

## 객체 지향과 멀티미디어 기술을 이용한 전산화 신경 심리 검사 시스템

안창범<sup>1</sup> · 김휴정<sup>1</sup> · 신진표<sup>1</sup> · 박준모<sup>1</sup> · 이성훈<sup>1</sup>

<sup>1</sup>광운대학교 공과대학 전기공학과, <sup>2</sup>(주)미래 엔지니어링, <sup>3</sup>연성 뇌기능 수련 연구소  
(1998년 12월 11일 접수, 1999년 9월 13일 채택)

### A Computerized Neuropsychological Test System Using Multimedia and Object-oriented Technologies

C.B. Ahn<sup>1</sup>, H.J. Kim<sup>1</sup>, J.K. Shin<sup>1</sup>, J.M. Park<sup>2</sup>, and S.H. Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Electrical Engineering, Kwangwoon University, <sup>2</sup>Meerae Engineering Co., and  
<sup>3</sup>Yonjung Brain Function and Sleep Research Institute

(Received December 11, 1999, Accepted September 13, 1999)

**요약** : 임상적인 응용을 목적으로 하는 전산화 신경 심리 검사 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템은 국소적 뇌기능 장애 진단에 뛰어난 14개의 검사로 구성되어 있으며, 집중력, 언어능력, 공간 및 도형 인식 능력, 기억력, 운동 집중 능력 등을 진단하게 된다. 개발된 시스템은 멀티미디어와 객체 지향 개념에 의거하여 설계, 구현되었고, 마이크로소프트 Windows에 기반을 둔 그래픽 인터페이스를 채용하여 운용이 용이하도록 하였다. 또한 마우스와 터치 스크린을 이용하여 피검사자로부터 입력을 손쉽게 받아들일 수 있도록 하였으며, 색채 단어 검사, 빗주화 검사, 언어 기억 검사 등을 한글화하여 검사의 효용성을 향상시켰다. 개발된 시스템을 정상인 그룹과 위치에 적용한 결과 뇌기능 장애 진단에 유용하게 사용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

**Abstract** : A Computerized Neuropsychological Test (CNT) system using multimedia and object-oriented technologies is developed for clinical application. The developed system is composed of 14 neuropsychological tests which are capable of diagnosing various local brain functions, e.g., attention, shifting attention, speech perception, spatial and verbal memory, etc. The system employs Microsoft windows-based graphic user interface for easy operation and it has a touch screen and a mouse as input devices from the patient. Localization of the tests (color word test, verbal memory test, Wisconsin card sorting test) using Korean language and characters is achieved for maximizing usefulness of the tests. The developed system has been applied to the evaluation of brain functions for normal group and patients. From experiments, the developed system turns out to be useful for the diagnosis of brain functions.

**주요 기술 용어** : 신경 심리 검사, 전산화 신경 심리 검사 시스템, 객체 지향 프로그래밍, 멀티미디어 기술, 뇌기능 진단

**Key words** : Neuropsychological test, Computerized neuropsychological test system, Object-oriented programming, Multimedia technology, Brain function diagnosis

## 서론

전산화 단층 촬영 장치(Computerized Tomography: CT)와 같은 뇌구조 영상 시스템은 두뇌의 구조적인 손상의 진단에는 적합하지만 신경학적 미세 증상을 탐지하는 데는 어려움이 많다 [1,2]. 뇌구조 영상 시스템은 두뇌의 특정 부분의 손상이 어떠한 기능적인 결함을 초래하는지에 대한 정보나 뇌기능과 관련한 제왕 또는 치료에 필요한 정보를 제공해주지 못한다는 제한

점이 있다. 반면에, 신경 심리 검사와 같은 뇌기능 진단 장비는 신경학적 미세 증상을 파악하는데 민감하므로 뇌구조 영상 시스템들의 단점을 보완할 수 있다 [3].

본 연구에서 개발한 전산화 신경 심리 검사 시스템은 임상 신경 심리 검사를 목적으로 뇌기능 장애 진단에 국소적 진단능력이 뛰어난 14가지의 검사 항목들로 구성되어 있다. 전체 시스템은 객체 지향 프로그래밍 기법으로 구성되어 있으며 다양한 자극 및 검사를 위하여 멀티미디어 환경을 이용하였다 [4-5]. 대부분의 신경 심리 검사에서는 언어 지각이나 기억 검사 [6,7], 색채 검사 [8] 등 언어와 관련된 부분이 많기 때문에 피검사자가 용이하게 이해할 수 있는 언어의 사용이 필수적이라 할 수 있다. 개발된 시스템은 외국에서 만들어진 시스템들

통신저자 : 안창범 (139-701) 서울시 노원구 월계동 447-1  
광운대학교 전기공학과  
Tel. (02) 940 5148, Fax. (02) 909 3159  
e-mail : cbahn@daisy.kwangwoon.ac.kr

과 달리 우리말과 한글을 사용함으로써 피검사자가 용이하게 반응할 수 있도록 하였다. 또한 터치 스크린과 마우스로 입력이 가능하게 하여 컴퓨터 사용에 익숙하지 않은 피검사자도 쉽게 응답할 수 있도록 하였고, 마이크로소프트 윈도우에 기초를 둔 사용자 인터페이스를 채용하여 전체적인 운용이 쉽도록 하였다. 서론에 이어 신경 심리 검사 항목을 소개하였고, 시스템의 설계 및 주요 구성 요소들을 기술하였다. 개발된 시스템을 정상인과 환자에 적용한 실험 결과를 보였고, 마지막으로 결론을 기술하였다.

