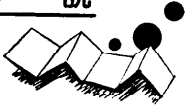


解説



電子交換機における記憶階層†

山本 公一††

1. まえがき

我が国の電話公衆網は昭和54年3月に全国自動即時化を達成し、ダイヤルのみで全国のいずれの加入者とも接続できるようになった。これをささえているのは全国で約5,300の電話交換局に設置された1万数千台の自動電話交換機である。これら交換機が全国約5,100万台の電話機相互で通話される1日約1億回の電話呼びをさばいている。

このような電話の普及拡大は、国民生活の高度化・多様化と相まって、音声による2者通話にとどまらず、電話網をより多能的に利用しようとする新しいサービスの要求を沸き立たしている。このような電話網への諸要求は交換機の構成をより融通性のある方式にすることをうながす。そのため、昭和46年以来、主要都市から順次に、蓄積プログラム制御による電子交換機が導入されており、現在では約350台が稼働中である。いずれは、すべての自動交換機を電子交換機に置き換える予定となっている。

電子交換機で使用する記憶装置の容量は、交換機に与える機能および収容する回線数等によって異なるが、1万端子規模の市内交換機ではプログラムおよびデータを含めて約3Mバイトが必要である。このような比較的多量の記憶装置を多数の交換局に設置するためには経済的な記憶方式とするのが重要な課題であり、我が国の電子交換機では当初より主記憶とファイル記憶による2階層方式が採られている¹⁾。

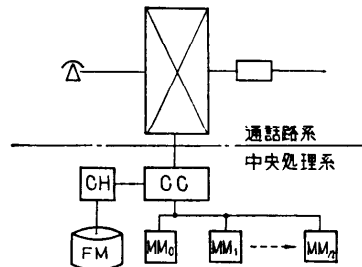
電子交換機は一般の電子計算機と異なり、交換接続とそれに付随するジョブの処理が主であり、どちらかと言えば専用的な実時間多重処理方式を採っており、1時間当たり数万回の電話呼びをさばいている。したがって処理能力が常に問題となり、記憶階層もかかる点から取扱う必要がある。

すなわち、電子交換機における記憶階層の基本的な考え方は交換プログラムおよびデータのダイナミックな使用頻度に偏りがあることに着目し、使用頻度の高いものは高速化を図り、低いものは低速の記憶装置に割付けて経済化を図ることにある。これは、観点を変えると、電子交換機が扱う単位時間当りの呼数(処理能力)に応じて高速メモリ、低速メモリへのプログラムおよびデータの割付けを変更し、要求される処理能力に応じてメモリ系、ひいては制御系の経済性を達成するという電子交換機制御系構成法の一つとしてとらえることができる。

本稿では、このような記憶階層を電子交換機の制御系構成に応用した中規模電子交換機D20(最大約2万端子の電話機を収容可能)²⁾の例を用いて電子交換機における記憶階層について述べる。

2. 電子交換プログラムの構成

本稿で説明する電子交換機の基本的な構成は図-1の通りであり、通話路系、中央処理系よりなる。中央処理系はIC-RAMによる主記憶(MM)と磁気バブルまたは磁気ドラムによるファイル記憶(FM)をもつ。このFMは1章で述べた記憶階層を構築するとともにMMのバックアップの役目も果たす。更に後述する如く交換機規模に応じてMMを増設し処理能力と経済性のバランスをとるようにする。



CC: 中央制御装置 CH: チャネル装置 FM: ファイル記憶装置 MM: 主記憶装置

図-1 電子交換機の構成

† An Example of Memory Hierarchy in Electronic Switching System by Koichi YAMAMOTO (Totsuka Works, Hitachi, Ltd.).

