

인간-기계시스템의 최적관리를 위한 정보이론적 접근 Informative Approach for Optimal Control Policy of Man-Machine System

李 太 熙*¹⁾
Lee, Tae-Hee

Abstract

This paper presents a model which may be used in optimal control of the Man-Machine systems in the aspect of information transmission. For this, we divided information into human parts and machine parts, and consider minimum error principle as a machine operating logic. Furthermore, we take the maximum information principle as a human information operating logic. This can be done in considering the Fisher Information and its transformed type, information inequality.

1. 서론

기업을 위시한 일반 시스템은 안정(stability)과 성장(growth)이라는 목표를 지닌다. 특히 생산을 전제로 한 시스템에서는 성장성과 안정성의 추구라는 배반적인 목표의 최적화가 절대적이다. 이러한 측면에서 인간-기계시스템(Man-Machine system)으로 대표되는 오늘날의 생산시스템은 인간과 기계라는 두가지 요소를 동시에 고려한 시스템 분석(예측과 통제)이 필요하지만, 일반적인 제어공학적 방법론은 기계 측면에서만 유익하다는 한계를 지닌다[5]. 아울러 기계시스템의 최적화 논리가 인간시스템에까지 범용됨에 따른 기존의 편협된 관리개념은 기업조직의 형성에 비판적인 영향을 주었다.

본 연구는 인간-기계시스템의 조화로운 분석을 위하여 기존의 편협된 관리개념을 시스템의 정보전달(인간측면에서는 커뮤니케이션)이라는 관점에서 점검해 보았으며, 이를 통한 창조적인 인간시스템(조직)과 제어가능한 기계시스템의 구축방안을 이론적으로 제시하고자 한다. 이를 위하여 우선 생산시스템에서 인간중심(man-oriented, man-centered)의 시스템에 대한 분석방안을 고찰하고, 다음으로 인간-기계시스템의 조화분석을 시도하였다. 그리고 이를 위한 방법으로서 통계학적 피셔 정보량(Fisher Information)의 개념을 활용하였다.

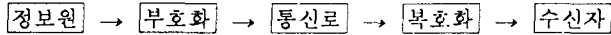
2. 인간-기계시스템에서의 정보전달

2.1 인간-기계시스템에서의 정보에 대한 개요

인간-기계시스템이란 주어진 입력으로부터 어떤 요구되어지는 결과를 얻기 위하여 상호작용하는 인간과 기계의 유기적인 결합으로 정의할 수 있다. 따라서 1인 이상과 1대 이상의 기계가 어떤 환경조건하에서 입력으로부터 바람직한 결과를 얻기 위해 서로 협력하는 결합으로 볼 수 있다. 이것은 인간과 기계가 상호의 기능을 수행함으로써 전체적인 시스템으로서 상호작용을 하는 것으로서, 이러한 상호작용은 정보(information)라는 매개체를 통하여 수행되며, 이때 정보는 인간의 5감을 통한 자극의 형태로 입력된다. 이러한 인간-기계시스템은 인간의 제어가능정도에 따라 수동 시스템(manual system), 기계화 시스템(mechanical system), 자동화 시스템(automated system)으로 분류할 수 있다. 본 연구는 이 3가지의 공통현상인 정보의 발생과 전달이라는 측면에서 전개한다.

* 건국대학교 산업공학과 박사과정

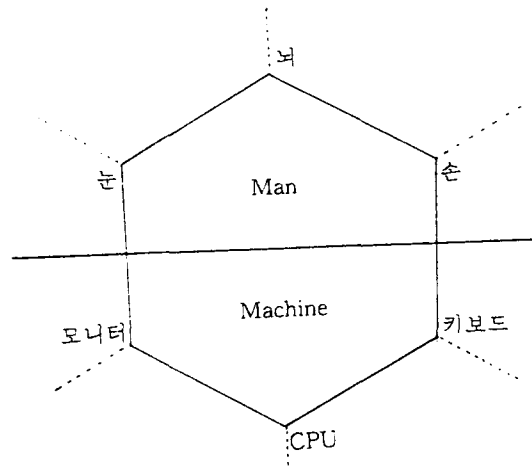
정보에 대한 초기연구는 C.E.Shannon 과 N.Wiener 에 의해 이루어 졌으며, 이들의 관심은 <그림 1> 처럼 정보의 전달에 따른 수량적 측면이었다. 기존의 인간-기계시스템(<그림 2>)도 이러한 측면에 국한된 성격이 강하지만, 본 연구에서는 정보의 차원을 세분하여 수량적 정보 뿐만 아니라 수·발신자의 생체정보, 그리고 의미론적 정보도 고려한다.



