

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第6145190号
(P6145190)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int.Cl. F I
H O 4 L 12/807 (2013.01) H O 4 L 12/807

請求項の数 12 (全 19 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-39925 (P2016-39925) (22) 出願日 平成28年3月2日(2016.3.2) 審査請求日 平成28年6月3日(2016.6.3) 早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 506404094 チエル株式会社 東京都品川区東品川二丁目2番24号 (73) 特許権者 516064600 株式会社ノアシステムズ 大韓民国 京畿道 城南市 盆唐區 板橋路 331、204号 (74) 代理人 100078776 弁理士 安形 雄三 (74) 代理人 100121887 弁理士 菅野 好章 (74) 代理人 100200333 弁理士 古賀 真二</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中継装置、中継方法及び中継プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のネットワーク間の通信を中継し、前記ネットワーク毎に通信を制御する制御部を備え、前記制御部を介して前記ネットワーク間の通信を行う中継装置において、

前記制御部として、セグメントサイズに応じた所定のサイズ及び往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行い、前記帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を用いて輻輳制御を行う制御部1を少なくとも1つ備えることを特徴とする中継装置。

【請求項2】

前記制御部1は、通信量以外の要因による前記往復遅延時間の変動が大きいネットワークでの通信を制御する請求項1に記載の中継装置。

【請求項3】

前記制御部1は、無線ネットワークでの通信を制御する請求項2に記載の中継装置。

【請求項4】

送信端末から受信したセグメントを記憶する記憶部を前記制御部毎にさらに備え、前記制御部間での前記セグメントの入出力は前記記憶部を介して行うことにより、前記各制御部は独立して制御を行うことができる請求項1乃至3のいずれかに記載の中継装置。

【請求項5】

前記各制御部は、

10

20

前記送信端末から受信したセグメントが受信端末に受信されたことを確認した場合、前記確認したセグメントを前記記憶部から消去し、

前記送信端末から受信したセグメントの再送を前記受信端末に対して行う場合、前記記憶部に記憶されたセグメントを再送する請求項 4 に記載の中継装置。

【請求項 6】

前記制御部 1 は、前記セグメントサイズを前記往復遅延時間の最小値で除算することにより前記帯域推測値の推測を行う請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の中継装置。

【請求項 7】

前記制御部 1 は、前記制御部 1 が通信を制御するネットワーク内の受信端末の数及び通信セッションの数の少なくとも 1 つの数が所定の値以上の場合、前記往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行う請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の中継装置。

10

【請求項 8】

複数のネットワーク間の通信を中継し、前記ネットワーク毎に通信を制御する制御ステップを有し、前記制御ステップにおいて前記ネットワーク間の通信のための処理を行う中継方法において、

前記制御ステップとして、セグメントサイズに応じた所定のサイズ及び往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行い、前記帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を用いて輻輳制御を行う制御ステップ 1 を少なくとも 1 つ有することを特徴とする中継方法。

【請求項 9】

20

送信端末から受信したセグメントを記憶部に記憶する記憶ステップを前記制御ステップ毎にさらに有し、

前記記憶ステップの実行後、前記送信端末から受信したセグメントが受信端末に受信されたことを前記制御ステップにおいて確認した場合、前記確認したセグメントを前記記憶部から消去し、

前記記憶ステップの実行後、前記送信端末から受信したセグメントの再送を前記受信端末に対して前記制御ステップにおいて行う場合、前記記憶部に記憶されたセグメントを再送する請求項 8 に記載の中継方法。

【請求項 10】

前記制御ステップ 1 では、前記セグメントサイズを前記往復遅延時間の最小値で除算することにより前記帯域推測値の推測を行う請求項 8 又は 9 に記載の中継方法。

30

【請求項 11】

前記制御ステップ 1 では、前記制御ステップ 1 で通信を制御するネットワーク内の受信端末の数又は通信セッションの数の少なくとも 1 つの数が所定の値以上の場合、前記往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行う請求項 8 乃至 10 のいずれかに記載の中継方法。

【請求項 12】

請求項 8 乃至 11 のいずれかに記載の中継方法を実行するための中継プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、複数のネットワーク間の通信を中継し、ネットワーク毎に通信を制御する技術に関し、特に帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を用いて輻輳制御を行う技術に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、インターネット等のネットワークでは、TCP (Transmission Control Protocol) が広く使用されている。TCP による通信では、ネットワークにおいて利用者のアクセスが特定の宛先に集中し、通常行えるはずの通信ができなくなる状況を回避するための輻輳制御が行われている。輻輳制御については、RFC (Request for Comments) 2

50

581で定義されたTCP Renoの他、様々な輻輳制御アルゴリズム（TCP Tahoe、TCP New Reno、TCP Vegas等）が提案されており、OS（Operating System）により、さらにはOSのバージョンにより異なる輻輳制御アルゴリズムが搭載されている。

【0003】

輻輳制御では、輻輳ウィンドウというパラメータを使用して制御を行っており、送信端末は、輻輳ウィンドウの大きさ（以下、単に「輻輳ウィンドウ」と呼ぶこともある）まで、受信端末からの確認応答のセグメント（以下、「確認応答セグメント」とする）の到着を待たずに、セグメントを送信することができる（以下、送信端末が送信するセグメントを「データセグメント」とする）。この輻輳ウィンドウは、ネットワークが輻輳状態ではないと判断されている間は増加されるが、ネットワークが輻輳状態であると判断されると、一気に減少される。減少する幅は輻輳制御アルゴリズムによって異なるが、いずれの場合も、セグメント損失時のこのような輻輳制御における輻輳ウィンドウの制御は、ネットワークのスループット（ネットワークや通信回線の単位時間あたりの実効転送量）に影響を与える。特に、データ転送に時間を要する長距離高速通信ネットワークや、セグメント損失が発生し易い無線ネットワークにおいては影響が大きい。

10

【0004】

無線ネットワークは、有線ネットワークに比べて、通信による輻輳に関係なく、電波干渉やビットエラー等の様々な原因でセグメント損失を起こし易く、輻輳状態と判断され易いネットワークである。よって、輻輳状態と判断される度に、輻輳制御が行われると、スループットの低下、セグメントの再送によるネットワーク帯域の圧迫、送信端末での再送処理の増加等、通信経路にあるネットワーク全体に影響を与えるので、輻輳制御の改善が進められている。

20

【0005】

TCP WestwoodやTCP Westwood+は、このような無線ネットワークをターゲットとして提案されたアルゴリズムである。無線ネットワークを想定しているが、実装されている技術には、長距離高速通信ネットワークにも応用できるものがある。ここで、TCP Westwood+による輻輳制御について説明する。

【0006】

TCP Westwood+を用いてセグメントを送信する場合、輻輳制御におけるスロースタート、輻輳回避及び輻輳検知の各段階での制御はTCP Reno等と同じ制御であるが、輻輳検知後の輻輳ウィンドウの極端な減少を回避するために、輻輳検知後のスロースタート閾値は確認応答セグメントを受信した際に算出した帯域推測値を用いて求められており、さらにそれに合わせて輻輳ウィンドウも変更している。具体的には、k番目の確認応答セグメントに対する帯域推測値SBWE_kを下記数1より算出し、さらに、k番目の確認応答セグメントに対する利用可能帯域BWE_kを下記数2より算出する。

30

【0007】

【数1】

$$SBWE_k = \frac{A_s \times SS}{RTT_k}$$

40

【0008】

【数2】

$$BWE_k = (1 - \alpha) \times \left(\frac{SBWE_k + SBWE_{k-1}}{2} \right) + \alpha \times BWE_{k-1}$$

