



ヒューマノイドロボットと情報処理学会

稲葉 雅幸 / 東京大学情報学環

現在、ヒューマノイドロボットは、世界に類のない日本を代表する技術となっているが、今後はそれを使うためのソフトウェア技術の高いところがそれを引っ張ってゆくことになる。ヒューマノイドは感覚を持ち行動する身体を持つ計算機としての知能ロボットの代表例である。情報処理学会において、人の形で統一されているヒューマノイドロボットが新しい情報処理プラットフォームとして取り扱われてゆくかどうかはロボットと情報処理分野の世界における日本の戦略にとって重要な鍵を握っているように思う。

日本のヒューマノイドロボット

最近日本で毎年開かれるようになったロボット展示会では必ずいくつかのヒューマノイドロボットが展示されるようになってきている。二足で自立歩行するヒューマノイドロボットは世界でも日本でしか実現されておらず、日本を代表する総合技術の1つである。もちろん、安全性の問題、エネルギー効率の問題などから、エンタテインメントにはよいが実社会への役立つ応用への可能性が今は低いなどその必要性や研究意義を疑問視する意見は多い。しかし、高齢化社会を迎えて介護を支援するための存在や緊急災害時に人間の代わりにすぐ働いてくれる存在として、ヒューマノイドロボットなどが使えないのか、という自然な期待も多く、ヒューマノイド研究者は各自のモチベーションに基づいて次のステップを目指しているという状況である。そのような最近の流れの中で、どのような形で日本を代表する総合技術が、世界の中でどのように今後発展してゆくのか、あるいは発展させるためにどのような戦略や環境作りが必要かといった議論が重要となってきている。

どうしてヒューマノイドか

ヒューマノイドロボットを二脚ロボットととらえて議論がなされる場合も多いがヒューマノイドが最終的にその働きを示すための部分はその上半身にある。環境を観察し、手で物を扱ってゆくための上半身を自由に利用できることがヒューマノイドと他の動物型ペットロボットや車輪型案内ロボットなどと大きく違うところである。人間が二足歩行ができ、手で道具を扱えるようになってゆくことで他の動物と大きく知能の進化がなされたといわれているように、知能ロボットにとっても物を扱うための手や目の機能を自由に使えるようになることは本質的な部分である。上半身を自由に扱えるようにするには、車輪型よりは脚形がずっと有利である。もちろん、車輪でも、四脚や六脚でも、高速移動性や安定性などの特定目的を優先する必要がある。

場合にはそれを使うことはロボットとしては自由である。

そもそもロボティクスは感覚と行動の知的な結合を研究する学問ということで進展してきているが、そこからできあがるロボットは感覚と動作機能を備えた身体をもって行動する計算機といったいいものである。ヒューマノイドはそのロボットの代表例であり、いわば周りを見て歩き物を扱うことができるコンピュータといえるものである。

行動と情報処理レベル

情報処理の観点からは、移動機構が脚であるか車輪であるかを無視して取り扱うレベルの操作が時として必要となる。近年のヒューマノイドは、あらかじめ決まった距離を歩くだけでなく、歩行中にも進行方向と速度を指示できる歩き方ができるようになってきた。これは、歩行に必要な動力学逆計算等を高速に行えるようになってきた効果が大きい。このように従来車輪移動ロボットと同様の移動指令を受けられるようになることは、移動ロボットの行動ソフトウェアに対して、ヒューマノイドも適用できることを意味している。

もちろん、単純な移動ロボットのように空間内で操作対象を点や剛体と見なしてその運動を考えるだけでヒューマノイドの運動情報の処理が済むわけではない。手足の運動、全身の動き、何をどう見るかという注視動作など動きを作りそれを実行するための処理、見た情報感じた情報を処理して適切な判断を行って行動を実行してゆく部分はすべてヒューマノイド固有の処理である。この運動を形づくる部分は、人間がその計算の仕方をプログラムの形で与えている。これは、歩くプログラムを与えているが、歩けるようになるプログラムを与えているわけではないといえる構造である。人間が学習してプログラムを与えるが、ロボットが学習を行っているわけではない。人間の知能において学習が本質の1つでもあり、ヒューマノイドにとって学習を通してその機能を得るためのプログラムを与えてゆくという方向は今後の発展が期待されているレベルとなっている。



