

分散交換システムにおける 多元呼ルーティング方式の一検討

安田 洋史

NTT交換システム研究所

マルチメディア通信を提供する広帯域ISDN(B-ISDN)に対する交換ノードとして、複数の交換モジュールをビルディングブロック的に相互接続した分散型アーキテクチャが有望視されている。本稿では、分散型システムアーキテクチャを持つB-ISDN用交換ノードにおけるノード内ルーティング方式の検討結果を述べる。まず、既存制御方式(集中制御と分散制御)の適用性を議論し、マルチメディア環境では単一の制御方式の適用は不合理であることを示す。さらに、呼の要求帯域に応じてルーティング制御法を切替えるハイブリッド制御方式を提案し、その実現可能性を示す。

A STUDY ON A MULTIMEDIA ROUTING STRATEGY FOR A DISTRIBUTED SWITCHING SYSTEM

Hiroshi Yasuda

NTT Communication Switching Laboratories

3-9-11 Midori-cho, Musashino-shi, Tokyo, 180, Japan

A distributed switching architecture has been considered as a future switching system for broadband ISDN (B-ISDN) which provides multimedia communications. This paper presents an intra-node routing strategy in a B-ISDN distributed switching system. It considers the adaptability of two classical control methods (centralized and distributed control) in the B-ISDN environment and indicates that it is not rational to apply a single control methods to handling multimedia calls. It proposes a hybrid control method which changes the routing control method according to the required bandwidth of a call and discusses its feasibility.

1. まえがき

通信ニーズの多様化、高度化に対応して音声、データを統合した狭帯域ISDN(N-ISDN)サービスが実用化された。さらに、一層の高速大容量化を指向した広帯域ISDN(B-ISDN)の実現に向け、STM (Synchronous Transfer Mode) あるいはATM (Asynchronous Transfer Mode)技術をベースとしたB-ISDN用交換ノードの研究が進められている。

B-ISDNでは、150Mb/s 又は600Mb/s の高速回線上で数10kb/sから数100Mb/s までの様々な要求帯域を持つマルチメディア通信が可能である。このような多元トラヒックを扱うB-ISDN交換ノードアーキテクチャとして、複数の交換モジュールをビルディングブロック的に相互接続した分散型アーキテクチャが有望視されている。

本稿では、分散型システムアーキテクチャを持つ交換ノードにおけるノード内ルーチング方式の検討結果を報告する。2章では、マルチメディア環境における分散交換システム設計上の課題を述べ、交換ノードへの要求条件を明確化する。3章では、分散システムにおける代表的なルーチング方式である分散制御と集中制御を採り上げ、B-ISDNへの適用性を議論する。4章では、分散型ノードにおけるルーチング方式としてハイブリッド方式を提案し、その有効性を述べる。

2. マルチメディア環境における交換システム設計上の課題

B-ISDNでは音声、データ、画像等狭帯域から広帯域までのマルチメディア通信サービスを提供する。表1にユーザ・網インタフェースとして150Mb/s の回線速度を考えた場合の各メディアの同時接続呼数を示す。交換システムで処理すべき呼数はメディアに応じて動的に変化すると共にその同時接続呼数比は回線あたりに換算して 10^3 オーダーもの開きがある。

例えば、音声等の狭帯域呼の場合、1回線当たりの利用可能チャンネル数は非常に大きいため、プロセッサに起因する交換システムの処理能力がシステムネックの要因となる。従って、システム設計上は収容回線数を制限する必要がある。一方、HDTV等の広帯域呼の場合、1回線当たり高々数チャンネル分の容量しかなく、一定の呼接続品質を満たすためには、システムとしての収容回線数を増加する必要がある。(図1)

以上の相矛盾する要求条件から、B-ISDN交換ノードのシステムアーキテクチャとして図2に示す分散型アーキテクチャが有望視されている。本ア

サービス	要求レート	最大同時接続数
音 声	64 kb/s	2400
高 速 ファクシミリ	0.7 Mb/s	200
T V 会 議	1 Mb/s	150
H D T V	100 Mb/s	1

