

# 問合せ応答処理におけるH D L Cの性能

太田元助 植尾次郎  
(日立製作所システム開発研究所)

## 1. まえがき

H D L Cは、すでに一部のシステムにて採用され、実用されるに至ったが、今後、ますますその適用分野が拡大していくものと予想される。

H D L Cの特徴の一つは、フレームごとにアドレスおよびシーケンス・ナンバーが付され、ノンセレクト・ホールドでデータを転送できることであり、特に、マルチポイント・システムに適用したとき効用ありとされている。

また、ポーリングを、1フレームまたはR Rフレームで行なうことができるここと、ようびに、受信確認応答を得たないで次のデータを送信できること等、使用に際しての融通性がある。

しかし、一方、更通用に際しては、どのようなスケジューリング方式とすべきかの選択を行なわねばならず、そのためには、スケジューリング方式としてどのようなものが考えられるかと、ハクこと、および、それらの性能予測が必要となろう。

ここでは、応答性が重要な項目である問合せ応答処理を例にとり、ポイント・ツー・ポイント・システムの場合およびマルチポイント・システムの場合につき、スケジューリング方式の検討を行ない、さうして適切なものとして選択しにスケジューリング方式について、シミュレーションにより性能測定を行なつた。

## 2. ポイント・ツー・ポイントに対するH D L C通用の検討

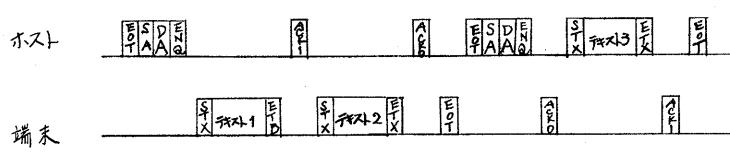
ポイント・ツー・ポイントに通用する場合、H D L Cの持長は、両方向同時転送がスムーズにできることにある。

ベーシック伝送順序においても、両方向同時転送が可能であるが、一方からのデータ・ブロック中に、相手局に対する応答ブロックを挿入するというような制御が必要となる等のために、制御が複雑となり、通常は、両方向非同時転送として用ひられてきた。

### 2. 1 スケジューリング方式の検討

#### (1) ベーシック伝送順序

図1に、H D L Cとの比較を行なうため、従来のベーシック順で用ひられている例を示す。



- 特徴  
①両方向非同時転送  
②逐次確認

図1. ベーシック伝送順序の別

## (2) HDLC

HDLCのスケジューリング方式を考えるとき、その良否は、次のような項目により判定される。

- ①レスポンス・タイム
- ②所要送受信バッファ数
- ③計算機への割込頻度

このうちどの項目を重要と考えるかにより、適合する方式が異なることがあるので、ここでは、レスポンス・タイムを主要項目として取上げる。

ただし、ここでいうレスポンス・タイムとは、端末でメッセージが発生したときから、ホストへの転送、ホストでの処理を経て、対応する回答メッセージが端末へ返送され、端末で受信完了までの時間とする。

すると、スケジューリング方式として、図2、図3のようなものが考えられる。

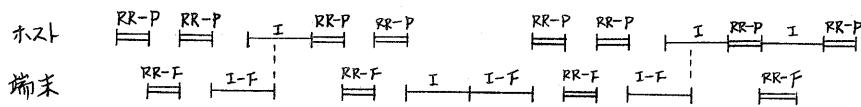


図2. P-P HDLC、FD×スケジューリング  
方式の例 (RR-P形)

- 特徴
- ①両方向同時転送
  - ②ポーリングはRR-Pによる

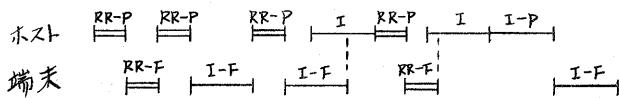


図3. P-P HDLC、FD×スケジューリング  
方式の例 (I-P形)

- 特徴
- ①両方向同時転送
  - ②ポーリングは、送信すべきフレームがあれば、I-Pによる。なければ、RR-Pによる。

## 2. 2 性能測定

性能項目を、計算機専用シミュレータであるCSS (Computer System Simulation) を用いて求めた。このとき、図1の順序は、次に図4のHDLCによる順序に置き換えた。

