

画像データベースのオンライン

・リモートアクセスシステム

中川 裕志 斉藤 忠夫 猪瀬 博
(東 京 大 学 エ 学 部)

1. まえがき

データベースシステムは、計算機をとりまく諸技術の発展、利用形態の多様化、システムの大型化およびオンライン化などを背景として、最近10年間程の間に発達し普及してきた。このデータベースの対象となる情報としては多種多様な形態のものがあげられるが、なかでも画像は極めて広範囲の分野において重要な位置を占めるものであり、その入力、蓄積、検索、処理および提供の手法を確立することには大きな意義があるといえる。しかし、画像のもつ膨大な情報量を考えると、蓄積にあたっては冗長性の除去、蓄積媒体の選択などに関して検討すべき点が多く、また検索処理にあたってはキーとなる情報の抽出、分類、および蓄積媒体に適した検索方式などを検討しなければならない。さらに画像情報の入力および提供に関しては、通信回線を介しての遠隔端末とデータベースセンター間での画像を含む情報の授受、すなわちオンラインリモートアクセスの手法の開発に関する多くの問題点がある。

本稿では、画像情報を含むデータベースシステムのリモートアクセスシステムの一構成法を示し、大量の画像情報の伝送方式を検討し、最後に試作リモートアクセスシステムについて説明する。

2. システム構成

遠隔端末からアクセス可能な画像データベースのシステム構成の一例を図1に示す。この方式は、画像情報と符号情報を同一の通信回線を介して伝送するものであり、通信回線の効率性、経済性および端末操作の点から望ましい方式であるといえる。次に、システムの各部の動作について説明する。まず、端末では、キーボード操作により、通常のデータベースの検索を行うことで所望の画像の識別名を得る。次に実際伝送してほしい画像の識別名をセンターに送る。センターでは、この時、端末から送信された識別名に一致する画像情報を画像データベースから検索し端末へ伝送する。この場合センター側は大量の画像情報の伝送に際してこれがホストを通過することによるオーバーヘッドを避けるために、画像伝送の場合には、画像データベースとFEPを直結して転送を行う(②の実線)デ

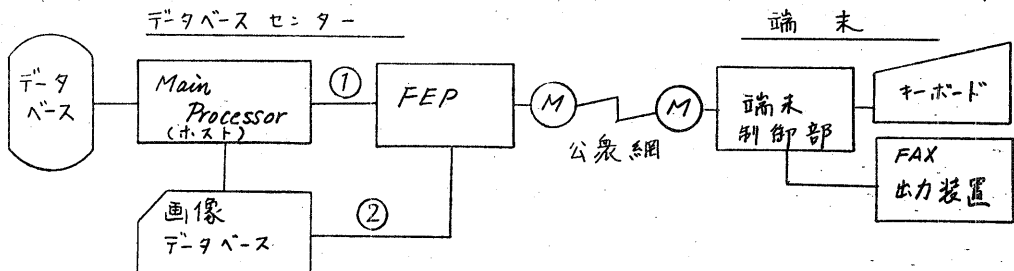


図1 画像データベースオンラインリモートアクセスシステム

ルタ構成とする方法も考えられる。端末では、送信された画像情報と符号情報とを切り分けて、適当な出力表示装置、例えば図1では、画像をFAX出力装置、符号をキーボードに出力する。端末の画像出力表示においてはハードコピーが得られることが重要な点であるといえるが、現在では、FAX受信装置がこの目的を満たす経済的な手段であり、既成の知能端末にFAX受信装置とのインタフェースを接続すれば、図1に示すような上記の機能をもつ端末を構成することが可能である。