### 신경 심리 검사 항목

1930년대 후반부터 다양한 신경 심리 평가 방법이 개발되었으며, 이러한 신경 심리 검사들은 평가 목적에 따라 개별적으로 된 또는 검사 배터리의 일부로 사용되어왔다 [9-12]. 신경 심리학적 평가에서는 비교적 표준화된 검사 배터리를 사용하게 되므로, 각 분항들은 대부분 '정', '오'로 채점되며, 그 점수를 합산하여 전체 점수를 산출하게 된다. 본 연구에서는 '정', '오'로 채점하는 검사와 4문항 중 하나를 선택하는 검사, 그리고 기억한 내용을 설명하는 검사 등 총 14개의 검사 항목(그림 1 참조)으로 시스템을 구성하였다. 채택된 14개의 검사 및 각 검사에 대한 간단한 설명을 표 1에 요약하였다.

이러한 검사들은 아래와 같은 다양한 신경 심리 기능을 진

단하는데 사용될 수 있다.

- 집중력 (단순, 초심, 이당 빛 지속적 집중력 등의 측정)
- 색채 단어 검사 [8], 수지력 검사 [13], 신로 잇기 검사 [14], 이동집중력 검사 [15], 조건 지속 수행 검사 [15], 시각 지속 수행 검사 [15], 리듬 인지 검사 [11]
- 분석, 종합적 인식 및 사고 능력, 문제 해결, 범주화, 계획적사고 능력
- 범주화 검사 [11], 카드 분류 검사 [16], 색채 단어 검사 언어 능력
- 언어 기억 검사 [6,7], 언어 인지 검사
- 공간 도형 능력 및 구조적 인지 능력
- 선로 잇기 검사, 시각 기억 검사 [17], 공간 기억 검사
- 기억력 (단기 및 장기 기억, 무호화, 인출, 재인식 등의 다양한 기억 기능, 기억 대상에 따른 기억 능력 측정)
- 색채 단어 검사, 선로 잇기 검사, 언어 기억 검사, 시각 기억 검사, 공간 기억 검사
- 시각 및 시각 운동 협응 능력
- 선로 잇기 검사, 시각 기억 검사, 공간 기억 검사, 시각 지속 수행 검사
- 리듬 및 언어 인지 능력
- 리듬 인지 검사, 언어 인지 검사
- 운동 집중 능력
- 수지력 검사

표 1. 전산화 신경심리검사 목록  
Table 1. List of Computerized Neuropsychological Tests

항 목	검 사	내 용
1	강제 선택 검사 (Forced Choice Test)	지음 보여준 숫자판 일정 시간이 지난 후 화면에 나타난 두 가지 숫자 중에서 찾아 내는 검사이다.
2	공간 기억 검사 (Spatial Memory Test)	화면에 보여주는 도형의 위치를 기억한 후 일정 시간 후에 도형의 위치를 기억해내는 검사이다.
3	리듬 인지 검사 (Rhythm Test)	스피커에서 연속으로 두개의 리듬을 들려주고 두 리듬이 같은지 다른지를 판단하는 검사이다.
4	범주화 검사 (Category Test)	화면에 그려지는 그림을 보고 연상되는 숫자를 선택하는 검사이다.
5	선로 잇기 검사 (Trail Making Test)	숫자 또는 문자를 순서대로 선으로 잇는 검사이다.
6	수지력 검사 (Finger Tapping Test)	정해진 시간 동안 왼손 및 오른손으로 마우스 버튼을 얼마나 많이 눌렀는지를 측정하는 검사이다.
7	시각 기억 검사 (Visual Memory Test)	보여준 도형들의 모양을 일정 시간 후 기억해내는 검사이다.
8	시각 지속 수행 검사 (Visual Continuous Performance Test)	여러 숫자들을 연속적으로 디스플레이 하면서 0이 나올 때만 인지하는 검사이다.
9	색채 단어 검사 (Color Word Stroop Test)	색깔을 뜻하는 글자와 그 글자의 색깔이 일치하는지를 판단하는 검사이다.
10	언어 기억 검사 (Verbal Memory Test)	들려준 단어들을 일정시간 후 기억해내는 검사이다.
11	언어 인지 검사 (Speech Perception Test)	스피커에 나오는 단어판 화면에 나타난 4개의 보기 중에서 선택하는 검사이다.
12	이동 집중력 검사 (Shifting Attention Test)	화면에 O 표시가 나타난 후에 X 표시가 나타나는 비율을 인지하는 검사이다.
13	조건 지속 수행 검사 (Contingent Continuous Performance Test)	정해진 두 문자가 연속으로 나왔을 때만 인지하는 검사이다.
14	카드 분류 검사 (Wisconsin Card Sorting Test)	보여주는 카드와 색깔 및 갯수, 모양 등에서 관계가 있는 카드를 선택하는 검사이다.

