

人間—機械インタフェースにおける誤りの問題について

酒井 義郎*・野山 英郎**

On the Issue of Error in Man-Machine Communication

Yoshiro SAKAI, and Hideo NOYAMA

Abstract

Avoiding errors in the course of man-machine interaction is one of the essential tasks of an intelligent man-machine interface. There can be more than a couple of categories as the causes of errors between a human and the interface concerned. Errors are analysed here based on some experimental results, introducing the viewpoint of localization for the mechanism of errors. A major category is the notion of cusp catastrophe. A cusp catastrophe sometimes occurs in a human's processes of understanding and reasoning, which gives a sudden change in state skipping middle stages available between the two extreme opposite states. This sort of human behavior may be dangerous and give damage to machines. The aim of the present paper is to eliminate such errors.

1. はじめに

人間と機械の階層構造を考える上で、人間と機械とのコミュニケーションにおける誤りの問題は非常に重要である。しかし、この問題には多くの複雑な問題が絡んでいる。何が誤りなのかということだけでも案外むずかしい。例えば、単近な例として、何かの品物の値段を考えてみると、現在と10年以上前とは同じ品物についても、値段は大きく変わってしまっている。値段が問題となる場合としては、商店などにおいて人間—機械システムを組もうとするような場合がある。以前は500円であった品物がいまでは1000円するといった具合に時代とともに値段は変わる。これは長期にまたがる場合で極端すぎる例ではあるが、値上げによる値段の変更もあり得る。この場合、前日までとその当日とでかなり違うかも知れず、きのうまでは正しい答えであった1000円がきょうは間違いとなって正解は1200円かも知れない。そうした誤りの修正をシステムとしてどのように支援していけばよいかという問題を扱う

にあたっては、この例は致命的なものを含んでいる。プログラムのレベルで考えたときに、前日のうちにデータが変更してあれば問題はないが、データの変更がなされていなければ、混乱を生じてしまう。(あまりよい例ではないかも知れないが、なんらかの理由により、うまくデータが入らないことは考えられる。)人間の側で正しい答をいえば、プログラムの側では間違いと判定されるし、店員の方でも価格の変更があったことをすっかり忘れていれば、プログラム上は正解となるが、新しい値段としては間違いである。このような状況下では人間とインタフェースとの協調は成立していない。支援の問題には、単に表面的なことだけではなく、こうしたかなり深い問題も含まれる。この例に関していえば、“価格の変更があった”という知識をコンピュータに与える仕組みになっていれば、たとえ、そのデータの変更が忘れてあったとしても、店員との共同作業を通じて正解に至る可能性を残している。支援の問題はこの例のように知性のレベルで解決されなければならない問題である。ここではいくつかの発生原因とその対策について考察する。

*生産機械工学科

**生産機械工学専攻

2. “誤り”の対象について

ここでいう“誤り”とは何をさすのかという点について、まず言及しておく。“誤り”を完全に規定することはできないが、ある程度明確にしておく必要がある。人間の犯す誤りについては、同意語として間違い、失敗、しそこない、しくじり、失策などが挙げられる。これらは、達成しようとする目的に対して採用した行動が思わしい結果を生まなかった場合にその行動自体、あるいはその結果についていうものと思われる。同じ意味で機械の場合には誤動作ということばも用いられる。一般的な誤動作の原因としては、機械的なもの、電気的なものに分けることができる。目的とする結果と実際に得られた結果との差をいうことばとしては誤差ということばもある。誤差の代表的なものとしては確率的な誤差があるように、人間の誤りや機械の誤動作においても確率的な因子は一つの大きな因子であるといえる。この結果として誤差を生じることにもなる。“誤差”という語感からは正解のごく近傍を想像しがちだが、誤差は正解と実際に到達し得た結果との差であると考えられる。こうして、誤差を一般的に定義することが出来る。すなわち、取り得る可能な動作のいずれに対しても、

