II. システム事例

第1章 パーソナル情報環境

——人にやさしいインタフェースの枠組——

黒 須 正 明 (株)日立製作所デザイン研究所

上 田 博 唯 (パーソナル情報環境協会, FRIEND 21 研究センター)

1. はじめに

パソコンやワープロ、電子手帳などの普及に伴って、情報機器は一般ユーザにとっても身近なものになってきた。また価格が手頃な範囲になることによって、オフィスや学校で備品として置いてある機器を操作するだけでなく、自分で購入して自分の個人的生活環境の中で使用することも多くなった。こうした動きに対応してパーソナル情報環境という概念が注目されるようになってきた。本稿では、このパーソナル情報環境という概念の諸側面とそれに関連する技術課題、特に知的情報処理に関連したユーザモデルとシステムの最適化技術について最近の考え方を紹介する。

2. パーソナル情報環境という概念

パーソナル情報環境という名称に込められた意味合いにはいくつかの側面がある。

- ① 個人的費用でできるという側面
- ② 個人的な状況で使用できるという側面
- ③ 個人的な目的に使用できるという側面
- ④ 各個人の特性に適合化せられるという側面

などである。これらの各側面は、列挙した順に後続のものが実現されるための基盤になっているとも考えられる。

第一の側面は価格の問題であり、機器の普及にとっては重要な関門である。しかし、課題として重要なのは原価低減とか工程管理などの問題であり、情報処理技術との関連性は低い。

第二の個人的状況とは、機器の大きさと利用場面の関連性といいかえられるだろう。従来オフィスに固定されたデスクトップ型の機器の場合には、仕事をするためにはその場所へいくという考え方が基本であったものが、機器の小型化によりオフィス以外の状況や場面でも使えるようになった。大きさがノート型になれば、鞆に入れて自宅との往復や新幹線での使用が可能になり、手帳型になれば上着のポケットに入れて駅のホームや電話ボックスでも利用でき、更に腕時計型にまでなってしまうえば就寝時や入浴時にも利用できる。このように、一般に機器が小型になるほど、プライベートな場面での使用が可能になるといえる。情報機器が個人的な目的に活用されるには、前提としてこの大きさの問題が解決されていなければならないが、技術的には部品の小型化や実装技術、外観デザインとの関連性が高い。

このように、個々の機器については今後も引き続いて小型化が追求されるであろうが、将来は有線/無線の通信機能を活用した機器間の機能的連携が高まり、また表示画面の大型化や仮想現実技術を用いた包囲型対話環境が活用されることが考えられ、情報機器というとらえ方よりも、むしろ情報環境というとらえ方をする必要がでてくるといえる。その意味では、第三の利用目的という側面と、第四の個人適合化という側面が重視されねばならない。

個人的な目的達成のために情報機器を利用する機会が増えると、当然その目的に適した形態や機能が求められる。しかし、その適合性を表面的な要求充足の水準に留めてしまうだけでは、問題の本質的な解決にはならない。どのようにしてユーザの要求が発生し、それが提供機能によりどのように解決され、ユーザ自身にとってどのように評価されるか。こうしたユーザ行動に関するモデルをもつことが、ユーザの利用目的の実現を可能にするといえる。この意味から、第3節で

III. Human Friendly Systems that Enhance Human Activities; Examples

1. Personal Information Environment — Paradigm for Human Friendly Interface —

By Masaaki Kurosu (Hitachi, Ltd. Co.) & Hirotada Ueda (PIE)

キーワード: パーソナル情報環境, 情報機器, ヒューマンインタフェース, ユーザモデル, 個人適応, メタファ

はユーザモデルについて触れる。

また、ユーザは一人一人異なった過去経験を持ち、異なる生活パターンを送っている。趣味も、性格も、仕事の内容も様々である。従って、個々の情報機器の特性や、情報環境全体としての機器の組み合わせを考える際には、個々のユーザへの適合化を図らねばならない。従来は、複数の方式を提供してユーザに選択を委ねたり、機器のカスタマイズという形でユーザの側に適合化の手続きを一任してしまう方法がとられたが、近年、より積極的にシステム自体にユーザへの適合能力を備えさせる考え方が登場した。第4節ではこの問題について述べる。

3. 機器の利用目的とユーザモデル

従来の情報機器の利用目的は、技術計算や事務処理といった伝統的な手作業を計算機の利用によって効率化することにあった。しかし、その目的が一段落した現在では、まず処理の対象が事業所ないし研究室の公的な目的から個人的な目的に転化される現象がおきた。すなわち、文書処理機能は年賀状や日記の作成に、計算機能は家計簿の処理に、データベース機能は住所録やCDのラベル管理に用いられるようになった。当然のことながら、情報機器のパーソナル目的への利用はこうした機能転用に留まるものではなく、並行して発展してきたゲームマシンの遊び感覚を取り込んだり、AV機器のメディア編集機能との合体が図られたりした。