表1 1回線(150Mb/s)当たりの最大同時接続数

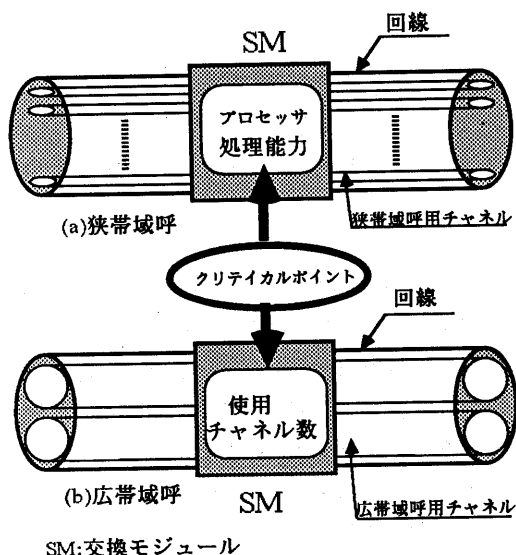


図1 交換システムへのB-ISDNの影響

一キテクチャは数回線程度を収容した交換モジュール（SM）群を相互接続したものであり、大規模ノード実現時には数100～数1000モジュールからなる超分散システムとなることが想定される。

3. 従来のルーチング方式の問題点

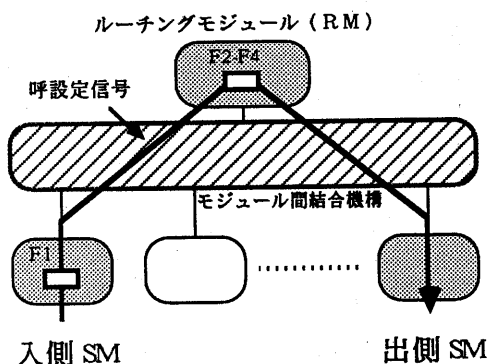
3.1 集中制御と分散制御

従来の電話或いはN-ISDNを指向した分散型交換システムに適用されていたルーチング方式は図3に示す2方式に大別される。

(1)集中制御

特定モジュール（ルーチングモジュール：RM）にルーチングに必要な機能（方路選択、モジュール選択、回線選択）及びグローバル情報（番号翻訳表、回線使用状態等）を集中配備する。

SMは呼設定信号を受信すると該信号をRMに送信する。RMはグローバル情報を基に、出方路、出側SM及び出回線を選択し、選択結果を出側SMに通知する。出側SMはRMが決定した出回線に信号を送出する。



(a) 集中制御方式

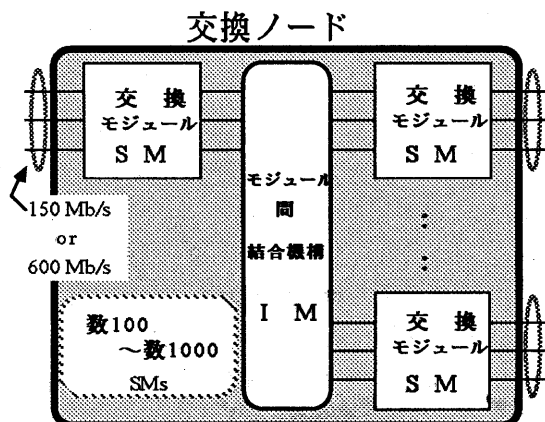
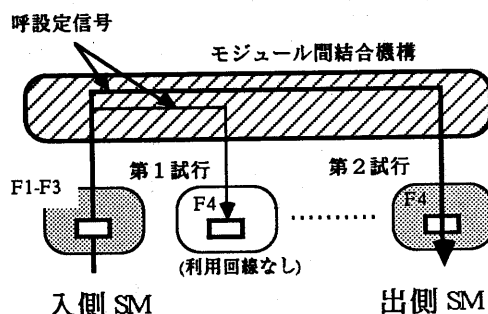


