

뇌공학적 외국어 학습을 위한 외국어 능숙도 진단 도구 개발

이세벽[†] · 이원규^{††} · 김현철^{††} · 정순영^{††} · 임희석^{†††}

요 약

최근 효율적인 외국어 학습 및 진단을 위해 외국어학습의 뇌공학적 접근이 활발하게 이루어지고 있다. 본 논문은 기존의 지필고사를 대체할 수 있는 뇌공학적 외국어 능숙도 진단 도구를 개발하는 것을 목표로 이를 위해 기존 언어심리학 과제에서 주로 사용되었던 테스트들을 기반으로 외국어 능숙도 진단을 위한 도구를 개발 하였다. 본 논문에서 제안한 도구들은 학습자의 기억능력, 이해능력, 산출능력을 5가지 테스트를 통하여 대뇌의 정보처리 양상을 간접적으로 측정한다.

주제어 : 외국어 학습 시스템, 인지능력

Development of Foreign Language Fluency Diagnosis Tools For Brain Scientific Language Learning

SaeByeok Lee[†] · WonGyu Lee^{††} · Hyeon-Cheol Kim^{††} ·
Soon-Young Jung^{††} · HeuiSeok Lim^{†††}

ABSTRACT

Recently, the scientific approach to brain engineering is actively being made for effective foreign language learning and diagnosis. In order to supplement the problem of preexistence paper exam, the study aimed to develop a tool for foreign language fluency diagnosis which based on brain engineering. The proposed tools in the paper indirectly measure the aspects of brain information processing by testing learners' 3 abilities of linguistic memory, comprehension, and language production in 5 different ways.

Keywords : Computer Assisted Language Learning, Cognition

† 정 회 원: 고려대학교 컴퓨터교육과

†† 종신회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 교수

††† 종신회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 교수(교신 저자 : limhseok@korea.ac.kr)

논문접수: 2010년 1월 6일, 심사완료: 2008년 1월 25일

* 본 논문은 교육과학기술부 한국연구재단의 뇌과학 기술 연구 프로그램(2009-0093899)의 지원으로 수행되었음

1. 서론

우리사회에서의 영어 학습은 대학진학 혹은 구직을 위한 필연적인 과정이다. 대부분의 한국인들은 초등교육부터 고등교육까지 영어교육을 받는다. 하지만, 기존의 영어 학습 및 교수 모형은 이론적 및 실제적 조건을 모두 만족시키는 학습 및 교수 모형은 전무하다고 할 수 있다. 우리나라의 대부분의 영어 교육은 한국어 화자들의 언어적·사회 문화적 특성을 무시한 문법과 어휘를 주입식으로 가르치는 일방적 교육이었다. 또한 언어학습에 있어서 종전의 언어학적, 언어교육학적인 접근법만으로는 올바른 교수모형을 개발하는데 한계가 있다.

영어의 시험은 시대에 따라 그 유형이나 목표가 변해가고 있다. 과거엔 대부분이 문법이나 번역을 위주로 대규모 시험이 가능하고 평가 또한 수월한 객관식 선다형 문제위주로 평가되었고, 최근 문법이나 번역이 아니라 의사소통으로서의 영어가 강조되자 영어의 정확성 보단 유창성에 더 초점을 맞추고 있다. 하지만, 아직 영어 수준을 진단하기 위해서 지필고사 형태의 진단이 가장 많이 이루어지고 있으며, 지필고사로는 읽기, 쓰기 진단은 비교적 쉽게 할 수 있으나, 실제 말하기와 관련된 산출능력을 평가하기에 어려움이 있다. 또한, 실제 영어 실력보단 시험에 훈련된 학습자들은 고득점을 하더라도 실제 영어를 유창하게 하지 못하는 경우가 많다.

