

〈연구 보고〉

## 중복 간섭: 단어-사진 스트룹 과제를 통한 공동 활성화 모형 검증\*

안 석 환                      이 윤 정                      이 도 준<sup>†</sup>

연세대학교 심리학과

관찰자는 하나의 자극이 제시되었을 때보다 두 개의 똑같은 자극이 제시되었을 때 자극을 더 빨리 탐지하고 더 정확히 기억할 수 있는데, 이러한 현상을 중복 효과(redundancy effect)라고 한다. 본 실험은 방해자극의 중복 효과가 표적 반응에 미치는 영향을 관찰함으로써 시각 체계가 중복된 자극을 처리하는 방식을 이해하고자 하였다. 단어-사진 스트룹 과제에서 자극 간 출현 시간 간격이 변화할 때 단일 방해자극과 중복된 방해자극에 의한 반응 간섭량을 측정하였다. 그 결과, 중복된 두 개의 방해자극은 단일 방해자극에 비해 전반적인 표적 반응 시간에는 영향을 끼치지 않았음에도 불구하고 유의미하게 큰 스트룹 간섭을 유발하였다. 본 실험의 결과는 중복된 자극이 개별적으로 처리된다고 보는 경주 모형보다, 중복된 자극이 단일한 시각 표상을 구성한다고 가정하는 공동 활성화 모형을 지지한다.

주제어 : 시각적 중복, 단어-사진 스트룹 과제, 공동 활성화 모형, 경주 모형

---

\* 본 연구는 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 뇌과학원천기술 개발사업의 지원을 받아 수행되었음(NRF-2010-0018949).

<sup>†</sup> 교신저자 : 이도준, 연세대학교 심리학과, (120-749) 서울 서대문구 연세로 50  
E-mail : dojoon.yi@yonsei.ac.k

시각 체계는 정보처리 용량의 한계를 극복하기 위해 주변 환경으로부터 입력되는 정보의 양을 크게 줄인다. 한 가지 방법은 중복된 정보를 찾아 걸러내는 것이다(Barlow, 1959). 시각 환경에는 상당히 많은 정보들이 중복되어 있다. 대형 마트에 진열된 비슷비슷한 상품들에서부터 길가에서 볼 수 있는 유사한 옷차림, 자동차, 건물들에 이르기까지 많은 시각 정보들은 지각적이나 개념적으로 ‘같다.’ 이처럼 중복된 정보를 요약함으로써 시각 체계는 환경의 복잡성을 줄이고 정보처리의 효율성을 도모할 수 있다.

시각적 중복을 처리하는 메커니즘을 이해하기 위해 연구자들은 중복 제시된 표적이 과제 수행을 향상시키는 현상 즉, 중복 효과(또는 중복 이득, redundancy gain)를 주로 분석해왔다. 표적을 신속하게 탐지해야 하는 과제에서 참가자들은 한 개의 표적이 나왔을 때보다 두 개의 동일한 표적이 나타났을 때 더 빠르게 반응한다(Eriksen, Goettl, James, & Fournier, 1989; Miller, 1982). 또한 참가자들은 중복된 얼굴을 더 정확히 기억하며 중복된 얼굴 표정을 더 정확히 인식한다(Jiang, Kwon, Shim, & Won, 2010; Won & Jiang, 2013). 그에 반해, 표적이 아닌 방해자극이 중복 제시되면 목표 행동이 더욱 간섭을 받게 된다. 이지영, 민수정, 이도준(2011)은 단어-사진 스트룹 실험에서 사진 방해자극을 중복 제시하면 반응 간섭이 증가한다는 결과를 보고한 바 있다.

중복 이득을 설명하는 모형들은 대략 두 가지로 나뉜다. 먼저, 경주 모형(race model)은 중복된 자극들이 개별적으로 처리된다고 가정한다(Mordkoff & Yantis, 1991; Raab, 1962). 단순

탐지 과제의 반응 시간은 표적에 관한 신호가 역치에 도달하는 시점으로 볼 수 있다. 두 개의 표적이 제시되었을 때는 항상 두 신호 중 역치에 먼저 도달한 신호가 반응 시간을 결정하게 되므로, 중복된 표적이 제시된 시행은 한 개의 표적이 제시된 시행보다 통계적으로 더 빠른 반응 시간을 산출하게 된다. 그에 비해, 공동 활성화 모형(coactivation model)은 중복된 자극들이 합쳐져서 단일한 지각 표상을 만든다고 가정한다(Miller, 1982). 서로 다른 채널을 통해 입력된 신호가 합쳐짐으로써 개별 신호가 처리될 때보다 역치에 더 빨리 도달할 수 있다.

