

# 퍼지척도 퍼지적분을 이용한 휴먼 인터페이스의 평가

## Evaluation of Human Interface using Fuzzy Measures and Fuzzy Integrals

손 영선

동명정보대학교 정보공학부

Yongsun Sohn

Tongmyong University of Information Technology

Department of Information / Communications Engineering

### ABSTRACT

This paper proposes a method to select essential elements in a human evaluation model using the Choquet integral based on fuzzy measures and applies the model to the evaluation of human interface. Three kinds of concepts, *Increment Degree*, *average of Increment Degree*, *Necessity coefficient*, are defined. The proposed method selects essential elements by the use of the *Relative Necessity coefficient*.

The proposed method is applied to the analysis of human interface. In the experiment, (1)a warning sound, (2)a color vision, (3)the size of working area, (4)a response of confirmation, are considered as human interface elements. Subjects answer the questionnaire after the experiment. From the data of questionnaire, fuzzy measures are identified and are applied to the proposed model. Effectiveness of the proposed model is confirmed by the comparison of human interface elements extracted from the proposed model and those from the questionnaire.

### 1. 서론

최근, 시스템의 고성능화에 의하여 우리는 어려운 작업을 보다 정확하고, 안전하게 그리고 즐겁게 행할 수 있게 되었다[1]. 그 반면, 그 시스템을 조작하기 위해서 전문적인 기능 및 지식이 필요하게 되었다[2]. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 인간과 기계와의 접점으로서의 휴먼 인터페이스의 중요성이 재인식되어지고 있다. 인터페이스는 사용자가 사용하기 편리하도록 설계하는 것이 바람직하나, 설계되어진 인터페이스가 사용자에게 반드시 사용하기 편리하다고는 할 수 없기 때문에, 인터페이스의 평가는 필요하다.

한편, 퍼지척도/적분[3-5]을 인간의 주관적 평가의 모델에 응용한 연구도 있다[6-11]. 그 중에는 퍼지척도/적분 평가모델을 휴먼 인터페이스의 주관적 평가에 응용한 예도 있다[10]. 본 논문에서는 퍼지척도와 쇼케적분을 이용한 평

가모델을 응용하여 시각요소와 청각요소의 결합에 의해 구성되어진 인터페이스를 설계할 때 어느 요소의 조합으로서 설계하면 좋을가 하는 설계지침을 제공한다. 그때 2 개 이상의 요소의 퍼지척도를 고려하면서 그것들의 요소가 인터페이스의 설계에 필요한지의 여부를 생각한다.

### 2. 요소의 선택

어떤 평가대상이  $n$  개의 요소  $x_1, x_2, \dots, x_n$  의 평가의 종합평가로서 평가되어진다고 한다. 여기서  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 라고 한다.  $n$  개의 요소  $x_1, x_2, \dots, x_n$  이 몇 개 모여진 요소로서  $A_i (i = 1, 2, \dots, 2^n - 2)$ 를 1 개 고정한다. 즉,  $A_i \in P(X)$  이다. 단,  $A_i$ 는 공집합  $\emptyset$ 도 아니고 전체

집합  $X$ 도 아니라고 한다.  $A_i \subsetneq B_m, B_m \in P(X)$

되는  $B_m$  을 생각한다. 그리고  $B_m \cup A_j, A_k \cap A_i$

$= \emptyset (k \neq j)$ 로 한다. 그때  $B_m$  을 결합요소,  $A_j$  를  $B_m$  의 구성요소라고 하자. 다음으로, 차집합  $B_m - A_i$  을 서로 소로 분할하는 집합을 선택한다.

그 1 조를  $A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i$  로 한다.

