

# 반응표면 데이터마이닝 기법을 이용한 원전 종사자의 강건 직무 스트레스 관리 방법에 관한 연구

이용희 · 장통일<sup>†</sup> · 이용희

한국원자력연구원 계측제어인간공학연구부  
(2013. 1. 15. 접수 / 2013. 2. 16. 채택)

## A Study on the Methods for the Robust Job Stress Management for Nuclear Power Plant Workers using Response Surface Data Mining

Yonghee Lee · Tong IL Jang<sup>†</sup> · Yong Hee Lee

I&C / Human Factors Research Division, Korea Atomic Energy Research Institute

(Received January 15, 2013 / Accepted February 16, 2013)

**Abstract :** While job stress evaluations are reported in the recent surveys upon the nuclear power plants(NPPs), any significant advance in the types of questionnaires is not currently found. There are limitations to their usefulness as analytic tools for the management of safety resources in NPPs. Data mining(DM) has emerged as one of the key features for data computing and analysis to conduct a survey analysis. There are still limitations to its capability such as dimensionality associated with many survey questions and quality of information. Even though some survey methods may have significant advantages, often these methods do not provide enough evidence of causal relationships and the statistical inferences among a large number of input factors and responses. In order to address these limitations on the data computing and analysis capabilities, we propose an advanced procedure of survey analysis incorporating the DM method into a statistical analysis. The DM method can reduce dimensionality of risk factors, but DM method may not discuss the robustness of solutions, either by considering data preprocesses for outliers and missing values, or by considering uncontrollable noise factors. We propose three steps to address these limitations. The first step shows data mining with response surface method(RSM), to deal with specific situations by creating a new method called response surface data mining(RSDM). The second step follows the RSDM with detailed statistical relationships between the risk factors and the response of interest, and shows the demonstration the proposed RSDM can effectively find significant physical, psycho-social, and environmental risk factors by reducing the dimensionality with the process providing detailed statistical inferences. The final step suggest a robust stress management system which effectively manage job stress of the workers in NPPs as a part of a safety resource management using the surrogate variable concept.

**Key Words :** data mining, job stress, response surface methodology, surrogate variable

### 1. 서론

국내외를 막론하고 스트레스는 근로자의 건강뿐만 아니라 사회 경제적 측면에서도 심각한 과제로 인식되고 있다. 특히 최근 디지털화로 인한 직무환경의 변화는 산업종사자의 직무에 큰 변화를 주고 있으며, 이는 직무스트레스의 새로운 요인이 되고 있다. 조직은 수행하는 기능이나 목적에 따라 고유한 성격을 가지며, 조직의 특성에 따른 직무 수행 방식의 차이는 직무스트레스의 근원으로 작용하여, 직무성과와 유의한 상관관계를 나타낸다<sup>1,2)</sup>.

직무 스트레스에 관한 많은 연구들이 진행되어 왔으며, 특히 사회 심리적 작업 환경이 점차 중요한 문제로 대두되고 있다. 직무 스트레스의 정확한 원인이 아직 불분명

하기 때문에 이러한 부분을 설명하기 위한 노력으로 사회 심리적 요인들이 유의한 예측인자로 다루어지고 있다. 직무 스트레스를 평가하기 위하여 많은 설문지 및 체크리스트들이 개발되었고, 이와 관련된 많은 관리방법론들이 연구되고 있지만, 원전을 비롯한 각 사업장의 증상/질환의 정확한 원인이 여전히 밝혀지지 않고 있다.

이러한 한계를 극복하기 위하여 유의한 가설 또는 지식 패턴을 도출하는 데이터마이닝 기법(Data Mining, DM)<sup>3)</sup>과 통계적인 방법을 응용한 새로운 스트레스 분석기법을 기존 연구에서 제시한 바 있다<sup>4)</sup>. 본 연구에서는 이를 기반으로 원전 종사자의 스트레스를 효과적으로 평가 및 관리하는 방안을 제안하고자 한다. 특히 Correlation- Based Feature Selection(CBFS)<sup>4)</sup>를 적용한 데이터 마이닝 기법과 통계적

<sup>†</sup>Corresponding Author: Tong IL Jang, Tel : +82-42-868-8732, E-mail : tijang@kaeri.re.kr

I&C / Human Factors Research Division, Korea Atomic Energy Research Institute, 989-111, Daedeok-daero, Yuseong-Gu, Daejeon 305-353, Korea