ここで、A_sは確認応答セグメントに含まれる確認応答の数であり、データセグメントと確認応答セグメントが1対1で送受信される場合、A_sは1であるが、複数のデータセグメントに対して1つの確認応答セグメントが送受信される場合は、送受信されたデータセグメントの数がA_sとなる。SSはセグメントサイズである。よって、A_s × SSは、確

50

認応答セグメントの基となったデータセグメントの総データサイズとなる。 RTT_k は k 番目の確認応答セグメントに対する往復遅延時間である。往復遅延時間とは、送信端末がデータセグメントを送信した時点から、データセグメントが受信端末に届き、受信端末からの確認応答セグメントが送信端末に届くまでの時間である。は定数で、0.9 が推奨値とされている。そして、輻輳検知の条件のうち、早期再送の場合である同じ確認応答セグメントを3回受信した(以下、「三重複応答」とする)場合は、下記数3のようにスロースタート閾値 $ssthresh$ 及び輻輳ウィンドウ $CWND$ を変更し、再送タイムアウトした(以下、「再送タイムアウト」とする)場合は、下記数4のように変更する。

【0009】

【数3】

$$ssthresh = BWE_k \times RTTmin$$

$$CWND = ssthresh$$

【0010】

【数4】

$$ssthresh = \max(BWE_k \times RTTmin, SS \times 2)$$

$$CWND = SS$$

ここで、 $RTTmin$ は、 RTT_k が計測されるまでの全ての往復遅延時間の中での最小値である。

【0011】

上記のような制御を行う TCP Westwood+ の使用により無線ネットワークでの輻輳制御の改善を図ろうとした場合、送信端末と受信端末が無線ネットワークのみで通信するような通信経路全体を観測できる環境では改善が図れる。しかし、現在は無線ネットワークと有線ネットワークが混在する環境(以下、「混在ネットワーク環境」とする)が多く存在する。例えば、携帯電話やスマートフォンでのデータ通信では、携帯電話会社が構築している無線ネットワークとインターネットが混在した環境でデータ通信を行っており、ホテルやカフェ等で提供されている公衆無線 LAN (Local Area Network) でも、無線ネットワークとインターネットを介してデータ通信が行われている。このような混在ネットワーク環境では、TCP Westwood+ を始め、従来の TCP は送受信端末で実行され、通信経路を特定できないために、適切な制御を行えない可能性がある。この問題への対策の1つとして、RFC 2757 にて Split TCP が提案されている。Split TCP によれば、無線や有線等のネットワーク特性に応じてネットワーク区間を分割し、各区間のネットワーク特性に合わせて適切な TCP を適用することにより、輻輳制御の改善が期待できる。そして、Split TCP の実現方法として、ネットワーク区間を分割した地点に中継装置を設置する方法がある。

【0012】

中継装置の使用を前提に、中継装置と端末間の通信が無線ネットワークで行われる場合、中継装置で使用する TCP として TCP Westwood+ を採用すると、帯域推測値に基づいてスロースタート閾値を決定する方法において不都合が生じる可能性がある。例えば、公衆無線 LAN のように、短距離通信である無線ネットワークと長距離通信であるインターネットの有線ネットワークを中継装置で接続した場合、無線ネットワークでの通信における往復遅延時間は、有線ネットワークでの通信における往復遅延時間に比べて非常に小さい。しかし、例えば無線 LAN で採用されている CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) 方式で通信を行う場合、図1に示されるように、端末1Bが無線アクセスポイント2を経由してデータ(データセグメント)を送信する際、端末1Bが送信する前に端末1Aが送信を行っていたら、フレーム送信間隔における最短の待ち時間である SIFS (Short Interframe Space)、ビジー状態のチャネルから信号が検出されなくなり、アイドル状態に移行したと判断されるまでの

10

20

30

40

50

時間である D I F S (DCF (Distributed Coordination Function) Interframe Space) 及びフレームの衝突を回避するためにフレーム送信を待機するランダムな時間であるバックオフを経て、端末 1 B はデータ送信することになる。よって、端末 1 A や 1 B がデータを送受信する場合、上記の時間のために、無線ネットワークでは有線ネットワークよりも遅延ジッタが生じる可能性がある。例えば、図 2 に示されるように、無線アクセスポイント 2 に有線ネットワークで接続されているサーバ 3 が、無線アクセスポイント 2 を経由して端末 1 A にデータを送信する場合、図 2 (A) においてはデータ 1 とデータ 2 の間に、図 2 (B) においてはデータ 2 とデータ 3 の間に遅延ジッタが生じるようなことが起こり得る。また、多数の端末が同時期に多量のデータを送信する等により無線アクセスポイント上での待機データが急激に増えた場合、バッファオーバーフローにより待機データが破棄されると、三重復応答時での早期再送ではなく、再送タイムアウト時での再送処理を取るために、タイムアウトまで再送が待たされ、待機データが多いほど、破棄されたデータの再送処理が多く発生することになる。よって、往復遅延時間は通信データ量 (通信量) 以外の別の要因で変化し易く、輻輳検知時に往復遅延時間を用いて算出される帯域推測値、さらにはスロースタート閾値も別の要因で変化し易いことになる。また、通常、スロースタート段階では、輻輳ウインドウをスロースタート閾値まで急速に増加されることになり、送信レートも急速に増加するが、そのことが、無線ネットワークにおいてはセグメント損失の確率を高くすることになり、セグメント損失に伴う再送処理の発生する確率も高くなる。

【 0 0 1 3 】

このように、帯域推測値に基づいて求められるスロースタート閾値を用いた輻輳制御は、通信経路全体を観測できるならば、有効な手段ではあるが、中継装置を使用する混在ネットワーク環境において、特に無線ネットワークのように通信データ量に関係なく往復遅延時間が変化するネットワークに適用する場合は、改良が必要である。

【 0 0 1 4 】

中継装置により通信を改善する方法として、例えば特許第 5 0 5 9 9 7 6 号公報 (特許文献 1) にて開示されている方法がある。特許文献 1 の装置では、セッション毎に通信帯域を測定し、測定帯域と予め設定されている目標帯域を比較し、測定帯域が目標帯域を上回る場合は目標帯域でパケットが送信されるように帯域を抑制し、測定帯域が目標帯域を下回る場合はバッファリングしておいたパケットを代理再送することにより帯域を促進することによって、通信の安定化を図っている。帯域の抑制及び促進はパケットのヘッダの変更を伴わずに実行され、既存の T C P / I P 処理に依存しない処理となっている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 1 5 】

【 特許文献 1 】 特許第 5 0 5 9 9 7 6 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 6 】

しかしながら、特許文献 1 の装置での処理は、既存の T C P / I P 処理に依存しない処理としているために、通常の T C P 処理とは別処理が必要となり、送信すべきパケット (セグメント) が多量となった場合、その処理が遅延の原因となってしまうおそれがある。

【 0 0 1 7 】

本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、複数のネットワーク間の通信を中継し、ネットワーク毎に通信を制御し、その制御において帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を用いた輻輳制御を、処理量の増加を抑え、効率的に実行する中継装置、中継方法及び中継プログラムを提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 8 】

本発明は、複数のネットワーク間の通信を中継し、前記ネットワーク毎に通信を制御す

る制御部を備え、前記制御部を介して前記ネットワーク間の通信を行う中継装置に関し、本発明の上記目的は、前記制御部として、セグメントサイズに応じた所定のサイズ及び往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行い、前記帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を用いて輻輳制御を行う制御部1を少なくとも1つ備えることにより達成される。