$B_m(\supset A_i)$ 에 대한  $A_i$  의  $MAXV$  및  $MINV$  를 다음과 같이 정의한다.

$$MAXV(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) = g(A_i) + g(A_1(m)_i) + g(A_2(m)_i) + \otimes + g(A_j(m)_i) - \min\{g(A_i), g(A_1(m)_i), g(A_2(m)_i), \otimes, g(A_j(m)_i)\}$$

$$MINV(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) = g(A_i) + g(A_1(m)_i) + g(A_2(m)_i) + \otimes + g(A_j(m)_i) - \max\{g(A_i), g(A_1(m)_i), g(A_2(m)_i), \otimes, g(A_j(m)_i)\}$$

여기서  $MAXV, MINV$  를 생각하는 것은 이하의 이유 때문이다. 어떤 데이터에 이상치 또는 멀리 떨어진 값이 포함되어져 있으면, 그 데이터의 평균치는 그 이상치 또는 멀리 떨어진 값에 끌려 간다[13]. 이와 같은 이상치 또는 멀리 떨어진 값에 대하여 강한 성질을 저항성이 높다고 말한다[14]. 여기서는 보다 높은 저항성을 얻기 위해  $MAXV$  에서는 최소치를,  $MINV$  에서는 최대치를 뺀다.  $MAXV, MINV$  를 사용하여  $A_i$  의  $MAXV$  로부터  $B_m$  의 퍼지척도의 상대적 증가의 비  $LR$ (Low Rate),  $A_i$  의  $MINV$  로부터  $B_m$  의 퍼지척도의 상대적 증가의 비  $HR$ (High Rate)을 다음과 같이 정의한다.

$$LR(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) = \frac{g(B_m - MAXV(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i))}{MAXV(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i)} \quad (1)$$

$$HR(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) =$$

$$\frac{g(B_m - MINV(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i))}{MINV(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i)} \quad (2)$$

단,  $MAXV = 0, MINV = 0$  의 경우에는  $LR = HR = -1$  로 하고,  $MINV = 0$  의 경우에는 고려하지 않는 것으로 한다.  $A_i$  의 퍼지척도로부터  $B_m$  의 퍼지척도까지의 상대적인 차를 증가도(Increment Degree)로서 다음과 같이 정의 한다.

$$ID(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) = LR(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) + HR(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) \quad (3)$$

$ID(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i)$  는  $A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i$  의 선택 방법에 의존하고 선택되어진  $A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i$  의 개수만큼 얻어진다.

정규화 되어진  $ID$  를 Normalized Increment Degree(NID)라 하고, 다음과 같이 정의한다.

$$NID(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{1 + ID(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i)} \\ \text{for } ID(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) \geq 0 \\ ID(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) / 2 \\ \text{for } ID(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i) < 0 \end{cases} \quad (4)$$

정규화에 의해  $ID(A_i, A_1(m)_i, A_2(m)_i, \otimes, A_j(m)_i)$

$$\in (-2, \infty) \rightarrow NID(A_i, A_{1(m)_i}, A_{2(m)_i}, \otimes, A_{j(m)_i}) \in (-1, 1)$$

로 된다. 구성요소  $A_i (i = 1, 2, \dots, 2^n - 2)$ 의  $NID$ 의 평균치( $ANID$ : Average Normalized Increment Degree)를 다음과 같이 정의한다.

$$ANID(A_i) =$$

$$\frac{\sum_{A_i \subset B_m \subset X} \sum_{B_m = \cup_j A_j} \{NID(A_i, A_{1(m)_i}, A_{2(m)_i}, \otimes, A_{j(m)_i})\}^3}{l} \quad (5)$$

여기서  $l$ 은 차집합  $B_m - A_i$ 를 서로 소로 분할하는 집합 조들의 총합이다. 또,  $B_m \cup_j A_j$ 에 대한 합은  $B_m \cup_j A_j$ ,  $A_j \cap A_k = \emptyset (k \neq j)$ 인  $A_i, A_{1(m)_i}, A_{2(m)_i}, \otimes, A_{j(m)_i}$ 의 조에 대한 총합을 의미한다.

