

멀티스레딩 기법을 이용한 휴대용 어음청력검사 시스템 구현

신승원*, 김경섭*, 윤태호*, 이선주*, 이성택*, 이정환*
 건국대학교 의료생명대학 의학공학부*

Implementation of Multi-threading Ambulatory Speech Audiometric System

Seung-Won Shin*, Kyeong-Seop Kim*, Tae-Ho Yoon*, Sun-Ju Lee*, Seong-Taek Lee*, Jeong-Whan Lee*
 School of Biomedical Engineering, Konkuk University*

Abstract - 본 연구에서는 단일 청력검사 모듈에서 여러 가지 작업들을 동시에 운용할 수 있는 멀티스레딩 기법의 구현을 통하여, 청력검사 시스템에서 피검사자가 검사가 진행되는 동안 언제든지 응답 결과를 확인하거나 또는 수정할 수 있도록 하는 휴대용 어음청력검사 시스템을 구현하고자 하였다.

1. 서 론

현재 지속적인 소음에 장시간 노출되어 있어 이로 인하여 청력 손실이 발생하는 난청성 인구가 증가하고 있다. 특히 성장기 어린이들의 경우, 청력 손실은 언어 습득 및 지능발달을 방해하고 학습에 지장을 주기 때문에 청력 손실의 예방 및 치료가 매우 중요하므로, 정기적인 청력검사를 통한 청력 관리가 필요하다. 청력 손실을 확인할 수 있는 여러 가지 청력검사 중 어음청력검사(speech audiometry)는 일상생활의 의사소통 능력을 측정하기 위해 사용되는 의미 있는 검사 방법이다[1]. 그러나 현재 환자들이 어음청력검사를 받기 위해서는 병원에 직접 내방하여 고정 설치되어있는 차폐실이라는 특수한 환경에서 검사를 받아야 하므로 시간과 비용이 소모되어 비효율적이다. 따라서 어디에서나 간편하게 환자의 어음 청취 능력을 측정하고 관리할 수 있는 '휴대용 어음청력검사 시스템'은 기존의 어음청력검사 시스템을 대신할 수 있는 효과적인 대안이 된다. 이 휴대용 어음청력검사 시스템은 PDA(Personal Digital Assistant), 스마트폰과 같은 이동성을 갖춘 컴퓨터 단말 장치에 구축될 수 있다. 그러나 어음청력검사 시스템은 청력검사를 위해 많은 양의 음성 데이터를 활용해야 하고, 아울러 환자 정보 및 검사 결과에 대한 정보를 관리하고 활용해야 한다. 또한 일단 어음청력검사가 시작되면 검사가 끝날 때까지 미리 정해진 프로토콜에 따라 검사가 순차적으로 진행되므로, 피검사자들이 청력을 측정하는 과정에서 이전 검사 결과를 확인하거나 변경하기 어렵다는 단점이 존재한다. 이에 따라서 본 연구에서는 단일 청력검사 모듈에서 여러 가지 작업들을 동시에 운용할 수 있는 멀티스레딩 기법의 구현을 통하여, 피검사자가 검사가 진행되는 동안 언제든지 결과를 확인하거나 또는 변경할 수 있도록 하는 휴대용 어음청력검사 시스템을 구현하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 멀티스레딩 기법

멀티스레딩 기법은 응용프로그램에서 한 가지 이상의 일을 동시에 수행해야 할 경우, 응용프로그램의 동작 효율을 향상시키기 위해 고안된 기법이다. 응용프로그램이 컴퓨터의 메모리상에서 실행되고 있는 상태를 프로세스(process)라고 하며 하나의 응용프로그램이 실행될 때 독립적인 여러 개의 단위로 나뉘어 동시에 실행될 수 있는데, 이 때 나뉘어진 각각의 실행 단위들을 스레드(thread)라고 한다. 기본적으로 하나의 응용프로그램은 하나의 프로세스로 이루어져 있고, 프로세스는 적어도 하나 이상의 스레드로 구성되어 실행된다.

멀티스레딩 기법은 하나의 응용프로그램에서 여러 개의 스레드를 구성하여 하나의 프로세스가 여러 개의 작업을 각각의 스레드로 나누고, 이를 이용하여 동시에 수행하는 기법이다. 각각의 스레드는 독립적으로 동작하기 때문에 프로세스 내에서 여러 개의 작업이 동시에 수행될 수 있다. 따라서 복잡한 기능을 수행하는 응용프로그램의 동작 효율을 향상시켜 사용자의 응답에 즉각적으로 반응하는 응용프로그램의 구현이 가능하다. Microsoft사의 Windows 운영체제에서 제공하는 스레드는 '작업자 스레드(Worker thread)'와 '사용자 인터페이스 스레드(User Interface thread)'가 있다. 작업자 스레드는 어떤 단일 작업의 수행을 위한 스레드로서 하나의 함수로 구성되고, 사용자 인터페이스 스레드는 자체적인 윈도우와 메시지 루프를 보유하여 응용 프로그램 내에서 독립적으로 수행되는 스레드이다.

