

## 인지 부하가 분업에 미치는 영향: 작업기억과 결합 사이먼 효과

Effects of Cognitive Load on the Division of Labor: Working Memory and the Joint Simon Effect

김효정<sup>1</sup> · 이재윤<sup>2</sup> · 이도준<sup>3†</sup>

Hyojeong Kim<sup>1</sup> · Jaeyoon Lee<sup>2</sup> · Do-Joon Yi<sup>3†</sup>

### Abstract

As social beings, we need to understand others' actions as quickly and accurately as possible. Action understanding can occur at many levels. We sometimes grasp others' intentions unintentionally. Other times, however, we have to expend effort to draw inferences about their goals. In the context of joint action, the joint Simon effect demonstrates that actors are influenced by the unintended representation of a co-actor's actions. This effect has been described as quasi-automatic, but it is unclear if the effect is automatic enough to be immune to cognitive load. Thus, we asked participants to complete a joint Simon task with or without a concurrent working memory task. One group of participants maintained a single digit in their mind during working memory load blocks (low-load group), while the other group maintained five digits (high-load group). As a result, the low-load group showed a joint Simon effect both during no-load and low-load blocks. In contrast, the high-load group had no joint Simon effect during either no-load or high-load blocks. These results suggest that the joint Simon effect is not an automatic phenomenon given that it requires cognitive resources. Actors in a joint task may represent a co-actor's actions in their task set, but only when cognitive resources are available.

**Key words:** Cognitive Load, Working Memory, Joint Simon Effect, Automaticity, Task Representation

### 요약

사회적인 존재로서 우리는 다른 사람의 행위를 빠르고 정확히 이해할 필요가 있다. 행위 이해는 여러 수준에서 일어난다. 무심코 타인의 의도를 알아챌 때가 있는가 하면, 그들의 목적을 추론하기 위해 노력해야만 하는 경우도 있다. 결합 사이먼 효과는 과제를 분업하는 한 쌍의 참가자가 의도치 않게 동료의 행위를 표상할 수 있음을 실험적으로 증명한다. 이 효과는 거의 자동적으로 발생한다고 알려졌지만, 인지부하의 영향을 받지 않을 만큼 자동적인지는 확인되지 않았다. 이에 본 연구는 참가자에게 작업기억 부하가 있거나 없는 상태에서 결합 사이먼 과제를 수행하게 하였다. 이중과제 구획에서 저부하 집단의 참가자들은 한 개의 숫자를 작업기억에 유지한 채로 사이먼 과제를 분업하였고, 고부하 집단의 참가자들은 다섯 개의 숫자를 유지한 채로 사이먼 과제를 분업하였다. 작업기억 부하의 효과를 분석하기 위해 이중과제 구획과 단일과제 구획의 집단별 사이먼 효과를 비교하였다. 반응시간을 분석한 결과, 저부하 집단은 이중과제와 단일과제 구획에서 모두 사이먼 효과를 보였지만, 고부하 집단은 어느 과제 구획에서도 사이먼 효과를 보이지 않았다. 이 결과는 결합 사이먼 효과가 인지 자원에 의존한다는 면에서 자동적인 현상을 아님을 의미한다. 즉, 분업 참여자는 인지적 자원이 가용한 경우에만 동료의 행위를 과제 표상에 반영하는 것으로 보인다.

**주제어:** 인지 부하, 작업기억, 결합 사이먼 효과, 자동성, 과제 표상

※ 이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5A2A01024313).

<sup>1</sup> 김효정: Institute of Cognitive Science, University of Colorado Boulder 박사후연구원

<sup>2</sup> 이재윤: 연세대학교 심리학과 석사과정 졸업

<sup>3†</sup> (교신저자) 이도준: 연세대학교 심리학과 교수 / E-mail: dojoon.yi@yonsei.ac.kr / TEL: 02-2123-2438

## 1. 서론

무거운 가구를 함께 나르거나 공동연구를 수행하는 경우처럼 우리는 다른 사람과 힘을 합쳐 일할 때가 많다. 이러한 협동 상황에서 우리는 동료의 관점과 의도를 정확히 파악하여 서로 행동을 조율할 수 있어야 한다(Knoblich & Sebanz, 2006). 효과적인 조율은 복잡한 인지 기체에 기반할 것이다. 그러나 인지 요소들이 협동 상황에 어떻게 기여하고 상호작용하는지에 대해 알려진 바는 많지 않는데, 연구자들이 대체로 사회적 맥락에서 유리된 개인 행동에 초점을 두어왔기 때문이다. 이에 본 연구는 잘 알려진 사이먼 과제(Simon task)를 중심으로 작업기억(working memory)이 분업에 미치는 영향을 관찰하였다.

사이먼 과제에서 참가자는 표적자극의 비공간적인 세부특징(예: 색상, 모양, 소리)에 대해 공간적으로 정의된 반응을 해야 한다(예: 왼쪽이나 오른쪽 버튼 누르기). 예를 들어, 화면에 초록색 화살표가 출현하면 왼쪽 버튼을 누르고 빨간색 화살표가 출현하면 오른쪽 버튼을 누른다(Fig. 1A). 이때, 표적의 ‘부적합한(irrelevant)’ 공간 정보가 반응 선택지의 공간적 위치와 일치하면, 적합한(relevant) 정보에 관한 선택반응이 촉진될 수 있는데, 이를 사이먼 효과(Simon effect)라 한다(Simon & Rudell, 1967). 앞의 사례에서 참가자는 초록 화살표가 오른쪽을 가리키거나 빨간 화살표가 왼쪽을 가리킬 때보다 초록 화살표가 왼쪽을 가리키거나 빨간 화살표가 오른쪽을 가리킬 때 상대적으로 더 빠르게 반응했을

것이다. 사이먼 효과는 두 가지 경로의 내적 반응에 의해 발생한다(De Jong et al., 1994; Kornblum et al., 1990; Lu & Proctor, 1995). 직접 경로는 자극과 반응의 공간적 일치성(spatial stimulus-response compatibility)에 근거한 내적 반응을 산출한다. 왼쪽 방향의 화살표는 왼쪽 반응을, 오른쪽 방향의 화살표는 오른쪽 반응을 촉진시킨다. 간접 경로는 과제 지시에 근거한 내적 반응을 산출한다. 초록색 화살표는 왼쪽 반응을, 빨간색 화살표는 오른쪽 반응을 활성화시킨다. 결과적으로, 두 경로에서 생성된 내적 반응이 같으면, 다른 때에 비해, 참가자의 선택이 촉진된다.

만약 과제가 바뀌어 참가자가 한 가지 색(예: 빨강)에만 반응하고 다른 색에는 반응하지 않는 go/no-go 과제를 수행하게 되면, 사이먼 효과는 크게 줄어들거나 사라진다(Fig. 1B). 버튼이 하나뿐이므로 공간적으로 정의된 선택반응이 불필요하고, 자극과 반응의 공간 관계가 중요하지 않기 때문이다. 그러나, 흥미롭게도, 다른 참가자가 나란히 앉아, 무시되던 색(예: 초록)에 대해 반응하기 시작하면 사이먼 효과가 나타난다(Fig. 1C). 왼쪽 참가자는 자신의 표적 색상인 화살표가 왼쪽을 가리킬 때 더 빠르게 반응하고, 오른쪽 참가자는 자신의 표적 색상인 화살표가 오른쪽을 가리킬 때 더 빠르게 반응한다. 이를 ‘결합 사이먼 효과(joint Simon effect)’라고 한다(Sebanz et al., 2003). 각 참가자는 여전히 go/no-go 과제를 수행하고 있으므로, 자극-반응 공간 일치성이 다시 영향력을 발휘한다는 사실은 동일한 과제라도 혼자 수행하는 것과 협동하는 것이 인지적으로 다를 수 있음을 의미한다.