【0019】

本発明の上記目的は、前記制御部1は、通信量以外の要因による前記往復遅延時間の変動が大きいネットワークでの通信を制御することにより、或いは前記制御部1は、無線ネットワークでの通信を制御することにより、或いは送信端末から受信したセグメントを記憶する記憶部を前記制御部毎にさらに備え、前記制御部間での前記セグメントの入出力は前記記憶部を介して行うことにより、前記各制御部は独立して制御を行うことができることにより、或いは前記各制御部は、前記送信端末から受信したセグメントが受信端末に受信されたことを確認した場合、前記確認したセグメントを前記記憶部から消去し、前記送信端末から受信したセグメントの再送を前記受信端末に対して行う場合、前記記憶部に記憶されたセグメントを再送することにより、或いは前記制御部1は、前記セグメントサイズを前記往復遅延時間の最小値で除算することにより前記帯域推測値の推測を行うことにより、或いは前記制御部1は、前記制御部1が通信を制御するネットワーク内の受信端末の数及び通信セッションの数の少なくとも1つの数が所定の値以上の場合、前記往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行うことにより、より効果的に達成される。

【0020】

また、本発明は、複数のネットワーク間の通信を中継し、前記ネットワーク毎に通信を制御する制御ステップを有し、前記制御ステップにおいて前記ネットワーク間の通信のための処理を行う中継方法に関し、本発明の上記目的は、前記制御ステップとして、セグメントサイズに応じた所定のサイズ及び往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行い、前記帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を用いて輻輳制御を行う制御ステップ1を少なくとも1つ有することにより達成される。

【0021】

本発明の上記目的は、送信端末から受信したセグメントを記憶部に記憶する記憶ステップを前記制御ステップ毎にさらに有し、前記記憶ステップの実行後、前記送信端末から受信したセグメントが受信端末に受信されたことを前記制御ステップにおいて確認した場合、前記確認したセグメントを前記記憶部から消去し、前記記憶ステップの実行後、前記送信端末から受信したセグメントの再送を前記受信端末に対して前記制御ステップにおいて行う場合、前記記憶部に記憶されたセグメントを再送することにより、或いは前記制御ステップ1では、前記セグメントサイズを前記往復遅延時間の最小値で除算することにより前記帯域推測値の推測を行うことにより、或いは前記制御ステップ1では、前記制御ステップ1で通信を制御するネットワーク内の受信端末の数又は通信セッションの数の少なくとも1つの数が所定の値以上の場合、前記往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行うことにより、より効果的に達成される。

【0022】

さらに、本発明の上記目的は、上記の中継方法を実行するための中継プログラムにより達成される。

【発明の効果】

【0023】

本発明の中継装置、中継方法及び中継プログラムによれば、複数のネットワーク間の通信を中継する中での輻輳制御において、往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行い、その帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を使用することにより、従来の輻輳制御の枠組みの中で、通信量の急な増加によるセグメント損失を抑え、輻輳検知による再送のための時間を短縮し、効率的な制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

10

20

30

40

50

- 【図1】無線LANでのデータ送金のタイミングを示すタイムチャートの概略図である。
 【図2】無線ネットワークと有線ネットワークが接続しているネットワーク環境におけるデータ送金のイメージを示す図である。
 【図3】本発明に係る中継装置を含んだ全体のネットワーク環境の構成例（第1実施形態）を示す図である。
 【図4】第1実施形態でのセグメントの流れを示すイメージ図である。
 【図5】第1実施形態の中継装置の構成例を示すブロック図である。
 【図6】制御部10の構成例を示すブロック図である。
 【図7】制御部30の構成例を示すブロック図である。
 【図8】制御部30の動作例の一部を示すフローチャートである。
 【図9】制御部30の動作例の一部を示すフローチャートである。
 【図10】輻輳制御による輻輳ウインドウの変化の例を示す図である。（A）は従来のTCP Westwood+の場合の図、（B）は第1実施形態の場合の図である。
 【図11】第2実施形態の中継装置の構成例を示すブロック図である。
 【図12】制御部50の構成例を示すブロック図である。
 【図13】制御部50の動作例の一部を示すフローチャートである。
 【発明を実施するための形態】

10

【0025】

本発明では、複数のネットワーク間の通信を中継する中継装置において、特定のネットワークに対して、TCP Westwood+でのスロースタート閾値 $ssthresh$ の算出方法を改良した方法で輻輳制御を行っている。具体的には、 k 番目の確認応答セグメントに対する帯域推測値 $SBWE_k$ の算出を、数1ではなく、下記数5を用いて行う。

20

【0026】

【数5】

$$SBWE_k = \frac{A_s \times SS}{RTT_{min}} \times \frac{1}{A_s} = \frac{SS}{RTT_{min}}$$

従来のTCP Westwood+では観測された往復遅延時間 RTT_k が使用されているが、その代わりに、 RTT_k が計測されるまでの全ての往復遅延時間の中での最小値である RTT_{min} を使用し、その RTT_{min} は1つのセグメントを送信するために必要な時間であると見做して、帯域推測値 $SBWE_k$ を算出する。帯域推測値 $SBWE_k$ 算出後は、従来のTCP Westwood+と同様の演算（数2～4）によりスロースタート閾値 $ssthresh$ を算出し、輻輳制御を行う。帯域推測値 $SBWE_k$ の算出に数5を用いることにより、帯域推測値 $SBWE_k$ の変動が抑えられ、且つ、帯域推測値 $SBWE_k$ を小さく見積もることができる。例えば、セグメントサイズ SS が1460バイトで、1番目、2番目及び3番目の確認応答セグメントに含まれる確認応答の数 A_s がそれぞれ5、11及び2で、往復遅延時間がそれぞれ26、30及び24秒の場合、従来のTCP Westwood+での帯域推測値 $SBWE_k$ ($k=1, 2, 3$) は下記数6となり、本発明での帯域推測値 $SBWE_k$ は下記数7となり（小数点以下は切り捨て）、本発明では、帯域推測値 $SBWE_k$ の変動が抑えられ、帯域推測値 $SBWE_k$ が小さくなること

30

40

【0027】

【数6】

$$SBWE_1 = (1460 \times 5) / 26 = 280$$

$$SBWE_2 = (1460 \times 11) / 30 = 535$$

$$SBWE_3 = (1460 \times 2) / 24 = 121$$

【0028】

【数7】

$$SBWE_1 = 1460 / 26 = 56$$

$$SBWE_2 = 1460 / 26 = 56$$

$$SBWE_3 = 1460 / 24 = 60$$

このような輻輳制御が実行されるネットワーク（以下、「適用ネットワーク」とする）として、例えば、無線ネットワークのように、往復遅延時間が通信量以外の別の要因で変化するネットワークを採用した場合、帯域推測値 $SBWE_k$ の変動が抑えられ、帯域推測値 $SBWE_k$ が小さくなることによって、輻輳検知時に再設定されるスロースタート閾値 $ssthresh$ を小さくすることができ、再設定された後、輻輳ウインドウ $CWND$ の増加率がスロースタートの段階より抑えられる輻輳回避の段階に早期に移行することができる。よって、急激な送信レートの増加を抑え、安定的な送信を行うことができ、セグメント損失を抑えることができる。

10

【0029】

適用ネットワーク以外のネットワーク（以下、「非適用ネットワーク」とする）に対しては、TCP CUBIC等の従来から使用されている標準のTCPによる輻輳制御を行う。