図2 分散型交換システムアーキテクチャ

(2)分散制御

全SMにルーチング機能及び情報を配備する。但し、各SMは回線選択に必要な回線使用情報として自SMに閉じたローカル情報のみを持つ。

SMは呼設定信号を受信すると出方路、出側SMを選択し、出側SMに信号を送信する。出側SMは出方路内の出回線を選択し、当該回線に信号を送出する。出側SMに空回線が無い場合は、入SMでSMを再選択する。



(b) 分散制御方式

(注) F1: 発信分析
F2: 方路選択

F3: モジュール選択
F4: 回線選択

図3 既存ルーチング制御方式

3.2 マルチメディア環境への適用性

システム拡張に対する柔軟性の観点からは、リソースネック要因の無い分散制御方式が優れている。しかし、分散制御の場合、選択先モジュールの出回線使用状態が分からないため、モジュール再選択により通信品質が劣化する可能性がある。

図4にルーチング機能配備評価モデルを示す。ノードXは m 個のモジュールから構成され、各モジュールはノードY向けの通信チャンネルを n 本収容する。ノードY向けのトラヒックがノードXに A erl 加わる場合の空チャンネルが見つかる迄のモジュール選択回数を評価する。

図5及び図6は1方路に加わる呼量及びモジュール当たりのチャンネル容量を変化させたときのモジュール選択回数(95%値)を示している。ここで、システム設計条件は、呼損率 $B \leq 0.001$ 及び負荷変動を考慮して回線使用率 $\rho \leq 0.7$ を満足することを前提とする。

図5からモジュール当たりのチャンネル容量に依らず、呼量 $A=30 \sim 60$ erl 付近で選択回数がピークを示すことが分かる。これは60erl 以上の領域

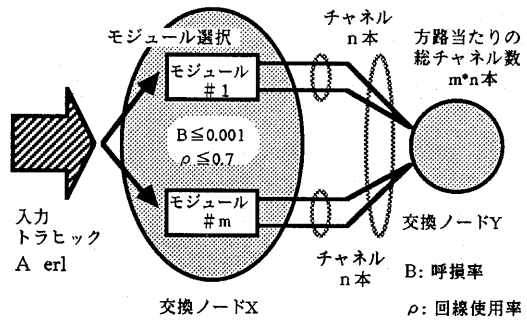
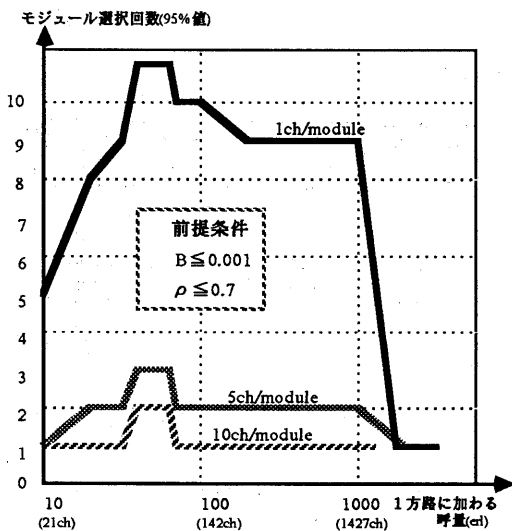


図4 ルーチング機能配備評価モデル

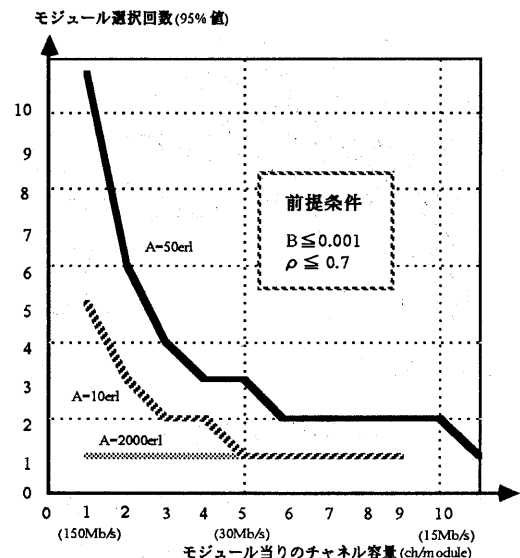
では、回線使用率 ρ が0.7に抑えられ、実効的に呼損率 B が0.001を下回るため、空チャンネルの見つかる確率が高くなることに起因する。即ち、モジュール選択回数による品質規定の基準としては回線使用率がシステム設計上の値に等しくなる程度の呼量を考えれば良い。