<그림 1> Shannon 의 통신모형에 대한 평면적 개략도

<그림 1>은 통신모형을 평면적으로 나타낸 것이지만, 이것을 입체적으로 나타내면 <그림 2>와 같은 인간-기계시스템의 개략도가 된다.

이러한 측면에서 인간은 시스템(system)으로서의 조건을 만족하므로, 인간-기계시스템은 인간시스템(man system)과 기계시스템(machine system)이 조합된 시스템으로 파악할 수 있다. 그러므로 인간-기계시스템은 인간시스템과 기계시스템 각각이 지닌 특성의 결합(matching)을 고려하여 평가되어야 한다[13]. 이때 기계시스템에 대한 특성 및 제어논리는 제어이론의 발달과 더불어 그 방법론이 다양하게 제시되어 있으므로 여기서는 언급을 피하고, 대신 인간시스템을 조직(organization)이라는 차원에서 전개·고찰하기로 한다.



<그림 2> 인간-기계시스템의 루우프

2.2 조직의 정의 및 그 구조

조직의 본질에 대해서는 오랜 기간에 걸쳐 다양하게 정의되어 왔지만, 본 연구에서는 특히 C.Barnard 의 정의를 기초로 한다. 그는 조직이란 어떤 목표성취를 위하여 두사람 이상의 힘과 활동을 의도적으로 조정된 협동의 실체라고 정의하였다.[3] 이러한 정의는 1) 목표성취 2) 조직의 내부체제 유지 3) 외부환경에의 적응이라는 측면에서, 오늘날 일반화 된 조직에 대한 일반시스템론(GST)적 접근이나[3], 홀론(Holon)적 접근법과도 개념적으로 유사하다.

여기서 조직의 목표(목적)는 향후 조직의 구조와 행태에 영향을 준다는 점에서 목표설정에 있어서 주의를 기울이지 않으면 안된다. 설정된 목표하에서 조직은 최적(optimal)의 구조를 형성하게 된다. 이때 최적이라는 개념적 특성은 조직의 평가단계에서도 동일하게 이용된다.

여기서의 구조는 공식구조와 비공식 구조를 포함하여 고려한다. 이러한 구조형성을 위해서는 목표와 마찬가지로 외부환경 뿐만 아니라 기술지식, 그리고 목표수행까지 고려해야 한다. 또한 조직구조는 조직의 관리제도에도 영향있으며, 조직구성원의 심리체계에도 큰 영향을 미치고, 조직행태의 범위를 한정하기도 한다. 이러한 구조는 대표적으로 유기적 조직과 기계적 조직으로 구분할 수 있다. 이를 구체적으로 살펴보면, 전형적 관료제(bureaucracy)와 현대적 모형이라 할 수 있는 Project 조직, Matrix 조직, 자유형(free-form) 조직, 시스템 조직 등으로 나눌 수 있다.

이상을 고려한 조직목표와 그 구조는 목표달성 여부에 대한 평가가 필수적이지만, 객관적이고, 일반화된 평가기준이 현재까지는 제시되지 못하였으며, 단지 1) 효과성과 능률성 비교(단일기준 및 복수기준), 2) 목표비교법 등이 이용되고 있다[11]. 그러나 이들의 다양한 하위 평가기준을 고려할때, 그 공통되는 기준은 조직에서 구성원들간의 의사전달(communication)임을 알 수 있다. 그러나 고전적 관료제하에서는 시대적 특성상 조직의 일반원칙이 중심이 되어, 이러한 의사전달 개념은 일반화되지 못했다. 이것을 일반화하여 조직평가의 중요한 기준으로 제시한 것은 C.Barnard 와 H.Fayol 의 노력이었다. 특히 Fayol 은 '건널판' 개념을 도입하여, 오늘날 수평적 의사전달체제와 유사한 조직형태를 제시했다. 이러한 구성원들간의 의사전달(혹은 정보전달)이라는 요인은 오늘날 조직형태수립의 새로운 변수로 등장하여, 이를 위한 다양한 조직구조(원형, 연쇄형, Y 형, 바퀴형, 전통로형 등)가 발생되기도 했다.

