

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5111352号
(P5111352)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl. F I
H O 4 L 12/911 (2013.01) H O 4 L 12/56 2 O O A

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2008-327896 (P2008-327896)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成20年12月24日(2008.12.24)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2010-154038 (P2010-154038A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成22年7月8日(2010.7.8)	(74) 代理人	100110423
審査請求日	平成23年9月14日(2011.9.14)		弁理士 曾我 道治
(出願人による申告)平成20年度、独立行政法人情報通信研究機構、「λアクセス技術の研究開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(74) 代理人	100084010
			弁理士 古川 秀利
		(74) 代理人	100094695
			弁理士 鈴木 憲七
		(74) 代理人	100111648
			弁理士 梶並 順
		(74) 代理人	100122437
			弁理士 大宅 一宏
		(74) 代理人	100147566
			弁理士 上田 俊一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アドミッション制御方法およびアドミッション制御システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パケットを用いて通信を行うネットワークにおける新規トラヒックフローの追加要求に対して、前記新規トラヒックフローの受け付け可否を判定するアドミッション制御方法であって、

前記新規トラヒックフローの特性パラメータをオン状態およびオフ状態からなる2状態モデルに変換する変換ステップと、

前記2状態モデルに基づいて、前記新規トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数を算出する第1算出ステップと、

前記新規トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数と、既存の各トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数とに基づいて、前記新規トラヒックフローと前記既存の各トラヒックフローとを足し合わせた合成トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数を算出する第2算出ステップと、

前記合成トラヒックフローのパケット送信時間の平均および自乗変動係数を算出する第3算出ステップと、

前記合成トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数、ならびに前記合成トラヒックフローのパケット送信時間の平均および自乗変動係数に基づいて、バッファに蓄積される蓄積パケット数の平均を、平均蓄積パケット数として算出する第4算出ステップと、

平衡状態における前記蓄積パケット数の分布が幾何分布に従うとみなし、前記平均蓄積

10

20

パケット数に基づいて、 i 個 (i は、任意の自然数) のパケットが蓄積されている確率を、平衡状態確率として算出する第 5 算出ステップと、

前記平衡状態確率に基づいて、前記蓄積パケット数が前記バッファの最大蓄積可能パケット数を超える確率を、超過確率として算出する第 6 算出ステップと、

前記超過確率と所定の許容値とを比較して、前記超過確率が前記許容値よりも高い場合に、前記新規トラヒックフローの受け付けを拒絶し、前記超過確率が前記許容値以下である場合に、前記新規トラヒックフローの受け付けを許可する比較ステップと、

を備えたことを特徴とするアドミッション制御方法。

【請求項 2】

前記合成トラヒックフローのパケット発生間隔の平均は、前記新規トラヒックフローのパケット発生間隔の平均と前記既存の各トラヒックフローのパケット発生間隔の平均との逆数の和により算出され、

前記合成トラヒックフローのパケット発生間隔の自乗変動係数は、前記新規トラヒックフローのパケット発生間隔の自乗変動係数と前記既存の各トラヒックフローのパケット発生間隔の自乗変動係数との、それぞれのトラヒックフローのパケット発生間隔の平均の逆数による重み付け加算により算出される

ことを特徴とする請求項 1 に記載のアドミッション制御方法。

【請求項 3】

前記超過確率は、前記バッファが無限大であるモデルにおいて、前記蓄積パケット数が前記最大蓄積可能パケット数を超える確率を加算して算出される

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のアドミッション制御方法。

【請求項 4】

前記既存の各トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数は、前記ネットワーク中の実際のトラヒックフローをモニタして算出されることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までの何れか 1 項に記載のアドミッション制御方法。

【請求項 5】

前記実際のトラヒックフローをモニタして算出された値は、定期的クリアされることを特徴とする請求項 4 に記載のアドミッション制御方法。

【請求項 6】

前記合成トラヒックフローのパケット送信時間の平均および自乗変動係数は、前記ネットワーク中の実際のトラヒックフローをモニタして算出されることを特徴とする請求項 1 から請求項 5 までの何れか 1 項に記載のアドミッション制御方法。

【請求項 7】

前記合成トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数は、前記ネットワーク中の実際のトラヒックフローにおけるパケット内部の優先度情報およびポート番号情報の少なくとも一方に基づいて算出されることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までの何れか 1 項に記載のアドミッション制御方法。