図1

ヒューマノイドのプラットフォーム

計算機のソフトウェアがそうであるように、ロボットの場合同様のハードウェアプラットフォームがあることはそのソフトウェアを発展させるためには大変重要である。日本では、1998年より通産省において「人間協調・共存型ロボットシステムプロジェクト：HRP (Humanoid Robot Project)」(プロジェクトリーダー：東大井上博允教授)が始まっている。このプロジェクトでは、ヒューマノイドのプラットフォームを作り、そのプラットフォームをもとに 응용ソフトウェアを開発するという研究開発が展開されている。最初の2年間でホンダのヒューマノイドロボットP3をもとにしたハードウェア・プラットフォームHRP1と、ソフトウェアシミュレーション用の仮想プラットフォームが作られ、後半3年でプラント点検、対人サービス、車両代行運転、ビルホーム管理、屋外共同作業といった応用分野についての研究開発がなされている。これは等身大のヒューマノイドで応用可能性を世界に先駆けて始めているプロジェクトである。もちろん、等身大のヒューマノイドを実際に扱ってゆくことは容易なことではない。転倒破壊防止やエネルギー連続供給の手立てが必要となるためである。仮想プラットフォームによって、具体的な 응용ソフトウェアを検証できるようにしながら、実機でも応用可能なソフトウェアの蓄積を可能とする形の展開がなされている。

マルチモーダル情報処理のプラットフォームとして

日本を代表する技術であるヒューマノイドを世界をリードする形で進めるための国家プロジェクトはすでに始まっているが、ヒューマノイドロボットはまだ立って歩きはじめた段階であり、これからそのソフトウェアが発展するかどうかは鍵となっているものである。ソフトウェアの発展・進化は、広く利用されることで加速されるが、等身大のヒューマノイドだけではその加速は得難い。他方、仮想環境で人間や実世界の忠実で高速なシミュレートが可能とするにはまだまだ計算時間がかかりすぎる。そこで、小型

のヒューマノイドがそれらの中間的な存在としてヒューマノイドのソフトウェアの発展に役立つことが期待できる。

一方、ヒューマノイドであれば、目や耳、移動や姿勢を変える能力、物を抱えて扱う動作も併せ持ったもので、各種マルチメディアデバイスを統合したデバイスであり、インターネットの先につなげば歩くインターネットカメラがすぐできあがるように、その要素機能を活用したマルチモーダル情報処理のプラットフォームとしてさまざまな使い方が可能となるものである。

図-1は、筆者らのところで試作してきている小型ヒューマノイドの例である。このサイズのヒューマノイドが卓上をとことこ歩き、両目で人や環境を見て、人のしぐさや物の発見・認識を行っている。この小型ヒューマノイドは計算機の身体として外界と相互作用を行っている。この身体を通して外界の情報がヒューマノイドの頭脳部で処理されている。身体上には必ずしもその頭脳部の計算機がある必要はない。身体の外に遠隔計算機やネットワークを利用してその情報処理を行う形としてリモートブレインロボットと呼んでいる。身体と計算機との間のインタフェースが明確化されたロボットである。

このリモートブレイン環境の開発経験から、通産省のHRPの仮想プラットフォーム開発においてそのソフトウェアの検証を簡単にできるように小型のヒューマノイドの開発を提案した。昨年、その開発を担当した富士通が小型研究用ヒューマノイドを市販するようにもなった。まだ高価な研究用ロボットではあるが、自作ではなく購入可能となったことはヒューマノイドのソフトウェア発展のためには大変重要なステップである。

情報処理学会でのロボット

筆者が学生であったころには、情報処理学会でもロボットの情報処理が全国大会等で取り扱われていた。しかし、日本ロボット学会や人工知能学会等ができたせいかロボットのセッションも作られなくなっていくた。携帯電話、携帯情報端末など新しい情報処理プラットフォームが作られれば、その上での情報処理技術が大きく進歩し世の中を変えてきている。行動する計算機であるロボットが情報処理プラットフォームとなるにはパーソナル計算機のような標準的な形態として広く普及する必要があるが、人間の形で統一される小型ヒューマノイドのハードウェアが市販される時代となり、情報処理学会にとってヒューマノイドが新しい情報処理プラットフォームの1つとして今世紀花開くのではないかと大きな期待をしている。日本から生まれたヒューマノイドが世界をリードし続けられるかどうかは、まさに情報処理学会がその重要な鍵を握っているように感じている。