$ANID(A_i)$ 가 크면,  $A_i$ 의 퍼지척도에 대한  $A_i$ 를 구성요소로 하는 결합요소  $B_m$ 의 퍼지척도의 우가법성의 여유도가 크다고 해석할 수 있다. 그러나, 퍼지척도는 평가에 있어서 요소의 중요도[4]라고 해석할 수 있기 때문에 우가법성의 여유도가 크지 않더라도 퍼지척도가 큰 요소에도 주목하자는 것으로서, 퍼지척도와  $ANID$ 를 고려하여, 요소  $A_i (i = 1, 2, \dots, 2^n - 2)$ 의 필요계수( $NC$ : Necessity Coefficient)를 다음과 같이 정의한다.

$$NC(A_i) = g(A_i) \times ANID(A_i) \quad (6)$$

$A_i$ 에 포함되는 요소의 수가 같은  $A_i$ 의 필요계수의 상대적인 크기를 나타내는 상대적 필요계수( $RNC$ : Relative Necessity Coefficient)를 다음과 같이 정의 하고, 이것의 크기에 의하여 요소의 필요성을 검토한다.

$$RNC(A_i) = \frac{NC(A_i)}{NC(avr)} \quad (7)$$

여기서  $NC(avr)$ 은  $A_i$ 에 포함되는 요소의 수가 같은  $NC$  값의 평균치로서 다음과 같다.

$$NC(avr) = \frac{\sum_{i=1}^r NC(A_i)}{r} \quad (8)$$

여기서  $r$ 은  $A_i$ 에 포함되는 요소의 수가 같은  $A_i$ 의 전체수이다.  $RNC$ 의 크기에 의해 평가 요소의 필요성이 검토되어진다.

### 3. 인터페이스 평가를 위한 실험

#### 3.1 작업 내용

그림 1에 나타난 것처럼 모니터 화면상에 사용자가 복수의 작업을 동시에 행하는 작업을 생각한다. 첫번째의 작업은 (1)의 부분에 표시되어져 있는 25개의 색(12종류)을 (2)의 부분에 똑같이 복사하는 작업이다. (2)의 부분에 복사하는 색은 (3)의 팔레트로부터 선택한다. 2번째의 작업은 (6), (7)에 표시되어져 있는 다이얼의 바늘이 적색영역에 들어가지 않도록 (8), (9)의 레버를 움직여서 다이얼의 바늘을 조작하는 작업이다. 다이얼은 4개의 영역으로 나뉘어져 있다. 다이얼의 중앙상부의 녹색영역에서는 바늘이 랜덤하게 좌우로 움직인다. 바늘이 황색영역, 분홍색영역에 들어가면 다이얼의 바늘은 랜덤하게 한쪽 방향으로만 움직인다. (6), (7)에 표시되어져 있는 다이얼의 바늘이 적색영역에 들어가지 않도록 조작하면서 주어진 조건하에서 가능한 한 짧은 시간에 (1)의 부분에 배분되어져 있는 25개의 색을 (2)의 부분에 같도록 복사하는 작업이다.

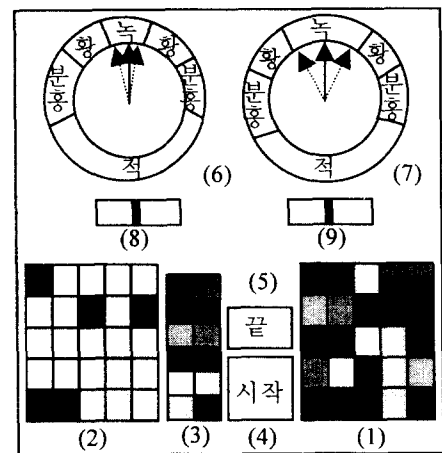


그림 1. 작업 인터페이스의 화면

#### 3.2 피험자 실험

이 실험에서 준비한 인터페이스는 다음과 같

은 요소로서 구성되어져 있다.

- (1) 경고음(음) : 다이얼의 바늘이 분홍색영역에 들어가면 ‘삐-’의 경고음이 발생하는지의 여부
- (2) 색의 구별(색) : 팔레트 좌측의 색은 구별하기 쉽게 고정되어 있고, 팔레트 우측의 색이 구별하기 쉬운가의 여부
- (3) 작업화면의 크기(A/R) : (1), (2)의 부분이 크게 제공될까 의 여부
- (4) 정확성의 확인(×표시) : (1)의 부분의 같은 색을 전부 (2)의 부분에 복사하면 팔레트의 해당 색 부분에 ‘×’표시가 제공되어질까 의 여부. ‘×’표시가 제공되는 경우는 다음부터 그 색을 선택할 필요가 없음을 의미.

