

Replication of Word Predictability Effects Using a Web-based Self-Paced Reading Task*

Byeongjin Kim^{1†}, Hyunah Baek¹, Yoonhyoung Lee², Wonil Choi^{1‡}

¹Gwangju Institute of Science and Technology, ²Yeungnam University

Recent studies suggest that response times (RTs) measured in web-based cognitive experiments are as valid and reliable as the RTs measured in offline experiments. The present study aimed to replicate the effects of word predictability in self-paced sentence reading, which had been found in offline experiment results, using an online experiment platform implemented with PsychoPy and Pavlovia. To do this, we compared the self-paced reading times for a predictable word in a sentential context with those for an unpredictable word. Results of our web-based self-paced reading task showed a significantly longer RT for words that are difficult to predict given the context compared to predictable words. This finding successfully replicates the word predictability effect in sentence processing, thus supporting the use of online platforms for cognitive/psychological experiments at the era of the uncontact.

Keywords: word predictability, self-paced reading, web-based experiment, sentence reading, word recognition

1차원고접수 21.01.13; 수정본접수: 21.02.25; 최종게재결정 21.03.05

인간을 대상으로 한 행동과학 연구에서 가장 기본적인 연구 수행 방법은 실험 참여자가 실험실에 방문하여 통제된 환경에서 실험을 실시하는 것이다. 이러한 실험실 맥락은 다양한 오염변수를 최소화할 수 있다는 장점이 있지만, 표집의 편향성, 생태학적 타당성의 저하 등 여러 가지 제한점도 존재한다. 따라서 이러한 제한점을 극복하기 위해 실험 참여자가 직접 실험실에 방문하지 않고 원격으로 실험을 진행할 수 있는 웹 기반의 행동 실험을 수행하는 연구자들이 증가하는 추세이다(Gosling, Vazire, Srivastava, & John, 2004). 웹 기반으로 진행되는 온라인 실험은 실험실에서 연구자와 실험 참여자의 대면이 이루어지는 오프라인 실험에 비해 다양한 집단의 사람들을 대상으로 실험 데이터를 빠르고 경제적으로 모을 수 있다는 장점도 있다(Woods, Velasco, Levitan, Wan, & Spence, 2015). 최근에는 온라인 플랫폼을 이용

한 많은 실험들이 기존의 대면 실험으로부터 얻은 결과들을 성공적으로 반복 검증한 연구들이 보고되고 있다(Anwyl-Irvine, Massonnie, Flitton, Kirkham, & Evershed, 2020; Chetverikov & Upravitelev, 2016; Semmelmann & Weigelt, 2017). 이렇듯 온라인 실험이 점차 보편화되어가는 추세는 최근의 팬데믹 상황으로 급속도로 확대되어 이제는 온라인 실험이 더 이상 선택의 문제가 아니게 되었다.

물론 온라인 실험의 전반적인 타당성과 신뢰도에 관한 우려도 있다. 예를 들어 자극에 대한 반응을 살펴보는 온라인 실험의 경우, 시각적 자극의 제시 시간이 참가자가 사용하는 모니터 화면의 업데이트 빈도에 따라 천 분의 일 초 단위로 달라질 수 있고, 비슷한 이유로 반응 시간의 측정치가 달라질 수 있으며, 시각적 자극의 크기, 음성적 자극의 볼륨 및 화면의 밝기와 같은 물리적인 변수를 통제하기 어렵다는 우

* 이 논문은 대한민국 교육부(NRF-2020S1A3A2A02103899)의 지원에 의해 수행되었음.

† 1저자(김병진)의 현재 소속은 한국과학기술원임.

‡ 교신저자: 최원일, 광주과학기술원 기초교육학부, (61005) 광주광역시 북구 첨단과기로 123 대학 A동 419호, E-mail: wichoi@gist.ac.kr

려가 있다(Woods et al., 2015). 그러나 선행 연구들은 이러한 우려에 대하여 자극의 제시를 일정 시간보다 길게 설정하거나(16.95ms 이상, Woods et al., 2015), 실험 프로그램을 참가자의 하드웨어에 다운로드하게 한 후 데이터를 수집하는 방법(Witzel, Cornelius, Witzel, Forster, & Forster, 2013) 등을 통해 온라인 실험의 잠재적 단점들을 보완할 수 있음을 보여주고 있다.