(2002.1.15)



ヒューマノイドのランドマーク課題

梶田 秀司／産業技術総合研究所

稲葉氏は「ヒューマノイドロボットと情報処理学会」において、情報処理学会に所属される研究者諸氏に対してロボット研究への参入を情熱的に呼びかけられた。氏のアピールは、

- (a) ヒューマノイドロボットはマルチメディアデバイスの複合体であり、新しい情報処理プラットフォームである。
- (b) 小型ヒューマノイドが市販される時代となり、研究上のハードルも低くなった。
- (c) 現在、世界に対して日本が持つ技術のリードを維持、拡大するためにも情報処理分野の研究者の参入が必要である。

という3点に要約されよう。

稲葉氏は1993年に世界に先駆けて小型の実験用ヒューマノイドロボットを試作され学会で発表されている。当時のものは自由度数も少なく、歩行もまだ初歩的であった。しかし、一連のデモに加えロボットがさり気なく「ばいばい」のしぐさを真似て終わるビデオを見たとき、筆者はロボットが確かに自らの意思を持って行動しているという鮮やかな錯覚に襲われ、激しい衝撃を受けたことを覚えている。それから10年近い現在、経済産業省の「人間協調・共存型ロボットシステムプロジェクト (HRP)」の一メンバーとして

筆者もまたヒューマノイドロボットに携わることになった。私に1つ言えることは、自分のプログラムによって人間型をした機械が実際に動くという体験は傍で想像する以上にExcitingでRewordingであるということである。ヒューマノイド研究に携わる研究者、とりわけ若い人々が非常な集中力で働き、素晴らしい成果を次々と上げている例を最近いくつも見ることができるが、その理由の1つがここにあると思う。いたずらにセンセーショナルなマスコミの取り上げ方には辟易させられるけれど、ヒューマノイド研究には確かに研究者を惹きつける何かが存在するのである。

さて、稲葉氏に1つだけ質問させていただきたい。それは技術を進展させるためのランドマーク課題についてである。小型ヒューマノイドを利用してどんな情報処理を実現できれば、画期的といえるだろうか？ 稲葉氏は一例として「歩くプログラム」から「歩けるようになるプログラム」への発展を挙げられている。このほかに「マルチメディアの統合体」というヒューマノイドロボットの特性を生かしたパフォーマンスで、最先端の情報処理研究者が取り組むに値するチャレンジングな課題としてどんなものが考えられるだろうか。長年にわたり研究されてきた経験の中から何かご示唆いただければ幸いである。

(2002.1.19)



ヒューマノイドロボットと文化

松井 龍哉／特定非営利活動法人国際ロボットデザイン委員会
フラワー・ロボティクス(株)

現在のロボティクスにはさまざまな枝葉が分かれてきている。

今回の稲葉教授の論文で中心的に論じられている内容は、ロボットは、知的活動を発展させるソフトウェア開発のためのプラットフォームである、という観点である。

日本におけるヒューマノイドロボットの技術力の高さをを用いてこれを実験用器具にし、本来のロボット研究最大の醍醐味である人間の知的行動を発見するアルゴリズムの研究を促進させようとする意気込みが感じられる。人型であるロボットに学習させる知性を備えさせ行動というフィードバックを元に新しい経験値を知性に取り入れる研究で

ある。

ロボットの最大の魅力はこの進化するダイナミズムにある（ここで用いるロボットとは自律するシステムを内包した知的機械のことをいう）。そこでこの論文に使われている情報という観点を考えてみたい。ここで用いられる情報の定義はコンピュータサイエンスにおける情報なのだと理解したい。論文では、高度な計算機によって工学的な情報処理を行い、問題を解決しながら発見していくシステム内を行き来する情報のことを議論の中心に置いている。これまではサイエンスで扱われてきた情報の定義はこの部類に属するのであろう。



しかし、ロボットは研究用と産業用にはっきりと分かれはじめている現代では、ロボットの知的行動を元実際に何をさせるかという観点で情報を扱わなければいけないと思われる。

人間に立ち返れば理解しやすいであろう。人間も生活環境の中で経験と学習を繰り返し知性を備えてきた。身体への破損につながる経験から身を守るために、「熱い」とか「寒い」とかささまざまな防御の感覚を身に付けてきた。人間は生活そのものに己を守るのを基本とし、文明を切り開いてきた。さらに文化を生活に取り入れはじめ、身体から心の安定をも生活に求めた。

