

第1回知的化ゼミ

指導院生：小川

チーフ：杉野

サブチーフ：久馬 兎玉

1 知的化ゼミの目的

最近のシステムは「感性化」「インテリジェント化」「協同化」の度合いを強めつつある。中でもインテリジェント化の流れは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。しかしこれらの人工物の知能、知的性質に関しての総合的な考察はあまりなされていない。

本ゼミにおいては、人工物における工学的、知的性質の位置づけや意義付けの観点から、知的人工物の目的と必然性、知的性質の分類と構造、知的化の戦略、そして知的人工物の問題点とこれからの人工物設計の考え方について考察する。

特に、第1回のゼミにおいては、知的人工物に焦点を絞らず、人工物という大きな範囲において、その基本的属性である、機能、性能、知能の3点から考察を加える。

2 人工物の定義と分類

人工物は以下の4つに分類される

- 工学的人工物：建物、機械、自動車、航空機など
- 社会的人工物：言語、知識、法則、法律など
- 芸術的人工物：小説、絵画、彫刻など
- その他のもの：上記以外の人工物

工学的人工物は物質を基にして作り出される形ある「モノ」であり、社会的人工物は物質とは無関係な形の無い「モノ」である。この2つの人工物に共通して言えることは「目的」を持っていることである。つまりこれらの人工物は人間が何かの目的をもって作り出したものであり、人工物の評価はその目的によって行われる。いってみれば「道具としての人工物」である。

次に芸術的人工物は、その表現媒体として何らかの物質を利用しており形のある「モノ」であるのだが、製作者側も、利用者側も、明確な「目的」を持っているわけではなく、製作者は自己表現として、利用者は鑑賞するものとして捉えるため、芸術的人工物についてはその機能や性能の評価を行うことはできない。

本ゼミではこのなかでも工学的人工物に限定した考察を行う。

3 知的人工物の定義

知的という言葉は辞書で調べると、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」と定義が多くみられる。つまり、知的とは「ある事柄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つけ、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。知的人工物のコンセプトをFig. 1に示す。

人工物には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。一般的な人工物はFig. 2に示すように、機能軸と性能軸とで評価することができる。たとえば原動機の機能は電気エネルギーあるいは燃料からの力学的動力の発生であり、その性能は動作速度やエネルギー変換効率で表される。機能軸における増加は機能の複雑性および広がりなどを意味し、機能のスペクトルが広いことを示している。一方、性能軸

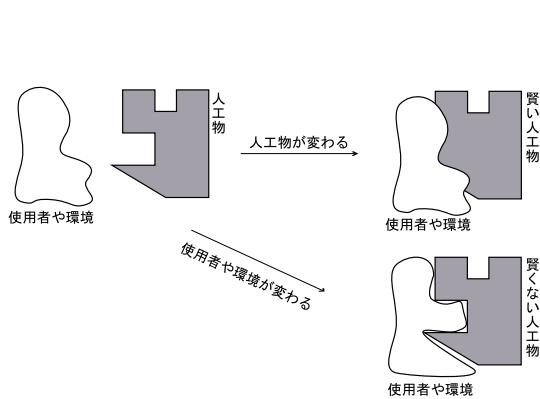


Fig. 1 知的人工物のコンセプト

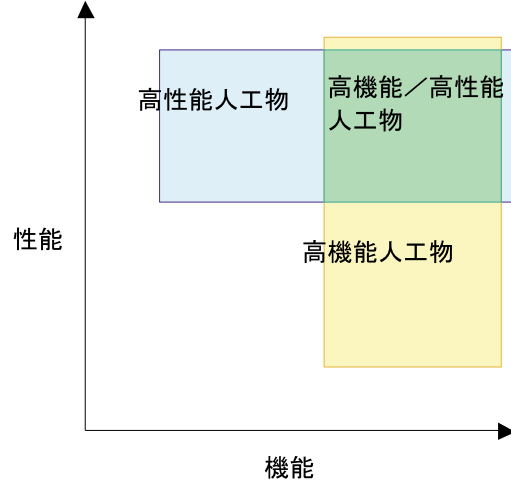


Fig. 2 Function and performance of artifacts

における増加は強度、速度、効率など、機能から現れる性質の強さに関係している。これは機能の高度ともいえる。単振動のモデルでいえば、機能は周波数、性能は振幅に相当する。人工物に目的がある以上、その属性である機能と性能にもそれぞれ目的がなければならない。

人工物の知的化について考察を行う際、「知的化」の工学的意味を定義しておく必要がある。人工物での「知的」という言葉は、利用者の感覚としては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）、インテリジェント照明（人間の入退室や明るさに応じて電灯のON/OFF）などが挙げられる。これらの人工物は本来の機能に加え、それまで人間が行っていた人工物の使い方、運用、管理に関する仕組みを持つようになった。この点が単なる多様化、高度化ではなく「知的」と表現される理由である。つまり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、運用の機能を持つ。

