

ISDN通信制御方式の一検討

4U-2

山田 達司 松田 栄之 菅野 政孝 水谷 賢司

N T T データ 通 信 株 式 会 社

1. はじめに

ISDNのサービスが始まり、G4ファックス・TV会議システムなどのISDNに対応した専用端末が各社から発売されている。しかし複数のアプリケーションが同時にISDNを利用することができるインタフェースを提供している汎用端末は未だ少ない。

現在ワークステーション上に汎用的な利用と既存アプリケーションプログラムの流用を可能とするISDN通信制御プログラムの構築を進めている。本稿ではその実現方式と、回線を有効利用するための拡張方式であるチャンネル選択方式に関する検討結果を報告する。

2. システム構成

本稿ではワークステーションとISDN間をポイント・ポイント接続で結んだシステムを前提とする。また、ワークステーション上では複数のアプリケーションプログラム(以下APと略)が各種通信手順(プロトコル)を用いて同時に通信を行う。

3. 実現方式

3.1 呼制御プログラムの実現方式

(1) 位置づけ

本プログラムは各種通信手順を実現するための共通機能として用いられる。したがって、回線交換、パケット交換のどちらにも対応できる呼制御機能及びインタフェースを持つこととする。

(2) 実現機能

回線交換、パケット交換用の呼の設定、解放等の呼制御機能およびLAP-D機能を実現する。なお前提としたシステム構成では端末の移動は考慮しない。したがって、そのためのメッセージ(中断、再開等)はサポートしないこととする。

(3) プログラム構成

本プログラムはハードウェアを直接制御するため、カーネル内のドライバとして実現する。LAP-D制御部及びISDN呼制御部は、それぞれISDN呼制御のレイヤ2、レイヤ3機能を実現する。ISDN呼制御部は、カーネル内の他のドライバ、またはAP(以下この2つを合わせて上位プログラムと呼ぶ)からシステムコールによりコールされる。そこでイベント受付部をISDN呼制御部と独立に設け、上位プログラムからの要求をキューとして受け付け、順次イベントを処理することとする。プログラム構成を図1に示す。

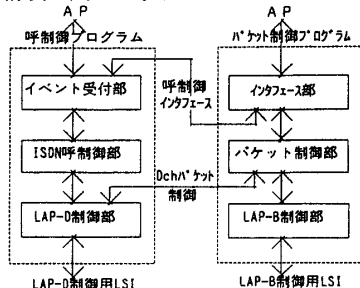


図1 プログラム構成

表1 自動応答するメッセージ

	受信メッセージ	自動応答メッセージ
1	呼設定	呼設定受付
2	呼設定	応答
3	切断	解放
4	解放	解放完了

(4) 上位インタフェース

本ドライバでは上位プログラムに送信するメッセージを指示させたり、受信したメッセージを全て通知するインタフェースを採用し、上位プログラムにメッセージの制御を任せることとする。但し、上位プログラムが同期をとる必要がないメッセージの受信時にはドライバ内で応答を自動的に返す機能も提供する。自動応答の有無は上位プログラムの指示による。表1に自動応答するメッセージを、図2にそのシーケンス例を示す。

3.2 パケット制御プログラムの実現方式

(1) 位置づけ

既存ソフトウェアの継承を基本方針として、通信手順の一つであるパケット制御プログラムを実現する。DDX用のパケット制御プログラムを利用した既存APとバイナリレベルでの互換性を保ち、またハードウェアに依存しないレイヤ3パケット制御部は既存のパケット制御プログラムから流用することとする。

(2) プログラム構成

本プログラムは、レイヤ2機能を実現するLAP-B制御部、レイヤ3機能を実現するパケット制御部、及びインタフェース部からなる。パケット制御部ではBチャンネルを用いてパケット交換を行う際は、データリンク機能としてLAP-B制御部を利用する。しかし、Dチャンネルを用いる際は、データリンク機能としてLAP-Dを用いるので、パケット制御部から呼制御プログラムのLAP-D制御部へ直接インタフェースをとることとする。

また、既存APとの互換及びレイヤ3パケット制御部の流用のために、従来と同じAPインタフェースを持つインタフェース部を設け、呼制御に必要なISDN特有のパラメータを決定し、呼制御を行う。

