

## NPB : DQDB の優先順位において BWB メカニズム\*

4U-3

CHO, BongKwan 林正薫 王士杰 清松和明 松下温†

慶応義塾大学‡

## 1 はじめに

バス型の MAN として DQDB プロトコルが IEEE802.6 で提案されている。DQDB は高速データ通信が可能し、かつ ATM と同じサイズのスロットで B-ISDN と整合性の面で優れた特徴を持っている。この DQDB プロトコルは伝送を行う際、ネットワークの負荷が過負荷になるとノードの間に不公平になり、この不公平性を解決するため、BWB(Bandwidth Balancing) メカニズムが提案された。しかし、BWB メカニズムは帯域の損失、公平になるまでの長い遅延時間の問題を持ち、優先順位の面ではまだ考慮されていない。本研究では、優先順位メカニズムに BWB の概念を採り入れ、帯域幅の損失を無くす NPB(No slot waste Priority BWB) 方式を提案する。

## 2 DQDB の動作

DQDB 網は伝送方向が相互異なる二つの単方向バスを持ち、多数の接続ノードによって公有されている。バスの始まる所にある HOB(Head of Bus) から空きスロットを生成し、バス上に流す。スロットでは各ノードのチャンネル使用を制御するため、BUSY ビットと REQ ビットを持っている。BUSY ビットは使われているスロットを表すし、REQ ビットは下流からのリクエストを表すことで使う。伝送を行なうノードは上流の方にリクエストを送るし、それに対する空きスロットを使って伝送する。しかし、ノード間の伝播遅延により、上流のノードが長いメッセージを送る間に伝送を行なう下流のノードはなかなか空きスロットを使えないし、ノード間のスロットが  $D$  個ある時、 $2D$  スロット時間に下流のノードは 1 スロットしか使うことができない。この不公平は  $D$  の値が大きくなるほどノード 1 が得る帯域幅は大き

くなるが明らかになるし、このように不公平はノード間のデータ発生時間差によって影響をうける。

## 3 BWB メカニズム

BWB とは、各ノードの獲得できる帯域をある値に制限することによって実行されるし、ノード間の不公平性を是正するためのシステムである。ここで、ある値より多くの帯域を要求するノードを負荷の高いノード、少ない帯域を要求するノードを負荷の低いノードと呼ぶことにする。BWB では、まず負荷の低いノードに要求通りの帯域を割り当てる。そして残りの帯域を残りの負荷の高いノードに等しく割り当てることによって、公平性を実現させるのである。次に、どのようにしてノードのスルーットを制限するかについて述べる。

## 3.1 BWB の定義

まず、Bandwidth Balancing Modulus と呼ばれるパラメーター  $M$  を定める。BWB では、それぞれのノードのスルーットが使われていないバスの容量の  $M$  倍に制限することによって公平性を実現する。また、この値より少ない帯域を要求する負荷の低いノードは望み通りの帯域幅を得ることが出来るし、全ての  $N$  個のノードが要求する負荷が高いと次のように解ける。

$$\gamma(n) = \frac{M}{1 + M \cdot N} \quad (1)$$

例えば  $M = 4$  であり負荷の高いノードが 3 つ、負荷の低いノードが 0 であるとすると、各ノードは  $4/13$  の帯域を公平に獲得し、 $1/13$  の帯域が使われないことになる。ここで、図 2 のように、 $M$  の値が大きく設定するとスルーットを上げる事ができるが、公平になるまでの遅延時間が大きくなる。

## 4 NPB 方式

BWB では下流側のノードが伝送を行わない時にも空きスロットをやり過ごすし、スロットの無駄使いが生じ

\*A BWB scheme without Bandwidth loss in DQDB priority mechanism

†BongKwan Cho Jeonghun Lim Shih-Chieh Wang Kazuaki Kiyomatu Yutaka Matsushita

‡Keio University

る。これは、下流のほうに伝送するデータがあるかどうかチェックし、データがない場合は空きスロットをやり過ぎなければ済むし、公平になるまでかかる遅延時間は下流の方に伝送するデータがある場合はノードがデータ伝送する時、あらかじめ空きスロットをやり過ぎれば遅延時間を短くすることが可能である。

