

# 類似性 判斷과 檢査遂行도에 관한 연구 (An Effect of Similarity Judgement on Human Performace in Inspection Tasks)

손일문\*

이동춘\*

이상도\*

## Abstract

An inspection task largely can be seen as a job divided up into a series of visual search and classification subtasks. In these subtasks, an inspector must performs to compare the standard references proposed in visual environments and recalled in his memory with the visual stimuli to be inspected. It means that the judgement of similarity should be demanded on inspection tasks. Therefore, the inspector's ability for the judgement of similarity and the difference similarity between inspection materials are important factors to effect on performances in inspection tasks.

In this paper, to analysis the effect of these factors on inspection time, an inspection task is designed and suggested by means of computer simulator. Especially, the skin conductance responses(SCR) of subjects are measured to evaluate the complexity of tasks due to the difference of similarity between materials. In the results of experiment, the more similar or different the difference of similarity between materials is, the shorter the inspection time is because of the reduction of task complexity. And, When the inspector's cognition for similarity between materials is consistant, the inspection time is improved. Concludingly, the consistency of reponses for similarity judgement becomes a measurement to present the performance levels. And the information of inspection time that due to the difference of similarity between materials must be considered in planning and scheduling inspection tasks.

---

\* 동아대학교 산업공학과

## I. 서 론

검사는 제조공정과 품질관리 기능상의 한 부분이다. 공정관리의 측면에서는 공정상의 불량에 발생하지 않도록 정확한 검사가 필요하고, 품질관리 측면에서는 판매된 제품이 규격을 만족하는가 하는 소비자의 입장에서 정확한 검사가 필요하다(Wang & Drury, 1989). 오늘날 제조공정의 자동화 추세와 더불어 검사작업도 부분적으로 결점검출 등은 기계화 가능하지만, 검사관 다소 정교한 의사결정 및 분류직무가 요구되므로 이에 보다 일관성을 지닌 인간에게 아직 할당되는 직무이다(Drury, 1983). 많은 연구자들이 검사작업 수행도와 이에 영향을 미치는 요인에 대해서 연구하여 왔으나, 대부분 인간의 특성적인 측면을 고려하지 않고 검사자의 의사결정시 발생하는 에러를 단순히 확률적 상황으로 다루는 QC적 접근법을 사용하였다. 한편, 여러 연구자들은 대부분 검사 수행도의 차를 개인차로서 언급하였고, 이러한 개인차를 성별, 지능, 성격, 나이, 시력, 작업환경 등의 요인으로 설명하려고 하였다. 특히 검사자의 작업 수행도는 내적 의사결정 기준인 인지구조의 측면에서 설명가능하며, 이는 검사 수행도를 향상시키기 위한 출발점이 된다. 이에 Inukai와 Saito(1980), Coury(1987) 등은 범주분류등과 같은 작업에서의 의사결정 기준이 되는 의사결정자(검사자)의 내적모형(internal model)에 대한 개념구조(conceptual struc-

ture)을 전개하여 수행도와와의 관련성을 도출하였다.

검사작업의 대부분을 구성하고 있는 하부작업인 시각탐색(visual search) 및 분류직무에서는 검사자의 기억속에 내재하고 있는 표준참조물(standard reference)의 회상 또는 제시된 시각적 참조물과 검사대상과의 비교가 빈번하게 이루어진다. 이것은 검사작업에서는 대상물의 유사성 판단에 대한 인지적 능력이 요구됨을 암시한다. 그러므로 검사자가 가지고 있는 유사성 판단능력, 검사 대상의 유사성 판단의 복잡성 정도는 검사 수행도에 영향을 주는 중요한 요인이 된다. 그리고 대상의 유사성 차이는 곧 판단에 대한 복잡성의 차이가 되어 검사자에게 요구되는 긴장과 주의정도가 달라짐으로서 판단 반응시간(검사시간)도 달라지게 되어 수행도 차를 가져온다. 특히 오늘날 검사대상이 복잡해짐으로서 이러한 유사성 판단 상황이 검사 수행도에 큰 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 먼저, 실제 산업현장에서 행하여지는 검사작업을 선정하여 이의 대상 재료를 컴퓨터 그래픽에 의해 유사성 판단 상황을 재현함으로써 실험의 다양성과 편의성을 기하였다. 검사 시뮬레이터에 의해 검사표준과 검사대상에 해당하는 두개의 쌍재료가 제시되고, 이때 검사자에게 두개의 재료에 대해서 품질등급에 의한 유사성 차이 및 주관적 기준에 의한 유사성 차이를 판단하게 하였다. 이러한 방법으로 검사자의 유사성 판단능

