

檢査作業에서의 認知技術과 人間遂行度 分析에 관한 研究

孫一文, 李東春, 李相道

東亞大學校 産業工學科

An Evaluation Method of Cognitive Skills and Human Performance on Inspection Tasks

Il Moon Son, Dong Choon Lee, Sang Do Lee

Department of Industrial Engineering, Dong-A University,

ABSTRACT

In this study, the application of fuzzy hierarchical analysis for modeling the inspection tasks with respect to the the importances of the cognitive factors is considered and it's validity in cognitive researches is confirmed. The results of the relative importance of various cognitive factors can be served as a selection criteria for efficient inspection performance and the information of skilled learning for a inspection training program.

I. 序 論

자동화된 인간-기계 시스템에서 인간의 직무는 주로 檢査(inspection), 診斷(diagnosis), 監督統制(supervisory control) 등으로 이루어진다. 이러한 직무의 人間遂行度(human performance)는 전체 시스템의 신뢰성 및 안전성에 바로 연결되므로 그 중요성은 매우 크다. 인간의 의사결정 근거가 되는 內的 情報處理模型을 전개하는 것은 認知的 職務가 요구되는 인간-기계 界面設計에 있어서 기초적인 것이다.

본 연구에서는 검사작업에서 인지기술(cognitive skills) 즉, 인간의 일련의 정보 처리과정[1]에서 제시되는 認知要素(cognitive factors)의 重要度, 檢査作業戰略 등과 檢査遂行度의 관계를 유도하고 특히, 인지요소의 중요도를 파악하기 위하여 퍼지階層分析法(Fuzzy Hierarchical Analysis)을 사용하여, 인지적 연구의 분석도구로서 이의 유용성을 고찰하고자 한다.

II. 検査作業과 認知技術

検査作業에 있어서 人間遂行度에 가장 큰 영향을 주는 요소는 個人差(individual difference)이다[2][3][4]. 기존의 연구에서는 이들 個人差와 관련된 個別要因(individual factors) 즉, 성별, 나이, 성격, 시력, 지능 등과 검사수행도와의 관계를 유도하고자 하였다. 또, 이러한 個人差는 대부분 認知技術의 差에 의해서 설명된다[2][3]. 특히, Wang(1989)등은 이들 認知技術과 관련된 認知要素에 加重値를 부여하는 능력(중요도)은 검사수행도에 영향을 미친다고 하였다. 検査作業에서 인지적 요구(cognitive demands)와 이에 관련된 하부작업(subtasks)은 Fig.1과 같은 階層構造로 나타낼 수 있다[3].

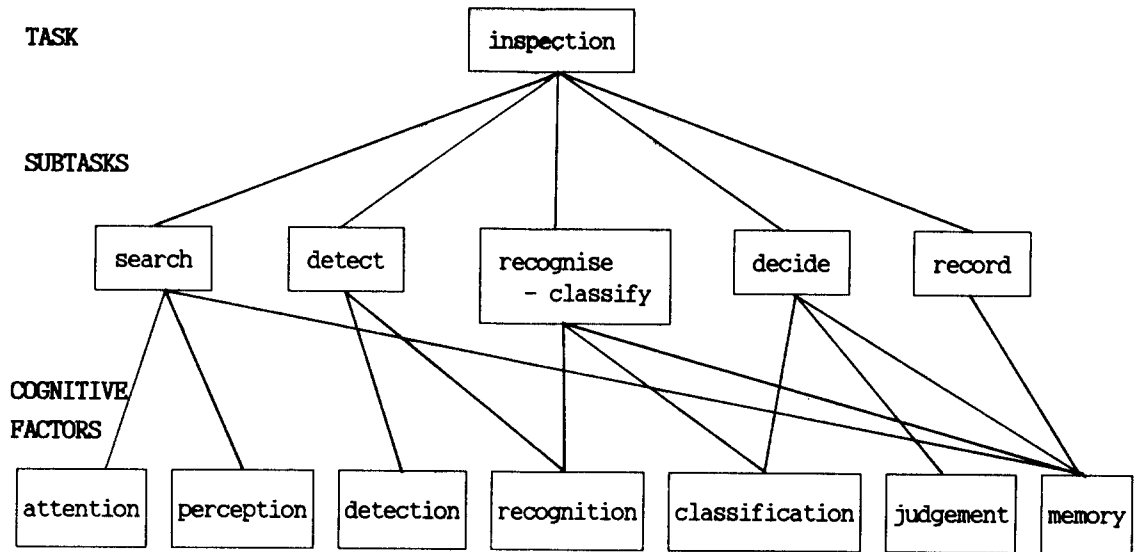


Fig.1. The hierarchical structure of inspection task

다수의 検査作業의 절차는 Fig.1에서와 같은 일련의 하부작업들로서 구성될 수 있다[5].

