

## VDU작업자의 작업수행도에 대한 퍼지모형 A Fuzzy Model of Human Performance for VDU Workers

서유진\* · 박영만\* · 황승국\* · 神代雅晴\*\*

### ABSTRACT

The widespread use of VDU has improved the efficiency of information transmission between man and machine, but has caused new occupational health and ergonomics problems. In this study, we tried to construct a fuzzy human performance model of VDU workers in Korea. Fuzzy inferences of human performance are obtained from the fuzzy inference rule with the job difficulty, CFF, SACL, Type A. and the degree of concentration in VDU work. Eight healthy female undergraduate students at Kyungnam university for subjects aged 20 to 23 years were examined in this experiment. They calculated continuous addition, subtraction, and multiplication of 1 or 2 digit numbers that were produced randomly on the CRT. Subjects performed two types of a numeric operation, which easy and difficult work produced 400 and 600 problems within a 40 minute work session, respectively. Subjects were tested over two workdays according to the type of work(easy and difficult) consisting of four 40 minutes work sessions in the morning. Each work lasted for five minutes with a ten minutes rest break.

117 fuzzy inference rules were obtained from the experimental data. The value of consequent part was obtained by a descent method. The difference between real human error and estimated value of fuzzy inference was  $1.8075 \pm 1.8591\%$  ( $M \pm SD$ ). The difference in easy and difficult works were  $2.69 \pm 2.13\%$  and  $0.92 \pm 0.93\%$ , respectively.

\* 경남대학교 산업공학과

\*\* 일본 산업의과대학 인간공학교실

## 1. 서 론

많은 연구자들에 의해 과거 20여년동안 VDU(Video Display Unit)작업에 대한 많은 연구가 행해져 왔다. 실제 VDU가 널리 활용함에 따라 그것에 관련되는 건강문제가 크게 대두되게 되었다. 즉, 인간과 기계의 정보 흐름에 관한 효율은 증가되었으나, 그것으로 인한 새로운 산업보건과 인간공학적인 문제가 야기되었다. 일반적으로 VDU작업은 크게 자료입력, 자료탐색, 대화작업등 3가지 형태로 분류할 수 있다. 그 중 자료입력 작업은 단순하고 반복적인 것으로 그 중에서 가장 건강에 나쁜 영향을 미치며, 다른 형태의 작업보다 많은 인간 에너지를 유발시킨다. 단조로운 VDU작업을 수행할 경우 작업자는 이 단조로움으로 인해 작업에 대한 스트레스를 받음으로서, 그 결과 낮은 작업수행도를 보이게 된다. 또한, VDU작업에서 눈의 피로는 작업수행도 상당한 영향을 미치고 있다. 이와같이 VDU작업시 심리·생리적인 요소가 작업수행도에 큰 영향을 미친다.

본 연구에서는 심리·생리적 요소 가운데 작업난이도, CFF(Critical Fusion Frequency), SACL(Stress and Arousal Check List), Type A, 작업에 대한 집중력 등을 이용하여 우리나라에서 VDU작업자의 작업수행도 모형을 개발하는데 중점을 두고 있다. 심리·생리적인 요소에 포함되어 있는 애매함의 정도를 수치적으로 표현하고 처리하게 할 수 있는 퍼지이론을 활용했다. 퍼지이론은 인간작업을 분석함에 있어서 아주 좋은 도구중 하나이다(Evans, G.W., et al., 1986). 인간 수행도에 대한 퍼지추론은 작업난이도, CFF, SACL, Type A, 작업집중도 등의 요소를 이용한 퍼지추론규칙로부터 얻어질 수 있다. 따라서 본 연구에서는 퍼지이론을 중심으로 하여 VDU작업시 인간수행도를 예측하는 퍼지추론모형을 구축하고자 한다.

## 2. 실험방법 및 절차

### (1) 피실험자

경남대학교에 재학중인 8명의 여학생이 피실험자로 선택되었다. 피실험자의 연령은 20세에서 23세였고 모두 건강하고 질병이 없었다.

