

映像通信端末の設計モデル

中村 能章

滝田 久美

酒井 洋

NTT ヒューマンインタフェース研究所

映像と音声を扱う映像通信では、モニタ、VTR等の端末に接続されている複数の入出力機器を用いて異なる信号を入出力するため、端末の状態は音声通信に比べて飛躍的に増大する。このような映像通信端末の設計・開発を簡易化するには、ビジュアルに構築イメージが把握できるプロトタイピングが有効である。本報告では、端末モデルに有限状態機械を仮定し、入出力としての映像・音声の信号としての特徴に着目して端末の通信モデルについて検討する。さらに、本モデルに沿った端末システムの機能及び設計条件について考察する。

A Model Based Design of Audio-Visual Communication Terminal

Yoshiaki Nakamura

Kumi Takita

Hiroshi Sakai

NTT Human Interface Laboratories

1-2356 Take, Yokosuka 238-03, Japan

Audio-visual communication requires multiple audio-visual connections between I/O devices of communicating terminals. Thus, design factors and complexity are increased. In easily designing and developing audio-visual terminals, prototyping is effective to visualization of system concepts. In this paper, design factors and its method are discussed in a model based on the finite sequential machine and characteristics of audio-visual signals.

1. まえがき

映像や音声を扱う映像通信端末は、テレビ電話やテレビ会議のような専用端末として情報処理端末とは独立に検討されてきた。これに対して、LSI技術やデジタル処理技術の進展は、ワークステーションやパソコンへのテレビ電話用のコーデックや通信処理の組み込みを可能にした。さらに、通信会議、ビデオ伝送、映像メール等の通信手段やオフィスワークを支援するグループウェア、CSCW等の通信手段の利用方法などの様々な観点から映像を用いたアプリケーション(AP)が検討・提案されている¹⁾。このように、映像通信とコンピューティングの融合したAPは、重要性が飛躍的に増大するとともに、その高度化が望まれると考えられる。

映像通信は、設計条件や端末の状態が音声通信に比べて飛躍的に増大する。このため、映像通信端末やAPの設計・開発が簡易化できる方法の開発が望まれている。情報処理システムにおいて、設計・開発に有効な手法のひとつにプロトタイピングがある。ビジュアルに構築イメージが把握できるプロトタイピングは、映像が重要な意味をもつ映像通信端末やそのAPの設計・開発に特に有効と考えられる。

効率的なプロトタイピングを可能にするには、プロトタイピング・ツールがひとつの有効な手法である。ここでは、適用域の明確なプロトタイピング・ツールを構成することを目的として、映像通信端末の設計のモデル及びこれに基づいた設計手法について検討する。

本報告では、端末モデルに有限状態機械を仮定し、入出力としての映像・音声の信号としての特徴に着目して端末の通信モデルについて検討する²⁾。さらに、本モデルに沿った端末システムの機能及び設計条件について考察する。

2. 設計モデル

本章では、ウィンドウという概念で映像と音声の組を表現し、ウィンドウの入力と出力の関係をベースに端末モデル化する。

る。

2.1 前提条件

(1) ウィンドウ

本節では、モデルの前提となる映像と音声信号を一元的に扱うための表現方法について考察する。端末間での映像・音声信号の入出力を以下のようなウィンドウ形式で記述する。

端末の入力及び出力は、映像と音声の信号に限定する。端末は、 n 個の入力と m 個の出力をもつ。これらの入出力を映像と音声を1つの組として、ウィンドウ W_i で表す。ウィンドウ W_i は、映像や音声の自己写像、すなわち合同変換 ρ_{ik} を用いて以下のように n 個の入力ウィンドウ W_{ik} の和で表すことができる。

$$(2.1-1) W_i = \sum_k \rho_{ik} W_{ik} \quad (k=1, 2, \dots, n)$$

この式は、合同変換 ρ_{ik} とウィンドウの和の範囲で映像や音声の変換、合成、選択、接続等の組合せを内包している。これにより、合同変換による入出力条件のユーザ操作は(2.1-1)の範囲で表現できると考えられる。合同変換 ρ_{ik} を表2. 1-1に示す。