その文化的に洗練された感性をも情報として扱い次世代につなげているのである。

そこで何をして何を感じたかということをも情報として学

習させるのである。

ロボットの情報処理はますます高速化され、その技術はいずれハードが追いつかぬようになるのではないだろうか。しかしそれを使い何をするかの議論がなされていないのはいささか不安である。感覚や感性をどのように情報として取り入れ私たちの生活で何をさせるのかという明確な目標の議論がまだまだされていないからなのだと感ずる。今後のロボットや情報の研究に生活へのフィードバックを目的とした研究が行われていくことを期待したい。

ロボットの技術のすごさばかりが叫ばれるが文化的な視点をも含めた技術でなければ真の評価には至らないのではと感じている。

(2002.1.24)



ヒューマノイドロボット研究の疑問と期待

浅間 一 / 理化学研究所

はじめに

もう1年ほど前になるが、日本ロボット工業会の調査研究で、米国のロボティクス関連の大学・研究機関やベンチャー企業、研究助成機関、ベンチャーキャピタリストなどを訪れ、いろいろ貴重な話を聞く機会を得た。日本ではロボット産業とロボット研究が乖離しつつある状況で、米国の取り組みを調査することがミッションであった。調査報告は日本ロボット工業会機関誌にも掲載されている^{1), 2)}。米国の研究者などへインタビューを行っている、逆に日本でのヒューマノイドロボット研究について聞かれることも多かった。日本の高度な最先端技術を高く評価しつつも、なぜあんな研究をやっているのか、米国では考えられない、と冷やかな意見を言う人もいた。

確かにヒューマノイドロボット研究は、日本のお家芸的技術となりつつある。きわめて高度な技術であり、技術大国日本の誇りともいえる。稲葉氏はヒューマノイドロボット研究の第一人者であり、世界をリードする輝かしい研究成果を上げてきた。稲葉氏をはじめとするヒューマノイドロボットの研究者と技術者の方々に心から敬意を表したい。しかし、進む一方で、立ち止まり考えることも重要だろう。これまでもヒューマノイドロボット研究に対してさまざまな批判的意見もあったが、あらためて私なりの疑問を記したい。

工学研究としてのヒューマノイドロボット研究

ヒューマノイドロボット研究は desire-driven な研究とは考えにくい。工学研究なら、ニーズに対応する研究目的があり、役立てるための設計解がヒューマノイドロボットということになるはずだ。義手・義足などは、人間の身体の一部の代替であるので、人間型であることが本質である。しかし、全身人間型であることが必要な用途が果たしてどこにどれだけ存在するだろうか。確かに、コミュニケーションロボット、エンタテインメント、衝撃テスト用人形ロボットなど、人間型であることが望ましいケースは考えられるが、高価でハイテクなヒューマノイドロボットでなければならない必然性には疑問が残る。新規で斬新で有用な素晴らしい技術であっても、世の中で使われないケースは山のようにある。私がベンチャー企業に携わるようになってこのような例を数多く見てきた。

これまで工学として技術が体系化された航空機、乗用車、計算機などのほとんどの人工物は、鳥、馬、脳といったバイオミメティックな方向から外れ、まったく別な原理で動作する機械に進化した。人に役立つ機械とは、要求仕様を満足するだけでなく、効率が高く、コストが低く実現できるものを設計することで、初めて使われるようになる。長い年月と膨大な研究費をつぎ込めばヒューマノイドロボットもいつか実現できるかもしれないが、そのような最先端技術が実際にどれだけ使われるようになるかは不明である。

研究者の多くは curiosity-driven といわれる。好奇心や探究心、チャレンジ精神などで研究が進むこと自体は歓迎すべきことであろう。最近では、その結果、予想もしない影響が生み出され得ることが社会的問題として議論されつつあるが、これについてはここでは触れない。しかし、研究の目的が単に鉄腕アトムを作って動かしたいというだけならあまりに自己満足的で、研究の意義にも説得力がない。