こうした利用目的の変化ないし拡大は、素朴な機能実現に始まって、効率の追求や平易さの追求を経て現在の状況に至った技術的進歩が、快適性の追求や意味性の追求といった新たな目的追求の段階に近づきつつあることのあらわれといえよう。

しかし、目的が質的に変化しても、目的達成のために遂行される人間の基本的な行動パターンには大きな変化はないであろう。広告心理学の分野で消費者行動を説明するための概念枠として用いられてきたAIDMAの法則とか、認知心理学の分野で人間のインタフェース行動を説明するために提唱されたモデル(図1)などは、人間行動の基本モデルとしてパーソナル情報機器とのかかわりについても有効な枠組みと考えられる。

例えば図1のモデルは、心理学者のNorman⁽¹⁾が提起したもので、ユーザが機器を使用するプロセスを目標設定に始まる7つの段階に整理したものである。すなわち、何かをやりたいといった願望レベルでの目標を設定したら、それを機器を使った行動に向かう意図

図1 ユーザのインタフェース行動のモデル⁽¹⁾

として具体化する。機器により実現手順が異なるので、次に行為系列を頭の中で整理し、それを実行に移す。機器が処理を終了すると、実行結果を認知し、その内容を理解する。その上でその結果が自分の意図に当たっていたかどうかを評価する。評価の結果が望ましいものでなければ、自分の目標を再度確認した後、もう一度意図形成に向かう。このモデルは元来、エラーを誘発したりユーザを困惑させるようなインタフェースの諸問題に対し、認知心理学の視点から解決への糸口を提供するために設定されたモデルであり、また実際の複雑なユーザ行動をかなり思い切って単純化したものではあるが、機器をユーザの利用目的に適合したものにするためにも有用な枠組みとして転用できると思われる。

4. 機器の個人適応化

機器の使い勝手を、多様なユーザに対して、その個人個人にとって適したものにすることを個人適応と呼ぶことにすると、個人適応には少なくとも以下の5種があると考えられる。

- ①ユーザがモジュールを組合せてカスタマイズする
- ②ユーザの好みや性格、利用目的に機器が応答する
- ③ユーザのあいまいな意図表現を、ユーザの行動のコンテキスト*によって、機器が正しく解釈する
- ④ユーザがシステムに習熟する過程を機器がサポートする
- ⑤ユーザがシステムの状態を理解するための枠組みを提供する

ユーザがモジュールを組合せてカスタマイズでき

*コンテキスト： ユーザがコンピュータを使って、何をどう処理しているのかという状況を、言語でいうところのコンテキスト(文脈)に準えてこう呼ぶ。

図 2 個人適応化の枠組み

るようにする試みとして、最近の例では、NeXT コンピュータのインタフェースビルダーが有名である。このほかにも、オフィスシステムを対象にした POIS⁽²⁾、HP NewWave⁽³⁾ほか、インテリジェントパッド⁽⁴⁾、あるいはソフトウェア開発環境を対象にした Field⁽⁵⁾、HP SoftBench⁽⁶⁾などがあげられる。これらはオブジェクト指向パラダイムをうまく使って、モジュール間の一貫性を保つ工夫がなされているのが特徴といえる。これによって、ヘルプ機能⁽⁷⁾、トレーニング機能⁽⁸⁾、ツール間のデータ共有機能⁽⁹⁾などが統合的に提供されている。従ってユーザは、従来のシステムに比べてかなり高い自由度でモジュールの組み合わせの変更を行うことができるようになりつつある。

機器がユーザの好みや性格、あるいはユーザの環境（外界との関係）に適応するためには、もう少し新しい枠組みが必要となる。これを実現するためにはシステムがユーザについてできる限り多くのことを知っておく必要がある。しかし、前もってこれらの情報をもつことはできないから、システムは定常的に、かつ徐々に情報を収集する必要がある。また、ユーザの利用目的に適応するということは、ユーザがもつ目標を推定したり、ユーザのタスク意図を同定する（図1参照）必要がある。これを実現するには図2に示すように、システムにタスク意図同定メカニズムをもたせ、検索や加工といった処理のうち、ユーザが何をしたいか、ユーザの操作に基づいてここで判断する方法が考えられる。この判断のためには、ユーザの好み、性格、環境といったものを蓄えたユーザ情報⁽¹⁰⁾と、あらかじめシステムがもっているタスクモデル⁽¹¹⁾などが参照される。ここでいうタスクモデルとは、例えばユーザのタスク意図として生じるであろうサブタスクをモデル化して記述したものである。サブタスクとはユーザの目標（ゴール）をサブゴールに分解した結果として生じる粒度の小さなタスクであ

