

환경별 사용자 피팅이 가능한 스마트폰 보청기 어플리케이션 개발

Development of Smart Phone Application with User Fitting for Hearing Impaired in Various Environment

이 강*, 강상익, 박규석, 이상민
K. Lee, S. -I. Kang, G. S. Park, S. M. Lee

요 약

본 논문에서는 보청기 사용자가 본인의 청력손실도를 청력검사를 통해 스스로 측정하여 보청기/이어폰에 피팅이 가능한 어플리케이션을 개발하였다. 개발된 어플리케이션은 청력검사와 피팅을 통한 증폭 기능을 동시에 제공한다는 점에서 청력검사 기능 혹은 증폭 기능만 갖춘 기존의 어플리케이션들과 차이점이 있다. 개발된 어플리케이션의 청력검사는 기본검사와 정밀검사를 제공하며, 두 검사 모두 순음청력검사방법을 사용하여 6개의 주파수에서 청력손실도를 측정한다. 기본검사는 난청인의 청력손실도 경향을 이용하여 검사 과정을 단축시킴으로써 짧은 검사 시간을 제공하며, 정밀검사는 모든 주파수 영역에서 이중 확인을 통해 보다 정확한 결과를 제공한다. 청력검사의 결과로 얻은 주파수별 청력손실도를 기반으로 음성 명료도를 높이기 위해 입력신호는 보청기 피팅 방법 중 하나인 NAL-NL1 방법을 통하여 증폭된다. 또한 환경설정기능을 통하여 저장된 설정 값을 불러와 바로 적용할 수 있는 기능을 제공한다. 이처럼 개발된 어플리케이션은 사용자 스스로 피팅 과정을 진행할 수 있기에 피팅을 위해 주기적으로 병원이나 전문센터를 방문하였던 기존의 불편함을 간편화하여 보청기를 사용하는 난청인의 수를 증가 시킬 것으로 전망된다.

ABSTRACT

In this paper, we introduce our smart phone application for hearing impaired people. Unlike previous hearing aids application, our application has both functions of self hearing tests and sound amplification. We provide user with two types of self hearing test, those are standard hearing test and detail hearing test. Each test has different advantages like short test time and accurate test result, however both tests provide reliable result. Our hearing test allows that user can measure their hearing loss level according to the frequency. Sound amplification function provide proper fitting formula by using NAL-NL1, and it guarantees high speech intelligibility. Our application can also memorize user's fitting data at specific test condition. Therefore those who using our hearing aids application can easily reset their hearing aids / earphone properties periodically. Our application is advanced at the aspect of self fitting function that no other previous application did. So we are expecting these comfortable processes about fitting lead the number of hearing aids user to be increased.

Keyword : User fitting, Smart phone application, Hearing aids, Self hearing test

1. 서론

접 수 일 : 2015.04.30

심사완료일 : 2015.05.21

게재확정일 : 2015.05.22

* 이 강 : 인하대학교 전자공학과 석사과정

kange5512@gmail.com (주저자)

강상익 : 인하대학교 전자공학과 박사과정

rkdtkddlr@gmail.com (공동저자)

박규석 : 인하대학교 전자공학과 박사과정

gyuseok.park@gmail.com (공동저자)

이상민 : 인하대학교 전자공학과 교수

sanglee@inha.ac.kr (교신저자)

※이 논문은 2010년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(2010-0020163) 및 2013년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2013R1A2A2A04014796)

의학 기술의 발전으로 인하여 인류의 평균 수명은 점차 늘어나고 있으며 노년층의 증가와 함께 난청인의 수 역시 증가하고 있다. 국내 65세 이상의 노년층 중 약 38 %가 27 dB 이상의 청력 손실이 있는 난청인으로 추산되고 있지만, 이 중 보청기를 사용하고 있는 인구는 5 % 미만이다 [1]. 보청기 사용률이 낮은 원인은 고가의 구입비용, 적합한 보조기구의 부재, 보청기의 낮은 효과, 사용의 불편함 등이 있다 [2].

이러한 원인은 보청기에 대한 만족도가 낮기 때문이며, 만족도를 높이기 위해서는 보청기 성능의 최적화가 필수적이다. 최적의 보청기 성능은 사용자의 청력을 정확히 측정하고 난청정도에 따라 이득을 보상하는 피팅 과정에서 나온다. 이러한 피팅 과정을 통해 보청기 사용자가 사용 중 불편사항이 생겼을 때나 청력의 변화로 인한 성능의 감소 문제를 해결 할 수 있기 때문이다. 보청기의 피팅이 적절하지 못한 상태라면, 가청력과 어음분별력이 떨어지게 되며 의사소통과 일상생활에서 보청기 본래의 성능을 모두 제공하지 못한다.

