

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3683133号

(P3683133)

(45) 発行日 平成17年8月17日(2005.8.17)

(24) 登録日 平成17年6月3日(2005.6.3)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/56

F I

H04L 12/56

A

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願平11-230369	(73) 特許権者	000004237
(22) 出願日	平成11年8月17日(1999.8.17)		日本電気株式会社
(65) 公開番号	特開2001-53807(P2001-53807A)		東京都港区芝五丁目7番1号
(43) 公開日	平成13年2月23日(2001.2.23)	(74) 代理人	100109313
審査請求日	平成12年7月10日(2000.7.10)		弁理士 机 昌彦
審査番号	不服2002-19334(P2002-19334/J1)	(74) 代理人	100136814
審査請求日	平成14年10月3日(2002.10.3)		弁理士 工藤 雅司
		(74) 代理人	100111637
			弁理士 谷澤 靖久
		(72) 発明者	有川 寿秋
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株 式会社内
		(72) 発明者	西原 基夫
			東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パケットスケジューリング装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

予め優先クラスが設定される1または複数の可変長パケットを前記優先クラスごとに蓄積する複数のパケット蓄積手段と、

前記パケット蓄積手段それぞれに対応して、優先クラスごとに設けられたウエイトカウント値を保持し、前記パケット蓄積手段からパケットが出力されるとき、当該出力パケット長の値を減算してウエイトカウント値を更新する複数のウエイトカウント手段と、
前記ウエイトカウント値が0以上でありかつパケットが蓄積されているパケット蓄積手段に対応する優先クラスの中から回転優先の規則にしたがって1つの優先クラスを選択する出力クラス選択手段と、

前記ウエイトカウント値が0以上でありかつ前記パケット蓄積手段にパケットが蓄積されている優先クラスが存在しなくなったとき、前記複数のウエイトカウント手段に対して優先クラスごとに予め決められている所定のウエイト値を現在のウエイトカウント値に加算更新を指示する更新指示手段と、

前記出力クラス選択手段によって選択された優先クラスに対応するパケット蓄積手段から可変長パケットを読み出すパケット読出手段と
を具備することを特徴とするパケットスケジューリング装置。

【請求項2】

予め優先クラスが設定される1または複数の可変長パケットを前記優先クラスごとに蓄積する複数のパケット蓄積手段と、

10

20

前記パケット蓄積手段それぞれに対応して、優先クラスごとに設けられたウエイトカウント値を保持し、前記パケット蓄積手段からパケットが出力されるとき、当該出力パケット長の値を減算してウエイトカウント値を更新する複数のウエイトカウント手段と、前記ウエイトカウント値が0以上でありかつパケットが蓄積されているパケット蓄積手段に対応する優先クラスの中から回転優先の規則にしたがって1つの優先クラスを選択する出力クラス選択手段と、パケット蓄積手段に対応するウエイトカウント値が0未満であること、またはパケット蓄積手段にパケットが蓄積されていないことを判定する選択処理の繰返し回数を監視する選択処理回数監視手段と、

前記選択処理回数監視手段が監視する回数が所定の回数になり、かつ、全ての優先クラスを検索しても選択可能な優先クラスがなかったとき、前記複数のウエイトカウント手段に対して優先クラスごとに予め決められている所定のウエイト値を現在のウエイトカウント値に加算更新を指示するとともに、当該更新してもウエイトカウント値が“0”未満となる前記ウエイトカウント手段に対しては前記選択処理で選択可能な“0”以上の値にウエイトカウント値を更新指示する更新指示手段と、前記出力クラス選択手段によって選択された優先クラスに対応するパケット蓄積手段から可変長パケットを読み出すパケット読出手段とを具備することを特徴とするパケットスケジューリング装置。

【請求項3】

前記可変長パケットに予め付加された優先クラス情報に基づいて優先クラスを識別して対応する前記パケット蓄積手段に格納する優先クラス識別手段を備え、前記複数のウエイトカウント手段は、それぞれ対応するパケット蓄積手段に蓄積された可変長パケットに付加されたパケット長情報から認識される前記可変長パケットの長さを減算してウエイトカウント値を更新することを特徴とする請求項1乃至2記載のパケットスケジューリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パケットデータのスケジューリングを行うパケットスケジューリング装置に係わり、詳細には複数の優先クラスを有する可変長パケットデータのスケジューリングを効率的に行うパケットスケジューリング装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、パケットデータ網では、トラヒックの種類に応じて種々のサービスクラスを規定することにより、網内のリソースの有効利用とデータ転送の効率化が図られている。例えば、インターネットプロトコル(Internet Protocol:以下、IPと略す。)によるインターネットサービスでは、ネットワーク遅延などの通信品質(Quality Of Service:以下、QoSと略す。)を保証する必要性が乏しく、一般の通話サービスではリアルタイム性を保証する必要がある。そこで、このようなトラヒックの種類に応じた最適なサービスクラスのデータ転送サービスを提供することで、網内のリソースの最適分配を行う。

【0003】

サービスクラスは、例えば固定伝送速度(Constant Bit Rate:以下、CBRと略す。)、実時間可変伝送速度(realtime-Variable Bit Rate:以下、rt-VBRと略す。)あるいは利用可能伝送速度(Available Bit Rate:以下、ABRと略す。)等の優先クラスとして規定される。CBRは、常に一定の帯域を保証することによってリアルタイム性が要求されるトラヒックに最適なサービスである。rt-VBRは、CBRと同様にリアルタイム性を有し、かつデータ転送量が変動するようなトラヒックに適したサービスである。ABRは、リアルタイム性は要求しないが、網内でのデータ損失を許容しないコンピュータデータ通信のためのサービスである。

