

PDA 기반의 청력 검사를 위한 데이터베이스 구성

Database Structure for PDA Based Audiometric System

*신승원, *김경섭, *윤태호, *한명희, **이상민
 *S. W. Shin, *K. S. Kim, *T. H. Yoon, *M. H. Han, **S. M. Lee

Abstract - In this study, we tried to implement a PDA (Personal Digital Assistant)-based audiometric system to test hearing disorder. Due to the inherent handy nature of PDA system, our hearing test system can be easily performed in a local environment and consequently the measured audiometric data are stored and queried via a built-in a PDA database system.

Key Words : PDA, Audiometric System, Database

1. 서 론

현대인들은 일상 생활에서 많은 소음 속에 노출되어 있다. 그로 인하여 청력 손실을 입은 사람들이 많아지게 되고, 자연스레 청각에 대한 사람들의 관심이 높아지고 있다. 일반적으로 청력의 손실은 서서히 진행되어, 사람들은 청력 감퇴가 진행되고 있다는 사실을 피부로 인식하기가 힘들게 된다. 이러한 현상으로 인하여 청력 손실을 입은 사람들이 보청기를 착용하는 적정 시기를 놓치기 쉽고, 중이염이나 고막천공 등의 큰 질병으로 진행되는 위험에 노출되어 있다. 결과적으로 청력 검사를 통하여 청각 손실을 초기에 검진할수록, 청력 감퇴에 따른 보청기 착용의 효율성을 높일 수 있고 질병의 유무도 쉽게 파악할 수 있다. 그러나 많은 현대인들은 시간을 내어 병원을 방문하여 청력 검사를 받기가 힘들고, 간단한 청력 검사를 받기 위하여 매년 병원을 방문한다면 비용 면에서도 비효율적이다. 그러므로 어디에서든지 간편하게 청력 검사를 수행할 수 있는, 이동성을 갖춘 청력 검사 시스템(Audiometry System)이 필요하다. 본 논문에서는 병원의 차폐실 이라는 특수한 환경에서 청력 검사를 시행하는 기존의 청력 검사 시스템(Audiometry system)을, 이동형 컴퓨터 단말기로서 각광을 받고 있는 PDA (Personal Digital Assistant)를 이용하여 사용자가 청력을 쉽게 검진할 수 있는 '이동형 청력 검사 시스템'을 구축하고, 또한 환자 정보와 검사 결과를 효율적으로 저장하고 관리하기 위한 데이터베이스를 구축하고자 하였다.

2. 이론적 배경

2.1 순음 청력 검사의 정의

순음 청력 검사(Pure tone audiometry)란 음차, 즉 소리굽쇠에서 발생하는 것과 같은 순음을 전기적으로 발생시켜 각 주파수에 따라 음의 강도를 조절하여 청각의 청력 역치를 측정하는 검사이다.

2.2 청력 측정법

청력 측정은 좋은 귀를 먼저 검사하고 나쁜 귀를 나중에 검사하지만, 좋고 나쁨의 차이가 없으면 오른쪽 귀를 먼저 검사하는 것이 원칙이다. 청력 측정시 검사하는 주파수의 순서는 듣기에 제일 편안한 소리로 검사자의 긴장을 이완시킬 수 있는 1000Hz부터 시작하여 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz를 검사하고 다시 1000Hz, 500Hz, 250Hz의 순서로 검사한다. 검사 방법으로는 들리지 않는 강도에서부터 시작하여 들리는 음을 찾는 상승법과 반대로 들리는 음에서 시작하여 청력 역치를 찾는 하강법이 있다. 그림 1은 '상승법'을 표현한 플로우 차트이고 그림 2는 '하강법'을 나타내는 플로우 차트이다. 본 시스템에서는 상승법을 청력 검사 방법으로 채택하였다.

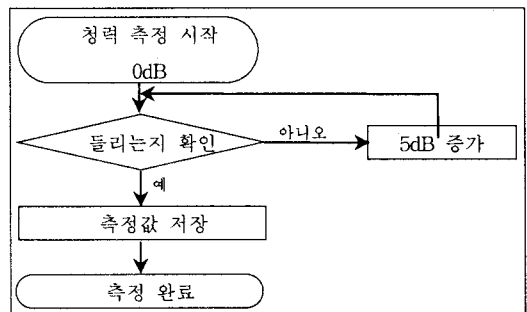


그림 1. 상승법 플로우 차트.