난청인들이 적절한 보청기 피팅을 위해 보청기를 착용, 유지하는 과정은 다음과 같다. 보청기가 필요한 난청인들은 병원이나 전문센터를 방문하여 보청기를 선택하고, 이어몰드를 제작하여 초기 피팅 과정을 진행하게 된다. 이후 주기적으로 병원이나 전문센터를 방문해 청력 검사를 진행, 변화된 청력에 대한 피팅 데이터를 적용한다. 새로운 피팅 데이터를 보청기에 적용함으로써 한 번의 피팅 과정이 끝나게 되며, 보청기 사용자는 이러한 과정을 반복한다.

보청기 피팅을 병원이나 전문센터에 방문해 진행하여야 하는 이유는 청력검사를 스스로 하기 어려울 뿐만 아니라, 보청기로 피팅 데이터를 프로그래밍하기 위해서는 Hi-Pro라는 전용 장치와 구동 프로그램이 동작하는 PC (Personal Computer)가 필요하기 때문

이다. 따라서 현재의 피팅 과정은 병원이나 전문센터를 방문해야 하는 불편함을 가지고 있으며, 특히 도시지역에 거주하는 난청인들에게 이러한 불편함이 더욱 크게 나타난다.

난청인들의 보청기 사용을 증진시키기 위해서는 이러한 불편함을 줄일 수 있는 보청기의 개발이 필수적이며, 이 보청기가 갖춰야 할 요소는 다음과 같다. 정확한 청력 검사로 신뢰할만한 피팅 데이터를 얻을 수 있어야 하고, 이 피팅 데이터를 보청기에 프로그래밍 할 수 있어야 한다. 또한 난청인구의 많은 부분을 차지하는 노년층도 사용할 수 있도록 사용법이 간단하여야 하며 사용자의 환경에 따라 손쉽게 피팅 값을 조절할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 신뢰도 있는 청력검사 기능과 간단한 피팅 적용을 사용자에게 제공하기 위해 스마트폰 어플리케이션을 개발하였다. 현재 난청인을 대상으로 출시되어 있는 어플리케이션은 청력검사 기능만 있거나 이어폰으로의 증폭도 조절 기능만을 가지고 있다. 본 논문에서 다룬 UF Hearing Aids 어플리케이션은 사용자의 양이의 청력검사가 독립적으로 시행 가능하며 좌우의 난청정도가 다른 양이 보청기 사용자에게도 정확한 청력검사를 제공할 수 있다 [3]. 블루투스 통신을 이용하여 기존의 피팅 장치 없이 피팅 과정이 진행 될 수 있으며, 보청기 사용자의 환경에 따라 다른 피팅 값을 설정하는 기능을 제공한다. 최근의 보청기들은 GN ReSound사의 LN761-DRW와 같이 블루투스 기능을 내장하여 출시되어지기에 보청기로의 블루투스 통신이 제한 없이 적용 될 것으로 예상된다. 또한 보청기 구입 시 사용자의 스마트폰에 대해 초기 피팅을 진행한다면 사용자가 스스로 보청기 피팅에 참여할 수 있으며 보청기 사용의 만족도를 높일 수 있다.

