

# 정신작업에서 정보충격이 작업수행도에 미치는 영향

## -The Effect of Performance on Information Impact in Mentalwork-

오 영 진\*

### Abstract

Work environment has been changed as the development of new techknowledge such as computer industry. The more new techknowledges, the more changes in our work conditions. But our cognitive limits can't pace up to the change of work environment. As a result, rapid work transfer occurs frequently, which increase work stress, work error and deleterous work performance. For many changes, this paper analyse the effect of work performance when the information used in mental work is changed as a sudden impact during dexterous work conditions.

When the information impact is intruded in works, performances are reduced, but the react time does not respond sensitively then cognitive process time. So it is recommended to refer the cognitive time as a index of performance when mental work is included.

#### 1. 서론

인간이 수행하는 작업은 점차 실제 물건을 다루는 것에서 정보를 처리하는 방향을 변하고 있다. 이는 전자제어 기술의 발달과 컴퓨터 기술의 발달로 인하여 인간의 작업은 감시작업 위주로 변천해 나가고 있으며 이에 따른 인간의 인지적인 한계를 고려해야 할 필요성이 증대되고 있다(Lerner, 1983). 하나의 작업을 수행할 때 인간에게 요구되는 정신적인 인지처리의 부하가 처리한계를 웃돌게 되면 인간의 수행도는 현저하게 감소되거나 작업의 실수를 유발하게 된다. 그러므로 이에 관련된 연구들이 지난 수십년간 비교적 활발하게 이루어지고 있다(Wilson & Rutherford, 1989; Wierwille & Eggemeier, 1993).

이러한 연구의 관심분야는 인간이 사용하는 물건에서 인간이 수행하는 작업에 이르기까지 다양한 분야에 걸쳐 실제적인 많은 해결점을 가져다 주었다. 그러나 반면에 인간의 능력을 제대로 고려하지 못하고 설계된 작업환경에서는 종종 인간이 작업으로부터 스트레스를 받게 되거나 중대한 실수를 유발하게 되어 심각한 안전상의 문제를 제기하게 된다.

특히 정보를 받아 들이고 처리하는 인간의 능력은 제한되어 있기마련이며 이러한 과정은 제시되는 정보의 형태와 일관성(modality and consistency)에 따라 수행도에 큰 영향을 미친다. 즉 작업의 요소들이 일관성이 있을 때 유사작업의 반복수행은 수행도를 증가시킨다(Fisk & Rogers, 1988; Schneider & Fisk, 1982).

한편 이미 숙달되어 있는 작업행위를 개선하고자 새로운 방법을 재교육시킬 경우에는 이 작업에 전혀 경험이 없던 사람보다 더 많은 시간과 노력이 필요할 수도 있다는 사실이 Shiffrin과 Schneider(1977)에 의해서 발견되었다. 즉 이미 한 기술에 숙련되어 있던 작업자가 새로운 기술이나 동작을 학습할 경우에는 이미 숙달되었던 동작을 재현하게 된다는 의미이다. 그러므로 거의 반사적으로 숙달되었던 작업에서 다른 새로운 작업으로 전환한다는 것이 수행도면에서 볼 때는 불리한 점이 있게 된다.

\*상지대학교 산업공학과 전임강사

접수 : 1994년 4월 20일

확정 : 1994년 5월 3일

현대의 작업환경은 새로운 기술의 발전으로 인해 경험해보지 못했던 도구와 장비를 도입하는 것이 빈번하게 발생된다. 이에 따라 작업의 형태 또한 새롭게 바뀌게 되는데 작업자입장에서 보면 이는 대단한 스트레스가 되며 시스템입장에서는 수행도의 저하라는 문제가 나타난다. 그러므로 많은 연구자들은 작업의 전환과 관계하여 보다 안정적이고 효율적인 작업의 설계를 도모하고 있다(Lintern, 1991; Dixon, 1991). 본 연구에서는 작업에 이용되는 정보가 일관성이 없는 경우 이에 따른 수행도를 분석하고 이러한 작업조건이 정신부하에 끼치는 영향을 살펴보고자 한다. 이는 향후 빈번한 작업의 변화 또는 전이(transfer)가 일어날 때 이에 소용되는 수행도 감소로 인한 비용의 추정 및 효과적인 작업의 설계에 이용될 수 있다고 본다.