그리고 조직의 네트워크화에 따른 정보 및 학습시너지 효과[2]는 오늘날 대부분의 조직유형을 네트워크 구조로 변화시키고 있다.

2.3 조직정보의 다원적 해석

목표를 통해 형성된 조직구조에서 정보(information)를 매개로 한 의사전달시스템을 연구하는데 있어서는 세가지 중요한 접근법이 있는데, 1) 정보이론(Information Theory), 2) 개인적 의사전달(Individual Communication), 3) 조직의사전달(Organizational Communication) 이 그것이다[3][7].

첫째, 정보이론(Information Theory)적 방법은 수학의 확률이론과 깊이 관계있으며, 주로 의사전달과정의 전달(또는 송신)측면에서 유익하다. 이것의 주된 목적은 통계학의 이점을 이용함으로써, 문자를 암호로 대체시켜 사용하는데 있으며, 주어진 네트워크를 통하여 최소오차(minimum error)로 정보를 발송하는 방법이다. 이것은 N.Wiener 의 Cybernetics, C.Shannon 의 Information Theory, L.V.Bertalanffy 의 일반시스템이론(GST) 등이 중요한 요인으로 영향을 미쳤다.

둘째, 개인적 의사전달(Individual Communication)은 정보이론처럼 수학이나 기술이론을 적용시킨 것이 아니라, 행동과학(behavior science)에 근거한 커뮤니케이션적 접근법이다. 여기서는 구성원간의 정보전달에 중점을 두고 있다. 그리고 이것은 조직 커뮤니케이션 과정에서 중심적인 역할을 하며, 조직행위의 연구에 직접적으로 관련되는 분야로서, feedback 이 중요하다. 이것이 효과적이기 위해서는 발신자의 정보가 수신자에 의해 수용되도록 해야 하고, 이것을 확실하게 하기 위해서는 수신자가 발신자에게 영향을 미칠 수 있도록 되어야 한다.

셋째, 조직의사전달(Organizational Communication)은 위 두가지의 중간위치에 속하는 방법이다. 여기서는 공식조직구조가 의사전달과정의 정보가 흐르는 네트워크 기능을 한다. 결국 이것은 관리기능과 직접적으로 관련을 맺고 있으며, 조직 구성원들 사이에서 일어나는 하향적, 수평적, 대각적인 커뮤니케이션의 흐름이 조직 의사전달망의 중요한 부분이 된다.

이러한 정보전달에는 <표 1>과 같은 다양한 장애요인(barrier)이 존재한다[24].

<표 1> 조직에서 정보전달의 장애요인

요 인	내 용
사회, 문화	성(sex), 나이, 민족, 인종, 교육
경 제	지위, 소득, 힘(power)
관념(사상)	정치성, 종교, 사회성, 경제성
조 직	구조, 절차, 규칙 및 규율, 위치

결국 상징적이고, 비가시적인 요인이 가시적 의사전달과정에 있어서 중요한 요인임을 알 수 있다. 이러한 결과를 통하여 본 연구에서는 보다 효율적인 정보전달을 위하여 제시한 세가지 접근법 중에서, 첫 번째 방법의 한계점과 두 번째 및 세 번째 방법의 발전적 모델을 제시하고자 한다.

3. 조직이론에서 수학적 정보이론의 한계성

정보이론(information theory)은 그 대상으로서 발신자(정보원), 수신자, 그리고 전송체인 정보를 필요로 한다. 이러한 관점에서 정보이론이란 정보의 전송과 수신을 어떻게 하면 효율 좋고, 또 신뢰성 높게 할 수 있는가에 관한 이론이라고 할 수 있다[17]. C.E.Shannon(1948) 은 특히 정보의 양적표시, 정보원 부호화의 개념과 그 한계, 그리고 통신로 부호화의 개념과 그 한계에 대하여 명확히 제시했고, 그 이후 이것은 디지털 신호를 대상으로 하는 부호이론과, 아날로그 신호를 대상으로 한 신호이론으로 전개되어, 오늘날은 이를 통합하여 일반적으로 정보이론이라 한다[1]. 여기서 언급하는 이론의 범위는 특히 2원 디지털 정보원 계열에 대한 양적 지표인 정보량 개념으로 제한한다. 결과적으로 계량단위는 비트(bit)로 주어지며, 1정보원 기호당의 평균부호길이의 하한은 그 정보원 S 의 엔트로피 H(S) 로 주어진다. 그런데 이것은 정보원의 발생 확률에 따라 결정되는 것이므로, 확률 p 인 결과의 발생을 알때 정보량을 I(p) 로 나타내면, I(p) 는 확률의 성질에 따라 다음 조건을 만족시켜야 한다.[1][11]