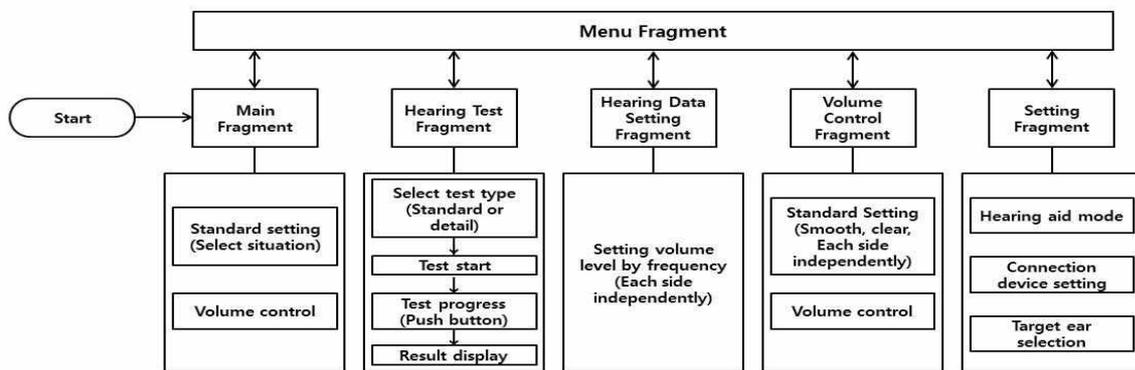


그림 1. UF Hearing Aids의 구성

2. 연구방법

본 장의 첫 번째 절에서는 개발 환경 및 전체 구성에 대하여 다룰 것이며, 두 번째 절에서는 어플리케이션에 적용된 청력검사의 원리와 방법에 대해 다룰 것이다. 세 번째 절에서는 어플리케이션에 내장된 환경설정기능에 대해 다룰 것이다.

2.1 개발 환경 및 전체 구성

본 논문에서 개발한 어플리케이션의 이름은 ‘UF Hearing Aids’로, 사용자 스스로 피팅 과정을 진행할 수 있다는 의미를 강조하기 위해 UF (User Fitting)와 Hearing Aids를 조합하여 정의하였다. JAVA 언어와 Eclipse, 안드로이드 SDK (Software Development Kit)를 바탕으로 어플리케이션을 개발하였으며, 그림 1은 UF Hearing Aids의 구성을 보여주고 있다. 처음 어플리케이션을 실행하게 되면 초기 화면으로 연결되는데, 사용 환경 설정 및 음량 조절이 가능하다. 메뉴 버튼을 클릭하게 되면 화면 좌측에 메뉴 프래그먼트가 나타나 다른 프래그먼트로 화면 전환을 할 수 있다. 청력 검사 프래그먼트에서는 기본검사, 정밀검사를 제공하며 그 결과를 보고 적용 시킬 수 있다. 청력 데이터 입력과 소리 조절 프래그먼트에서는 사용자의 편의에 맞게 설정을 조정 한 뒤 보청기 / 이어폰에 적용 한다. 설정 프래그먼트에는 연결기기 설정, 착용할 귀 선택이 가능하다.

2.2 청력검사 및 보청기 피팅

UF Hearing Aids에서는 순음청력검사를 통하여 사용자의 청력 손실 정도를 측정한다. 순음청력검사는 주관적인 청력검사 중 하나로, 인간이 주파수별 음에서 겨우 들을 수 있는 음압의 크기인 최소가청역치를 측정하여 청력의 손실 정도를 나타내주는 검사이다. 정상인이 들을 수 있는 가청음역은 20 Hz에서 20,000 Hz인데, 본 어플리케이션에서는 총 6개의 주파수 (250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz)에서 순음청력검사를 진행 한다 [3,4].

UF Hearing Aids의 순음청력검사는 기본 검사와 정밀 검사 두 가지 방법을 제공하고 있다. 두 검사 모두 각 주파수에서 순음을 발생시켜 사용자가 소리를 들었을 때 ‘들려요’ 버튼을 클릭하게 함으로써 주파수별 최소가청역치를 측정하는 원리이다. 양 쪽 귀에서 청력 검사를 진행할 때 기본 검사는 난청인

의 청력도에 따라 다르지만 최대 약 2분이 소요되며, 정밀 검사는 최대 약 14분이 소요된다.

기본 검사는 급속 청력 검사 방법을 사용하였으며 정상인과 난청인의 주파수별 최소가청역치의 경향을 이용하여 고안한 방법이다 [6]. 급속 청력 검사 방법을 사용한 기본 검사는 필수적인 검사만을 진행하여 청력검사 시간을 대폭 줄이는 동시에 비교적 정확한 청력검사 결과를 얻을 수 있다.

정밀 검사는 기존에 널리 알려진 순음청력검사의 방식으로, 전 주파수에서의 이중 확인을 통한 보다 정밀한 결과를 얻을 수 있다 [3,4].

