

解説

通信システム†

上田久雄††



1. はじめに

エレクトロニクス技術、光通信技術、ソフトウェア技術の急速な進歩により、高度情報化社会の到来が目前にせまってきている。この高度情報化社会のインフラストラクチャ(基盤)を形成するのは、情報処理技術であり、通信技術である。情報処理技術はコンピュータ技術であり、メインフレームの分野では、より超大型機種の開発が展開されている。また、パーソナルコンピュータの分野では、より小型、高性能で通信機能を持った機種の開発が展開されている。

一方、通信技術の分野では通信のデジタル化が推進されており、このデジタル化により、今まで個別に情報伝達に適した形態で発展してきた、電話、データ、ファクシミリ、ビデオテックスなどのネットワークの統合が近い将来実現されようとしている。このデジタル化による統合サービスデジタル統合網が、ISDN (Integrated Service Digital Network) であり、ISDN に情報処理機能を付加し、総合的な情報通信システムを実現するのが INS (Information Network System 高度情報通信システム) 構想である。

この ISDN 時代を構築するデジタル通信において、メモリ応用はきわめて広範囲にわたっている。すなわち、通信とは情報の移動を行うことであり、デジタル通信の情報の移動は、メモリからメモリへの情報の転送で実現されているのである。通信におけるメモリ応用について、いくつかの具体例を上げて解説するとともに、今後の動向についても簡単に触れる。

2. 通信システムにおけるメモリ概要

通信とは情報を移動させることである。情報の移動には送り側と受け側があり、送り側、受け側が多数の場合は情報の交換が必要となる。この情報の移動及び交換を行うシステムが、通信制御システムであり、交

換システムである。ISDN 時代に向けて現在これらのシステムのデジタル化が推進されている。このデジタル化を推進しているハードウェア技術は、デジタル信号処理技術、デバイス技術、メモリ技術である。特にデジタル交換機においては、通話路の接続、信号の交換、同期化を行う回路に一般の計算機とは異なるメモリが使用されており、これらのメモリの開発とともに、デジタル交換機は急速の進歩をとってきている。

デジタル交換システムのメモリ機能については、第3章でくわしく述べる。

また近年、パケット交換方式が急速に発達している。パケット交換方式とは通信の過程で電文をいったん蓄積しパケットとし、電文の速度変換などの処理を加え、受信者に電文を届けるものである。パケット交換システムのメモリ機能については、第4章でくわしく述べる。

デジタル交換、パケット交換方式がさらに発展しマルチメディア通信が実現される。マルチメディア通信とは、電話、データ、画像などの異なったメディア相互間の通信を実現するものであり、電話、データ、画像が一つのネットワークに統合されて実現されるものである。マルチメディア通信は、情報の蓄積、変換、認識などに多量のメモリを使用する。マルチメディア通信のメモリ機能については、第5章でくわしく述べる。

3. デジタル交換システムのメモリ機能

デジタル交換機は、従来のアナログ交換機に比べリレーなどの機械的接点は使用せず、すべて電子化された時分割通話路により交換動作を行っている。この時分割通話路の使用は電子部品の進歩によるところが大きく、小形で低コストの通話路を実現している。この時分割通話路には多量のメモリが使用されており、メモリ間のデータの移動により交換動作を実現している。

デジタル交換システムの一例を図-1 に示す。本

† Telecommunications Systems by Hisao UEDA (Telecommunications Group, Oki Electric Industry Co., Ltd.).

†† 沖電気工業(株)電子通信事業本部

システムは、中央処理装置、フレーム位相同期回路、分配段通路、信号処理装置、集線段通路などから構成されており、各部での機能概要とメモリ応用について述べる。

3.1 中央処理装置

中央処理装置は構成的には汎用コンピュータとほとんど同じものであり、メモリに関して特に固有のものはなく、特にここでは記載しない。

3.2 フレーム位相同期回路

フレーム位相同期回路はデジタル伝送路とデジタル交換局とのタイミング合せを行う回路である。本回路にはエラスティックストアメモリ (Elastic Store

Memory) が使用されており、本メモリで位相変動を吸収し、局クロック位相に同期させている。図-2 にエラスティックストアメモリの動作原理を示し、動作内容を以下に示す。

(1) エラスティックストアメモリに入力側フレーム信号 (FW) が入力されると、ライトアドレスカウンタ (WAC) はリセットされ、入力データはメモリの先頭から入力クロック (CW) に従って順次カウントアップされたアドレスに書き込まれる。

