

マンマシンインタフェースのプロトタイピングツール： PUPPET

—— マンマシンインタフェースの動画による表現を目指して ——

宮下 敏昭 宮内 宏 笠原 裕

日本電気(株) C&C情報研究所

動画(アニメーション)を用いたマンマシンインタフェースのプロトタイピングツール PUPPETでの動画作成インタフェースについて述べる。本ツールの目的はシステム開発の初期段階(システム計画段階)において、システム開発者とユーザとの間でシステム構成、機能に関するコンセンサス作りを支援することである。マンマシンインタフェースを提示しそれを操作することによって開発対象システムの機能を理解させることができるという仮説のもとに、プロトタイピングのための動画作成インタフェースを設計した。

本インタフェースの特徴は、動作情報が会話的にも記述を通しても与えられ、さらに、会話的に入力された情報も筆者らが開発した動画記述言語に自動的に変換される点にある。これにより、動きに関する作成者の感覚的な要素とプロトタイピングに必要な論理的な制御情報が共通のインタフェースを通して作成可能となった。

"A Prototyping Tool for Man-Machine Interfaces: PUPPET"(in Japanese)

An Approach for Man-Machine Interfaces Prototyping
Using Animation Production Techniques

Toshiaki MIYASHITA, Hiroshi MIYAUCHI and Yutaka KASAHARA

C & C Information Research Laboratories, NEC Corp.

1-1 Miyazaki 4 cho-me, Miyamae-ku, Kawasaki, 213, Japan

In the planning of system developments, it is essential for planners to deepen users' understanding of functions of proposal systems. We already proposed a man-machine interface prototyping tool on the hypothesis that a man-machine interface of a system can represent functions of the system. The tool is based on animation production techniques.

This paper describes the man-machine interface of that tool and the results of evaluation through three examples. The tool makes easy to produce prototypes of man-machine interfaces of proposal systems using both interactive and descriptive ways.

1. はじめに

人間にとって計算機をはじめとする様々な機器類を使い易くするための研究がマンマシンインタフェースの研究であることは周知の通りである。しかしながら、少し見方を変えてマンマシンインタフェースをシステム機能を表現する一手段として考えられる。もし、その仮説が正しいならば、マンマシンインタフェースを作成しユーザに提示することでシステムの機能を理解させ、延ては新たな要求を引き出すことができるであろう。

ニーズの探索、ニーズの顕在化およびシステム要求定義の3つのフェーズをシステム計画と呼んでいる[1,4]。システム計画段階では、ひとたび開発対象システムが選定されるとユーザとの共同開発体制を作り、システム概念や機能を明確にしていく必要が出て来る。そのためには、代替案としてのシステム機能を具体化し提示することが重要である。しかも、具体化が低コストで迅速に実現されることが望ましい。既に、システム概念や機能を明確化するための有効な手法としてラビッドプロトタイピングが提案されている[2,3,5]が、これらの手法はプロトタイプシステムそのものを造ることを目的としているため、まだ多大な時間と労力および費用を要する。

筆者らは、マンマシンインタフェースの提示とその操作および操作結果の提示だけからシステムの機能を表現できるのではないかという仮説を建て、インタフェースの視覚化と操作結果の視覚化を行なうツールを動画(アニメーション)技術をベースにして開発した。

本報告は、上記の仮説を踏まえ、マンマシンインタフェースの枠組みを拡張した視覚インタフェースのプロトタイピングを行なうためのツールPUPPETについて述べる。特に、「システム機能を表現するための視覚インタフェースをプロトタイプする」という観点からPUPPETで採用している動画(アニメーション)作成のためのインタフェースに関して詳細に説明する。なお、マンマシンインタフェースといった場合、ツールのインタフェースかプロトタイピングの対象であるインタフェースなのか混乱する恐れがあるため、本稿ではプロトタイピングの対象であるインタフェースを以後視覚インタフェースと呼ぶことにする。

