

# 技術展望 Toy インタフェース

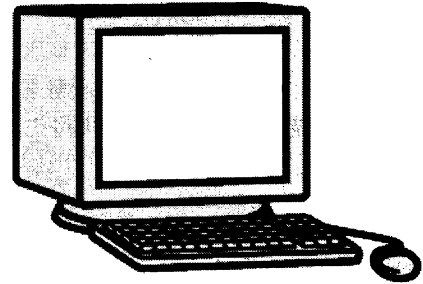
(株) ATR 知能映像通信研究所 間瀬 健二

## 1. はじめに

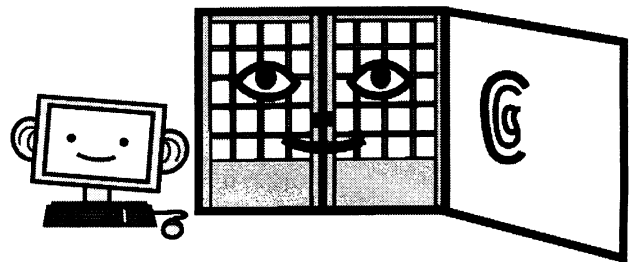
近年、グラフィカルユーザインタフェース (GUI) に対して、Perceptual UserInterface (PUI) や実世界指向インタフェース (実世界 I/F) ということがよく聞かれるようになった。GUI の概念が提案された 1960 年代以来、ヒューマン・コンピュータ・インタラクション研究はマウス、キーボードあるいはモニター画面の使いやすさや見やすさ (look & feel) を競ってきた。PUI や実世界 I/F はコンピュータの処理能力単位コストが下がり、サイズが小さくなった結果、実現可能になってきたコンセプトであり研究分野である。それまでは、スーパーコンピュータを使うために、端末として安価で手軽なパーソナルコンピュータを使うことは考えられても、パーソナルコンピュータにさせられるほどの簡単なタスクに、スーパーコンピュータなみの計算能力や知的処理能力を費やしてヒューマンインタフェースを構築するなど考えられなかったのである。

PUI は、画像処理や音声処理を使うことによって、コンピュータがあたかも人間の目や耳のような視聴の知覚を有しているかのようなユーザインタフェースを目指したものである (図 1 (b))。人と人がコミュニケーションするとき人間が自然に発しているマルチモーダルなメッセージを、人間-コンピュータ間のコミュニケーションにおいても積極的に取得し、総合的にそのメッセージを解釈することで、マウスやキーボードではあいまいにしか得られなかったユーザの意図や状況を利用できると考えられている<sup>1)</sup>。一方、実世界指向インタフェースは、インタフェースの透明化、実世界状況の認識、人間能力の増強、および実世界と情報世界の接続<sup>2)</sup>を目指している。例えばオフィスなどにある本や机がコンピュータにつながることで、その置かれた状況や操作がコンピュータの入力となって、コンピュータは、世界で起きていること状況をよりよく認識できるようになる (図 1 (c)) (注 1)。

PUI や実世界 I/F 以上に、一見無駄に見えるところにコンピュータの計算能力を使おうというのが、本文中で紹介する Toy インタフェースとよぶ、玩具型の形態と属性を利用した、新しいインタフェースの分野である (図 1 (d) 参照)。なお、Toy という語には「おもちゃ」のほかに「実用にならないもの」という意味があるが、インタフェース



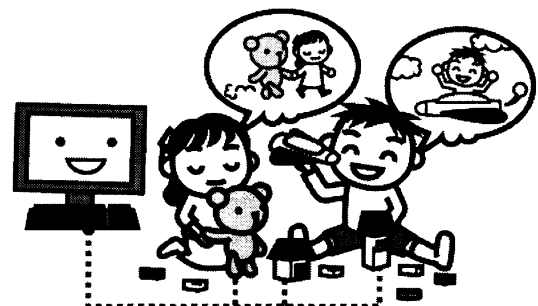
(a) Graphical UI



(b) Perceptual UI



(c) 実世界指向 I/F



(d) Toy インタフェース

注 1 図 1 では、GUI 的コンピュータがデンと構えているが、もっと invisible になっていくだろう。

図 1 GUI、PUI、実世界、そして Toy インタフェース

そのものが実用にならないものをめざしているわけではない。また、おもちゃの属性や形態から最初に連想されるアプリケーションは、ビジネスに直結する実用性よりもエンターテインメント性が重視されたり、低年齢のユーザ層を対象としたものであるかもしれない。しかし、おもちゃは、コンパクトに実世界やそこに存在する人間を表現したり映し出すことに成功していることを考えると、実世界のメタファーとして、モノである玩具が、実存するインタフェースとして機能できるという仮説がたてられる。

