

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5363658号
(P5363658)

(45) 発行日 平成25年12月11日(2013.12.11)

(24) 登録日 平成25年9月13日(2013.9.13)

(51) Int.Cl. F I
 HO 4 L 12/70 (2013.01) HO 4 L 12/70 1 0 0 A
 HO 4 L 29/08 (2006.01) HO 4 L 13/00 3 0 7 Z

請求項の数 8 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2012-537249 (P2012-537249)	(73) 特許権者	504411166 アラクサラネットワークス株式会社 神奈川県川崎市幸区鹿島田一丁目1番2号
(86) (22) 出願日	平成24年2月28日(2012.2.28)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/001344	(74) 代理人	110000028 特許業務法人明成国際特許事務所
審査請求日	平成24年8月14日(2012.8.14)	(72) 発明者	馬越 英之 神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地 ア ラクサラネットワークス株式会社内
		(72) 発明者	清藤 聡史 神奈川県川崎市幸区鹿島田890番地 株 式会社日立製作所ネットワークソリューシ ョン事業部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 中継装置、中継装置の制御方法、及び、ネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

シーケンス番号を用いた通信によってデータを伝送する2つの端末と、前記2つの端末の伝送路上に配置され前記2つの端末間のデータを中継するための第1と第2の中継装置と、を有するネットワークに配置される第1の中継装置であって、

受信したデータの転送を行うための転送制御部と、

対向する前記第2の中継装置に障害が発生したことを検知する検知部と、を備え、

前記転送制御部は、

前記受信したデータの転送を行う転送部と、

前記受信したデータを加工する加工部であって、(i) 前記第2の中継装置に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに前記第1と第2の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与するオプション部と、(ii) データを対向する前記端末に送信する場合に、送信元の前記端末から送信されるデータに付与されているシーケンス番号に所定値を加算する加算部と、(iii) データを対向する前記端末から受信した場合に、前記端末から送信されたデータに確認応答番号が付与されているときに、前記確認応答番号に対し前記所定値を減算する減算部と、を有する加工部と、を有し、

前記検知部は、前記第2の中継装置から送信されるデータに付与される、前記第1と第2の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すための第1のマークと、確認応答番号である第1の確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する前記第2の

10

20

中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の第 1 の中継装置であって、

前記検知部は、前記第 2 の中継装置から送信されて受信したデータに前記第 1 のマークが付与されていない場合に、前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の第 1 の中継装置であって、

前記検知部は、前記第 2 の中継装置から送信されて受信したデータのうちの前記第 1 の確認応答番号が、本来受信すべき番号から前記所定値を加算した番号である場合に、前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 に記載の第 1 の中継装置であって、

前記検知部は、前記第 2 の中継装置から送信されて受信したデータに前記第 1 のマークが付与されていない場合であり、かつ、前記受信したデータのうちの前記第 1 の確認応答番号が、本来受信すべき番号から前記所定値を加算した番号である場合に、前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項に記載の第 1 の中継装置であって、

前記 2 つの端末は T C P を用いて通信を行い、

20

前記転送制御部は、

受信したデータによって前記検知部が前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知した場合に、前記受信したデータが T C P コネクション確立要求を行うための S Y N パケットを含む場合は、前記加工部の機能を用いることなく前記受信したデータの転送を行う、第 1 の中継装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか一項に記載の第 1 の中継装置であって、

前記 2 つの端末は T C P を用いて通信を行い、

前記転送制御部は、

受信したデータによって前記検知部が前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知した場合に、前記受信したデータが T C P コネクション確立要求を行うための S Y N パケットに対する確認応答パケットを含む場合は、前記加工部の機能を用いることなく前記受信したデータの転送を行う、第 1 の中継装置。

30

【請求項 7】

シーケンス番号を用いた通信によってデータが伝送される 2 つの端末と、前記 2 つの端末の伝送路上に配置され前記 2 つの端末間のデータを中継するための第 1 と第 2 の中継装置と、を有するネットワークに配置される第 1 の中継装置の制御方法であって、

(a) 受信したデータを転送する工程と、

(b) 対向する前記第 2 の中継装置に障害が発生したことを検知する工程と、を備え、

前記工程 (a) は、

40

(a 1) 前記第 2 の中継装置に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに前記第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与する工程と、

(a 2) データを対向する前記端末に送信する場合に、送信元の前記端末から送信されるデータに付与されているシーケンス番号に所定値を加算する工程と、

(a 3) データを対向する前記端末から受信した場合に、前記対向する端末から送信されるデータに確認応答番号が付与されているときに、前記確認応答番号に前記所定値を減算する工程と、を含み、

前記工程 (b) は、

前記第 2 の中継装置から送信されるデータに付与される、前記第 1 と第 2 の中継装置間

50

でのデータのやり取りであることを示すための第1のマークと、確認応答番号である第1の確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する前記第2の中継装置の障害の発生を検知する工程を含む、制御方法。

【請求項8】

ネットワークシステムであって、
シーケンス番号を用いた通信によってデータを伝送する2つの端末と、
前記2つの端末の伝送路上に配置され前記2つの端末間のデータを中継するための第1と第2の中継装置と、を備え、

前記1と第2の中継装置は、それぞれ、

受信したデータの転送を行うための転送制御部と、

対向する他方の前記中継装置に障害が発生したことを検知する検知部と、を備え、

前記転送制御部は、

前記受信したデータの転送を行う転送部と、

前記受信したデータを加工する加工部であって、(i)前記他方の中継装置に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに前記第1と第2の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与するオプション部と、(ii)データを対向する前記端末に送信する場合に、送信元の前記端末から送信されるデータに付与されているシーケンス番号に所定値を加算する加算部と、(iii)データを対向する前記端末から受信した場合に、前記端末から送信されたデータに確認応答番号が付与されているときに、前記確認応答番号に対し前記所定値を減算する減算部と、を有する加工部と、を有し、

一方の前記中継装置が備える前記検知部は、前記他方の中継装置の前記オプション部によって付与される前記マークと、前記他方の中継装置から送信されるデータに付与される前記確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する前記他方の中継装置の障害の発生を検知する、ネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、端末間に配置されデータを中継するための中継装置、中継装置の制御方法、及び、端末と中継装置とを備えるネットワークシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

グローバル拠点間の通信網として、IP-VPN技術などを用いたWAN(Wide Area Network)を用いることが一般的になっている。ある拠点にある端末が、別の海外の拠点にある端末と通信する場合は、各拠点間をWANで接続して通信する。WANでは通常、契約によって使用可能な帯域幅が制限されている。また、海外との通信ではとくに遅延が大きくなる。

【0003】

端末間の通信では一般にTCPが用いられる。TCPではRTT(Round Trip Time)の大きさに応じて通信の帯域が制御される。WAN経由での通信では、高スループットを得ることが困難な場合がある。ここで、高スループットを実現するための技術として、特許文献1に記載の技術等がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】国際公開番号 WO2011/033894号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

TCPを用いた通信では、送信帯域がRTTと廃棄率に大きく左右されるため、WANのようなRTTが大きく、ホップ数が大きくて廃棄箇所が多い環境下では、契約帯域を大幅に下回る送

10

20

30

40

50

信帯域しか得られない場合がある。

【 0 0 0 6 】

これに対する対策として、TCPのようなシーケンス番号を用いたストリーム型の通信の伝送経路の途中において、複数の中継装置を用いて送信帯域がRTTと廃棄率に左右されないようにストリームを管理することで、送信帯域を改善することが考えられる。

【 0 0 0 7 】

このとき、中継装置で障害が発生すると、障害が発生した中継装置に対向する中継装置で障害を検出することができず、種々の不具合が発生する場合があった。例えば、通信装置（端末）間の通信が切断するまでに時間が掛かるといふ不具合や、中継装置にセッションが残ったままになり同一ポートでの通信が阻害される不具合や、メモリ不足が生じるといふ不具合等が発生する場合がある。

10

【 0 0 0 8 】

本発明は、上述の課題を解決するために成されたものであり、シーケンス番号を用いた通信を行う環境下において、対向する中継装置の障害の発生を検知できる技術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】

【 0 0 0 9 】

本発明は、上記の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態または適用例として実現することができる。

形態 1：シーケンス番号を用いた通信によってデータを伝送する 2 つの端末と、前記 2 つの端末の伝送路上に配置され前記 2 つの端末間のデータを中継するための第 1 と第 2 の中継装置と、を有するネットワークに配置される第 1 の中継装置であって、

20

受信したデータの転送を行うための転送制御部と、

対向する前記第 2 の中継装置に障害が発生したことを検知する検知部と、を備え、

前記転送制御部は、

前記受信したデータの転送を行う転送部と、

前記受信したデータを加工する加工部であって、(i) 前記第 2 の中継装置に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに前記第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与するオプション部と、(i i) データを対向する前記端末に送信する場合に、送信元の前記端末から送信されるデータに付与されているシーケンス番号に所定値を加算する加算部と、(i i i) データを対向する前記端末から受信した場合に、前記端末から送信されたデータに確認応答番号が付与されているときに、前記確認応答番号に対し前記所定値を減算する減算部と、を有する加工部と、を有し、

30

前記検知部は、前記第 2 の中継装置から送信されるデータに付与される、前記第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すための第 1 のマークと、確認応答番号である第 1 の確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

形態 2：シーケンス番号を用いた通信によってデータが伝送される 2 つの端末と、前記 2 つの端末の伝送路上に配置され前記 2 つの端末間のデータを中継するための第 1 と第 2 の中継装置と、を有するネットワークに配置される第 1 の中継装置の制御方法であって、

40

(a) 受信したデータを転送する工程と、

(b) 対向する前記第 2 の中継装置に障害が発生したことを検知する工程と、を備え、

前記工程 (a) は、

(a 1) 前記第 2 の中継装置に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに前記第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与する工程と、