최근 융합과학의 발달에 따라 여러 학문을 융합함으로써 기존의 기술을 대체하거나 진보하는 성과를 이루었다. 특히 주목할만한 융합과학의 대표적인 예로, 신경생리학, 심리학, 컴퓨터공학의 융합의 뇌공학이라는 새로운 용어가 출현하고, 이에 많은 연구가 이루어졌다. 뇌공학(brain

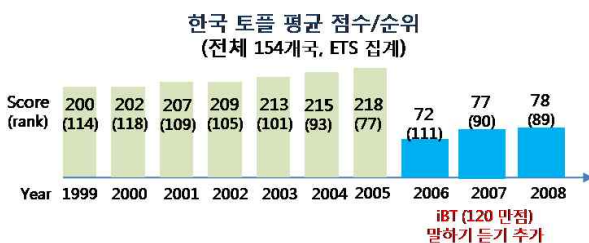
engineering)이란 뇌의 정보처리 원리와 구조와 대뇌 정보처리 원리를 이해하고, 이를 실세계와 지능적으로 상호작용하는 인공 시스템을 구현하는 학문이라 할 수 있다.

언어는 본래 대뇌의 정보처리에 의해 발생하는 것으로 언어심리학자들은 언어의 발화와 관련된 대뇌의 영역을 연구하였고, 최근 영어 교육의 한계와 현실을 극복하기 위한 방안으로 뇌공학을 활용한 외국어 학습에 대한 논의가 이루어지고 있다[1][2][3]. 뇌공학적 외국어 학습은 대뇌속에서의 모국어 학습 또는 외국어 학습과 관련된 뇌정보처리 원리와 양상을 반영하여 학습 효과를 극대화할 수 있는 외국어 학습 방법과 콘텐츠를 제시할 수 있으며, 이러한 시스템을 뇌공학적 외국어 학습 지원 시스템(Brain Scientific Computer Assisted Language Learning System)이라고 할 수 있다. 뇌공학적 외국어 학습 시스템은 학습자의 외국어 정보처리와 관련된 인지 능력을 진단하는 단계, 측정된 인지능력을 반영한 맞춤형 학습 시나리오 생성 단계, 학습 단계, 그리고 평가 단계로 나눌 수 있다[1]. 외국어 정보처리와 관련된 인지 능력을 측정하는 단계는 학습자가 외국어를 처리할 때 대뇌에서 보이는 특성과 양상을 파악하는 단계로 학습자의 뇌정보처리 원리에 적합한 맞춤형 학습이 가능하게 하는 매우 중요한 단계이다.

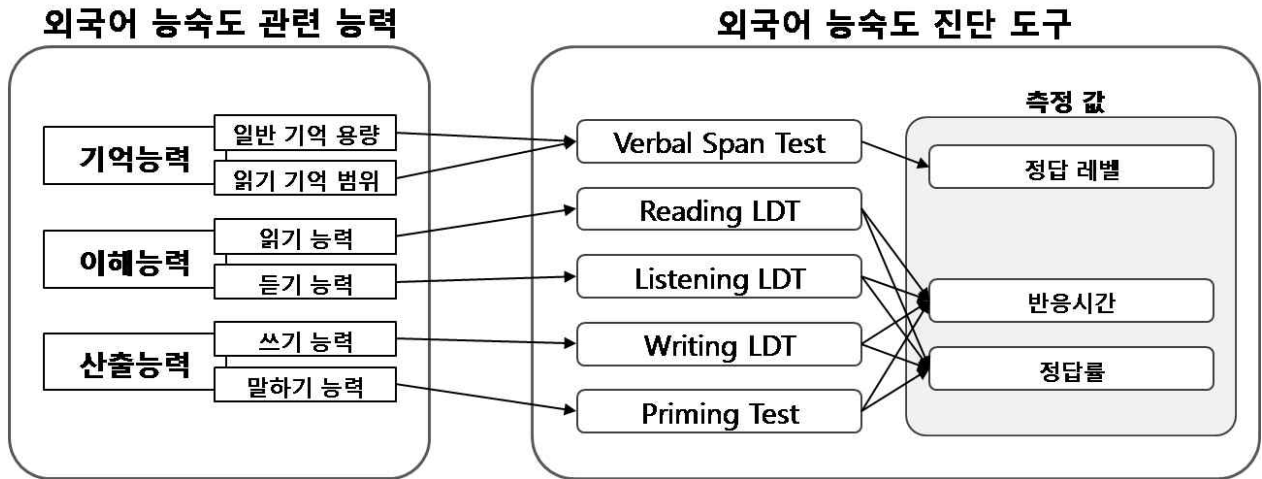
본 논문은 학습자가 외국어를 이해하고 산출할 때 대뇌속의 언어정보처리 양상과 외국어 학습과 연관된 기본 인지능력을 진단할 수 있는 뇌공학적 외국어 능숙도 진단 방법을 제안한다. 제안하는 방법에서 대상 외국어는 영어이다. 우리는 기존 언어심리학 실험에서 많이 사용된 뇌의 언어정보처리를 간접적으로 추론하는 도구들을 외국어 관련 능숙도 진단 도구로 개발 하였다. 이 도구는 사용자의 대뇌에서 일어나는 외국어와 관련된 기억능력, 이해능력, 산출능력을 간접적으로 진단한다.