(2) オンオフの概念を組込だ信号の定義

端末の状態は、映像や音声の入出力で表すことができる。この場合、ウィンドウにオンオフ操作の概念を導入することにより、端末の映像・音声の操作

表2. 1-1 映像・音声の合同変換

| 分類 | 操作 | 変換 | 代表パラメータ | | |
|----|------|-------|---------|-------------------------------------|---------|
| | | | 概念 | インデックス | 補助パラメータ |
| 映像 | 再生 | 移動 | 撮像位置 | カメラ位置 (x, y, z) | 機器番号 |
| | | 投影 | 撮像時間 | 時刻 (t) | ズーム倍率 |
| | | 移動 | 撮像方向 | パン位置 (θ, ζ, ϵ) | |
| | 映像 | 移動 | 再生位置 | テープ位置 (t) | フレーム番号 |
| | | 移動 | 再生方向 | | 再生 |
| | | 拡大縮小 | 再生速度 | 倍率 | 早送り、巻戻し |
| | 合成 | 切出し | 切出し形状 | 曲面座標 (x, y, t) | |
| | | 移動 | 挿込み位置 | 表示位置 (x, y) | |
| | | 回転 | 挿込み角度 | 表示角度 (θ, ψ) | ワイフパターン |
| | | 拡大縮小 | 挿込みサイズ | 倍率 | クロマキー |
| 音声 | 再生 | 重畳 | 拡大縮小 | 輝度 | 倍率 |
| | | 移動 | 集音位置 | マイク位置 (x, y, z) | 機器番号 |
| | | 投影 | 集音時間 | 時刻 (t) | |
| | 再生 | 移動 | 集音方向 | マイク位置 (θ, ζ, ϵ) | |
| | | 移動 | 再生位置 | テープ位置 (t) | ヘッド位置 |
| | | 移動 | 再生方向 | | 再生 |
| | 合成 | 拡大縮小 | 再生速度 | 倍率 | 早送り、巻戻し |
| | | 切出し | 切出し時間 | 時刻、時間 (t, T) | |
| | | 移動 | 挿込み位置 | 時刻 (t) | |
| | | 拡大縮小 | 挿込みサイズ | 倍率 | |
| 重畳 | 拡大縮小 | 集音レベル | 倍率 | | |

インタフェースをウィンドウで一意に表すことができる。このため、オン、オフの2つの状態をもつ状態集合Sbを用いて、操作の集合とウィンドウを組合せた入出力を定義する。

オン(1)、オフ(-1)及び直前状態の維持(0)の3つの操作を元にもつイベント集合Zを用いて、集合Sb及び自己写像の集合M(f)を以下のように定義する。

$$(2.1-2) Sb = \{0, 1\}$$

$$M(f) = \{f \mid \exists x \in Sb: f = x + z \ (\forall f \in Sb, \forall z \in Z = \{-1, 0, 1\})\}$$

ここで、集合Zは、である。

入出力信号を(2.2-1)及び(2.2-2)の概念で扱うため、状態集合とウィンドウを組合せた出力とイベント集合とウィンドウを組合せた入力を定義する。集合Lは、整数の部分集合であり、0と1を単位元とする加群と乗法半群を構成するから、(2.1-1)と演算可能である。

端末T_i(i=1,2,...,iⁿ)のn番目のウィンドウをW_i^aとすると、各端末の入力及び出力はそれぞれウィンドウの集合W_i^a及びW_{oi}^aで与えられる。

$$(2.1-3) W_{ii}^a = \{w_{ii}^a \mid w_{ii}^a = w_i^a \times z \ (\forall z \in Z)\}$$

$$W_{oi}^a = \{w_{oi}^a \mid w_{oi}^a = w_i^a \times s \ (\forall s \in Sb)\}$$

集合W_{ii}^a及びW_{oi}^aは、ウィンドウをW_i^a及び集合Z、Sbとそれぞれ同形である。これより、映像・音声信号とオンオフ状態の2つのモードで演算が可能となる。