방법을 조합한 분석 기법이 직무 스트레스에 영향을 미치는 요인의 설문 기반 분석에서 효과적으로 적용하는 방법을 제시하였다. 또한, 새로운 분석기법을 기반으로 많은 설문 항목들에 포함된 요인들의 규모를 축소시키면서 종속변수와 상관관계가 높은 유의한 인자들을 도출하는 분석방법 및 절차를 제시하였다. 마지막으로, 원전 운영에서 안전문화(safety culture) 관리의 일환으로, 종사자들의 스트레스를 효과적으로 관리하는 강건(robust) 스트레스 관리 체계를 제안하였다.

## 2. 직무 스트레스 평가

근로자와 직무 및 직무조건 간 상호작용으로 나타나는 결과인 직무 스트레스는 직무 자체 요인, 조직적 요인, 작업환경적 요인, 개인적 상황 등의 요인으로 설명할 수 있다. 산업안전보건공단에 따르면 국내 사업체 직장인들을 대상으로 조사한 결과 잠재적 직무 스트레스에 노출되어 있거나 심한 스트레스를 받는 것으로 나타나고 있다. 직무 스트레스는 직장인의 이직 요구 발생 및 직무만족도 저하를 비롯한 정신적/신체적 이상과 같은 문제점들을 야기하였다. 이처럼 직무 스트레스의 발생이 심화되고 그에 따른 부정적 영향이 보고됨에 따라 근로자의 보호 및 손해 예방을 위해 산업안전보건법을 위시한 기준 및 지침이 재정되어 직무 스트레스의 발생과 그 영향에 대한 관리를 촉구하고 있다. 특히, 고신뢰도를 추구하는 대표적 산업인 원자력 산업에서는 근무자의 작업태도와 행동에 영향을 미치며, 산업 재해에 영향을 미치는 불안전 행동으로 이어질 가능성이 높은 직무 스트레스에 관한 평가와 관리의 노력이 이어져왔다. 원자력 산업에서는 직무 스트레스의 중요성을 인식하여,

KOSHA의 KOSS(Korean Occupational Stress Scale)<sup>5)</sup>를 기준으로 원전 종사자의 직무 스트레스를 조사하여, 스트레스의 관리를 위해 직종별 직무 스트레스의 차이를 8가지 세부요소별로 비교하거나, 개인성향과 조직 및 팀장 성향의 관계를 관리함으로써 직무 스트레스 현안 발생에 대응하는 방안을 제안한 바 있다<sup>6)</sup>. 그러나 스트레스는 객관적인 측정이 어려울 뿐만 아니라, 수많은 요인들이 상호작용하는 특성을 보이고 있다. 따라서 단순히 몇 가지 요인으로 관리되는 것이 아니라 물리적, 사회 심리적, 환경적 요인 등의 다중요인의 상호작용을 내포하므로, 원자력 분야 종사자가 경험하는 스트레스의 특성을 체계적으로 규명하고 원인을 분석하는데 한계를 보이고 있다<sup>7)</sup>.

스트레스를 측정하는 주관적인 방법으로는 설문, 인터뷰, 개인자각, 관측 등이 있으며, 구체적인 방법으로는 JQC (Job Content Questionnaire)<sup>8)</sup>, Occupational Stress Index, GJSQ (Generic Job Stress Questionnaire)<sup>9)</sup> 등이 있다. 국내에서는 한국인 직무 스트레스 측정도구 KOSS가 가장 흔히 사용되고 있다. 이런 평가방법들은 자기기입식 도구로서, 각 하부영역을 통합하여 하나의 전체 스트레스 점수를 도출할 경우 총체적인 비교가 가능하다는 장점이 있지만, 독립적인 하부 영역의 단순합산이 초래할 수 있는 측정오류의 단점이 있다. 각 영역별 점수만을 대상으로 분석할 경우 영역 간 점수 비교 결과를 어떻게 해석하고 평가하느냐의 문제점을 안게 된다. 개인이 인식한 주관적인 스트레스의 양을 측정하는 것이어서 개인적 특성에 따라 스트레스를 다르게 인식할 수 있다는 한계점을 가진다.

이러한 직무 스트레스 평가 문제를 해결하기 위하여 많은 연구자들이 직무 스트레스 요인을 분류하는데 관심을 가져왔다. 이전 연구들의 큰 흐름은 신체적인 요인은

Table 1. The IJSQ and responses associated with job satisfaction.

