, “PC기반의 SISI검사 소프트웨어 개발”, 한국산학기술학회논문지.2010.2.28 Accepted
- [7] British Society of Audiology, "Pure tone air and bone conduction threshold audiometry with and without masking and determination of uncomfortable loudness levels", BSA, Mar. 2004.
- [8] G. D. Hillman and J. E. Lane, "Real-Time Determination of IIR Coefficients for Cascaded Butterworth Filters", International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing, pp. 1353-1356, 1989.
- [9] Darkoman, "CWave - Simple C++ Class to Manipulate Wav Files", <http://www.codeproject.com/KB/audio-video/CWave.aspx>, 2008.
- [10] Toby Opferman, "Playing .Wav files using the Windows Multi-Media Libray", <http://www.codeproject.com/KB/audio-video/wavefiles.aspx>, 2004.
- [11] David B. Thomas and at. el, "Gaussian Random Number Generators", ACM Computing Surveys, Vol.

39, No. 4, 2007.

- [12] W3C, "SOAP Version 1.2", <http://www.w3c.org/TR/soap12-part1~3>, 2007.
- [13] Sourceforge, "The gSOAP Toolkit for SOAP Web Services and XML-Based Applications", <http://gsoap2.sourceforge.net/>
- [14] Robert A. van Engelen and Kyle Gallivan, "The gSOAP Toolkit for Web Services and Peer-To-Peer Computing Networks", IEEE CCGrid2002, 2002.
- [15] SOAPClient, "Tools and Source Code for SAOP", <http://soapclient.com/SourceCode.html> WIRESHARK, "<http://www.wireshark.org>"

송 복 득(Song Bok Deuk)

[정회원]



- 2004년 2월 : 동서대학교 소프트웨어전문대학원 소프트웨어학과 (공학석사)
- 2009년 8월 ~ 현재 : 부산대학교 대학원 바이오메디컬공학과 (공학박사과정)

<관심분야>

영상신호처리, 머신 비전, 메디컬 소프트웨어 응용

강 덕 훈(Kang Deok Hun)

[준회원]



- 2009년 8월 ~ 현재 : 부산대학교 대학원 바이오메디컬공학과 (공학석사과정)

<관심분야>

영상신호처리, 메디컬 소프트웨어 응용

이 완 직(Wan-Jik Lee)

[정회원]



- 1992년 2월 : 경북대학교 통계학과 학사
- 1994년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 석사
- 2007년 8월 : 경북대학교 컴퓨터공학과 박사
- 1997년 3월 ~ 2005년 2월 : 밀양대학교 정보통신공학부 교수
- 2006년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 바이오메디컬공학과 교수

<관심분야>

센서 네트워크, 메디컬 소프트웨어 응용

김 진 동(Kim Jin Dong)

[정회원]



- 2006년 2월 : 부산대학교 대학원 의학과(의학석사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 대학원 의공학협동과정
- 1999년 5월 ~ 현재 : 부산대학교 병원 이비인후과

<관심분야>

신호처리, 생체계측, 의공학

신 범 주(Bum Joo Shin)

[정회원]



- 1991년 2월 : 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)
- 1998년 8월 : 경북대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)
- 1987년 3월 ~ 2002년 2월 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 2006년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 바이오메디컬공학과 부교수

<관심분야>

센서시스템, 메디컬 소프트웨어 응용

공 수 근(Kong Soo Keun)

[정회원]



- 2001년 8월 : 부산대학교 대학원 의학과(의학석사)
- 2010년 2월 : 부산대학교 대학원 의학과(의학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 의학전문대학원 조교수

<관심분야>

전 계 록(Gye Rok Jeon)

[정회원]



- 1982년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)
- 1993년 2월 : 동아대학교 대학원 전자공학과 (공학박사)
- 1985년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 의과대학 의학전문대학원 교수

<관심분야>

의용계측, 영상신호처리, 생체시스템 모델링

이 일 우(Lee Il Woo)

[정회원]

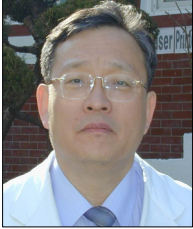


- 1999년 2월 : 부산대학교 대학원 의학과(의학석사)
- 2005년 2월 : 부산대학교 대학원 의학과(의학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 의학전문대학원 부교수

<관심분야>

왕 수 건(Soo Geun Wang)

[정회원]



- 1981년 2월 : 부산대학교 대학원 의학과(의학석사)
- 1988년 2월 : 부산대학교 대학원 의학과(의학박사)
- 1987년 10월 ~ 현재 : 부산대학교 의학전문대학원 교수

<관심분야>