

知的人工物についての基本的考察

Fundamental Aspects of Intelligent Artifacts

小川泰正

Yasumasa Ogawa 36000724

Abstract: Recent artifacts have gained a high degree of intelligent or smart characteristics, and it is important to investigate the general feature of such intelligence or smartness. First, the definition and classification for artifacts are discussed, and a definition of intelligent artifacts is proposed. In addition to the function and the performance of artifacts, an intelligent attribute is introduced as the third coordinates. There are elements of intelligent artifacts. The structure appears to be multi-layered, branchy, and hierarchical. Finally, the directions of this research are considered.

1 はじめに

最近のシステムは「インテリジェント化」の度合いを強めつつある¹⁾。電子デバイス技術と情報処理技術の驚異的な発展に伴って最も進んでいると思われる。例えば、自動車の知的化においては車の機能の向上を目的とする知的化と、道路案内や通行料金自動徴収などのように付加的な価値を与える知的化がある²⁾。しかしながら、こうして生み出される知的な人工物の知能あるいは知的性質に関して総合的な観点から考察を加える試みはあまりされていない。

本発表では、1996年に三木、河岡が報告した「知的人工物についての基本的考察」についてまとめたものを発表する。

2 人工物の定義と分類

人工的に作られた、いわゆる人工物は以下の4種に分類できる。

- 工学的人工物：建物，機械，自動車，通信網等
- 社会的人工物：言語，知識，法則，法律，組織等
- 芸術的人工物：小説，絵画，彫刻等
- 人工的自然物：品種改良した農作物等
- 特殊な工学的人工物：遊具等

本発表では、工学的人工物に限定する。工学的人工物や社会的人工物は明確な目的を持ち、その機能や性能が評価できるものである。ここでは、これらの知的化について論じる。

3 知的人工物の定義

知的という言葉をもさまざまな辞書で調べると、要約すれば「感覚によって得られた素材を整理統一して新しい認識を形成し、正しく判断すること」という定義が多く

見られる。すなわち、知的とはある事項に関する情報を自身に入力として取り込み、その情報に関連する情報をそれ自身の知識から呼び出し、それらの間に新しい関連性を付け、こうして追加更新された知識を用いて自身の行動がある目的のために最も適切になるようにすることであると言える。

人工物はすでに述べたように、達成すべき目的があり、そのために基本的な属性として機能 (functions) と性能 (performance) を持つ。

一方、人工物の持つ知的性質は機能や性能といった属性とはまったく異なった属性で表されると考えられる。

人工物での「知的」という言葉は、利用者の感覚として人工物が人間の知性と呼ばれるに近いような性質を具備している場合に使われ、知的人工物の働きは、人間が行っていた人工物の運用と管理をすることだと考えられる。具体的な例としては、マイコン制御の電気釜 (人間に代わり火加減の調整)、ニューロ洗濯機 (汚れの度合いを自動検出) などがある。知的人工物の属性は人工物が有する属性、機能、性能に加え人工物の管理・運用の自動化能力を持つ。

これらの考察をもとに、人工物における知能を次のように定義する。「知的性質とは人工物におけるパラメータを環境にあわせて変化させ、人間にとってより高い効用をもたらすための人工物に寄与される属性であり、そしてこうした知的性質を総称して知能と呼ぶ。」大切なのは、知的人工物はパラメータを持たなければならないことである。そして、それらのパラメータを環境にあわせて変化させる (Fig.1)。このため人工物には環境を知るための環境センサーが必須となる。こうした知的性質の目的は人間にとっての高い効用 (利用者の手間を省くといったことから自然環境への負荷を少なくするといったことまで含む) である。こうして定義された知能は人工物の環境インタフェースの高度化ともいえる。知的人工物では人工物側のインタフェースが変化し、人間環境