결합 사이먼 효과를 통해 여러 사회적 요인이 분업 수행에 미치는 영향을 검증할 수 있다. 선행연구들은 참가자들의 소속이 같거나(McClung et al., 2013) 동료의 사회적 지위가 높을 때(Aquino et al., 2015), 또는 독립성보다 상호의존성이 강조된 상황일 때(Colzato et al., 2012) 이 효과가 두드러지지만, 반대로 참가자가 따돌림을 당하거나(Costantini & Ferri, 2013) 다른 참가자와 경쟁할 때(Hommel et al., 2009) 효과가 줄어들거나 사라진다고 보고하였다. 이러한 결과들은 과제 표상이 참가자 개인의 역할에만 제한되지 않고 정서사회적 조건에 따라 동료의 존재와 행위를 반영하여 수정된다는 것을 뜻한다. 참가자가 자신의 반응과 동료의 반응

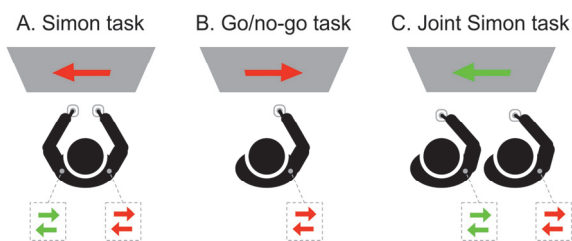


Fig. 1. Task comparison. In all tasks, participants respond to the color of an arrow while ignoring its direction. (A) Participants in a Simon task press a left button to, for example, green arrows and a right button to red arrows. (B) Participants in a go/no-go task respond to red arrows while holding any responses to green arrows. (C) In a joint Simon task, one participant sitting on the left performs a go/no-go task with green arrows while the other participant on the right does the same with red arrows

을 기능적으로 동등하게 표상하거나(행위 공동표상 가설, action co-representation hypothesis; Sebanz et al., 2003), 자신과 동료의 상대적인 공간 관계를 활용하게 되면서(참조 부호화 가설, referential coding hypothesis; Dolk et al., 2013), 참가자의 반응에 공간적 차원이 추가되고 자극-반응 일치에 근거한 내적 반응이 촉발될 수 있다.

종종 연구자들은 결합 사이먼 효과가 ‘자동적으로’ 발생한다고 가정한다. 가령, 사회적 맥락을 강조하는 입장에서는 비교적 명시적으로, “서로 무시하는 것이 더 효율적일 때에도 개인들은 거의 자동적으로 과제 표상을 공유하며(individuals form shared representations of tasks quasiautomatically, even when it is more effective to ignore one another; Sebanz et al., 2006, 76쪽),” 이러한 과정은 “자동적으로 활성화된(automatic activation; Muller et al., 2011, 423쪽)” “전담 사회적 프로세스들(dedicated social processes; Knoblich & Sebanz, 2006, 99쪽)”에 의해 뒷받침된다고 설명한다. 정서사회적 해석을 배제하고 인지적 특성을 강조하는 입장에서도 이 효과가 자동적으로 일어난다는 주장을 반박하지는 않는다(Dolk et al., 2013, 2014). 그러나 대부분의 정신작용은 자동적 과정과 통제적(controlled) 과정의 혼합물이며 자동성(automaticity) 자체가 복합적인 의미를 가지기 때문에, 어떤 현상을 자동적이라고 기술하려면 조건과 특징을 분명히 할 필요가 있다(Bargh, 1994).

자동성에 관한 인지심리학적 정의는 주로 정신작용의 ‘비자발성(involuntariness)’과 ‘효율성(efficiency)’에 집중되어 왔다(Anderson, 2018; Kahneman & Treisman, 1984; Logan & Cowan, 1984; Yantis & Jonides, 1990). 자동적인 정신작용은 의도하지 않아도 자극에 의해 촉발되며(stimulus-driven), 일단 시작되면 멈추기 어려우므로(ballistic) 비자발적인 과정이다. 또한 자동적인 과정은 인지 용량의 제약에서 자유로워야 한다. 높은 효율성 덕분에, 자동적인 과정은 동시에 진행되는 다른 과제의 간섭을 받지 않고 목적지향적 수행에 의존하지도 않을 것이다(Kahneman & Treisman, 1984). 결합 사이먼 효과는 상대방과 협동하라는 지시 없이 단순히 동료가 존재한다는 사실만으로 발생하므로 비자발적인 특성을 갖추었다고 볼 수 있다(Welsh et al., 2013). 그러나 이 효과가 다른 과제에 의해 가중된 인지적 제약에 둔감한

지는 확실치 않다. 효율성의 관점에서 결합 사이먼 효과의 자동성을 검토한 연구는 알려진 바 없다.

이에 본 연구는 이중과제(dual-task) 패러다임에서 작업기억 부하가 사이먼 과제 분업에 미치는 영향을 관찰하였다. 참가자들은 작업기억으로 숫자를 암송하는 동안 결합 사이먼 과제를 수행하였다. 작업기억은 활성화된 기억을 유지하고 정보처리를 조율함으로써 복잡한 인지과정을 뒷받침한다(Baddeley & Hitch, 1974). 특히, 사이먼 과제처럼 목표와 외적 자극, 습관적 반응 경향이 서로 갈등을 빚는 상황에서 정보의 흐름을 융통성 있게 제어하기 위해 작업기억이 필요하다(Borgmann et al., 2007). Kane & Engle(2003)은 작업기억 용량이 작을수록 참가자가 스트룹 간섭 Stroop interference; Stroop, 1935)을 크게 겪었다고 보고하였다. 작업기억에서 능동적으로 과제 목표를 유지하지 못하면 적합한 정보와 부적합한 정보를 구별하기가 어려워진다. 따라서, 만약 결합 사이먼 효과가 ‘효율적인’ 기제에 근거한다면, 작업기억 부하가 클수록 효과 크기도 증가할 거라 예상된다. 그 이유는 분업하는 참가자들이 작업기억 부하와 상관없이 일정한 과제 표상을 가질 것이고, 이 과제 표상은 혼자 전체 과제를 수행할 때와 기능적으로 동등하기 때문이다. 즉, 작업기억 부하가 커지면 분업 과제 참가자들도 과제 목표를 견지하는 데 어려움을 겪게 되고 사이먼 효과는 증가할 것이다.

