

# Cognitive Science Project2 : Sternberg Search

Lee Kichang | Student ID : 2019193016  
School of Integrated Technology, Yonsei Univ  
lkichang@yonsei.ac.kr

**Abstract**—이번 project에서는 Sternberg의 variable에 대한 memory search에 관한 것으로, 주어지는 정보의 양에 대한 실험참가자의 반응시간에 대해서 실험하였다.

## I. EXPERIMENT SETTING

피실험자에게 0부터 9까지 총 9개의 정수로 이루어지는 variable list가 제공되었다. Variable list의 길이의 경우 1, 3, 5, 7개로 구분하였다. 기본적으로 screen의 배경 색상은 회색으로 하였으며, routine이 시작되고 0.5초가 지난 이후 1.5초 동안 피실험자에게 variable list가 제공되었다. 이후, 2초간 빈 화면을 보여준 다음, 다시 2초동안 probe variable을 제공하였다. Probe variable이 직전에 본 variable list에 포함되어 있다면 left key를 그렇지 않았다면 right key를 누르도록 하였다. 올바른 response를 한 경우에는 특별한 feedback을 제공하지 않았으며, 틀린 response를 한 경우 0.1초간 청각 자극 형태의 feedback을 제공하였다. 각 list의 길이와 probe variable의 variable list 포함 여부에 대해서 10번의 시행, 총 80( $= 4 \times 2 \times 10$ )번의 시행을 수행하도록 하였다.

주변 환경의 경우 다른 오염변인을 통제하기 위해서 screen을 제외한 다른 물건들이 없는 환경에서 진행되었으며, 일반적인 방의 밝기의 환경을 유지하였다. 또 청각자극 형태의 feedback을 제공하기 위해서 피실험자는 이어폰을 착용한 상태에서 실험을 진행하였다. 제공되는 variable list의 길이와, probe variable이 variable list에 포함되는지 여부의 경우 순차적 혹은 규칙성을 가지고 제공되지 않도록 randomize하여 제공하였다. probe variable이 보여지는 시간인 2초 이내에 응답이 입력되면 다음 trial로 넘어가도록 하였으며, 응답 시간에 특별한 제한을 두지 않았다.

실험참가자의 경우 만 20세 남성으로 정상 교정 시력을 가지고 있었으며, 기억 및 집중력에 특별한 문제 사항이 없었다. 실험 참가에 대한 보상은 이루어지지 않았으며, 실험참가자는 해당 실험의 방법과 목적을 숙지한 상태에서 실험에 참가하였다.

## II. EXPERIMENT RESULTS

Figure 1은 해당 실험의 결과로, variable list의 길이에 대한 피실험자의 평균 응답 시간을 나타낸 것이다. 길이가 3인 상황에서 probe variable이 variable list에 속한 경우를 제외하면 기본적으로 variable list의 길이가 늘어나면 응답시간도 늘어나는 추세를 보인다. 또한 길이가 3인 경우와 7인 경우에는 present의 경우가 두드러지게 응답 시간이 짧았음을 확인할 수 있다. 정확도의 경우, 길이가 1, 3, 5인 경우에는 100%였으며 7인 경우 present는 80%, absent는 70%였다.

이 실험 결과에 대한 나의 생각은 다음과 같다. 첫번째, variable list 길이가 1인 경우 단순히 주어진 숫자와 probe variable을 비교하는 수준의 연산이다. 따라서 응답 속도에 유의미한 영향이 없을 것이다. 실제로 컴퓨터의 연산방식을

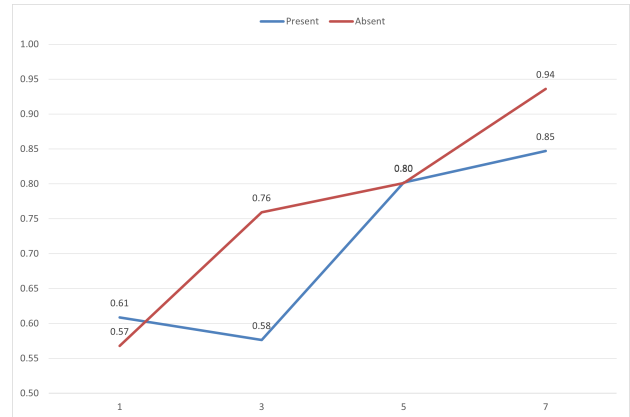


Fig. 1. Experiment Result

생각한다면, 두 variable을 비교하는 연산의 자체는 결과의 차이만 있을뿐 완전히 동일한 수준의 연산이기 때문이다.