本解説では、まず、おもちゃの特性を整理してToyインタフェースの位置づけを分類し、適用分野を議論する。その後、著者らの研究成果を中心に具体例をしめし、今後を展望する。

## 2. ミニチュア化と抽象化された Toy 世界

玩具の世界は一言でいうと、「抽象化されたミニチュア世界」である。抽象化とミニチュア化は外観や機能や属性などの、いろいろな側面で行なわれる。例えば、人形は人間の外観をミニチュア化し、生命体を抽象化していると見なすことができる。抽象化とミニチュア化の過程で、機能の省略や簡素化あるいはモデル化も生じている。おもちゃデザイナーのクルト・ネフが「おもちゃは子供の夢をふくらませ、成長を促し、環境への関わりへ導くものであり、文化の仲介者であるべき」<sup>15)</sup>と述べているように、良くデザインされた玩具は、子供たちを実世界の環境への関わりに導き文化を伝える役割を担っている。その目的に照らすと、玩具のよいデザインの一つの指針は、現実世界との関わりをもたせられる程度にうまく抽象化してミニチュア化することであると言える。

ところで、コンピュータを使って現実世界を抽象化してミニチュア化しているものに、仮想現実 (Virtual Reality, VR) がある。コンピュータグラフィックスなどの技術により、世界を電子的に表現して抽象世界やミニチュア世界を作ることが容易になった。すでにVRを実世界操作や実世界受容のインタフェースとして利用するいろいろな試みがなされているのは周知である。しかしゲームコントローラやデータグローブ入力や映像出力装置は現実世界と乖離した世界を作り出しているようにも見える。近年、ハプティックデバイスなどが開発され、体性感覚も与える入出力インタフェースへと進展しているが、ミニチュア世界の知覚は映像が主体となっている。また、石井<sup>16)</sup>は情報の感触や気配を提供するために、Tangible bitsのコンセプトのもと、ハプティックな感覚や有形のオブジェクトを使ったインタフェースを提案している。

それに対し、Toyインタフェースは、体性感覚や身体性を主体として、現実世界を抽象化してミニチュア化するために情報処理技術を利用するところからアプローチする立場である。Tangible bitsが情報化された世界の再

実世界化であるのに対し、Toyインタフェースは、玩具やおもちゃがもつ抽象化とミニチュア化の属性を重視しており、必要に応じて実世界を情報世界と接続する (図1(d)参照)。

Toyインタフェースはその属性から、少なくとも、人形型インタフェース、箱庭型インタフェースおよび積み木型インタフェースの3つに分類される。それぞれは、人間(生物)、環境、構造の玩具化された形態をもっている。以下、それぞれのインタフェースについて、関連する研究を概観し、具体例について取り上げて解説する。

## 3. 人形型インタフェース

人形やぬいぐるみは、人間や動物の形態をしたおもちゃである。子供が人形あそびをするとき、人形には、自分を反映した1人称の分身としての役割と、話相手になる対象としての2人称のパートナーとしての役割を付与している。また、ままごと遊びにおける役者を演じることもある。これらは擬人化インタフェース・エージェントにおける、アバター、アシスタント、あるいはアクターの分類が適用できる<sup>15)</sup>。

パーソナルコンピュータ Dynabook を提唱したアラン・ケイは、人工知能を使ったビバリウム・プロジェクトという電子生態系を作るプロジェクトの一環で、大きなぬいぐるみインタフェースを試作した。人間程度の大きさのぬいぐるみ“Noo-bie”にさまざまなセンサーを埋め込み、こどもが抱かれながら遊ぶインタラクションの実現を試みた<sup>16)</sup>。Noo-bieはユーザである子供にとってのパートナーの役割をもつように設計したのではないかと考えられる。

SIGGRAPH'98では、MITメディアラボのグループが“Swamped!”というシステムを展示した<sup>17)18)</sup>。彼らは、多様なセンサーを詰め込んだ人形をコントローラとして、3次元グラフィックスで表示される物語空間を体験できるようにしている。このシステムは、センサー人形のジェスチャーを認識することで、あらかじめ演出が決められた中で、場面によって異なるキャラクターの行動をコントロールできる。ぬいぐるみを共感インタフェース (sympathic interface) としてとらえている点が注目できる。ぬいぐるみには加速度センサ、タッチセンサ、マイクロフォンなどが搭載されており、無線によりホストコンピュータにデータを送り、ホストコンピュータでは、隠れマルコフモデル (Hidden Markov Model, HMM) などのパターン認識機構によりジェスチャーを認識し、物語演出モジュールに送っている。人形がもつ身体性を利用しているが、体験は視覚的な仮想空間となっているため、コントローラの要素が強く、物語世界を体験するアバターのコントローラと考えられる。