以上のようなシステム構成で基本的に問題となるのは、画像情報の記憶媒体の選択と、画像情報と符号情報の複合情報の伝送方式である。

画像情報の記憶媒体についていえば、通常1画面当りの情報量は数百KBに達するため、大量の画像を蓄積する場合には、媒体の選択には十分な配慮が必要である。画像をデジタル化された形態で蓄積する方法は、計算機での取り扱いの容易さからみれば望ましいものではあるが、媒体となる磁気ディスクや磁気テープはコストや記憶密度などの点から大量の画像情報の蓄積に適しているとはいいがたい。ビデオディスク等の技術への期待も大きい。現状では磁気ディスクや磁気テープに比べ高密度かつ安価な光学的記憶媒体が、この目的のためには適しており、記憶媒体から計算機への入力系の解像度が満足できる値と得られれば、計算機による検索の容易なマイクロフィッシュまたは超マイクロフィッシュを利用することが現実的と思われる。など、光学的フィルムと記憶媒体とする場合の主な問題点としては、以下のようなものがある。

- (1) 読み出し専用であり、原画像の記憶に現象処理を要するため、書き込みがオフライン化する。
- (2) フィルムの経年変化による物理的変質、及び論理的な削除等の発生によりフィルム交換の必要が生ずる。
- (3) 情報の読み出しには光電変換が必要であり、その際に解像度、直線性等の画質の劣化が生じ易い。

3. 伝送方式 およびその最適化

画像データベースリモートアクセスの伝送方式において問題となるのは、(1)文字等の符号情報と画像情報の混在する情報を扱う点、(2)画像情報の量がたとえ帯域圧縮を施したとしても膨大であること等である。一方、図1のようなシステムを考える時、画像情報の伝送には端末表示にFAXを用いた場合、伝送方式までをFAXに整合させる混合伝送と、伝送路上の情報は全て一定形式のデジタルデータとする一様伝送が考えられる。この両者はセンター側および端末側のソフト、ハード構成のすべてにおいて異なる。混合伝送方式と一様伝送方式のセンター側と端末側のハードウェア構成を図2、3に示す。この図から明らかなように、混合伝送方式では、端末側は安価なアナログFAX受信装置とキーボードディスプレイを比較的簡単な信号切り分け装置(最も簡単には手動切り換え)を通して結合すればよいので、安価であり、すでにFAXとキーボードを独立に保持しているユーザにとっては、便利かつ経済的な方式といえる。しかし、この場合センター側はアナログFAXのフォーマットの信号を生成する装置とデジタルな文字情報とアナログな画像情報を同一の回線に乗せるための信号ミキサ等が回線毎に必要となる。また、FAX信号生成の時間的制約が計算機にとっても、多回線

時には非常に厳しいものであり、従来の計算機およびデータ通信のシステム体系からは大きくはずれたものになってしまい、経済的に不利であるばかりでなく、データベースの母体となる計算機技術への親和性が悪い。一方、一様伝送方式では端末における画像、文字情報の切り分けは論理的な操作によるため、端末のインテリジェント化が必須であり、高価格化はまぬがれない。これに対し、センター側は、画像情報（光学的記憶媒体でも入力、A/D変換後はディジタル情報である）、文字情報とも計算機技術になじみのよいディジタル情報として扱えるので、従来のオンライン通信システムをそのまま用いることができるのが大きなメリットである。しかし、画像をディジタル伝送する場合には、通信回線の帯域によって画質が抑えられてしまうという問題点がある。例えば、公衆網で安定した品質がえられる2400bpsでは連続伝送した場合でも、端末に1画面分のバッファメモリがなく3分モードのFAXに直接出力する場合に、1画面当り472Kbit以下であり、画像の種類によっては必ずしも十分とはいえない。この問題の解決方法として、端末に画面バッファを設け、画質と通信回線の帯域とを独立に選定できるようにした。このバッファとして、最近のインテリジェント端末で多用されているフロッピーディスクを用いれば経済的問題も少く、一様伝送方式は、端末に安価なアナログFAXを用いる混合伝送方式にも十分対抗できるといえる。以上の点をまとめて、両者を比較したのが表1である。但し、一様伝送方式においては、端末に速度変換用バッファとしてフロッピーディスクを装備しているとす。結局、混合伝送と一様伝送は互いに相補的な関係にあり、どちらが良いかをいちがいに判定できないが、多回線化などのシステムの拡張性や柔軟性およびデータ網への適合性を考えた場合、一様伝送の方が有利である。さらに最近ではマイクロプロセッサの発達で、これを用いた知能端末が実用化されており、このような端末に画像出力装置を付加すれば一様伝送における端末を構成できるので一様伝送方式によるシステムの実現性は高いといえる。以上の点、並びに公衆電話網への融合性を考慮して、試作システムにおいては、伝送速度2400bpsの半二重ディジタル伝送方式を採用した。また、大量のデータ伝送においては、効率

