

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3599557号
(P3599557)

(45) 発行日 平成16年12月8日(2004.12.8)

(24) 登録日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/56

F I

H04L 12/56 200B

請求項の数 2 (全 36 頁)

(21) 出願番号	特願平10-47184	(73) 特許権者	000000295 沖電気工業株式会社 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(22) 出願日	平成10年2月27日(1998.2.27)	(74) 代理人	100090620 弁理士 工藤 宣幸
(65) 公開番号	特開平11-252089	(72) 発明者	門 洋一 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
(43) 公開日	平成11年9月17日(1999.9.17)	(72) 発明者	小沼 良平 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内
審査請求日	平成13年12月25日(2001.12.25)	(72) 発明者	鍛冶 満喜子 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 処理レート監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

監視対象コネクションにおけるパケット間隔を実数値レベルで計数する出現間隔カウンタと、

監視対象コネクションに対応するパケットが検出されるたび、前検出時から当該パケットの検出時まで経過した時間を与える上記出現間隔カウンタのカウント値と、当該監視対象コネクションの伝送レートから求められる出現間隔の許可値とを比較し、現監視サイクルにおける伝送レート違反の有無を判定する判定手段とを備え、

上記判定手段は、次の監視サイクルに移る際、上記出現間隔カウンタのカウント値から上記出現間隔の許可値を減算し、さらに、その減算後のカウント値の整数部分を0に更新することを特徴とする処理レート監視装置。

10

【請求項2】

監視対象コネクションにつき、監視期間内に現れたパケット数を実数値レベルで計数する出現数カウンタと、

監視期間の経過が通知されるたび、現監視期間内に新たに計数されたパケット数を与える出現数カウンタのカウント値と、当該監視対象コネクションの伝送レートから求められる出現数の許可値とを比較し、現監視期間における伝送レート違反の有無を判定する判定手段とを備え、

上記判定手段は、次の監視期間に移る際、上記出現数カウンタのカウント値から上記出現数の許可値を減算し、さらに、その減算後のカウント値における整数値を0に更新するこ

20

とを特徴とする処理レート監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、処理レート監視装置に関する。例えば、ATM網（非同期転送モード網）上に位置して各コネクションのセル転送レートを監視する、セルレート監視装置に適用し得る。

【0002】

【従来の技術】

従来、伝送路上に配置される、この種のセルレート監視手段においては、各コネクション毎にカウンタを用意し、それらカウンタのそれぞれにおいて、1セル転送サイクルごとに各カウンタを更新することにより、通過するセルがレート違反を犯しているかどうかをチェックする手法が採られている。

【0003】

ここでの監視方法には、(a)同一コネクションについて転送されるセルの連続する任意の2個のセル間隔を測定することによって行う方法と、(b)同一コネクションについてある一定の時間内に転送されたセル数を測定することによって行う方法との2種類があり、そのいずれか一方又は両方に基づくのが一般的である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、かかる従来の方法は、セル転送レートを、セル間隔やセル数に展開した際、整数として管理するものであったため、監視対象とするセルレートによっては、監視精度に課題が生じるのを避け得なかった。

【0005】

特に、遅延変動を考慮する場合には、監視対象であるサイクルごとに変動分だけ許容度を大きくするため、そのままでは複数サイクルにわたるスループットを監視することができなかった。

【0006】

また、多数存在する各コネクションのそれぞれについて、個々自由かつ動的にセルレートを設定でき、しかもその設定を指数的に小さい値から大きな値まで連続的に存在する帯域幅のなかで可能とするものを実現しようとする際には、上述したような従来方法では、従来方法で考慮されていないような多数の複雑な監視処理を同時に行うことが必須となり、実現が困難であると思われる。

【0007】

本発明は、以上の課題を考慮してなされたもので、従来に比して、より高精度の監視を可能とし、しかも、監視帯域が広範囲に及びかつ監視対象数が多い場合にも、容易に対処可能な処理レート監視装置を提案しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】

(A)かかる課題を解決するため、第1の発明における処理レート監視装置においては、(1)監視対象コネクションにおけるパケット間隔を実数値レベルで計数する出現間隔カウンタと、(2)監視対象コネクションに対応するパケットが検出されるたび、前検出時から当該パケットの検出時まで経過した時間を与える出現間隔カウンタのカウント値と、当該監視対象コネクションの伝送レートから求められる出現間隔の許可値とを比較し、現監視サイクルにおける伝送レート違反の有無を判定する判定手段とを備え、判定手段は、次の監視サイクルに移る際、出現間隔カウンタのカウント値から上記出現間隔の許可値を減算し、さらに、その減算後のカウント値の整数部分を0に更新するようにする。

【0009】

この結果、出現間隔カウンタのカウント値に、伝送レートを基に与えられる処理レートが実数値レベル（小数値を含む値）まで反映されることになり、監視対象コネクションの伝

10

20

30

40

50

送レートとしていかなる値が要求される場合にも、従来更新時に生じ得たカウント値の丸め誤差が減少される。

【0010】

(B) また、第2の発明においては、(1) 監視対象コネクションにつき、監視期間内に現れたパケット数を実数値レベルで計数する出現数カウンタと、(2) 監視期間の経過が通知されるたび、現監視期間内に新たに計数されたパケット数を与える出現数カウンタのカウント値と、当該監視対象コネクションの伝送レートから求められる出現数の許可値とを比較し、現監視期間における伝送レート違反の有無を判定する判定手段とを備え、判定手段は、次の監視期間に移る際、出現数カウンタのカウント値から出現数の許可値を減算し、さらに、その減算後のカウント値における整数値を0に更新するようにする。

10

【0011】

この結果、出現数カウンタのカウント値に、伝送レートを基に与えられる処理レートが実数値レベル(小数値を含む値)まで反映されることになり、監視対象コネクションの伝送レートとしていかなる値が要求される場合にも、従来更新時に生じ得たカウント値の丸め誤差が減少される。

【0022】

【発明の実施の形態】

(A) 各実施形態の概要

以下、本発明に係る処理レート監視装置を、コネクション別の又は帯域別(レート別)のセルレート監視方法及び装置に適用する場合について説明する。なお、以下順に説明する各実施形態(第1~第8の実施形態)は、それぞれ、以下のような特徴と相互間の関係を有する。

20

【0023】

第1の実施形態は、セル間隔を測定することによりセル転送レートを監視する方式に関するものであり、セル転送レートから計算に求められるセル間隔を、実数値対応のカウンタを用いて監視するものである。

【0024】

第2の実施形態は、第1の実施形態の特徴に加え、遅延変動をも考慮することにより、ゆらぎの許容範囲を設定されたセル転送サービスにおいて、複数の監視サイクルにわたるスループットを同時に監視するものである。

30

【0025】

第3の実施形態は、測定区間に現れるセル数を測定することによりセル転送レートを監視する方式に関するものであり、セル転送レートから計算によって求められるセル間隔を、実数値対応のカウンタを用いて監視するものである。

【0026】

第4の実施形態は、第3の実施形態の特徴に加え、遅延変動をも考慮することにより、ゆらぎの許容範囲を設定されたセル転送サービスにおいて、複数の監視サイクルに亘るスループットを同時に監視するものである。

【0027】

第5の実施形態は、第2の実施形態による監視動作を、多数のコネクションを同時に監視する場合にも適用できるようにするものであり、監視対象とする帯域が広範囲に亘る場合にも、精度と効率との両立を図るものである。

40

【0028】

第6の実施形態は、第4の実施形態による監視動作を、やはり、多数のコネクションを同時に監視する場合にも適用できるようにするものであり、監視対象とする帯域が広範囲に亘る場合にも、精度と効率との両立を図るものである。

【0029】

第7の実施形態は、第5の実施形態における時間情報の更新タイミングの管理にセル間隔待ち行列なる手法を適用するものであり、各コネクションに要求される帯域がパースト的に変動する場合にも適応的に対応できるようにするものである。また、この第7の実施形

50

態は、さらに、チェックフラグなる状態管理用のフラグを導入することにより、セル転送レートを監視する。

【0030】

第8の実施形態は、第7の実施形態と同様、セル間隔の測定にセル間隔待ち行列なる手法を適用するものであるが、当該実施形態におけるセル間隔チェックフラグ及び遅延変動分チェックフラグの代わりに、転送タイミングのゆらぎ許容値なる値を管理するトレランス (tolerance) というパラメータを導入し、平均レートの監視を可能とするものである。

【0031】

以下、これら各実施形態についての具体的な内容を順番に説明する。

10

【0032】

(B) 第1の実施形態

前述したように、この第1の実施形態は、セル間隔を測定することによりセル転送レートを監視する方式に関するものであり、セル転送レートから計算に求められるセル間隔を実数値、すなわち、小数値まで含んで管理することを特徴とするものである。

【0033】

(B - 1) 第1の実施形態の構成

図1に、第1の実施形態に係るセルレート監視装置の機能ブロック構成を示す。なおここでは、便宜上、ソフトウェア的に当該機能を実現する場合の構成を表しているが(後述する他の実施形態の場合も同様)、実際上、これらはハードウェア的にも実現可能である。

20

【0034】

さて、セルレート監視装置1は、伝送路上設定されたコネクションに対応するセル間隔カウンタ1aと、制御プログラムに従って処理動作を管理する処理手段(MPU (micro processor unit) 等からなる)1bと、制御プログラムや中間生成データ等を格納するメモリ1cとで構成されている。

【0035】

ここで、セル間隔カウンタ1aは、1セル転送サイクルごとに更新され、監視コネクションのセルが通過してから次のセルが到着するまでに要したセル間隔を計数できるようになっている。

【0036】

ただし、このセル間隔カウンタ1aには、整数値分に対応する桁だけでなく、小数点以下に対応する桁も設けられており、小数点以下の値での比較及び加減算が可能になっている。なお、図1では、小数値の桁数を2桁として表している。

30

【0037】

(B - 2) 第1の実施形態の動作

以下、かかる構成を有するセルレート監視装置1によるセルレートの監視動作を、図2及び図3を用いて説明する。

【0038】

(a) 初期リセット

まず、初期リセット時、セルレート監視装置1における処理手段1bは、図2に示すように、セル間隔を計測するセル間隔カウンタ1aの整数値*i*及び小数値*j*の双方を、ともに「0」に初期設定(リセット)する(ステップSP1)。

40

【0039】

または、後述する許可値 *interval* (各コネクション毎に許可される最小のセル間隔を定める値)に初期設定する。

【0040】

(b) 監視セルの到着有無判定処理

次に、処理手段1bは、1セル転送サイクルが経過するたびごとに、その時点に到来したセルが、セル間隔カウンタ1aで監視しているコネクションに対応するセルであるか否かを判定する(ステップSP2)。

50

【 0 0 4 1 】

ここで、到来したセルが監視対象とする接続のセルでないと判定された場合には、処理手段 1 b は、対応するカウンタ 1 a のカウント値を「 1 」づつインクリメントする動作を行う。すなわち、整数値 i の値を $i + 1$ に更新する（ステップ S P 3）。

【 0 0 4 2 】

このカウント動作は、監視接続のセルの到来が判定されるまで繰り返される。例えば、図 3 の時点 t_0 から時点 t_4 のように、セル間隔カウンタ 1 a のカウント値を、「 0 . 0 0 」 「 1 . 0 0 」 「 2 . 0 0 」 「 3 . 0 0 」 「 4 . 0 0 」へと順に更新する。

【 0 0 4 3 】

(c) レート違反有無判定処理

やがて、監視している接続のセルが到来すると（例えば、図 3 の時点 t_4 ）、処理手段 1 b は、セル間隔を測定するセル間隔カウンタ 1 a のカウント値と、予め許可してある最小のセル間隔を定める値 $i n t e r v a l$ とを比較し、その大小関係からセルレートが遵守されているか否かを判定する（ステップ S P 4）。

【 0 0 4 4 】

ここで、セル間隔カウンタ 1 a の値の方が大きければ、処理手段 1 b は、セル間隔はセルレートを遵守していると判断し、その通知動作（ステップ S P 6）やカウンタリセット動作（ステップ S P 7）に移る。

【 0 0 4 5 】

一方、セル間隔カウンタ 1 a の値の方が小さければ、セル間隔がセルレートに対して違反していると判断し、その通知動作（ステップ S P 5）やカウンタリセット動作（ステップ S P 7）に移る。なお、セルレート違反時にセル廃棄を選択する場合には、図 2 のようなカウンタリセット動作は実行されない。

【 0 0 4 6 】

(d) カウンタリセット動作

処理手段 1 b は、カウンタリセット動作（ステップ S P 7）に移ると、セル間隔カウンタ 1 a のカウント値（すなわち、 $i + j$ ）から許可値 $i n t e r v a l$ を減算し、さらに得られた実数値のうち整数値 i の値を 0 にリセットする。

【 0 0 4 7 】

例えば、図 3 の時点 t_4 の場合、セル間隔カウンタ 1 a のカウント値を、「 0 . 2 4 」にリセットする。これは、その時点のカウント値「 4 . 0 0 」から許可値「 2 . 7 6 」を減算し、得られた実数値「 1 . 2 4 」の小数値 j のみをそのままに、整数値 i の値を 0 とおくことにより得られる。

【 0 0 4 8 】

なおこのカウンタリセット動作後は、前述の (a) ~ (d) の処理が繰り返され、次の監視対象セルが確認されるまで、カウンタ 1 a のカウントアップ動作が継続されることになる。例えば、図 3 の時点 t_5 、 t_6 、 t_7 のように、そのカウント値は、「 0 . 2 4 」 「 1 . 2 4 」 「 2 . 2 4 」に更新されることになる。

【 0 0 4 9 】

このように、第 1 の実施形態によるセルレート監視装置 1 では、初期設定直後のサイクルを除き、セル間隔カウンタ 1 a のカウント値に、直前のサイクルに生じた転送レートに貢献していない余分な時間が小数点以下の値として現れるため、この時間を、次のサイクルでのセルレートの判定に反映させることが可能となる。

【 0 0 5 0 】

(B - 3) 各値の設定例

なお、ここで用いる許可値 $i n t e r v a l$ は、次のように定義した値を用いるものとする。すなわち、伝送路を経過する全体のセルレートを $P [c e l l s / s e c]$ 、監視している接続のセルレートを $R [c e l l s / s e c]$ としたとき、

$$i n t e r v a l = P / R$$

10

20

30

40

50

で与えられる値を用いるものとする。ただし、単位は、1セル転送サイクルである。

【0051】

(B-4)第1の実施形態の効果

このように、第1の実施形態によれば、セル間隔を測定することによりセルレートを監視する際に、セルレートから計算される実数値の許可値と、実数値対応のセル間隔カウンタ1aのカウント値とを比較して、セルレートを監視するようにしたので、従来のように整数値カウンタのみでセルレートを監視する場合に比して、監視のために生じる誤差を縮小でき、その監視精度を一層向上させることができる。

