

人間 - 機械시스템에 관한 考察

(A Study on Man - Machine System in Human Factors Engineering)

李 俊 榮*

Abstract

In the design of some systems, the circumstance may require a determination as to whether a given information input or processing function can best be performed by an individual or by some physical components of a system. In the consideration of human factors, also, in the design of equipment, facilities, and other physical items that people use, there are certain basic stages or processes that typically have to be carried out.

The main purpose of this paper is study fundamental man-machine system assumptions in Human Factors Engineering. Therefore, this paper will deal with certain human factors that may be relevant to the design consideration that relate to human information-receiving and processing functions.

1. 序 論

최근 들어 科學技術의 發展과 더불어 급속히 發展하는 人間工學(human factors engineering)에 대한 産業界와 學界의 至大한 關心아래 人間 - 機械시스템(man-machine system)의 設計過程에 適用될 原則 및 資料를 開發하는 데 있어서 시스템의 接近法에 依存하는 傾向이 두드러지게 나타나고 있다. 원래 人間工學은 心理學・生理學・醫學・物理學・工學 等の 復合으로 構成된 綜合科學이다. 이는 人間, 그 自體의 特性과 活用되어지는 機械類와의 關係를 究明하고 機能性의 分析 및 人間과 機械와의 隔差를 좁힘으로써 人間性의 尊重에 그 力點을 두는 데 意義를 찾는다. 즉 人間의 感覺시스템에 情報을 刺戟하기 위한 表示裝置(display), 人間의 操作을 위한 統制(control), 複雜한 人間 - 機械시스템을 위한 制御裝置(feed-back) 등을 비롯하여 作業시스템의 組立, 人間 - 機械시스템의 設計, 그리고 人間의 操作하는 機械의 特殊한 部分의 設計 等の 作業을 가장 効果의 으로 遂行하기 위하여 행하여지고 있다. 또한 機械設計의 경우에 있어서 人間工學은 이의 使用, 操作時의 人間速度, 正確性 等に 依하여 測定되는 効率性이 強調되며 以外에도 操作者의 安全 및 快速

度 등이 考慮되고 있다.

따라서 本稿에서는 이와 같은 觀點에 비추어 人間工學의 根幹이 되는 人間 - 機械시스템을 概觀함으로써 人間 - 機械시스템을 設計함에 있어 有用한 指針이 되었으면 한다.

2 시스템의 本質

2.1 시스템의 定義

시스템을 흔히 組織・制度・方式・方法・體系・系統이란 말을 사용하고 있다. 그러나 이들 각각의 用語가 正確한 意味를 傳達해 주고 있다고 볼 수 없기 때문에 「시스템」(system)이란 말을 그대로 쓰기로 한다.

웹스터辭典에 의하면, 시스템이란 “① 單一體 또는 有機的 全體(unitary or organic whole)를 構成하기 위하여 連結되어 있는 事物의 組 또는 配列(例; 太陽系: solar system), ② 몇개의 部分이 連結되어 있는 論理的 計劃(logical plan)을 樹立하기 위하여 秩序整然한 形態로 分類・配列한 事實, 原則의 組”라고 定義되어 있다.¹⁾ Glautier and

1) Webster's New World Dictionary of the American Language, 2nd college edition (New York: World Publishing Co., 1972), p.1145.

* 大林工業專門大學 工業經營科 助教授

Underdown은 이러한 概念을 받아들여 “시스템이란 目標達成을 위하여 함께 作用하는 要素의 組”(a set of element which operates together in order to attain a goal)라고 하여 目的達成을 위해 作用・機能하는 諸要素의 結合體를 總稱하였다.²⁾ 또한 그는 “시스템이란 그의 一部分이 되고 있는 下位시스템들(sub systems)이 有機的으로 結合된 것으로서 이들 모두가 目標達成이라는 共同目標(common goal)를 所有하고 있고 시스템의 要素에는 入力(input), 處理(process) 및 出力(output)이 있다”고 하였다. 즉 그림 1과 같이 시스템에 資料(情報의 根源 또는 遠刺戟이라고도 함)가 投入되면 入力이 되며, 處理過程에서 이 入力を 處理한 뒤 出力過程에서 情報化되어 産出된다. 따라서 處理過程은 資料를 情報로 轉換시키는 여과과정(filtering process)이라고 할 수 있다.

