

遅延の少ないフレーム伝送・交換方式

FUKAYAMA, Osamu / YOSHIDA, Yutaka / 吉田, 裕 / 深山, 修

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

Bulletin of the Faculty of Engineering, Hosei University / 法政大学工学部
研究集報

(巻 / Volume)

34

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

5

(発行年 / Year)

1998-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00003797>

遅延の少ないフレーム伝送・交換方式

深山 修・吉田 裕

A Study on Frame Transmission/Switching Scheme for Decreasing Delay in Network

Osamu FUKAYAMA and Yutaka YOSHIDA

Abstract

To decrease delay in network, we study a new cut-through transmission/switching scheme. Cut-through is a kind of switching techniques, in which each frame from input line may start to be sent out to the appropriate output line just after reception of header, where input/output line speed must be all equal. Here, such schemes are extended to be applied to cases of different input/output line speeds.

§ 1 は じ め に

近年、情報通信の高度化が進み、データ、音声、画像等を統合的に扱えるマルチメディア通信への要求が高まり、通信ネットワーク高速化が求められている。ネットワーク高速化には回線速度の向上と網内遅延の減少が考えられるが、ここでは後者を取上げる。データにアドレス等の情報を付加したフレーム単位で網内転送するフレーム伝送・交換方式につき、交換ノードにおけるバッファリング時間を適当に制御することにより、異速度出入回線の場合にも適用可能な方式を検討する。

§ 2 フレーム伝送・交換方式における網内遅延

フレーム伝送・交換方式では交換ノードにおいて適宜バッファリングし、ヘッダ情報から出回線を選択し目的地まで転送する。バッファが不足した場合にはフレームを破棄する。交換ノードでの遅延は、ヘッダ読取から出回線選択、送信可能になるまでのルーチング遅延と送信可能時点で出回線がビジーの場合、

バッファ内で送信順を待つキューイング遅延がある。本稿ではこれらの網内遅延が少ない方式を検討する。

フレーム交換方式は大別するとフレームを必ず全蓄積する蓄積交換方式と、出回線を選択できた時点以後出回線が空きなら送信開始するカットスルー方式がある[1](Fig.1)。さらにカットスルー方式には出回線がビジーの時全蓄積するバーチャルカットスルー(Virtual Cut-Through:VCT)[1]とフレームを破棄する純カットスルー[2]がある。いずれの場合でも出入回線速度が同一でなくてはならない。速度が異なる場合でもバッファリング時間を適当に制御し、必ずしもフレームを全蓄積することなく交換伝送するフレキシブルカットスルー(Flexible Cut-Through:FCT)[3]を考えその遅延特性を検討する。

§ 3 フレキシブルカットスルー(FCT)

交換ノードにおけるフレームのバッファリングにおいてはバッファ容量オーバーフローと入回線からのデータ到着が力データに間に合わなくなるアンダーフローに注意しなければならない。入回線の方が速い場合には出回線を特定した時点で送出開始できる。入回線の方が遅い場合には回線を特定した時点で送出するとアンダーフローが起こるため、送信開始タイミングを遅らせる必要がある。この送信可能となるタイミング(フレームの先頭からの長さ)は入・出回線速度比とフレーム長により $(1-n) \times L$ となる(Fig.2)。ここで出入速度比 n 、フレーム長を L とする。速度比が大きいほど送信のタイミングはフレームの最後尾に近づき、遅延が大きくなる。なお今後説明に当たりフレームの頭を“先頭”、後ろを“最後尾”、ヘッダ部とデータ部の境を“境界点”、カットスルーを行なえる最も先頭よりの点を“カットスルー点”と呼ぶ。

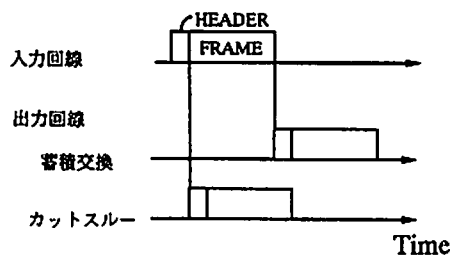


Fig.1 蓄積交換とカットスルー

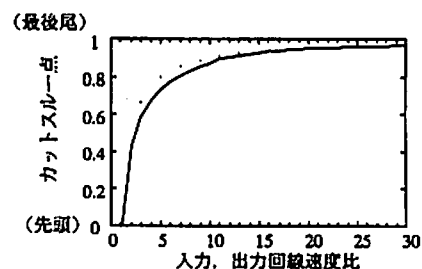


Fig.2 カットスルー点

交換ノードはカットスルー点を事前に把握する必要があるため、FCTのヘッダ部にフレーム長情報を記述する(Fig.3)。送信可能な時点で出回線がビジーの場合、全蓄積を行わず回線が空き次第送信を開始す