我々は、同様にセンサー人形にさらに多数多様なセンサーとコンピュータを詰め込み、複雑なユーザのインタ

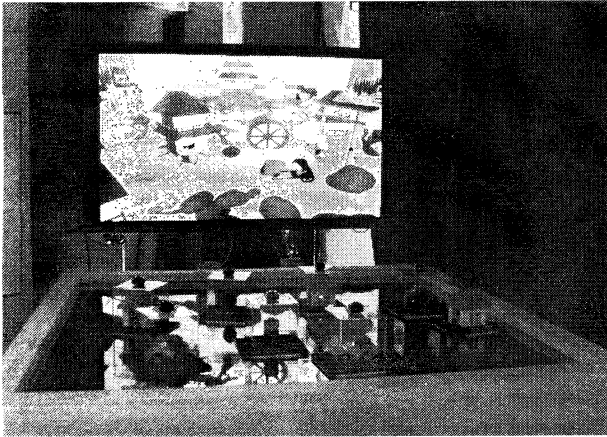


図2 箱庭型インタフェースの例: Cypher システム<sup>[20]</sup>

ラクションをそれ自体で認識できるようにした<sup>[9]</sup>。その構成や機能の詳細は後述するが、インタラクションにおいて音声のみを出力として用いて、ユーザが人形との接触インタラクションに主体的に没入できるようにしている。とくにパートナーと分身としての2つの役割を行き来する事で、コミュニケーションにおける自己表現を支援するタスクの実現を狙っている。また、生涯日記の自動記録というタスクを人形型インタフェースに詰め込むことを試みている。

ActiMates Barney<sup>TM</sup><sup>[10]</sup>は、子供の学習教材として市販されているおもちゃである。接触などの働きかけに対し単純な返答をするスタンドアロンモードだけでなく、テレビやコンピュータとつなぐと、プログラムと連動するぬいぐるみとなる。ディスプレイの手前でユーザと一緒にいて、物語を体験したり教材を学習するようになっており、パートナーの役割が強い。

その他にも、おもちゃ市場ではさまざまなコンピュータ化されたぬいぐるみシステムが流通している。My Real Baby<sup>TM</sup><sup>[11]</sup>は乳児型の人形で感情モデルを内蔵しているというたわわである。また、Furby<sup>TM</sup><sup>[12]</sup>はセンサーの反応により、ユーザの入力に対して言葉や簡単な動きで反応する。語彙の度数により発話に変化をつけて、ことばを学習をして成長するらしいがそのメカニズムはあきらかではない。Barneyが情報世界とのインタフェースになっているのに対し、後二者はいまのところ単体のおもちゃの領域にとどまっている。

また我々は、文献<sup>[13]</sup>において、音声応答型のガイドシステムの外観として鳥型のぬいぐるみを使った。音声応答をするシステムにとって、携帯端末型の外観に比べて、擬人化された外観がもたらす効果を調査したが、有意な効果を検証するには至っていない。このインタフェースはパートナーの役割が強調されよう。また、鈴木ら<sup>[14]</sup>は、言葉ではなく非文節音を利用してぬいぐるみと対話することを提案している。音声の非言語要因を用いたインタラクションと

して興味深い。

以上のぬいぐるみは、受動的なシステムで、音声や最小限の機構によるアクチュエータを備えたシステムである。AIBO<sup>[15]</sup>や“たま”<sup>[16]</sup>、Muu<sup>[17]</sup>等のペットロボットやATRの日常活動型ロボットRobovie<sup>[18]</sup>などのヒューマノイド型ロボットは、自律能動的に動く人形型インタフェースの可能性をさらに拡げる。例えば、R100<sup>[19]</sup>では情報家電システムのインタフェースとしての利用法が紹介されている。これらのロボットは身体性を有することにより、人間のおかれた状況を体験できるため、より正確に「理解」できるという利点がある。しかしながら、自律性や個性の主張が強くなると、自己の分身としての役割を見いだすことは困難となるだろう。

#### 4. 箱庭型インタフェース

箱庭型はミニチュア世界の構築インタフェースである。先に示したVRは電子的に世界を構築してその世界を疑似体験したり操作のシミュレーションを可能にした。ここでは、tangibleなオブジェクトを操作するtoy型の箱庭に焦点を当て、2つの事例を紹介する。