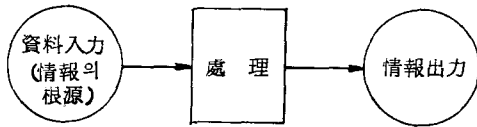


그림 1. 시스템의 要素

또한 시스템은 外界環境과의 相互關聯程度에 의하여 開放시스템(open system)과 閉鎖시스템(closed system)으로 區分되며 前者는 環境과 相互作用하는 시스템이고 後者는 이들 環境과 斷切되어 있는 시스템이다. 企業은 그의 環境과 密接하게 相互作用하는 關係가 있기 때문에 開放시스템에 속하며 容器內의 化學反應作用은 閉鎖시스템에 속한다.³⁾

兩者를 區分하는 重要한 意義는 開放시스템은 끊임없이 環境의 影響을 받아 再生 可能하나 閉鎖시스템은 環境과는 無關하게 作用되고 있기 때문에 실혹 環境으로부터 어떤 外部의 影響을 가하더라도 그 影響力이 미치지 못한 채 에너지의 損失로 끝나고 만다.

결국 시스템이란 目標達成을 위하여 有機的으로 結合되어 있는 諸要素의 結合體로서 入力・處理・出力의 連續的 過程을 지니고 있으며 統合된 全體로서의 機能을 할 수 있는 것이라고 定義할 수 있다.

시스템의 本質에는, ① 集合性, ② 關係性, ③ 目標

追求性 및 ④ 環境適應性 등을 들 수 있다.⁴⁾

시스템의 集合性이란 어떤 시스템을 構成하기 위하여 要素・部分・單位體가 集合되어 있음을 뜻한다. 關聯性은 이들 構成要素가 相互間 有機的으로 關聯되어 있음을 意味한다. 여기에서 有期的 關聯이란 物理的・論理的・制度的 關係가 있음을 말한다. 또한 시스템은 目標를 追求하는 統合된 組織이다. 目標는 單數일 수도 있고 複數일 수도 있다. 그리고 시스템은 環境과의 關聯與否에 따라 開放 閉鎖시스템으로 區分할 수 있다.

한편 이와 같은 시스템의 概念과 關聯하여 最近 시스템工學(system engineering), 시스템接近法(system approach), 시스템分析(system analysis) 등의 用語가 使用되고 있다. 이들은 分析對象을 하나의 시스템 또는 複數의 下位시스템으로 構成되는 全體시스템(total system)으로 把握하고, 그 시스템의 目標・構成要素・機能 및 둘러싸고 있는 環境을 明確化하여 가능한 限 最適化(optimization)를 圖謀하면서 問題解決을 위하여 有用한 方法들이다. 즉 그림 2에서 보아 알 수 있듯이 시스템은 特히 情報시스템(information system)을 중심으로 區分할 수 있다.

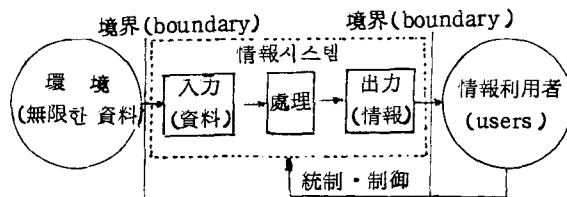


그림 2. 情報시스템의 境界⁵⁾

그림에서 情報시스템은 環境과 相互作用을 하고 情報利用者를 意識하여야 한다는 사실을 알 수 있다. 따라서 情報시스템은 開放시스템에 속한다.

2. 2 情報시스템과 行動시스템

情報란 원래 語源的으로 “in - form - action”의 合成語로서 “形狀(form)을 內面化(in internalization)하는 行爲(action, act of making)”, 즉 어떤 事象(event)이 一定한 形態의 「에너지 흐름」을 통하여 人間의 感覺機關에 傳達되어 그 形狀을 人間이 認識하게 되는 것을 뜻한다.

웹스터辭典에 依하면 情報(information)란 “① 알리는 것 또는 알려진 것(an informing or being

2) M. W. E. Glautier and B. Underdown, *Accounting theory and practice* (London: Pitman Publishing Ltd., 1976), p.10.

3) 朴景洙 教授는 이를 本來의 開回路(open loop)와 閉回路(closed loop)로 區分하고 있다.