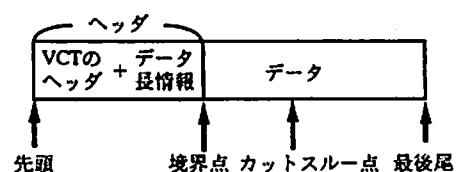


Fig.3 : FCT のフレーム構

ることで、遅延を極力減らせる。

Fig.4 のモデルで FCT の遅延特性を調べ、VCT と蓄積交換方式の遅延特性を比較する。フレームは交換ノードにポアソン到着し、フレーム長を平均 1.0 の指数分布、ヘッダ長を FCT で 0.007、VCT および蓄積交換方式では 0.005 とする。速度比 n 、中継回線数 m 、バッファ容量無限大とする (Fig.6 ~ 9)。FCT は軽負荷の場合には速度比が大きいほどカットスルー点が最後尾に近づき遅延が大きくなる。負荷の大きな場合、回線速度比が大きいほど送信し終わるまでの回線使用時間が短くなるためキューイング遅延が減少し遅延は減少している。また回線速度比が低い場合には VCT の遅延特性に近づき、速度比が高くなるほどフレームリレーの遅延特性に近づいていく。これは回線速度比が高くなるにつれカットスルー点が境界点から最後尾に近づき送信のタイミングが蓄積交換に近くなるためと考えられる。

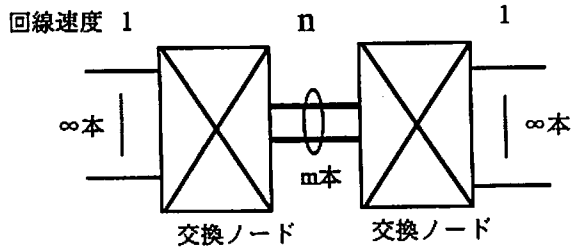


Fig.4 シミュレーションモデル

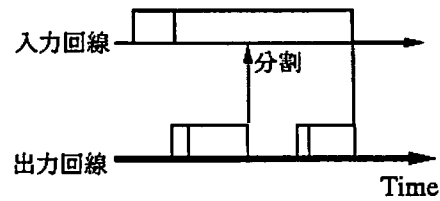


Fig.5 分割 FCT

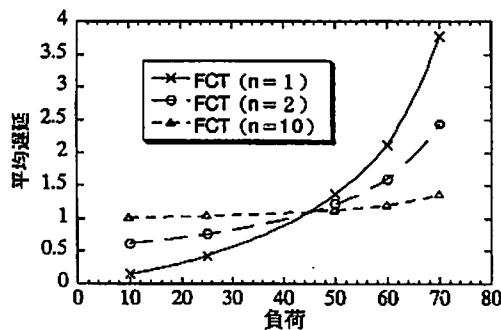


Fig.6 FCT の遅延特性

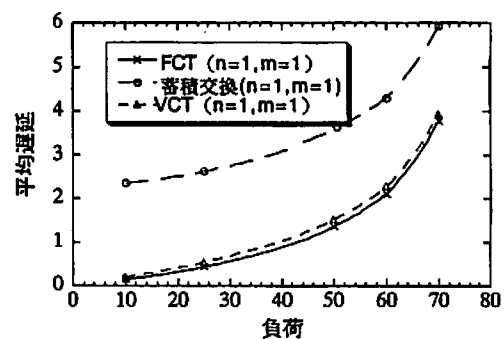


Fig.7 遅延特性の比較 ($n \times m=1$)

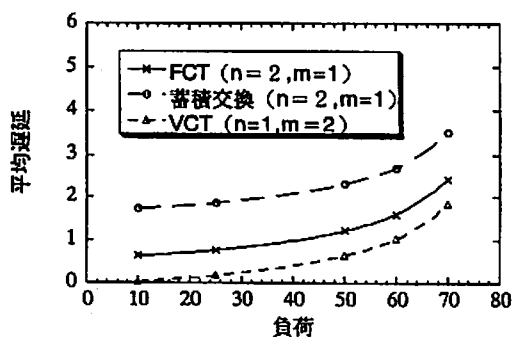


Fig.8 遅延特性の比較 ($m \times n=2$)

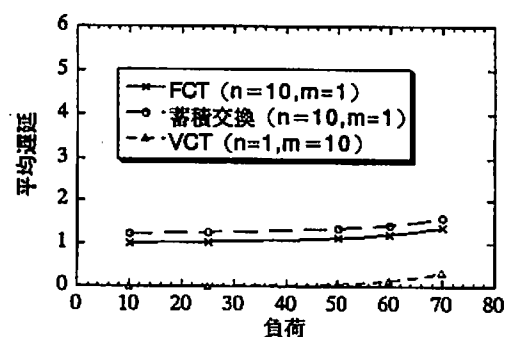


Fig.9 遅延特性の比較 ($m \times n=10$)