2. プロトタイピングツール用マンマシンインタフェースの分析

ここでは「機能の表現」に関して検討した結果見いだされた要求項目について述べるとともに、本ツールで採用した動画のモデルとの関係を示す。

【機能の表現】ある機能を表現するためには、その機能を起動させるための操作と起動した結果得られる出力を示すことが必要である。

(1) 操作(入力)：

操作の種類、入力機器および入力画面の3項目を考える。

i) 操作の種類： 一般にコマンド入力操作とパラメータ入力操作がある。パラメータ入力操作には、メニューからの選択とキーボードからの入力の他に、直接入力画面を指示する場合がある。

ii) 入力機器： キーボード、マウス、タッチパネル、ライトペン等がある。

iii) 入力画面にはメニュー、コマンド、プロンプトの他に対象システム独自の画面があり、しかも、マルチウィンドの利用が考えられる。対象システム独自の画面としては、例えば、ビル管理システムならばビル内の電力系統図が挙げられる。

(2) 出力：

出力イメージは出力機器、出力画面、表現方法、の3項目の組み合わせにより表現されるものと考えた。

i) 出力機器： CRT、プリンタを代表的な出力機器として取り挙げる。

ii) 出力画面： 典型的な出力画面として、表、グラフ、文書、フローチャート、系統図、地図を取り挙げた。出力データのタイプとしては、ベクトルデータと画像データがある。

iii) 表現方法： 一般に、表現方法としては静止画と動画表現があり、静止画ではベクトル図形と画像が、動画ではベクトル図形が処理対象データとなる。また、入力の場合と同様にマルチウィンドの利用が考えられる。

【動画のモデル】 動画作りは絵を作る工程と作成した絵に動きを与える工程からなる。図1に動画のモデルを示す[6]。

(1) シーン：

動画モデルにおけるシーンとはある固定された背景の中でオブジェクトの動作を表現した映像と定義している。シーンはシーンを作成する過程で互いに他のシーンと独立な関係にある。さらに、シーンは背景情報と動きの情報および動きの対象となるオブジェクト情報からなる。

(2) シナリオ：

シーン間の関連、すなわち、シーンの実行順序を定義するものである。

(3) 背景、オブジェクト：

いわゆる形を持つ物である。

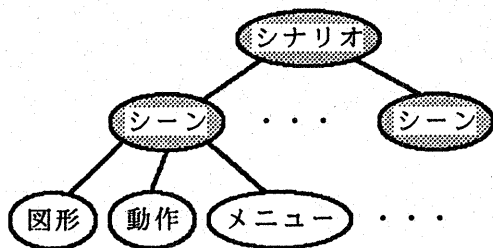


図1. シナリオ、シーンの構造

【機能表現と動画の関係】 動画を作成するという観点からシステム機能のプロトタイピングを見れば、あるシステム機能の可視化とは機能操作による画面内容の変化の表示と捉えられる。例えば、表グラフ変換機能を表示する場合、棒グラフ変換コマンドを選択することにより、変換の対象となる表データが表示されている画面から棒グラフが表示される画面へ切り変えることに表面上等価となる。実際にこのような機能を表示する動画を作る場合、表の全体形状、表内文字列、メニュー枠およびメニュー内コマンド文字列、各種グラフをCRT上に設計することから始まる。このとき、表の全体形状、表内文字列、各種グラフは背景あるいはオブジェクトに対応付けられる。すなわち、背景とオブジェクトは視覚インタフェース内の表示要素とな

る。また、この場合のシーンとは表を背景に適当な位置にメニューを出すことおよびメニュー選択を行なわせることといえる。すなわち、シーンは表示要素を用いて機能の入出力関係を表現するものである。さらに、あるメニューコマンド、例えば、「円グラフ」を押したときに表表示のシーンから円グラフ表示のシーンに切り変えることがシナリオの役割に対応する。換言すれば、機能間の関係付けを行なうのがシナリオである。

