

第2回知的化ゼミ

杉野 兎玉 久馬

2000年5月25日

1 人工物における知能の程度

知能の程度とはすなわち「賢い」ということをさす。「賢い」とは相対的な形容詞として用いられ（例えば，人間社会における偏差値など），「同種のものと比較して」ということであり，技術の進歩や社会の価値観などによって変化する．

同様に知的人工物における「賢さ」も相対的なもの（数値など）であらわすことができる．

例えば，顕微鏡について言えば，少し前までは，電子顕微鏡で $0.1\mu\text{m}$ 程度の分解能であったが，トンネル顕微鏡や原子間力顕微鏡の発達により 1nm までの分解能を持つにいたった．このため，「微小なものが見える」という機能に關しての性能に關する評価の度合いも相対的である．

2 知能の分類

知能は各種の利益，不利益に基づいての分類と仕組みについての分類という2種類の分類方法がある．

利益，不利益に基づく分類とはすなわち目的による分類のことを指す．例えば，自動時刻あわせの仕組みがあるビデオでは「ビデオ内の時計を合わせなおす」という操作をする必要がないため，利用者の投入する操作が少なくなる．これの目的は「快適性の向上」「省力性を高める」ということであり，目的を達成している．

3 知的化の構造

知的人工物は変化する環境に対し自身のパラメータを自律的に変化させ適切な応答を行い，学習し，さらに高度な対応を行ったり，あるいは対応すべき環境の変化に応じて異なった戦略を用いる必要がある．このため知的性質は必然的に構造化され，重層的，分岐的，および階層的になる．

3.1 重層構造

一つの単純な知識で対応できる範囲は限定されている．環境が複雑になればなるほど，環境からの入力も多岐にわたり，一つのモジュールでは対応しきれなくなる．

重層構造では環境からの入力に対して，複数の知識が個別，選択的に（1つの目的に向かって）駆動し，全体として知的挙動が実現される構造のことを言う．この方法は集中的要素（基幹となる部分）がないため，信頼性が高く，電子型の知的要素以外にも導入できる．例えば，エアコンの空調管理を例にあげてみる．人間が快適に過ごすためにエアコンに「快適ボタン」というものがあるとする．このボタンを押すと，エアコンは「温度調節」「除湿」「ほこり除去」などの機能が個別に，選択的に反応すると重層的構造であるといえる．

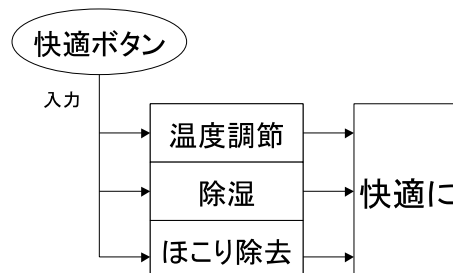


Fig. 1 重層構造の例

3.2 分岐構造

分岐構造は重層構造に似ているが、入力に対して個別に反応するのではなく、基幹となる集中的要素が存在し、その集中的要素が各モジュールに命令を行うことで集中的に各モジュールを制御する。

例えば、自動販売機の硬貨の選別を考えてみる。まず、集中的要素が硬貨の種別を判断し、その種別ごとに各硬貨モジュールに処理をさせ、各硬貨モジュールが本物が偽物かの判断や、枚数のカウントを行うことになる。

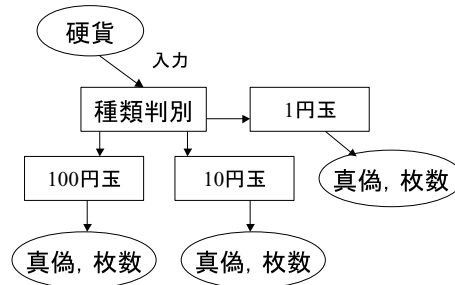


Fig. 2 分岐構造の例

3.3 階層構造

知的性質は故障したり、あるいは不十分にしか機能に対応できない場合があると考えられる。こうした場合に当初の目的をできるだけ果たせられる様に多段階の構造を組むことを階層構造という。

例えば、航空機を考えてみる。

1. 航空機の飛行中に突風に流されて、進路が変えられたとき、進路を元に戻す自動パイロットが働く。
2. 自動パイロットでの補正ができないようであれば、進路自体を見直し、突風の空域を避ける機構が働く。
3. その目標も達成できないようであれば、着陸可能な付近の空港を探索し、緊急着陸を行うように働く。
4. その目標も達成できないようであれば、乗客の身体的損傷が最も小さくなるような方法で非常着陸態勢に入る。