온라인 행동 실험을 위해서 다양한 소프트웨어가 사용되고 있는데, 이 중 하나인 PsychoPy는 Python을 기반으로 하는 오픈 소스 소프트웨어 라이브러리로, 스크립트 기반의 프레임워크 내에서 시각 및 청각 자극을 포함한 다양한 자극을 제시할 수 있고, 키보드, 조이스틱 등의 반응 장치를 이용해 응답을 받도록 실험을 설계할 수 있는 소프트웨어이다. Python의 구문과 PsychoPy 라이브러리는 객체 지향 언어를 이용해본 경험이 있으면 별다른 어려움 없이 이해할 수 있을 정도의 양호한 접근성을 가졌으며 가장 중요하게 마이크로초 단위의 정확도를 가지기 때문에 미세한 반응 시간의 차이를 연구하는 연구자들에게 널리 이용되는 도구 중 하나이다(Pierce, 2007). PsychoPy로 제작된 실험은 Pavlovia라는 오픈소스 웹사이트(Pavlovia.org)를 통해 저장, 공유될 수 있다. 실험자는 온라인으로 참가자를 모집하여 이들이 원하는 시간에 원하는 장소에서 본인의 컴퓨터를 가지고 실험을 수행하도록 하며, 이렇게 수집된 실험 데이터는 파블로비아 웹사이트(pavlovia.org)에 저장된다(Pierce et al., 2019). 이때 실험은 참가자의 로컬 컴퓨터에 모두 다운로드 된 상태에서 실시간 인터넷 연결 없이 진행되기 때문에, 네트워크의 상태와 상관없이 참여자에게 자극을 제시하고 응답을 받을 수 있다. 또한, 2011년 이후에 배포된 거의 모든 브라우저에서 실험이 구동되기 때문에 많은 이용자가 쉽게 접근할 수 있다는 장점이 있다(Open Science Tools Ltd., 2021).

최근의 온라인 실험 선행 연구들은 반응 시간과 같이 시간 측정에 민감한 변수도 오프라인 실험에서와 유사한 결과를 얻을 수 있음을 보여주고 있다. 예를 들어 Chetverikov와 Upravitelev(2016)는 동일한 시각 탐색 과제를 PsychoPy를 사용한 오프라인 실험과 JavaScripting으로 제작한 온라인 실험으로 만들고 그 결과를 비교하였다. 그 결과 온라인 실험에서의 반응 속도가 오프라인 실험에 비해 전반적으로 길었지만, 평균 이외의 데이터 분포 특성에서는 유의한 차이가 없었다. 또한, 실험실 환경에서의 오프라인 실험, 실험실 환경이지만 온라인으로 진행된 실험, 그리고 개별적으로 진행된 온라인 실험 데이터를 비교 분석한 Semmelmann과 Weigelt(2016)의 연구에서도 유사한 결과가 나타났다. 이러

한 연구 결과들은 오프라인 실험에서 반응 속도의 차이로 발견할 수 있는 조건에 따른 효과가 온라인 실험에서도 유사하게 나타날 수 있다는 것을 보여준다. 실제로 Anwyll-Irvine 등(2020)의 온라인 실험에서 참가자들은 화면에 제시된 목표 그림이 왼쪽과 오른쪽 중 어느 방향을 가리키는지 판단하는 과제를 수행했는데, 그들의 반응 속도는 목표 그림을 둘러싼 주변의 그림들이 목표 그림과 다른 방향을 가리키는 조건(incongruent condition)에 비해 목표 그림과 주변 그림들이 같은 방향을 가리키는 조건(congruent condition)에서 유의하게 더 짧은 것으로 나타나, 기존의 오프라인 실험 결과를 반복 검증하였다.