【0052】

なおこの技術は、セルレートが可変である場合に特に有効であるが、セルレートが固定の場合にも同様に有効であるのは言うまでもない。 10

【0053】

(C)第2の実施形態

続いて、第2の実施形態を説明する。この第2の実施形態は、前述したように、第1の実施形態に係るセルレート監視装置に、遅延変動を考慮する機能を付加した関係にあるものである。

【0054】

(C-1)第2の実施形態の構成

図4に、第2の実施形態に係るセルレート監視装置1の機能ブロック構成を示す。図を見て分かるように、この第2の実施形態に係るセルレート監視装置1の構成も、その基本構成は、第1の実施形態に係るセルレート監視装置の構成と同じである。相違点は、メモリ1cに格納されている制御プログラムの内容のみである。従って、このセルレート監視装置1の場合も、実数値対応のセル間隔カウンタ1aを用いるものであり、処理手段1bが制御プログラムに基づいて監視動作を実行する点で同じである。 20

【0055】

(C-2)第2の実施形態の動作

以下、かかる構成を有するセルレート監視装置1によるセルレートの監視動作を図5を用いて説明する。なお、図5には、図2と対応同一部分に、対応同一符号を付して示してあり、以下説明する(a)~(c)の動作は、第1の実施形態の動作と同じである。従って、本実施形態に特有な部分は(d)の動作である。 30

【0056】

(a)初期リセット

まず、初期リセット時、セルレート監視装置1における処理手段1bは、図5に示すように、セル間隔カウンタ1aの整数値i及び小数値jの双方を、ともに「0」に初期設定(リセット)する(ステップSP1)。

【0057】

または、後述する許可値interval(各コネクション毎に許可される最小のセル間隔を定める値)に初期設定する。

【0058】

(b)監視セルの到着有無判定処理 40

次に、処理手段1bは、1セル転送サイクルが経過するたびごとに、その時点に到来したセルが、セル間隔カウンタ1aで監視しているコネクションに対応するセルであるか否かを判定する(ステップSP2)。

【0059】

ここで、到来したセルが監視対象であるコネクションのセルでないと判定された場合には、処理手段1bは、各セル間隔カウンタ1aのカウント値を「1」インクリメントする動作を行う。すなわち、整数値iの値をi+1に更新する(ステップSP3)。

【0060】

このカウント動作は、監視コネクションのセルの到来が判定されるまで繰り返される。

【0061】 50

(c) レート違反有無判定処理

やがて、監視しているコネクションのセルが到来すると、処理手段1bは、セル間隔を測定するセル間隔カウンタ1aのカウント値と、予め許可してある最小のセル間隔を定める値 $interval$ とを比較し、その大小関係からセルレートが遵守されているか否かを判定する(ステップSP4)。

【0062】

ここで、セル間隔カウンタ1aの値の方が大きければ、処理手段1bは、セル間隔はセルレートを遵守していると判断し、その通知動作(ステップSP6)やカウンタリセット動作(ステップSP7A)に移る。

【0063】

一方、セル間隔カウンタ1aの値の方が小さければ、処理手段1bは、セル間隔がセルレートに対して違反していると判断し、その通知動作(ステップSP5)やカウンタリセット動作(ステップSP7A)に移る。なお、セルレート違反時にセル廃棄を選択する場合には、図5のようなカウンタリセット動作は実行されない。

【0064】

(d) カウンタリセット動作

処理手段1bは、カウンタリセット動作(ステップSP7A)に移ると、セル間隔カウンタ1aのカウント値(すなわち、 $i+j$)から許可値 $interval$ を減算して得られる実数値($i+j - interval$)と、実数値として与えられる遅延変動許容値 $variation$ (単位は1セル転送サイクル)とを比較し、小さい方の値で整数値 i 及び小数値 j を共にリセットする。

【0065】

これにより、遅延変動許容値 $variation$ として許容されている範囲内での遅延量の繰り越しが可能となる。

【0066】

そして、このカウンタリセット動作後、前述の(a)~(d)の処理が繰り返えされ、次の監視対象セルが確認されるまで、セル間隔カウンタ1aのカウントアップ動作が同様に継続される。

【0067】

(C-3) 各値の設定例

なお以上は、遅延変動許容値 $variation$ の値の単位が、1セル転送サイクルで与えられた場合の動作であるが、この値が時間[sec]で与えられる場合には、事前に、次式で与えられるセル転送レート(単位はセル数/sec)を乗算して、1セル転送サイクルを単位とする値に換算しておく必要がある。

【0068】

すなわち、例えば、伝送路の転送レートが622.08Mbpsである場合、 $622.08 / (53 \times 8) = 1.46717 \times 10^6$ [cells/sec]で得られる値を、時間[sec]を単位とする遅延変動許容値 $variation$ に乗算しておく必要がある。なおこれは、1セル当たりのデータ量が、 53×8 bpsで与えられるとした値である。

【0069】

また、この第2の実施形態の場合も、許可値 $interval$ には、伝送路を経過する全体のセルレートを P [cells/sec]、監視しているコネクションのセルレートを R [cells/sec]としたとき、

$interval = P / R$ (単位は1セル転送サイクル)

で与えられる値を用いている。

【0070】

(C-4) 第2の実施形態の効果

このように、第2の実施形態の場合も、第1の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、さらに加えて、遅延変動許容値を反映した監視を行うことができる。

10

20

30

40

50

【0071】

またその際の許容度を、1監視サイクルで許容される遅延変動許容分だけ大きくしても、その遅延変動許容分が、実際にどの程度影響されたかをその次のサイクルに反映させることができるため、複数サイクルにわたるスループットも1監視サイクルごとの違反の検出によって同時に監視可能とできる。

【0072】

(D)第3の実施形態

前述したように、この第3の実施形態は、測定区間に現れるセル数を測定することによりセル転送レートを監視する方式に関するものであり、セル転送レートから計算によって求められるセル間隔を実数値、すなわち、小数値まで含んで管理することを特徴とするものである。

10

【0073】

(D-1)第3の実施形態の構成

図6に、第3の実施形態に係るセルレート監視装置の機能ブロック構成を示す。

【0074】

このセルレート監視装置11は、伝送路上設定された各コネクションに対応する複数のセル数カウンタ11a(図6では、模式的に1つのみ表している)と、処理手段(MPU(micro processor unit)等からなる)11bと、制御プログラム等を格納するメモリ11cと、経過時間カウンタ11dを有して構成されるものである。

【0075】

ここで、セル数カウンタ11aは、監視コネクションのセル到着が確認されるたび更新されるものであり、経過時間カウンタ11dは、1セル転送サイクルごと更新されるものである。

20

【0076】

セル数カウンタ11aは、所定の測定区間period内に到着した監視コネクションのセル数を計数できるようになっている。なお、このセル数カウンタ11aも、整数値分に対応する桁だけでなく、小数点以下に対応する桁も有しており、小数点以下の値での比較及び加減算が可能ようになっていいる。なお、図6では、小数値の桁数を2桁として表している。

【0077】

なお、経過時間カウンタ11dは、セル転送サイクルごと更新されるカウンタであり、測定区間periodの計測に用いられる。

30

【0078】

(D-2)第3の実施形態の動作

以下、かかる構成を有するセルレート監視装置によるセルレートの監視動作を、図7及び図8を用いて説明する。

【0079】

(a)初期リセット

まず、初期リセット時、セルレート監視装置11における処理手段11bは、図7に示すように、セル数を測定するセル数カウンタ11aの整数値*i*及び小数値*j*と、経過時間カウンタ11dのカウント値を、ともに「0」にリセットする(ステップSP11)。

40

【0080】

または、後述する許可値*max*(各コネクション毎に許可される測定区間中に出現可能なセル数の最大値)に初期設定する。

【0081】

(b)測定区間の経過判定処理

次に、処理手段11bは、1セル転送サイクル経過するごとに、経過時間カウンタ11dのカウント値を「1」づつインクリメントする動作を行う。すなわち、時間カウント値*t*の値を*t*+1に更新する(ステップSP12)。

【0082】

50

このカウント動作は、更新後の時間が、予め定められている測定区間 *period* (単位は1セル転送サイクル) になったと判定されるまで、繰り返し実行される。例えば、図8の時点 t_0 から時点 t_8 のように、経過時間カウンタ $11d$ のカウント値を、「1」「2」「3」...「9」へと順に更新する。

【0083】

(c) 監視セルの到着有無判定処理

この処理は、(b)で測定区間の経過が判定されるまで、毎セル転送サイクルごと実行される。すなわち、処理手段 $11b$ は、ステップ $SP12$ で否定結果が得られるたび、現タイミングで到来したセルが、セル数カウンタ $11a$ で監視しているコネクションに対応するセルであるか否かを判定する(ステップ $SP13$)。

10

【0084】

ここで、到来したセルが監視対象とするコネクションのセルであると判定された場合には、処理手段 $11b$ は、対応するセル数カウンタ $11a$ のカウント値を「1」インクリメントするよう指示を出し(ステップ $SP14$)、監視対象とするコネクションのセルでないと判定された場合には、セル数カウンタ $11a$ のカウント値に変更を加えることなく、ステップ $SP12$ に戻り、次のセル転送サイクルの到来を待ち受ける状態になる。

【0085】

例えば、図8の場合、時点 t_1 と、時点 t_5 と、時点 t_7 に監視コネクションのセルが到来するので、時点 t_9 におけるセル数カウンタ $11a$ のカウント値は「3.00」になる。

20

【0086】

(d) レート違反有無判定処理

やがて、所定の測定区間が経過したことが判定されると(例えば、図8の時点 t_9 (ただし、測定区間を「10」とする。))、処理手段 $11b$ は、さらに、この時点に監視対象とするコネクションのセルが到着していないか判定する(ステップ $SP15$)。

【0087】

そして、到着したセルがあれば、「1」インクリメントした後のセル数カウンタ $11a$ のカウント値を用いることにより(ステップ $SP16$)、そうでなければ前セル転送サイクルまでに得られていたセル数カウンタ $11a$ のカウント値を用いることにより、監視対象とするコネクションについてセルレートが遵守されている否かを判定する(ステップ $SP17$)。

30

【0088】

ここで、処理手段 $11b$ は、セル数カウンタ $11a$ のカウント値と、当該コネクションについて測定区間中に許容されるセル数の最大値 *max* とを比較し、その大小関係からセルレートの判定動作を行う。

【0089】

ここで、セル数カウンタ $11a$ のカウント値の方が小さければ、処理手段 $11b$ は、測定区間中のセル数はセルレートを遵守していると判断し、その通知動作(ステップ $SP19$)やカウンタリセット動作(ステップ $SP20$)に移る。

【0090】

一方、セル数カウンタ $11a$ のカウント値の方が大きければ、処理手段 $11b$ は、測定区間中のセル数がセルレートを違反して多くなっていると判断し、その通知動作(ステップ $SP18$)やカウンタリセット動作(ステップ $SP20$)に移る。なお、セルレート違反時にセル廃棄を選択する場合には、図7のようなカウンタリセット動作は実行されない。

40

【0091】

(e) カウンタリセット動作

処理手段 $11b$ は、カウンタリセット動作(ステップ $SP20$)に移ると、セル数カウンタ $11a$ のカウント値(すなわち、 $i+j$)から許可値 *max* を減算し、さらに得られた実数値のうちの整数値 *i* の値を0にリセットする。

【0092】

50

例えば、図 8 の時点 t_{10} (この時点は、次の測定区間の 1 セル転送サイクル目の時点であるが、図 8 の場合には m リセット後の値が保持されているため用いる。)のように、セル数カウンタ 11 a のカウント値を、「 - 0 . 8 5 」にリセットする。これは、セル数カウンタ 11 a のカウント値「 3 . 0 0 」から許可値「 4 . 8 5 」を減算し、得られた実数値「 - 1 . 8 5 」の小数值 j のみをそのままに、整数値 i の値を 0 とおくことにより得られる。

【 0 0 9 3 】

またこのとき、経過時間カウンタ 11 d のカウント値も同時に「 0 」にリセットされる。

【 0 0 9 4 】

このカウンタリセット動作後、処理手段 11 b は、前述の (a) ~ (e) の処理を繰り返し実行し、次の測定区間の満了が確認されるまで、その間に到来した監視対象コネクションについてのセル数の計数動作を継続する。なお、図 8 の場合、次の測定区間の満了時点である時点 t_{19} におけるセル数カウンタ 11 a のカウント値は「 5 . 1 5 」となっており、前測定区間に到来したセル数の不足分を加味しても、到来したセル数が多すぎる事が分かる。

10

【 0 0 9 5 】

(D - 3) 各値の設定例

なお、ここで用いる許可値 max 、すなわち、該当コネクションについての測定区間中に許容されるセル数の最大値は、次のように定義した値を用いるものとする。すなわち、伝送路を通過する全体のセルレートを $P [cells / sec]$ 、監視しているコネクションのセルレートを $R [cells / sec]$ としたとき、

20

$max = (R / P) \times period$

で与えられる値を用いるものとする。ただし、単位は、セル数 / $period$ 個セル転送サイクルである。

【 0 0 9 6 】

(D - 4) 第 3 の実施形態の効果

このように、第 3 の実施形態によれば、設定された測定区間中のセル数を測定することによりセルレートを監視する際に、セルレートから計算される実数値の許可値と、実数値対応のセル数カウンタ 11 a のカウント値とを比較して、セルレートを監視するようにしたので、従来のように整数値カウンタのみでセルレートを監視する場合に比して、監視のために生じる誤差を縮小でき、その監視精度を一層向上させることができる。

30

【 0 0 9 7 】

なおこの技術の場合も、セルレートが可変である場合に特に有効であるが、セルレートが固定の場合にも同様に有効であるのは言うまでもない。

【 0 0 9 8 】

(E) 第 4 の実施形態

続いて、第 4 の実施形態を説明する。この第 4 の実施形態は、前述したように、第 3 の実施形態に係るセルレート監視装置に、遅延変動を考慮する機能を付加した関係にあるものである。

