

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5080654号  
(P5080654)

(45) 発行日 平成24年11月21日(2012.11.21)

(24) 登録日 平成24年9月7日(2012.9.7)

(51) Int.Cl. F I  
 HO 4 L 29/08 (2006.01) HO 4 L 13/00 3 O 7 Z  
 HO 4 L 12/56 (2006.01) HO 4 L 12/56 2 O O Z

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2010-541231 (P2010-541231)	(73) 特許権者	392026693 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ 東京都千代田区永田町二丁目11番1号
(86) (22) 出願日	平成21年12月2日(2009.12.2)	(73) 特許権者	503220750 ドコモ・テクノロジー株式会社 東京都港区赤坂二丁目4番5号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2009/006535	(74) 代理人	100066980 弁理士 森 哲也
(87) 国際公開番号	W02010/064421	(74) 代理人	100109380 弁理士 小西 恵
(87) 国際公開日	平成22年6月10日(2010.6.10)	(74) 代理人	100103850 弁理士 田中 秀▲てつ▼
審査請求日	平成23年2月24日(2011.2.24)	(74) 代理人	100112863 弁理士 阪間 和之
(31) 優先権主張番号	特願2008-310960 (P2008-310960)		
(32) 優先日	平成20年12月5日(2008.12.5)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信装置、通信方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

データセグメントの送信およびその確認応答の受信を順次行い、  
 データセグメントの再送時の再送タイムアウト時間を増加させるバックオフアルゴリズムの適用を抑制でき、かつ、再送タイムアウト時間を制御してデータセグメントの再送を行う通信装置であって、

前記バックオフアルゴリズムの適用が抑制されている場合に、データセグメント再送直後に受信した確認応答に基づいてスプリアタイムアウトを判定するスプリアタイムアウト判定手段と、

前記スプリアタイムアウト判定手段によってスプリアタイムアウトが発生したと判定された場合に、前記再送タイムアウト時間を増加させる再送タイムアウト時間増加手段と、

を備え、

前記確認応答にはシーケンス番号がそれぞれ付与されており、

前記スプリアタイムアウト判定手段は、前記データセグメントの再送直後に受信した第1の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものよりも進んでいる場合であって、かつ、前記第1の確認応答の直後に受信した第2の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものよりも進んでいる場合には、スプリアタイムアウトが発生したと判定することを特徴とする通信装置。

【請求項2】

前記再送タイムアウト時間増加手段は、前記バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、前記データセグメントの再送直後に受信した第1の確認応答に応じて送信される少なくとも1つの新規のデータセグメントを送信する際の前記再送タイムアウト時間を増加させることを特徴とする請求項1に記載の通信装置。

【請求項3】

前記再送タイムアウト時間増加手段は、前記再送タイムアウト時間を2倍とすることを特徴とする請求項1又は2に記載の通信装置。

【請求項4】

前記スプリアタイムアウト判定手段は、F - R T O (Forward RT0-Recovery) アルゴリズムにより前記判定を行うことを特徴とする請求項1から3のいずれかーに記載の通信装置。

10

【請求項5】

n回目 (nは正の整数) の再送までは前記再送タイムアウト時間に対して前記バックオフアルゴリズムの適用を抑止し、かつ、前記n回目を超える再送においては前記再送タイムアウト時間に対して前記バックオフアルゴリズムを適用して、データセグメントの再送を行う再送手段をさらに含むことを特徴とする請求項1から4のいずれかーに記載の通信装置。

【請求項6】

データセグメントの送信およびその確認応答の受信を順次行い、

データセグメントの再送時の再送タイムアウト時間を増加させるバックオフアルゴリズムの適用を抑止でき、かつ、再送タイムアウト時間を制御してデータセグメントの再送を行う通信方法であって、

20

前記バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、データセグメント再送直後に受信した確認応答に基づいてスプリアタイムアウトを判定するスプリアタイムアウト判定ステップと、

前記スプリアタイムアウト判定ステップによってスプリアタイムアウトが発生したと判定された場合に、前記再送タイムアウト時間を増加させる再送タイムアウト時間増加ステップと、

を含み、

前記確認応答にはシーケンス番号がそれぞれ付与されており、

30

前記スプリアタイムアウト判定ステップにおいては、前記データセグメントの再送直後に受信した第1の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものよりも進んでいる場合であって、かつ、前記第1の確認応答の直後に受信した第2の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものよりも進んでいる場合には、スプリアタイムアウトが発生したと判定することを特徴とする通信方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワークを介してデータを送信する場合に再送タイムアウトが発生した際の再送制御方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

データの欠落が発生しうる通信網においてデータの送受信を行う場合、送信装置から受信装置へすべてのデータを送信するために、通信網においてデータが欠落した可能性を検出し、送信装置より欠落したデータの再送信を行うことがある。

インターネット等のIP (Internet Protocol) ベースのネットワークにおいて、データを欠落無く送受信する際に一般的に用いられるTCP (Transmission Control Protocol) では、送信装置は送信データの部分データを順に切り出し、切り出した部分データにシーケンス番号を含むヘッダを付与した送信単位ごとのデータ (以下、「セグメント」と呼ぶ) を生成し、生成したセグメントをシーケンス番号の小さい順に送信する。この際、

50

送信装置はセグメントの送信時刻に関する情報を記録しておき、送信したセグメントに対する受信装置からのACK (ACKnowledgement) を一定時間内に受信できない場合にセグメントの再送を行う再送制御の機能を備えている。

【0003】

この一定時間については再送タイムアウト時間としてあらかじめ送信装置にて保持し、送信装置と受信装置との間のRTT (Round Trip Time) の測定結果に基づき更新する (非特許文献1)。また、再送が行われると再送タイムアウト時間に2倍の値を設定し、再送によるネットワークの輻輳を回避する指数バックオフアルゴリズムが含まれている (非特許文献2)。