田中らがSIGGRAPH2000で展示したCypher<sup>[20]</sup>というシステムは、VRで作る仮想世界に登場する人物やオブジェクトの配置を、人形型のコマオブジェクトの操作で決定しておいて、自分の写真を撮って、仮想世界に張り込むシステムである。ここで、世界はグラフィカルに表示され、ユーザは人形型のコマをパネルの上で操作して登場オブジェクトの大きかな配置を決める(図2参照)。登場オブジェクトは配置された場所や状況にあわせて、あらかじめ用意されたアニメーションのなかから選択的に再生される。これはビジュアルで物語性がある仮想空間の操作をする点では、前述のSwamped!のシステムと類似しているが、Swamped!は画面内で与えられた配置を前提に、人形のジェスチャをつかってコントロールしたのに対し、Cypherでは、個々の人形の姿勢は固定のままコマを動かすこと、仮想空間内の配置をコントロールしている。なお、コマの位置とIDおよび向きは、コマにつけた超音波ビーコンと画像パターンを認識する超音波センサと画像処理センサを使って認識している。

楠らは、初等中等教育の用途で都市計画のシミュレーションシステム<sup>[21]</sup>を試作している。Cypherが数個のコマを用意しているのに対し、このシステムでは、ビルや立木など、それぞれ異なる外観属性をもつコマを数十個用意し、あらかじめ区切られた基盤状のボードに制約的に配置して世界を操作できるようになっている。それぞれのコマには微弱電波をうけてIDを返すRF (Radio Frequency) IDタグが取り付けられ、ボード状のアンテナで認識する仕組みになっている。

これらは街や都市などの物理空間のメタファシステムと

いってもよからう。現在のところ上記例で示すように、これらは本質的にグラフィカルなシミュレーションシステムの入力インターフェースの位置づけが強いが、それぞれのコマにもっと非視覚的な表現力がつくとグラフィックス表現を補完するインターフェースを構築できる可能性がある。なお、グラフィックス表現も別のスクリーンではなく、オブジェクトに直接投影したりする技術<sup>123)</sup>がさらに進めば、世界を認識するときに触る世界と見る世界が融合して、より自然なインターフェースが展開できよう。机上に仮想的な機能ブロックを置いて、その配置で各種シミュレーションやファイル操作を行なうシステムもいくつか提案されている。これらは、ブロックの機能が高まると次節の積み木型インターフェースに近づいていく。

### 5. 積み木型インターフェース

Toy型インターフェースの最後は積み木型である。積み木やブロックあそびの玩具のように、積み木は極端に抽象化された構造物の素材と考えることができる。子供は、そのブロックによる操作がもたらす触感や組み合わせが生成する構造からなにかを創造する。ブロックの構造が表現している物が、世界だったり生物オブジェクトになることがあるため、既述の人形型や箱庭型として展開されることもあり得るが、個々のブロックの役割が汎用であるという観点で、別に積み木型と呼ぶ。また、ブロックの構造が重要であって、ブロックのおかれた世界の記述は付随的である。その汎用性はブロックのメタファ割り当ての自由度を拡大し、発想や創造性を刺激する要素を持っている。機能ブロックによるインターフェースを数例紹介する。

MindStorm<sup>TM</sup><sup>231)</sup>は、プログラミング言語Logoとレゴ社のブロックを結合して、ブロックで組み立てたオブジェクトの動作をコンピュータコントロールできるようにしたものである。光センサーやタッチセンサーなどのセンサーブロックとモータなどの駆動ブロックがあり、コンピュータ上で作ったプログラムをCPUブロックにダウンロードして動作させる。構造そのものは旧来のレゴブロックで作り、センサーブロックとアクチュエータブロックの配置により全体の機能を決定できるようになっている。

それに対し、Andersonら<sup>124)</sup>は、組み立てたブロック間がコミュニケーションして全体の構造を自認するように個々のブロックを機能ブロックとした。ブロックを組み立てると同じ構造がコンピュータで認識され、グラフィックディスプレイ上に表示される。認識した構造に属性を与える仕掛けにより、外装を装飾するような応用も紹介されている。直方体(10cm×5cm×2.5cm)のブロックはCPUを内蔵して、信号をやりとりするスナップがついており、IDを発信し、コンピュータ・インターフェース・ブロックまでのコ

