

원격 난청진단 및 진단용 데이터 생성 프로그램 개발

김호진, 이세웅, 김경훈, 남지승
전남대학교 컴퓨터공학과
e-mail:zero76@hanmail.net

The Development of Program for Remote Hearing Diagnosis and Generate Data

Ho-Jin Kim, Se-Ung Yi
Kyoung-Hoon Kim, Ji-Seung Nam
Dept of Computer Engineering, Chonnam National University

요약

난청은 주위에서 흔히 볼 수 있는 병리적 현상이지만 현재로서는 난청도를 진단하기 위해서 병의원을 찾아 진단을 해야만 한다. 또한 실제로 병원에서 진단하는 과정은 매우 간단하며 이는 PC기반의 프로그램을 개발 함으로써도 진단이 가능할 정도이다. 이에 본 논문에서는 원격지에서 인터넷을 통해 난청자가 자신의 난청도를 진단할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 기본적으로 일정한 데이터 파일의 주파수 변조를 통해 각 주파수 영역별 난청정도를 스스로 진단 할 수 있으며, 필요에 따라서는 음성 녹음한 후 주파수 변조를 통해 진단용 파일을 생성하여 진단 및 교육을 할 수 있다. 진단후 결과는 데이터 베이스로 저장이 되며, 진단용 음성 파일 또한 데이터 베이스로 보관된다. 또한 본 프로그램은 대화형식의 진행으로 구성되어 일반 사용자에게 편리한 인터페이스를 제공한다.

1. 서론

최근 몇년사이 인터넷이 각 가정마다 보급되면서 인터넷을 통한 수 많은 서비스들이 등장하고 있다. 그 중에서도 원격 진료 시스템의 경우 기존의 OffLine상으로도 가능하던 의료행위를 OnLine상으로도 할 수 있다는 가능성을 제시해 주었고 이미 몇 개의 사이트가 원격의료정보 서비스를 실시하고 있다. 이러한 대부분의 의료정보 시스템들은 문자 기반 및 멀티미디어 데이터를 통해 의료정보를 전달하는 서비스를 제공할 뿐 일반적인 사용자들이 의료시스템에 기대하는 정보획득과 원격진단이라는 두 가지 모두를 만족시켜주지 못하고 있는게 현실이다. 반면 원격진단을 제공하는 일부 시스템들 또한 사용자가 만족할 만큼의 서비스를 제공해 주고 있지 못하는 실정이다. 본 논문에서는 "원격 난청 진단/교육 시스템"을 모델로 삼았는데 그와 비슷한 난청진단 관련 시스템의 예를 들어보면 순음 청력검사 부분만의 서비스를 제공^[1]하며 그 검사 역시 실행환경

에 너무 의존적이며 독립성이 보장되지 못해 결국 그 결과를 신뢰할 수 없게 되어있다.

일반적으로 난청이란 청각기관의 이상으로 인하여 소리를 잘못듣게 되는 현상을 말하는데 그 종류에는 전음성, 감각성, 혼합성 난청이 있다.^[2] 전음성 난청이라 함은 소리의 증폭 및 전달부분에 문제가 있을 경우를 말하며 감각성 난청이란 신경경로에 이상이 생겨 발생하는 난청을 말한다. 그리고 이 두 가지 모두 발생한 경우를 혼합성 난청이라고 한다. 사람의 가청 주파수는 200 ~ 20000Hz 사이이며 사람의 귀는 200 ~ 5600Hz에서 소리의 시각적인 변화나 주파수의 변화등에 민감하고 가장 잘 반응을 한다. 하지만 위와 같은 난청이 발생하였을 경우 가청 주파수 영역에서도 전체적인 음성을 정확히 청취하지 못하는 경우가 발생하기도 하며 부분적 즉 특정 주파수 대역을 제대로 듣지 못하는 경우도 있다. 하지만 이러한 영역에서의 자극의 인식에 도움을 주기위해 "원격 난청 진단/교육 시스템"과 같은 시스템 사용

하여 정보의 증폭 및 교정 기능을 통한 정확한 검사와 교육으로 도움을 줄 수 있다. 위 시스템의 목적은 보다 정확한 난청의 진단과 교육에 있다. 이를 위해서는 정확한 검사용 데이터와 교육용 데이터가 필요하게 되는데 본 논문에서는 정확한 진단을 위한 프로그램과 진단 및 교육을 위한 데이터 생성 프로그램을 개발하였으며 전체 시스템과의 구조는 그림 1과 같다.