【0004】

また、有線データリンクとは異なり、無線データリンクでのスループットは大きく変動する。そのため、データリンクにおいてはRLC (Radio Link Control) プロトコルのように、データフレームの再送を規定した通信プロトコルが存在する。RLCのような、データフレームの再送を規定したデータリンクをTCPの下位レイヤに用いた場合、データリンクにてデータフレームが欠落して再送が行われている状況は、TCPからはRTTの増大としてとらえられる。データリンクの再送を有限時間継続するならば、その再送の継続時間中にデータフレームの到達が確認できない場合、データフレームの欠落、つまりセグメントの欠落となるため、TCPにおけるRTTもおおのずとデータリンクにおける再送の継続時間により上限が与えられる。

【0005】

このTCPにおけるRTTの上限の存在に着目し、再送発生前の再送タイムアウト時間をRTTの上限を考慮した値に設定することでデータリンクにて再送継続中のTCP再送を抑制すること、及びn回目までのセグメント再送時には指数バックオフを行わずに再送タイムアウト時間を決定し、n+1回目以降から指数バックオフアルゴリズムを適用することで再送による輻輳を回避することの両方のメリットを享受する手法が提案されている (特許文献1)。

【0006】

ところが、RTTが時刻により変動するネットワーク環境においては、TCPの再送制御における再送タイムアウト時間が実際のRTTよりも小さくなることもある。再送タイムアウト時間がRTTより小さくなると、送信装置と受信装置との間でセグメントが欠落していかないにもかかわらずセグメントの再送が発生することがある。このようなセグメント再送信が発生する状況はスプリアタイムアウトと呼ばれ、通信のスループット低下の要因となりうる。

【0007】

このスプリアタイムアウトを検出するための手法の一つとして、F-RTO (Forward RTO-Recovery) がある。F-RTOでは、送信装置において、再送タイムアウトが満了 (以下、「タイムアウト」と呼ぶ) した場合に新たな未送信セグメントをシーケンス番号が小さい順に2つ送信し、これらのセグメント送信後において最初に受信装置から受信したACKの内容により、タイムアウトがセグメントの欠落によるものであるか、スプリアタイムアウトによるものであるかを判定する。具体的には、受信したACKにより受信確認されたセグメントのシーケンス番号が、前回受信したACKにより受信確認されたセグメントのシーケンス番号よりも進んでいる場合にはスプリアタイムアウトによるものであると判定し、そうでない場合はセグメントの欠落によるものであると判定する。スプリアタイムアウトによるものであると判定された場合は、そのまま後続のセグメントの送信を継続し、セグメント欠落によるものであると判定された場合は欠落したセグメントを再送し受信装置が受信してから後続のセグメントの送信を行う (非特許文献3)。

【0008】

また、データフレームの再送を規定したデータリンクをTCPの下位レイヤに用いた場合、受信装置における再送フレームを蓄積するバッファサイズが十分に大きければデータリンクにおけるフレームの欠落は発生しないため、再送タイムアウト時間をRTTの上限

10

20

30

40

50

より小さくしたとしても、スプリアタイムアウトが発生する可能性が増加するのみで、再送回復契機が早まる効果はない。

【 0 0 0 9 】

しかし、実際には再送フレームを蓄積するバッファサイズは有限であり、バッファサイズを超えるフレームをデータリンクに入力すると、データの破棄を行うことになる。つまりこれは、再送タイムアウト時間をTCPにおけるRTTの上限よりも小さくすることで、スプリアタイムアウトが増加するデメリットはあるものの、再送回復契機が早まるメリットが得られることを意味する。

【 0 0 1 0 】

ここで、特許文献1に記載の従来技術にかかる送信装置に対して非特許文献3に記載の従来技術を単純に組み合わせることにより、スプリアタイムアウト発生によるデメリットを軽減しつつ、再送回復契機を早めることができることは容易に想像できる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 1 】

【特許文献1】特開2005-236961号公報

【非特許文献】

【 0 0 1 2 】

【非特許文献1】J. Postel, "Transmission Control Protocol - DARPA Internet Program Protocol Specification", RFC793, September 1981.

20

【非特許文献2】R. Braden, "Requirements for Internet Hosts - Communication Layers", RFC1122, October 1989.

【非特許文献3】P. Sarolahti, M. Kojo, and K. Raatikainen, "F-RTT: An Enhanced Recovery Algorithm for TCP Retransmission Timeouts", ACM SIGCOMM Computer Communications Review, April 2003, Volume 33, Number 2, p.51-63.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

しかし、特許文献1に記載の送信装置に対して非特許文献3に記載のF-RTTアルゴリズムを単純に組み合わせる場合、以下のような問題点があった。

30

図9は、従来技術における問題点を説明する図である。なお、図9においては、遅延ACK方式が採用されていることを前提とする。

まず、送信側端末から受信側端末にSegment 1、Segment 2を送信し(S 9 0 1、S 9 0 1')、これに対する受信側端末からのACK 2(S 9 0 2)が、Segment 1(S 9 0 1)を送信してから再送タイムアウト時間である時間 $t_{RTO}$ 経過後に受信されたとする(スプリアタイムアウトの発生)。

【 0 0 1 4 】

この場合、送信側端末からはタイムアウトの発生により、Segment 1が再送されるが(S 9 0 3)、再送タイムアウト時間に対してバックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合、この時の再送タイムアウト時間は $t_{RTO}$ となる。さらに、F-RTTアルゴリズムにより、ACK 2(S 9 0 2)の受信後、2つの未送信セグメントであるSegment 5とSegment 6が送信され(S 9 0 4、S 9 0 5)、これらのセグメントの送信後、最初に受信するACK(S 9 0 6)のシーケンス番号が進んでいれば最初のSegment 1(S 9 0 1)のタイムアウトはスプリアタイムアウトであると判断し、シーケンス番号が進んでいなければセグメントの欠落等によるタイムアウトであると判断する。図9のように、受信したACKがACK 4(S 9 0 6)である場合にはシーケンス番号は進んでいるので、Segment 1(S 9 0 1)のタイムアウトはスプリアタイムアウトであったと判断する。

