

# 한국어 어휘판단과제와 관련된 언어현상의 인간과 계산주의 모델의 비교<sup>6)</sup>

임희석\*, 권유안\*\*, 박기남\*\*\*

\*한신대학교 컴퓨터정보소프트웨어학부

\*\*고려대학교 심리학과

\*\*\*고려대학교 컴퓨터교육과

e-mail:limhs@hs.ac.kr

## A Comparison Study between Human and Computation Model on Language Phenomena of in Korean Lexical Decision Task

Heui-Seok Lim\*, You-An Kwon\*\* Ki-Nam Park\*\*\*

\*Information, and Software, Hanshin University,

\*\*Department of Psychology, Korea University,

\*\*\*Department of Computer Education, Korea University

### 요 약

본 논문은 어휘판단과제(LDT: Lexical Decision Task)시 나타나는 여러 언어현상 중 단어빈도효과(word frequency effect)와 단어유사성효과(word similarity effect)를 한국어에 적용시켜 인간과 계산주의적 모델을 통해 실험하고, 결과를 비교하였다. 실험결과 인간과 계산주의적 모델 각각 한국어에 대해 단어빈도효과와 단어 유사성효과를 보였으며, 인간의 실험결과와 계산주의적 모델의 결과가 유의미한 유사성을 나타내었다.

### 1. 서론

---

6)본 연구는 한국학술진흥재단의 연구지원(2004-074 -HM 0004)에 의하여 수행되었음.

인간의 시각 단어재인 과정에서 어휘판단과제 (lexical decision task)란 시각적 철자 (orthography)의 의미(semantic)대응 과정을 연구하기 위해 피험자를 대상으로 어휘를 제시한 후 어휘판단 반응시간을 측정하고, 분석하는 것으로 이를 통해 인간의 어휘 정보처리 원리 및 기제를 밝히며, 또한 심성어휘집(mental lexicon)의 구조를 유추하기 위하여 인지 심리학에서 많이 사용되는 실험 방법이다(박기남, 임희석, 남기춘, 2006). 어휘판단과제를 통해서 밝혀진 언어현상은 빈도효과, 어휘성효과, 단어유사성효과, 시각적 쇠퇴효과, 의미점화효과, 그리고 반복점화효과 등이 있으며 이는 언어일반적으로 관찰되는 현상이다. 따라서 이러한 언어현상을 모사하는 계산주의적 모델(computational model)은 인간의 정보처리 원리를 반영한 인간 중심의 모델이라 할 수 있으며, 인간의 어휘 정보처리를 모사하고 예측하는데 매우 유용하게 사용될 수 있다. 실제로 영어를 대상으로 만들어진 계산주의적 모델들은 어휘빈도효과, 어휘 유사성효과, 의미점화 효과들을 모사한 보고가 많이 있어 왔다. Plaut와 Shallice(1993)는 난독증환자에서 나타나는 증상을 신경망 모형을 통해 모사하였으며, 나아가서는 난독증 환자의 어떤 처리가 잘못되었는지 역추적하는데 신경망 모형을 사용하였다.

인간의 인지적 기능 손상을 설명하는 초기의 모형들은 대부분 box-and-arrow 모형들이었다. 이 모형들에서 box는 인간의 인지적 기능 모듈을 나타내며, arrow는 모듈간의 정보의 방향을 나타낸다. 그러나 이 box-and-arrow 모형은 인간의 인지적 처리 특히 언어처리에서 있어서 시간적 추이에 대해 설명할 수 없으며, 모듈 안에서 무엇이 표상되어 있는지는 설명하지만 어떻게 처리되는지는 설명이 모호하다. 또한 특정 모듈이 손상되었다고 가정했을 때 그 기능을 대체하는 다른 모듈을 상정하기에는 무리가 있는 단점이 있다. 마지막으로 인간의 뇌구조는 box-and-arrow 형태의 구조가 아니라 신경망의 구조로 되어있어 인간의 인지적 기능 설명하는데 box-and-arrow 모형들은 너무 상징적인 구조로 되어있다. 이러한 단점을 보완하는 보다 인간에 가까운 처리를 모사할 수 있는 모형이 신경망 모형이다(Mayall,

1998). 본 연구는 이 신경망 모형을 이용하여 인간의 언어처리과정을 밝히기 위해 가장 빈번히 사용되는 어휘판단과제를 모사하였으며, 본 연구에서 만든 신경망이 실제 인간의 수행과 얼마나 비슷한지 알아보기 위해 행동실험결과와 신경망 실험 결과를 비교 분석하였다.