2.2 システム構成

本節では、有限状態機械モデルに従ってウィンドウ間の関係から映像通信端末の構成モデルを定義する。

(1) 映像通信モデル

n_i個の入力とm_i個の出力をもった、2つの端末間での通信状態をプロトコル処理のモデルとして一般的な有限状態機械で表す。2つの端末の通信状態のモデルを図2.2-1に示す。有限状態機械を以下に示す。

$$(2.2-1) S_i = (Is_i^{a(m)}, Os_i^{a(m)}, S_i^a, S_i^b, F_i^a)$$

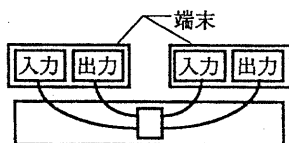


図2.2-1 2つの映像通信端末の通信状態

端末T_iは、一般に自端末の装置や通信先の装置を含めてm_i個の入力を持っている。このため、入力先を区別した入力の集合Is_i^{a(m)}を以下のように定義する。

$$(2.2-2) Is_i^{a(m)} = Is_i^{a(m)} \otimes W_{im}^a \quad (Is_i^{a(0)} = \emptyset)$$

集合Is_i^{a(m)}は、集合Zと準同形であり、(2.2-2)は集合Sbへの作用によって集合Zから元が選択される。

いま、この入力集合Is_i^{a(m)}を合成した信号をm_i個の出力に分配すると仮定する。この場合、m_i個の出力の集合は、直積を用いて集合Sbのm_i項組として以下のように定義できる。

$$(2.2-3) Os_i^{a(m)} = (\Sigma W_i^a) (\Pi Sb) \quad (W_i^a \in W_{im}^a)$$

集合Os_i^{a(m)}は、集合Sbと準同形であり、(2.2-2)は集合Sbに作用する。

集合Os_i^{a(m)}は集合M_i^a(f_{sa})のm_i項組によって新しい出力の組Os_i^{a(m)}に写される。したがって、出力の間の写像の集合M_{oi}^a(f)はm_i個の直積によって以下のように表せる。

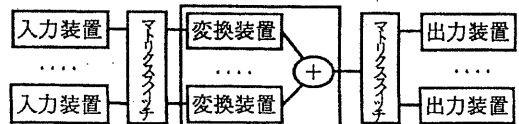
$$(2.2-4) M_{oi}^{a(m)}(f) = \Pi M_i^a(f_{sa})$$

(2.2-2)は、(2.1-3)の入力に対応するから、(2.2-2)の入出力について(2.1-2)と同じ条件で写像が定まる。これより、(2.2-2)と同じ形式で表現されるm_i個の直積によって(2.1-3)の入出力に対応する写像の集合M_{ii}^{a(m)}(f)が以下のように表される。

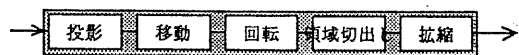
$$(2.2-3) M_{ii}^{a(m)}(f) = \{f(x) \mid \exists x \in Is_i^{a(m)}: f(x) = x + z \ (\forall f(x) \in Ios_i^{a(m)}, \forall z \in \Pi M_i^a(f_{sa}))\}$$

$$Ios_i^{a(m)} = Ios_i^{a(m)} \otimes W_{om}^a \quad (Ios_i^{a(0)} = \emptyset)$$

これより、システムの状態は、(2.2-5)の入力Ios_i^{a(m)}と(2.2-3)の出力Os_i^{a(m)}の組S_i^aで表すことができる。さらに、それらの状態間の遷移を与える写像も同様に、(2.2-4)の写像M_{oi}^{a(m)}(f)と(2.2-5)の写像M_{ii}^{a(m)}(f)の組M_i^{a(m)}(f)で表すことができる。状態と出力の関係は、(2.2-3)の出力Os_i^{a(m)}によって一意に与えられる。これにより、状態機械を表す入出力、状態及び



(1) 映像通信モデルの構成



(2) 変換装置の構成

図2.2-2 映像通信端末の構成

それらの間の写像関係が定まる。状態と写像の定義を以下に示す。

$$(2.2-6) S_1^a = I \circ S_1^{a(m)} \otimes O S_1^{a(m)}$$

$$M_1^{a(m)}(f) = M_{O_1}^{a(m)}(f) \otimes M_{I_1}^{a(m)}(f)$$

システムの挙動を一意に規定するため、初期状態 $s_{1,0}^a$ 及び終了状態の集合 F_1^a を定義する。入出力がない場合は機器が未使用と考えられる。出力がない場合は正常、異常を問わずユーザが使用、つまり見ている状態にないと考えられる。ここでは、入出力がまったくない状態を初期状態 $s_{1,0}^a$ とし、出力がない状態を終了状態 F_1^a として選ぶ。初期状態 $s_{1,0}^a$ 及び終了状態の集合 F_1^a を以下のように定義する。

$$(2.2-7) s_{1,0}^a = ((0^1, 0^2, \dots, 0^m), (0^1, 0^2, \dots, 0^m))$$

$$F_1^a = \{(I s_1^1, (O s_1^1, O s_1^2, \dots, O s_1^m), F_1^1, F_1^2, \dots, F_1^m)\}$$