2.2 어음청력검사

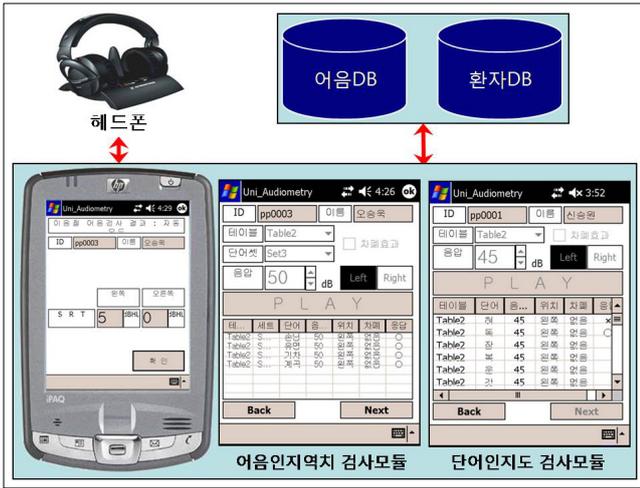
어음청력검사는 일상적인 의사소통 과정에서 흔히 사용되는 어음을 이용하여 언어의 청취 능력과 이해의 정도를 파악하는 검사로서 다른 청력검사 결과와 함께 난청의 감별진단, 사회적 능력의 평가, 보청기 사용 결정과 적응 평가, 청력개선술의 적응 등에 이용된다. 어음청력검사에는 단음절 단어, 이음절 단어, 문장과 그림 등이 사용되는데, 이들의 조건으로는 우선 일상생활에 친숙해야 한다. 어음청력검사에 활용되는 어음은 테이프 등에 녹음된 것을 사용하거나 검사자의 육성을 들려주는 방법이 있는데, 육성을 사용할 경우 동일한 조건의 유지가 곤란하고, 결과의 일관성이 떨어지는 단점이 있다. 대표적인 검사 방법으로는 어음인지역치(speech recognition threshold) 검사와 단어인지도(word recognition score) 검사가 있다. 어음인지역치 검사는 주로 일상생활에서 친숙하게 사용되는 이음절어(bisyllabic words) 중 양음절의 강도가 동일한 양양격단어(spondee word)로 선택된 검사어음을 50% 정도 정확하게 반복할 수 있는 가장 작은 강도(dB HL)를 측정하는 검사로, 순음청력검사와의 일치 여부를 확인하므로써 검사의 신뢰도를 확인하고, 단어인지도 검사의 기초 자료로 활용할 수 있다[2]. 또한 단어인지도 검사는 모든 단어의 강도가 동일하게 발생하는 발성학적 동일음압단어(PB word: Phonetically Balanced word)로 선택된 단음절어를 듣기에 가장 적절한 강도로 제시하였을 때, 정확히 이해하는 정도를 측정하는 검사로 의사소통 장애의 정도, 청력 손실 병변 부위에 대한 정보, 보청기의 적응 및 선택, 보청기의 선택, 적합 및 재활평가 등에 필요한 정보를 제공한다. 표 1은 어음인지역치 검사에 사용되는 한국어 이음절 어표(Bisyllabic Word Table)의 한 예를 보여준다.

〈표 1〉 어음청력검사용 한국어 이음절 어표

group 1			group 2			group 3		
1.연필	13.수도	25.신발	1.종류	13.통일	25.신문	1.농촌	13.사람	25.청년
2.노래	14.하늘	26.땅콩	2.까닭	14.지금	26.청년	2.필요	14.신문	26.건설
3.거울	15.그림	27.기차	3.국군	15.쿠인	27.생각	3.의견	15.종류	27.기차
4.단추	16.밥통	28.동생	4.정말	16.의견	28.하늘	4.싸움	16.오빠	28.운동
5.마음	17.시간	29.머리	5.계획	17.계획	29.대답	5.행복	17.약속	29.민족
6.바다	18.아들	30.약국	6.나라	18.마을	30.약속	6.물건	18.안녕	30.대답
7.안경	19.비누	31.눈물	7.하늘	19.필요	31.사람	7.글씨	19.물건	31.마을
8.사람	20.달걀	32.과자	8.방송	20.볼펜	32.건설	8.지금	20.통일	32.글씨
9.친구	21.전화	33.꽃병	9.손님	21.편지	33.행복	9.둘째	21.고향	33.의견
10.잠금	22.글씨	34.점심	10.유명	22.병원	34.동생	10.건설	22.필요	34.소원
11.편지	23.우유	35.학교	11.기차	23.교통	35.고향	11.이때	23.싸움	35.지금
12.양말	24.고향	36.책상	12.계곡	24.싸움	36.유명	12.동생	24.친절	36.겨울