【0030】

なお、数5では、 RTT_{min} を1つのセグメントを送信するために必要な時間であると見做しているが、1以外の数（整数でなくても良い）のセグメントを送信するために必要な時間と見做して帯域推測値 $SBWE_k$ を算出しても良い。

20

【0031】

本発明の中継装置では、このような輻輳制御を行なうために、制御対象のネットワーク毎に制御部を備えているが、さらにネットワーク毎に記憶部を備えることも可能である。送信端末から中継装置に送信されたデータセグメントは記憶部に記憶され、中継装置は記憶部に記憶されたデータセグメントを受信端末に送信する。そして、再送処理が必要な場合は、記憶部に記憶されているデータセグメントを使用して、受信端末に再送する。この記憶部を使用した処理は、適用ネットワークか非適用ネットワークかに関係なく実行されるので、各制御部は他の制御部でのセグメント送受信とは独立して処理を実行することができる。また、送信端末と受信端末間ではなく、中継装置と受信端末間で再送処理を実行するので、再送処理にかかる時間を短縮でき、送信端末と中継装置の間での再送のための通信量の増加を抑えることができる。なお、ネットワーク毎に記憶部を備えるのではなく、1つの記憶部のみを備え、ネットワーク毎にその記憶部内の記憶領域を分割して使用するようにしても良い。

30

【0032】

以下に、本発明の実施の形態を、図面を参照して説明する。

【0033】

図3は、本発明に係る中継装置を含んだ全体のネットワーク環境の構成例（第1実施形態）を示す。本構成例では、無線ネットワークを適用ネットワークとし、インターネット上の有線ネットワークを非適用ネットワークとしている。無線ネットワークでは、パソコンやタブレット等の受信端末4と無線アクセスポイント2との間でセグメントの送受信を行い、無線アクセスポイント2に中継装置5が直結されている。インターネット上の有線ネットワークでは、インターネット6を介してサーバ7が中継装置5に接続されている。なお、通常、中継装置5とサーバ7との間にルータ等を介するが、本構成例では省略している。

40

【0034】

第1実施形態では、図4に示されるように、非適用ネットワークに接続されているサーバ7からデータセグメント（図4では「セグメント」と表記）が中継装置5に送信され、中継装置5は、データセグメントを受信したら、確認応答セグメント（図4では「応答」

50

と表記)をサーバ7に送信すると共に、データセグメントを記憶部40に記憶する。そして、適用ネットワークに接続されている受信端末4Aに、記憶部40に記憶されたデータセグメントを送信する。受信端末4Aは、データセグメントを受信したら、確認応答セグメントを中継装置5に送信する。記憶部40には、通信セッション毎にデータセグメントを記憶する領域(以下、「セッション別記憶バッファ」とする)が設けられており、サーバ7よりデータセグメントを受信したら、該当するセッション別記憶バッファに記憶する。

【0035】

サーバ7から受信端末4Aへのセグメント送受信における再送処理も、中継装置5を介して行われる。即ち、セグメント損失等によりサーバ7から中継装置5に送信されるデータセグメントの一部が中継装置5に正しく届かなかった場合、中継装置5は、従来のTCPと同様の方法により、確認応答セグメントの有無や確認応答セグメント中のシーケンス番号を使用して、データセグメントの再送をサーバ7に要求する。中継装置5から受信端末4Aに送信されるデータセグメントの一部が受信端末4Aに正しく届かなかった場合は、中継装置5は、受信端末4Aから送信される確認応答セグメントの有無や確認応答セグメント中のシーケンス番号よりそのことを判定し、記憶部40に記憶されているデータセグメントを用いて、データセグメントの再送を行う。

【0036】

第1実施形態の中継装置5の構成例を図5に示す。中継装置5は、制御部10、セグメント管理部20、制御部30及び記憶部40を備える。なお、図5には、図3における非適用ネットワークから適用ネットワークにデータセグメントを送信する場合の輻輳制御の説明に必要な構成要素のみを示している。このことは、後述の制御部10及び制御部30の構成例を示す図6及び図7においても同様である。

【0037】

制御部10は、サーバ7から送信されるデータセグメントDsegを入力し、サーバ7に送信する確認応答セグメントAckSを出力すると共に、データセグメントDsegをセグメント管理部20に出力する。制御部10は、従来のTCP、例えばTCP CUBICにより輻輳制御を行う。なお、TCPはプロトコル構造でのトランスポート層に位置し、通常、サーバ7から送信されるデータはトランスポート層より下位の層を経て、トランスポート層に入力されるが、制御部10が入力するデータセグメントDsegは下位の層を経て、制御部10が出力する確認応答セグメントAckSは、下位の層を経て、サーバ7に送信されるものとする。

【0038】

制御部10の構成例を図6に示す。制御部10はセグメント受信部110、確認応答生成部120及びセグメント送信部130を備える。セグメント受信部110は、データセグメントDsegを入力し、TCPで通常実行されているエラー確認等のデータ入力処理を行った後、データセグメントDsegを確認応答生成部120に出力すると共に、セグメント管理部20に出力する。確認応答生成部120は、データセグメントDsegの情報から、従来のTCPと同様の手順により確認応答セグメントAckSを生成し、セグメント送信部130に出力する。セグメント送信部130は、確認応答セグメントAckSを下位の層へ出力するための処理を行った後、出力する。

【0039】

セグメント管理部20は、制御部10から出力されるデータセグメントDsegを入力し、記憶部40に格納する。上述のように、記憶部40には、通信セッション毎にセッション別記憶バッファが設けられているので、データセグメントDseg中の宛先ポート番号を基に通信セッションを特定し、対応するセッション別記憶部バッファにデータセグメントDsegを格納する。

【0040】

記憶部40に記憶されているデータセグメントDsegは、後述の制御部30からのセグメント要求Rsに従って、セグメント管理部20を経由して制御部30に入力される。

10

20

30

40

50

セグメント管理部 20 は、セグメント要求 R s を基に、要求されている通信セッションとシーケンス番号に対応するデータセグメント D s e g を記憶部 40 から読み込み、制御部 30 に出力する。ただ、セッション別記憶バッファに最初に格納されるデータセグメント D s e g に関しては、記憶部 40 に格納された時点で、制御部 30 に出力する。

【0041】

セグメント管理部 20 は、後述の制御部 30 からの消去指令 C d に従った処理も行う。消去指令 C d を基に、消去すべき通信セッションとシーケンス番号を確認し、対応するデータセグメント D s e g を記憶部 40 から消去する。

【0042】

制御部 30 は、セグメント管理部 20 から出力されるデータセグメント D s e g を入力し、受信端末 4 A に送信する。また、受信端末 4 A から送信される確認応答セグメント A c k R を入力し、確認応答セグメント A c k R の情報を基に、セグメント要求 R s 及び消去指令 C d を生成し、セグメント管理部 20 に出力する。制御部 30 では、数 5 に基づいた輻輳制御が行われる。なお、制御部 10 と同様に、制御部 30 に入力される確認応答セグメント A c k R は下位の層を經過しているものとし、出力されるデータセグメント D s e g は下位の層を經過して送信されるものとする。

10

【0043】

制御部 30 の構成例を図 7 に示す。制御部 30 はセグメント受信部 310、輻輳制御部 320 及びセグメント送信部 330 を備える。

【0044】

20

セグメント受信部 310 は、確認応答セグメント A c k R を入力し、確認応答セグメント A c k R に対して、セグメント受信部 110 と同様に、TCP で通常実行されているエラー確認等のデータ入力処理を行った後、輻輳制御部 320 に出力する。