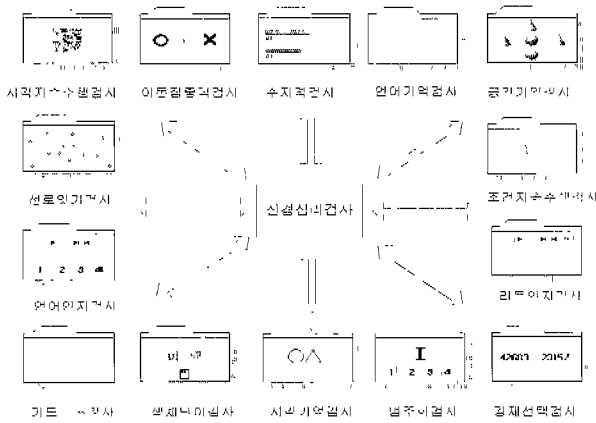


그림 1. 전산화 신경 심리 검사 시스템의 검사 종류  
Fig. 1. Computerized neuropsychological test system

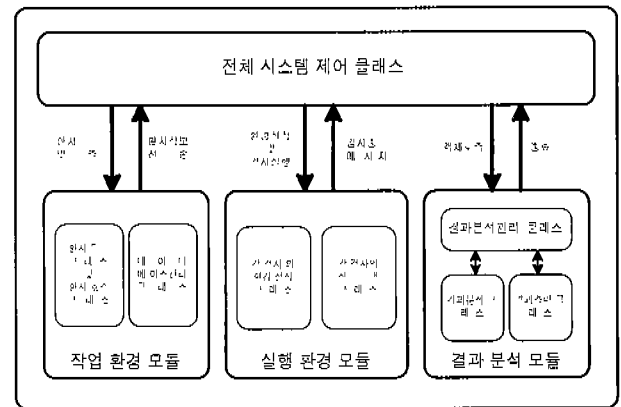


그림 2. 신경 심리 검사 시스템의 주요 객체들의 상호 작용 개념도

Fig. 2. A schematic diagram for the main objects in the neuropsychological test system

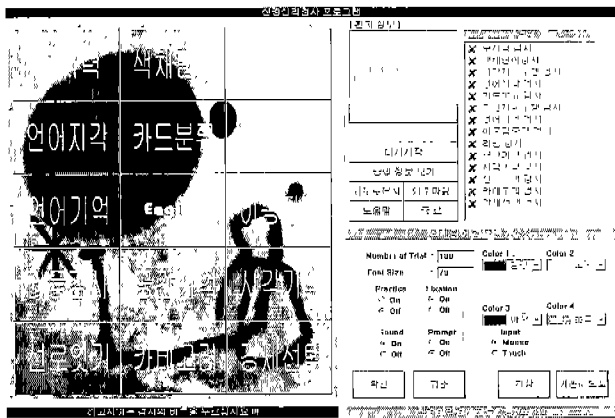


그림 3. 신경 심리 검사 시스템의 주 화면  
Fig. 3. Main screen for the computerized neuropsychological test system

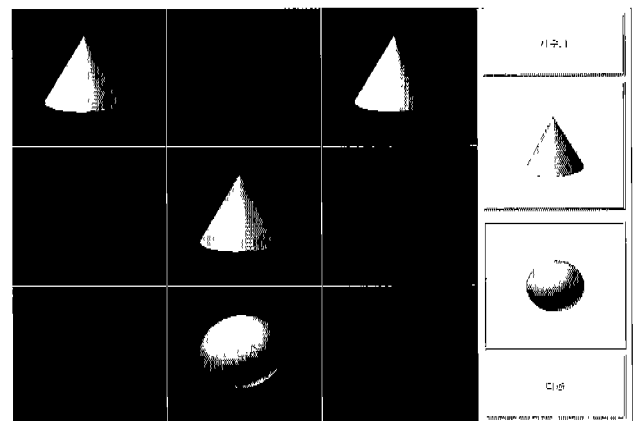


그림 4. 공간 기억 검사  
Fig. 4. Spatial memory test

- ▣ 타당도 검사
- 강제 선택 검사

### 신경 심리 검사 시스템 설계

객체 지향 언어인 C++와 Microsoft Foundation Class(MFC)를 사용하여 시스템을 설계하였으며, 클래스를 통하여 사용자가 정의한 여러 개의 객체들 간의 관계를 일괄적으로 용이하게 표현하였다. 14개의 개별 검사는 각각의 클래스로 구성되며, 객체들 간의 의사 전달은 메시지를 사용하였다. 클래스의 캡슐화를 통하여 프로그램을 구체화하였고, 국지성(locality)을 증가시켰으며, 시스템의 유지 보수를 용이하게 하였다. 클래스의 추상화를 통하여 소프트웨어 시스템의 복잡성을 줄였으며, 상속성을 이용하여 중복적인 코딩을 줄였다.

#### 1) 주요 클래스들의 종류

신경 심리 검사 시스템은 환자 정보 및 신체 시스템을 제어

하는 작업 환경 모듈, 검사를 실제로 실행하는 실행 환경 모듈, 그리고 검사 결과를 분석하고 출력하는 결과 분석 모듈로 이루어져 있다.

작업 환경 모듈 클래스들은 전체 시스템의 세이클을 받고 있는 클래스, 환자 등록 및 호출을 관리하는 환자 등록 클래스, 환자 데이터베이스를 관리하는 데이터베이스 클래스들로 구성되어 있다. 시스템의 데이터베이스는 Microsoft의 DAO(Data Access Objects)를 사용하였다.

실행 환경 모듈은 각 검사의 환경 설정을 받고 있는 클래스들과 각 검사의 실행을 받고 있는 클래스들로 구성되어 있다. 검사 클래스들은 각 검사의 이름에 근거하여 만들어진 14개의 클래스들과 검사 환경 설정을 위하여 만들어진 14개의 환경 설정 클래스들로 이루어져 있다. 각 검사의 결과 분석 모듈은 전체적인 검사 결과의 디스플레이 및 분석을 담당하는 클래스, 환자 종합 정보를 보여주는 클래스, 개별 검사를 디스플레이하는 클래스, 그리고 결과 파일을 프린터에 출력하는 클래스들로 구성되어 있다.