## 2. 작업과 정보

인간이 수행하는 작업은 앞서 지적했듯이 자동화의 역할로 인해 점차 컴퓨터에 의해 제시되는 정보를 바탕으로 작업이 수행될 것이다. 이에 따른 문제의 하나는 제시되는 정보의 형태나 정보의 양이 인간이 처리할 수 있는 능력을 초과하지 않도록 하는 점이다. 그러나 실제로는 이러한 점이 간과되어 설계된 많은 작업으로 인해 수행도의 저하는 물론 중대한 재해를 유발하는 일이 발생하는 일이 점차 증가한다는 불행한 보고들이 나타나고 있다(Solso, 1991). 그러므로 정보처리과정에서 가장 제약이 되는 작업기억장소(working memory)의 한계를 극복하는 일이 여러 연구에서 제시되고 있다. 이중의 하나로는 일관성 있는 시스템의 설계를 제안하게 되었는데 이에 의하면 작업기억장소에 보다 적은 부하를 줄 수 있다고 한다.

인간의 작업환경은 외부의 영향이나 또는 작업자 내부의 정보처리 과정상 불안정성을 나타낼 수 있다. 실제로 작업의 형태는 계속해서 변하며 또 새로운 부서에 배치되는 경우 작업도 생소한 것이므로 전혀 일관성이 없는 작업을 해야만하는 일이 많다. 본 연구에서는 이러한 현상에 대해 작업 전환으로 인한 영향을 평가하기 위한 방안으로 제시하기 위해, 일정한 형태로 제시되는 정보(presentation of consistent information)대신에 갑자기 비 일관적인 정보를 제시하여 작업자에게 정보상의 충격을 준 후, 이에 따른 정신부하량과 수행도가 어떻게 변하는지 살펴보고자 한다.

제시되는 정보가 형태가 바뀌게 되면 정보의 전달(information transmission)이 저하되므로 작업의 수행도 또한 저하된다. 만일 정보의 전달이 충실하게 이루어진다면 입력 정보의 양과 입수한 정보의 양이 같게 되는 이상적인 관계를 나타낸다. 이러한 관계는 감각기억장소에서 작업기억장으로 정보가 전달될 경우에도 생각해 볼 수 있다. 전달되는 정보의 용량(bandwidth)은 인간의 인지한계(cognitive limit)를 초과할 수는 없다. 이러한 정보의 전달은 작업의 수준이 높아질수록, 즉 작업의 부하가 커질수록 수행도(본 연구에서는 반응시간과 기억시간을 의미)와 상관관계를 나타낼 것이다.

한편 인간의 반응체계는 정보의 입력과 수용, 인지처리, 판단과정 및 행위의 실현 등을 포함한 것이라 볼 수 있다. 그러나 기존의 연구에서는 이를 개별적으로 다루었기 때문에 부하를 측정하는데 있어서 미흡한 면이 있다. 사실 이를 개별적으로 측정하여 통합하는 일은 어렵고도 위험한 일이다. 이는 인간의 정보처리에 대한 모든 사실이 아직은 제대로 밝혀지지 못한 면이 많기 때문이다. 본 연구에서는 정보부하를 보다 민감하게 나타낼 수 있는 기억시간을 도입하여 정보부하가 특히 인지처리에 관여된 경우 이를 보다 상세히 나타낼 수 있는 방안에 대해 살펴본다.