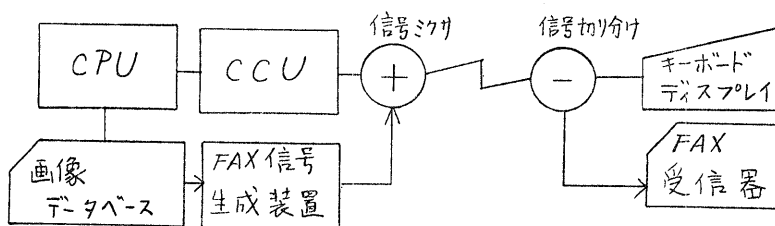


図2 混合伝送方式 システム構成

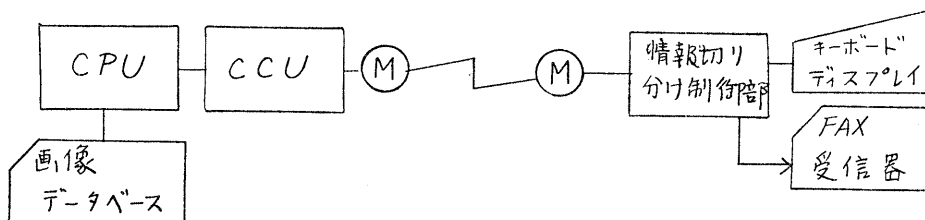


図3 一様伝送方式 システム構成

項目	方式	混合伝送方式	一様伝送方式
端 末	ハードウェア構成	簡 単	複 雑
	表示方式への依存性	センター側の規格と異なるとハードウェア交換の要あり	ソフトウェアで吸収可能
	表示性能の拡張性	ほとんど なし	アナログFAX, グラフィックディスプレイ等
	操 作 性	普 通	容 易
	インテリジェンス	な し	大
セ ン タ ー 側	ハードウェア構成	複 雑	簡 単
	多回線化におけるハードウェア	回線毎にFAX信号生成装置、信号ミキサ等が必要で、従来システムの大幅改造が必要	通信システムは従来の構成のままでよい
	多回線化におけるソフトウェア	一般に受信機はリアルタイムであるため非常に難しく、回線数も制限される。	画像の送受信に対して若干の考慮が必要となる他は、通常の多回線制御でよい。
	データ網への適合性	な し	あ り
	従来システムとの適合性	小	大
経 済 性	設 備 費	端末安価, センター高価	端末高価, センター安価
	運営費(回線料)	回線使用時間が長く高い	帯域圧縮等により安くなる可能性有
	拡 張 費	大	小
	帯域圧縮	困 難	比較的容易
	画 質	方式および伝送速度に大きく依存	方式および伝送速度に依存せず、高品質な画像の狭帯域伝送可能

表 1 画像伝送方式の比較

透過性が要求されるので、SYN同期による同期式伝送方式を用い、Z重DLE法によって透過性をもたせた。

試作システムで用いる半二重伝送では、モデムの伝送方向反転時間 T_c があるため画像のような大量の情報を伝送する場合には、伝送効率を最大とする伝送ブロック長を選ぶ必要がある。最適伝送ブロック長 $opt\ l_1$ (ビット)を次に計算する。通信回線のビット誤り率 $=P$, 1ブロック内の情報ビット数 $=l_1$, 制御ビット数 $=l_2$, 伝送すべき全情報ビット数 $=L$, ブロック数 $=N(=L/l_1)$ とし、誤りを含むブロックを再送すると、実際伝送されるブロック数 n は、 $P \ll 1$ で、ブロック誤り率 $P_B = 1 - (1-P)^{l_1+l_2} \approx P(l_1+l_2)$ となり結局、

$$n = N(1 + P_B + P_B^2 + \dots) = N/(1 - P_B) = L/(1 - P_B)l_1 = L/((1 - P(l_1 + l_2))l_1) \quad (1)$$