【動画作成過程とプロトタイピング】 上述の分析結果から、動画作成過程と機能表現のための要件との関係は以下のようにまとめられる。

(1) 背景・オブジェクトの作成過程：

入力画面に必要なコマンド、プロンプト等の文字列の作成および対象システム独自の画面設計。出力画面に使われる表、グラフ、文書、系統図、地図等の設計。

(2) シーンの作成過程：

入力機器であるキーボード、マウス、タッチパネル等を用いたコマンドおよびパラメータ入力を視覚インタフェース上で可能にすること。機能のプロトタイプが出力機器であるCRT、プリンタに出力できること。文字・図形に動きを与えられること。

(3) シナリオの作成過程：

視覚インタフェースを通して入力されたコマンドに対応してシーンを切り換えられること。

3. ツールのインタフェース

動画を用いて視覚インタフェースをプロトタイピングするためのツールのマンマシンインタフェースについて述べる。ツールは背景およびオブジェクト作成サブシステム、シーン作成サブシステム、シナリオ作成サブシステムからなる。図2にツールの構成を示す。

3.1 背景・オブジェクト作成インタフェース

ここでは、プロトタイピングの対象となるシステム機能の入出力画面を作成する。例えば、帳票、グラフ、電力系統図などの作成を行なう。以下に、本インタフェースの特徴機能を示す。

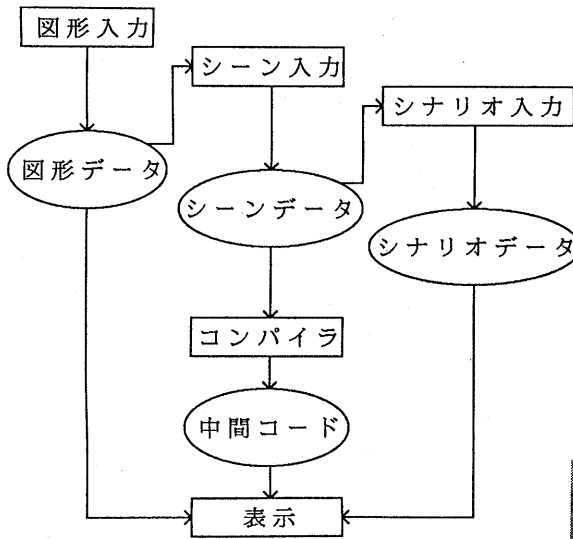


図2. プロトタイピングのプロセス

- (1) 背景表示された画面上でオブジェクトの作成が可能。

オブジェクトを作成する上で必要不可欠なインタフェースの要件でもある。なぜなら、オブジェクトを作る場合に利用者は背景全体を眺めながら位置、大きさ、色合い等を決定するからである。

- (2) 背景・オブジェクトの移動、拡大／縮小が可能。

絵を作る行為は試行錯誤的な要素を含む。せっかく作った絵が位置的におかしいとか大きさが不釣り合いだとかいった場面にしばしば直面する。このようなとき、形や色としては満足している絵を破棄し、もう一度作り直すことは利用者の集中力を無くしてしまうことになる。この問題を解決するためのインタフェースであり、作成した背景やオブジェクトの一部または全部を移動したり拡大／縮小を行なう。

- (3) ポップアップメニューを採用。
 (4) 文字入力を除いては全てマウスを使用。

(3),(4) はインタフェースの形態と使用デバイスの統一を図ったものである。

- (5) 背景あるいはオブジェクト単位で入力・修正を実行。

本機能はデータの管理という観点からは望まし

いが、以下のような欠点を有してしまう。現在、背景・オブジェクトの作成／修正は形状を作成／修正する時点で利用者に背景作成かオブジェクト作成かの明確な区別をさせている。しかしながら、一般に利用者はアイデアを絵にしている時点では必ずしも将来動かすものとそうでないものを意識しているものではなく、むしろ時間とともに考えが固まってくるものである。従って、作成済みの絵をシーンを作る時点で背景として使うかオブジェクトとして使うかを判断させるようなインタフェースの方が望ましい。図3に本ツールでの背景・オブジェクト作成用インタフェースの一部を示す。