- 1) I(p) 는 p 의 단조 감소함수이다.
- 2) 가법성 ; $I(p_1 p_2) = I(p_1) + I(p_2)$
- 3) 연속성 ; I(p) 는 p 연속함수이다.
- 4) 최대치의 존재성
- 5) 대칭성

이상의 조건을 만족하는 함수는 $I(p) = -a \log_2 p$ 라는 log 함수임을 알 수 있다. 이때 a 는 정수로 서, 이것을 결정하기 위해 $p = 1/2$ 의 결과를 알았을때 얻는 정보량을 1 로 하면, $a=1$ 이 된다. 이것은 자극에 대한 반응의 변별역(difference limen) 개념[12]과도 동일하다. 이와 달리 기호 a_1, a_2, \dots, a_M 을 각각 p_1, p_2, \dots, p_M 의 확률로 발생시키는 정보원 S 를 고려하면, 하나의 출력 a_i 를 알때 얻는 정보량은 $I(p_i) = -\log_2 p_i$ 이므로, 이를 평균하면 $\bar{I} = -\sum_{i=1}^M p_i \log_2 p_i$ 가 된다. 이것은 평균정보량으로서, 정보원 에서 어느 특정기호의 발생확률이 1 이고, 다른 기호의 발생확률이 0 일때, 0 의 최소값을 가지며, 모든 기호의 발생확률이 동일할때 최대값 $\log_2 M$ 을 가진다. <표 2>는 정보이론에 대한 일반적 결과를 종합 한 것이다[22].

<표 2> 정보량 분석을 위한 메카니즘

$H(X) \triangleq E(-\ln p(X))$	$I(X; Y) = I(Y; X)$
$H(X Y) \triangleq E(-\ln p(X Y))$	$I(X; Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y)$
$I(X; Y) \triangleq H(X) - H(X Y)$	$I(X; Y, Z) = I(X; Y) + I(X; Z Y)$
$H(Y) = H(X) + E(\ln J)$	$I(CX; Y) = I(X; Y)$
$Y = F(X), J = \det\{\partial f_i(x) / \partial x_j\}$	$I(X; Y) \geq 0$
$H(X, Y) = H(X) + H(Y X)$	$X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$
$H(X, Y) = H(Y, X)$	$Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$
$H(Y X) \leq H(Y)$	$Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$
$H(X, Y) \leq H(X) + H(Y)$	$C \text{ is constant}$

여기서 $H(X)$ 는 확률변수 X 에 대한 엔트로피, $I(X)$ 는 상호정보량을 의미한다.

이러한 일반 정보이론개념에서 고려해야 할 내용은 $\log_2 M$ 에서 M 은 단지 발생한 문자열의 총 수만 의미할 뿐, 의미전달과는 무관하다는 것이다[10]. 이것은 수학적 정보이론을 조직론에서는 그대로 이용할 수 없음을 나타낸다. 즉 이것은 정보전달에서 정보의 질적이고 해석적인 측면은 간과한 채 단순히 정보의 양적 측면만 강조한 경우로서 해석할 수 있다.

이상은 단일 정보원에 대한 성질이고, 복수개의 정보원에 대해서도 위의 조건은 전제된다[9]. 그러나 정보원간의 독립성이 위배될때, 대표적으로 확률과정론의 경우처럼 1차 차분형태로 주어지는 복수개의 정보원에서는 이들간의 상호 정보량도 고려해야 한다. 그러므로 여기서 중요한 것은 이러한 정보원으로 부터 발생하는 정보원 기호계열(정보원 계열)의 통계적 성질이다. 이것은 정보원을 기억이 없는 정상정보원, 기억이 있는 정상정보원, 에르고드 정보원, 그리고 마코프 정보원으로 나눌 수 있다. 이때 기억이 없는 정보원의 정보량은 각 정보원의 정수배인 $H_1(s^m) = mH_1(s)$ 이 된다. 마코프 정보원은 임의 시점의 출력의 확률분포는 그 이전의 m 개의 출력에만 영향받고, 그 이전의 출력과는 무관한 정보원으로서, 정보량은 다음과 같다.