보청기 피팅 과정은 청력검사로 측정한 결과인 청력손실도에 따라 적당한 수준으로 소리의 크기를 증폭시켜주는 과정이다. 하지만 단순히 전 주파수 대역의 소리 크기를 일정 수준으로 증폭시키는 것은 좋은 음성 명료도 (Speech intelligibility)를 보장하는 것은 아니다. 이에 호주의 NAL (The National Acoustic Laboratories)에서는 음성 명료도와 음질을 최대화 시키는 청력 손실 보상 방법인 NAL-NL1법을 개발하였다. NAL-NL1은 미국 표준 협회에서 제공하는 음성명료도지수 (Speech Intelligibility Index, SII) [7]을 사용하여 음성의 명료도를 최대화 하였으며, 모든 주파수대역의 말소리를 같은 강도로 인식하도록 하는 것(Loudness Equalization)을 기본으로 하고 있다.

UF Hearing Aids에서는 NAL-NL1법을 적용하여 사용자의 음성 명료도를 최대화 하며, 사용자의 일상생활에서 의사소통의 문제점을 줄여 준다. 또한 UF Hearing Aids에 내장된 청력검사 외에 다른 기관에서의 검사 결과 있을 경우, 사용자 스스로 청력 데이터를 입력하여 NAL-NL1법을 이용한 청력 손실 보상법을 적용시킬 수 있다.

2.3 환경설정기능

사람들은 활동하는 장소에 따라 노출되는 잡음의 크기가 다양하게 변하기 때문에 보청기를 사용하는 난청인은 장소에 따라 보청기의 피팅 값을 다르게 설정해 주어야한다. 그래야만 다양한 잡음 환경에서도 사용자는 보청기로부터 최대의 성능을 제공받을 수 있다. UF Hearing Aids에서는 사용 환경 설정 메뉴를 제공을 통해, 기존의 특정 사용자 환경의 청력검사 결과를 불러와 손쉽게 보청기 / 이어폰의 피팅 값을 변경 할 수 있다.

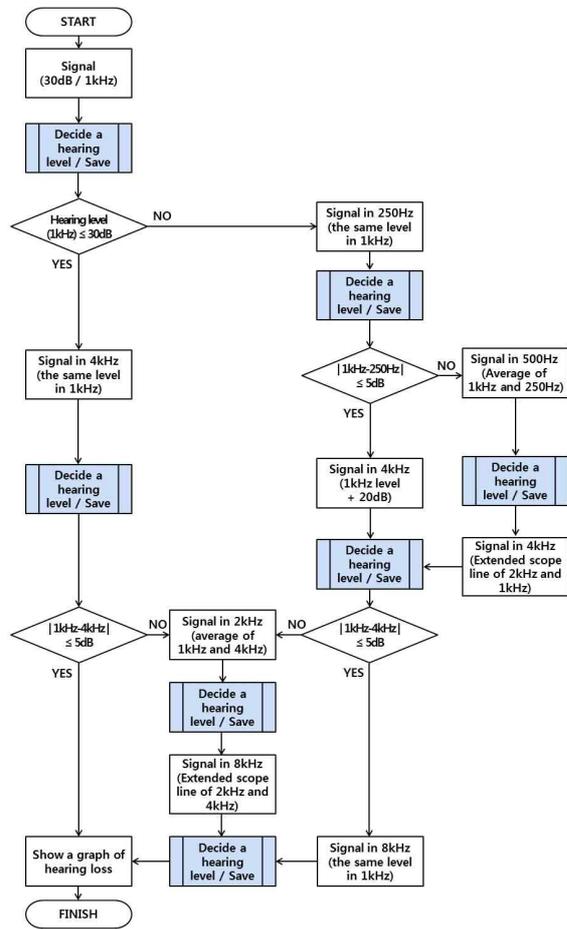


그림 2. 급속 청력 검사 방법의 순서도

3. 실험방법 및 결과

3.1 실험방법

본 논문에서는 급속청력검사 방법을 적용한 기본 검사와 정밀검사의 검사시간 차이를 비교하고, 사용자의 환경에 따른 보청기의 환경설정기능의 필요성을 검증하기 위한 실험을 진행하였다.

모든 실험은 본 장 2절의 청력검사를 위한 캘리브레이션 과정을 선행한 후, 소음이 차폐된 방음실의 중앙에 피험자를 위치시킨 상태에서 정밀검사를 진행하였다.

실험 대상은 정상 청력을 가진 20대 남성 네 명이며 두 종류의 잡음 환경에서 왼쪽 귀에 대하여 정밀검사와 기본검사를 진행하였다.

