

# Human Error Lab



인간공학실험 1 분반

담당교수: 김선욱 교수님

제출자: 1 조

32140236 구인정(조장)

32161520 민경현

32170417 김도형

32170979 김주완

32193430 이재원

제출일: 2021 년 9 월 30 일

# 목차

## I. Introduction

1. 선행 연구
2. 이전 연구와의 차이
3. 이 실험이 왜 중요한가?
4. 가설

## II. Method

1. 피실험자
2. 실험 장비
3. 실험 절차

## III. Results

1. 수집한 데이터
2. 통계적 분석
3. 결과 해석

## IV. Discussion

한계 및 추가 방안

## Reference

# I. Introduction

## 1. 선행 연구

Human Error, 즉 인적 오류란, 오류를 범한 사람이 의도하지 않았지만, 그 행동으로 인하여 일련의 규칙에서 벗어나거나 시스템이 허용 가능한 범위를 넘어서게 된 것을 말한다. 즉, 인적 실수로 인하여 일어난 재해 등을 일컫는 표현이다.

이러한 오류는 많은 요소에 의하여 일어날 수 있는데, 이는 단순한 작업 실수에서부터, 지켜야 할 규칙을 여러 사유로 인하여 (규칙을 따르기 어려운 환경에 처한다던가, 따르기 위하여 갖춰야 할 장비가 미비하던가) 지키지 못하게 되던가, 혹은 어떠한 행동이 그런 상황을 만들 것을 알지 못했기 때문에까지 다양하다. 하지만 대부분의 인적 사고는 예측할 수 있으며, 식별할 수 있고 관리할 수 있다고 사료된다. 대부분의 산업에서는 이러한 사고가 나타날 수 있는 곳을 안전하게 구조화하고 사전 예방을 통하여 이를 방지하려고 한다. 이러한 기업들의 노력을 우리는 Human Error 실험을 통하여 어떠한 방식이 가장 효과적인 사고의 방지 방법인지 알 수 있다.

Human Error 실험은, 인간이 일을 행함에 있어서 필연적으로 나타날 수밖에 없는 실수를 줄이고, 작업에서 정확도와 신뢰도를 높이는 방법을 찾기 위하여 시행되는 실험이다. 이 실험에서는 개인(individual)과 단체(team) 중 어느 형태가 더욱 신뢰도가 높은지, 그중 단체의 경우 직렬형 시스템(serial system)과 병렬형 시스템(parallel system)중 어느 시스템이 신뢰도가 더욱 높은지에 대하여 비교를 한다.

이 중 직렬형 시스템은 구성되어 있는 시스템이 모두 연속적으로 작동하여야 하는 시스템이고, 병렬형 시스템은 구성되어 있는 시스템 중 하나 이상이 작동 가능하다면 작동되는 시스템이다.

## 2. 이전 연구와의 차이

Human Error 실험은 많은 분야에서 이미 사고 예방, 작업자 부상 방지, 장비 고장 방지 등 생산성 저하를 막기 위하여 시행되고 있다.

예를 들어, 비행기를 운영함에 있어서 비행기를 조종하는 사람 또한 인간이기 때문에 사고가 일어날 수 있다. 이를 방지하기 위하여 LOFT, LOSA, 항공안전관리시스템 등을 통하여 인적 오류를 줄이는 방법을 택하고 있다.(강우정. "조종사를 대상으로 한 Human Error 예

방제도에 대한 연구." 한국교통대학교 논문집 48.- (2013): 471-474.) 또한, 화학 공장의 경우 다종의 유해 물질을 다루기 때문에 한 번의 사고가 나면 막대한 인명 사고 및 경제적 손실이 초래된다. 이를 방지하기 위하여 화학 공장에서의 인적 오류를 방지하기 위하여 많은 연구가 이루어졌고, 이를 인지/판단/행동/감성의 네 가지 부분에서의 관리를 통하여 인적 오류를 줄이는 방법을 찾는다.(윤용구,홍성만,and 박범. "Chemical 공장 안전사고의 Human-Error 방지에 대한 연구." 대한안전경영과학회지 6.2 (2004): 1-9.) 두 실험 모두 병렬형 시스템을 이용하여, 각 변수의 통제, 조절 및 관리를 통한 인적 오류를 방지하는 것이 최선의 방법임을 시사하고 있다.

이번 연구에서는 간단한 수학 문제 풀이를 통하여 개인, 직렬, 병렬 시스템의 효율성을 비교해 보려 한다.

### 3. 이 실험이 왜 중요한가?

인간은 불완전한 존재이다.