40

【 0 0 1 5 】

しかし、再送タイムアウト時間に対してバックオフアルゴリズムの適用が抑止されてい

50

る場合には、Segment 5の送信(S 9 0 4)についても再送タイムアウト時間として時間 $t_{RTO}$ が設定されるため、Segment 5(及びSegment 6)に対するACK 6(S 9 0 7)もスプリアタイムアウトとなる可能性が高く、スプリアタイムアウトとなった場合には、Segment 5の再送が発生し(S 9 0 8)、さらに未送信セグメントであるSegment 7とSegment 8が送信されることとなる(S 9 0 9、S 9 1 0)。

【0016】

ここで、Segment 5の再送(S 9 0 8)における再送タイムアウト時間は、Segment 4の送信からACK 4(S 9 0 6)が返ってくるまでのRTTを測定して更新されるが、再送タイムアウト時間 $t_{RTO}$ がRTTよりも小さい場合であって、かつ、例えば時間 $t_{RTO}$ が再送タイムアウト時間の最小値である場合には、Segment 5(S 9 0 8)の再送タイムアウト時間 $t'_{RTO}$ は、 $t_{RTO} < t'_{RTO} < RTT$ となるため、Segment 5(S 9 0 8)もスプリアタイムアウトとなる可能性が高い。以後、同様にスプリアタイムアウトが連続して発生する。

【0017】

すなわち、特許文献1に記載の送信装置に対してF-RTOアルゴリズムを単純に組み合わせた場合、一度スプリアタイムアウトが発生すると、その後スプリアタイムアウトが連続発生するという問題点がある。つまり、RTTよりも再送タイムアウト時間が小さい状況でスプリアタイムアウトが発生すると、送信装置は新たな未送信セグメントを2つ送信するが、ここで再送タイムアウト時間をバックオフせずに小さい値を設定すると、最初にスプリアタイムアウトとなったセグメントに対応するACKを受信、再送回復した後でこの新たな未送信セグメントについてスプリアタイムアウトが発生、さらに新たな未送信セグメントを2つ送信する、という動作を繰り返す。また、この問題はスプリアタイムアウトの検出にF-RTOアルゴリズムを採用する場合のみならず、他のアルゴリズムを用いる場合であっても、タイムアウトとなったセグメント再送後の最初のACKの受信に応じて1以上の未送信セグメントを送信するようなアルゴリズムであれば同様の問題が生じうる。

そこで本発明は、上記問題点を解決し、スプリアタイムアウトによるスループット低下を抑制しつつ、再送発生時の再送回復契機が早い通信装置、通信方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0018】

上記目的を達成するために、本発明は、データセグメントの送信およびその確認応答の受信を順次行い、データセグメントの再送時の再送タイムアウト時間を増加させるバックオフアルゴリズムの適用を抑制でき、かつ、再送タイムアウト時間を制御してデータセグメントの再送を行う通信装置であって、データセグメント再送直後に受信した確認応答に基づいてスプリアタイムアウトを判定するスプリアタイムアウト判定手段と、前記スプリアタイムアウト判定手段によってスプリアタイムアウトが発生したと判定された場合に、前記再送タイムアウト時間を増加させる再送タイムアウト時間増加手段と、を備えたことを特徴とする通信装置、を提案する。

【0019】

この構成によれば、データセグメントの再送時にバックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合であっても、スプリアタイムアウトが発生した場合には、再送タイムアウト時間を増加させることができる。これにより、バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続的に発生するという事態を回避することが可能となる。また、この構成によれば、前記データセグメントの再送直後における確認応答に基づいて、発生したタイムアウトがスプリアタイムアウトであったか否かを判定し、再送タイムアウト時間を増加させることができる。これにより、バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続

10

20

30

40

50

的に発生するという事態を回避することが可能となる。

【 0 0 2 2 】

また、前記再送タイムアウト時間増加手段は、前記バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、前記データセグメントの再送直後に受信した第 1 の確認応答に応じて送信される少なくとも 1 つの新規のデータセグメントを送信する際の前記再送タイムアウト時間を増加させるようになっていてもよい。

この構成によれば、第 1 の確認応答の受信後に送信される少なくとも 1 つの新規のデータセグメントについて、再送タイムアウト時間を増加することができる。これにより、F - R T O アルゴリズム等により第 1 の確認応答に応じて送信される新規のデータセグメントがスプリアタイムアウトとなることを回避し、スプリアタイムアウトが連続発生するという事態を回避することが可能となる。

10

【 0 0 2 3 】

また、前記再送タイムアウト時間増加手段は、前記再送タイムアウト時間を 2 倍とするようになっていてもよい。

この構成によれば、データセグメント再送時の再送タイムアウト時間を 2 倍とすることができるため、バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続的に発生するという事態を回避できる可能性がより高くなる。

【 0 0 2 4 】

また、前記スプリアタイムアウト判定手段は、F - R T O アルゴリズムにより前記判定を行うようになっていてもよい。

20

この構成によればデータセグメントの再送時にバックオフアルゴリズムが抑止され、かつ F - R T O を用いてスプリアタイムアウトを検出した場合には、データセグメント再送時の再送タイムアウト時間を増加させることができる。これにより、バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続的に発生するという事態を回避することが可能となる。

n 回目 ( n は正の整数 ) の再送までは前記再送タイムアウト時間に対して前記バックオフアルゴリズムの適用を抑止し、かつ、前記 n 回目を超える再送においては前記再送タイムアウト時間に対して前記バックオフアルゴリズムを適用して、データセグメントの再送を行う再送手段をさらに含んでいてもよい。