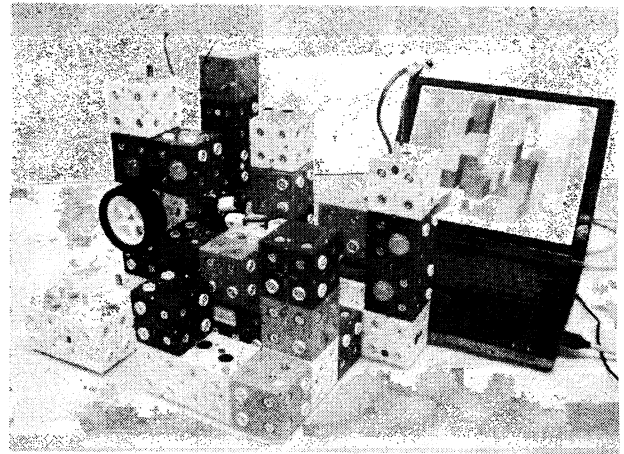


図3 積み木型インターフェースの例:Active Cube システム  
(写真は阪大岸野研の好意による)

ミュニケーションチャンネルの確立とパス情報の伝送を行っているが、ブロック単体で外界やユーザに直接働きかける機能は有していない。

Tangible Bitsプロジェクトでは、正三角形平板のブロックを組み合わせて形状を作成すると、それによってコンピュータの特定のプログラムを起動するシステムも提案されている<sup>125)</sup>。

ActiveCube<sup>126)</sup>は、上記と類似しているが、一辺が5cmの立方体で、各ブロックに光メータ、ブザー、接近センサなど固有の機能デバイスやセンサーがついているところが特徴的である。さらに、全体構造も組み立てや分解の操作ごとに逐次更新して認識できるため、リアルタイムのインタラクションを提供できるという利点がある。図3はActiveCubeを使って作った構造物とその構造を認識してグラフィックスで表示した様子である。現在のところ3次元構造物のリアルタイム形状モデリングを主たる目的としているが、パズルなども構成できる可能性をもっている。

### 6. 人形型I/Fの実例：ぬいぐるみインターフェース

前述した人形型インターフェースの具体例として、現在我々が研究を進めているぬいぐるみインターフェースを紹介する。ぬいぐるみ形状は小型にした場合、持ち歩くことがたやすいので、モバイルコンピュータの外観として使えるほかに、ウェアラブルコンピュータの可能性を秘めている。すなわち、ウェアラブルコンピュータの1つの特徴に、ユーザの感覚情報を常時センシングできるという点があるが、ぬいぐるみはユーザに抱きかかえられることで、感性感覚情報をより密に取得できる。

そのような感性感覚情報と外部の状況情報とを組み合わせると、日常生活のなかで起こる印象に残る経験や事象を自動記録したり、他者へ危険を通知することにも使えよう。また、感性感覚情報により、ユーザが発するリッチなノンバーバル情報を取得できるため、それを使った多様な

自己の表現の可能性が広がる。これらのタスクは、幼児期に限らず老年期まで生涯を通じての関心事である。我々は、まず幼児期での利用を考慮して、人形型のインタフェースを有する半ウェアラブルなシステムとして、センサーを多数組み込んだセンサー人形を試作している。現在、生涯日記の自動記録のための状況学習認識機構<sup>[16]</sup>と、人形とのままごと遊びモデルを用いて、接触表現から音楽表現に翻訳する自己表現支援機構<sup>[17]</sup>の2つの機能を実装したところである。

### 6.1 人形型エージェント

エージェントが特徴として有する知的・自律的な動作は、そのユーザの興味や意図を正しく認識することによって、効果をもたらす。不十分な状況の理解で興味や意図を推定することは、人間にとっても困難な課題である。コンピュータエージェントが状況をよりただしく理解するために、常に行動を共にするモバイルあるいはウェアラブルなシステム上で動作させることは、最も効果的な手段である。そこで、エージェントを搭載した人形型を提案する。人形型はPDAに比べユーザの接触機会が多く、よりユーザの感性的な状況認識がたやすくなることが期待される。また、エージェントを搭載したシステムは、機能的に自律性や個性などの擬人性を有することになるが、外見的にも擬人性を有することで、それらの機能へのアクセスが容易になることが想定される。たとえば、人形に周囲の状況を見せるときに、顔をそちらに向けてやるなどの動作は自然に生ずるだろう。