(2) 局内側フレーム同期信号 (FR) が入力されると、リードアドレスカウンタ (RAC) はリセットされ、メモリの先頭から局内クロック (CR) に従って順

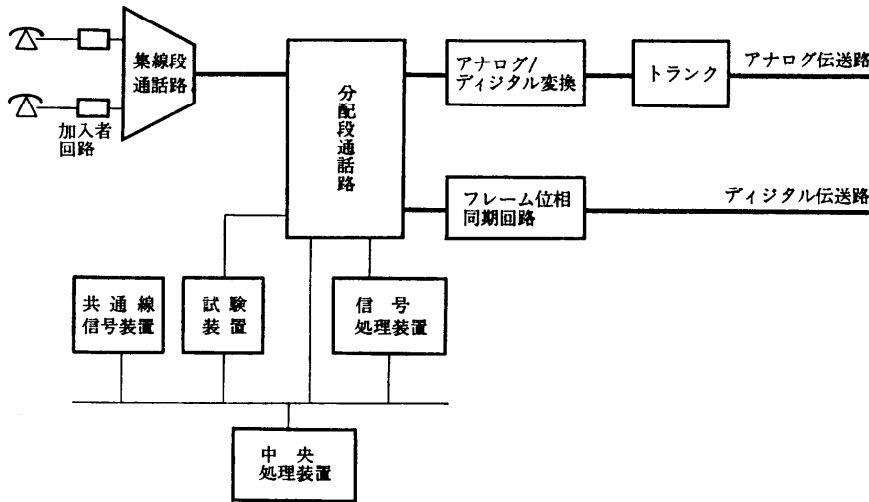


図-1 デジタル交換システム構成

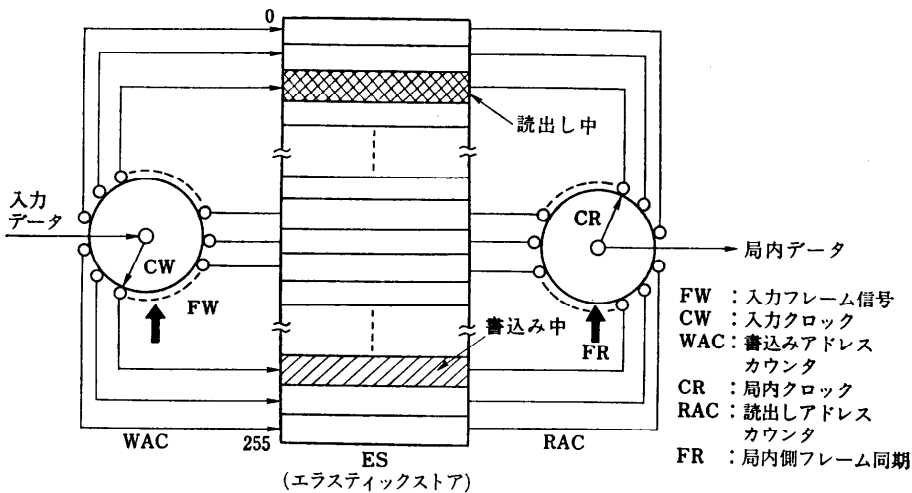


図-2 エラスティックストアの動作原理

次カウントアップされたアドレスよりデータが読み出される。

(3) これにより伝送路条件により時間間隔にバラツキのあるフレーム位相同期位置は、局内のフレーム及びクロックに揃ったものになる。

このように、エラスティックストアメモリは書き込みアドレス指定 (WAC による) と読み出しアドレス指定 (RAC による) が独立し、書き込みと読み出しのアクセスが独立に行えるメモリである。エラスティックメモリ LSI の一例を図-3 に示す。

3.3 分配段通路

分配段通路はデジタル信号の形式で交換を行う装置であり、時分割交換技術が使用されている。時分割交換技術には、多数の回線が時分割に多重化されている同一ハイウェイ (HW) 上でタイムスロット (TS:

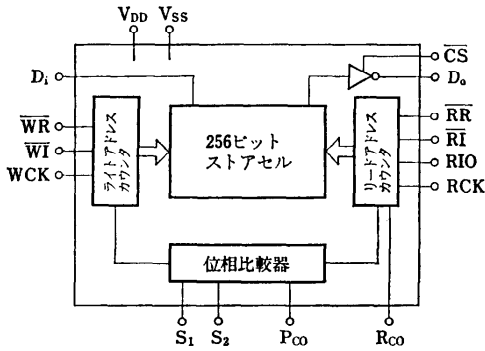


図-3 エラスティックストアメモリ LSI ブロック図

回線に割付けられた時間位置) を入れ替える時間スイッチ技術と、各ハイウェイ相互間の交換を行う空間スイッチ技術がある。時間スイッチ、空間スイッチにはメモリ技術の応用がみられる。

