

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4495515号
(P4495515)

(45) 発行日 平成22年7月7日 (2010.7.7)

(24) 登録日 平成22年4月16日 (2010.4.16)

(51) Int.Cl.

F I

HO 4 L 12/56 (2006.01)

HO 4 L 12/18 (2006.01)

HO 4 L 12/56 2 6 0 A

HO 4 L 12/18

請求項の数 14 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2004-144176 (P2004-144176)	(73) 特許権者	500046438
(22) 出願日	平成16年5月13日 (2004.5.13)		マイクロソフト コーポレーション
(65) 公開番号	特開2004-343762 (P2004-343762A)		アメリカ合衆国 ワシントン州 9805
(43) 公開日	平成16年12月2日 (2004.12.2)		2-6399 レッドモンド ワン マイ
審査請求日	平成19年5月14日 (2007.5.14)		クロソフト ウェイ
(31) 優先権主張番号	10/436,613	(74) 代理人	100077481
(32) 優先日	平成15年5月13日 (2003.5.13)		弁理士 谷 義一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100088915
			弁理士 阿部 和夫
		(72) 発明者	シュ イカン
			アメリカ合衆国 98052 ワシントン
			州 レッドモンド 189 プレイス ノ
			ースイースト 6055

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチキャスト会議データの信頼性の高い配信

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1つまたは複数の子コンピュータシステムと少なくとも1つの親コンピュータシステムとを含む既存のマルチキャスト会議セッションに加わるための方法であって、前記親コンピュータシステムが前記1つまたは複数の子コンピュータシステムとネットワーク接続可能であり、前記方法は、

前記親コンピュータシステムにおいて前記マルチキャスト会議セッションのための指定のマルチキャストアドレスにアクセスする動作と、

前記親コンピュータシステムから前記マルチキャスト会議セッションのための少なくとも1つの前記指定のマルチキャストアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを子コンピュータシステムに送信する動作と、

前記マルチキャスト会議セッションに参加しているコンピュータシステムによる受信のためにマルチキャスト送信側から送信されるマルチキャストパケットを前記子コンピュータシステムにおいて前記指定のマルチキャストアドレスで受信する動作と、

前記マルチキャストパケットを受信することに応答して、前記子コンピュータシステムからマルチキャストステータスメッセージを前記親コンピュータシステムに送信する動作であって、前記マルチキャストステータスメッセージは前記子コンピュータシステムが前記マルチキャスト会議セッションのためのマルチキャストパケットを受信できることを前記親コンピュータシステムに示す動作と、

前記親コンピュータシステムにおいて前記マルチキャストステータスメッセージを受信

したことに応答して、次のマルチキャストシーケンス番号を前記親コンピュータシステムから前記子コンピュータシステムに送信する動作であって、前記次のマルチキャストシーケンス番号は、前記マルチキャストセッションのための次のマルチキャストパケットに関連付けられることになるマルチキャストシーケンス番号を示す動作と

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2】

1 つまたは複数の子コンピュータシステムにネットワーク接続可能な親コンピュータシステムであって、

マルチキャスト会議セッションのための指定のマルチキャストアドレスにアクセスする手段と、

少なくとも 1 つの前記指定のマルチキャストアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを子コンピュータシステムに送信する手段と、

前記子コンピュータシステムが前記マルチキャスト会議セッションのためのマルチキャストパケットを受信できることを示すマルチキャストステータスメッセージを受信する手段と、

前記マルチキャストステータスメッセージを受信したことに応答して、次のマルチキャストシーケンス番号を前記子コンピュータシステムに送信する手段であって、前記次のマルチキャストシーケンス番号は、前記マルチキャストセッションのための次のマルチキャストパケットに関連付けられることになるマルチキャストシーケンス番号を示す手段と

を備えたことを特徴とするシステム。

【請求項 3】

マルチキャストアドレスにアクセスする前記手段は、コンピュータシステムの階層ツリーにおいて前記親コンピュータシステムより上のコンピュータシステムから前記マルチキャストアドレスを受信するようにさらに構成されたことを特徴とする請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

指定のマルチキャストアドレスにアクセスする前記手段は、前記指定のマルチキャストアドレスを割り振るようにさらに構成されたことを特徴とする請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 5】

マルチキャスト勧誘メッセージを子コンピュータシステムに送信する前記手段は、前記指定のマルチキャストアドレス、指定のマルチキャストポート、およびマルチキャスト送信側のネットワークアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを送信するようにさらに構成されたことを特徴とする請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 6】