†† (株)日立製作所戸塚工場 (前日本電信電話公社)

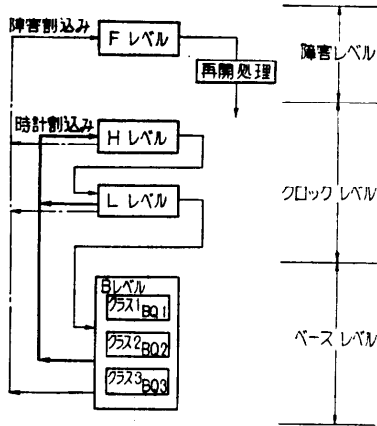


図-2 電子交換プログラムの処理レベル

このようなハードウェア構成のもとで、多数の呼を同時に処理するために、図-2の如きレベル構成を採って時分割多重処理を行う。障害レベルに位置づけられる処理は最緊急の処理であり、クロックレベルの処理はダイヤル信号の受信などミリ秒オーダーの時間的精度が要求される。これらに対してベースレベルの処理では、例えば、発加入者がダイヤルを終わってから着加入者に呼出信号が送出されるまでの時間が人間習性から許容できるものか否かなど、トランザクションの処理待合せ時間が問題となる。なお、ベースレベルに対する時計割込み周期は8ミリ秒としている。

一方、交換機を制御する機能に着目すると、交換プログラムシステムは異常発生時にシステムを正常状態に復帰する処理を行う障害処理プログラム類、呼の接続制御を司る呼処理プログラム類、正常系から切り離された装置を診断する診断プログラム類、交換機の保守運用を支援する運転管理プログラム類およびこれらの実行制御を行う実行管理プログラムから構成される。そして、それぞれのプログラム類に分類されるプログラムユニットまたはモジュールは要求される時間条件に応じて図-2の各レベルで実行される。プログラム規模は交換機に付与する機能によって異なるが大略1~2Mバイトであり、このうちベースレベルで実行されるプログラムが約85%を占める。

このような構成および処理方式を採る交換プログラムにおいて、いわゆる交換機の融通性を左右するプログラムはベースレベルで実行される呼処理プログラム類である。これらは、逆に言えば、交換機の稼動期間内で変更の可能性が大きいプログラムとも言える。

また、前記のように、比較的多量の記憶スペースが

必要なベースレベルのプログラムは、定められた許容時間内であれば待合せが可能なトランザクションを処理することになるから、FMからMMへ転送（オーバレイ）して実行できる要件をもつ。当然であるが、ベースレベルに位置づけられたプログラムが関与するデータ類もFMに格納して転送により使用することが可能となる。

3. 記憶階層とその処理

交換機において呼の制御は、基本的には、

- (1) 処理要求の検出
- (2) 処理要求の解析、動作方法の決定
- (3) 交換動作制御処理

の順に実行する。実際は、この一連の処理は更に分割され、分割された処理プログラム間の通信はトランザクションメモリを介して行っている。上記のうち(2)と(3)の1部がベースレベルで実行され、オーバレイによる処理の対象となる。

今、新しいトランザクションが発生したとき、該当の処理プログラムがFMに格納されていると、それをMMに転送するが、その場合の処理に次の方法がある。すなわち、

- (i) 該当プログラムがMMにあるか否かを調べない場合に限り転送する方法
- (ii) 常に転送する方法

であるが、前者は一般の電子計算機で採られているロールイン・ロールアウトと基本的には同様である。

ここで再び交換機制御の特徴を述べる。電話をする場合に相手が応答するまでの呼出中の時間と相手が応答してから通話が終了するまでの通話中の時間は、着目する呼の状態は変化しない。したがって、該当する呼の処理に必要なデータ類は呼ごとにまとめてブロック化し、上記の時間帯を利用して図-3のようにデータ類のみのロールイン・ロールアウトを行えば着目する呼に対するFMとMM間の転送時間の影響——接続制御に要する中央処理系の処理時間の呼への影響——