인지요소는 검사작업 뿐만아니라 어떤 작업형태에 있어서도 작업수행도의 기초이다. 특히, 이들 인지요소의 상대적인 중요도는 어떤 수준에 상응하는 수행도에 필요한 인지기술의 측면에서 검사에 대한 선택기준을 제공하며, 나아가 검사작업 훈련시 발휘되는 인지기술의 의존정도를 재분배하고 인지기술상의 차이를 보상할 수 있도록 하는 정보로서 활용가능하다[2].

Ⅲ. 認知要素의 重要도와 퍼지階層分析法

인간은 퍼지적 사고에 정통하다. 적어도 한 대상이 어떤 부류에 속하는가 하는 정도를 평가하는 것은 일관성이 있다. 이것은 인간의 평가가 인지과정을 배경으로 한 퍼지적 속성을 잠재적으로 반영한다는 것이다[2]. Wang등은 이러한 인지요소의 상대적인 중요도를 파악하기 위하여 퍼지집합개념과 Saaty(1980)의 계층분석모형(Hierarchical Analytic Model)[6][7]을 이용하였다. 그러나 여기서 최종 가중치 부여에서만 부분적으로 퍼지개념이 도입되어 소속함수(membership function)할당에 문제가 제기되고, 초기의 쌍비교에서 인간판단에 대한 주관적인 정보의 손실이 존재하여 결과가 왜곡될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 퍼지수(fuzzy number)에 의한 퍼지계층분석법을 이용하여 Wang등의 기법의 결점을 보완하고, 제시된 결과를 토대로 인지모형화의 한 기법으로서 그 타당성을 고찰하고자 한다.

Buckley[8][9]는 기존의 쌍비교시 사용되는 확정적인 比인 a_{ij} (대안 A_j 에 대한 대안 A_i 의 중요도 비) 대신에 식(1)과 같은 퍼지수의 퍼지비(fuzzy ratio) \bar{a}_{ij} 를 사용하였다.

$$\bar{a}_{ij} = (\alpha_{ij}/\beta_{ij} , \gamma_{ij}/\delta_{ij}) \text{ -----(1)}$$

$$0 < \alpha \leq \beta \leq \gamma \leq \delta$$

$$\alpha, \beta, \gamma, \delta \in \{ 1, 2, \dots, 9 \}$$

$$\bar{a}_{ji} = (\bar{a}_{ij})^{-1} = (\delta_{ij}/\gamma_{ij} , \beta_{ij}/\alpha_{ij})$$

여기서 고려된 퍼지수는 사다리꼴 퍼지수(trapezoidal fuzzy number)로서 Fig.2와 같이 쌍비교에서 모든 경우의 모호성 표현을 내포하는 일반적인 퍼지수이다. 이러한 쌍비교의 퍼지비로서 모든 m 개의 대안, A_1, A_2, \dots, A_m 에 대한 가능한 쌍비교의 $m \times m$ 퍼지행렬 $\bar{A}=[\bar{a}_{ij}]$ 가 구성되어 각 대안의 중요도의 계산이 가능하여진다.

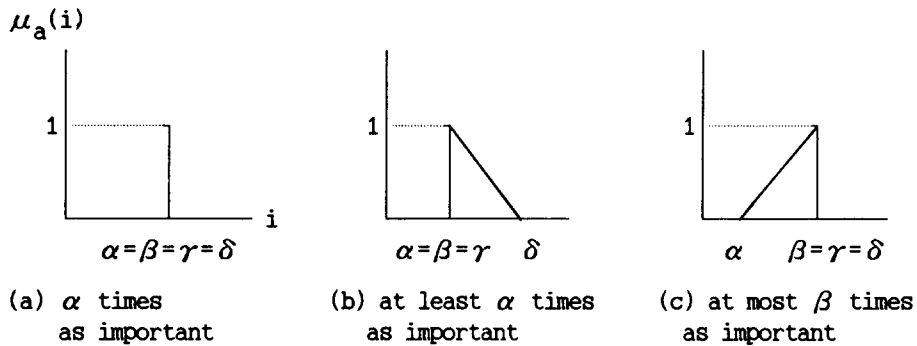


Fig.2. Various types of the responses for importance in a pairwise comparison and Trapezoidal fuzzy number containing all of them

