

知的対話環境における個人適応化方式と対話制御方式に関する一考察

9H-7

李 殷碩 朝日 宣雄 前中 聡  
三菱電機(株) 情報電子研究所

1. はじめに

本稿では、ユーザとコンピュータの間の知的対話を実現するための一つの方法論として、ユーザの操作履歴からユーザの操作意図を同定し、そのユーザの次の操作を予測し、それに基づいて対話を制御する機能について論じる。

2. 知的対話環境における個人適応化機能部

2.1 研究背景と基本概念

コンピュータシステムの「使いやすさ」を計るいくつかの評価項目の中で、特にシステムのi)理解性とii)操作性、iii)応答性が重要とされる。これらは互いに密接に影響し合う関係であり、これらがバランスよく発展することによって本当の意味でのシステムの「使いやすさ」が実現できると思われる。

筆者らが構想している知的対話環境(Intelligent Interaction Environment with 3D UIMS) (図1にその全体像を示す) [1]は、3次元のグラフィックス機能を用いた仮想操作環境をベースとするものであり、特にユーザに慣れ親しんだものを連想させるメタファを導入することで、感情的説得力を向上させ[2]、上述したシステムの「理解性」と「操作性」の向上への寄与が期待できる。しかしながら、インタラクションツールとしてメタファを用いる場合、生じ得る問題点として以下の2点が考えられる。

- 1) メタファの多義性の問題
- 2) 表示メタファの数と効率の問題

1)の多義性の問題は、メタファのような図形表現がもつ本質的な問題として、1つの図形シンボルとしてのメタファに対して複数の解釈が可能となり、それを利用するユーザは設計者の本来の意図とは異なるものとして理解、解釈、利用しうることを表わす。

2)の表示メタファの数と効率の問題は、現実の作業環境をメタファ環境として代替する場合、業務に必要な実世界の使用ツールから1対1対応してメタファを生成するとそのメタファの数は膨大となり、メタファを用いることによって期待される直観的理解性の向上は困難となる。

本稿では、特に2)の問題に注目し、ユーザの操作履歴からユーザの操作意図を同定することで、そのユーザの次の操作を予測する機能についての検討内容を述べる。これによって、表示するメタファの数を制限し、必要最低限のメタファだけを表示させることができることから、人間工学的及び認知科学的側面においてのシステムの使いやすさが期待可能となる。

具体的には、インタラクションツールとしてメタファを分析すると、まず、「データメタファ(以下、OMと呼ぶ)」と「手続きメタファ(以下、TMと呼ぶ)」としてグループ分けできる。またこれらの間には、その利用形態から、前後の操作系列が自