그렇기 때문에 인간은 누구나 실수를 한다.

산업사회는 인간과 또 다른 인간, 기계, 시스템, 환경과의 관계 등의 인적요인으로부터 발전하는데 인간이 개입된 요인에서 오류를 범하는 것을 인적 오류(Human error)라고 한다.

이에 대해 실험을 하는 것은 인간이 업무를 실행하는 환경과 시스템 안에서 가설을 세우고 신뢰도를 측정, 비교하여 더 나은 방법을 찾음으로써 오류를 줄일 수 있기 때문에 중요하다 할 수 있다.

인간에 의한 산술연산 업무에 대한 실험과 연구를 통하여 개인과 개인, 개인과 팀, 직렬과 병렬 시스템에서 신뢰도를 비교하고, 어떠한 시스템이 가장 효율적이고 신뢰도가 높은지 결과를 도출해 낼 수 있다면 대부분의 업무의 기본이 되는 산술에 대한 인적 오류를 줄일 수 있다.

인적 오류로 인하여 인류에 막대한 피해를 입은 사고들(스리마일섬(TMI) 원전사고, 체르노빌 원전사고, 챌린저호 폭발사고 등)을 비추어 보았을 때 인적 오류를 줄이는 방법을 연구하는 실험은 후에 또 다른 사고를 예방하는 데에 긍정적인 영향을 줄 수 있다.

#### 4. 가설

첫 번째, 다단계 산수 문제에서 팀이 개인보다 문제를 더 많이 맞힐 것이다.

두 번째, Parallel system은 마지막 30초동안 팀원들끼리 상의하고 답안을 결정할 수 있으므로 Serial system보다 문제를 더 많이 맞힐 것이다.

세 번째, 시스템 외의 또 다른 요인들이 결과에 영향을 끼칠 수 있다.

## II. Method

### 1. 피실험자

민경현 (32161520) , 김도형(32170417), 이재원(32193430)



### 2. 실험 장비

실험지, 초시계, 필기구, 카메라

### 3. 실험 절차

ㄱ. (Individual) 3명의 피실험자가 동일한 문제를 300초 동안 각자 풀이한 후 각각 비교한다.

ㄴ. (serial) 피실험자들이 차례로 하나의 문제를 각자 100초 동안 연속으로 풀이한다.

ㄷ. (parallel) 피실험자들이 동일한 문제를 300초 동안 풀이 후 30초 동안 토의한다.

ㄹ. Individual, Serial, Parallel 세가지 문제 풀이 방법, 결과 등을 각각 비교한다.

### III. Results

#### 1. 수집한 데이터

	Individual	Serial	Parallel
풀이 시간	300s	각 100s	300s
토의 시간	-	-	30s
A	1/10	-	-
B	6/10	-	-
C	6/10	-	-
<b>계</b>	<b>13/30</b>	<b>4/10</b>	<b>6/10</b>
<b>평균</b>	<b>4.3/10</b>	-	-

<표1> 1조 실험 결과

	Individual				Serial	Parallel
	A	B	C	avg		
1	1	6	6	4.333333	4	6
2	7	6	7	6.666667	8	9
3	5	4	4	4.333333	4	7
4	8	4	6	6	4	10
5	5	5	6	5.333333	5	9
6	2	1	6	3	3	9
7	7	5	6	6	6	7
8	7	7	4	6	9	9
9	8	7	7	7.333333	8	10

<표 2> 전체 조 실험 결과

이재원 개인

TEST PROBLEMS  
INDIVIDUAL RELIABILITY SHEET

Subject #: A  
# of correct (1 problem): 8/30  
Reliability (1 problem): 26.67%

8644	10735	10735
2081	8950	3780
9167	17685	18465
2385	18553	18286
9303	5833	5888
9385	10386	23362
3066	18688	21114
5121	2428	3254
1979	2114	24368
3348	109382	11440
9484	1778	7248
9309	1448	18389
8231	89100	17088
8674	8988	1282
3585	17088	18330
1059	12055	15527
	3072	5314
	5527	28841
	19316	
	5306	6088
	12	
	7085	5688
	8045	1740
	4888	8888

- 12 -

TEST PROBLEMS  
INDIVIDUAL RELIABILITY SHEET

Subject #: B  
# of correct (1 problem): 4/10  
Reliability (1 problem): 40%

# of correct (3 problem): 26/30  
Reliability (3 problem): 86.67%

8644	10735	10735
2081	8950	3780
9167	17685	18465
2385	18553	18286
9303	5833	5888
9385	10386	23362
3066	18688	21114
5121	2428	3254
1979	2114	24368
3348	109382	11440
9484	1778	7248
9309	1448	18389
8231	89100	17088
8674	8988	1282
3585	17088	18330
1059	12055	15527
	3072	5314
	5527	28841
	19316	
	5306	6088
	12	
	7085	5688
	8045	1740
	4888	8888