これらの考察を基に、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ーを環境に合わせて変化させ、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る。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。このため人工物には環境を知るセンサー、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ことまで含む）である。

本定義では、知能は人工物の本来の機能面での高度化や、性能向上とはまったく独立な属性として定義する。Fig. 3に示すように、機能と性能とは別に第3の軸、すなわち運用と管理の自動化、すなわち知能の軸を持つことができる。この軸は明らかに他の軸に独立である。車のブレーキの機能はタイヤの回転を止めることにあり、制動距離はタイヤがロックしても長くなることはない。一方、ブレーキの性能は軽い力で効くことや、高速走行時でも、低速走行時でも変わらない制動能力、繰り返し使用でも過熱しないことなどとなる。

また、どんなに単純でもここで定義した性質は知能であると考えられる。こうして定義された知能は人工物の環境インター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ーフェースが変化し、人間環境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。

Table 1に機能、性能、知能の辞書¹における定義を示す。

4 知的人工物の必要性

人間は問題の解決のために人工物を使用する。人工物は機能と性能だけでは人間にとって不十分であり、知的な人工物が必要となる。それでは何故知的人工物が必要なのかを以下の4点を例にあげて説明する。

- 人工物の性能を引き出す
- 本来の性能以上のものを与える

¹広辞苑第5版

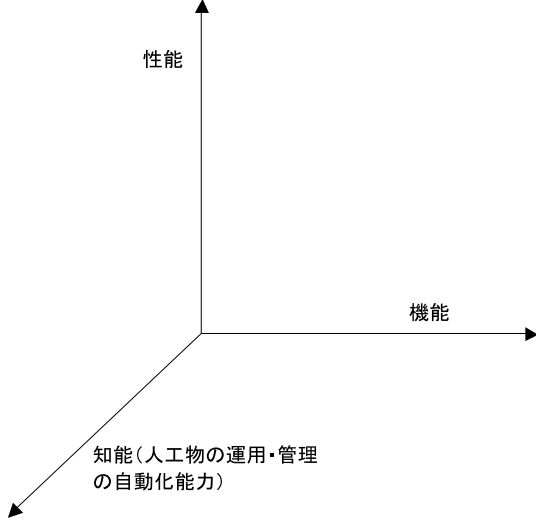


Fig. 3 Intelligent attribute as the third coordinates

Table 1 機能、性能、知能の辞書における定義

機能	物の働き 相互に関連し合って全体を構成している各因子が有する固有な役割 またその役割を果たすこと
性能	本来備わっている精神的身体的な能力 機械などの性質と能力 (性質：物事が持っている特色， 能力：物事をなしえる力， はたらき)
知能	知識と才能 知性の程度 環境に適応し，新しい問題状況に対処する知的機能能力 (知的：知識知性の豊かなさま)

- 省資源，省エネルギー

- 人にやさしい

1. 人工物の性能を引き出す

性能が高い人工物は問題解決に効果的である。しかし，高性能機能は高性能になればなるほど，機能的に限定される。このため，高性能機能は単体ではシステム全体として高性能を発揮することができず，複雑な運用・管理によって発揮されることが多い。ゆえに運用・管理におけるよりいっそう高度な，精密な，そして知的なシステムが必要であると考えられる。

2. 本来の性能以上のものを与える

人工物の本来の性能がすでに飽和している，または限界にきているとすると，本来の性能の中でさらに高性能を求めるのには無理がある。そうしたときには，知的な性能によって全体としてのシステムの性能を向上させるしか方法はない。よって人工物は最終的には知的にならざるをえなくなる。知的になれば，問題解決能力が増し，価値が高まり，人間に利益をもたらしてくれる。その様にして人工物は次々と進化していくのである。

3. 省資源，省エネルギー

地球上の資源には限りがある。そのことからより少ない資源とエネルギーで目的を達成する事がこれからますます重要になる。また環境に与えるダメージという点からもエネルギーの浪費は極力避けなければならない。この意味でこれから設計される人工物には省資源省エネルギーが求められ，実現のためにはよりエネルギーを浪費するのではなく，必要な個所に必要量の資源とエネルギーを適切に配分することが重要となり，その機能を組み込んだ知的性質が必要不可欠になる。

4. 人にやさしい

高性能であれば，使いにくくてもしかたがないという発想は一昔前のもので，快適さと満足感を与えることも人工物の課題である。

使う人間に快適さと満足感を与えるには，人工物が賢くなれば良い。そして人間はより快適なものや満足感を得られるものを求めるため，賢い人工物を設計することはきわめて重要である。そのための知的性質は重要なポイントとなる。