一方、逆方向応答の全ビット数 $=l_3$, 伝送速度 $=V$ (bps)とすると、1ブロック送信し、応答を受信して再び送信可能になるまでの時間 $=T_1$ は、

$$T_1 = (l_1 + l_2 + l_3)/V + 2T_c \quad (2)$$

全情報 L (ビット)の誤りのない伝送に要する時間 $=T$ は式(1)(2)より

$$T = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + 2 T_c V}{l_1 (1 - P(l_1 + l_2))} \cdot \frac{L}{V} \quad - (3)$$

従って、最適ブロック長 $opt\ l_1$ は、 $dT/dl_1 = 0$ より求まり次式で表わされる。

$$opt\ l_1 = (l_2 + l_3 + 2 T_c V) \left\{ \sqrt{1 + \frac{1 - P l_2}{P(l_2 + l_3 + 2 T_c V)}} - 1 \right\} \quad (\text{ビット}) \quad - (4)$$

式(4)に試作システムにおける以下の値、即ち、

$V = 2400$ (bps)

$l_2 = 96$ (ビット)

$l_3 = 48$ (ビット)

$T_c = 100$ (msec)

を代入し、回線ビット誤り率 P と最適ブロック長 $opt\ l_1$ との関係を図示すると図4のようになる。通常の公衆網での P の値 ($10^{-4} \sim 10^{-5}$) を仮定すると、 $opt\ l_1$ の範囲は、242 ~ 912 (バイト) となる。そこで、試作システムにおいては、端末側の通信バッファの容量等を考慮して、 l_1 は、最大 256 (バイト) とした。

4. 画像送信におけるプロトコル

画像データベースリモート

アクセスの伝送制御手順は、

通常のデータベースの検索にあたり、では、TSS端末等で用いられている無手順でも十分であるが、大量の情報を連続的に伝送する画像送信時には、より効率的であり、又帯域圧縮を行、た場合を考えるとより信頼性の高い手順が必要となる。したが、て、試作システムでは、ベージング手順会話モードに準拠した伝送制御手順を用いている。

より高位のプロトコルにおいて重要となる問題は、画像情報と符号情報の切り分け及び画像情報の属性定義等である。

(1) 画像・符号の切り分け

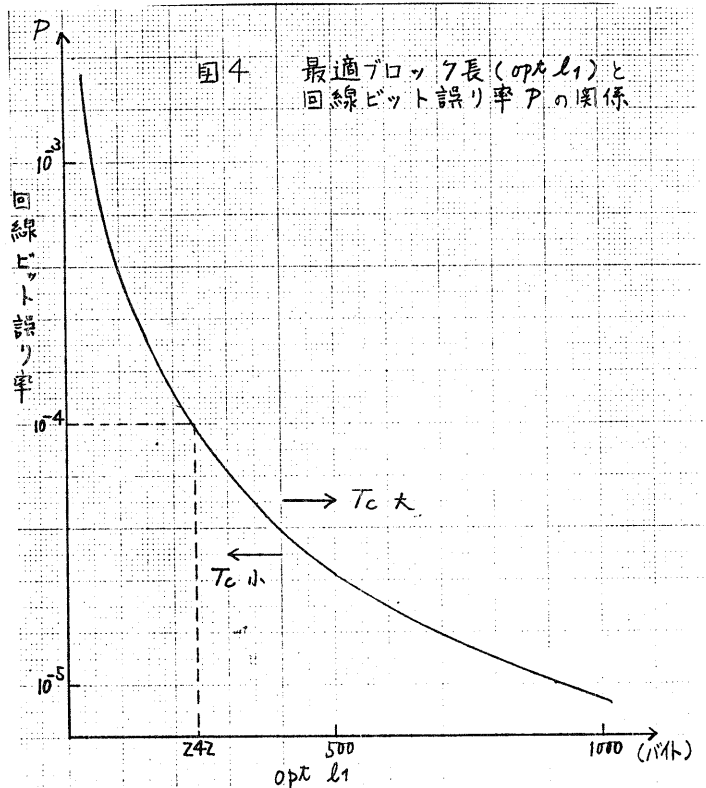
この切り分けは、伝送ブロック毎に行われなければならないため、各伝送ブロックに2バイトの伝送ブロックヘッダ (TH) をつける。THは、伝送ブロックの内容の識別情報を与えるものであり、以下のものを区別する。