저자 소개

- * 辛承元 : 建國大學校 醫工學科 碩士課程
- * 金敬燮 : 建國大學校 醫工學科 助教授·工博
- * 尹泰皓 : 建國大學校 醫工學科 博士課程
- * 韓明希 : 建國大學校 醫工學科 碩士課程
- ** 이상민 : 全北大學校 生體情報工學部 助教授·工博

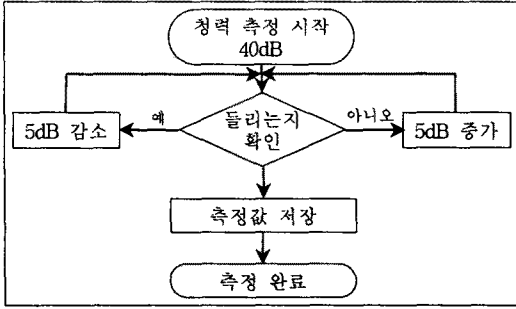


그림 2. 하강법 플로우 차트.

2.3 검사 결과의 판독

검사 결과의 판독은 각 주파수별 역치의 평균 역치인 평균 청력 역치에 의하여 피검자의 청력 소실 정도를 판독한다. 평균 청력 역치를 도출하는 방법으로 4분법과 6분법이 있다. 식 1은 4분법을 나타내고, 식 2는 6분법을 나타낸다. 그리고 표 1은 난청 정도에 따른 청력 손실을 구분하는 기준을 나타낸다.

$$4 \text{ 분 법} = \frac{500\text{Hz} + 2(1\text{kHz}) + 2\text{kHz}}{4} \quad (1)$$

$$6 \text{ 분 법} = \frac{500\text{Hz} + 2(1\text{kHz}) + 2(2\text{kHz}) + 4\text{kHz}}{6} \quad (2)$$

표 1. 난청 정도에 따른 청력 손실 구분.(ISO, ANSI 기준)

청력 소실 dB	표 현 법	
10 ~ 26	정상역	Normal limits
27 ~ 40	경도난청	Mild hearing loss
41 ~ 55	중등도난청	Moderate hearing loss
56 ~ 70	중등고도난청	Moderately severe hearing loss
71 ~ 90	고도난청	Severe hearing loss
91 이상	농	Profound hearing loss

3. PDA 청력 검사 시스템 개발

3.1 시스템의 기본 구성

PDA에는 기본적으로 운영체제가 내장되어 있는데 PDA 제품마다 사용하는 운영체제가 각각 다르다. 따라서 각각의 운영체제에 적합한 프로그램을 개발할 필요성이 있다. 본 논문에서는 Microsoft사의 Windows CE를 기반으로 하는 PocketPC 2003을 기본 운영체제로 사용하는 HP사의 hx4700 모델을 기본 시스템으로 선정하였고, 프로그램 개발을 위한 개발 도구는 eMbedded Visual C++ 4.0과 PocketPC 2003 SDK를 사용하였다. 시스템의 기본 구성은 PDA상에 구현되는 순음 청력 검사 모듈과 데이터베이스, 청력 검사를 위하여 소리를 듣기 위한 Headphone 출력 장치로 이루어져 있다. 순음 청력 검사 모듈에서는 일정한 주파수와 음압의 정도를 이용하여 순음을 생성하여 출력함과 동시에 Masking 효과의 구현을 위한 위한 백색 잡음(White noise)을 같이 출력하도록 구현되었고, 데이터베이스는 관리자의 신상정보, 환자의 신상 정보 및 측정된 환자의 청력 정보를 저장, 관리하도록

구현되었다. 그림 3은 PDA 청력 검사 시스템의 기본 구성을 보여준다.