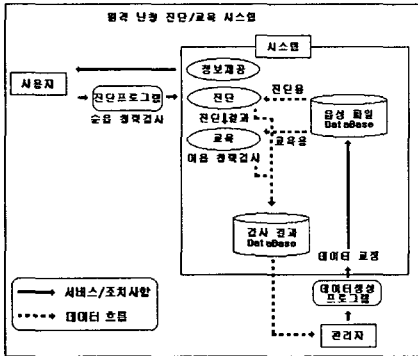


그림 1. 원격 난청 진단/교육 시스템 구조도

그림 1에서 보듯이 사용자는 난청 진단용 프로그램을 통해 전체시스템에서 진단 서비스를 받게 되며 이 검사 결과는 데이터베이스에 저장되어 관리자에게 알려진다. 관리자는 사용자의 상태에 따라 진단용 및 교육용 데이터를 데이터 생성 프로그램을 통해 생성하여 음성파일 데이터베이스에 저장하게 된다. 이렇게 저장된 진단/교육용 데이터는 차후 사용자에게 서비스를 제공할 때 사용되며 교육용 데이터는 사용자의 교정 진도에 따라 수시로 갱신된다.

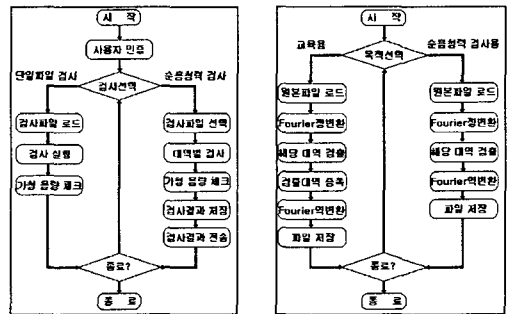
2. 진단을 위한 데이터 획득 및 가공

정확한 난청 진단을 위해서는 정확한 진단용 데이터가 필요하게된다. 이런 진단용 데이터의 획득은 정확한 발음의 음성신호의 녹음을 통해 이루어질 수도 있으며, 일정한 기계음("Beep"음)과 같은 음으로도 획득할 수 있을 것이다. 일정한 기계음을 사용하는 경우는 특정 발음을 이해하는가를 측정하기보다는 단순음을 이용해 주파수 대역별 신호를 인식하는가를 측정하는데 주로 사용된다. 즉, 각 주파수 대역별로 음을 들려주면서 음을 인식하는 음량의 크기를 측정하는데 사용된다. 이 같은 난청진단을 프로그램으로 구현하기 위해서는 진단용 데이터를 음성 파일로 저장하여야 하는데 본 프로그램 제작시에는 진단용 데이터를 WAVE파일 형태로 저장을 하였다.

일반적인 사람의 음성을 PCM 변환^[3]하여 저장할

때 Sampling Bit = 8Bit, Sampling Frequency = 8KHz 수준으로 저장하며, 음악을 저장할때는 Sampling Bit = 16Bit, Sampling Frequency = 44KHz 수준으로 저장을 하는 것에 착안하여 진단용 파일 저장시 Sampling Bit = 8Bit, Sampling Frequency = 22KHz로 생성하여 저장 하였다.

하지만 이렇게 획득된 데이터는 단순한 재생을 통해 검사를 수행할 수는 없다. 이는 주파수 영역별로 검사가 이루어져야하기 때문인데 이를 위해서는 진단용 데이터를 주파수 영역별로 구별해 해당 주파수 영역에 대한 음량을 높여주어 저장하는 과정이 있어야 한다. 이러한 일련의 데이터 생성과정과 검사과정들을 보면 그림 2과 같다.