朴景洙, *人間工學*(서울: 英志文化社, 1981), pp. 9 ~ 10.

4) 金元鈞, *經濟學問題演習*(서울: 經文社, 1978), p.282.

5) M. W. E. Glautier and B. Underdown, *op. cit.*, p. 11.

informed) ② 形狀이 다른 것(a telling or being told of something) ③ 知識이 되는 것(knowledge acquired in any manes)을 意味하며, 知識(knowledge), 事實(facts), 資料(data), 諜報(intelligence), 소식(news)이란 用語와 類似한 것으로서 이들 情報에는 반드시 眞實(truth), 事實(facts)과 같이 客觀的으로 妥當한 것 뿐만 아니라 그릇된 情報, 不正確한 情報도 있을 수 있다"고 밝히고 있다.⁶⁾ M.M. Stone은 "情報란 資料로부터 獲得한 有用한 知識(useful knowledge obtained from the data received)이고 情報의 源泉은 資料이다"라고 하여 "情報의 特定目標達成에 대한 그 有用性을 強調하였다"⁷⁾라고 하여 情報의 特定目標 達成에 대한 그 有用性을 強調하였다.

또한 G. J. Brabb은 思想決定의 觀點에서 "情報란 思想決定에 즉각적으로 有用할 수 있는 形態로 表現되어 傳達된 知識(communicated knowledge expressed in a form that makes it immediately useful for decision - making)이다"라고 하였다.⁸⁾

따라서 情報란 特定目標을 達成하기 위하여 資料로부터 獲得한 有用한 知識으로서 특히 意思決定過程에서 情報의 有用性은 意思決定이 行하여질 경우 不確實性(uncertainty)의 量, 範圍(amount or range)를 減少시키는데 있다.

한편 情報시스템(information system)이란 情報의 흐름을 中心으로 情報의 入力·處理·出力의 過程을 갖고 있는 시스템이라 할 수 있다. 人間工學部門, 특히 人間-機械시스템에 있어서 情報시스템은 情報源(遠刺戟)으로부터 感知(sensing), 情報保管(information storage), 情報處理 및 意思決定(information processing and decision), 行動시스템(action function)을 遂行하는 시스템이다.

원래 情報시스템은 컴퓨터에 있어서의 情報의 投入·處理·産出의 過程에 따라 解釋되고 있다.

J. J. Linn의 定義에 의하면, "情報시스템이란 企業의 意思決定에 使用되는 모든 資料를 知覺(per-

6) Webster's third New International Dictionary, Unabridged (spring field, Mass.G. & C, Morrian Co., 1961).

7) Milton M Stone "Data Processing and the Management Information System Data Processing Today : A Progress Report American Management Association (Management Report No. 46, 1960) pp.14 ~ 22.

8) George J. Brabb, *Computers and Information System in Business* (Boston : Houghton Mifflin Company, 1976), p.6.

ceive), 記錄(record), 貯藏(present), 傳達(transmit)하는 下位시스템이다"라고 하여 情報시스템은 入力·處理·出力 以外에도 여러가지 過程 또는 機能이 있다"고 主張하였다.⁹⁾

이제 情報시스템을 情報利用者の 行爲過程에 連結시켜 보기로 하자. 그림 3과 그림 4에서 前者는 情報시스템만을, 後者는 行動시스템(action system)까지 포함하여 意思決定過程에서 連結시키고 있다. 이 두 그림은 모두 情報시스템을 圖示한 것이지만 그 內容은 약간 다르다고 볼 수 있다.

그림 3과 그림 4에서 點線內的 情報시스템은 事象(events), 시그널(signal), 메시지(message)의 흐름이 環境에서 出發되어 최종적으로 情報利用者에게 傳達되는 過程을 「흐름도」(flowchart)로 나타내고 있다.

同 情報시스템內에는 시스템의 特徵이라고 할 수 있는 入力·處理·出力·自己充足的 單位, 下位시스템이 存在하고 있고 情報의 蒐集·處理·貯藏·報告의 機能도 하며 全體로서의 統合된 시스템으로서의 구실도 하고 있다. 특히 G. A. Feltham은 그림 4에서 情報시스템과 行動시스템으로 시스템을 細分化하여 資料의 흐름을 중심으로 環境에 대한 觀察로부터 資料를 蒐集하여 行動으로 나타나기까지의 情報흐름의 過程을 나타내었다. 단 여기서 資料의 흐름은 一方의 意思疎通(one-way communication)만을 前提로 하고 있다.