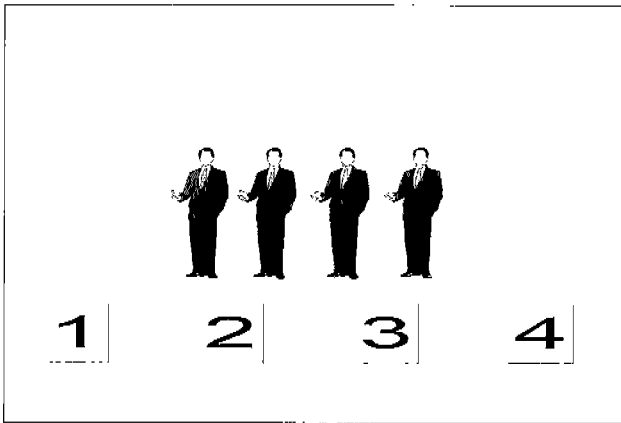


그림 5. 범주화 검사  
Fig. 5. Category test

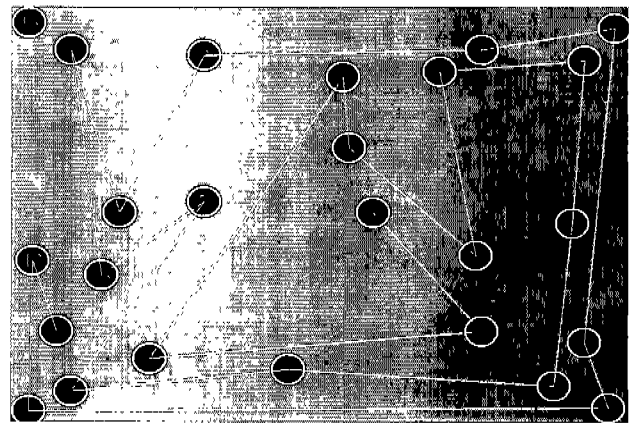


그림 6. 선로 잇기 검사  
Fig. 6. Trail making test

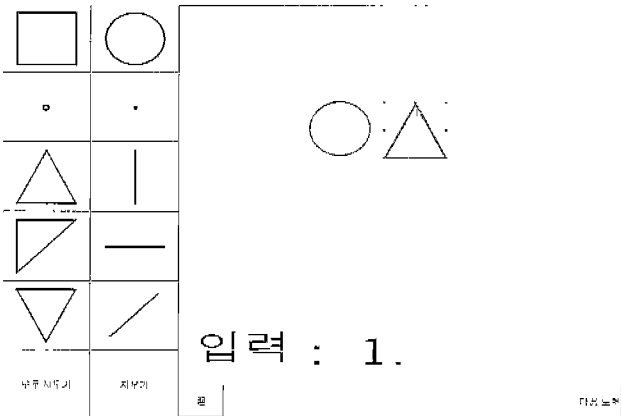


그림 7. 시각 기억 검사  
Fig. 7. Visual memory test

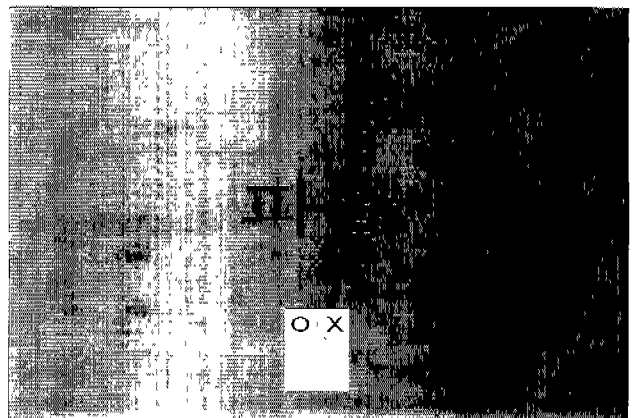


그림 8. 색채 단어 검사  
Fig. 8. Color word test

색	음	문	번호
1	ㅁ	ㅁ	1.11
2	ㅇ	ㅇ	1.12
3	ㅇ	ㅇ	1.13
4	ㅇ	ㅇ	1.14
5	ㅇ	ㅇ	1.15
6	ㅇ	ㅇ	1.16
7	ㅇ	ㅇ	1.17
8	ㅇ	ㅇ	1.18
9	ㅇ	ㅇ	1.19
10	ㅇ	ㅇ	1.20

그림 9. 색채 단어 검사의 결과  
Fig. 9. Results for the color word test

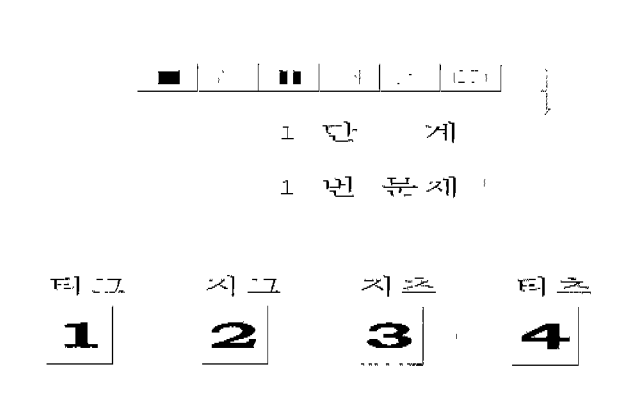


그림 10. 언어 인식 검사  
Fig. 10. Speech perception test

2) 주요 객체들의 상호 작용

객체 지향 프로그래밍 개념으로 구현된 시스템의 상호 동작

은 객체들의 상태 변화와 개체들간의 메시지 교환으로 표현된다. 신경 심리 검사의 중심 객체인 시스템 제어 클래스는 시동 단계에서 주요 개체들을 생성하고, 선택된 검사를 실행하며, 또한 검사와 검사판 서로 연결시켜주는 역할을 담당하고 있다.