図4の順序は、図1の順序と対比すると、ブロックの構成ビット数につき若干の相違を生ずるが、図2 (RR-P形) および図3 (I-P形) との比較用としては、十分なものと考える。

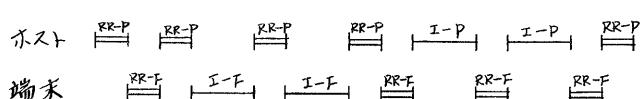


図4. P-P HDLC、HDX (ベシック形の近似)

シミュレーションにより得た結果を、図5中の実線で示す。

図5で見ると、同一回線速度(2400 bps)において、例えば、レスポンス・タイム2.5秒に対応するB2(ベーシック順)と、H2(HDLC)のメッセージ発生率を求めると、約2.0倍の比で、HDLCの方が良いことがわかる。これは、主に、両方向非同時転送と両方向同時転送との差によるものである。

ここで、メッセージの条件は、次のとおりとしている。

- 端末からのメッセージ長：両端のフラグを含めて、96バイト。
- ホストからのメッセージ長：両端のフラグを含めて、143バイト。
- 端末でのメッセージ発生分布はランダム形。
- 端末からの1メッセージに対し、ホストから1回答メッセージが送られる。
- メッセージ長分布は、一定長形。
- ホストでは、端末からのメッセージを受信すると、500msの内部処理を経て、送信待ちキューに登録する。

## 2. 3 計算による解析

図5中の実線は、近似計算による結果を示すものである。

### (1) ベーシック順形の解析

図5のB2およびB4(ベーシック形)に対しては、次のように考えた。  
待ち行列のモデルとして見ると、ここでの方式は、優先順位が同じで、メッセージ長およびメッセージ発生分布が異なる2種の項目が、一つの窓口からサービスを受け、窓口が空いていて、どちらかがサービスを開始すると、その待ち行列が尽きるまでサービスを受けるモデルと考えられる。

これを、オ1優先順位をもつ項目とオ2優先順位をもつ項目が、一つの窓口からサービスを受けるモデルであると近似する。すると、2レベルの優先度(非即時性)をもつ項目を扱う單一サービス窓口の待行列公式から次式が得られる。

$$tw_1 = \frac{f^s}{2(1-f_1)} \quad (1)$$

$$tw_2 = \frac{f^s}{2(1-f)(1-f_1)} \quad (2)$$

ただし、記号の意味は、次のとおりとする。

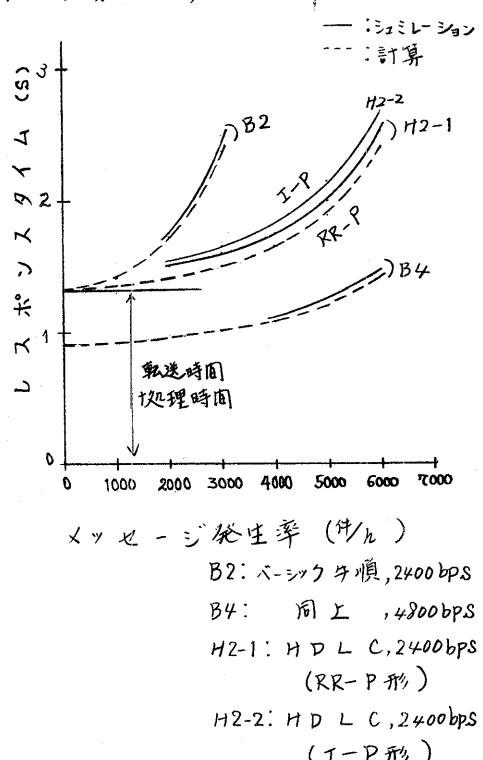


図5、ポイント・ツー・ポイントのレスポンス・タイム

$t_{w_1}$ ,  $t_{w_2}$ : それぞれの項目の平均待ち時間（サービス時間を含まない）。  
添字1は、優先度1（レベル高い）の項目に関するものであることを示す。

$f_1$ ,  $f_2$ : 優先度1までは2の項目の回線利用率  
 $f = f_1 + f_2$ .