(i) キーボード入出力メッセージ

(ii) 画像索引

(iii) 画像情報

(iv) 端末制御情報



また、次のブロックも同一の属性をもつことを示すチェーンフラグも TH に含まれる。

(2) 画像情報属性の定義

原則的には、画像1ライン分の情報を画像情報1ブロックとし、各ブロックに画像ブロックヘッダ (BH) をつける。 BH に入る情報は、

(i) ブロック長 (1バイト)

(ii) ブロック通番 (1バイト)

である。帯域圧縮を行い1ブロック(ライン)毎の情報量が可変にできるようにするため、ブロック長が必要である。複数の画像ブロックによって1枚の画像が構成される。この1枚分の画像ブロック全体を、1画像テキストと定義し、1画像テキストに1個の画像テキストヘッダ (XH) をつける。 XH に入る情報は、

(i) 送信テキスト通番 (2バイト)

(ii) テキスト中のブロック数 (2バイト)

(iii) 1ライン当りの画素数 (2バイト)

(iv) 1画素当りのビット数 (1バイト)

(v) 帯域圧縮方式 (1バイト)

(vi) 表示方式 (1バイト)

(vii) 画像識別名長 (1バイト)

(viii) 画像識別名 (n バイト)

である。このようにして構成された画像テキストは、最大長 $254 + 2(TH)$ バイトの伝送ブロックに分割されて端末へ送信される。以上述べた構成を図5に、図示した。このような階層構成によると、全情報量 N (バイト)、 L (ライン) からなる画像情報に付随するヘッダの情報量 IH は次式で表わされる。

$$IH = 2 \cdot L + 10 + n + 2 \cdot \left\{ \left[\frac{N + 2 \cdot L + 10 + n}{254} \right] + 1 \right\} \quad (\text{バイト}) \quad (5)$$

したがって、 $N = 128 \text{ KB}$ 、 $L = 1024$ 、 $n = 4$ とすると、オーバーヘッドは、

$$\frac{IH}{N} = \frac{3114 \text{ (B)}}{128 \text{ (KB)}} \div 0.024 \quad \text{となり、約 } 2.4 \% \text{ である。}$$