2.3 어음청력검사 시스템 구현

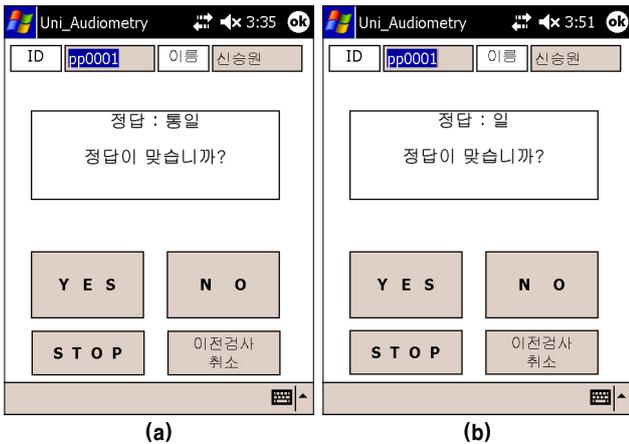
어음청력검사 시스템 개발을 위한 기반 하드웨어 시스템으로 PDA를 선정하였다. PDA에는 기본적으로 운영체제가 내장되어 있는데 PDA 제품마다 사용하는 운영체제가 각각 다르다. 따라서 각각의 운영체제에 적합한 프로그램을 개발할 필요성이 있다. 본 연구에서는 Microsoft사의 Windows CE 기반의 Windows Mobile 5.0을 기본 운영체제로 사용하는 HP사의 hx2970 모델을 기본 시스템으로 사용하였고, 프로그램 개발 도구는 eMbedded Visual C++ 4.0과 PocketPC 2003 SDK(System Development Kit)를 사용하였다. PDA 상에 구현되는 어음청력검사 시스템의 기본 구성은, i) 어음인지역치 검사 모듈, ii) 단어인지도 검사 모듈, iii) 환자 정보 데이터베이스, iv) 어음 데이터베이스, v) 이어폰 출력 장치로 이루어져 있다. 그림 1은 휴대용 어음청력검사 시스템의 구성도를 보여준다.



〈그림 1〉 휴대용 어음청력검사 시스템 구성도

2.4 멀티스레딩 기법을 이용한 청력검사 모듈 구현

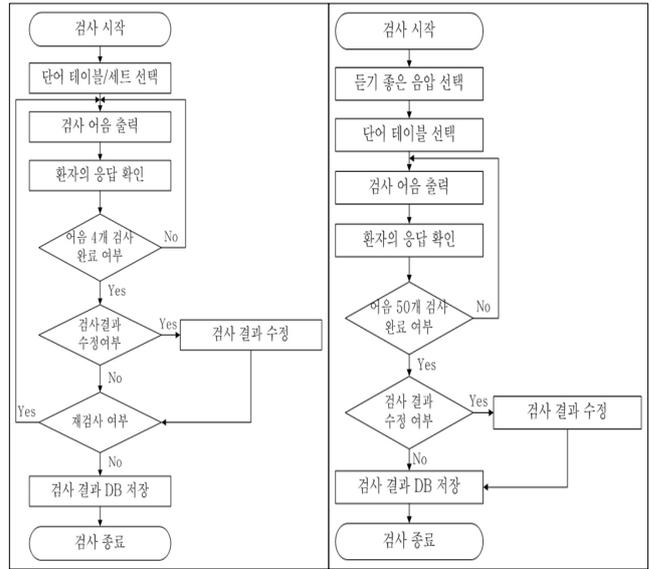
멀티스레딩 기법을 이용하여 어음인지역치 검사 모듈과 단어인지도 검사 모듈을 구현하였다. 두 검사 모듈은 모두 녹음된 이음절 및 단음절 어음 파일을 직접 출력하여 검사할 수 있도록 구현되었고, 각각의 어음을 출력할 때 음압을 조절하여 출력할 수 있도록 하였다. 또한 '이전 검사 취소' 버튼을 이용하여 앞에서 응답했던 결과를 수정할 수 있도록 하였다. 검사 방법은 자동검사 모드로 구현되어, 환자가 스스로 검사를 진행할 수 있는 모드로서 전문가(청력검사원)가 없이도 환자 자신의 청력을 간편하게 측정해볼 수 있는 이점이 있다. 그림 2는 구현된 어음인지역치 검사 모듈과 단어인지도 검사 모듈의 GUI를 보여준다.