온라인 실험에서 수집된 반응 속도 데이터의 타당성을 검증한 이러한 선행 연구들을 기반으로, 본 연구에서는 한국어 자기조절읽기(self-paced reading)에서의 단어 예측성 효과가 PsychoPy를 활용한 온라인 실험에서도 나타나는지를 알아보고자 하였다. 독자들이 문장을 읽고 이해할 때 드러나는 특징 중 하나는, 문장의 내용이 완전히 명확해지는 때를 기다리지 않고 문장을 읽는 도중에 점진적으로 받아들이는 단어를 즉시 문장으로 통합한다는 것이다(Yun & Hong, 2014). 이 과정에서 독자들은 앞으로 나올 단어나 문장을 예측하는 경향을 보이는데, 실제 문장에 등장하는 단어가 예측된 정보와 일치하면 그렇지 않을 때보다 정보 처리 및 통합이 수월하다(Ehrlich & Rayner, 1981; Staub, 2015).

이러한 단어 예측성 효과는 대부분 안구운동 추적 실험이나(Ehrlich & Rayner, 1981) 사건 관련 전위 연구를 통해서 드러났다(Dambacher, Kliegl, Hofmann & Jacobs, 2006). 특히 Lee와 Choi(2019)는 안구운동 추적 실험을 통해 한국어 문장 읽기에서도 단어 예측성 효과가 나타난다는 것을 밝힌 바 있다. 이러한 단어 예측성 효과는 자기조절읽기과제를 통해서도 나타난다(Yun & Hong, 2014; Kim & Bolger, 2017). 자기조절읽기과제는 문장이 전체가 한 번에 제시되는 것이 아니라 문장의 어절이 하나씩 화면에 제시되는 실험 방식을 다음 어절로 바꿀 수 있도록 하는 기법이다. 이 방법을 사용한 연구 중 본 연구에서 살펴보고자 하는 예측성 효과를 살펴본 연구는 Kim과 Bolger(2017)를 들 수 있다. 이 연구에서는 한국어를 모국어로 하는 사람들을 대상으로 자기조절 읽기과제를 이용하여 예측성 효과를 검증하였는데 그 결과 화면에 등장하는 단어가 문맥을 통해 예측이 가능한 단어일 때, 그렇지 않은 경우보다 읽기 시간이 유의미하게 짧았으며, 이러한 차이는 목표 단어의 빈도와 관계없이 모두 나타났다. 본 연구의 목적은 이렇게 대면 오프라인 실험에서 보고된

단어 예측성 효과가 자기조절읽기과제를 사용한 비대면 온라인 실험에서도 나타나는지를 반복 검증하는 것이다. 기존에 보고된 오프라인 실험 결과에 대한 온라인 반복 검증 연구들은 주로 단어와 같이 단순한 자극들을 사용하였다. 본 연구에서는 이와는 달리, 길고 복잡한 문장을 자극으로 사용하였다. 이러한 복잡한 자극 제시 상황에서도 온라인 실험 결과가 오프라인 결과와 일치한다면, 앞으로 온라인 실험의 적용 가능성이 더 커질 수 있을 것이다.

실 험

본 실험의 목적은 한국어 문장을 읽을 때 문맥에 의한 단어의 예측도에 따라 사람들의 단어 읽기 시간이 달라지는지를 자기조절읽기과제를 통해 알아보는 것이다. 이를 위해 동일한 목표 단어를 서로 다른 문맥 안에서 제시함으로써 단어의 예측성을 조작하였다.

방 법

참가자

온라인으로 모집한 참여자 121명이 실험에 참여하였다. 참가자 중 세 명은 대학을 졸업하였으며, 이외의 참가자는 모두 대학생으로 구성되어 있었다. 57명은 남성 참가자였으며, 64명은 여성 참가자였다. 참가자의 나이는 18세 이상(M: 21.95, SD: 3.92)이고 한국어를 모국어로 사용했으며, 정상 시력을 가졌거나 교정시력이 정상이었다.