## 3. 실험 절차

본 실험에서는 4단위 숫자를 모니터에 제시한 후 이를 기억하여 일정시간이 지나면 제시된 숫자를 회상(recall)해 내는 과정을 행한다. 숫자는 4단위 수준에서 8단위 수준까지 증가시킨다. 정상적인 시력을 가진 대학생 8명이 실험에 참가하였으며, 이들은 대학기마다 컴퓨터 관련 과목을 수강했으므로 컴퓨터 환경에는 익숙하다고 본다. 실험은 개인당 매수준에서 10회씩 반복했으며, 모두 2일동안 실험을 행하여 4종류(react, self, btwn, error)의 총 3,200개의 실험데이터를 얻었다. 실험장비는 개인용 컴퓨터(IBM PC compatible 386기종, 칼라 모니터)를 이용했으며 시간측정은 c언어로 작성한 프로그램상에서 clock()함수를 이용하였다.

본 실험에서는 동일한 자극의 형태를 매 수준당 6회까지 제시하여 반응하게 한 후, 7회와 8회에서는

숫자를 제시하지 않고 영문자(대문자)를 제시하였다. 여기서 대소문자를 섞어서 제시하지 않고 대문자만을 제시한 이유는 primary visual code로서 대,소문자가 수행도에 영향을 줄 수 있다는 이론(Posner, 1973, 1978)에 바탕을 두었기 때문이다. 즉 숫자에서 문자로 바뀐다는 요소만 첨가시켜서 가능한한 실험에 영향을 주는 주위의 잡음요소를 제한하고자 하였다.

만일 제시된 자극을 입력하는데 실패를 하면 다시 수행하도록 했으며 이 때의 시간치는 제거했다. 그러므로 한 수준에서 수행횟수는 (10+실패횟수)가 된다.

정보부하를 얼마나 받고 있는가를 알아보기 위해 특정 수준의 정보부하를 자기 스스로 나타낼 수 있도록 자극의 기억시간은 스스로 통제하도록 하였다. 즉 자극이 출현했을 때 이를 기억하고, 기억이 끝났다고 판단되면 키보드의 enter키를 치도록 했다(self time). 이는 기존의 연구와는 차이가 나는 점인데, 기존의 방법은 정보의 제시 시간을 일정단위로 변화시키면서 반응을 조사했었다. 이럴 경우 우리가 얻을 수 있는 것은 단지 반응시간(react time)이라는 한가지 측정치밖에 없었다. 그러나 자기가 기억을 마쳤을 경우 이를 나타내도록 한다면, 정보부하의 수준이 점차 증가될 경우 피실험자가 느끼는 작업요구 시간(즉 여기서는 기억하는 작업이므로 기억하는데 요구되는 시간이 됨)을 알아볼 수 있다. 그러므로 보다 민감한 정보부하의 양을 알아낼 수 있으므로 단위정보부하의 증가에 대해 인간이 이를 처리하는데 필요로 하는 부하량(또는 스트레스의 양)을 알아내는데 보다 정밀한 결과를 얻을 수 있다.

자극에 대한 반응이 완료되면 다음 자극을 발생시킬 것인지를 피실험자에게 물어보고 피실험자가 enter키를 쳐야만 다음 자극이 발생되도록 했다(btwm time). 이 때 RSI시간치를 구해도록 했으며 이를 보고 정보부하와의 관계를 알아볼 수 있도록 했다.