【 0 0 9 9 】

(E - 1) 第 4 の実施形態の構成

図 9 に、第 4 の実施形態に係るセルレート監視装置 11 の機能ブロック構成を示す。図を見て分かるように、この第 4 の実施形態に係るセルレート監視装置 11 の構成も、その基本構成は、第 3 の実施形態に係るセルレート監視装置の構成と同じである。相違点は、メモリ 11 c に格納されている制御プログラムの内容のみである。従って、このセルレート監視装置 11 の場合も、実数値対応のセル数カウンタ 11 a を用いるものであり、処理手段 11 b が制御プログラムに基づいて監視動作を実行する点で同じである。

40

【 0 1 0 0 】

(E - 2) 第 4 の実施形態の動作

以下、かかる構成を有するセルレート監視装置 11 によるセルレートの監視動作を図 10

50

を用いて説明する。なお、図10には、図7と対応同一部分に、対応同一符号を付して示してあり、以下説明する(a)~(c)の動作は、第3の実施形態の動作と同じである。従って、本実施形態に特有な部分は(d)と(e)の動作である。

【0101】

(a) 初期リセット

まず、初期リセット時、セルレート監視装置11における処理手段11bは、図10に示すように、セル数を測定するセル数カウンタ11aの整数値*i*及び小数値*j*と、経過時間カウンタ11dのカウント値を、ともに「0」にリセットする(ステップSP11)。

【0102】

または、後述する許可値*max*(各コネクション毎に許可される測定区間中に出現可能なセル数の最大値。なお、遅延変動を考慮した当該値は、以下、*max2*と表している。)に初期設定する。 10

【0103】

(b) 測定区間の経過判定処理

次に、処理手段11bは、1セル転送サイクル経過するたびにごとに、経過時間カウンタ11dのカウント値を「1」づつインクリメントする動作を行う。すなわち、時間カウンタ値*t*の値を*t+1*に更新する(ステップSP12)。

【0104】

このカウント動作は、更新後の時間が、予め定められている測定区間*period*(単位は1セル転送サイクル)になったと判定されるまで、繰り返し実行される。 20

【0105】

(c) 監視セルの到着有無判定処理

この処理は、(b)で測定区間の経過が判定されるまで、毎セル転送サイクルごと実行される。すなわち、処理手段11bは、ステップSP12で否定結果が得られるたび、セル数カウンタ11aで監視しているコネクションに対応するセルであるか否かを判定する(ステップSP13)。

【0106】

ここで、到来したセルが監視対象とするコネクションのセルであると判定された場合には、処理手段11bは、対応するセル数カウンタ11aのカウント値を「1」インクリメントするよう指示を出し(ステップSP14)、監視対象とするコネクションのセルでない 30と判定された場合には、セル数カウンタ11aのカウント値に変更を加えることなく、ステップSP12に戻り、次のセル転送サイクルの到来を待ち受ける状態になる。

【0107】

(d) レート違反有無判定処理

やがて、所定の測定区間が経過したことが判定されると、処理手段11bは、さらに、この時点で監視対象とするコネクションのセルが到着していないか判定する(ステップSP15)。

【0108】

そして、到着したセルがあれば、「1」インクリメントした後のセル数カウンタ11aのカウント値を用いることにより(ステップSP16)、そうでなければ前セル転送サイクルまでに得られていたセル数カウンタ11aのカウント値を用いることにより、監視対象とするコネクションについてセルレートが遵守されている否かを判定する(ステップSP17A)。 40

【0109】

ここで、処理手段11bは、セル数カウンタ11aのカウント値と、当該コネクションについて測定区間中に許容されるセル数の最大値であって、遅延変動を考慮した値*max2*とを比較し、その大小関係からセルレートが判定動作を行う。このように、この判定処理において、遅延変動を考慮した測定区間中に許容されるセル数の最大値を用いる点が、第3の実施形態との違いである。

【0110】

ここで、セル数カウンタ 1 1 a のカウント値の方が小さければ、処理手段 1 1 b は、測定区間中のセル数はセルレートを遵守していると判断し、その通知動作（ステップ S P 1 9）やカウンタリセット動作（ステップ S P 2 0 A）に移る。

【 0 1 1 1 】

一方、セル数カウンタ 1 1 a のカウント値の方が大きければ、処理手段 1 1 b は、測定区間中のセル数がセルレートを違反して多くなっていると判断し、その通知動作（ステップ S P 1 8）やカウンタリセット動作（ステップ S P 2 0 A）に移る。なお、セルレート違反時にセル廃棄を選択する場合には、図 1 0 のようなカウンタリセット動作は実行されない。

【 0 1 1 2 】

（ e ）カウンタリセット動作

処理手段 1 1 b は、カウンタリセット動作（ステップ S P 2 0 A）に移ると、セル数カウンタ 1 1 a のカウント値（すなわち、 $i + j$ ）から許可値 max （遅延変動を考慮しない値）を減算して得られる実数値（ $i + j - max$ ）と、0 とを比較し、大きい方の値で整数値 i 及び小数値 j を共にリセットする。

【 0 1 1 3 】

これにより、許容されている遅延変動量（ $max - max 2$ ）の範囲内の遅延量の繰り越しが可能となる。

【 0 1 1 4 】

なおこのとき、経過時間カウンタ 1 1 d のカウント値も同時に「0」にリセットされる。

【 0 1 1 5 】

そして、このカウンタリセット動作後、処理手段 1 1 b は、前述の（ b ）～（ e ）の処理を繰り返し実行し、次の測定区間の満了が確認されるまで、その間に到来した監視対象コネクションについてのセル数の計数動作を継続する。

【 0 1 1 6 】

（ E - 3 ）各値の設定例

なお、ここで用いる遅延変動を考慮しない許可値 max 、すなわち、該当コネクションについての測定区間中に許容されるセル数の最大値は、次のように定義した値を用いるものとする。すなわち、伝送路を通過する全体のセルレートを $P [cells / sec]$ 、監視しているコネクションのセルレートを $R [cells / sec]$ としたとき、

$$max = (R / P) \times period$$

で与えられる値を用いるものとする。ただし、単位は、セル数 / $period$ 個セル転送サイクルである。

【 0 1 1 7 】

また、ここで用いる遅延変動を考慮した許可値 $max 2$ 、すなわち、該当コネクションについての測定区間中に遅延変動を考慮した状態で許容されるセル数の最大値は、次のように定義した値を用いるものとする。すなわち、遅延変動許容値 $variation$ が、1 セル転送サイクルを単位とする値として与えられている場合には、

【 数 1 】

$$max 2 = max \times \frac{period}{period - variation}$$

（単位はセル数 / $period$ 個セル転送サイクル）

で与えられる値を用いるものとする。ただし、単位は、セル数 / $period$ 個セル転送サイクルである。

【 0 1 1 8 】

しかし、遅延変動許容値 $variation$ の値の単位が、時間 $[sec]$ で与えられる場合には、事前に、次式で与えられるセル転送レート（単位はセル数 / sec ）を乗算して、1 セル転送サイクルを単位とする値に換算しておく必要がある。

【0119】

すなわち、例えば、伝送路の転送レートが622.08Mbpsである場合、 $622.08 / (53 \times 8) \times 1.46717 \times 10^6$ [cells/sec]で得られる値を、時間[sec]を単位とする遅延変動許容値variationに乘算しておく必要がある。なおこれは、1セル当たりのデータ量が、53×8bpsで与えられるとした値である。

【0120】

(E-4)第4の実施形態の効果

このように、第4の実施形態の場合も、第3の実施形態と同様の効果が得られるだけでなく、さらに加えて、遅延変動許容値を反映した監視を行うことができる。

10

【0121】

またその際の許容度を、1監視サイクルで許容される遅延変動許容分だけ大きくしても、その遅延変動許容分が、実際にどの程度影響されたかをその次のサイクルに反映させることができるため、複数サイクルにわたるスループットも1監視サイクルごとの違反の検出によって同時に監視可能とできる。

【0122】

(F)第5の実施形態

上述したように、この第5の実施形態は、第2の実施形態による監視動作を、多数のコネクションを同時に監視する場合にも適用できるようにするものであり、監視対象とする帯域が広範囲に亘る場合にも、精度と効率との両立を図るものである。

20

【0123】

(F-1)第5の実施形態の構成

図11に、第5の実施形態に係るセルレート監視装置の機能ブロック構成を示す。

【0124】

セルレート監視装置21は、転送セル検出手段22と、監視情報管理手段23と、単位時間計数手段24とで構成されている。

【0125】

ここで、転送セル検出手段22は、1セル転送サイクルごと、伝送路を通過するセルに対応するコネクションを検出する手段であり、検出されたコネクションを、検出コネクション通知として監視情報管理手段23に与える構成になっている。

30

【0126】

監視情報管理手段23は、監視コネクションに対応する数のセル間隔カウンタ23aと、処理手段23bと、メモリ23cとで構成されている。

【0127】

ここで、各セル間隔カウンタ23aは、複数個のセル転送サイクルに1回のタイミングで更新され、監視コネクションのセルが通過してから次のセルが到着するまでに要したセル間隔を計数できるようになっている。従って、その計数可能なカウント値は、第2の実施形態で用いたものの数分の1に定められている。この点が、第2の実施形態との違いの一つである。

【0128】

なお、その計数可能な範囲は、第2の実施形態の場合と同様、小数点以下の桁にも対応しており、小数点以下の値での比較及び加減算が可能になっている。

40

【0129】

処理手段23bは、制御プログラムに従って処理動作を管理する手段であり、各コネクションに対応するカウンタのカウント値に基づいて、各監視コネクションのセル転送レートが適正であるか否かを判定するようになっている。また、処理手段23bは、対応する各コネクションに求められるセルレート(帯域)に応じた単位時間計数サイクル(unit)を、各コネクションごと設定し、これを単位時間計数手段24に設定するようになっている。

【0130】

50

単位時間計数手段 2 4 は、各コネクションに対応するカウンタの更新タイミングを、いくつかの区分された帯域別に管理し、その更新タイミングを時間情報更新タイミング通知として、監視情報管理手段 2 3 に通知する手段である。

【 0 1 3 1 】

図 1 2 に、この単位時間計数手段 2 4 の概念構成を示す。なお、この図 1 2 に表した単位時間計数手段 2 4 が対応する *unit* 値が、「16」、「8」、「4」、「2」、「1」の 5 種類の場合の例を表したものであり、この場合、5 つのサイクル生成手段（すなわち、16 セルサイクル生成手段、8 セルサイクル生成手段、4 セルサイクル生成手段、2 セルサイクル生成手段、1 セルサイクル生成手段）から構成される。

【 0 1 3 2 】

このように、この第 5 の実施形態に係るセルレート監視装置 2 1 では、各コネクションに対応して一つのサイクル生成手段を対応づけるのではなく、同一 *unit* 値をもつ複数コネクションに 1 つのサイクル生成手段を割り当てて、その処理の効率化を図る構成としている。

【 0 1 3 3 】

すなわち、最大でも 5 つの更新タイミングを管理することにより、全部で 3 1 個のコネクションを管理できるようにしている。なお、低帯域を扱う場合には、帯域の大きさに反比例して更新タイミングを大きくしても、必要な精度を維持できるので、多重化のメリットは大きい。

【 0 1 3 4 】

(F - 2) 第 5 の実施形態の動作

以下、かかる構成を有するセルレート監視装置 2 1 によるセルレートの監視動作を説明する。

【 0 1 3 5 】

なお、1 つのコネクションで伝送路の帯域を大きく使う場合、レート監視に必要な更新タイミング (*unit*) は、1 セル転送サイクルごと更新される必要があるため、その場合の動作は、第 2 の実施形態の場合と同様の動作になる。

【 0 1 3 6 】

しかし、伝送路の帯域に対して相対的に小さい帯域が割り当てられたコネクションについては、転送セル検出後の動作こそ第 2 の実施形態同様の動作になるが、時間情報の更新（すなわち、セル間隔カウンタ 2 3 a の更新）に関しては異なる処理手続きとなる。

【 0 1 3 7 】

以下、図 1 3 を用いて、本実施形態に固有の処理動作を詳細に説明する。なお、図 1 3 では、便宜上、第 2 の実施形態で説明したように、遅延変動 *variation* を考慮する場合の例を示す。

【 0 1 3 8 】

(a) 初期リセット

まず、初期リセット時、セルレート監視手段 2 3 における処理手段 2 3 b は、図 1 3 に示すように、セル間隔カウンタ 2 3 a の整数値 *i* 及び小数値 *j* の双方を、ともに「0」に初期設定（リセット）する（ステップ S P 2 1）。

または、後述の許可値 *interval*（各コネクション毎に許可される最小のセル間隔を定める値）に初期設定する。

【 0 1 3 9 】

なおこのとき、処理手段 2 3 b は、各コネクションについて許可されている帯域の大きさに応じ、各コネクションに固有の単位時間計数サイクル *unit* の値を決定し、これを単位時間計数手段 2 4 に設定する動作も行う。

【 0 1 4 0 】

(b) 監視セルの到着有無判定処理

次に、処理手段 2 3 b は、1 セル転送サイクルが経過するたびごとに、その時点に到来したセルが、監視コネクションに対応するセルであるか否かを判定する（ステップ S P 2 2

10

20

30

40

50

)。

【0141】

ここで、到来したセルが監視対象であるコネクションのセルでないと判定された場合には、処理手段23bは、さらに現タイミングが時間情報の更新タイミングであるか否か判定し(ステップSP23)、未だ時間情報の更新タイミングが単位時間計数手段24から通知されていない場合には、セル間隔カウンタ22aを更新することなく、ステップSP22の処理に戻り、次のセル転送サイクルの到来を待ち受ける。一方、ステップSP23の判定処理の結果、時間情報の更新タイミングが既に経過していることが、単位時間計数手段24から通知されている場合には、セル間隔カウンタ22aのカウンタ値を「1」インクリメントする動作を行い(すなわち、整数値*i*の値を*i*+1に更新する動作を行い)(

10

【0142】

この繰り返し処理は、監視コネクションのセルの到来が確認されるまで実行されることになる。

【0143】

(c) レート違反有無判定処理

やがて、監視しているコネクションのセルが到来すると、処理手段23bは、セル間隔を測定するセル間隔カウンタ23aのカウンタ値と、予め許可してある最小のセル間隔を定める値 *interval* (後述するように、第2の実施形態で用いた値とは異なる。具体的には、*unit* 値分の1になる。)とを比較し、その大小関係からセルレートが遵守さ

20

【0144】

ここで、セル間隔カウンタ23aの値の方が大きければ、処理手段23bは、セル間隔はセルレートを遵守していると判断し、その通知動作(ステップSP27)やカウンタリセット動作(ステップSP28)に移る。

