

# 난독증을 위한 키 반응 검사기 구현<sup>1)</sup>

조성호, 지성우, 정해원, 남기춘\*  
한신대학교 정보통신학과  
\*고려대학교 심리학과  
e-mail:zoch@hs.ac.kr

## Implementation of a Key Response Tester for dyslexia

SungWoo Ji, HaeWon Jung, SungHo Cho, KiChun Nam\*  
Dept. of Computer Science, Hanshin University  
\*Dept. of Psychology, Korea University

### 요 약

난독증이란 지능점수에서 예견하는 것보다 유의하게 낮은 읽기 수준 능력을 가진 사람들이다. 국내의 경우 난독증에 대한 연구가 미진하여 외국의 검사도구를 번역하여 사용하고 있지만, 언어의 경우 민족의 특성과 언어의 특성이 매우 크기 때문에 외국의 검사도구를 그대로 가져오기에는 무리가 있다. 본 논문에서는 난독증 환자를 검사 하고 그 검사 결과에 따라 분석을 할 수 있는 검사도구를 설계하는데 있어 키 반응 검사기의 구현시의 문제점과 문제점을 해결하는 방법을 제시하고자 한다. 다양한 컴퓨터 환경에서의 실험을 통하여 일반적인 키 반응 검사기의 문제점을 보이고 구현한 키 반응 검사기가 검사도구로서의 정확도를 유지하고 있음을 보인다.

### 1. 서론

난독증(dyslexia)이란 지능점수(IQ)에서 예견하는 것보다 유의하게 낮은 읽기 수준 능력을 가진 사람이라 정의할 수 있다[1]. 난독증은 언어장애의 일부로 글을 보고 읽지 못하는 장애를 말한다. 난독증은 일반적으로 발병원에 따라, 선천성과 후천성으로 구분된다[2-7].

읽기는 사회생활에 필수적인 고도의 복잡한 기술이다. 난독증의 경우 신체의 장애와 달리 재사회화에 큰 장애가 있으나 신체장애처럼 진단, 치료, 재활의 방법이 거의 전무하다. 국내의 경우 난독증에 대한 연구가 전무하여 난독증 발병률을 파악하기 어려우나 1998년도 국정감사자료에 의하면 초등학교의 20%가 학습장애가 있는 것으로 나타나 있으며 선진국의 경우에 비추어 초등학교의 약 3.6%가 난독증을 가지고 있을 것으로 추정된다.

난독증을 진단 치료하기 위해서는 난독증 검사도

구가 필요하지만 이에 대한 연구가 미진하여, 외국의 검사 도구를 번역하여 사용하고 있다. 그러나 언어의 경우 민족의 특성과 언어의 특성이 매우 크기 때문에 학문이 발달한 선진국의 검사도구나 치료도구를 그대로 들어오기에는 무리가 있다.

본 논문에서는 난독증 환자를 검사 하고 그 검사 결과에 따라 분석을 할 수 있는 검사도구를 설계하는데 있어 키 반응 검사기의 구현시의 문제점과 문제점을 해결하는 방법을 제시하고자 한다. 다양한 컴퓨팅 환경에서의 실험을 통하여 일반적인 키 반응 검사기의 문제점을 보이고 구현한 키 반응 검사기가 검사도구로서의 정확도를 유지하고 있음을 보인다.

### 2. 난독증 검사기의 설계 및 구현

난독증 검사는 크게 음성 반응 검사와 키 반응 검사 부분으로 나뉜다. 음성 반응 검사란 제시되는 단어나 그림을 정확하게 발화하는데 걸리는 시간을 측정하는 검사이며, 키 반응 검사란 제시되는 단어나 그림의 정확한 뜻이나 유사한 뜻을 찾아 해당키를 누르는데 걸리는 시간을 측정하는 검사이다.

1) 본 연구는 과학기술부 특정기초연구사업 (과제번호 R01-2006-000-10733-0)지원으로 수행되었음.