(1) 時間スイッチ

時間スイッチの原理を図-4 に示す。時間スイッチはハイウェイの多重容量 (本図では 1024) の通話メモリ、通話メモリ書き込み番地を指定する通話制御メモリ、通話メモリに蓄積されている内容を順番に呼び出すためのシーケンシャル読み出しカウンタで構成される。図-4 に基づいて、入ハイウェイと出ハイウェイの間で "A" の通話をタイムスロット t_0 からタイムスロット t_2 へ交換する場合の動作シーケンスを説明する。

(i) 通話制御メモリ 0 番地に制御装置からの指示により #2 と書いておき、通話制御メモリ 0 番地の内容 #2 を t_0 タイムスロット到着時点に読み出す。

(ii) 入ハイウェイの t_0 タイムスロットの内容 "A" を、通話制御メモリ 0 番地の内容 #2 に従い 2 番地へ書き込む。

(iii) シーケンシャル読み出しカウンタの内容に基づき、通話メモリに入っている内容を読み出す。通話メモリ 2 番地の内容 "A" は t_2 の読み出しタイミングで読み出される。これにより、入ハイウェイ t_0 の内容 "A" は出ハイウェイ t_2 のタイムスロットに移されたことになる。

このように、1024 多重ハイウェイの場合は入力 1024 回線、出力 1024 回線の交換が可能となる。時間

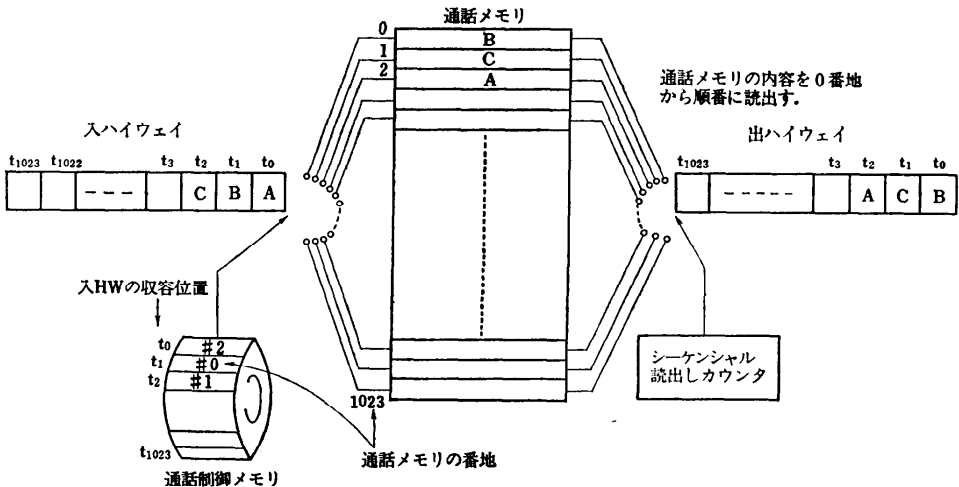


図-4 時間スイッチの原理

スイッチは Time の略として T スイッチ、またはメモリ主体に構成されることからメモリスイッチと呼ばれる。なお、通話メモリの書き込みをシーケンシャル書き込みカウンタで行い、読出しを通話制御メモリの指定において行っても同様の交換動作が可能である。D60/D70 交換機では、時間スイッチを専用メモリ LSI 化しており、構成を図-5 に示す。本 LSI は通話路メモリ LSI といひ、1K×11 ビットの容量を持ち、アクセスタイムは 30 ns である。通話路メモリ LSI は通話メモリ及び通話制御メモリの両方に使用されており、モード切替えによりランダム書き込みシーケンシャル読出し、シーケンシャル書き込みランダム読出しの2通りの選択が可能である。