- 12 -

<그림1> Individual A 결과지(1/10)

<그림2> Individual B 결과지(6/10)

TEST PROBLEMS  
INDIVIDUAL RELIABILITY SHEET

Subject #: C  
# of correct (1 problem): 19/30  
Reliability (1 problem): 63.33%

# of correct (3 problem): 6/10  
Reliability (3 problem): 60%

8644	10735	10735
2081	8950	3780
9167	17685	18465
2385	18553	18286
9303	5833	5888
9385	10386	23362
3066	18688	21114
5121	2428	3254
1979	2114	24368
3348	109382	11440
9484	1778	7248
9309	1448	18389
8231	89100	17088
8674	8988	1282
3585	17088	18330
1059	12055	15527
	3072	5314
	5527	28841
	19316	
	5306	6088
	12	
	7085	5688
	8045	1740
	4888	8888

- 12 -

TEST PROBLEMS  
SERIAL SYSTEM RELIABILITY

Subject #S: A, B, C  
# of correct: 4/10  
Reliability: 40%

8644	10735	10735
2081	8950	3780
9167	17685	18465
2385	18553	18286
9303	5833	5888
9385	10386	23362
3066	18688	21114
5121	2428	3254
1979	2114	24368
3348	109382	11440
9484	1778	7248
9309	1448	18389
8231	89100	17088
8674	8988	1282
3585	17088	18330
1059	12055	15527
	3072	5314
	5527	28841
	19316	
	5306	6088
	12	
	7085	5688
	8045	1740
	4888	8888

- 14 -

<그림3> Individual 실험 결과지(6/10)

<그림4> Serial 실험 결과지(4/10)

별첨 결과지

TEST ITEMS		
PARALLEL TEST RELIABILITY		
Subject #S : _____	# of correct : _____	Reliability : <u>6/10</u>
5220 - 6241	+ 9310	- 8014 - 015
2248 + 765	+ 6752	+ 5002 21646
7121 - 5582	- 7195	- 8501 380
5639 + 372	+ 3227	- 2816 7612
5121 + 1979	+ 9361	+ 6063 2356
7274 + 5072	- 1254	+ 2916 4408
5506 + 79	+ 2498	+ 7243 1836
1593 - 1106	- 3291	- 8635 6031
3011 - 5726	+ 1103	- 9732 10642
9252 + 7684	- 8756	+ 4202 12397

- 13 -

<그림5> Parallel 실험 결과지(6/10)

## 2. 통계적 분석(SPSS 이용)

### 대응표본 T 검증

대응표본 통계량

		평균	N	표준화 편차	표준오차 평균
대응 1	individual	5.4400	9	1.33899	.44633
	serial	5.6667	9	2.17945	.72648
대응 2	serial	5.6667	9	2.17945	.72648
	parallel	8.4444	9	1.42400	.47467
대응 3	individual	5.4400	9	1.33899	.44633
	parallel	8.4444	9	1.42400	.47467

<그림6> 대응표본 통계량

대응표본 상관계수

		N	상관관계	유의확률
대응 1	individual & serial	9	.797	.010
대응 2	serial & parallel	9	.336	.377



대응 3	individual & parallel	9	.449	.225
------	-----------------------	---	------	------

<그림7> 대응표본 상관계수

#### 대응표본 검정

대응차

유의확률 (양측)

		평균	표준화 편차	표준오차 평균	차이의 95% 신뢰구간		t	자유도	
					하한	상한			
대응 1	individual – serial	-.22667	1.37492	.45831	-1.28352	.83019	-.495	8	.634
대응 2	serial – parallel	-2.77778	2.16667	.72222	-4.44323	-1.11233	-3.846	8	.005
대응 3	individual – parallel	-3.00444	1.45196	.48399	-4.12052	-1.88837	-6.208	8	.000

<그림8> 대응표본 검정

### 3. 결과 해석

대응표본 T 검정결과,

Individual과 Parallel 사이에 유의미한 차이가 있으려면 유의확률이 0.05보다 작아야 한다. 하지만 p-Value가 0.00으로 0.05보다 작다. **따라서, Individual과 Parallel 사이에 유의미한 차이가 있다는 사실을 확인할 수 있다.** 반대로, Individual과 Serial 사이에 p-Value는 0.634로 0.05보다 큰 것을 확인할 수 있다. **따라서, individual과 Serial 사이에는 유의미한 차이가 없다는 사실을 확인할 수 있다. Serial과 parallel 사이에는 p-Value가 0.05로 유의미한 차이가 없다는 사실을 확인할 수 있었다.**

<표1>을 보면 실험 전에 세운 '다단계 문제에서 팀이 개인보다 더 문제를 많이 맞출 것 같다'는 첫번째 가설이 참임을 확인할 수 있었다. 또, 'parallel system이 serial system보다 문제를 더 많이 맞출 것 같다'는 두 번째 가설도 참임을 확인할 수 있었다.