Classification of factors	No. of factors	Job stress factors
Physical factors	7	Adjustable rests (P1); simple repetitive tasks (P2); proper work surface (P3); using vibrators (P4); use of heavy equipment (P5); strength required (P6); uncomfortable posture (P7)
Psychosocial factors	50	Increased stringent performance standards (Q1); increased rigid work procedures with high production standards (Q2); increased production standards (Q3); new skills and technical knowledge required (Q4); (new level of creativity required (Q5); task requires high level of technical skill (Q6); many diverse tasks (Q7); micro-managed tasks (Q8); lack of authority to prioritize own tasks (Q9); authority (Q10); no voice (Q11); difficulty balancing job and family duties (Q12); managements' concern for workers (Q13); managements' responsiveness to workers concerns (Q14), managements' responsiveness to requests for help (Q15); managements' leadership (Q16); capable co-workers (Q17); caring co-workers (Q18); kind co-workers (Q19); co-workers willingness to help each other (Q20); many work order changes (Q21); too much variability in tasks (Q22); smooth cooperation among departments (Q23); rigid office hierarchy (Q24); cooperation within the organization irrespective of rank (Q25); uncomfortable atmosphere in lunchroom (Q26); unequal opportunities for male and female employees (Q27); management opened to employee suggestions about task (Q28); unequal treatment of workers (Q29); position a good match for employee's education and career goals (Q30); position does not meet expectations of employee (Q31); extra efforts and achievements are reflected in salary (Q32); extra efforts and achievements are respected and rewarded (Q33); workers have faith in the future (Q34); current job provides contacts for future employment (Q35); current job provides contacts for higher position of employment based on salary (Q36); fear of losing employment (Q37); possibility of losing job within 2 years (Q38); expectation of undesirable changes in the situation or work conditions (like a reorganization) (Q39); worries about promotion and career development (Q40); uncomfortable in current position)(Q41); responsibility for colleagues or subordinates (Q42); tasks require intense concentration for long periods (Q43); too many tasks at once (Q44); uncertainty of job future (Q45); interest in current task (Q46); enough time for task (Q47); repetitive task (Q48); current task provides improved skill level (Q49); employee feels stressed by the physical work environment (Q50)
Environmental factors	13	Task lighting (E1); improper ventilation (E2); summer temperature levels (E3); winter temperature levels (E4); humidity levels (E5); employee feels crowded (E6); too much noise (E7), exposure to dangerous materials (E8); unsafe work conditions (E9); insufficient workers, space, facilities and equipment (E10); cleanliness of workplace (E11); overall work environment (E12); Belief that the work environment is causing job stress(E13)
Response	1	Job satisfaction

배제하고 심리적 환경적 요인에 초점을 맞춰왔다. 신체적 요인까지 고려한 방법이 IJSQ(Integrated Job Stress Questionnaire)<sup>7)</sup>이다.

Table 1에 나와 있는 IJSQ는 직무 스트레스 수준을 더욱 실질적으로 평가하고 관리하기 위하여, 주관적인 방법으로 잘 알려진 JCQ, GJSQ와 O'Neill의 체크리스트<sup>10)</sup>를 기반으로 사회/심리적, 환경적요인, 신체적 요인뿐만 아니라 종속변수로서 직무만족도를 반영하였다. 사회/심리적 요인은 직무 스트레스 관련 선행연구들에서 가장 중요하게 다루고 있는 영역으로, 생산표준, 요구 기술 수준, 자율성 등의 50개 항목으로 구성되어 있다. 환경적 요인은 소음, 조명, 온도 등의 13개 항목으로 구성되어 있으며, 신체적 요인은 휴식, 반복성 작업 등 총 7개 항목으로 구성되어 있다.

### 3. 직무 스트레스 분석 기법 제안

#### 3.1. 데이터 마이닝 방법의 적용

본 논문에서 제안하는 직무 스트레스 분석 기법인 RSDM(Response Surface Data Mining)은 먼저 직무 스트레스 요인들로부터 DM기법(CBFS, BFS)으로 요인들의 규모를 축소시키면서 종속변수와 상관관계가 높은 유의한 인자들을 뽑아내고, 이후 RSM 방법으로 통계적 유의성을 증명하는 절차로서 개략적인 그림이 Fig. 1에 나와 있다<sup>7)</sup>.