30

【 0 0 2 5 】

また、本発明は、データセグメントの送信およびその確認応答の受信を順次行い、データセグメントの再送時の再送タイムアウト時間を増加させるバックオフアルゴリズムの適用を抑止でき、かつ、再送タイムアウト時間を制御してデータセグメントの再送を行う通信方法であって、前記バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、データセグメント再送直後に受信した確認応答に基づいてスプリアタイムアウトを判定するスプリアタイムアウト判定ステップ ( 例えば図 8 中のステップ S 8 0 9 に対応 ) と、前記スプリアタイムアウト判定ステップによってスプリアタイムアウトが発生したと判定された場合に、前記再送タイムアウト時間を増加させる再送タイムアウト時間増加ステップ ( 例えば図 8 中のステップ S 8 0 8 に対応 ) と、を含み、前記確認応答にはシーケンス番号がそれぞれ付与されており、前記スプリアタイムアウト判定ステップにおいては、前記データセグメントの再送直後に受信した第 1 の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものよりも進んでいる場合であって、かつ、前記第 1 の確認応答の直後に受信した第 2 の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものよりも進んでいる場合には、スプリアタイムアウトが発生したと判定することを特徴とする通信方法、を提案する。

40

【 0 0 2 6 】

この構成によれば、データセグメントの再送時にバックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合であっても、スプリアタイムアウトが発生した場合には、再送タイムアウト時間を増加させることができる。これにより、バックオフアルゴリズムの適用が抑止

50

されている場合に、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続的に発生するという事態を回避することが可能となる。また、この構成によれば、前記データセグメントの再送直後における確認応答に基づいて、発生したタイムアウトがスプリアタイムアウトであったか否かを判定し、再送タイムアウト時間を増加させることができる。これにより、バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続的に発生するという事態を回避することが可能となる。

【発明の効果】

【0027】

以上説明したように、本発明によれば、データセグメントの再送時にバックオフアルゴリズムが抑止されている場合にスプリアタイムアウトが発生した場合には、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続発生するという事態を回避することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本実施形態に係る通信装置における動作を示す図である。

【図2】本実施形態に係る通信システムの構成例を示す図である。

【図3】本実施形態に係る通信システムにおけるプロトコルスタックを示す図である。

【図4】セグメントの欠落による再送の具体例を示す図である。

【図5】本実施形態に係るサーバ装置の構成例を示すブロック図である。

【図6】本実施形態に係る通信端末の構成例を示すブロック図である。

【図7】本実施形態に係るサーバ装置における処理の流れを示すフローチャートである。

【図8】タイムアウト再送処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】従来技術における問題点を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。

(動作概要)

まず、本実施形態に係る通信装置における動作の概要について図1を参照して説明する。なお、図1においては、遅延ACK方式が採用されていることを前提とする。

最初に、送信側端末(本実施形態に係る通信装置に対応する)から受信側端末にSegment 1、Segment 2を送信し(S101、S101')、これに対する受信側端末からのACK 2(S102)が、Segment 1(S101)を送信してから再送タイムアウト時間である時間 $t_{RTO}$ 経過後に受信されたとすると(スプリアタイムアウトの発生)、送信側端末からは再送タイムアウト時間についてバックオフアルゴリズムの適用を抑止してSegment 1が再送される(S103)。さらに、F-RTOアルゴリズムにより、ACK 2(S102)が受信された後、新たな未送信セグメントであるSegment 5とSegment 6が送信されるが(S104、S105)、この際の再送タイムアウト時間を例えば2倍にする等して増加させることで、Segment 5(及びSegment 6)に対するACK 6(S106)がスプリアタイムアウトとなることを回避することができる。

【0030】

(通信装置の構成)

次に、本実施形態に係る通信装置であるサーバ装置を含む通信システムの構成例について図2を参照して説明する。図2に示す通信システムは、サーバ装置10と、無線ネットワーク1と、無線制御装置20と、通信端末30とから構成される。また、図3は、本実施形態に係る通信システムにおけるプロトコルスタックを示す図である。L1、L2は、それぞれOSI(Open Systems Interconnection)参照モデルにおける物理層、データリンク層に該当し、IPはネットワーク層、TCPはトランスポート層に該当する。すなわち、サーバ装置10と通信端末30とは、OSI参照モデルのトランスポート層に位置す

10

20

30

40

50

るTCPに従って通信を行う。TCPでは、データ送信毎にデータが確実に受信されたことを示すACKを待つ通信、すなわち確認型通信が行われる。

【0031】

図2に戻り、無線ネットワーク1は、具体的には、例えば無線LANが接続されたWANやLAN、携帯電話システムの交換ネットワークとこれに接続するWANやLAN、インターネットである。

サーバ装置10は、無線ネットワーク1および無線制御装置20を介して通信端末30にデータを伝達する。また、サーバ装置10は、送信部101と、タイムアウト判断部102と、再送部103と、スプリアスタイムアウト判定部104と、再送タイムアウト時間増加部105と、を有する。このサーバ装置10は、例えばサーバ、ワークステーションを用いて実現される。

10

【0032】

送信部101は、送信データを複数に分割して生成されるセグメントを、無線ネットワーク1を介して通信端末30へ送信する。セグメントにはシーケンス番号を含むヘッダを付し、シーケンス番号の小さい順に通信端末30へ送信する。

タイムアウト判断部102は、送信部101からセグメントが送信されると、その送信時刻を保持し、このセグメントに対するACKが送信時刻から一定時間内、すなわち再送タイムアウト時間内に受信されなかった場合にはタイムアウトが発生したと判断する。なお、再送タイムアウト時間の値がRTTよりも小さい値に設定された場合にはスプリアスタイムアウトが発生しやすくなるため、この場合特に、本発明に係る通信装置の再送制御が有効となる。