$$H(S) = \sum_{i=0}^{N-1} w_i \left[-\sum_{j=1}^M p(a_j/s_i) \log_2 p(a_j/s_i) \right]$$

여기서 w_i 는 정상분포의 각 상태를 의미한다. 이러한 정보량 개념은 정보원과 통신로에 대한 부호화 와 복호화 과정에서 잡음(noise)에 의한 왜곡의 허용여부에 따라 달라진다. 특히 이러한 왜곡여부에 따 른 부호화의 효율성(efficiency)과 전달 및 복호과정의 신뢰성(reliability) 측면에서 발생하는 최적화 수법 을 중심으로 많은 연구가 진행되었다. 가령 정보원 S 의 출력 x 를 부호화하여, 복호화 한 결과를 y 라 할 때, 이 차에 대한 평가함수를 $d(x, y) = |x - y|^2$ 라 하면, 평균왜곡은 평균제곱오차(MSE)를 이용하여 일반적으로 표시한다. 그러나 집단간 비교분석에 있어서는 이러한 비율척도(ratio scale)보다 순위척도 (ordinal scale) $\hat{d}(x, y) = (x - y)$ 가 유익하므로[12], 본 연구에서는 順位尺度로서 왜곡함수를 고려한다. 즉

$\hat{d}(x, y) > 0$	전달속도는 경제적이지만, 구성원간의 정보전달은 비신뢰적이다.
$\hat{d}(x, y) = 0$	기계식 조직의 경우로서, 조직의 변화여부에 따른 변화가능성의 잠재력을 지니고 있다.
$\hat{d}(x, y) < 0$	비경제적이지만, 신뢰적일뿐 아니라 집단에 의한 synergy 발현이 가능한 창조적 집단이다.

여기서도 알 수 있듯이 최소분산(minimum variance)으로 대표되는 통계 및 제어논리가 일반 기계시

시스템에서는 최대 정보량(maximum information)을 보장할 수 있지만, 인간을 중심으로 한 조직단위에서는 최대 정보량을 보장할 수 없다.

4. 조직의 정보전달지표 분석

4.1 조직의 정보전달지표

3 장에서 언급한 일반 정보이론의 한계를 극복하기 위하여, 본 장에서는 새로운 분석도구로써 피셔 정보량(Fisher Information ; 이하 FI 로 정의) 개념을 도입한다. FI 와 N.Wiener 및 C.E.Shannon 의 정보량 개념이 지닌 차이점은 다음과 같다.

첫째, N.Wiener 의 정보개념에서는 변수의 일양분포 특성도 고려하고 있지만, FI 는 일양분포를 고려하지 않는다[17].

둘째, 일반 정보이론에서 평균정보량은 $\bar{I} = -\sum_{i=1}^M p_i \log_2 p_i$ 로 주어지지만, FI 에서는 $\lambda(x/\theta) = \log f(x/\theta)$ 라고 하고, $f(x/\theta)$ 가 모수 θ 에 대해 2차미분이 가능하다고 할때, 확률변수 x 에 대한 FI 는 $I(\theta) = E_{\theta} [\lambda'(x/\theta)]^2$ 이다[16][18].

만약 $f(x/\theta)$ 가 p.d.f. 라면, $I(\theta) = \int_{\Omega} [\lambda'(x/\theta)]^2 f(x/\theta) dx$ 이고, 모수공간에서

$$\int_{\Omega} f(x/\theta) dx = 1 \text{ 이므로 } \int_{\Omega} f'(x/\theta) dx = 0 \text{ for } \theta \in \Omega$$

$$\int_{\Omega} f''(x/\theta) dx = 0 \text{ for } \theta \in \Omega$$

이상을 통하여 FI 에 대하여 다음처럼 두가지로 새로이 정의할 수 있다.

$$I(\theta) = \text{Var}_{\theta} [\lambda'(x/\theta)]$$

$$I(\theta) = -E_{\theta} [\lambda''(x/\theta)]$$

계산의 편의상 일반적으로 후자가 많이 이용된다. 이러한 사실을 p.d.f. 가 $f(x/\theta)$ 인 분포(일양분포 제외)로부터 랜덤하게 추출한 n 개의 확률변수 x_1, \dots, x_n 으로 확장시켜 보자. 이때에도 마찬가지로 모수 θ 는 모수공간 Ω 내에 있어야 한다. 이것을 일반적으로 $f_n(x/\theta)$ 로 정의할때, $\lambda_n(x/\theta) = \log f_n(x/\theta)$ 이 되고, 이때 x_i 가 p.d.f. $f(x/\theta)$ 를 따르기 때문에 각각의 x_i 에 대한 FI 는 $I(\theta)$ 이다. 따라서 n 개의 확률변수에 대한 FI 는 $I_n(\theta) = nI(\theta)$ 처럼 구할 수 있다. 즉, n 회 관측에 따른 랜덤추출에서의 FI 는 단일관측에서 발생하는 FI 의 n 배에 해당됨을 알 수 있다.