그러나 반대의 결과도 예상할 수 있다. Belletier 등(2015)은 타인에게 관찰을 당할 때 느끼는 부담감(monitoring pressure)의 영향과 작업기억 용량의 관계를 사이먼 과제에서 검증하였다. 그 결과, 실험실에서 혼자 과제를 수행했을 때는 작업기억 용량이 작은 참가자일수록 사이먼 효과를 크게 경험했지만, 실험자가 지켜보는 가운데 과제를 수행했을 때는 오히려 작업기억 용량이 큰 참가자일수록 더 큰 사이먼 효과를 경험했다. Belletier 등은 잠재적인 평가자와 함께 있다는 사실 자체가 인지 용량을 소모한다는 관점에서 이 결과를 해석하였다. 작업기억 용량이 큰 참가자들은 과제 수행 중에도 타인에게 주의를 기울일 수 있는 사람들이므로, 관찰당하는 상황에서 그만큼 심적 부담이 더 크고 산만해지기 쉽다는 것이다. 이 해석을 본 연구 확장하면, 작업기억 부하가 클수록 참가자들은 동료에게

신경을 덜 쓰고 자신의 과제(go/no-go 반응)에 더욱 집중하게 될 거라 예상할 수 있다. 결과적으로, 인지 부하에 의해 사이먼 효과는 감소할 것이다.

요약하면, 본 연구는 작업기억 부하를 활용하여 결합 사이먼 효과의 효율성을 검토하였다. 만약 이 효과가 인지 용량에 제약되지 않을 만큼 효율적이라면, 작업기억 부하는 사이먼 효과(또는, 공간 일치성 효과, *spatial compatibility effect*)를 증가시킬 것이다. 반대로, 결합 사이먼 효과가 덜 효율적이고 인지적 제약에 민감하다면, 작업기억 부하는 사이먼 효과를 감소시키거나 사라지게 할 것이다.

## 2. 방법

### 2.1. 참가자

예비실험<sup>1)</sup>에서 얻은 자료(사이먼 효과 9ms; 표준편차 35ms; 참가자내 상관  $r = 0.97$ )를 근거로 2x2 혼합요인 설계에서 95% 검증력으로 이원 상호작용을 관찰하기 위해 필요한 참가자 수를 시뮬레이션 한 결과, 각 집단에서 최소 25명이 필요하였다. 실험조건들(2 표적 색상, 2 좌석 위치, 2 구획 순서)을 역균형화 하기 위해 참가자 수는 8의 배수가 되어야 하므로 집단마다 32명을 모집하기로 결정하였다. 이에 오른손잡이 학부생 64명을 모집하여 ‘저부하(low load)’ 집단과 ‘고부하(high load)’ 집단에 32명씩 무작위로 배정하였다(여성은 각 집단 18명; 연령 19~26세). 각 실험 세션에 참여한 두 참가자의 성별은 항상 같았다. 고부하 집단의 참가자 두 명은 잘못된 버튼을 눌러 색깔판단 반응을 80% 이상 누락했기 때문에 새로운 참가자로 교체되었다. 참가

자들은 사전에 실험 목적을 알지 못했고, 실험 종료 후 심리학 과목 크레딧이나 사례비를 지급받았다. 본 연구의 절차는 기관윤리위원회에 의해 승인되었다.

### 2.2. 도구와 자극

약한 조명의 방음실에서 실험을 진행하였다. 같은 집단에 속한 두 명의 참가자가 60cm 떨어진 CRT 모니터(LG Flatron, 17인치, 60Hz 주사율)를 향해 좌우로 나란히 앉아 실험에 임했다. 모든 자극은 회색 배경 화면의 중앙에 출현하였다. 화살표( $8.8^\circ \times 6.4^\circ$ )는 빨간색이거나 초록색이었고, 왼쪽이나 오른쪽을 가리켰다. 작업기억 과제에서는 숫자 열 개(0~9)가 기억 항목으로 사용되었다. 각 숫자는  $2.1^\circ \times 3.2^\circ$  크기였고, 짙은 회색으로 제시되었다. 응시점( $0.8^\circ \times 0.8^\circ$ )은 검은색 ‘+’ 표시였다. 참가자는 버튼 박스를 통해 반응을 입력하였다. 자극 제시와 반응 수집은 Psychtoolbox 함수를 사용하는 Matlab 스크립트로 제어되었다(Brainard, 1997; Pelli, 1997).

### 2.3. 절차와 설계

‘단일과제(single task)’ 구획과 ‘이중과제(dual task)’ 구획이 번갈아 네 번 반복되었다. 단일과제 구획에서는 참가자들이 화살표 색상판단만 수행했고, 이중과제 구획에서는 작업기억 과제를 색상판단과 병행하여 수행하였다. 단일과제 한 구획은 60회의 색상판단 시행으로 구성되었다. 두 가지 색과 두 가지 방향을 조합한 네 가지 종류의 화살표가 같은 빈도로 출현하였다. 실험 전에 두 참가자 중 한 명은 빨간색을 표적 색상으로 배정받았고 다른 참가자는 초록색을 표적 색상으로 배

1) 본 실험 환경에서 결합 사이먼 효과를 재현할 수 있는지 확인하기 위해 예비실험을 실시하였다. 열 명의 참가자가 빨간색이나 초록색 화살표를 표적으로 go/no-go 과제를 수행하였다. 각 참가자는 모니터를 향해 나란히 배치된 두 개의 좌석 중 한 곳에 앉았다. ‘단독 구획’에서는 혼자 과제를 수행하였고(Fig. 1B), ‘분업 구획’에서는 실험자와 함께 수행하였다(Fig. 1C). 실험자는 남은 좌석에 앉았고, 참가자와 다른 색상의 화살표를 표적으로 반응하였다. 구획별 120 시행에서 화살표의 두 색상(빨강, 초록)과 두 방향(좌향, 우향)이 모두 동일 비율로 출현하였다. 참가자의 표적 색상과 좌석 위치에 따라 반응시간을 ‘일치’ 조건과 ‘불일치’ 조건으로 분류하였다. 반응시간을 분석한 결과, 구획(단독, 분업) 요인과 일치성(일치, 불일치) 요인의 이원 상호작용이 통계적으로 유의미하였다. 사이먼 효과(=불일치 조건 - 일치 조건)가 단독 구획보다 분업 구획에서 더 컸기 때문이다. 평균 반응시간은 단독 구획의 일치 조건과 불일치 조건에서 각각  $M = 359.70\text{ms}(SD = 31.80)$ 과  $360.74\text{ms}(31.07)$ 이었고, 분업 구획의 일치 조건과 불일치 조건에서 각각  $340.62\text{ms}(34.66)$ 과  $349.69\text{ms}(35.07)$ 이었다. 단독 구획의 사이먼 효과는 사후검정에서도 통계적으로 유의미하였다.



정받았다. 각 시행은 화살표가 0.5초간 등장하면서 시작되었고, 화살표가 사라지면 다음 시행이 시작될 때까지 응시점이 1초간 제시되었다. 참가자들은 자신의 표적 색상이 등장한 화살표에 대해서만 오른손 검지를 사용하여 빠르고 정확하게 버튼을 눌러야 했다. 표적 색상이 아닌(즉, 비표적) 화살표가 등장했을 때는 아무 반응 없이 시행이 종료될 때까지 기다려야 했다. 단일 과제 한 구획이 끝나면 짧은 휴식이 주어졌다. 이중과제 구획은 세 개의 작업기억 시행으로 구성되었고, 작업기억 한 시행은 20개의 색상판단 시행을 포함하였다 (Fig. 2). 작업기억 시행은 기억 표본(sample)이 등장하면서 시작되었다. 참가자가 저부하 집단인 경우에는 숫자 한 개가 제시되었고 고부하 집단인 경우에는 서로 다른 숫자 다섯 개가 제시되었다. 기억 표본이 2.5초 후 사라지면, 20개의 색상판단 시행이 연달아 제시되었다. 마지막 색상판단 시행이 끝나면, 숫자 하나가 기억 탐사자극(probe)으로 제시되었다(과제기간 = 31초). 각 참가자는 이 숫자가 기억 표본에 있었는지 응답해야 했다. 이중과제 한 구획에 포함된 색상판단 60시행의 구성은 단일과제 구획과 같았다.