マルチキャストステータスメッセージを受信する前記手段は、前記マルチキャストセッションに参加しているコンピュータシステムに送信されたマルチキャストパケットの受信の成功を確認するメッセージを受信するようにさらに構成されたことを特徴とする請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 7】

少なくとも 1 つの親コンピュータシステムにネットワーク接続可能な子コンピュータシステムであって、

マルチキャスト会議セッションのための少なくとも 1 つの指定のマルチキャストアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを前記親コンピュータシステムから受信する手段と、

前記マルチキャスト会議セッションに参加しているコンピュータシステムによる受信のためにマルチキャスト送信側から送信されるマルチキャストパケットを前記指定のマルチキャストアドレスで受信する手段と、

前記マルチキャストパケットを受信したことに応答して、マルチキャストステータスメッセージを前記親コンピュータシステムに送信する手段であって、前記マルチキャストス

10

20

30

40

50

ステータスメッセージは、前記子コンピュータシステムが前記マルチキャスト会議セッションのためのマルチキャストパケットを受信できることを前記親コンピュータシステムに示す手段と、

次のマルチキャストシーケンス番号を前記親コンピュータシステムから受信する手段であって、前記次のマルチキャストシーケンス番号は、前記マルチキャストセッションのための次のマルチキャストパケットに関連付けられることになるマルチキャストシーケンス番号を示す手段と

を備えたことを特徴とするシステム。

【請求項 8】

マルチキャスト勧誘メッセージを前記親コンピュータシステムから受信する前記手段は、前記指定のマルチキャストアドレス、指定のマルチキャストポート、およびマルチキャスト送信側のネットワークアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを受信するようにさらに構成されたことを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

マルチキャストパケットを受信する前記手段は、コンピュータシステムの階層ツリーにおいて前記親コンピュータシステムより上のコンピュータシステムによって送信されたマルチキャストパケットを受信するようにさらに構成されたことを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 10】

マルチキャストステータスメッセージを前記親コンピュータシステムに送信する前記手段は、前記マルチキャストセッションに参加しているコンピュータシステムに送信された前記マルチキャストパケットの受信を確認するメッセージを送信するようにさらに構成されたことを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 11】

1 つまたは複数の子コンピュータシステムにネットワーク接続可能な親コンピュータシステムにおける使用のためのコンピュータプログラムプロダクトであって、既存のマルチキャスト会議セッションに加わるよう子コンピュータシステムを勧誘する方法を実装するためのコンピュータプログラムプロダクトであって、プロセッサによって実行されたとき

、前記マルチキャスト会議セッションのための指定のマルチキャストアドレスにアクセスすることと、

少なくとも 1 つの前記指定のマルチキャストアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを子コンピュータシステムに送信することと、

前記子コンピュータシステムが前記マルチキャスト会議セッションのためのマルチキャストパケットを受信できることを示すマルチキャストステータスメッセージを受信することと、

前記マルチキャストステータスメッセージを受信したことに応答して前記マルチキャストセッションのための受信される次のマルチキャストパケットに関連付けられることになるマルチキャストシーケンス番号を示す次のマルチキャストシーケンス番号を前記子コンピュータシステムに送信することと

を前記親コンピュータシステムに実行させるコンピュータ実行可能命令を格納した 1 つまたは複数のコンピュータ可読メディアを備えたことを特徴とするコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項 12】

前記 1 つまたは複数のコンピュータ可読メディアは、物理的記憶メディアを含むことを特徴とする請求項 11 に記載のコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項 13】

少なくとも 1 つの親コンピュータシステムにネットワーク接続可能な子コンピュータシステムにおける使用のためのコンピュータプログラムプロダクトであって、マルチキャスト会議セッションに加わるための方法を実装するためのコンピュータプログラムプロダク

10

20

30

40

50

トであって、プロセッサによって実行されたとき、

前記マルチキャスト会議セッションのための少なくとも1つの指定のマルチキャストアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを前記親コンピュータシステムから受信することと、

前記マルチキャスト会議セッションに参加しているコンピュータシステムによる受信のためにマルチキャスト送信側から送信されるマルチキャストパケットを前記指定のマルチキャストアドレスで受信することと、

前記マルチキャストパケットを受信したことに応答して、前記子コンピュータシステムが前記マルチキャスト会議セッションのためのマルチキャストパケットを受信できることを前記親コンピュータシステムに示すマルチキャストステータスメッセージを前記親コンピュータシステムに送信することと、

10

前記子コンピュータシステムによって受信される次のマルチキャストパケットに関連付けられることになるマルチキャストシーケンス番号を示す次のマルチキャストシーケンス番号を前記親コンピュータシステムから受信することと