검사과정

생성과정

그림 2. 진단용 데이터 검사/생성 과정 블록도

그림 2와 같이 PCM으로 Encoding되어있는 진단용 데이터를 변환하기 위해서는 Fourier Transform^[4] 함수가 필요하며 해당 함수는 별도 제작하였다. Fourier Transform 함수는 시간과 주파수영역의 신호는 Fourier transform을 통하여 서로간의 domain으로 변환이 가능한 함수로 이것은 하나의 신호가 무한한 정현파들의 합으로 표현할 수 있다는 Fourier 정리를 기본으로 하여 이루어진다. 시간을 변수로 하는 f(t)와 주파수를 변수로 하는 다음과 같은 식을 통해 서로 변환이 가능하다.

$$f(t) = \frac{1}{2\pi} \int F(w)e^{j\omega t} dw$$

$$F(w) = \int f(t)e^{-j\omega t} dt$$

사람이 시간영역에서 관찰할 수 있는 시간은 제한되어 있으므로 이러한 문제점을 해결하고 보다 해석적으로 신호를 분석하기 위하여 Fourier transform을 행한다. Fourier transform을 하게 되면 시간영역의 함수들이 주파수 영역의 함수로 변경되기 때문에 하나의 주파수 성분에 대해 선스펙트럼으로 나타나

므로 이해 및 변조하기가 쉽다. 본 논문에서 제작한 Fourier transform 함수는 이러한 기본기능을 하게되며 Fourier transform된 후 주파수 영역의 함수로 변형된 결과를 각 주파수 대역별 기준에 따라 해당 주파수 대역을 추출하게 된다. 이렇게 획득된 데이터의 주파수 분류는 여러 단계의 주파수 대역으로 나눌 수 있는데 본 프로그램에서는 현재 이비인후과에서 난청검사시 적용하는 순음 청력 검사 기준^[5]에 따라 11단계로 나누었다.

또한 “난청 진단/교육 시스템”이 정확한 검사서비스 제공을 위해서는 검사 데이터 생성은 전문가에게 맡겨져야 한다. 이를 위하여 검사 프로그램과 검사 데이터 생성 프로그램을 분리시켜 제작하였다. 음량 조절에 관한 기준 역시 현재 실시되고 있는 병원 검사에 기반을 하였으며 시스템과 별개의 프로그램 자체 볼륨 조절이 아닌 프로그램의 볼륨 조절이 시스템 볼륨을 직접 제어하게 되는 방법을 사용함으로써 출력 디바이스가 일정 수준이라는 전제하에 각 시스템에서 음량의 조절은 모두 동일하게 제어된다. 출력장치로는 볼륨이 조절 되는 일반 스피커가 아닌 Line Out을 통한 개별 음량 조절 장치가 존재하지 않는 헤드폰을 사용하여 오직 시스템 내부의 음량 조절만 가능케 함으로써 정확성과 독립성을 보장한다.

획득된 데이터를 주파수별 조작을 위한 검사 데이터 생성 프로그램의 인터페이스는 그림 3과 같다.

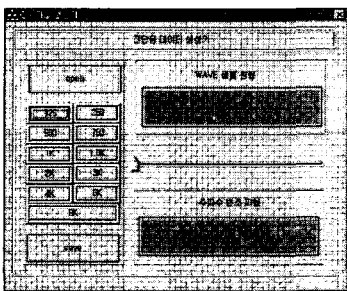


그림 3. 진단용 데이터 생성기

이미 획득된 소스 데이터를 프로그램으로 로드한 후 변환하고자 하는 주파수 대역을 선택하게 되며, 선택된 소스 데이터 파일은 Fourier Transform 함수를 통해 PCM 코드가 임혀져 주파수 영역으로 변환되게 되며, 변환된 후 해당 주파수 대역의 데이터를 추출하게 된다. 이렇게 추출된 검사용 데이터는 Fourier Transform 함수를 통해 역변환되어 하나의 파일로 저장되게 된다. 이렇게 11단계의 검사파일이

검사 데이터 생성 프로그램을 통해 생성되며 이는 진단 프로그램을 통해 사용되게 된다.