【0004】

10

20

30

40

50

ユーザは、予めデータフローごとに優先クラスを設定する。各パケットデータは、パケットデータ網内において、それぞれ設定された優先クラスに応じて規定されているデータ廃棄率や網内遅延に関するQOS等の要求値に基づくデータ転送が行われる。

【0005】

このような種々の優先クラスのトラヒックに対応するため、パケットスケジューリング装置は、パケットスイッチの後段あるいは回線中に配置される。このパケットスケジューリング装置は、優先クラスごとにバッファを設け、各優先クラスのパケットデータを、予め設定した最低保証帯域に基づいて送出する。これら優先クラスごとに設けられたバッファから出力するパケットデータを選択するパケットスケジューリングは、一般的に重み付き回転優先 (Weighted Round Robin: 以下、WRRと略す。) スケジューリングにより行われ

10

【0006】

近年、インターネットの普及によるインターネットトラヒックが増大し、インターネットで利用されるトランスミッションコントロールプロトコル (Transmission Control Protocol: 以下、TCPと略す。) / IPのパケットに対してパケットスケジューリングによる優先制御を行うことが要求されている。このような優先制御を行うパケットスケジューリング装置について、種々提案されている。

【0007】

図5は、従来提案されたパケットスケジューリング装置の構成の概要を表わしたものである。このパケットスケジューリング装置は、非同期転送モード (Asynchronous Transfer Mode: 以下、ATMと略す。) セル転送サービスにおける各優先クラスの帯域を保証するものである。パケットスケジューリング装置に入力された入力ATMセル10は、キュー選択部11に入力される。入力ATMセル10は、そのヘッダ部に予め優先クラスを示す識別子が付加されている。キュー選択部11は、このヘッダ部を参照して、複数の優先クラス別に設けられ複数のATMセルをバッファリングする第1~第Mのキュー12₁~12_Mのうちいずれか1つを選択し、入力ATMセル10を蓄積させる。

20

【0008】

第1~第Mのキュー12₁~12_MそれぞれからATMセルの蓄積数を示すキュー長通知信号13が、出力セル選択部14およびリセット制御部15に入力されている。また、第1~第Mのキュー12₁~12_Mそれぞれに対応して第1~第Mのウェイトカウンタ16₁~16_Mを有しており、それぞれに予め対応する優先クラスに要求される帯域に相当するウェイト値が設定されている。第1~第Mのウェイトカウンタ16₁~16_Mからもそのカウント結果であるウェイトカウント値17が出力セル選択部14およびリセット制御部15に入力されている。

30

【0009】

出力セル選択部14は、各キューから通知されるキュー長通知信号13および各ウェイトカウンタから通知されるウェイトカウント値17を監視し、各キューごとに割り当てられた優先クラスを参照して、WRRスケジューリングにより出力すべきキューを選択する。出力セル選択部14は、選択されたキューに対して、出力許可信号18を送出する。リセット制御部15は、各キューから通知されるキュー長通知信号13および各ウェイトカウンタから通知されるウェイトカウント値17を監視し、優先クラスiのキュー長Q_iとウェイトカウント値W_iとの積が、全優先クラスで“0”となったとき、各ウェイトカウンタ16₁~16_Mに対してリセット指示信号19を送出する。

40

【0010】

出力セル選択部14によって送出された出力許可信号18を受信したキューは、キュー内に蓄積されたATMセルのうち最先の蓄積セルを読み出し、セル出力部20に送出する。セル出力部20は、図示しない後段の装置に対してこのセルを出力する。

【0011】

図6は、このようなパケットスケジューリング装置で行われるWRRスケジューリング処理の内容の概要を表わしたものである。まず、各キューごとに設けられた第1~第Mのウ

50

エイトカウンタ $16_1 \sim 16_M$ のウェイトカウント値をリセットするとともに、ウェイトカウンタごとに予め決められたウェイトカウント値を設定する（ステップ S 3 0）。次に、各キューのキュー長 Q_i とウェイトカウント値 W_i の積を $f(i)$ とすると、全てのキューについて $f(i)$ が “ 0 ” か否かを判別する（ステップ S 3 1）。全キューについて、 $f(i)$ が “ 0 ” のとき（ステップ S 3 1 : N）、すなわち各キューに蓄積されたセルが存在するかを示すキュー長 Q_i が “ 0 ” のとき、ステップ S 3 0 に戻る。

【 0 0 1 2 】

一方、各キューのいずれかにセルが存在し、ウェイトカウント値 W_i が “ 0 ” でないとき（ステップ S 3 1 : Y）、 $f(i)$ が “ 0 ” でない優先クラスの中から、優先度が高優先クラスにクラス分けされているキューが存在するか否かを判別する（ステップ S 3 2）。
 $f(i)$ が “ 0 ” でない優先クラスの中に、優先度が高優先クラスにクラス分けされているキューが存在すると判別されたとき（ステップ S 3 2 : Y）、この判別された優先クラスから回転優先制御により出力するクラスを選択し（ステップ S 3 3）、このキューに対応するウェイトカウンタのウェイトカウント値 W_i を “ 1 ” だけ減算し（ステップ S 3 4）、ステップ S 3 1 に戻る。

10

【 0 0 1 3 】

ステップ S 3 2 で、 $f(i)$ が “ 0 ” でない優先クラスの中に、優先度が高優先クラスにクラス分けされているキューが存在しないと判別されたとき（ステップ S 3 2 : Y）、この判別された低優先クラスの優先クラスから回転優先制御により出力するクラスを選択し（ステップ S 3 5）、このキューに対応するウェイトカウンタのウェイトカウント値 W_i を “ 1 ” だけ減算し（ステップ S 3 4）、ステップ S 3 1 に戻る。