력에 따른 수행도, 검사대상의 유사성 차이에 대한 판단 반응시간 차이를 분석, 고찰 하였고, 또한 검사 대상의 유사성 차이에 따른 판단의 복잡성 여부를 추정하기 위하여 이에 수반되는 긴장 및 주의 정도를 나타내는 피부전도반응(SCR : Skin Conductance Response)을 측정하여, 판단 반응시간 차이와의 관계를 분석하였다.

## II. 검사작업과 유사성 판단

### 1. 검사작업의 직무분석

일반적으로 검사작업시 검사자에게 요구되는 직무는 Table-1과 같이 인지요구에 관련된 사항과 수작업에 요구되는 사항으로 대별할 수 있으며, 시각탐색, 분류 및 의사결정, 기억등은 인지적 요구라고 할 수 있다(Wang & Drury, 1989).

검사작업의 절차는 검사부분을 탐색(search)하여, 결정부분을 검출(detect)하는 하부작업들의 최

중시점의 품질범주 분류까지 계속되는 일련의 절차로 구성된다. 이러한 반복되는 검사부분 탐색과 결점검출에서는 주어지거나 기억속에 내재하는 표준 참조물과 검사대상과의 비교 판단이 행하여진다. 그러므로 검사작업시 이들 대상의 유사성 판단에 대한 검사자의 인지능력 정도가 검사 수행도에 영향을 미치는 중요한 요인이 된다. 여기서 유사성 판단 대상은 결정이나 그 특성을 나타내는 여러가지 물리적 차원으로 구성되며, 이의 비교판단은 단순히 이러한 물리적 차원들의 계산적 조합에 의해서 이루어지는 것이 아니고 주어진 차원의 속성, 품질등급 분류기준 등이 복합적으로 고려되는 검사자의 주관적이고 전문가적인 판단에 의한다. 이에 요구되는 시간치 또한 단순한 자극에 반응하는 근력운동 반응시간(motor-reaction time)이 아니고 다소 정보처리에 소요되는 심리적 반응시간(Psychological response time)이 반영된다. 일반적으로 다차원 속성을 지닌 대상에 대해서 유사성, 기호, 중요성, 범주분류등을 수행할때 인간은 나름대로

(Table 1) Task analysis of inspection

Cognitive demands			Manual demands
Visual search	Classification & decision making	Record	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Search the item</li> <li>• Detect a flaw or unusual phenomenon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recognize/classify the phenomenon</li> <li>• Decide on status of item</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• record information pertaining to the item</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• orient the item to be inspected</li> <li>• Dispatch item to appropriate destination</li> </ul>

구성된 전문가적인 지각이나 인지구조(내적 개념 모형)를 배경으로 한다.

## 2. 유사성 판단과 피부전도 반응

외부에서의 자극, 정신활동, 동작 등에 의해서 피부에 일과성의 전기적 변화가 생긴다. 皮膚電氣反射(GSR : Galvanic Skin Response)는 피부 전기 저항치가 情動反應(emotional arousal) 또는 定位反應(orienting response)에 의해서 반사적으로 감소하는 현상이다. 피부상의 이러한 변화를 저항(R) 그 자체보다는 전도율(conductance :  $C=1/R$ )로 나타내는 것이 더 좋다. 그 이유는 전도율이 땀샘의 활동과 직선적으로 관련되지만, 저항은 그렇지 않기 때문이다. 따라서 오늘날 GSR은 피부 전도율의 상승으로 구성되는 皮膚傳導反應(SCR : Skin Conductance response)이다(Levinthal, 1983; 橋本 邦衛, 遠藤敏夫, 1983). 이러한 SCR은 놀람, 긴장, 흥분 등의 정신정도를 반영하고, 정신적 작업부담(mental workload)의 측정, 시각재료의 유효성, 광고의 선전효과 등의 측정에 사용된다(人間工學用語研究會編, 1988).

본 연구에서 비교대상의 유사성 판단시 요구되는 긴장(주의력의 필요) 정도를 측정하여 유사성 차이가 차단의 복잡성이 뭉을 검정하고 이의 판단 반응시간과의 관계를 도출하기 위하여 검사 작업시 피험자의 SCR을 측정하였다. 본 실험에서 사용한 SCR 측정장비는 Lafayette Datagraph Systems

(Model 76108-20)의 Skin Conductance Amplifier (Model 76441)와 GSR finger electrode set(Mocel 76602)를 사용 하였다.