3. 난청 진단

진단 프로그램을 이용한 난청진단방법은 회원 인증 후 먼저 프로그램이 제공하는 진단용 데이터 선택하고 선택한 데이터의 각 주파수별로 검사가 이루어진다. 프로그램 인터페이스는 그림 4와 같다.

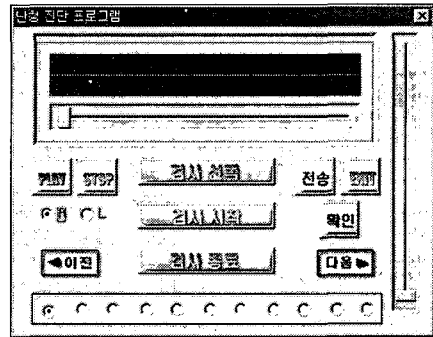


그림 4. 난청 진단 프로그램

본 프로그램에서 기본으로 삼고있는 진단 방법은 바로 순음 청력검사 방법이다. “Beep”음과 같은 음을 주파수 대역별로 들려주면서 과연 몇 db까지 소리를 높여야 들리는가를 측정하는 것이다. 순음 청력검사 방법에는 검사 주파수 대역을 점차 고주파로 높여 가면서 역치값을 찾아내는 상승법과 고주파에서 점점 저주파대역으로 낮춰가며 역치값을 검사하는 하강법이 있는데 본 난청 진단 프로그램은 상승법을 기본으로 하나 검사받는 주파수 대역의 순서를 바꿔서 검사를 함으로써 하강법 검사도 가능하다.

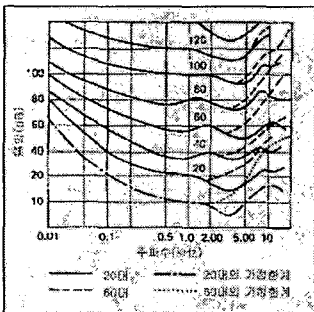
진단 시 “검사 선택” 버튼을 누르면 어느 진단용 데이터를 통해 난청 진단을 할 것인가를 선택하게 된다. 선택된 검사 데이터는 각자 11단계의 파일로 이미 저장되어 있으며 다음 단계로 검사가 넘어갈 때마다 해당 단계의 파일이 자동으로 로딩되어 사용자가 플레이시키면 검사 파일이 재생되게 된다. 재생중 사용자는 자신이 충분히 들리는 범위까지 볼륨을 높이게 되며 정상적으로 들리게 되면 해당 볼륨의 음량을 체크하게 된다. 그리고 체크된 음량은 내부 변수에 차례로 저장되게 된다. 이렇게 11단계의 주파수 대역별로 검사가 끝나게 되면 데이터 베이스로 검사 결과를 전송하게 된다.

검사중 해당 파일은 그래프로서 Display되게 되고 현재 전체파일의 어느 정도까지 진행이 되어 가는지 슬라이더로 표시하게 된다.

어음 청력검사의 경우 일정한 단어나 문장을 듣고 어떤 단어/문장 인지를 맞추는 검사를 말하는데, 이 부분은 웹 서비스 상에서 교육부분에서 교육을 통한 검사를 실시하게 된다. 즉 사용자에게 일정 단어/문장을 듣게 하고 어떤 단어/문장이었는지를 맞추게 함으로써 반복교육을 시킴과 동시에 어음에 대한 청력 검사로도 사용할 수 있게된다.