### (2) 실험절차

본 실험에 들어가기전 피실험자는 실험절차에 대해 상세한 설명을 듣고 실제로 작업을 예비로 익숙할 때까지 시행하게 했다. 작업내용을 간단하게 설명해보면, 피실험자는 컴퓨터상에서 난수를 이용하여 만들어진 1자리 또는 2자리의 숫자를 제시받고 그것을 연속적으로 덧셈, 뺄셈, 곱셈 작업을 한다. 그들은 그 계산결과를 숫자 키보드를 이용하여 입력한다. 결과를 잘못 입력했을 경우에 수정도 가능하지만, 정해진 시간내에 처리해야 하며, 잘못된 입력은 작업중 자동적으로 기록된다. 피실험자는 두 가지 속도로 작업을 하게 되는데 그것은 40분 동안에 400문제(6초/문제) 또는 600문제(4초/문제)를 처리하는 것이다. 본 실험에서는 쉬운 작업, 어려운 작업을 각각 1일씩 2일간 실시했다. 각 실험은 40분간 작업수행후 5분의 측정시간과 10분의 휴식을 갖는다. 이것이 하루 4회 반복된다.

### (3) 측정

인간의 성격을 알아보는 44개의 항목으로 구성된 Type A는 작업전에 1회 측정한다. CFF치, 스트레스와 각성을 알아보기 위한 30개의 항목으로 이뤄진 SACL 및 작업집중도는 하루 5회(작업개시전, 작업후 4회) 측정되었다. 실험실의 온도와 습도는 각각  $25.5 \pm 1.4$ 도,  $52.1 \pm 8\%$ 였다.

### 3. 퍼지추론

입력요소를  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , 출력을  $y$ 로 둔다면 퍼지추론의 추론규칙은 다음과 같이 표현할 수 있다(Araki, S., et. al., 1991).

Rule  $i$  : If  $x_1$  is  $A_{i1}$ , ..., and  $x_m$  is  $A_{im}$ , Then  $y$  is  $w_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) (1)

여기서  $i$ 는 규칙번호 이고,  $A_{i1}, \dots, A_{im}$ 는 전반부의 멤버쉽함수로 각 입력요소의 상태를 의미한다. 그리고  $w_i$ 는 후반부의 상수로 결과치를 나타내고 있다. 전반부의 멤버쉽함수인  $A_{kj}$ 는 식(2) 삼각형으로 가정한다. 이 삼각형을 결정하는 계수는 중앙값  $a_{kj}$ , 왼쪽 폭  $l_{kj}$ , 오른쪽 폭  $r_{kj}$ 이다.