以上の議論は、 n 番目のウィンドウについてであったが、各ウィンドウ W_i^a は同形かつ独立な群を構成する。したがって、 n 個のウィンドウをもつ場合は、これらの直積によって与えられる。

(2) 多地点への拡張

通信状態の表現を多地点へ拡張するため、複数の入出力を一つにまとめる。これにより、1つの入出力をもった複数の端末と複数の入出力をもった1つの端末の変換あるいは仮想化が可能となる。端末の通信状態の概念を図2. 2-3に示す。

すべての要素が0のときに0を代表元とし、それ以外の場合に1を代表元とする n 項組を考える。

$$(2.2-8) M_c^{(n)} = \{0 = (0, 0, \dots, 0), 1 = (\text{任意の要素が1})\}$$

この n 項組は形式的に集合 S_b と同形である。したがって、本モデルの要素として組込みが可能である。これにより、 n 個の入出力を1つにまとめることができる。すなわち、本モデルの入出力を(2.2-8)によって絞込んだり、拡張することが可能となる。

端末 T_i^a のウィンドウ W_i^a を1つにまとめると、端末の入力ウィンドウの入出力を自端末とそれ以外の2つに制限できる。この場合、入出力の数は $m_i = m_o = m$ と同じになる。これにより、複数の入出力で重複す

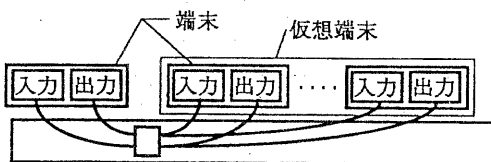


図2. 2-3 2つの映像通信端末の通信状態

る状態を2つの入出力の場合で代表できる。この拡張によれば、本モデルは、 m 地点の多地点接続を2つの入出力で代表できることが分かる。

(3) 複数の異なる入出力への拡張

本節は、前節の通信モデルを組合せ、映像通信端末の一般的な記述を定義する。

端末は、一般的にモニタ、VTR等の複数の異なる入出力デバイスで並行して異なる信号を入出力する。一方、状態機械は、(2.2-4)の仮定から、同じ信号を複数の出力先に出力する。このため、2つの状態機械を直列に組合せた端末モデルを以下のように構成する。

m_i 個の入力デバイス、 m_o 個の出力デバイス、 $m-1$ 個の通信相手をもった映像通信端末を考える。この端末に、 m 個の出力機械 $S_{OUT} = (I s_1^{(m)OUT}, O s_1^{(m)OUT}, S_1^{(m)OUT}, S_1^{(m)OUT}, F_1^{(m)OUT})$ 、 m_i 個の入力機械 $S_{IN} = (I s_1^{(m)IN}, O s_1^{(m)IN}, S_1^{(m)IN}, S_1^{(m)IN}, F_1^{(m)IN})$ を仮定する。これらの間に入力機械の出力を出力機械の入力にする $O s_1^{(m)IN} = I s_1^{(m)OUT}$ なる関係があるとする。

出力機械 M_{S_o} の出力1つと仮定し、出力関数の写像の集合として集合 $M_j^{(n)}(f)$ の以下に示す部分集合を考える。

$$(2.2-9) \text{sub}(M_j^{(n)}(f)) = \{(S, x) \times Z\}$$

この部分集合は、群をなすから、集合 $M_j^{(n)}(f)$ と部分集合 $\text{sub}(M_j^{(n)}(f))$ で構成する集合は積について半群を構成する。したがって、入力機械 M_{S_i} の出力を出力機械 M_{S_o} の入力とする以下に示す順序機械が定義可能である。