結果적으로 情報利用者인 意思決定者(decision makers)는 情報시스템으로부터 시그널(signal)을 받게 된다. 그는 이 시그널을 기초로 삼아 企業의

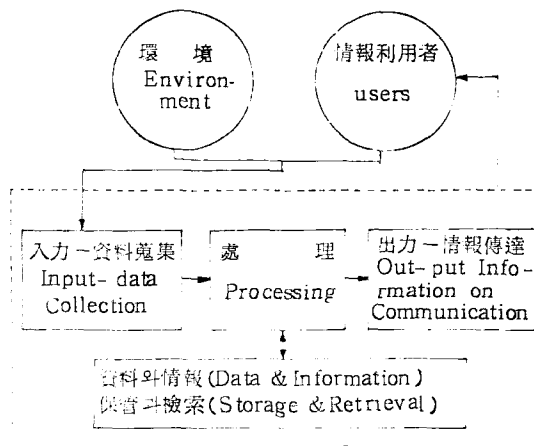


그림 3. 情報시스템(Information System)

9) Howard S. Levin, *Office Work and Automation* (New York : John Wiley & Sons Inc., 1956), p.122.

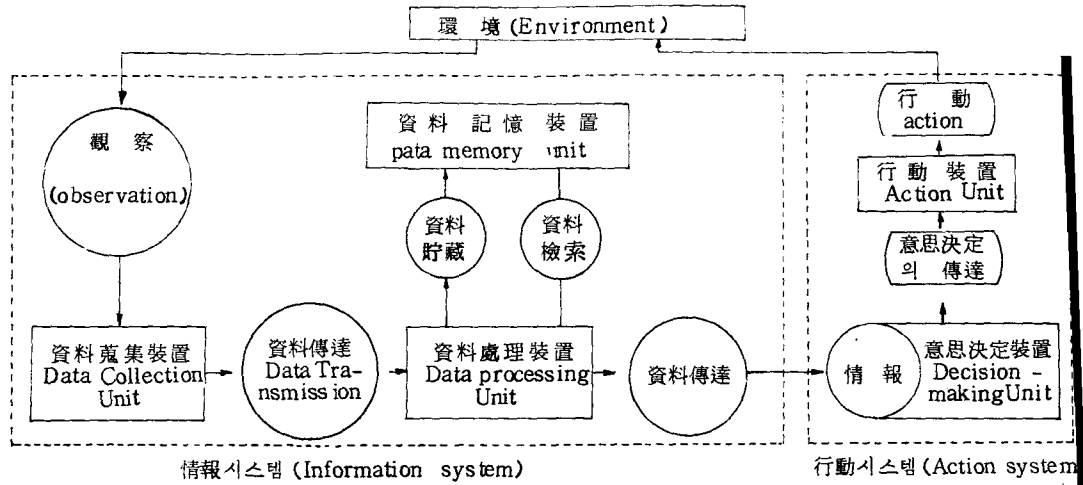


그림 4. 情報시스템과 行動시스템¹⁰⁾

目的, 過去の經驗을 고려하여 資源을 配分하게 되며 結果가 産出된다. 따라서 情報시스템은 다시 事象과 對象을 관찰하여 資料를 記錄하게 되며 이것은 資源配分(resource allocations), 結果(outcomes), 環境(environment)의 變化로 인하여 종래와는 다른 事象 對象이 될 수 있음으로서 이 과정은 순환적으로 반복된다.

3. 人間 - 機械시스템

3.1 人間시스템

이제 人間工學部門에서 重要한 研究對象이 되고 있는 人間 - 機械시스템(man - machine system)에 관하여 살펴기로 하자.