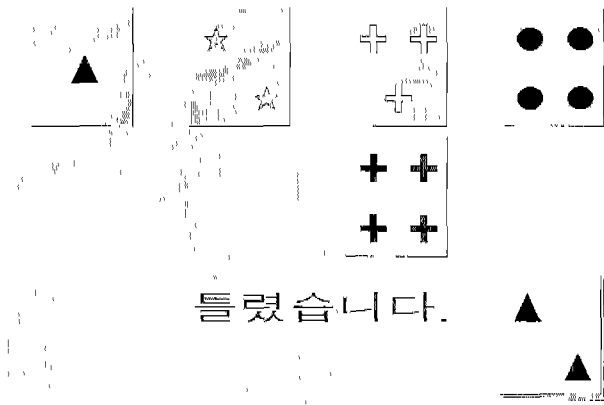


그림 11. 카드 분류 검사  
Fig. 11. Wisconsin card sorting test

이를 위하여 각 환경 설정에 필요한 환경 설정 클래스들을 생성하고, 검사를 선택하게 되면 해당 검사를 실행시키며, 선택된 검사 결과를 보여준다. 또한 환자 등록 및 호출 명령을 데이터 베이스에 전달하여 환자에 대한 정보를 처리할 수 있도록 한다. 신경 심리 검사 시스템의 주요 객체들의 상호 작용을 그림 2에 개략적으로 나타내었다.

3) 검사 실행.

사용자 입력에 따라 각 검사 클래스들은 시스템 제어 클래스를 통해 실행되며, 각 검사 환경 클래스들과 서로 연결되어 운영된다. 각 검사 클래스는 검사가 끝난 후 결과를 파일로 출력하며, 출력 파일들은 결과 보기에서 피검사자의 증상을 진단 하는데 이용된다.

4) 사용자 인터페이스

시스템 운용의 편리함과 개발된 소프트웨어의 손쉬운 유지 보수를 위하여 사용자 인터페이스를 마이크로소프트사의 Windows에 기초를 두어 작성하였다. 환자 정보에 대한 처리는 데이터베이스를 사용하여 자동 관리하였고, 신규 등록을 하여 환자 정보를 입력하게 되면 환자 정보가 저장되도록 하였다. 각 검사마다 다양한 환경 파라미터를 설정할 수 있도록 하였고, 설정된 환경 파라미터들은 검사 결과와 함께 저장되도록 하였다. 각 검사에 앞서 연습모드를 설정할 수 있도록 하여 피 검사자가 검사 방법을 제대로 이해하고 있는지 확인할 수 있도록 하였다. 개발된 시스템에서는 사용자 입력의 편의를 위하여 마우스 및 터치 스크린 입력이 가능하도록 설계하였다.

개발된 시스템은 크게 세 종류의 화면을 제공한다. 즉, 주 검사 화면, 14종류의 개별검사화면, 그리고 각 검사 결과에 대한 보기 화면이다. 주 검사 화면은 그림 3에서처럼 검사를 시작할 때 처음 보여지는 화면으로 여기에서 각 검사에 대한 시작, 결과 보기, 환경 설정 등을 할 수 있다. 또한 환자 등록 및 불러 오기를 비롯한 환자 정보를 관리할 수 있고, 환자 종합정보 보기, 도움말 기능 등을 사용할 수 있다. 마우스의 오른쪽 버튼을

사용하여 검사 환경을 설정할 수 있고 (설정화면은 오른쪽 하단에 나타난다) 간단한 환자 정보와 검사 내역을 오른쪽 상단에서 볼 수 있다. 검사 화면은 각 검사를 시작하면 나타나는 화면이며, 검사 결과 보기 화면은 검사가 끝난 후 검사 결과를 볼 때 나타나는 화면이다.

검사 클래스

11개의 검사들은 각 검사에 해당하는 클래스를 가지고 있으며, 이 클래스들은 각각의 검사를 실행해주고 검사 결과를 기록해 준다. 이러한 클래스들에 대한 설명은 다음과 같다.

1) 강제 선택 검사 클래스

이 클래스는 화면에 다섯 자리의 숫자를 보여준 후에 일정 시간 (지연시간) 후 두 개의 숫자 중에서 전에 나왔던 숫자를 선택하도록 하는 검사이다. 검사는 총 3 단계로 구성되어 있으며, 단계가 증가함에 따라 지연 시간이 길어진다.

2) 공간 기억 검사 클래스

이 클래스는 2×2, 3×3, 4×4 등으로 화면을 분할하여 그림 4와 같이 특정 위치에 특정한 도형을 보여준다. 일정 시간 후 피검사자는 앞 화면의 도형의 위치와 종류를 기억해낸다. 입력 장치가 터치 스크린일 경우에는 그림 4에 나타난 것처럼 오른쪽에 3개의 버튼(지우기, 삼각표, 구)을 제공하여 도형을 선택할 수 있도록 하였고, 마우스 입력의 경우 세 가지 도형(구, 삼각표, 지우기)이 순환적으로 나타나도록 하였다. 검사 결과로 정답 갯수, 화면의 왼쪽과 오른쪽에 위치한 도형에 대한 정답 및 오류 갯수 등을 출력하도록 하였다.