#### 4. 실험 결과 및 분석

취합된 데이터가 레벨별로 의미가 있는지 알아보기 위해 정규성 검정을 Sapiro-Willks 방법을 한 결과 데이터가 정규분포를 하지 않을 수도 있다는 결과에 따라 Kruscal-Wallis 방법으로 ANOVA분석을 행하여 표 1에 결과를 요약해 놓았다. 표를 보면 우선 react, self, error는 평균치의 차이가 나고 있음을 알 수 있다. 즉 레벨의 증가 영향이 각 시간치에 나타났다고 볼 수 있다. 그러나 btwm은 레벨별로 차이가 나지 않았다. 본 실험에 의해서는 RSI시간치가 제대로 반영되지 못했는데 이에 대한 원인은 우선 실험의 조건이나 통제에 문제가 있을 수 있다고 볼 수 있다. 이는 기존 실험(오,이,1994)에서와 같은 결과이다. 표 2는 각 시간치에 대한 회귀분석을 요약해 놓았다. 여기서 보면 self의 기울기가 가장 큰 값을 나타내고 있다(0.633). 이를 보면 레벨에 대한 민감한 반응은 react보다 self가 더 잘 나타내고 있음을 알 수 있다. 그림 1을 보면 레벨의 증가에 따른 시간치들이 나와 있다. 레벨 7부터는 self가 react보다 소요시간이 더 길게 나타나 있다. 즉 인지 한계에 접근할 때 이를 잘 반영하는 것은 self임을 알 수 있다.

Table 1. K-W 1-way ANOVA of react self btwm error by level

Var	$\chi^2$	Sig. level	mean rank(level 4~8)				
react	52.943	0.000	41.52	61.30	83.11	100.81	115.77
self	95.393	0.000	37.14	46.00	78.38	112.56	128.42
btwm	5.165	0.2708	91.25	75.81	74.42	71.23	89.78
error	65.145	0.000	47.75	45.50	87.25	101.88	120.13

표 3은 7회째 시간치에서 6회째 시간치를 뺀 값에 대한 ANOVA분석을 요약해 놓은 것이다. 앞서 설명했듯이 7회째에서는 숫자가 아닌 영문자가 모니터에 출현한다. 그러므로 피실험자는 기존의 숫자에 익숙해진 상태에서 갑자기 다른 형태의 정보를 대하고 이를 처리하는라 앞서 처리한 시간보다는 더 긴

Table 2. Regression of react self btwn error by level.

Var	regression equation	F	R square
react	-0.762 + 0.348 * level (p=0.366) (p=0.000)	72.142 (p=0.000)	0.313
self	-6.672 + 0.633 * level (p=0.000) (p=0.000)	114.153 (p=0.000)	0.420
btwn	0.318 + 0.023 * level (p=0.216) (p=0.070)	3.320 (p=0.070)	0.021
error	-3.200 + 0.235 * level (p=0.000) (p=0.000)	81.930 (p=0.000)	0.342