(2) 空間スイッチ

時間スイッチは多重度に限界があるため、複数のハイウェイ相互間の交換を行えるようにしたのが空間スイッチである。空間スイッチの原理を図-6 に示す。

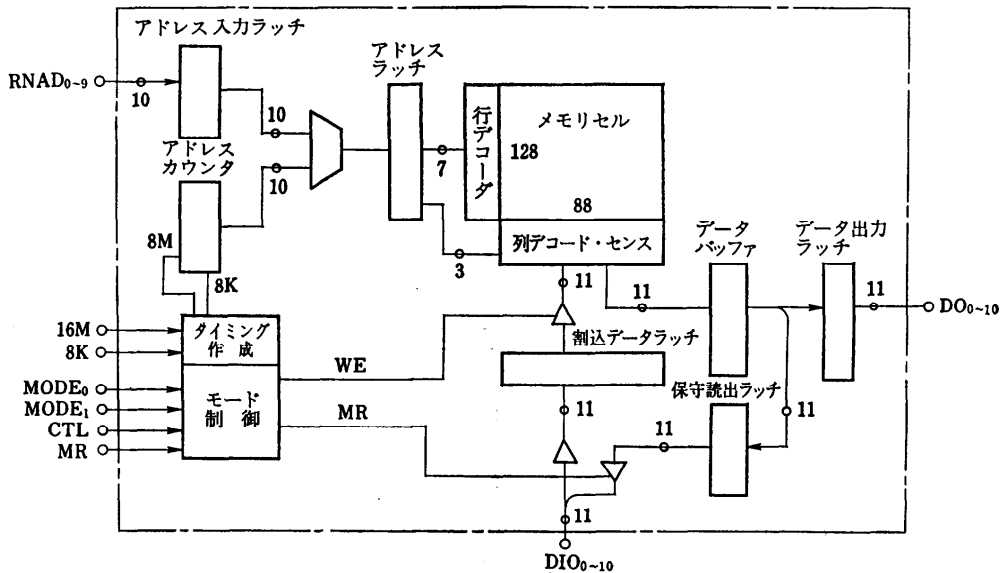
空間スイッチは複数本の入ハイウェイ、出ハイウェイと時分割に高速に開閉する時分割多重ゲートより構成される。入ハイウェイの各タイムスロットの情報は制御メモリで指定されたゲートを通して出ハイウェイ

のタイムスロットに移される。空間スイッチでは交換されるタイムスロットの時間位置は入ハイウェイ、出ハイウェイとも同じである。入ハイウェイ #0 の t_1 タイムスロットの内容を出ハイウェイ #M の t_1 タイムスロットに交換する場合の動作シーケンスは次のようになる。

(i) 出ハイウェイ #M の制御メモリの1番地に制御装置より #0 と書いておき、制御メモリの1番地の内容“0”を t_1 タイムスロット到着時点に読み出す。

(ii) 入ハイウェイ #0 の t_1 タイムスロットの内容“B”は制御メモリより読み出された“0”によりゲート 0M が開かれ 出ハイウェイ #M に出力される。これにより入ハイウェイ #0 の t_1 タイムスロットの内容“B”が出ハイウェイ #M の t_1 タイムスロットに移されたことになる。

このように、入ハイウェイ L 本、出ハイウェイ M 本、多重度 N (タイムスロット数 N) の空間スイッチは $L \times M$ のスイッチが N 個並んでいるのと同じである。空間スイッチは Space の略として S スイッチまたはハイウェイ間のスイッチであるためハイウェイ



- RNAD₀₋₉: ランダムアドレス
- DO₀₋₁₀: データ出力
- DIO₀₋₁₀: メモリ書き込みデータまたは保守読出し時出力
- WE: 書き込み
- MR: メモリリード
- 16M: 動作の基本同期を規定
- 8M: フレーム周期を規定、アドレスカウンタなどは8K周期にリセットされる。
- MODE 0, 1: モード切替え
- CTL, MR: 保守読出し及び保持メモリ書き込み制御