(a 2) データを対向する前記端末に送信する場合に、送信元の前記端末から送信されるデータに付与されているシーケンス番号に所定値を加算する工程と、

(a 3) データを対向する前記端末から受信した場合に、前記対向する端末から送信され

50

るデータに確認応答番号が付与されているときに、前記確認応答番号に前記所定値を減算する工程と、を含み、

前記工程 (b) は、

前記第 2 の中継装置から送信されるデータに付与される、前記第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すための第 1 のマークと、確認応答番号である第 1 の確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する工程を含む、制御方法。

形態 3 : ネットワークシステムであって、

シーケンス番号を用いた通信によってデータを伝送する 2 つの端末と、

前記 2 つの端末の伝送路上に配置され前記 2 つの端末間のデータを中継するための第 1 と第 2 の中継装置と、を備え、

前記 1 と第 2 の中継装置は、それぞれ、

受信したデータの転送を行うための転送制御部と、

対向する他方の前記中継装置に障害が発生したことを検知する検知部と、を備え、

前記転送制御部は、

前記受信したデータの転送を行う転送部と、

前記受信したデータを加工する加工部であって、(i) 前記他方の中継装置に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに前記第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与するオプション部と、(i i) データを対向する前記端末に送信する場合に、送信元の前記端末から送信されるデータに付与されているシーケンス番号に所定値を加算する加算部と、(i i i) データを対向する前記端末から受信した場合に、前記端末から送信されたデータに確認応答番号が付与されているときに、前記確認応答番号に対し前記所定値を減算する減算部と、を有する加工部と、を有し、

一方の前記中継装置が備える前記検知部は、前記他方の中継装置の前記オプション部によって付与される前記マークと、前記他方の中継装置から送信されるデータに付与される前記確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する前記他方の中継装置の障害の発生を検知する、ネットワークシステム。

【 0 0 1 0 】

[適用例 1] シーケンス番号を用いたストリーム型の通信によってデータを伝送する 2 つの端末と、前記 2 つの端末の伝送路上に直列に配置され前記 2 つの端末間のデータを中継するための第 1 と第 2 の中継装置と、を有するネットワークに配置される第 1 の中継装置であって、

受信したデータの転送を行うための転送制御部と、

対向する前記第 2 の中継装置に障害が発生したことを検知する検知部と、を備え、

前記転送制御部は、

前記受信したデータの転送を行う転送部と、

前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知するために前記受信したデータを加工する加工部であって、(i) 前記第 2 の中継装置に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに前記第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与するオプション部と、(i i) データを対向する前記端末に送信する場合に、送信元の前記端末から送信されるデータに付与されているシーケンス番号に所定値を加算する加算部と、(i i i) データを対向する前記端末から受信した場合に、前記端末から送信されたデータに確認応答番号が付与されているときに、前記確認応答番号に対し前記所定値を減算する減算部と、を有する加工部と、を有し、

前記検知部は、前記マークと前記確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

【 0 0 1 1 】

適用例 1 に記載の第 1 の中継装置によれば、加工部を有することで検知部がマークと確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する第 2 の中継装置の障害の発生を

10

20

30

40

50

容易に検知できる。

【 0 0 1 2 】

[適用例 2] 適用例 1 に記載の第 1 の中継装置であって、

前記検知部は、前記第 2 の中継装置から送信されて受信したデータに前記マークが付与されていない場合に、前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

適用例 2 に記載の第 1 の中継装置によれば、受信したデータにマークが付与されているか否かを判別することで第 2 の中継装置の障害の発生を容易に検知できる。

【 0 0 1 3 】

[適用例 3] 適用例 1 に記載の第 1 の中継装置であって、

前記検知部は、前記第 2 の中継装置から送信されて受信したデータのうちの前記確認応答番号が、本来受信すべき番号から前記所定値を加算した番号である場合に、前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

適用例 3 に記載の第 1 の中継装置によれば、受信したデータのうちの前記確認応答番号が、本来受信すべき番号から前記所定値を加算した番号であるか否かを判別することで第 2 の中継装置の障害の発生を容易に検知できる。

【 0 0 1 4 】

[適用例 4] 適用例 1 に記載の第 1 の中継装置であって、

前記検知部は、前記第 2 の中継装置から送信されて受信したデータに前記マークが付与されていない場合であり、かつ、前記受信したデータのうちの前記確認応答番号が、本来受信すべき番号から前記所定値を加算した番号である場合に、前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知する、第 1 の中継装置。

適用例 4 に記載の第 1 の中継装置によれば、障害発生の検知をマークと確認応答番号の 2 つの要素により行なうことで、障害発生検知の精度を向上できる。

【 0 0 1 5 】

[適用例 5] 適用例 1 乃至適用例 4 のいずれか一つに記載の第 1 の中継装置であって、

前記 2 つの端末は T C P を用いて通信を行い、
前記転送制御部は、

受信したデータによって前記検知部が前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知した場合に、前記受信したデータが T C P コネクション確立要求を行うための S Y N パケットを含む場合は、前記加工部の機能を用いることなく前記受信したデータの転送を行う、第 1 の中継装置。

適用例 5 に記載の第 1 の中継装置によれば、障害発生を検知した場合でも、データ通信を継続できる。

【 0 0 1 6 】

[適用例 6] 適用例 1 乃至適用例 5 のいずれか一つに記載の第 1 の中継装置であって、

前記 2 つの端末は T C P を用いて通信を行い、
前記転送制御部は、

受信したデータによって前記検知部が前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知した場合に、前記受信したデータが T C P コネクション確立要求を行うための S Y N パケットに対する確認応答パケットを含む場合は、前記加工部の機能を用いることなく前記受信したデータの転送を行う、第 1 の中継装置。

適用例 6 に記載の第 1 の中継装置によれば、障害発生を検知した場合でも、データ通信を継続できる。

【 0 0 1 7 】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能である。例えば、上記に記載の第 1 の中継装置に限らず、第 1 の中継装置の制御方法、第 1 の制御装置の機能や、制御方法を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記憶媒体、第 1 と第 2 の中継装置及び第 1 と第 2 の通信装置を備えたネットワークシステム等の態様で実現することができる。

【 図面の簡単な説明 】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 8 】

【図 1】参考例のネットワークシステム 5 w を説明するための図である。

【図 2】実施例としてのネットワークシステム 5 を説明するための図である。

【図 3】実施例で用いられる T C P ヘッダを示す図である。

【図 4】ネットワークシステム 5 におけるデータ通信時の T C P ヘッドの変化について説明するための図である。

【図 5】通常行なわれる 3 ウェイ・ハンドシェイクの処理フローである。

【図 6】コネクション確立後の通信を説明するための図である。

【図 7】3 ウェイ・ハンドシェイク時の障害発生の検知について説明するための図である

10

【図 8】3 ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第 1 の態様を説明するための図である

【図 9】3 ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第 2 の態様を説明するための図である

【図 1 0】3 ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第 3 の態様を説明するための図である。

【図 1 1】3 ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第 4 の態様を説明するための図である。

【図 1 2】3 ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第 5 の態様を説明するための図である。

20

【図 1 3】3 ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第 6 の態様を説明するための図である。

【図 1 4】T C P によるデータ通信中に障害が発生した場合の第 1 の障害検知態様を説明するための図である。

【図 1 5】T C P によるデータ通信中に障害が発生した場合の第 2 の障害検知態様を説明するための処理である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 9 】

次に、本発明の実施の形態を以下の順序で説明する。

A . 参考例 :

30

B . 実施例 :

C . 変形例 :

【 0 0 2 0 】

A . 参考例 :

実施例を説明する前に、理解の容易のために本発明を適用していない参考例について説明する。図 1 は、参考例のネットワークシステム 5 w を説明するための図である。ネットワークシステム 5 w は、端末としての第 1 の通信装置 2 0 w と、端末としての第 2 の通信装置 2 1 w と、第 1 の中継装置 1 0 w と、第 2 の中継装置 1 1 w と、を備える。第 1 と第 2 の通信装置 2 0 w , 2 1 w は、第 1 と第 2 の中継装置 1 0 w , 1 1 w とインターネットを介してデータ通信を実現させている。

40

【 0 0 2 1 】

ネットワークシステム 5 w において、第 1 の通信装置 2 0 w と第 1 の中継装置 1 0 w との間のデータ通信、及び、第 2 の通信装置 2 1 w と第 2 の中継装置との間のデータ通信は T C P セッションで管理されている、また、ネットワークシステム 5 w において、第 1 の中継装置 1 0 w と第 2 の中継装置 1 1 w との間のデータ通信は、中継装置 1 0 w , 1 1 w 間の固有の T C P セッション(「高速化 T C P セッション」ともいう。)として中継装置 1 0 w 、 1 1 w が管理している。

【 0 0 2 2 】

第 1 と第 2 の中継装置 1 0 w , 1 1 w 間の高速化 T C P セッションでは、第 1 の通信装置 2 0 w や第 2 の通信装置 2 1 w から送信されるデータに付与されたシーケンス番号(「

50

元のシーケンス番号」ともいう。)に一定の値を加算したシーケンス番号(「中継装置間シーケンス番号」ともいう。)が用いられる。例えば、第2の通信装置21wから送信されたデータに付与されているシーケンス番号に対し、第2の中継装置11wは一定の値を加算する。そして、加算したシーケンス番号をデータに付与して第1の中継装置10wにデータを送信する。また、中継装置10w, 11wから通信装置20w, 21wにデータを転送する場合は、中継装置間シーケンス番号から加算された値を減算して元のシーケンス番号に戻す。また、第1と第2の中継装置10w, 11w間の高速化TCPセッションでは、中継装置10w, 11w間での通信であることを識別するためのTCPオプションをデータに付与する。TCPオプションは、中継装置10w, 11wから通信装置20w, 21wにデータが送信される際に、送信されるデータから削除される。