【0145】

一方、セル間隔カウンタ23aの値の方が小さければ、処理手段23bは、セル間隔がセルレートに対して違反していると判断し、その通知動作(ステップSP26)やカウンタリセット動作(ステップSP28)に移る。なお、セルレート違反時にセル廃棄を選択する場合には、図13のようなカウンタリセット動作は実行されない。

30

【0146】

(d) カウンタリセット動作

処理手段23bは、カウンタリセット動作(ステップSP28)に移ると、セル間隔カウンタ23aのカウンタ値(すなわち、*i*+*j*)から許可値 *interval* を減算して得られる実数値(*i*+*j*-*interval*)と、実数値として与えられる遅延変動許容値 *variation* (単位は*unit*セル転送サイクル)とを比較し、小さい方の値で整数値*i*及び小数値*j*を共にリセットする。

【0147】

これにより、遅延変動許容値 *variation* として許容されている範囲内での遅延量の繰り越しが可能となる。

40

【0148】

そして、このカウンタリセット動作後、前述の(a)~(d)の処理が繰り返えされ、次の監視対象セルが確認されるまで、セル間隔カウンタ23aのカウンタアップ動作が同様に継続される。

【0149】

(F-3) 各値の設定例

なおここでの許可値 *interval* には、次のように定義した値が用いられる。すなわち、伝送路を経過する全体のセルレートを P [*cells/sec*]、監視しているコネクションのセルレートを R [*cells/sec*]としたとき、

$$interval = P / (R \cdot unit)$$

50

で与えられる値が用いられる。すなわち、単位は、 $unit$ セル転送サイクルである。

【0150】

また、前述の説明では、遅延変動許容値 $variation$ の単位を $unit$ セル転送サイクルで与えられる場合であったが、単位が時間 [sec] で与えられる値の場合には、事前に、次式で与えられるセル転送レート (単位はセル数/sec) を乗算し、さらに $unit$ 値で除することにより、 $unit$ セル転送サイクルを単位とする値に換算しておく必要がある。

【0151】

すなわち、例えば、伝送路の転送レートが $622.08Mbps$ である場合、 $622.08 / (53 \times 8) = 1.46717 \times 10^6$ [cells/sec] で得られる値を、時間 [sec] を単位とする遅延変動許容値 $variation$ に乗算し、さらに $unit$ 値で除しておく必要がある。なおこれは、1セル当たりのデータ量が、 $53 \times 8bps$ で与えられるとした値である。

10

【0152】

(F-4) 第5の実施形態の効果

このように、第5の実施形態によれば、第2の実施形態と同様の効果 (小数値までも考慮した監視精度の向上及び遅延変動への対応) を得ることができるのに加え、相対的に低い帯域を扱うコネクションに対しては小さい更新頻度による監視を行う一方、相対的に高い帯域を扱うコネクションに対しては大きい更新頻度による監視を行うといった方法を用いることができ、一定の帯域を分け合うシステムにおけるそれぞれの監視精度を同程度に保ったまま、これら複数の処理の多重化を実現できるという格別の効果が実現されることになる。

20

【0153】

また、監視帯域として取り得る値が指数的に広汎である場合にも、上述のような処理とすることにより、カウンタ等に要求される桁数を一定の大きさに抑えることが可能となり、処理の簡易化と高速化を実現できる。

【0154】

(G) 第6の実施形態

前述したように、この第6の実施形態は、第4の実施形態による監視動作を、より多数のコネクションの監視に適用できるようにするものであり、監視対象とする帯域が広範囲に亘る場合にも、精度と効率との両立を図るものである。すなわち、第5の実施形態を応用したものである。

30

【0155】

(G-1) 第6の実施形態の構成

図14に、第6の実施形態に係るセルレート監視装置の機能ブロック構成を示す。

【0156】

セルレート監視装置31は、転送セル検出手段32と、監視情報管理手段33と、単位時間計数手段34とで構成されている。

【0157】

ここで、転送セル検出手段32は、1セル転送サイクルごと、伝送路を通過するセルに対応するコネクションを検出する手段であり、検出されたコネクションを、検出コネクション通知として監視情報管理手段33に与える構成になっている。

40

【0158】

監視情報管理手段33は、監視コネクションに対応する数のセル数カウンタ33aと、処理手段33bと、メモリ33cと、経過時間カウンタ33dで構成されている。

【0159】

ここで、各セル数カウンタ33aは、セル数カウンタ所定の測定区間 $period$ 内に到着した監視コネクションのセル数を計数するカウンタであり、複数個のセル転送サイクルに1回のタイミングで更新されるものである。従って、その計数可能なカウント値は、第4の実施形態で用いたものの数分の1に定められている。この点が、第4の実施形態との

50

違いの一つである。

【0160】

なお、その計数可能な範囲は、第4の実施形態の場合と同様、小数点以下の桁にも対応しており、小数点以下の値での比較及び加減算が可能になっている。

【0161】

処理手段33bは、制御プログラムに従って処理動作を管理する手段であり、各コネクションに対応するカウンタのカウンタ値に基づいて、各監視コネクションのセル転送レートが適正であるか否かを判定するようになっている。また、処理手段33bは、対応する各コネクションに求められるセルレート(帯域)に応じた単位時間計数サイクル(unit)を、各コネクションごと設定し、これを単位時間計数手段34に設定するようになっている。

10

【0162】

経過時間カウンタ33dは、セル転送サイクルごと更新されるカウンタであり、測定区間period(単位はunitセル転送サイクル)の計測に用いられる。

【0163】

単位時間計数手段34は、各コネクションに対応する経過時間カウンタの更新タイミングを、いくつかに区分された帯域別に管理し、その更新タイミングを時間情報更新タイミング通知として、監視情報管理手段33に通知する手段である。なお、この単位時間計数手段34の概念構成は、前述の第5の実施形態で説明した単位時間計数手段23の概念構成と同様である。

20

【0164】

(G-2)第6の実施形態の動作

以下、かかる構成を有するセルレート監視装置によるセルレートの監視動作を説明する。

【0165】

なお、この第6の実施形態の場合も第5の実施形態と同様、1つのコネクションで伝送路の帯域を大きく使う場合には、レート監視に必要な時間情報(unit)は1セル転送サイクルごとに更新される必要があるため、その場合の動作は、第3の実施形態や第4の実施形態と同様の動作になる。

【0166】

しかし、伝送路の帯域に対して相対的に小さい帯域が割り当てられたコネクションについては、測定区間period経過後の動作こそ第3及び第4の実施形態と同様の動作になるが、時間情報の更新(すなわち、経過時間カウンタ33dの更新)に関しては異なる処理手続きとなる。

30

【0167】

以下、図15を用いて、本実施形態に固有の処理動作を詳細に説明する。なお、図15では、便宜上、第4の実施形態で説明したように、遅延変動variationを考慮する場合の例を示す。

【0168】

(a)初期リセット

まず、初期リセット時、セルレート監視手段33における処理手段33bは、図15に示すように、セル数を測定するセル数カウンタ33aの整数値i及び小数値jと、経過時間カウンタ33dのカウンタ値を、ともに「0」にリセットする(ステップSP31)。

40

【0169】

または、後述する許可値max(各コネクション毎に許可される測定区間中に出現可能なセル数の最大値)に初期設定する。

【0170】

なおこのとき、処理手段33bは、各コネクションについて許可されている帯域の大きさに応じ、各コネクションに固有の単位時間計数サイクルunitの値を決定し、これを単位時間計数手段34に設定する動作も行う。

【0171】

50

(b) 測定区間の経過判定処理

次に、処理手段 3 3 b は、1 セル転送サイクル経過するたびごとに、経過時間カウンタ 3 3 d のカウント値と測定区間 *period* (単位は *unit* セル転送サイクル) とを比較し、測定区間に対応する時間が経過したか否かの判定を行う (ステップ *SP 3 2*) 。

【 0 1 7 2 】

ここで、否定結果が得られている間、すなわち、*period* 回の *unit* セル転送サイクルが経過するまで、次の (c) 及び (d) の動作が繰り返し実行される。

【 0 1 7 3 】

(c) 監視セルの到着有無判定処理

さて、ステップ *SP 3 2* において否定結果が得られると、処理手段 3 3 b は、毎セル転送サイクルごと、現タイミングで到来したセルが、セル数カウンタ 3 3 a で監視しているコネクションに対応するセルであるか否かを判定する (ステップ *SP 3 3*) 。

【 0 1 7 4 】

ここで、到来したセルが監視対象とするコネクションのセルであると判定された場合には、処理手段 3 3 b は、対応するセル数カウンタ 3 3 a のカウント値を「 1 」インクリメントするよう指示を出し (ステップ *SP 3 4*) 、監視対象とするコネクションのセルでないと判定された場合には、セル数カウンタ 3 3 a のカウント値を前時点のまま維持する。

【 0 1 7 5 】

(d) 経過時間カウンタの更新処理

さて、処理手段 3 3 b は、前述の (c) の処理が終了すると、当該セル数カウンタに対応する経過時間カウンタ 3 3 d のカウント値の更新を指示する時間情報更新タイミングが単位時間計数手段 3 4 から与えられていないか否かを判定する (ステップ *SP 3 5*) 。

【 0 1 7 6 】

ここで、時間情報更新タイミングは、監視対象とするコネクションの帯域が低い場合、複数個のセル転送サイクルに 1 回の割合で与えられるので、当該時間情報更新タイミングが与えられていないセル転送サイクルの場合には、否定結果を得て、上述の (a) の処理に戻る。

【 0 1 7 7 】

これに対し、時間情報更新タイミングが与えられているセル転送サイクルの場合には、経過時間カウンタ 3 3 d のカウント値を「 1 」づつインクリメントする動作を行う。すなわち、時間カウンタ値 *t* の値を *t + 1* に更新する (ステップ *SP 3 6*) 。そして、時間カウンタ値 *t* の更新の後、上述の (a) の処理に戻る。

【 0 1 7 8 】

(e) レート違反有無判定処理

やがて、所定の測定区間が経過したことが (a) の処理で判定されると、処理手段 3 3 b は、さらに、この時点に監視対象とするコネクションのセルが到着していないか判定する (ステップ *SP 3 7*) 。

【 0 1 7 9 】

そして、到着したセルがあれば、「 1 」インクリメントした後のセル数カウンタ 1 1 a のカウント値を用いることにより (ステップ *SP 3 8*) 、そうでなければ前セル転送サイクルまでに得られていたセル数カウンタ 3 3 a のカウント値を用いることにより、監視対象とするコネクションについてセルレートが遵守されている否かを判定する (ステップ *SP 3 9*) 。

【 0 1 8 0 】

ここで、処理手段 3 3 b は、セル数カウンタ 3 3 a のカウント値と、当該コネクションについて測定区間中に許容されるセル数の最大値であって、遅延変動を考慮した値 *max 2* とを比較し、その大小関係からセルレートの判定動作を行う。

【 0 1 8 1 】

ここで、セル数カウンタ 3 3 a のカウント値の方が小さければ、処理手段 3 3 b は、測定区間中のセル数はセルレートを遵守していると判断し、その通知動作 (ステップ *SP 4 1*)

)やカウンタリセット動作(ステップSP42)に移る。

【0182】

一方、セル数カウンタ33aのカウンタ値の方が大きければ、処理手段33bは、測定区
間中のセル数がセルレートを違反して多くなっていると判断し、その通知動作(ステップ
SP40)やカウンタリセット動作(ステップSP42)に移る。なお、セルレート違反
時にセル廃棄を選択する場合には、図15のようなカウンタリセット動作は実行されない
。

【0183】

(f)カウンタリセット動作

処理手段33bは、カウンタリセット動作(ステップSP42)に移ると、セル数カウン
タ33aのカウンタ値(すなわち、 $i + j$)から許可値 max (遅延変動を考慮しない値
)を減算して得られる実数値($i + j - max$)と、0とを比較し、大きい方の値で整数
値 i 及び小数値 j を共にリセットする。

10

【0184】

これにより、許容されている遅延変動量($max - max2$)の範囲で内での遅延量の繰
り越しが可能となる。

【0185】

なおこのとき、経過時間カウンタ33dのカウンタ値も同時に「0」にリセットされる。

【0186】

そして、このカウンタリセット動作後、処理手段33bは、前述の(b)~(e)の処理
を繰り返し実行し、次の測定区間の満了が確認されるまで、その間に到来した監視対象コ
ネクションについてのセル数の計数動作を継続する。

20

【0187】

(G-3)各値の設定例

なお、ここで用いる遅延変動を考慮しない許可値 max 、すなわち、該当コネクションに
ついての測定区間中に許容されるセル数の最大値は、次のように定義した値を用いるもの
とする。すなわち、伝送路を通過する全体のセルレートを $P [cells/sec]$ 、監
視しているコネクションのセルレートを $R [cells/sec]$ としたとき、

【数2】

$$max = \frac{R \times unit}{P} \times period$$

(単位は $[\frac{\text{セル数}}{period [unit \text{セル転送サイクル}]}]$)

30

で与えられる値を用いるものとする。

【0188】

また、ここで用いる遅延変動を考慮した許可値 $max2$ 、すなわち、該当コネクションに
ついての測定区間中に遅延変動を考慮した状態で許容されるセル数の最大値は、次のよう
に定義した値を用いるものとする。すなわち、遅延変動許容値 $variation$ が、 u
 $n i t$ セル転送サイクルを単位とする値として与えられている場合には、

40

【数3】

$$max2 = max \times \frac{period}{period - variation}$$

(単位は $[\frac{\text{セル数}}{period [unit \text{セル転送サイクル}]}]$)

で与えられる値を用いるものとする。

【0189】

50

しかし、遅延変動許容値 $variation$ の値の単位が、時間 [sec] で与えられる場合には、事前に、次式で与えられるセル転送レート（単位はセル数/sec）を乗算し、さらに $unit$ 値で除することにより、 $unit$ セル転送サイクルを単位とする値に換算しておく必要がある。

【0190】

すなわち、例えば、伝送路の転送レートが 622.08 Mbps である場合、 $622.08 / (53 \times 8) = 1.46717 \times 10^6 \text{ [cells/sec]}$ で得られる値を、時間 [sec] を単位とする遅延変動許容値 $variation$ に乗算し、さらに $unit$ 値で除しておく必要がある。なおこれは、1セル当たりのデータ量が、 $53 \times 8 \text{ bps}$ で与えられるとした値である。