## Ⅲ. 실험의 설계 및 방법

### 1. 실험의 대상 및 피험자

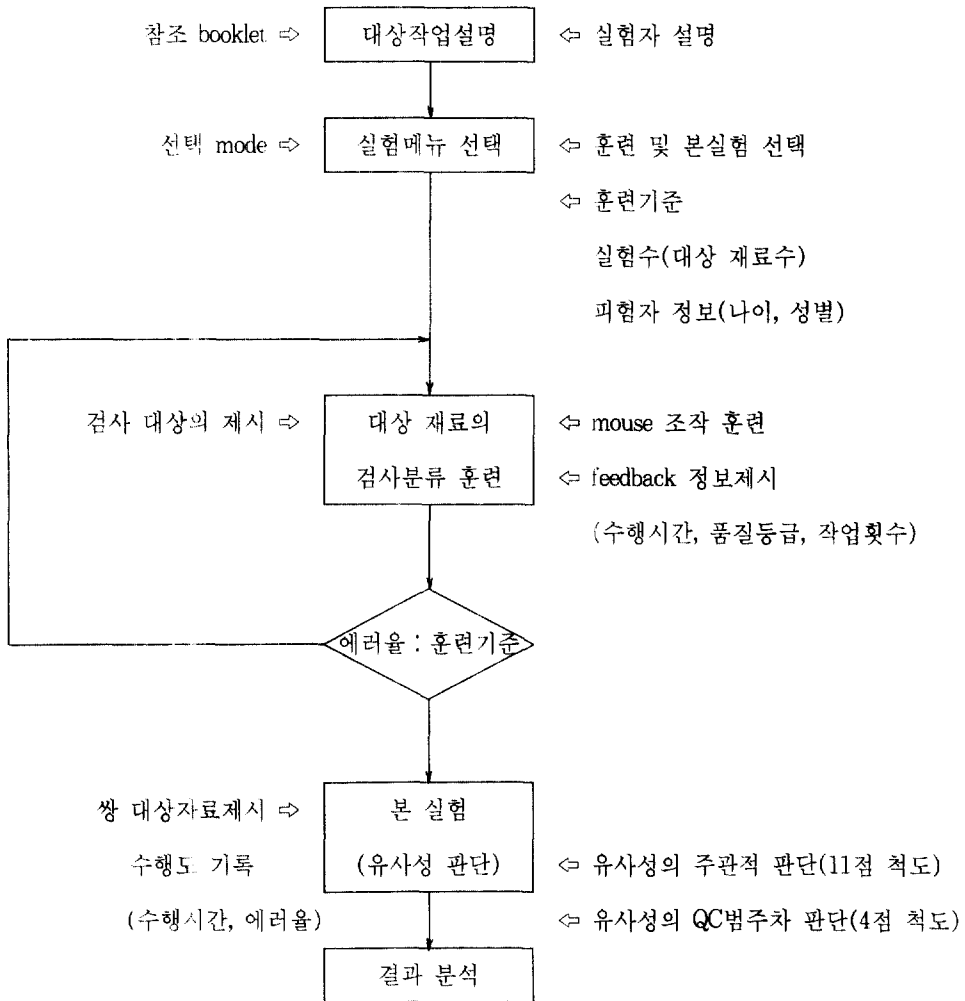
본 실험의 대상은 L社의 금형수지 제품인 L-CAR부품(자동차 라지에타 그릴)의 검사 작업이다. 검사항목의 불량 특성은 은백색줄(Silver Streak), 기포(Pin Holl), 얼룩(Spot), 웰드라인(Weldline)등 4가지로 구성되고, 이들 각 불량지원의 허용정도, 재가공여부 등에 따라 정해진 4개의 품질등급 범주로 분류하는 검사작업이다. 피험자는 19~25세 대학생(남: 8명, 여: 9명)을 선정하였다.