실험 자극

본 실험에서는 Lee와 Choi(2019)의 안구운동 추적 실험에서 이용한 실험 자극 60개 중 56개를 이용하였다. 이용된 자극은 주어진 문장을 읽을 때 문맥상 목표 단어가 예측 가능한 조건(predictable condition)과 예측이 불가능한 조건(unpredictable condition)으로 구성되었다. 문장 내 목표 단어의 예측성을 조작하기 위해서 Cloze test(Taylor, 1953)를 사용하였다. Cloze test는 문장의 처음 몇 어절이 제시되면, 이를 기반으로 문장을 완성하는 과제이다. 본 연구에서는 목

표 단어와 목표 단어 이후의 문장을 모두 빈칸으로 처리하여 제시하였다. 실험에 이용된 자극의 예시는 Table 1에 제시되어 있다. Table 1의 예측성은 Cloze test에 참여한 참여자 중 목표 단어를 정확하게 이용하여 나머지 문장을 완성한 사람의 비율을 의미한다. 예를 들어, 예측성 100은 모든 참여자가 목표 단어를 알맞게 이용하여 문장을 완성했음을 의미하고, 예측성 0은 참여자 중 누구도 목표 단어를 이용하지 않았음을 의미한다.

역균형화(counterbalancing)를 통해 전체 자극을 A세트와 B세트로 나누었고, 각 세트에는 예측 가능 조건의 문장과 예측 불가능 조건의 문장이 28개씩 포함되어 총 56개의 실험 문장이 있었다. 실제 실험에서는 각 참가자에게 A세트 또는 B세트가 포함된 실험의 링크를 무선으로 제공하였다. 실험 참가자가 본 실험의 목적을 알아차릴 가능성을 최소화하기 위해 실험 목적과 무관한 119개의 채우기 문장(filler sentences)을 각 세트에 추가하였다.

절차

실험 참여 의사를 보인 온라인 지원자에게 본 실험에 대한 동의서가 작성된 링크를 전송하였다. 동의서는 구글(Google) 설문지를 이용하여 제작하였으며, 설문지 안에는 실험에 대한 설명과 실험 참여에 동의할 수 있는 문항이 포함되어 있었다. 본 동의서에 동의한 지원자에게는 메일로 실험에 참여가 가능한 링크가 전송되었다. 참여자들은 다른 사람의 방해가 없는 조용한 곳에서 링크에 접속할 수 있도록 안내되었다.

본 실험에서는 자기조절읽기과제를 통해 사람들이 각 단어를 읽고 이해하는 시간의 차이를 알아보고자 하였다. 각 시행이 시작되면 화면의 한가운데에 고정점(+)이 1초간 제시되었다. 이후 실험 문장이 제시되었는데, 음절 수에 상관없이 문장에 포함된 띄어쓰기를 기준으로 분리한 어절이 하나씩 차례대로 화면의 가운데에 제시되었다. 참여자가 제시된 어절을 읽고 이해한 뒤 스페이스 바를 누르면 다음 어절이 화면에 제시되었다. 참여자가 한 문장을 모두 읽으면 그 문장과 관련하여 참/거짓을 묻는 간단한 문제가 제시되었다. 참여자는 키보드를 이용하여 문제가 참이면 'a', 거짓이면 'l'을 눌러 답하였다. 네 번의 연습 시행 이후 56개의 실험 문

Table 1. Example stimuli for predictable and unpredictable conditions

Target word	Condition	Stimulus	Predictability
교회	P	훈련소에서 일요일에 절에 가거나 교회에 가면 초코파이를 받을 수 있다.	100
	U	지운이는 기쁜 일이 생기면 때때로 교회에 가서 이야기를 나누곤 했다.	0

Note. P = Predictable, U = Unpredictable

장과 119개의 채우기 문장으로 이루어진 실험 자극 175개를 참여자에게 무작위로 제시하여 실험을 진행하였다. 실험은 참여자에 따라 약 20~30분 정도가 소요되었다.

도구

본 실험은 PsychoPy 3.0을 이용하여 제작한 온라인 실험으로 진행되었다. 전체적인 실험은 PsychoPy의 빌더(Builder)를 이용하여 제작되었다. 실험을 실행하면 가장 먼저 실험에 대한 간단한 설명이 텍스트로 주어졌으며, 키보드의 스페이스 바를 눌러 다음 화면으로 넘어갈 수 있도록 설계되었다.

연습 시행에서는 참여자가 입력한 답과 문제의 정답을 비교하여 정답 혹은 오답의 여부를 화면에 제시하였다. 본 시행에서는 문제의 답에 대한 별도의 피드백은 제시하지 않았다.