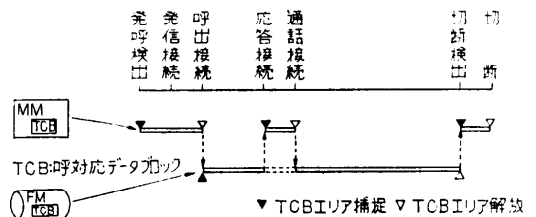


図-3 呼対応データのロールイン・ロールアウト

を少なくすることができる。この特徴を利用すれば、記憶階層を用いて処理能力と経済性のバランスをとるための基本はプログラムを中心に考えることになる。

また、交換機の制御は、汎用計算機と異なり、呼の状態とその時の入力条件に応じて一義的に実行すべきジョブが決定されるという制御論理の集合体から成立っており、そのパターンが呼の種別によって有限数に固定されるという特徴がある。したがって、制御シーケンスが定まれば、その処理を行うプログラムをFMから転送して実行するか、MMに常駐しておくかは、プログラム設計時に判断でき、(i)の方式を必ずしも採る必要はない。

このような特徴を考慮し、更に、オーバレイ制御のための処理の簡略化を図るため、(ii)の方法を探ることとした。すなわち、図-4(a)の如く、ベースレベルプログラムは処理能力の許せる限り、常に転送して実行する方法をとり、転送による待合せ時間が許せない程度の回線規模に交換局が達した場合はMM増設し、転送回数を減じる方式とした。今、転送すべきプログラムユニット規模をその平均の1Kバイトとし、1回の転送時間を、回転周期20msの磁気ドラムを用いるとして、15msとすると、呼当たり転送回数と交換局の回線規模の関係は図-4(b)のようになる。通常

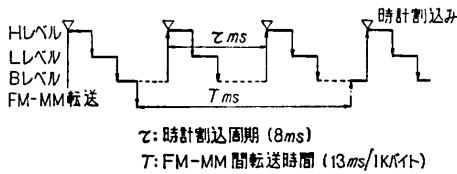


図-4(a) ベースレベルプログラムの転送の時間関係

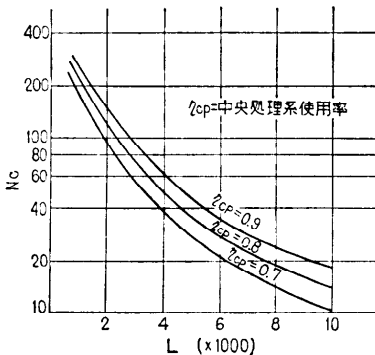


図-4(b) 端子数(L)と呼当たり転送回数の関係(Nc)

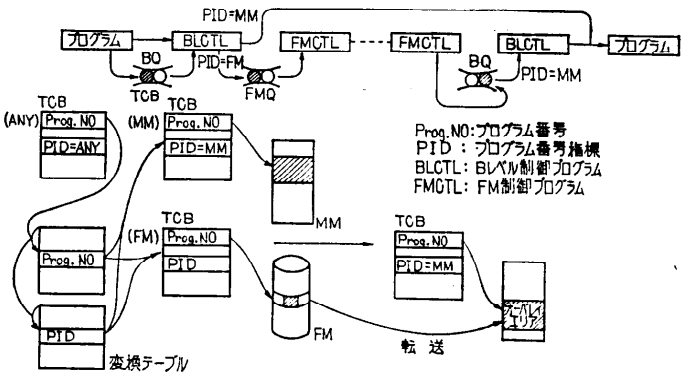


図-5 ベースレベルプログラムのオーバレイ処理

は、最大でも呼当たり転送回数は100回であり、このような方式を採っても、充分、交換機の制御は可能である。

このような制御方式を採ったとき、実行要求のあったプログラムがMMか、FMかを識別しなければならない。そのためベースレベルの全プログラムユニットをMM常駐のもの、FM常駐のものおよび交換局の回線規模によって変化するものの3つにグループ分けをし、実行管理プログラム類の一つであるベースレベル制御プログラム(BLCTL)で判別することとした。