중복 효과에 관해 위의 두 모형을 비교한 연구들의 결론은 다소 엇갈린다. 단순 탐지 과제를 사용한 실험들은 공동 활성화 모형에 부합하는 결과를 보고하였지만(Giray & Ulrich, 1993; Miller, 1982), 의미 판단을 요구한 실험의 결과는 경주 모형을 지지하였다(Fiedler, Schroter, & Ulrich, 2013). 따라서 적절한 연구 질문은 ‘어느 모형이 옳은가’가 아니라 ‘각 모형이 어떤 유형의 중복 효과를 잘 설명할 수 있는가’일 것이다.

이러한 관점에서 본 연구는 이지영 등(2011)이 보고한 중복된 간섭 효과가 경주 모형과 공동 활성화 모형 중 어느 모형의 예측에 더 부합하는지 검증하였다. 선행 연구들은 불빛이나 알파벳같이 비교적 단순한 표적자극에 대한 반응을 분석해왔기 때문에, 그 결과를 방해자극의 중복 효과에 직접 적용하기는 어렵다. 한편, 이지영 등이 사용했던 단어-사진 스트룹 과제에서는 자극들 간의 경쟁 관계를 분석할 수 있을 뿐만 아니라 표적과 중복 방

해자극의 제시시간을 달리함으로써 중복 효과의 시간적 특성을 관찰할 수 있다는 장점이 있었다.

본 연구를 위하여 20명의 참가자들이 단어-사진 스트룹 과제를 수행하였다. 참가자들은 매 시행마다 화면 중앙에 제시된 표적 단어가 과일인지 의류인지 빠르고 정확히 판단하였다(그림 1A). 방해자극은 표적의 한쪽 옆에만 등장하거나 양 옆에 등장했고(‘방해자극 개수’ - 단일, 중복), 표적과 같은 범주에 속하거나 다른 범주에 속했다(‘범주 일치성’ - 일치, 불일치; 그림 1B).<sup>1)</sup> 이지영 등(2011)과 달리, 본 실험에서는 표적과 방해자극의 제시시간 차이를 세 가지 수준으로 조작하였고(‘SOA’ - 0ms, 107ms, 200ms), 순수하게 표적 처리에 필요한 시간을 측정하기 위해 방해자극 없이 표적 단어만 단독으로 출현하는 ‘기저선’ 조건을 삽입하였다.

실험 가설을 수립하기 위해 두 가지 정보처

1) 각 조건에서 표적이 과일이거나 의류 범주일 확률은 같았다. 단일 조건에서 방해자극이 왼쪽이나 오른쪽에 제시될 확률도 같았다. 개별 시행에서 제시된 표적과 방해자극 항목은 다음의 두 가지 제약 하에서 무작위로 결정되었다. 첫째, 동일한 물체의 이름과 사진이 한 시행에서 등장할 수 없었다. 만약 일치 시행에서 표적 단어가 ‘사과’였다면 방해자극은 사과를 제외한 나머지 다섯 가지 과일 사진 중에서 선택되었다. 둘째, 동일한 물체의 이름이나 사진이 두 시행에서 연달아 출현할 수 없었다. 똑같은 표적이나 방해자극이 두 번 연달아 제시되는 경우는 없었다. 마찬가지로 이전 시행에서 방해자극이었던 물체의 이름이 다음 시행에서 표적으로 제시되는 경우는 없었고, 이전 시행에서 표적이었던 물체의 사진이 다음 시행에서 방해자극으로 제시되는 경우도 없었다.