## 2.1 시스템 구성

본 논문에서 구현한 난독증 검사 프로그램은 진단자가 환자를 진단할 검사내용집합(test contents set)을 미리 결정한 후 환자를 진단할 수 있도록 구성하였다. 검사내용집합이란 환자에게 보일 그림이나 단어의 모음을 지칭하는 것으로, 환자가 같은 검사내용집합을 사용하여 반복적으로 검사하게 되면 학습효과가 발생하여 진단의 결과를 신뢰할 수 없게 된다. 그러므로 진단자는 해당 환자에게 사용한 적이 없는 검사내용집합을 선택하고 이를 사용함으로써 정확한 결과를 얻을 수 있다.

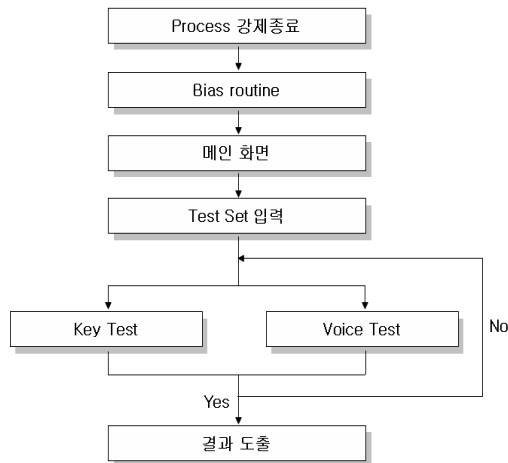


그림 1. 시스템 구성 흐름도

진단자가 검사내용집합을 결정하면 검사기는 해당내용물을 데이터베이스로부터 읽은 후 키 반응 검사 및 음성 반응 검사를 실시하도록 구성되었다. 전체적인 구조는 <그림 1>과 같다. 음성 검사의 경우 환자의 음성검사 결과를 WAV 파일 포맷(format) 형태로 자동 저장되며 검사 종료 후 진단자가 파형을 분석할 수 있도록 하였다. 진단과 관련된 모든 자료 즉, 키 반응 시간, 음성 파일 정보등과 같은 검사 결과는 데이터베이스에 저장되어 관리되도록 구성하였다.

## 2.2 음성 반응 검사기의 구현

구현된 검사기에서 음성 반응 검사 시작버튼을 누르면 <그림 2>와 같은 이미지가 뜨면서 음성 입력이 가능하게 된다. 환자는 그림의 이름을 가장 빠른 시간 안에 말해야 한다. 일반인의 경우 그림이 제시된 시간에서부터 발화 시점까지 100msec 정도의 시간이 걸리지만 환자의 경우 수초에서 수십 초의 시간이 걸리기도 한다.

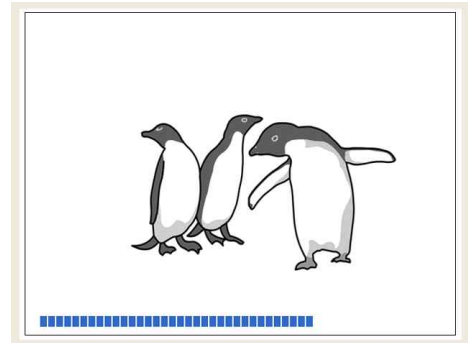


그림 2. 음성 검사 화면

초기 모형에서는 음성 파일을 분석하여 환자가 처음 발음을 시작한 시간을 자동으로 찾아 주도록 하는 검사기를 제작하였다. 그러나 난독증 환자의 경우 정확한 발음을 하기 전에 입에서 말을 더듬거나 엉뚱한 단어를 발음한 후 정확한 단어를 발음하는 현상들의 경우, 최초 발화시점을 자동으로 찾는 것이 불가능하였다. 이는 WAV 파형상의 여러 개의 파형들 중 의미적으로 정확한 발음을 한 파형을 자동으로 찾는 것이 불가능하기 때문이다. 또한, 열쇠라는 단어를 보고 사과라고 발음한 경우와 같이 틀린 단어를 말한 경우에는 해당 그림에 대한 “발음 불가”라고 처리해야 하는 문제가 발생하였다. 이러한 이유로 음성 검사의 경우 환자의 발음을 녹음한 후 진단자가 최초 발화 시점을 결정하도록 <그림 3>과 같이 검사기를 변경하였다.

