

マンマシン対話CADの試作 **INTERA/P**

橋本 治 宮井 均
日本電気株式会社 C&Cシステム研究所

マンマシン対話の設計支援環境(INTERA)構築の第1ステップとして、自動車電話、キーテレ、ファックス、VTRなどのボタン操作が主となるパネル型マンマシンシステムの対話設計を支援するINTERA/Pを試作した。INTERA/Pは、オブジェクトエディタとシーケンスエディタからなり、製品設計段階におけるマンマシン対話の事前評価(プロトタイプング)を実現する。オブジェクトエディタはマンマシンシステムの入出力部のデザイン機能を提供する。シーケンスエディタは入出力部上で行われる操作手順をダイアグラム表現(対話シーケンス)によって設計する機能と、設計した対話シーケンスに従って、入出力部上のボタンの動き、ランプの点灯/消灯、LCDの表示内容の変化などを再現するシミュレーション機能を提供する。これらの機能によって、マンマシン対話(入出力部デザイン仕様と操作仕様)の視覚的プロトタイプングを行うことができる。

INTERA/P : A Man-Machine Interface Prototyping Environment

Osamu HASHIMOTO, Hitoshi MIYAI

C&C Systems Research Laboratories, NEC Corporation
1-1, Miyazaki 4-chome, Miyamae-ku, Kawasaki, Kanagawa 213, Japan

INTERA is a design support environment to prototype man-machine interfaces for end-user products, visually and without any programming languages. This paper reports INTERA/P, a version of INTERA, which simulates and experiments with the interface for panel-type man-machine systems such as mobile-telephones, facsimiles. INTERA/P's capabilities are described, dividing into the operation panel design and the operational sequence design. The operation panel consisting of input-output devices such as buttons, lights, small size of displays, is designed and drawn with the subsystem called "OBJECT EDITOR" graphically on its display. Designing the operational sequence is performed by another editor "SEQUENCE EDITOR", which can define the temporal sequence of man's inputs and the corresponding machine's responses with diagramming techniques on its display. The panel's behavior according to the defined sequence is replayed for checking the product usability.

1.はじめに

筆者らは、マンマシンインタフェース設計技術としてマンマシン対話技法を提案し、技法の蓄積を行ってきた[1]。現在、これらの設計技術を開発現場の設計支援に供することを目的としてマンマシン対話の設計支援環境(INTERA)を構築している[2,3,4]。

本報告では、INTERA構築の第1ステップとして試作したINTERA/Pについて述べる。INTERA/Pは、自動車電話、キーテレ、ファックス、VTRなどのボタン操作が主となるパネル型マンマシンシステムの対話設計を支援する環境(CAD)である。

2.INTERAの構想

(1)マンマシン対話設計

INTERAが支援するマンマシン対話設計とは、マンマシンシステムにおいて人間と機械の接点にあたる対話部の設計である。一般にマンマシンシステムにおいては、同一機能を実現する場合にも、その対話部の実現には様々な方法が存在する。すなわち同じ機能を有していても、操作法やデータ表示方法などの対話方式が異なる場合がある(図1)。したがって機能設計と対話設計を明確に分ける必要がある。

(2)INTERA

INTERAはマンマシン対話設計を総合的に支援する環境(CAD)であり、図2に示す4つの部分から構成される。

2-1)視覚言語マシン

視覚言語マシンは視覚言語[5]の処理/解析機能を提供する。INTERAのベースとしてとらえている。現在、以下に挙げた機能の実現を検討している。

- ・マルチフォント表示機能
- ・シンボル(アイコン)の表示編集登録機能
- ・カラー表示/解析機能
- ・レイアウト構造解析機能
- ・(対話)シーケンス表示/解析機能