人工物に期待される要求が高くなればなるほど，そのいずれもが「知的」という概念で達成されることが多くなる。しかし，人工物の本来ある性能や機能は知的概念とは別であり，本来ある性能や機能を高めることもきわめて重要である。いろいろな実力（能力）があって，しかも知的に行動することが望ましいのであって，知的化だけ行われても有用な人工物とはいえない。

5 人工物における知能の目的

人工物に目的があるように、人工物の属性の一つである知能にも目的がある。ここでは知能の目的について述べる。人工物の目的とは簡単にいえば、広義の不利益を減らし、広義の利益を増やすことである。人工物における入出力はFig. 4のようになる。各入出力は各環境への利益、不利益を持っている。

すべての不利益を減らし、すべての利益をあげることが簡単にできるのならば問題はない。しかし、これらの事象は競合している事が多いため、ある人や環境にとっては利益であっても、他の人や環境には不利益であるというような事態が生じる。よって設計者や、企業の価値観によって目標を選別しなくてはならない。どの項目を優先させるか、何が真に賢いかは価値観の問題になってくる。人工物の知的性質には本質的な価値観は入ってこないが、人工物の知的性質には設計者の意図や価値観が必ずあり、これらの知的性質の目的は人工物設計において最も重要なポイントである。我々は利用者にとって利益のあることを目的とする浅い知的性質を考えがちであるが、利用者のみならず、人間環境や自然環境にも利益が多くなるような深い知的性質も考慮しなければいけない。その結果利用者にとって使いにくいものになってしまったならば、その点に関して十分に利用者に理解してもらう必要がある。利用者側の理解が進み、目的が明確になればこのような深い知的性質も人工物に組み込むことが可能となる。

こうした考察を元に人工物における知的性質の目的と最近の人工物についての分類はFig. 5のようになる。

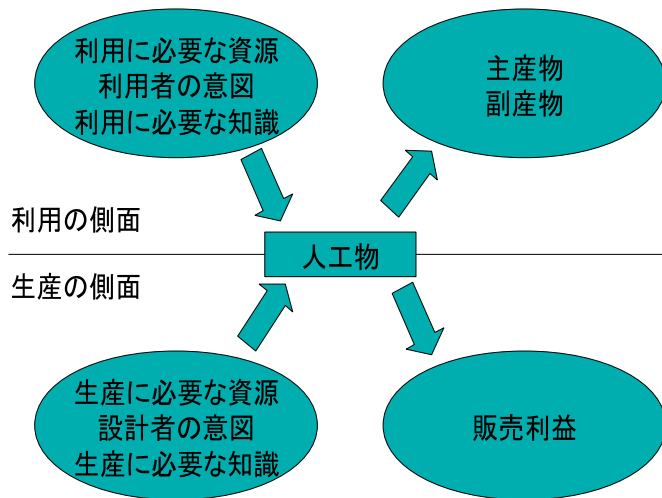


Fig. 4 人工物における入出力

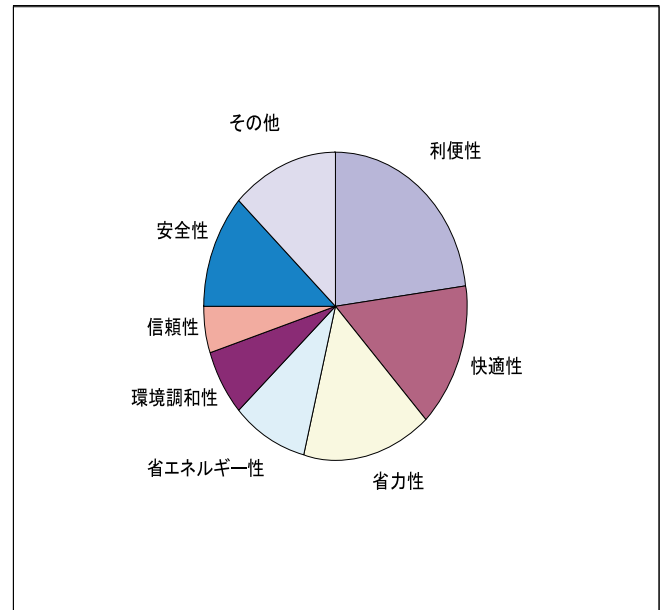


Fig. 5 分類の結果

これまでの知的化というと「利便性」や「快適性」など我々利用者にとって直接的なものが重要視されてきた。しかし現在は省エネルギー性など間接的なものが約半分を占めている。これは先述した深い知的化に関係がある。

過去は人工物を知的化するとき、まずは利用者に直接アピールする目的から採用されていったと考えられる。しかし、将来は間接的なものの比率が高まると考えられる。すなわち見える目的から、見えない目的への変化が予想される。将来の人工物に必要な知的性は、表面的な利便性のみならず、それよりも大きな割合で省資源性、省エネルギー性、安全性、信頼性、そして環境調和性などの目的をもっていると考えられる。つまり、隠れた知的性（深い知的性）がますます重要視されていくと考えられる。