

시각적 곡선추적과 정신적 곡선추적은 유사한가?

곽 호 완

경북대학교 심리학과

두개의 X점이 동일한 곡선 상에 있는지를 판단하는 곡선추적과제를 사용하여, 시각적 곡선추적과 정신적 곡선추적과정이 질적으로 어떻게 다른지를 밝히고자 하였다. 본 연구에서는 하나의 X점과 곡선을 먼저 제시한 후에 이 화면이 사라진 상태에서 표적 X점만을 제시하여 피험자로 하여금 두 X점들이 선으로 연결되어 있는지를 판단하게 하였다. 실험 1에서는 사전제시화면과 표적화면간의 제시시간차를 1초로 하였다. 실험결과 곡선추적에 걸리는 시간은 두 X점간의 거리에 비례하여 선형적으로 증가함을 보여서, 시각심상에 기초한 곡선추적도 계열적으로 진행됨을 시사한다. 실험 2에서는 사전제시-표적화면간 제시시간차를 100ms 및 2초로 조작하였다. 여기서 제시시간차 100ms조건은 사전제시화면의 시각표상이 상당히 유지되므로 시각적 곡선추적이 가능하고, 제시시간차 2초의 조건에서는 피험자가 시심상을 근거로 곡선추적을 해야 하므로 정신적 곡선추적이 필요함을 가정하였다. 실험 2의 결과 모든 제시시간차 조건에서 곡선추적의 반응시간이 X간 거리에 따라 선형적으로 증가하였다. 본 실험의 결과는 전반적으로 Ullman의 곡선추적모형의 예언과 일치하며, 곡선추적은 시각적이건 정신적이건 유사한 처리경로를 밟는다는 것을 시사한다.

여러 시각대상들간의 공간적 관계를 지각하는 것은 그림 그리기나 대상의 조작, 이동, 스위치의 조작 등의 시각적으로 인도되는 조작에 중요한 역할을 담당한다. 이러한 시각적 조작은 일상적으로는 너무도 쉬운 것이어서 하등 복잡한 처리과정이 개재되어 있다는 실감이 나지 않는다. 예를 들어 고속도로 상에서 완만한 커브 길을 달리는 운전자의 경우 핸들조작을 하여 차량을 차선에 정렬시키면서 운전하는데 그리 어려움을 겪지 않는다. 그러나 가끔 공사현장을 지나면서 원래의 차선과 공사용 임시 차선이 동시에 보이는 상황에 처하면 운전자는 조심스런 운전을 해야하며 종종 곡선추적에 실패하여 차량이 차선을 이탈하는 수도 있다. 이같이 대상들 간의 공간적인 관계를 지각하는 것과 같은 과제의 수행

은 Ullman(1984)에 의하면 하나 혹은 그 이상의 "시각루틴 (visual routine)"에 의해 성취되는 복잡한 과정이다. 각 루틴은 일련의 요소조작(elemental operation) 또는 요소과정의 집합으로 구성되는데, 이러한 요소조작은 시각루틴에 필요한 기초적 시각표상을 낳는다. Ullman에 의하면 이러한 시각루틴이 어떻게 구성되고 어떤 요소조작이 기용되는가를 결정하는 것이 대상의 공간관계를 지각하는 데 중요한 관건이 된다고 한다.

시각루틴의 속성을 연구하는 것에는 여러 접근이 있을 수 있지만 그 중 하나는 곡선추적 (curve tracing)이라 불리는 현상을 연구하는 것이다. 예를 들어 두개의 점이 동일한 선 상에 놓여있는지를 결정하는 것은 통상 곡선추적과정

이라 불리는 시각루틴을 사용하게 한다. 상식적으로 두 점이 동일선상에 놓여있는지를 판단하기 위해 유기체는 1) 곡선을 탐지하고, 2) 그 곡선상의 한 점을 탐지한 후, 3) 그 곡선을 따라 나머지 한 점까지 추적하여 선의 단절이 없는지를 결정하는 세 단계의 요소조작이 관여하게 된다. 여기서 우리가 제기하게 되는 결정적인 문제는 1) 이러한 곡선추적과정이 어떤 처리기제를 갖느냐 하는 것과, 2) 곡선추적과정이 여타의 정보처리과정과 어떤 관련을 갖는가 하는 것이다. 전자는 예를 들어 곡선추적이 즉각적이고 노력 들지 않는 병렬적 과정인가 아니면 시간이 소요되는 복잡한 계열적 과정인가의 문제 및 그 과정이 자기종료적인지 망라적인지의 문제로 구체화된다. 후자의 문제는 예를 들어 곡선추적과정이 시각검색이나 시심상, 또는 심적회전에서 사용되는 요소정보처리과정들을 어떻게 공유하는가의 문제가 될 수 있다. 본 연구에서는 이 후자의 문제에 관심을 갖고 있는 데, 구체적으로 시각 자극에 대한 곡선추적과 시심상에 기초한 곡선추적이 어떤 질적인 차이가 있는가를 밝히고자 한다.