### 2. 실험방법 및 절차

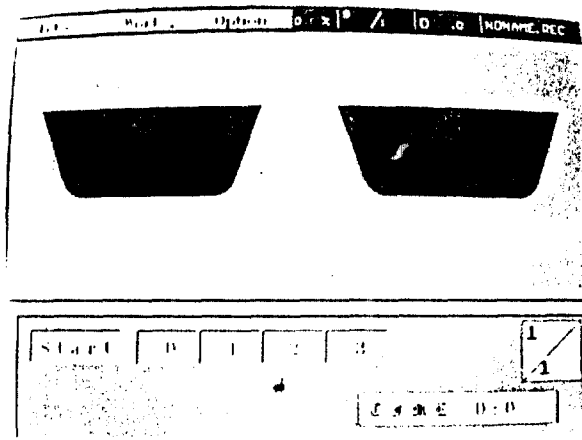
모든 실험대상 재료 및 절차는 PC상의 그래픽으로 표현(14", 640 480 VGA CRT)되어 제시되고, 이때 피험자는 모든 응답을 화면상에 제시된 선택메뉴의 마우스 조작으로 입력한다. 먼저 피험자의 마우스 조작에 대한 학습효과를 배제하여 이의 단순 반응시간치를 일정하게 유지하고 개별적으로 검사작업에 대해 안정속지상태로 유지시키기 위하여, 에러율 80%, 90%, 95%등의 기준에 의해서 100개의 임의의 재료에 대해 검사분류에 대한

훈련 단계를 거치게 된다. 본 실험에서는 표준 참조물과 검사 대상으로 가정되는 두개의 쌍재료가 제시되어 유사성 판단을 하게 된다. 이때 피험자는 SCR finger electrode를 왼쪽 손가락에 부착하고 오른손으로는 이미 능숙하게 훈련된 마우스에 의한 응답을 입력하게 된다. 본 실험의 유사성 판단에서는 제시된 두 대상의 품질등급차 판단과 두 대상의 유사성 차이에 대한 인지적 정도를 측정하기

위하여 품질등급과는 무관한 유사성 차이에 대한 주관적 판단을 11점 척도상에서 평가하게 하였다. 이러한 방법으로 예비실험에서 충분한 재료수라고 인정된 33개의 임의의 쌍재료에 대해서 위의 두 부분의 실험을 행하였으며, Figure 1은 실험의 절차를 나타내는 흐름도 이다. Figure 2는 실험대상의 한 예를 보여주는 화면 예이다.



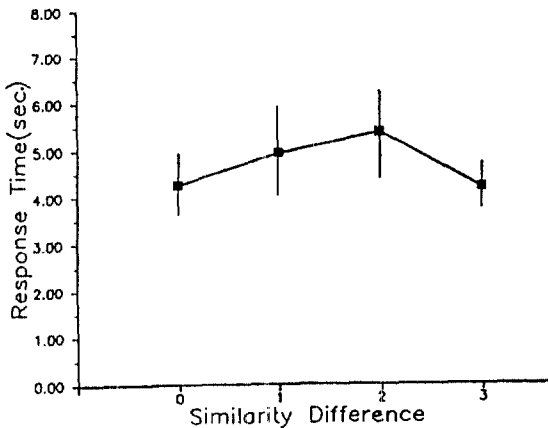
〈Figure1〉 Illustration of the experiment procedure



(Figure 2) Example of experiment CRT

### 3. 결과분석 및 고찰

제시된 쌍재료의 품질등급 차에 대한 판단 반응 시간(심리적 반응시간)은 유의적인 차가 있었다( $F(3,555) = 5.291, P < 0.001$ ), Figure 3은 쌍재료의 등급차에 대한 심리적 반응시간을 나타낸다.



(Figure 3) Similarity difference and Psychological response time

이러한 결과에서 비교되는 쌍재료의 등급차에 따라 이에 대한 판단 반응시간이 다르다고 할 수 있다. 즉, 두 대상물의 유사성 정도가 아주 비슷하거나 아주 다를 경우(등급차 0 or 3)는 확연히 구별되어 이의 비교 판단이 쉽고, 그 중간정도에서는(범주차 1 or 2)구별이 모호하여 이의 비교판단에는 다소 복잡성이 내포되므로 반응시간치가 길어진다고 말할 수 있다. Figure 3에서 이러한 쌍재료의 품질등급차(QCC)에 대한 반응시간 순은  $QCC\ 3 < QCC\ 0 < QCC\ 1 < QCC\ 2$ 로 나타났다. 본 실험에서는 전체적으로 피험자들의 에러율이 적었고, 품질등급 차에 대한 에러율의 경향은 발견할 수 없었다. 한편, 쌍재료의 등급차를 고려하지 않은 11점 척도에 의한 주관적 유사성 판단의 경우, 반응 응답척도에 대한 반응시간도 Table-2에서 보는 바와 같이 위의 경우와 일치되는 경향을 나타내었