る。ある程度小さな粒度のタスクをモデルとしてもつことによって、これらの組み合わせでユーザのもつゴールやタスクの多様性に柔軟に応じることができる。

この考えを推し進めると、ユーザのあいまいな意図表現を、ユーザの行動のコンテキストによって、正しく解釈する枠組みの実現というアプローチが出てくる。その実現のためには、ユーザの操作が何に対してどうなされているのか、そしてその操作によって起動された処理の結果、ユーザとシステムが共有しているメディア（文字や図形、画像、音声、etc.）はどう変化したのかを、ある程度高度な知識に基づいて解釈する知的情報処理モジュールによるサポートも必要になると考えられる（図2参照）。ただし、知的処理モジュールをシステムに組み込む場合には、（a）ユーザにとって理解しやすく、システムにとっても説明しやすい知的アルゴリズムであること、（b）ユーザがどのようにシステムを見ており、ユーザとシステム自身がどんな状況にあるのかを知って適切に説明するための枠組み、を用意することの2点が重要である⁽¹²⁾。

ユーザがシステムに習熟する過程をサポートすることもまた極めて重要なことである。これは例えば、ユーザの習熟度に合せて少しずつ複雑な機能の存在を見せていく、あるいは何か異常事態に陥ったときなどになぜそうなったのかをシステムからユーザに対して説明するなどといった枠組みである。前者の例としてはハイパーカードの5段階のユーザレベルの設定が有名である。後者はオンラインヘルプが一つの実現例であるが、もう一歩進めて（例えば知的モジュールが使われていないシステムでも）上記（b）のような観点を加えるというのが最近の動向である。

一方、抽象的なシステムの状態を、ユーザが正しく知覚し、解釈できるように表現する枠組みの実現というアプローチが考えられる。その実現のためには、現在多用されているインタフェースメタファ*を見直す必要があるのではないだろうか。既存のインタフェースメタファの設計論によれば、外見の数は少ないほど良く、複数の外見を用いる場合には、一つの外見に複数の異なる機能を対応させる多義的な対応関係を避けるべきだといわれてきた。しかし、人間同士のコミュニケーション手段である言語システムでは、ユーザの多様な考え方を表現するためにも、同音異義語が必要とされ、円滑なコミュニケーションに貢献している。そして、自然言語では同音異義語が問題にならないの

*インタフェースメタファ： コンピュータを日常的な常識で使えるようにするための暗喩として使われるもの。例えばマッキントッシュなどのデスクトップメタファが有名である。

は文脈（コンテキスト）の存在のためである。インタフェースメタファに多くの外見を使用し、システムが提供する機能との間に多義的な対応関係を、あえてもたせることが必要であるという考え方もある⁽¹³⁾。

次に、ひとつの事例として筆者のひとりが属する FRIEND 21 プロジェクトの中で研究を進めている、エージェンシーモデル⁽¹⁴⁾と呼ばれるアーキテクチャについて説明する。このモデルは図3に示すように、メタファ環境エージェント群、ファンクションエージェント群、必須エージェント群の三つのエージェント群からなる。エージェンシーモデルでは処理を行う実体がエージェントであり、エージェントは独立性をもった能動的モジュールである。エージェントは基本的な要素機能に分割されて用意され、ユーザの意図する目標を達成するためには通常複数のエージェントが起動し、それらが協調的に動作する。スタジオにはエージェントからの処理結果などの情報がメッセージとして書き込まれ、これらは他のエージェントによって互いに参照される。

メタファ環境エージェントは、自分がもつモデルにより、ユーザ操作に対するそのメタファの世界における反応（どの「機能」をアクティベートするか、また「外見」にどんな変化を起すか）を決定するエージェントである。ファンクションエージェントは、「機能」を実行するためのエージェントである。そして必須エージェントは、ユーザ情報管理マネージャやI/Oマネージャ、そして対話マネージャなどのエージェントである。

ユーザ情報マネージャはユーザに関する情報を管理する。すなわち、ユーザの熟練度、好みや興味、あるいはユーザがシステムをどのように理解しているか（メンタルモデル）をシステム側がユーザの挙動から推定したものなどである。対話マネージャは、スタジオで進行中の状況に対するユーザの質問に応じたり、ユーザを含むエージェント間の対話の進行に問題が生じたときなどに、ユーザにその状況を報告し、更にユーザと協調して、その解決にのりだすという役割をもっている。ユーザの操作に対する反応を実行する際のメタファ環境エージェントとファンクションエージェントの対応付けは、多対多のメッセージ通信をサポートするように設計されたスタジオを介したエージェント間の対話により自律的にダイナミックに変化させることができる。これによって、柔軟にユーザの意図や好みに適応するための、コンテキスト依存処理や個人適応機能の実現を図ろうとしている。