Table 1. Results of the Experiment

Difficult Work								Easy Work							
No	Sub	H.E	St.	Ar.	CFE	TA	Co.	No	Sub	H.E	St.	Ar.	CFE	TA	Co.
1	S1	20.33	11	5	0.93	2	3	1	S1	5.50	12	7	3.65	2	2
	S2	17.83	7	6	5.22	4	2		S2	4.50	8	6	0.00	4	2
	S3	15.33	4	5	0.00	3	3		S3	3.50	5	3	1.78	3	3
	S4	11.83	7	6	6.66	9	3		S4	1.75	9	4	0.00	9	3
	S5	11.50	7	7	0.00	3	5		S5	2.75	7	4	5.06	3	4
	S6	12.17	12	4	2.56	4	3		S6	5.50	7	6	0.00	4	3
	S7	17.67	7	5	0.00	10	4		S7	8.50	7	3	0.00	10	4
	S8	23.17	11	5	0.00	3	3		S8	3.75	7	6	6.45	3	1
2	S1	16.33	17	7	0.00	2	3	2	S1	2.00	4	2	0.93	2	2
	S2	12.83	11	6	0.00	4	3		S2	4.25	6	5	2.09	4	3
	S3	15.17	10	6	7.96	3	4		S3	3.50	4	4	10.62	3	3
	S4	8.67	12	5	12.37	9	2		S4	2.50	6	4	10.49	9	2
	S5	15.83	11	5	2.03	3	5		S5	4.75	5	2	3.03	3	2
	S6	17.67	7	4	7.69	4	2		S6	4.50	7	2	15.38	4	2
	S7	24.33	9	4	7.69	10	3		S7	5.50	9	3	12.82	10	3
	S8	12.00	11	6	9.68	3	2		S8	2.75	6	6	0.00	3	2
3	S1	13.83	14	8	0.93	2	1	3	S1	3.50	7	4	1.83	2	2
	S2	12.50	8	7	3.13	4	3		S2	2.00	4	6	4.16	4	3
	S3	13.83	9	6	7.96	3	4		S3	1.75	3	2	5.31	3	3
	S4	9.17	11	4	19.06	9	2		S4	1.25	7	3	6.66	9	3
	S5	9.83	11	2	1.00	3	3		S5	4.50	3	3	5.06	3	1
	S6	9.83	7	4	12.82	4	2		S6	5.50	7	2	10.26	4	2
	S7	8.67	10	8	10.26	10	3		S7	5.25	9	5	10.26	10	2
	S8	11.33	9	6	3.23	3	2		S8	3.00	5	8	0.00	3	2
4	S1	14.67	4	8	1.83	2	1	4	S1	3.25	9	1	0.93	2	2
	S2	12.33	8	7	3.13	4	3		S2	1.25	4	5	2.09	4	4
	S3	15.00	8	6	8.87	3	4		S3	3.75	3	5	12.40	3	3
	S4	9.33	11	3	7.63	9	2		S4	1.00	3	3	1.91	9	3
	S5	11.33	7	5	4.03	3	4		S5	2.25	5	4	4.03	3	2
	S6	10.83	9	6	0.00	4	2		S6	3.50	10	2	17.95	4	2
	S7	18.83	8	6	15.38	10	3		S7	9.75	7	4	12.82	10	2
	S8	19.66	10	6	3.23	3	1		S8	4.50	4	6	6.45	3	2

\* H.E : Human Error, St. : Stress, Ar : Arousal, TA : Type A, Co. : degree of concentration

$$A_{ki}^k(x) = 1 - \frac{(a_{ki}^k - x_k)}{l_{ki}^k},$$

if  $(a_{ki}^k - l_{ki}^k) \leq x_k \leq a_{ki}^k$

$$1 - \frac{(a_{ki}^k - x_k)}{l_{ki}^k},$$

if  $(a_{ki}^k - l_{ki}^k) \leq x_k \leq a_{ki}^k$

0, otherwise

퍼지추론의 결과인  $y$ 는 식(3), (4)에 의해 구해진다. 전반부 요소에 속하는 정도인 멤버쉽 그레이드를 이용하여 후반부 결과치의 가중평균으로 구해진다.

$$\mu_i = A_{li}^1(x_1) \wedge A_{2i}^2(x_2) \wedge \dots \wedge A_{mi}^m(x_m) \quad (3)$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i \cdot w_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (4)$$

여기서,  $\mu_i$ 는 전반부의 멤버쉽 값이고,  $\wedge$ 는 최소화를 의미한다.

#### 4. 실험결과 및 분석

Table 1은 측정된 실험결과를 나타낸 것이다. 즉 에러율, 스트레스점수, 각성점수, CFF 변화율, Type A점수, 집중도 등을 작업난이도에 따라 보여주고 있다. 인간에러율은 다음과 같이 정의한다.

$$HE = NW_i / NT_i \times 100 \quad (5)$$

여기서  $HE_i$ 는 작업시간  $i$ 에서의 인간에러이고,  $NW_i$ 는 작업시간  $i$ 에서 오답의 갯수,  $NT_i$ 는 작업시간  $i$ 에서 제시된 총문제수이다.