잡음 환경은 40dB와 80dB의 babble 잡음을 이용하였다. 피험자의 정면(0°)과 좌측 방향(90°)으로 1미터 거리에 스피커를 위치시키고 잡음을 발생하였다. 40dB의 잡음은 도서관 환경을 나타내고, 80dB

의 잡음은 전자오락실 환경을 나타낸다.

실험의 결과를 통해 사용자의 주파수별 청력손실도와 청력검사방법에 따른 시간 비교 및 환경 별 청력손실도 차이를 알 수 있다.

3.2 청력검사를 위한 캘리브레이션

청력검사의 신뢰성을 확인하기 위해 'LG G2 (LG-F320L, Korea)'와 G2의 번들 이어폰인 '쿼드비트2 (LE530)'를 사용하였다. 이어폰에서 나오는 소리의 크기를 측정하기 위해 주변 잡음이 없는 방음부스에서 사운드 레벨 미터 (Type 2250, 2cc coupler, Brüel & Kjaer)를 사용하여 실험을 진행하였다. 실험의 결과는 순음청력검사를 진행할 6개의 주파수 (250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, 4 kHz, 8 kHz)에서 20개의 소리의 크기 (5 dB부터 100 dB까지 5 dB 간격)의 값이며, 실험 결과를 위해 그림 4와 같이 주파수와 소리의 크기를 선택할 수 있는 별도의 초기 피팅 어플리케이션을 제작하여 실험을 진행하였다.



그림 3. UF Hearing Aids를 이용한 잡음환경에서의 청력검사 실험

청력검사가 시작되면 스마트폰의 볼륨이 최대로 고정되며, 출력되는 주파수와 소리의 크기에 따라 6개의 주파수에서의 20개의 소리의 크기 값을 구하여 UF Hearing Aids에 적용하였다.

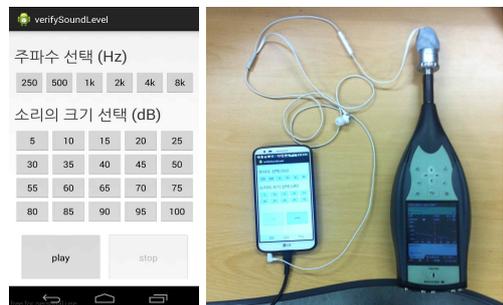


그림 4. 초기 피팅 과정

3.3 실험결과

40dB 잡음 환경 (소음환경 1)에서 실험을 진행한 결과는 표 1과 같고 80dB 잡음 환경 (소음환경 2)에서 실험을 진행한 결과는 표 2와 같다.

표 1. 소음환경 1에서의 실험결과 (단위 dB)

구분		250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	검사시간 (초)
N1	정밀검사	5	0	0	0	0	0	309
	기본검사	0	0	0	0	0	0	19
N2	정밀검사	0	5	0	0	0	0	365
	기본검사	0	0	0	0	0	0	33
N3	정밀검사	5	0	0	0	0	0	341
	기본검사	0	0	0	0	0	0	20
N4	정밀검사	5	5	0	0	0	0	298
	기본검사	0	0	0	0	0	0	26

표 2. 소음환경 2에서 실험결과 (단위 dB)

구분		250 Hz	500 Hz	1k Hz	2k Hz	4k Hz	8k Hz	검사시간 (초)
N1	정밀검사	40	50	50	45	60	65	382
	기본검사	40	45	55	50	60	65	61
N2	정밀검사	40	50	50	45	50	50	393
	기본검사	40	45	50	40	50	50	42
N3	정밀검사	35	40	55	50	50	50	392
	기본검사	30	40	55	50	45	45	54
N4	정밀검사	45	55	65	65	65	65	376
	기본검사	50	60	70	70	65	60	55

소음환경 1에서 피험자들의 평균 기본검사 시간은 25 초이며 정밀검사 시간은 328 초이다. 소음환경 2에서 평균 기본검사 시간은 53 초이며 정밀검사 시간은 386 초이다.

기본검사는 정밀검사보다 청력검사 시간을 약 5분 단축하였으며, 주파수별 청력손실도는 그림 5와 같이 정밀검사와 유사하게 나타난다.