3) 리듬 인지 검사 클래스 [11]

이 클래스는 스피커로 두 가지 리듬을 연속적으로 들려준 후 두 리듬이 같은지를 응답하도록 하는 검사이다. 총 3단계로 되어 있으며, 총 문제 수는 30문제이다. 모든 리듬은 Wave 파일로 저장되어 구동된다. 검사 결과는 언어 지각 검사의 결과와 함께 비교 진단에 사용된다.

4) 범주화 검사 클래스 [11]

이 클래스는 그림 5에서처럼 화면에 디스플레이된 그림과 연상되는 숫자를 선택하는 검사이다. 총 7 단계로 되어 있으며, 인상 법칙은 단계마다 달라진다. 검사 결과로 정답 갯수와 preservation 횟수(범주화 규칙이 달라진 후에도 앞의 규칙을 고집하는 횟수) 등을 나타내었다.

5) 선로 잇기 검사 클래스 [14]

이 클래스는 그림 6에서 보인 것처럼 시작전에서 끝점까지를 차례대로 연결하는 검사이다. 선로의 연결은 올바른 순서대로 선택했을 때에만 가능하며 끝점까지 연결하는데 걸린 시간

표 2. 전산화 신경 심리 검사 결과

Table 2. Results of Computerized Neuropsychological Tests

		정상그룹		환자 1		환자 2	
		평균	표준편차	결과	진단	결과	진단
수지력 검사 [횟수/초]	오른손	6.7	1.0	46	N	5.5	N
	왼손	5.1	0.59	4.9	N, L	5.7	N, L
책제 단어 검사 정답 비율[%]		96	3.4	65	S	46	S
시각 지속 수행 검사 정답 비율[%]		96.8	3.2	97	N	97	N
언어 지각 검사 에러 횟수		3.3	1.2	5	N	10	Mo
카드 분류 검사 에러 횟수		13.3	4.6	106	S	93	S
조건 지속 수행 검사 총 에러 횟수		5.4	6.7	2	N	6	N
이동 실험력 검사 정답 비율[%]		93.8	3.5	90.4	N, L	84.4	Mo
리듬 인지 검사 총 에러 횟수		6.3	2.3	10	Mi, R	13	S, R
공간 기억 검사 성답 비율[%]		87.2	4.1	86.4	N	63.9	S, L
범주화 검사 총 에러 횟수		32	12.5	91	S	108	S
선로 잇기 [초]	A	31.2	6.9	85.5	S, R	111.9	S, R
	B	52.5	12.6	165.6	S	129.0	S
언어 기억 검사 [정답수]	타기 기억	66.7	3.1	26	S	40	S
	보유 기억	14.7	0.47	4	S	8	S
	지연 기억	14.8	0.37	4	S	5	S
	인지	14.6	0.47	9	Mo	12	Mi
	학습곡선 기울기	1.1	0.4	0.6	S	1.3	N
시각 기억 검사	타기 기억 성답비율[%]	80.6	7.3	37	S	52	Mo
	인지 [정답수]	14.8	0.1	13	Mo	12	Mo
강제 선택 검사 성답 비율[%]		100	0	100	valid	72	Mo invalid

N : normal; Mi : mild; Mo : moderate; S : severe; R : right lateralized; L : left lateralized

을 측정한다. 검사 종류는 2가지가 있으며, 한 가지는 숫자만으로 구성되어 있고, 다른 하나는 숫자와 한글 사음이 혼합되어 있다.

6) 수지력 검사 클래스 [13]

이 클래스는 일정 시간 동안 마우스 버튼을 얼마나 많이 눌렀는지를 체크하는 검사이다. 정해진 시간에 마우스가 눌리진 횟수를 막대 그래프로 보여주며 검사 결과값 하위에 기록한다. 검사 결과로 오른손과 왼손으로 누른 횟수 및 오른손과 왼손의 측정값이 10%이상 차이가 나는지에 따른 편측화 경향 및 장애 등을 진단하도록 하였다.

7) 시각 기억 검사 클래스 [17]

이 클래스는 총 15개의 도형을 순차적으로 보여준 후 기억나는 도형을 화면에 다시 그리는 검사이다. 사용된 15개의 도형은 그림 7의 왼쪽에서 보인 네모, 세모, 원, 선 등의 10가지 기본 도형의 두 가지 조합으로 구성되어 있다. 기억나는 도형을 화면에 그리기 위하여 기본 도형을 마우스나 터치 스크린으로 선택할 수 있도록 하였고, 원하는 위치에 놓거나 드래그를 통해 끌 수 있도록 하였다. 정답은 선택된 두 도형의 형태가 같은 시와 두 도형의 상대적인 위치가 일정 범위 안에 있는 시로 판단하게 된다. 두 도형간의 위치 에러 허용범위는 환경 설정에서 조성할 수 있도록 하였다.

검사 결과로 정답 개수와 환자의 학습 상태의 변화를 나타내는 학습곡선을 출력하도록 하였다. 학습곡선은 검사 결과에 대한 일차함수의 fitting으로 최소 제곱 근사법을 이용하여 나타내었다.

### 8) 시각 지속 수행 검사 클래스 (15)

이 클래스는 숫자와 유사한 색의 바탕 이미지 위에 임의의 숫자를 디스플레이하면서 숫자 0 이 나올 때를 인지하도록 하는 검사이다. 숫자의 색깔과 크기는 환경 설정에서 조정할 수 있도록 하였다.