誤差＝動作の結果 — 目標とする結果 …(1)
 であるとする。結局、誤差という観点から誤りを考えることは以上のように結果論的観点であるといえる。誤りの頻度、起こり方から分類すれば、1) 確率的なものと、2) むしろ確実に、あるいはほぼ決って起こるものがある。確率的な因子については、特に人間の場合において避け難い面がある。ここで対象とする誤りの原因としては、2) の、ほぼ決って起こる系統立てられた因子を考える。2) はある条件下では決って起こるということであり、この背景として、その動作を行なう人間の持つ動機が存在が考えられる。すなわちこの種の誤りは、なんらかの意図を持って、本人は承知の上でその行動を取っていることによる。1) は、意図はなく自然にかつ不可避的に起こるものといえる。

3. カタストロフィックな誤りについて

誤りのうちの一つのもっとも単純なケースがカスプカタストロフィとして解釈できる型の誤りであろう。あいまいさが原因と考えられるものである。1) 左, 中央, 右, あるいは大, 中, 小のように、境界がはつき

りしない場合に生じる。この例のように位置や値を示そうとするとき、評価基準が明確でなく、区別をし兼ねることが原因である。これは、文献1) に示したように、例えば、本棚から本を捜すような場合である。目的とする本は本棚のある段の左側にあるはずだという情報を与えられたとする。このとき、左端から捜し始め、次第に中央へと向かう。見つかった場合には、カタストロフィはもちろん生じないが、案外一回では見つからないことが多い。その場合、途中から引き返し、今度は左へ向かって捜し始めることになる。その時点は、本人がもう左側ではないと確認したときである。いま反対に、本は(同じ段の)右側にあるという情報を得たときを考えると、上記と逆向きの行動をすであろうが、引き返す位置は上記と一般には同じでない。左から捜し始めた場合、中央より右寄りの位置で引き返し、右から始めたら、左寄りの位置で引き返す。つまり、向きによって引き返す位置が異なるという一種のヒステリシスを生じている。この引き返す位置のずれの大きさはどれだけ本棚に近寄って本を捜すかに関係している。例えば、本の高さが他のものと比べてきわだって高い(低い)とか、色が違うとか何か目立つ特徴を持っている本を捜す場合と、背表紙に書かれた題目を頼りに捜す場合とでは近づく距離は違はずである。(前者の場合、離れていても十分確認できる。)視覚的な制約からしても、人間は一般に局所的に物事に対処しているといえる。本棚への近づき方の相違はこの局所化の程度の相違である。

何も情報を与えないで、単純に探索を続ける場合と、多少の知識(常識)を持っている場合とでかなり事情が異なる。

中央がどの辺りかを指摘せよというやり方は、目的とするものを捜し当てるよう指示された場合と比較して、被験者にとってはかなり事情が異なる。

中央と思う位置を被験者が指摘するという場合の結果を Fig. 1 および Fig. 2 に示す。左から右への位置の移り変わりの代わりにディスプレイ上に○ X の記号を示した。○印が左に対応し、X 印が右に対応しているといつてよい。つまり、初め○印だけが表示され、次第に X 印が混じりはじめ最終的には X 印だけになってしまう。結果がどうであったかを知らせるために中央と結果とのずれについて情報を直接的に与えるのではなく、単に本人の採った結果について3段階で評価を与えた。この結果、被験者が中央と判定するにあたって、二つの因子の存在が明らかとなった。