20

【0033】

再送部103は、タイムアウト判断部102においてタイムアウトが発生したと判断された場合に、 $n$ 回目( $n$ は正の整数)の再送までは再送タイムアウト時間に対してバックオフアルゴリズムを適用せず、 $n$ 回目を超える再送においては再送タイムアウト時間に対してバックオフアルゴリズムを適用して、タイムアウトとなったセグメントを送信部101に再送させる。バックオフアルゴリズムは、セグメント再送時の再送タイムアウト時間を増加させるアルゴリズムであり、代表的なものに再送タイムアウト時間を指数関数的に増加させる指数バックオフアルゴリズムがある。

【0034】

30

スプリアスタイムアウト判定部104は、セグメント再送直後に受信した確認応答に基づいて、タイムアウト判断部102において発生したタイムアウトがスプリアスタイムアウトであるか否かを判定する。「確認応答」とは、サーバ装置10から送信されたセグメントを通信端末30において受信できたことを表す情報であり、具体的にはTCP/IPにおけるACK等が該当する。

【0035】

(スプリアスタイムアウト判定部)

スプリアスタイムアウト判定部104は、再送部103により再送されたセグメントの再送直後に受信した第1の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものより進んでいる場合であって、かつ、前記第1の確認応答の直後に受信した第2の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものより進んでいる場合には、スプリアスタイムアウトが発生したと判定する。

40

【0036】

例えば、図1の例において、送信部101から送信したSegment 1(S101)についてスプリアスタイムアウトが発生した場合、タイムアウトの発生後、再送部103によって送信部101からタイムアウトしたSegment 1が再送され(S103)、その後、最初のセグメントについての第1の確認応答であるACK2を受信することになる(S102)。この場合、受信した確認応答ACK1のシーケンス番号は前回受信したものより進んでいる。もし、受信した確認応答のシーケンス番号が進んでいない場合には、それは最初のセグメントについての確認応答ではなく、それ以前に送信されたセグメン

50



トの重複ACK等である。

【0037】

しかしながら、ここでの確認応答のシーケンス番号が進んでいたとしても、このことのみによってただちに、発生したタイムアウトがスプリアタイムアウトであったとは言えない。なぜならば、図4に示すように、Segment 2、Segment 3が何らかの理由で欠落した場合であっても(S 401、S 402)、Segment 1の再送(S 403)直後に受信する確認応答であるACK 1(S 404)のシーケンス番号は進んでしまうからである。

【0038】

そこで、スプリアタイムアウト判定部104は、さらに、この第1の確認応答の直後に受信する第2の確認応答のシーケンス番号が進んでいるか否かをチェックする。ここで、第2の確認応答とは、図1におけるACK 4や図4における重複ACK 1(S 405)が該当する。図1に示すように、最初のセグメントのタイムアウトがスプリアタイムアウトであった場合には、この第2の確認応答はACK 4でありシーケンス番号は進んでいることになる。一方、図4に示すように、セグメントが欠落したことによりタイムアウトとなった場合には、この第2の確認応答は重複ACKとなるので(S 405)、シーケンス番号は進んでいないことになる。

以上より、スプリアタイムアウト判定部104は、タイムアウトとなったセグメントの再送直後に受信した第1の確認応答のシーケンス番号が前回受信したものより進んでいる場合であって、かつ、この第1の確認応答の直後に受信した第2の確認応答のシーケンス番号が進んでいる場合に、タイムアウトがスプリアタイムアウトであったと判定する。

【0039】

(再送タイムアウト時間増加部)

図2に戻り、再送タイムアウト時間増加部105は、スプリアタイムアウト判定部104によってスプリアタイムアウトが発生したと判定された場合に、再送タイムアウト時間を増加させる。どのような割合にて増加させるかは、例えば指数バックオフアルゴリズムのように2倍としてもよいし、他の割合によってもよい。

【0040】

また、再送タイムアウト時間増加部105は、より具体的には、再送タイムアウト時間について前記バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、再送部103によるセグメントの再送直後に受信した第1の確認応答に応じて送信される少なくとも1つの新規のデータセグメントを送信する際の再送タイムアウト時間を増加させる。ここで、バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に限るのは、図9において説明したように、本発明が解決すべき課題は、最初の第1の確認応答が再送タイムアウト時間経過後に受信された場合、その後送信される新たな未送信セグメントが同じ再送タイムアウト時間で送信されることにより再度タイムアウトとなることを回避することである。よって、未送信セグメントの送信時にバックオフアルゴリズムが適用されているならば、さらに再送タイムアウト時間を増加させる必要はなく、バックオフアルゴリズムが適用されない場合にのみ再送タイムアウト時間を増加させればよいからである。また、再送部103によるセグメントの再送直後に受信した第1の確認応答に応じて送信される少なくとも1つの新規のデータセグメントとは、図1の例であれば、Segment 5(S 104)やSegment 6(S 105)が該当する。なお、図1においては新規のデータセグメントを2つ送信しているが(S 104、S 105)、1つのみのデータセグメントを送信する場合であっても、本発明は同様の効果を奏する。

なお、図2においてはサーバ装置10と通信端末30とが通信を行う場合を示しているが、サーバ装置10に代えてTCP通信により通信端末30にデータ送信を行う通信機器であってもよく、例えば携帯電話端末等であってもよい。

【0041】

(サーバ装置の具体的構成)

10

20

30

40

50

ここで、本実施形態に係るサーバ装置 10 のより具体的な構成例について説明する。図 5 は、サーバ装置 10 の構成例を示すブロック図である。図 5 を参照すると、サーバ装置 10 は、CPU (Central Processing Unit) 11、不揮発性記憶装置 12、RAM (Random Access Memory) 13、ネットワークインタフェース 14、を備えている。