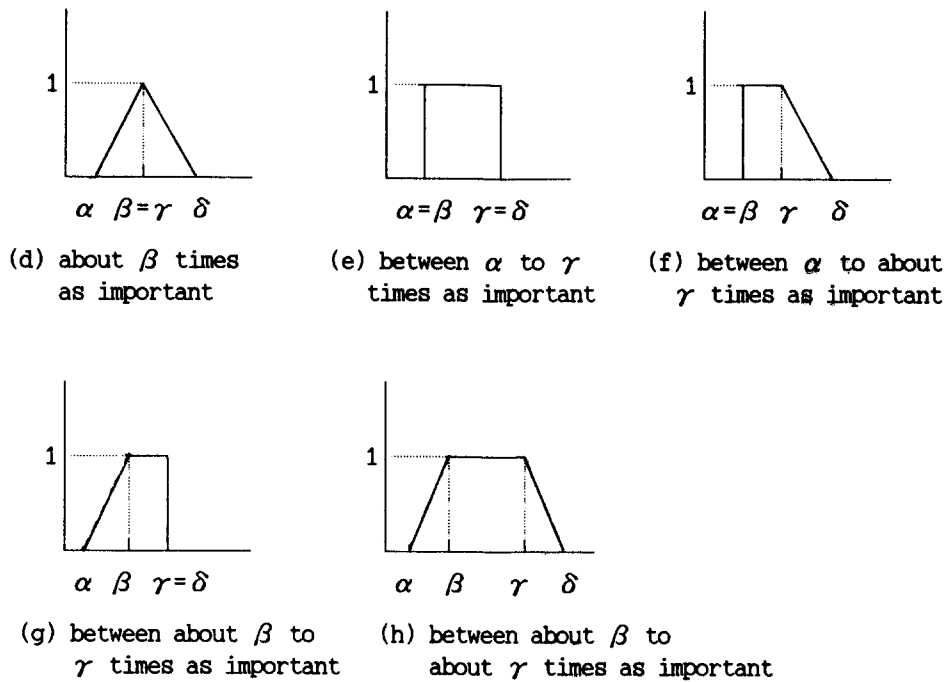


Fig.2. (Continued)

IV. 實驗設計 및 結果考察

실험에서는 모든 실험대상 및 절차를 14", 640 x 480 VGA 컴퓨터 CRT 상에서 그래픽으로 재현하였다.

4-1. 실험대상 및 실험절차

실험대상은 Fig.3의 STEREO CASSETTE EQUALIZER CIRCUIT에 대한 검사작업이다. 이것은 LSI를 사용하여 도, 미, 솔, 도 4음계를 발생하도록 하는 음계발생PCB(printed circuit board)로서, 검사항목의 불량특성은 리드나옴, 오삽입, 미삽입, 오극성, 납소트, 납땀 떨어짐 등의 6가지로 구성되고 이들 각 불량특성에 의하여 정해진 4개의 품질등급으로 분류하는 검사작업을 행한다.

검사시 피험자는 기능적 검색(functional search), 지형적 검색(topographic search) 등[11]의 두가지 전략 그룹으로 나누어지고, 이 두 그룹은 각기 해당작업의 직무분석(task analysis)에 의해서 제시된 4가지 하부작업절차 즉, 검사부분찾기(search), 불량항목 찾기(detect), 불량상태 기억(record), 품질등급 분류(classify) 등의 순서로 작업을 진행한다. 전체적으로 실험은 훈련단계와 본실험으로 나누어진다.