실험 설계는 ‘집단(group)’, ‘과제(task)’, ‘일치성(compatibility)’의 2x2x2 삼원요인으로 구성되었다. 집단 요인은 참가자간 요인으로서 ‘저부하 집단(low load group)’ 조건과 ‘고부하 집단(high load group)’ 조건으로 구분되었다. 과제와 일치성은 참가자내 요인이었다. 과제 요인의 두 수준은 ‘단일과제(single task)’ 조건과

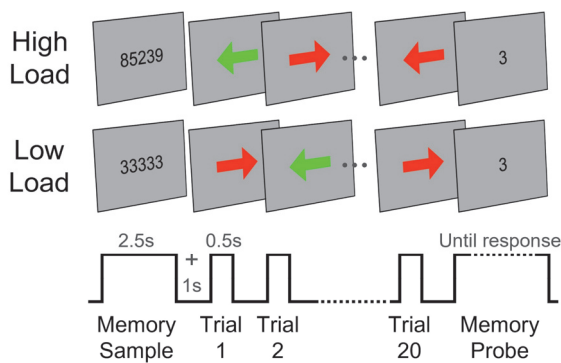


Fig. 2. Trial structure. Twenty arrow trials were nested in a digit WM trial. Participants performed a delayed-match-to-sample task with either five different digits ('high load group') or five identical digits ('low load group'). During a retention period, each participant performed a go/no-go task with one of the two arrow colors. A cross (+) was shown during the stimulus offset

‘이중과제(dual task)’ 조건이었으며, 구획으로 처리되었다. 일치성 요인의 두 수준은 ‘일치(compatible)’ 조건과 ‘불일치(incompatible)’ 조건이며, 참가자의 표적 색깔과 좌석 위치에 따라 결정되었다. 가령 왼편 참가자의 표적이 빨간 화살표이고 오른편 참가자의 표적이 초록 화살표라면, 왼쪽을 가리키는 빨간 화살표와 오른쪽을 가리키는 초록색 화살표는 일치 조건에 해당되고, 오른쪽을 가리키는 빨간 화살표나 왼쪽을 가리키는 초록 화살표는 불일치 조건에 해당되었다. 각 참가자는 표적 색깔의 화살표에만 반응하였으므로, 한 구획의 60회 시행 중에서 30회 반응해야 했다. 그중에서 15 시행은 일치 조건이고 나머지 15 시행은 불일치 조건이었다. 시행 순서는 각 구획에서 무작위로 결정되었다. 구획 순서와 표적 색상은 참가자간 역균형화 되었다.

## 2.4. 통계 분석

모든 통계 분석은 R 환경(R Core Team, 2020)에서 수행되었다. 일부 자료가 정규성 가정에 부합되지 않았으므로 본 연구의 모든 자료를 순열검정(permutation tests)으로 분석하였다. 순열검정은 자료를 재표집하여(resampling) 영가설 분포를 얻고, 이 분포에서 관찰치가 차지하는 위치를 근거로 영가설의 유의도를 계산하는 방법이다(Efron & Tibshirani, 1994; Siegel & Castellan, 1988). 구체적으로, 영가설 하에서는 실험 조건들이 서로 다르지 않으므로 조건별 대표값들을 무작위로 치환하여 새로운 집단 통계치를 얻을 수 있다. 참가자간 요인의 경우에는 참가자들의 대표값을 섞을 수 있고, 참가자내 요인의 경우에는 개별 참가자의 조건별 대표값을 섞을 수 있다. 본 연구는 이 과정을 일만 번 반복하여 영가설의 분포를 얻은 다음, 실험에서 얻은 통계치보다 크거나 같은 영가설 분포의 비율을 해당 통계치의  $p$ -값으로 정했다. 순열검정을 위해 Permuto 패키지(Frossard & Renaud, 2021)의 aovperm 함수를 사용하였다. 사후검정(post-hoc tests)에서 다중비교가 필요한 경우에는 5% 이하의 오발견율(false discovery rate; FDR)이 유지되도록  $p$ -값을 보정하였다(Benjamini & Hochberg, 1995). 예상 참가자 수와 효과 크기 계산을 위해 Supercow 패키지(Lakens & Caldwell, 2021)를 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 예비실험과 본 실험의 모든 원자

료와 분석 코드는 Github 사이트(<https://cogneuro.github.io/loadedJSE>)에 공개되어 있다.

### 3. 결과

#### 3.1. 작업기억 수행

이중과제(dual task) 구획에서 저부하 집단과 고부하 집단의 작업기억 과제 수행을 비교하였다. 숫자 한 개만 기억하는 저부하 집단과 비교하여, 숫자 다섯 개를 기억해야 했던 고부하 집단은 작업기억 과제 수행이 저조해야 한다. 예상대로, 정확도는 고부하 집단( $M = 89.06\%$ ,  $SD = 12.06$ )보다 저부하 집단( $M = 94.01\%$ ,  $SD = 9.04$ )에서 더 높았고, 반응시간도 고부하 집단( $M = 1124.22\text{ms}$ ,  $SD = 315.52$ )보다 저부하 집단( $M = 959.51\text{ms}$ ,  $SD = 330.59$ )에서 더 빨랐다. 일원 변량분석 결과, 정확도 차이는 통계적으로 유의미하지 않았지만,  $F_{1,62} = 3.45$ ,  $p_{\text{perm}} = 0.09$ ,  $\eta_p^2 = 0.07$ , 반응시간 차이는 유의미하였다,  $F_{1,62} = 15.07$ ,  $p_{\text{perm}} < 0.01$ ,  $\eta_p^2 = 0.20$ . 이러한 결과는 이중과제 조건에서 고부하 집단이 저부하 집단보다 인지적 부담을 더 크게 겪었다는 것을 뜻한다.

#### 3.2. 색상판단 수행

색상판단 과제의 조건별 평균 정확도와 반응시간을 Table 1에 제시하였다. 반응시간을 분석하기 위해 개별 참가자의 정반응 중 조건별 평균보다 3SD 이상 느린 1.13%의 반응시간을 가외치(outliers)로서 제외하였다.