このように段階ごとに目標を設定し、各段階で最善を尽くすが、目標が達成できないようであれば、より根源的な階層にレベルを下げてゆくのが、階層構造である。この構造では、どのタイミングで段階を切り替えるかと、各段階での目標の設定が必要であるが、前者は機能不全になると救援信号を次の段階に発するなどで、後者は状況の悪化によって、より重要な目的のみを目指すことで、実現することができる。

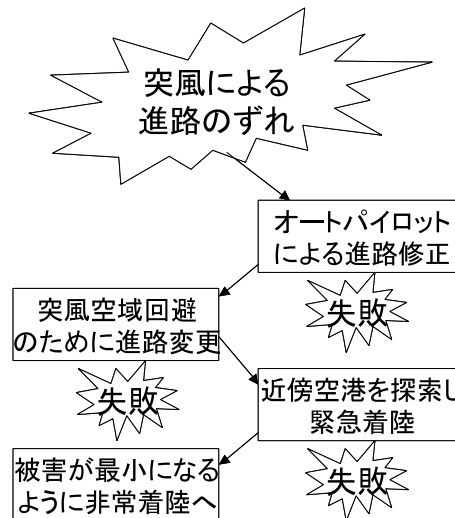


Fig. 3 階層構造の例

4 知的化の実現戦略

人工物における知的化は、インターフェースの高度化によってなされる。つまり機能と性能だけの人工物に、今までの操作者、管理者の代わりとなる知的インターフェースを組み込むことで知的人工物は実現される。

知的インターフェースとは、「人間を含む環境の変化や要求を汲み取り、コアとしての人工物の多数のパラメータを調節し、人工物の効用を最大化するもの」である。このような知的インターフェースは「専用知的インターフェース」と呼ばれる。一方専用知的インターフェースの中でも実際に個別に設計する必要があるのは個々の人工物とのインターフェース部分のみであり、広義の環境インターフェース部分は共通である。このことから専用知的インターフェースは広義の環境インターフェース部分である「汎用知的インターフェース」と、個別に設計された「専用化プラグ」の2つに分けることができる。

一般的にこの知的インターフェースは、人工物の核（コア）となる部分とは明確に異なった部分である。しかし核と一致する人工物も存在する。それがコンピューターであり、これからコンピューターの知的化について述べる。

コンピューターは一見すると知的であるように見えるが、これまで述べてきたインターフェースの高度化といった視点から見ると、必ずしも知的とはいえない。なぜならコンピューターが行っている計算や判断は、人間が完璧に準備してコンピューターという人工物のインターフェースに合わせて初めて達成できる機能だからである。コンピューターの知的化へのアプローチは次の2つがある。

1. 専用の知的インターフェースを組み込む

知的なコンピューターが知的でないコンピューターのインターフェースになる。システムとして統合され、全体が知的コンピューターとなる。

2. コンピューターの核（コア）部分そのものを知的になるように変更する

全体が知的コンピューターとなる。

これらの2つのアプローチは共に、コンピューターは全体が知的コンピューターになることを表している。なぜならコンピューターの基本機能は単純な知的作業であり、知能の軸と機能の軸が分離できないからである。

人工物に付加される知的インターフェースにはコンピューターを用いたり、また電氣的、磁氣的、化学的などさまざまなアプローチが可能である。しかしコンピューターの知的化に限って言えば、知的インターフェースにはコンピューターを用いるしかないのである。つまりコンピューターがコンピューターで知的化ができるのであれば最初のコンピューター自身が知的化できることとなり、またコンピューターの知的化にコンピューターが必要であるのなら永遠に知的コンピューターは実現できない。結局コンピューターの知的化は、全体が徐々に知的化して行くほかはないのである。

5 知的コンピューターの知能

コンピューターは人間の書いたプログラムを実行しているだけである。そのため、コンピューターの基本的な機能は計算、判断といった単なる情報処理であり、知的であるとは言えない。しかし一方では、基本的な機能しかないにもかかわらずプログラム（ワープロ、ブラウザなどのソフトウェア）により柔軟な動作が可能であることから知的であると言えるかもしれない。現在、一般的にはコンピューターは知的であるとはいわれない。これは人工物を取り巻く環境、そしてコンピューターは人間の理解なしには動かないということを考えるとわかる。

知的コンピューターとは何か。ここでは「コンピューターに知識、学習機能、判断機構などをもち、人間の「考える」という振る舞いに似た動作をすることのできる新しい知的機械」と定める。知的コンピューターは知的インターフェースを持つため、汎用知的インターフェースと専用化プラグを持つこととなる。ここで専用化プラグは知的コンピューターと人工物をつなぐドライバとなる。