2-2)設計知識

マンマシン対話設計のための知識データベースである。現在、以下の規則/ガイドラインを知識データとしてまとめつつある。

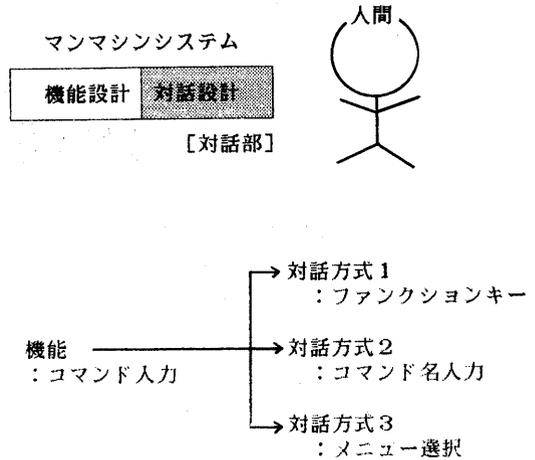


図1.マンマシン対話設計

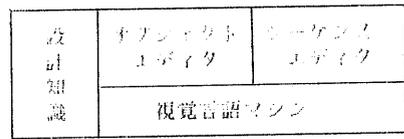


図2.INTERAの構成

- ・視覚言語/人間工学に関する規則：
フォント規則，色規則，レイアウト規則
- ・設計ガイドライン：
マンマシン対話技法[1]など

2-3)オブジェクトエディタ/シーケンスエディタ

人間と機械の対話は、ある時刻において表示される情報(X-Y平面情報)に関するものと、それらの時間的変化(T軸情報)に関するものの2つのフェーズに分解することができる[6](図3)。X-Y平面設計はマンマシンシステムの入出力部のデザインにあたり、T軸設計は入出力部上で行われる操作手順の設計にあたる。

オブジェクトエディタは、ディスプレイ画面上に仮想的にマンマシンシステムの入出力部(キーボード、画面など)を作成する機能を、シーケンスエディタは、その入出力部上で行われる操作手順を設計する機能を提供する。

INTERAのシステムイメージ(ディスプレイ画面)を図4に示す。

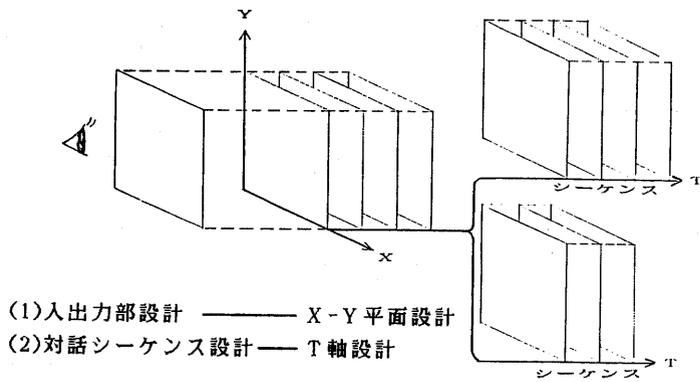


図3.マンマシン対話設計の2つのフェーズ

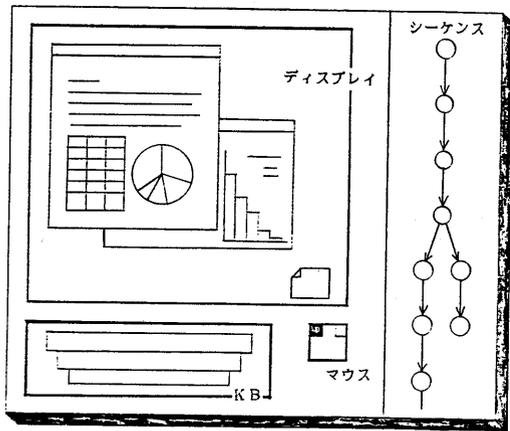


図4. INTERAのシステムイメージ (ディスプレイ画面)