곡선추적이 계열적인지 병렬적인지에 관한 물음에 답하기 위해 여러 연구가 있었다 (Jolicoeur, Ullman, & Mackay, 1986, Pringle & Egeth, 1988, Kwak, Egeth, & Kim, 1989). Jolicoeur, Ullman 및 Mackay(1986)는 복잡하게 얽힌 곡선들과 그 곡선 상에 두 X점을 제시하고 피험자들로 하여금 두 X가 동일한 곡선 상에 있는지를 판단하게 하였다. 실험 결과 피험자들이 곡선추적을 완료하는데 걸린 반응시간은 두 X간의 곡선 상 거리에 비례하여 증가하였다. 여기서 조작된 두 X간 거리는 곡선 상의 거리이며, 다양한 X간 거리의 조작에도 불구하고 물리적 직선거리는 동일하게 조작되었다. 부가하여, 두 X간에 틈(gap)이 있는 조건과 두 X가 연결된 조건의 반응시간 기울기는 동일하게 나타났다. 즉 선형적인 반응시간함수와 틈/연결 조건의 기울기가 동일하다는 이 결과는 곡선추적이 계열적 망라적인 처리과정

을 밟는다는 것을 시사한다. 그러나, Jolicoeur등이 사용한 곡선자극은 지나치게 복잡한 곡선들로 구성되어 있고, 두 X간 거리가 증가함에 따라 곡선의 복잡성 또한 동시에 증가하므로, 그들이 얻은 선형적 반응시간함수가 반드시 계열적 처리를 뜻하지는 않는다. 대신 제한용량적인 병렬처리도 동일한 결과를 예언할 수 있다.

Pringle과 Egeth(1988)는 Jolicoeur등이 행한 실험의 몇 가지 문제점을 해결하는 일련의 실험을 수행하였다. 그들은 복잡하게 얽힌 곡선들을 사용하는 대신 보다 단순한 호로 만들어진 자극을 사용하였다. 그들에 의하면, 만일 곡선추적이 기초적 요소조작들로 이루어져 있다면, 이같이 단순한 자극에서도 곡선추적과정이 요구될 것이다. Pringle과 Egeth의 실험에서 부분적인 두개의 호(반원)에 두 X를 제시하고 피험자들로 하여금 두 X가 동일한 호상에 있는지를 판단하게 하였다. 실험결과 두 X간의 곡선 상 거리가 증가함에 따라 동일곡선 조건에서 반응시간이 선형적으로 증가하였다. 반면에 상이 곡선조건의 경우에는 거리가 증가할수록 반응시간은 감소되었다. 그들은 이 결과를 바탕으로 동일선 조건의 경우에는 곡선추적과정이 기용되고, 상이곡선조건의 경우 곡선추적과는 질적으로 다르지만 곡선추적과정과 병렬적으로 운영되는 판단적 과정(judgmental process)에 의해 반응한다고 시사하였다.

상기한 연구들을 요약하면 두개의 점이 동일 곡선 상에 있는지를 판단하는 곡선추적과제는 계열적으로 이루어지며, 곡선이 아주 단순하여 곡선추적과정을 요구하지 않을 듯한 자극에 대해서조차도 곡선추적과정이 일어난다. 그렇지만, 곡선추적과정이 망라적인지 자기종료적인지에 대해서는 아직도 분명하지 않는데, 왜냐하면 망라적/자기종료적 처리를 구분하는 증거는 동일선 조건과 상이선 조건의 비교로 이루어지는데 연구들에 따라 상이선 조건의 곡선추적함수가 각기 다른 패턴을 보이기 때문이다. 구체적으로, Jolicoeur등의 연구에서는 상이선 조건의 기울