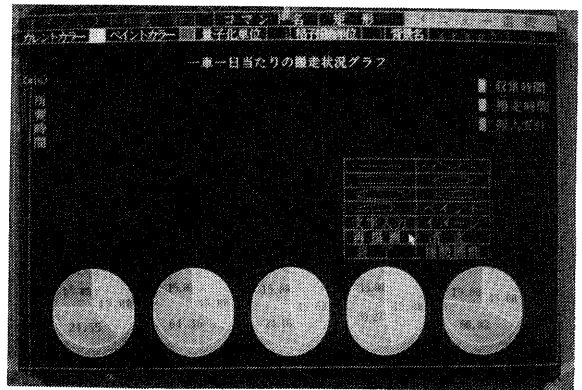


図3. 背景・オブジェクト作成インタフェース

3.2 シーン作成インタフェース

マンマシンインタフェースを通してシステムの機能を実現するためには、シーン作成は次の要件を満たさなければならない。

[シーン作成インタフェースの要件]

- (1) コマンドメニューが定義できること。

対象システムの機能を動作させるためのコマンドメニューが定義でき、ポップアップメニューのように任意の時点で表示する必要がある。

- (2) マウスおよびキーボードによる入力ができること。

マウスおよびキーボードを用いてプロトタイプを操作できなければならない(コマンドおよびバラ

メータの入力)。

(3) 実行の条件分岐が指定できること。

例えば、選択されたメニューコマンドによって動きを変えたり、表示すべきオブジェクトを変えられなければならない。

(4) プリンタへの出力ができること。

プロトタイプ機能がプリントアウト機能を持つ場合には、プリンタへの出力指定が行なえる必要がある。

(5) 動きの指定ができること。

表のスクロール、文字・図形のプリンキング、色変更等の動きの作成を必要とする。本要件は特に重要である。機能を的確に表現するためには、機能を動作させたときの応答、例えば、計器のメータが振れるとか、インジケータが点滅するとか、メッセージが返って来るといった状況をできる限りリアルに示さなければならないからである。

(6) 数値計算が定義できること。

動きの量(移動量)を予め決めておくのではなく入力されたパラメータ量に対し、ある計算を施すことにより移動量が決定される場合も想定する必要がある。特に、数値シミュレーション機能を表現する場合などがこれに当たる。

上記6つの要件を満たしつつ、且つ、できる限り容易にシーンを作成できるインタフェースを設計することがここでの課題である。

解決策として(1)~(6)の要件を満たす記述言語を設計することがまず第1に考えられるが、動きの作成に関しては記述言語を用いるだけではかなり難しい。特に、移動後の座標をユーザに数値として直接記述させることはプログラム時にかなりの負担をかけることになる。むしろ、動きを作成する場合にはどんな物体をどのような動きとスピードでどこからどこまで変化させるといった情報をマウスを用いて対話的に行なえる方が望ましい。

そこで、下記の5項目をインタフェース設計の指針とした。

【インタフェース設計指針】

(1) 記述言語とメニューコマンドの両インタフェ

ースを採用すること。

(2) 移動・回転・拡大/縮小・プリンキング・スクロール等のメニューを用いて、背景上でインタラクティブに動きを指定できること。

(3) インタラクティブな操作で作成した動きのデータも言語によるプログラムに変換されること。

(4) マルチウィンドによりシーンの中でシーンを記述したプログラムが参照でき、プログラムの修正ができること。

(5) 指定した動きをテンポラリーにシミュレートできること(動きのレビュー)。

本インタフェースは対話モードとプログラム編集モードからなる。対話モードでは、予め決定され得る動きに関してグラフィック画面を通してあるオブジェクトの動きの種類をメニューから選択し、その軌跡を背景上でマウスにより入力できる。グラフィック画面上で対話的に作成された動きを次のような形式の言語に自動的に変換する。

オブジェクト名(“動きの種類”, 動きのパラメータ, スピード)

このような入力方式を用いることにより動きに関するユーザの感覚的な要素の取り込みを可能にするとともにプログラムとして管理できることになる。さらに、重要な点は今作成した動きをリアルタイムに確認できることである。ユーザが頭の中で描いているイメージと作成した動きが合致しているかどうかを検証するのはイメージが鮮明な時点で行なえるのが望ましい。