다. 위의 두가지 유사성 판단실험에서, 단순히 제시된 대상 재료의 유사성 차이 보다는 피험자가 이에 대해 인식한 유사성 차이에 대해서 그 반응 시간 차의 차이가 더욱 크고, 뚜렷함을 알 수 있다. 이것은 판단직무에서 피험자가 주관적으로 구

성된 인지구조가 더욱 뚜렷이 존재함을 의미하고, 이에 검사작업의 수행도에 보다 영향을 미치는 검사자의 유사성 판단에 대한 능력이 존재함을 알 수 있다.

(Table-2) Response time to 11 scale of similarity in subjective similarity judgement

11 Scales of similarity	← very similar											very different →										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
response time(sec.)	3.16	3.96	4.61	6.23	6.29	6.33	5.50	5.46	5.49	4.74	3.91	3.16	3.96	4.61	6.23	6.29	6.33	5.50	5.46	5.49	4.74	3.91

F(10,548)=6.429, P<0.01

여기서 유사성 판단과 같은 심리적 반응에 있어서 피험자의 의사결정 구조는 정확하게 파악할 수 없으나, 피험자가 가지고 있는 반응의 일관성 정도로 판단능력을 나타낼 수 있다. 따라서 위의 두가지 유사성 판단간의 일치성 정도인 Kendall tau( $\tau_b$ )로서 피험자의 유사성 판단의 일관성 정도를 나타낼 수 있다. 전체 17명의 피험자의 평균이  $\tau_b=0.543(P<0.001)$ 이므로 대체적으로 일관성을 지니

고 있으며, 이의 범위가 0.454~0.799( $P<0.043$ )이었다. 임의로 나눈 세 그룹(0.5이하, 0.5~0.6, 0.6이상)에 대한 반응시간의 차는 유의적으로 나타났다 ( $F(2,14)=8.313, P<0.004$ ). Table-3은 일관성 정도( $\tau_b$ )에 대한 반응 시간을 나타내며 피험자가 유사성 판단에 대해 일관성을 가질 수록 반응시간(검사시간)이 작음을 알 수 있다.

(Table-3) Response time by Subject's consistency( $\tau_b$ )

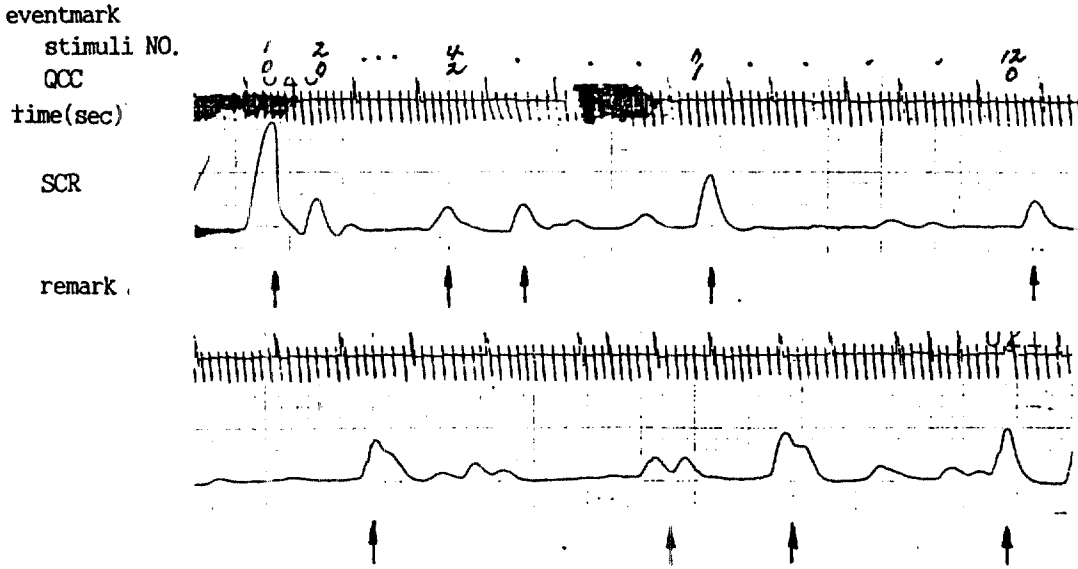
R.T( $\tau_b$ )	below 0.5	0.5~0.6	above 0.6
Mean	6.550	5.017	4.454
S.D.	0.002	0.715	0.672

Total mean : 4.889(sec.)