一方、接続品質の観点から分散制御と集中制御の適用範囲を考察する場合、集中制御が2回のモジュール選択と等価とすると、その適用範囲は分散制御においてモジュール選択回数が2回を越える領域と考えられる。図6から $A=50$ erlの場合、



(注) ()内はシステムの全チャンネル容量

図5 1方路に加わる呼量とモジュール選択回数の関係



(注) ()内は1モジュールに1回線(150Mb/s)収容したときに対応する呼の要求帯域

図6 モジュール当たりのチャンネル容量とモジュール選択回数の関係

モジュール当たりの収容チャネル数が5以下の領域で選択回数が2回を超えることが分かる。モジュール当たりの1方路分の回線容量を150Mb/sとすれば、5チャネル/モジュールは30Mb/sの呼に相当する。即ち、このような条件下では30Mb/s以上の呼に対しては集中制御が適していると考えられる。

4. ハイブリッド制御方式

4.1 ルーチング制御モデル

3章での結果からマルチメディア環境における分散型交換システムのルーチング制御方式として挟帯域呼に対しては分散制御を広帯域呼に対しては集中制御を適用するハイブリッド制御方式が有効であると考えられる。図7にハイブリッド制御方式の基本的な考え方を示す。

方路選択機能、モジュール選択機能及び回線選択機能はRM及び全てのSMに配備する。但し、回線選択機能については、各SMは自収容回線に関する情報のみ持つのに対し、RMでは全SMの収容回線に関する情報を持つ。

ノードへの入力呼をその要求帯域に従って次の2つに分類する。

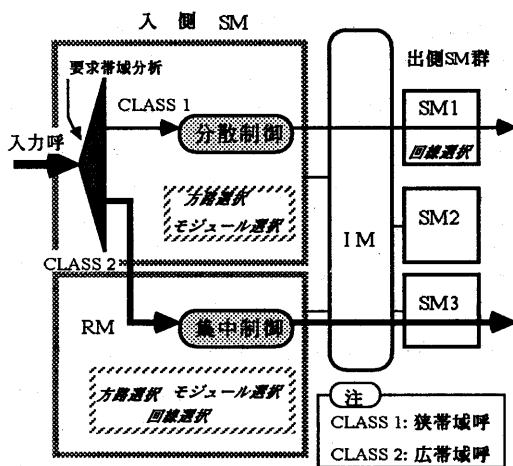


図7 マルチメディア呼に対するルーチング制御モデル

(a) CLASS1: 挟帯域呼(64K~数10Mb/s)

(b) CLASS2: 広帯域呼(数10Mb/s以上)

入側SMは入力呼の属するCLASSに応じて、ルーチング制御方式を切り替える。即ち、CLASS1に対しては入側SMで方路選択、モジュール選択を行い、出側SMで回線選択を行う。一方、CLASS2に対してはRMで方路選択、モジュール選択、回線選択を行う。

4.2 仮想帯域管理

ハイブリッド方式では、RMと全SMの間で回線情報を相互に通知する機能が必要となる。しかし、回線情報は呼毎にダイナミックに変化するため、両者の間で完全に状態を一致させることはモジュール間通信のオーバーヘッドを招き、実質上不可能である。この問題を解決するために、RMに対して仮想帯域管理を導入する。

図8に仮想帯域管理の概念を示す。ハイブリッド方式では、SMは挟帯域呼を扱うため、回線容量をきめ細かく管理する必要があるが、RMでは広帯域呼に必要な容量の有無のみ管理すれば良く、SMと比べ大まかな回線管理で十分であると考え