20

【 0 0 1 4 】

その後、ステップ S 3 1 からステップ S 3 4 まで、同様の選択処理を行い、ステップ S 3 1 で全キューについて $f(i)$ が “ 0 ” となると、ウェイトカウント値をリセットし、予め決められたウェイト値に初期化する。

【 0 0 1 5 】

このようなパケットスケジューリング装置に関する技術は、例えば特開平 1 1 - 6 8 7 7 0 号公報「ATMスイッチにおけるスケジューリング方式」に開示されている。この技術の適用により、優先クラスごとに設定されたウェイトカウント値にしたがって、優先クラスごとに保証された帯域で ATM セルを送出することができるとともに、他の優先度が低い優先クラスの ATM セルの送出を待つことなく、優先度の高い優先クラスの ATM セルを優先して出力させることができ、リアルタイム性の要求される優先クラスのトラヒックの遅延劣化を回避する。

30

【 0 0 1 6 】

また特開平 1 0 - 8 4 3 8 3 号公報「パケットスケジューリング装置およびパケット転送方法」には、スケジューリングすべきフロー対象を示すスケジューリング情報を保持するスケジューリングキューとして、送信可能なパケットキューに対するものと、送信不可能なパケットキューに対するものを別個に設けることで、送信可能なパケットキューから送信を行うパケットスケジューリング装置に関する技術が開示されている。これにより、各キューに対応するカウンタがデクリメントできなくなるか、パケットキューが空になるまで同じフローのパケットが選択され続けることを回避するようにしている。

40

【 0 0 1 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、特開平 1 1 - 6 8 7 7 0 号公報に開示された技術では、パケット長を考慮しないため、パケット長の分布が優先クラスごとに異なる場合、最低保証帯域に相当する値として設定する各ウェイトカウンタのウェイトカウント値と、各優先クラスの出力帯域との整合性がとれなくなるという問題が生じる。特に可変長パケットデータのパケットスケジューリングを行う場合は、予め設定する各ウェイトカウント値の選定は困難であり、ウェイトカウント値が大きすぎると転送遅延の問題が発生する。一方、ウェイトカウント値が小さすぎると出力候補となる優先クラスがないにも関わらず、ウェイトカウント値が

50

負であるため、次のパケットデータを出力することができないという問題が生じる。このように、可変長パケットデータを最低保証帯域にしたがって効率的に選択出力させることができない。

【0018】

また特開平10-84383号公報に開示された技術では、可変長パケットデータについて各キューに対して公平に選択出力することができるが、優先クラスに対応した優先制御により、可変長パケットデータを効率的に出力する技術については何ら開示も示唆もされていない。

【0019】

そこで本発明の目的は、複数の優先クラスを有する可変長パケットデータを、予め設定された最低保証帯域にしたがって効率的に選択出力するパケットスケジューリング装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の発明では、(イ) 予め優先クラスが設定される1または複数の可変長パケットを前記優先クラスごとに蓄積する複数のパケット蓄積手段と、(ロ) 前記パケット蓄積手段それぞれに対応して、優先クラスごとに設けられたウエイトカウント値を保持し、前記パケット蓄積手段からパケットが出力される時、当該出力パケット長の値を減算してウエイトカウント値を更新する複数のウエイトカウント手段と、(ハ) 前記ウエイトカウント値が0以上でありかつパケットが蓄積されているパケット蓄積手段に対応する優先クラスの中から回転優先の規則にしたがって1つの優先クラスを選択する出力クラス選択手段と、(ニ) 前記ウエイトカウント値が0以上でありかつ前記パケット蓄積手段にパケットが蓄積されている優先クラスが存在しなくなったとき、前記複数のウエイトカウント手段に対して優先クラスごとに予め決められている所定のウエイト値を現在のウエイトカウント値に加算更新を指示する更新指示手段と、(ホ) 前記出力クラス選択手段によって選択された優先クラスに対応するパケット蓄積手段から可変長パケットを読み出すパケット読出手段とをパケットスケジューリング装置に具備させる。

【0021】

すなわち請求項1記載の発明では、予め優先クラスが設定されている複数の可変長パケットを優先クラスごとに設けられた複数のパケット蓄積手段に対して、優先クラスの選択情報として所定の選択処理単位ごとに更新されるウエイトカウント値を管理する複数のウエイトカウント値を備える。優先クラスは、所定の選択処理単位ごとに、優先クラスの選択情報としてのウエイトカウント値が“0”以上の優先クラスの中から各優先クラスを順に均等に選択する回転優先により公平に1つの優先クラスを選択する。しかし、ウエイトカウント値が“0”未満のときは選択対象から外れてしまうため、選択処理単位が所定の回数になったときに、ウエイトカウント値が“0”以上になるように全ての優先クラスのウエイトカウント値を更新するようにしている。このようにして優先クラスが選択されると、パケット読出手段により対応する優先クラスのパケット蓄積手段から可変長パケットが読み出される。

【0022】

請求項2記載の発明では、(イ) 予め優先クラスが設定される1または複数の可変長パケットを前記優先クラスごとに蓄積する複数のパケット蓄積手段と、(ロ) 前記パケット蓄積手段それぞれに対応して、優先クラスごとに設けられたウエイトカウント値を保持し、前記パケット蓄積手段からパケットが出力される時、当該出力パケット長の値を減算してウエイトカウント値を更新する複数のウエイトカウント手段と、(ハ) 前記ウエイトカウント値が0以上でありかつパケットが蓄積されているパケット蓄積手段に対応する優先クラスの中から回転優先の規則にしたがって1つの優先クラスを選択する出力クラス選択手段と、(ニ) パケット蓄積手段に対応するウエイトカウント値が0未満であること、またはパケット蓄積手段にパケットが蓄積されていないことを判定する選択処理の繰返し回数を監視する選択処理回数監視手段と、(ホ) 前記選択処理回数監視手段が監視する回数