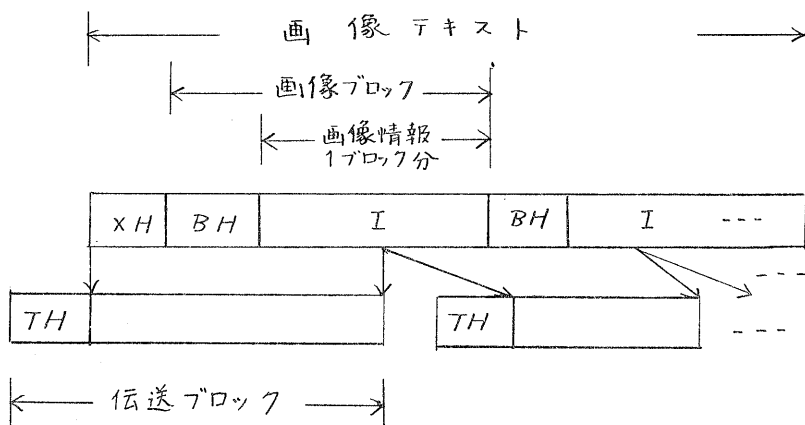


図5. 画像情報伝送の階層構造

5. 試作システム

前節までの検討の結果に基づいて開発した画像データベースオンラインリモートアクセスシステムの試作システムについて述べる。試作システムのハードウェア構成は、図6に示すように、センター側にミニコン(NEAC 3200/70)を用い複合入出力知能端末CÔMET-1(Côplex i/o Micro intelligent Experimental Terminal-1)と本試作システム用端末として試作した。ソフトウェアは、センター側では、前記の伝送制御手順およびプロトコルを実現する通信管理システム、端末側では、比較的簡単な画像の受信出力可能なシステムを作成して実験を行っている。

試作端末CÔMET-1は、マイクプロセッサを用いた知能端末であり、そのハードウェア構成を図7に、装置外観を図8に示す。画像バッファ用のフロッピーディスクおよびFAXの接続のためには、DMAチャネルを用いてオーバーヘッドの軽減を計っている。FAXは、円筒走査型のアナログFAXであり、これに対する出力インタフェースは、FAX受信装置からドラムの1回転毎に出力される位相パルスにより、ライン毎の同期を取り、所望の解像度に整合したクロック毎に画像データをDA変換して出力する方式である。CÔMET-1を遠隔端末として用いれば、端末においてキーボードから入力した検索要求を通信回線上でセンターへ伝送し、センター側でこれに回答して同一回線上で端末へ伝送してきた画像情報および画像に関連する文字情報をFAXおよびキーボードに出力するサービスが可能となる。出力装置に安価な円筒走査型のアナログFAXを用いているため、一画面のバッファリングを行わなければ、FAXを画面当り6分間伝送のモードで動かしても、伝送速度の制約から、画像の1ライン当り約600ビットの画質しか得られない。(付録)しかし、CÔMET-1においては、フロッ