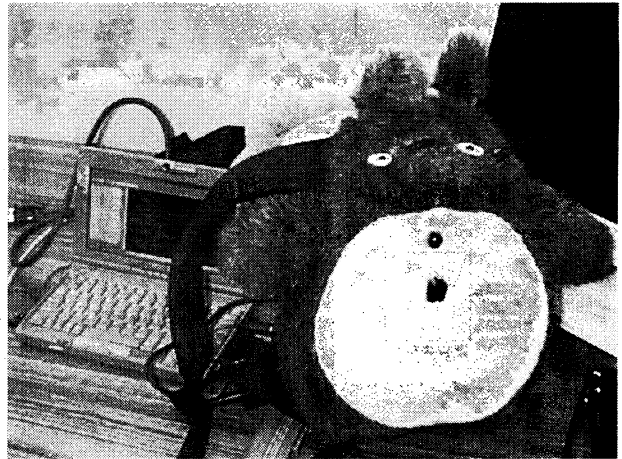
### 6.2 センサー人形の内部

実際に制作したセンサー人形は、図4のような市販のぬいぐるみの中身をくりぬいて、内部にPCとセンサー類をつめている。図5がその内部構造である。

初期試作機では、USBビデオカメラ(160×120 pixels)、USBマイクロフォン、標準シリアル接続の3軸角加速度センサーおよびサブノートPCを搭載し、スタンドアロン型のシステムを構築し、自動日記の実験を行なった。第2世代の試作機(図5)では、人形とユーザの接触から状況を獲得するために、PCMCIAカード型の16chのAnalog/Digital変換器を導入し、センサーとして圧電素子を利用した圧力センサと曲げセンサ、赤外線接センサ、温度センサなどを人形の各部に装着し、内蔵するコンピュータをカードタイプ(140mm×100mm×40mm)のPC(Win2K)として小型化をはかった。

### 6.3 体験の自動記録による生涯日記

前述のセンサー人形の入力を利用して、感性感覚情報と外部の状況情報とを組み合わせることで、日常生活で印象に残る経験や事象の自動記憶をするシステム



(a)



(b)

図4 センサー人形  
(a)初期システム、腹にカメラとマイクが見える、(b)第二世代、鼻の穴にカメラレンズが見える)