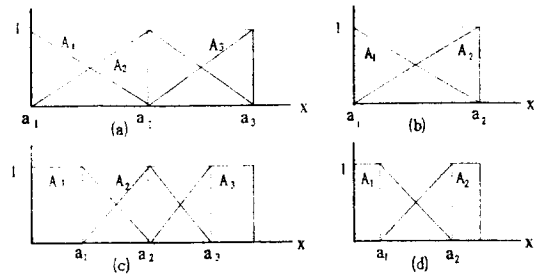


Fig. 1 Membership Functions of Antecedent Part

Table 2. Membership Functions for Input Factors

Factor	Type	Membership Function [center, left spread, right spread]
Stress	(c)	$A_1 : [4, \infty, 2]$ $A_2 : [6, 2, 4]$ $A_3 : [10, 4, \infty]$
Arousal	(d)	$A_1 : [3, \infty, 5]$ $A_2 : [8, 5, \infty]$
CFF	(d)	$A_1 : [5, \infty, 5]$ $A_2 : [10, 5, \infty]$
Type A	(c)	$A_1 : [3, \infty, 3]$ $A_2 : [6, 3, 3]$ $A_3 : [9, 3, \infty]$
Concentration	(a)	$A_1 : [1, 0, 2]$ $A_2 : [3, 2, 2]$ $A_3 : [5, 2, 0]$
Job Difficulty	(b)	$A_1 : [4, 0, 2]$ $A_2 : [6, 2, 0]$

퍼지추론규칙의 전반부에서 사용된 멤버쉽 함수는 Fig. 1과 Table 2에 나타나 있다. 스트레스와 각성은 3단계(낮다, 보통, 높다), 2단계(낮다, 높다)로 구분하였다. 만약 어떤 사람의 스트레스정도를 판단하고자 한다면, 조사를 통해 점수를 확실하게 구하더라도 판정은 애매하게 할 수 밖에 없을 것이다. 그래서 우