サイエンスとしてのヒューマノイドロボット研究

もしヒューマノイドロボット研究がサイエンスであるとするなら、何を明らかにしようとしているのだろうか。まず最初に考えられるのは、「人間を知る」ことだろう。分析的にはなく、構成論的に人間を知るためのヒューマノイドロボット研究という解釈も十分考えられる。しかし、次のような疑問が残る。人間とまったく同じ身体性を人工的に実現することは技術的に不可能であり（死体を使えばできるかもしれないが）、その技術的制限の中で研究を続けても、いったいどこまで人間の機能や構造を明らかにできるのだろうか。

次に、感覚と行動の結合のメカニズムの解明が考えられる。非常に高い自由度と豊富な情報を獲得する知覚機構を持つ生物が、その身体性を活かし、いかに実時間で統合し適応的に行動するかは、大変興味深い研究課題である。しかし、このような現象は、あらゆる生物に共通である。なぜ人間を選ぶのか、この研究はヒューマノイドロボットでないとできないのか、という疑問が残る。ヒューマノイドロボットを最初の例題とするなら、その次はチンパンジーロボットなのか（木登りなど、人間と異なる身体性と機能を持つ対象は別の研究テーマとして面白そうだ）、象ロボット、キリンロボット、と続いていくのだろうか。逆に、ヒューマノイドロボットの研究だけで、生物の身体性に依らない感覚と行動の普遍的で共通の統合原理が明らかになるのか。いずれにしても、研究目的とヒューマノイドの必然性が見えにくい。

ヒューマノイドロボット研究の実現性と価値

研究の内容に立ち入ると、さらにいくつかの疑問が湧いてくる。ヒューマノイドロボットの研究では目標が非常にあいまいだ。いつまでに何を実現するのか、あるいはいつまでに何を明らかにするのかがよく分からない。目標が不明確だと、研究の評価も厳しくなる。また、ヒューマノイドで〇〇ができるようになったという擬人的な表現は非常に妙に聞こえる。〇〇ができるようになったことにどのような意味があるのかが重要である。そうでないと、うちのポチがおすわりをできるようになったという話と同じになってしまう。あらゆるロボット研究者が、独自の身体性を持つロボットを開発し、個別に〇〇ができるようになった、という議論を延々と繰り広げるとしたらどうなるか。それ

は研究としてあまり価値があるとは思えない。すべてのロボットに通用する普遍性・一般性・再現性の主張がなければ、重箱の隅をつつくような研究に陥りかねない。サイエンスには、仮説と証明が必要である。ただ、〇〇ができたというだけではサイエンスではない。あることを明らかにしようとした際に、まず仮説を立て、客観的な実験を行ったり、その仮説に基づき実現することによってそれは実証される。では、ヒューマノイドロボット研究において、「人間」なり「身体性」を知ろうとするなら、そこで証明すべき仮説とは何なのか。

研究の価値を決めるもう1つの軸は波及効果である。人間型という困難な問題を見つけて、わざわざ解いているようにも見られがちだが、それで何のご利益があるのか。どのような波及効果があるのか。そしてヒューマノイド研究が目標とする成果を達成した際に、どのような夢が叶うのだろうか。

プラットフォーム論への疑問

ヒューマノイドロボットをプラットフォームとする試みについても疑問がある。計算機、携帯電話、携帯情報端末などのこれまでのプラットフォームはそれ自体で大いに人々の役に立っていた。より多くの人々が利用しようとし、それがまた研究を加速するという、正のフィードバックが生まれた。多くの人々が利用することでマーケット、ひいては産業が創られる。一方、ヒューマノイドロボットは、高コストは言うに及ばず、何か具体的に「役に立つ」かどうかさえ霧の中である。研究者の好奇心だけでは、誰もが共通のプラットフォームとして使い、正のフィードバックが生まれるようには思えない。

おわりに

今、ロボティクスに必要なのは、「できること」と「できないこと」をはっきりさせること、「できないこと」はなぜできないのかを明確にすること、的確な目標設定とシナリオの作成、さらには具体的に役立つストーリーを出すことであると思う。これは、ヒューマノイドロボットに限ったことではなく、ロボット研究全般にいえることだ。ロボット研究はシステムインテグレーション技術であり、要素技術の進歩の予想がしづらい以上、多様な可能性が存在し、受動的立場ではその行方を読みにくい。しかし、社会的ニーズを軸として、ロボットの必要性が主張できれば、能動的立場から要素技術の発展を促すことも可能だろう。

技術は、最初に「夢」の時代があり、次に「悪夢」の時代が来て、それを乗り越えて初めて「現実」のものとなるのだそうだ。ゲノム研究も脳科学研究もさまざまな批判に耐え、ようやく花開いている。今華やかなヒューマノイドロボット研究は、「夢」の時代から「悪夢」の時代に入ろうとしているように思う。これから受けるであろうさまざまな



批判を乗り越え、技術的困難を克服し、世が認めるようになって欲しいと願って止まない。

2) (社)日本ロボット工業会: 米国における「ロボット技術戦略」に関する現地調査報告 (II), ロボット, No.143, pp.1-10 (2001).