그림 1에서 (4)의 ‘시작’버튼을 누르면, (6), (7)의 바늘이 랜덤으로 움직이고 (1)의 부분에 랜덤하게 분포된 색이 나타난다. 동시에 ‘시작’버튼은 ‘디스플레이’ 버튼으로 변한다. (1)의 부분은 ‘시작’버튼을 누르면 10 초간 보이지만 10 초를 초과하면 보이지 않는다. 그 후에 ‘디스플레이’ 버튼을 누르면 10 초간 보여진다. 그러나, ‘시작’버튼 1 회분, ‘디스플레이’ 버튼 2 회분의 합계 30 초만 볼 수 있다. 그래서 (1)의 부분을 보면서 또는 기억하여서 (2)의 부분에 복사해야 한다. (5)의 ‘끝’ 버튼은 (2)의 부분에 복사가 끝났을 때 누르면 작업종료가 된다. 이와 같이 4 개의 요소를 각각 조합하여 16 종류의 인터페이스를 준비하여 피험자 실험을 행한다. 실험은 6 회의 연습 후, 한 사람이 16 종류의 인터페이스를 각각 1 회씩 사용하여 16 회의 실험을 행한다. 각 인터페이스를 사용한 실험이 끝남과 동시에 평가에 대한 양케이트 조사를 행한다. 또 16 회의 실험종료 후, 요소의 중요도에 대한 양케이트 조사를 행한다.

### 3.3 해석결과 및 고찰

피험자는 대학생으로서 남자 6 명, 여자 3 명이다. 각 요소의 평가치 및 각 인터페이스의 종합 평가치를 다음과 같이 [0,1]의 수치로 정규화 한다.

$$+7 \rightarrow 1, +6 \rightarrow \frac{5}{6}, +5 \rightarrow \frac{2}{3}, 4 \rightarrow \frac{1}{2}, 3 \rightarrow \frac{1}{3},$$

$$+2 \rightarrow \frac{1}{6}, 1 \rightarrow 0$$

평가에 대한 양케이트로부터 얻어진 데이터를 이용하여 퍼지척도를 동정한다[6,9]. 표 1의 RNC 에 해석결과를 나타낸다. 표 1의 RNC 로부터 다음을 알 수 있다.

- (1) 인터페이스를 평가할 때 구성요소를 1 개로 한정할 경우, 피험자는 (음), (×표시)를 필요요소로 하고 있다.

- (2) 인터페이스를 평가할 때 구성요소를 2 개로 한정할 경우, 피험자는 (음, ×표시), (색, ×표시)를 필요요소로 하고 있다.
  - (3) 인터페이스를 평가할 때 구성요소를 3 개로 한정할 경우, 피험자는 (음, A/R, ×표시), (음, 색, ×표시)를 필요요소로 하고 있다.
- 요소의 중요도에 대한 양케이트로부터 얻어진 결과를 표 2 에 나타낸다. 표 1 과 표 2 를 비교하면 다음의 것을 알 수 있다. 구성요소의 수를 한정하여 인터페이스를 평가할 때 피험자의 양케이트 결과와 본 논문에서 제안한 방법에 의한 해석결과의 각각 상위의 인터페이스 요소의 그룹이 일치한다.

표 1 인터페이스 평가에 적용시킨 결과

| CBE  | g(.)   | ANID   | RNC    | 순위  |
|------|--------|--------|--------|-----|
| 0    | 0.0    |        |        |     |
| 1    | 0.2484 | 0.3275 | 1.1826 | 2nd |
| 2    | 0.0495 | 0.5973 | 0.4299 | 4th |
| 3    | 0.2024 | 0.3124 | 0.9192 | 3rd |
| 4    | 0.2238 | 0.4513 | 1.4684 | 1st |
| 12   | 0.5898 | 0.3297 | 0.9666 | 3rd |
| 13   | 0.2564 | 0.5714 | 0.7283 | 5th |
| 14   | 0.6415 | 0.5178 | 1.6511 | 1st |
| 23   | 0.2690 | 0.4176 | 0.5583 | 6th |
| 24   | 0.7020 | 0.3338 | 1.1649 | 2nd |
| 34   | 0.4933 | 0.3797 | 0.9309 | 4th |
| 123  | 0.6136 | 0.5194 | 0.7368 | 4th |
| 124  | 0.9998 | 0.5074 | 1.1728 | 2nd |
| 134  | 0.6423 | 0.8623 | 1.2803 | 1st |
| 234  | 0.7719 | 0.4540 | 0.8101 | 3rd |
| 1234 | 1.0000 |        |        |     |