데이터 마이닝은 정보시스템의 여러 해결 방법론 중 매우 유용하게 사용되고 있는 도구 중 하나이다. 또한, 감추어진 한계를 추출하고 미래를 예측하기 위한 수단으로 사용되고 있다. 데이터마이닝의 주요 목적은 대량의 데이터베이스로부터 잠재적이고 잘 알려지지 않은 유용한 정보를 추출하기 위한 것이다<sup>11)</sup>. 이러한 추출을 성공적으로 달성하기 위하여, 데이터 마이닝은 통계와 패턴 인지와 같은 컴퓨터 기술을 사용한다. 직무 스트레스를 위한 설문 분석에서 정확한 위험 인자와 이의 영향요소를 찾는 것은 매우 어렵다. 왜냐하면 직무 스트레스에 영향을 미치는 요인들이 다량의 복합 요인으로 구성되어 있기 때

문이다. Feature Selection(FS)은 중복적인 요인을 제거하면서 이러한 다량의 범위성(dimensionality)을 줄여주는 데에 효과적인 방법으로 알려져 있다. 또한, 요인을 추출하는 효율과 결과의 포용성을 올리고, 예측 정밀도와 같은 영역에서의 마이닝 수행도를 향상시킨다. FS 알고리즘은 피쳐(feature)의 부분집합(subsets) 공간을 통하여 탐색을 수행한다<sup>12)</sup>.

데이터마이닝 방법을 옹호하는 여러 연구들 중에서, CBFS 알고리즘은 FS 원리에 기초하여 유의한 인자 선정과 관계하는 특정 상황을 다루기 위하여 설계된 대안이다. 이 알고리즘은 요인 선정의 문제를 풀기 위하여 두 개의 영역으로 구분된다. 첫 번째 영역은 독립적 학습 알고리즘의 필터 접근에 기초하고, 필터로서 상관성 있는 요인을 걸러낸다. 두 번째 영역은 요인 부분집합을 평가하는 함수의 부분으로 귀납식 알고리즘을 사용하는 wrapper 접근에 기초한다. 대부분의 필터 방법들은 wrapper 방법에 의해 도출되는 요인 부분집합을 평가하는 학습 알고리즘보다는 일반적 데이터 특성에 기초한다. 그래서 필터 방법이 wrapper 방법보다 높은 범위성을 다루는 데에 보다 실질적이며 일반적으로 보다 빠른 속도를 가진다.

CBFS는 상관성에 기반을 둔 휴리스틱 평가 함수에 따른 입력 피쳐의 부분집합의 순위를 매기는 필터 알고리즘이다. 독립변수들 중에서 관계가 없는 요인들은 주어진 종속변수와 낮은 상관성으로 인해 무시된다. 제안하는 부분집합의 평가 함수는 다음과 같다.

$$EV_s = \frac{\bar{n}\bar{\rho}_{FR}}{\sqrt{n+n(n-1)\bar{\rho}_{FF}}}$$

위 식에서  $EV_s$ 는  $\bar{\rho}_{FR}$ (Factor-Response correlation 평균)과  $\bar{\rho}_{FF}$ (Factor-Factor inter-correlation의 평균)으로 표현되는 요인들의 휴리스틱 평가 값을 나타내고,  $\sqrt{n+n(n-1)\bar{\rho}_{FF}}$ ,  $n\bar{\rho}_{FR}$ 은 요인들 사이의 중복성과 요인에 따른 결과의 예측 값을 의미한다. 하나 혹은 두 개의 요인과 결과와의 상관관계를 측정하기 위하여 symmetrical uncertainty의 기준 평가가 요구된다<sup>13)</sup>.

$\bar{\rho}_{FR}$  and  $\bar{\rho}_{FF}$ 는 비교되면서 같은 효과를 가질 수 있도록 표준화되는 것이 바람직하다. symmetrical uncertainty는 정보획득의 편의를 최소화하고, 값들을 [0,1] 사이 값으로 표준화한다. symmetrical uncertainty의 상관계수는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{SU} = 2.0 \times \left[ \frac{gain}{H(Y) + H(X)} \right]$$

