

수 세기 과제에서 전략의 사용과 습득에 관한 연구*

김 비 아†

부산대학교

본 연구에서는 수 세기 과제(enumeration task)를 통해 일별하기(subitizing) 현상을 검증하고, 전략 사용이 시각 자극의 수를 세는 수행에 어떠한 영향을 미치는지 살펴보았다. 실험 1에서는 자극 집합 크기를 미리 알려주어 '재인 + 수 세기' 과정에서 전략을 용이하게 세울 수 있는 조건과 그렇지 않은 조건을 비교하였다. 실험 결과 선행연구와 마찬가지로 자극 수 1개에서 4개 범위에서 전주의 단계에서의 처리를 반영하는 것으로 판단되는 일별하기 현상이 관찰되었고, 자극 집합 크기 제시에 따른 전략 사용의 효과는 자극 수가 비교적 큰 구간인 7개 이상의 구간에서 관찰되었다. 실험 2에서는 자극 수에 대한 정보를 주지 않은 채 100시행을 한 회기로 하여 5회기 동안 시행을 거듭함에 따라 자극 수 파악에 따른 전략 적용의 효과를 살펴보았다. 그 결과 회기가 진행됨에 따라 일별하기 현상이 회기마다 반복적으로 관찰되었고, 연습을 통한 전략 습득을 반영하는 결과가 관찰되었다.

주요어 : 수 세기 과제, 수 세기 전략, 일별하기

* 이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의해서 연구되었음.

† 교신저자: 김비아, 부산대학교 심리학과, biakim@pusan.ac.kr

우리가 외부 환경에 존재하는 자극을 지각할 때, 형태, 위치, 움직임 등 자극의 지각적 속성에 주의를 기울이게 되는데, 이렇게 지각하는 정보 중 자극의 개수도 중요한 요소 중 하나이다. 시각 자극을 지각하고 수를 세어 자극의 수를 보고하는 과제(enumeration task)에서는 일별하기(一瞥, subitizing: 한 번에 하나로 묶어 처리하기)라고 불리는 수행이 관찰되어 왔다.

Kaufman, Lord, Reese, 및 Volkman(1949)은 일별하기 현상을 자극들이 짧게 제시 동안 나타나는 빠르고 정확한 수 세기 반응이라고 지칭하였다. 일별하기는 수 세기 과제를 수행할 때 자극 집합 크기(set size)가 적은 범위에서 나타나는데, 그 특징을 살펴보면 다음과 같다. 자극 수가 많은 구간에 비해 자극 수가 적을 때 반응 시간이 완만하게 증가(자극 당 약 50msec씩 증가함)하고, 반응시간이 비교적 빠르며, 그리고 오반응률이 매우 낮다. 일별하기는 개인차가 크고 동일한 실험에서 개인 내 변산성도 비교적 크기 때문에, 일별하기 범위를 계산하는 데 사용되는 패러다임과 기준에 따라 그 범위도 자극 수 1개에서 3개까지부터 1개에서 7개까지 다양한 것으로 보고되었다.

이러한 현상은 Trick과 Pylyshyn(1993, 1994)이 수행한 일련의 실험들을 통해 확인할 수 있다. 그들은 시각 자극을 처리하는 단계를 전주의적 단계에서 청킹(chunking) 혹은 그룹핑(grouping)을 통해 처리되는 과정, 공간적인 주의 할당에 보다 초점이 맞추어지는 과정, 그리고 마지막으로 이러한 과정을 통한 물체 인식 즉 시각 인지가 완성되는 과정으로 분석하였다. 이들은 일별하기를 자극의 모양(예컨대 원, 사각형, 수직선, 그리고 수평선 등), 자극

의 색깔(예컨대 단색과 여러 가지 색의 혼합 등), 자극의 크기(예컨대, $0.26^\circ \times 0.16^\circ$, $0.60^\circ \times 0.42^\circ$, 그리고 $1.01^\circ \times 0.78^\circ$ 등), 그리고 자극이 제시되는 맥락(서로 다른 방해자극 조건에서 제시되는 표적 등)의 조건에 따라서 일별하기 현상이 나타나는지, 나타난다면 자극 수가 몇 개일 때 나타나는지 등을 연구하였다. 이들의 연구 결과를 종합해 보면 자극 수 4개까지의 범위에서 자극이 많아질수록 반응시간 증가율이 50msec 정도로 매우 완만한 증가 패턴을 보이는 일별하기 현상이 보고되었다.

이 결과들은 Aoki(1977)가 자극 수가 1개에서 4개까지의 범위에서는 반응시간 기울기가 42msec이고 5개부터 15개에서는 297msec, Klahr(1973)가 1개에서 4개까지의 범위에서는 66msec이고 6개부터 10개까지의 범위에서는 268msec, 그리고 Oyama, Kimuchi, 및 Ichihara(1981)가 1개에서 4개까지는 40msec이고 5개부터 15개에서는 370msec라고 일별하기 현상을 보고한 연구들과 일치하는 것이었다.