図5 人形を分解した様子

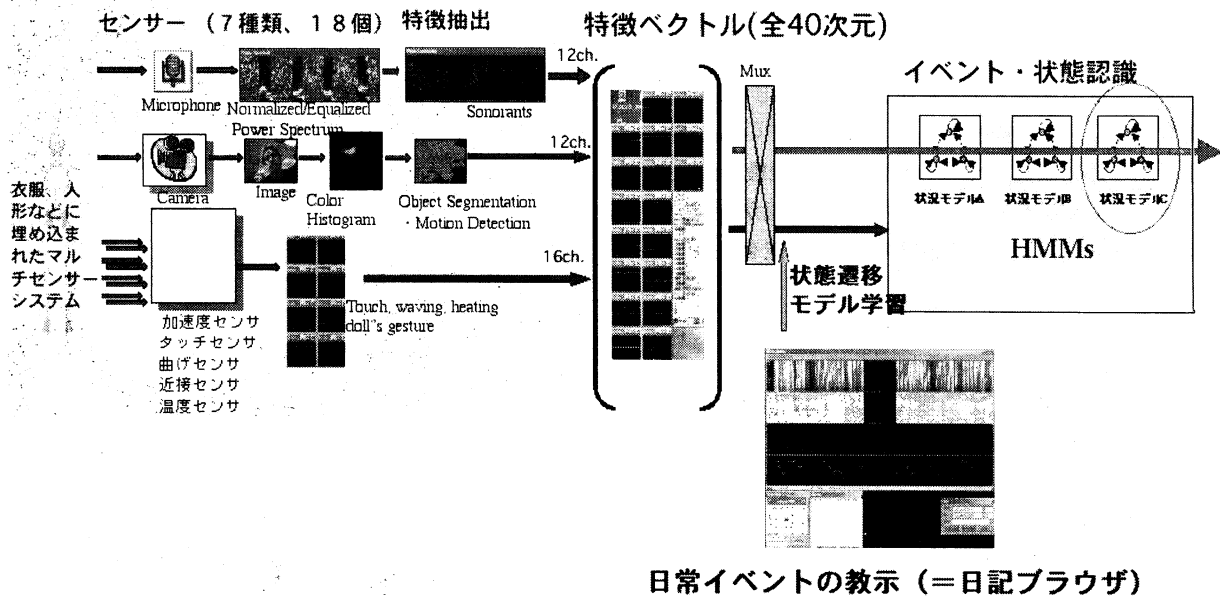


図6 認識システムダイアグラム

を試作している。一旦は全データを内部磁気ディスクに記録し、代表的な行動や体験時のセンサーデータをHMMなどでパターン学習させ、類似のパターンをエピソードとして残すシステムをまず構築した。教示が進みモデルが豊富になれば、このラベル付の作業は次第に減少すると考えられる。こうして日常的なイベントが自動的にラベル付されるシステムができると、非日常的なパターンがあぶりだされてくることを想定している。また、パターンを教示のために現在ブラウザを用意しているが、特定のスイッチを用意しておいて、センサーデータにタイムスタンプを手軽にマークする機構を、現在検討中である。人形内の認識システムの処理ダイアグラムを図6に示す。画像信号と音声信号は、初期処理をしてそれぞれ12次元のデータに圧縮し、他のセンサー (16ch) と合わせて、40次元の特徴ベクトルを構成する。ここで用いる画像特徴は、輝度 (Y) とコンポーネント輝度 (R、G) の画像モーメント (0次、1次、2次) を用いた。輝度を例にすると、平均輝度値、輝度重心座標 (x、y)、輝度分散の4次元データを計算する。R信号、G信号も同様にして、12次元のデータを得る。また、音声特徴は、音量、継続係数、および0~4KHz帯を400Hzごとに区切ったスペクトルパワーとして、12次元のデータを得る。これらは、対象に比較的依存しない特徴を得ることができるように選んでいる。これらの特徴量の詳細と、音声および画像のみを用いた状況認識の初期実験については文献<sup>[20]</sup>を参照のこと。

6.4 音楽による自己表現支援

我々は、ことばによる表現は自分自身で行なうことに



図7 センサー人形と遊ぶ様子

し、非言語の表現において人形インタフェースの助けを借りる方法を検討し提案している<sup>[27]</sup>。これは言い換えると、知的 (理性的) な主張はことばで表現しつつ、感性的な主張は、人形に対するジェスチャ、姿勢、接触などのさまざまなノンバーバル言語により表現し、それを人形が認識理解して、音楽というメディアで翻訳して補強して表現し、自己のノンバーバルな表現と組み合わせて相手に伝える

るという、新しいコミュニケーションの枠組みの提案のための道具だてである。

このセンサー人形システムは、現在のところ、室内での利用を前提とし、センサーデータを前処理したものを無線LANでステーションコンピュータに送りそこで、センサーからの状況認識と状況に応じたセンサーから音への変換処理を行ない、室内スピーカと人形につけた無線スピーカをならすようにしている。図7はその人形とインタラクションをしている様子である。人形はインタラクションにより内部状態を変え、それぞれの状態により異なる反応をしめすようになっている。

## 7. おわりに

Toy型のインタフェースを、人形型、箱庭型、積み木型に分類し、それぞれの最先端の事例を紹介した。とくに人形型に焦点を当て、詳しく紹介した。人形型の例として、我々が開発中のぬいぐるみ型インタフェースによる自動日記記録システムとジェスチャー・非言語（音楽）変換を行う自己表現支援システムを紹介した。ぬいぐるみは、その形態から、どちらかという幼児向けのインタフェースであり好みにも性差が現れるようであるが、その特性を活かすと幼児期からの生涯にわたるタスク、たとえば本稿で例示した以外に、セキュリティや日常生活のサポートなどを実行するシステムの、スケーラブルなインタフェースの一部として有望ではないだろうか。

Toyインタフェースは、端緒についたばかりの研究分野であり、これらの例から今後の方向性を展望していただければ幸いである。

## 謝辞

日頃ご指導いただき、ATR知能映像通信研究所 酒井保良会長ならびに中津良平社長に感謝します。センサー人形を実装したBrian Clarksonと米澤朋子の両氏、ならびに日頃熱心に討論していただく研究員の皆様に感謝します。またイラストは中尾恵子氏による。