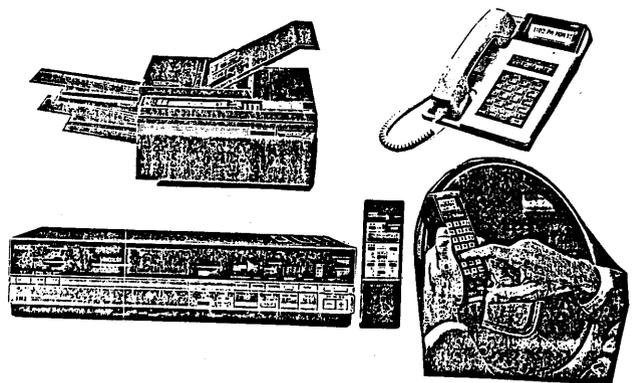


図5.パネル型マンマシンシステム

	人力	対話環境 表示	AP数	用途
汎用型 P	専用少数キー	ラング/文字	1	自動車電話, キー, FAX, VTR
専用型 S	専用少数キー タッチパネル	文字/グラフィックス	1	銀行端末, ニューメディア
汎用型 W	汎用多数キー マウス	マルチメディア	複数	パソコン, WS

表1.マンマシンシステムの型

(3) INTERA/Pの位置付け

INTERAの設計対象となるマンマシンシステムは、表1のように3つの型に分類できる。

INTERA/PはINTERA構築の第1ステップとして、表1におけるパネル型(P)マンマシンシステム(自動車電話、キーテレ、ファックス、VTRなどのボタン操作が主となるもの、図5)の対話設計を支援する環境(CAD)である。

3. INTERA/Pの構成

INTERA/Pは、オブジェクトエディタとシーケンスエディタからなり、製品設計段階におけるマンマシン対話の事前評価(プロトタイプング)を実現する。

オブジェクトエディタは、自動車電話、ファックスなどの操作パネルやその上に配置されたボタン、ランプ、LCDなどを、INTERA/Pのディスプレイ上に仮想的に作成する入出力部デザイン機能を提供する。

シーケンスエディタは、入出力部上で行われる操作手順をダイアグラム表現(対話シーケンス)によって設計する機能と、設計した対話シーケンスに従って、入出力部上のボタンの動き、ランプの点灯/消灯、LCDの表示内容の変化などを再現するシミュレーション機能を提供する。