2. 관련연구

외국어 학습에서 어휘 지식(vocabulary knowledge)의 중요성은 주지의 사실이다. 어휘



<그림 1> 한국의 영어 평균 점수



<그림 2> 외국어 능숙도 진단 모듈

지식은 학습과 언어생활을 통하여 대뇌의 심성어휘집(mental lexicon)에 기억(저장)되게 된다. 심성어휘집이란 언어 정보처리를 위하여 필요한 정보가 저장된 대뇌속의 사전이라고 할 수 있다. 따라서 언어의 이해와 산출은 심성어휘집에 언어지식을 기억시키고, 저장된 언어지식을 얼마나 효과적으로 인출하여 사용할 수 있는가에 좌우된다고 할 수 있다.

인간의 기억은 단기 기억(short term memory)과 장기 기억(long term memory)로 구분할 수 있는데, 단기 기억은 단기간 동안 머리속에 활성화되는 기억으로 인지 처리를 수행할 때 작업 기억(working memory)으로 사용된다. 단기 기억의 지속 시간은 사람마다 다를 수 있으나 불과 몇 초간의 지속성을 갖는다. 장기 기억은 단기 기억의 반복 학습과 또는 강화 학습을 통하여 오랜 시간동안 지속될 수 있는 기억을 의미한다[4]. 장기 기억은 외현 기억(explicit memory)과 암묵적 기억(implicit memory)으로 분류할 수 있는데 외현 기억은 이전의 어떤 경험이나 정보를 회상할 수 있는 기억이고, 암묵적 기억은 걷기, 운전, 언어와 같이 점화(priming)에 의해서 발생하는 기억을 일컫는다[4].

인지심리학 또는 언어심리학에서는 대뇌의 언어처리 속도를 보기위해서 LDT(Lexical Decision Task)를 사용한다. LDT는 주어지는 자극에 대해서 그 자극이 단어인지 비단어인지를 얼마나 빨리

판단하는지를 측정하는 테스트이다. 이는 언어가 대뇌에서 처리되는 양상을 간접적으로 파악할 수 있는 실험이다[4].

LDT와 비슷한 형태의 테스트인 Priming 테스트는 두 개의 자극을 이용한 것으로 앞의 자극이 뒤에 자극에 미치는 영향에 의해 점화효과가 얼마나 빨리 발생하는지를 측정하는 실험이다[4].

3. 외국어 능숙도 진단 도구 설계

뇌공학적인 외국어 능숙도 진단을 위해서 먼저 외국어 능숙도와 관련된 능력이 어떤 것이 있는지 봐야 한다. 따라서 이 절에서는 외국어 능숙도와 관련된 능력을 선정하고, 그것을 측정하기 위한 도구들을 설계한다. 본 논문에서 제안한 외국어 진단 도구는 <그림2>와 같이 총 5개의 테스트로 이루어져 있으며, 언어와 관련된 기억, 이해, 산출 능력을 측정한다.