プログラム編集モードでは動きの作成以外に実行の分岐、繰り返し、数式、入出力命令等を記述する。プログラム編集モードを対話モードから呼び出し、マルチウィンドを用いて動きの作成中にプログラムウィンドを重ねて表示させ、キーボード入力によりプログラムの追加/修正を行なえるようにすることで視覚感覚的な要素と論理的な思考を一体化したインタフェースになる。図4にシーン作成インタフェースの実例を示

す。

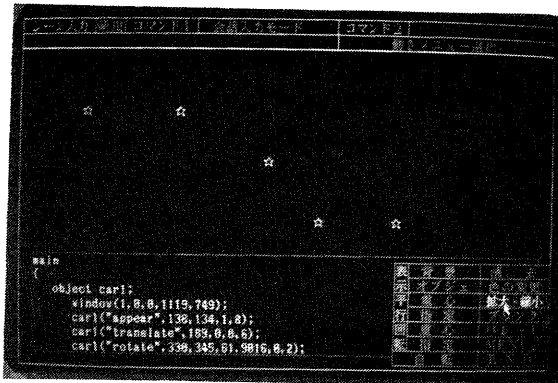


図4. シーン作成インタフェース

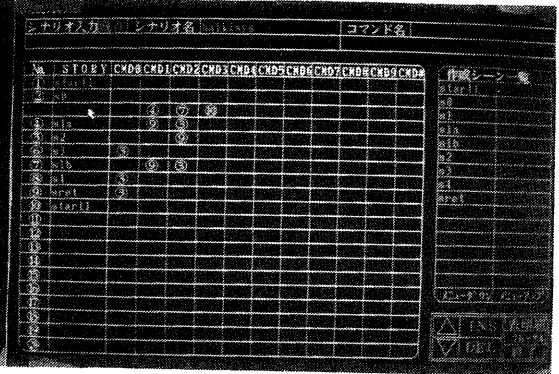


図5. シナリオ作成インタフェース

3.3 シナリオ作成インタフェース

シーンの実行順序を定義する行為は、思考のレベルで2面性を持つ。論理的で機械的な場合と感覚的な場合がある。前者はプロトタイプシステム機能の内選択されたコマンドにより一意的に移行すべきシーンが決定されている場合である。後者はシステム概念図とか全体図およびシステムに対する開発側の考え方を示すような場合であり、比較的プレゼンテーションに近い行為である。そのため効果的な話の進め方について考える必要があり、シーン実行順序の構成を考えなければならないような場合である。

両者をひとつのインタフェースで吸収することを狙い、図5のような表形式のインタフェースを考えた。行方向には実行すべきシーンが入り、列方向には各シーンで定義されたメニューコマンドの番号が最大20個入る。行方向にシーンを入れるときには、表の左側にあるシーンリストからシーンを選択する。このとき、シーン実行順序の構成を念頭において先に実行するシーンから順に行方向を埋めて行く。ある一行を考えたとき、その列要素になにも記入されなければ、ツールはその行のシーンを実行した後に次の行のシーンを無条件に実行する。こうすることにより、前述した後者の場合に対応できる。一方、その行の列要素（例えば、CMD1の列要素）にシーン番号（例えば、④）を記述した場合には、そのシーンでCMD1に対応するコ

マンドが選択されたとき、次に第4行目のシーンを実行することになる。このような方式で前者の機械的なシナリオ作成も可能になる。列要素にシーン番号を埋めるための操作は単に、次に実行したいシーンの行をマウスで指示することによりその行番号が自動的に書き込まれる。したがって、面倒な作業がなく、シナリオ作成が迅速に行なえるという利点を持つ。