【請求項 8】

前記合成トラヒックフローのパケット送信時間の平均および自乗変動係数は、前記ネットワーク中の実際のトラヒックフローにおけるパケット内部の優先度情報およびポート番号情報の少なくとも一方に基づいて算出されることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までおよび請求項 7 の何れか 1 項に記載のアドミッション制御方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 までの何れか 1 項に記載のアドミッション制御方法を用いて、アドミッション制御を実行することを特徴とするアドミッション制御システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、パケットを用いて通信を行うネットワークにおいて、新規トラヒックフローの受け付け可否を判定するアドミッション制御方法およびアドミッション制御システム

10

20

30

40

50

に関する。

【背景技術】

【0002】

パケットベースのアドミッション制御方法は、非同期転送モード（ATM：Asynchronous Transfer Mode）技術の一環として知られている。ATMでは、パケットは固定長であり、アドミッション制御アルゴリズムも固定長を前提としたものである。また、アドミッション制御では、単純な方法でかつ高精度な制御が必要とされる。単純な方法で高速処理が可能なアドミッション制御アルゴリズムとして、以下のものがある。

【0003】

従来のATMスイッチでは、発生トラフィックフローは、リーキパケットモデルで規定される。そして、リーキパケットにより出力されるトラフィックフローを2状態モデルに置き換え、そのトラフィックフローを運ぶコネクシオンに必要な帯域を算出する。続いて、接続中のコネクシオンに、新たなコネクシオンが追加される際に算出された帯域を足し合わせ、与えられた帯域に収容できるか否かを判定する（例えば、特許文献1参照）。

【0004】

特許文献1では、ATMで決められた最大セル速度（PCR：Peak Cell Rate）および平均セル速度（SCR：Sustainable Cell Rate）を用いてトラフィックフローを2状態モデルに置き換え、必要帯域を算出している（引用文献1の式（19）参照）。そして、この必要帯域を現在設定されているコネクシオンに必要な帯域と足し合わせ、合計値が所定の帯域以下になっているか否かを判定する。

【0005】

このとき、合計値が所定の帯域以下である場合には、該当する新規コネクシオンの接続を許可する。さらに、そのコネクシオンを接続した後の必要帯域を算出する。また、合計値が所定の帯域以下でない場合には、そのコネクシオンの接続を許可しない。

これにより、通信開始時に接続許可されたコネクシオンについて、必要な帯域が確保されることになる。

【0006】

【特許文献1】特開平10-276222号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、従来技術には、次のような問題点があった。

従来のアドミッション制御方法は、パケットが固定長のATMセルに特化した方法となっている。そのため、トラフィックモデルの観点では、IPP/D/1モデル（IPP：Interrupted Poisson Process）またはD/D/1モデルを用いている。

したがって、パケットが可変長となるイーサネット（登録商標）やIP（Internet Protocol）には、適用することができないという問題点があった。

【0008】

また、従来技術の前提では、バースト性の高いトラフィックフローが少数多重化されている場合と、バースト性の低いトラフィックフローが多数多重化されている場合には、高精度を期待できるものの、それ以外の場合には、精度が著しく劣化するという問題点があった。

なお、パケットが可変長である場合にアドミッション制御を適用するものもあるが、処理が複雑で、精度も低いという問題点があった。

【0009】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、その目的は、単純な処理で高精度にアドミッション制御を実行することができるアドミッション制御方法およびアドミッション制御システムを提供することにある。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0010】

この発明に係るアドミッション制御方法およびアドミッション制御システムは、パケットを用いて通信を行うネットワークにおける新規トラヒックフローの追加要求に対して、新規トラヒックフローの受け付け可否を判定するものであって、新規トラヒックフローの特性パラメータをオン状態およびオフ状態からなる2状態モデルに変換する変換ステップと、2状態モデルに基づいて、新規トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数を算出する第1算出ステップと、新規トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数と、既存の各トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数とに基づいて、新規トラヒックフローと既存の各トラヒックフローとを足し合わせた合成トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数を算出する第2算出ステップと、合成トラヒックフローのパケット送信時間の平均および自乗変動係数を算出する第3算出ステップと、合成トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数、ならびに合成トラヒックフローのパケット送信時間の平均および自乗変動係数に基づいて、バッファに蓄積される蓄積パケット数の平均を、平均蓄積パケット数として算出する第4算出ステップと、平衡状態における蓄積パケット数の分布が幾何分布に従うとみなし、平均蓄積パケット数に基づいて、 i 個(i は、任意の自然数)のパケットが蓄積されている確率を、平衡状態確率として算出する第5算出ステップと、平衡状態確率に基づいて、蓄積パケット数がバッファの最大蓄積可能パケット数を超える確率を、超過確率として算出する第6算出ステップと、超過確率と所定の許容値とを比較して、超過確率が許容値よりも高い場合に、新規トラヒックフローの受け付けを拒絶し、超過確率が許容値以下である場合に、新規トラヒックフローの受け付けを許可する比較ステップとを備えたものである。