図-5 通話路メモリ LSI の構成

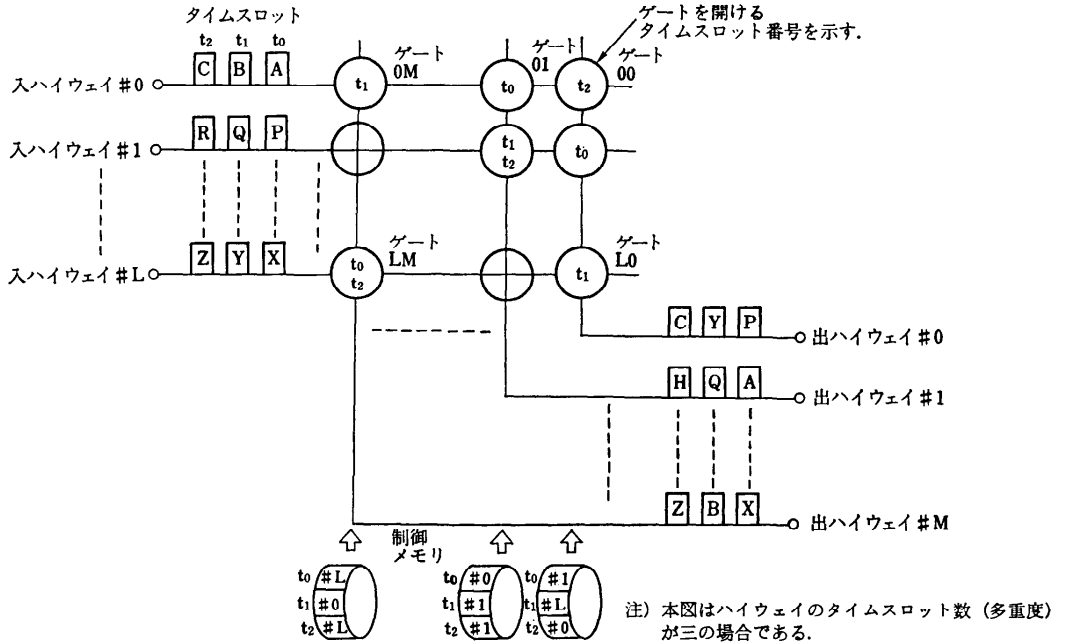


図-6 空間スイッチの原理

スイッチと呼ばれる。空間スイッチの制御メモリは時間スイッチに使用される通話制御メモリと同じ構成のため、D 60/D 70 交換機では時間スイッチで説明した通話メモリ LSI を空間スイッチの制御メモリに使用している。

分配段通路はTスイッチ、Sスイッチを組み合わせることにより大容量のスイッチを構成している。すなわち、1個のTスイッチでは多重度容量の大きさのスイッチしかできず、またSスイッチだけではタイムスロットの位置の変換ができない、これら二つの理由よりTスイッチ、Sスイッチを組み合わせることにより大容量スイッチを構成しているのである。

3.4 信号処理装置

交換接続に必要な監視信号、選択信号、及び各種可聴音信号をデジタル的に処理する装置である。この信号処理装置において、可聴音信号の送出回路 (トーンセンダ) 部分にメモリ応用がみられる。

トーンセンダのデジタル信号発生の原理を図-7 に示す。あらかじめ PCM 符号を読み専用メモリ (ROM) に書き込んでおき、各種信号対応パターンを 125 μs 周期に順次読み出すことにより

信号音を発生させている。この信号音を使用して加入者に対して各種の可聴信号音を送出するとともに交換機間の信号として使用している。

3.5 集線段通路

集線段通路はアナログ/デジタル変換を実施した加入者回路を收容し、これを集線するとともに、所要の多重度まで多重化し分配段通路に接続する。呼率の低い加入者を集線することにより、効率的なハイウェイの使用を行っている。一般的に集線は時間ス

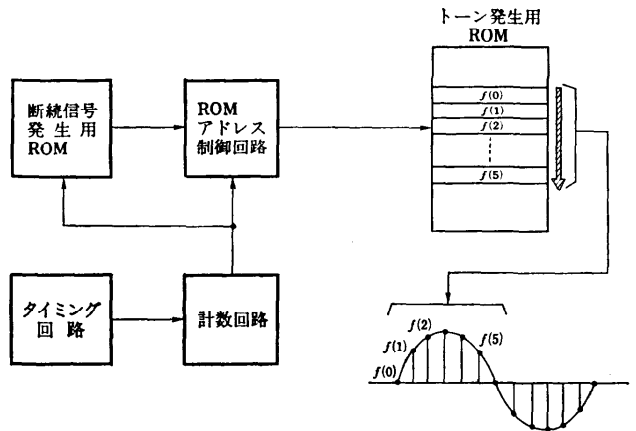


図-7 トーンセンダ デジタル信号発生の原理

ッチを使用しており、分配段通路で説明した通路メモリ LSI が使用されている。

以上のように、デジタル交換機には多量のメモリが使用されており、デジタル交換機はメモリの固まりであると言うことができる。

4. パケット交換システムのメモリ機能

パケット交換方式は蓄積交換方式の一種であり、デジタル交換機のように通信中は通路を専有する方式ではなく、発信加入者のデータをいったん交換機側で蓄積し、ネットワーク内を高速転送し着信加入者に送り届ける方式である。ネットワーク内を転送するデータは図-8 に示すように一定長（たとえば最大 256 オクテット：1 オクテット＝8 ビット）に分割され、各ブロックに宛先情報、転送順序番号などのヘッダ情報、及び誤り制御情報（FCS: Frame Check Sequence）が付加され網内転送される。このデータブロックをパケット（Packet, 小包み）という。図-9 に DDX パケット交換ネットワークを例にとり、通信形態、及びパケット交換方式の原理を示す。