Table 3. Fuzzy Inference Rule

Rule No.	Antecedent Part	Cons. Part*	Rule No.	Antecedent Part	Cons. Part*	Rule No.	Antecedent Part	Cons. Part*
2	(1 1 1 1 1 2)	3.72	99	(2 1 2 2 2 1)	14.25	160	(3 1 1 3 2 2)	3.00
3	(1 1 1 1 2 1)	15.33	100	(2 1 2 2 2 2)	5.00	161	(3 1 1 3 3 1)	17.67
4	(1 1 1 1 2 2)	2.62	104	(2 1 2 3 1 2)	5.95	162	(3 1 1 3 3 2)	8.50
6	(1 1 1 1 3 2)	1.25	105	(2 1 2 3 2 1)	17.86	163	(3 1 2 1 1 1)	13.25
10	(1 1 1 2 2 2)	1.63	106	(2 1 2 3 2 2)	5.04	164	(3 1 2 1 1 2)	4.15
12	(1 1 1 2 3 2)	1.25	109	(2 2 1 1 1 1)	14.99	165	(3 1 2 1 2 1)	14.06
16	(1 1 1 3 2 2)	1.00	110	(2 2 1 1 1 2)	3.41	166	(3 1 2 1 2 2)	4.25
20	(1 1 2 1 1 2)	4.50	111	(2 2 1 1 2 1)	13.58	167	(3 1 2 1 3 1)	14.67
22	(1 1 2 1 2 2)	3.76	112	(2 2 1 1 2 2)	3.81	169	(3 1 2 2 1 1)	14.25
37	(1 2 1 1 1 1)	14.67	113	(2 2 1 1 3 1)	12.30	170	(3 1 2 2 1 2)	4.40
38	(1 2 1 1 1 2)	3.50	114	(2 2 1 1 3 2)	2.75	171	(3 1 2 2 2 1)	14.25
39	(1 2 1 1 2 1)	15.33	115	(2 2 1 2 1 1)	15.56	172	(3 1 2 2 2 2)	4.40
40	(1 2 1 1 2 2)	2.68	116	(2 2 1 2 1 2)	4.50	175	(3 1 2 3 1 1)	9.06
42	(1 2 1 1 3 2)	1.25	117	(2 2 1 2 2 1)	14.11	176	(3 1 2 3 1 2)	6.75
46	(1 2 1 2 2 2)	1.63	118	(2 2 1 2 2 2)	4.75	177	(3 1 2 3 2 1)	13.83
48	(1 2 1 2 3 2)	1.25	123	(2 2 1 3 2 1)	15.86	178	(3 1 2 3 2 2)	5.43
56	(1 2 2 1 1 2)	4.50	124	(2 2 1 3 2 2)	1.75	181	(3 2 1 1 1 1)	14.65
58	(1 2 2 1 2 2)	3.94	125	(2 2 1 3 3 1)	17.67	182	(3 2 1 1 1 2)	4.58
73	(2 1 1 1 1 1)	15.30	127	(2 2 2 1 1 1)	14.25	183	(3 2 1 1 2 1)	14.68
74	(2 1 1 1 1 2)	3.55	128	(2 2 2 1 1 2)	3.75	184	(3 2 1 1 2 2)	4.62
75	(2 1 1 1 2 1)	13.99	129	(2 2 2 1 2 1)	14.48	185	(3 2 1 1 3 1)	14.04
76	(2 1 1 1 2 2)	3.70	131	(2 2 2 1 3 1)	14.61	186	(3 2 1 1 3 2)	2.75
77	(2 1 1 1 3 1)	12.60	133	(2 2 2 2 1 1)	14.25	187	(3 2 1 2 1 1)	14.81
78	(2 1 1 1 3 2)	2.75	135	(2 2 2 2 2 1)	14.25	188	(3 2 1 2 1 2)	4.50
79	(2 1 1 2 1 1)	15.86	140	(2 2 2 3 1 2)	5.79	189	(3 2 1 2 2 1)	13.41
80	(2 1 1 2 1 2)	4.50	141	(2 2 2 3 2 1)	17.64	190	(3 2 1 2 2 2)	4.93
81	(2 1 1 2 2 1)	14.82	142	(2 2 2 3 2 2)	5.79	195	(3 2 1 3 2 1)	17.49
82	(2 1 1 2 2 2)	4.75	145	(3 1 1 1 1 1)	15.06	196	(3 2 1 3 2 2)	1.75
87	(2 1 1 3 2 1)	17.09	146	(3 1 1 1 1 2)	3.96	197	(3 2 1 3 3 1)	17.67
88	(2 1 1 3 2 2)	3.89	147	(3 1 1 1 2 1)	14.43	199	(3 2 2 1 1 1)	13.00
89	(2 1 1 3 3 1)	17.67	148	(3 1 1 1 2 2)	4.03	200	(3 2 2 1 1 2)	3.75
90	(2 1 1 3 3 2)	8.50	149	(3 1 1 1 3 1)	14.27	201	(3 2 2 1 2 1)	14.04
91	(2 1 2 1 1 1)	14.25	150	(3 1 1 1 3 2)	2.75	203	(3 2 2 1 3 1)	14.67
92	(2 1 2 1 1 2)	4.72	151	(3 1 1 2 1 1)	14.98	205	(3 2 2 2 1 1)	14.25
93	(2 1 2 1 2 1)	14.37	152	(3 1 1 2 1 2)	4.50	207	(3 2 2 2 2 1)	14.25
94	(2 1 2 1 2 2)	5.00	153	(3 1 1 2 2 1)	13.57	211	(3 2 2 3 1 1)	8.84
95	(2 1 2 1 3 1)	14.55	154	(3 1 1 2 2 2)	4.93	212	(3 2 2 3 1 2)	6.75
97	(2 1 2 2 1 1)	14.25	157	(3 1 1 3 1 1)	9.33	213	(3 2 2 3 2 1)	12.24
98	(2 1 2 2 1 2)	5.00	159	(3 1 1 3 2 1)	16.04	214	(3 2 2 3 2 2)	6.75

\* Cons. Part : Consequent Part

리는 그 점수가 4점 정도이하일 경우는 스트레스가 낮다, 6점정도이면 보통이다, 10점정도 이상이면 높다라고 판단하는 멤버쉽함수로 정의했다. 각성의 경우는 3점과 8점정도를 낮다와 높다로 구분했다. CFF는 적은 변화(5%정도 이하)와 많은 변화(10%정도 이상)로 구분했고, 집중도는 높다, 보통, 낮다의 3단계로 구분했다. 작업난이도는 쉽다(6초/문제), 어렵다(4초/문제)로 구분했다. Fig. 1에서는 각 요인에 대한 구분이 4가지 형태의 멤버쉽함수로 표현하고 있다. 각 요인들에 대한 이러한 구분을 통해 만들어질 수 있는 퍼지추론 규칙은 총 216개( $=3 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 \times 2$ )이다.