3.1 외국어 능숙도와 연관된 대뇌 능력

전형적인 언어학습 방법으로 언어를 학습 할 때 읽기, 말하기, 듣기, 쓰기의 능력을 훈련시킨다. 따라서 언어와 관련된 능력을 진단할 때도 그 4가지의 능숙도를 측정해야 한다. 이런 능력들을 크게 두 가지로 분류하면, <그림 2>에서와 같이 읽기와 듣기는 이해능력에 해당하고, 쓰기와 말하기 능력은 산출능력에 해당한다. 이해능력은 언어

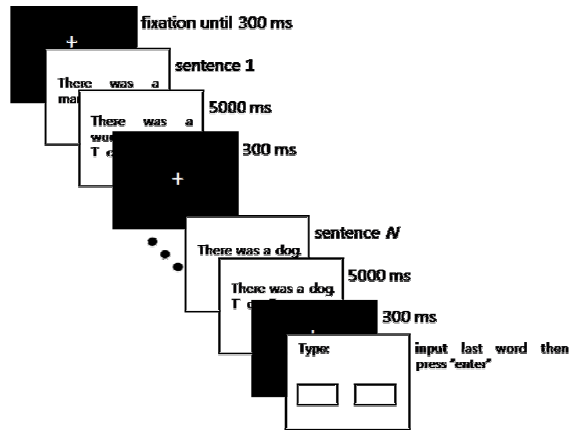
를 이해하는데 필요한 능력으로 단어인지 비단어인지 맞추는 LDT를 통해 간접적으로 이해능력을 얻을 수 있다. 그리고 산출능력은 언어를 발화하는데 필요한 능력으로 점화 효과가 산출능력에 영향을 미친다. 따라서 의미 인출 효용성 검사(Priming test) 같은 점화 효과를 간접적으로 추론할 수 있는 테스트를 통해 얻을 수 있고, 받아쓰기(Dictation) 형태의 쓰기(Writing) LDT를 통해서도 진단 할 수 있다.

외국어 능숙도를 측정하는데 있어서 또 다른 중요한 자질은 언어 관련 기억능력이다. 언어관련 기억 능력을 우리는 크게 두 가지로 분류하였다. 첫 번째는 일반 작업 기억 용량(working memory)으로 동시에 몇 가지에 집중 할 수 있는지를 나타낸다. 두 번째로 읽기 기억 범위는 작업 기억 능력과 비슷하지만 독해 능력을 나타낸다.

3.1 언어 용량 검사(Verbal Span Test)

영어를 제2언어로 학습하는 학습자가 능숙한 이중 언어화자가 되기 위해서는 우선 심성어휘집에서 영어정보처리 네트워크를 형성하고 활성화시켜서 빠른 어휘와 의미 접속으로 개념화 단계에 효과적으로 도달해야 한다. 영어에 능숙하지 못한 한국어 모국어 화자가 제2언어인 영어를 접할 경우 한국어정보처리 시스템을 거쳐서 영어정보를 처리하게 된다. 그러므로 영어 단어에서 그 단어를 개념화하기까지의 과정은 제2언어 화자가 극복해야 할 제2언어 습득과정의 한 단계 이다. 이러한 제2언어 처리과정 능력을 측정하는 언어 용량 검사를 외국어 능숙도 측정 진단 검사에 포함시킴으로써 제2언어 정보처리 과정의 어느 단계에 위치해 있는가를 파악할 수 있다[5].

기존 연구에서 언어적 용량 검사는 주로 영어가 모국어인 화자에게 많이 사용되었으며 대학 수준의 영어 어휘와 문장으로 구성된 60-80개의 실험 자극이 사용된다. 이 검사는 <그림 2>와 같이 각 레벨 별로 문장이 추가된다. 각 레벨에서 간단한 문장과 그 문장에 대한 설명이 맞는지 틀린지를 검사한 다음에 문장의 마지막 단어를 입력하게 된다. 만약 모두 정답일 경우 다음 레벨에서 문장이 추가되어 각각 문장에 대한 간단한 설



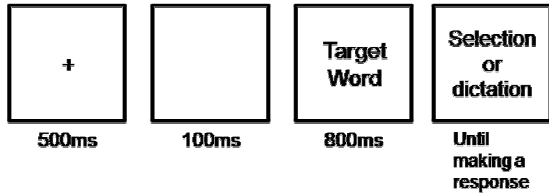
<그림 3> 언어적 용량 검사

명이 맞는지 검사하고, 문장의 마지막 단어를 입력하는데, 레벨 2의 두 번째 문장이면 첫 번째 문장의 마지막 단어와 두 번째 문장의 마지막 단어를 모두 맞춰야 한다.