1) 時間の経過とともに次第に X 印が○印の間に割って入ってくる(ランダムに与えられる)が、これによ

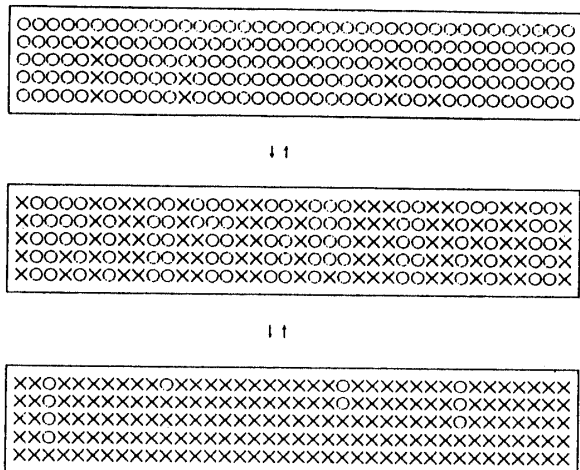


Fig. 1 Patterns as series of O and X shown on the CRT. (The top one corresponds to the left end, and the bottom one, the right end.)

て、次第にO印の部分はいくつかのO印のかたまりと化す。さらに、その中にX印が割り込むことによって、O印のかたまりが壊れ始める。これが一つの大きな変化に見えてしまうため、X印の全体に対する割合が増えたように思い、中央(あるいはすでに中央が過ぎた)と判定してしまう。

2) 上記1)における事情の別な観点として、O印とX印のバランスの問題として観察することが挙げられる。

このように1)は動的な因子といえ、2)は静的な因子であるといえる。前半の試行に比べて後半において、静的な因子による判断が増え、動的な因子は次第に減ってくる傾向が認められる。Figs. 2 a, 2 bは中央付近(中央は100の位置)において、どの位置で中央と判断したかを示した例である。O Xの印とそのかたまり具合については、上側をO、下側をXに見立てその幅でかたまりの大きさを示した。

4. 伝達における誤りについて

伝達における誤りは、伝達を伝える側(話し手)とそれを受け入れる側(聞き手)との間で内容が(微妙に)食い違うことにより生じる。この場合に考えられる食い違いの原因としては、

1) 前節で述べたことと同様、評価基準が明確でないことによるもの。例えば”大きい”という概念に対する解釈が話し手と聞き手とで異なるために生じる。文献2), P. 242, Fig. 1に示したように、大, 中, 小に対する感覚は個人個人で異なる。このため、例えば

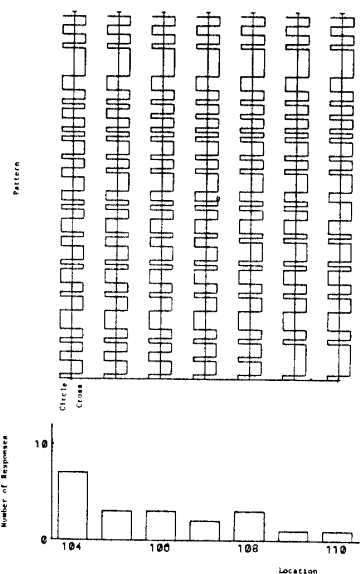
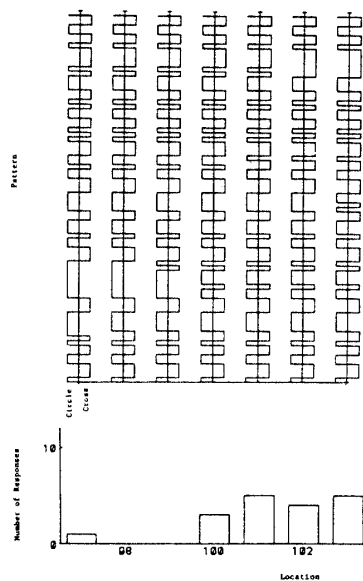


Fig. 2 Change in pattern around the center and the subjects' responses.