<그림 3>의 음성분석기의 가장 중요한 기능은 재성을 통하여 환자의 정확한 발화 시점을 찾아내는 것이다. 이 환자의 경우 처음 두 번 더듬거리다가 최초 발화 시점은 3번째 파형이 나타나는 5.45109초 되는 지점이다. 이 검사기의 특징은 시스템의 클럭(clock)을 사용하지 않고서도 0.01msec의 정확도를 구현하였다는 것이다.

일반 컴퓨터의 경우 시스템으로부터 얻을 수 있는 최소시간 값은 1msec 수준이다. 그러나 컴퓨터가 진단용 전문 의료가기가 아니기 때문에 시스템으로부터 얻은 클럭 값의 변동폭이 매우 컸다. 난독증 환자의 경우 발화시점이 1초에서 수초에 걸쳐 나타나기 때문에 부정확한 클럭을 사용하게 되면 오차가 누적되어 정확한 발화 시점을 찾기 어려워진다. 이를 보완하기 위하여 환자로부터 얻어진 WAV 파일을 화면 해상도에 맞추어 파형을 생성하고 진단자가 선택한 시점을 전체 해상도에 대한 비율로 나눔으로써 시간을 측정하는 방식을 사용하였다.

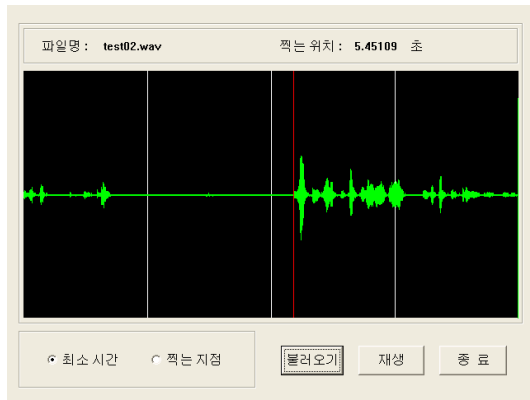


그림 3. 음성 분석 화면

### 2.3 키 반응 검사기의 구현

키 반응 검사란 화면에 나타나는 그림(혹은 글씨)과 같거나 연관이 있는 단어를 빠른 시간 안에 선택하게 함으로서 환자가 그림(혹은 글씨)를 이해하고 있는가를 판단하는 검사이다. 검사 프로그램 구현시 문제점은 현재의 운영체제와 같이 다중 프로그래밍을 지원하는 시스템에서는 키 반응에 대한 응답 시간이 매우 불규칙적으로 나타나는 문제가 발생하였다. 컴퓨터 내부에는 운영체제가 사용하는 페이지 데몬(page daemon), 프로세스 스케줄러(process scheduler)와 같은 프로세스와 함께 각종 일반 프로세스가 혼재하고 있다. 이러한 프로세스가 타임 셰어링(time sharing) 운영체제하에서 작동하게 됨에 따라 프로세스가 키 눌림 이벤트(event)에 반응하는 시간이 시시각각 다르게 나타난다. 또한, 각 컴퓨터에서 작동하는 프로세스의 수가 다르고 메모리의 양도 다르기 때문에 컴퓨터 마다 오차의 범위가 달라지는 문제가 있었다.

또한, 검사문제를 화면에 뿌리는 시간과 실제 버튼이 눌리는 시간과의 차이도 발생하였고 일부의 경우 데이터를 스왑(swap) 현상으로 인하여 검사기 구동이 지연되는 현상도 발생하였다.

이러한 문제를 100% 해결하기 위해서는 검사 전용 단말기를 하드웨어적으로 구현하는 방법이 가장 최선이지만 현실적으로 불가능하기 때문에 차선책을 사용하였다.