이러한 일별하기 현상을 연령에 따라 살펴본 연구에 의하면(Basak & Verhaeghen, 2003), 젊을수록 일별하기 범위가 더 크다는 것을 보여주었는데 일별하기 반응시간에서는 연령 차이가 관찰되지 않았다. 이와 같은 결과는 나이가 들수록 한 번에 주의를 할당할 수 있는 초점의 크기가 줄어들어서 일별하기 범위의 차이가 보인 것으로 해석되며, 일별하기 반응시간에서 연령차가 관찰되지 않은 것은 일단 주의의 초점에 있는 자극들을 처리하는 속도는 연령과는 무관한 것으로 보인다.

Piazza, Mechelli, Butterworth, 그리고 Price(2002)는 신경학적인 수준에서 자극 집합 크기 4-5 이하에서의 빠르고 정확한 일별하기와 4-5 이상에서의 상대적으로 느리고 오류가 많은 세

기(counting) 반응은 차이가 있다는 것을 뇌영상 분석을 통하여 살펴보았다. 일별하기와 세기 반응 모두 선조의중후두(extrastriate middle occipital) 영역과 두정엽의 활성화를 보여주는 데, 일별하기 반응에 비해 상대적으로 세기 반응에서는 후두두정(occipitoparietal) 영역의 활성화가 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 차이는 일별하기와 세기 반응이 신경학적인 수준에서 질적으로 다른 처리과정을 보인다는 것을 제안한다.

연구의 목적

본 연구에서는 ‘자극 재인 + 수 세기’의 과정이 자극 수에 대한 정보 여부에 따라서 달리 처리될 수 있음을 검증할 것이다. 즉, 자극 수에 대한 정보가 제시될 때에는 ‘자극 재인 + 수 세기’의 과정이 매번 동일하게 반복되지 않고 청킹될 수 있음(즉, 전략을 사용함)을 검증하고자 한다. 이를 위해 연구 1에서는 자극의 수를 미리 알려주어 ‘재인 + 수 세기’의 전략을 용이하게 세울 수 있는 조건(즉, 실험을 수행하기 전에 본 실험에서 제시될 자극 수가 1개부터 최대 10개까지라는 단서를 제공함)과 그렇지 않은 조건(즉, 본 실험에서 제시될 자극 수에 관한 어떠한 단서도 제공하지 않음)을 비교하였다. 연구 1에서 자극 수를 미리 알려주는 조건이 다소 인위적임을 감안하여, 연구 2에서는 시행이 거듭될수록 자연스럽게 제시되는 자극 수를 파악할 수 있도록 조작하였다. 즉, 자극 수에 대한 정보를 주지 않은 채 100시행을 한 회기로 하여 5회기 동안 시행을 거듭함에 따라 자극 수 파악에 따른 전략 적용의 효과를 살펴보았다. 이를 통해 전문가의 수행에서 대표적으로 관찰할 수

있는 과제 수행에서의 효율적 전략 사용과 연습에 따른 반응시간의 감소 효과를 통합적으로 관찰할 수 있을 것이다.

실 험 1

본 실험은 자극 집합 크기를 알려주는 집단과 알려주지 않은 집단으로 나누어, 제시되는 시각 자극의 수를 입력하는 반응시간을 비교하여 수 세기 전략의 사용을 탐색하기 위하여 실시되었다.

방 법

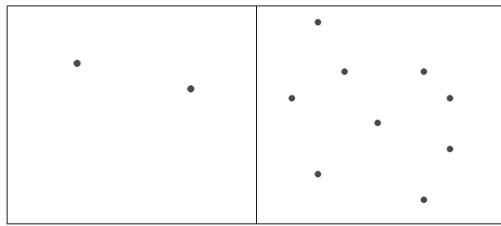
실험 참가자

정상 시력을 가진 P 대학교 대학생과 대학원생 20명이 실험에 참가하였다. 남성 11명(평균 연령 23.7세)과 여성 9명(평균 연령 22.3세)이 자극 수가 제시되는 조건과 제시되지 않는 조건에 10명씩 무선적으로 할당되었다.

실험 자극 및 도구

본 실험은 SuperLab Pro 2.0을 사용하여 구현되었으며, 펜티엄 IV급의 개인용 컴퓨터와 17인치 모니터가 자극 제시와 데이터 수집에 사용되었다. 검정색 원 모양의 자극이 흰 배경에 제시되었고, 자극의 수는 최소 1개부터 최대 10개 까지 무선적인 위치에 제시되었다. 자극 1개의 크기를 최소 0.26°에서 최대 0.78°까지 다르게 하였을 때 반응시간의 차이가 없었기 때문에(Trick et al., 1993), 자극 수는 모두

동일하게 지름의 시각도(visual angle)를 0.5°로 하였으며 자극이 제시되는 전체 영역은 15° × 15°였다. 또한 실험참가자와 디스플레이의 거리는 약 60cm였다. 자극은 1개부터 10개까지 응시점 ‘+’ 제시 후 자극간 간격 1000msec로 무선적으로 제시되었으며, 각 자극마다 10번씩 총 100시행으로 구성되었다. 제시된 자극의 예는 그림 1과 같다.