10

【0191】

(G-4) 第6の実施形態の効果

このように、第6の実施形態によれば、第4の実施形態と同様の効果（小数値までも考慮した監視精度の向上及び遅延変動への対応）を得ることができるのに加え、相対的に低い帯域を扱うコネクションに対しては小さい更新頻度による監視を行う一方、相対的に高い帯域を扱うコネクションに対しては大きい更新頻度による監視を行うといった方法を用いることができ、一定の帯域を分け合うシステムにおけるそれぞれの監視精度を同程度に保ったまま、これら複数の処理の多重化を実現できるという格別の効果が実現されることになる。

【0192】

また、監視帯域として取り得る値が指数的に広汎である場合にも、上述のような処理とすることにより、カウンタ等に要求される桁数を一定の大きさに抑えることが可能となり、処理の簡易化と高速化を実現できる。

20

【0193】

(H) 第7の実施形態

前述したように、この第7の実施形態は、第5の実施形態における時間情報の更新タイミングの管理にセル間隔待ち行列なる手法を適用するものであり、各コネクションに要求される帯域がバースト的に変動する場合にも適応的に対応できるようにした点と、チェックフラグなる状態管理用のフラグを導入することにより、セル転送レートを監視できるようにした点を特徴とするものである。

30

【0194】

(H-1) 第7の実施形態の構成

図16に、第7の実施形態に係るセルレート監視装置の機能ブロック構成を示す。

【0195】

セルレート監視装置41は、転送セル検出手段42と、監視情報管理手段43と、単位時間計数手段44とで構成されている。

【0196】

ここで、転送セル検出手段42は、1セル転送サイクルごと、伝送路を通過するセルに対応するコネクションを検出する手段であり、検出されたコネクションを、検出コネクション通知として監視情報管理手段43に与える構成になっている。

40

【0197】

監視情報管理手段43は、次セル検出予測間隔保持カウンタ43aと、処理手段43bと、メモリ43cと、セル間隔チェックフラグ用レジスタ43dと、遅延変動分チェックフラグ用レジスタ43eとで構成されている。

【0198】

ここで、次セル検出予測間隔保持カウンタ43aは、各コネクションに対応して設けられるカウンタであり、各コネクションに対応する次セル検出予測間隔を保持するために用いられる手段である。この点で、第5の実施形態と異なっている。なおここで、次セル検出予測間隔は、各コネクションの次セルが、当該コネクションについて設定されているセルレート（帯域）の許容範囲内で転送されるときの場合における検出予測間隔であり、小数

50

点以下の桁も含む、実数値として与えられる。

【0199】

処理手段43bは、制御プログラムに従って処理動作を管理する手段であり、セル間隔チェックフラグ及び遅延変動分チェックフラグを用いてセル転送レートの適否を監視する手段である。この点で、第5の実施形態と異なっている。また、この処理手段43bは、各コネクションごとに求めた次セル検出予測間隔の値からその計測に必要な待ち行列（コネクションごとに固定）のステップ値を設定し、単位時間計数手段44に与えるよう動作する。

【0200】

セル間隔チェックフラグ用レジスタ43dは、セル間隔チェックフラグ `intchecked` の値を保持するレジスタである。ここで、セル間隔チェックフラグは、各コネクションについて設定されたセル間隔（ステップ値に対応したセル間隔サイクル）が次セル到着前に経過したとき立てられ（例えば、「1」とされ）、逆に当該セル間隔の経過前に伝送路上で転送セルが検出されたとき降りた状態（例えば、「0」の状態）を維持するよう定められたフラグである。従って、仮にこのフラグが降りているときに、転送セルが検出された場合、そのセルは所定のセルレートに違反していると判断されることになる。

10

【0201】

遅延変動分チェックフラグ用レジスタ43eは、遅延変動分チェックフラグ `varchecked` の値を保持するレジスタである。ここで、遅延変動分チェックフラグは、既にセル間隔チェックフラグが立てられている場合に、次セルの到着前に次のセル間隔の経過が検出されたとき立てられる（例えば、「1」とされる）フラグである。

20

【0202】

単位時間計数手段44は、コネクションごとにセル間隔を測定し、設定されたセル間隔だけ時間が経過したことを、時間情報更新タイミング通知として監視情報管理手段43に通知する手段である。

【0203】

図17に、この単位時間計数手段44の概念構成を示す。この単位時間計数手段44は、各コネクションについてその都度許容されるセル間隔を、監視単位時間 `unit` を異にするセル間隔別の待ち行列で監視するものであり、各セル間隔に応じた複数（図17の場合、5つ）の待ち行列で構成されている。

30

【0204】

なお、これら複数の待ち行列は、それぞれ多重化の容易さと、多様なセル間隔に対応できるようにするため、複数のステップによって内部的に仕切られており、あるコネクションの計測を開始又は更新する際には、当該コネクションの識別情報を途中のステップ位置に挿入できるようになっている。

【0205】

例えば、図17に示す右端の待ち行列は、セルレートから定まるセル間隔が1以上2未満の待ち行列であり、そのステップは1セルサイクルごと更新される（監視単位時間 `unit = 1`）よう定められている。また、図17に示す右端から2番目の待ち行列は、セルレートから定まるセル間隔が2以上4未満の待ち行列であり、そのステップは2セルサイクルごと更新される（監視単位時間 `unit = 2`）よう定められている。以下同様に、一般化すると、図17に示す右端から $n + 1$ 番目の待ち行列は、セルレートから定まるセル間隔が b^n 以上 b^{n+1} 未満の待ち行列であり、そのステップは b^n セルサイクルごとに更新されるよう定められている（ b は 2）。

40

【0206】

なお、各待ち行列のステップ0に至った各コネクションの識別情報は、ステップ0内での先入れ先出し（FIFO）制御に従った上で、待ち行列多重化手段で指示されるタイミングで多重され、監視情報管理手段43に対して時間情報更新タイミング通知として通知されることになる。

【0207】

50

このように、この第7の実施形態に係るセルレート監視装置41では、待ち行列ごとに定まる時間間隔での監視とすることにより、一度に多数のコネクションの管理を実現し得るようになっている。

【0208】

(H-2) 第7の実施形態の動作

以下、かかる構成を有するセルレート監視装置によるセルレートの監視動作を説明する。

【0209】

なお、この第7の実施形態では、当該監視処理が、監視対象とするコネクションの状態が不明なまま開始されるにもかかわらず、最初に検出されたセルがセルレートの違反と判定されるおそれを回避するため、遅延変動を考慮した状態から判定を開始できるような初期設定を行う場合について説明する。

10

【0210】

(a) 初期リセット

まず、初期リセット時、監視情報管理手段43における処理手段43bは、図18に示すように、次のセルの検出予定時までに経過するセル間隔を示す次セル検出予測間隔保持カウンタ43aの整数値*i*及び小数値*j*をともに「0」にリセットすると共に、セル間隔チェックフラグ*int checked*を「1」に立て、さらに遅延変動分チェックフラグ*var checked*を「0」に設定する(ステップSP51)。

【0211】

(b) 初期設定時の遅延変動分測定処理

20

(b-1) ステップ値の登録

次に、処理手段43bは、現カウンタ値($i + j$)に遅延変動分許容値*variation*を加算し、その値($= i + j + variation$)を、次セル検出予測間隔保持カウンタ43aの新たな値($i + j$)とする(ステップSP52)。その上で、処理手段43bは、監視対象とするコネクションに対応する待ち行列において制御可能なステップ値*step*であって、当該カウンタ値以上となるもののうち最も小さいものを求め、これを単位時間計数手段44に登録するステップ値*step*とする。

【0212】

なお、このように、次セルの到着が所定のセルレートを満たすものか否かの判定に用いるステップ値*step*が得られると、次セルの到着時における処理に備えるため、現カウンタ値($= i + j + variation$)から当該ステップ値*step*及び遅延変動許容値*variation*を減算し、新たなカウンタ値($i + j = i + j - step - variation = -step$)とする。

30

【0213】

(b-2) 判定処理

このように、ステップ値*step*が決定すると、処理手段43bは、次にこの計算により得られたステップ値*step*を単位時間計数手段44に与え登録する(ステップSP53)。

【0214】

なお一方の単位時間計数手段44は、当該コネクションに対応する待ち行列のうち通知のあったステップ位置に当該コネクションの識別情報を格納し、当該待ち行列の監視単位時間*unit*ごとにステップを進めることにより、次セルの到着予測時間を管理する。

40

【0215】

さて、当該ステップ値*step*の登録が完了すると、処理手段43bは、単位時間計数手段44において当該ステップ値*step*に対応した時間の経過が確認されたかを、時間情報更新タイミング通知があったか否かに基づいて毎セル転送サイクルごとに判定する(ステップSP54)。そして、否定結果が得られた場合には、今度は、現セル転送サイクルにおいて監視コネクションのセルが到着していないかを判定する(ステップSP55)。

【0216】

なお、セルの到着も確認されなかった場合には、ステップSP54に再び戻り、次のセル

50

転送サイクルの時点で、同じ判定処理を繰り返す。このループ処理は、時間情報更新タイミング通知がセルの到着の前に確認されるか（ステップSP54で肯定結果が得られる場合）、又は、セルの到着が時間情報更新タイミング通知の前に確認される（ステップSP55で肯定結果が得られる場合）まで繰り返される。

【0217】

ここでは、時間情報更新タイミング通知が先に通知されたとする。この場合、処理手段43bは、セル間隔チェックフラグ `intchecked` の値が「1」か否か判定する（ステップSP56）。この処理では、既に、初期リセット時に当該値が「1」に設定されているので、処理手段43bは、肯定結果を得てステップSP58に進み、遅延変動分チェックフラグ `varchecked` を「1」に設定する。これにより2つのフラグは共に「1」になる。

10

【0218】

その後、処理手段43bは、監視コネクションのセルが到来するのを待ち受け（ステップSP59）、肯定結果が得られた時点で、当該セルの到着が所定のセルレートを満たすものか否かの処理に入る（ステップSP60）。ここでは、両フラグの値が共に「1」の場合であるから、ステップSP60及びSP61の両方において共に肯定結果を得る。

【0219】

なお、この結果は、セル間隔がセルレートを遵守している場合であるので、処理手段43bは、正常であることの通知動作（ステップSP63）を行うと共に、次の判定処理に備えるため両フラグの値を共に「0」に降ろす（ステップSP64）。この後、次のセル間隔測定処理に移行する。

20

【0220】

(c) セル間隔測定処理

(c-1) ステップ値の登録

ここで、処理手段43bは、現カウント値 ($i + j$) にセル間隔許可値 `interval` を加算し、その値 ($= i + j + interval$) を、次セル検出予測間隔保持カウンタ43aの新たな値 ($i + j$) とする（ステップSP68）。なお、このとき、更新の対象となる現カウント値 ($i + j$) は、負の実数値をとるので（ステップSP52）、更新後のセル間隔はセル間隔許可値 `interval` より小さい値となり、その分、次のセル到着時間を短く見積もることができる。

30

【0221】

その上で、処理手段43bは、監視対象とするコネクションに対応する待ち行列において制御可能なステップ値 `step` であって、当該カウント値以上となるもののうち最も小さいものを求め、これを単位時間計数手段44に登録するステップ値 `step` とする。

【0222】

コネクションの使っている待ち行列の制御できるステップのうち、セル間隔カウンタの値以上の値となるように待ち行列ステップ値 `step` を決定する。そして、このように、次セルの到着が所定のセルレートを満たすものか否かの判定に用いるステップ値 `step` が得られると、次セルの到着時における処理に備えるため、現カウント値 ($= i + j + interval$) から当該ステップ値 `step` を減算し、新たなカウント値 ($i + j = i + j - step$) とする。

40

【0223】

(c-2) 判定処理

このように、ステップ値 `step` が決定すると、処理手段43bは、次にこの計算により得られたステップ値 `step` を単位時間計数手段44に与え登録する（ステップSP53）。

【0224】

そして、処理手段43bは、前述した(b-2)の処理と同様、ステップSP54及びステップSP55の繰り返しルーチン処理を実行し、時間情報更新タイミング通知が先かセルの到着の通知が先か判定する。

50

【0225】

(c-2-1) NGの場合

ここで、このループ処理から一度も出ることなく、先にセルの到着が通知されたとする(すなわち、ステップSP55で肯定結果が得られたとする)、このとき、両フラグは「0」のままであるので、ステップSP60の判定処理において否定結果が得られ、処理手段43bは、ステップSP65に移行する。

【0226】

これは、予め許容される時間間隔より速くセルが到来したことを意味するので、処理手段43bは、セル間隔がセルレートを遵守していないことの通知動作(ステップSP62)を行うと共に、現に実行中のセル間隔測定が終るまで(ステップSP65で肯定結果が得られるまで)待機動作に入る。

10

【0227】

なお、この動作後、処理手段43bは、初期リセット(ステップSP51)又はセル間隔測定処理のステップ値の登録動作(ステップSP68)に戻ることになる。

【0228】

(c-2-2) OKの場合

一方、時間情報更新タイミング通知が先に通知された場合、処理手段43bは、セル間隔チェックフラグ*int checked*の値が「1」か否か判定する処理に移る(ステップSP56)。ここでは、まだ遅延変動分の測定処理を行っていない場合なので、処理手段43bは、否定結果を得てステップSP57に進み、セル間隔チェックフラグ*int checked*の値を「1」に設定する。

20

【0229】

そして、前述のステップSP52についての説明のように、遅延変動分を考慮した新たなセル間隔を設定し、再び、その時間内に監視コネクションが到着したか(ステップSP55の判定)、又は、先に時間情報更新タイミング通知が通知されるか(ステップSP54)を判定する。

【0230】

この段階でも、先に時間情報更新タイミング通知が通知された場合には、前述の説明と同様、処理手段43bは、ステップSP56 ステップSP58 ステップSP59の処理を経て、両フラグを共に「1」に設定し、セル間隔がセルレートを遵守しているとの通知動作(ステップSP63)及び次のセルの監視に備えた動作(ステップSP64)に移行する。

30

【0231】

ところが、新たに設定した遅延変動を考慮した時間間隔よりは先にセルの到着が確認された場合には、処理手段43bは、ステップSP55において肯定結果を得、当該ルーチン処理を抜ける。勿論、この場合は、セル間隔がセルレートを遵守しているが、この場合、セル間隔チェックフラグ*int checked*の値が「1」であり、かつ、遅延変動分チェックフラグ*var checked*の値が「0」であるので、処理手段43bは、ステップSP61の判定処理において否定結果を得、ステップSP66及びSP67の処理に進む。

