

## 小形計算機システムにおける ヒューマン・フレンドリ・インタフェース

津原 進

tsuhara@sdl.hitachi.co.jp

(株)日立製作所 システム開発研究所 第4部

〒244 横浜市戸塚区吉田町292

パーソナル・コンピュータ、ワークステーションなどの小形計算機の主流OSであるMS-DOS, OS/2, UNIXオペレーティング・システムは、ユーザとの対話のためのサブ・システムとして、「ウィンドウ・システム」を搭載している。

このウィンドウ・システムのインタフェースには、「表示スクリーン」、「対話ウィンドウ」、「ウィンドウのクライアント・エリア」の3種類がある。

上記の各インタフェースをヒューマン・フレンドリなインタフェースという視点から考察すると、それぞれが、ユーザの持つ主観を取り込んでいないという課題がある。

本稿では、上記各々のインタフェースにおいて、ファジィ推論の適用によって、ユーザの持つ主観を取り込んだ新しい方式を提案し、実験によりその有効性を検証する。

## HUMAN FRIENDLY INTERFACE FOR SMALL-SIZED COMPUTER SYSTEM

Susumu Tshuhara

4th Dept., Systems Development Lab., Hitachi, Ltd.  
292, Yoshida-cho, Totsuka-ku, Yokohama, 244 Japan

Today, the major operating systems of small-sized computer system such as personal computer and workstation load "window system" as the subsystem to hold a dialogue with user. MS-DOS, OS/2 and UNIX Operating System are the examples of them.

The interfaces of the window system may be "Display Screen", "Dialogue Window" and "the Client Area of the Window".

Each one of these interfaces contains the subject of paying no attention to the user's subjectivity from the viewpoint of human friendly interface.

In this paper, we propose new methods able to accept the user's subjectivity by means of fuzzy inference in each interface described above. Furthermore, we verify the effects of the proposed methods in several experiments.

## 1. まえがき

パーソナル・コンピュータ，ワークステーションのような小形計算機システムの主流OSであるMS-DOS<sup>\*1</sup>，OS/2<sup>\*2</sup>，UNIXオペレーティング・システム<sup>\*3</sup>は，ユーザとの対話のためのサブ・システムとして「ウィンドウ・システム」<sup>\*4</sup>を搭載している。例えば，MS-DOS上にはWindows<sup>\*4</sup>，OS/2上にはPresentation Manager<sup>\*5</sup>，UNIXオペレーティング・システム上にはXウィンドウ・システム<sup>\*6</sup>(OSF/Motif<sup>\*7</sup>やOPEN LOOK<sup>\*8</sup>)が搭載されている。

一方，「ファジィ集合」や「ファジィ推論」の概念<sup>9</sup>の発表を契機として従来の，客観的，確定的，一義的，完全，正確という厳格な枠組みに収まり切らない問題へのアプローチが進み，一定の成果を上げている。スミス社のセメント・キルンの自動運転，富士電機グループの浄水場の薬品注入制御，日立製作所の地下鉄自動運転などが，その主要な例である。

さて，計算機システムのユーザが人間である限り，その操作性の向上は，本質的な課題である。過去におけるウィンドウ・システムの

登場と普及の歴史が，このことを如実に証明している。この操作性向上を本格的に目指す時，ユーザの持つ主観を無視することはできない。これを無視すれば，ユーザが操作するにもかかわらず，ユーザの存在を忘れたインタフェースとなってしまうからである。

実際，すでに操作性に関する問題も提起されており，解決法も示されている<sup>10</sup>が，その方法は対症療法的であり，本質をとらえた抜本的な方式が望まれる。

そこで本稿では，ファジィ推論の適用によってユーザの主観を取り込んだ，ヒューマン・フレンドリなインタフェースの実現のための新方式を提案し，実験により，その有効性を検証する。