データ端末 A から送出された通信文は加入者線をパケット多重化装置へ伝送される。パケット多重化装置 A 内でパケットに分解され、宛先情報、転送順序番号が付加され交換機 α へ転送される。交換機 α ではパケットをバッファメモリへ蓄積した後、伝送路 A を通して交換機 γ へ転送する。交換機 γ も同様にバッファメモリに蓄積した後、パケット多重化装置 C へ転送す

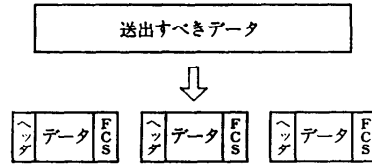


図-8 パケット分割

る。多重化装置 C では、宛先情報、転送順序番号のもとに受信したパケットの順序をそろえ、通信文を組立て、データ端末 E へ送出する。

パケットにはおのおの宛先情報が付加されているため、1本の伝送路で複数回線のパケットを多重化して乗せることができる。これをパケット多重と呼び、伝送路の使用効率を高めている。また、パケット交換ネットワークは蓄積交換技術により異速度端末間の通信が可能である。すなわちパケット内の情報の読出し時間を調整することにより種々の端末速度に適合させることができるからである。さらにパケット単位に交換機間、交換機と端末間で誤り制御を行っており、誤りの場合再送することにより伝送の高品質化を図っている。

パケット交換ネットワークではパケットに分割してデータ及び制御情報の送受を行うため、国際標準の CCITT 勧告 X 25 で決められたプロトコル（通信規約）に従って実施している。パケット交換機、及びパケット多重化装置の機能概要とメモリ機能について次に示す。