10

【0023】

ここで、第2の中継装置11wに障害が発生した場合(障害発生時)を考える。ここで、「障害の発生」とは、データ(パケット)を転送する機能は正常であるが、高速化TCPセッションを用いてデータを転送する機能に異常が生じた場合を指す。すなわち、「障害の発生」とは、第2の中継装置11wが元のシーケンス番号に一定の値を加算できない状態、又は、第2の中継装置11wがTCPオプションのデータへの付与及び削除ができない状態をいう。

【0024】

障害発生時において、第1の通信装置20wから送信されたデータのシーケンス番号に対し、第1の中継装置10wは一定の値を加算して中継装置間シーケンス番号が付与されたデータを第2の中継装置11wに送信する。第2の中継装置11wは受信したデータに付与された中継装置間シーケンス番号を処理することなく第2の通信装置21wにデータを送信する。第2の通信装置21wは、受信したデータのシーケンス番号がTCPセッションにおけるシーケンス番号(元のシーケンス番号)とは異なっているため、受信したデータを不正なデータとして認識する。そして、第2の通信装置21wは、TCPセッションで用いられるシーケンス番号(元のシーケンス番号)とACKを送信する。しかしながら、第1の中継装置10wでは第2の通信装置21wから送信されたシーケンス番号を認識できず第1の通信装置20wにデータを転送することができない。すなわち、第1と第2の通信装置20w, 21w間における通信の継続や、セッションの切断ができないという問題が発生する。

20

30

【0025】

B. 実施例:

B-1. ネットワークシステム5の構成:

図2は、本発明の実施例としてのネットワークシステム5を説明するための図である。図2に示すように、ネットワークシステム5は、端末としての第1と第2の通信装置454, 455と、第1と第2の通信装置454, 455間のデータ通信を中継する第1と第2の中継装置441, 442と、を備える。第1と第2の中継装置441, 442は、第1と第2の通信装置454, 455の伝送路上に直列に配置されている。第1と第2の通信装置454, 455はTCPを用いてデータ(パケット)通信を行う。なお、第1と第2の中継装置441, 442との間にはインターネット(図示せず)が存在する。

40

【0026】

第1の中継装置441は、外部機器(例えば第1の通信装置454)との間でデータの受信及び送信を行う入出力インタフェース41, 42と、受信したデータの転送を制御するための転送制御部44と、他の中継装置442の障害を検知するための検知部46と、を備える。なお、第2の中継装置442の構成も同様の構成であるため、内部構成の図示は省略すると共に説明を省略する。

【0027】

転送制御部44は、送受信するデータに加工等を施すための加工部48と、データの転送を行う転送部49と、を備える。転送部49は、受信したデータに付与されているIPアドレス等に基づいてデータの転送を行う。

50

【 0 0 2 8 】

加工部 4 8 は、オプション部 4 8 a と、加算部 4 8 b と、減算部 4 8 c と、を備える。オプション部 4 8 a は、対向する第 2 の中継装置 4 4 2 に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与する。本実施例では、このマークは T C P ヘッダの T C P オプションを使用している。加算部 4 8 b は、データを対向する通信装置（ここでは、第 1 の通信装置 4 5 4 ）に送信する場合に、送信元の通信装置（ここでは、第 2 の通信装置 4 5 5 ）から送信されるデータに付与されているシーケンス番号（元のシーケンス番号）に所定値を加算する。所定値は任意の値を選択可能であり、本実施例では、1 0 0 0 0 0 0 を元のシーケンス番号に加算する。減算部 4 8 c は、データを対向する通信装置（ここでは、第 1 の通信装置 4 5 4 ）から受信した場合に、通信装置から送信されたデータに付与されている確認応答番号に対し所定値（本実施例では、1 0 0 0 0 0 0 ）を減算する。また、第 1 と第 2 の中継装置 4 4 1 , 4 4 2 は、中継装置 4 4 1 , 4 4 2 間の固有の通信を管理するためのセッション管理テーブル（図示せず）を備える。

10

【 0 0 2 9 】

なお、加工部 4 8 は、第 1 と第 2 の中継装置 4 4 1 , 4 4 2 間でのデータ通信を高速に行なうための機能を有していても良い。例えば、国際公開番号 W O 2 0 1 1 / 0 3 3 8 9 4 （国際出願日：2 0 1 0 年 8 月 1 9 日）に開示の内容を取り込んでも良い。例えば、第 1 と第 2 の中継装置 4 4 1 , 4 4 2 の加工部 4 8 は、データの再送状況に基づいてデータを送信するために送信帯域を制御する帯域制御部を備えても良い。帯域制御部を備える場合、加工部 4 8 が正常に機能している場合は、転送部 4 9 は制御された送信帯域に従って、データを転送する。

20

【 0 0 3 0 】

検知部 4 6 は、T C P オプションと確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する第 2 の中継装置 4 4 2 の障害の発生を検知する。また、例えば、検知部 4 6 によって検知された障害の発生は、図示しないサーバに障害発生情報として送信される。そして、サーバが、障害発生情報の解析や、外部への報知等の処理を行う。

【 0 0 3 1 】

図 3 は、実施例で用いられる T C P ヘッダを示す図である。図 3 に示す T C P ヘッダは T C P で定められている通常のヘッダ構成である。フィールド 1 0 1 には、送信元ポート番号及び宛先ポート番号が格納される。フィールド 1 0 2 には、シーケンス番号が格納される。フィールド 1 0 3 には、確認応答番号（A C K 番号）が格納される。フィールド 1 0 4 には、ヘッダ長、A C K フラグ等の各種フラグ、ウィンドウサイズ等の情報が格納される。フィールド 1 0 5 には、チェックサム、緊急ポインタが格納される。フィールド 1 0 6 には、オプション種別、オプション長、オプション値が格納される。詳細には、フィールド 1 0 6 には、M S S（Maximum Segment Size）に関する情報が格納される。フィールド 1 0 7 は、オプション種別、オプション長、オプション値（バージョン番号）が格納される。詳細には、第 1 と第 2 の中継装置 4 4 1 , 4 4 2 間でのデータ通信の際にデータに付与される T C P オプションに関する情報が格納される。フィールド 1 0 8 は、データフィールドである。

30

40

【 0 0 3 2 】

図 4 は、ネットワークシステム 5 におけるデータ通信時の T C P ヘッダの変化について説明するための図である。図 4 は、コネクション確立時（3 ウェイ・ハンドシェイク時）に行なわれる通信の一部を例として示している。第 1 の通信装置 4 5 4 は、端末間で実行される通常の T C P で通信を開始する（ステップ S 3 0）。例えば、シーケンス番号（Seq）1 0 0 0 0 0 で S Y N パケットを送信する。第 1 の中継装置 4 4 1 のオプション部 4 8 a は、受信したデータに T C P オプションを付与し、転送部 4 9 がデータを第 2 の中継装置 4 4 2 に送信する（ステップ S 3 2）。第 2 の中継装置 4 4 2 のオプション部 4 8 a は、受信したデータから T C P オプションを外し、第 2 の中継装置の加算部 4 8 b は、受信したデータのシーケンス番号に 1 0 0 0 0 0 0 を加算する（ステップ S 3 3）。そし

50

て、処理後のデータを転送部 4 9 が第 2 の通信装置 4 5 5 に送信する (ステップ S 3 3) 。

【 0 0 3 3 】

第 2 の通信装置 4 5 5 は、通常の T C P 処理を行い、受信したデータ中のシーケンス番号に対して次に期待するシーケンスを A C K 番号に付与して送信する (ステップ S 3 4) 。本実施例では、A C K 番号はステップ S 3 0 で送信された元のシーケンス番号に所定値 1 0 0 0 0 0 0 と 1 を加算した値となる。第 2 の中継装置 4 4 2 の減算部 4 8 c は、送信元の第 2 の通信装置 4 5 5 から送信されたデータの A C K 番号から所定値である 1 0 0 0 0 0 0 を減算することで、元のシーケンスと整合が取れるように処理する (ステップ S 3 5) 。また、第 2 の中継装置 4 4 2 のオプション部 4 8 a は、データに対し T C P オプションを付与する (ステップ S 3 5) 。そして、処理後のデータを第 2 の中継装置 4 4 2 の転送部 4 9 が第 1 の中継装置 4 4 1 に送信する (ステップ S 3 5) 。第 1 の中継装置 4 4 1 のオプション部 4 8 a は、第 2 の中継装置 4 4 2 から受信したデータの T C P オプションを外し、元のストリームと整合させる (ステップ S 3 6) 。また、第 1 の中継装置 4 4 1 は、受信したデータのシーケンス番号に所定値である 1 0 0 0 0 0 0 を加算する (ステップ S 3 6) 。そして、第 1 の中継装置 4 4 1 の転送部 4 9 は、処理後のデータを第 1 の通信装置 4 5 4 に送信する (ステップ S 3 6) 。なお、図示は省略するが、ステップ S 3 6 の後、第 1 の中継装置 4 4 1 は、受信した S Y N / A C K パケットの A C K 番号をシーケンス番号として A C K パケットを第 1 の中継装置 4 4 1 に送信する。そして、第 1 の中継装置 4 4 1 及び第 2 の中継装置 4 4 2 の加工部 4 8 は、それぞれ A C K パケット対し所定の処理を施す。最終的には、第 2 の通信装置 4 5 5 が A C K パケットを受信してコネクションが確立される。