10

20

30

40

50

が所定の回数になり、かつ、全ての優先クラスを検索しても選択可能な優先クラスがなかったとき、前記複数のウェイトカウント手段に対して優先クラスごとに予め決められている所定のウェイト値を現在のウェイトカウント値に加算更新を指示するとともに、当該更新してもウェイトカウント値が“0”未満となる前記ウェイトカウント手段に対しては前記選択処理で選択可能な“0”以上の値にウェイトカウント値を更新指示する更新指示手段と、(へ)前記出力クラス選択手段によって選択された優先クラスに対応するパケット蓄積手段から可変長パケットを読み出すパケット読出手段とをパケットスケジューリング装置に具備させる。

—
【0023】

すなわち請求項2記載の発明では、請求項1記載の発明に対して、ウェイトカウント値は、選択処理の回数が所定の回数になったとき、更新するウェイトカウント値が“0”未満のとき、ウェイトカウント値を選択処理で選択可能な“0”以上の値に更新するようにしている。

【0026】

請求項3記載の発明では、請求項1乃至2記載のパケットスケジューリング装置で、可変長パケットに予め付加された優先クラス情報に基づいて優先クラスを識別して対応するパケット蓄積手段に格納する優先クラス識別手段を備え、複数のウェイトカウント手段は、それぞれ対応するパケット蓄積手段に蓄積された可変長パケットに付加されたパケット長情報から認識される可変長パケットの長さを減算してウェイトカウント値を更新すること

【0027】

すなわち請求項3記載の発明では、パケットごとに異なる可変長パケットの優先クラスおよびパケット長情報を、パケットの付加情報から直接認識するようにしたので、ハードウェア化による処理の高速化を図ることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】

【0031】

【実施例】

以下実施例につき本発明を詳細に説明する。

【0032】

図1は、本発明の一実施例におけるパケットスケジューリング装置の構成の概要を表わしたものである。本実施例におけるパケットスケジューリング装置は、可変長パケットデータ転送サービスにおける各優先クラスの帯域を保証するものである。このパケットスケジューリング装置は、入力された可変長パケットデータ40の優先クラスを識別する優先クラス識別部41と、優先クラスごとに1または複数の可変長パケットデータを蓄積する第1～第Nのキュー42₁～42_Nと、これら各キューに対応してキューごとに管理されるウェイトカウント値をカウントする第1～第Nのウェイトカウンタ43₁～43_Nとを備えている。

【0033】

さらに、このパケットスケジューリング装置は、各キューに蓄積されたパケット蓄積量とウェイトカウント値を監視して優先クラスを選択する出力クラス選択部44と、この出力クラス選択部44による優先クラス選択処理の繰返し回数を監視する選択処理回数監視部45と、出力クラス選択部44によって選択された優先クラスのキューからパケットデータを読み出して図示しない外部装置に対して出力するパケット出力部46とを有している。

【0034】

優先クラス識別部41は、入力される可変長パケットデータ40を監視して、優先クラスを識別する。

【0035】

10

20

30

40

50

図2は、このような優先クラス識別部41に入力される可変長パケットデータの構成の一例を表わしたものである。同図(a)は、可変長パケットデータのフォーマット構成の一例を示す。同図(b)は、可変長パケットデータのヘッダフィールドのフォーマット構成の一例を示す。可変長パケットデータ40は、同図(a)に示すように、パケットデータ網内の転送制御のための制御情報が配置されるヘッダフィールド47と、転送データが配置されるデータフィールド48とから構成されている。ヘッダフィールド47は、同図(b)に示すように、それぞれ所定位置に優先クラスを識別する優先クラス情報49と、可変長パケットデータ40のパケット長を示すパケット長情報50とを有している。

【0036】

優先クラス識別部41は、このような可変長パケットデータの所定位置に配置された識別子を参照することにより、パケットデータの優先クラスを識別することができる。識別されたパケットデータは、優先クラスごとに予め割り当てられている第1～第Nのキュー42₁～42_Nに対して送出される。

10

【0037】

第1～第Nのキュー42₁～42_Nは、それぞれ優先クラスごとに1または複数の可変長パケットデータを一時的に蓄積する先入れ先出し(First In First Out:以下、FIFOと略す。)メモリと、FIFOメモリに蓄積されるパケットの量を管理するためのパケットカウンタとから構成されている。各パケットカウンタは、優先クラス識別部41によって割り当てられたパケットがFIFOメモリに蓄積されるたびに、図2に示したようにパケット長を示す識別子を参照して入力されるパケットの長さを識別し、FIFOメモリに蓄積しているパケットの量を認識することができるようになっている。第1～第Nのキュー42₁～42_Nは、出力クラス選択部44に対して、この認識した蓄積パケットの量を通知するパケット量通知信号51として送出する。また、第1～第Nのキュー42₁～42_Nは、出力クラス選択部44から出力指示信号52が各キューごとに入力されており、これを受信したキューは、FIFOメモリから可変長パケットデータを読み出して、パケット出力部46に対して送出する。

20

【0038】

第1～第Nのウェイトカウンタ43₁～43_Nは、それぞれ予め優先クラスごとの最低保証帯域に相当するウェイト値を管理し、出力クラス選択部44からの各種指示にしたがって、どの優先クラスからパケットデータを読み出すかを決定するための情報となるウェイトカウンタ値の更新を行う。