この方式は、まずネットワーク全体の負荷をチェックし、自分に割り当てられた空きスロットをスロットの 1round trip delay time 毎に計算する。持つデータ量が割り当てられた空きスロット量を越えた場合は過負荷状態と判断しその情報を上流のノードに知らせる。上流のノードは過負荷状態下流ノードの数を把握し、自分が伝送する時、過負荷の下流ノードに空きスロットをやり過ぎす。過負荷のリクエストを送った過負荷ノードは空きスロットを使うことにリクエスト送らないし、負荷が変動した場合、その情報を上流に知らせる。

#### 4.1 NPB の動作原理

NPB 方式は、まずノードでは下流の過負荷情報を表すため Overload カウンタを加えるし、スロットの制御部はデータのプライオリティを表すプライオリティビット、各ノードの負荷情報を知らせるための Overload ビット、Underload ビットを加える。

過負荷の判断は、ノードが自分に割り当てられた Quota の量と FIFO キューに伝送を待つセグメント数の量を比較し、セグメントの数が Quota の量より多い時は過負荷状態であるし、その旨を上流に知らせる。

$$Quota = \frac{Basis - Bsy - RQ - CD}{Overload + 1}$$

ここで、Basis は両バスをスロットが一周回ったスロット時間、Bsy はその間に通過した Busy スロットの数である。

NPB では下流に存在する過負荷のノードを把握し、あらかじめ空きスロットをやり過ぎすことで公平になるまでの遅延時間を短くすることができるし、かつ過負荷状態の下流のノードに空きスロットをやり過ぎすことでスロットの無駄が存在しない。

#### 4.2 優先順位方式の接続制御

NPB 方式では三つの優先順位のデータ伝送が可能な方式であるし、優先順位毎に独立性を保ち、かつ各優先順位で公平性を守る。高優先順位のデータ伝送を優先し、高優先データが過負荷の状況には低優先データ伝送を禁止する。まず、優先順位のデータ伝送のためノードには各優先順位別にセクションを持ち、各セクションは

単一優先順位のノードと同じ構造を持つ。低優先順位のセクションには高優先順位が過負荷の時データ伝送を禁止するため TS(Transmission Stop) カウンタを加える。各優先順位においての動作は先と同じで下流の方に自分より優先順位が高い過負荷データ伝送があるリクエスト情報が来る場合は自分の優先順位の TS カウンタを 1 増やすし、高優先順位のデータ伝送を終るまで伝送することができない。

#### 4.3 シミュレーション

提案する方式について図 1 のようなパラメタでシミュレーションにより性能を BWB の M が 2、8 の時と比較し、図 2 に表した。

本研究で提案した NPB 方式は BWB で発生する無駄な帯域を無くし、短い遅延時間で公平になることが可能な方式である。

ノードの位置	:	ノード1(上流)、ノード2(下流)
信号速度	:	200000 km/s
伝送速度	:	160 Mbps
slot interval	:	2.77 us
ノード間距離	:	166.2km
ノード間スロット数	:	300
データ発生時間	:	ノード1(0 slot-time) ノード2(3000 slot-time)
BWB(Bandwidth balancing Modulus)	:	2, 8

図 1: 性能評価モデル

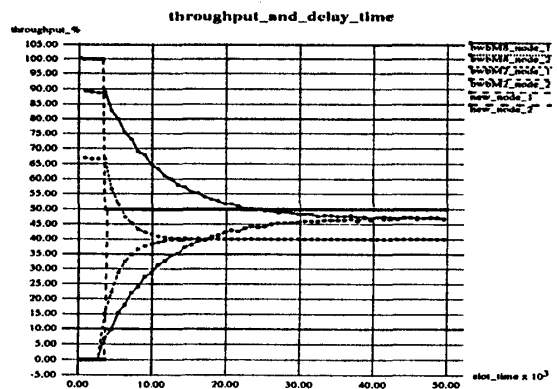


図 2: 提案方式と BWB の遅延時間とスループットの比較