기가 동일선 조건과 비슷하게 나왔지만, Pringle 등의 연구에서는 동일선과는 정반대의 기울기가 얻어졌다. 망라/자기종료적 처리를 구분하는 또 하나의 준거는 두 점 사이에 있는 틈의 위치에 따른 효과가 얻어지는가의 여부이다. 만일 곡선추적이 자기종료적이라면 추적을 시작하는 지점에 틈이 가까이 있는 조건이 먼 조건보다 반응시간이 빨라야 한다. 이러한 틈거리(gap distance)효과가 Jolicoeur 등의 연구에서는 얻어지지 않았으므로 곡선추적이 망라적임을 시사한다. 그러나 이러한 추론이 정당화되기 위해서는 피험자가 곡선추적을 항상 중앙 점에서 시작함을 가정해야 하는데, Jolicoeur 등이 사용한 자극의 복잡성으로 인해 곡선추적이 종종 역방향(backward), 즉 바깥 점에서 중앙 점으로 이루어졌을 가능성이 있다. 이것이 사실이라면 그들이 얻은 망라적 처리 증거는 두가지 곡선추적 방향이 혼합된 결과이다. 이 때문에 곡선추적이 망라적이라는 주장은 보장될 수 없다.

Kwak, Egeth, 및 Kim (1989)은 곡선추적이 망라적인지 자기종료적인지를 결정하기 위해 엄밀하지 않는 직선 및 곡선(싸인곡선 및 복합싸인곡선)들을 사용하고, 틈거리를 조작한 실험을 수행하였다. 부연하여 틈중복성(gap redundancy)을 조작함으로써 곡선추적과정에 병렬적 처리요소가 어느 정도 가미되어 있는지를 검토하고자 하였다. 실험결과 곡선상의 두 점간 거리가 증가할수록 반응시간이 증가하여 계열적 곡선추적을 시사하는 결과를 얻었다. 또한 틈이 중앙 시작점에 가까운 조건이 먼 조건보다 반응시간이 빨랐으므로, 곡선추적이 자기종료적임을 시사한다. 그리고 틈이 두개인 조건이 하나인 조건보다 빠른 반응을 보인 틈중복성효과가 얻어졌는데 이는 곡선추적이 철저한 계열적 처리라기보다는 일정한 거리범위에 걸쳐서 병렬적 처리의 요소가 개입함을 시사한다. 이같이 좁은 범위에서는 병렬적 처리요소가 더 큰 범위의 계열적 처리요소와 혼합되는 또 다른 예는 Pashler (1987)의 접합표적의 시각검색과제에서 얻어졌

는데, 그에 의하면 자극수가 8개 이하인 자극판의 경우 병렬적제한용량적 처리가, 그 이상의 자극수에서는 계열적자기종료적 처리의 증거를 얻었다.

이제까지 개관한 모든 연구들에서 피험자의 과제는 시각적으로 제시된 두 점과 곡선들을 보면서 두 점이 동일선 상에 놓여있는지를 판단하는 것이었고, 자극판은 피험자가 반응할 때까지 제시되었다. 이는 전형적인 시각검색과제와 유사한 것으로서, 피험자에게 일반적으로 안구운동을 동반한 곡선추적과정을 허용한다고 볼 수 있다. 이러한 과제의 문제점은 곡선추적과정이 순수한 정신적 조작을 반영하기 보다는 안구운동이 혼입되었다는 점이다. 이 안구운동이 비록 도약운동이기는 하지만 도약의 회수 및 거리에 따라 반응시간이 느려지기 때문에 곡선의 길이가 길면 안구운동을 하는 데 걸리는 시간 역시 길어지게 되고 결국 이 시간이 실험결과에 혼입된다. 또한 자극판을 계속 제시함으로써 피험자의 곡선추적과정이 피험자의 방향에 의존할 수 있고, 두개의 제시된 점 중 어느 것이 실제로 피험자가 곡선추적을 시작하는 점인지를 엄밀히 통제하기가 곤란하다는 문제점이 있다. 곡선추적의 시작점을 엄밀히 통제하지 못하면 실험결과의 패턴으로 곡선추적이 망라적인지 자기종료적인지를 구분하기 곤란하다.

이제까지의 연구를 개관한 결과, 곡선의 복잡성에 관계없이 곡선 상의 두점이 동일선 상에 있는지를 판단하는 곡선추적과정은 계열적이고 자기종료적인 처리기제를 지니고 있음을 보았다. 이제 곡선추적 연구의 두번째 관심인 곡선추적과 여타 정보처리과정과의 연관성을 연구할 필요가 있다. 불행히도 아직 이 분야에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구는 시도적인 관점에서 곡선추적에 사용되는 자극의 시각적 유용성을 조작함으로써 정신적 곡선추적과 시각적 곡선추적간에 질적 차이가 있는 지를 알아보고자 한다.