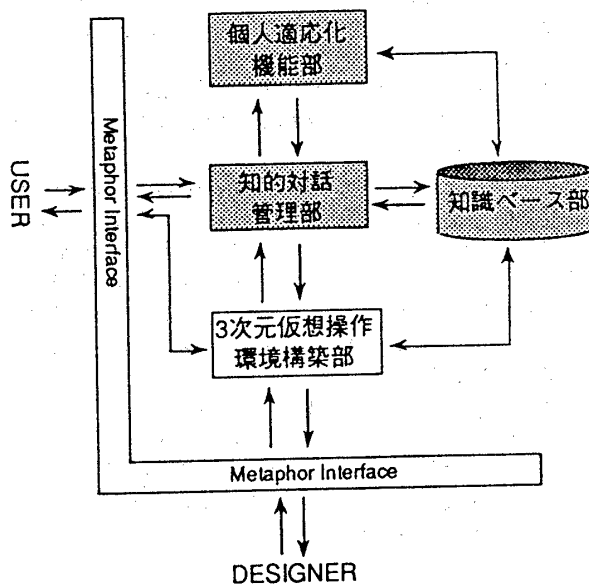


図1 知的対話環境の構成図

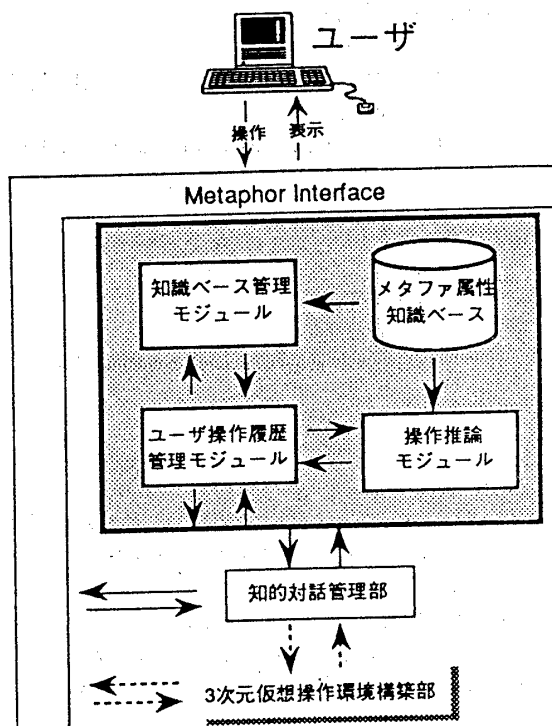


図2 個人適応化機能部の構成図

\*A Consideration on a Mechanism for Adaptive Interface and Interaction Control on Intelligent Interaction Environment\*  
Eun-Seok LEE, Nobuo ASahi, Akira MAENAKA  
Computer & Information Systems Laboratory,  
Mitsubishi Electric Corp.

然で再起性があるなど非常に強い繋がりをもつものとそれが明確ではないものが観測可能である。これらの「繋がり」に関する規則性を見つけ一般ルールとして知識ベースに蓄えて置くこ

とによってユーザの操作履歴に関するより効果的な解析と柔軟な行動予測が可能となる。本稿では、この「繋がり」をおおまかに「強い関係」と「弱い関係」の2つに分類する。

## 2.2 システム構成

個人適応化機能部は、図2で示すように3つの機能モジュールと1つの知識ベースで構成される。以下、その概略を述べる。

### (1) ユーザ操作履歴管理モジュール(History Manager)

ユーザの操作履歴を管理する。ユーザからの入力を基に、選択されたメタファに関する情報を「メタファ属性知識ベース」に問い合わせながら次の対話予測シナリオ(以下、シナリオと略す)を生成する。シナリオは選択された任意のメタファを頂点とし、またそれによって次の段階で選択可能なメタファを底辺に表す2階層木構造になっている。

### (2) メタファ属性知識ベース(K.B. for Attribute of Metaphor)

本知識ベースは、メタファの属性に関する宣言的知識とユーザの操作履歴からその属性の値を動的に変えていく仕組みを提供する。ここでの各メタファは、自分の形状に関する知識(G)と属性に関する知識(A)を合わせ持ち、それらを形式化したメタファモデルにより定義される。メタファモデルの具体的な定義の一部を以下に示す。

#### [メタファモデル: MM (Metaphor Model)]

- ◆  $MM(m_k) = \langle ID, G, A \rangle$ ,  $m_k = \langle ID(m_k), G(m_k), A(m_k) \rangle$   
 $ID(m_k)$ : メタファ  $m_k$  のIdentifier の2項集合,  
 $G(m_k)$ :  $m_k$  の形状に関する3次元CADデータ,  
 $A(m_k)$ :  $m_k$  の属性の集合.

- ◆  $ID(m_k) = \langle m_k\_id, m_k\_kind\_id \rangle$ ,  
 $m_k\_id$ :  $m_k$  のIdentifier,  
 $m_k\_kind\_id$ :  $m_k$  の種類のIdentifier,

- ◆  $A(m_k) = \langle F, B, L \rangle$ ,  
 $F$ :  $m_k$  の機能の集合,  
 $B$ :  $m_k$  の2項関係(binomial relationship)に関する属性知識,  
 $L$ :  $m_k$  の3項関係(trinomial relationship)に関する属性知識.