두번째, absent와 present에 소요되는 시간에는 유의미한 차이가 없을 것이다. 이러한 생각의 경우 길이가 3, 7인 경우를 통해 고민하게 된 것인데, 컴퓨터가 이러한 과제를 수행한다고 생각할 때, probe variable이 주어진 list에 없는 absent의 경우에는 이를 판별하기 위해 반드시 list의 모든 요소를 확인해야 한다. 하지만, present의 경우 list의 중간에 해당 값이 등장하는 경우 추가적으로 뒷부분에 대한 처리가 필요하지 않다. 이는 피실험자가 글을 좌측에서 우측으로 읽고 이러한 정보를 꺼낼 때 serial하게 처리했기 때문이라고 생각한다. 만약 list의 마지막 요소가 probe variable로 나온다면 absent와 present에서 비교해야 하는 요소의 숫자가 동일하지만, 실험에서 등장하는 variable은 무선적으로 뽑은 요소이므로, 확률, 통계적으로 present의 경우가 더 빠르게 처리될 것이라는 것이다. 그런데 길이가 5인 경우에는 present의 경우와 absent의 경우가 거의 차이가 없었다. 이는 앞서 이야기한 것과는 상반되는 결과로 sternberg가 이야기한 memory를 searching하는 과정에서 self-terminating search가 아닌 exhaustive search를 사용한다는 주장에 가까운 결과이다. 이러한 부분에서 나는 response time의 표준편차를 분석하였다.

length	1	3	5	7
std	0.248	0.099	0.098	0.215
length	1	3	5	7
std	0.246	0.361	0.177	0.299

TABLE I  
STANDARD DEVIATION OF EACH CASE (TOP:PRESENT, BOTTOM:ABSENT)

Table 1은 각 case에 대한 표준편차를 보여준다. 인간의 집중력과 응답시간이 정규분포를 따른다고 가정한다면, 평균이 같더라도 표준편차에 의해 그 분포는 다른 양상을 보일 수 있다. 표준편차가 크다는 것은, 분포가 넓게 퍼져있다는 것이고, 표준편차가 작다는 것은 분포가 평균에 몰려있다고 생각할 수 있다. 길이가 1인 경우를 제외하면 present의 경우가 absent에 비해 표준편차가 작다, 즉 present의 data들이 absent에 비해서 평균에 밀집해 있다는 의미인데, 이는 self terminating search를 한다는 가설에 대한 반대 증거가 된다고 보인다. 만약 self terminating search를 한다면 가장 앞에 있는 variable이 선택되는 경우 응답 속도가 빠르고, 마지막에 위치하는 variable이 선택되는 경우에는 응답 속도가 느려 응답속도의 분포가 absent의 경우보다 더 퍼져있어야 할 것이기 때문이다. 물론 평균 응답 속도 및 표준편차가 모두 신뢰할 수 있을만큼 많은 시행을 거치지는 않았지만, 이번 실험의 결과를 가지고는 인간의 memory searching 방식이 exhaustive searching에 가깝다는 결론에 도달하는 것 같다.

### III. DISCUSSION

본 project는 psychopy 프로그램을 통해 생성한 실험을 바탕으로 variable list와 실험참가자의 response time의 상관관계를 살펴보았다. 해당 실험 결과는 인간은 memory를 serial하게 처리하며, exhaustive searching을 활용하는 것으로 사료된다. 조금 더 많은 시행 횟수와 실험참가자 pool을 넓힘을 통해서 더욱 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다.

이번 project에서 몇가지 추가적으로 진행해보면 좋을 것 같은 주제들이 있다. 첫번째는 feedback에 관한 것인데, 이번 project에서는 틀린 답을 선택한 경우 feedback을 주었다. 하지만 80회의 시행중 틀린 5번을 제외한 75번의 시행에서는 feedback이 제공되지 않아 feedback이 과연 유의미한 영향을 주고 있는가에 대한 의문이 든다. 이러한 feedback을 negative feedback이라고 하면, 답을 맞춘 경우 feedback을 주는 positive feedback의 경우나, 두 종류의 feedback을 모두 제공하는 경우에는 결과에 어떤 영향이 있을지 조사해보거나, 청각 feedback이 아닌 시각 feedback을 제공하거나, 이 둘을 동시에 제공하는 경우에는 어떻게 결과가 달라질지에 대해서도 실험해보면 좋을 것 같다. 또 인간은 컴퓨터와 같이 집중력이나 연산 능력이 무한하지 않고 지치기 마련이다. 실제 실험에 참가하는 과정에서 중반부에 집중력이 떨어지는 기분을 느꼈는데, 이러한 부분을 variable list를 보는 시각이나 EEG 신호 등을 통해서 filtering하면 조금 더 noisy하지 않은 data를 얻을 수 있을 것이라고 생각한다.