## 2. 행동실험

### 2.1. 단어빈도효과와 단어유사성효과

**실험참가자** 실험에 참여한 실험참가자는 고려대학교 재학생 35명을 대상으로 하였다.

**실험자극** 실험에 사용한 단어는 세종코퍼스에서 추출한 예서 1에서 100까지의 빈도를 갖는 단어 200개와 인공적으로 생성한 단어와 비슷한 철자구조를 갖는 200개의 가단어(pseudo-word)와 단어(예, 오미)와 철자구조가 전혀 다른 200개의 비단어(non-word)(예, 꿀체)를 사용하였다.

**실험절차** 실험참가자는 우선 간단한 실험설명을 듣고 실험에 들어갔다. 실험 자극 제시 절차는 먼저 모니터 중앙에 '+'를 약 900ms동안 제시하여 시선을 고정시켰으며, '+'가 사라지자마자 실험단어가 제시되었다. 실험참가자는 실험단어가 나타나면 즉각적으로 제시된 단어가 단어인지 아니면 의미가 없는 비단어인지를 판단하게 하였다.

## 3. 행동실험 결과

### 3.1 단어빈도효과

실험결과에 대한 결과 분석은 단지 자극에 대한 정확한 응답 즉, 어휘판단 반응 시간을 통해 이루어졌다. 실험 시 단어자극을 고빈도 집합과 저빈도 집합으로 구성하였는데, 고빈도는 출현빈도 50회 이상, 저빈도는 출현빈도 50회 미만을 기준으로 설정하였다. 고빈도 집합의 평균 어휘판단 반응 시간은 518.51ms보였으며, 저빈도 집합의 평균 어휘판단 반응 시간은 540.95ms를 나타냈다. 두 집단은 유의미한 차이를 나타내었다 ( $F(1,31) = 7.39, p < 0.05$ ).

### 3.2 단어유사성효과

어휘판단 반응에 대한 평균 오반응률을 측정하기 위해 2.5SD를 만족하는 35명의 실험참가자 중 3명을 배제하였고, 에러를 분석을 위해 변수를 단어(word), 비단어(pseudo-word), 비단어(non-word)로 설정하였다. 평균 어휘판단 시간과 오반응률은 <표1>과 같다.

<표 1> 어휘판단 시간과 오반응률

Condition	Response time(ms)	Error rate(%)
Word	559.90	95.31
Pseudo-Word	563.99	89.03
Non-Word	519.64	98.34

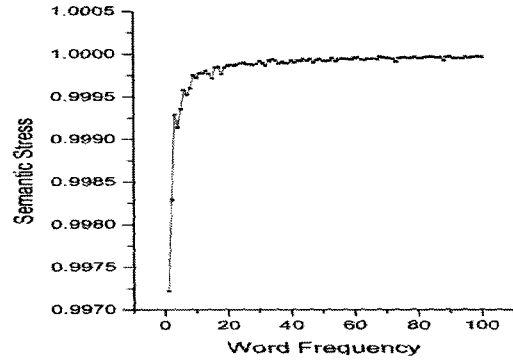
단어 조건에 따른 에러률은 서로 유의미한 차이를 보였다( $F(1,62) = 10.93, p < 0.001$ ). 어휘판단 반응 시간에 있어서는 비단어(non-word)와 가단어(pseudo-word) ( $F_1(1,62) = 7.70, p < 0.01$ );  $F_2(1,398) = 25.79, p < 0.01$ ), 단어(word), 비단어(non-word) ( $F_1(1,62) = 6.34, p < 0.05$ );  $F_2(1,398) = 17.80, p < 0.01$ )로 유의미한 차이를 보였다.