## 2. ウィンドウ・システムのユーザ・インタフェース

ウィンドウ・システムの，ユーザとのインタフェースには，大きく分けて，(1)表示スクリーン，(2)対話ウィンドウ，(3)ウィンドウのクライアント・エリアの3種類がある。上記(1)への表示機能は，「オーバラッピング・マルチウィンドウ表示」を代表例とする，ウィンドウ・システムの基本的な機能である。また，(2)，(3)への表示機能は，ウィンドウ・システムに対応した応用プログラムの機能であり，(2)への表示機能は，応用プログラムが，ユーザとの対話によって，その指示を取り込むために表示する機能，(3)への表示機能は，応用プログラムが，処理結果をユーザに伝えるために表示する機能である。

本研究は，上記3種類のインタフェースを対象としたものであり，とくに，ユーザの持つ主観が関与する問題を，ユーザの立場に立って処理することに主眼を置いた。具体的には，上記の各インタフェースに対応して，以下の3つの問題を取り上げた。

(a) ウィンドウの自動再配置<sup>11</sup>

((1)表示スクリーン)

\*1：MS-DOSは，マイクロソフトの登録商標である。

\*2：OS/2は，IBMの登録商標である。

\*3：UNIXオペレーティング・システムは，X/Open Companyによってライセンスされた，米国ならびに，その他の国々における登録商標である。

\*4：Windowsは，マイクロソフトの商標である。

\*5：Presentation Managerは，マイクロソフトの登録商標である。

\*6：Xウィンドウ・システムは，M. I. T.の商標である。

\*7：OSF/Motifは，OSFの登録商標である。

\*8：OPEN LOOKは，AT&Tの商標である。

(b) 対話部品の自動レイアウト<sup>7)</sup>

(2)対話ウィンドウ)

(c) 関係データベースの構造図表示<sup>8)</sup>

(3)ウィンドウのクライアント・エリア)

なお、頁数の関係で、本稿ではすべてを説明できないので、次章以降では、(a), (b)の概要について説明し、(c)については、別の機会に譲りたい。

### 3. ウィンドウの自動再配置

#### 3.1. 操作性向上のための問題提起

オーバラッピング・マルチウィンドウ方式では個々のウィンドウの大きさや位置は、他とは完全に独立なため、小さなノン・アクティブ・ウィンドウが、大きなアクティブ・ウィンドウに完全に覆われてしまい、後者を動かす以外に、前者を見る方法がなくなってしまう場合が起こる。

この問題に対して、アクティブ・ウィンドウの操作に連動して、ノン・アクティブ・ウィンドウを自動的に再配置する方式を提案する。

#### 3.2. 提案方式の概要

提案方式では、下記の手順によって、表示優先度の高いウィンドウから順に、すべてのノン・アクティブ・ウィンドウを、ユーザにとって最も有利となるように、順次再配置する。

##### (1) 配置候補領域列挙

再配置すべき対象ウィンドウを、現在とは別の位置に表示するとした時の、再配置の候補となるべき、すべての長方形領域を列挙する。この領域列挙は、対象ウィンドウより表示優先度の高いすべてのウィンドウ群で形成される領域の外部の領域を、水平/垂直に分割することによって行う。

##### (2) 配置候補領域への表示様式の決定

(1)で列挙した配置候補領域へ対象ウィンドウを配置する時の、対象ウィンドウの表示様式(通常表示/アイコン表示/非表示)を、配置候補領域の幅と高さをもとに、以下のファジィ・ルール<sup>9)</sup>を用いて決定する。

if  $W_i = PS$  and  $H_i = ANY$  then  $K_i = DN$  (1)

if  $W_i = ANY$  and  $H_i = PS$  then  $K_i = DN$  (2)

if  $W_i = PM$  and  $H_i = PM$  then  $K_i = DI$  (3)

if  $W_i = PM$  and  $H_i = PB$  then  $K_i = DNW$  (4)

if  $W_i = PB$  and  $H_i = PM$  then  $K_i = DNW$  (5)

if  $W_i = PB$  and  $H_i = PB$  then  $K_i = DNW$  (6)

ここに、 $W_i$  : 配置候補領域の幅、 $H_i$  : 配置候補領域の高さ、 $K_i$  : 表示様式(非表示/アイコン表示/通常表示)、 $PS$  : 正で小、 $PM$  : 正で中、 $PB$  : 正で大、 $ANY$  : 任意、 $DN$  : 非表示、 $DI$  : アイコン表示、 $DNW$  : 通常表示