人間이 生命을 維持하고 活動을 하기 위하여는 순간도 人體를 離脫할 수 없다. 여기서 人體란 用語는 人間의 個性面보다는 機能面을 強調하여 固有機能을 지니고 있는 여러가지 部分(sub-system)의 모임으로서 人間시스템(man system)이라고 말할 수 있다. 즉 生理學的 側面에서 보면, 人體는 中樞系(本能中樞·思考中樞·記憶中樞)·神經系(眼·耳·鼻·舌·身)·筋肉系(口·顔·手·胴·足) 그리고 生存 및 增殖系(增殖系·代謝系·循環系·消化系) 등의 여러가지 器官別로 區分된다.¹¹⁾

또한 人體는 人間生活을 위한 態度 및 體力産出의 시스템으로 볼 경우 이들 人體活動의 機能面에서, ① 認識系, ② 制御系, ③ 記憶系, ④ 動作系(行動시스템), 그리고 ⑤ 生存 및 增殖系로 區分된다.¹²⁾

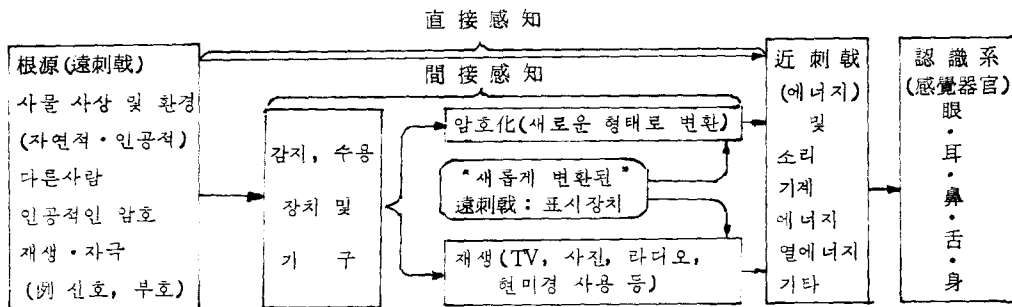


그림 5. 情報源으로부터 認識系에 이르는 情報흐름¹³⁾

10) Gerald A. Feltham, "Information Evaluation", SAR Vol.5, (AAA, 1972), p.11.

11) George C. Kent, Comparative Anatomy of Vertebrates, 4th edition (Saint Louis: the C. V. Mosby Company, 1978).

12) 渡邊茂, 「認識と情報」, N. H. K 情報科學講座 6, 日本放送出版協會, pp. 38 ~ 43.

13) 朴景珠, 前掲書, p.66 (認識系는 本著者が修正함).

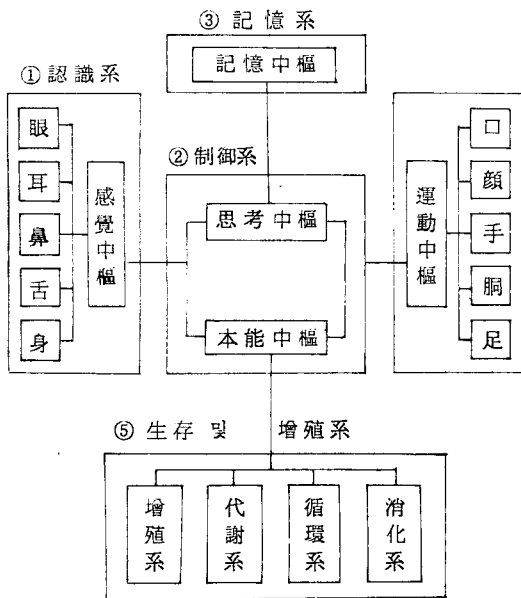


그림 6. 人間시스템¹⁴⁾

그림 5와 그림 6에서 알 수 있듯이 인간이 情報活動을 遂行하기 위하여 感覺器官, 즉 認識系를 거쳐 外界의 情報根源(遠刺戟)으로부터 이의 象徴(display)을 直接·間接 感知하게 된다. 따라서 認識系인 眼·耳·鼻·舌·身 등이 感覺器官은 절대 人體의 美觀을 위해서 있는 것이 아니라 人間의 情報活動에 있어서 感覺認識機能 또는 受信을 위해 있는 人體시스템의 下位시스템인 것이다. 制御系에서는 人體의 各 部分의 機能發揮를 分析·思考하여 人間이 人間다운을 유지하게 하는 機能을 지니고 있다. 그리고 記憶系에서는 情報를 記憶하는 記憶中樞를 主體로 하여 記憶을 維持하고 必要할 때 必要한 記憶을 재생한다. 그리고 人間은 動作系를 통하여 人間情報過程에서 表現·感知 및 距離移動·物體造形