話し手の方が聞き手より楽観的(かなり大きい値も中くらいと感じてしまう)評価を取る人物であったとする。逆にいえば、聞き手は話し手に比べて過小評価を採用する。このとき、場合によって(常にではなく)食い違いを生じる。"場合による"という点について、以下に例を挙げる。文献2) Fig. 2にならって、寸法の評価を取り上げる。最大の寸法を100としたとき、まずその半分程度の長さである場合を考える。このときもちろん個人によるが、両者で食い違いはないかも知れない。例えば、文献2) Fig. 1 a (話し手の感覚に

対応)と Fig. 1 b (聞き手の感覚に対応)の場合これが成立している。ところが、最大寸法の75%程度の場合、同図のように両者は食い違いをみせる。話し手は中くらいと感じており、聞き手にそう伝える。聞き手にとって、中くらいはもう少し小さい範囲までを対象としているから、まさか、75%程度に大きいものとは想像せず、幾らか小さい寸法を考えることになる。このように、必ず生じる食い違いではない点がかえって取り扱いを複雑にする。すなわち、どういう場合に食い違いを生じるか推論しながら対応しなければならない。

2) この因子にもやはりことばが絡んでいるが、ことばの解釈が必ずしも直接的要因ではない場合をさす。上の1)においてもことばが伝達の手段として作用している。つまり、ことばの解釈が人によって違うということである。そして数値がことばとして表現される場合に生じる問題といえる。この意味で比較的浅いレベルでの問題であった。これに対して、伝達される内容の理解あるいは解釈という面においてもっと事情が複雑であるのが、この2)の場合である。伝える側と受け取る側のそれぞれが、同じ概念に対して適用するイメージの差が大きく影響するレベルである。

5. インタフェイスの課題

第3節および第4節において議論した内容について、人間-機械インタフェース(コンピュータ)が聞き手であり、また話し手である場合のインタフェイスの課題は何であるか、またどのような解決策が考えられるかという点について検討する。第1節で触れたように、この問題はインタフェイスの知性の問題として捉えられなければならない。知性がどのような形で発揮されるかということ、それは主に管理能力であり、一種の客観性であるといえる。これは、例えば科学的知識である。応対している人間と同じ経験を共有した結果だけからの判断には人間と同じ主観性が入っていると考えられる。したがって、それから離れて現時点における状況を把握できなければ、誤り訂正の支援はできない。式

(1)をさらに抽象化した形で適用して、結果論的立場から誤りを分類すると、

1) すべきことをしていない。

すなわち、おかれた状況(コンテキスト)のなかで、しなければならないこと(単数または複数)のうち、しないまま残されているものがある。

2) しないてよいことをした。(あるいはしそうだという予測)

これは、目的を達成するための手順として考えられる何組かの手順のうち、どの手順にも含まれない事柄を実行してしまった、あるいは実行しようとしている、という場合である。また、すでに行なった操作を再び取り上げているという場合も含まれる。

3) (すべきことか、しないてよいことかは別にして)動作の仕方が間違っている。

これらが広義の誤差として受け取られる。

手順という観点から考えると、1)は可能な手順として挙げることのできるもののうち、その手続きをすべて完了したとみられる時点で、採用されたと思われる手順と比較して、実行されていない事柄があるということの意味している。2)は、その意味から手続きを完了する前に必ず判断のつくことである。この点が1)と異なる点である。3)は、概念的には妥当な手順を実行しつつあるが、内容的にみて不適切な部分を含む場合である。これは、第4節で述べたように、数値的評価に問題がある場合などである。

以上のように、インタフェースとして要求されることは客観性である。このことは、人間を頂点におく階層構造としての人間-機械系の発想から矛盾するようだが、インタフェースにはこういう側面が求められる。今後のインタフェースによる誤り修正支援の方向として、単にことばや数値的なことでなくそれらを適確な形で適用するために、図式をうまく利用したイメージレベルでの理解の共有を図ることについて検討していかなければならない。

終わりに、卒業研究として本研究に協力された当時4年生・瀬田典啓氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) Y. Sakai: On an Intelligent Man-Machine Interface, Proc. of SICE'87, Vol. II, 1269 (1987)
- 2) 酒井: 人間-機械系における人間の問題について, 山口大学工学部研究報告第38巻第2号, 241 (1988)
(平成元年10月14日受理)