Table 1. Results of the color judgment task

Group	Task	Compatibility	Accuracy (%)		RTs (ms)	
			M	SD	M	SD
Low load	Single	Compatible	97.14	4.90	355.88	26.27
		Incompatible	96.77	4.88	362.01	29.09
	Dual	Compatible	97.60	3.81	361.80	26.52
		Incompatible	96.72	4.78	366.36	27.95
High load	Single	Compatible	98.23	3.69	354.24	33.59
		Incompatible	97.08	3.99	354.95	34.33
	Dual	Compatible	97.14	5.99	359.39	38.67
		Incompatible	97.45	5.20	360.88	40.19

추가로 150ms보다 빠른 0.03%의 반응시간도 기대반응으로 간주하여 제외하였다. 분석 대상인 반응시간의 조건별 평균을 그림 Fig. 3A에 제시하였다. 저부하 집단의 반응에서 과제 조건에 상관없이 사이먼 효과(= 불일치 조건 - 일치 조건)가 두드러졌다. 상대적으로 고부하 집단에서는 사이먼 효과가 약했다. 이 양상은 집단을 참가자간 요인으로 하고 과제와 일치성을 참가자내 요인으로 하는 혼합효과 변량분석에서 확인되었다. 과제의 주효과가 통계적으로 유의미하였다,  $F_{1,62} = 11.51$ ,  $p_{\text{perm}} < 0.01$ ,  $\eta_p^2 = 0.04$ . 즉, 단일과제 조건( $M = 356.77\text{ms}$ ,  $SD = 30.78$ )이 이중과제 조건( $M = 362.11\text{ms}$ ,  $SD = 33.59$ )보다 더 빨랐다. 일치성의 주효과도 유의미하였다,  $F_{1,62} = 10.85$ ,  $p_{\text{perm}} < 0.01$ ,  $\eta_p^2 = 0.03$ . 일치 조건( $M = 357.83\text{ms}$ ,  $SD = 31.45$ )이 불일치 조건( $M = 361.05\text{ms}$ ,  $SD = 33.11$ )보다 더 빨랐다. 또한, 집단과 일치성의 이원 상호작용이 유의미하였다,  $F_{1,62} = 4.70$ ,  $p_{\text{perm}} = 0.03$ ,  $\eta_p^2 = 0.02$ . 사이먼 효과가 저부하 집단에서만 관찰되었

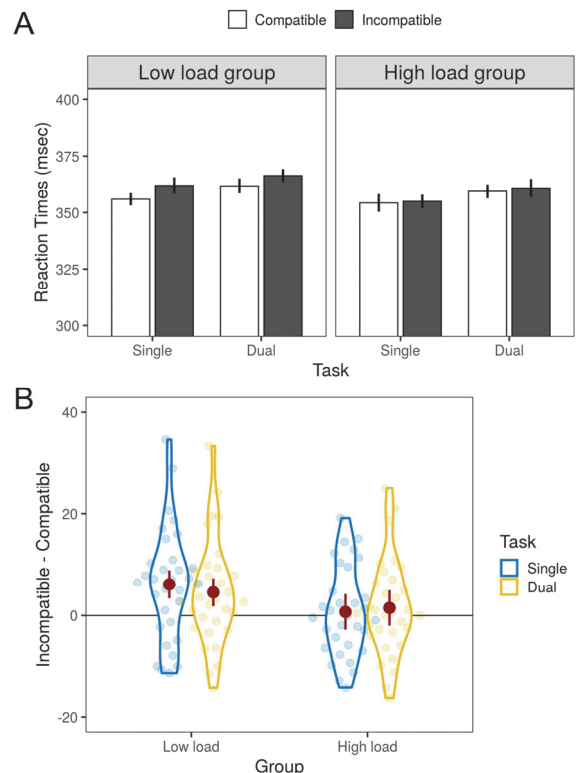


Fig. 3. Results of the color judgment task. (A) Mean reaction times (RTs) of two groups as a function of task and compatibility. (B) Simon effect size defined as the difference between the incompatible and compatible RTs in each task of each group. Errors bars represent 95% confidence intervals

기 때문이다. 조건별 일치 효과를 Fig. 3B에 제시하였다. 저부하 집단에서는 단일과제 조건과 이중과제 조건에서 사이먼 효과가 모두 유의미하였다, 단일과제  $F_{1,31} = 9.77$ ,  $p_{\text{perm. FDR-corr}} = 0.02$ ,  $d = 0.22$ , 이중과제  $F_{1,31} = 6.16$ ,  $p_{\text{perm. FDR-corr}} = 0.04$ ,  $d = 0.17$ . 그러나 고부하 집단은 과제 조건에 상관없이 사이먼 효과를 보이지 않았다,  $p_{\text{perm. FDR-corr}}'s > 0.5$ .

한편, 정확도는 모든 조건에서 96% 이상으로 높았고, 조건 간 차이가 크지 않았다. 정확도에 대하여 집단을 참가자간 요인으로 하고 과제와 일치성을 참가자내 요인으로 하는 혼합효과 변량분석을 실시하였다. 그 결과, 일치성의 주효과가 유의미하였다,  $F_{1,62} = 4.59$ ,  $p_{\text{perm}} = 0.03$ ,  $\eta_p^2 = 0.03$ . 일치 조건의 정확도( $M = 97.53\%$ ,  $SD = 4.66$ )가 불일치 조건( $M = 97.01\%$ ,  $SD = 4.96$ )보다 높았다. 삼원 상호작용은 유의미한 수준에 근접했다,  $F_{1,62} = 4.02$ ,  $p_{\text{perm}} = 0.05$ ,  $\eta_p^2 = 0.03$ . 사이먼 효과가 고부하 집단의 단일과제 조건에서만 유의미했기 때문이었다,  $F_{1,31} = 7.96$ ,  $p_{\text{perm. FDR-corr}} = 0.03$ ,  $d = 0.30$ . 고부하 집단의 이중과제 조건, 그리고 저부하 집단의 단일과제 및 이중과제 조건에서는 유의미하지 않았다,  $p_{\text{perm. FDR-corr}}'s > 0.1$ . 변량분석에서 다른 주효과와 상호작용은 모두 유의미하지 않았다,  $p_{\text{perm}}'s > 0.3$ .

#### 4. 논의

인지적 부하가 과제 분업에 미치는 영향을 검증하였다. 참가자들은 두 명씩 짝을 이루어 사이먼 과제를 분업하여 수행하였다. 단일과제 구획에서는 색상판단 과제만 수행하였고, 이중과제 구획에서는 색상판단과 동시에 작업기억 과제를 수행하였다. 인지적 부하는 작업기억으로 암송해야 하는 숫자의 개수로 결정되었다. 고부하 집단은 다섯 개의 숫자를 암송해야 했고, 저부하 집단은 한 개의 숫자만 암송하면 충분했다. 본 연구의 핵심 결과는 작업기억 부담이 클 때 결합 사이먼 효과가 감소했다는 것이다. 이중과제 구획에서 사이먼 효과는 저부하 집단에서만 관찰되었다. 고부하 집단은 사이먼 효과를 보이지 않았다. 이 결과는 결합 사이먼 효과가 인지 용량의 제약에서 자유로운, ‘자동적인’ 기제에

전적으로 의존하는 것은 아니라는 점을 의미한다. 한편, 반응시간의 사이먼 효과가 단일-이중과제 구분에 상관없이 집단간 차이만 보였다. 저부하 집단은 숫자 한 개만 기억하면 되므로 단일과제와 이중과제의 인지 부하가 별로 다르지 않았을 것이다. 따라서 사이먼 효과가 두 과제 조건에서 모두 나타났다는 것은 자연스러운 결과이다. 그에 비해, 고부하 집단은 단일과제에서조차 반응시간의 사이먼 효과를 보이지 않았다. 단일과제 구획과 이중과제 구획은 번갈아 시행되었으므로, 이중과제 구획의 인지 부하가 단일과제 구획으로 이월되었기 때문일 수 있다. 다만, 정확률에서는 고부하 집단의 단일과제 조건에서만 사이먼 효과가 관찰되었으므로, 이 결과를 이월효과로 해석하는 데는 유의할 필요가 있다. 결과적으로, 고부하 이중과제 조건에서는 반응시간과 정확률에서 전혀 결합 사이먼 효과가 나타나지 않았다. 이는 인지 부하가 사이먼 과제의 분업을 방해한다는 결과를 뒷받침한다.