이상의 FI 에 대한 대표적인 응용사례로서 특정한 주어진 문제에서 모수 θ 의 임의 추정치에 대한 분산의 하한(low bound)을 결정할 수 있다. 이를 위해 우선 $T = T(x_1, \dots, x_n) = T(x)$ 를 분산이 유한(finite)인 모수 θ 의 임의 추정치라 하고, T 와 확률변수 $\lambda_n(x/\theta)$ 간의 공분산(covariance)을 고려하자, 이때 $\lambda'_n(x/\theta) = f'_n(x/\theta)/f_n(x/\theta)$ 이므로,

$$E_{\theta}[\lambda'_n(x/\theta)] = \int_{\Omega} \dots \int_{\Omega} f'_n(x/\theta) dx_1 \dots dx_n = 0$$

$$\text{Cov}_{\theta}[T, \lambda'_n(x/\theta)] = E_{\theta}[T \lambda'_n(x/\theta)] = \int_{\Omega} \dots \int_{\Omega} T(x) \lambda'_n(x/\theta) f_n(x/\theta) dx_1 \dots dx_n$$

$$= \int_{\Omega} \dots \int_{\Omega} T(x) f'_n(x/\theta) dx_1 \dots dx_n$$

모든 θ 에 대하여 $E_{\theta}(T) = m(\theta)$ 라면,

$$\int_{\Omega} \dots \int_{\Omega} T(x) f_n(x/\theta) dx_1 \dots dx_n = m(\theta); \theta \in \Omega$$

$$\int_{\Omega} \dots \int_{\Omega} T(x) f'_n(x/\theta) dx_1 \dots dx_n = m'(\theta); \theta \in \Omega$$

위의 식에 따라

$$\text{Cov}_{\theta}[T, \lambda'_n(x/\theta)] = m'(\theta); \theta \in \Omega, \quad \{\text{Cov}_{\theta}[T, \lambda'_n(x/\theta)]\}^2 \leq \text{Var}_{\theta}(T) \text{Var}_{\theta}[\lambda'_n(x/\theta)]$$

이므로, 분산에 대한 하한은 다음처럼 구할 수 있다.

$$\text{Var}_\theta(T) \geq \frac{[\text{Cov}(\theta)]^2}{nI(\theta)}$$

이것을 달리 표현하면,

$$I(\theta) \geq \frac{[\text{Cov}(\theta)]^2}{n\text{Var}_\theta(T)}, \text{ if } I(\theta) \geq 1$$

로도 나타낼 수 있다. 여기서 윗식은 정보부등식(Information Inequality) 혹은, Rao-Cramer 부등식 이라고도 한다[17][19].

이것은 원래 추정치의 분산을 모르기 때문에 정보량과 공분산을 이용하여 그 하한을 구하는 식이지만, 개념적인 측면에서 정보량으로 정의할 수도 있다.

4.2 정보전달 지표의 해석

위의 등식에서 알 수 있듯이 정보량은 기존처럼 제어이론(N.Wiener의 최소자승오차 원리)이나 통계적 추정정(대수학적 직교성(orthogonality) 개념과 Gauss의 최소자승법 개념)에서 이용된 최소분산원리(minimum variance principle)에 의하여 증가시킬 수도 있지만(부등식의 분모를 최소화 시킴으로써), 한편 변수간의 공분산 나이가 이를 상관관계로 확장시킬 때, 정보인자 상호간의 상관성 증진(Increasing of Correlation)에 의해서도 향상시킬 수 있음을 알 수 있다[22]. 이것을 구체적으로 다음처럼 확장시킬 수 있다.

$$I(\theta) \geq \frac{[\text{Cov}(\theta)]^2}{n\text{Var}_\theta(T)} \doteq \frac{n[\text{Corr}(\theta)]}{\text{Var}_\theta(T)} \doteq \frac{\text{상호상관}}{\text{자기상관}} / \frac{\text{급간변동}}{\text{급내변동}}$$