## IV. Discussion

32193430 이재원

한계 및 추가 방안

1) 주변에 방해 요소(필통, 이어폰)가 있었다.

II. Method 실험 사진에서 볼 수 있듯이, 피실험자들이 문제를 푸는 책상 위에 방해 요소(필통, 이어폰)가 있었다. 피실험자들이 문제 풀이에 집중하는 데 어느 정도 영향을 주었는지 모른다. **다음부터는 가능한 모든 방해 요소를 제거하여 깨끗한 환경에서 실험을**

**진행해야 할 것이다. 또한 각 실험마다 동일한 환경을 유지하는 것 또한 중요하다.**

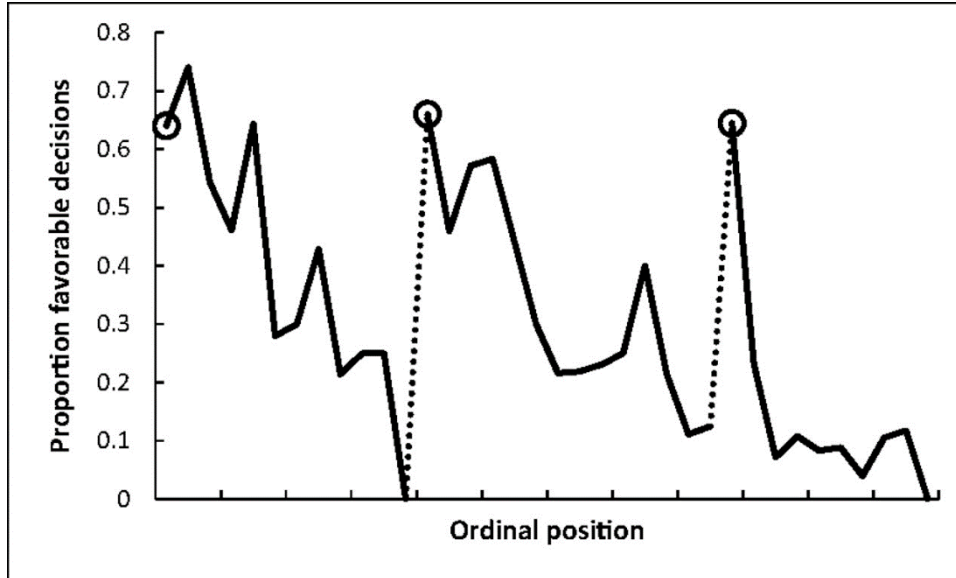
2) 실험지 인쇄상태가 깨끗하지 못하였다.

실험지 인쇄상태가 불분명하여 +와 -를 명확하게 구분하지 못한 피실험자가 있었다. 물론 individual/Serial/Parallel 실험 모두 동일한 프린터기로 비슷한 품질로 실험지를 출력하였기 때문에 각 방식의 점수에 대한 순위 자체에는 영향을 주지 않았을 것으로 추측하지만, 전체 평균 점수를 낮추는 데 영향을 주었을 것이다. **따라서 다음부터는 실험지를 +와-를 명확히 구분할 수 있도록 깔끔하게 출력해야 할 것이다.**

3) 배고픔이 피실험자에게 영향을 미쳤을 가능성이 있다.

Individual, Serial 실험 이후에 점심을 먹고 Parallel 실험을 진행하였다. 따라서, **포만감이 Parallel의 평균점수를 높이는 데 기여했을 가능성이 높다.**

미국 컬럼비아 대학교 Jonathan Levav 교수의 『Extraneous factors in judicial decisions』 논문에는 따르면, 판사의 판결은 포만감에 영향을 받는다. 연구진이 이스라엘 법원의 가석방 요청 판결 1,112건을 분석한 결과, 판사가 처음 출근한 직후 가석방 판결율은 최대 75%까지 올라갔지만, 점심시간이 가까워질수록 판결율을 점점 0%까지 떨어졌다. 중간에 간식을 먹으면 가석방율이 다시 올라가는 경향을 보였다. 식사를 한 직후 가석방 판결율은 식사 전과 비교하여 0%에서 65%로 높았지만, 시간이 지나 다시 배고픔을 느끼기 시작하면 가석방 판결율이 점점 떨어지는 경향을 보였다.