- ◆  $F = \{ f, n, w \}$ ,  $n, p \geq 1, 0 \leq w \leq 1$   
 $f$ : 定義されているある機能,  
 $n$ : 選択回数  
 $w$ :  $fp$  の重み.  
 ◆  $w = (fp \text{ の選択回数}) / (\text{選択回数の総数})$

～以下省略

### (3) 知識ベース管理モジュール(Knowledge Base Manager)

ユーザ操作履歴管理モジュールからの入力情報から必要とするメタファの属性を検索し、名前の登録や重みの更新などその内容を変更する。

### (4) 操作推論モジュール (Behavior Inference Module)

メタファの属性知識ベースが更新されるとそれをベースに、ユーザの操作意図の同定や操作の予測を行う。推論アルゴリズムの一部を以下に示す。

#### [推論アルゴリズム]

一候補の標準化とプライオリティの決定

操作履歴を基に、次に選択可能なメタファの候補を標準化し、そのなかからプライオリティを決定する。効果的なプライオリティの決定の方法論として、メタファ間の「関係」の概念を用いる。

#### フェーズ1: 強い関係に基づく推論

$m_k$  が手続きメタファ(TM)である時の候補の標準化とプライオリティの決定。ここで、B/Lは2項/3項関係属性知識ベースを表す。

■Step1)  $m_k$  の"B"から、 $m_k$  の「子」として選択可能な全てのメタファを候補として標準化する: 「自分+子」の2項関係を適用する。

■Step2) Step1での候補の中から、重みの高い順でプライオリティを決める。

■Step3) M11の中で同じプライオリティをもつ候補が複数存在するかを確認する (M11は、Step1での候補の集合)。

■Step3-1) 同一プライオリティの候補が存在しない場合、Step2での結果を最終結果として出力する:

■Step3-2) 同一プライオリティの候補が複数存在する場合、 $m_k$  の"L"から、 $m_{k-1}$  を「親」としてもつ履歴を検索し、その履歴の中に現われる候補のプライオリティを高くする: 「親+自分+子」の3項関係を適用する。

■Step4) M12の中で同じプライオリティをもつ候補が複数存在するかを確認する (M12は、M11の中で同じプライオリティをもつ候補の集合)。

■Step4-1) 同一プライオリティの候補が存在しない場合、Step3-2での結果をStep 2に戻し再プライオリティ決定を行う

■Step4-2) M12の中で同一プライオリティの候補が複数存在する場合、履歴上最新の候補のプライオリティを高くする。この結果を Step 3-2に戻し再プライオリティ決定を行う。

～以下省略

## 3. 対話制御方式

本稿では、ユーザとの間の対話を制御するための方法として、2.で述べた“表示するメタファの数の問題”に注目する。すなわち、「操作推論モジュール」からの推論結果に基づいて、表示画面の制約上最適と思われる数のメタファだけを表示しユーザの選択を促す。これによって、本来の仮想操作環境のもつ直感的理解性を向上させ、作業の効率化と使いやすさを図る。

## 4. まとめ

ユーザの操作履歴から、ユーザの操作意図を同定し、次の操作内容を予測することは、人工知能分野における重要なテーマであり、今なお未解決の大きな課題である。この問題に関して、従来、アプリケーションを強く制限したり、細かくユーザとのインタラクションをとりながらユーザ自ら自己申告の形式で、タスクの進行状況を報告するような手法がとられていた。

本稿で述べた「関係」概念に基づいた操作予測機能は、アプリケーションに対する依存度を軽減し、しかも動的にユーザの行動を履歴として反映させる仕組みを与えた。今後、実験システムを試作し、その有効性の確認を行いたい。

なお、本論文の一部は通産省のFRIEND21プロジェクトの一环として実施されたものである。

## 参考文献

- [1]前中、小林、朝日、李: “3次元UIMSを備えた知的対話環境の構想について”、情報処理学会第46回全国大会一般講演(Mar.1993)
- [2]N. C. Shu: “Visual Programming”、Van Nostrand Reinhold (1988).
- [3]P.A.Hancock and M.H.Chignell: “Intelligent Interface-Theory, Research and Design”、North-Holland(1989).