$$(2.2-10) I = I^{(n)1} \otimes I^{(n)2} \otimes \dots \otimes I^{(n)m}$$

$$M_j^{(n)}(f) = (\Pi M_j^{(n)}(f)^1) \times \text{sub}(M_j^{(n)}(f))$$

$$O^* = M_j^{(n)}(f) \otimes I$$

$$S = M_j^{(n)}(f) \dot{\Delta} I$$

以上の述べたことをまとめると、図2. 2-4に示すブロック構成の映像通信端末が定義できる。モデルの特徴を以下に示す。

(A) 2つの状態機械を直列に接続する。それぞれを入力機械と出力機械と呼ぶ。

(B) 入力機械は、1つの仮想の入力装置ともう1つの網からの入力の2つの入力に対応した状態を管理する。網からの入力は、 M_c によって縮退した入力を考える。

(C) 出力機械は、1つの仮想の出力装置に対応した

状態を管理する。入力
は、複数の入力機械の
出力を入力できる。

3. 考察

本節は、前節で定義した
モデルが要求する端末の設
計条件について考察する。

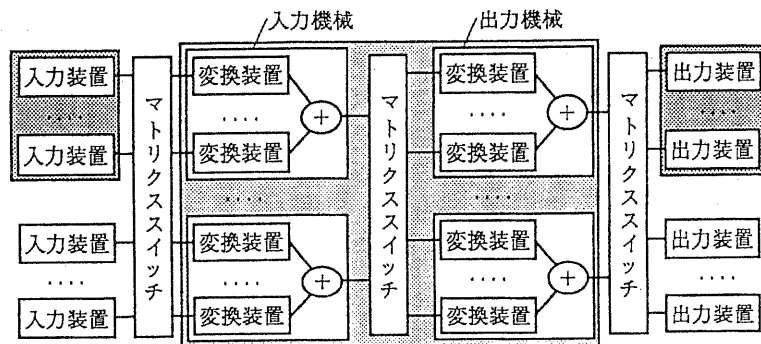


図 2. 2-4 入出力機械を組合せた映像通信モデル

(1) 要求機能

端末に必要な機能は、映
像・音声の自己写像によって規定できる。この場
合、端末の機能は、本モデルによれば、以下に示す
5つの写像によって与えられる。

(a) ウィンドウ選択による状態遷移: $W_i \rightarrow W_i$

ウィンドウ選択 $W_i \rightarrow W_i$ は、ウィンドウの入出力
内容に関する状態の変更を与える考えられる。イ
ベントは、任意のウィンドウ内の情報の指定に
よって発生する。

内容の変更は、(d)項の合同変換を用いた切出
し・変換が必要となる。ここでは、本モデルの記
述レベルで規定できる、内容のポインティングを
イベントとする。

(b) 入出力選択による状態遷移: $W_i^1 \rightarrow W_i^0$

入出力選択による状態遷移 $W_i^1 \rightarrow W_i^0$ は、電話発
信等の間接操作や直接入出力を選択する入出力の
対応付けと考えられる。イベントは、入力装置と
出力装置を選ぶ操作によって発生する。

入出力装置は、端末毎あるいは通信中の相手端
末に応じて変わるため、利用状況に応じて柔軟に
操作コマンドを決める必要がある。画面共有など
入出力が相手端末に関与する場合、通信中の端末
は、お互いに入出力に関する端末能力及び通信状
態を共通に認識する必要がある。

(c) 状態遷移: $s_i^1 \rightarrow s_i^1$

状態遷移: $s_i^1 \rightarrow s_i^1$ は、ユーザの操作概念に近い操
作コマンドによって複数の装置の接続を一括変更
すると考えられる。イベントは、ユーザ操作のボ
タン等の押下によって発生する。

例えば、通信開始時に2つの端末間で複数の入
出力装置を接続する場合は、発信ボタン等に状態
遷移: $s_i^1 \rightarrow s_i^1$ を代表させる。入出力装置の接続条件
については、入出力選択 $W_i^1 \rightarrow W_i^0$ と同一になるか

(d) ρ_{ii} で与えられる合同変換

合同変換 ρ_{ii} は、色相調節、ボリューム等の映
像・音声の入出力状態の変更を与える。変換が入
出力時にリアルタイムに実行されるため、イベ
ントは発生しない。

(e) 接続先管理: M_c

接続先管理 M_c は、2つ以上のウィンドウの合成
がある場合に入力先を管理する。接続先は入力装
置と出力装置の選択手順によって自動的に決定さ
れるため、イベントは発生しない。