## 参考文献

- [1] R. Cipolla and A. Pentland Eds.: "Computer Vision for Human-Machine Interface", Cambridge University Press(1998).
- [2] 暦本純一: "実世界指向インタフェースの研究動向", コンピュータソフトウェア, 13, 3, pp. 4-18(1996).
- [3] クルト・ネフ, 柏木博: "neaf design - ネフのおもちゃ", アムズ・アーツ・プレス(2000).
- [4] 石井裕: "Tangible bits: 情報の感触/情報の気配", 情報処理学会誌, 39, 8, pp. 745-751(1998).
- [5] 間瀬健二, シドニー・フェルス, 江谷為之, アルミンブルーダリン: "インタフェース・エージェントに関する基礎検討", 情報処理学会研究報告 HI69-8, pp. 55-60(1996).
- [6] L.Yaager: "Vivarium history", <http://www.beanblossom.in.us/larryy/vivHist.html>.
- [7] B.M. Blumberg: "Swamped! using plush toys to direct autonomously animated characters", SIGGRAPH'98 Conference Abstracts and Applications, pp. 109(1998).
- [8] M. Johnson, A. Wilson, C. Kline, B. Blumberg and A. Bobick: "Sympathetic interfaces: Using plush toys to direct synthetic characters", Proceedings of CHI'99, pp. 152-158(1999).
- [9] 間瀬健二, Brian Clarkson, 米澤朋子: "幼児期からのウェアラブルとtoy型インタフェース", 情報処理学会研究報告 HI92-1(2001).
- [10] E. Strommen: "When the interface is a talking dinosaur: LearninG across media with Actimates Barney", Proceedings of CHI'98, pp. 288-295(1998).
- [11] iRobot Inc: "My real baby", <http://www.irobot.com/mrb/index.htm>.
- [12] Hasbro. Inc.: "Furby", <http://www.furby.com/>.
- [13] 土井俊介, 角康之, 間瀬健二, 中村哲, 鹿野清宏: "音声対話型パーソナルガイドエージェントシステム", 人工知能学会第47回知識ベースシステム研究会, SIG-KBS-9904, pp. 55-60(2000).
- [14] 鈴木紀子, 竹内勇剛, 石井和夫, 岡田美智男: "非文節音による反響的な模倣とその心理的影響", 情報処理学会論文誌, 41, 5, pp. 1328-1337(2000).
- [15] 藤田雅博: "Robot entertainment system AIBOの開発", 情報処理, 41, 2, pp. 146-150(2000).
- [16] 牛田博英, 平山裕司, 中嶋宏: "デジタルペット - 心をもった機械達 -", 情報処理, 41, 2, pp. 127-136(2000).
- [17] 坂本彰司, 鈴木紀子, 岡田美智男: "Muu: 社会的なつながりを指向するインタフェースの提案", 画像電子学会第6回VMA研究会(2001).
- [18] 小野哲雄, 今井倫太, 江谷為之, 中津良平: "ヒューマンロボットインタラクションにおける関係性の創出", 情報処理学会論文誌, 41, 1, pp. 158-166(2000).
- [19] NEC: "パーソナルロボット R100", <http://www.inex.nec.co.jp/robot/indexj.html>.
- [20] 蓼沼真, 田中昭二, 中尾恵子: "Cypher- ブロックで構築した仮想世界と実写との融合システム", 画像電子学会第6回VMA研究会(2001).
- [21] 楠房子, 杉本雅則, 橋爪宏達: "思考の外化を支援することによるグループ学習支援システム", 電子情報通信学会論文誌, J83-DI, 6, pp. 580-587(2000).
- [22] 木島竜吾ほか: "赤外線と頭部搭載型プロジェクタを用いたスクリーンとのインタラクション", ヒューマ

- ンインタフェース学会研究報告集, 2-2, pp. 69-74 (2000).
- [23] 田村正文, 土井美和子: “組み立てて思いのままに動かす～lego社 mindstorm を例に～”, 情報処理, 41, 2, pp. 137-141(2000).
- [24] D. Anderson et.al.: “Tangible interaction + graphical interpretation: A new approach to 3d modeling”, Computer Graphics Proceeding(SIGGRAPH2000), New Orleans, pp. 393-402(2000).
- [25] M.G. Gorbet, M. Orth and H. Ishii: “Triangles: tangible interface for manipulation and exploitation of digital information topography”, Conference of Human Factors in Computing Systems (CHI'98), pp. 49-56 (1998).
- [26] 伊藤雄一, 北村喜文, 岸野文郎: “Activecube: ブロック組み立てによるリアルタイム3次元形状モデリングとインタラクション”, 画像電子学会第6回VMA研究会(2001).
- [27] 米澤朋子, BrianClarkson, 安村通晃, 間瀬健二: “ぬいぐるみインタフェースによる音楽コミュニケーション”, 情報処理学会研究報告 HI92-3(2001).
- [28] B.P. Clarkson, K. Mase and A. Pentland: “Recognizing user context via wearable sensors”, ISWC2000(2000).

### 著者紹介



#### 間瀬 健二 (ませ けんじ):

1979年名大・工学部・電気卒。1981年同大大学院工学研究科修士(情報)課程修了。同年日本電信電話公社(現在NTT)入社。以来、コンピュータグラフィックスおよび画像処理、そのヒューマンインタフェースへの応用の研究に従事。1988～89年米国MITメディア研究所客員研究員。1995年より(株)ATR知能映像通信研究所第二研究室室長。1996年より大阪大学大学院非常勤講師を兼務、現在に至る。コミュニケーション支援のためのインタフェースエージェントの研究を推進している。情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会主査、人工知能学会1999年度論文賞。

IEEE、ACM、情報処理学会、電子情報通信学会、VR学会各会員。博士(工学)。