한가지 흥미있는 가설로는 만일 피험자가 추

적해야하는 곡선이 피험자가 추적을 수행하고자 할 때 시각적으로 존재하지 않고, 대신 피험자로 하여금 곡선의 시각적 기억심상을 사용하도록 조작할 때도 과연 곡선추적과정이 일어날까 하는 것이다. 만일 곡선추적이 기초적 정신조작들을 조합한 시각루틴에 의해 이루어지는 것이라면 기억심상에 의한 곡선추적과제에서도 계열적 추적의 증거가 얻어질 것이다. 시각심상의 조작에 대한 연구들(Shepard & Metzler, 1971; Kosslyn, 1973; Finke & Pinker, 1982) 등의 연구에 의하면 시각심상은 아날로그한 속성을 갖고 있어서 조작에 필요한 거리나 각도에 따라 반응시간이 체계적으로 증가함을 보였다. 이러한 실험증거에 비추어 보면 심상곡선추적과제도 시각적 곡선추적과제와 유사한 결과가 얻어질 가능성이 있지만 불행히도 그러한 증거는 전혀 다른 실험과제에서 얻어졌으므로 곡선추적과 같은 기초적 요소조작의 경우에도 시각심상의 실험과 유사한 결과가 얻어질지는 미지수이다. 예를 들어, 주의이동의 과정은 이동거리에 따라 걸리는 시간이 동일한 불연속적 과정임이 최근의 일반적인 결론인데(Remington & Pierce, 1985; Kwak, Egeth, & Dagenbach, 1991) 이러한 불연속적 주의이동은 모든 공간적 운동이 시간의존적인 것이라는 우리의 상식과는 상반되는 증거이다.

따라서 본 연구의 두 실험에서는 피험자들이 시각적으로 제시된 자극 대신 기억심상에 근거해서 곡선추적을 행해야 하는 실험상황에서 계열적 곡선추적과정이 진행될까 하는 물음에 답하고자 한다. 구체적으로, 피험자가 추적해야 할 곡선을 사전에 제시한 후, 나중에 그 곡선에 대한 추적을 요구하는 자극을 제시한다. 만일 기억심상에 대한 곡선추적이 시각자극에 대한 곡선추적과 유사한 처리과정을 밟는다면 지연제시된 심상곡선추적과제에서 얻어진 반응시간패턴은 시각적 곡선추적과 동일한 양상을 보일 것이다. 부가적으로, 본 실험에서 곡선추적에 사용되는 시작점

과 종착점을 시간적으로 분리하여 제시함으로써 피험자의 곡선추적 방향을 통제하여 곡선추적과정을 보다 용이하게 밝힐 수 있도록 하였다.

실험 1

본 실험 1에서는 기억심상에 의존하는 곡선추적과제에서 계열적 곡선추적함수가 얻어지는지를 검토하고자 하였다. 실험결과의 비교를 용이하게 하기 위해 Pringle과 Egeth(1988)가 사용한 자극을 사용하고, 하나의 추적 종착점(terminal point, X)과 두개의 호가 포함된 자극판을 사전제시한 후, 화면을 지운 상태에서 새로운 추적 시작점(starting point)을 제시하여 피험자들로 하여금 두 X사이에 가상적인 호가 연결되어 있는지를 판단하게 하였다.

방법

피험자. 존스 홉킨스 대학 학부생 12명이 실험당 5불씩을 받고 본 실험 1에 참여하였다. 피험자들은 모두 정상시력이거나 교정시력이 정상이었다.

자극 및 실험장치. 자극의 제시 및 반응의 기록은 NEC Multisync 모니터가 달린 IBM PC/AT 컴퓨터로 행해졌다. 두개의 호는 직경 8°의 원을 양쪽에 1.5°만큼 잘라내어 제시하였고, 두개의 호 중에 한 곳에 1°x1° 크기의 X표시를 하여 사전제시화면으로 사용하였고, 표적화면은 같은 크기의 X점 하나만이 제시되었다. 응시점으로 .5x.5° 크기의 '+'표시가 사용되었다(그림 1 참고). 두 X간 거리는 사전제시화면의 X점을 중심으로 동일조건에서 5개의 거리조건, 상이조건에서 5개의 거리조건이 기용되었다. 실제로는 상이조건에서 선상거리 0인 조건이 포함되어 6수준이 조작되었으나 분석에는 포함되지 않았다.