10

20

【発明の効果】

【0011】

この発明のアドミッション制御方法およびアドミッション制御システムによれば、平衡状態における蓄積パケット数の分布が幾何分布に従うとみなし、平均蓄積パケット数に基づいて、 i 個のパケットが蓄積されている確率を、平衡状態確率として算出する第5算出ステップと、平衡状態確率に基づいて、蓄積パケット数がバッファの最大蓄積可能パケット数を超える確率を、超過確率として算出する第6算出ステップと、超過確率と所定の許容値とを比較して、超過確率が許容値よりも高い場合に、新規トラヒックフローの受け付けを拒絶し、超過確率が許容値以下である場合に、新規トラヒックフローの受け付けを許可する比較ステップとを備えている。

30

そのため、単純な処理で高精度にアドミッション制御を実行することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、この発明の各実施の形態について図に基づいて説明するが、各図において同一、または相当する部分については、同一符号を付して説明する。

【0013】

実施の形態1.

40

図1は、この発明の実施の形態1に係るアドミッション制御システムによるアドミッション制御方法を示すフローチャートである。

図1の各ステップは、パケットを用いて通信を行うネットワークにおいて、新規トラヒックフローの追加要求が発生したときに実行される。

【0014】

図1において、まず、新規トラヒックフローの特性パラメータを、図2に示すようなオン状態およびオフ状態からなる2状態モデル(または、IPPモデル)に変換する(ステップS1)。なお、新規トラヒックフローの特性パラメータは、新規トラヒックフローの追加要求に伴って通知される。

【0015】

50

新規トラヒックフローは、最大情報転送レート (EIR: Express Information Rate)、最低保障情報転送レート (CIR: Committed Information Rate) および最大バースト長 (EBS: Express Burst Size) の特性パラメータで形成される。

ここで、パラメータ変換は、次式 (1) ~ (3) で表される。

【0016】

$$T = EIR \quad (1)$$

$$1/a = EBS \times EIR \quad (2)$$

$$1/b = EBS \times (EIR - CIR) / CIR \quad (3)$$

【0017】

続いて、式 (1) ~ (3) の T、a、b を用いて、新規トラヒックフローの packets 発生間隔の平均 h_i および自乗変動係数 C_{ai}^2 (= 分散 / (平均 h_i の自乗)) を算出する (ステップ S2)。また、packets 発生間隔の平均 h_i の逆数を、到着率 λ_i と表す。

ここで、packets 発生間隔の平均 h_i 、packets 発生間隔の自乗変動係数 C_{ai}^2 および到着率 λ_i は、次式 (4) ~ (6) で表される。

【0018】

【数1】

$$h_i = \frac{T(a+b)}{b} \quad (4)$$

【0019】

【数2】

$$C_{ai}^2 = \frac{1 - (1 - aT)^2}{T^2(a+b)^2} \quad (5)$$

【0020】

【数3】

$$\lambda_i = 1/h_i \quad (6)$$

【0021】

次に、新規トラヒックフローの packets 発生間隔の平均 h_i および自乗変動係数 C_{ai}^2 に基づいて、新規トラヒックフローと既存の各トラヒックフローとを足し合わせた合成トラヒックフローの packets 発生間隔の平均 h および自乗変動係数 C_a^2 を算出する (ステップ S3)。また、packets 発生間隔の平均 h の逆数を、到着率 λ と表す。

ここで、到着率 λ 、packets 発生間隔の平均 h および packets 発生間隔の自乗変動係数 C_a^2 は、次式 (7) ~ (9) で表される。

【0022】

【数4】

$$\lambda = \sum_i \lambda_i \quad (7)$$

【0023】

【数5】

$$h = 1/\lambda \quad (8)$$

【0024】

10

20

30

40

【数 6】

$$C_a^2 = \frac{\sum_i \lambda_i C_{ai}^2}{\lambda} \quad (9)$$

【0025】

続いて、合成トラヒックフローの packets 送信時間の平均 r および自乗変動係数 C_s^2 を算出し、与えられた帯域に対する回線利用率 を算出する (ステップ S4)。このとき、packets 送信時間は、packets 長 / 転送レートで表されるので、packets 送信時間の平均 r および自乗変動係数 C_s^2 は、あらかじめシステムで決められているものとして 10 ができる。