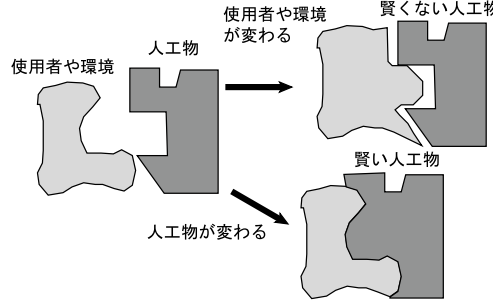


Fig. 1 Interface of artifacts and its change

や自然環境に負荷が少なく，人工物の性能が十分に発揮される．

4 知的性の水準

知的性の水準，すなわち賢さのレベルによる分類を検討する．人工物が利用者を含む広義の環境条件の変化に対応して自身のパラメータを自律的に変化させるには，まず最初にその環境条件の変化をセンスするための各種のセンサが必要である．次に，センサで得た情報をもとに人工物の機能や性能を最適化する計画を立て，それに沿って人工物のパラメータを変化させる．この3つの動作を Fig.2 に示す．センサによって得られた環境変化に関する情報をもとに人工物のパラメータを変えるには判断のための基準が必要である．この基準が人工物の設計者もしくは利用者によって与えられる知的人工物は最も水準の低いものと考えられる．これをレベル-1 とし，もし，設計者や利用者が与える人工物の下位の目標からこの判断基準が自動的に導出されるのであれば，その知的人工物はレベル-2 と考えることができる．さらに，設計者や利用者が上位の目標を与えれば下位の目標が自動的に導出されるならその知的人工物はレベル-3 と考えることができる．一方，上位の目標も人工物自身が考える場合はレベル-4 の知的人工物となる．人工物として使いやすく，また設計しやすい知的性はレベル-1，もしくはレベル-2 である．現在の知的人工物のほとんどは人間が判断基準を与えるタイプのレベル-1 の知的人工物である．レベル-1 の人工物の中で，さらに分類すると人工物を設計するときに設計者が判断基準を組み込んでしまうものをレベル-1.1 とする．ユーザが判断基準をあとから記憶させるというタイプの知的人工物をレベル-1.2 とする．判断基準を人間が直接記憶させずに，その人工物自身が自律的に記憶するものをレベル-1.3 とし，自律的に何が判断基準となるかを探して，適切な判断基準が見つければそれを取り込むというタイプをレベル-1.4 とする．

5 知的化の構造

知的人工物は賢い必要がある．すなわち，変化する環境に対し適切な応答を行い，学習しさらに高度な対応

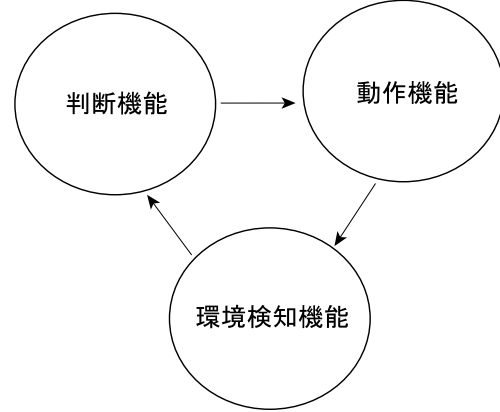


Fig. 2 Element of intelligent artifacts

を行う必要がある．このため，知的化は必然的に構造化されると言える．つまり，知的性質自体が複数の知的モジュールから実現され，その構造は重層的・分岐的・階層的構造になると言える．

重層的構造とは外界からの入力を複数の要素が個別に，しかも選択的に対応する構造である．分岐的構造とは，ある特定の要素が入力を受け，その要素が判断して選択的に他の知的要素を駆動するタイプの知的性質を指す．段階ごとに目標を設定し，各段階で最善を尽くすが，もし問題がある場合はより根源的な階層にレベルを下げていくのが階層構造である．

6 今後の研究

人間の知的訓練の機会を奪わない知的人工物として電動ハイブリッド自転車と考えられる．電動ハイブリッド自転車はペダルを踏むとその力を感知し，その時の速度情報に応じて状況にあった推進力をモーターがだすようである．また，速度情報がある程度を超えると推進力を下げ，最後には人間の力だけで走ることを促す．このようなアシストを知的人工物の知的性の発揮にも取り入れることができれば，次世代の知的人工物となりえる．簡単な知的作業はすべて機械が行い，複雑な知的作業を機械のアシストのもとで，ユーザの知力を開花させるような手伝いをするブレインアシストシステムについて調べることも含めて，知的人工物に関して総合的な観点から考察を加えるために今後は知的人工物についての文献調査を中心に研究を進める．

7 参考文献

参考文献

- 1) 三木光範. 知的人工物についての基本的考察. 同志社大学理工学研究報告, 1996.
- 2) 三木光範. 進化する人工物. オーム社出版局, 1999.