【 0 0 3 4 】

理解の容易のために、一般的に行なわれる 3 ウェイ・ハンドシェイクの処理について説明する。図 5 は、通常行なわれる 3 ウェイ・ハンドシェイクの処理フローである。すなわち、図 5 は、本発明を適用しない場合の 3 ウェイ・ハンドシェイク時の一般的な処理フローである。第 1 の通信装置 4 5 4 は、第 2 の通信装置 4 5 5 に対して任意のシーケンス番号 A (A には任意の番号が入力される。) で S Y N パケットを送信する (ステップ S 4 0) 。第 2 の通信装置 4 5 5 は、S Y N パケットに対する応答として、任意のシーケンス番号 B (B には A とは異なる任意の番号が入力される。) を用いて、受信したシーケンス番号 A に 1 を加算した番号を A C K 番号に設定して S Y N / A C K パケットを第 1 の通信装置 4 5 4 に送信する (ステップ S 4 1) 。第 1 の通信装置 4 5 4 は、受信した S Y N / A C K パケットに対して、S Y N パケットで用いたシーケンス番号 A に 1 を加算した値 (すなわち、ステップ S 4 1 で送信された A C K 番号) をシーケンス番号とする (ステップ S 4 2) 。また、第 1 の通信装置 4 5 4 は、ステップ S 4 1 で送信されたシーケンス番号 B に 1 を加算した値 (B + 1) を A C K 番号とする (ステップ S 4 2) 。そして、シーケンス番号と A C K 番号を付与したデータを第 2 の通信装置 4 5 5 に送信する (ステップ S 4 2) 。これにより、第 1 と第 2 の通信装置 4 5 4 , 4 5 5 間でコネクションが確立される。

【 0 0 3 5 】

図 6 は、ネットワークシステム 5 のコネクション確立後の通信を説明するための図である。図 6 では、第 1 の通信装置 4 5 4 から送信されるデータ量は 1 4 6 0 バイトと仮定する。第 1 の通信装置 4 5 4 は、所定のシーケンス番号 (本実施例では、シーケンス番号 2 0 0 1) を付してデータを第 1 の中継装置 4 4 1 に送信する (ステップ S 5 0) 。第 1 の中継装置 4 4 1 は、受信したデータに T C P オプションを付与して第 2 の中継装置 4 4 2 にデータを送信する (ステップ S 5 1) 。T C P オプションをデータに付与することで、通常の T C P を用いた通信と区別することができる。第 2 の中継装置 4 4 2 は、第 1 の中継装置 4 4 2 から送信されたデータを受信すると、受信したデータから T C P オプションを外すと共に、シーケンス番号に所定値 (本実施例では 1 0 0 0 0 0 0) を加算する (ステップ S 5 2) 。そして、第 2 の中継装置 4 4 2 は、処理後のデータを第 2 の通信装置 4

10

20

30

40

50

55に送信する(ステップS52)。

【0036】

第2の通信装置455は、次に受信を期待する番号に所定値(本実施例では1000000)が加算された状態のACK番号を付与したデータを第2の中継装置442に送信する(ステップS53)。第2の中継装置442は、第2の通信装置455から送信されたデータを受信すると、受信したデータに対しTCPオプションを付与すると共に、確認応答番号から所定値(本実施例では1000000)を減算する(ステップS54)。これにより、ステップS50で送信された元のシーケンス番号に対するACK番号となる。そして、第2の中継装置442は、処理後のデータを第1の中継装置441に送信する(ステップS54)。第1の中継装置441は、第2の中継装置442から送信されたデータを受信すると、受信したデータからTCPオプションを外すと共に、シーケンス番号に所定値(本実施例では1000000)を加算する(ステップS55)。そして、第1の中継装置441は、処理後のデータを第1の通信装置454に送信する(ステップS55)。

10

【0037】

ネットワークシステム5は、ステップS55以降のデータ通信(ステップS56～S58)についても、同様の処理を行う。すなわち、ステップS56の動作はステップS50の動作と同様であり、ステップS57の動作はステップS51の動作と同様であり、ステップS58の動作はステップS52の動作と同様である。

【0038】

なお、以降において、ネットワークシステム5の第1と第2の中継装置441, 442での各場面での障害発生の検知方法について詳細に説明する。

20

【0039】

B-2. 障害発生の検知について:

B-2-1. 3ウェイ・ハンドシェイクにおける障害発生の検知:

図7は、3ウェイ・ハンドシェイク時の障害発生の検知について説明するための図である。すなわち、図7は、3ウェイ・ハンドシェイク時において、第1の中継装置441と第2の中継装置442のいずれかに障害(詳細には、加工部48の障害)が発生した場合の障害発生の検知方法について説明するための図である。

【0040】

TCPでは、コネクションを確立する際、SYNパケットに対してSYN/ACKパケットが返信され、SYN/ACKパケットに対してACKパケットを返信することでコネクションが確立される。詳細には以下に記載する工程によりコネクションが確立される。

・ステップS60: 第1の通信装置454から第1の中継装置441にSYNパケットを送信する。

・ステップS61: TCPオプションをデータに付与して第1の中継装置441から第2の中継装置442にデータを送信する。

・ステップS62: TCPオプションをデータから外すと共に、シーケンス番号に所定値である1000000を加算して第2の中継装置442から第2の通信装置455にデータを送信する。

40

・ステップS63: 第2の通信装置455から第2の中継装置442にSYN/ACKを送信する。ACK番号は受信したシーケンス番号に1を加算する。

・ステップS64: TCPオプションをデータに付与すると共に、ACK番号から所定値である1000000を減算して第2の中継装置442から第1の中継装置441にデータを送信する。

・ステップS65: TCPオプションをデータから外すと共に、シーケンス番号に所定値である1000000を加算して第1の中継装置441から第1の通信装置454にデータを送信する。

・ステップS66: 受信したACK番号をシーケンス番号とし、受信したシーケンス番号に1を加算し、ACKを第1の通信装置454から第1の中継装置441に送信する。

50

・ステップS 6 7 : T C P オプションをデータに付与して第 1 の中継装置 4 4 1 から第 2 の中継装置 4 4 2 にデータを送信する。

・ステップS 6 8 : T C P オプションをデータから外すと共に、シーケンス番号に所定値である 1 0 0 0 0 0 を加算して第 2 の中継装置 4 4 2 から第 2 の通信装置 4 5 5 にデータを送信する。

【 0 0 4 1 】

ここで、図 7 に示す各地点 6 0 p , 6 1 p , 6 4 p , 6 5 p , 6 6 p , 6 7 p において障害が発生した場合の障害検知方法の概略は以下の通りとなる。

【 0 0 4 2 】

・地点 6 0 p での障害発生時 (第 1 の障害検知態様) :

S Y N パケットに T C P オプションが付与されていないため、第 2 の中継装置 4 4 2 で障害検知が可能である。

・地点 6 1 p での障害発生時 (第 2 の障害検知態様)

S Y N / A C K パケットに T C P オプションが付与されていないため、第 1 の中継装置 4 4 1 で障害検知が可能である。

・地点 6 4 p での障害発生時 (第 3 の障害検知態様)

S Y N / A C K パケットに T C P オプションが付与されていないことと、A C K 番号が減算されていないことによって、第 1 の中継装置 4 4 1 で障害検知が可能である。

・地点 6 5 p での障害発生時 (第 4 の障害検知態様)

A C K パケットに T C P オプションが付与されていないため、第 2 の中継装置 4 4 2 で障害検知が可能である。

・地点 6 6 p での障害発生時 (第 5 の障害検知態様)

A C K パケットに T C P オプションが付与されていないことと、A C K 番号が減算されていないことによって、第 2 の中継装置 4 4 2 で障害検知が可能である。

・地点 6 7 p での障害発生時 (第 6 の障害検知態様)

再送された S Y N / A C K パケットに T C P オプションが付与されていないことと、A C K 番号が減算されていないことによって、第 1 の中継装置 4 4 1 で障害検知が可能である。

【 0 0 4 3 】

上記に挙げた各地点 6 0 p , 6 1 p , 6 4 p , 6 5 p , 6 6 p , 6 7 p での障害発生の詳細処理フローを障害検知の実施形態として以下に詳述する。

【 0 0 4 4 】

B - 2 - 2 . 第 1 の障害検知態様 :

図 8 は、3 ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第 1 の態様を説明するための図である。図 8 は、第 1 の通信装置 4 5 4 が S Y N パケットを送信する時点 6 0 p で、第 1 の中継装置 4 4 1 に障害が発生していた場合の処理フローである。

【 0 0 4 5 】

第 1 の通信装置 4 5 4 が S Y N パケットを送信すると、第 1 の中継装置 4 4 1 は加工部 4 8 によって S Y N パケットを処理できず、S Y N パケットをパススルーする (ステップ S 7 0) 。第 2 の中継装置 4 4 2 の検知部 4 6 は、受信した S Y N パケットに T C P オプションが付与されていないことを検知することで、第 1 の中継装置 4 4 1 の障害発生を検知できる (ステップ S 7 0 a) 。ステップ S 7 1 以降の工程は、ネットワークシステム 5 の第 1 と第 2 の中継装置 4 4 1 , 4 4 2 間において、第 1 と第 2 の中継装置 4 4 1 , 4 4 2 間で用いられることが可能な固有のセッション (高速化セッション) が形成されていない為に、通常の T C P セッションによってデータを転送する。すなわち、ステップ S 7 1 の次に、第 2 の通信装置 4 5 5 は、S Y N / A C K パケットを第 2 の中継装置 4 4 2 に送信し、第 2 の中継装置 4 4 2 と第 1 の中継装置 4 4 1 は S Y N / A C K パケットを第 1 の通信装置 4 5 4 に向けて転送する (ステップ S 7 3 , S 7 3 a) 。S Y N / A C K パケットを受信した第 1 の通信装置 4 5 4 は、受信した S Y N / A C K パケットに対して、S Y N パケットで使用したシーケンス番号 1 0 0 0 0 に 1 を加算した値 (すなわち、ステップ