ここで、回線利用率 は、次式 (10) で表される。

【0026】

【数 7】

$$\rho = \lambda r = r / h \quad (10)$$

【0027】

次に、合成トラヒックフローの packets 発生間隔の自乗変動係数 C_a^2 、合成トラヒックフローの packets 送信時間の自乗変動係数 C_s^2 、ならびに回線利用率 に基づいて、バッファに蓄積される蓄積 packets 数の平均を、平均蓄積 packets 数 L として算出する (ステップ S5)。 20

ここで、平均蓄積 packets 数 L は、拡散近似を用いて、次式 (11) で表される。

【0028】

【数 8】

$$L = \frac{\rho^2 (C_a^2 + C_s^2)}{2(1 - \rho)} \quad (11)$$

【0029】

続いて、平均蓄積 packets 数 L に基づいて、 j 個 (j は、任意の自然数) の packets が 30 蓄積されている確率を、平衡状態確率 P_j として算出する (ステップ S6)。

ここで、平衡状態確率 P_j は、平衡状態における蓄積 packets 数の分布が幾何分布に従うとみなせることから、次式 (12) で表される。

【0030】

【数 9】

$$P_j = \rho(1 - \hat{\rho})\hat{\rho}^{j-1} \quad (12)$$

【0031】

なお、式 (12) において、 $\hat{\rho}$ は、平均蓄積 packets 数 L に基づいて回線利用率 を次式 (13) のように補正した値である。 40

【0032】

【数 10】

$$\hat{\rho} = (L - \rho) / L \quad (13)$$

【0033】

次に、バッファの最大蓄積可能 packets 数 K を、最大許容遅延時間 / 平均 packets 遅延により算出する (ステップ S7)。

なお、最大許容遅延時間および平均 packets 遅延は、システムによってあらかじめ決められている値である。

【0034】

続いて、平衡状態確率 P_j に基づいて、蓄積パケット数がバッファの最大蓄積可能パケット数 K を超える確率を、超過確率 Q_k として算出する（ステップ S 8）。

なお、超過確率 Q_k は、バッファが無限大であるモデルにおいて、蓄積パケット数が最大蓄積可能パケット数 K を超える確率を加算して算出される。すなわち、バッファ数が無限大（オーバーフローしない）の場合（ $G/G/1$ モデル）の平衡状態確率 P_j を用いて、バッファ数を有限とするモデル（ $G/G/1/K$ モデル）で近似する。

ここで、超過確率 Q_k は、次式（14）で表される。

【0035】

【数11】

$$Q_K = \frac{(1-\rho) \times q_K}{1-\rho \times q_K} \quad (14)$$

10

【0036】

なお、式（14）において、 q_k は、次式（15）で表される。

【0037】

【数12】

$$q_K = \sum_{j=0}^{K-1} (1-P_j) \quad (15)$$

【0038】

20

次に、超過確率 Q_k とあらかじめシステムで与えられる所定の許容値 t （一般的に $1E-5 \sim 1E-8$ 程度）とを比較し、超過確率 Q_k が許容値 t 以下であるか否かが判定される（ステップ S 9）。

【0039】

ステップ S 9 において、超過確率 Q_k が許容値 t 以下である（すなわち、Yes）と判定された場合には、最大遅延時間が規定値を満たすので、新規トラヒックフローの受け付けは許可され、図1の処理を終了する。

【0040】

一方、ステップ S 9 において、超過確率 Q_k が許容値 t よりも大きい（すなわち、No）と判定された場合には、ステップ S 3 以降の算出結果は破棄されて（ステップ S 10）、新規トラヒックフローの受け付けは拒絶される。

30

【0041】

この発明の実施の形態1に係るアドミッション制御システムによれば、平衡状態における蓄積パケット数の分布が幾何分布に従うとみなし、平均蓄積パケット数に基づいて、 i 個のパケットが蓄積されている確率を、平衡状態確率として算出する第5算出ステップと、平衡状態確率に基づいて、蓄積パケット数がバッファの最大蓄積可能パケット数を超える確率を、超過確率として算出する第6算出ステップと、超過確率と所定の許容値とを比較して、超過確率が許容値よりも高い場合に、新規トラヒックフローの受け付けを拒絶し、超過確率が許容値以下である場合に、新規トラヒックフローの受け付けを許可する比較ステップとを備えている。