4. チャンネル選択方式

ISDNでは使用できるチャンネルの種類、数がDDXと異なる。したがって、パケット制御プログラム内のインタフェース部には、チャンネルの選択を行う機能が必要である。その方式として、

(1) APが2B+Dの内1本のチャンネルを指定する。

(2) APがチャンネルの種類(B/D)のみを指定する。

(3) APが条件だけを指定し、自動的にチャンネルを選択する。この3案が考えられる。メディア毎、業務毎にチャンネルを分ける場合は方式案(1)・(2)が良い。また、パケット交換を利用し、チャンネル上で論理パスを多重化し回線を有効に利用する場合には、回線の状況により最適なチャンネルを選択できる方式案(3)が良い。しかし、その選択は常に知的に行われなくてはならず、その選択基準も一意ではない。以下、方式案(3)の実現方式の検討を行う。

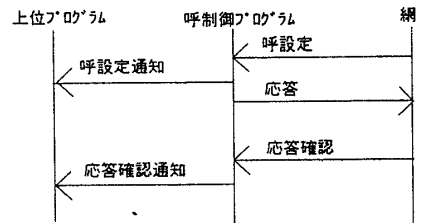


図2 自動応答のシーケンス例

A Study of ISDN communication control method

Tatsushi YAMADA, Shigeyuki MATSUDA, Masataka SUGANO, Kenji MIZUTANI

NTT DATA communications systems corporation

4. 1 チャンネル選択のパラメータ

パケット呼で使用するチャンネルは以下の条件を満たすように選択される必要がある。

- (A) 以降の利用に備え、使用するチャンネルを少なくする。
- (B) APが呼に要求する条件を保証する。

回線交換方式と比べた時、パケット交換方式は

- ・従量制である、距離によるコスト差が少ない、
- ・一本のチャンネルで複数地点と通信ができる、などの利点を持つ一方、
- ・パケット長・スループットの適切な設定が必要、
- ・遅延時間が大きい、

などの欠点を持つ。これらの条件はチャンネルが多重化されることによりさらに厳しくなる。APがその変化に対応して多重化を行うのは非常に困難であり、チャンネルの多重化による回線の有効利用を妨げている。

本検討ではAPが以下の3つのパラメータをパケット制御プログラムに要求し、パケット制御プログラムがこれらを保証することによりチャンネルの多重化による回線の有効利用を可能とする。

- (a)パケット長：チャンネル属性の違いに対応する。
- (b)スループット：呼の平均的なデータ通信量。
- (c)最大許容遅延時間：

遅延時間は表2に示した4つの要素に分けることができる。受信時の遅延時間は網の構造に依存する部分が多いが、送信時と同様の動きをすと仮定し、以降の検討は送信時について行う。評価の結果、本検討では回線の状況により変化し、かつ他の3要素に比べて大きな値をとり得る回線待ち時間及び選択するチャンネルに依存する回線占有時間の和を遅延時間とおき、その最大許容値を最大許容遅延時間とする。

4. 2 チャンネル選択方式

トラフィックモデルとして、パケットの到着がポアソン分布、回線占有時間が指数分布に従い、送信要求を受けた順に回線上に送出されるM/M/1モデルを仮定する。

(1) 論理バスの多重化可能性の判断

既にパケット交換に利用しているチャンネル上でさらに論理バスの多重化が可能かを以下の3条件により判断する。

(1. 1) パケット長に関する条件

プロトコルの定義により、パケット長が256オクテットを超える場合はDチャンネルは選択できない。

(1. 2) スループットに関する条件

チャンネル上の呼のスループットの総和は実効回線速度以下でなくてはならない。実効回線速度とはフロー制御などを行った場合に転送できるデータの量である。

(1. 3) 遅延時間に関する条件

M/M/1モデルを仮定することにより各チャンネルの回線待ち時間の分布を求めることができる。その99パーセントイルを回線待ち最大時間とし、それと回線占有時間の和をもって呼の最大遅延時間とする。この値は図3(1)式により求めることができる。そしてチャンネル上の全ての呼において、チャンネルの回線待ち最大遅延時間は、呼が要求する最大許容遅延時間から回線占有時間を引いた値以下でなくてはならない。