3.2 어휘 판단 과제(Lexical Decision Task)

어휘 판단 과제 (Lexical Decision Task, LDT)는 일반적으로 심리학 또는 언어 측정 관련 진단에서 흔하게 사용되는 과제 중의 하나이다. 이 과제의 기본적인 과정은 피험자가 제시된 자극 (단어)에 대해서 얼마나 빠르고 정확하게 그것이 단어인지 비단어인지 판단하는가를 보는 것이다. 좀 더 구체적으로 피험자에게 시각적 혹은 청각적으로 단어 또는 비단어(non-word, pseudo-words)가 무작위로 제시된다. (이 때 pseudo-words란 단어의 형태가 음운적 규칙을 위반하지는 않지만 뜻을 갖지 못하는 단어로 예를 들어, 영어에서는 'trud', 한국어에서는 '닝큰' 같은 비단어이다.) 피험자는 제시된 자극에 대해 그것이 단어인지 비단어인지를 해당되는 버튼을 누름으로써 반응한다. 이 어휘 판단과제는 한 사람이 갖고있는 단어들에 대한 심성 어휘집의 표상 상태와 의미 기억 용량에 접근하기 위해 매우 유용한 과제로 알려져 있다[6].

본 검사에서는 각각의 듣기, 읽기와 받아쓰기를 자극으로 하는 어휘판단과제를 이용하여 학습자의 현재 인지 수준과 외국어 능숙도에 대한 객관



<그림 4> 어휘 판단 과제

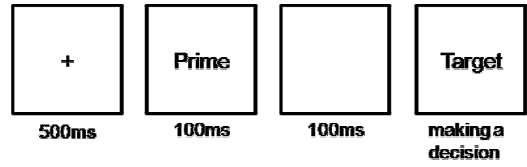
적인 측정치와 더불어 외국어를 능숙하게 사용하는 사람의 그것과 비교, 지향할 수 있는 목표치를 제공하고자 하였다.

어휘 판단 과제는 <그림3>처럼 이루어진다. 주어진 시간 안에 각 목표 단어에 대해서 단어인지 비단어인지 맞추거나 발음을 그대로 적으면 된다. 본 검사에서는 목표 단어 제시이후 답을 맞출 때까지 걸리는 반응시간과, 정확도, 그리고 주어진 시간 안에 몇 개의 단어를 맞추는지를 검사한다.

3.3 의미정보 인출 효율성검사(Priming Test)

심리학에서 정의하는 점화(priming)란 선행 자극이나 사건이(의식되지 않는 수준을 포함하여) 후속 자극의 반응에 영향을 미치는 현상, 즉 사전 정보를 이용함으로써 자극의 탐지나 확인 능력이 촉진되는 현상을 말한다. 이 때 선행 자극(점화 자극)과 후속 자극(목표 자극)의 관계는 여러 가지로 나누어질 수 있는데 가장 대표적인 것으로는 의미적으로 관련 있는 단어들의 쌍 (예를 들어, doctor-nurse)을 예로 들 수 있다. 그리고 이런 의미적으로 관련 있는 단어들의 쌍은 다시 크게 두 가지로 나눌 수 있는데 첫째, 범주적으로 관련 있는 단어들의 쌍(예를 들어, doctor-nurse)과 둘째, 기능적으로 관련이 있는 단어 쌍이다. 특히, 자극 단어를 제시한 직후, 목표 단어가 제시되었을 때 두 자극 쌍이 서로 관련이 있는 경우가 그렇지 않은 경우보다 반응시간이 유의미하게 차이나는 것을 점화 효과(priming effect)라고 한다. 따라서 우리가 의미 점화라고 한다면 위에서 언급한 것처럼 자극 단어와 목표 단어 쌍이 서로 의미적으로 관련이 있을 때 그렇지 않은 경우보다 탐지하는데 걸리는 시간이 짧아지는 것을 말한다[7].

