《技術解說》

Journal of the Human Engineering Society of Korea
Vol, 1 No. 2 Dec. 1982

情報伝達에 있어서의 System Error

(System Error during Information Transmission)

辛 承 憲†

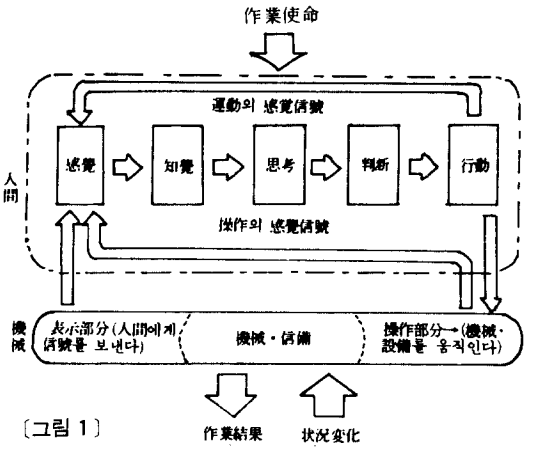
과거의 많은 사고를 분석해보면 情報伝達에 어떤 결함이나 不備가 원인이 되어 사고가 발생한 예가 많다. 그 예로서 정비작업이 끝나기도 전에 電源을 넣어서 기계가 작동하여 정비원이 기계에 휘말려 死亡했다던가,[1] 공항에서 이륙태세를 취하고 있던 航空機가 騷音 때문에 管理官의 목소리를 전부 듣지 못하고 이륙 OK라고 생각하여 이륙동작을 하다가 다른 航空機와 충돌한 사고[2]등이 있다.

人的原因으로 되는 사고에서는 system error와 human error로 구분할 수 있다. system error는 人員의 부족, 순서의 不備, 通信의 不備와 같은 system 및 system의 구성요소가 적절하지 못하거나 충분하지 못한 때에 발생하는 error이다. 이에 반하여 human error는 system의 순서나 設計에서 미리 정해진 挙動에 반대가 되는 인간의 행동 때문에 발생한다. 지금까지 human error에 의한 사고로서 結末을 지었던 것도 그 原因을 깊게 추구해가면 생각 밖의 system error였던 예가 적지 않다. 그러므로 여기에서는 주로 情報伝達過程에서 system의 不備로 인하여 발생하는 error에 대하여 고찰한다.

1. 人間의 情報処理機構

인간은 情報를 지각하고 판단해서 행동을 취한다 (그림 1).

그림 1과 같이 자극을 받아 応答反応을 일으킨다고 하면 인간의 error는 그 과정의 도중 (그림의 ⇨표시부분)에서 발생 한다고 생각할



〔그림 1〕

수 있다. 情報를 하나의 흐름으로 생각하면 그 과정의 도중에서 情報가 원할히 흐르지 않는 箇所가 있어서 그것이 誤判斷과 誤動作으로 이어지는 것을 알 수 있다.

情報－知覺－応答의 과정의 도중에서 발생하는 error로서 다음을 들 수 있다.

① 情報를 知覺할 때 情報表示가 보이지 않는다.

② 情報가 너무 복잡하여 그 의미를 알 수 없다.

③ 다른 情報와 혼합되어 전해지므로 必要情報를 구별할 수 없다.

④ 情報는 바르게 이해했지만 그 応答을 알지 못한다.

⑤ 作業限界를 넘고 있어서 情報를 知覺하고, 그 応答도 알고 있지만 応答할 수 없다.

최근, 工事中이나 点検時와 같은 非定常的의 사고가 많은데 이들 사고도 工事나 点検 등의

† 啓明大学校 理工大学

周知連絡이 철저하지 못한 경우에 많다. 즉 工事点検의 実施計劃, 仕方順序가 명확하지 않고 실행과 확인의 방법이 강구되어 있지 않기 때문이다.

이와같은 情報系의 결함에 대하여 항목별로 그 대책에 대하여 생각해본다. 情報系의 결함을 발생원인별로 분류하면 知覺, 情報, 表示, 制御器, 環境, 時間의 항목으로 分割할 수 있다. 이 가운데에서 특히 情報伝達의 결함에 따른 system error에 重点을 두고 記述한다.