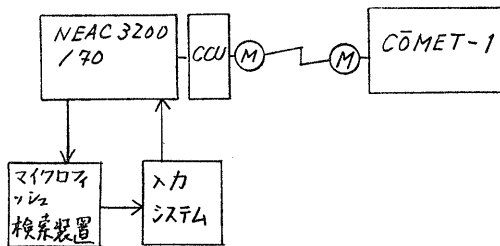


図6 試作システムの概要

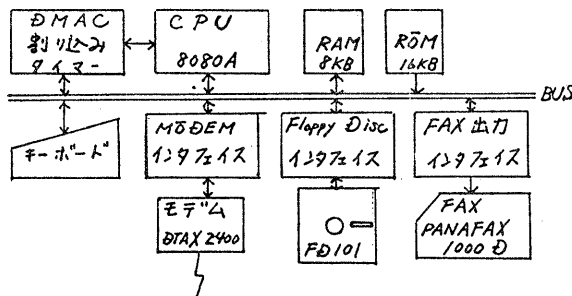


図7 CÔMET-1 ハードウェア構成

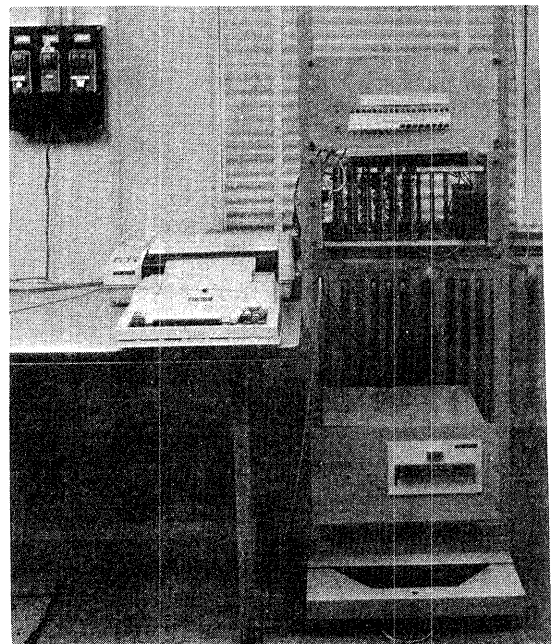


図8 CÔMET-1の外観

フロッピーディスクに画像を一時蓄積する方法により、伝送路の狭帯域性と、FAXの突時性からくる上記の1画面当りの情報量の制約がなくなるため、高品質の画像を得ることが可能となり、更に不在中受信等のサービスの可能性もでてくる。

図9に、COMET-1上で動くソフトウェアシステムの構成の概略を示した。このうち、基本的な部分について説明する。

- (1) 回線DSR： 回線(モデム)との物理インタフェースおよびベリフィケーションモードの伝送制御手順をサポートするシステムマクロ群
- (2) F. Disc I/O： フロッピーディスクの物理インタフェースおよび、ディスクヘッドのトラック間移動量をできる限り小さく制御することにより、FAXの出力速度に適合した高速データ読み出しを可能とするような画像用ファイル構成をサポートするファイル管理マクロ群
- (3) FAX OUT： 任意解像度、画素当り、1, 2, あるいは4ビットで表現される階調のある画像データを、FAX受信装置からのドラムの回転に同期した位相パルスに同期してFAXに出力するシステムマクロ群
- (4) タスク制御マクロ： (1)~(3)のI/O制御のシステムマクロ、およびユーザ作成のユーザタスクの走行制御を行う。
- (5) ターミナル制御モニタ： キーボードの入力監視およびターミナルの動作全体を制御するモニタプログラム

以上の(1)~(5)の基本システムを用いることにより、検索要求、画像の受信、FAXへの出力、その他のサービスが、ユーザタスクの作成により可能である。図10に、上記のシステムを用いて、センターからCOMET-1へ伝送しFAXに出力した簡単な画像の例を示した。

6. あとがき

画像データベースのオンラインリモートアクセスシステムについて、その構成

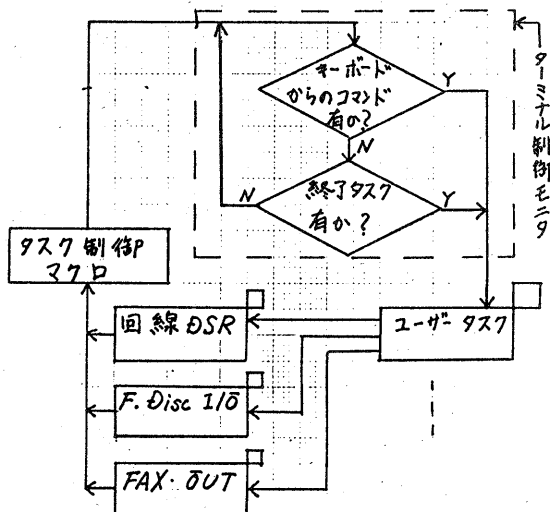


図9 COMET-1 ソフトウェア構成

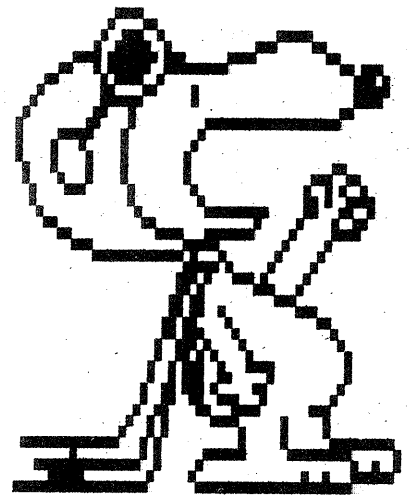


図10 COMET-1 による出力例

、画像情報伝送方式、等の問題点について検討し、その結果に基づいて試作したリモートアクセスシステムのハードウェア、ソフトウェアについて述べた。今後の課題としては、(1) 実際の画像ファイル(本システムの延長線上では、マイクロフィッシュ)にアクセスし、画像情報を計算機に入力するシステム、(2) 端末からの検索要求に基づいて、画像を検索するシステム、(3) 多端末(多回線)をサポートするシステム構成、(4) 本格的な端末制御ユーザタスクの作成、およびこれらのシステム開発を通じてのシステム評価等を行わなければならない。