실험결과자료를 이용하여 생성된 퍼지추론 규칙은 Table 3에 요약되어 있다. Table 3에서 총 117개의 규칙을 보여주고 있는데 전체 216개중 나머지 99개 규칙은 전반부에 속하는 실험자료가 없어서 생성되지 못했기 때문이다. Table 3의 전반부 숫자는 6개요소(스트레스, 각성, CFF, Type A, 집중도, 작업난이도)의 구분번호를 각각 나타낸다. 예를 들면, 규칙 2의 1번째 수치 1은 스트레스의 첫번째 멤버쉽함수 즉, 낮은 스트레스를 의미한다. 6번째 수치 2는 어려운 작업의 의미를 갖는다. 인간수행도모형을 만들기 위해서 후반부의 결과치를 결정해야 한다. 그 초기치로서 각 실험결과들이 각 추론규칙에 속하는 정도를 이용하여 그 상황의 인간에러의 가중평균값을 이용했다. 그 후 그 값을 이용한 예측치와 실제치와의 차이를 최소화하기 위해 하강법(descend method)을 이용했다. Table 4, Fig. 2와 Fig. 3은 실제 실험결과와 추정된 인간에러와의 비교를 보여주고 있다. 전체에 대한 차이는  $1.8075\% \pm 1.8591(M \pm SD)$ 였고 쉬운작업에 대해서는  $2.6941\% \pm 2.1282$ , 어려운 작업에 대해서는  $0.9209\% \pm 0.9339$ 였다.

Fig. 2와 Fig. 3에서 보는 바와 같이 실제값과 추정값의 차이는 쉬운작업보다 어려운 작업에서 크게 나타났다. 이것은 어려운 작업에서 인간에러가 쉬운작업보다 더 큰 변화를 보이기 때문으로 사료된다.

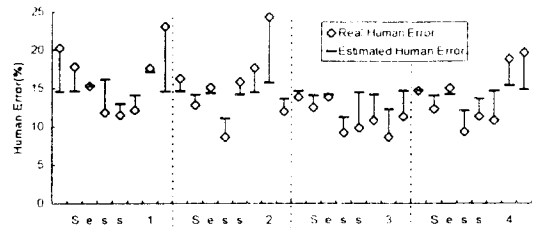


Fig. 2 Comparison of Real Human Error and Estimated Value(Difficult Work)

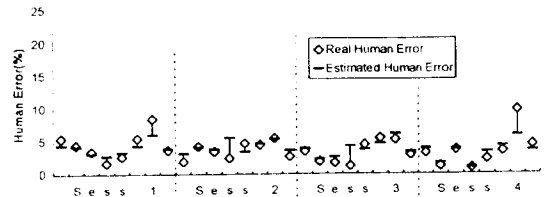


Fig. 3 Comparison of Real Human Error and Estimated Value(Easy Work)

Table 4. Comparison of real and estimated human error(Unit : %)