CBE : 결합요소

표 2 양케이트의 결과

| 1 개의 요소 |    | 2 개의 요소 |    | 3 개의 요소   |    |
|---------|----|---------|----|-----------|----|
| 요소      | 인원 | 요소      | 인원 | 요소        | 인원 |
| S       | 3  | S, C    | 1  | S, C, A/R | 0  |
| C       | 2  | S, A/R  | 0  | S, C, X   | 7  |
| A/R     | 0  | S, X    | 4  | S, A/R, X | 2  |
| X       | 4  | C, A/R  | 0  | C, A/R, X | 0  |
|         |    | C, X    | 4  |           |    |
|         |    | A/R, X  | 0  |           |    |

S : 음, C : 색, A/R : 작업화면의 크기, X : 반응

이상의 내용으로부터, 여기서 사용한 휴먼 인

터페이스와 유사한 휴먼 인터페이스를 설계할 때의 설계지침으로서 이하의 점이 생각된다.

- ① 인터페이스를 설계할 때 1개의 요소를 중요시한다고 한다면, 사용자가 취한 동작에 대하여 인터페이스로부터 인식의 반응을 제공하는 점이다. 그리고 위험에 주의하여 작업을 하지않으면 안될 경우에는 위험하게 되기 전에 경고음을 발하여 사용자가 그것에 대처할 수 있도록 할 필요가 있다.
- ② 인터페이스를 설계할 때 2개의 요소를 고려한다고 하면, 색 구별을 확실히 하지 않으면 보기 힘들므로, (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 경고음), (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 색 인식의 쉬움)의 조합을 고려할 필요가 있다.
- ③ 인터페이스를 설계할 때 3개의 요소를 고려한다고 하면, 색 구별을 확실히 하지 않으면 보기 힘들므로, (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 경고음, 색 인식의 쉬움), (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 경고음, 작업화면의 크기)의 조합을 고려할 필요가 있다. 여기서 작업화면의 크기가 들어가 있는 것은, 최적의 시거리가 문자 크기에 의존하고, 크기가 2 배로 되면 최적의 시거리는 약 1.5 배가 되는 것과 같이 작업화면의 크기는 최적의 시거리와 관계가 있기[15]. 때문이다.

## 4. 인터페이스 설계 실험

### 4.1 실험의 내용

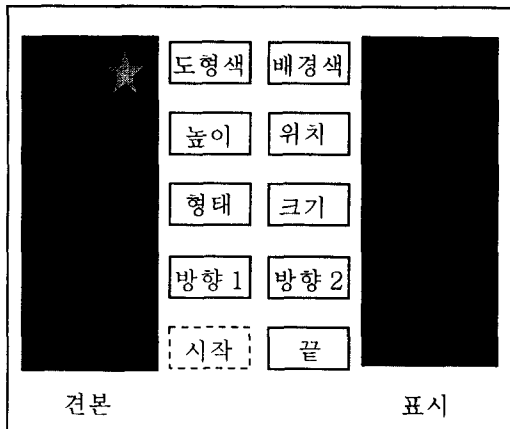


그림 2. 인터페이스의 화면

그림 2에 보여지는 것과 같은 모니터화면상의 간단한 작업을 생각한다. '시작' 버튼을 누르면 건본부에 어떤 도형이 어떤 위치에 보여진다.