本モデルによれば、入出力の接続状態は、入出力
機械の入出力ウィンドウの定義に応じて決定さ
れる。この場合、接続先管理には、定義された
ウィンドウに応じた通信先及び入出力先の管理が
必要となる。

(2) 管理状態

本節は、定義した端末モデルのウィンドウの状態
の数上げについて考察する。

本モデルに従えば、通信において考慮すべき端末
間の入出力の状態が入力と出力の数で数上げられ
る。置換すべての集合は乗法群を構成するから、す
べての状態は順序に無関係を独立した存在であり、
状態の間の遷移は置換または連続したn個の入力に対
する置換の積で記述できる。

集合 S_i^1 は、集合 S_b のn項組と同形であり、0と1のn
個の組合せ、すなわち 2^n で与えられる。いま、 m_i 個

の入力と m_o 個の出力をもつから、 $n=m_i+m_o$ 項組と書ける。したがって、端末 T_i のウィンドウ W_i 状態の集合 S_i の元は $2^{m_i+m_o}$ 個である。

設計において考慮すべき状態は、自端末の関与する状態だけである。端末に無関係な状態は、状態の総数 2^{2m} から端末の入出力部分を除いた $2^{2(m-1)}$ 個である。端末の入出力は、2つの中から1つ以上入っている組合せ (C_1+C_2) で数上げられる。これらに乗じた値が状態に関与する。ここでどの端末からも関与しない状態として除かれた、すべての入出力が0の場合は、(2.2-9)から、すべての端末の初期状態になっている。したがって、上述の値にこの場合の1を加えた $3 \times 4^{m-1} + 1$ が端末の設計時に考慮すべき状態の数となる。

端末の状態は接続先との組合わせでネットワークを中心に対称なものや同形のものがある。これらの重複は、接続先を無視すれば除くことができる。したがって、接続先を(2.2-8)で置換える、すなわちウィンドウの接続先管理と状態管理を独立した機能として定義するならば、端末のモデルは2点間の対向通信に置換えられる。これより、 $m=2$ を代入して13が得られる。すなわち、個々の状態機械、すなわちウィンドウを独立に管理するならば、個々にはただか13個の状態を管理するだけでよい。

端末は、端末間の送信と受信をそれぞれ状態機械の出力と入力に対応付けると、状態機械の与える13個の状態ですべて表せる。状態機械の状態を表3-1に示す。

(3) オブジェクト (管理単位) の構成

まず、状態機械をひとつのオブジェクトとして定義し、objectIDで識別する。オブジェクトは、(2.2-4)より、変換及び合成

の定義に応じて複数の入力をもつことができる。オブジェクトの入力をポートと呼び、portIDで識別する。

この場合、objectID+portIDで識別可能なオブジェクトに対し、本節(1)項に上げたイベントが発生する。イベントを表3-2に示す。

本モデルは、端末を独立なウィンドウの集合として記述する。このため、端末がシステムとして動作するには、メッセージ通信を利用したオブジェクト

表3-1 映像通信端末の設計状態

| 分類 | 出力 | 送信 | 受信 | 状態 |
|-------------------|----------------------------------|--------|-------------------------|----------|
| 相手 | ロ ー カ ル | 待 機 | 入出力装置の 接続形態によ り分類 | 入力待ち |
| | | | | 受信待ち |
| | | | | 入力・受信待ち |
| | | | | 出力 |
| 共有 | 2つの端末 でそれぞれ 相手の端末 出力を見る | | | 出力 |
| | | | | フリーズ |
| | | | | 信号送信 |
| | | | | 受信信号出力 |
| | | | | 合成信号送信 |
| | | | | 受信信号合成出力 |
| 2つの端末で 同じ画面を見る | | | | 共有信号送信 |
| | | | | 共有信号受信 |
| | | | | 共有合成 |
| | | | | 共有フリーズ |

● : 信号合成有
○ : 信号合成無

間の協調動作が必要である。

メッセージは、(1)項の考察によれば、以下に示す3つの範囲で考えれば十分である。

- (a) 2つのオブジェクトの結合
- (b) オブジェクトの変形 (パラメータ変更)
- (c) ポインティング (描画、指示)