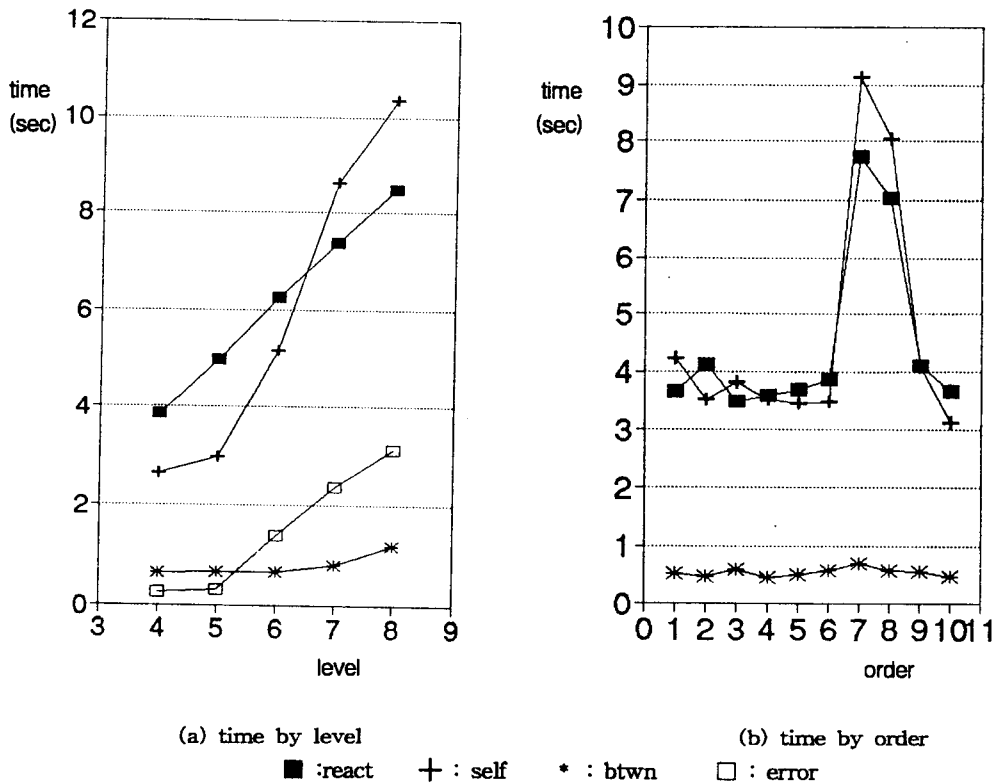


Fig. 1. Times for each level

처리시간이 필요하게 된다. 즉 작업의 형태가 상당히 다른 것으로 전환될 경우 이에 따른 충격을 반영하는 것이 필요한데 이를 잘 반영한 것은 그림 2에서도 보듯이 self임을 알 수 있다. 즉 기존의 반응 시간은 motor skill만을 보여줄 뿐 정보변화에 의한 영향을 제대로 나타내지 못하고 있다. 이러한 관계는 표 4를 보면 더욱 잘 나타난다. 표 4는 8회째 시간치에서 9회째 시간치를 뺀 값에 대한 ANOVA분석을 요약해 놓은 것인데, 이 의미는 작업이 다시 쉬운 상태로 전환되었을 때의 영향력이 self가 더욱 민감하게 반응함을 말해주는 것이다.

표 5는 레벨이 1수준 증가했을 때 이에 따른 시간치들의 증가분에 대한 ANOVA분석을 요약해 놓은 것이다. 이 표에서는 특기할 점이  $\Delta$ react의 평균치들이 유의하지 못하다는 점이다. 이는 꽤나 중요한 점인데 정보충격이 있는 작업에서는 이를 반영하는 것이 단순반응시간이 아니라는 점이다. 즉 우리가 어떤 시스템을 설계할 때 만일에 있을 수 있는 급작스러운 변화를 감안하고자 할 때 중요한 기준이 되

는 것으로 반응시간을 줄 수 없다는 점이다. 시스템을 운영하다보면 사고나 실수 등에 의해서 전혀 다른 정보를 신속히 처리해야하는 압박요소를 감안할 때 중요한 지표는 인지처리시간의 반영이다. 그러므로 단순 반응시간을 염두에 넣고서 시스템을 설계한다면 중대한 재해를 불러 일으킬 수 있다고도 볼 수 있다.

Table 3. K-W 1-way ANOVA of react self btwn in order(7-6) by level

Var	$\chi^2$	Sig. level	mean rank(level 4~8)				
react	15.610	0.004	26.06	31.44	44.38	46.53	54.09
self	26.916	0.000	31.94	21.72	37.19	54.97	56.69
btwn	7.286	0.122	46.97	37.13	34.44	33.28	50.69