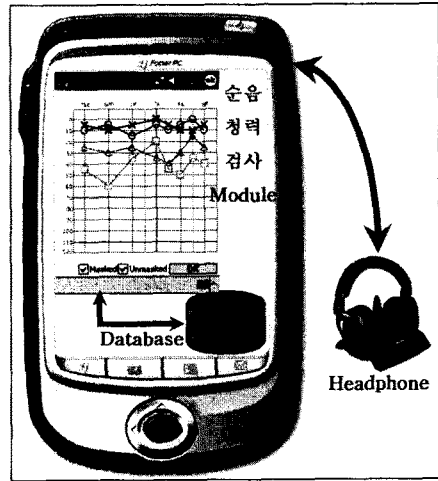


그림 3. PDA 청력 검사 시스템의 기본구성

3.2 청력 검사 화면과 청력도 화면

청력 검사 화면은 환자의 ID와 이름을 표시한다. 그리고 각 주파수별 음압을 표시하는 상자가 배열되어 있고 음압을 조정하는 2개의 버튼을 제공한다. UP 버튼은 선택된 주파수의 음압을 5dB씩 높이고 DOWN 버튼은 5dB씩 낮추는 역할을 한다. 검사의 시작은 주파수 옆의 상자를 태핑하면 바로 검사가 시작된다. 상승법으로 검사하기 때문에 기본적으로 0dB의 음압부터 검사한다. 하나의 주파수 검사가 끝나고 다음 주파수 검사로 넘어갈 경우에는 간단히 다음 주파수 옆의 상자를 태핑하면 즉시 다음 주파수의 검사가 실행된다. 상단의 Masking을 체크하면 백색잡음이 같이 출력되어 Masking 상태의 청력을 검사하게 된다.

청력 검사를 끝내고 Next 버튼을 누르면 검사 결과를 청력도(Audiogram)를 통하여 볼 수 있다. 각 주파수 별로 측정된 음압을 기호로서 표시하고 선으로 연결하여 그래프로 표시한다. 그림 4는 청력 검사 화면과 청력도 화면을 보여주고, 표 2는 청력도 화면에 표시된 기호의 의미를 설명하고 있다.

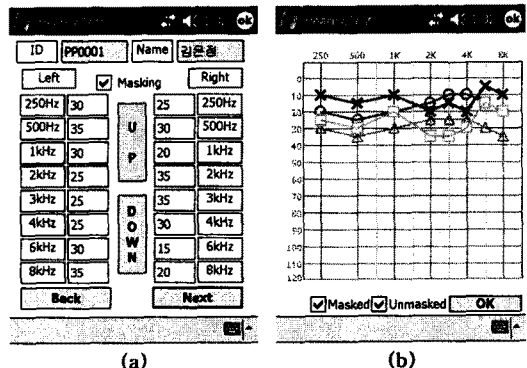


그림 4. 청력 검사 화면 및 청력도 화면
(a) 청력 검사 화면 (b) 청력도 화면

표 2. 청력도에 표시되는 기호의 의미.

기 호	의 미
○	Masking을 수행하지 않은 상태의 왼쪽 청력
×	Masking을 수행하지 않은 상태의 오른쪽 청력
△	Masking을 수행한 상태의 왼쪽 청력
□	Masking을 수행한 상태의 오른쪽 청력

3.3 데이터베이스의 구성

효율적인 환자 관리를 위하여 데이터베이스를 PDA 내부에 구축하였다. PDA의 데이터베이스는 MS Windows CE에서 제공하는 독특한 데이터베이스 API를 사용하여 구축한다. 이 데이터베이스 API는 PC의 데이터베이스와 달리 단순한 기능을 제공하며, SQL을 지원하지 않고 구조화된 데이터베이스가 아니다. 그러나 소규모의 자료를 저장하고 관리하는데 매우 편리한 도구이다. 또한 데이터베이스가 저장되는 공간은 Object Store라는 자체 저장 공간이다. 이 저장 공간을 사용하여 데이터베이스를 구축하게 되면 사용자가 데이터베이스 파일을 삭제하는 등의 실수를 범할 가능성이 많이 줄어든다.