ポインティングは、ウィンドウの内容として与えられる。これ場合、ポインティング用のウィンドウが設定され、ユーザの指示によって随時内容が変化していると考えられる。これより、上記に2つについて端末内でのオブジェクト間のメッセージを考える。メッセージの形式を以下に示す。

Event=EvenMessage >> Object

表3-2 オブジェクトのイベント

| コマンド | 機能概要 |
|---------------------|------------------------------|
| Select | 入出力装置間の接続及び入出力条件を変更する。 |
| Notify | 入出力装置の接続状態の変更を送信する。 |
| VolumeControl | 入出力装置のボリューム、トーン等の入出力条件を変更する。 |
| ChangePosition&Size | ポートの出力する位置及びサイズを変更する。 |
| SendData | ポートへの出力情報を送信する。 |
| Pointing | 入出力装置のポインティング情報を送信する。 |

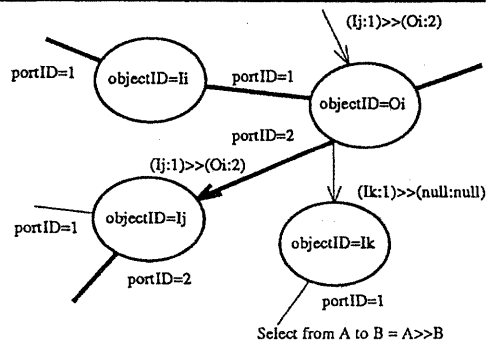


図3-1 オブジェクト間メッセージ通信

EventMessage=Message | Object

オブジェクトは、入出力機械の状態管理部からイベントを受取ると、図3-1に示すようにオブジェクト間でメッセージ通信する。

本モデルのオブジェクト間通信は、一般的には端末間跨るオブジェクト間通信を含む。この場合、ポインティング用のウィンドウに関する端末間通信を効率化するため、ポインティング情報のメッセージ転送を考える。

(4) 入出力機械の関係

2つの状態機械を組合せた写像は、論理的には2つの端末の通信モデルと等価でなければならない。これより、数学的な手法ではなく、演繹的に2つの状態機械に対する制約条件を考えることができる。以下では、2つの入出力機械の状態の関係及び制約条件について考察する。

網からの入力、共有映像を含め、相手端末に同じ映像を返却するのは無意味である。これより、網入力を合成する入力機械はすべてローカル状態の範囲で動作すると考えられる。網出力は、入力された映像を相手端末に送信するから、相手状態の範囲で動作すると考えられる。

自端末から入力された映像は、網入力あるいは自端末の他の入力映像と入力機械で合成される。網入力と合成される場合は、合成結果を相手と共有する場合と自分だけが見る場合と2つの場合が考えられる。この場合、入力機械は、より大きな枠組の共有状態の範囲で動作すると考えられる。

自端末の他の入力映像と合成される場合は、入力装置の特徴に応じて2つの場合が考えられる。例えば、ドアホンのようなシステムを通信先の端末に映像出力したくない、ローカル出力用の装置とする。この場合、入力機械は、ローカル状態の範囲で動作すると考えられる。これ以外は、上記の場合と同様、共有状態の範囲で動作すると考えられる。

網出力を除く、すべての自端末の出力装置は、自端末にしか出力しない。このため、出力機械は、ローカル状態の範囲で動作すると考えられる。

次に、入出力機械の間の接続関係について考える。ローカルな入力機械は、上記の定義により、ローカルな出力機械にしか接続できない。これに対し、相手状態あるいは共有状態の入力機械は、相手

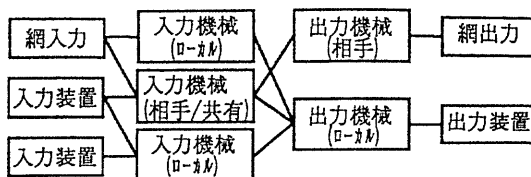


図3-2 入出力機械の接続関係

端末への出力だけでなく、ローカルな出力もある。このため、任意の出力機械に接続できると考えられる。入出力機械の接続関係を図3-2に示す。

(5) 入出力機械の構成

入出力機械は、オブジェクト間のメッセージ通信を管理する入出力機械管理部の配下で独立に状態及び装置を管理する。入出力機械の構成を図3-3に示す。

入出力機械管理部は、ユーザの操作によって発生したイベントを図3-3に示す概念に沿って各入出力機械にメッセージとして分配する。メッセージを受信した入出力機械は以下のように動作する。