10

20

30

40

50

S 7 2で送信されたACK番号)をシーケンス番号としてACKパケットを第2の通信装置455に向けて送信する(ステップS 7 4)。第1の中継装置441と第2の中継装置442は、第1の通信装置454から送信されたACKパケットをパススルーして第2の通信装置455に転送する(ステップS 7 5, S 7 6)。これにより、第1の通信装置454と第2の通信装置455との間でコネクションが確立される。

【0046】

B - 2 - 3 . 第2の障害検知態様 :

図9は、3ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第2の態様を説明するための図である。図9では、第1の通信装置454からSYNパケットを送信する時点61pで、第2の中継装置442に障害が発生していた場合の処理フローである。

10

【0047】

コネクションを確立するために、第1の通信装置454からSYNパケットが第1の中継装置441に送信される(ステップS 8 0)。第1の中継装置441は、第1の通信装置454からのSYNパケットを受信すると、SYNパケットにTCPオプションを付与し、第2の中継装置442に送信する(ステップS 8 1)。しかしながら、第2の中継装置442は、加工部48(図2)において所定の処理ができないため、SYNパケットをパススルーし第2の通信装置455に送信する(ステップS 8 1 a)。第2の通信装置455は、受信したSYNパケットにTCPオプションが付与されているが、第2の通信装置455はTCPオプションをサポートしておらず解釈できない為、TCPオプションを無視する(ステップS 8 1 b)。第2の通信装置455は、受信したSYNパケットに対する応答としてSYN/ACKパケットを第2の中継装置442に送信する(ステップS 8 2)。ここで、第2の中継装置442は、第2の通信装置455から送信されたSYN/ACKパケットを加工部48で処理することなく第1の中継装置441に送信する(ステップS 8 2 a)。第1の中継装置441は、第2の中継装置442から受信したSYN/ACKパケットにTCPオプションが付与されていないことを検知することで、第2の中継装置442の障害発生を検知できる(ステップS 8 2 b)。また、ステップS 8 2 bにおいて、第1の中継装置441は、障害発生の検知後にセッション管理テーブルを削除して以降の通信をパススルーさせる。

20

【0048】

第1の中継装置441は、ステップS 8 3において加工部48の機能を用いることなくSYN/ACKパケットを第1の通信装置454に送信する(パススルー)。第1の通信装置454は、受信したSYN/ACKパケットに対して、SYNパケットで使用したシーケンス番号10000に1を加算した値(すなわち、ステップS 8 3で送信されたACK番号)をシーケンス番号としてACKパケットを第2の通信装置455に向けて送信する(ステップS 8 4)。ステップS 8 4では、通常のTCPセッションによってACKパケットが第1の中継装置441, 第2の中継装置442, 第2の通信装置455に順にパススルーによって転送される(ステップS 8 5, S 8 6)。これにより、第1の通信装置454と第2の通信装置455との間でコネクションが確立される。

30

【0049】

B - 2 - 4 . 第3の障害検知態様 :

図10は、3ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第3の態様を説明するための図である。図10は、第2の中継装置442が第2の通信装置455にSYNパケットを送信した地点64pで第2の中継装置442に障害が発生した場合の処理フローを示している。

40

【0050】

図10において、ステップS 9 0~ステップS 9 2は、図7に示すステップS 6 0~ステップS 6 2と同様の処理工程であるため説明を省略する。ステップS 9 2の後に、第2の通信装置455は、SYNパケットに対する応答としてSYN/ACKパケットを第2の中継装置442に送信する(ステップS 9 3)。ここで、第2の中継装置442は、受信したSYN/ACKパケットをパススルーして第1の中継装置441にSYN/ACK

50

パケットを送信する(ステップS93a)。第1の中継装置441は、受信したSYN/ACKパケットにTCPオプションが付与されていないことと、ACK番号が減算されていないことを検知することで、対向する第2の中継装置442の障害発生を検知できる(ステップS94)。本実施例では、ACK番号が減算されていないことは、第2の中継装置442の検知部46が、受信したACK番号から所定値(1000000)を減算した値が、本来受信すべき期待するACK番号であることによって判別する。対向する第2の中継装置442の障害発生を検知した後に、第1の中継装置441は、第1の通信装置454、及び、第2の中継装置442を介して第2の通信装置455にリセット(RST)パケットを送信し、以降の通信を強制的に終了しても良い。また、対向する第2の中継装置442の障害発生を検知した後に、第1の中継装置441は、受信したSYN/ACK

10

【0051】

B-2-5. 第4の障害検知態様:

図11は、3ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第4の態様を説明するための図である。図11は、第1の中継装置441がSYNパケットを第2の中継装置442に送信した地点65pで第1の中継装置441に障害が発生した場合の処理フローである。

【0052】

図11において、ステップS100~ステップS103は、図7に示すステップS60~ステップS63と同様の処理工程であるため説明を省略する。第2の通信装置455から受信したSYN/ACKパケットに対し、第2の中継装置442は、TCPオプションを付与すると共に確認応答番号から所定値を減算してSYN/ACKパケットを第1の中継装置441に送信する(ステップS104)。そして、第1の中継装置441は、加工部48に障害が発生しているため、第2の中継装置442から受信したSYN/ACKパケットを加工部48で処理することなく第1の通信装置454に送信する(ステップS104a)。第1の通信装置454に送信されたSYN/ACKパケットにはTCPオプションが付与されたままであるが、第1の通信装置454は、TCPオプションを解釈できないためTCPオプションが付与されたSYN/ACKパケットを受信できる(ステップS104b)。第1の通信装置454は、受信したSYN/ACKパケットのACK番号をシーケンス番号としてACKパケットを第1の中継装置441に送信する(ステップS105)。第1の中継装置441は第1の通信装置454から送信されたACKパケットをパススルーして第2の中継装置442に送信する(ステップS105a)。第2の中継装置442は、第1の中継装置441から送信されたACKパケットにTCPオプションが付与されていないことを検知することで、対向する第1の中継装置441の障害発生を検知できる(ステップS106)。対向する第1の中継装置441の障害発生を検知した後は、第2の中継装置442は、第2の通信装置455、及び、第1の中継装置441を介して第1の通信装置454にRSTパケットを送信し、以降の通信を強制的に終了しても良い。また、対向する第1の中継装置441の障害発生を検知した後は、第2の中継装置442は、受信したACKパケットをパススルーして第2の通信装置455にACKパケットを送信することで、3ウェイ・ハンドシェイクの処理を継続しても良い。

20

30

40

【0053】

B-2-6. 第5の障害検知態様:

図12は、3ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第5の態様を説明するための図である。図12は、第1の中継装置441がSYN/ACKパケットを第1の通信装置454に送信した地点66pで第1の中継装置441に障害が発生した場合の処理フローである。

【0054】

図12において、ステップS110~ステップS115は、図7に示すステップS60~ステップS65と同様の処理工程であるため説明を省略する。ステップS115の後に、第1の通信装置454は、受信したSYN/ACKパケットのACK番号をシーケンス

50

番号としてACKパケットを第1の中継装置441に送信する(ステップS116)。第1の中継装置441は、加工部48に障害が発生しているため、受信したACKパケットを加工部48で処理することなく第2の中継装置442に送信する(ステップS117)。第2の中継装置442は、受信したACKパケットにTCPオプションが付与されていないこと、ACK番号が減算されていないことを検知することで、対向する第1の中継装置441の障害発生を検知できる(ステップS118)。対向する第1の中継装置441の障害発生を検知した後に、第2の中継装置442は、第2の通信装置455、及び、第1の中継装置441を介して第1の通信装置454にリセット(RST)パケットを送信し、以降の通信を強制的に終了しても良い。また、対向する第1の中継装置441の障害発生を検知した後に、第2の中継装置442は、受信したSYN/ACKパケットをパススルーして第1の通信装置454にSYN/ACKパケットを送信し、3ウェイ・ハンドシェイクの処理を継続しても良い。

10

【0055】

B-2-7. 第6の障害検知態様：

図13は、3ウェイ・ハンドシェイク時の障害検知の第6の態様を説明するための図である。図13は、第2の中継装置442がSYN/ACKパケットを第1の中継装置441に送信した直後に第2の中継装置442に障害が発生した場合の処理フローである。

【0056】

図13において、ステップS120～ステップS126は、図7に示すステップS60～ステップS66と同様の処理工程であるため説明を省略する。第1の通信装置454から送信されたACKパケットに対し、第1の中継装置441はTCPオプションを付与すると共に、ACK番号から所定値である1000000を減算してACKパケットを第2の中継装置442に送信する(ステップS127)。第2の中継装置442は、加工部48に障害が発生しているため、第1の中継装置441から受信したACKパケットを加工部48で処理することなく第2の通信装置455に送信する(ステップS128)。第2の通信装置455は、ACKパケットを受信するが受信したACKパケットのシーケンス番号が期待するシーケンス番号(シーケンス番号：1010001)とは異なるためシーケンス違いによりステップS123と同様のSYN/ACKパケットを第2の中継装置442に再送する(ステップS129)。また、第2の中継装置442は、再送されたSYN/ACKパケットをパススルーし、第1の中継装置441に送信する(ステップS129a)。第1の中継装置441は、受信したSYN/ACKパケットにTCPオプションが付与されていないこと、ACK番号が減算されていないことを検知することで、対向する第2の中継装置442の障害発生を検知できる(ステップS130)。対向する第2の中継装置の障害発生を検知した後に、第1の中継装置441は、第1の通信装置454、及び、第2の中継装置442を介して第2の通信装置455にリセット(RST)パケットを送信し、以降の通信を強制的に終了しても良い。また、対向する第2の中継装置442の障害発生を検知した後に、第1の中継装置441は、受信したSYN/ACKパケットをパススルーして第1の通信装置454にSYN/ACKパケットを送信し、3ウェイ・ハンドシェイクの処理を継続しても良い。