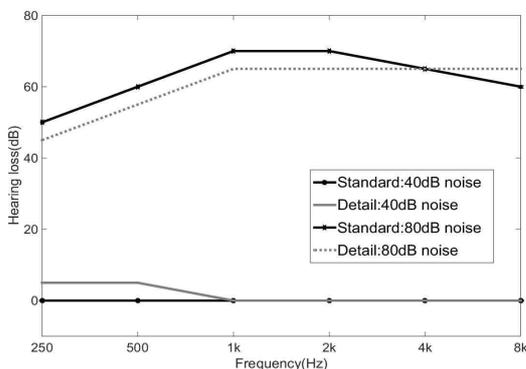


그림 5. N4의 각 환경에서 청력검사 결과

3.4 보청기 관련 어플리케이션 비교

기준에 시장에 출시된 어플리케이션과의 비교를 위해 ‘Hearing Aids’, ‘Hearing loss’, ‘Hearing Test’, ‘보청기’, ‘청력검사’ 등을 키워드로 안드로이드 기반인 ‘Google Play Store’와 iOS 기반인 ‘App Store’에서 보청기 관련 청력검사 및 증폭기 어플리케이션을 조사하였다.

표 3에서 총 9개의 보청기 관련 어플리케이션과 본 논문에서 개발한 UF Hearing Aids를 청력검사 여부와 검사시간, 검사결과표시, 증폭기능여부, 주파수별 증폭도 구분 여부, 사용자 환경 설정기능여부, 귀 구분 여부의 기준으로 기능을 비교하였다.

대부분의 보청기 관련 어플리케이션은 목적에 따라 청력검사 어플리케이션과 증폭기 어플리케이션으로 나눌 수 있다. 청력검사 어플리케이션은 보통 순음청력검사 기능을 제공하며, 양측 귀를 독립적으로 청력검사 할 수 있다. ‘청력 테스트’ 어플리케이션은 유일하게 청력 테스트 전 조정 과정을 거쳐 모바일 세트를 보정할 수 있지만 정상 청력을 가진 사람을 대상으로 먼저 검사를 진행하여 조정하는 주관적인 방식이다. 모든 청력검사 어플리케이션들은 검사 결과를 가지고 알맞은 수준으로 증폭시켜 주는 기능을 가지고 있지 않다.

증폭기능이 있는 어플리케이션들은 마이크로 들어오는 소리를 이어폰으로 증폭시켜 주는 기능을 기본적으로 제공하고 있다. 그 중 ‘Hearing Aid with Replay’, ‘Hearing Aid - FREE’, ‘보청기앱’ 어플리케이션은 주파수별로 증폭 정도를 다르게 설정할 수 있는 기능이 있으며, 적용 귀의 방향에 따라서 증폭 정도를 다르게 설정할 수 있다. 설정을 하기 위해서는 사용자가 스스로 주파수에 따른 증폭도를 조정해야 한다.

4. 결론

주기적인 피팅 작업은 현재 낮은 수준의 보청기 사용자 만족도를 높일 수 있는 방법이라고 기대되어진다. 스마트폰은 우리 사회에서 누구나 사용하고 있기에 사용자가 접하기 쉬우며, 간단한 UI (User Interface)를 도입한 스마트폰 어플리케이션을 이용한다면 번거로운 피팅 작업을 보다 간편하게 진행할 수 있을 것이다.

그에 따라 많은 보청기 관련 청력검사 및 증폭기 목적의 스마트폰 어플리케이션들이 시장에 출시되었지만, 현재 출시된 어플리케이션은 다소의 한계

표 3. 보청기 관련 청력검사 및 증폭기 어플리케이션 비교

	청력검사							증폭기					개발		
아이콘															
이름	uHear	청력 테스트	Eartronic Audiometry	Test Your Hearing	Hearing Enhancer - Hear Better	Hearing Aid with Replay	Hearing Aid - FREE	보청기 앱	i-Hear Free - Hearing Aid	UF Hearing Aids					
제작사 (국가)	Unitron Hearing Limited (캐나다)	e-audiologia.pl (폴란드)	GAONDA (한국)	EpsilonZero	Totally Free Apps - Always (미국)	Lemberg Solutions (영국)	TiAu Engineering UG (독일)	(주)진용IBC (한국)	Idan Sheetrit	BISE					
청력검사 (검사시간)	0 (5분, 1분)	0 (3분)	0 (2분)	0 (4분, 4분)	0	0	0	0	0	0 (2분, 14분)					
검사결과표시	0	0	0	0						0					
증폭기능					0	0	0	0	0	0					
환경설정기능															
귀 구분	0	0	0			0	0	0	0	0					
운영체제	IOS	Android	IOS	Android	Android	Android	IOS	IOS	IOS	Android					Android
비고	청력손실도 (5단계), 잠음 환경 증 인식	청력손실도 (7단계), 교정기능	청력손실도 (3단계)	가청주파수, 주파수 구별		증폭도 설정 (5단계)	증폭도 설정 (3단계)	증폭도 설정 (4단계)	증폭도 설정	청력손실도 (6단계)					

점을 가지고 있다. 청력검사를 목적으로 하는 어플리케이션은 사용자의 청력손실도측정을 위해 최소한의 잡음 공간이 필요로 하며, 증폭기 목적의 어플리케이션은 일상의 잡음 환경에서 사용자의 청력손실도가 반영되지 않는다.