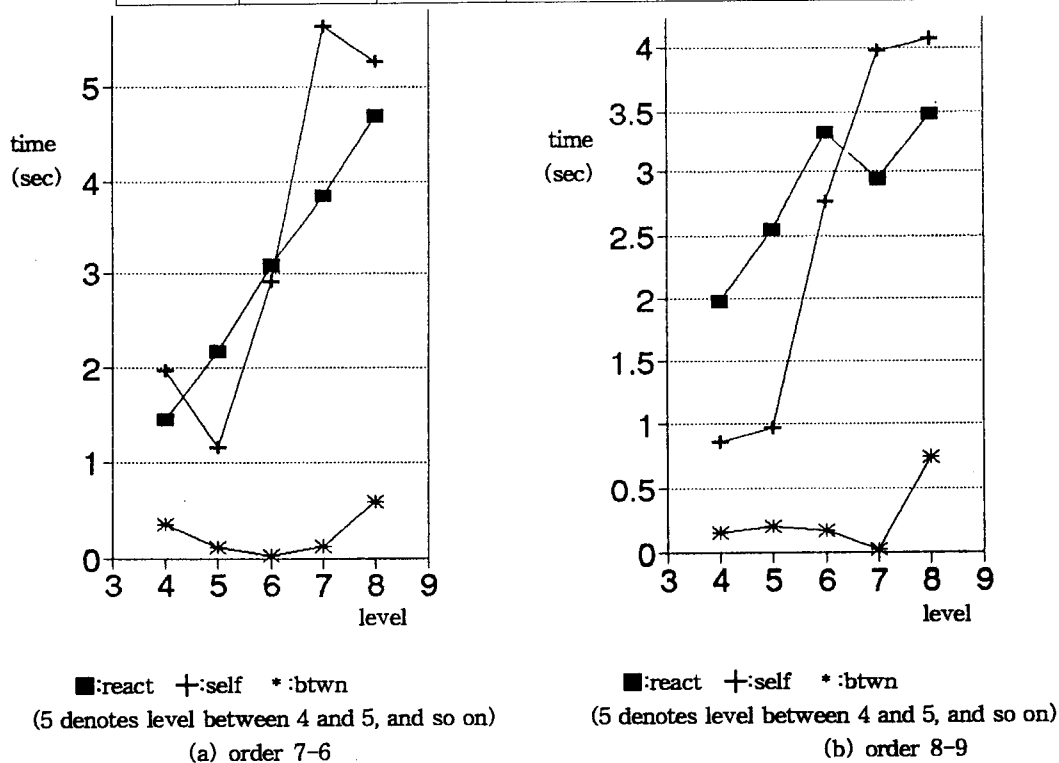


Fig 2. Times between order

Table 4. K-W 1-way ANOVA of react self btwn in order(8-9) by level

Var	$\chi^2$	Sig. level	mean rank(level 4~8)				
react	3.274	0.513	33.16	38.72	42.59	40.53	47.50
self	17.992	0.001	28.50	27.58	43.19	48.06	55.47
btwn	2.720	0.606	39.53	42.09	39.13	34.31	47.44

Table 5. K-W 1-way ANOVA of  $\Delta$ react  $\Delta$ self  $\Delta$ btwn  $\Delta$ error by  $\Delta$ level

Var	$\chi^2$	Sig. level	mean rank			
			(level 5_4,	6_5,	7_6,	8_7)
$\Delta$ react	2.530	0.470	304.92	315.69	336.48	324.90
$\Delta$ self	34.800	0.000	277.66	277.14	365.02	362.17
$\Delta$ btwn	32.042	0.000	251.74	349.72	324.72	355.82
$\Delta$ error	72.495	0.000	216.13	379.25	350.50	336.13

이러한 결과는 기존의 연구(오,이,1994)와 비교할 때 유의수준이 0.280(0.470-0.262)만큼 차이가 난다. 즉 레벨 변화량에 대한 민감도가 더욱 떨어지게 나타나고 있는데 이는 정보 충격이 반응시간의 민감도를 더욱 둔하게 만들었다는 의미이다. 그러므로 정보 충격이 있을 경우 반응시간은 더욱 설명력이 떨어진다고 본다.

그림 3은 레벨 증가에 대한 시간치의 증가량을 나타낸 것이고 그림 4는 실험회수에 대한 시간치의 변화량을 나타낸 것이다. 그림 3을 보면 정보충격이 있을 때 작업의 난이도까지 높아진다면 작업의 수행도가 현저하게 떨어진다는 사실을 알 수 있다. 그러나 이는 self값의 변화에 국한된 것이며 react값은 둔한 증가치를 보이고 있다.