$s_1$ ,  $s_2$ : 各項目のサービス時間  
 $S$ : 全体としての平均サービス時間

$n_1$ ,  $n_2$ を、それぞれの項目の、単位時間当たりの平均メッセージ発生率とするとき、また、

$$n = n_1 + n_2 \\ \text{とするとき。}$$

$$S = \frac{n_1}{n} s_1 + \frac{n_2}{n} s_2$$

で与えられる。

また、式(1)、式(2)が成り立つ条件として、次のことが前提とは、てある。  
① ランダム発生である。 ② 一定サービス時間である。

このうち、ランダム発生であることは、ホスト側においては近似となる。すなはち、ホストでのメッセージ発生は、端末からのメッセージ受信状況に関係なく独立ではなくが、それをランダムであると近似するものである。

### (2) HDLC形の解析

図2 (HDLC, RR-P形) および図3 (HDLC, エーピ形) において、ポーリング・シーケンスを無視すると、メッセージが発生したとき、回線が空いてればただちに転送できるモデル、すなはち、HDLCのARM (Asynchronous Response Mode.) とみなされる。メッセージ発生率が小さなところでは、メッセージが発生したとき回線が空いている確率は大であり、また、メッセージ発生率が大きなところでは、エーフレームの連続送信が増すにつれてるので、ポーリング・シーケンスの1エーフレーム当たりオーバーヘッド率は低下する。故に、このような近似でも、動作の目安を考えることができるのはなぜかと考えたものである。

すると、ホスト、端末とも、ランダムにメッセージを発生しているとして次式が成り立つ。

$$t_{w_1} = \frac{f_1 s_1}{2(1-f_1)} \quad (3)$$

$$t_{w_2} = \frac{f_2 s_2}{2(1-f_2)} \quad (4)$$

ここで、添字1, 2は、それぞれ、ホスト、端末に関するものであることを示す。

## 3. マルチポイントに対するHDLC通用の操作

### 3. 1 スケジューリング方式の検討

#### (1) 構成

マルチポイント・システムの構成を図6に示す。

#### (2) 従来のスケジューリング例

従来のベーシック伝送手順について用いられてきたスケジューリング方式の要領例を、図7および図8に示す。

図7 および図

8とも、セレクト・ホールド形の動作を行なっている。

図7の形式が広く用いられてゐる。

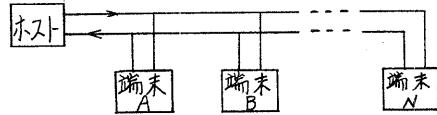


図6. マルチポイント・システム

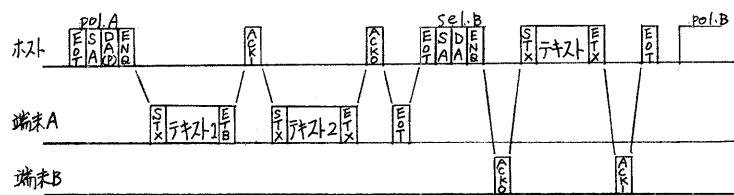


図7. ベーシック伝送手順の例 (HDLC)

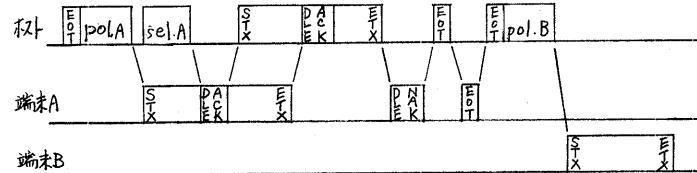


図8. ベーシック伝送手順の例 (HDLC)

#### (3) HDLCでのマルチポイント・スケジューリング方式

HDLCにおいても、図7および図8の要領に近いスケジューリング方式とすることができるが、HDLC方式の大まか特徴は、ノンセレクト・ホールド形が可能であることであり、例えば、A端末へ送信しながら、B端末から受信することができる。この特徴を活かしたスケジューリング方式を考えると、図9～図14に示すように大別できよう。