20

30

【0057】

B-3. コネクション確立後の障害発生の検知について：

図14は、TCPによるデータ通信中に障害が発生した場合の第1の障害検知態様を説明するための図である。図14では、シーケンス番号10001におけるデータの第2の通信装置455への送信が完了した地点(ステップS140～ステップS142の後の地点)140pで、第1の中継装置441に障害が発生した場合の障害検知処理フローである。なお、図14では、シーケンス番号10001のデータに対するACKパケットについては図示を省略している。

40

【0058】

第1の通信装置454は、シーケンス番号10001のデータを第1の中継装置441に送信後、シーケンス番号11461のデータを第1の中継装置441に送信する(ステ

50

ップS 150)。第1の中継装置441は障害が発生しているため受信したデータを加工部48で処理することなく第2の中継装置442に送信する(ステップS 151)。シーケンス番号11461のデータを受信した第2の中継装置442は、受信したデータにTCPオプションが付与されていないこと、ACK番号が減算されていないことを検知することで、対向する第1の中継装置441の障害を検知できる(ステップS 155)。対向する第1の中継装置441の障害を検知した後に、第2の中継装置442は、第2の通信装置455、及び、第1の中継装置441を介して第1の通信装置454にリセット(RST)パケットを送信し、以降の通信を強制的に終了させても良い。また、対向する第1の中継装置441の障害発生を検知した後に、第2の中継装置442は、受信したデータをパススルーによって第2の通信装置455に送信しても良い。なお、第2の中継装置442は、受信したデータをパススルーによって第2の通信装置455に送信した場合において、第2の通信装置455は受信したデータのACK番号が、本体付加されるべき期待するACK番号に所定値である1000000を加算した値と異なるときは、シーケンスエラーと判断する。そして、第2の通信装置455は、期待するACK番号(ここでは、ACK番号20001)を第2の中継装置442、第1の中継装置441を介して第1の通信装置454に送信する。

10

【0059】

図15は、TCPによるデータ通信中に障害が発生した場合の第2の障害検知態様を説明するための処理である。図15では、シーケンス番号10001のデータの第2の通信装置455への送信が完了した後(ステップS 160~ステップS 162の後)に、第2の中継装置442に障害が発生した場合の障害検知フローである。

20

【0060】

第1の通信装置454は、シーケンス番号10001のデータを第1の中継装置441に送信後、シーケンス番号11461のデータを第1の中継装置441に送信する(ステップS 170)。第1の中継装置441は、シーケンス番号11461のデータにTCPオプションを付与すると共に、ACK番号から所定値である1000000を減算して第2の中継装置442にデータを送信する(ステップS 171)。第2の中継装置442は受信したデータをパススルーする(ステップS 172)。第2の中継装置442からのデータを受信した第2の通信装置455は、期待したシーケンス番号(シーケンス番号1011461)とは異なるシーケンス番号が付与されたデータを受信したため、シーケンスエラーとして再送要求のACKパケットを返送する(ステップS 180)。第2の中継装置442は、障害発生中の為、再送要求のACKパケットをパススルーする(ステップS 181)。第1の中継装置441は、再送要求のACKパケットにTCPオプションが付与されていないことと、ACK番号が減算されていないことを検知することで、対向する第2の中継装置442の障害を検知できる(ステップS 185)。対向する第2の中継装置442の障害を検知した後に、第1の中継装置441は、第1の通信装置454、及び、第2の中継装置442を介して第2の通信装置455にリセット(RST)パケットを送信し、以降の通信を強制的に終了させても良い。また、対向する第2の中継装置442の障害を検知した後に、第1の中継装置441は、受信したデータをパススルーによって第1の通信装置454に送信しても良い。なお、図15では、第1の中継装置441は、シーケンス番号11461のデータに対するACKパケットに基づき障害発生を検知したが(ステップS 185)、シーケンス番号10001のデータに対するACKパケットの送信がステップS 180よりも先に処理された場合は、該ACKパケットに基づき障害発生を検知できる。

30

40

【0061】

B-4.効果:

上記のように、第1と第2の中継装置441、442は、TCPオプションとACK番号の少なくともいずれか一方に基づいて、一方の中継装置441、442が他方の中継装置441、442の障害発生を容易に検知できる。これにより、例えば、第1と第2の中継装置441、442のいずれかに障害が発生した場合に、タイムアウト等によるデータ

50

通信の中断を待つことなく、パススルーによるデータ送信や、RSTパケットの送信等のデータ通信を進めるための処理を速やかに実行できる。

【0062】

上記実施例では、TCPオプションとACK番号に基づいて中継装置441, 442の障害発生を検知している(例えば、図10, 図12, 図13)。TCPオプションに加え、ACK番号も障害発生を検知するための判断要素に加えることで、他のネットワーク(コネクション)から誤って侵入したTCPオプションが付与されたパケットを元に、対向する中継装置441, 442の障害発生を誤って検知できない可能性を低減できる。すなわち、より精度良く中継装置441, 442の障害発生を検知できるネットワークシステム5を構築できる。

10

【0063】

また、上記実施例では、受信したデータによって検知部46が対向する中継装置441, 442の障害発生を検知した場合に、障害発生を検知した中継装置441, 442が受信したデータがSYNパケットを含む場合は、パススルーによって以降のデータを処理している(図8)。これにより、3ウェイ・ハンドシェイクの処理を中断することなくコネクションを確立できる。

【0064】

また、上記実施例では、受信したデータによって検知部46が対向する中継装置441, 442の障害発生を検知した場合に、障害発生を検知した中継装置441, 442が受信したデータがTCPコネクション確立要求を行うためのSYNパケットに対するACKパケットを含む場合は、パススルーによって以降のデータを処理している(図9)。これにより、3ウェイ・ハンドシェイクの処理を中断することなくコネクションを確立できる。

20

【0065】

ここで、上記実施例の第1の中継装置441と第2の中継装置442が課題を解決するための手段に記載の「第1の中継装置」に相当する。詳細には、上記実施例のうち、第1の中継装置441が課題を解決するための手段に記載の「第1の中継装置」に相当する場合は、第2の中継装置442が課題を解決するための手段に記載の「第2の中継装置」に相当する。また、上記実施例のうち、第2の中継装置442が課題を解決するための手段に記載の「第1の中継装置」に相当する場合は、第1の中継装置441が課題を解決するための手段に記載の「第2の中継装置」に相当する。

30

【0066】

C. 変形例:

以上、本発明の一実施例について説明したが、本発明はこのような実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができる。例えば以下のような変形が可能である。

【0067】

C-1. 第1変形例:

上記実施例の障害検知の一態様では、データにTCPオプションが付与されていないことと、ACK番号が減算されていないことを検知することで対向する中継装置441, 442の障害発生を検知する態様を含んでいたが(例えば、B-2-4. 第3の障害検知態様)、これに限定されるものではない。すなわち、データにTCPオプションが付与されていないことと、ACK番号が減算されていないことの少なくともいずれか一方を検知することで、一方の中継装置441, 442が、他方の対向する中継装置441, 442の障害発生を検知しても良い。例えば、図10において、第1の中継装置441が受信したデータにTCPオプションが付与されていないことを検知することで、第1の中継装置441は対向する第2の中継装置442の障害発生を検知しても良い。また、例えば図10において、第1の中継装置441が受信したデータのACK番号が所定値減算されていないことを検知することで、第1の中継装置441は対向する第2の中継装置442の障害発生を検知しても良い。すなわち、以下の変形態様の中継装置であっても良い。

40

50

【 0 0 6 8 】

・第 1 の変形態様：

シーケンス番号を用いたストリーム型の通信によってデータを伝送する 2 つの端末と、前記 2 つの端末の伝送路上に直列に配置され前記 2 つの端末間のデータを中継するための第 1 と第 2 の中継装置と、を有するネットワークに配置される第 1 の中継装置であって、受信したデータの転送を行うための転送制御部と、

対向する前記第 2 の中継装置に障害が発生したことを検知する検知部と、を備え、前記転送制御部は、

前記受信したデータの転送を行う転送部と、

前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知するために前記受信したデータを加工する加工部であって、(i) 前記第 2 の中継装置に向けてデータを転送する場合に、転送するデータに前記第 1 と第 2 の中継装置間でのデータのやり取りであることを示すためのマークをデータに付与するオプション部と、を有する加工部と、を有し、

前記検知部が対向する前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知するための要素として前記マークを含む、第 1 の中継装置。

上記第 1 の変形態様の第 1 の中継装置は、マークに基づいて対向する第 2 の中継装置の障害発生を検知できる。ここで、検知部は、第 2 の中継装置から送信されて受信したデータにマークが付与されていない場合に、第 2 の中継装置の障害の発生を容易に検知できる。

【 0 0 6 9 】

・第 2 の変形態様：

シーケンス番号を用いたストリーム型の通信によってデータを伝送する 2 つの端末と、前記 2 つの端末の伝送路上に直列に配置され前記 2 つの端末間のデータを中継するための第 1 と第 2 の中継装置と、を有するネットワークに配置される第 1 の中継装置であって、受信したデータの転送を行うための転送制御部と、

対向する前記第 2 の中継装置に障害が発生したことを検知する検知部と、を備え、前記転送制御部は、

前記受信したデータの転送を行う転送部と、

前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知するために前記受信したデータを加工する加工部であって、(i) データを対向する前記端末に送信する場合に、送信元の前記端末から送信されるデータに付与されているシーケンス番号に所定値を加算する加算部と、(i i) データを対向する前記端末から受信した場合に、前記端末から送信されたデータに付与されている確認応答番号に対し前記所定値を減算する減算部と、を有する加工部と、を有し、