4. 진단결과 활용

프로그램을 통한 진단 후 결과는 데이터 베이스로 전송이 되는데 진단된 결과는 각 주파수별 음량의 수치로 저장이 된다. 저장된 결과는 그림 5와 같은 기준에 비교하여 검사를 받은 사람의 난청정도를 측정하게 해준다. 측정된 결과에 따라 교육의 수준을 결정해 "원격난청 진단/교육 시스템"에서 교육을 실시하며, 만약 측정된 결과가 심각한 난청일 경우 시스템은 전문의와 직접적인 상담을 제안할 것이다.



음량(db)	대화기준	일상기준	난청도
0~20	속삭이는소리	바람	정상
20~40	조용한 대화	시계	경도
40~60	평상시 대화	자동차내부	중도
60~80	큰 말소리	지하철내부 레스토랑	중고도
80~100	약간 떨어져 외치는 소리	기차 오토바이	고도
100~120	귀에 대고 외치는 소리	비행기 제트엔진	심도

그림 5. 연령별 가청 한계 및 음량별 기준표

또한 특정 부분의 주파수 대역을 청취하는데 어려움이 있다면 어음 청력 검사 실행 시 사용되는 데이터 파일을 생성할 때 사용자의 취약 주파수 대역만을 증폭시켜 데이터를 생성할 수 있다. 이런 방식으로 생성된 어음 청력 검사용 데이터 파일은 사용자에게 따라 Wave파일 데이터 베이스로 저장이 되며, 난청 교정 정도에 따라 취약 주파수 대역의 데이터 증폭의 정도를 점점 감소시켜 교육 및 어음 청력 검사에 사용할 수 있게된다. 이러한 순차적인 어음 청력

검사를 위한 자료는 사용자의 특성에 따라 제작되므로 기존의 취약 주파수 대역에 교정을 가하지 않은 데이터를 이용한 어음 청력 검사나 교육보다 효율적이고 단계적인 검사 및 교육이 이루어 질 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 원격지에서 난청검사를 하기 위한 프로그램을 개발하였다. 원격지에서 보다 정확한 검사를 위해서 진단용 데이터를 획득하고 획득한 데이터를 각 주파수 대역으로 추출하여 검사를 위한 데이터로 가공하게 된다. 기본적인 검사방법은 순음 청력검사에 준하며 순차적 어음 청력검사를 위한 데이터도 생성할 수 있다. 가공된 데이터는 보다 정확한 진단을 보장하고 순차적인 검사 및 교육은 난청자의 교정을 돕는데 보다 단계적인 서비스를 제공하게 된다. 또한 외부 출력 디바이스가 일정하다는 가정하에 시스템 내부의 출력은 일괄적으로 프로그램 내에서 조절 가능하게 함으로써 출력 음압의 시스템 독립성을 보장하였다.

이러한 검사 데이터 획득 및 가공과 시스템 독립적인 난청 검사 프로그램은 기존의 어떠한 의료정보 서비스에서보다도 정확한 검사를 할 수 있게 된다. 하지만 진단 데이터 인코딩시 샘플링 비트와 샘플링 주파수에 관한 연구가 더욱 활발히 이루어져 시스템과 네트워크에 부담을 주지 않은 최적의 품질수준이 결정되고 진단 데이터가 생성되고 변환된다면 보다 나은 수준의 진단이 이루어지게 될 것이다. 또한 완전 시스템 독립적인 출력이 이루어질 수 있는 출력방법이 제안된다면 병의원을 직접 찾지 않아도 될만큼 수준의 서비스가 제공될 수 있을 것이다.

참고문헌

[1] www.hearing.co.kr
 [2] Hirsh. I.J. et al "Development of Material for Speech Audiometry, The j. of speech and Hearing Disorders. Vol 17"
 [3] H.Nakajima, T.Doi, J.Fukuda, A.Iga "Digital Audio Technology", Tab Books Inc
 [4] R.E. Ziemer, W.H.Tranter "Principles of Communications", 4th Ed, John Wiley & Sons Inc
 [5] 함태영, "난청환자의 한국어음에 대한 명료도에 관한 연구", Journal of Korean Otolaryngological Society Vol 6