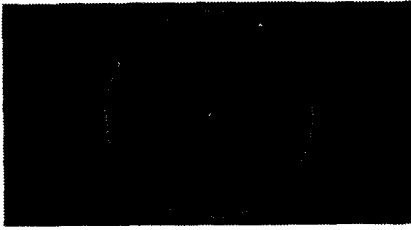


그림 1. 실험 1 및 실험 2에 사용된 자극 예 (상이곡선조건, 그림 왼쪽 X는 호와 함께 사전제시 화면에서, 그리고 오른쪽 X는 표적화면에서 제시되었다).

절차. 과제는 두 X가 동일선 상에 놓여 있는지 아닌지를 판단하여 가능한 한 빨리 반응단추를 누르는 것이었다. 각 반응단추는 피험자들마다 역평형화 되었다. 각 시행은 500ms 동안 응시점이 나타난 후에 200ms 동안 공백화면이 제시된 후 하나의 X와 두개의 호가 포함된 사전제시 화면이 150ms 동안 제시되고 다시 공백화면이 1초 동안 유지되다가 하나의 X만이 제시된 표적 화면이 제시되면, 피험자는 X가 놓인 위치에 있었던 곡선 위에 먼저 제시된 X가 있었는지를 판단하여 반응단추를 누르도록 지시되었다. 표적 화면은 피험자가 반응할 때까지 제시되었다.

설계. 두 X점간 틱유무(동일선/상이선) x 두 X점간 거리(1/2/3/4/5단위)의 2원 반복측정 설계가 기용되었다. 모든 변인은 블러내 변인이었고, 피험자마다 블러당 88시행 (11거리 x 8반복시행), 총 4블러를 시행하였다. 각 블러가 시작되기 전에 10회의 연습시행이 있었다.

표 1. 실험 1의 틱유무(동일/상이선), X간 거리 조건에 따른 반응시간(ms) 및 정반응률.

X 거리	반응시간		정반응률	
	동일	상이	동일	상이
1	535	615	.96	.96
2	524	561	.94	.95
3	518	582	.95	.93
4	562	611	.90	.95
5	557	703	.78	.84

결과 및 논의

표1은 실험1의 각 조건별 반응시간 및 정반응률을 보이고 있다. 반응시간 자료를 바탕으로 2원 반복측정 변량분석을 실시한 결과, 틱유무의 주효과 [$F(1,11)=5.97, p < .05$] 및 X간 거리효과 [$F(4,44)=22.42, p < .001$] 등이 유의있게 나왔다. 그 외에 유의있는 상호작용은 관찰되지 않았다. 틱유무의 주효과는 상이곡선조건보다 동일곡선조건 반응시간이 55ms 정도 빨랐다는 것을 나타내며, X간 거리효과는 두 X간 거리가 커질수록 반응시간이 증가함을 보인다. 이는 곡선추적의 시각루틴이 실험 1과 같이 심상에 의존하는 경우에도 계열적인 조작을 통해서 곡선추적이 일어난다는 것을 보인다. 이 X간 거리효과에 대한 추세분석을 실시한 결과, 선형요소 [$F(1,11)=19.27, p < .01$] 및 2차요소 [$F(1,11)=47.96, p < .001$] 등이 유의있는 것으로 나타났다. 여기서 선형요소가 유의있게 나온 것은 곡선추적이 X간 거리가 증가함에 따라 오래 걸린다는 것을 나타내며, 2차요소가 유의있게 나온 것은 곡선추적의 속도가 X간 거리가 증가함에 따라 기하적으로 느려진다는 것을 나타낸다. 이러한 2차요소는 다르게 설명될 수도 있는데, 예를 들어 X간 거리가 짧은 조건의 경우에는 거리 증가에 따른 반응시간 증가를 수반하지 않는데 반해 X간 거리가 긴 조건에서는 선형적 반응시간 증가를 수반한다는 것이다. 이는 다시 곡선추적이 철저히 계열적인 과정이라기 보다는 어느 정도 좁은 범위의 X간 거리에서는 병렬적 과정이 우세하지만 전체적으로는 계열적 추적과정을 밟는다는 것을 시사한다(Kwak, Kim, & Egeth, 1989). 정반응률에 대한 변량분석을 실시한 결과 틱유무, 거리, 및 두 변인간의 상호작용이 유의있게 나왔다. 이 결과는 반응시간에 대한 결과의 패턴과 유사하므로, 속도-정확도간 교환으로 인한 실험결과의 혼입은 없었다고 볼 수 있다.