(a) 자극 수 2개 (b) 자극 수 9개

그림 1. 수 세기 과제의 예시

실험 설계 및 절차

본 실험에서 독립변인은 자극 집합 크기에 대한 정보 여부(자극 수에 대한 정보가 주어지는 조건과 주어지지 않는 조건)와 제시되는 자극의 수(1-10개)였다. 이 중 자극 수에 대한 정보 여부는 참가자간 변인이었던 반면 제시 자극의 수는 참가자내 변인이었다.

실험 절차는 다음과 같았다. 키 입력 반응시 숫자에 따른 입력시간의 편차를 최소화하기 위해 실험참가자는 본 시행에 앞서 키패드에서 숫자를 입력하는 연습을 하였다. 키패드 위의 숫자 4, 5, 6 위에 둘째, 셋째, 그리고 넷째 손가락을 올려놓은 상태에서 모니터에 제시되는 숫자를 되도록이면 빠르고 정확하게 입력하도록 지시하였다. 그러나 숫자 10이 제시되면 ‘/’를 입력하게 하였는데, 이것은 키패

드 상의 숫자 ‘0’이 다른 숫자 버튼보다 2배의 면적을 가지므로 Fitts의 법칙(1954)에 따라서 반응시간이 빠를 수 있기 때문에 이를 통제하기 위한 것이었다. Fitts의 법칙(1954)은 동작제어에 관한 법칙으로, $MT = a + b \log_2(2A/W)$ 이다. 동작시간 MT (movement time)는 출발점에서 표적까지의 거리 A에 비례하고 표적의 너비 혹은 요구되는 정확성의 정도 W에 반비례한다. 그러므로 본 과제에서 다른 키에 비해 면적이 2배 큰 ‘0’버튼은 반응시간은 빠를 수 있기 때문에 같은 면적을 가진 ‘/’키로 하였다.

키패드 반응 연습을 할 때 제시되는 숫자가 1에서 10까지라면, 다음 실험에서 제시될 자극 수가 10개까지라고 암묵적으로 생각할 수 있으므로 이를 통제하기 위하여(특히, 자극 수에 대한 정보가 미리 주어지지 않은 조건) 모니터에 제시되는 숫자는 1에서 20까지로 하였고, 이들 숫자는 각 5회씩 총 100시행으로 구성되어 무선적으로 제시되었다. 따라서 실험참가자는 키패드 상의 1부터 9, 그리고 ‘/’ 키를 각각 10번씩 입력하는 것을 연습하였다. 11 이상의 숫자가 제시되면 일의 자리에 해당하는 수의 키를 누르도록 하였다(예컨대, 15가 제시되면 키패드에서 ‘5’를 누르고, 20이 제시되면 ‘/’를 누름). 100시행의 연습을 마친 후, 1부터 20까지의 숫자를 각 1번씩 무선적으로 제시하여 각각의 반응시간을 측정하였다. 이 절차는 버튼별 반응시간의 차이가 전체 반응시간에 영향을 주는 지 알아보기 위해 추가적으로 수행된 절차였다.

키패드 입력 연습이 끝나면, 연습시행이 실시되었다. 과제는 모니터 상에 자극이 제시되면, 자극 수를 헤아려 키패드를 이용해 그 수를 입력하는 것이었다. 실험참가자는 20회의

연습시행을 한 후, 100시행의 본 실험을 수행하였다. 자극 수를 알려주는 조건에서는 연습시행 후 본 시행에서 제시되는 자극 수가 최대 10까지라고 알려준 반면, 자극 수를 알려주지 않은 조건에서는 이러한 정보가 제공되지 않았다.

결 과

본 실험에서 수집된 자료 중 오반응은 분석에서 제외하였는데, 자극 집합 크기를 제시한 조건과 제시하지 않은 조건의 오반응율은 각각 4.8%와 2.0%였다. 또한 기존의 수 세기 과제를 이용한 선행 연구들(Basak & Verhaeghen, 2003; Mandler & Shebo, 1982; Trick et al., 1994)과 마찬가지로, 가장 개수가 많은 자극(본 실험에서는 자극 수 10개)은 반응 키의 위치(즉, 키패드에서 숫자 8의 위쪽에 위치함) 때문에 반응시간에 많은 영향을 줄 수 있어서 자극 10개 시행에서의 반응시간은 분석에서 제외하였다.