1. 知覺

情報가 전해져도 그것을 인간이 知覺하지 못해서는 의미가 없다. 視覺이나 聽覺이나 入力情報가 과대하거나 과소하면 情報를 정확하고 빠르게 받아 들일 수 없다. 인간에게는 받아 들일 수 있는 적절한 入力情報量이 있다. 知覺에서 문제로 되는 것은 적절한 入力情報量으로 이것에 인간의 情報処理能力, 또는 Channel 容量이 관계하게 된다. 실제 인간이 처리할 수 있는 容量은 聽覺, 視覺 모두 2~3 bit/秒 정도이다. 대부분의 작업에서는 視覺과 聽覺의 양쪽에 대한 정보의 흐름을 동시에 필요로 하지만 훈련이 되면 동시에 入力이 있어도 실제에 있어 문제가 없다.

그러나 実際問題에서 중요한 것은 同一의 情報가 同時에 視覺, 聽覺에 전해지면 인간의 処理能力이 증대하는 것이다. 또 급한 경우에 인간은 以前에 기억한 것에 基因하여 応答하는 때가 가끔 있다. 이것을 蓄積情報와 運動 patten과의 競合이라고 한다. 이런 것이 있으므로 設計変更을 쉽게 생각하고 행할 수 없다.

어느 工場에서 긴급 valve는 左로 돌리면 「開」로 된다는 것을 以前부터 周知시켰다. 그런데 이것을 設計変更하면 급한 때에는 以前과 같이 左로 돌려 버리는 때가 발생한다. 긴급 valve이든 보통 valve이든 간에 valve는 「右」로 돌리면 「開」로 되도록 設計에 劃一性이 있는 것이 혼란이 없다. 인간은 상당히 간단한 情報処理에 弱하다. 右로 돌릴까 左로 돌릴까 라는 1 bit情報의 행동에 자주 망설이게 된다. valve에 녹슬어서 돌리기 힘들게 되면 이와 같은 경우를 자주 경험한다고 생각된다.

'S/N比'가 좋지 못한 信号의 知覺은 誤判斷과 실수를 많이 발생시킨다. 따라서 電話나 microphone, 拡声機를 이용하여 情報伝達을 할 때에는 騒音이 제거되는 것, 또는 明瞭度가 높아지는 것을 사용하면 좋다 (표 1). 특히 言語에 의한 情報伝達의 경우 明瞭度나 ANC[4] 情報値가의 受容性을 판정하는 音響的 騒音基準으로 된다. 이미 잘 알려져 있지만 ANC는 言語伝達에 관한 騒音의 영향과 不快性의 요소를 함께 計量化하는데에 이용된다. 이들 基準은 사무실, 회의실, 작업부서에서 伝達을 평가하는데 유익하다.

표 1 騒音中 伝達system의 各種構成要素

構成要素	内 容
filter	특정한 범위의 주파수만을 통과시키는 filter는 말하는 사람의 発声이 들어있지 않은 주파수의 音을 雑音에서 제거시켜 전반적인 S/N 比를 향상시킨다.
雑音消去 microphone	低周波数 騒音이 문제일 때는 近接送話型을 사용한다.
自動利得制御system	입력 level을 어느 일정한 출력 level로 되도록 유지하는 system이다.
peak clipping	날말의 強한 부분의 振幅을 弱한 부분의 振幅level로 내리도록 연구된 방법이다.
speaker, ear phone	聴取者 주위에 雑音이 있을 경우에 어느 정도 큰 音声信号를 주어 S/N 比를 개선하는데 이용된다.
ear plug	信号와 雑音을 구별없이 同量으로 감소시키므로 S/N 比도 저하되지 않고 이해도도 개선되지 않지만 어느 정도 信号로서의 音声이 크면(85 dB이상) ear-plug 이용으로 이해도가 향상된다.