실험 1은 두 X가 동일선 상에 있는지를 판단하는데 곡선이 시각적으로 이미 가용하지 않더라도 시각적 곡선추적과 유사한 반응패턴을 보임을

알 수 있다. 한가지 흥미로운 사실을 상이조건
의 반응시간 패턴이 Jolicoeur등(1986)의 실험
과는 다르게 동일곡선조건과 비슷한 패턴을 보
였다는 사실이다. 이는 상이조건에 대한 피험자
의 곡선추적방식이 동일조건에 비해 다르지 않
다는 것을 나타낸다. 아마도 추후의 실험으로 그
이유를 밝혀야 하겠지만, 이같은 결과가 얻어진
데는 두개의 X가 시간지연을 두고 각기 제시되
었기 때문에 피험자가 추적하는 곡선추적의 방
향이 일관적이 되었다는 점과, 계열적인 X의 제
시로 인해 여타의 판단과정이 개입할 여지가 없
었다는 데 기인하는 것 같다. 예를 들어, 두 X점
과 곡선을 동시에 제시하면 두 곡선을 가르는
가상적인 축의 어느 쪽에 두 X점이 있는지를 판
단하는 것이 보다 쉬워지는 반면, 두 X점을 각
기 순차적으로 제시하면 그러한 판단을 하기가
덜 용이해진다.

실험 2

실험 2에서는 사전제시화면과 표적화면간의 제
시시간차를 조작하여, 한 실험 내에서 시각적 곡
선추적과 정신적 곡선추적간의 처리양상을 비교
할 수 있도록 하였다. 구체적으로, 표적화면과 사
전제시화면간의 제시시간차가 100ms정도로
짧은 경우에

는 곡선추적이 시각적 혼적잔상에 의거할 수 있
게 되므로 시각적 곡선추적이 가능하다. 반면,
제시시간차가 2초이면 표적화면이 제시되었을
때 이미 사라진 곡선을 시각심상으로 유지시키거
나 심상을 다시 생성한 후에 곡선추적이 가능하
게 되므로 이는 정신적 곡선추적이라고 할 수
있다.

방법

피험자. 존스홉킨스 대학 심리학과 대학원
에 재학중인 학생 7명이 본 실험 2에 참여하였
다. 이들의 시력 또는 교정시력은 정상이었다.

자극, 실험장치 및 절차. 본 실험 2에 사용
된 자극 및 실험장치는 실험 1과 동일하였다. 실험
1과의 유일한 차이는 사전제시화면과 표적화
면간의 제시시간차가 실험 1처럼 1초가 아니고
100ms 및 2초로 조작되었다.

설계. 사전제시 - 표적화면 제시시간차(100
ms/2000ms) x 두 점간 틈유무(동일선/상이선)
x 두 X간 거리(1/2/3/4/5단위)의 3원 반복측정
설계가 적용되었다. 사전제시-표적화면간 제
시시간차 변인을 제외한 모든 변인은 블리크네
변인이었고, 피험자마다 블리크당 88시행, 총
6블리크를 시행하였다. 6블리크중 전반 3블
리크와 후반 3블리크는 피험자에 따라 무선
적으로 역평형화되어 제시시간차가 100ms
또는 2000ms로 조작되었다.

표 2. 실험 2의 제시시간차, 틈유무, 및 X간 거리에 따른 반응시간(ms) 및 정반응률.

X거리	반응시간				정반응률			
	100ms		2000ms		100ms		2000ms	
	동일	상이	동일	상이	동일	상이	동일	상이
1	551	575	543	585	.91	.96	.95	.94
2	531	579	549	566	.94	.98	.96	.93
3	544	590	537	574	.95	.97	.94	.95
4	574	621	566	595	.93	.99	.92	.93
5	638	670	645	668	.84	.92	.84	.96