##### (3) 対象ウィンドウの表示様式の決定

(2)で決定された表示様式を配置候補領域ごとに調べ、対象ウィンドウの表示様式として最も適切と思われる表示様式を一つ決定する。

##### (4) 対象ウィンドウの、現在の状態での満足度の評価

対象ウィンドウを、仮に現在の位置に、現在の表示様式のままで表示するとした時の、ユーザにとっての満足度を、以下のファジィ・ルールを用いて求める。

if  $M_c = ANY$  and  $DA_c = PB$  then  $S_c = PS$  (7)

if  $M_c = PB$  and  $DA_c = ANY$  then  $S_c = PS$  (8)

if  $M_c = PS$  and  $DA_c = PS$  then  $S_c = PB$  (9)

ここに、 $M_c (= 0)$  : 対象ウィンドウの移動距離、 $DA_c$  : ダメージを受ける部分の全体の面積に占める割合、 $S_c$  : 対象ウィンドウの満足度

##### (5) 配置候補領域評価

対象ウィンドウを、(3)で決められた表示様式でそれぞれの配置候補領域へ表示するとした時のユーザにとっての満足度を、以下のファジィ・ルールを用いて求める。

if  $M_i = ANY$  and  $DA_i = PB$  then  $S_i = PS$  (10)

if  $M_i = PB$  and  $DA_i = ANY$  then  $S_i = PS$  (11)

if  $M_i = PS$  and  $DA_i = PS$  then  $S_i = PB$  (12)

ここに、 $M_i$  : 対象ウィンドウの移動距離、 $DA_i$  : ダメージを受ける部分の全体の面積に占める割合、 $S_i$  : 対象ウィンドウの満足度

(6) 配置候補領域選出

ユーザにとっての満足度が、現状を大きく上回る配置候補領域を以下のファジィ・ルールを用いて選出する。

if  $(CS_i - CS_c) = NB$  then  $E_i = NE$  (13)

if  $(CS_i - CS_c) = ZR$  then  $E_i = NE$  (14)

if  $(CS_i - CS_c) = PB$  then  $E_i = EL$  (15)

ここに、 $CS_i$ ：配置候補領域へ配置する時の満足度、 $CS_c$ ：現状の満足度、 $E_i$ ：選出可否(非選出/選出)、NB：負で大、ZR：ほぼゼロ、PB：正で大、NE：非選出、EL：選出

(7) 対象ウィンドウの表示位置の決定

満足度が現状を大きく上回る配置候補領域がなかったら現状のままとするが、これがあったら最大の満足度を有する配置候補領域へ対象ウィンドウを再配置する。

3.3. 実験結果

他のウィンドウの表示に大きなダメージを与える可能性のあるウィンドウのリサイズ(拡大)とオープンについて実験を行った。実験結果を現行方式と対比して図1に示す。同図上段がアクティブ・ウィンドウのサイズ拡大、下段がウィンドウ・オープンである。

ノン・アクティブなウィンドウが受けるダメージの量に注目すると、提案方式と現行方式とで

その差が顕著であり、提案方式の方がユーザにとって有利であることが分かる。また、ウィンドウの移動距離も一定の範囲内に収まっており、バランスのとれた再配置が行われていると考える。

4. 対話部品の自動レイアウト

4.1. 操作指向のための問題提起

ウィンドウ・システムに対応したアプリケーションでは、ユーザとの対話には対話ウィンドウが用いられ、その内部にレイアウトされた各種の対話部品(テキスト・フィールド、リスト・ボックス、アイコン、ボタンなど)へユーザがアクセスすることで、その指示が応用プログラムに伝えられる。

しかし、この対話部品のレイアウトはユーザ・インタフェース設計者の経験と勘に頼った手作業であり、レイアウトに関する統一基準がないので結果にばらつきが生じやすく、対話ウィンドウ間に一貫性がなくなる。