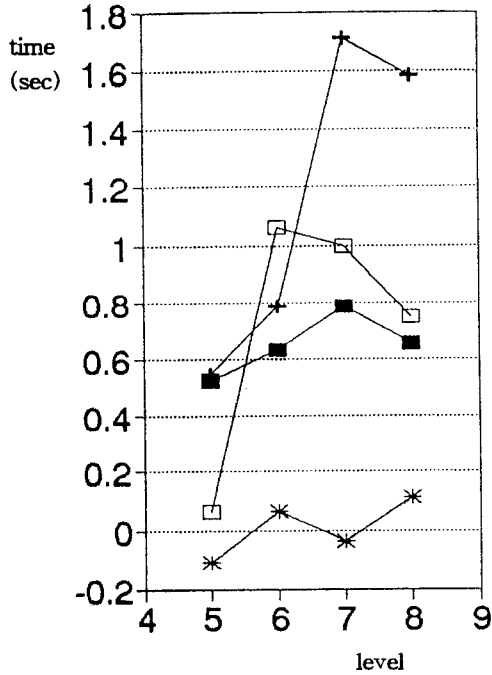
그림 4에서보면 어려운 작업으로 전환되는 시점인 7회제의 시간치를 보면 self가 급격한 변화를 보이고 있음을 알 수 있다. 정보의 처리 용량을 말할 때 반응시간의 역수를 이용하는데 이 경우 작업의 전환으로 인한 충격량을 나타내는 것은 인간의 인지 처리 과정이 더욱 민감하게 나타낸다는 것을 알 수 있다. 또한 정보 형태의 변화로 인한 충격량은 기존 처리시간보다 약 2배 이상이 소요됨을 알 수 있다. 본 실험에서는 정보 충격이 있기전에 이미 학습효과로 인해 시간치가 감소된 경우와 비교한 것이어서 실제로 그 충격량은 더 클 것으로 예상된다. 그리고 정보 충격이 있을 때 이를 어떻게 처리하느냐가 개인적인 책임과 연관된다면 그 정보부하는 기하급수적일 것이다. 본 연구에서는 이를 상세히 밝히지 못했으나 재해와 깊은 관련이 있는 부분이니만큼 향후의 연구가 절실히 요구된다고 본다.

## 5. 결론

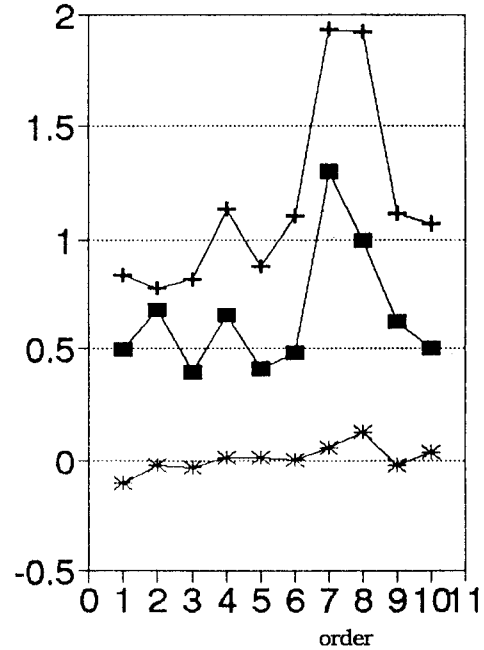
본 연구에서는 제시되는 정보의 형태 변화가 작업수행도에 미치는 영향을 민감하게 나타내는 것이 어떤 시간치인가를 분석해 보았다. 실험의 결과를 보면 정보처리에 관여한 작업은 그 수행도를 반영하는 것이 단순반응시간이 아니고 인지처리 시간임을 알 수 있었다.