$$H(Y) = - \sum_{y \in Y} p(y) \log_2(p(y))$$

$$H(Y | X) = - \sum_{x \in X} p(x) \sum_{y \in Y} p(y | x) \log_2(p(y | x))$$

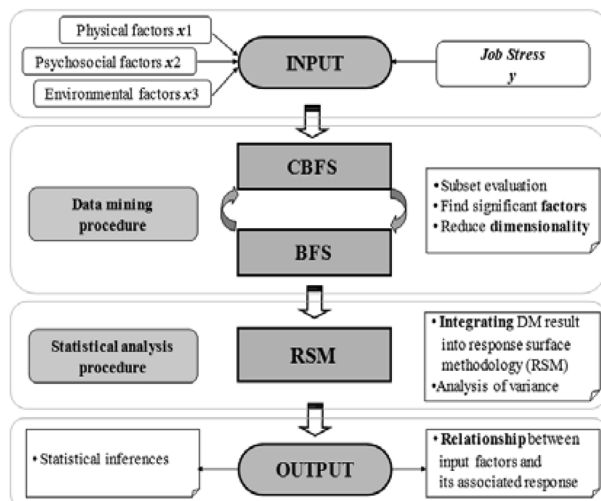


Fig. 1. An overview of the proposed procedure for evaluating job stress.

$$\begin{aligned} \text{gain} &= H(Y) - H(Y | X) = H(X) - H(X | Y) \\ &= H(Y) + H(X) - H(X, Y) \end{aligned}$$

H(Y)는 특정 결과 Y의 엔트로피, p(y)는 y값의 확률, H(Y|X)는 X에 대한 Y의 조건부 엔트로피, 그리고 gain은 X에 대한 Y의 정보를 반영하는 대칭적 측정에서의 정보 획득을 나타낸다. CBFS 방법을 Fig. 2에 도식화하였다. Fig. 2의 좌측 부분은 요인과 요인, 요인과 결과를 고려함으로써 엔트로피, 정보획득, symmetrical uncertainty에 기초한 평가절차를 보여준다. 그림의 우측 부분은 부분집합 평가 절차에 의해 얻어진 부분집합을 평가하기 위한 BFS 알고리즘을 설명한다.

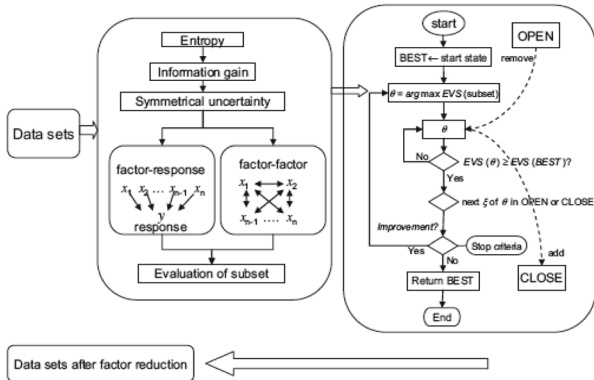


Fig. 2. An overview of the CBFS method.

부분집합을 평가할 때 탐색 공간을 줄이기 위한 가장 효과적인 방법 중 하나가 CBFS 알고리즘을 수행하는 휴리스틱 알고리즘인 Best First Search (BFS)이다<sup>14)</sup>. 이 방법은 탐색 공간 경로를 따라 역추적을 허용하는 탐색 전략에 기반을 두었다.

BFS 알고리즘을 실제로 사용하는 절차는 다음과 같다;

- Step 1. Begin with the OPEN list containing the start state, the CLOSE list empty, and BEST ← start state (put start state to BEST).
- Step 2. Let a subset,  $\Theta = \arg \max EVs(\text{subset})$ , (get the state from OPEN with the highest evaluation EVs).
- Step 3. Remove s from OPEN and add to CLOSED.
- Step 4. If  $EVs(\Theta) \geq EVs(BEST)$ , then  $BEST \leftarrow \Theta$  (put  $\Theta$  to BEST).
- Step 5. For each next subset  $\xi$  of  $\Theta$  that is not in the OPEN or CLOSED list, evaluate and add to OPEN.
- Step 6. If BEST changed in the last set of expansions, go to step 2.
- Step 7. Return BEST.

BFS 방법은 계산의 복잡성을 줄이기 위한 최상의 부분 집합을 찾는다. 뒤에서의 탐색과정은 결과로부터 하나의 요인을 제거하면서 탐색공간을 백워드방식으로 찾고, 앞

에서는 하나의 요인을 결과로 탐색공간에 더해가는 포워드 방식으로 찾아나간다. 전체 탐색 공간은 모두 소진하는 것을 막기 위하여 멈춤 기준이 주어진다.