행위 공동표상 가설(action co-representation hypothesis)은 분업 참여자가 자신의 반응처럼 동료의 반응을 표상하며, 이 과정은 자동적으로 발생한다고 가정한다 (Knoblich & Sebanz, 2006; Sebanz et al., 2003). 이러한 가정은 행위를 관찰하는 것과 수행하는 것이 기능적으로 동등하다는 관념운동이론(ideomotor theories)의 연장선에 있다. 구체적으로, 행위는 이를 수행하는 운동 패턴과 그 결과로 생겨난 감각 효과의 연합을 낳는다. 감각-운동 연합은 양방향으로 작용할 수 있어서, 감각 효과를 관찰하거나 상상하는 것만으로 그에 연합된 운동 프로그램을 활성화시킬 수 있다. 타인의 행위를 보고 나서 ‘자신도 모르게’ 그 행위를 따라 하는 경우가 그렇다(Brass et al., 2001; Chartrand & Bargh, 1999). Hommel 등(2009)은 두 명의 참가자가 사이먼 과제를 분업할 때도 비슷한 관념운동적 표상이 작동한다고 설명하였다. 각 개인은 위치 정보가 불필요한 go/no-go 반응을 수행하지만, 동료의 반응을 자신의 과제 표상에 추가하게 되면서 의도와 상관없이 자극-반응 일치성의 영향 아래 놓이게 된다.

이에 본 연구는 효율성의 관점에서 결합 사이먼 과제의 자동성을 검토하였다. 자동성은 복합적인 개념이므로, ‘얼마나 자동적인가’보다는 ‘어떻게 자동적인가’를 묻는 것이 연구 질문으로 적절하다. 인지심리학에서 혼

히 자동성은 의도에 상관없이 시작되어 끝날 때까지 계속되며(비자발성), 자원이 필요하지 않은(효율성) 과정을 일컫는다(Anderson, 2018; Kahneman & Treisman, 1984). 정서사회적 맥락에서 Bargh(1994)는 의식(awareness), 의도성(intentionality), 통제가능성(controllability), 효율성(efficiency)의 네 가지 세분화된 기준을 제시하고, 이 중 하나라도 만족시키는 정신작용은 자동적이라고 제안한 바 있다. 이에 따르면, 자동적인 과정은 부지불식간에 행위에 영향을 미친다(예: 고정관념). 이러한 상황은 행위자의 의도에 상관없이 시작되어(예: 부정적인 표정에 대한 반응), 노력해도 멈추기 어려운 때가 있다(예: 혐오). 마지막으로, 이러한 자동적인 과정들은 인지적 자원이 고갈된 상황에서도 발생할 수 있다.

연구자들은 ‘인지적 자원(cognitive resources)’에 대한 의존성을 검증하기 위해 작업기억 과제를 포함한 이중과제 패러다임을 활용해왔다. 작업기억의 중앙처리단위인 중앙집행기(central executive; Baddeley & Hitch, 1974)는 반응이 충돌하는 상황에서 제한된 인지 자원의 배분을 결정한다. 따라서 인지적 자원을 소모하는 정신작용은 작업기억 부하에 의해 방해될 수 있지만, 인지적 제약을 받지 않는 효율적인 정신작용은 작업기억 부하의 영향을 받지 않을 것이다. 선행연구들은 작업기억 부하에 의해 인지 자원이 고갈된 상황을 조성함으로써 관심 대상인 정신작용의 효율성을 검증할 수 있었다. 예를 들어, Andersen 등(1992)은 우울한 사람들이 지닌 부정적 사고의 자동성을 분석하기 위해 작업기억 부하를 활용하였다. 이 연구에서 참가자는 자신의 미래에 긍정적이거나 부정적인 사건이 발생할 가능성을 작업기억 부하(여섯 자리 숫자)가 있거나 없는 상태에서 판단하였다. 실험 결과, 우울 성향이 높은 사람들은 부정적인 사건의 가능성을 상대적으로 더 높게 평가했고, 그 판단 속도가 작업기억 부하의 영향을 받지 않았다. 그에 비해, 다른 참가자들은 작업기억 부하가 있을 때 미래 사건의 가능성을 더 느리게 판단하였다. 이 결과는 우울한 사람들이 비관적인 도식(schemas)을 상당히 ‘효율적으로’ 사용한다는 증거로 활용되었다. 이 연구 외에도 작업기억 이중과제 패러다임은 대인지각(Lupfer et al., 1990), 태도(Hermans et al., 2000), 고정관념(Wigboldus et al., 2004)을 포함한 정서사회행동 연구에 적용되어 왔다. 자동성 탐색을 위해 이중과제를

활용하는 이론적 배경과 연구사례들을 고려할 때, 본 연구는 결합 사이먼 효과가 효율성 차원에서 자동적인 현상일 가능성을 반증한다. 특히, 타 연구와 비교해 상대적으로 작은 양의 기억 표본(숫자 다섯 개)을 고부하 조건으로 활용했음에도 불구하고 사이먼 효과가 사라졌다는 점이 이러한 결론을 더욱 강화한다.

행위 공동표상 가설의 관점에서 본 연구 결과는 참가자가 인지적 자원이 가용할 때만 동료의 과제를 표상할 수 있음을 뜻한다. 그러나 모든 연구자가 공동표상의 중요성을 인정하는 것은 아니다. 참조 부호화 가설(referential coding hypothesis)은 사회적 요인을 배제한 인지적 요인만으로 결합 사이먼 효과를 설명한다(Dolk et al., 2014; Guagnano et al., 2010). 이 가설에 따르면, 결합 사이먼 과제에서 참가자는 동료의 ‘과제’가 아니라 ‘위치’를 표상할 뿐이다. 참가자가 자신의 과제에 집중하려면 다른 정보들로부터 자신의 행위를 구분해낼 수 있어야 한다(소위, 변별 문제; Ansorge & Wuhr, 2004; 다음 단락 참조). 분업 상황에서는 특히 자신과 동료의 반응을 구별하는 것이 중요하기 때문에, 참가자는 동료의 위치를 참조점(reference point)으로 삼아 자신의 반응을 좌-우 공간차원에서 인식하게 된다. 이 가설을 증명하는 실험에서 Dolk 등(2013)은 소리를 내며 움직이는 물체(예: 손 흔드는 고양이 인형)를 동료 대신 참가자 옆에 두는 것만으로도 go/no-go 과제에서 사이먼 효과를 재현할 수 있었다. 즉, 변별 문제를 유발하는 실험 조건이라면, 분업이 아니어도, 자극-반응 일치성이 영향력을 발휘하게 된다.