이는 motor skill에 의한 작업과는 다른 인간의 정보처리 과정이 내포된 정신작업이므로 향후 여러 가지 수행도를 위한 척도로서 단순 반응시간보다는 인지처리 시간을 사용해야함을 의미한다. 특히 제시되는 정보가 기존의 작업에 사용되던 형태의 정보와는 완전히 다를 때 단순 반응시간으로는 이를 설명하기 곤란함을 밝혔다. 그러므로 정신작업에 관련된 수행도를 알기위한 척도로서 인지처리시간을 사용해야 함을 밝혔다.

정보 형태가 급작스럽게 변화하는 상황은 일반적으로 위급한 상황이다. 모든 사고와 재해는 기존의 익숙했던 작업환경과는 전혀 다른 충격적인 상황이 부과된다. 이러한 경우에 인간의 정보처리는 큰 혼란을 가져오며 만일 이를 어떤 방식으로 처리했느냐에 따른 penalty가 클수록 처리시간과 스트레스는 기하급수적으로 증가할 것이다. 이러한 상황이 일어난다는 확률이 영(零)이 아닌한 반드시 일어나므로 이에 관한 연구가 반드시 후속되어야 할 것이다.



■:react +:self \*:btwn []:error  
 (5 denotes level between 4 and 5, and so on)  
 Fig. 3 Increased time by adjacent level



■:react +:self \*:btwn  
 Fig. 4 Increased time by order

### References

- [1] Card, S. K., and Moran, T. P.(1983), The Psychology of Human-Computer Interaction, NJ., Lawrence Erlbaum Associates.
- [2] Danaher, J. W.(1980), "Human Error in ATC Systems Operation", Human Factors,22, 535~545.
- [3] Dixon, P.(1991), "Learning to Operate Complex Devices: Effects of Conceptual and Operational Similarity", Human Factors, 33, 103~120.
- [4] Fisk, A. D. and Lee, M. D. and Rogers, W. D.(1991), "Recombination of Automatic Processing Components: the Effects of Transfer, Reversal, and Conflict Situation", Human Factors, 33, 267~280.
- [5] Fisk, A. D., and Rogers, W. A.(1990), "The Role of Situational Context in the Development of High-Performance Skills", Human Factors, 30, 703~712.
- [6] Hingendorf, L.(1966), "Information Input and Response time", Ergonomics, 9,31~37.
- [7] Lerner, E. J.(1983), "The Automated Cockpit", IEEE Spectrum, 20.
- [8] Lintern, G.(1991), "An Information Perspective on Skill Transfer in Human-Machine System",

- Human Factors, 33, 251~266.
- [9] Logan G. D. (1988), "Automaticity, Resources, and Memory: Theoretical Controversies and Practical Implications", Human Factors, 30, 583~598.
- [10] Myers, G. L, and Fisk, A. D.(1987), "Application of Automatic and Controlled Processing Theory to Industrial Training: The Value of Consistent Component Training", Human Factors, 29, 255~268.
- [11] Schneider, W. and Fisk, A. D.(1982), "Degree of Consistent Training: Improvements in Search Performance and Automatic Process Development", Perception and Psychophysics, 31, 160~168.
- [12] Shiffrin, R. M. and Schneider, W.(1977), "Control and Automatic Human Information Processing:II. Perceptual Learning, Automatic Attending, and a General Theory", Psychological Review, 84, 127~190.
- [13] Shneiderman, B.(1992), Designing the User Interface : Strategies for Effective Human-Computer Interaction, MA., Addison Wesley.
- [14] Solso, R. L.(1991), Cognitive Psychology, MA., Allyn and Bacon.
- [15] Todd, J. T.(1981), "Visual Information about Moving Objects", Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 7, 795~810.
- [16] Wierwille, W. W. and Eggemeier, F. T.(1993), "Recommendation for Mental Workload Measurement in a Test and Evaluation Environment", Human Factors, 35, 263~281.
- [17] Wilson, G. F., and Eggemeier, F. T.(1991), "Psychological Assessment of Workload in Multitask Environments, In D. L. Damos(Ed.) Multiple Task Performance, London, Taylor & Francis.