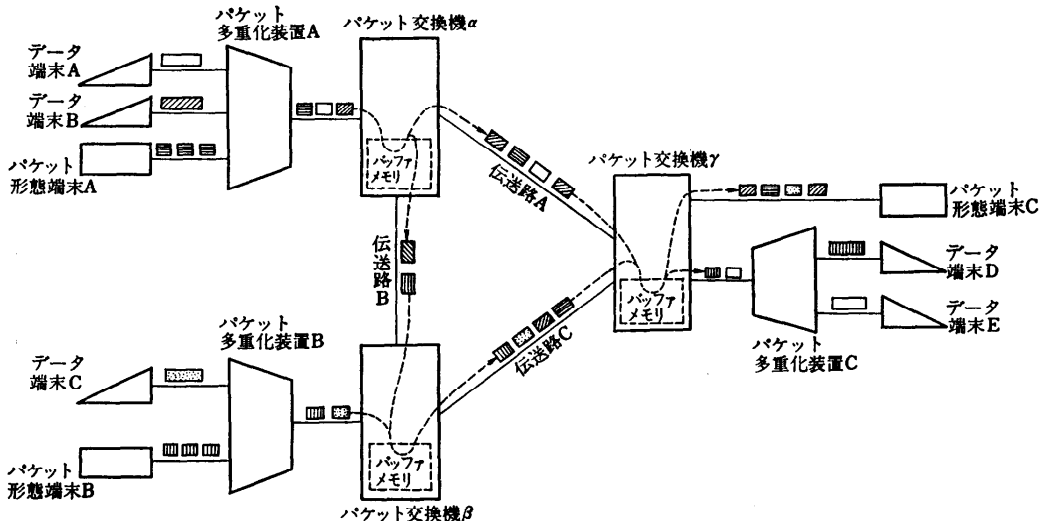


図-9 DDX パケット交換ネットワーク

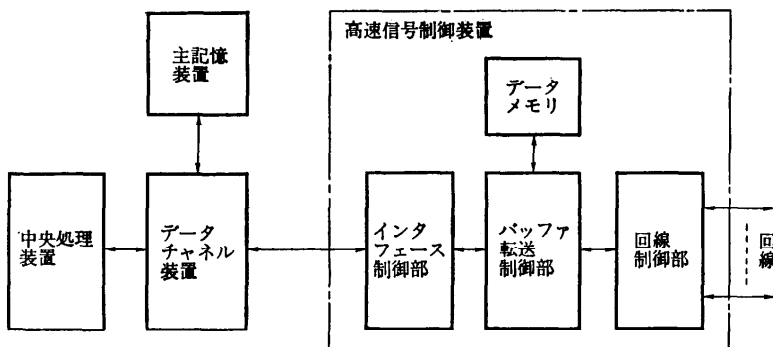


図-10 DDX パケット交換機の構成

(1) パケット交換機

パケット交換ネットワークの中枢に位置するパケット交換機は、パケット形態端末 (PT)、パケット多重化装置 (PMX)、及び他のパケット交換機 (PS) との間で交換処理を行う装置である。パケット交換機は、DDX の場合、図-10 の構成からなる。中央処理装置、データチャネル、主記憶装置は、一般の汎用計算機とほぼ同じであり、メモリに関して特に固有のものはない。高速信号制御装置は受信の場合、回線上を伝送してくる直列のビット情報を並列のバイトに組立て、パケット単位でのデータ組立てを実施し、データメモリへ蓄える。データメモリに蓄積が完了すると、データチャネル装置を介して主記憶装置へパケットデータを転送し、中央処理装置でソフト処理を行う。送信は

この逆の処理を行う。

回線制御部におけるバイト組立て・分解は、制御メモリを使用して時分割制御で実施している。制御メモリは回線ごとに周期的に読み出され、制御メモリ内容に従い演算を行い送受信データの制御を行っている。

(2) パケット多重化装置

パケット多重化装置は一般端末を収容し、一般端末から送られてくるデータをパケットへ変換し、またパケット交換機から送られてくるパケットをデータへ変換するパケット組立て、分解機能を持つ。またパケット交換機へはパケット多重化を行い回線の有効利用を行っている。PMX も小形の中央処理装置、回線制御チャネル、主記憶装置、回線制御装置を持ち、回線からの受信データを回線制御装置にて組立て回線制御

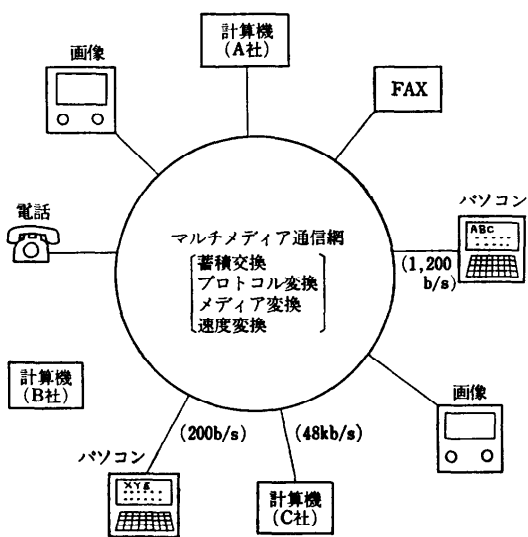


図-11 マルチメディア通信

- (1) 蓄積交換の一例
パソコン↔パソコン間の通信 (通信網内で蓄積)
計算機↔パソコン間の通信 (同上)
- (2) プロトコル変換の一例
計算機↔計算機 (A/B/C 社間)
計算機↔パソコン
- (3) メディア変換の一例
画像↔FAX (画像↔文字, 図形)
電話↔パソコン (音声↔文字)
- (4) 速度変換の一例
パソコン (200 b/s)↔パソコン (1200 b/s)
計算機 (C 社: 48 Kb/s)↔パソコン (1200 b/s)

チャンネルを介して DMA (Direct Memory Access) で主記憶装置へ書き込みを行う。また回線への送出データは回線制御チャンネルを介して DMA で読み出し、回線制御装置から送出している。パケット多重化装置にもパケット交換機と同様のメモリ技術が使用されている。

5. マルチメディア通信システムのメモリ機能

高度情報化社会になればなるほど情報メディアの多様化が要請されている。一般に通信メディアには、音声、データ（文字、符号）、画像があり、これらのメディアに変換、蓄積、認識、合成などの処理を加えることによりメディア間の相互通信を実現したものがマルチメディア通信である。マルチメディア通信を実現する通信処理には、蓄積交換、プロトコル変換、メディア変換、速度変換などがあり、これらの機能を図-11に示すとともに、通信処理の内容とその処理に使用されるメモリ機能を以下に示す。

(1) 蓄積交換

パケット交換サービスが蓄積交換であることはすでに説明した。パケット交換以外にはメールボックスサービスがある。メールボックスサービスはネットワーク内のメモリを郵便箱のように使用し、送信者からの伝言をメモリに蓄積しておき、受信者が必要なときにそれを取り出す方式である。最近では電文だけでなく、音声をメール化した音声メールサービスも実現されている。このメール情報の蓄積には大容量のメモリが必要であり、大容量ディスク、光ディスクの使用及び開発が行われている。