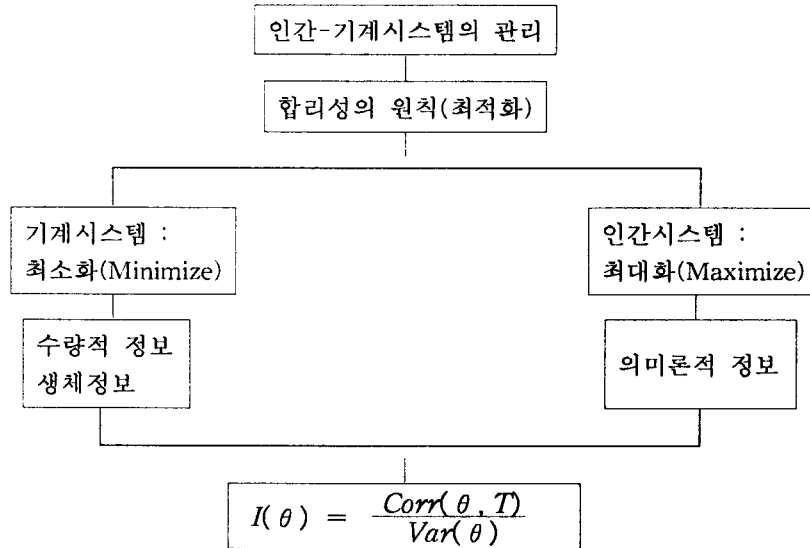
윗식의 분모인 (급간변동/급내변동)에서 급간변동 성분을 증가시키고, 아울러 급내변동 성분을 감소시키면, 일반 샘플링 이론(sampling theory)에서 정도가 향상된다.

이것은 앞서도 언급했듯이 일반적인 제어이론과 통계적 추정정에서 사용하는 최소분산의 논리이다. 결국 기존 기계시스템(machine system)의 제어논리는 최대의 하드웨어적 정보에 따른 분산(오차 혹은 실수)의 최소화를 강요하므로, 이러한 관리개념을 정보라는 용어의 오용으로 인하여 조직관리에서 혼용할 경우 조직에서의 개인적 실수는 인정될 수 없고, 이것은 결국 조직원들의 폐쇄성에 따른 개인적 창조욕 상실로 나타날 것이다. 오늘날 조직원들의 동기와 사기에 대한 문제가 기업생산성과 관련하다는 것을 고려할 때, 이러한 편집된 관리개념은 미래지향적 기업문화에 적합하지 않다는 것을 알 수 있다. 그러므로 조직이론에서는 부분들의 결합효과에 따른 시너지(synergy) 효과와 오차(실수)를 통한 창조성 발현을 고려할 때, 적정수준의 오차(error)를 인정할 필요가 있다. 그러므로 조직이론에서는 기존처럼 윗식의 분모만을 고려하는 최소오차원리보다, 오히려 분자를 고려한 최대정보량(상관성) 개념이 필요함을 알 수 있다.

그런데 이러한 상관논리가 기존에도 Sociogram[7][12]이라는 개념으로 상호상관은 정의되었지만, 역시 자기상관 개념은 고려되지 않았다. 여기서 자기상관은 일반적으로 개인의 가치관이나 조직목표에 대한 개인적 노력으로 해석할 수 있으며, 이것이 상대적으로 크다는 것은 개인의 내적 feedback이 원활하게 이루어진다고 해석할 수 있다. 그리고 상호상관을 상대방과의 관련성으로 정의할 수 있는 것은 대수학적 벡터내적(inner product)을 고려할 때 이해할 수 있다.

이상을 고려할 때 인간-기계시스템(Man-Machine system)의 최적관리방안을 <그림 3>처럼 요약할 수 있다.

이처럼 조직의 정보전달 지표를 기존처럼 정보이론이나 그래프 이론(Graph Theory)에 근거한 관련성 분석[7][12]에 추가하여 새로이 피셔 정보량(Fisher Information)에 근거한 정보전달 지표를 고려할 때 향후 많은 분야로의 확장과 응용이 가능하다. 특히 오늘날 기업정보를 단순히 컴퓨터 중심의 통신네트워크 구축만으로 잘못 이해하는데 따른 초기의 대규모 시스템 도입과 이에 따른 기업의 고정비 상승압이 가져다 주는 위기상황[2][4]은 이러한 관점에서 시스템 도입에 따른 사전평가(prior estimation)를 통하여 부분적으로 해결이 가능할 것이다. 그리고 이를 통한 최적의 조직구조(유형) 선택은 급변하는 산업 사회에서 필수적인 것이다.