수행된 실험 결과는 기본검사와 정밀검사를 비교하여 청력검사 시간을 약 5분 이상 단축하였으며 청력손실도의 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 기본검사의 청력 손실 측정에 대한 정확성을 나타내며, 기존의 정밀검사의 단점을 보완한다.

또한 다양한 잡음 환경에서 청력검사를 진행하였을 때는 청력손실도가 다르게 나타났다. 이는 다양한 환경에서 서로 다른 증폭을 위해 환경별 청력손실도 측정 결과의 반영 및 저장을 필요로 한다.

따라서 본 논문에서 개발된 UF Hearing Aids 어플리케이션은 난청인의 청력손실도를 정확하고 신속하게 측정하여, 사용자의 잡음 환경에 알맞은 피팅 방법을 적용할 수 있다. 서로 다른 잡음 환경에서, 기본검사를 통해 신속하게 청력손실도를 측정하고 저장함으로써 증폭을 다양하게 적용할 수 있다.

그 결과 사용자 스스로 주변 환경에 적합한 손쉬운 피팅을 제공하여 보청기 사용자의 만족도를 높이는 역할을 하며, 이는 난청인의 보청기 착용률 증가와 그들의 삶의 질 향상에 도움을 줄 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] G. S. Park, D. Y. Kim, Y. R. Song, and S. M. Lee, "The Necessary of Hearing Aid Fitting Formula based on the Characteristics of Korean," *RESKO Academic Symposium*, pp. 132-133, 2013.

[2] J. S. Lee, J. W. Kim, S. M. Park, G. S. Kim, "Hearing Aid," *KHIDI Medical Device Market Research Report*, vol. 12, pp.1-52, 2013.

[3] 대한청각학회, 학지사, "기본청각검사", *청각검사 지침* pp.69-98, 2008.

[4] K. S. Kim, "Pure Tone Audiometry," *Korean association of occupational health nurses*, vol. 13 no.3, pp.16-23, 2006.

[5] H. M. Kim, S. M. Lee, "A Study of Korean Speech Intelligibility Enhancement for Digital Hearing Aids," *M.D. Dissertation, Inha University*, Incheon, 2010.

[6] G. S. Park, S. H. Yu, H. S. An, S. M. Lee,

"A Method of Rapid hearing Self-test with Reduced Steps and Time in Personal Device," *RESKO Technical Conference*, pp.54-56, 2011.

[7] ANSI-S3.5-1997, "American National Standard: Methods for the calculation of the speech intelligibility index," *American National Standards Institute*, New Youk, 1997.

[8] 허승덕, 유영상, 학지사, "보청기처방법", *보청기 평가*, pp.167-190, 2005.



이 강

2015년 2월 인하대학교 생명공학과, 전자공학과 학사
2015년 3월~현재 인하대학교 전자공학부 석사과정

관심분야 : 생체신호처리, 음성 향상, 패턴 인식



강 상 익

2007년 2월 인하대학교 전자공학과 학사
2009년 2월 인하대학교 전자공학과 석사
2009년 3월~현재 인하대학교 전자공학과 박사과정

관심분야 : Machine learning, 음성검출기



박 규 석

2010년 2월 인하대학교 전자공학과 학사
2012년 2월 인하대학교 전자공학과 석사
2012년 3월~현재 인하대학교 전자공학과 박사과정

관심분야 : 보청기 음성 신호처리, 심리음향



이 상 민

1987년 2월 인하대학교 전
자공학과 학사

1989년 2월 인하대학교 전
자공학과 석사

2000년 2월 인하대학교 전
자공학과 박사

2006년 6월~현재 인하대학
교 전자공학과 교수

관심분야 : Brain-Machine interface, Bio-
Signal Processing, Psycho-
Acoustic