실험 자극은 모두 맑은 고딕 서체로 제시되었고, 글자 크기는 화면 높이에 대한 글자 높이의 비율로 설정되었다. 실험 문장의 어절들은 전체 화면 대비 5% 높이의 크기로, 문장에 대한 질문은 전체 화면 대비 3.5% 높이의 크기로 화면 가운데에 제시되었다. 연습 시행에서 답에 대한 피드백은 전체 화면 대비 2% 높이의 글자로 정답 여부가 제시되었고, 정답일 경우 파란색, 오답일 경우 빨간색 서체가 사용되었다. PsychoPy를 이용하여 제작된 본 실험은 Pavlovia에 동기화되어 실험 참여자들이 온라인으로 참여할 수 있도록 하였다.

결 과

본 실험을 통해 수집된 자료를 수합하여 목표 단어에 머무른 시간을 분석하였다. 이 때, 문제에 대한 응답의 평균 정답률이 80% 미만인 7명의 데이터(전체 데이터의 5.78%)가 제외되었다. 최종적으로 분석에 반영된 실험 참여자 수는 A세트 59명, B세트 55명으로 총 114명이었다. 남은 참여자들의 평균 정답률은 93.2%(SD=4.5)이었으므로, 이들이 문장을 주의

깊게 읽고 이해하였음을 확인할 수 있었다. 또한, 목표 단어에 머무른 시간이 100ms 이하이거나 1500ms 이상일 경우, 정상적인 읽기 과정을 반영하지 못한다고 간주하여 분석에서 제외하였다. 이 기준에 의해 전체 데이터의 3.51%가 제외되었다.

반응 시간 분석을 위해서 선형 혼합 효과 분석(linear mixed-effects analysis)을 사용하였다. 이를 위해 lme4 패키지(Bates, Mächler, Bolker, & Walker, 2012)의 lmer 함수가 이용되었으며, 유의확률 계산을 위해서는 lmerTest 패키지(Kuznetsova, Brockhoff, & Christensen, 2017)가 사용되었다. 모형에 투입된 고정 변인은 예측성이었고, 이 변수는 예측 가능한 조건과 예측 불가능한 조건, 두 수준으로 요인화되었다. 참여자와 항목을 동시에 무선 변인으로 모형에 투입하여 참여자와 항목이 결과에 미치는 영향을 통제하였다.

Figure 1은 목표 단어의 예측 가능성에 따라 실험 참여자가 각 목표 단어와 바로 이전 단어에 머무른 시간의 평균과 표준오차를 보여준다. 먼저 목표 단어에서의 읽기 시간이 예측 가능한 조건에서 불가능한 조건에서보다 통계적으로 유의미하게 짧게 나타났다($b=-0.014$, $SE=0.004$, $t=-3.819$, $p<0.001$). 즉, 참가자들이 문맥상 예측하기 어려운 단어를 읽는 데에는 예측이 쉬운 단어를 읽는 데에 비해 더 많은 시간이 필요했다. 이러한 차이가 목표 단어를 포함한 문장 자체의 효과가 아님을 확인하기 위하여 두 조건에서 목표 단어 직전에 제시된 선행 단어의 읽기 시간 차이를 분석하였다. Figure 1에 나타난 바와 같이 목표 단어 바로 앞 단어의 읽기 시간은 예측 가능 조건과 예측 불가능 조건에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($b<0.001$, $SE<0.001$, $t=0.579$, $p=0.564$). 이는 목표 단어 읽기 시간의 차이가 문장 자체의 차이가 아니라 문맥에 의한 목표 단어 예측성의 차이임을 뒷받침해준다.