このような取り組みのなかで作られたプロトタイプ

図3 エージェンシーモデル

(a) テレビジョンメタファ

(b) 新聞メタファ

図4 テレビジョンメタファを新聞メタファの実現例

の画面例を図4に示す。このプロトタイプでは21世紀のネットワーク化された情報社会で、一般ユーザがマルチメディアデータベースにアクセスする状況を想定している。テレビジョンのメタファや、新聞のメタファそしてVTRメタファなどが多重化されており、これらがユーザの好みや利用目的に応じて利用できるようになっている。この際に前述のコンテキスト情報を利用して、メタファ間の切り替えがユーザにとって自然なものとなるように動的な制御を行うことが、この研究⁽¹⁰⁾⁽¹³⁾のなかのひとつの大きなテーマとなって

いる。

5. おわりに

まもなく突入しようとしている 21 世紀の情報化社会において、パーソナル機器が人間の活動を活性化するためには、パーソナル情報環境という考え方が必要となる。この考え方に立つと、ユーザの要求に適切にこたえるために、システムがユーザの行動に関するモデル（ユーザモデルやタスクモデル）をもつことが重要となる。そして、これらのモデルと知的情報処理を組み合わせた、広い意味でのユーザへの個人適応が、誰でもが、いつでも、どこでも使えるパーソナル情報機器の実現のための必須条件であろう。心理学、認知科学、社会学、工学、等々の学際的な取り組みが望まれる。

(平成 3 年 11 月 8 日受付)

文 献

- (1) D. A. Norman: "The Psychology of Everyday Things" (1988) N. Y. Basic Books, Inc.
- (2) W. B. Croft: "The role of context and adaptation in user interface", *Int. J. Man-Machine Studies*, 21, 283(1984).
- (3) I. J. Fuller: "An Overview of the HP New Wave Environment", *HEWLETT-PACKARD JOURNAL*, p. 6(1989-8)
- (4) Y. Tanaka & T. Imataki: "Intelligent-Pad; A hypermedia system allowing functional compositions of active media objects through direct manipulations", *In IFIP Information Processing 89*, p. 54546(1990)
- (5) S. P. Reiss: "Connecting tools using message passing in the field environment", *IEEE Software*, 6, 4, 57(1990-7)
- (6) M. R. Cagan: "The HP SoftBench Environment: an architecture a for new generation of software tools", *HEWLETT-PACKARD JOURNAL*, p. 36(1990-6)
- (7) V. Spilman & E. J. Wong: "The HP New Wave Environment Help Facility", *ibid.*, p. 43(1989-8)
- (8) L. A. Lynch-Freshner, R. T. Watson, B. Egan, & Jencek, J. John: "NewWave Computer-Based Training Development Facility", *ibid.*, p. 48(1989-8)
- (9) J. A. Dysart: "The New Wave Object Managment Facility", *ibid.*, p. 17(1989-8)
- (10) 上田・比田井・宇山:「ユーザ情報を積極的に蓄積・利用する HI アーキテクチャ——エージェンシーモデル——」, 信学会資料, HC 91-14(平 3)

- (11) 朝日:「メタウェアにおける知識記述」, 人工知能学会研究会資料, SIG-HICG-8903-3, p. 21(昭 63)
- (12) 上田:「ハイパーメディア・知的オーサリングシステムの実現へ向けて」, 信学会第 4 回情報伝送と信号処理ワークショップ(平 3)
- (13) 広瀬:「多重メタファ環境の動的な再構成方法」, 計測自動制御学会, 第 7 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集(平 3)
- (14) H. Nonogaki & H Ueda: "The FRIEND21 Project; A Construction of 21st Century Human Interface", *Proc. CHI'91*, p. 407(1991-4)

黒 須 正 明

昭和 23 年東京都に生まれる。46 年早稲田大学心理学科卒業, 51 年同大学院博士課程中退, (株)日立製作所に入社, 中央研究所勤務を経て, 現在, デザイン研究所主任研究員。専門は, 応用認知心理学で, AV 機器や監視制御系を含む広義の情報機器のヒューマンインタフェースに関し, 対話インタフェースの設計・評価, ガイドライン整備などに従事している。著書に「認知的インタフェース」, 「漢字を科学する」など (いずれも共著)。

上 田 博 唯

昭和 46 年大阪大学工学部卒業。48 年同大学院修士課程了。同年(株)日立製作所中央研究所入社。以後, 同研究所において工業用視覚認識装置, 高速画像処理システムの開発に従事。現在, 同研究所主任研究員。また(財)パーソナル情報環境協会 FRIEND 21 研究センター次長を兼務。最近, マルチメディアシステムとヒューマンインタフェースに関心をもつ。IEEE, 電子情報通信学会, テレビジョン学会各会員。