Difficult Work					Easy Work				
No	Sub	Real	Esti.	Diff.	No	Sub	Real	Esiti.	Diff.
1	S1	20.33	14.53	5.80	1	S1	5.50	4.43	1.07
	S2	17.83	14.61	3.22		S2	4.50	4.27	0.23
	S3	15.33	15.33	0.00		S3	3.50	3.16	0.34
	S4	11.83	16.16	4.33		S4	1.75	2.80	1.05
	S5	11.50	12.94	1.44		S5	2.75	3.35	0.60
	S6	12.17	14.11	1.94		S6	5.50	4.34	1.16
	S7	17.67	17.15	0.52		S7	8.50	6.05	2.45
	S8	23.17	14.53	8.64		S8	3.75	3.89	0.14
2	S1	16.33	14.63	1.70	2	S1	2.00	3.17	1.17
	S2	12.83	14.14	1.31		S2	4.25	4.15	0.10
	S3	15.17	14.36	0.81		S3	3.50	3.80	0.30
	S4	8.67	11.04	2.37		S4	2.50	5.58	3.08
	S5	15.83	14.18	1.65		S5	4.75	3.40	1.35
	S6	17.67	14.40	3.27		S6	4.50	4.68	0.18
	S7	24.33	15.75	8.58		S7	5.50	5.33	0.17
	S8	12.00	13.48	1.58		S8	2.75	3.62	0.87
3	S1	13.83	14.65	0.82	3	S1	3.50	3.87	0.37
	S2	12.50	14.05	1.55		S2	2.00	2.24	0.24
	S3	13.83	14.15	0.32		S3	1.75	2.62	0.87
	S4	9.17	11.18	2.01		S4	1.25	4.25	3.00
	S5	9.83	14.43	4.60		S5	4.50	3.72	0.78
	S6	10.83	14.14	3.31		S6	5.50	4.68	0.82
	S7	8.67	12.24	3.57		S7	5.25	6.12	0.87
	S8	11.33	14.62	3.29		S8	3.00	3.35	0.35
4	S1	14.67	14.67	0.00	4	S1	3.25	3.87	0.62
	S2	12.33	14.05	1.72		S2	1.25	1.73	0.48
	S3	15.00	14.20	0.80		S3	3.75	3.83	0.08
	S4	9.33	12.05	2.72		S4	1.00	1.00	0.00
	S5	11.33	13.57	2.24		S5	2.25	3.38	1.13
	S6	10.83	14.60	3.77		S6	3.50	4.28	0.78
	S7	18.83	15.34	3.49		S7	9.75	5.89	3.86
	S8	19.66	14.82	4.84		S8	4.50	3.54	0.96

## 5. 결 론

Williges(Williges, R.C. et al., 1982)는 컴퓨터 자료입력에서의 인간작업자에 대한 통계적모형(회귀식)을 개발했다. 많은 연구자들이 인간수행도에 대한 모형들을 연구해 왔지만 현재의 상태로 보아서 VDU작업의 문제에 많은 것을 제시하지는 못한것처럼 보인다. 만약 좀 더 나은 인간수행도모형을 개발하고자 한다면, 그것의 요인으로 생리적인 요소뿐 아니라 스트레스, 각성, 성격등 주관적이고 정성적인 요소를 포함시켜야 한다. 그러므로 퍼지이론을 이용한 퍼지인간수행도모형이 이 분야에서 좀 더 적합하다고 생각된다. 그래서, 본 연구에서는 퍼지추론규칙을 이용한 작업수행도모형을 개발했다. 그리고 퍼지 회귀분석모형으로 역시 인간수행도모형을 만들수 있으나, 본 실험에서는 추정치와 실제치의 차이 비교에서 퍼지추론모형의 결과가 좀 더 나은 결과를 보여주었다. 본 연구에서는 심리·생리적인 요소를 모두 포함시키지 못하고 그 중 측정가능하고 중요하다고 생각되는 6개 요소만 고려했다. 앞으로의 연구에서 좀 더 많은 요인을 포함시킨 인간수행도 모형 구축에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

## REFERENCE

- Araki, S., Nomura, H., Hayashi, I., and Wakami, N., 1991, A Self-generating Method of Fuzzy Inference Rules, Proc. of 4th IFES, 1047-1058.
- Benz, C., 1983, Designing VDU Workplaces, Verlag TUV Rheinland, 21-110.
- Grandjean, E., 1984, Ergonomics and Health in Modern Offices, Taylor & Francis, 240-247.

- Evans, G.W. and Karwowski, W., 1986, A Perspective on Mathematical Modeling in Human Factors, Application of Fuzzy Set Theory in Human Factors, Elsevier, 3-27.
- Marek, T. and Noworol, C., 1987, Cumulative Fatigue Symptoms of Dialogue and Data Entry VDU Operators, Social, Ergonomics and Stress Aspects of Work with Computers, Elsevier, 255-262.
- Sanchez, E., 1976, Resolution of Composition Fuzzy Relation Equation, Information Control, 30, 38-48.
- Williges, R.C. and Williges, B.H., 1982, Modeling the Human Operator in Computer-Based Data Entry, Human Factors, 24, 285-299.