리 요인을 고려하였다. 한 가지 요인은 중복 방해자극이 구성하는 표상의 개수였다(그림 2A). 경주 모형에서는 중복 방해자극이 두 개의 개별적인 표상으로서 처리되지만, 공동 활성화 모형에서는 하나의 단일 표상으로서 처리된다. 시각 체계가 물체 표상을 생성하고 유지하는 과정은 인지적 자원을 소모하기 때문에 표상의 개수가 증가할수록 반응시간은 증가하게 된다(Kahneman, Treisman, & Gibbs, 1992). 따라서 경주 모형에 따르면, 중복 조건들이 단일 조건들에 비해 전반적으로 느릴 것으로 예상할 수 있다. 반면, 공동 활성화 모형에서는 그러한 차이를 예상하지 않는다. 중복 조건과 단일 조건에 관여하는 방해자극 표상의 개수가 같기 때문이다.

또 다른 요인은 중복 방해자극에 의한 간섭의 크기였다(그림 2B). 공동 활성화 모형이 가정하는 중복 조건의 스트룹 간섭량은 경주 모형에 비해 크다. 공동 활성화 모형에서는 두 방해자극의 간섭이 합쳐질 수 있지만, 경주 모형에서는 항상 하나의 방해자극만 표적 반응을 간섭할 수 있기 때문이다(Miller, 1982). 더 나아가 두 모형의 차이는 방해자극 제시가 지연된 조건에서도 두드러질 것이다. 스트룹 간섭은 표적과 방해자극 간 SOA가 증가해도 관찰된 바 있다(Glaser & Dungenhoff, 1984). 따라서 공동 활성화 모형에 따라 방해자극의 표상이 강화된다면, 간섭 효과는 방해자극 제시가 지연된 조건에서도 관찰될 수 있을 것이다.

실험 결과는 경주 모형보다 공동 활성화 모형을 지지한다(그림 2C). 첫째, 방해자극의 개수에 상관없이 일치 조건들과 불일치 조건들의 반응 시간이 동일한 축을 기준으로 대칭을

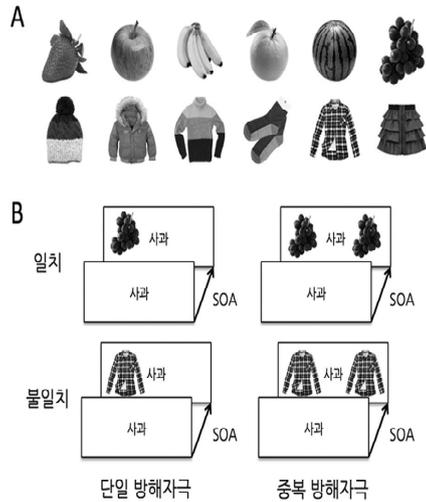


그림 1. 실험 자극 및 조건. A. 여섯 가지 과일 이름(딸기, 사과, 바나나, 오렌지, 수박, 포도)과 의류 이름(털모자, 잠바, 스웨터, 양말, 남방, 치마)이 표적(굴림체, 높이 .9°, 평균 길이 2.1°)으로 사용되었고, 각 이름에 상응하는 물체 사진이 방해자극(평균 크기 6.2° x 6.2°, 이심률 3.1°)으로 사용되었다. B. 실험 설계는 방해자극 개수(단일, 중복), 표적과 방해자극의 범주 일치성(congruency; 일치, 불일치), 표적과 방해자극의 제시 시간 차이(stimulus onset asynchrony, SOA: 0ms, 107ms, 200ms)를 조합한 12가지 조건들과 방해자극 없이 표적 단어만 제시한 기저선 조건으로 구성되었다. 조건별 40 시행씩 총 520시행이 무작위 순서로 제시되었다. 시각 자극은 주사율 75Hz의 17인치 CRT 모니터에서 제시되었다. 참가자는 화면으로부터 65cm 떨어진 위치에서 턱받이를 사용하여 자극을 관찰했다. 실험 과정은 Psychtoolbox 함수를 이용한 Matlab 스크립트로 제어되었다(Brainard, 1997). 실제 실험 자극은 원색이었고 회색 배경 화면에서 제시되었다.

이루며 분포하였다. 이 측은 대략 615ms으로서 표적만 단독으로 제시된 기저선 조건에 비해 약 25ms 증가한 것이었다. 만약 경주 모형에서 가정하듯, 중복 방해자극이 개별 표상으로서 처리되었다면 중복 조건의 반응시간은 단일 조건보다 유의미하게 느린 측을 기준으로 분포되어야 했다. 그에 반해, 방해자극 개수의 주효과가 없었다는 사실은 중복된 방해자극이 하나의 표상으로 처리된다는 공동 활성화 모형의 가정과 일치한다.