표 2 사무실이나 작업장의 騒音基準(音響的)

ANC	会話의 전달환경
20~30	매우 조용한 사무실, 전화를 만족하게 사용할 수 있다. 大会議에 적합하다.
30~35	조용한 사무실, 4.5m의 탁자에서 会議가능 정상적인 목소리가 미치는 범위는 3~4m, 전화를 사용할 수 있다.
35~40	2~2.5m의 탁자에서 会議가능 정상적인 목소리가 미치는 범위는 2~3.6m, 전화를 사용할 수 있다.
40~50	1~1.5m의 탁자에서 会議가능. 전화사용이 조금 곤란하다. 정상적인 목소리가 미치는 범위는 1~2m. 一段 높은 목소리의 범위는 2~3.6m
55~60	매우 시끄러운 사무실, 전화사용이 곤란하다.
60~70	높은 목소리가 미치는 범위 0.3~0.6m 전화사용이 곤란하다.
70~80	소리쳐 부르는 목소리가 1~2m, 전화사용이 극히 곤란하다.
80~	会話伝達이 극히 곤란, 전화를 사용할 수 없다.

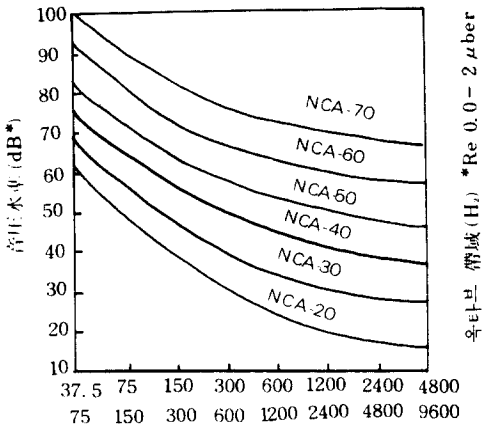


그림 2 音響的騷音基準曲線

이 曲線은 8단계의 옥타브 帶域에서 許容되는 音圧水準을 결정할 때에 표2과 함께 사용되는 것이다. 曲線은 騷音이 일정하고 저주파수 성분에는 울리는 音이 없을 때 推奬되는 値를 나타내고 있다.

특수한 요건, 예를들면 航空管制官은 동시에 몇 대의 비행기로부터, 또 다른 管制官으로 부터 通信을 받아야 한다. 이러한 때에는 각각의 通信回路에 별도의 拡声機를 다른 각도에 두고 사용하는 것이 바람직하다. 또 信号에 특징이 있는 音質을 주어 구별을 쉽게한다. 이렇게 하면 人間은 情報処理를 용이하게 할 수 있다.

1·1 전달 system의 性能에 영향을 미치는 因子

(1) 言語의 因子 : 평소 빈번히 사용되고 있는 言語를 사용하면 서로 情報交換을 할 때, 보다 정확하게 전달이 된다. 그림3은 단어의 길이와 S/N比의 관계를 나타낸 것이다. 즉 단어의 길이가 일정할 때 빈번히 사용되는 단어쪽이 S/N比가 좋다. 즉 시끄러운 환경중에서도 보다 확실히 그 의미가 이해된다.

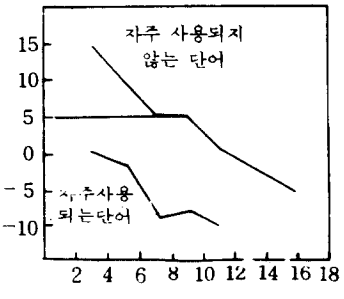


그림 3

(2) Message의 길이 : 회화의 明瞭度는 message의 길이에 크게 좌우되며 다른 요인이 같다면 그 길이가 짧을수록 明瞭度가 높아진다. 긴급시 言語에 의한 情報伝達의 경우 특히 明瞭度가 높게 되도록 주의를 해야한다.

1·2 言語에 의한 情報伝達 system을 설계하는데 있어서의 推薦事項

(1) 결정적인 단어를 句나 文章에 삽입함으로써 脈絡을 갖게 한다. 특히 긴급사태를 취급하는 message를 행할 때에 이것이 필요하다.

〈例〉「○○ 反応炉이 켜졌으므로 "긴급대피" 하여 주십시오.」

(2) 가급적 일상생활에 익숙한 단어를 사용한다.

(3) 가능한 한 사용하는 단어의 수를 적게한다.

(4) 쉽게 구별되는 단어를 선택하는데에는 多音節語가 좋다.

(5) 혼동되기 쉬운 말은 피한다.

이상과 같은 것을 긴급시의 교신일 때 생각해 두어야 한다. 끝으로 情報伝達에는 feed-back이 중요하다.