### 9) 색채 단어 검사 클래스 (8)

이 클래스는 그림 8과 같이 색채를 나타내는 단어를 칼라로 화면에 디스플레이한 후 그 단어의 의미와 색깔이 일치하는지를 응답하도록 하는 검사이다. 색채 단어 검사에서 사용하는 색깔은 환경 설정에서 선택이 가능하도록 하였다. 색채 단어 검사의 결과를 그림 9에 나타내었다.

### 10) 언어 기억 검사 클래스 (6.7)

이 클래스는 15개의 서로 다른 단어가 기록된 두 개의 표(A, B)를 가지고 먼저 표 A에 해당하는 15개의 단어를 들려준 후 일정시간 후 단어를 기억하도록 한다. 기억이 끝난 후 표 A의 단어들을 다시 들려주고 기억하는 과정을 4회 반복한다. 방해 기억으로 표 B에 해당하는 15개의 단어를 들려준 후 기억하는 단어들을 검사한 후, 이어서 표 A에 대한 단어들을 다시 기억하도록(retention; 보유 기억)한다. 지연 기억(delayed recall)을 검사하기 위하여 20분이 지난 후 표 A의 단어들을 기억하도록 한다. 부작위로 띄운 50개의 단어 중 표 A와 B에 해당하는 단어를 인지(recognition)하도록 한다. 검사 결과로 기억한 단어의 개수와 5회 반복과정에서의 학습곡선(기억하는 단어 개수의 증가율), 보유 기억, 지연 기억, 인지한 단어 개수 등이 나타나도록 하였다.

### 11) 언어 인지 검사 클래스

이 클래스는 스피커로 단어를 들려준 후 해당되는 단어를 4개의 보기에서 선택하는 검사이다(그림10). 이 검사는 총 6단계로 구성되어 있으며, 총 분제 수는 60개이다.

### 12) 이동 집중력 검사 클래스 (15)

이 클래스는 먼저 O 모양(Cue)을 화면의 왼쪽 또는 오른쪽에 보여준 후 X 모양(Target)을 어느 한 쪽에 보여준다. O 모양의 디스플레이 시간을 0.4초, X 모양의 디스플레이 시간을 0.2초, O와 X 모양의 시간 간격을 0.1초, 다음 단계로 넘어가는데 걸리는 지연시간을 0.5초로 하였다. 그리고 O 모양과 X 모양이 일치하게 나올 확률과 불일치하게 나올 확률을 각각 80%, 20%로 하였다. 검사는 피검자가 X 모양 위치를 세대로 선택하였는지를 확인한다. 검사 결과로 정답 갯수, 왼쪽, 오른쪽과 전체에 대한 일치 target의 정답 비율과 불일치 target의 실패 비율, 응답 시간 등을 나타내었다.

### 13) 조건 지속 수행 검사 클래스 (15)

이 클래스는 환경설정 부분에서 선택한 두 문자(Cue와 Target)가 연속적으로 나올 때 마우스 버튼을 누르는 검사이다. 보통은 '비'와 '비'이며, 알자를 보여주는 시간을 0.2초, 보여주지 않는 시간을 0.5초로 하였고 연속적으로 발생할 확률을 20%로 하였다.

### 14) 카드 분류 검사 클래스 (16)

이 클래스는 그림 11에서처럼 화면 윗쪽에 색깔, 모양, 개수가 서로 다른 네 개의 카드와 화면 오른쪽 밑에 분류할 카드를 보여준다. 색깔, 모양, 개수 중의 하나의 규칙에 따라 아래의 카드를 분류하게 되고, 분류가 맞았는지를 화면에서 또는 소리로 알려준다. 검사는 정해진 규칙의 순서에 따라 진행되며, 10문제를 맞출 때마다 검사 규칙이 바뀌게 되고 총 60 문제를 맞추게 되면 검사가 종료된다. 검사 결과로 정답의 비율과 규칙이 바뀐 후 과거의 규칙을 고집하는 횟수 등을 기록하였다.

## 실험 및 토의

개발된 시스템의 뇌기능 진단에서의 유용성을 검증하기 위하여 정상그룹과 환자에 대하여 신경심리검사를 적용하였다. 정상그룹은 나이가 25세에서 31세 사이의 건강한 남자 9명으로 구성하였고, 정상그룹에 대한 검사결과와 평균과 표준편차를 표2의 왼쪽면에 나타내었다. 환자 1은 43세의 남자(고졸)로서 교통 사고로 인한 좌측 전두부에 충격을 받고 뇌진탕 진단을 받았으며, 사고시 3일간의 의식 소실이 있었다. 표2에서 보는 대로 정상군의 결과와 비교해서 전두엽 기능을 측정하는 색채 단어, 카드 분류, 범주화, 신로 잇기 검사에서 고등도의 장애가 나타났고, 언어 기억 및 시각 기억 검사에서도 고등도의 장애가 나타났다. 이러한 장애 소견은 종합적 사고 기능을 담당하는 전두엽과 집중력 및 기억력 기능을 담당하는 피질하 기능에 중등도의 장애가 있음을 시사한다. 또한 수시력과 이동 집중력 검사에서 좌측 편측화 장애가 의심되었고, 언어 지각과 리듬 인지 검사의 비교와 신로 잇기 검사에서는 우측 편측화 장애가 나타났다. 그러므로 환자는 전두엽에서도 좌측 전두와 우측 전두엽에 편측화 손상이 있는 것으로 인정되며 이는 사고시 좌측 전두엽쪽으로 일차 충격을 받으면서 우측 전두 및 그 하부인 피질하 구조에도 충격이 미친 것으로 유추된다. 이러한 검사 소견은 전산화 뇌파 영상 검사의 delta, theta, beta 영상에서도 나타나고 P300 영상에서도 비정상적 전두엽 후세 신위를 통해 피질하 구조의 장애가 나타남으로써 신경 심리 검사의 소견을 확인할 수 있었다. 또 다른 중요한 신경 심리 검사의 하나인 Tactual Performance Test (TPT) 예시도 좌측 전두엽 장애 소견이 일치되었다.