둘째, 단일 방해자극 조건에 비해 중복 방해자극 조건의 스트룹 간섭량이 두 배 가량 컸고, 그 차이는 표적보다 방해자극이 107ms

늦게 제시된 경우에도 나타났다. 경주 모형으로는 이처럼 큰 차이를 설명하기가 어렵다. 경주 모형에서 중복 조건의 반응시간은 두 방해자극 중 빠르고 강한 표상을 가진 쪽에 의해 결정된다. 그런데 두 방해자극은 정확히 똑같기 때문에, 표상의 강도 차이는 우연적인 요인에 의해 결정될 수밖에 없다(Raab, 1962; Ulrich, Miller, & Schroter, 2007). 예를 들어, 어떤 중복 방해자극 시행에서 참가자가 마침 오른쪽 화면에 주의를 기울이고 있었다면 오른쪽에 제시된 방해자극이 더 빠르고 정확히 처리될 것이다. 그러나 이러한 우연적 요인이 단일 조건보다 두 배 가량 큰 중복 조건의 간

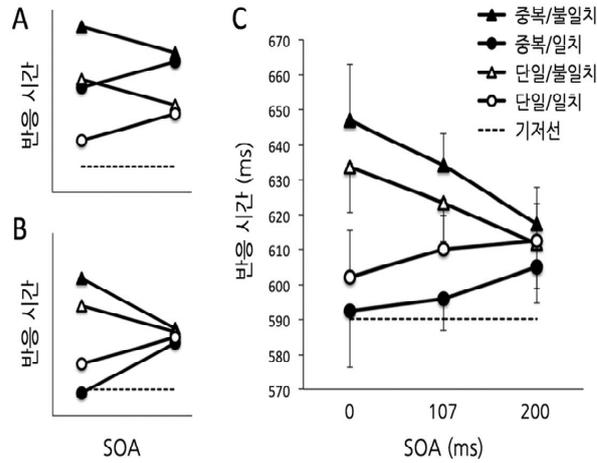


그림 2. 가설 및 결과. A. 방해자극 표상 개수의 효과. B. 방해자극 간섭량의 효과. C. 실험 결과. 반응 시간을 분석하기 위해 먼저 참가자들이 정해진 버튼 외에 다른 버튼을 누른 시행들(.01%)을 제외한 후, 개별 참가자의 조건 별 반응 시간에서 평균으로부터 3 표준편차 이상 떨어진 가외치들(1.86%)을 제거하였다. 점선은 방해자극 없이 표적 단어만 제시한 기저선 조건의 반응시간을 의미한다. 오류 막대는 95% 신뢰 구간이다. 기저선 조건을 제외한 12개 조건에 대하여 방해자극 개수(단일, 중복), 표적과 방해자극의 범주 일치성(일치, 불일치), 표적과 방해자극의 SOA(0ms, 107ms, 200ms)를 참가자내 요인으로 하는  $2 \times 2 \times 3$  변량분석을 실시하였다. 범주 일치성의 주효과 및 범주 일치성과 SOA의 이원 상호작용, 그리고 범주 일치성과 방해자극 개수의 이원 상호작용이 통계적으로 유의미했다(순서대로  $F_{1, 19} = 38.42, p < .001, \eta_p^2 = .67$ ;  $F_{2, 38} = 10.58, p < .001, \eta_p^2 = .36$ ;  $F_{1, 19} = 12.99, p < .005, \eta_p^2 = .41$ ). 나머지 주효과와 상호작용들은 모두 유의미하지 않았다( $p$ 's  $> .1$ ). 오류율(표 1)에 대해서도 동일한 변량 분석을 실시한 결과, 범주 일치성의 주효과, SOA의 주효과, 그리고 범주 일치성과 SOA의 이원 상호작용이 통계적으로 유의미하였다(순서대로  $F_{1, 19} = 37.03, p < .001, \eta_p^2 = .66$ ; Greenhouse-Geisser adjusted  $F_{1.4, 26.2} = 11.05, p < .005, \eta_p^2 = .37$ ;  $F_{2, 38} = 20.52, p < .001, \eta_p^2 = .52$ ). 나머지 주효과와 상호작용들은 유의미하지 않았다( $p$ 's  $> .05$ ).