ここで、図9～図14につき、転送能力から見た予想順位をつけると、表1a よりによろ。

表1にひいて、送受順管理にかかるべきまたは独立とは、同一端末に対してポーリングしたのち、セレクティングするというように、同一端末に対する送信と受信を関連づけていふときをペア方式、そうではないときは独立方式と称するものとした。

#### (4) 各スケジューリング方式の比較

図9～図14のタイム  
チャートから動作を観察す  
ると、表1に示すようないずれ  
の端末がどのタイミングでデータ  
を送信するかがわかる。

#### 3.2 マルチポイント・シ ステムの性能測定

表1の各種の形のうち、最も  
転送能力の高いことが期待  
されるH-B形をとり上げ、  
シミュレーションにより性能  
を測定した。その結果を図15  
～図16に示す。

システムの条件は、次のと  
おりとした。

(a) 端末数: 3

(b) メッセージ発生は、各  
端末独立で、ランダム形。

(c) メッセージ長およびホ  
ストでの処理時間は、ポ  
イント・ツー・ポイント  
のときと同じ。

(d) ポーリング・インターバ  
ルの挿入

ポーリングをA端末から  
開始したとき、各端末  
を順にポーリングして、  
再びA端末に戻ってくる  
間に、どの端末からどの  
メッセージの転送がなかつ  
たときは、ポーリング・  
インターバルを挿入する。  
ただし、図15において、  
通常はポーリング・イン  
ターバル値をゼロとし、⑤のときの半  
200msのポーリング・インターバル値  
を挿入している。

(e) 連続送信フレーム数の制限

連続して送信できるIフレームの個数( $N_c$ と表記す)につき、次の設定  
を行ない、影響を見た。

- ① 制限なし ( $N_c = \infty$ )
- ②  $N_c = 3$
- ③  $N_c = 1$

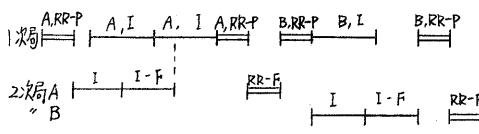


図9. H-A形 (HDX, 全2重端末, ペア)

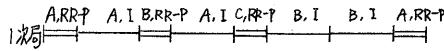


図10. H-B形 (HDX, 全2重端末, 独立)

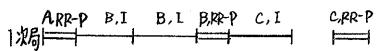


図11. H-C形 (HDX, 半2重端末, ペア)

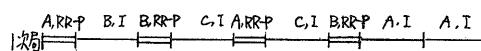


図12. H-D形 (HDX, 半2重端末, 独立)

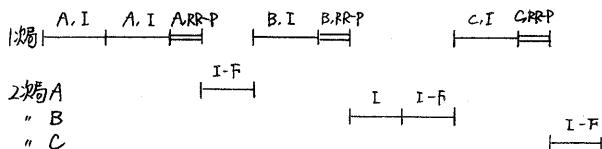


図13. H-E形 (HDX, 半2重端末, ペア)



図14. H-F形 (HDX, 半2重端末, ペア)

#### 4. 考察

## 4. 1 ポイント・ツー・ポイント

(1) 図5において、H2-1 (RR-P形) と H2-2 (I-P形) とを比べると、H2-1 (RR-P形) の方が良好であるが、大きな差はない。

(2) B2 (ベーシック形) と H2 (HDLC形) を、レスポンス・タイム 2.5秒に対するメッセージ発生率で比べると、H2 (HDLC形) は、約2倍のメッセージ発生率まで使用できる。

(3) B2 (2400 bps) と、B4 (4800 bps) を比べると、B4 はかなり良好で、回線速度倍増の威力が見られる。

表1. スケジューリング方法

形別	通信制御手順	通信方式	通信形態	特徴		
			端末機能	遅延管理	転送能力予想順位	
H-A	H	F	全2重	ペア	④	ペアであるため、片方の局にデータがないと利用率低下
H-B	D	D	独立		①	利用率良好
H-C	L	X	半2重	ペア	③	ペアであるため、片方の局にデータがないと利用率低下
H-D	C	X	独立		②	利用率良好
H-E	H	D	全2重	ペア	⑤	50%以下
H-F	F	X	独立		⑥	50%以下