SPSS 16.0을 이용하여 자극 수에 따른 조건별 반응시간을 분석한 결과가 표 1과 그림 2에 제시되어 있다. 분석 결과, 자극의 개수가

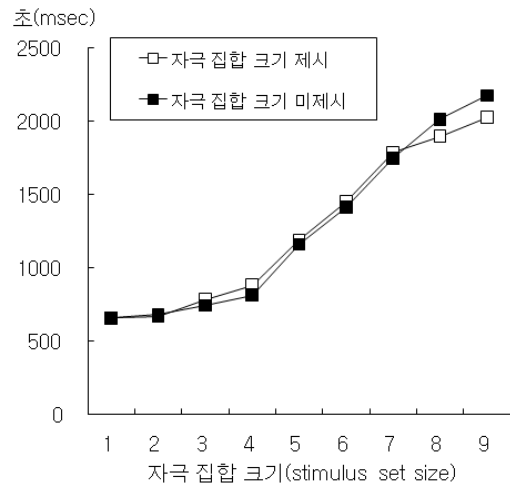


그림 2. 자극 수와 자극 집합 크기 제시 여부에 따른 수 세기 반응시간

많아짐에 따라 반응시간도 증가하였다. 이와 같은 반응시간의 패턴을 (1) 두 조건 모두 자극 수가 1개에서 4개까지의 범위에서 반응시간 증가율이 낮음(즉, 반응시간 기울기가 다른 자극 수 구간에 비해 현저히 작음) 일별하기 현상과 (2) 자극 수가 7 이상일 때 자극 수 제시 여부에 따른 반응시간 패턴의 차이, 즉 자극 수 제시에 따른 수 세기 전략 사용으로 나누어 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

표 1. 자극 수에 따른 조건별 반응시간(msec)

		자극 수(개)								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
자극 수 미제시 (n=10)	평균	662	683	744	815	1161	1415	1750	2015	2177
	표준편차	75	71	44	125	201	205	207	217	152
자극 수 제시 (n=10)	평균	658	670	784	885	1189	1452	1787	1900	2028
	표준편차	56	43	55	89	179	224	154	247	237

일별하기(subitizing)

자극 수 1개에서 4개까지의 범위에서 ‘일별하기’라고 불리는 현상이 관찰되었다. 일별하기의 범위로는 1부터 7까지 다양한 제안이 있어왔는데 본 실험 결과 타당한 자극 집합 크기는 1에서 4까지인 것으로 관찰되었다. 1부터 4까지의 범위에서는 두 집단의 반응시간이 평균 63msec 증가한 반면, 4부터 7까지의 범위에서는 평균 306msec씩 증가하고 7부터 9까지의 범위에서는 평균 167msec 씩 증가하였다. 이러한 자극 개수에 따른 반응시간의 차별적인 증가 패턴은 일별하기의 가장 주요한 특징들 중 하나로 보고되어 왔으며, 본 연구에서 반복 관찰되었다.

추세분석(trend analysis)을 통해 자극 수 1개부터 4개까지 구간에서 일별하기가 나타나는 것을 검증하면 다음과 같다. 자극 수 1개부터 6개까지의 범위에서는 자극 수를 제시한 조건과 제시하지 않은 조건의 차이가 없었으므로 ($p > .10$), 두 조건을 합하여 분석한 결과는 다음과 같았다.

자극 수 2개부터 4개와 4개부터 6개에서는 선형적인 추세 변화(linear trend)만 나타난 반면, 각각 $F(1, 18) = 82.85, p < .001, F(1, 18) = 137.95, p < .001$, 2개에서 6개까지의 범위에서는 곡선적 추세변화(quadratic trend)를 보였다, $F(1, 18) = 38.71, p < .001$. 구체적으로 말하자면, 본 논문에서 관찰된 곡선적 추세 변화(quadratic trend)는 모두 단조적으로 증가하는 2차함수의 형태를 나타내었는데, 이러한 결과는 자극 크기 4를 기점으로 반응시간의 증가 패턴에서 증가함수의 기울기가 달라진다는 것을 의미한다. 실험 1에서 관찰된 이러한 일별하기 현상은 많은 연구자들이 자극 수 4

개까지를 일별하기 범위로 제안한 선행연구들의 결과와 일치하는 결과였다(Aoki, 1977; Atkinson, Campbell, & Francis, 1976; Folk, Egeth, & Kwak, 1988; Klahr, 1973; Oyama et al., 1981; Simon & Langheinrich, 1982; Trick et al., 1993; Trick et al., 1994).