우선, 데이터베이스의 있는 검사에 필요한 모든 자료를 메모리로 가져온 후에만 실행이 되도록 수정하였다. 검사기가 시작된 이후에는 키보드 이외의 I/O 장치는 입출력을 일으키지 않도록 설계하였다. 또한, 검사기 시작 시 운영체제가 사용하는 최소한의 시스템 프로세스만을 남기고 그 외 나머지 프로

세스를 강제적으로 종료시켰다. 다른 프로세스들이 상주하게 될 경우 스왑이 발생하거나 불필요한 입출력으로 인하여 영향을 받는 경우가 있기 때문에 이를 최소화 하였다.

이러한 기본적인 설계 이외에 본 프로그램의 프로세스 우선순위를 최고 수준으로 올린 후 화면을 640X480의 해상도로 강제 전환시켜 본 검사기가 모니터 화면을 장악하여 내용물이 화면에 뿌려지는 시간에 대한 지연(delay)을 최소화 하도록 하였다.

또한 시간을 측정하기 위한 방법으로 정밀 계수기 값을 사용한 QueryPerformanceCounter를 사용하여 결과값을 얻어냈다. QueryPerformanceFrequency는 정밀 계수기의 1초당 카운트 값을 얻어오는 함수이다. 이 값을 주파수(Frequency)로 나뉘춤으로써 보다 정밀한 결과값을 얻어냈다.

### 3. 키 반응 검사기 실험 및 분석

실험에 앞서 난독증 검사기가 허용하는 어차범위를 규정하였다. [1]에 의하면, 일반인이 자극(stimulus)에 노출된 시점에서부터 뇌를 통하여 성대에 신호가 전달되어 발화하거나 손가락에 신호가 전달되어 키를 누르는 시점까지 사람들마다 5msec의 차이를 보인다. 즉, 자극이 노출된 시점에서부터 어떤 사람의 100msec에 반응한 것과 다른 사람이 105msec에 반응한 것은 동시에 반응한 것으로 추정할 수 있다는 의미이다. 이를 근거로 하여 난독증 검사기가 1msec이내의 오차를 보인다면 검사기로서의 정확도를 충족한 것으로 판단 할 수 있다.

키 반응 검사기의 경우 일반적인 경우와 본 논문에서 제안하는 경우를 나누어 실험을 하였다. 이에 앞서 시간에 따른 편향값의 차이를 실험하였는데, 키 검사 방법과 동일하게 실험환경을 만든 후, 매 초마다 임의의 키보드 신호(Signal)를 보내 그 결과값을 나타낸 것이다. 이 실험을 해본 결과 실험 시간을 바꾼다 해도 편향 값에는 차이가 없다는 것을 알게 되었다.

<그림 4>와 <그림 5>는 프로세서 Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz, 메모리 1024 MB RAM(고사양)의 컴퓨터에서 비교한 결과이다. 고사양의 컴퓨터에서 실험한 경우 일반적인 프로그램에서도 1msec의 오차범위를 충족시켰다. 그러나 1초의 반응에 대하여 오차 범위를 충족시켰다 할지라도, 난독증 환자의 경우 발음 시간이 수초에 걸쳐서 나타나기 때문에, 시간이 경과함에 따라 오차가 누

적되어 오차 범위를 넘어서는 경우가 발생한다. <그림 6>이 나타내듯이 제안하는 방법의 경우 매우 안정적인 결과를 보였다.

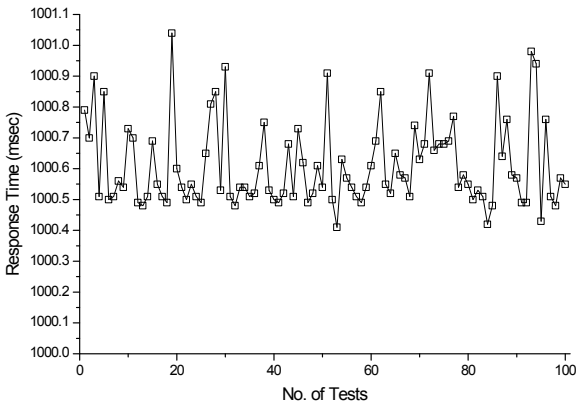


그림 4. 키 검사 반응 실험(고사양, 일반)