#### 【0042】

サーバ装置 10 は、一般的なコンピュータと同様に CPU 11 が不揮発性記憶装置 12 に記憶されているプログラムを、RAM 13 をワークエリアとして実行することで、各種の処理を行う。不揮発性記憶装置 12 は電源を供給しなくても記憶を保持する記憶装置であり、例えば ROM (Read Only Memory)、フラッシュメモリ、強誘電体メモリ、磁気抵抗メモリ、磁気ディスク、光ディスク、磁気テープ等である。不揮発性記憶装置 12 には、プログラムの実行処理を行わせるための制御プログラム (図示しない) と、TCP に従って通信処理を行わせるための通信プログラム 121 が記憶されている。また、通信プログラム 121 には、上述した送信部 101、タイムアウト判断部 102、再送部 103、スプリアタイムアウト判定部 104、再送タイムアウト時間増加部 105 に対応するモジュールが含まれており、必要に応じて各モジュールは RAM 13 に展開され CPU 11 により実行される。また、ネットワークインタフェース 14 は、無線ネットワーク 1 とデータの送受信を行うための有線又は無線の通信インタフェースである。

10

#### 【0043】

(無線制御装置)

図 2 に戻り、無線制御装置 20 は、通信端末 30 と無線リンクを介して接続し、通信端末 30 と無線ネットワーク 1 との間の無線インタフェースとして機能する。無線制御装置 20 は、具体的には、例えば、無線 LAN の AP (Access Point)、携帯電話システムの RAN (Radio Access Network) である。

20

(通信端末)

通信端末 30 は、サーバ装置 10 から送信されるセグメントを受信する。通信端末 30 は、具体的には、例えば携帯電話端末、無線通信機能を備えた PC (パーソナルコンピュータ) である。

#### 【0044】

(通信端末の具体的な構成)

次に、本実施形態に係る通信端末 30 のより具体的な構成例について説明する。図 6 は、通信端末 30 の構成例を示すブロック図である。図 6 を参照すると、通信端末 30 は、無線インタフェース 31、IP 処理部 32、TCP 処理部 33、アプリケーション処理部 34、を備えている。

30

無線インタフェース 31 は、無線ネットワーク 1 とのインタフェースとして機能する。無線インタフェース 31 は、具体的には、アンテナ、高周波処理部、およびベースバンド処理部 (図示しない) 等を備える。

#### 【0045】

IP 処理部 32 は、無線ネットワーク 1 から割り当てられた IP アドレス、又は通信端末 30 に対してユーザが設定した一意のアドレスによって、無線ネットワーク 1 において識別される。

40

TCP 処理部 33 は、再送制御や輻輳制御を実行する。これによって、より信頼性の高い通信を可能とする。

アプリケーション処理部 34 は、Web ブラウザや FTP (File Transfer Protocol) クライアント、メールクライアント等、ユーザが利用するアプリケーションを実行する機能を有する。

#### 【0046】

(サーバ装置の処理の流れ)

図 7 は、本実施形態に係るサーバ装置 10 の処理の流れを示すフローチャートである。

最初に、サーバ装置 10 の送信部 101 から通信端末 30 に対してデータセグメントを送信する (ステップ S701)。

50

次に、タイムアウト判断部 102 において、ステップ S701 にて送信したデータセグメントについてタイムアウトが発生したか判断する（ステップ S702）。タイムアウトが発生した場合、すなわち再送タイムアウト時間内に通信端末 30 からの ACK を受信しなかった場合には、タイムアウト再送処理（S703）に移行する。タイムアウトが発生しなかった場合、すなわち再送タイムアウト時間内に通信端末 30 からの ACK を受信した場合には、処理を終了する。

次に、ステップ S703 においてタイムアウト再送処理を実行する。なお、タイムアウト再送処理については後述する。

#### 【0047】

（タイムアウト再送処理）

次に、図 8 を用いて、タイムアウト再送処理の具体例について説明する。図 8 は、タイムアウト再送処理の流れを示すフローチャートである。このタイムアウト再送処理は、図 7 のステップ S703 にて実行される処理である。

最初に、再送部 103 によって、送信部 101 からタイムアウトしたセグメントを再送する（ステップ S801）。

次に、ステップ S801 における再送が n 回目以下の再送であるか判断する（ステップ S802）。n 回目以下の再送である場合は、再送タイムアウト時間についてバックオフ処理を実行しないため、そのままステップ S804 に移行する。n 回目以下の再送ではない場合（すなわち n + 1 回目以上の再送である場合は、再送タイムアウト時間についてバックオフ処理を実行するために再送タイムアウト時間を増加して（ステップ S803）、ステップ S804 に移行する。なお、上記ステップ S802 及びステップ S803 は再送タイムアウト時間増加部 105 において実行される。

#### 【0048】

次に、ACK（第 1 の確認応答）を受信したか否かの判断を行うが（ステップ S804）、ACK を受信するまでは本ステップを繰り返し、ACK を受信した場合にはステップ S805 に移行する。

次に、ステップ S804 にて受信した ACK のシーケンス番号が前回受信した ACK のシーケンス番号よりも進んでいるかを判断する（ステップ S805）。ACK のシーケンス番号が進んでいる場合には、ステップ S806 に移行する。ACK のシーケンス番号のシーケンス番号が進んでいない場合にはタイムアウト再送処理を終了する。

#### 【0049】

ステップ S806 においては、再送タイムアウト時間を一時的に保存する。これは、後述するステップ S809 においてタイムアウトがスプリアタイムアウトではないと判断された場合に、後述のステップ S808 にて増加させる再送タイムアウト時間を元に戻すためである。

ステップ S807 においては、送信部 101 にて実行されたセグメントの再送が n 回目以下の再送であるか（バックオフ処理が実行されたか）を判断する。n 回目以下の再送である場合には、バックオフ処理が実行されていないため再送タイムアウト時間を増加させて（ステップ S808）、ステップ S809 に移行する。n 回目以下の再送ではない場合には、すでにステップ S802 にてバックオフ処理が実行されているので、何も実行せずにステップ S809 に移行する。なお、上記ステップ S807 及びステップ S808 は再送タイムアウト時間増加部 105 において実行される。