現時点において人工物の知的化とは、「人工物自身が人間のように創造性や感情を持つ」といった方向性ではなく、「人工物とそれの利用という限定された環境において、人間特有の知的な行動のできる能力を人工物が本来持っている機能に付加し、全体としての効用を高めようとするもの」である。ここでその環境は、人間の行動や人工物の置かれる状態が背景にあることから非常に多様であり、これらの多様性に経済的に効率よく対応できる新しい技術の開発が知的コンピューターの開発のねらいである。

このようなコンピューターの知的化の考えは、人工物の設計方式にも影響を与えている。人工物の設計者は知的インターフェースを劇的に変化させなければ、専用化プラグを容易に開発することができるため、人工物の設計をシス

システムの進めることができる。この結果、設計者は人工物の機能や性能向上に力を注ぐことができるようになり、人工物の発展につながる事となる。

知的コンピューターとは Fig. 4 に示すように、人工物の設計者とのインターフェース処理機構、与えられる知識や常識のアクセス・管理機構、利用者からの要求分析機構、環境分析機構、情報収集機構、意味理解機構、判断機構、学習機構などの要素をもつ。

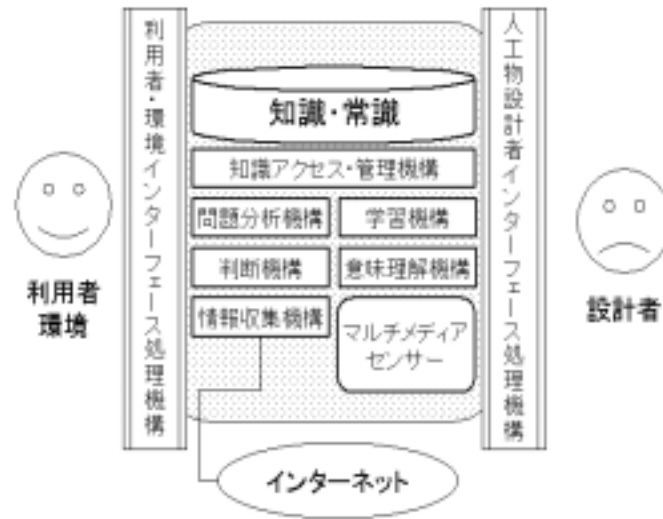


Fig. 4 知的コンピューターの論理構造

6 知的性質の損失と知的化メカニズムの信頼性

従来型の知的化のインタフェースが付加された形式の知的人工物では、知的インタフェースが故障して知的資質が損失しても利用者はマニュアル操作で人工物の運用・管理ができる。しかし、人工物全体の高度化を求めていくと、知的インタフェースが人工物の本来の性質をも吸収し、知的インタフェースを切り離し、本来の機能のみを実現する人工物を考えることは不可能なる。こうした場合には、知的性質が損失したとき、人工物を利用者がもはや運用・管理することは不可能となる。知的メカニズムが破損してとき利用者が人工物を運用・管理でなくなる場合には知的メカニズムの信頼性が全体の信頼性を規定してしまう。

知的化インタフェースは時代の流れと技術の進歩にしたがって、人工物本来の機能として次第に取り込まれてゆく部分がある。たとえば、電気自動炊飯器は、内蔵されているのマイクロプロセッサが故障すると、手動でも目的である炊飯ができなくなる。しかし、炊飯器の目的はご飯を炊くことではなく、おいしいご飯を炊くことだと考えれば、その炊飯器の本来の機能は内部の釜が熱くなることではなく、おいしいご飯が炊けるように火加減を調整するという事になる。この機能は炊飯器の知的性質によって実現する。つまり、知的化インタフェースそのものが人工物の本来の機能であるとも考えられる。

7 まとめ

知的人工物とは、人工物におけるパラメータを環境に合わせ変化させ、人間にとってより高い効用をもたらす知的性質が付与された人工物である。この知的性質の目的は、主として運用と管理の自動化であるが、より大きな捉え方をすれば、人間と人工物との間に介在するインタフェースの高度化であると言える。

人工物設計において、知的化つまり知的性質の実現は、利用者側のニーズから考えても必要不可欠である。その実現方法は、機能と性能だけの人工物に知的なインタフェースを介在させることでできる。ここで重要であるのは、知的コンピュータの例がそうであるように、高度な知能を持つ人工物の設計を系統的に進めることによる効率化である。実現したい目的を可能とする知能を実現するために、その構造や、知的化の戦略、また、汎用知的インタフェースの実現や利用を考えることは非常に重要である。