【0045】

輻輳制御部 320 は、数 5 に基づいた輻輳制御を行う。輻輳制御はスロースタート、輻輳回避及び輻輳検知の段階があり、さらに、輻輳検知には三重複応答による輻輳検知と再送タイムアウトによる輻輳検知がある。三重複応答による輻輳検知では、シーケンス番号が同じ確認応答セグメント A c k R を 3 回連続で受信端末 4 A から受信した場合、輻輳検知と判定する。再送タイムアウトによる輻輳検知では、データセグメント D s e g を受信端末 4 A に送信後、所定の時間が経ってもそのデータセグメント D s e g に対する確認応答セグメント A c k R を受信しない場合、輻輳検知と判定する。これらの輻輳検知のタイミング以外がスロースタート又は輻輳回避の段階であり、スロースタートと輻輳回避の区別は、輻輳ウィンドウ C W N D とスロースタート閾値 s s t h r e s h との比較により行われる。即ち、輻輳ウィンドウ C W N D がスロースタート閾値 s s t h r e s h より小さい場合はスロースタートの段階であり、そうでない場合は輻輳回避の段階である。

30

【0046】

スロースタートにおいては、下記数 8 に従って輻輳ウィンドウ C W N D を更新し、輻輳回避においては、下記数 9 に従って輻輳ウィンドウ C W N D を更新する。

【0047】

【数 8】

40

$$CWND = CWND + SS$$

【0048】

【数 9】

$$CWND = CWND + \frac{SS^2}{CWND}$$

更新後、受信端末 4 A に送信すべきデータセグメント D s e g の通信セッションとシーケンス番号を確認応答セグメント A c k R から特定し、セグメント要求 R s としてセグメント管理部 20 に出力する。なお、複数のデータセグメント D s e g の要求に対して、1 つ

50

のセグメント要求 R_s を出力するようにしても良い。

【0049】

三重複応答による輻輳検知の場合は、前記数3に従って、スロースタート閾値 $ssthresh$ 及び輻輳ウィンドウ $CWND$ を変更し、再送タイムアウトによる輻輳検知の場合は、前記数4に従って、スロースタート閾値 $ssthresh$ 及び輻輳ウィンドウ $CWND$ を変更する。この際に使用する帯域推測値 $SBWE_k$ 及び利用可能帯域 BWE_k は、確認応答セグメント $ACKR$ を入力する度に、前記数5及び数2に従って、最新の値にしておく。帯域推測値 $SBWE_k$ の算出に使用する往復遅延時間の最小値 $RTTmin$ は、制御部30がデータセグメント $Dseg$ を送信してから、それに対する確認応答セグメント $ACKR$ を受信するまでの時間を往復遅延時間として算出し、算出された往復遅延時間をその時点での最小値と比較することにより、更新していく。利用可能帯域 BWE_k の算出に使用する定数は、TCP Westwood+の推奨値である0.9とする。スロースタート閾値 $ssthresh$ 及び輻輳ウィンドウ $CWND$ の変更後は、受信端末4Aに再送すべきデータセグメント $Dseg$ の通信セッション及びシーケンス番号をセグメント要求 R_s としてセグメント管理部20に出力する。

10

【0050】

データセグメント $Dseg$ が正常に受信端末4Aに送信された場合、記憶部40に記憶されている当該のデータセグメント $Dseg$ は不要となるから、輻輳制御部320からセグメント管理部20に消去指令 Cd を出力し、当該のデータセグメント $Dseg$ を記憶部40から消去するようにする。データセグメント $Dseg$ が正常に送信されたかは、スロースタート及び輻輳回避の段階において、確認応答セグメント $ACKR$ 中のシーケンス番号を用いて、従来のTCPの場合と同様に、入力した確認応答セグメント $ACKR$ が次のデータセグメントの送信を要求する確認応答セグメントであるかで判定する。消去すべきデータセグメント $Dseg$ の通信セッション及びシーケンス番号を消去指令 Cd として出力し、セグメント管理部20は、消去指令 Cd より消去すべきデータセグメント $Dseg$ を特定し、記憶部40から消去する。なお、複数のデータセグメント $Dseg$ の消去に対して、1つの消去指令 Cd を出力するようにしても良い。

20

【0051】

セグメント要求 R_s によりセグメント管理部20から出力されるデータセグメント $Dseg$ を輻輳制御部320が入力したら、セグメント送信部330に出力する。ただ、セッション別記憶バッファに最初に格納されるデータセグメント $Dseg$ に関しては、確認応答セグメント $ACKR$ に基づいたセグメント要求 R_s を生成することができないので、データセグメント $Dseg$ が記憶部40に格納された時点でセグメント管理部20から輻輳制御部320にデータセグメント $Dseg$ が入力され、それをセグメント送信部330に出力する。

30

【0052】

セグメント送信部330は、データセグメント $Dseg$ に対して、セグメント送信部130と同様に、下位の層へ出力するための処理を行った後、出力する。

【0053】

なお、受信端末4Aへのデータセグメント送信に当たっては、受信端末4Aが備えるバッファに基づいて設定されるウィンドウサイズによるフロー制御も実行されるが、本実施形態では、輻輳ウィンドウに比べてウィンドウサイズは常に大きく、データセグメント送信は輻輳制御にのみ依存して実行されるものとする。

40

【0054】

以上の構成において、確認応答セグメント $ACKR$ を入力してからの制御部30の動作例を、図8及び図9のフローチャートを参照して説明する。

【0055】

制御部30が確認応答セグメント $ACKR$ を入力したら(ステップS10)、確認応答セグメント $ACKR$ はセグメント受信部310に入力される。セグメント受信部310は、確認応答セグメント $ACKR$ に対してデータ入力処理を行い(ステップS20)、輻輳

50

制御部 320 に出力する。

【0056】

輻輳制御部 320 は、確認応答セグメント $AckR$ の情報を基に往復遅延時間を算出し、算出された往復遅延時間が往復遅延時間の最小値 RTT_{min} より小さい場合は、算出された往復遅延時間を RTT_{min} とし、そうでなければ、 RTT_{min} はそのままとする（ステップ S30）。そして、往復遅延時間の最小値 RTT_{min} を用いて、数 5 及び数 2 より帯域推測値 $SBWE_k$ 及び利用可能帯域 BWE_k を算出する（ステップ S40）。

【0057】

次に、輻輳制御部 320 は、確認応答セグメント $AckR$ 中のシーケンス番号を確認し、3 回連続同じシーケンス番号である三重複応答であるか確認し（ステップ S50）、確認結果が三重複応答ではない場合、輻輳ウインドウ $CWND$ とスロースタート閾値 $ssthresh$ とを比較する（ステップ S60）。輻輳ウインドウ $CWND$ がスロースタート閾値 $ssthresh$ より小さい場合、スロースタートの段階と判定し、数 8 により輻輳ウインドウ $CWND$ を更新し（ステップ S70）、輻輳ウインドウ $CWND$ がスロースタート閾値 $ssthresh$ 以上の場合は、輻輳回避の段階と判定し、数 9 により輻輳ウインドウ $CWND$ を更新する（ステップ S80）。そして、確認応答セグメント $AckR$ が次のデータセグメントの送信を要求する確認応答セグメントであるか確認し（ステップ S90）、次のデータセグメント送信要求の場合、送信すべきデータセグメント $Dseg$ の通信セッションとシーケンス番号を確認応答セグメント $AckR$ から特定し、セグメント要求 Rs としてセグメント管理部 20 に出力する（ステップ S100）。さらに、確認応答セグメント $AckR$ が次のデータセグメント送信要求であることによって正常に送信されたことが確認されたデータセグメント $Dseg$ を記憶部 40 から消去するために、当該データセグメント $Dseg$ の通信セッション及びシーケンス番号を消去指令 Cd としてセグメント管理部 20 に出力する（ステップ S110）。確認応答セグメント $AckR$ が次のデータセグメント送信要求ではない場合、リターンとなる。なお、ステップ S100 とステップ S110 の順番は逆でも良い。