40

そのため、単純な処理で高精度にアドミッション制御を実行することができる。

【0042】

なお、上記実施の形態1のステップ S 3 では、新規トラヒックフローと既存の各トラヒックフローとを足し合わせた合成トラヒックフローのパケット発生間隔の平均 h および自乗変動係数 C_a^2 を算出すると説明した。ここで、既存の各トラヒックフローのパケット発生間隔の平均および自乗変動係数については、ネットワーク中の実際のトラヒックフローをモニタして算出されてもよい。

【0043】

実際のトラヒックフローをモニタして既存の各トラヒックフローのパケット発生間隔の平均 h_e （またはパケット発生率 λ_e ）および自乗変動係数 $C_{a,e}^2$ を算出した場合、上

50

記式(7)および式(9)は、次式(16)および次式(17)のように表される。このとき、算出された既存の packets 発生間隔の平均 h_e (または packets 発生率 λ_e) および自乗変動係数 C_{ae}^2 は、定期的にクリアされる。

【0044】

【数13】

$$\lambda = \lambda_e + \lambda_i \quad (16)$$

【0045】

【数14】

$$C_a^2 = \frac{\lambda_e C_{ae}^2 + \lambda_i C_{ai}^2}{\lambda} \quad (17)$$

10

【0046】

この場合には、実際のトラフィックフローをモニタすることにより、必要な帯域を狭くすることができる。

なお、上記式(16)に代えて、次式(18)を用いてもよい。

【0047】

【数15】

$$\lambda = 1/h_e + 1/h_i \quad (18)$$

20

【0048】

また、上記実施の形態1では、packets 送信時間の平均 r および自乗変動係数 C_s^2 は、あらかじめシステムで決められているものと説明したが、ネットワーク中の実際のトラフィックフローをモニタして算出されてもよい。

この場合には、実際のトラフィックフローをモニタすることにより、必要な帯域を狭くすることができる。

【0049】

また、合成トラフィックフローの packets 発生間隔の平均 h および自乗変動係数 C_a^2 は、ネットワーク中の実際のトラフィックフローにおける packets 内部の情報(例えばIP packets の優先クラス、TCP/UDPのポート番号等)に基づいて通信プロトコルやアプリケーションを特定することによって算出されてもよい。

30

また、合成トラフィックフローの packets 送信時間の平均 r および自乗変動係数 C_s^2 を、同様にネットワーク中の実際のトラフィックフローにおける packets 内部の情報に基づいて算出してよい。

これらの場合には、イーサネット(登録商標)等でトラフィックパラメータを通知しない通信に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

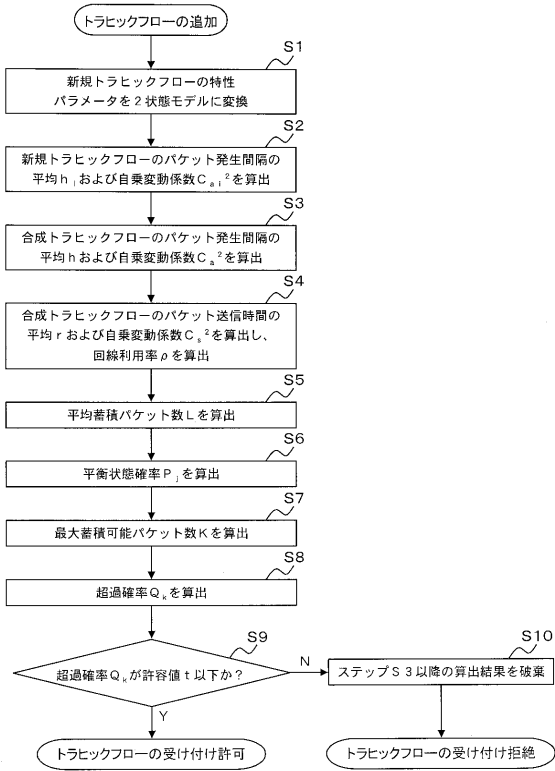
【0050】

【図1】この発明の実施の形態1に係るアドミッション制御システムによるアドミッション制御方法を示すフローチャートである。

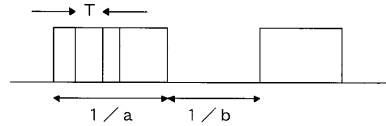
40

【図2】この発明の実施の形態1による2状態モデルを示す説明図である。

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 横谷 哲也
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 衣鳩 文彦

(56)参考文献 特開2009-206597(JP,A)
特開平8-181698(JP,A)
横谷 哲也 他, ATMにおける超軽量CACメカニズムの提案, 電子情報通信学会技術研究報告, 1997年 6月23日, 第97巻, 第131号, p.91~96

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/56