

多重化フレームの並列処理における負荷分散方式の検討¹⁾

小坂 哲也

三菱電機（株）情報技術総合研究所

1. はじめに

近年、ルータなどの通信機器に対する、多機能化、低価格化、及び開発期間の縮小などの要求にこたえるために、ネットワーク通信処理に特化したデバイスである、Network Processor（以後 NP と記述）の利用が注目されている。NP は一般に複数のプロセッサを内部に持ち、それらのプロセッサ間で並列処理、パイプライン処理など行わせることにより処理性能を向上させている。一方、NP により、例えば ATM のプロトコルの 1 つである AAL2 のように複数のショートパケットを 1 フレーム（セル）内に格納している多重化フレームを処理させる場合、「ショートパケットの組立 & 順序整合」を保証するために、フレーム種別毎に「処理プロセッサの割当て」が行われる。この場合、特定のプロセッサに負荷を集中させず、効率的な負荷分散を行うための「処理プロセッサの割当て」方式が必要となる。

本発表では、フレーム種別毎に「処理プロセッサの割当て」を行う際、将来的な負荷予測に基づいた「処理プロセッサの割当て」を行う負荷分散方式の検討について述べる。

2. 多重化フレーム並列処理の問題点

一般に NP 上で多重化フレームを複数のプロセッサを利用して並列処理を行わせる場合、フレームの識別子（例えば ATM なら VIP/VCI）毎に「処理プロセッサの割当て」を行う。これにより同じフレーム識別子を持つフレームが異なるプロセッサで並列に処理されることはなくなるため「ショートパケットの組立 & 順序整合」が保証される。一方、この「処理プロセッサの割当て」が予め静的に定義（静的振分け定義）されていると、特定のフレーム識別子を持つフレームのトラフィックが増加した場合、そのフレーム識別子を割当てられたプロセッサの処理負

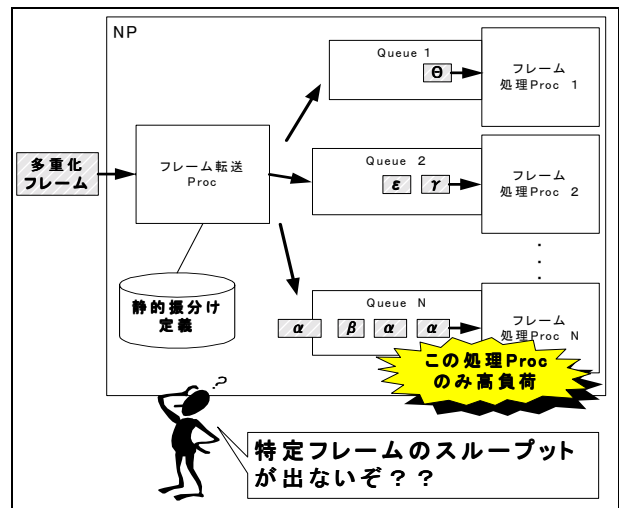


図1 多重化フレームの並列処理の問題

荷のみが増加し、この結果、そのプロセッサに割当てられたフレーム全体のスループットが低下するといった問題が発生する（図1）。この問題に対処するために、「処理プロセッサの割当て」を予め静的に定義するのではなく、各フレーム処理プロセッサの Queue 内に滞留しているフレームの量に応じて、プロセッサの負荷レベルを判定し、最も負荷レベルの低いプロセッサに入力された新規の識別子を持つフレームを割当てる（既に受付済みの識別子を持つフレームは「ショートパケットの組立 & 順序整合」を保証するために同じプロセッサに割当てなければいけない）方式が提案されている^[1]。これにより「静的振分け」方式と比較し、各処理プロセッサ間の負荷は平準化される。

一般に各フレーム処理プロセッサでは受信した複数のフレームからショートパケットを分離し、同じ識別子を持つショートパケットの組立処理を行う。上記の方式では基本的に Queue 内に滞留しているフレーム量を基準に負荷レベルの判定を行っているが、仮に、Queue 内に滞留しているフレーム量が無い場合でも、現在組立中のショートパケットが有る限り、近い将来そのショートパケットを含む多重化フレームが Queue に入ってくることが予想される。

Examination of the load distribution system in the parallel processing of a multiplexing frame.