그래프 1. 배고픔과 가석방 판결의 관계

정확한 의사결정을 한다고 여겨지는 판사와 같은 전문가들도 배고픔과 같은 정신적인 피로에 많은 영향을 받는다는 것이 논문의 결론이다. 처음에 언급하였듯이, 이 실험에서 Individual, Serial 실험 이후에 피실험자들은 점심을 먹었다. 배고픔이 Individual, Serial 문제를 푼 점수가 상대적으로 낮게 나오도록, 식사 이후의 피실험자가 느끼는 포만감이 Parallel 문제를 푼 점수가 높게 나오도록 영향을 주었을 가능성이 높다. **다음부터는 실험이 끝날 때마다 간단한 간식을 주어 피실험자가 배고픔이나 포만감을 느끼지 못하도록 한다면 좀 더 정확한 실험 데이터를 얻을 수 있을 것이다.**

#### 4) 추가 실험: 이모티콘이 Human Error에 영향을 미칠까?

필자는 실험지에 이모티콘을 인쇄하여 피실험자에 대한 감정적 넋지가 Human Error에 얼마나 영향을 미칠 수 있는지 추가로 실험할 것을 제안한다.

미국 시카고 대학교의 리처드 탈러와 캐스 선스타인은 <넋지>에서 다음과 같은 실험을 소개한다.

샌마커스의 300여 가구는 지난주에 해당 가구가 사용한 에너지의 양과 다른 가구들의 평균 에너지 소비량을 통보 받았다. 이후 평균 이상의 에너지를 소비하던 가구들은 소비량을 크게 줄였고, 평균 이하만큼 소비하던 가구들은 소비량을 대폭 늘렸다. 후자의 경우를 부메랑 효과(boomerang effect)라 한다. 이를 해결하기 위해 가구 중 절반에게 그들의 에너지 소비량이 너무 많거나 적다는 서술과 함께 자그마한 비언어적 표현이 전달되었다. 자세히 설명하자

면, 평균보다 많이 소비한 가정에는 슬픈 표정의 이모티콘을 보내고, 평균보다 적게 소비한 가정에는 웃는 표정의 이모티콘을 보낸 것이다.



그림 1 웃는/우는 이모티콘

에너지 소비량이 높은 가정의 경우, 슬픈 표정의 이모티콘을 함께 받았을 때 소비량을 더욱 많이 줄인 것으로 나타났다. 더 중요한 것은, 에너지를 평균보다 적게 소비하던 가정의 경우, 웃는 표정의 이모티콘을 받았을 때 부메랑 효과가 완전히 사라졌다는 것이다!

위 사례에서 알 수 있듯, 정보를 주는 메시지가 감정적인 넋지와 결합하면 사람의 행동에 영향을 미칠 수 있다. 더 나아가 사람의 실수를 줄일 수 있을지도 모른다.

각 Human Error 실험지에 웃는/우는 이모티콘을 추가한 집단과 이모티콘 없이 문제만 있는 집단 간의 평균 점수를 비교하였을 때 유의미한 결과를 얻을 수 있는지 추가로 실험할 것을 제안한다. 또한 실험지에 ‘웃는’ 이모티콘 인지 ‘우는’ 이모티콘의 차이가 Human Error에 영향을 미치는지 비교, 분석할 수 있을 것이다.

## Reference

강우정. 『조종사를 대상으로 한 Human Error 예방제도에 대한 연구』 한국교통대학교 논문집 48, 471-474, 2013.

김선욱, <인간 공학 실험 안내서>, 단국대학교 공과대학 산업공학과, 2012.

윤용구, 홍성만, 박범. 『 Chemical 공장 안전사고의 Human-Error 방지에 대한 연구』 대한 안전경영과학회지 6.2, 1-9, 2004.

리처드 탈러, 캐스 선스타인, <넛지: 똑똑한 선택을 이끄는 힘>, 안진환 옮김, 리더스북, 2008.

Human factors : Managing human failures ([hse.gov.uk](http://hse.gov.uk)).

Jonathan Levav, Shai Danziger, Liora Avnaim-Pesso, 『Extraneous factors in judicial decisions 』, Columbia University, Proceedings of the National Academy of Sciences, 2011.