표 1. 오류율(%)

		표적-방해자극 간 제시 시간 간격(SOA)					
		0 ms		107 ms		200 ms	
방해자극 개수	일치성	M	SD	M	SD	M	SD
단일	일치	1.6	2.2	2.4	3.0	1.8	2.0
	불일치	5.8	4.3	2.8	2.9	1.3	1.7
중복	일치	1.4	2.1	0.6	1.4	1.0	1.5
	불일치	5.3	4.5	2.9	1.9	1.1	1.5
기저선		1.5	1.7				

주. M, 평균; SD, 표준편차

섭량을 설명할 수는 없다. 그에 반해, 공동 활성화 모형에서는 비교적 쉽게 본 실험의 결과를 설명할 수 있다. 중복된 두 방해자극이 통합되어 단일한 지각 표상을 구성함으로써 표적 반응을 안정적으로 간섭할 수 있기 때문이다.

### 참고문헌

- 이지영, 민수정, 이도준 (2011). 스트룹 간섭의 회색 및 중복 효과. *인지과학*, 22(4), 469-494.
- Barlow, H. B. (1959). Sensory mechanisms, the reduction of redundancy, and intelligence. *The mechanisation of thought processes*, 10, 535-539.
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433-436.
- Eriksen, C. W., Goettl, B., James, J. D. S., & Fournier, L. R. (1989). Processing redundant signals: Coactivation, divided attention, or what? *Perception & Psychophysics*, 45(4), 356-370.
- Fiedler, A., Schroter, H., & Ulrich, R. (2013). Redundancy gain for semantic features. *Psychonomic Bulletin & Review*, 20(3), 474-480.
- Giray, M., & Ulrich, R. (1993). Motor coactivation revealed by response force in divided and focused attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19(6), 1278-1291.
- Glaser, W. R., & Dungelhoff, F. J. (1984). The time course of picture-word interference. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 640-654.
- Jiang, Y. V., Kwon, M., Shim, W. M., & Won, B.-Y. (2010). Redundancy effects in the perception and memory of visual objects. *Visual Cognition*, 18(9), 1233-1252.
- Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, B. J. (1992). The reviewing of object files: object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24(2), 175-219.
- Miller, J. (1982). Divided attention: Evidence for coactivation with redundant signals. *Cognitive Psychology*, 14(2), 247-279.
- Mordkoff, J. T., & Yantis, S. (1991). An interactive race model of divided attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17(2), 520-538.
- Raab, D. H. (1962). Statistical facilitation of simple reaction times. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, 24, 574-590.
- Ulrich, R., Miller, J., & Schroter, H. (2007). Testing the race model inequality: an algorithm and computer programs. *Behavior Research Methods*, 39(2), 291-302.
- Won, B. Y., & Jiang, Y. V. (2013). Redundancy effects in the processing of emotional faces. *Vision Research*, 78, 6-13.

1 차원고접수 : 2015. 03. 30  
수정원고접수 : 2015. 04. 28  
최종게재결정 : 2015. 04. 28

〈Brief Report〉

## **Redundant interference: Evidence for the coactivation model in a word-picture Stroop task**

**Seok Hwan Ahn**

**Yoonjung Lee**

**Do-Joon Yi**

Department of Psychology, Yonsei University

Observers more rapidly detect and more accurately remember two identical targets than a single target, a phenomenon called the redundancy effect. To understand how the visual system deals with redundant information, the current experiment investigated the effect of redundant distractors on target responses. In a word-picture Stroop task, we measured response interference by a single or redundant distractors when the stimulus onset asynchrony varies between a target and the distractor(s). As results, two redundant distractors produced greater Stroop interference than a single distractor although overall response times remained constant. These findings are not compatible with a race model, which assumes separate processing of redundant stimuli, but support a coactivation model, which assumes that redundant stimuli form a single perceptual representation.

*Key words* : visual redundancy, word-picture Stroop task, coactivation model, race model