これらの機能によって、マンマシン対話(入出力部デザイン仕様と操作仕様)の視覚的プロトタイプングを行うことができる。

INTERA/Pのディスプレイ画面を図6に示す。図6は、ファックスのマンマシン対話設計を行っているところである。

INTERA/PはPC98XAをベースに、ディスプレイに高分解能のタッチパネルを取り付け、メモリ/ディスクを増設したハードウェア(図7)上に試作した。

4. オブジェクトエディタ

(1) ビューモード

入出力部の構成要素(オブジェクト)の外観/状態(ビュー)をデザインするために必要な以下の機能を提供する。

- ・グラフィック描画/編集機能
- ・影付き/かど取り矩形描画機能(図8)
- ・シンボル編集機能

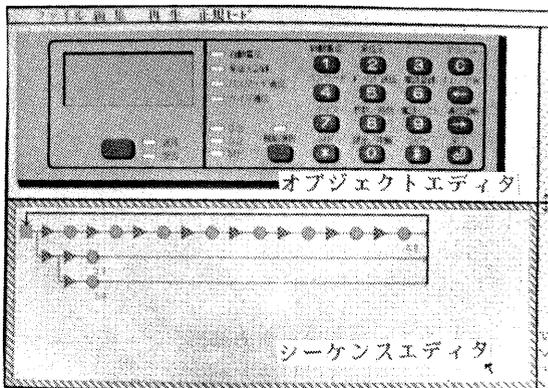


図6. INTERA/Pのディスプレイ画面

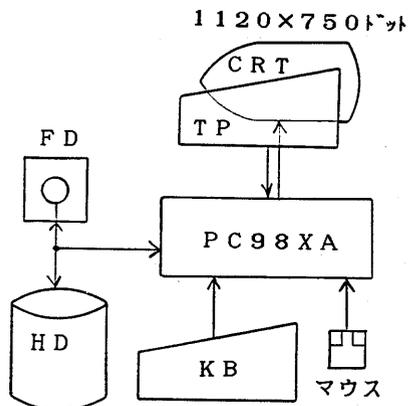


図7. INTERA/Pのハードウェア構成

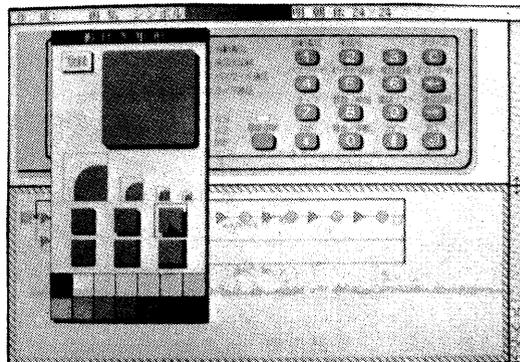


図8. 影付き/かど取り矩形描画機能

- ・パレット：
 - 色の設定をデザイナーの感覚に近いHSV表示モデル(色相・飽和・明暗)[7]によって行うことができる
- ・マルチフォント表示機能：
 - 24*24,30*30,40*40の明朝体
 - 16*16のゴシック体
 - 24*24のナール(キートップの刻印用)

(2)オブジェクトモード

入出力部は、以下の3タイプのオブジェクトによって構成される。

- ・フレームオブジェクト
 - 筐体部分
- ・応答オブジェクト
 - ランプなどの出力(表示)部品
- ・操作オブジェクト
 - ボタンなどの入力部品

フレームオブジェクトは、その外観(ビュー)が変化しないが、応答オブジェクト(ランプなど)や操作オブジェクト(ボタンなど)は、点灯と消灯やボタンアップとダウンのようにいくつかの異なる外観/状態をとる。INTERA/Pでは、応答/操作オブジェクトについては、ひとつのオブジェクトに複数のビューを登録しておき、表示するビューを切換えることによって、このような動き/変化を表現する。

2-1)応答オブジェクト

ランプなどの応答オブジェクトについては、ビュー一覧表示機能(図9)によって、そのオブジェクトに登録された全てのビューを一覧することができる。図9では、ビュー一覧表示ウインド上に、受信ランプ(オブジェクト)に登録されている消灯ビューと点灯ビューが表示されている。また、現在表示されているビュー(表示ビュー)である消灯ビューが赤枠で囲まれている。

表示ビューの切換えは、ビュー一覧表示ウインド上で表示したいビューを選択すればよい。

応答オブジェクトには、一定時間間隔で点灯/消灯を繰り返すブリンク(状態)を、ひとつのビューとして登録することもできる。

2-2)操作オブジェクト

ボタンなどの操作オブジェクトについてはさらに、ユーザのボタン押下操作を受け付けるエリア

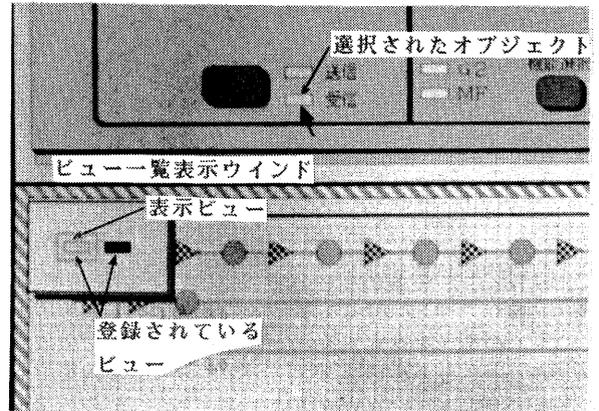


図9.ビュー一覧表示機能

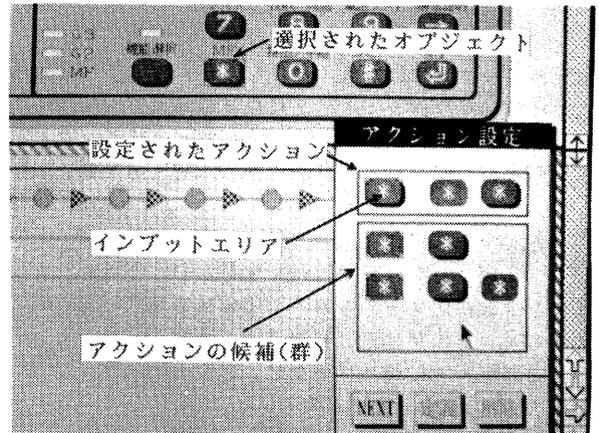


図10.アクション設定機能

(インプットエリア)と、それによって引き起こされるボタンの動き(アクション)を設定する。

図10のアクション設定ウインドには、既に設定されたアクション(とそれを引き起こすインプットエリア)が上の枠内に表示されている。下の枠内には、そのオブジェクトにおいて設定可能なアクションの候補が提示されている。アクションの設定は、(下の枠内に)提示された候補の中から必要なアクションを選択するだけでよい。