2. 情報

error의 원인이 誤情報와 不完全情報에 의한 것 중에서 그 원인을 조사하면 ①훈련의 생략 ②教示의 불충분 ③재훈련의 불완전 ④조작훈련의 불완전 ⑤안내서, Check list의 不備로 나타난다. 이 가운데에서 안내서에 대하여 상세히 설명 하기로 한다.

2·1 안내서에 나타나는 결함

안내서의 결함을 주로 항목별로 抽出하면

(1) 안내서가 완전하지 못하다.

이것은 안내서가 状況을 cover하도록 되어있지 않고, 전혀 指示되어 있지 않은 부분도 있다는 것이다.

또 대부분은 装置가 정상적으로 움직이고 있을 때의 조작 지시에 한정되어 있고 装置에 이상이 발생한 때의 지시는 주어져 있지 않은 경우가 많다. 지시에 있어서도 발생하기 쉬운 事態를 cover하고 있지 않고 단지 고장에 대해서만 지시를 하고 있을 뿐으로 그 途中의 状態에 대

해서는 지시하고 있지 않다. 維持手順에 관한 설명도 완전하지 못한 것이 많다.

(2) 정확하지 못하다.

안내서의 지시와 같이 했지만 고장이 되었다고 하는 예가 있다.

(3) 설명이 애매모호하다.

등이다.

2・2 바람직한 안내서의 작성방법

(1) 안내서를 작성하는데는 그 내용이 완전할 뿐 아니라 包括的이어야 한다. 그것은 일어날 수도 있는 모든 可能性이 있는 事態를 고려한다는 것이다. 특히 중요한 것은 이용자에게 '이렇게 하시오'라고 가르치는 것만이 아니고 이렇게 해서는 안된다는 점도 가르쳐야 한다. 그리고 그 결과가 어떻게 된다는 것도 가르쳐야 한다.

(2) 문장은 정확하고 명쾌하며 상세히 전해져야 한다.

(3) 裝置를 사용하는 사람들의 技量과 習性에 맞는 것이어야 한다.

(4) 文体, 用語, 單位, 도표의 參照法 등에 관해서 안내서內, 안내서 사이에서 相違, 모순이 있어서는 안된다.

(5) 目的事項을 알도록 複数의 수단을 준다.

(6) 어떤 hard ware의 모든 성질을 一箇所에 記述함으로써 重複記述되지 않도록 한다.

(7) 어떤 부분의 해설은 그 上位 system 중에서 차지하는 위치와 함께 해설한다.

(8) 설명문과 그 図解는 동시에 보이도록 한다.

(9) 다른 文書의 參照는 최소한으로 한다.

(10) 順序説明은 実際行動時에 취하는 순서로 한다.

3. 그외 過程에 있어서의 error

表示, 制御器, 環境, 時間 등의 결함에 따른 error를 표 3에 제시한다.

표 3 情報伝達過程에 있어서의 System error

A. 知覺融合	提示 刺戟의 過大 또는 過小
B. 情報	誤情報 또는 不完全 情報에 의한 機器 operation
C. 表示	量的, 質的, 狀態的 情報의 設計
D. Control	System 또는 Subsystem의 handling과 Check out에 관한 설계, system에 대한 入力情報에 따라 機器를 조작한다.
E. 環境	operator의 기능을 저하시키는 물리적, 화학적, 공간적 환경
F. 時間圧	operator에게 壓力으로 되는 system의 時間 要件.

〔註〕

1) 1980년 D중공업

2) 1977년 스페인領 카나리아 群島 산타크루즈・데・테네리페 空港에서 580명의 희생자를 낸 航空史上 最悪의 事故

2) S/N比(Signal－Noise比) ; 값이 크게 되면 信号音을 듣기 쉽게 된다.

4) ANC (Acoustical Noise Criteria) : 言語伝達에 관한 騒音의 영향과 不快性의 要素를 기본으로 計量化하는데에 이용된다.

参 考 文 献

〔1〕林 喜男著, 辛承憲譯, 人間工學, 형설출판사, 1981

〔2〕Morgan, Cook, Chapanis and Lund著, 近藤武譯, 人間工学データ・ブック, コロナ社, 1971

〔3〕林 喜男, "情報伝達さまにしたシステム・エラー," 安全, 1977

〔4〕黒田 勲, "言葉による情報伝達の問題点," 安全, 1977