(2002.1.25)

参考文献

1) (社)日本ロボット工業会: 米国における「ロボット技術戦略」に関する現地調査報告 (I), ロボット, No.142, pp.18-25 (2001).



ランドマーク, 文化的視点, 批判代表

稲葉 雅幸 / 東京大学情報学環

3人からのコメントにより、ヒューマノイドに関する代表的な議論が見えている。もともとはヒューマノイドに対する情報処理分野の若手の人や最近のプログラマブルな情報家電やIPV6普及、グリッド技術の分野の方からの意見があればと考えていた。

梶田さんは、ヒューマノイドへの熱き思いをもたれている研究者である。ランドマーク課題については人間にしかできないように思えるたくさんのことができるようになる課題がそうだと思う。ただ、チェスやサッカーのような1つの課題で片付けられない知能や行動に対して、豊かな広がりが出てゆける形が重要と思う。

松井さんはデザイナーで、文化的視点をもって技術性能だけでなく感性などで評価される情報技術が重要であるとの指摘である。性能でも感性でも求められている部分を把握できていないものは長続きしない。おしきせでなくて求めに答えて進化させてゆける場が重要と思う。

浅間さんは、悪夢にならないことを期待して、明確性、必然性、具体性、重要性などがヒューマノイド研究には求められているとの指摘である。コンピュータのように汎用性を備えることが特徴であるヒューマノイドが、1つの解くべき課題や方向性、産業応用性や学術分野での存在意義というものの議論をクリアすれば済むわけではないが、その求めに答えてゆこうという人が日本にはいるということがいえる。コンピュータの世界では基本性能の向上に伴って議論を超えた実質的な試みが広くなされている。ヒューマノイドにおいても作る立場よりはそれを求める立場がそれを引っ張ってゆくと思う。

私自身は、ヒューマノイドに何ができるべきかとか、その役割は何であるべきかとか、そのためのランドマーク課題は何かとか、というのでなくて、ヒューマノイドにしたい何をしてほしいのかということを考えてそれを実現してゆく場を持ち続けたいと考えて進めている。写真の小型ヒューマノイドは、それを1人1台家へ持ち帰って、家族の意見も聞いてこのヒューマノイドでしてほしいことを実

現してみようとして作ったものである。具体的な目標は各自の自由である。我が家でも、台所火元の番人、料理実現、録画タイマーロボ、ものぐさ親父用歩くりモコンホルダー、置き去りにして留守ロボ、車あらし寝ずの番、カラス撃退ごみの番、渋滞運転中の前進め忠告・眠気撃退ロボなどいろいろ思いつく。人型である必要があるか？ これらすべてができるのは今は人間だけである。全部ができればヒューマノイドとっていい。ヒューマノイドは人型なのである。

そういうわけで時々研究会に持ち寄って各自の例が発表されるという環境を作ろうとしている。しかし、実際には、始めるとすぐにいろいろ足りない部分にぶつかる。そこが研究としては重要である。かなりの部分が人を見つけていられるかとか、人からの依頼が分かるようになるかとか、その場その場でやってほしいことをいろいろ変えて頼めるか、といった情報処理の部分でもある。もちろんしなやかな身体やエネルギー効率の問題など機械学会や電気学会が専門の課題も多い。ただ、そのような多様で小さな夢を形にしてゆくには、基本ソフトウェアの蓄積と発展可能な機構を考えた運用がなければ難しい。ソフトの発展性に頼るシステムは情報処理学会等で中心的に取り扱われるものであろう。プログラミングの対象となってきたヒューマノイドが情報処理学会で普通に扱われるようになる日もそう遠くはないことを期待している。

(2002.1.28)



議論の続きは、次のURLをご覧ください。 <http://www.ipsj.or.jp/magazine/interessay.html>