자극 수 제시에 따른 수 세기 전략의 사용

자극 수를 미리 알려주는 조건과 그렇지 않은 조건에 따른 반응시간을 변량분석한 결과, 자극 수 7개 이상의 범위에서 자극 수와 자극 수 제시 조건 사이에 통계적으로 유의한 상호작용이 관찰되었다, $F(2, 36) = 3.55, p < .05$. 표 1과 그림 2에서 보듯이 자극 수를 알려주지 않은 집단에서 자극 수 7개 이상의 반응시간은 평균 214msec씩 증가한 반면, 알려준 조건에서는 평균 120msec만 증가하여 보다 빠르게 반응한 경향을 관찰할 수 있었다. 자극 수 7개를 기점으로 이러한 차이가 관찰되는 것을 자극 수 6개에서 9개까지의 범위에서 추세분석을 통해서 통계적으로 검증하였다. 자극 수를 제시한 조건과 제시하지 않은 조건 모두에서 곡선적인 추세가 관찰되었다, 각각 $F(1, 9) = 6.37, p > .01, F(1, 9) = 5.56, p < .05$. 자극 수 6개에서 9개까지의 범위에서 자극 수와 조건 간의 상호작용을 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었는데, $F(3, 54) = 3.13, p < .01$, 이러한 결과는 두 조건 모두 자극 수가 많을수록 반응시간의 증가율이 작아지지만 자극 수를 미리 제시하여 수 세기의 전략을 세울 수 있었던 조건에서는 그 효과가 더 크게 나타난다는 것을 시사한다.

실 험 2

본 실험은 시행을 거듭할수록 획득한 전략을 수 세기 수행에 적용하는 것을 살펴보기 위한 것이었다. 이러한 전략의 습득에 따른 반응패턴을 탐색하기 위하여 본 실험에서는 자극 수에 대한 정보를 외현적으로 제시하지 않은 채, 시행 회기가 거듭될수록 실험참가자가 자극 수에 대한 지식을 획득함에 따라서 반응 시간이 어떻게 달라지는지를 회기별로 살펴보았다.

방 법

실험 참가자

정상 시력을 가진 P 대학교 대학생 10명이 실험에 참가하였다. 남성 7명과 여성 3명으로 구성된 실험참가자들의 평균연령은 24.6세였다.

실험 자극 및 도구

실험 1과 같은 실험도구와 재료가 사용되었으며, 100시행을 1회기로 하여 총 5회기에 걸쳐 실험이 구성되었다.

실험 설계 및 절차

본 실험 2에서 독립변인은 제시되는 자극 수(1-10개)와 시행 회기(1-5회기)였으며 이 두 가지 변인들은 모두 참가자내 변인이었다. 본 시행에 앞서 키패드에서 숫자를 입력한 후 연습시행을 하는 과정은 실험 1과 동일하게 진

행되었다. 이러한 시행을 마친 후, 제시될 자극 수에 관한 아무런 정보도 주지 않은 상태에서 실험참가자는 본 실험을 수행하였다.

100시행으로 구성된 한 회기를 마치면, 약 20초 후 다음 시행을 수행하였다. 이러한 회기는 총 5회 반복되었다. 실험을 마친 후, 자극의 개수가 10 이하라는 것을 안 시점과 수를 헤아릴 때 사용한 방법이 어떠했는지(예컨대, 처음에는 하나씩 세다가, 회기가 진행될수록 2-4-6 혹은 3-6-9로 셈)에 관해 인터뷰하였다. 총 실험시간은 참가자 당 약 1시간 정도가 소요되었다.

결 과

본 실험에서 수집된 자료 중 오반응(1회기, 3회기, 그리고 5회기의 오반응률은 각각 1.7%, 2.5%, 그리고 1.8%였다)은 분석에서 제외하였다. 또한 전체 다섯 회기 중 2회기와 4회기의 분석 결과, 2회기와 4회기의 반응은 각각 1회기와 3회기, 그리고 3회기와 5회기의 중간에 해당하는 반응 패턴을 보여서 최종적으로 결과는 다섯 회기 중 처음, 중간, 그리고 마지막에 해당되는 1, 3, 그리고 5회기의 자료만 제시하였다. 자극 수에 따른 회기별 반응시간이 표 2와 그림 3에 제시되어 있다.

기본적으로 자극의 개수가 많아짐에 따라 반응시간도 증가하지만, 이와 같은 반응시간의 패턴을 (1) 자극 수 1개에서 4개까지의 범위에서 반응시간 증가율이 낮은(즉, 반응시간 기울기가 다른 자극 수 구간에 비해 현저히 작음) 일별하기 현상과 (2) 회기별 반응시간 패턴의 차이로 나누어 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

표 2. 자극 수에 따른 회기별 반응시간

회기	자극 수(개)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	평균	629	646	734	838	1105	1399	1750	1997	2162
	표준편차	26	52	45	127	126	128	180	193	204
3	평균	586	612	684	787	1078	1376	1636	1830	1992
	표준편차	38	41	39	67	173	214	141	158	210
5	평균	566	602	660	729	943	1209	1480	1605	1733
	표준편차	33	33	18	37	138	160	118	216	98
전체	평균	594	620	693	785	1042	1328	1622	1811	1962
	표준편차	41	45	47	94	159	186	182	246	249