すなわち、処理要求を出したトランザクションメモリ内容の分析を行うとき、該当するプログラムのプログラム番号指標(PID)とプログラム番号(PGN)を与える。PIDがMMまたはFMの場合はPGNはMMまたはFMの格納番地を示すようにし、PIDがANYの場合はPGNは収容位置を示す変換テーブルの番地を示し、この変換テーブルを介してMMかFMかを識別する。交換局の規模に応じて格納場所が変わった場合、変換テーブルを変更するのみでよく、プログラムの実行制御には何等の影響を与えない。これらの処理を示したものが図-5である⁹⁾。

以上、2階層メモリによる処理の概要を述べた、交換局規模(処理能力)と経済性とのバランスを最適にするためには、処理能力とメモリコスト、すなわち、MMとFMへのプログラムの割付けを最適にする必要がある。これは設計法の問題であり、詳細は省略するが、処理能力評価式に、あるプログラムユニットをFMからMMへ格納替えしたときのメモリコスト増加とそのときの処理能力増加の比を示すパラメータを挿入し、与えられた処理能力のもとで割付けが解るよ

うにして設計を行った⁴⁾。

4. あとがき

2階層のメモリ系を用いて処理能力と経済性のバランスをとることを中心に電子交換機における記憶階層の一応用例を述べた。このほか、大規模電子交換機である D 10 形交換機も2階層のメモリ系を用いているが、規模が大きいために経済性にスケールメリットが発揮でき、本文で解説したような交換局の規模に応じて MM と FM の割付けを変更することはしていないが、他は基本的には本文と同様な処理方式を探っている。

この D 10 形は最大 10 万端子もの電話機を収容できるものであり、FM 格納のデータ、特に加入者データへのアクセス頻度がかなり多くなる。このため、例えば磁気ドラム上のトラックを8つのゾーンに分割し、異なるゾーンに対するアクセス要求であれば1回転する間にその要求はすべて処理可能とする、ゾーン分割アクセス法をとっている⁵⁾。

このように電子交換機における記憶階層は常に処理能力面からの評価が中心となっている。しかしながら最近では半導体技術の進歩によりメモリ素子のコストが低下し、処理能力と経済性のバランスを記憶階層でとるという方式の意義はうすれている。一方、通信網のデジタル化とともに本稿冒頭に記した電話網の多能的利用は非電話系通信サービスの進展としてとらえられ⁶⁾。そのために交換系が有する処理装置には交換機の制御のみならず、いわゆる通信処理の要求が活発と

なり、ますます交換プログラムの規模は大きくなりつつある。

このような変化は交換プログラムの作成の容易さを一層要求することとなり、それにともない更に多くのメモリ容量が必要となる。処理能力と経済性のバランスの記憶階層から、プログラマにメモリを意識させない仮想記憶概念の記憶階層へと移行しよう。しかし、このような方式となっても、交換機に要求される実時間処理は変わらない。

すなわち、今後は、実時間多重処理による必要な処理能力を保ちながら仮想記憶方式を電子交換機にどう適用するかが課題となろう。

参 考 文 献

- 1) 高山, 藤本, 城水: DEX-2号交換機のシステム設計, 研究実用化報告(通研), Vol. 18, No. 10, p. 2425 (1969).
- 2) 楠, 山本, 清水: DEX-A 11 電子交換方式, 研究実用化報告(通研), Vol. 23, No. 5, p. 7 (1974).
- 3) Yamamoto, Ishii, Hiroshima: Program Structure of Small-Medium Size Electronic Switching System D-20, ISS '76, p. 242 (1976).
- 4) 楠, 山本: メモリ階層による電子交換プログラムの最適構成, 信学論, Vol. 59-A, p. 177 (1976).
- 5) 例えば三瀬他: 磁気バブル記憶装置のアクセス制御方式の一考察, 昭和 53 年信学全大予稿, p. 1543 (1978).
- 6) 北原: 電気通信とコンピュータ・コミュニケーション, 情報処理, Vol. 20, No. 11, p. 963 (1979).

(昭和 54 年 11 月 21 日受付)