表2 遅延時間の内訳

要素	内容	影響度	パラメータへの選択
ドライバ内処理時間	パケット制御プログラム内の処理時間	非常に小さい。	×
回線待ち時間	他のパケットの送出を待つ時間	チャンネルの多重化の状況により異なる。	○
回線占有時間	回線上をひとつのパケットが送信されるのにかかる時間。	パケットの大きさと、チャンネルの速度により決まる。	○
網内遅延時間	網の内部における遅延時間	不定。DDX-Pの網内遅延時間より数百ms程度と予想される。	×

(2) 利用チャンネルの決定

上記3条件を満たし多重化可能と判断されたチャンネルが複数ある場合、その中から図3(2)式により求められるパケット送出の平均遅延時間が最小となるチャンネルを選択する。多重化可能なチャンネルがない場合は未使用チャンネルの獲得を試み、獲得が不可能な場合呼を拒絶する。

4. 3 チャンネル選択方式の検証

チャンネル選択及びパケットの発生と送出のシミュレーションを行った。その結果、次のことが分かった。

(A) 平均遅延時間の小さいチャンネルから選択されるため、一意にチャンネルを選択する方法よりも転送効率の良いチャンネルを選択することができる。また、使用中のチャンネルに多重化が可能な間は新規チャンネルを利用しないため、チャンネルの使用量が少ない。

(B) 一度パケット長の大きな呼が多重化されると以降遅延時間に厳しい呼は多重化されにくい。逆にスループットは高くても、パケット長が小さい呼はかなりの数多重化されても遅延時間に関する制限まで余裕がある。

(C) シミュレーションにおいて、算出した最大遅延時間よりも長く遅延が生じるパケットは平均して1%程度であり、APの要求をほぼ満たしていると言える。

本方式によるチャンネル選択の一例を表3に示す。

5. むすび

ワークステーション上のISDNの呼制御およびパケット交換の制御プログラムの実現方式について述べた。またパケット交換の際に使用するチャンネルの自動選択方式について検討した結果を報告した。

参考文献

- (1) 谷口他：“ISDNパケット交換利用時の通信制御処理装置のチャンネル選択方式”昭和64前情処全大5J-1
- (2) NTT:INSネットサービスのユーザ・網インタフェース(64年度)案

$$\begin{aligned} \text{最大遅延時間} &= \bar{s} \left(\frac{\log(1 - 0.99)}{\rho - 1} - 1 \right) + S_i \dots\dots (1) \\ \text{平均遅延時間} &= \frac{\rho \bar{s}}{(1 - \rho)} + S_i \dots\dots (2) \quad \bar{s} = \frac{\sum S_i}{n} \\ \rho &= \frac{\sum T_i}{c.s} \quad S_i = \frac{(L_i + p.h.) * 8}{c.s} \end{aligned}$$

T_i : 呼iのスループット \bar{s} : 平均回線占有時間
 L_i : 呼iのパケット長 ρ : チャンネル利用率
 S_i : 呼iの一パケットが回線を占有する時間 os : S_i の標準偏差
 n : 呼の総数 $p.h.$: パケットヘッダ長
 $c.s.$: 回線速度

図3 最大・平均遅延時間の算出法

表3 実際のチャンネル選択の例

パケット呼発生番号	1	2	3	4	5	6	7	8
パケット長(477ビット)	256	512	1024	512	4096	2048	256	512
スループット(bps)	1200	4800	9600	4800	4800	4800	1200	4800
許容最大遅延時間(sec)	1.5	3.0	2.5	2.0	3.0	2.5	2.0	1.5
選択されたチャンネル	D	B1	B1	B1	B1	B1	D	B2
Dチャンネル回線待ち最大時間(sec)	0.527	0.527	0.527	0.527	0.527	0.527	0.585	0.585
B1チャンネル回線待ち最大時間(sec)	未	0.258	0.479	0.481	1.229	1.517	1.517	1.517
B2チャンネル回線待ち最大時間(sec)	未	未	未	未	未	未	未	0.258

全呼スループット、パケット長は乱数で決定
 許容最大遅延時間は1.5と3.0の間から乱数で決定。
 最大遅延時間の欄の「未」はチャンネルが未使用であることを表す。
 初期状態はDチャンネルのみが使用中であり、Bチャンネルは未使用である。