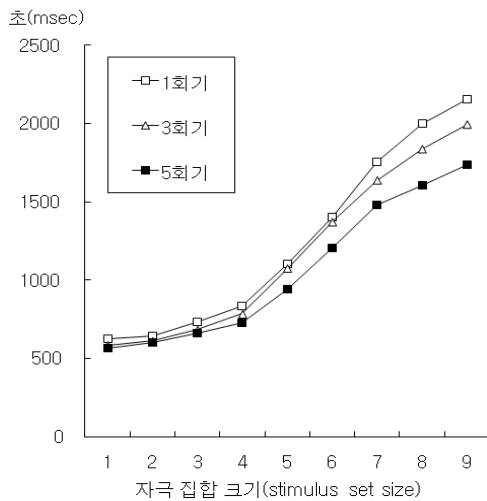


그림 3. 자극 수에 따른 회기별 반응시간

일별하기(subitizing)

실험 1에서와 마찬가지로 4개까지의 범위에서 일별하기 현상이 관찰되었다. 자극 수를 1개부터 4개까지, 4개부터 7개까지, 그리고 7개부터 9개까지의 세 구간으로 나누어 반응시간의 평균 증가율을 살펴보면 표 3과 같다. 회

표 3. 자극 집합 크기에 따른 회기별 반응시간

회기	자극 수(개)		
	1-4	4-7	7-9
1	70	304	206
3	67	283	178
5	54	250	127
전체	64	279	170

기가 거듭될수록 일별하기 현상도 분명하게 관찰되었는데 1회기 때에는 자극 수 1개부터 4개까지의 구간에서 반응시간이 평균 70msec 증가한 반면, 5회기 때에는 54msec 증가하여 반응시간 증가 기울기가 더 완만한 형태를 보였다. 이것은 회기가 거듭될수록, 더 뚜렷하게 일별하기 현상이 나타난 것으로 보인다.

본 실험에서 반복적으로 관찰된 일별하기 현상을 추세분석을 통해 검증해 보면, 자극 수 2개부터 4개와 4개부터 6개에서는 선형적인 추세 변화만 나타난 반면, 각각 $F(1, 27) = 158.78, p < .001, F(1, 27) = 257.42, p < .001,$

2개에서 6개까지의 범위에서는 곡선적 추세변화를 보였다, $F(1, 27) = 60.93, p < .001$.

회기별 반응시간 패턴

그림 3에서 보듯이 회기별 반응시간을 변량 분석한 결과, 회기가 진행될수록 반응시간이 감소하는 회기별 주효과가 있었다, $F(2, 27) = 8.91, p = .001$. 또한 실험 1에서와 마찬가지로 자극 수가 큰 구간인 6개에서 9개까지 구간에서 변량분석한 결과, 자극 수의 주효과와 회기와 자극 수 간에 통계적으로 유의한 상호작용 효과가 관찰되었다, 각각 $F(3, 27) = 111.49, p < .001, F(3, 54) = 2.58, p = .029$.

이러한 결과는 회기가 진행될수록 자극 수가 큰 범위에서 반응시간의 증가율이 감소하는 것을 나타낸다. 이러한 반응시간의 감소는 회기가 거듭될수록 참가자들이 각자 나름대로 효과적인 수 세기 전략을 발달시켜 습득한 전략을 과제 수행에 적용하였을 가능성을 시사한다. 회기가 거듭됨에 따라 오류율의 차이는 관찰되지 않았다($p > .10$).

회기의 진행에 따른 반응시간의 감소는 그 반응 패턴만으로 본다면, 반복된 수행에 따른 자동적 처리와도 유사하다. 하지만 본 연구에서 회기의 진행에 따른 반응시간의 감소를 자동적 처리로 보지 않고 수 세기 전략의 적용으로 본 이유는 다음과 같다. 많은 연습을 통하여 숙달된 기능은 심적 노력을 거의 요구하지 않는데, 이러한 처리를 자동적 처리라고 한다(Bargh & Chartrand, 1999). Posner와 Snyder (1975)는 어떠한 반응이 자동적인지를 결정하는 데 필요한 세 가지 기준을 제안하였는데, 첫째, 의도하지 않아도 일어나야 하고, 둘째, 의식하지 못하는 사이에 처리되어야 하며, 셋

째, 다른 정신적 활동을 간섭하지 않아야 한다. 예를 들어, 글 읽기가 완전히 숙달된 사람이 쓰인 글씨를 보고 읽는 반응은 자동적으로 처리되는 것이다. 본 연구에서 관찰된 반응패턴은 다른 심적 활동을 요구하는 조작을 하지 않아서 세 번째 기준을 적용시켜 판단하기는 어렵지만, 전략을 적용한 것은 의도하지 않아도 일어나는 것으로 보기 힘들고(첫째 기준)와 실험 후 참가자들에게 어떤 방법으로 수를 세는지 구두 질문한 결과, 세 개씩 혹은 두 개씩 묵어서 셤다는 등의 응답을 하였으므로 의식하지 못하는 사이에 처리되었다고(둘째 기준) 보기도 힘들다. 따라서 본 실험의 반응패턴은 자동화되어 나타나는 반응으로는 보기 힘들다.