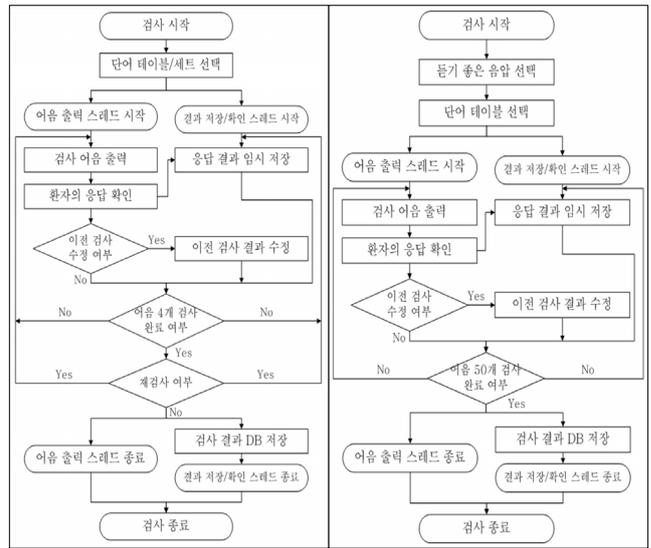
〈그림 2〉 구현된 청력검사 모듈의 GUI
(a) 어음인지역치 검사 모듈
(b) 단어인지도 검사 모듈

2.5 단일스레딩 기법과 멀티스레딩 기법의 청력검사 모듈 비교

휴대용 어음청력검사 시스템은 환자 정보 관리, 환자에 대한 검사결과 저장, 어음 파일의 출력 및 이전 검사결과 수정 등 다양한 기능을 수행해야 한다. 특히 자동검사 모드에서 청력검사가 진행되는 동안 환자가 이전 검사의 결과를 수정할 필요가 있는 경우에는 청력검사의 수행 기능과 이전 검사결과 수정 기능이 동시에 이루어져야 한다. 단일스레딩 방식으로 청력검사 모듈을 구현할 경우에는 미리 정해진 프로토콜에 따라 모든 검사가 완료된 후 저장된 검사결과에 대한 수정이 가능하게 되어 이전 검사결과가 잘못 수정되는 경우가 발생할 수 있고, 이전 검사결과를 수정하는 시간이 추가적으로 소요되는 문제점이 있다. 그러나 멀티스레딩 기법을 적용하여 청력검사 모듈을 구현할 경우에는 청력검사를 진행하는 스레드와 검사 결과를 저장하고 관리하는 스레드를 생성하여 두 스레드를 동시에 수행할 수 있으므로, 검사가 진행되는 동안 필요할 때 적절히 검사 결과를 수정하여 잘못된 결과가 저장되는 것을 방지할 수 있고, 별도로 청력검사 결과를 수정하는 시간이 필요치 않게 되어 효율성이 증대될 수 있다. 그림 3은 단일스레딩 방식의 청력검사 모듈의 프로토콜을 보여주고, 그림 4는 멀티스레딩 기법을 적용한 청력검사 모듈의 프로토콜을 보여준다.



(a) (b)
〈그림 3〉 단일스레딩 방식의 청력검사 모듈의 프로토콜
(a) 어음인지역치 검사 모듈
(b) 단어인지도 검사 모듈



(a) (b)
〈그림 4〉 멀티스레딩 방식의 청력검사 모듈의 프로토콜
(a) 어음인지역치 검사 모듈
(b) 단어인지도 검사 모듈

3. 결 론

본 연구에서는 이동성을 갖춘 단말기인 PDA를 이용하여 간편하게 청력검사를 수행할 수 있는 휴대용 어음청력검사 시스템을 구현하였다. 이를 위하여 효율적인 청력검사를 위하여 멀티스레딩 기법을 적용하였는데, 결과적으로 청력검사 모듈에서 검사 기능과 결과 데이터 관리 기능이 동시에 수행될 수 있으므로 단일스레딩 기법에 의한 청력검사 모듈과 비교하여 보다 더 효율적으로 휴대용 청력검사 시스템을 구현하였다.

Acknowledgement

본 연구는 2008년 지식경제부 - 지역산업기술개발사업[공통기술개발사업]의 지원으로 이루어졌습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] Northern J. L, Dwons M. P, "Hearing in Children - Fifth Edition," Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, 2002.
- [2] Hudgins, C. V, Hawkins, J. E, Karlin, J. E, and Stevens, S. S., "The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech," Laryngoscope, Vol. 57, pp. 57-89, 1947.