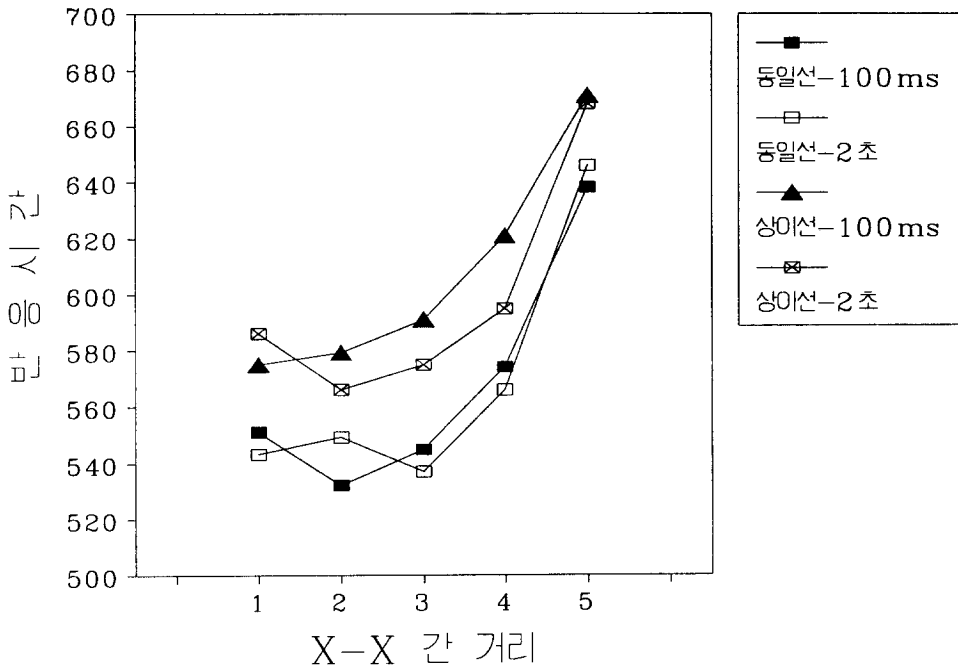


그림 2. 실험 2의 제시시간차, 틈유무 및 X간 거리에 따른 반응시간 패턴.

결과 및 논의

표2는 실험 2의 각 조건별 반응시간 및 정반응률을 보이고 있다. 반응시간에 대한 3원변량분석을 실시한 결과 X간 거리의 주효과만이 유의하게 나왔다 [$F(4,24)=7.49, p < .001$]. 실험1과는 달리 틈유무의 주효과는 약한 차이만이 발견되었다 [$F(1,6)=5.45, .05 < p < .1$]. 실험 2에서 틈유무의 효과가 나오지 않는 것은 확실치 않지만 아마도 제시시간차 2초의 조건에서 틈유무의 주효과가 적어졌고 피험자 수가 실험 1보다 적었기 때문인지도 모른다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 X간 거리의 주효과는 실험1의 결과를 반복검증하는 것으로 곡선추적과정이 계열적임을 나타낸다. X간 거리 변인에 대한 반응시간 자료의 추세분석을 실시한 결과, 선형요소 [$F(1,6)=8.07, p < .05$] 및 2차요소 [$F(1,6)=9.90, p < .025$] 등이 유의하게 나왔는데 이는 실험 1의 결과패턴과 동일한 것이다. 정반응률에 대한 변량분석결과도 실험1과 유사한 패턴을 나타내었다.

중요한 사실은 사전제시화면-표적화면간 제시시간차 변인의 주효과 [$F(1,6) < 1$] 및 X간 거리 변인과의 상호작용 효과가 [$F(4,24) < 1$] 관찰되지 않았다는 점이다. 이는 제시시간차의 수준에 관계없이 피험자의 곡선추적과정은 동일한 계열적 처리양상을 가진다는 것을 나타낸다. 결론적으로 실험 2의 결과는 시각적인 곡선추적이건 정신적인 곡선추적이건 유사한 패턴을 보이며, 아마도 양자가 동일한 처리기제를 갖는다는 것을 시사한다.

전체 논의

본 실험 1,2는 곡선추적과정이 시각적인 경우와 기억심상에 의존하는 경우에 있어서 각기 다른 양상을 보이는지를 검증하고자 하였다. 실험 1에서는 피험자가 추적해야 할 곡선을 먼저 제시한 후 화면이 사라진 상태에서 곡선추적과제를 실시하게 하였다. 실험 1의 결과 곡선추적에 걸리는 시간은 X간 거리가 증가함에 따라 느려

지는 계열적 곡선추적함수를 보였다. 이는 곡선과 X를 피험자가 곡선추적을 종료할 때까지 제시한 Pringle과 Egeth(1988)의 실험결과와 유사한 패턴을 보이는 것으로서, 곡선추적이 기억심상에 의존하게 하더라도 시각적 곡선추적과 동일한 양상을 갖는다는 것을 시사한다. 실험 2에서는 사전제시화면과 표적화면간의 제시시간차를 조작하여 피험자로 하여금 시각적 곡선추적과 정신적 곡선추적과제를 모두를 수행하게 하였다. 실험 결과 두 가지 수준으로 조작된 제시시간차 변인은 여타변인과 상호작용하지 않았고, 이는 두 가지 유형의 곡선추적과제가 동일한 처리양상을 수반한다는 것을 시사한다.