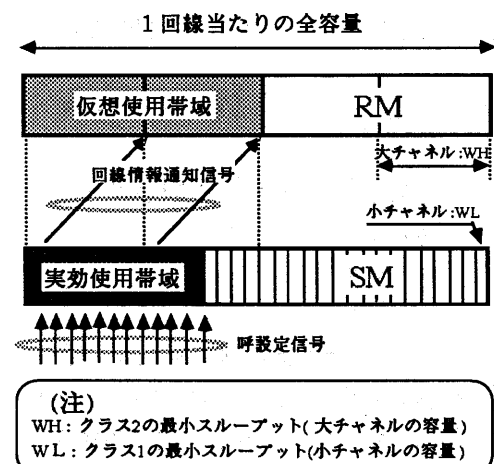


図8 仮想帯域管理

られる。この点に着目し、SM及びRMでの回線容量を以下のように管理する。

回線容量をCLASS2に属する最小帯域 W_H で正規化し、複数の大チャンネルに分割する。さらに、大チャンネルをCLASS1に属する最小帯域 W_L で正規化し、複数的小チャンネルに分割する。RMでは回線容量を大チャンネルの個数として管理する。一方、各SMでは回線容量を小チャンネルの個数として管理する。即ち、実際の回線使用容量 C_{SM} として m 個分の小チャンネルを使用中であり、

$(n-1) \times W_H < C_{SM} = m \times W_L \leq n \times W_H$ の範囲にある場合、RMの回線使用容量 C_{RM} は n 個分の W_H が使用中であると考ええる。(ここで、 m と n の間には $m = k \times n$, $k = W_H / W_L$ の関係がある。)

一方、RMとSM間での回線情報通知の契機及び手順は次の通りである。

(1)広帯域呼：呼設定時及び呼解放時、呼毎に呼制御信号に同期して通知する。

(2)狭帯域呼：SMからRMに対して、RMでの大チャンネル個数 n が変化するときのみ通知する。

仮想帯域管理を適用しないときの通信量を λ_c ($= \lambda$: 全呼制御信号量)、適用したときの通信量を λ_v とすると、仮想帯域管理による回線通知情報量の削減効果 λ_v / λ_c は次式となる。

$$\lambda_v / \lambda_c = 1 + \{ (1/k) - 1 \} a$$

a : 全制御信号中に狭帯域呼用制御信号の占める割合 ($0 < a < 1$)

$k : W_H / W_L$ ($k > 1$)

λ_v / λ_c は狭帯域呼の割合 a に比例するため当然、削減効果はシステムに対するトラヒック条件により左右される。しかし、一般には狭帯域呼の基礎呼量は広帯域に比べ、極めて大きく ($a \approx 1$)、実効上は $1/k$ に近い効果が得られると考えられる。例えば、3.2節の条件下では回線通知

情報によるモジュール間通信量は約 $1/500$ に削減される。

5. あとがき

マルチメディア環境における分散型交換システムのルーチング方式についてモジュール当たりの処理能力と収容回線数の観点から検討し、分散制御及び集中制御の適用性を定量的に示した。

さらに、ルーチング方式として呼の要求帯域に応じて分散/集中制御を併用するハイブリッド制御方式を提案した。また、本方式におけるモジュール間通信のオーバーヘッドを低減する方法として仮想帯域管理法を提案し、その有効性を示した。

今後は、ハイブリッド方式の制御方式を詳細化すると共に、実システムへの適用法について検討する予定である。

参考文献

- (1)L.G.Anderson, et.al., "Distributed System Tradeoffs" ISS' 87, B1.1, 1987
- (2)M.Bonatti, et.al., "A Call set-up Architecture for Very Large Switching Systems" Globecom' 86, 19.1, 1986
- (3)A.Briccoli, et.al., "Models of Adaptive Load Allocation in a Distributed Electronic Exchange" Zurich Seminar, F5, 1986
- (4)K.Takami, et.al., "Architectural Functional Aspects of a Multimedia Packet Switched Network" ISS' 87, B6.4, 1987
- (5)H.Yasuda, et.al., "Routing Functional Arrangements for a Distributed Switching system in B-ISDN" Globecom' 89, 25.4, 1989
- (6)廣重他, "分散交換機におけるモジュール間通信方式の検討", 信学会, IN88-92, 1988