40

【0232】

すなわち、処理手段43bは、セル間隔チェックフラグ*int checked*の値を「0」に降ろした上で、現に実行中のセル間隔測定が終るまで(ステップSP65で肯定結果が得られるまで)待機動作に入る。

【0233】

そして、当該セル間隔測定が終了した段階で、セル間隔測定処理におけるステップ値の登録処理(ステップSP68)に戻る。

【0234】

(H-3)各値の設定例

なおここでの許可値*interval*には、次のように定義した値が用いられる。すなわ

50

ち、伝送路を経過する全体のセルレートを P [cells / sec]、監視しているコネクションのセルレートを R [cells / sec] としたとき、

$$\text{interval} = P / (R \cdot \text{unit})$$

で与えられる値が用いられる。すなわち、単位は、unitセル転送サイクルである。

【0235】

また、前述の説明では、遅延変動許容値 variation の単位を unitセル転送サイクルで与えられる場合であったが、単位が時間 [sec] で与えられる値の場合には、事前に、次式で与えられるセル転送レート (単位はセル数 / sec) を乗算し、さらに unit値で除することにより、unitセル転送サイクルを単位とする値に換算しておく必要がある。

【0236】

すなわち、例えば、伝送路の転送レートが 622.08 Mbps である場合、 $622.08 / (53 \times 8) \times 1.46717 \times 10^6$ [cells / sec] で得られる値を、時間 [sec] を単位とする遅延変動許容値 variation に乗算し、さらに unit値で除しておく必要がある。なおこれは、1セル当たりのデータ量が、 53×8 bps で与えられるとした値である。

【0237】

(H-4) 第7の実施形態の効果

このように、第7の実施形態によれば、第2の実施形態と同様の効果 (小数值までも考慮した監視精度の向上及び遅延変動への対応) を得ることができるのに加え、相対的に低い帯域を扱うコネクションに対しては小さい更新頻度による監視を行う一方、相対的に高い帯域を扱うコネクションに対しては大きい更新頻度による監視を行うといった方法を用いることができ、一定の帯域を分け合うシステムにおけるそれぞれの監視精度を同程度に保ったまま、これら複数の処理の多重化を実現できるという格別の効果が実現されることになる。

【0238】

また、監視帯域として取り得る値が指数的に広汎である場合にも、上述のような処理とすることにより、カウンタ等に要求される桁数を一定の大きさに抑えることが可能となり、処理の簡易化と高速化を実現できる。

【0239】

また、第5の実施形態に較べると処理は複雑になるが、処理の発生頻度は少なく抑えることができる。

【0240】

(I) 第8の実施形態

前述したように、この第8の実施形態は、第7の実施形態におけるセル間隔待ち行列をセル間隔の測定に適用するものであるが、当該実施形態で用いたセル間隔チェックフラグ及び遅延変動分チェックフラグに替えてセル間隔チェック用のカウンタを用い、その許容される転送タイミングのゆらぎをトレランス (tolerance) というパラメータを導入して管理する点を特徴とするものである。

【0241】

(I-1) 第8の実施形態の構成

図19に、第8の実施形態に係るセルレート監視装置の機能ブロック構成を示す。

【0242】

セルレート監視装置51は、転送セル検出手段52と、監視情報管理手段53と、単位時間計数手段54とで構成されている。

【0243】

ここで、転送セル検出手段52は、1セル転送サイクルごと、伝送路を通過するセルに対応するコネクションを検出する手段であり、検出されたコネクションを、検出コネクション通知として監視情報管理手段53に与える構成になっている。

【0244】

10

20

30

40

50

監視情報管理手段53は、次セル検出予測間隔保持カウンタ53aと、処理手段53bと、メモリ53cと、セル間隔チェック用カウンタ53dとで構成されている。

【0245】

ここで、次セル検出予測間隔保持カウンタ53aは、第7の実施形態における次セル検出予測間隔保持カウンタ43aに対応するカウンタであり、各コネクシオンに対応して設けられ、各コネクシオンに対応する次セル検出予測間隔を保持するために設けられている。なおここで、次セル検出予測間隔は、各コネクシオンの次セルが、当該コネクシオンについて設定されているセルレート（帯域）の許容範囲内で転送されたとした場合における検出予測間隔であり、小数点以下の桁も含む、実数値として与えられる。

【0246】

処理手段53bは、制御プログラムに従って処理動作を管理する手段であり、セル間隔チェック用カウンタ53dのカウント値を用いてセル転送レートの適否を監視する手段である。この点で、第7の実施形態と異なっている。また、この処理手段53bは、各コネクシオンごとに求めた次セル検出予測間隔の値からその計測に必要な待ち行列（コネクシオンごとに固定）のステップ値を設定し、単位時間計数手段54に与えるよう動作する。

【0247】

セル間隔チェック用カウンタ53dは、基本的に、1つ1つのセル間隔のゆらぎ許容値を定める遅延変動許容値 *variation* の場合とは異なり、長周期に亘る平均的なゆらぎを管理するために設けたカウンタであり、そのカウント値 *int checked* が、セル間隔という意味において違反したセル数をいくつまで許容するかを与えるものである。

【0248】

単位時間計数手段54は、コネクシオンごとにセル間隔を測定し、設定されたセル間隔だけ時間が経過したことを、時間情報更新タイミング通知として監視情報管理手段53に通知する手段であり、その内部構成は、第7の実施形態の場合と同様（図17）のものを用いる。

【0249】

（I-2）第8の実施形態の動作

以下、かかる構成を有するセルレート監視装置によるセルレートの監視動作を説明する。

【0250】

（a）初期リセット

まず、初期リセット時、監視情報管理手段53における処理手段53bは、図20に示すように、次のセルの検出予定時まで経過するセル間隔を示す次セル検出予測間隔保持カウンタ53aの整数値 *i* 及び小数値 *j* をともに「0」にリセットすると共に、セル間隔チェック用カウンタ53dのカウント値 *int checked* をゆらぎ許容値 *tolerance* に設定する（ステップSP71）。

【0251】

（b）セル間隔測定処理

（b-1）ステップ値の登録

次に、処理手段53bは、現カウント値（ $i + j$ ）にセル間隔許可値 *interval* を加算し、その値（ $= i + j + interval$ ）を、次セル検出予測間隔保持カウンタ53aの新たな値（ $i + j$ ）とする（ステップSP72）。

【0252】

その上で、処理手段53bは、監視対象とするコネクシオンに対応する待ち行列において制御可能なステップ値 *step* であって、当該カウント値以上となるもののうち最も小さいものを求め、これを単位時間計数手段54に登録するステップ値 *step* とする。

【0253】

コネクシオンの使っている待ち行列の制御できるステップのうち、セル間隔カウンタの値以上の値となるように待ち行列ステップ値 *step* を決定する。そして、このように、次セルの到着が所定のセルレートを満たすものか否かの判定に用いるステップ値 *step* が得られると、次セルの到着時における処理に備えるため、現カウント値（ $= i + j + in$

10

20

30

40

50

t e r v a l) から当該ステップ値 s t e p を減算し、新たなカウント値 ($i + j = i + j - s t e p$) とする。

【 0 2 5 4 】

(c - 2) 判定処理

このように、ステップ値 s t e p が決定すると、処理手段 5 3 b は、次にこの計算により得られたステップ値 s t e p を単位時間計数手段 5 4 に与え登録する (ステップ S P 7 3) 。

【 0 2 5 5 】

なお一方の単位時間計数手段 5 4 は、当該コネクションに対応する待ち行列のうち通知のあったステップ位置に当該コネクションの識別情報を格納し、当該待ち行列の監視単位時間 u n i t ごとにステップを進めることにより、次セルの到着予測時間を管理する。

10

【 0 2 5 6 】

さて、当該ステップ値 s t e p の登録が完了すると、処理手段 5 3 b は、単位時間計数手段 5 4 において当該ステップ値 s t e p に対応した時間の経過が確認されたかを、時間情報更新タイミング通知があったか否かに基づいて毎セル転送サイクルごとに判定する (ステップ S P 7 4) 。そして、否定結果が得られた場合には、今度は、現セル転送サイクルにおいて監視コネクションのセルが到着していないかを判定する (ステップ S P 7 5) 。

【 0 2 5 7 】

なお、セルの到着も確認されなかった場合には、ステップ S P 7 4 に再び戻り、次のセル転送サイクルの時点で、同じ判定処理を繰り返す。このループ処理は、時間情報更新タイミング通知がセルの到着の前に確認されるか (ステップ S P 7 4 で肯定結果が得られる場合) 、又は、セルの到着が時間情報更新タイミング通知の前に確認される (ステップ S P 7 5 で肯定結果が得られる場合) まで繰り返される。

20

【 0 2 5 8 】

ここでは、時間情報更新タイミング通知が先に通知されたとする。この場合、セル間隔は所定のセルレートを遵守していることになるので、処理手段 5 3 b は、現時点におけるセル間隔チェック用カウンタ 5 3 d のカウント値 i n t c h e c k e d に「 1 」を加算した値と、ゆらぎ許容値 t o l e r a n c e とを比較し、小さい方の値を新たなカウント値 i n t c h e c k e d に設定する。このことは、カウント値 i n t c h e c k e d は様々な値を採りうるがその最大値は、ゆらぎ許容値 t o l e r a n c e に抑えられることを意味

30

【 0 2 5 9 】

この後、処理手段 5 3 b は、前述のステップ S P 7 2 に戻り、次のタイミング通知の処理に移行する。

【 0 2 6 0 】

これに対し、セルの到着が時間情報更新タイミング通知の前に確認される場合には、以下のようになる。

【 0 2 6 1 】

すなわち、処理手段 5 3 b は、ステップ S P 7 7 に進み、セル間隔チェック用カウンタ 5 3 d のカウント値 i n t c h e c k e d が「 0 」でないか否かを判定する処理に入る。ここで、カウント値 i n t c h e c k e d が「 0 」となるのは、セルレートを遵守しない場合が多く発生し、その平均レートがゆらぎ許容値 t o l e r a n c e の範囲を超えるような場合に現れるものであり、通常は、否定結果を得て、正常であるとの通知動作 (ステップ S P 7 9) を行うと共に、ステップ S P 8 0 へと進む。なおここで、肯定結果が得られた場合には、異常であるとの通知動作 (ステップ S P 7 8) を行うと共に、ステップ S P 8 0 へと進む。

40

【 0 2 6 2 】

さて、ステップ S P 8 0 に進んだ処理手段 5 3 b は、セル間隔チェック用カウンタ 5 3 d の現カウント値 i n t c h e c k e d から 1 を引いた値と「 0 」とのいずれか大きい方の値を新たなカウント値として設定し、次の判定に備えるべくステップ S P 7 2 に戻る。

50

【0263】

従って、バースト的なセルの発生などにより、定められているセル間隔より密な状態で監視対象とするコネクションのセルが到来する場合には、ステップSP75 ステップSP77 ステップSP80の経路を繰り返し通る回数が増え、セル間隔チェック用カウンタ53dのカウント値*intchecked*に与えられる更新値が小さくなっていく。そして、その傾向が続く場合には、やがて更新値が「0」となり、ステップSP77の判定処理により、監視対象とするコネクションのセルレートが条件を満たしていないことが通知されることになる。

【0264】

(I-3) 第8の実施形態の効果

10

このように、第8の実施形態によれば、小数値までも考慮した監視精度の向上が図られるだけでなく、バースト性の高いサービスに対応したコネクションのように1セル間隔ごとの監視には適さないような場合にも、そのスループット又は平均レートとして監視コネクションのレート違反を監視することが可能となる。

【0265】

また、第7の実施形態の場合と同様、その監視に、待ち行列を用いるので、相対的に低い帯域を扱うコネクションを監視する際における時間情報の更新頻度を下げることができ、精度はほぼ同じままで処理の多重化を実現できる。

【0266】

また同じく、カウンタ等で計算に使用される値も、監視帯域として取り得る値が指数的に広汎であったとしても、一定の大きさに抑えることが可能となり、処理が容易になる。

20

【0267】

(J) 利用形態の説明

(1) 上述の第1及び第3の各実施形態においては、監視対象とするコネクションのそれぞれについて、そのセル間隔を実数値のカウンタを用いてカウントし、セルレートを監視する場合についてのべたが、かかる監視は、個別に選択された特定のコネクションについてのみ行うようにしても良い。

【0268】

(2) 上述の第2及び第4の各実施形態においては、遅延変動を考慮したコネクションの監視処理方法について述べたが、この監視処理は、遅延変動についての許容値が設定されたコネクションについてのみ個別に実行する場合にも、全ての監視対象について実行する場合にも適用できる。

30

【0269】

(3) 上述の第5の実施形態においては、第2の実施形態を前提とする実施形態(すなわち、遅延変動許容値*variation*を考慮する場合)について説明したが、本実施形態に係る発明は、第1の実施形態を前提とする場合にも、また、従来例として説明した整数値のカウンタを用いてセル間隔をカウントし、セルレートを管理する装置についても適用し得る。

【0270】

(4) 同様に、上述の第6の実施形態においては、第4の実施形態を前提とする実施形態(すなわち、遅延変動許容値*variation*を考慮する場合)について説明したが、本実施形態に係る発明は、第2の実施形態を前提とする場合にも、また、従来例として説明した整数値のカウンタを用いてセル数をカウントし、セルレートを管理する装置についても適用し得る。

40

【0271】

(5) 上述の第7及び第8の各実施形態においては、図17に示すように、各待ち行列の監視単位時間*unit*を、対応するセルレートに応じた間隔で管理するものを用いたが、例えば、セル間隔が2以上4未満用の待ち行列については監視単位時間*unit*を「2」に設定したものをを用いることとして説明したが、図19に示すように、対応するセルレートに応じた間隔よりもより細かい時間間隔で更新されるステップを有する待ち行列を用

50

いても良い。

【0272】

この場合、ステップの通し番号は、実数値により実際に制御される間隔と対応する値になる。例えば、ステップ1とステップ2のあいだにunitごとのシフト以外に、前回のシフトからunit×0.3経過後にステップ2からシフトされ、さらにunit×0.7経過後にステップ1にシフトされるようなステップの番号は「1.7」、つまりそのステップはステップ1.7になる。

【0273】

このように、本来の監視単位時間unitより細かいステップの追加挿入を行なうと、監視単位時間unit以外のタイミングで追加挿入されたステップおよびその前後のステップ内に登録されているコネクションをシフトさせる処理が発生するが、監視単位を細かくできる効果が得られる。