의미 정보 인출 효율성 검사는 <그림 4>와 같



<그림 5> 의미 정보 인출 효율성 검사

이 이루어져 있다. 먼저 점화를 제시하고, 바로 이어 타겟 단어를 보여준다. 사용자는 타겟 단어를 보고, 그 단어가 단어인지, 비단어 인지를 맞추는 것이다. 본 검사는 LDT와 마찬가지로 반응 시간, 정확도, 그리고 주어진 시간 안에 맞춘 단어의 수를 검사한다. 하지만, 자극의 종류에 따라서 결과 값의 의미가 다르다.

4. 구 현

위에서 설명한 내용을 바탕으로 외국어 능숙도 진단 도구를 구현하기 위해 진단 환경과 진단 대상 그리고 진단 도구에 사용되는 자극을 고려해야 한다. 본 논문에서 제안하는 진단 도구들은 웹(WWW) 환경에서 실행하여 진단 결과에 따라 맞춤형 학습 콘텐츠를 제공하는 것이 목적이다.

4.1 자극의 선정

웹 환경에서의 진단 대상은 불특정 다수에 해당하지만, 자극 선정에 있어서 난이도를 고려해야 됨으로 모든 자극을 중학교 2학년 영어 단어의 수준에 맞추었다.

언어 용량 검사의 경우 진단 자극을 총 3개의 세트로 구성하였고, 한 세트 안에 각각 1개~6개의 문장 레벨로 구성하였다. 각 세트는 시행시마다 임의로 선정되어 제시한다. 또한 모든 문장은 10개의 단어로 구성되었고 한 세트에 21문장씩 총 63개의 문장을 선정하였다. 피진단자들이 기억해야 할 단어는 한 문장에 하나씩 있고, 같은 레벨의 다른 문장에서 출현하지 않도록 하였다.

LDT의 경우 진단 자극 조건은 단어의 빈도수, 진단 자극의 개수 등을 고려하여 구성하였으며 단어와 비단어 각각 70개씩 총 140개의 단어로 구성하였다.

의미 정보 인출 효율성 검사에서는 점화 자극과 목표 자극을 한 쌍으로 구성하고, 의미적으로 연관된 단어, 의미적으로 관련 없는 단어, 단어-비단어를 각 30개 씩 총 90 단어 쌍으로 구성하였고 그 예는 <표 1>과 같다.

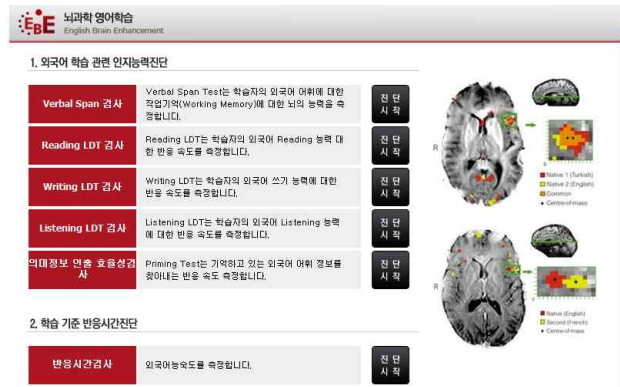
<표 1> 의미 인출 효율성 검사 자극 예

| 의미적으로 연관된 단어 | 의미적으로 연관 없는 단어 | 단어 - 비단어 |
|---------------|-----------------|---------------|
| king - queen | hug - coral | rail - floom |
| salt - pepper | bacon - leather | animal - carn |
| table - chair | sofa - nephew | shoot - zolk |

4.2 진단 도구 구현

진단 도구 S/W의 구현은 웹 환경에서 쉽게 접근할 수 있는 플래시로 제작하였으며, 결과 값은 데이터베이스에 저장한다. 각 진단 도구의 실험 절차는 3장에서 설명한 내용과 같도록 작성하였으며 웹에서 측정하는 것을 고려해서 언어 용량 검사를 제외한 모든 진단 도구는 제한시간 1분 동안 측정한다.