設定されたアクションは、インプットエリアをタッチ(タッチパネル)/クリック(マウス)することによって再現される。

2-3)オブジェクトのレイアウト

オブジェクト単位でレイアウト(移動・複写・削除)を行うことができる。

5.シーケンスエディタ

(1)対話シーケンス

シーケンスエディタは、操作手順をダイアグラム表現(対話シーケンス)によって設計することができる。対話シーケンス(図11)は以下の構造をもつ。

1-1)ノードとアーク

操作ノード(▽)はボタンなどの操作オブジェクトへの操作を指定する。応答ノード(○)はランプやLCDなどの応答オブジェクトの状態を指定する。アーク(1)は操作手順に従って、これらのノードをつないで対話シーケンスを形成する。

1-2)分岐

対話シーケンス上のステップ(操作ノードに至るアーク)には複数の操作を定義することができ、行われた操作によってそれ以降のパスが選ばれる。すなわち、対話シーケンスに分岐が生じる。また、分岐の先頭のノードは必ず操作ノードである。

1-3)ループ構造

初期ノード(□)は初期状態を示す。対話シーケンスは初期ノードを根とする木構造を成して広がるが、その葉は再び初期ノードに戻る。ここでは、初期ノードに戻るアークは、表示上は一本(帰還アーク)にまとめてある。

1-4)レスポンス時間

応答ノードに至るアークに、その応答のディスプレイ時間を設定することができる。

(2)対話シーケンス設計機能

対話シーケンスの設計は、視覚プログラミングによって行うことができる。

2-1)対話シーケンスの定義

対話シーケンスの定義は、「リハーサル・プログラミング」(Programming by Rehearsal[8], Programming by Example[9])によって行う。すなわち、シミュレーション(実行)したい操作手順と同じことを、オブジェクトエディタでデザインした入出力部上で行えば、対話シーケンスが定義(プログラミング)される。具体的には、設計する操作手順に従って以下の定義を行ってゆけばよい。

・操作の定義:

操作される操作オブジェクトのインプットエリアをタッチ/クリックした後(このとき操作オブジェクトに設定されたアクションが再現される)、ポップアップメニューで▽アイコンを選択すれば(図12)、初期ノード/直前に定義したノードからアークでつながれた操作ノードが作られる/表示される

・応答の定義:

応答する応答オブジェクトの表示ビューを切替えた後(ビュー一覧表示ウィンド上で表示したいビューを選択する)、○アイコンを選択すれば、応答ノードが作られる/表示される