表 1. 運用方式 및 部品과 連結裝置의 性格에 따른 機械시스템의 分類

시스템類型 및 運用方式	部 品	部品間의 連結裝置	事 例
1 手動시스템 (manual system) : 使用者操作 伸縮的	手工具 및 補助品	使 用 者	匠人과 作業道具 가수와 엠프
2 機械化시스템 (M/C system) : 運轉者操作 硬直化	相互 依存度가 매우 높은 여러가지 部品들이기 때문에 明確히 區分할 수 없는 部品 및 連結裝置		엔진 自動車 工作道具
3 自動化시스템 (automatic system) 프로그램化適應的	強力한 機械化 시스템	制御回路를 形成하는 電線, 導管 및 지레 등	處理工場 自動交換所 컴퓨터

· 身體防禦 등의 作業機能을 遂行한다. 또한 人間은 生存 및 増殖系를 통하여 生物로서의 人體를 維持하고 擴張하는 데 필수불가결한 機能을 遂行하게 된다.

3·2 機械시스템

人間은 原始時代부터 人體에 속하지 않는 物體를 一定한 形態로 造形하여 作業에 이용하여 왔다. 불레방아·風車·水道施設·용광로·超人벨 등의 많은 工學시스템은 機械自體가 항상 人力의 投入없이도 一定한 機能을 發揮함으로써 生産過程上의 部分的 또는 全體의 目的을 達成可能케 해 주었다. 人間이 機械시스템(machine system)을 이용하기 시작한 것은 文化形態의 시작과 함께 오래된 것으로서 이는 중요한 作業시스템의 하나가 되고 있다.

따라서 人間은 이러한 機械시스템을 活用함으로써 人間시스템이 지니고 있는 固有의 限界性을 다소나마 克服하게 되었고 生産性的 向上을 提高시킬 수 있게 되었다.

3·3 人間－機械시스템

人間은 前述한 人間시스템과 機械시스템의 缺點을 相互補完하여 새로운 人間－機械시스템을 開發하였다. 例를 들면 工場內에서의 旋盤·푸레스·푸레이너 등의 工作機械, 그리고 事務室內에서의 타이프라이터·卓上計算機·複寫機 등은 人間이 操作함으로써 作業시스템의 目的을 達成하기 시작하였다. 또한 크게는 自動車·航空機·船舶 등에서, 작게는 萬年筆·가위·자물쇠에 이르기까지 수많은 시스템이 人間과 機械시스템의 統合으로 單位시스템을 形成하게 되었다. 따라서 오늘날 人間－機械시스템은 量的으로 많은 研究對象이 되고 있다.

한편 J.C. Jones는 機械시스템을 人間 對 機械의 統制程度에 따라 네 가지 類型으로 區分하였다.¹⁵⁾

15) J. C. Jones, *The Designing of Man - Machine System Ergonomics*, 1967, Vol.10, No. pp.101 ~ 111.

14) 渡邊茂, 前掲書, p. 39.

그러나 表 1에서 보아 알 수 있는 바와 같이 E. J. McComick은 이를 다시 세 가지로 分類하여 그 運用方式, 部品과 連結裝置의 性格을 보여 주고 있다.¹⁶⁾

그러나 이러한 시스템 類型에는 人間側面만을 基準 삼는 시스템과 機械側面만을 根本으로 만들어 놓은 시스템들로 區分하기도 하지만 일반적으로 單純하고 小型의 경우는 前者에 포함되며 複雜하고 大型인 경우는 後者에 포함된다. 따라서 人間工學에서는 이와 같은 人間과 機械間의 課題를 專門적으로 研究함으로써 人間 - 機械시스템의 開發에 重點을 두고 있다.

4. 結 論

모든 시스템은 種類如可에 관계 없이 固有의 特性을 所有하고 있다. 이러한 시스템의 特性에 대한 適合性與否는 當該시스템의 活用目的과 狀況에 의해 決定된다. 이를 시스템 機能의 相對性이라고 한다. 그러나 目的과 狀況이 同一할 경우 오직 한 가지 類型의 시스템만이 機能要件에 適合한 것은 아니다. 오히려 이러한 경우에는 두 가지 以上의 시스템 類型이 活用될 수 있는데 이를 시스템 機能의 代替性이라 한다.