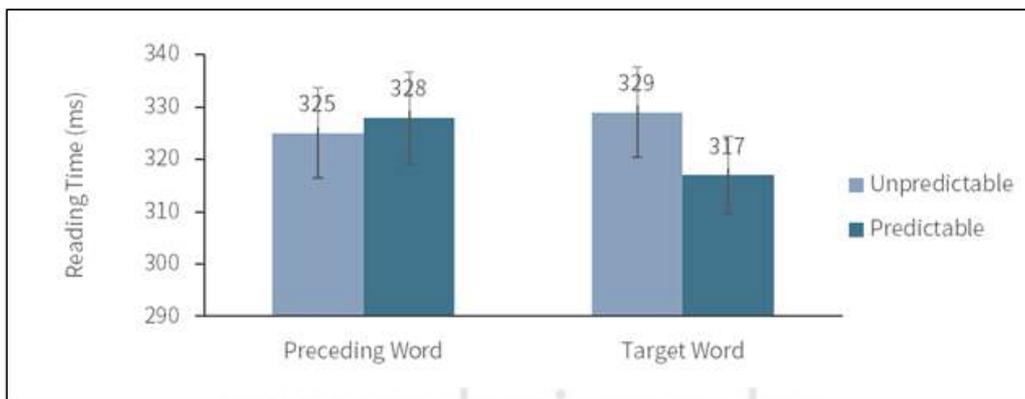


Figure 1. Estimated mean reading times (ms) for target words and preceding words separated by word predictability

논 의

References

본 연구는 다음과 같은 의의를 가진다. 먼저 이 연구 결과는 오프라인 실험에서 자기조절읽기과제 수행 시 발견되었던 단어 예측성 효과(Kim & Bolger, 2017; Yun & Hong, 2014)가 온라인 실험에서도 역시 나타난 것을 보여준다. 즉 실험실의 통제가 원활한 전통적인 오프라인 과제에서뿐만 아니라 비교적 통제가 적은 온라인 환경에서의 과제 수행에서도 점진적으로 제시되는 단어들의 의미를 즉각적으로 통합하여 후행 단어의 처리를 용이하게 하는 문장 처리 전략이 똑같이 적용된다는 것이다. 독해 전략이 자율적인 온라인 읽기 과제에서도 사용된다는 결과는 온라인 플랫폼을 통한 언어심리학적 연구의 수행, 읽기 교육 및 평가 프로그램 개발에 있어 긍정적 전망을 제시한다. 아울러 본 연구는 Lee와 Choi(2019)의 연구에서 사용된 문장을 사용하여 예측성 효과가 나타남을 보여주었다. Lee와 Choi의 연구는 문장 전체를 제시하여 참가자가 자연스럽게 문장을 읽을 수 있도록 하였다. 이 상황에서, 참가자의 안구운동을 측정하여 예측 가능한 목표 단어와 예측 불가능한 목표 단어에서 보이는 안구운동의 차이를 분석하였다. 이를 통해, 자연스러운 글 읽기 과제에서 단어 예측성 효과를 보고하였는데, 본 실험에서는 자기조절읽기과제에서도 동일한 효과가 나타났음을 보고하고 있다. 이는 향후 단어 예측성 효과 연구를 위해 본 연구에서 사용된 문장이 유용하게 사용될 수 있음을 시사한다(실험에 사용된 단어와 문장 목록은 Lee & Choi(2019) 참조).

이 연구는 PsychoPy와 Pavlovia를 활용한 온라인 자기조절읽기과제에서 단어의 읽기 시간이 단어 예측성에 따라 유의하게 달라짐을 검증하였다. 연구 대상자가 Pavlovia를 통한 실험 링크를 통해 각자의 환경에서 실험을 진행하였기 때문에 실험에 사용된 컴퓨터 하드웨어의 성능, 네트워크 상태, 전반적인 실험 상황을 전혀 통제할 수 없는 환경에서도 단어 예측성 효과가 나타난 것은 매우 흥미롭다. 이는 온라인 실험에서 수집한 반응 시간 데이터의 타당도와 신뢰도가 오프라인으로 수집된 데이터와 유사하다는 선행 연구들(Anwyl-Irvine et al., 2020; Chetverikov & Upravitelev, 2016; Semmelmann & Weigelt, 2016)을 지지하는 결과로, 적극적인 온라인 플랫폼 활용을 통해 팬데믹 시대에도 다양한 인지과학 분야의 연구 효율성과 경제성을 제고하는 것이 가능하다는 것을 보여준다.