환자 2는 38세의 여자(고졸)로서 환자 1과 비슷한 소견을 보이면서도 전체적으로 다소 심한 정도를 보이고 있다. 그러나 이 환자는 신경 심리 검사의 타당성을 볼 수 있는 강제 선택

검사에서 정답률이 72%로 그 타당성이 중등도로 떨어짐으로 상기 장애된 모두 뇌손상의 결과로 인정하기는 어렵고, 정신적 장애나 어느 정도 보상적 심리가 작용되었음을 알 수 있다. 전체적으로 전두엽의 기능을 보는 검사에서 일관성 있게 장애된 것으로, 수지력과 공간 기억 검사에서 좌측 편측화 장애, 언어 및 리듬 인지 검사의 비교와 선로 잇기에서 우측 편측화 장애가 있어 전두엽 특히 양측 면인 좌, 우 전두엽 일부에 경증도 내지는 중등도의 뇌손상이 있는 것으로 판단된다. 이는 다른 신경 심리 검사인 TPT와 신산화 뇌파 영상 검사 상에서도 비슷한 소견이 나타나 이를 확인할 수 있었다.

상기 두 종류에서 교두이 개발된 신산화 신경 심리 검사는 뇌손상을 진단하는데 충분하고도 유용한 자료를 제공하는 것으로 판단된다.

## 결 론

본 논문에서는 객체 지향 개념과 멀티미디어 기술을 이용하여 설계된 신산화 신경 심리 검사 시스템을 소개하였다. 개발된 시스템은 뇌기능 장애 진단에 도움이 되는 14가지의 검사로 구성되어 있으며 학습 능력과 기억력이 뛰어난 특징을 가지고 있다. 본 시스템에서는 데이터베이스를 통하여 환자 정보의 자동 관리를 지원하고 있으며 시스템의 인터페이스는 마이크로소프트 Windows에 기반을 둔 그래픽 인터페이스를 사용하여 사용자가 운용하기 편리하도록 하였다. 각 검사마다 다양한 환경 설정이 가능하도록 하였으며, 실시간 환경 파라미터들은 검사 결과와 함께 자동으로 저장되도록 하였다. 피검사자가 편리하게 검사에 임하도록 마우스 및 터치 스크린으로 응답이 가능하도록 설계하였고, 연습보드를 설정하여 피검사자가 검사 방법을 제대로 이해하고 있는지를 확인할 수 있도록 하였다. 또한 색채 단어 검사, 범주화 검사, 선로 잇기 검사, 언어 기억 검사 등을 한글화함으로써 검사의 신뢰성을 높였다. 개발된 시스템을 정상인 그룹과 환자에게 적용해본 결과 뇌기능 장애 진단에 유용하게 사용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. Z.H. Cho, J.P. Jones, M. Singh, "Foundations of Medical Imaging", New York, John Wiley & Sons, Inc., 1993
2. A. Macovski, Medical Imaging Systems, Englewood, Prentice-Hall, Inc., 1983
3. J. R. Crawford, D. M. Parker, W. W. Mckinlay ed., 한국 신경인지 기능연구회 역, 신경심리 평가, 하나 의학사, 1995
4. 이성훈, 박희정, 이희상, 김관영, "정신과 외래환자에서의 신경심리검사", 대한신경정신의학회 제38차 주계 학술대회, 1995
5. 신진교, 김휴정, 이성훈, 김중규, 안창범, "신산화 신경심리 검사 시스템 개발", 대한의용생체공학회 춘계학술대회 논문집, pp. 135-136, 1998
6. A. Rey, L'examen clinique en psychologie, Paris, Presses Universitaires de France, 1964
7. A.K. Coughlan and S.E. Hollows, The Adult Memory and Information Processing Battery (A. K. Coughlan), Leeds, St James's University Hospital, 1985
8. J.R. Stroop, "Studies of interference in serial verbal reactions", J. Experimental Psychology, Vol. 18, pp.643-662, 1935
9. W.C. Halstead, Brain and intelligence: A quantitative study of the frontal lobes, Chicago, University of Chicago Press, 1917
10. D. Wechsler, Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale, New York, Psychological Corporation, 1955
11. R.M. Reitan and D. Wolfson, The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Theory and clinical interpretation, Tucson, Tucson Neuropsychological Press, 1985
12. D. Wechsler, Wechsler Memory Scale Revised, San Antonio, Psychological Corporation, 1987
13. M. Peters and B. Durdig, "Handedness measured by finger tapping: A continuous variable", Canadian J. Psychology, Vol. 32, pp.257-261, 1978
14. R.M. Reitan, "Validity of the Trailmaking Test as an indication of organic brain damage", Perceptual Motor Skills, Vol. 8, pp.271-276, 1958
15. H.E. Rosvold, A.F. Mirsky, I. Sarason, E.D. Bransome, and L.H. Beck, "A Continuous Performance Test of brain damage", J. Consulting Psychology, Vol. 20, pp. 343-350, 1956
16. D. Grant and E.A. Berg, "A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weight-type card sorting problem", J. Experimental Psychology, Vol. 38, pp.404-411, 1948
17. A. L. Benton, Revised Visual Retention Test, New York, The Psychological Corporation, 1974