この問題に対して、レイアウトに関する統一基準に基づいて、種々の対話部品を自動的にレイアウトする方式を提案する。

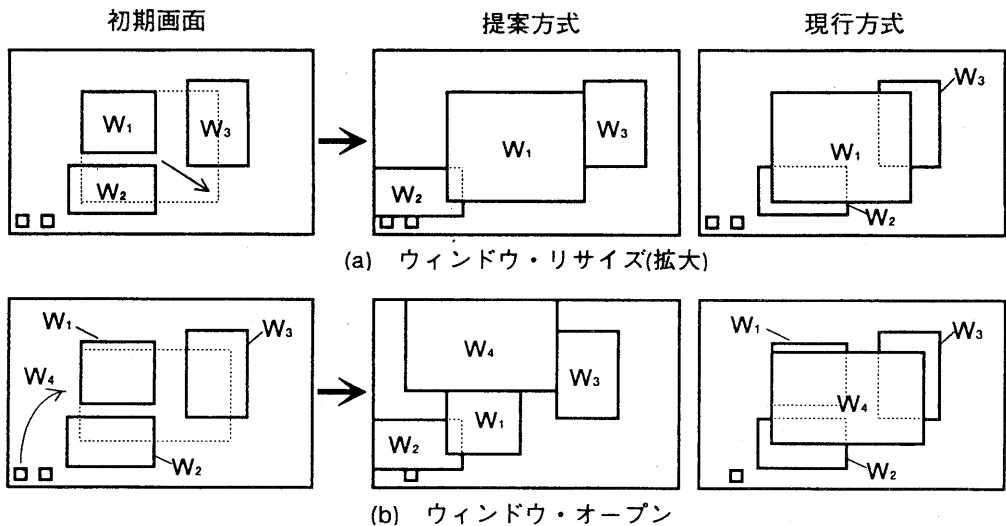


図1 実験結果

#### 4.2 提案方式の概要

提案方式では、サイズの異なる複数の対話部品を、ラスタ・スキャン型配置規則によって対話ウィンドウ内にレイアウトするに際して、部品間に存在する配置順序に関する制約条件(半順序条件)を満足させ、かつ、ユーザが最も満足できるような平面配置を自動的に得る。

対話部品は階層的に構成されているので、段階に分けてレイアウトする。すなわち、第1段階で最下位の階層における対話部品を複数配置して、その上位のすべての対話部品(以下、「複合対話部品」と呼ぶことにする)を作成し、第2段階で、この複合対話部品を複数配置して、最上位の対話ウィンドウを得る。上記各段階での配置処理は同一であり、その手順は下記の通りである。

##### (1) 一次元配置の代替案の列挙

対話部品間に存在する配置順序に関する制約条件を満足する、一次元配置に関する代替案をすべて列挙する。

##### (2) 二次元配置の代替案の列挙

(1)で列挙した一次元配置の各代替案について、その二次元配置(平面配置)に関する代替案をすべて列挙する。

##### (3) 二次元配置の代替案の満足度の計算

(2)で列挙した二次元配置に関する各代替案について、ユーザにとっての満足度を、以下のファジィ・ルールを用いて計算する(代替案のパラメータについては、図2参照)。

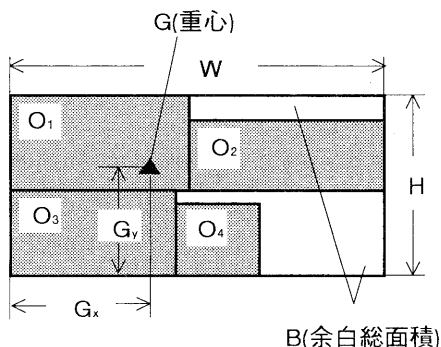


図2 代替案のパラメータ

if  $G_x/W = PM$  and  $G_y/H = PS$  and

$B/A = PS$  and  $W/(W + \gamma H) = PM$

then  $S = PB$  (16)

if  $G_x/W = \text{not } PM$  and  $G_y/H = PB$  and

$B/A = PB$  and  $W/(W + \gamma H) = \text{not } PM$

then  $S = PS$  (17)