#### 【0050】

次に、タイムアウトがスプリアタイムアウトであったか判断する（S809）。スプリアタイムアウトでなかった場合には、ステップ S806 にて一時的に保存しておいた再送タイムアウト時間を用いて、ステップ S808 にて増加させた再送タイムアウト時間を元の時間に復旧させる（ステップ S810）。スプリアタイムアウトであった場合には、タイムアウト再送処理を終了する。なお、ステップ S809 の処理はスプリアタイムアウト判定部 104 によって実行されるが、スプリアタイムアウト判定部 104 は、ステップ S805 において ACK のシーケンス番号が前回受信したものよりも進んだこと、

10

20

30

40

50

及び、このACKの次に受信されるACK（第2の確認応答）のシーケンス番号が前回受信したものよりも進んだことをもって、発生した再送タイムアウトがスプリアタイムアウトであることを判定することができる。

【0051】

（通信方法）

上述した通信システムにおいては、以下のような通信方法が実現されている。すなわち、データセグメントの送信およびその確認応答の受信を順次行い、データセグメントの再送時の再送タイムアウト時間を増加させるバックオフアルゴリズムの適用を抑止でき、かつ、再送タイムアウト時間を制御してデータセグメントの再送を行う通信方法であって、データセグメント再送直後に受信した確認応答に基づいてスプリアタイムアウトを判定するスプリアタイムアウト判定ステップ（例えば図8中のステップS809に対応）と、前記スプリアタイムアウト判定ステップによってスプリアタイムアウトが発生したと判定された場合に、前記再送タイムアウト時間を増加させる再送タイムアウト時間増加ステップと（例えば図8中のステップS808に対応）、を含むことを特徴とする通信方法が実現されている。

10

【0052】

この通信方法によれば、データセグメントの再送時にバックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合であっても、スプリアタイムアウトが発生した場合には、再送タイムアウト時間を増加させることができる。これにより、バックオフアルゴリズムの適用が抑止されている場合に、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続的に発生するという事態を回避することが可能となる。

20

【0053】

（まとめ）

以上説明したように、本発明によれば、データセグメントの再送時にバックオフアルゴリズムが抑止されている場合に、一旦スプリアタイムアウトが発生すると、その後もスプリアタイムアウトが連続的に発生するという事態を回避することが可能となる。また、特に、再送タイムアウト時間がRTTよりも小さい値に設定されている場合にはスプリアタイムアウトが発生しやすいため、本発明はより有効である。

【0054】

また、上記の説明においては、スプリアタイムアウトの検出にF-RTOアルゴリズムを用いる場合を主に想定しているが、他のアルゴリズムを用いる場合であっても、データセグメントの再送直後に受信した第1の確認応答に応じて新たなセグメントが送信されるようなアルゴリズムであれば、同様にスプリアタイムアウトの連続発生という課題が生じうるため、そのような場合にも本発明は同様の効果を奏する。すなわち、本発明はF-RTOが採用される場合に限定されるものではない。

30

【符号の説明】

【0055】

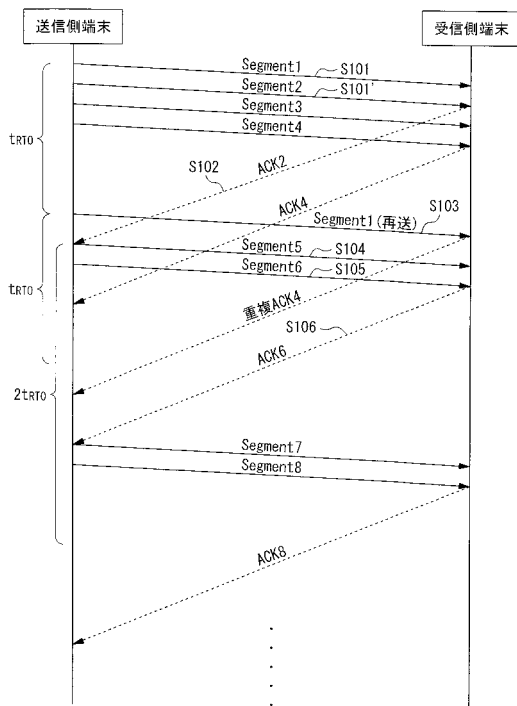
- 1 無線ネットワーク
- 10 サーバ装置
- 101 送信部
- 102 タイムアウト判断部
- 103 再送部
- 104 スプリアタイムアウト判定部
- 105 再送タイムアウト時間増加部
- 11 CPU
- 12 不揮発性記憶装置
- 121 通信プログラム
- 13 RAM
- 14 ネットワークインタフェース
- 20 無線制御装置