【0058】

ステップ S50 において、確認結果が三重複応答の場合は、輻輳検知と判定し、ステップ S40 で算出した帯域推測値 $SBWE_k$ 及び利用可能帯域 BWE_k を用いて、数 3 よりスロースタート閾値 $ssthresh$ 及び輻輳ウインドウ $CWND$ を変更する（ステップ S120）。そして、確認応答セグメント $AckR$ の情報より、再送すべきデータセグメント $Dseg$ を特定し、当該データセグメント $Dseg$ の通信セッション及びシーケンス番号をセグメント要求 Rs としてセグメント管理部 20 に出力する（ステップ S130）。

【0059】

セグメント要求 Rs に応じて、セグメント管理部 20 からデータセグメント $Dseg$ が出力され、輻輳制御部 320 がデータセグメント $Dseg$ を入力したら（ステップ S140）、そのデータセグメント $Dseg$ をセグメント送信部 330 に出力する。

【0060】

セグメント送信部 330 は、入力したデータセグメント $Dseg$ に対して、下位の層へ出力するための処理を行い、出力する（ステップ S150）。出力の際、出力したデータセグメント $Dseg$ に対する再送タイマをスタートさせる（ステップ S160）。

【0061】

以上の動作が、確認応答セグメント $AckR$ が入力される度に実行される。

【0062】

再送タイムアウトによる輻輳検知での再送処理は、再送タイマからの割込みにより実行される。即ち、再送タイマが、設定された時間を越えてタイムアウトとなったら、割込みが発生し、再送タイムアウトによる輻輳検知として、ステップ S40 で算出した帯域推測値 $SBWE_k$ 及び利用可能帯域 BWE_k を用いて、数 4 よりスロースタート閾値 $ssth$

10

20

30

40

50

resh及び輻輳ウインドウCWNDを変更する(ステップS200)。その後、三重複
 応答による輻輳検知の場合と同様に、確認応答セグメントAckRの情報より、再送す
 べきデータセグメントDsegを特定し、当該データセグメントDsegの通信セッション
 及びシーケンス番号をセグメント要求Rsとしてセグメント管理部20に出力する(ス
 テップS210)。そして、ステップS140~S160と同じ動作により、データセグメ
 ントDsegを出力し、再送タイマをスタートさせる(ステップS220~S240)。

【0063】

なお、再送タイムアウトによる輻輳検知での再送処理は、割込みによる処理ではなく、
 再送タイマの適宜チェックによる処理等で実行しても良い。また、本再送処理でのステッ
 プS220~S240を本再送処理では実行せず、ステップS140~S160の実行で
 兼用しても良い。

【0064】

上記の説明は、非適用ネットワークから適用ネットワークにデータセグメントを送信す
 る場合の構成及び動作についての説明だが、逆方向、即ち、適用ネットワークから非適用
 ネットワークへのデータセグメントの送信も本実施形態で可能である。この場合も中継装
 置5を介してデータセグメントが送信されるが、受信端末4Aから中継装置5へのデー
 タセグメント送信及び中継装置5からサーバ7へのデータセグメント送信では、共に従来
 のTCPによる輻輳制御が行われ、制御部30が制御部10と同様な動作を行う。この場合
 、セグメント受信部110、確認応答生成部120及びセグメント送信部130と同等な
 構成要素を制御部30にそれぞれ備えさせても良いし、セグメント受信部310、輻輳制
 御部320及びセグメント送信部330が、それぞれセグメント受信部110、確認応答
 生成部120及びセグメント送信部130の機能を兼ねるようにしても良い。制御部10
 は、制御部30と同様な動作を行うが、輻輳制御は従来TCPにより行われる。この場
 合も、セグメント受信部310、輻輳制御部320(但し、従来TCPによる輻輳制御
 を実行)及びセグメント送信部330と同等な構成要素を制御部10にそれぞれ備えさせ
 ても良いし、セグメント受信部110、確認応答生成部120及びセグメント送信部13
 0が、それぞれセグメント受信部310、輻輳制御部320及びセグメント送信部330
 の機能を兼ねるようにしても良い。なお、記憶部については、記憶部40とは別の記憶部
 を備えるか、記憶部40に別の領域を設けるかして、記憶するデータセグメントを区別す
 るようにする。

【0065】

ここで、第1実施形態の効果、従来のTCP Westwood+による輻輳制御と
 比較することにより説明する。

【0066】

図10は、従来のTCP Westwood+による輻輳制御での輻輳ウインドウCWND
 の変化と、第1実施形態による輻輳制御での輻輳ウインドウCWNDの変化を示す図
 である。図10(A)が従来のTCP Westwood+の場合で、図10(B)が第
 1実施形態の場合で、縦軸が輻輳ウインドウCWND、横軸が時間である。実線が輻輳ウ
 インドウCWNDの変化を、太い点線がスロースタート閾値ssthreshの変化を表
 わしており、 $BWE_k \times RTT_{min}$ の値を破線で示している。図10において、三重複
 応答により輻輳制御が実行された時点(時点 t_1)から、再送タイムアウトとなる輻輳ウ
 インドウCWNDの値が同じであるとして、図10(A)及び(B)においてそれぞれ時
 点 t_2 及び t_3 で再送タイムアウトとなったとする。図10からわかるように、図10(B)
 の第1実施形態の場合、 $BWE_k \times RTT_{min}$ の値が小さく変動も少ない安定的な
 通信ができており、再送タイムアウトとなるまでの時間が相対的に長くなり、輻輳制御
 が実行された時点 t_1 から再送タイムアウトの時点までの送信量(グレーとなっている三角
 形の領域)も相対的に多くなっており、輻輳検知の回数を減らすことが可能となっている
 。また、再送タイムアウトとなった後、輻輳回避の段階(輻輳ウインドウCWNDがスロ
 ースタート閾値ssthresh以上になる段階)までの移行時間が、図10(B)の方
 が短いことがわかる。これにより、急激な送信レートの増加を抑え、セグメント損失を抑

えることができる。

【 0 0 6 7 】

本発明の他の実施形態について説明する。

【 0 0 6 8 】

第 1 実施形態のように無線アクセスポイントを経由した通信では、図 2 に示されるように、通信データ量に関係なくランダムな遅延ジッタが生じるため、数 5 のように往復遅延時間の最小値 RTT_{min} を 1 つのセグメントを送信するための時間と見做す方法は、受信端末が多い場合はランダムな遅延ジッタの影響を抑制できるので、有効である。しかし、受信端末が 1 台等、極端に少ない場合は、従来の TCP Westwood+での輻輳制御が有効に働く。そこで、中継装置での中継処理を開始する時点において受信端末の数又は通信セッションの数を検知し、検知された受信端末数（以下、「検知端末数」とする）又は通信セッション数（以下、「検知セッション数」とする）が所定の値（閾値）以上の場合のみ数 5 を用いた輻輳制御を行うようにする。つまり、検知端末数が受信端末用の閾値（以下、「端末閾値」とする）以上又は検知セッション数が通信セッション用の閾値（以下、「セッション閾値」とする）以上の場合、数 5 を用いて帯域推測値 $SBWE_k$ を算出し、それ以外の場合（検知端末数が端末閾値より小さく、且つ検知セッション数がセッション閾値より小さい場合）、従来の TCP Westwood+で使用している数 1 を用いて帯域推測値 $SBWE_k$ を算出する。