30

【0039】

第1～第Nのウェイトカウンタ43₁～43_Nは、出力クラス選択部44からパケット出力部46に対して出力させる優先クラスとして選択されたことを示す選択指示信号53を受信したときには、現在保持しているウェイトカウンタ値から読み出すパケットの長さを減算して、新しいウェイトカウンタ値として更新する。また、出力クラス選択部44から加算指示信号54を受信したときには、現在保持しているウェイトカウンタ値に各優先クラスごとに予め決められているウェイト値を加算して、新しいウェイトカウンタ値として更新する。さらに、出力クラス選択部44からセット指示信号55を受信したときには、現在保持しているウェイトカウンタ値にウェイト値を加算して、新しいウェイトカウンタ値として更新するとともに、新しいウェイトカウンタ値が“0”未満の場合、ウェイト値の半分を新しいウェイトカウンタ値とし、さらに、新しいウェイトカウンタ値が予め決められた上限値より大きい場合、この上限値を新しいウェイトカウンタ値とする。ここで、新しいウェイトカウンタ値が“0”未満の場合、ウェイトカウンタ値をウェイト値の半分としたのは、選択処理を繰返し回数の制限を設けない場合、ウェイトカウンタ値が負の値から正の値へ更新される時の値は“0”からウェイト値の間の値で、平均値はウェイト値の半分となるからである。これら各ウェイトカウンタによって更新されるウェイトカウンタ値56は、出力クラス選択部44に通知される。

40

【0040】

出力クラス選択部44は、第1～第Nのキュー42₁～42_Nそれぞれのパケットの蓄積量

50

を示すパケット量通知信号 5 1 および第 1 ~ 第 N のウェイトカウンタ $4 3_1 \sim 4 3_N$ それぞれのウェイトカウント値 5 6 をもとに、各優先クラスのキューの中からパケットを出力する優先クラスを選択する。

【 0 0 4 1 】

すなわち、出力クラス選択部 4 4 は、パケット量通知信号 5 1 によって通知される各キューに蓄積されるキュー長が “ 0 ” ではなく、かつ対応するウェイトカウンタのウェイトカウント値が “ 0 ” 以上である優先クラスの中から各優先クラスを順に均等に選択する回転優先 (Round Robin: ラウンドロビン) の規則にしたがって優先クラスを選択する。キュー長が “ 0 ” ではない優先クラスにウェイトカウント値が “ 0 ” 未満のクラスだけが存在するときには、選択処理回数監視部 4 5 によって監視されている優先クラスの選択処理の繰返し回数に応じて、上述した各ウェイトカウンタによるウェイトカウント値の更新を行わせる。

10

【 0 0 4 2 】

選択処理回数監視部 4 5 は、予め優先クラスの選択処理繰返し回数の最大値が設定されるようになっている。そして、出力クラス選択部 4 4 によって行われる優先クラスの選択処理繰返し回数 5 7 を監視し、この繰返し回数が “ (優先クラス選択処理の繰返し回数の最大値) - 1 ” となったとき、選択処理回数監視部 4 5 は、出力クラス選択部 4 4 に対して回数検出信号 5 8 を出力する。

【 0 0 4 3 】

出力クラス選択部 4 4 は、選択処理回数監視部 4 5 から回数検出信号 5 8 が通知されるまでは、全優先クラスのウェイトカウント値にそれぞれ優先クラスごとに決められてウェイト値の加算を指示する加算指示信号 5 4 を出力するとともに、優先クラス選択処理を繰り返す。しかし、出力クラス選択部 4 4 は、選択処理回数監視部 4 5 から回数検出信号 5 8 が通知されたときは、全優先クラスのウェイトカウント値に各優先クラスに対応するウェイト値を加算するか、あるいはウェイト値の半分の値でウェイトカウント値を更新するかいずれかの方法により、優先クラスのウェイトカウント値が “ 0 ” 以上になるようにする。このように各ウェイトカウンタのウェイトカウント値を “ 0 ” 以上になるように制御することによって、回転優先の規則にしたがって優先クラスの選択を行うパケットスケジューリングを可能とする。

20

【 0 0 4 4 】

出力クラス選択部 4 4 によって優先クラスの選択が行われた結果は、出力指示信号 5 2 として該当する優先クラスのキューに対して、選択指示信号 5 3 として該当する優先クラスのウェイトカウンタに対して、それぞれ出力される。出力指示信号 5 2 を受信したキューから読み出されたパケットは、パケット出力部 4 6 により図示しない外部装置に対して出力される。

30

【 0 0 4 5 】

上述したような優先クラスの選択処理を制御する出力クラス選択部 4 4 および選択処理回数監視部 4 5 は、図示しない中央処理装置 (Central Processing Unit: CPU) によって制御されており、呼び出し専用メモリ (Read Only Memory: ROM) などの所定の記憶装置に格納された制御プログラムに基づいて上述した優先クラスの選択処理を実行することができるようになっている。

40

【 0 0 4 6 】

図 3 および図 4 は、このような所定の記憶装置に格納された優先クラスの選択処理を制御するプログラム内容の概要を表わしたものである。まず、優先クラスごとに設けられた全ての第 1 ~ 第 N のウェイトカウンタ $4 3_1 \sim 4 3_N$ 、出力クラス選択部 4 4 で保持する選択クラス変数 $C l a s s$ および優先クラス選択処理の繰返し回数の最大値 $C m a x$ を初期化する (ステップ S 6 0)。すなわち、出力クラス選択部 4 4 は、第 1 ~ 第 N のウェイトカウンタ $4 3_1 \sim 4 3_N$ に対して、各優先クラスごとに予め決められた最低保証帯域に相当するウェイト値の設定を指示する。また、出力クラス選択部 4 4 は、内部変数である選択クラス変数 $C l a s s$ に、予め決められた初期値を代入する。さらに、選択処理回数監視部