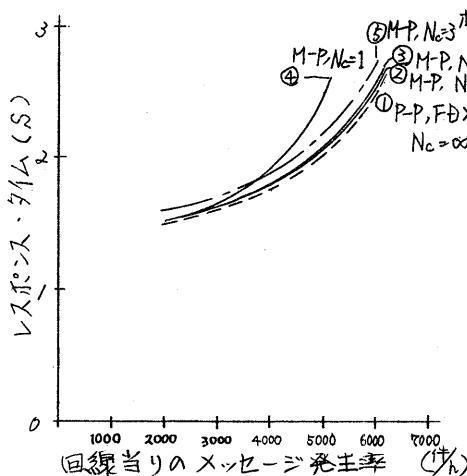


図15 マルチポイントのレスポンスタイム

## 4. 2 マルチポイント

図15で見ると、マルチポイントと、ポイント・ツー・ポイントの特性は大差ないようく見えるが、

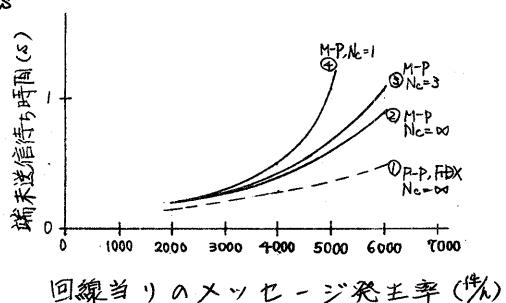


図16 端末送信待ち時間

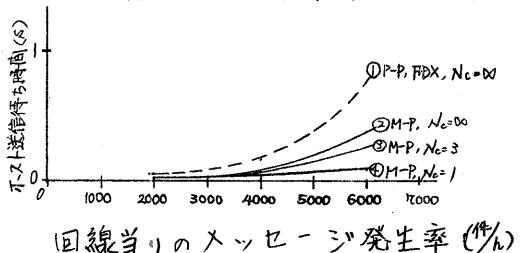


図17 ホスト送信待ち時間

その内訳として、端末送信待ち時間とホスト送信待ち時間を見ると、図16および図17のごとくである。図16、図17から、次のことがわかる。

- (1) 端末送信待ち時間は、1メッセージ当たりに要したオーバーヘッド(ボーリング・シーケンス等)で見ると、オーバーヘッド比率が高い程、待ち時間大に付いている。
- (2) ホスト送信待ち時間は、端末送信待ち時間と逆の傾向となっている。  
これは、今回扱ったメッセージ長に関係していると考えられる。  
すなれば、端末から、96バイトのメッセージを受けると、ホストから143バイトのメッセージを返すものとしたが、このように、ホスト側のメッセージ長が約1.5倍大であったため、端末から連続して送られてくる程、ホスト側での送信待ちが大に付いたものと考えられる。

## 5. わとかき

HDL Cのステジューリング方式は、システム形態により、そのシステムにとっての適切な方式のわらことが考えられる。

ここでは、問合せ応答処理システムを対象にとり、また、レスポンス・タイムを主要項目としてヒリ上げて、それに適合するステジューリング方式を検討し、選択した方式については、シミュレーションにより、性能を測定した。

レスポンス・タイム特性については、ポイント・ツー・ポイントのヒタヒ、マルケポイントとのヒタヒと同様な特性を示し、ポイント・ツー・ポイントの動作から、マルケポイントの動作をある程度推測できることが認められた。

今回の性能測定は、メッセージ長を限ったものであり、一般的な解を求めてむのではなく、ステジューリング方式の選択上の目安を与えてくれるものと考える。

## 謝辞

終りに、本検討に当つて、御指導、御協力いただいた関係各位に感謝いたします。

## 参考文献

- (1) High Level Data Link Control / Procedures, Proposed Draft International Standard on Elements of Procedures (Independent Numbering), ISO/TC97/SC6 (May 1975)
- (2) 大田、他：分歧回線におけるHDL C手順の適用について、情報処理学会第16回大会(1975)
- (3) 横尾、他：問合せ応答処理におけるHDL C手順の適用について、東北大通研シンポジウム論文集、計算機ネットワーク、(1975)