곡선추적이 시각적으로 일어나건 시각심상에 기초하여 정신적으로 일어나건 동일한 패턴을 보인다는 사실은 매우 시사적이다. 예를 들어, 정신회전이나 시심상에 대한 여러 연구들과 마찬가지로 정신적 곡선추적은 아날로그한 처리과정임을 시사하고, 이는 곡선추적에 사용되는 시각루틴은 정신회전이나 시심상처리에 관여하는 시각루틴과 동일하거나 긴밀히 연관되어 있음을 시사한다. 사실, 다양한 과제들에 기용되는 요소조각이나 시각루틴들이 모두 다르다면 이는 인간정보처리 시스템의 경제성과 효율성에 심각한 문제점을 야기할 수 있다. 곡선추적이나 정신회전 등에 공통적으로 사용되는 시각루틴이 있을 수 있다는 점은 정보처리 시스템의 구조와 특성을 단순화시키고 경제적으로 기능하게 하는 데 공헌할 수 있다.

본 연구에서 비록 시각적 및 정신적 곡선추적이 유사한 처리패턴을 보인다는 것을 밝히기는 했지만 그럼에도 불구하고 두 가지 곡선추적과정이 질적으로 다를 가능성은 여전히 남아 있다. 이는 가설검증의 비대칭성을 뜻할 수도 있는데, 두 과정이 유사하다는 증거는 한두개의 실험으로 확증될 수 없지만, 두 과정이 다르다는 결과는 보다 쉽게 공고화될 수 있다는 점 때문이다. 문제는 그 두 가지 처리과제에서 사용되는 요소조각의 차이를 질적으로 구분할 수 있는 실험과제

나 조작을 어떻게 발견하는가에 있다. 부가하여, 본 연구의 결과는 정신적 곡선추적이 여타의 아날로그한 정신조작과 유사한 패턴을 갖고 있다는 것을 시사하지만 그렇다고 하더라도, 두 가지 과제에 사용되는 시각루틴은 처리양상에 있어서는 유사하지만 실제로는 전혀 다른 루틴일 가능성도 사후 연구에서 검토될 필요가 있다.

참 고 문 헌

- Finke, R. A., & Pinker, S. (1982). Spontaneous imagery scanning in mental extrapolation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 8, 142-147.
- Jolicoeur, P., Ullman, S., & Mackay, M. (1986). Curve tracing: A possible basic operation in the perception of spatial relations. *Memory and Cognition*, 14, 129-140.
- Kwak, H.-W., Egeth, H., & Dagenbach. (1991). Further evidence for a time-independent shift of the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*.
- Kwak, H.-W., Egeth, H., & Kim, J.-O. (1989). Self-terminating processing in curve-tracing. *Korean Journal of Experimental and Cognitive Psychology*, 1, 21-36.
- Kosslynch, S. M. (1973). Scanning visual images: Some structural implications. *Perception & Psychophysics*, 14, 90-94.
- Pashler, M. I. (1978). Detecting conjunctions of color and form: Reas-

- sessing the serial search hypothesis. *Perception & Psychophysics*, 41, 191-201.
- Pringle, R., & Egeth, H. E. (1988). Mental curve tracing with elementary stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 716-728.
- Remington, R.W., & Pierce, L. (1985). Moving attention: Evidence for time-invariant shifts of visual selective attention. *Perception & Psychophysics*, 35, 393-399.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
- Ullman, S. (1984). Visual routines. *Cognition*, 18, 97-159.

Is visual curve-tracing analogous to mental curve-tracing?

Ho-Wan Kwak

Department of Psychology
Kyungpook National University

Using a curve-tracing task that requires subjects to determine whether two Xs lie on the same curve or not, we carried out two experiments to test whether visual curve-tracing is qualitatively different from mental curve-tracing. We presented curves and an X before another target X was presented, and required subjects to determine if the X in the target display lies on the curve that contained the other X in the preview display. In experiment 1, the ISI between the preview display and the target display was 1 sec, whereas the ISI in experiment 2 was varied from 100ms to 2 sec. Since it was assumed that at the ISI level of 1 or 2 sec subjects must perform curve tracing operation based on mental imagery, it can be called 'mental curve-tracing', whereas the curve-tracing in the previous studies and the one using 100ms ISI level in experiment 2 can be called 'visual curve-tracing'. As results, the response time for determining whether two Xs lie on the same curve increased with X-X distance regardless of ISI, suggesting that a serial curve-tracing processing was needed in both mental and visual curve-tracing tasks. It is also suggested that both the visual curve-tracing and the mental curve-tracing may share the same elemental operations and routines.