참조 부호화 가설의 관점에서 본 연구 결과는 작업기억 부하가 변별 문제(discrimination problem)의 해결을 방해할 가능성을 시사한다. 이러한 추론은 표준적인 사이먼 과제(Fig. 1A)의 효과에 관한 반응변별설(response-discrimination account; Ansorge & Wuhr, 2004; Wuhr & Biebl, 2011)과 입장을 같이한다. 서론에서 설명한 바와 같이, 전통적인 이중경로 모형(dual-route model)은 과제 지시에 따라 반응이 선택되는 간접 경로와 자극-반응 일치성에 따라 직접 경로의 관계를 통해 사이먼 효과를 설명한다(De Jong et al., 1994; Kornblum et al., 1990; Lu & Proctor, 1995). 이때, 직접 경로는 과제 규칙(작업기억의 내용)에 상관없는 장기적 연합(long-term association)에 의존한다고 가정하였다. 그러



나 후속 연구들은 이 가정에 의문을 제기해왔다. 예를 들어, Hommel(1993)은 사이먼 과제에서 참가자가 어느 한쪽 버튼을 누르면 반대편에 있는 전구가 켜지도록 설정하였다. 참가자에게 자극 색상에 대하여 버튼을 누르도록 지시하면(예: 자극이 초록색이면 왼쪽 버튼을 누르세요) 정상적인 사이먼 효과가 발생했고, 자극 색상에 대해 전구를 켜도록 지시하면(예: 자극이 초록색이면 오른쪽 전구를 켜세요) 반대 방향의 사이먼 효과가 발생하였다. 이처럼 지시를 통해 사이먼 효과의 방향을 뒤집을 수 있다는 사실은, 자극-반응 일치성이 장기기억이 아니라 작업기억에 유지된 자의적인 과제 규칙을 따른다는 것을 의미한다. 이에 Ansonge & Wuhr(2004)는 사이먼 효과가 반응 선택지를 구분하기 위해 작업기억에 유지되는 정보가 자극의 공간 정보와 상호작용할 때만 발생한다고 제안하였다. 또한 작업기억 부하가 클 때 표준적인 사이먼 효과가 감소한다는 결과를 통해 반응 변별설을 뒷받침하였다(Wuhr & Ansonge, 2007; Zhao et al., 2010).

본 연구 결과는 상대적으로 행위 공동표상 가설보다 참조 부호화 가설의 이론적 배경과 부합하지만, 어느 한쪽 가설을 전적으로 지지하거나 반박하지는 못한다. 또 다른 한계는 저부담 집단에서 관찰된 결합 사이먼 효과의 크기(~5ms)가 상대적으로 작았다는 점을 들 수 있다. 사이먼 효과에 관한 대부분의 실험은 자극을 화면의 왼쪽이나 오른쪽에 직접 제시했지만, 본 연구는 화살표의 방향을 통해 상징적으로 공간 정보를 제시했기 때문일 것이다. 그럼에도 불구하고, 본 연구 결과는 선행연구에서 보고된 효과 크기의 범위에 속한다(Guagnano et al., 2010; Karlinsky et al., 2017; Michel et al., 2018). 이러한 제한점에도 불구하고, 본 연구는 인지 요소들의 역할과 상호작용을 과제 분업의 맥락에서 관찰하고 이론적으로 분석했다는 의의를 지닌다. 지금까지 여러 감성과학 논문이 인지 부하(Ryu, 2009, 2010)와 작업기억(Kim et al., 2015; Lee & Kim, 2018)에 관한 경험적 자료를 보고해왔지만, 이러한 요소들이 어떻게 협동에 기여하고, 그 과정에서 상호작용하는지에 대해 알려진 바는 많지 않다. 타인의 의도를 읽고 행위를 예측하는 일은 인간의 생존을 위해 인지 기제가 해결해야 하는 궁극적인 과제이다. 그 과정을 이해하기 위해 더 많은 후속 연구가 수행되어야 할 것이다.

## REFERENCES

- Andersen, S. M., Spielman, L. A., & Bargh, J. A. (1992). Future-event schemas and certainty about the future: Automaticity in depressives' future-event predictions. *Journal of Personality and Social Psychology, 63*(5), 711-723. DOI: 10.1037/0022-3514.63.5.711
- Anderson, B. A. (2018). Controlled information processing, automaticity, and the burden of proof. *Psychonomic Bulletin & Review, 25*(5), 1814-1823. DOI: 10.3758/s13423-017-1412-7
- Ansonge, U., & Wuhr, P. (2004). A response-discrimination account of the Simon effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 30*(2), 365-377. DOI: 10.1037/0096-1523.30.2.365
- Aquino, A., Paolini, D., Pagliaro, S., Migliorati, D., Wolff, A., Alparone, F. R., & Costantini, M. (2015). Group membership and social status modulate joint actions. *Experimental Brain Research, 233*(8), 2461-2466. DOI: 10.1007/s00221-015-4316-7
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic Press. DOI: 10.1016/S0079-7421(08)60452-1
- Bargh, J. A. (1994). The four horsemen of automaticity: Intention, awareness, efficiency, and control as separate issues. In R. S. Wyer & T. K. Srull (Eds.), *Handbook of Social Cognition: Vol. 1, Basic Processes* (2nd edn) (pp. 1-40). Erlbaum. DOI: 10.4324/9781315807102
- Belletier, C., Davranche, K., Tellier, I. S., Dumas, F., Vidal, F., Hasbroucq, T., & Huguet, P. (2015). Choking under monitoring pressure: Being watched by the experimenter reduces executive attention. *Psychonomic Bulletin & Review, 22*(5), 1410-1416. DOI: 10.3758/s13423-015-0804-9
- Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), 57*(1), 289-300. DOI: 10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x
- Borgmann, K. W. U., Risko, E. E., Stolz, J. A., & Besner, D. (2015). The effects of task difficulty on the Simon effect. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 21*(1), 1-11. DOI: 10.1037/xap0000001