10

【0274】

(6) 上述の第5～第8の各実施形態においては、本発明を、セルレート監視装置(いわゆる、ポリシング装置)に適用する場合について述べたが、これら実施形態に係る発明は、いわゆるシェーピング装置その他の通信装置に適用できるだけでなく、予め設定された個別の処理レートに従って複数の処理ストリームを並列処理する汎用型の処理装置にも適用できる。

【0275】

(7) 上述の各実施形態においては、実数値カウンタの小数値を2桁として説明したが、桁数はこれに限られるものでなく、必要に応じて桁数をより大きな値に変更すれば、より一層精度の向上を実現できる。勿論、小数値の桁を1桁とすることも可能である。

20

【0276】

(8) 上述の各実施形態においては、伝送路上での伝送対象をATMセル(53バイトの固定長パケット)とする場合について述べたが、伝送対象はこれに限らない。すなわち、伝送対象はATMセル以外の固定長パケットでも良く、また、その他任意長のパケットであっても良い。

【0277】

【発明の効果】

上述のように、第1の発明によれば、監視対象コネクションにおけるパケット間隔を実数値レベルで監視でき、従来更新時に生じ得たカウント値の丸め誤差を減少でき、より厳密な監視を実現できる。

30

【0278】

また、第2の発明によれば、監視対象コネクションにおける監視期間内のパケット数を実数値レベルで監視でき、従来更新時に生じ得たカウント値の丸め誤差を減少でき、より厳密な監視を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係るセルレート監視装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施形態に係るセルレート監視装置の処理動作を示すフローチャートである。

40

【図3】第1の実施形態に係るセルレート監視装置の動作説明に供する概念図である。

【図4】第2の実施形態に係るセルレート監視装置の構成を示すブロック図である。

【図5】第2の実施形態に係るセルレート監視装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図6】第3の実施形態に係るセルレート監視装置の構成を示すブロック図である。

【図7】第3の実施形態に係るセルレート監視装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図8】第3の実施形態に係るセルレート監視装置の動作説明に供する概念図である。

【図9】第4の実施形態に係るセルレート監視装置の構成を示すブロック図である。

【図10】第4の実施形態に係るセルレート監視装置の処理動作を示すフローチャートで

50

ある。

【図11】第5の実施形態に係るセルレート監視装置の構成を示すブロック図である。

【図12】単位時間計数手段の概念構成を示す図である。

【図13】第5の実施形態に係るセルレート監視装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図14】第6の実施形態に係るセルレート監視装置の構成を示すブロック図である。

【図15】第6の実施形態に係るセルレート監視装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図16】第7の実施形態に係るセルレート監視装置の構成を示すブロック図である。

【図17】セル間隔待ち行列による単位時間計数手段の概念構成を示す図である。

10

【図18】第7の実施形態に係るセルレート監視装置の処理動作を示すフローチャートである。

【図19】第8の実施形態に係るセルレート監視装置の構成を示すブロック図である。

【図20】第8の実施形態に係るセルレート監視装置の処理動作を示すフローチャートである。

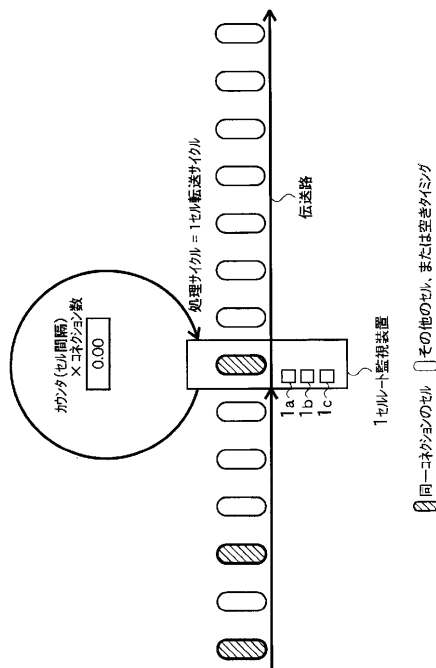
【図21】セル間隔待ち行列による単位時間計数手段の他の実施形態例を示す図である。

【符号の説明】

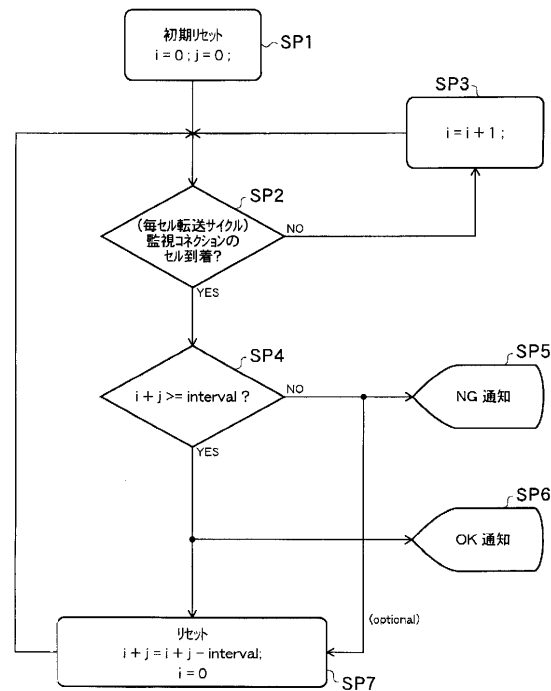
1、11、21、31、41、51...セルレート監視装置、1a、23a...セル間隔カウンタ、1b、11b、23b、33b、43b、53b...処理手段、1c、11c、23c、33c、43c、53c...メモリ、11a、33a...セル数カウンタ、11d...経過時間カウンタ、22、32、42、52...転送セル検出手段、23、33、43、53...監視情報管理手段、24、34、44、54...単位時間計数手段、33d...経過時間カウンタ、43a、53a...次セル検出予測間隔保持カウンタ、43d...セル間隔チェックフラグ用レジスタ、43e...遅延変動分チェックフラグ用レジスタ、53d...セル間隔チェック用カウンタ。