#### 4. 계산주의적 모델 결과

본 논문에서 계산주의적 모델의 출력값은 의미강조값(semantic stress)값을 이용하여 분석되었다. 의미강조값은 엔트로피값의 일종으로 오류값을 계산하는 방법 중 하나이다. 본 모델이 순차적으로 입력에 대해 은닉층(hidden layer)값을 문맥층(context layer)으로 복사하여 다음 입력에 대한 입력값으로 동시에 사용되는  $t-1$  시간개념이 고려되는 모델이긴 하지만, 일정한 시간이 고정되어 있는 상태에서 반응시간을 대신할 수 있는 지표가 오류값이라 할 수 있다. 즉 오류값이 크다는 것은 의미강조값이 낮다는 것이고, 어휘판단과제 시 어휘판단 반응시간이 길다는 것이며 오류값이 작다는 것은 의미강조값이 크다는 것이고, 어휘판단 반응시간이 짧다는 의미이다.

##### 4.1 단어빈도효과

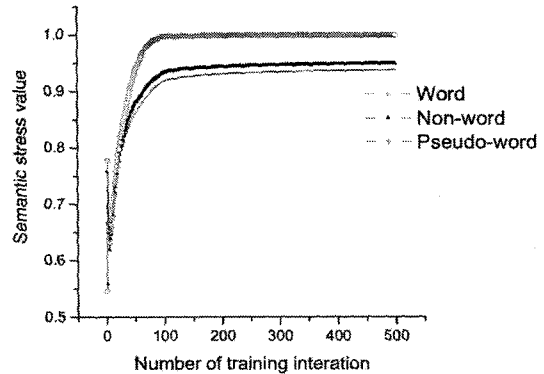
실험 분석결과 학습된 단어의 빈도와 의미강조값의 정적인 상관이  $0.738 (p < 0.01)$ 로 유의미하게 나타났고, 학습된 단어의 의미강조값 평균은 <그림 1>와 같이 학습 횟수에 따른 차이를 보였다.



<그림 1> 계산주의적 모델의 단어빈도효과

##### 4.2 단어유사성효과

분석결과 <그림 2>와 같이 학습 횟수에 따른 의미강조값의 차이가 났으며, 단어(word) 0.924, 비단어(pseudo-word) 0.913, 비단어(non-word) 0.978로 평균 의미강조값에서 차이를 보였다 ( $F(2,167) = 2.0, p < 0.05$ ).



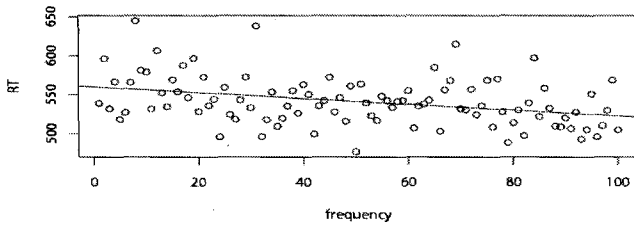
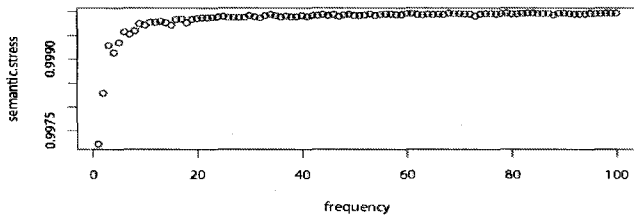
<그림 2> 계산주의적 모델의 단어유사성효과

#### 5. 행동실험과 계산주의적 모델과의 비교

<그림 3>의 상단 그래프는 단어의 빈도가 높을수록 1값에 수렴하고 있음을 보여주고 있다. 이는 단어의 빈도가 높을수록 저빈도의 단어보다 더 빠르게 어휘를 판단하는 반응시간이 빠르다는 것을 나타내주고 있다. 하단의 그래프는 y축이 반응시

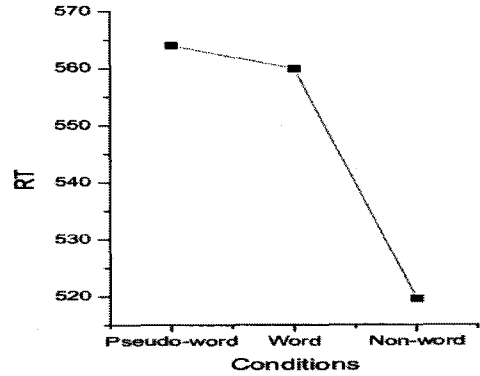
## 한국어 어휘판단과제와 관련된 언어현상의 인간과 계산주의 모델의 비교

간을 나타냄으로 피험자가 단어의 빈도가 높을수록 어휘를 판하는 반응이 짧아진다는 것을 보여준다.