진단을 하기위한 초기화면은 <그림 7>과 같이 구성되어 있다. 각 진단도구들은 순서에 상관없이 측정할 수 있으며, 3장에서 설명한 언어 용량 검사(Verbal Span Test)와 읽기, 쓰기, 듣기 어휘판단과제(LDT)와 의미정보 인출 효율성 검사(Priming)으로 구성되어 있다. 각 진단 도구를 모두 수행하면, 그림 8과 같이 측정된 값을 웹 상에서 그래프 형식으로 볼 수 있다. 그림 8의 읽기 기억 범위와 일반 작업 용량은 3장에서 설명한 것과 같이 언어 용량 검사를 통해서 측정된 값이고, 언어관련 기억 용량은 읽기, 듣기, 쓰기 어휘판단 과제에서 측정된 값이다. 언어 관련 기억용량을 자세히 보면 읽기, 쓰기, 듣기에 관련된 방사형 그래프와 각 테스트에서 측정된 정확도와 평균 반응 시간을 볼 수 있다. 마지막으로 의미인출 효율성검사의 세부 결과는 4.1절에서 설명한 자극의 종류별로 정확도와 반응 시간을 보여준다.



<그림 7> 외국어 능숙도 진단 초기 화면



<그림 8> 측정 결과 화면

5. 활용

본 논문에서 사용자의 외국어 관련 능숙도를 측정하기 위해서 제안된 도구들은 진단 결과 값을 이용하여 뇌공학 기반의 외국어 학습 시스템에 적용하였다. 각 도구에서 진단된 값들은 학습과제를 생성하는데 학습량이나 보기의 개수, 학습 단어의 개수 등을 결정하는데 사용하였다.

먼저 언어 용량 검사에서 읽기 기억 범위와 작업 기억 용량을 획득할 수 있는데, 읽기 기억 범위는 실제 선다형 학습에서 보기의 개수를 결정하는데 사용하였다. 읽기 기억범위는 3에서 5사이의 값을 갖는다. 따라서 보기의 개수도 3개에서 5개 까지 사용자의 능력에 의해 바뀌게 된다. 일반 작업 기억 용량은 사용자들이 동시에 학습하는 단어의 수를 결정한다. 일반적으로 작업 기억 용량은 5에서 9사이이다. 따라서 사용자들은 학습규칙에서 최소 5개에서 9개의 단어를 동시에 학습하게 된다. 두 번째로 어휘 판단 과제(LDT)는

각 진단 도구에 따라 읽기, 듣기, 혹은 쓰기와 관련된 학습의 양을 결정한다. 세 번째로 의미 인출 정보 효율성 검사는 사진이나 문장을 가지고 단어를 학습하는 “Knowledge” 유형의 학습과제의 양을 조절 한다[1].

학습 과제의 양을 조절하는 것은 각 사용자들의 테스트의 결과에 따라 반응속도와 정확률에 따라 수준을 상, 중, 하로 분류하여 위에서 설명한 각 관련 학습을 완료하는데 필요한 점수에 가중치를 조절하는 방법으로 사용하였다.

6. 결 론

본 논문에서는 기존의 언어심리학 과제에서 뇌의 정보처리 과정을 간접적으로 파악할 수 있는 간단한 테스트들을 기억능력, 이해능력, 산출능력 등으로 분류하여 외국어 능숙도를 측정하기 위한 방법으로 제시하고 설계와 구현을 설명하였다. 그리고 활용의 예로 뇌공학적 외국어 학습 시스템에 적용시켜보았다.

본 논문에서 제안한 뇌공학적 외국어 능숙도 진단 방법이 기존의 지필고사를 대체하려면 외국어의 능숙도를 기존의 방법이 아닌 면접처럼 인력으로 능숙도를 측정하여 본 논문에서 제안한 방법과 지필고사를 비교 검증하는 실험이 필요하다. 하지만, 그 실험을 완벽하게 하기 위해선 많은 인력과 비용이 필요하다.