### 3.2. 반응표면분석법(RSM)의 적용

RSM은 일반적으로 함수 관계가 잘 알려지지 않거나 복잡한 시스템을 이해하고 세 개 이상의 수준을 가지고 있는 여러 요인의 평가에 의한 결과를 최적화하기 위하여, 반응을 인자와 교호수준의 함수로서 표현하여 분석하는 것이다. 이 방법에 의한 직무 스트레스 평가를 위한 결과 함수는 다음과 같다.

$$\hat{y}(x) = \hat{a}_0 + x^T a + x^T A x$$

where

$$x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_k \end{bmatrix}, a = \begin{bmatrix} \hat{a}_1 \\ \hat{a}_2 \\ \vdots \\ \hat{a}_k \end{bmatrix}, \text{ and } A = \begin{bmatrix} \hat{a}_{11} & \hat{a}_{12}/2 & \cdots & \hat{a}_{1k}/2 \\ \hat{a}_{12}/2 & \hat{a}_{22} & \cdots & \hat{a}_{2k}/2 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hat{a}_{1k}/2 & \hat{a}_{2k}/2 & \cdots & \hat{a}_{kk} \end{bmatrix}$$

$x_i$ 는 통계요인(control factors)이며, 함수의  $\alpha$ 값은 second-order fitted response 함수의 회귀 상관계수로 산정된다. RSM을 적용할 때, 통상적으로 설계된 실험에서 데이터를 회귀 모델에 적합시킨다. RSM은 회귀 모델의 적합도 결여 검정(lack of fit)이나 독립적인 셸팅에서 결과에 두 개 혹은 그 이상의 관측값을 획득하는 데에 매우 유용하다.

$n_i$ 개의 관측값이 회귀계수  $x_i$ 의  $i$  수준에서의 결과를 가정할 때,  $y_{ij}$ 는  $x_i, i=1,2,\dots,m$ , 와  $j = 1,2,\dots,n_i$ 에서의  $j$  번째 관측값을 의미한다.

전체 관측값은  $n = \sum_{i=1}^m n_i$ 이며, 제곱합은  $SSE = SS_{PE} + SS_{LOF}$ 이다. SSE와  $SS_{LOF}$ 은 각각 pure error의 제곱합과 lack of fit의 제곱합을 의미한다. (ij)번째 잔차는

$$y_{ij} - \hat{y}_i = (y_{ij} - \bar{y}_i) + (\bar{y}_i - \hat{y}_i)$$

이다.  $\bar{y}_i$ 는  $X_i$ 에서  $n_i$  관측값의 평균을 나타낸다. pure error의 제곱합은 다음과 같이 계산된다.

$$SS_{PE} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{n_i} (y_{ij} - \bar{y}_i)^2$$

lack of fit의 제곱합은 다음과 같이 계산된다.

$$SS_{LOF} = \sum_{i=1}^m n_i (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2$$

위에 식에 기초한 lack of fit을 위한 검증 통계량( $F_0$ )은 다음과 같다.

$$F_0 = \frac{SS_{LOF} / (df_{LOF})}{SS_{PE} / (df_{PE})} = \frac{MS_{LOF}}{MS_{PE}}$$

$$F_0 = \frac{SS_{LOF} / (m - p)}{SS_{PE} / (m - n)} = \frac{MS_{LOF}}{MS_{PE}}$$

where  $p = \sum_{i=1}^n h_{ii} = \text{rank}(H) = \text{rank}(X) = k + 1$ .

$MS_{PE}$ (Mean-Squared Pure Error) 기대값은  $\sigma^2$ 이고,  $MS_{LOF}$ (Mean-Squared Lack of Fit)은 다음과 같이 계산된다.

$$E(MS_{LOF}) = \sigma^2 + \frac{\sum_{i=1}^m \left[ E(y_i) - \hat{\alpha}_0 - \sum_{j=1}^k \hat{\alpha}_j x_{ij} - \sum_{j=1}^k \hat{\alpha}_j^2 x_{ij}^2 - \sum_{k < j} \hat{\alpha}_k \hat{\alpha}_j x_{ij} \right]^2}{m - p}$$

#### 4. 강건 직무 스트레스 관리 체계

대용특성(surrogate variable) 기술은 일반적으로 측정이 파괴검사나 기술 부족으로 측정이 곤란한 경우에 그 대용으로 사용하는 품질특성을 말한다. 비용의 증가 없이 이러한 문제를 극복하기 위한 방법으로 보다 비용효과적인 “surrogate” 변수를 대용으로 사용할 수 있다. 독립변수와 종속변수 모두에서 유의한 인자 중 다루기 곤란한 인자를 대용하는 인자를 뽑아낸다. CBFS 방법으로 모든 잡음(Noise) 인자들의 대용특성 후보군을 찾아낼 수 있으며, 통계적 분석 방법으로 유의성을 확보 할 수 있다.