(2) プロトコル変換

コンピュータやデータ端末が相互に通信するためには、プロトコルの統一が必要である。プロトコルというのは通信手順の約束のことであり、プロトコルが異なると通信ができない。現実にはメーカーの違いにより数多くのプロトコルが存在しており、異機種間の通信はきわめて困難なものとなっている。したがって、任意のコンピュータや端末が相互に通信を行う場合、それぞれのプロトコルを標準のプロトコルに変換して、両者の通信を可能にする機能がネットワークに必要となり、この機能がプロトコル変換である。

プロトコル変換は通信文を蓄積し、コンピュータ処理により他のプロトコルへの変換を行っている。したがってプロトコル変換も蓄積交換と同様、大容量メモリを使用している。

(3) メディア変換

メディア変換は、音声、データ、画像といった多種多様のメディア間の通信を可能とするための信号の変換であり、たとえば、音声を文字に変換したり、ファクシミリの情報を画像情報に変換したりすることである。メディア変換の過程において音声認識、音声合成、画像処理などの高度な処理を行っており、これらの処理に大容量メモリが使用されている。

(4) 速度変換

通信速度の異なる端末間で通信を行うには、通信速度の変換が必要であり、この変換を速度変換という。端末自身に速度変換機能を持たせることもできるが、端末が非常に高価となるためネットワークに速度変換機能を持たせている。速度変換の過程で情報の蓄積を行うため大容量メモリを使用している。

このように蓄積交換、プロトコル変換、メディア変換、速度変換はすべてメモリ上にデータを蓄積し、そのデータの意味を変えることなく、変換、認識、合成処理を行い通信の価値を高めている。

6. 通信システムにおける今後のメモリ技術

将来の高度情報化社会においては、電話サービスに加え、データ通信、画像通信などの非電話サービスの役割がますます高くなるものと考えられる。そのため通信網はデジタル化が推進され、電話、データ、画像ネットワークが一つに統合された形となり、ネットワークの効率的利用、経済的利用が行われる。このネットワークが ISDN であり INS である。

この ISDN の時代においては、今のものに比べより高速、高集積の論理素子、高速、大容量のメモリ素子が大量に使用される。

ISDN 時代のデジタル交換機は音声、データ、画像情報を交換する総合交換機となり、ここで使用される、時間スイッチ、空間スイッチの通話メモリ LSI は現在の 1024 多重より大幅に増加し 4096~16,384 多重の専用 LSI が出現すると考えられる。この通話路メモリ LSI は、Bi-CMOS 技術または GaAs のデバイス技術から成り、LSI 1個で大容量スイッチが実現される。

パケット交換機においても同様に、音声、データ、画像が交換できる高速パケット交換機が実用化される。これは、音声、データ、画像情報を音声パケット、データパケット、画像パケット化し、一つの高速パケット交換機で交換を行い、マルチメディア通信の

実現を図るものである。高速パケットの蓄積には、高速メモリまたは高速 FIFO (First In First Out メモリ) が使用される。また、これらの情報もデータベース化が図られ、マルチメディアデータベースが実現する。マルチメディアデータベースの実現には大容量メモリが必要であり、超大容量磁気ディスク、超大容量光ディスクが開発される。

7. おわりに

デジタル交換機におけるメモリ応用を中心に解説した。また、パケット交換機、マルチメディア通信のメモリ応用については、主にメモリ使用方法について解説を行った。今後、光ファイバ伝送路の本格導入、広帯域通信の導入などにより、通信におけるメモリ技術は超高速、超大容量化が推進される。このメモリ技術を使用し、ネットワークの統合を図ることにより、高度情報化社会が実現されるものとする。高度情報化社会の実現のため、メモリ技術の一層の進展が待たれるところである。

参考文献

- 1) 日本電信電話(株): デジタル交換機〔II〕ハードウェアの基礎, 電気通信共済会, 東京, 471 p. (1984).
- 2) 日本電信電話(株): デジタル交換機〔IV〕ハードウェアの応用, 電気通信共済会, 東京, 696 p. (1984).
- 3) 電気通信協会: DDX データ交換の基礎知識, 東京, 421 p. (1978).
- 4) 石井: メモリの応用, 電子通信学会誌, 67, 11, pp. 1223-1234 (Nov. 1984).
- 5) 秋山: デジタル統合網, 情報処理, Vol. 24, No. 10, pp. 1186-1192 (Oct. 1983).
- 6) 小野, 浦野: マルチメディア通信, 情報処理, Vol. 24, No. 10, pp. 1227-1232 (Oct. 1983).
- 7) 斉藤他: ネットワークビジネス, アスキー, 284 p. (1986).

(昭和 61 年 3 月 4 日受付)