본 연구의 최종 목적은 뇌공학적 외국어 능숙도 진단뿐만 아니라 5장에서 짧게 설명한 뇌공학적 사용자 맞춤형 학습을 제공하는 것이다. 이중 언어 화자들이 모국어와 외국어를 발화할 때 대뇌의 활성화 되는 영역에 차이가 있다[8]. 특히 어렸을 때부터 외국어를 접한 사람(초기 이중언어화자)과 대뇌가 다 성장하고 나서 외국어를 배운 사람(후기 이중언어화자)도 대뇌 영역의 활성화 부분에 차이가 있다[9]. 따라서 뇌공학 학습을 통해서 후기 이중언어화자도 초기 이중언어화자처럼 외국어를 구사할 수 있도록 하는 것이다. 그 목표를 위해 뇌공학적 진단 도구의 정확한 검증뿐만 아니라, 학습 전, 후에 대뇌의 활성화 영역을 검사하는 fMRI 실험도 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] Kwon D. Y., Lee S. B., Lim H. S., Lee W. G., Kim H. C., Jung, S. Y., & Nam K. C. (2009). A computer assisted language learning system based on principle of human language processing: the english brain enhancement system. *KSII the first International Conference on Internet*
- [2] 고재숙 (2008). **영어너를 만들어라**. 한연출판사
- [3] 이원규 외. (2008). **뇌공학 기반 외국어 학습 소프트웨어 개발**. 2008년 문화기술(CT) 및 공연예술기술개발지원사업, 한국콘텐츠진흥원, 2009
- [4] Wikipedia, (2009. 12.) "Working Memmory, Explicit Memory, Lexical Decision Task, Priming effect" Wikimedia Foundation, Inc.
- [5] Conway A. R. A., Kane M. J., Bunting M F., Hambrick D. Z., Wilhelm O., &Engle R. W. (2005. 12.). Working memory span task: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 769-789
- [6] Heim S., Eickhoff S. B., Ischebeck A. K., Friederici A. D., Stephan K. E., &Amunts K., (2009). Effective connectivity of the left BA 44, BA 45, and inferior temporal gyrus during lexical and phonological decisions identified with DCM. *Human Brain Mapping*, 30, 392-402
- [7] Phillips N. A., Segalowitz N., O'Brien I., &Yamasaki N., (2004) . Semantic priming in a first and second language: evidence from reaction time variability and event-related brain potentials. *Journal of Neurolinguistics*, 17, 237-262
- [8] Wang M., Koda K., &Perfetti C. A., (2003. 3.). Alphabetic and nonalphabetic L1 effects in English word identification: a comparison of Korean and Chinese English L2 learners. *Elsevier Science, Cognition*, 87, Issue 2, 129-149
- [9] Kim K. H. S., Relkin, N. R., Lee K. M.,

&Hirsch, J. (1997). Distinct cortical areas associated with native and second languages. *Nature*, 388, 171-174

이 새 벽



2008 한신대학교
소프트웨어학과(이학학사)
2009~현재 고려대학교
컴퓨터교육과 석사과정

관심분야: 인지신경공학, 컴퓨터교육
E-Mail: marsturn@korea.ac.kr

이 원 규



1985 고려대학교
영어영문학과(문학사)
1989 Tsukuba Univ.
이공학연구과(공학석사)
1993 Tsukuba Univ.
공학연구과(공학박사)

1996~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 정보교육, 데이터베이스, 의미구조
E-Mail: lee@comedu.korea.ac.kr

김 현 철



1988 고려대학교
전산과학과(학사)
1990 Missouri Univ.
전산학과(석사)
1990 Florida Univ.
전산정보학(박사)

1999~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 데이터마이닝, 컴퓨터교육
E-Mail: hkim@comedu.korea.ac.kr

정 순 영



1990 고려대학교
전산공학과(학사)
1992 고려대학교
전산공학과(석사)
1997 고려대학교
전산공학과(박사)

2000~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 데이터베이스, 컴퓨터교육
E-Mail: jsy@comedu.korea.ac.kr

임 희 석



1992 고려대학교
컴퓨터학과(학사)
1994 고려대학교
컴퓨터학과(석사)
1997 고려대학교
컴퓨터학과(박사)

2008~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 컴퓨터교육, 자연어처리, 인지신경공학
E-Mail: limhseok@korea.ac.kr