Total s.d. : 0.918(sec.)

Figure 4는 한 피험자의 SCR 측정기록이다. 여기서, 화살표로 지적된 부분이 SCR의 변화를 보이

는 부분이다. 그러나 첫번째와 두번째의 변화는 피험자의 작업준비에서 비롯한 변화라고 보여진다.



〈Figure 4〉 An example of a subject's SCR record

Table-4는 4명의 피험자를 대상으로 품질등급 차별 SCR의 변화를 보이는 빈도를 나타낸다. Table-4에서, 품질등급차(QCC)별 SCR 변화는 대상의 비율치는 QCC 3 > QCC 0 > QCC 1 >

QCC 2의 순으로서 앞의 반응시간치의 순과 같은 것으로서 유사성 차이는 빈번히 판단의 복잡성으로 전가되어 이에 긴장정도가 달라짐으로서, 결국 반응시간의 차를 가져오는 요인이라 할 수 있다.

〈Table-4〉 Appearance of SCR by difference of Q.C category

SCR \ QCC	0	1	2	3
No appearance	17	45	33	19
appearance	2	8	8	0
appearance %	11%	15%	20%	0%

#### IV. 결 론

검사작업시, 일련의 하부작업인 대상탐색과 결

점검출에 있어서 내적 참조물 및 시각적 참조물제 의한 검사재료의 비교가 반복적으로 이루어진다. 그러므로 제시된 재료의 유사성 정도와 이의 유사



성 판단에 대한 검사자의 인지 능력정도는 중요하다. 본 실험에서는 이러한 요인과 검사 수행도인 판단반응시간(검사시간)과의 관계를 도출하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

검사표준과 대상간의 유사성이 아주 비슷하거나 아주 다를 경우 검사시간이 짧다. 또한 피험자가 유사성 판단에 대하여 주관적인 일관성을 가질 때 검사시간은 짧아진다. 그리고 비교 재료간의 유사정도가 아주 비슷하거나 다를 경우는 피험자의 긴장(주의력 정도)이 거의 요구되지 않으나 그렇지 않을 경우 주의가 빈번히 요구되는 경우가 많고 이에 검사시간도 지연된다. 이것은 비교대상의 두 재료의 유사성 차이가 판단 복잡성의 정도를 나타

냄을 알 수 있고 검사시간에 영향을 주는 요인이 된다.

이러한 결과에서, 검사자의 유사성 판단에 대한 일관성이 일정 수준의 검사 수행도를 나타내는 지표로서 활용가능하고, 검사대상의 표준과의 유사성 차이는 검사시간의 차를 가져옴으로서 검사작업의 일정계획(적정시간 및 량의 결정)에 고려되어야 하는 요인이 됨을 확인하였다. 그러나 본 실험에서 에러율과의 어떤 결과는 알 수 없었으나, 실제 이러한 에러율은 최종 제품에 불량품을 포함시키는 결과를 초래하는 요인이므로 이에 대한 계속적인 연구가 필요하다고 할 수 있다.

### 〈참고문헌〉

1. Coury, B.G.(1987), "Multidimensional scaling as a method for assessing internal conceptual models of inspection tasks", Ergonomics, Vol.30, No.6, pp. 959~973.
2. Drury, C.G.(1983), "Human and Machine Performance in an Inspection Task", Human Factors, Vol.25, No.4, pp.391~399.
3. Levinthal, C.F.(1983), Introduction to Physiological Psychology, 2nd Ed., Prentice-Hall, pp.302~306.
4. Wang, M.J., and Drury, C.G.(1989), "A method of evaluating inspector's performance differences and job requirements", Applied Ergonomics, Vol. 20, No.3, pp.181~190.
5. Yukio Inukai, and Sachiko Saitoz(1980), "A vector model analysis of individual difference in sensory measurement of surface roughness", Human Factors, Vol.22, No.1, pp.25~36.
6. 矯本 邦衛·遠藤敏夫(1983), 生體機能の見かた—人間工學への應用—, pp.61~69, 日本出版サービス.
7. 人間工學用語研究會編(1988), 人間工學事典, pp. 355~356.