50

45に、所定の優先クラス選択処理の繰返し回数の最大値 C_{max} の代入を行わせる。

【0047】

ウェイト値および最大値 C_{max} は、それぞれ例えば所定の記憶装置に本プログラムとは別エリアに記憶され、この記憶されているウェイト値を変更することで、任意の値に設定することができるようになっている。

【0048】

以下では説明の便宜上、優先クラス i ($i = 0 \sim N$) におけるウェイト値を W_i 、優先クラス i に対応する第 i のキュー 42_i に蓄積しているパケットの量を Q_i 、優先クラス i に対応する第 i のウェイトカウンタ 43_i のウェイトカウント値を WC_i 、優先クラス i のウェイト値の上限値を Wh_i とする。

10

【0049】

ステップ S60 に続いて、各キューからのパケット量通知信号を参照して各優先クラスのキューにパケットが蓄積されているか否かを判定する (ステップ S61)。各優先クラスのキューにパケットが蓄積されていないと判定されたとき (ステップ S61 : N) には、パケットデータの送出を行うことができないため、各優先クラスのキューのいずれかにパケットが蓄積されるまでステップ S61 を繰り返す。

【0050】

一方、ステップ S61 で一つ以上の優先クラスのキューにパケットが蓄積されていると判定されたとき (ステップ S61 : Y)、パケットデータの送出を行うことができると判断し、出力クラス選択部 44 で優先クラスの選択候補を示す内部変数 i に選択クラス変数 C_{class} の値を代入するとともに、出力クラス選択部 44 で優先クラス選択処理の繰返し回数を示す内部変数 $cycle$ に “0” を代入して初期化する (ステップ S62)。

20

【0051】

次に、選択処理の繰返し回数 $cycle$ をインクリメントし (ステップ S63)、優先クラスの選択候補 i の第 i のキュー 42_i にパケットが蓄積しているか否かを判定する (ステップ S64)。

【0052】

ステップ S64 で優先クラスの選択候補 i の第 i のキュー 42_i にパケットが蓄積されていると判定されたとき (ステップ S64 : Y)、優先クラスの選択候補 i の第 i のウェイトカウンタ 43_i のウェイトカウント値 WC_i が “0” 以上であるか否かを判定する (ステップ S65)。

30

【0053】

優先クラスの選択候補 i のウェイトカウント値 WC_i が “0” 以上であると判定されたとき (ステップ S65 : Y)、選択候補 i の選択を確定させる (ステップ S66)。すなわち、出力クラス選択部 44 から優先クラス i の第 i のキュー 42_i に対して出力指示信号 52 を、優先クラス i の第 i のウェイトカウンタ 43_i に対して選択指示信号 53 を、それぞれ出力する。この出力指示信号 52 により、第 i のキュー 42_i から 1 パケットだけを読み出させ、パケット出力部 46 から図示しない外部装置に対して出力する。また、選択指示信号 53 により、第 i のウェイトカウンタ 43_i に、現在のウェイトカウント値 WC_i から、第 i のキュー 42_i より通知されたパケットの長さ $length$ を減算させて、新しいウェイトカウント値として更新する (ステップ S67)。

40

【0054】

続いて、回転優先の規則にしたがって、優先クラスを示す選択クラス変数 C_{class} を更新し、ステップ S61 に戻って、再び更新した優先クラスを選択候補として優先クラス選択処理を繰り返す (ステップ S68)。

【0055】

ステップ S64 で優先クラスの選択候補 i の第 i のキュー 42_i にパケットが蓄積されていないと判定されたとき (ステップ S64 : N)、あるいはステップ S65 で優先クラスの選択候補 i のウェイトカウント値 WC_i が “0” 未満であると判定されたとき (ステップ S65 : N)、全ての優先クラスを検索済みか否かを判定する (ステップ S69)。

50

【 0 0 5 6 】

全ての優先クラスを検索したと判定されたとき（ステップ S 6 9 : Y）、現在の優先クラス選択処理の繰返し回数 $c y c l e$ と、“優先クラス選択処理の繰返し回数の最大値 $C m a x - 1$ ” との比較を行う（ステップ S 7 0）。

【 0 0 5 7 】

ここで、選択処理の繰返し回数 $c y c l e$ が“優先クラス選択処理の繰返し回数の最大値 $C m a x - 1$ ” より小さいとき（ステップ S 7 0 : Y）には、出力クラス選択部 4 4 から全ての優先クラスのウェイトカウンタに対して、加算指示信号 5 4 を出力する。この加算指示信号 5 4 を受信した第 1 ~ 第 N のウェイトカウンタ $4 3_1 \sim 4 3_N$ は、それぞれ現在のウェイトカウンタ値 $W C i$ に予め決められたウェイト値 $W i$ を加算する。ここで、さらにこの加算結果とそれぞれ予め決められたウェイト値の上限値 $W h i$ のうち小さい方を新しいウェイトカウンタ値として更新する（ステップ S 7 1）。すなわち、加算結果がそれぞれ予め決められたウェイト値の上限値 $W h i$ より大きい場合はこの上限値 $W h i$ を新しいウェイトカウンタ値とし、加算結果が上限値 $W h i$ 以下の場合は加算結果を新しいウェイトカウンタ値とする。そして、再びステップ S 6 3 に戻って、選択処理回数 $c y c l e$ をインクリメントして新たに優先クラスの選択処理を実行する。