20

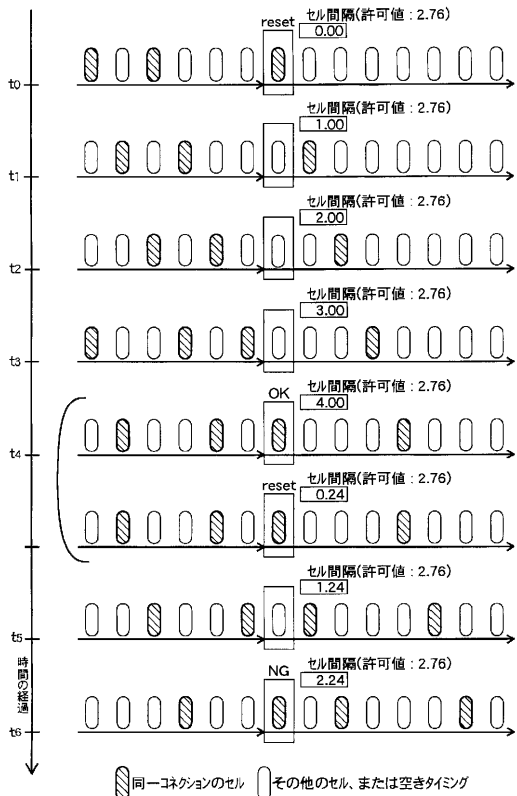
【図1】



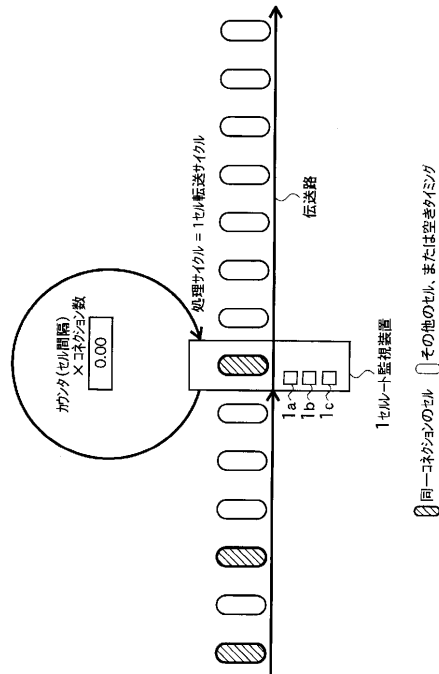
【図2】



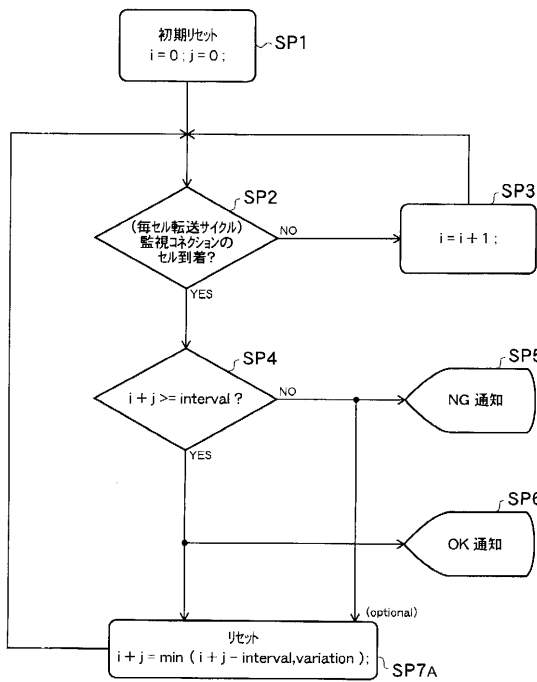
【 図 3 】



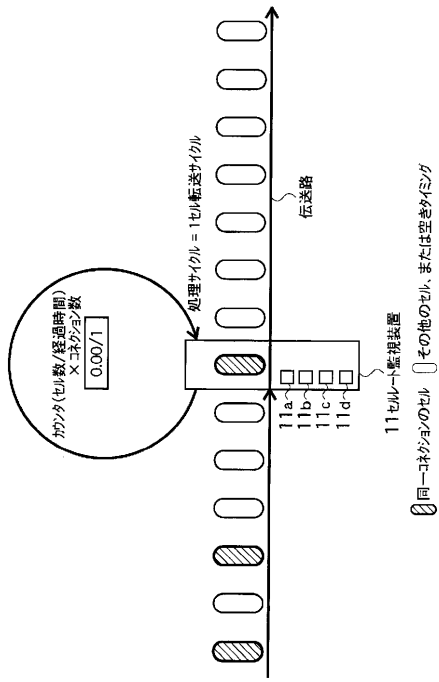
【 図 4 】



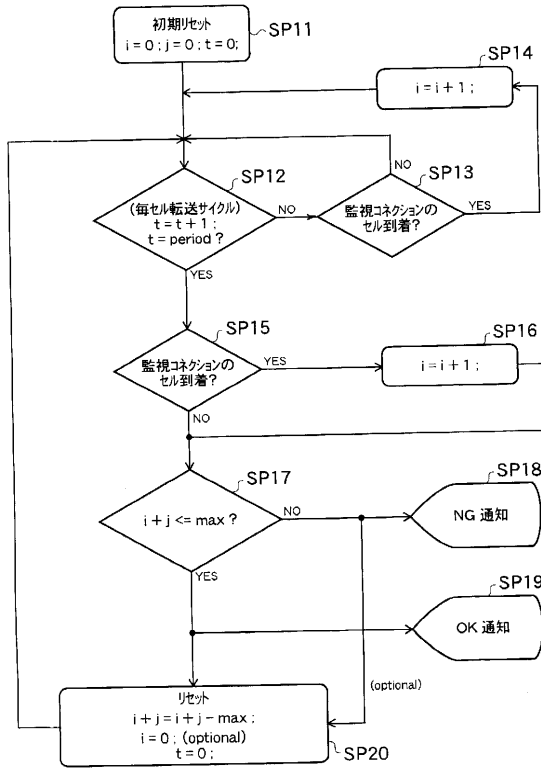
【 図 5 】



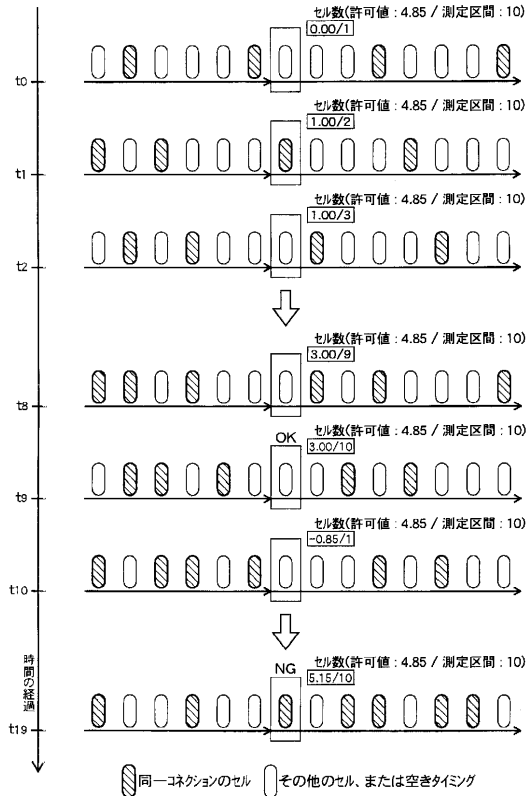
【 図 6 】



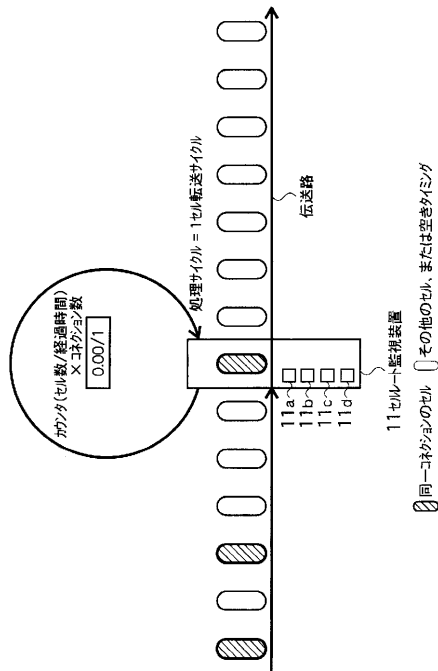
【 図 7 】



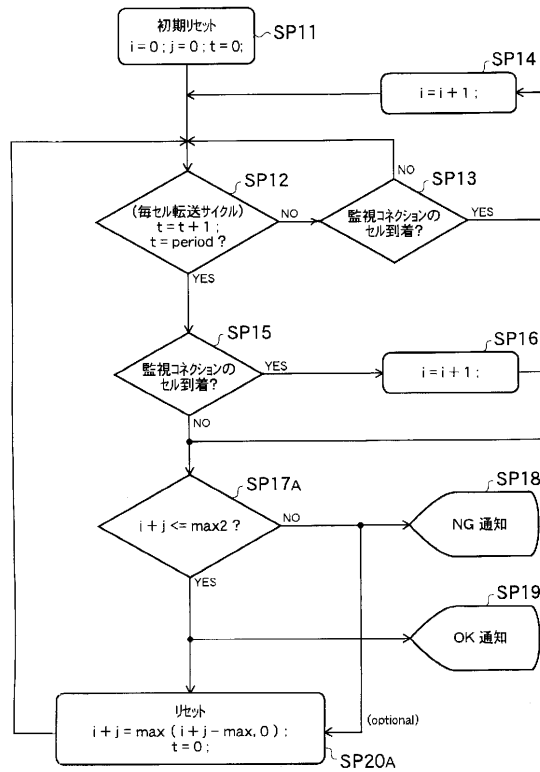
【 図 8 】



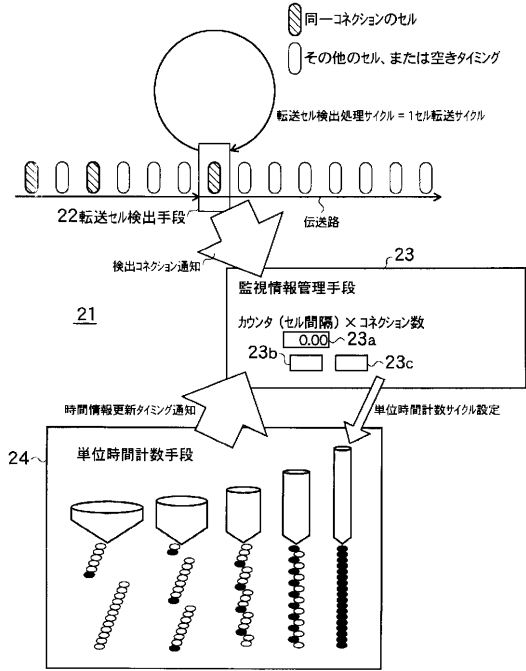
【 図 9 】



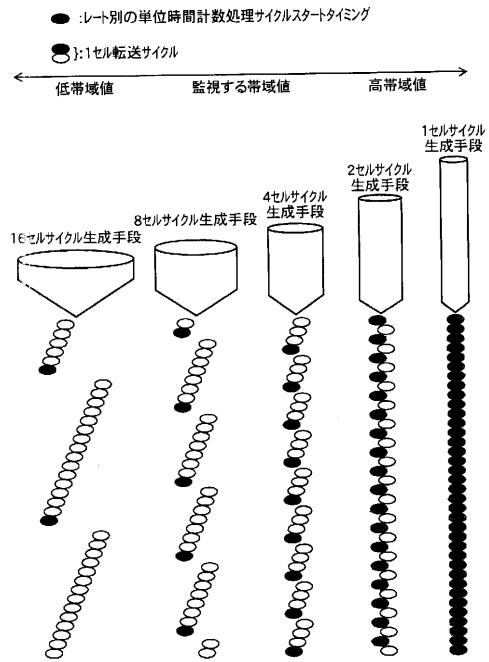
【 図 10 】



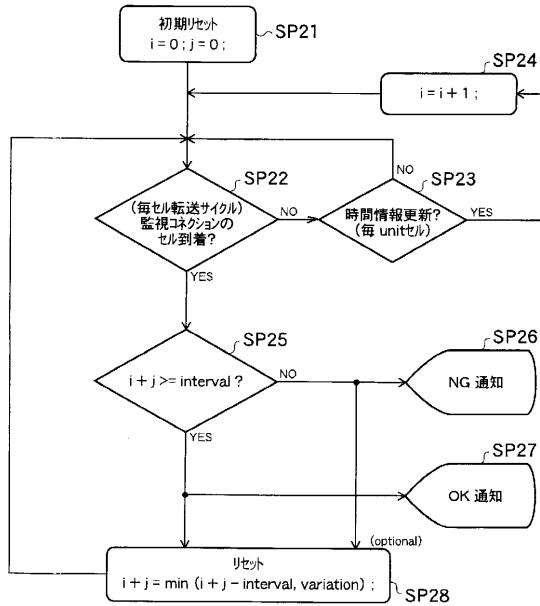
【図11】



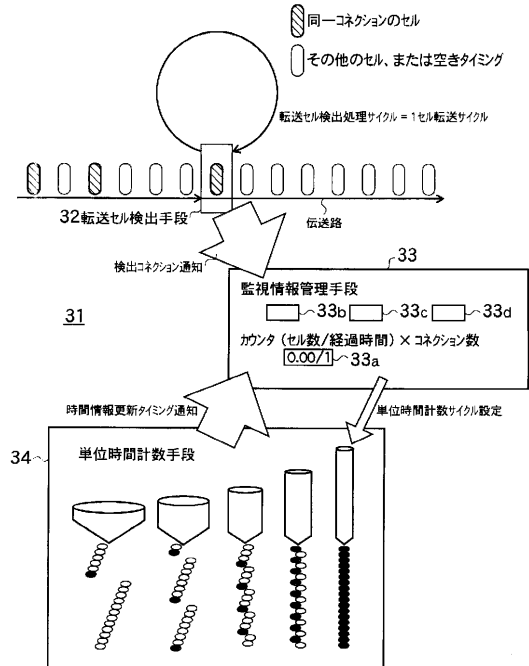
【図12】



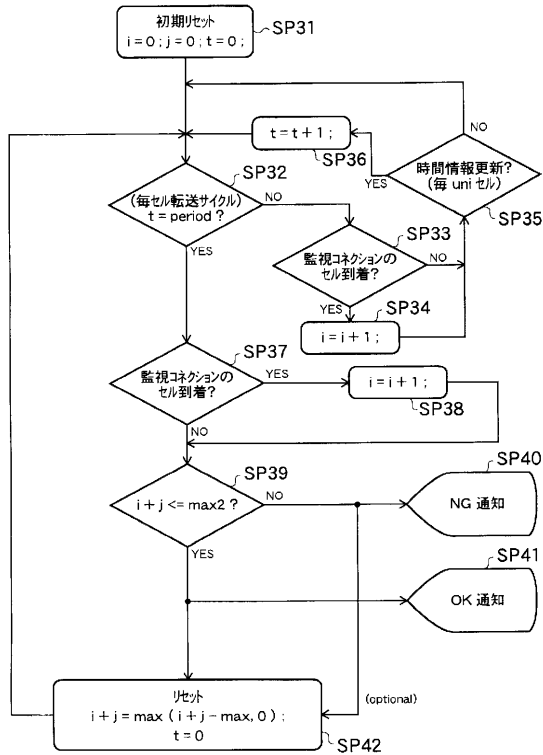
【図13】



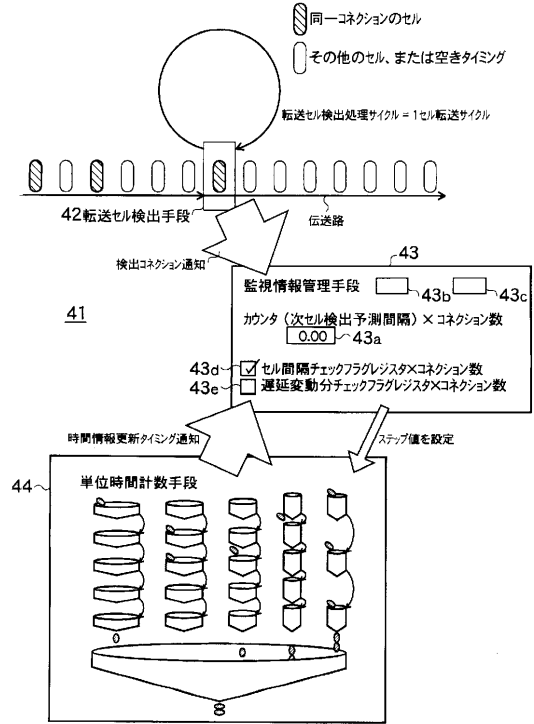
【図14】



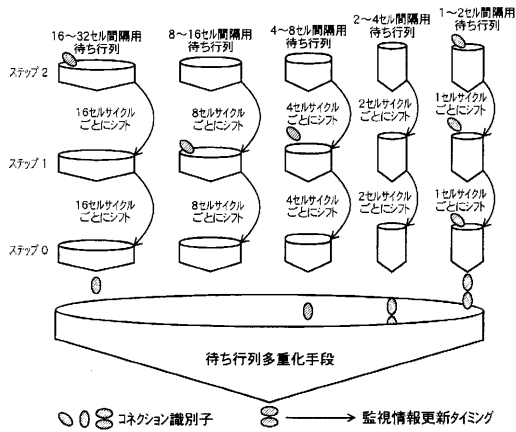
【 図 1 5 】



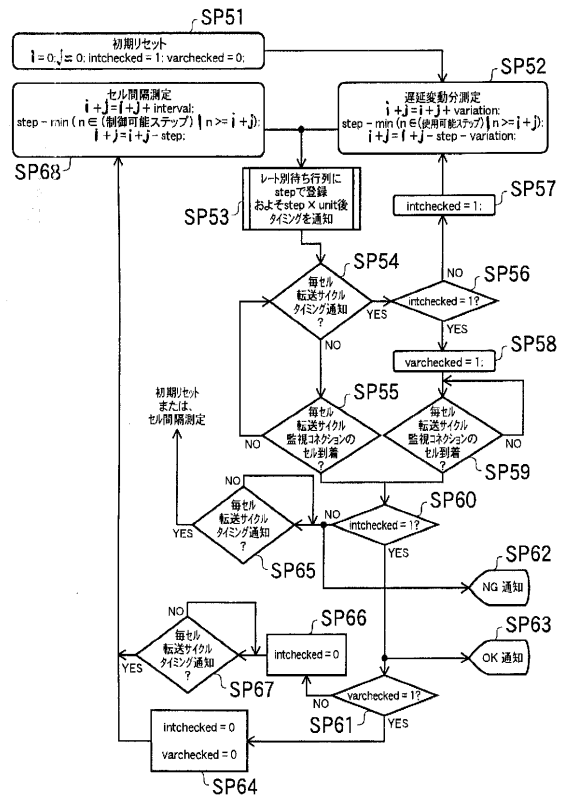
【 図 1 6 】



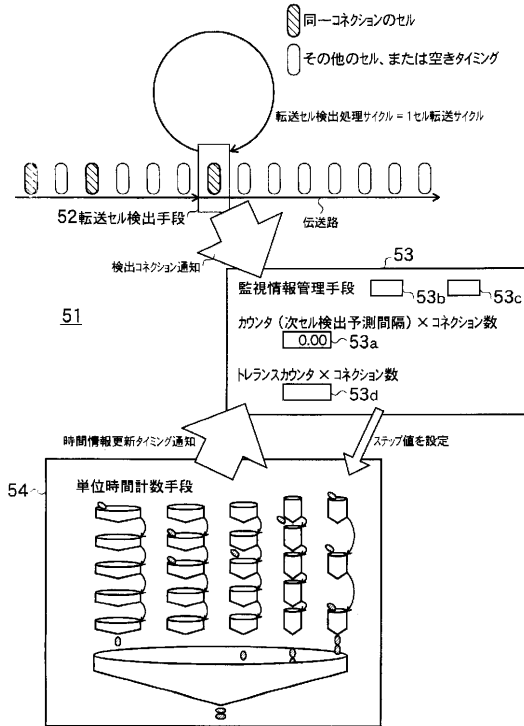
【 図 1 7 】



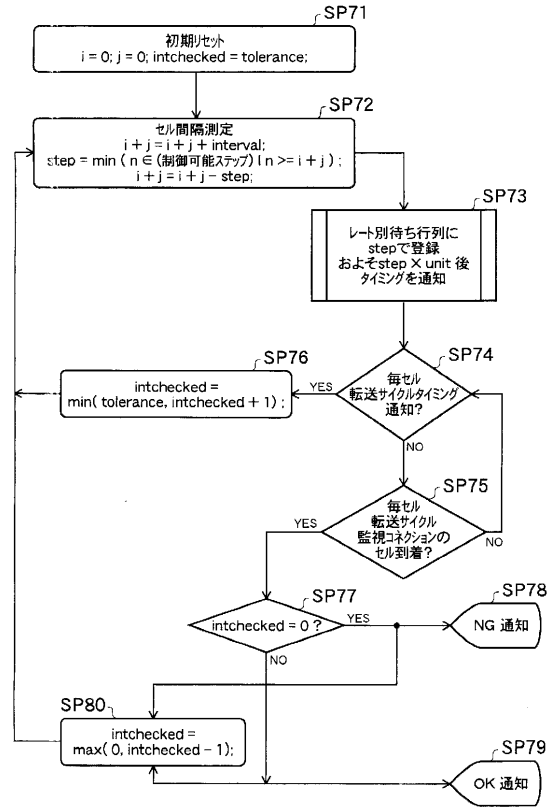
【 図 1 8 】



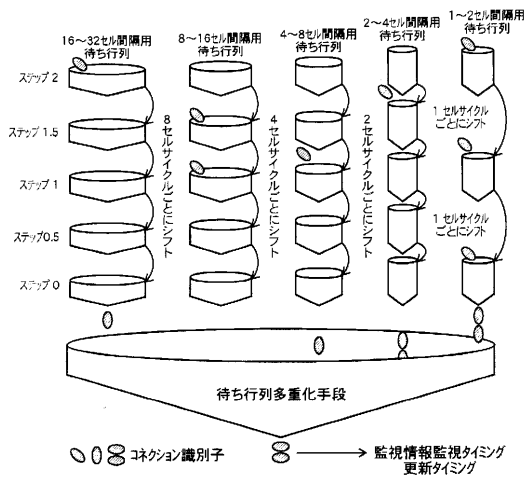
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

審査官 高橋 真之

- (56)参考文献 特開平7 - 107092 (JP, A)
特開平5 - 327756 (JP, A)
特開平9 - 247169 (JP, A)
特開平6 - 311178 (JP, A)
特開平8 - 186572 (JP, A)
特開平9 - 27813 (JP, A)
特開平5 - 110585 (JP, A)
特開平4 - 281644 (JP, A)
特開平6 - 30015 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H04L 12/56