논 의

본 연구에서는 간단하지만 시각 자극을 처리할 때 공통적인 요소(지각자의 목표와 의도, 자극 위치 탐지, 자극 개수 탐지, 수동 조작 반응 등)를 모두 포함하고 있는 수 세기 과제를 통해 일별하기 현상을 검증하였다. 일별하기는 연구자들마다 그 범위에 대해서는 이견이 있지만 본 연구에서 관찰되었다시피 일반적으로 자극 집합 크기 4이하를 보고하고 있는데, 일별하기 범위 내의 자극들에 대해서는 빠르고 정확한 반응을 보이는 것을 특징으로 한다. 이것은 자극 수를 세는 반응을 할 때 계열적으로 하나씩 세는 반응을 했다가보다는 일별하기 범위 내에 있는 자극들에 대해서는 한 번에 초점주의를 할당하여 빠르고 정확하게 반응한 것으로 해석된다. 또한 본 연구에서는 인간 행동에서 보편적으로 관찰되는 전략 사용이 수 세기 수행에 어떠한 영향을 미

치는지 살펴보았다. 본 연구에서 수행된 두 개의 실험결과는 다음과 같다.

실험 1에서는 자극 집합 크기를 미리 알려 주어 ‘재인 + 수 세기’ 과정에서 전략을 용이하게 세울 수 있는 조건과 그렇지 않은 조건을 비교하였다. 실험 결과 선행연구와 마찬가지로 자극 수 1개에서 4개 범위에서 전주의 단계에서의 처리 결과로 제안되는 빠르고 정확한 반응으로 특징지어지는 일별하기 현상이 본 연구에서도 반복적으로 관찰되었다. 자극 집합 크기 제시에 따른 전략 사용의 효과는 변량분석과 추세분석 결과 자극 수가 비교적 큰 구간인 7개 이상의 구간에서 관찰되었다. 또한 이러한 결과는 1개에서 9개까지의 점 자극에 대한 반응시간을 통해 일별하기 현상을 살펴본 선행연구들(Basak & Verhaeghen., 2003; Trick et al., 1993)이 간과하고 있는 점에 대해 가능한 설명을 제공하는 것으로 보인다. 즉, 이들은 수 세기 과제에 대한 반응 결과로 일별하기 현상만을 설명하였지만 선행연구 결과 7 이상의 자극에 대한 반응 시간도 그 기울기가 완만해 지는 것으로 나타났다. 이러한 현상에 대해서 선행 연구들에서는 아무런 언급도 없었지만, 본 실험 결과 외부의 전략이 주어지지 않은 조건에서도 시행이 거듭됨에 따라 자극 수에 대한 정보를 획득하여 전략을 사용하여 반응한 것으로 판단할 수 있었다.

실험 1의 자극 수를 미리 알려주는 조건이 다소 인위적임을 감안하여, 실험 2에서는 시행이 거듭될수록 자연스럽게 제시되는 자극 수를 파악할 수 있도록 조작하였다. 일반적으로 동일한 과제를 반복하다보면 인간의 정보처리 양상은 변하게 된다. 일반적으로 양적인 측면에서는 반응시간이 감소하고 질적인 측면에서는 더 정확한 반응을 하거나 목표 달성을

위하여 더 효율적인 전략을 사용한다. 실험 2에서는 정보처리의 이러한 일반적인 특징을 반영하여 자극 수에 대한 정보를 주지 않은 채 100시행을 한 회기로 하여 5회기 동안 시행을 거듭함에 따라 자극 수 파악에 따른 전략 적용의 효과를 살펴보았다. 그 결과 회기가 진행됨에 따라 일별하기 효과가 회기마다 반복적으로 관찰되었고, 연습을 통한 전략 획득을 반영하는 수 세기 전략이 관찰되었다. 즉, 1회기 때에는 자극 수가 큰 범위에서 전략 사용에 따른 반응 시간 기울기의 완만함이 관찰되지 않았지만, 5회기 때에는 실험 1에서 미리 자극 수를 제시한 것과 같은 전략 사용의 효과가 관찰되었다.