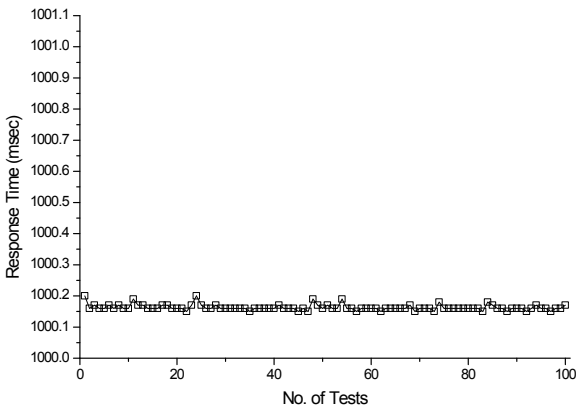


그림 5. 키 검사 반응 실험(고사양, 제안)

이 실험은 매 컴퓨터마다 하드웨어 구성 및 소프트웨어 구성이 다르기 때문에 일반적인 프로그램인 경우 사양이 좋은 컴퓨터에만 검사도구로서의 오차 범위를 충족하지만, 제안하는 기법의 경우 컴퓨터의 사양에 덜 민감하다는 것을 알 수 있다. 또한, 두 경우다, 컴퓨터가 이벤트를 처리하는 시간만큼의 지연 현상을 반영하여야만 정확한 검사도구를 구현할 수 있다는 것을 보여준다.

본 실험을 통하여, 제안하는 시스템은 검사가 실행되기 직전에 편향값(Bias Value)을 조절하는 루틴을 추가하여 정확도를 높였다. 편향값을 조절하기 위해 시스템이 시작하기 전에 자체적으로 가상의 테스트 셋을 이용하여 시스템에 키보드 신호(Signal)를 보내 키 검사 반응 실험을 하고 그 결과 값을 사용하여 해당 컴퓨터가 이벤트를 처리하는 시간만큼의 지연시간을 구하였다. 구해진 지연시간으로부터

도출된 결과값을 이용하여 편향값의 조절을 하였고, 이는 컴퓨터가 가지는 고유의 처리시간을 검사기에 반영함으로써 검사의 정확도를 높일 수 있다.

#### 4. 결론

난독증의 경우 언어와 밀접하게 연관되어 있어 해외 난독증 검사기를 그대로 사용하기에 문제가 있어 한국인에게 맞는 검사기를 필요로 한다. 그러나 국내에는 이러한 연구가 미비하여 검사기가 어떤 구성을 가져야 하는지, 어떤 기능을 구현해야 하는지, 허용 오차 범위가 어느 정도인지에 대한 명확한 규정이 없다.

본 논문은 난독증 검사를 위한 키 반응 검사기를 설계하였고 이를 구현하면서 발생할 수 있는 문제점과 해결방안을 제시하였다. 또한, 제작된 검사기가 허용오차 범위 안에 있어 검사기로서 사용가능함을 실험을 통하여 보였다.

#### 참고문헌

- [1] Siegel. L. S., "An evaluation of the discrepancy definition of dyslexia," *Journal of Learning Disabilities*, vol. 25, pp. 618-629, 1982.
- [2] Coltheart, M., Patterson, K., & Marshall, J. C., "Deep dyslexia," *Reading : Routledge & Kegan Paul*, 1980.
- [3] Richardson, J. T. E., "Further evidence on the effect of word imageability in dyslexia," *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, vol. 27, pp. 445-449, 1975
- [4] Richardson, J. T. E. (1975b). The effect of word imageability in acquired dyslexia. *Neuropsychologia*, 13, 281-288.
- [5] Shallice, T., & Warrington, E. K. (1975). Word recognition in a phonemic dyslexia patient. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 27, 187-199.
- [6] Shallice, T., & Warrington, E. K. (1980). Single and multiple component centraldyslexia syndromes. In M. Coltheart, K. Patterson, & J.C. Marshall(Eds.), *Deep Dyslexia*(pp. 119-145). London: Routledge & KeganPaul.
- [7] Sapiro. K. L., Ogden. N., & Lind-Blad. F. (1990). Temporal processing in dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 23, 2. 99-107.