4. ツールの評価

廃棄物システム、防災情報システムにおける延焼シミュレーション機能、遠隔教育システムの事例を通して本ツールの持つマンマシンインタフェースの機能面からの評価を行なった。例えば、図6は廃棄物処理システムの一機能である収集経路シミュレーションのマンマシンインタフェースを示している。収集経路を会話的に指定することで右上の評価項目表の値がリアルタイムに変化する。試行錯誤的に収集効率の最も良い経路を選択する機能を表現している。

評価・検証すべき事項は、以下の2点である。

- (1) マンマシンインタフェースだけから機能が理解できるかどうかの検証。
 - (2) ツールのインタフェースの評価。
- (1)に関しては、現在検証方法を考察中である。ここでは、(2)に関する評価結果を述べる。

【評価結果】

- ・マンマシンインタフェースをプロトタイプングす

る場合、実際には背景、オブジェクトを作成する段階が重要である。機能を理解させるためにはそれ以前に現実味のある絵が要求されるからである。

・対話形式は動きの入力に有効である。動きを記述する場合に比べ、会話的指示による入力は動きを表現する直接的な操作であるためと考えられる。

・シナリオの作成に関して、次のような改善点が見いだされた。以前に作成したシーンについては思い出せない場合が多々あるため、使用するシーンに関する要約情報、例えば、シーン中において使われているオブジェクト名、背景名およびメニューコマンドの種類等の提示が必要である。

上記の評価を踏まえ、今後さらにインタフェースの改善を試みるとともに、(1)で述べた検証のための実験を行なうつもりである。

5. おわりに

システム計画支援を目指し、ユーザと開発者、あるいは開発者間で開発すべきシステムに関する理解を得るための支援ツールについて述べた。システムのマンマシンインタフェースに着目し、インタフェースのプロトタイプを通してシステム機能を理解させる方法を提案するとともに、ツールのインタフェースに関する考え方と事例を通しての評価の結果を述べた。

今後、より使い易いツールにするためマンマシンインタフェースのプロトタイピングをさらに分析し、ツールのインタフェース設計に反映して行くつもりである。

謝辞

本研究の機会を与えてくださった日本電気(株) C & Cパブリックシステム推進本部中本部長、有益なご助言をくださったC & C情報研究所情報基礎研究部真名垣部長に感謝の意を表します。

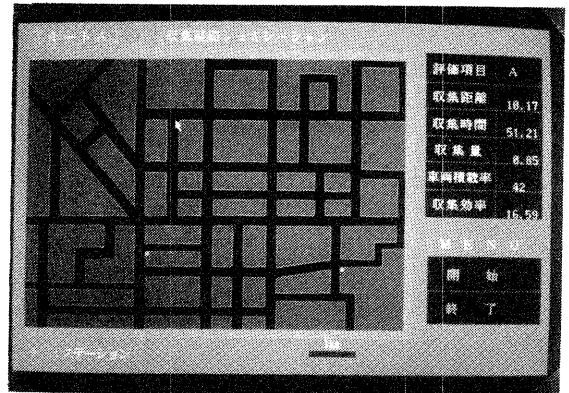


図6. 廃棄物収集経路シミュレータの視覚インタフェース

<参考文献>

- [1] A. D. Hall: "Three-Dimensional Morphology of System Engineering", IEEE Trans. on SSC, vol. SSC-5, No.2, pp156-160, 1969.
- [2] J. W. Hooper et al.: "Scenario-based Prototyping for Requirements Identification", ACM SIGSOFT Software Engineering notes, vol.7, No.5, pp88-93, 1982.
- [3] 石井茂: "ソフトウェア要求仕様の検証に使われだすプロトタイピング", 日経エレクトロニクス 6月号, pp105-119, 1983.
- [4] 笠原 他: "システム計画支援ツール—ビジュアルインタフェースのプロトタイピング—", 情報学会プロトタイピングと要求定義シンポジウム論文集, pp167-174, 昭和61年4月
- [5] 野木兼六: "要求定義技術の最近の動向", 情報処理, vol.27, No.1, pp21-29, 1986.
- [6] 宮下 他: "システム計画における要求定義支援—ビジュアルインタフェースのプロトタイピング—", 情報第34回全国大会, pp1083-1084, 昭和62年3月