Tetsuya Kosaka

Information Technology R&D Center, MITSUBISHI Electric Corp

このため、例えば、Queue 内に滞留しているフレーム量が少ない（現在の負荷レベルは低い）が、組立中のショートパケットの種類が多いフレーム処理プロセッサは、近い将来、組立に必要なショートパケットを含む多重化フレームを大量に処理することになる。従来方式によりこのプロセッサに新規の識別子を持つフレームを割当てた場合、近い将来このプロセッサが高負荷になってしまう。このように、単純な現在の Queue 内に滞留しているフレームの量からの負荷レベルの判定は将来的にプロセッサ間の負荷を偏らせる可能性がある。

3．予測に基づく負荷分散方式

以上の問題点を解消するために、予測に基づく負荷分散方式を検討した。

まず、多重化フレーム内のショートパケットは「ショートパケットの組立」を行うために、パケット識別子とパケット組立位置情報（複数の多重化フレームに分散されたショートパケットを組み立てるためにパケット内に格納されている情報であり、そのパケットが最終パケットかそれ以外かを示す情報）をもつ。このパケット組立位置情報を利用することにより得られる「近い将来入力されるパケット種別数」と「現在処理待ちのフレーム量」（Queue 滞留しているフレームの数）から各プロセッサの負荷レベルを判定する。この様な将来予測を含めた負荷レベルを基準に新規フレームの転送先を決定することにより、より高い精度での負荷の平準化が期待できる。

図2は本負荷分散方式を実現するための機能ブロックである。各フレーム処理プロセッサはフレーム転送プロセッサより転送された多重化フレームからパケットを分離しパケットの識別子、パケット組立位置情報を抽出し、現在 Queue 内にあるフレーム数と共にパケット処理状況管理プロセッサに通知する。パケット処理状況管理プロセッサは通知された情報と現在のパケット処理状況格納部内の情報により、そのプロセッサに対する「受信が予測されるパケット識別子数」を算出し、パケット処理状況格納部の内容を更新する。これらの情報を基に、フレーム転送プロセッサは新規フレームを受信した際、次のようにしてフレームの転送先を決定する。

受信した新規フレームはフレーム転送プロセ

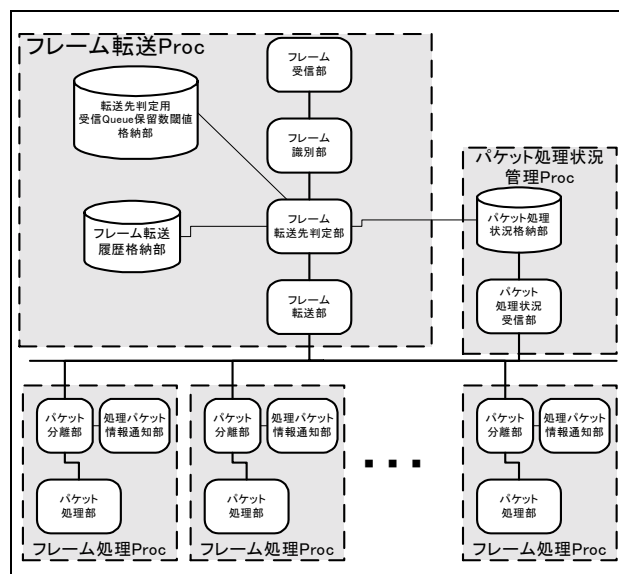


図2 予測型負荷分散方式の機能ブロック

ッサのフレーム識別部でフレーム識別子を抽出される。フレーム転送先判定部はこのフレーム識別子を Key にフレーム転送履歴格納部を検索する。この場合、新規フレームのため検索は Hit しないので、このフレームは新規フレームと認識される。次にフレーム転送先判定部は、パケット処理状況格納部から、各フレーム処理プロセッサの Queue 内の保留パケット数を取得し、転送先判定用受信 Queue 保留数閾値格納部に予め設定されている下限閾値未満のフレーム処理プロセッサがあればそのプロセッサを転送先と判定する。下限閾値未満のフレーム処理プロセッサが無い場合、上限閾値未満のフレーム処理プロセッサを探す。上限閾値未満のフレーム処理プロセッサが複数ある場合、パケット処理状況格納部内の「受信が予測されるパケット識別子数」が最も少ないフレーム処理プロセッサを転送先と判定する。判定結果はフレーム転送履歴格納部に格納される。フレーム転送部はフレーム転送先判定部の判定したフレーム処理プロセッサに新規フレームを転送する。

4．おわりに

本稿ではショートパケット内の「パケット組立位置情報」を基に将来的な負荷予測も含めた負荷レベルの判定法とそれに基づく負荷分散方式の検討内容について述べた。今後はシミュレーションによる定量的な評価と NP に実装しての機能検証を行っていく。

参考文献

[1] 宮崎雅也：”負荷分散型パケット並列処理装置”：特平 2000-222374：2000.8