그림 2의 예에서는 건본부의 우측 상단에 별 모양이 표시되어져 있다. Window의 중앙상부에 있는 6개의 버튼(도형색, 배경색, 높이, 위치, 형태, 크기)을 사용하여, 건본부와 같은 위치에 같은 색을 칠한 같은 크기의 같은 형태의 도형을 표시부에 나타낸다. 또한, '방향 1'과 '방향 2'의 버튼을 포함한 8개의 버튼 중에서 어떤 버튼을 누르더라도 8개의 버튼의 위치는 랜덤하게 변한다. '방향 1'과 '방향 2'의 버튼은 어떠한 기능도 없지만, 복잡화를 위하여 넣은 버튼이다. 건본부와 표시부의 표시가 일치하면, 가능하면 빨리 '끝' 버튼을 누른다.

### 4.2 피험자 실험

'시작' 버튼을 누름과 동시에 '시작' 버튼은 사라지고, 그 장소에는 '연장 1', '연장 2' 버튼이 임의의 시간에 1회씩(1.5초/1회) 함께 2회 표시되어진다. 전체 작업시간은 20초이지만, '연장 1', '연장 2' 버튼의 어느 한 개를 누르면 5초, 2개를 누르면 10초간 연장할 수 있다. 단, 연장하기 위해서는 '찬스' 버튼을 눌러야만 한다. '시작' 버튼을 누르고 20초가 경과하면, 그림 1의 8개의 버튼의 위치에 '찬스' 버튼이 표시되어지고 그 버튼을 2초 이내에 누르면 '연장' 버튼을 눌린 횟수(최대 2회)만큼 연장할 수 있다.

여기서 고려할 수 있는 인터페이스 요소는 sound(음), color(색), button size(버튼의 크기), response(조작에 의한 인터페이스측의 반응), 등 4개이다.

- ① Sound(S) : '연장 1', '연장 2' 버튼이 표시되어질 때, 음이 발생할까/하지않을까
- ② Color(C) : 도형 색 또는 배경색의 12종류의 색이 구별하기 쉬울까/어려울까
- ③ Button size(B) : 제공되는 버튼이 클까/작을까
- ④ Response(R) : 버튼을 눌렀을 때 버튼의 기능에 해당하는 버튼의 반응이 표시부에 나타날까/나타나지 않을까

8회의 연습 후, 인터페이스의 요소가 1종류만 제공되는 인터페이스 4종류, 인터페이스의 요소가 2종류 제공되는 인터페이스 6종류, 인터페이스의 요소가 3종류 제공되는 인터페이스 4종류, 함께 14종류를 이용하여 이 순서로서 피험자 실험을 실시한다. 피험자 실험이 끝난 뒤, 피험자가 사용한 휴먼 인터페이스에 대한 만족도를 알아보는 앙케이트 조사를 행한다.

### 4.3 실험결과

얻어진 앙케이트 결과를 표 3에 나타낸다. 여기서 평균만족도는 휴먼 인터페이스에 대한 만족도를 묻는 앙케이트 평가치를 피험자 수로서 평균한 것이다. 표 3의 앙케이트 결과로부터

다음을 알 수 있다.

- 인터페이스의 요소가 1 종류의 경우, 피험자는 (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응), (음)의 순으로 만족도가 높다
- 인터페이스의 요소가 2 종류의 경우, 피험자는 (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 음), (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 버튼의 크기), (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 색)의 순으로 만족도가 높다
- 인터페이스의 요소가 3 종류의 경우, 피험자는 (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 음, 색), (작업에 의한 인터페이스로부터의 반응, 음, 버튼의 크기), 의 순으로 만족도가 높다

이상의 결과로부터 주관적 평가에 대하여 3장에서 얻어진 설계지침을 잘 반영하고 있음을 알 수 있다.