§ 4 分割フレキシブルカットスルー

FCTでは速度の速い回線に送信を行なう場合に送信可能になるまで時間がかかり遅延が大きくなる。そこでデータの分割により速度の違いにより生じる遅延を軽減できないか検討を行なった。なお分割された各データにはヘッダをつけ送信を行なう(分割フレーム)。このようにデータを分割して送信を行なうFCTを分割FCTとする。

分割FCTは送信をカットスルー点の到着まで待たず、分割フレームのカットスルー点(分割カットスルー点)が到着した時点で送信を開始する。分割カットスルー点が到着したら送信を開始し、アンダーフローが起こった時点でデータを分割する(Fig.5)。このように分割FCTは分割送信することでデータ送信を早く開始でき、FCTの異速度による遅延の影響を軽減する。

分割FCTの遅延特性を調べるためFCTと同じモデルでシミュレーションを行なった。分割FCTのヘッダ長は0.007とする。結果をFig.10～13に示す。負荷の軽い時、分割長が小さい程、FCTの遅延より減少している。しかし負荷が大きい場合にはオーバーヘッドの影響が大きくなり急激に遅延が大きくなる。また速度比が大きい場合ほど分割による遅延の減少は大きくなっている。

§ 5 お わ り に

出入回線が異速度の場合に適用可能なFCTおよび分割FCTを提案し、その遅延特性を検討した。FCTは出入速度比が小さい／大きい場合にはカットスルー／蓄積交換方式に近い遅延特性に近づき、出入速度比が大きい場合には分割FCTにより遅延が減少できる。FCTはこのように様々な回線速度に柔軟に対応し、少ない遅延でデータ転送することができる。

参 考 文 献

- 1) Parviz kermani: "Virtual Cut-Through: A New Computer Communication Swiching Technique", North-Holland Pubrishing Company Computer Networks 3 (1979) 267-286
- 2) 広瀬、吉田: "カットスルー方式の交換網への適応性", 信学春季全大、B-820 (1995.3)
- 3) 深山、吉田: "カットスルー方式のスイッチング機構改善に関する研究", 信学春季全大、B-7-202 (1997.3)

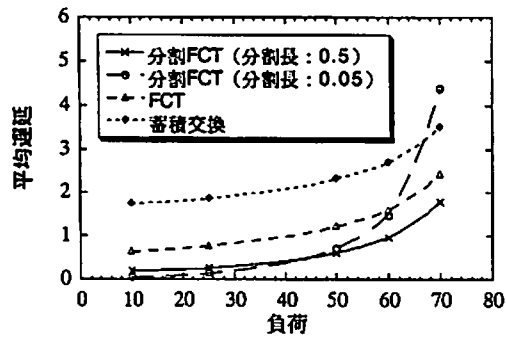


Fig.10: 分割 FCT の遅延特性 ($m=1, n=2$)

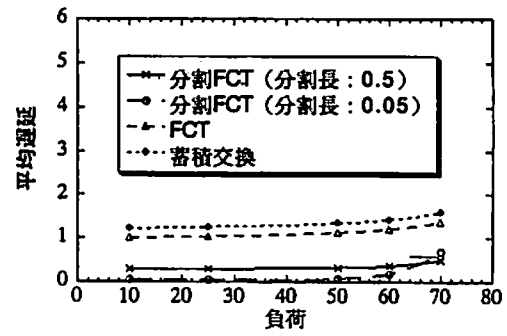


Fig.11: 分割 FCT の遅延特性 ($m=1, n=10$)

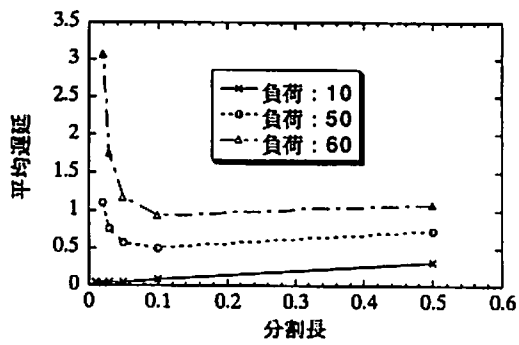


Fig.13: 分割送信 ($m=1, n=10$)

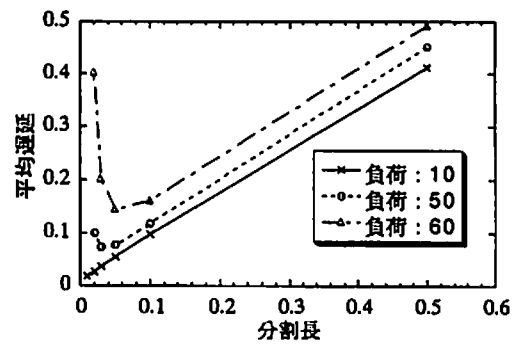


Fig.12: 分割 FCT ($m=1, n=2$)