이 PDA 청력 검사 시스템에서는 검사자 데이터베이스와 환자 데이터베이스가 별도로 생성된다. PC에서 사용되는 일반적인 데이터베이스에서는 하나의 데이터베이스를 생성하여 검사자 신상 정보와 환자의 신상 정보, 환자 청력 정보가 별도의 테이블로 구성되나 PDA의 데이터베이스에서는 테이블을 사용할 수 없고, SQL 구문을 지원하지 않기 때문에 검사자의 데이터베이스와 환자의 데이터베이스가 별도로 생성되고, 환자의 데이터베이스에는 환자의 신상 정보와 청력 정보가 모두 담겨 있다. 표 3은 검사자 데이터베이스의 구성을 보여주고, 표 4는 환자 데이터베이스의 구성을 보여준다.

표 3. 검사자 데이터베이스의 구성 내용

ID	Password	이름	주민등록번호
직위	나이	전화번호	E-mail

표 4. 환자 데이터베이스의 구성 내용

ID	이름	주민등록번호	나이
성별	주소	전화번호	E-mail
UL_250	UL_500	UL_1K	UL_2K
UL_3K	UL_4K	UL_6K	UL_8K
UR_250	UR_500	UR_1K	UR_2K
UR_3K	UR_4K	UR_6K	UR_8K
ML_250	ML_500	ML_1K	ML_2K
ML_3K	ML_4K	ML_6K	ML_8K
MR_250	MR_500	MR_1K	MR_2K
MR_3K	MR_4K	MR_6K	MR_8K

표 3에서 직위는 검사자의 직위를 나타낸다. 직위는 의사 또는 청력검사원 등이 될 수 있다. 또한 표 4에서 'UL_가청주파수'는 가청주파수에서 Masking을 수행하지 않은 상태의

왼쪽 청력 위치, 'UR_가청주파수'는 오른쪽 청력 위치를 나타내고, 'ML_가청주파수'는 가청주파수에서 Masking을 수행한 상태의 왼쪽 청력 위치, 'MR_가청주파수'는 오른쪽 청력 위치를 나타낸다.

청력 검사 화면에서 측정된 결과는 청력도 화면으로 넘어감과 동시에 데이터베이스에 일괄적으로 저장된다. 그림 5는 데이터베이스와 연동되어 있는 환자 검색화면과 Pocket PC 샘플 프로그램으로 본 데이터베이스를 보여준다.

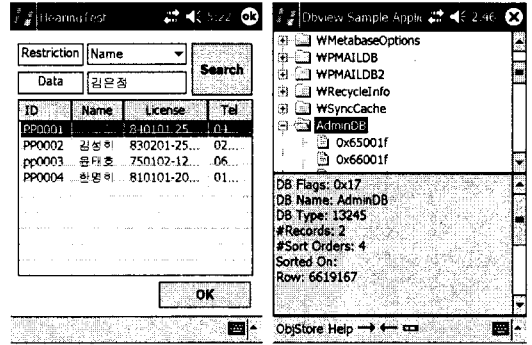


그림 5. 환자 검색 화면과 데이터베이스 화면

- (a) 환자 검색 화면
- (b) Pocket PC 샘플 프로그램으로 본 데이터베이스 화면

4. 결 론

본 연구에서는 PDA를 이용하여 간편하게 청력 검사를 수행하고, 이에 따라 획득한 환자의 청력 정보 데이터를 효율적으로 관리하고자 PDA에 적합한 데이터베이스 시스템을 구성하고자 하였다. 앞으로 무선 통신 기능과 같은 부가적인 기능을 추가한다면 원격 진료를 받을 수 있는 시스템으로 발전할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 보건복지부 첨단 감각기능 회복장치 연구센터(과제번호: 02-PJ3-PG6-EV10-0001)의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 허승덕, 유영상 "청각학 3판", 동아대학교 출판부, 2004년 4월.
- [2] 이규식, 석동일, "청각학", 대구대학교 출판부, 2003년 9월.
- [3] 장성실, "정기 청력 검사에 의한 청각역 변화 검출 가능성", 산업보건, 12권, pp.71-72, 1993.
- [4] 임혜진, 김경섭, 윤태호, "Noah 보청기 적용(Fitting) 소프트웨어", 전기의 세계, vol. 53, No. 6, pp.55-59, 2004년 6월.
- [5] 더글러스 볼링, "Programming Microsoft Windows CE .NET", 2004년 2월.