— 謝 辞 —

日頃、御討論戴く猪瀬、斎藤研究室の諸氏に深謝いたします。また、本研究は、文部省特定研究“情報システムの形成過程と学術情報の組織化”によるものである。

— 文 献 —

- (1) 野呂 他：“遠隔端末に対する画像情報伝送における通信制御” 昭53 信学全大 1330 (1978)
- (2) 中川 他：“画像データベースオンラインリモートアクセス方式” 昭53 信学会通信部門全大 56-6 (1978)
- (3) 馬立 他：“画像データベースオンラインリモートアクセスシステムにおける通信管理” 昭53 信学会通信部門全大 516 (1978)
- (4) 猪瀬：“画像情報のためのデータベース開発” テレビジョン学会誌 Vol 31, 12 (1977)
- (5) 植村：“オンライン文献検索システム” 情報管理 Vol 15-8 (1974)
- (6) CARL, F. J. Overhage：“Project Intrex A Brief Description” MIT (1971)

— 付 録 —

端末で画面バッファリングを行わない場合の画質の限界

FAXのドラムの回転に合うように、画像を伝送する場合の画質の理論的限界を考察する。

(前提条件)

- (1) 伝送ブロック長 256 (バイト) うち、伝送ブロックヘッダ 2 (バイト)
- (2) 画像ブロックヘッダ付加せず。1ライン分の情報量は一定
- (3) 帯域圧縮せず
- (4) FAXは6分間伝送モード(ドラム1回転 333.3 ms)とする
- (5) 端末側ではダブルバッファリングを行う
- (6) 伝送に関するシステムの値は、2. で述べた通り

この条件において、1ブロック内の画像情報量 I は、

$$I = (256 - 2) \times 8 = 2032 \text{ (ビット)} \quad (A-1)$$

方向反転を含め、1ブロックの伝送の時間は、

$$T = (256 + 10 + 6) \text{ (バイト)} / 2400 \text{ (bps)} + 2 \times 100 \text{ ms} = 1106.7 \text{ ms} \quad (A-2)$$

Tの間に、FAXのドラムは、 $T/333.3\text{ms} = Nd$ 回転するので、1ライン当りにとれる情報量の最大値 $I_{\max}$ は、

$$I_{\max} = \frac{I}{Nd} \doteq 612.0 \text{ (ビット)} \quad (\text{A-3})$$

ここで、1画素のタテの長さ ε 、FAXの走査線間隔の m 倍とする、すなわち、端未側で、同一ライン情報を n 回FAXに出力すると、横方向1ライン当りの画素数の最大値 $P_{\max}$ は、

$$P_{\max} = \frac{n \cdot I_{\max}}{m} \text{ (pel)} \quad \text{但し、} m: 1 \text{画素当りのビット数} \quad (\text{A-4})$$

各 (m, n) について $P_{\max}$ を求めたのが表 A-1 である

$\begin{smallmatrix} m \\ n \end{smallmatrix}$	1	2	3	4	5	6	7	8
1	612.0	306.0	204.0	153.0	122.4	102.0	87.4	76.5
2	1224.0	612.0	408.0	306.0	244.8	204.0	174.8	153.0
3	1836.0	918.0	612.0	459.0	367.2	306.0	262.2	229.5
4	2448.0	1224.0	816.0	612.0	489.6	408.0	349.7	306.0

表 A-1. 1ライン当りの画素数の最大値