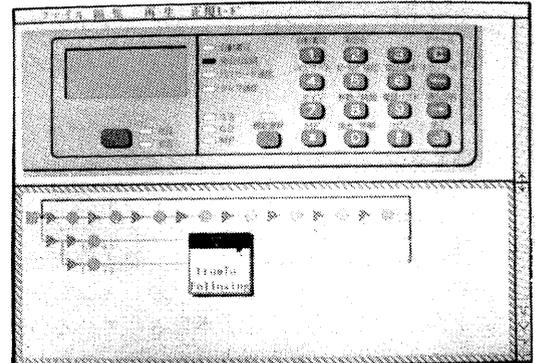


図12.対話シーケンスの定義

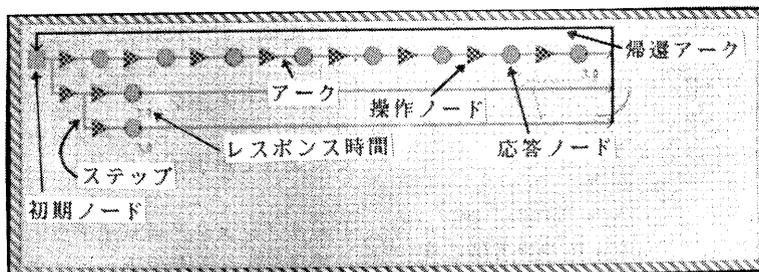


図11.対話シーケンス

2-2)対話シーケンスの編集

対話シーケンスに対する編集機能は、対話シーケンスの構造に沿って設計されている。また、対話シーケンスの構造として許されない編集は実行されない(構造エディタ)。

・ノードの参照：

操作ノードを選択するとそのノードが指定するアクションが再現される。

応答ノードを選択するとそのノードが指定するビューが表示される

・ノードの定義変更：

ノードを選択し、定義し直せばよい

・ノードの追加：

操作ノードは対話シーケンス上の任意の位置に追加できるが、応答ノードをステップ(操作ノードに至るアーク)に追加することはできない。すなわち、応答ノードは、操作ノードの次か、他の応答ノードの次にしか追加することができない

・ノード/バスの削除/複写：

単一のノードの他に、

・ふたつのノードに挟まれたバス

[始点ノード選択→

ポップアップメニュー(図13)で

FromTo選択→終点ノード選択]

・あるノード以下の木構造を成すバス全て

[ノード選択→Following選択]

を一括して削除/複写することができる。

但し、削除結果として、ステップに回答ノードがくるような削除は行えない。また、複写先もノードの追加と同様の制約を受ける

・レスポンス時間の設定：

レスポンス時間を定義するアークを選択し、ディレイ時間を入力する。但し、応答ノードに至るアーク以外には、レスポンス時間の設定は行えない

(3)シミュレーション機能

ふたつのシミュレーションモードを提供する

・リプレイモード：

- ・チェック、プレゼンテーション用
- ・対話シーケンス上のバスを指定する

・トライアルモード：

- ・モニタ用
- ・操作オブジェクトのインプットエリアをタッチ/クリックする

3-1)リプレイモード

指定されたバスに含まれるノードが指定するアクションの再現(操作ノード)/表示ビューの切換え(応答ノード)を、アークに従って順次連続的に行う。その際、レスポンス時間が設定されているアークについては、そのレスポンス時間が経過した後に応答ノードに進む。図14は、指定されたバスに定義されている、「送信」の操作手順(電話番号855-1111の入力/表示→送信ボタン押下→送信ランプ点灯)がリプレイされているところである。

バスを連続的に再生する連続リプレイの他に、ステップ(操作ノードの直前)でリプレイを一旦停止し、続行指示によりリプレイを再開することもできる(ステップリプレイ)。ステップリプレイでは、対話シーケンスを一操作毎にチェックすることができる。