前記検知部が対向する前記第 2 の中継装置の障害の発生を検知するための要素として前記確認応答番号を含む、第 1 の中継装置。

上記第 2 の変形態様の第 1 の中継装置は、確認応答番号に基づいて対向する第 2 の中継装置の障害発生を検知できる。ここで、検知部は、第 2 の中継装置から送信されて受信したデータのうち確認応答番号が、本来受信すべき番号から所定値を加算した番号である場合に、第 2 の中継装置の障害の発生を容易に検知できる。

【 0 0 7 0 】

C - 2 . 第 2 変形例：

上記実施例では、第 1 と第 2 の通信装置 4 5 4 , 4 5 5 は T C P によってデータ通信を行っていたが、データ通信に用いられるプロトコルは T C P に限定されるものではない。すなわち、第 1 と第 2 の通信装置 4 5 4 , 4 5 5 がシーケンス番号を用いたストリーム型の通信によってデータ通信を行う場合に、本発明を適用できる。例えば、R T C P (Real-time Transport Control Protocol) を用いたデータ通信にも本発明は適用できる。

【 0 0 7 1 】

C - 3 . 第 3 変形例：

上記実施例では、第 1 と第 2 の中継装置 4 4 1 , 4 4 2 が対向する中継装置 4 4 1 , 4

10

20

30

40

50

4 2 の障害発生を検知し、R S T パケットを送信することでデータ通信を中断していたが、以下のようにしてデータ通信を中断しても良い。すなわち、ネットワークシステム 5 に接続された制御装置を新たに備え、中継装置 4 4 1 , 4 4 2 によって障害が検知された場合に、障害を検知した中継装置が障害検知を制御装置に報知し、障害検知に関する情報を受信した制御装置がデータ通信の中断を実行しても良い。

【符号の説明】

【0 0 7 2】

5 , 5 w ... ネットワークシステム
 1 0 w ... 第 1 の中継装置
 1 1 w ... 第 2 の中継装置
 2 0 w ... 第 1 の通信装置
 2 1 w ... 第 2 の通信装置
 4 1 , 4 2 ... 入出力インタフェース
 4 4 ... 転送制御部
 4 6 ... 検知部
 4 8 ... 加工部
 4 8 a ... オプション部
 4 8 b ... 加算部
 4 8 c ... 減算部
 4 9 ... 転送部
 4 4 1 ... 第 1 の中継装置
 4 4 2 ... 第 2 の中継装置
 4 5 4 ... 第 1 の通信装置
 4 5 5 ... 第 2 の通信装置

10

20

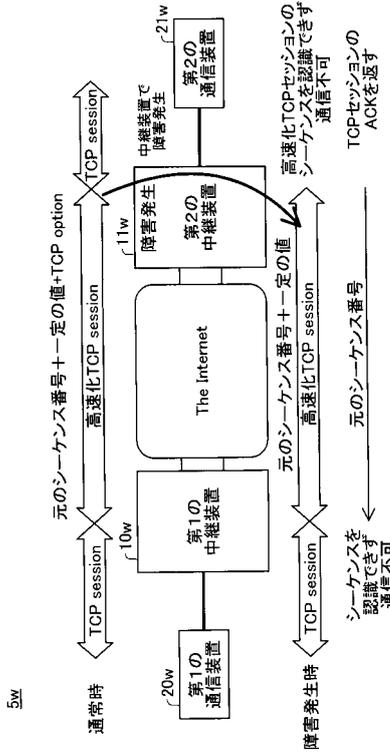
【要約】

第 1 のネットワーク装置は、受信したデータの転送を行うための転送制御部と、対向する第 2 の中継装置に障害が発生したことを検知する検知部と、を備える。転送制御部は、受信したデータの転送を行う転送部と、第 2 の中継装置の障害の発生を検知するために受信したデータを加工する加工部であって、(i) マークをデータに付与するオプション部と、(i i) シーケンス番号に所定値を加算する加算部と、(i i i) 確認応答番号に対し所定値を減算する減算部と、を有する加工部と、を有する。検知部は、マークと確認応答番号の少なくともいずれか一方に基づいて対向する第 2 の中継装置の障害の発生を検知する。

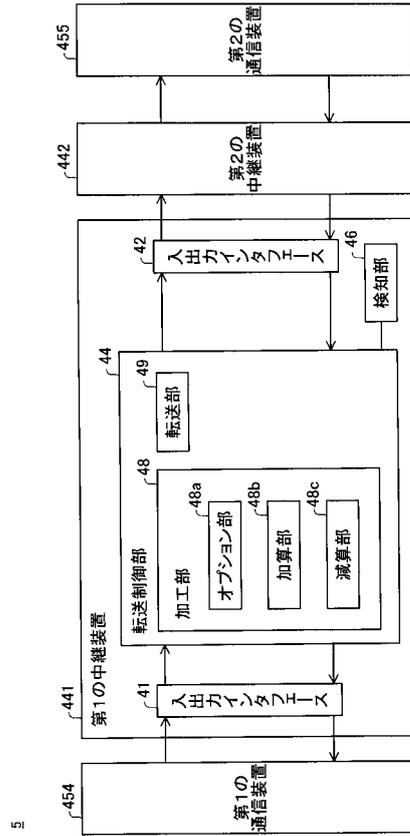
30

【選択図】図 2

【図1】



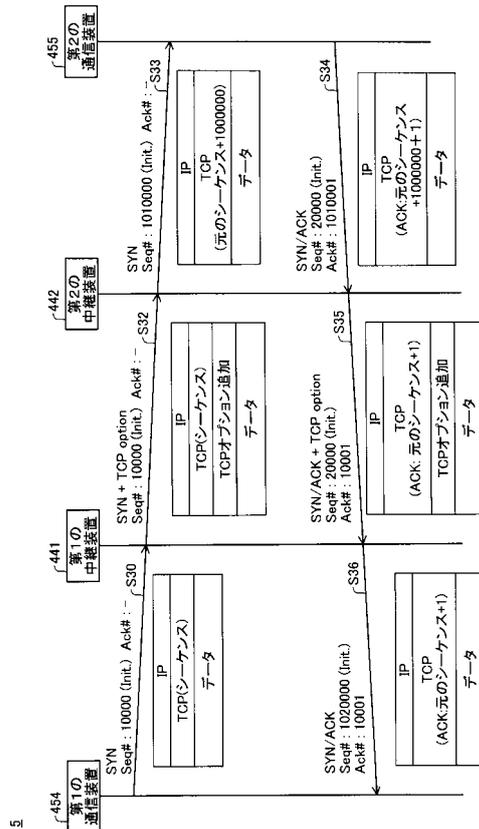
【図2】



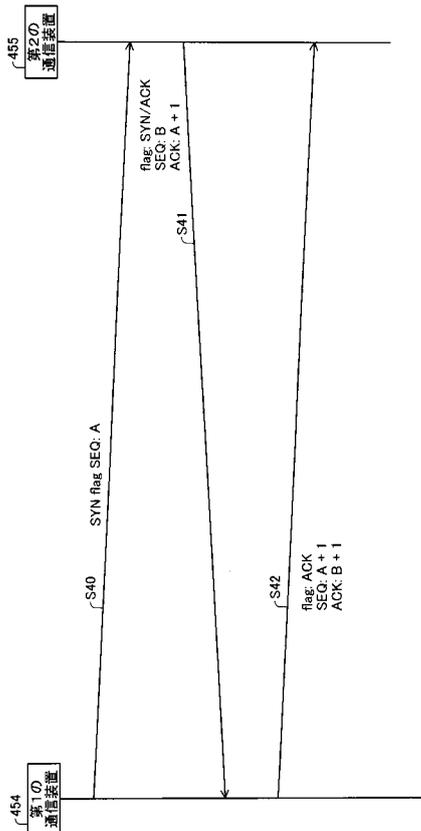
【図3】

101	送信元ポート番号		宛先ポート番号 104
102	シーケンス番号		
103	ACK番号		
104	ヘッダ長	予約	フラグ
105	チェックサム		緊急ポインタ
106	オプション種別	オプション長	オプション値
107	オプション種別(判別用)	オプション長	オプション値(バージョン番号)
108	データ		