ここに、 $G_x$ ：画面の重心の位置(左右方向)、 $G_y$ ：画面の重心の位置(上下方向)、 $W$ ：画面の幅、 $H$ ：画面の高さ、 $B$ ：画面の余白部分の総面積、 $A$ ：画面の面積(=  $W \times H$ )、 $\gamma$ ：表示スクリーンの縦横比(定数)、 $S$ ：画面の満足度、 $PS$ ：正で小、 $PM$ ：正で中、 $PB$ ：正で大、 $\text{not } PM$ ：「正で中」でない

#### (4) 代替案の選出

最大の満足度を有する二次元配置代替案を一つ選出し、これをもって求めるレイアウトとする。

#### 4.3 実験結果

「ファイル・オープン」時と「印刷」時に表示される対話ウィンドウについて実験を行った。その結果を現行方式と対比して図3に示す。同図上段がファイル・オープン、下段が印刷である。ハッチングを施した長方形が対話画面であり、それ以外は余白である。

提案方式で得たレイアウトは、現行の手作業によるレイアウトと類似しているということが分かる。現行よりも優れたレイアウトを得ることはできなかったが、レイアウト作業の自動化の可能性を示すことができた。

## 5. むすび

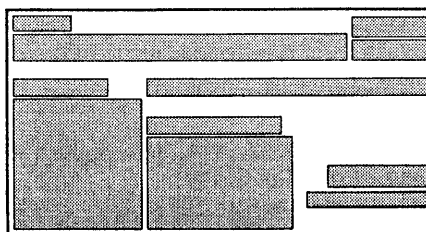
ウィンドウの再配置、対話部品のレイアウトという、ユーザの主観の関与する問題にファジィ推論を適用した、操作性向上の一方式を述べた。

パーソナル・コンピュータの普及により、計算機が大衆化した今日、誰でもが、快適に使いこなせるユーザ・インタフェースの重要性はますます高まっている。とくに、親しみやすいグラフィカルな対話環境の提供は、情報の表現や伝達、情報による思考の道具として必須のものとなって

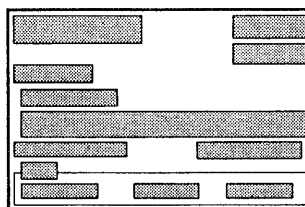
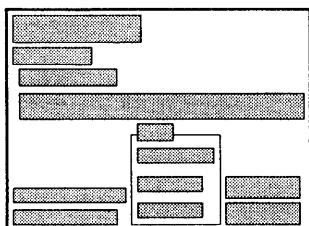
提案方式



現行方式



(a) ファイル・オープン



(b) 印刷

図3 実験結果

きている。この分野では今後とも、ヒューマン・フレンドリなインタフェースの実現方法に関して活発な研究が展開されるものと思われる。

終りに、本研究の機会を与えていただいた当社システム開発研究所前所長春名公一博士、同主管研究長遠藤武之博士、ならびに有益な御討論をいただいた関係各位に深甚の謝意を表します。

#### 文 献

- (1) 石田：「OS/2の現状と展望」，情報処理，vol. 31, no. 3, pp. 380-389(1990-3)
- (2) 石田：「UNIXシステムの歴史と最近の動向」，情報処理，vol. 27, no. 12, pp. 1341-1348(1986-12)
- (3) 坂村：「ウィンドウシステム」，情報処理ハンドブック，pp. 1179-1188(1989-5)
- (4) L. A. Zadeh："Fuzzy Sets," Information and Control, vol. 8, pp. 338-353(1965)
- (5) E. H. Mamdani："An Experiment in Linguistic Synthesis with a Fuzzy Logic Controller," Int. J. Man-Machine Studies, vol. 7, pp. 1-13(1974)
- (6) 津原：「ファジィ・ルールを用いたウィンドウの自動再配置」，電気学会論文誌C, vol. 112-C, no. 1, pp. 10-18(1992-1)
- (7) 津原：「ファジィ・ルールを用いた対話部品の自動レイアウト」，電気学会論文誌C, vol. 113-C, no. 7, pp. 479-487(1993-7)
- (8) 津原：「ファジィ・ルールを用いた関係データベースの構造図表示」，電気学会論文誌C, vol. 116-C, no. 4(1996-4)掲載予定
- (9) 菅野：「ファジィ制御」，pp. 67-136, 日刊工業新聞社(1988-9)