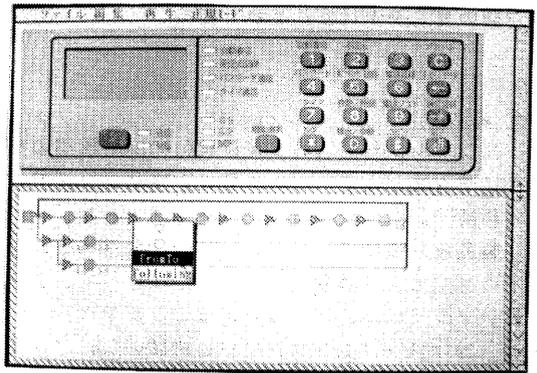


図13.対話シーケンスの編集

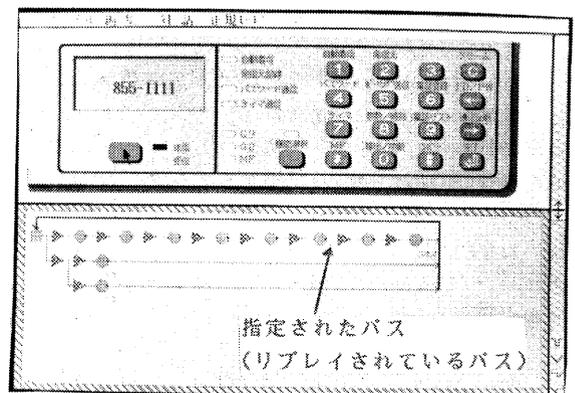


図14.シミュレーション機能

3-2) トライアルモード

以下の規則に従って、インプットエリアへの入力(タッチ/クリック)によって、対話シーケンスをドライブする。

- ・初期ノードを起点とする
 - ・操作ノードでは、そのノードが指定する操作オブジェクトのインプットエリアへの入力を待つ
 - ・入力があると、その操作オブジェクトに設定されたアクションを再現し、さらにその操作ノード以下のパスを次のステップまでリプレイする
 - ・分岐では、入力があったインプットエリアを指定する操作ノード以下のパスに進む
 - ・帰還アークに至ると、再び初期ノードに戻る
- トライアルモードでは、ボタンなどの操作オブジェクトを実際にタッチ/クリックすることによって操作手順を疑似試行できるので、マンマシン対話のモニタを行うことができる。

6. おわりに

マンマシン対話設計支援環境(INTERA)構築の第1ステップとして、パネル型マンマシンシステムの対話設計を支援するINTERA/Pを試作した。

製品設計段階において、INTERA/Pを用いて、以下のプロセスを繰り返し行うことによって、より良いマンマシン対話を設計することができる。

- (1) INTERA/P上でマンマシン対話の(再)設計を行う
- (2) 設計者自身だけでなく、共同設計者やユーザーに設計(プロトタイプ)結果をチェック/モニタしてもらう

また、対話シーケンスの設計は、プログラミング「言語」ではなく視覚プログラミングによって容易に行うことができる。特に、対話シーケンスの定義は、「リハーサル・プログラミング」によって行うことができるために、設計の際に設計者が描いた(プログラミングした)対話のイメージとシミュレーション(実行)結果の間にほとんどギャップが存在しない。

しかし、今回試作したINTERA/P上で対話シーケンスとして表現できる操作手順には制約がある。以下に現行INTERA/Pでは表現できない操作手順の

特性を列挙する。

- ・タイムアウト
- ・内部ループ
- ・手順の動的変化：

システムの状態によって操作手順が動的に変化する

また、視覚言語マシンの機能のひとつとして、対話シーケンス解析機能(設計した対話シーケンスのマンマシン性を解析する機能)の検討を進めているが、解析を行うためにはまず対話シーケンスの表現方式を確立する必要がある。

このため現在、自動車電話を事例にとってその操作手順の特性の分析と、それに基づく対話シーケンスの表現方式の検討を進めている。

今後はさらに、設計対象とするマンマシンシステムの範囲(表1)を専用型マンマシンシステム(ニューメディア、銀行端末など: INTERA/S)、汎用型マンマシンシステム(パソコン、ワークステーションなど: INTERA/W)へと順次広げていく予定である。

参考文献

- [1] 宮井, 橋本, 「マンマシン対話設計について -マンマシン対話技法-」, 第31回情処全大, 2G-4
- [2] 宮井, 橋本, 「マンマシン対話CADの提案」, 第32回情処全大, 6V-8
- [3] 橋本, 宮井, 「マンマシン対話CADのペーパースクリーン」, 第32回情処全大, 6V-9
- [4] 橋本, 宮井, 「マンマシン対話CAD(INTERA) -INTERA/Pの試作-」, 第33回情処全大, 1R-3
- [5] Marcus, A., "Designing Iconic Interfaces", NICOGRAPH'83, pp103-123
- [6] Nishimura, Y. et al., "Dynamic Information Display: New Typographic Possibilities", Visible Language, Vol. 14, No. 2, pp251-271
- [7] Foley, J. D. et al., "Fundamentals of Interactive Computer Graphics", Addison-Wesley, 1982
- [8] Finzer, W. et al., "Programming by Rehearsal", Byte, Vol. 9, No. 6, pp187-210
- [9] Myers, B., "Visual Programming, Programming by Example, and Program Visualization: A Taxonomy", CHI'86, pp59-66