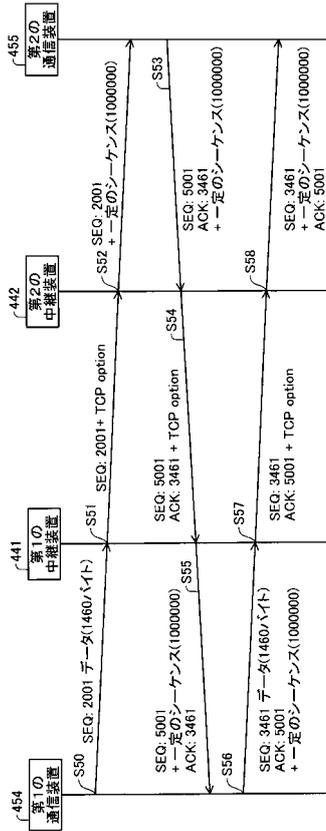
【図4】



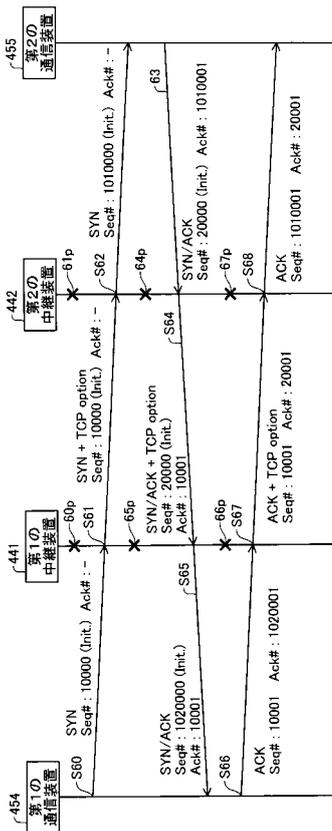
【図 5】



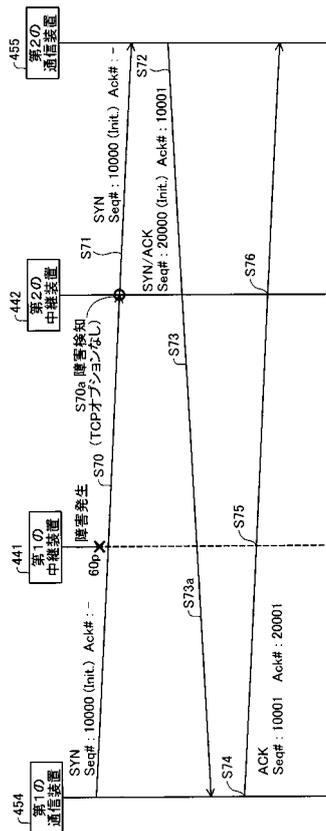
【図 6】



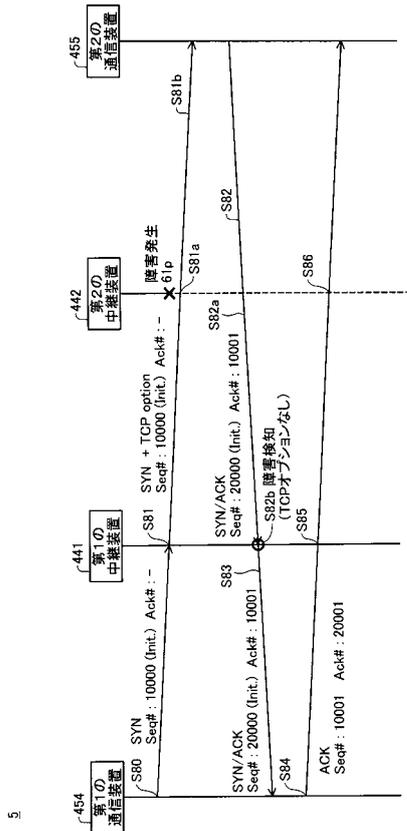
【図 7】



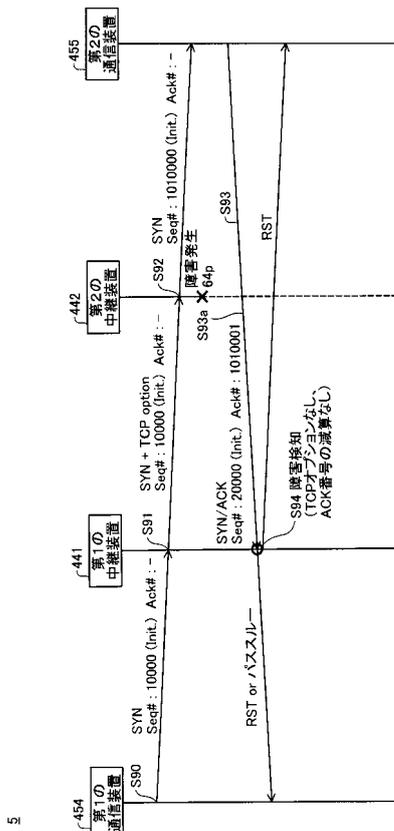
【図 8】



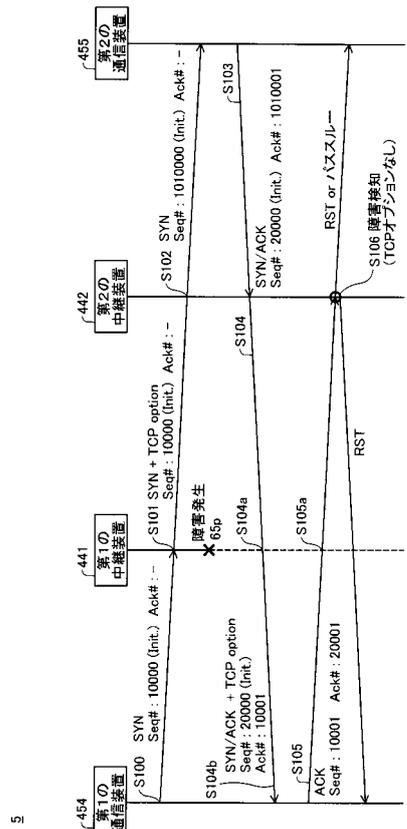
【図 9】



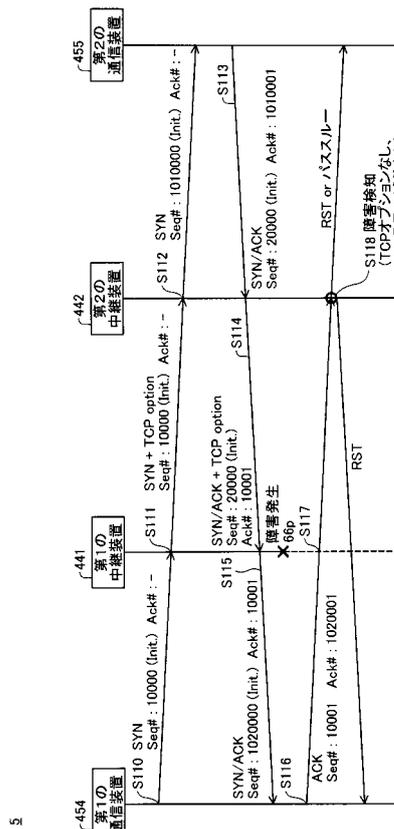
【図 10】



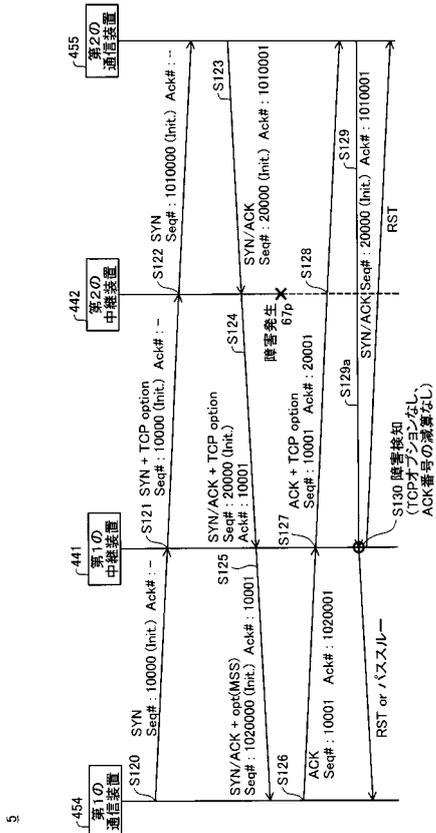
【図 11】



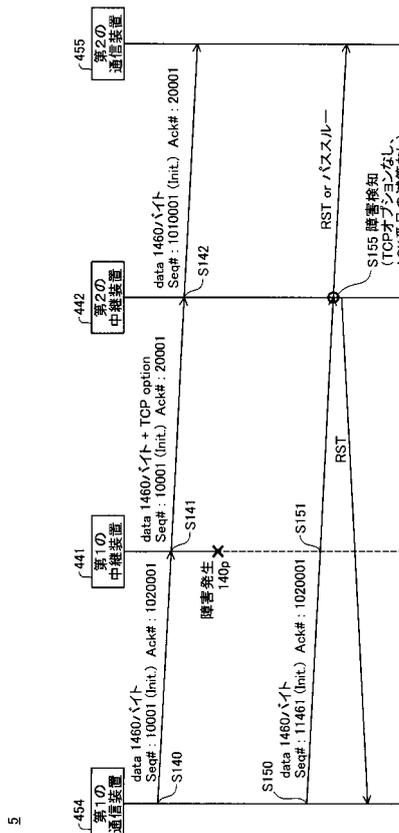
【図 12】



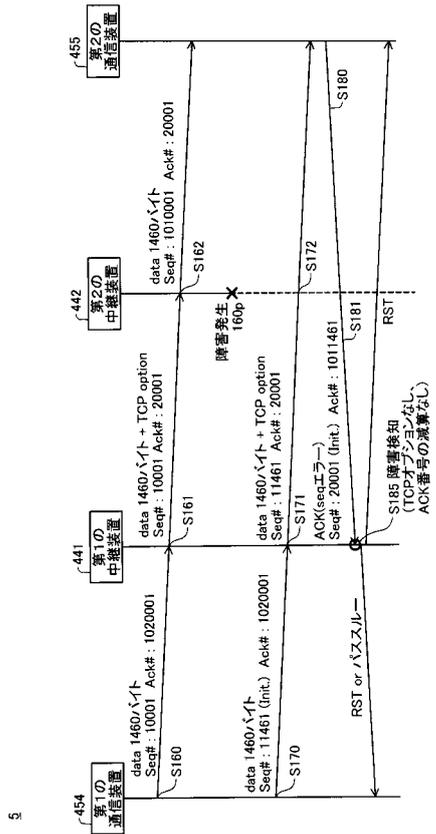
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

審査官 玉木 宏治

- (56)参考文献 特開2006-339726(JP,A)
特開2008-072552(JP,A)
土屋 卓之 他, 高速フォトニックネットワーク転送プロトコルおよびその実装に関する研究,
電子情報通信学会技術研究報告(信学技報), 2003年 5月 9日, 第103巻、第56号, pp.
73-78(IN2003-13)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04L 12/00-955
H04L 29/08