10

【 0 0 6 9 】

本実施形態（第 2 実施形態）の中継装置の構成例を図 1 1 に示す。図 5 に示される第 1 実施形態の構成例と比べると、制御部 3 0 が制御部 5 0 となっている。他の構成要素は第 1 実施形態の構成例と同じであるから、説明は省略する。

20

【 0 0 7 0 】

制御部 5 0 の構成例を図 1 2 に示す。図 7 に示される第 1 実施形態での制御部 3 0 の構成例と比べると、閾値設定部 5 4 0 及び対象検知部 5 5 0 が追加され、輻輳制御部 3 2 0 が輻輳制御部 5 2 0 となっている。他の構成要素は第 1 実施形態での制御部 3 0 の構成例と同じであるから、説明は省略する。

【 0 0 7 1 】

閾値設定部 5 4 0 は、使用する無線アクセスポイントや使用目的、設置環境等に基づいて設定される端末閾値 Th_t 及びセッション閾値 Th_s を輻輳制御部 5 2 0 に出力する。

30

【 0 0 7 2 】

対象検知部 5 5 0 は、制御部 5 0 が中継処理を開始した時点において、適用ネットワーク（本実施形態では無線ネットワーク）内の受信端末数及び通信セッション数を検知し、検知端末数 N_t 及び検知セッション数 N_s として輻輳制御部 5 2 0 に出力する。

【 0 0 7 3 】

輻輳制御部 5 2 0 は、基本的な機能は輻輳制御部 3 2 0 と同じであるが、帯域推測値 $SBWE_k$ の算出式を、検知端末数 N_t と端末閾値 Th_t との比較及び検知セッション数 N_s とセッション閾値 Th_s との比較に基づいて変える。具体的には、検知端末数 N_t が端末閾値 Th_t 以上の場合、又は検知セッション数 N_s がセッション閾値 Th_s 以上の場合、数 5 を用いて帯域推測値 $SBWE_k$ を算出し、それ以外の場合、数 1 を用いて帯域推測値 $SBWE_k$ を算出する。

40

【 0 0 7 4 】

第 2 実施形態での確認応答セグメント ACK R を受信してからの制御部 5 0 の動作は、図 8 及び図 9 に示されている第 1 実施形態での動作例でのステップ S 4 0 の「帯域推測値、利用可能帯域算出」の動作が異なるのみで、他の動作は第 1 実施形態での動作例と同じである。その異なる箇所の動作例を、図 1 3 のフローチャートを参照して説明する。なお、端末閾値 Th_t 及びセッション閾値 Th_s は閾値設定部 5 4 0 にて既に設定されており、検知端末数 N_t 及び検知セッション数 N_s は対象検知部 5 5 0 にて既に検知されているものとする。

50

【0075】

輻輳制御部520は、往復遅延時間の最小値 RTT_{min} 算出(図8のステップS30)後、確認応答セグメントAckRに含まれる確認応答の数 A_s を確認する(ステップS410)。次に、閾値設定部540より端末閾値 Th_t 及びセッション閾値 Th_s を入力し(ステップS420)、対象検知部550より検知端末数 N_t 及び検知セッション数 N_s を入力する(ステップS430)。そして、検知端末数 N_t と端末閾値 Th_t との比較及び検知セッション数 N_s とセッション閾値 Th_s との比較を行い(ステップS440)、検知端末数 N_t が端末閾値 Th_t 以上又は検知セッション数 N_s がセッション閾値 Th_s 以上の場合、数5より帯域推測値 $SBWE_k$ を算出し(ステップS450)、それ以外の場合、ステップS30において算出した往復遅延時間 RTT_k 及びステップS410で確認した確認応答の数 A_s を用いて、数1より帯域推測値 $SBWE_k$ を算出する(ステップS460)。帯域推測値 $SBWE_k$ 算出後、数2より利用可能帯域 BWE_k を算出する(ステップS470)。

10

【0076】

なお、帯域推測値 $SBWE_k$ の算出式を切り替える条件を、検知端末数 N_t が端末閾値 Th_t 以上且つ検知セッション数 N_s がセッション閾値 Th_s 以上の場合としても良い。また、検知端末数 N_t 及び端末閾値 Th_t のみを使用しての切り替え、又は検知セッション数 N_s 及びセッション閾値 Th_s のみを使用しての切り替えとしても良い。

【0077】

上述の実施形態(第1実施形態、第2実施形態)でのネットワーク環境において高遅延での通信が発生する可能性がある場合、TCPの基本性能を向上するために、上述の実施形態に対して、RFC3390で定義されている「大容量初期ウインドウ」、RFC1323で定義されている「ウインドウ・スケーリング・オプション」、RFC2018で定義されている「SACK(Selective Acknowledgement)」等を適用しても良い。これにより、中継装置の性能向上及び本実施形態との相乗効果が図れる。また、上述の実施形態では、適用ネットワーク及び非適用ネットワークはそれぞれ1つを想定しているが、それぞれ複数存在しても良い。その場合、制御部はネットワーク毎に用意される。

20

【0078】

上述の実施形態での記憶部を除いた各構成要素の処理をプログラムで実現し、コンピュータと記憶装置の構成で上述の実施形態を実現することも可能である。

30

【0079】

なお、本発明は上記形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

【符号の説明】

【0080】

- 1A、1B 端末
- 2 無線アクセスポイント
- 3、7 サーバ
- 4、4A 受信端末
- 5 中継装置
- 10、30、50 制御部
- 20 セグメント管理部
- 40 記憶部
- 110、310 セグメント受信部
- 120 確認応答生成部
- 130、330 セグメント送信部
- 320、520 輻輳制御部
- 540 閾値設定部
- 550 対象検知部

40

50

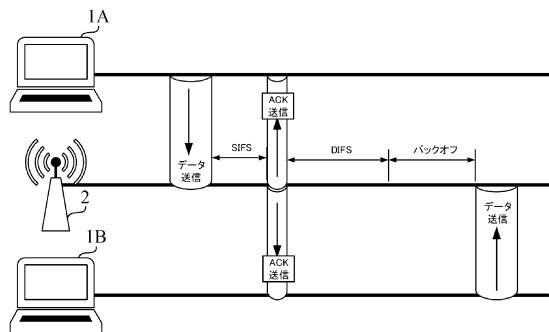
【要約】

【課題】複数のネットワーク間の通信を中継し、ネットワーク毎に通信を制御し、その制御において帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を用いた輻輳制御を、処理量の増加を抑え、効率的に実行する中継装置、中継方法及び中継プログラムを提供する。

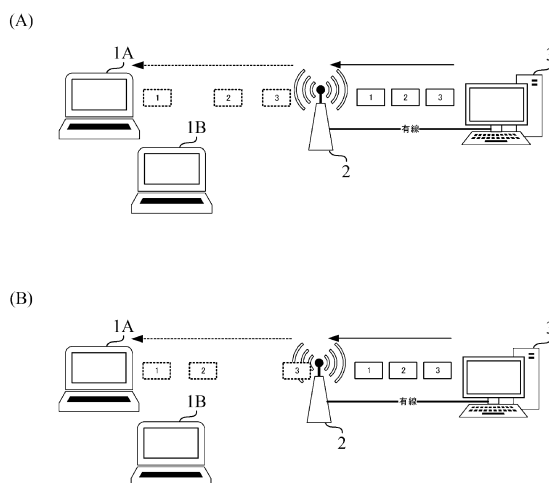
【解決手段】複数のネットワーク間の通信を中継し、ネットワーク毎に通信を制御する制御部を備え、制御部を介してネットワーク間の通信を行う中継装置において、往復遅延時間の最小値を用いた帯域推測値の推測を行い、帯域推測値に基づいて算出されるスロースタート閾値を用いて輻輳制御を行う制御部1を少なくとも1つ備える。