40

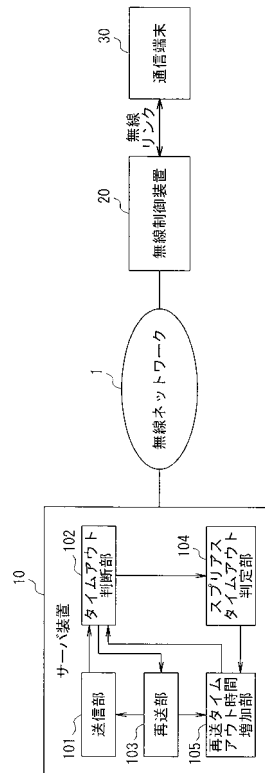
50

- 3 0 通信端末
- 3 1 無線インタフェース
- 3 2 I P 処理部
- 3 3 T C P 処理部
- 3 4 アプリケーション処理部

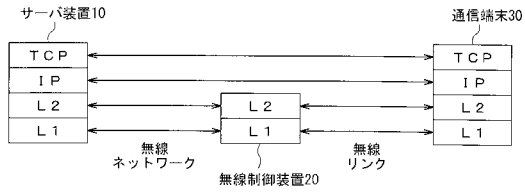
【 図 1 】



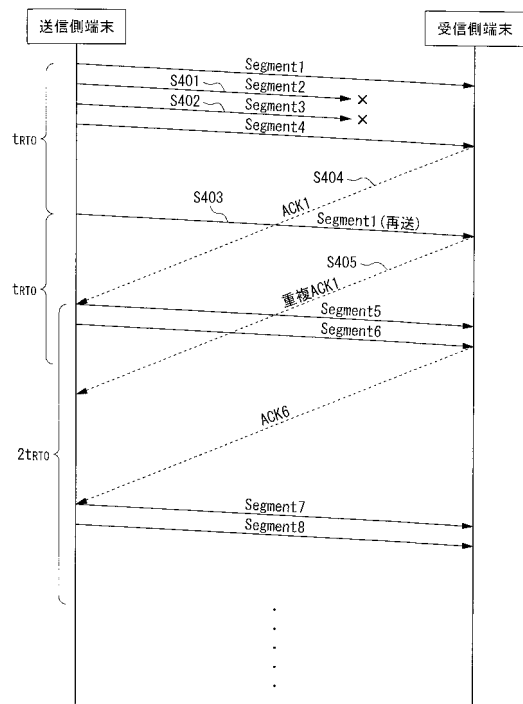
【 図 2 】



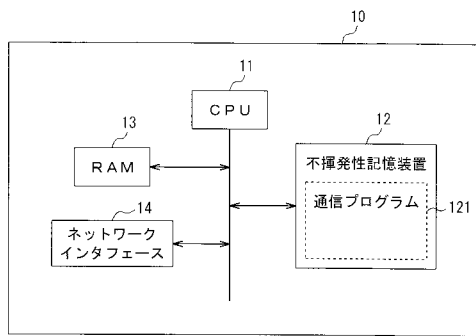
【図3】



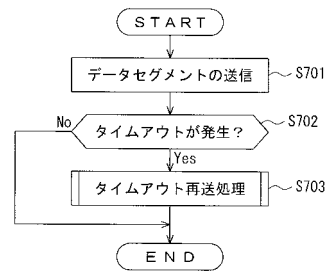
【図4】



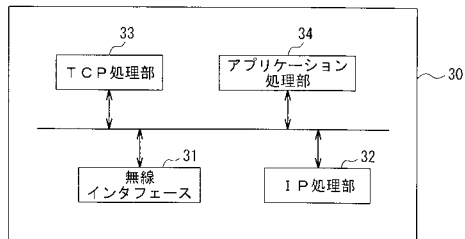
【図5】



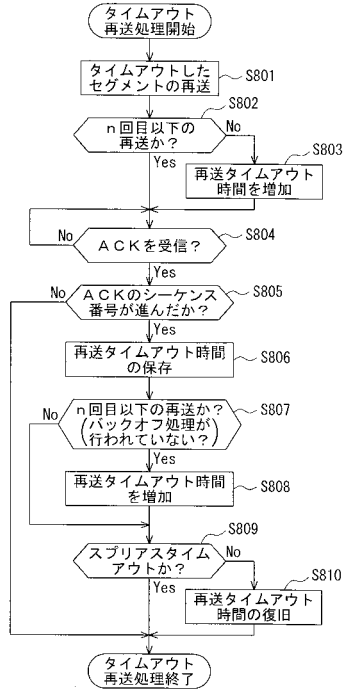
【図7】



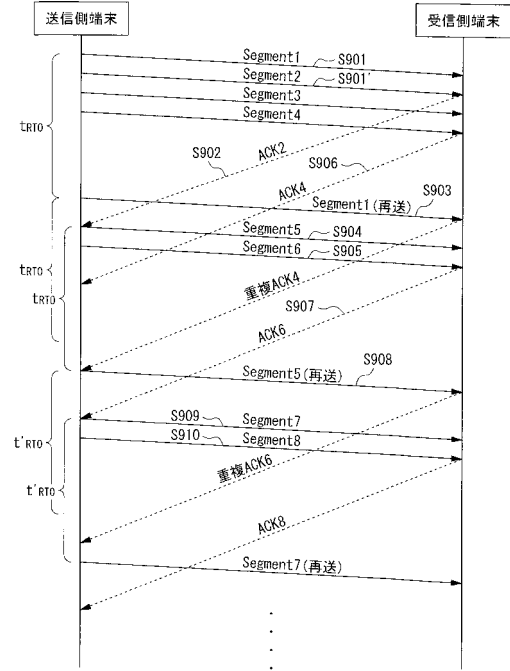
【図6】



【図8】



【図9】



## フロントページの続き

- (72)発明者 今井 識  
東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ  
知的財産部内
- (72)発明者 関口 克己  
東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモ  
知的財産部内
- (72)発明者 明地 則義  
東京都港区赤坂二丁目4番5号 国際赤坂ビル ドコモ・テクノロジー株式会社内

審査官 森谷 哲朗

- (56)参考文献 特表2002-534907(JP,A)  
特開2005-117301(JP,A)  
特開2005-236961(JP,A)  
特開2005-005906(JP,A)  
特開2008-219408(JP,A)  
三宅 基治 Motoharu Miyake, スプリアス・タイムアウト検出と輻輳ウインドウ制御アルゴリズムに関する研究 A Spurious Timeout Detection and Congestion Window Control Algorithm, 情報処理学会研究報告 Vol. 2003 No. 21 IPSJ SIG Notes, 日本, 社団法人情報処理学会 Information Processing Society of Japan, 2003年 3月 7日, 第2003巻, 第21号, pp.119-126  
関口 克己 KATSUMI SEKIGUCHI, 第3世代移動通信網におけるスプリアスタイムアウトを考慮したTCP再送方式 TCP Retransmission with Spurious Timeout Detection for 3G Mobile Packet Access Network, 情報処理学会論文誌 第49巻 第1号 IPSJ Journal, 日本, 社団法人情報処理学会 Information Processing Society of Japan, 2008年 1月15日, 第49巻, 第1号, pp.350-361

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 29/08

H04L 12/56