본 연구에서는 관찰된 자극 범위를 미리 알려준 조건에서 자극 크기 7이상의 반응시간 기울기 감소(실험 1)와 회기가 진행될수록 자극 집합 크기에 대한 추론을 바탕으로 한 자극 크기 7이상의 반응시간 기울기 감소(실험 2) 모두 수 세기 전략이 적용된 것으로 보였다. 전략을 사용한 반응은 다른 사람들의 수행 혹은 다른 유사한 과제에서의 수행과 비교해 볼 때, 상이한 방식으로 더 잘하는 것(예컨대, 하나씩 세지 않고 청킹하여 셈)으로 볼 수 있다. 이것은 다른 사람들의 수행 혹은 다른 유사한 과제에서의 수행과 비교해 볼 때, 처리하는 방식은 유사하지만 더 잘하는 것(예컨대, 똑같이 하나하나씩 수를 헤아리는 반응시간이 더 빠름)을 의미하는 조작적 효과성(operational effectiveness)과 차이가 있다. 따라서 본 연구에서 자극 크기 7 이상에서 반응시간의 기울기가 완만해진 결과는 자극 집합 크기가 9라는 단서의 획득에 따라 자극 범위를 고려한 청킹 전략이 사용되었을 가능성을 시사한다.

본 연구의 실험 1, 2를 통하여 시각 자극의

기본 처리 중 하나인 수세기 과제에서 전략의 적용을 실험적으로 검증하였지만, 본 연구의 제한점도 고려해야 한다. 첫째, 자극 수의 범위를 확대하여 10개 이상인 경우에도 검증할 필요가 있다. 둘째, 본 연구에서는 검증한 조건 이외에 보다 다양한 조건들에서 전략 사용의 효과가 있는지를 검토할 필요가 있다. 예를 들어, 자극 복잡도, 정보량, 혹은 시각자극의 여러 가지 세부 특징 등을 고려한 다양한 환경에서 수립된 결과를 관찰하여, 이러한 결과를 바탕으로 보다 공고한 제안을 할 필요가 있는 것으로 생각된다.

참고문헌

- Aoki, T. (1977). On the Counting Process of Patterned Dots. *Toboku Psychologica Folia*, 6, 15-22.
- Atkinson, J., Campbell, J., & Francis, M. (1976). The Magic Number 4 + 0: A New Look at Visual Numerosity Judgements. *Perception*, 5, 327-334.
- Bargh, J. A. & Chartrand, T. L. (1999). The unbearable automaticity of being. *American Psychologist*, 54, 462-479.
- Basak, C., & Verhaeghen, P. (2003). Subitizing Speed, Subitizing Range, Counting Speed, the Stroop Effect, and Aging: Capacity Differences and Speed Equivalence. *Psychology & Aging*, 18, 240-249.
- Fitts, P. M. (1954). The Information Capacity of the Human Motor System in Controlling the Amplitude of Movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
- Folk, C., Egeth, H., & Kwak, H. (1988). Subitizing: Direct Apprehension or Serial Processing? *Perception & Psychophysics*, 44, 313-320.
- Klahr, D. (1973). A production system for counting, subitizing and adding. In W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing* (pp. 527-546). New York: Academic Press.
- Mandler, G., & Shebo, B. J. (1980). Subitizing: An analysis of Its Component Process. *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 1-22.
- Oyama, T., Kikuchi, T., & Ichihara, S. (1981). Span of Attention, Backward Masking and Reaction Time. *Perception & Psychophysics*, 29, 106-112.
- Piazza, M., Mechelli, A., Butterworth, B., & Price, C. J. (2002). Are Subitizing and Counting Implemented as Separate or Functionally Overlapping Processes? *Neuroimage*, 15, 435-446.
- Posner, M. I., & Synder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola Symposium*(pp. 85-85). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Simon, D., & Langheinrich, D. (1982). What is Magic About the Magical Number Four? *Psychological Research*, 4, 283-294.
- Trick, L. M., & Pylyshyn, Z. W. (1993). What Enumeration Studies Can Show us About Spatial Attention: Evidence for Limited Capacity Preattentive Process. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19, 331-351.
- Trick, L. M., & Pylyshyn, Z. W. (1994). Why are

Small and Large Numbers Enumerated
Differently? A Limited-Capacity Preattentive
Stage in Vision. *Psychological Review*, 101,
80-102.

1차원고접수 : 2010. 12. 30.

수정원고접수 : 2011. 3. 14.

최종게재결정 : 2011. 3. 15.

The Application and Acquisition of Strategy in Enumeration Tasks

Bia Kim

Pusan National University

The purpose of this study was to examine the application and acquisition of strategy in enumeration tasks. For this purpose, counting time of stimuli set size in various enumeration conditions was measured. In Experiment 1, the effect of knowledge of stimuli set size on enumeration time was examined. It was confirmed after the experiment that providing the information of stimuli set size in advance helped the participants to develop a counting strategy. In Experiment 2, the effect of the counting strategy acquired by enumeration practice without explicit verbal cueing on enumeration time was analyzed. The results showed that enumeration practice induced the acquisition of a counting strategy, which in turn produced the similar results to Experiment 1 (subitizing was also observed in each session). In sum, the knowledge of set size affected on counting strategy which in turn reduced counting time for relatively larger set size of 7 to 9 items. In addition, this tendency was repeatedly observed in the experimental conditions varied by stimuli discriminability as well as amount of counting practice.

Key words : enumeration, subitizing, counting