- D. (2007). Simon says: Reliability and the role of working memory and attentional control in the Simon task. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*(2), 313-319. DOI: 10.3758/bf03194070
- Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics toolbox. *Spatial Vision*, *10*(4), 433-436. DOI: 10.1163/156856897x00357
- Brass, M., Bekkering, H., & Prinz, W. (2001). Movement observation affects movement execution in a simple response task. *Acta Psychologica*, *106*(1-2), 3-22. DOI: 10.1016/s0001-6918(00)00024-x
- Chartrand, T. L., & Bargh, J. A. (1999). The chameleon effect: The perception-behavior link and social interaction. *Journal of Personality and Social Psychology*, *76*(6), 893-910. DOI: 10.1037/0022-3514.76.6.893
- Colzato, L. S., De Bruijn, E., & Hommel, B. (2012). Up to “me” or up to “us”? The impact of self-construal priming on cognitive self-other integration. *Frontiers in Psychology*, *3*. DOI: 10.3389/fpsyg.2012.00341
- Costantini, M., & Ferri, F. (2013). Action co-representation and social exclusion. *Experimental Brain Research*, *227*(1), 85-92. DOI: 10.1007/s00221-013-3487-3
- De Jong, R., Liang, C. C., & Lauber, E. (1994). Conditional and unconditional automaticity: A dual-process model of effects of spatial stimulus-response correspondence. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *20*(4), 731-750. DOI: 10.1037//0096-1523.20.4.731
- Dolk, T., Hommel, B., Colzato, L. S., Schutz-Bosbach, S., Prinz, W., & Liepelt, R. (2014). The joint Simon effect: A review and theoretical integration. *Frontiers in Psychology*, *5*, 974. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00974
- Dolk, T., Hommel, B., Prinz, W., & Liepelt, R. (2013). The (not so) social Simon effect: A referential coding account. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, *39*(5), 1248-1260. DOI: 10.1037/a0031031
- Efron, B., & Tibshirani, R. J. (1994). *An Introduction to the bootstrap*. CRC Press. DOI: 10.1201/9780429246593
- Frossard, J., & Renaud, O. (2021). Permutation tests for regression, ANOVA, and comparison of signals: The permuco package. *Journal of Statistical Software*, *99*, 1-32. DOI: 10.18637/jss.v099.i15
- Guagnano, D., Rusconi, E., & Umiltà, C. A. (2010). Sharing a task or sharing space? On the effect of the confederate in action coding in a detection task. *Cognition*, *114*(3), 348-355. DOI: 10.1016/j.cognition.2009.10.008
- Hermans, D., Crombez, G., & Eelen, P. (2000). Automatic attitude activation and efficiency: The fourth horseman of automaticity. *Psychologica Belgica*, *40*(1), 3-22. DOI: 10.5334/pb.954
- Hommel, B. (1993). Inverting the Simon effect by intention: Determinants of direction and extent of effects of irrelevant spatial information. *Psychological Research*, *55*(4), 270-279. DOI: 10.1007/bf00419687
- Hommel, B., Colzato, L. S., & van den Wildenberg, W. P. M. (2009). How social are task representations? *Psychological Science*, *20*(7), 794-798. DOI: 10.1111/j.1467-9280.2009.02367.x
- Kahneman, D., & Treisman, A. (1984). Changing views of attention and automaticity. In R. Parasuraman & D. R. Davis (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 29-61). Academic Press.
- Kane, M. J., & Engle, R. W. (2003). Working-memory capacity and the control of attention: The contributions of goal neglect, response competition, and task set to Stroop interference. *Journal of Experimental Psychology. General*, *132*(1), 47-70. DOI: 10.1037/0096-3445.132.1.47
- Karlinsky, A., Lohse, K., & Lam, M. (2017). A meta-analysis of the joint Simon effect. *Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, *1*, 2377-2382. <https://cogsci.mindmodeling.org/2017/papers/0452/paper0452.pdf>
- Kim, G., Cho, S., & Hyun, J.-S. (2015). A study of individual differences across numerosity sensitivity, visual working memory and visual attention. *Science of Emotion and Sensibility*, *18*(2), 3-18. DOI: 10.14695/KJSOS.2015.18.2.3
- Knoblich, G., & Sebanz, N. (2006). The social nature of perception and action. *Current Directions in*

- Psychological Science*, 15(3), 99-104. DOI: 10.1111/j.0963-7214.2006.00415.x
- Kornblum, S., Hasbroucq, T., & Osman, A. (1990). Dimensional overlap: Cognitive basis for stimulus-response compatibility-a model and taxonomy. *Psychological Review*, 97(2), 253-270. DOI: 10.1037/0033-295x.97.2.253
- Lakens, D., & Caldwell, A. R. (2021). Simulation-based power analysis for factorial analysis of variance designs. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science*, 4(1), 2515245920951503. DOI: 10.1177/2515245920951503
- Lee, H., & Kim, J. (2018). Effects of emotional information on visual perception and working memory in biological motion. *Science of Emotion and Sensibility*, 21(3), 151-164. DOI: 10.14695/KJSOS.2018.21.3.151
- Logan, G. D., & Cowan, W. B. (1984). On the ability to inhibit thought and action: A theory of an act of control. *Psychological Review*, 91(3), 295. DOI: 10.1037/0033-295X.91.3.295
- Lu, C. H., & Proctor, R. W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon and spatial Stroop effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2(2), 174-207. DOI: 10.3758/BF03210959
- Lupfer, M. B., Clark, L. F., & Hutcherson, H. W. (1990). Impact of context on spontaneous trait and situational attributions. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(2), 239-249. DOI: 10.1037/0022-3514.58.2.239
- McClung, J. S., Jentsch, I., & Reicher, S. D. (2013). Group membership affects spontaneous mental representation: failure to represent the out-group in a joint action task. *PloS One*, 8(11), e79178. DOI: 10.1371/journal.pone.0079178
- Michel, R., Bolte, J., & Liepelt, R. (2018). When a social experimenter overwrites effects of salient objects in an individual go/no-go Simon task - An ERP study. *Frontiers in Psychology*, 9. DOI: 10.3389/fpsyg.2018.00674
- Muller, B. C. N., Kuhn, S., van Baaren, R. B., Dotsch, R., Brass, M., & Dijksterhuis, A. (2011). Perspective taking eliminates differences in co-representation of out-group members' actions. *Experimental Brain Research*, 211(3-4), 423-428. DOI: 10.1007/s00221-011-2654-7
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: Transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10(4), 437-442. DOI: 10.1163/156856897x00366
- R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria. Retrieved from <https://www.R-project.org/>
- Ryu, J.-H. (2009). The impact of cognitive load factors and arousal levels of galvanic skin response on task performance in computer based learning. *Science of Emotion and Sensibility*, 12(3), 279-288. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200935535844977.page>
- Ryu, J.-H. (2010). Impact of picture and reading mode on cognitive load and galvanic skin response. *Science of Emotion and Sensibility*, 13(1), 21-32. <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201023557658745.page>
- Sebanz, N., Bekkering, H., & Knoblich, G. (2006). Joint action: Bodies and minds moving together. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(2), 70-76. DOI: 10.1016/j.tics.2005.12.009
- Sebanz, N., Knoblich, G., & Prinz, W. (2003). Representing others' actions: Just like one's own? *Cognition*, 88(3), B11-B21. DOI: 10.1016/s0010-0277(03)00043-x
- Siegel, S., & Castellan, J. N. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences*. McGraw-Hill. DOI: 10.4135/9781412961288.n273
- Simon, J. R., & Rudell, A. P. (1967). Auditory SR compatibility: The effect of an irrelevant cue on information processing. *The Journal of Applied Psychology*, 51(3), 300. DOI: 10.1037/h0020586
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643. DOI: 10.1037/h0054651
- Welsh, T. N., Kiernan, D., Neyedli, H. F., Ray, M., Pratt, J., Potruff, A., & Weeks, D. J. (2013). Joint Simon effects in extrapersonal space. *Journal of Motor*

- Behavior*, 45(1), 1-5. DOI: 10.1080/00222895.2012.746635
- Wigboldus, D. H. J., Sherman, J. W., Franzese, H. L., & van Knippenberg, A. (2004). Capacity and comprehension: Spontaneous stereotyping under cognitive load. *Social Cognition*, 22(3), 292-309. DOI: 10.1521/soco.22.3.292.35967
- Wuhr, P., & Ansorge, U. (2007). A Simon effect in memory retrieval: Evidence for the response-discrimination account. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(5), 984-988. DOI: 10.3758/bf03194132
- Wuhr, P., & Biebl, R. (2011). The role of working memory in spatial S-R correspondence effects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 37(2), 442-454. DOI: 10.1037/a0020563
- Yantis, S., & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16(1), 121-134. DOI: 10.1037/0096-1523.16.1.121
- Zhao, X., Chen, A., & West, R. (2010). The influence of working memory load on the Simon effect. *Psychonomic Bulletin & Review*, 17(5), 687-692. DOI: 10.3758/PBR.17.5.687
- 원고접수: 2022.03.10  
수정접수: 2022.04.15  
게재확정: 2022.04.18.