표 3 앙케이트의 결과

| 1 개의 요소 |     | 2 개의 요소 |     | 3 개의 요소 |     |
|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| 요소      | AS  | 요소      | AS  | 요소      | AS  |
| S       | 3.3 | R, S    | 7.6 | R, S, C | 8.9 |
| C       | 2.3 | R, C    | 6.3 | R, S, B | 8.2 |
| B       | 1.9 | R, B    | 6.9 | R, C, B | 7.8 |
| R       | 5.4 | C, B    | 3.4 | S, C, B | 5.8 |
|         |     | S, B    | 4.2 |         |     |
|         |     | S, C    | 4.2 |         |     |

AS: 만족도의 평균

## 5. 결론

휴먼 인터페이스를 설계함에 있어서 준비해야만 하는 요소를 선택하는 것은 중요하다. 그래서 본 논문에서는 퍼지척도, 퍼지적분을 이용한 평가모델을 휴먼 인터페이스의 설계에 응용하였다. 퍼지척도, 퍼지적분모델에서 필요한 요소를 선택하기 위하여 3개의 개념을 도입하여 유사한 2개의 작업실험을 행하여 본 논문에서 제안한 방법의 유효성을 확인하였다.

본 논문에서는 사용자의 주관적 평가를 근본으로 하여 인터페이스의 설계지침을 얻어서, 설계한다는 입장을 취하였다. 그 이외에도 객관적 평가를 이용하는 것도 생각해 볼 수 있으나 인간은 인터페이스에 대하여 약간의 불만을 가지고 있더라도 그 나름대로 노력하여 주관적 평가와 일치하지 않는 부분도 보이는 등 어려운 면이 있다. 이것은 이 후의 과제이다.

## [참고 문헌]

- [1] 福田敏男, 藤澤佳生, 小菅一弘, 외 6人, "man-robot 협조작업형 manipulator의 기초적 연구", (第2報) 기계학회논문집, Vol.58, No.547(C), pp.829-836, 1992.
- [2] Jeans Rasmussen, "Information Processing and Human-Machine Interaction", Elsevier science publishing Co., pp.61-97, 1986.
- [3] M. Sugeno, "Theory of fuzzy integrals and their applications", Doctoral dissertation, Tokyo Institute of Technology, 1974.
- [4] 일본퍼지학회 편, 강좌 퍼지 3, 퍼지적분, 일간공업신문사, 1993.
- [5] 高萩榮一郎, "퍼지적분에 의한 다속성의 특성치의 종합평가", 제 10회 퍼지시스템 심포지움 강연논문집, pp.533-536, 1994.
- [6] K. Ishii and M. Sugeno, "A model of human evaluation process using fuzzy measure", Int. J. Man-Machine Studies, 22, pp.19-38, 1985.
- [7] T. Onisawa, M. Sugeno, Y. Nishiwaki, H. Kawai and Y. Harima, "Fuzzy measure analysis of public attitude towards the use of nuclear energy", Fuzzy Sets and Systems, 20, pp.259-289, 1986.
- [8] 鬼澤武久, "인적과오의 발생하기 쉬움과 퍼지적분을 이용한 Performance Shaping Factor의 모델링", 人間工學, Vol.22, No.2, pp.81-89, 1986.
- [9] 森勉, 室伏俊明, "퍼지척도, Choquet적분을 이용한 평가모델의 해석", 제 5회 퍼지 심포지움 강연 논문집, pp.207-212, 1989.
- [10] 鬼澤武久, 政村隆夫, 川路茂保, "퍼지척도, 퍼지적분을 이용한 휴먼 인터페이스의 주관적 평가", 제 7회 휴먼 인터페이스 심포지움 강연 논문집 일본편, pp.409-412, 1991.
- [11] Y.S. Sohn and T. Onisawa, "Selection of Attributes in Evaluation by Fuzzy Measures and Integrals", Proc. Of IFSA'97, Vol.4, pp.238-242, 1997.
- [12] 孫永璿, 鬼澤武久, "인간의 평가모델에 있어서 평가요소의 선택에 관한 한 수법", 일본퍼지학회지, Vol.9, No.6, pp933-941, 1997.
- [13] 高萩榮一郎, "2퍼지척도와 쇼케적분을 이용한 중앙치, 평균치의 중간의 평가", 제 11회 퍼지시스템 심포지움 강연논문집, pp.435-438, 1995.
- [14] 渡部洋, 鈴木規夫, 山田文康, 大塚雄, 탐색적 데이터해석 입문, 朝倉書店, 1985.
- [15] 吉田眞 외 5인 편저, 휴먼 머신 인터페이스의 디자인, 共立出版, 1995