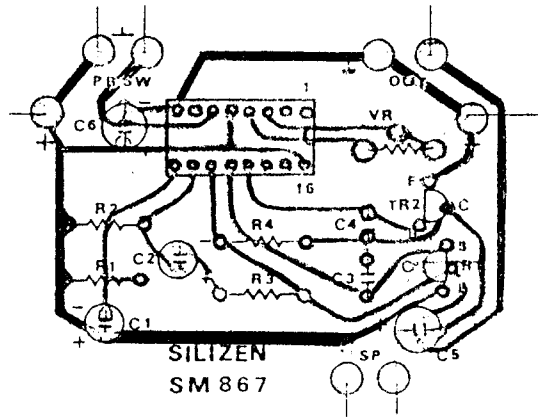


Fig.3 PCB on inspection tasks

4-2. 퍼지데이터 수집

일정한 검사작업이 끝나고 나면, 피험자는 이미 훈련되고 행한 하부작업의 각 쌍비교에 대해서 질문을 받고 실험자는 피험자가 응답한 자료를 기초로 해당 퍼지수로 변환하여 입력한다. 이러한 퍼지수 입력은 직무분석을 기초로 제공되는 인지요소 MATRIX와 퍼지계층분석에 의해서 각 인지요소의 중요도를 계산한다.

4-3. 결과고찰

검사의 검색전략별 수행도의 차이 및 인지기술의 차이, 검사수행시간 및 에러율의 수준에 따른 인지기술의 전이 등을 고찰하고, 기존연구의 방법론과 비교하여 퍼지계층분석법의 유용성을 입증한다.

V. 結 論

인지요소는 검사작업 뿐만아니라 어떤 작업형태에 있어서도 작업수행도의 기초이다. 특히, 이들 인지요소의 상대적인 중요도는 어떤 수준에 상응하는 수행도에 필요한 인지기술의 측면에서 검사에 대한 선택기준을 제공하며, 나아가 검사작업 훈련시 발휘되는 인지기술의 의존정도를 재분배하고 인지기술상의 차이를 보상할 수 있도록 하는 정보로서 활용가능하다. 본 연구에서 적용한 퍼지계층분석법은 수행한 대상작업의 여러 하부작업간의 중요도에 대한 인간의 평가를 잘 반영한다. 그러므로 이러한 분석법은 인간의 여러가지 평가속성을 반영하는 인지연구의 도구로서 유용할 것이다. 그러나 여기에서의 문제점은 퍼지순위와 계층분석에 있어서 제공되는 퍼지수 데이터의 수집방법의 개발이 그 결과의 정도를 결정하는 것으로서 중요한 것이다.

參考文獻

1. Wickens,C.D., *Engineering Psychology and Human Performance*, A Bell & Howell Co., 1984.
2. Wang,M-J, Sharit,J., and Drury,C.G., "An Application of Fuzzy Set Theory for Evaluation of Human Performance on An Inspection Task", *Applications of Fuzzy Set Theory in Human Factors*, Elsevier Science Publishers B.V., 1986, pp.257-268.
3. Wang,M-J, and Drury,C.G., "A Method of Evaluating Inspector's Performance Differences and Job Requirement", *Applied Ergonomics*, 20(3), 1989,pp.181-190.
4. Czaja,S.J., and Drury.C.D., "Training Programs for Inspection", *Human Factors*, 24(3), 1981, pp.473-484.
5. Galley,T.J., "Selection Test for Visual Inspection on a Multiple Fault Type Task", *Ergonomics*, 25(11), 1982, pp.1077-1092.
6. Saaty,T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, 1980.
7. Harker,P.T., "The Art and Science of Decision Making:The Analytic Hierarchy Process", *The Analytic Hierarchy Process*", Springer-Verlag, 1989, pp.3-36.
8. Buckley,J.J., "Ranking Alternatives: Using Fuzzy Numbers", *Fuzzy Sets and Systems* 15, 1985, pp.21-31.
9. Buckley,J.J., "Fuzzy Hierarchical Analysis", *Fuzzy Sets and Systems* 17, 1985, pp.233-247.
10. Dubois,D., and Prade,H., *Fuzzy Sets and Systems*, Academic Press, New York, 1980.
11. Rasmussen,J., *Information Processing and Human-Machine Interaction*, Elsevier Science Publishers B.V., 1986.
12. Drury,C.G., "Task Analysis Methods in Industry", *Applied Ergonomics*, 14(1), 1983, pp.19-28.
13. Hodgkinson,G.H., and Grawshaw,C.M., "Hierarchical Task Analysis for Ergonomics Research", *Applied Ergonomics*, 16(4), 1985, pp.289-299.