<그림 3> 인간-기계시스템의 최적관리방안

5. 결론

생산시스템의 구성요소로서 인간과 기계를 고려한 인간-기계시스템에 대한 제어(control)와 예측(forecasting)은 그 특성상 중요성이 증가되고 있다. 기존의 연구에서는 대부분 미분방정식과 대수학적 고유치(eigenvalue) 문제에 연관된 기계시스템에 대한 연구(최소분산원리)가 대부분이었고, 인간시스템에 대해서는 그 특성상 많은 유사연구만 존재했었다. 본 연구에서는 이러한 두 시스템에 대한 동시 평가방법으로서 피셔 정보량(Fisher Information)에 근거한 새로운 평가방법으로서 조직의 정보전달 지표를 제시하였다. 특히 본 연구에서는 정보인자간의 상관성을 상호상관과 자기상관으로 분류하여, 이들의 조직이론에서의 개념특성과 그 지표의 유용성을 고찰하였다.

참 고 문 헌

- [1] 今井秀樹 著, 趙成俊 譯, 정보이론, 한국항공대학교 출판부, 1984
- [2] 金元銖, 企業情報管理, 博英社, 1992
- [3] 尹雨坤, 組織理論, 法文社, 1993
- [4] 이석주, 기업생존을 위한 새로운 패러다임 CIM, 도서출판 기술, 1994
- [5] 李太熙, 狀態方程式을 통한 生産시스템의 動的特性 豫測方案에 관한 研究, 건국대 석사학위논문, 1993.8
- [6] 이학중, 情報社會의 發展과 經營組織의 變化, 情報社會研究, 통신개발연구원, 1990.가을, pp.3-24
- [7] 신해식, 組織內 커뮤니케이션에 관한 연구, 부산대 석사학위논문, 1983.12
- [8] 笠原雅信, 共生と創造の組織づくり, 中央經濟社, 1995
- [9] 田中吉幸, 情報工學, 朝倉書店, 1969
- [10] 皇山一平, 生物サイバネティクス I, 朝倉書店, 1989
- [11] 情報管理便覽編輯委員會, 情報管理便覽, 日刊工業新聞社, 1963
- [12] 印東太郎, 心理學 ; 數理心理學, 東京大學出版會
- [13] 大島正光, Man-Machine System の見方, 日本經營工學會誌, Vol.27, No.1, 1976, pp.36-42
- [14] N.Wiener, Cybernetics, The M.I.T. Press, 1975
- [15] R.Trapp, Cybernetics ; Theory and Applications, Hemisphere Pub., 1983
- [16] R.V.Hogg, A.T.Craig, Introduction to Mathematical Statistics, Prentice-Hall, 1978
- [17] F.M.Reza, An Introduction to Information Theory, McGraw-Hill, 1961
- [18] E.L.Lehmann, Theory of Point Estimation, John Wiley & Sons, 1992
- [19] R.W.Yeyng, A New Outlook on Shannon's Information Measures, IEEE Trans. Infor. Theory, Vol.37, No.3, 1991.5, pp.466-474
- [20] S.V.Schell, The Cramér-Rao Lower Bound for Directions of Arrival of Gaussian Cyclostationary Signals, IEEE Trans. Infor. Th., Vol.38, No.4, 1992.7, pp.1418-1421
- [21] U.V.Naik-Nimbalkar & A.Subramanyam, Cramér-Rao type bounds for abstract parameters with consequences to real parameters, Commu. Statist.-Simula., Vol.15(4), 1986, pp.973-985
- [22] P.Kalata & R.Priemer, Linear Prediction, Filtering, and Smoothing : An Information-Theoretic Approach, Information Sciences, Vol.17, 1979, pp.1-14
- [23] J.T.Kent, Information gain and a general measure of correlation, Biometrika, Vol.70, No.1, 1983, pp.163-173
- [24] B.J.Reilly, J.A.DiAngelo, Communication : A Cultural System of Meaning and Value Human Relations, Vol.43, No.2, 1990, pp.129-140