10

【 0 0 5 8 】

ステップ S 7 0 で、選択処理の繰返し回数 $c y c l e$ が“優先クラス選択処理の繰返し回数の最大値 $C m a x - 1$ ” 以上のとき（ステップ S 7 0 : N）、出力クラス選択部 4 4 から全ての優先クラスのウェイトカウンタに対して、セット指示信号 5 5 を出力する。このセット指示信号 5 5 を受信した第 1 ~ 第 N のウェイトカウンタ $4 3_1 \sim 4 3_N$ は、それぞれ現在のウェイトカウンタ値 $W C i$ に予め決められたウェイト値 $W i$ を加算する。ここで、さらにこの加算結果が“0”以上のときは、それぞれ予め決められたウェイト値の上限値 $W h i$ のうち小さい方を新しいウェイトカウンタ値として更新する。すなわち、加算結果がそれぞれ予め決められたウェイト値の上限値 $W h i$ より大きい場合はこの上限値 $W h i$ を新しいウェイトカウンタ値とし、加算結果が上限値 $W h i$ 以下の場合は加算結果を新しいウェイトカウンタ値とする。また加算結果が“0”未満のときは、ウェイト値 $W i$ の半分の値を新しいウェイトカウンタ値とする（ステップ S 7 2）。そして、再びステップ S 6 3 に戻って、選択処理回数 $c y c l e$ をインクリメントして新たに優先クラスの選択処理を実行する。ステップ S 7 2 で加算結果が“0”未満のときに更新するウェイトカウンタ値はウェイト値の半分でなくてもよい。例えば、優先クラス毎に値を設定する、全優先クラス共通の値を設定する、全優先クラス共通のウェイト値に対する割合を設定する、等がある。

20

30

【 0 0 5 9 】

ステップ S 6 9 で、全ての優先クラスを検索していないと判定されたとき（ステップ S 6 9 : N）、優先クラスの選択候補 i を回転優先にしたがって更新し、再びステップ S 6 4 に戻って、優先クラスの選択処理を実行する。

【 0 0 6 0 】

このように本実施例におけるパケットスケジューリング装置は、優先クラスごとに設けられた第 1 ~ 第 N のキュー $4 2_1 \sim 4 2_N$ それぞれに対応して第 1 ~ 第 N のウェイトカウンタ $4 3_1 \sim 4 3_N$ を設け、出力クラス選択部 4 4 にそれぞれ優先クラスごとの最低保証帯域に相当するウェイト値から算出したウェイトカウンタ値と、各キューの蓄積パケットの量とに基づいて、優先クラスの選択出力を行わせるようにしている。出力クラス選択部 4 4 は、パケットが蓄積されているキューのウェイトカウンタ値が“0”以上のときは、現在のウェイトカウンタ値から出力する可変長パケットデータのパケットの長さを減算することでウェイトカウンタ値を更新して、その優先クラスの優先順位を低下させる一方、順次優先クラスの選択処理を繰り返す。一方、パケットが蓄積されているキューのウェイトカウンタ値が“0”未満のとき、優先クラスの選択処理の繰返し回数が所定の“ $C m a x - 1$ ”回までは、全優先クラスの第 1 ~ 第 N のウェイトカウンタ $4 3_1 \sim 4 3_N$ のウェイトカウンタ値に各優先クラスのウェイト値を加算してセットし、“ $C m a x - 1$ ”回になると全

40

50

優先クラスのウェイトカウント値にウェイト値を加算するか、ウェイト値の半分の値を代入するかによって、ウェイトカウント値を“0”以上になるようにして、これらを対象に回転優先の規則で優先クラスを選択するようにしている。これにより、全優先クラスに十分なパケットデータが入力されている場合には、各優先クラスごとに決められた最低保証帯域に相当するウェイト値の割り合いにしたがってパケットを出力することができるようになる。さらに、ウェイト値よりも非常に長いパケットが出力された優先クラスにおいても、次の選択候補となる優先クラスがないときに限りパケットデータを出力することができ、可変長パケットデータを最低保証帯域にしたがって効率的に選択出力させることが可能となる。さらにまた、所定の優先クラス選択処理の最大繰返し回数で、優先クラスの選択を完了させることができる。

10

【0061】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1または請求項2記載の発明によれば、例えば全優先クラスに十分なパケットデータが入力されている場合には、各優先クラスごとに決められた最低保証帯域に相当するウェイト値の割合にしたがってパケットを出力することができるようになり、予め設定された最低保証帯域にしたがって効率的に選択出力を行うパケットスケジューリング装置を提供することができるようになる。さらに、ウェイト値よりも非常に長いパケットが出力された優先クラスにおいても、次の選択候補となる優先クラスがないときに限りパケットデータを出力することができ、可変長パケットデータを最低保証帯域にしたがって効率的に選択出力させることが可能となる。また、これらの発明によれば、非常に簡素な構成でウェイトカウント値の再設定を行うことで、再度優先クラスの選択を行うことができるようになり、効率的な最低保証帯域にしたがった選択処理を行うことができるばかりでなく、処理の高速化をも図ることができる。

20

【0063】

さらにまた請求項3記載の発明によれば、パケットごとに異なる可変長パケットの優先クラスおよびパケット長情報を、パケットの付加情報から直接認識するようにしたので、ハードウェア化による処理の高速化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施例におけるパケットスケジューリング装置の構成の概要を示す構成図である。