- Anwyl-Irvine, A. L., Massonnié, J., Flitton, A., Kirkham, N., & Evershed, J. K. (2020). Gorilla in our midst: An online behavioral experiment builder. *Behavior Research Methods*, 52(1), 388-407.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2012). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48.
- Chetverikov, A., & Upravitelev, P. (2016). Online versus offline: The Web as a medium for response time data collection. *Behavior Research Methods*, 48(3), 1086-1099.
- Dambacher, M., Kliegl, R., Hofmann, M., & Jacobs, A. M. (2006). Frequency and predictability effects on event-related potentials during reading. *Brain Research*, 1084(1), 89-103.
- Ehrlich, S. F., & Rayner, K. (1981). Contextual effects on word perception and eye movements during reading. *Journal of Memory and Language*, 20(6), 641-655.
- Gosling, S., Vazire, S., Srivastava, S., & John, O. (2004). Should we trust Web-based studies? A comparative analysis of six preconceptions about Internet questionnaires. *American Psychologist*, 59, 93-104.
- Kim, S. Y., & Bolger, D. J. (2017). Effects of visual, lexical, and contextual factors on word recognition in reading Korean sentences. *Journal of Cognitive Science*, 18(1), 43-84.
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., & Christensen, R. H. (2017). lmerTest package: tests in linear mixed effects models. *Journal of Statistical Software*, 82(13), 1-26.
- Lee, H., & Choi, W. (2019). Predictability effects Modulated by Age during Sentence Reading: An Eye-tracking Study. *The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology*, 31(1), 17-38.
- Open Science Tools Ltd. (2021). *PsychoPy - Psychology Software for Python* (Release 2021.1.10.). Retrieved from <https://www.psychology.org/PsychoPyManual.pdf>.
- Pierce, J., Gray, J. R., Simpson, S., MacAskill, M., Höchenberger, R., Sogo, H., Kastman, E., & Lindenlöv, J. K. (2019). PsychoPy2: Experiments in behavior made easy. *Behavior Research Methods*, 51, 195-203.
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy - psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1-2), 8-13.
- Semmelmann, K., & Weigelt, S. (2017). Online psychophysics: Reaction time effects in cognitive experiments. *Behavior*

- Research Methods*, 49(4), 1241-1260.
- Staub, A. (2015). The effect of lexical predictability on eye movements in reading: Critical review and theoretical interpretation. *Language and Linguistics Compass*, 9(8), 311-327.
- Taylor, W. L. (1953). "Cloze procedure": A new tool for measuring readability. *Journalism Bulletin*, 30, 415-433.
- Witzel, J., Cornelius, S., Witzel, N., Forster, K. I., & Forster, J. C. (2013). Testing the viability of webDMDX for masked priming experiments. *The Mental Lexicon*, 8(3), 421-449.
- Woods, A. T., Velasco, C., Levitan, C. A., Wan, X., & Spence, C. (2015). Conducting perception research over the internet: a tutorial review. *PeerJ*, 3, e1058.
- Yun, H., & Hong, U. (2014). The effect of role predictability and word predictability on sentence comprehension. *Journal of Cognitive Science*, 15(3), 349-390.

웹 기반 온라인 자기조절읽기과제를 이용한 단어 예측성 효과의 반복 검증

김병진¹, 백현아¹, 이운형², 최원일¹

¹광주과학기술원, ²영남대학교

최근 선행 연구들은 웹 기반의 인지 실험에서 측정된 반응 시간의 타당도와 신뢰도가 오프라인 실험에서 측정된 반응 시간과 유사하다고 보고하고 있다. 본 연구는 기존의 오프라인 자기조절읽기과제에서 발견되었던 단어 예측성 효과를 PsychoPy와 Pavlovia를 이용한 온라인 실험 플랫폼을 통해 반복 검증하여 효과적인 실험연구 방안을 마련하고자 고안되었다. 이를 위하여 문장 내의 목표 단어가 문맥상 예측 가능한 경우와 예측이 어려운 경우의 자기조절읽기 시간을 비교하였다. 그 결과, 예측 가능한 단어에 비해 예측하기 어려운 단어의 읽기 시간이 더 길었다. 이는 웹 기반 실험에서도 오프라인 실험과 마찬가지로 단어 예측성 효과를 발견할 수 있다는 것을 보여주는 것으로 비대면이 일상화된 최근의 상황에서 인지심리학 연구를 위한 온라인 플랫폼 활용의 유효성을 시사한다.

주제어: 단어 예측성, 자기조절읽기과제, 웹 기반 실험, 문장 읽기, 단어 재인