Fig. 3은 2가지 경우의 대용특성을 보인다(k, i, n, m ∈

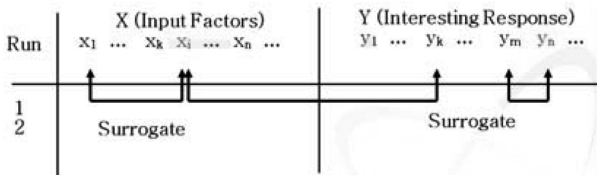


Fig. 3. Concepts of surrogate variables for input factors and responses.

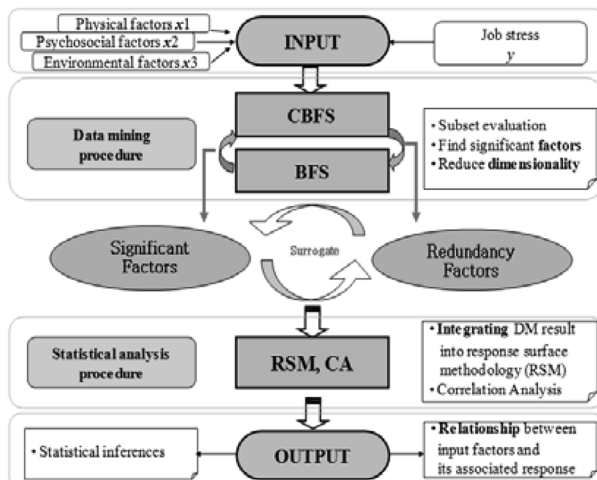


Fig. 4. An overview of the robust job stress management system.

int). 하나는 우리가 관심을 가지는 종속변수  $y_n$ 이 다루기 힘든 요인일 때, 다른 관심인자  $y_m$ 이  $y_n$ 과 매우 높은 상관성을 가질 때,  $y_n$ 과  $y_m$ 의 대용특성이 고려될 수 있다. 또한,  $X_i$ 가 다루기 곤란한 인자이고, 독립변수( $x_k, x_i, \dots, x_n$ )와 상관하는 인자  $y_k$ 가 관심을 가지는 인자일 때, 관심을 가지는 종속변수  $Y_k$ 의 대용특성으로  $X_i$ 를 가질 수 있다. 이러한 원리를 원전 종사자의 직무 스트레스 관리에 적용하여, Fig. 4에서와 같이 DM기법으로 뽑아진 직무 스트레스의 여러 요인들 중 보다 효과적인 대용특성 요인으로 다루기 힘든 요인을 관리할 수 있다면, 비용적인 측면에서 이점을 가지면서 종사자의 직무 건전성을 보다 효과적으로 유지관리 할 수 있을 것이다.

#### 5. 결론 및 토의

직무 스트레스는 여러 요인들의 복합성에서 나오는 다 중요인을 포함하고 있어, 이를 분석하고 예방하는 관리 방법을 정립하기가 어렵다. 본 논문은 이러한 한계를 극복하기 위하여 데이터를 바탕으로 유의한 가설 또는 지식패턴을 도출하는 데이터 마이닝 기법과 통계적 방법을 응용하여 새로운 분석기법을 제안하였다. 또한, 대용특성(surrogate variable)을 이용하여 비용효과 분석을 포함한 현실적 관리방안을 포함하는 로버스트 스트레스 관리 체계로 제시 하였다. 구체적으로는 Correlation-Based Feature Selection (CBFS)를 적용한 데이터 마이닝 기법과 통계적 방법인 Response Surface Methodology(RSM)를 조합하는 방식으로, 분석 결과로부터 직무 스트레스에 영향을 미치는 요인들을 효과적으로 관리할 수 있는 방법을 제시하였다. 제안한 분석기법으로 많은 설문 항목들에 포함된 요인들의 규모를 줄여 주면서 종속변수와 상관관계가 높은 유의한 인자들을 지속적으로 도출할 수 있으므로, 원전의 종사자 스트레스 관리에 적용할 수 있을 것이다.