따라서 시스템의 活用目的이 經濟性을 追求할 경우에는 시스템이 相對性과 代替性을 考慮하면서 시스템 入力費用(system input cost)과 시스템 出力價值(system output value)의 對比에 의하여 시스템의 優劣(dominance)을 決定하여야 한다. 그러나 이와 反對로 效率性을 강조할 경우에는 2개 以上의 各 시스템에 대하여 시스템 入力指數(system input index)의 隔差와 시스템 出力指數(system output index)의 隔差와의 對比에 의하여 決定하여야 한다. 이 때 選定된 시스템은 最適시스템(optimal system)이 된다.

結論적으로 어떤 시스템이 最適인가 하는 점은 一律적으로 決定할 수 없다. 다만 이를 決定할 경우에 있어서 考慮되어야 할 各 시스템의 特性을 比較할 必要가 있다. 表 2에 의하면 시스템水準面에서 人間시스템이 範圍도 크고 높으며 다음으로는 機械시스템, 人間 - 機械시스템의 順位이다.

시스템의 目的에 관해서는 單純한 경우 人間시스템이 適合하며 單純·複雜의 程度의 크기에 따라 적을 경우 機械시스템, 클 경우에는 人間 - 機械시스템이 適合할 것이다.

16) Ernest J. McCormick, *Human Factors in Engineering and Design*, 4th edition (New York : McGraw - Hill, Inc., 1976), p.13.

또한 最適化條件에 의하여 選擇되는 與件은 人間 시스템은 人口過剩社會에서 少量의 複雜한 製品을 生産할 때 適合하며 機械시스템은 시스템與件이 單純大量製品 生産의 경우, 人間 - 機械시스템은 시스템與件이 多角的으로 變化할 경우에 有利하다.

表 2. 시스템의 類型別 特性比較

	人間 시스템	機械 시스템	人間 - 機械 시스템
시스템水準	① 單純動態水準 ② cybernetic水準 ③ 開放시스템水準	單純動態水準	中級 cybernetic水準
目的	單純 / 複雜	單純	單純 / 複雜
構成	複雜하나 單純	單純	다소 複雜
創意性	높다	없다	중간
規模	小	中, 大	小, 中, 大
伸縮性	中	없음	高
最適化條件	人口過剩時 少量複雜製品	單純大量製品	시스템與件이 多角化

參 考 文 獻

- 1) 朴景洙, *人間工學*, 서울: 英志文化社, 1981.
- 2) 工業디자인研究會, *人間工學*, 서울: 機電研究社, 1980.
- 3) 全元錫, *經營學演習*, 서울: 經文社, 1978.
- 4) 渡邊茂, *認識と情報*, N. H. K 情報科學講座 6, 日本放送出版協會.
- 5) Mitchell, T. R., *People in Organizations : Understanding their Behavior*, New York : McGraw - Hill, 1978.
- 6) Drucker, P., *Management : Task, Responsibilities, Practice*, New York : Harper & Row, 1974.
- 7) Brown, D. B., *Systems Analysis and Design for Safety*, Englewood Cliffs, N. J. : Prentice - Hall, 1976.
- 8) Riggs, J. L., *Production Systems ; Planning, Analysis and Control*, Third Edition, New York : John Wiley & Sons, Inc., 1981.
- 9) *Webster's New World Dictionary of the American Language*, 2nd College Edition New York : World Publishing Co., 1972.

- 10) *Webster's Third New International Dictionary Unabridged*, Springfield, Mass.: G & C, Merriam Co., 1961.
- 11) Glautier, M. W. E. and Bunderdown, *Accounting Theory and Practice*, London: Pitman Publishing Ltd., 1976.
- 12) Stone, M. M., "Data Processing and Management Information System", *Data Processing Today: A progress Report*, American Management Association, *Management Report*, No.46, 1960.
- 13) Brabb, G. J., *Computers and Information Systems in Business*, Boston: Houghton Mifflin Company, 1976.
- 14) Levin, H. S., *Office Work and Automation*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1956.
- 15) Feltham, G. A., "Information Evaluation", *SAR* Vol. 5, (AAA) 1972.
- 16) Kent, G. C., *Comparative Anatomy of Vertebrates*, Fourth Edition, Saint Louis: the C. V. Mosby Company, 1978.
- 17) McCormick, E. J., *Human Factors in Engineering and Design*, 4th ed., New York: McGraw-Hill, Inc., 1976.