- (a) 状態管理部は、遷移状態を検査して衝突管理部に合成方法を問合わせる。
- (b) 衝突管理部は、接続管理部に状態変更を通知して接続先を変更する。接続管理部は、入出力装置の接続リストを通知する。
- (c) 衝突管理部は、接続リストの入力ポートの合成方法及びパラメータを状態管理部に通知する。
- (d) 状態管理部は、接続リストに沿ってマトリクススイッチャで入出力及び変換装置の接続を変更し、必要があれば入出力装置及び変換装置のパラメータを変更する。
- (e) 状態管理部は、相手端末に対する状態変更の通知要求を入出力状態機械管理部に通知する。

衝突管理部は、衝突を検出した場合、予め設定された3つのモードで衝突を回避する。

- (i) 先着順: 先着順に処理する。

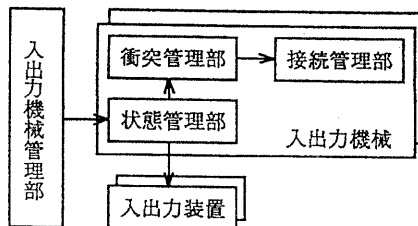


図3-3 入出力機械の構成

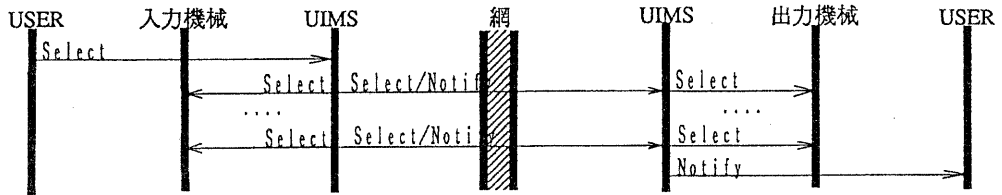


図3-4 入出力機械の制御シーケンス

- (ii) 優先度順: 一定時間内に到着した要求を優先度の高い端末順に処理する。
 - (iii) 高優先度: 一定時間内に到着した要求の中で優先度の高い端末の要求だけを処理する。
- 以上述べた機能について、ユーザ操作でSelectコマンドが指定された場合の端末間制御を含む、各機能要素間の通信シーケンスを図3-4に示す。

- △の設計, 情報処理論文誌, Vol.33, No.1, pp.91-99, 1992.
- 4) 佐藤, 小池, 広瀬, 石井: Multidimensional Visualization Toolの開発, 情報処理HI研究会, HI30-2, 1990
- 5) 高橋, 荒川, 白鳥, 野口: プロトコルの状態遷移表現の分解法とその適用, 信学会論文誌, Vol.J72-D-I, No.8, pp.601-611, 1989

4. あとがき

映像通信端末の通信モデルの構成について検討し、映像・音声信号をベースにした簡単な通信モデルを構成した。さらに、本モデルに基づいて考えられるシステムの要求機能及び機能構成について考察した。本モデルに従えば、システム情報の変更と適当な画像処理機器との組合せによって様々な映像通信端末やアプリケーションが構成できるプロトタイプングツールの構成が可能と考えられる。今後は、プロトタイプング・ツールを構成することにより、本モデルの有効性及び本モデルをベースにした仕様検討の手法について検討していきたい。さらに、テレビ電話等の端末にこれらの検討を適用したい。

謝辞

本研究に当たり、御指導頂いたHI研岸本画像部長に感謝します。また、有益な助言を頂いた一之瀬主幹員、NTT-IT久樹担当部長に感謝します。

参考文献

- 1) 阪田, 上田: 構内型マルチメディア在席会議システムの実現とその評価, 情報処理論文誌, Vol.31, No.2, pp.249-258, 1989
- 2) 渡辺, 阪田, 前野, 福岡, 大森: マルチメディア分散在席会議システムMERMAID, 情報処理論文誌, Vol.32, No.9, pp.1200-1208, 1991
- 3) 小柳津, 田中, 山口, 宮保, 高橋, 松本: パソコンを用いたISDNオーディオグラフィック通信会議システム