KOSS 등 기존의 스트레스 평가 방법이 종사자 개인의 직무 스트레스를 파악하는 데에는 매우 실제적인 방법이라 할 수 있으나, 평가로부터의 피드백을 연결하는 메커니즘으로서 직무 스트레스의 관리 방안을 정립하기에는 한계가 있다. 이미 일반 산업에서 종사자 개인의 직무 건전성 관리를 위하여 스트레스와 함께 피로 측면이 부각되고 있지만, 국내의 구체적인 대처기술은 그 필요성에 비해 매우 미흡하다. 다양한 유형의 조직에서 작업 환경과 종사자의 특성을 반영하는 구체적 모형 개발과 함께 분석 수단 및 관리 방안이 결합되어야 한다.

또한 본 논문에서 제시하는 대용특성 기술을 이용한 강건 스트레스 관리 체계를 구축할 경우, 종사자 측면의 기술 역량의 기반을 유지하고 강화할 수 있다. 진단 실험 등을 통한 다양한 방법으로 현실적 데이터를 수집하고, 본 연구의 결과를 원전 현장에 적용하여 실무화하는 과정이 필요하다. 또한 본 연구에서 제안한 기법은 스트레스뿐만 아니라 다중요인을 내포하고 있는 조직적 측면에서의 안전자원관리<sup>15)</sup> 및 안전문화를 개선하는 핵심 기술로 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

**감사의 글:** 이 논문은 2012년도 교육과학기술부 원자력 기술개발사업 연구비에 의하여 지원되었음.

## References

- 1) D. Katz and R. L. Kahn, "The Social Psychology of Organizations(2nd ed.)", New York : Wiley, 1978.
- 2) M. T. Matteson and J. M. Ivancevich, "Type A and B Behavior Patterns and Self-reported Health Symptoms and Stress : Examining Individual and Organizational Fit", J Occup Med., Vol. 24, No. 8, pp. 585~589, 1982.
- 3) J. W. Seifert, "Data Mining: An Overview", CRS Report RL-31798, 2004.
- 4) D. Allen, "The Relationship between Variable Selection and Data Augmentation and a Method for Prediction", Technometrics 16, pp. 125~127, 1974.
- 5) <http://www.kosha.or.kr>
- 6) Yonghee Lee, Jong-Hun Yun and Yong-Hee Lee, "A Study on the Coincidences Between Group Traits and Personal Traits upon the Job Stress", Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering Vol. 35, no. 2, pp. 19~27, 2012.
- 7) Yonghee Lee and Sangmun Shin, "Job Stress Evaluation using Response Surface Datamining" International Journal of Industrial Ergonomics 40 pp. 379~385, 2010.
- 8) R. Karasek, G. Gordon, C. Pietrokovsky, M. Rrese, C. Pieper, J. Schwartz, L. Fry and D. Schirer, "Job Content Questionnaire: Questionnaire and User's Guide", University of Massachusetts, Lowell, 1985.
- 9) J. J. Hurrell and M. A. McLaney, "Exposure to Job Stresse, A New Psychometric Instrument", Scandinavian Journal of Work, Environment & Health 14, pp. 27~28. 1988.
- 10) M. J. O'Neill, "Ergonomic Design for Organizational Effectiveness", Lewis Publishers, 1998.
- 11) W. Frawley, G. S. Piatetsky and C. Matheus, "Knowledge Discovery in Databases: an Overview" AI Magazine Fall, pp. 213~228, 1992.
- 12) D. Allen, "The Relationship between Variable Selection and Data Augmentation and a Method for Prediction", Technometrics 16, pp. 125~127, 1974.
- 13) M. A. Hall, "Correlation-based Feature Selection for Machine Learning", Ph. D. Dissertation, Waikato University, Department of Computer Science, Hamilton, New Zealand, 1988.
- 14) R. R. Quinlan, "Induction of decision trees", Issue 1, Machine Learning. Hingham, MA, pp. 81~106, 1986.
- 15) Yong-Hee Lee, "Nu-SRM(Nuclear Safety Resource Management) for Organizational Safety in Korean NPPs", 5-th JNES-KINS Joint Workshop, 2012.