【選択図】図5

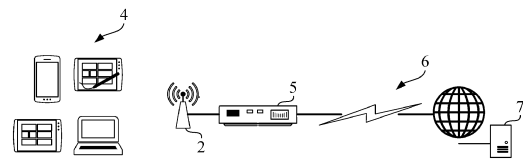
【図1】



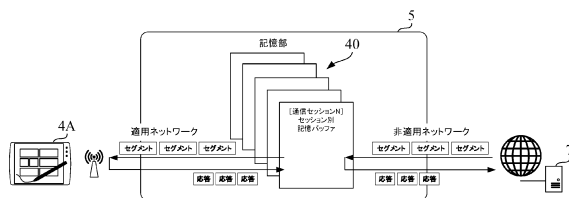
【図2】



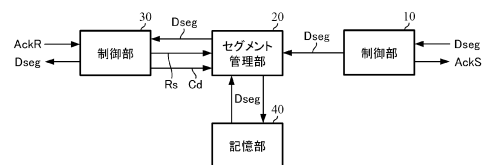
【図3】



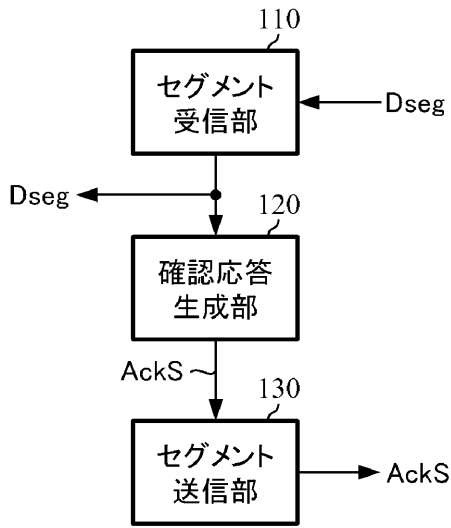
【図4】



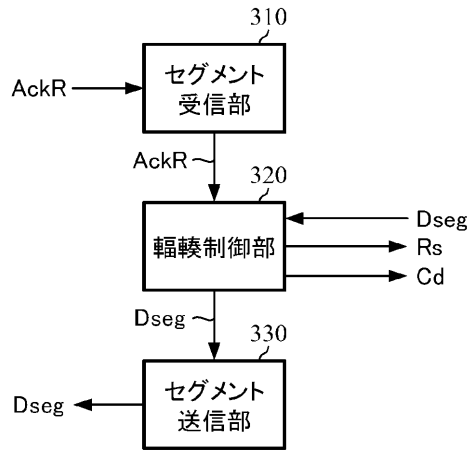
【図5】



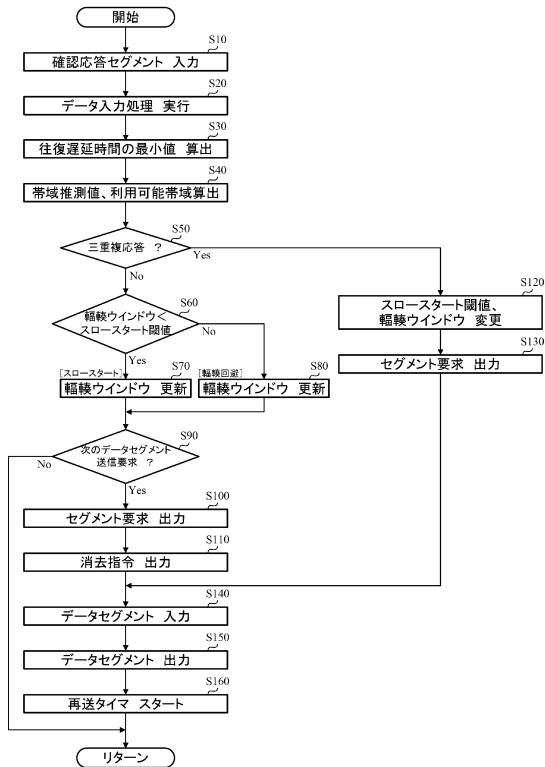
【図6】



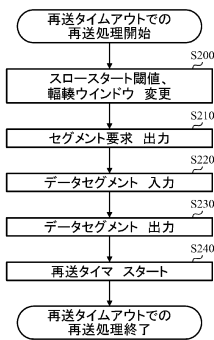
【図7】



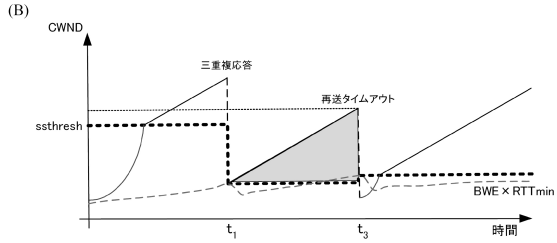
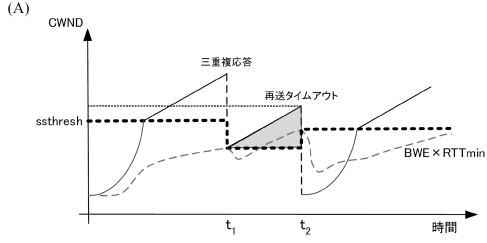
【図8】



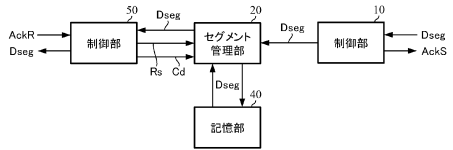
【図9】



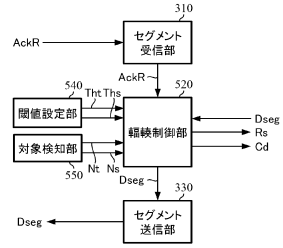
【図10】



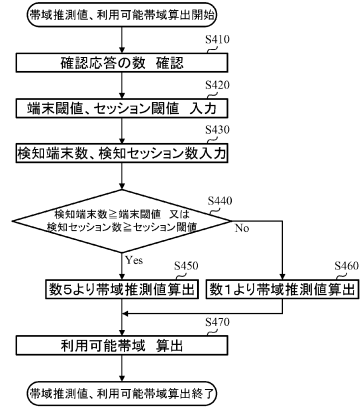
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 森谷 和浩

東京都品川区東品川2-2-24 天王洲セントラルタワー3階 チエル株式会社内

(72)発明者 琴 正在

大韓民国 京畿道 城南市 盆唐區 板橋路 331、204号 株式会社ノアシステムズ内

審査官 衣嶋 文彦

(56)参考文献 特開2005-033367(JP,A)

特開2008-182410(JP,A)

特開2012-124647(JP,A)

米国特許出願公開第2003/0149785(US,A1)

特開2001-333110(JP,A)

特開2007-013823(JP,A)

石田 裕貴 他, 可用帯域推定を用いたTCP輻輳回避アルゴリズム, 電子情報通信学会技術研究報告, 2016年 2月25日, 第115巻, 第484号, p.19~24

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/807