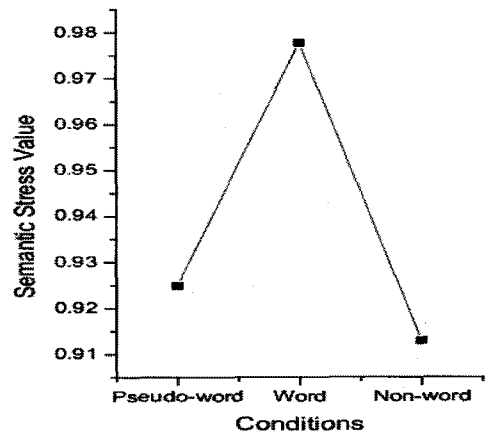


<그림 3> 단어빈도효과

<그림4>는 행동실험에 대한 단어유사성효과를 나타내고 있다. 피험자는 가단어(pseudo-word)에서 단어(word)나 비단어(non-word)보다 더 빠른 어휘판단 반응 시간을 보였다. 또, 그림 <그림 5>에서는 계산주의적 모델의 결과를 나타내고 있는데 행동실험 결과와 다르게 단어(word)와 비단어(non-word)보다 가단어(pseudo-word)에서 더 낮은 의미강조값을 보였다. 하지만, 계산주의적 모델은 단어의 철자구조에 사람보다 더 큰 민감성을 나타내기 때문에 사람보다 더 정확한 결과라 할 수 있다. 또한 계산주의적 모델의 어휘집은 철자 정보로만 이루어져 있지만 인간의 어휘집은 음운 정보로도 이루어져 있을 가능성이 있기 때문에 가단어(pseudo-word)에서 계산주의 모델과 행동결과가 차이가 나타난 것으로 볼 수 있다 (Grainger, Farioli, & Ziegler, 2005).



<그림 4> 행동실험의 단어유사성효과



<그림 5> 계산주의적 모델의 단어유사성효과

### 6. 결론

본 논문에서는 한국어 어휘판단과제에서 나타나는 언어현상 중 단어빈도효과와 단어유사성효과에 대해 행동실험과 계산주의적 모델을 통해 실험하였고, 비교 분석하였다. 행동실험과 계산주의적 모델은 저빈도 단어보다 고빈도 단어에서 더 빠른 어휘판단 반응시간을 보였다. 이 결과는 언어와 독립적으로 인간의 시각단어재인 모델에 대한 여러 가지 함축적 의미를 갖고 있다. 첫째로 단어의 빈도수가 단어가 심성어휘집에 접근하는 기본적인 정보일지 모른다는 부가적인 증거를 제공한다. 두 번째, 음성학적 정보가 어휘를 선택함에 있어서 중요한 역할일 것이라는 이론을 뒷받침 한다.

하지만, 본 연구가 인간의 언어처리 과정의 수많은 기제 중 한부분의 연구임을 감안할 때 추후

연구를 통해 더 많은 연구 기제를 해결함과 동시에 더 많은 설득력을 갖게 해볼 수 있을 것이다.

참고문헌

- 박기남, 임희석, 남기춘, (2006). 어휘판단 과제 시 보이는 언어현상의 계산주의적 모델 설계 및 구현”, 한국 컴퓨터교육학회 논문지, 제9권, 제2호.
- Grainger, J., Muneaux, M., Farioli, F., & Ziegler, J. C. (2005). Effect of phonological and orthographic neighborhood density interaction in visual word recognition., *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 58A(6), 779-793.
- Mayall, K. (1998). Methodology and validity in the construction of computational models of cognitive deficits following brain damage. *Artificial Intelligence in Medicine*, 13, 13-35.
- Plaut, P. C., & Shallice, T. (1993), Deep dyslexia: A case study of connectionist neuropsychology. *Cognitive Neuropsychology*, 10(5), 377-500.