30

【図2】本実施例における可変長パケットデータのフォーマット構成の一例を示す説明図である。

【図3】本実施例における優先クラスの選択処理内容の前半部を示す流れ図である。

【図4】本実施例における優先クラスの選択処理内容の後半部を示す流れ図である。

【図5】従来提案されたパケットスケジューリング装置の構成の概要を示す構成図である。

【図6】従来のパケットスケジューリング装置におけるスケジューリング処理内容の概要を示す流れ図である。

【符号の説明】

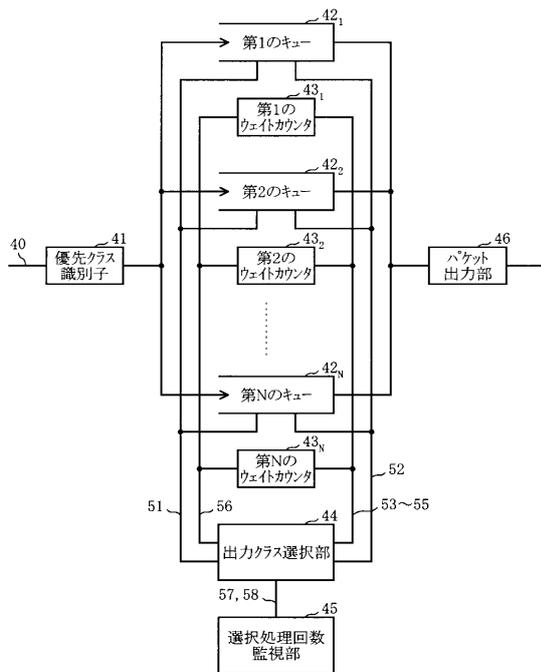
- 40 入力可変長パケットデータ
- 41 優先クラス識別部
- 42₁ ~ 42_N 第1 ~ 第Nのキュー
- 43₁ ~ 43_N 第1 ~ 第Nのウェイトカウンタ
- 44 出力クラス選択部
- 45 選択処理回数監視部
- 46 パケット出力部
- 51 パケット量通知信号
- 52 出力指示信号
- 53 選択指示信号
- 54 加算指示信号

40

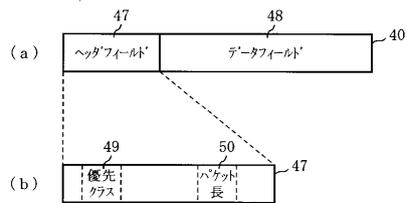
50

- 5 5 セット指示信号
- 5 6 ウェイトカウント値
- 5 7 優先クラス選択処理繰返し回数
- 5 8 回数検出信号

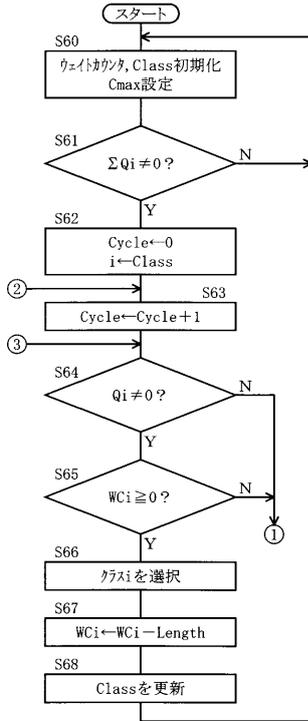
【 図 1 】



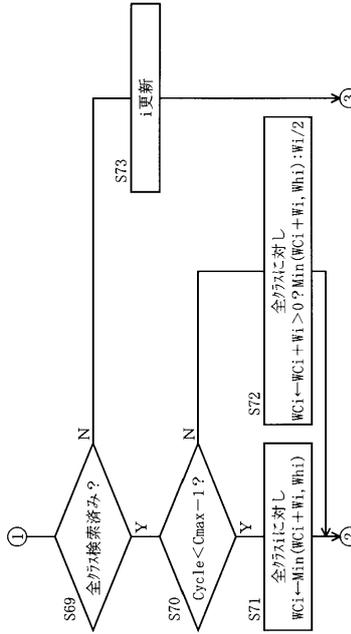
【 図 2 】



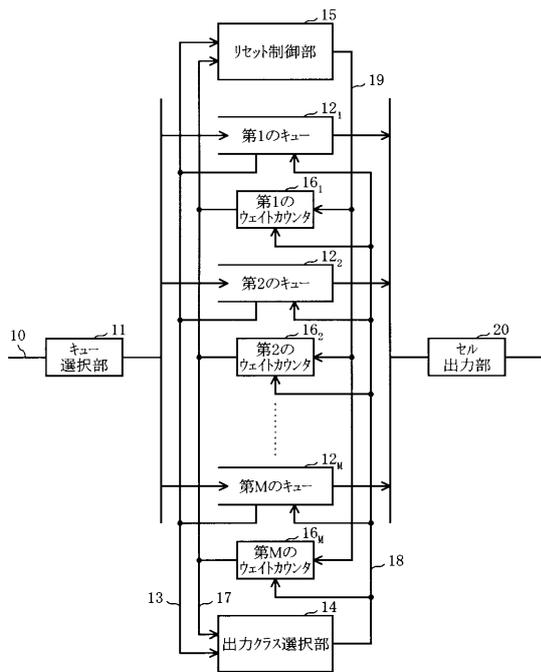
【 図 3 】



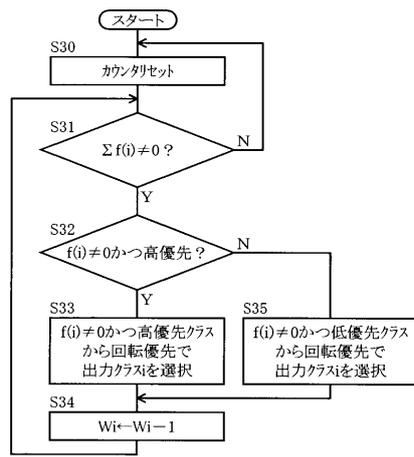
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 升田 道雄
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

合議体
審判長 山本 春樹
審判官 望月 章俊
審判官 野元 久道

(56)参考文献 特表平5 - 502776 (JP, A)
国際公開第99/00949 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H04L12/56