を前記子コンピュータシステムに実行させるコンピュータ実行可能命令を格納した1つまたは複数のコンピュータ可読メディアを備えたことを特徴とするコンピュータプログラムプロダクト。

【請求項14】

前記1つまたは複数のコンピュータ可読メディアは、物理的記憶メディアを含むことを特徴とする請求項13に記載のコンピュータプログラムプロダクト。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ネットワーク通信技術に関し、より具体的には、マルチキャスト会議データの信頼性の高い配信に関する。

【背景技術】

【0002】

コンピュータネットワークは、1つのコンピュータまたは装置（以降、ともに「コンピューティングシステム」と呼ぶ）がネットワークを介して別のコンピューティングシステムと電子メッセージを使用して通信できるようにすることにより、我々が情報を通信し情報にアクセスできる能力を高めている。コンピューティングシステム間で電子メッセージを転送する際、電子メッセージは、多くの場合プロトコルスタックを経由し、それによって電子メッセージ内部のデータに対して操作（例えば、パケット化、ルーティング、フロー制御）が行われる。OSI（Open System Interconnect）モデルは、プロトコルスタックを実装するためのネットワーキングフレームワークの例である。

30

【0003】

OSIモデルでは、電子メッセージを転送するための動作を7つの異なる「レイヤ」に分け、それぞれがデータ転送プロセスにおいてある特定の操作を実行するように指定されている。プロトコルスタックは、可能性としてレイヤそれぞれを実装することができるが、多くのプロトコルスタックは、ネットワークを介してデータを転送する使用のために選ばれたレイヤだけを実装する。コンピューティングシステムからデータが送信される場合、データはアプリケーションレイヤから出て中間のレイヤを下に伝ってネットワーク上に送り出される。ネットワークからデータを受信する場合、データは物理レイヤに入り、中間のレイヤを上伝って、最終的にアプリケーションレイヤにて受け取られる。最上位のレイヤであるアプリケーションレイヤは、例えば、電子会議ソフトウェアなどのアプリケーションおよびエンドユーザプロセスをサポートする責を担う。

40

【0004】

しばしば、2つのコンピューティングシステムが互いに通信する場合、2つのコンピューティングシステムはまず、接続（例えば、「TCP」（伝送制御プロトコル）接続）を

50

確立することになる。このように、いくつかの異なるコンピューティングシステムが電子会議に参加する場合、異なるコンピューティングシステムが相互間の接続を確立することがある。したがって、電子会議に参加している各コンピューティングシステムは、この場合、電子会議に参加している他のあらゆるコンピューティングシステムと会議データを共有することができる。接続が確立されると、コンピューティングシステムを、例えば、T・120会議セッションの論理階層のような論理階層に構成することができる。論理階層は、1つまたは複数の中間コンピューティングシステムに対する接続を有するルート（root）コンピューティングシステムを含むことができ、中間コンピューティングシステムは、いずれ1つまたは複数のリーフコンピューティングシステムに（場合により、1つまたは複数の他の中間コンピューティングシステムを介して）接続されることになる。したがって、論理階層は、相当な数の確立済みの接続を含むことがある。

10

【0005】

電子会議中、会議データは、通常、論理階層の1つのブランチにある中間コンピューティングシステムまたはリーフコンピューティングシステムから出る。この中間コンピューティングシステムまたはリーフコンピューティングシステムは、（例えば、確立されたTCP接続を利用して）論理階層の上に向かってルートコンピューティングシステムへ会議データを転送する。次に、ルートコンピューティングシステムは、（例えば、確立されたTCP接続を利用して）論理階層の下に向かって論理階層にあるすべての中間コンピューティングシステムおよびリーフコンピューティングシステムへその会議データを転送する。したがって、会議データが中間コンピューティングシステムまたはリーフコンピューティングシステムに到達するために、会議データはいくつかの確立された接続を介して伝わることもある。例えば、会議データをリーフコンピューティングシステムに配信するのに、会議データが、ルートコンピューティングシステムと第1の中間コンピューティングシステムの間の第1の接続を介し、第1の中間コンピューティングシステムと第2の中間コンピューティングシステムの間の第2の接続を介し、第2の中間コンピューティングシステムとリーフコンピューティングシステムの間の第3の接続を介して伝わることもある。

20

【0006】

TCPなど多くのコネクションオリエンテッドのプロトコルでは、エンドツーエンドのエラー回復、再シーケンス化（ressequencing）、およびフロー制御の機能が提供されている。したがって、コネクションオリエンテッドのプロトコルを利用して会議データを転送することにより、信頼性が高まる。しかし、コネクションオリエンテッドのプロトコルの機能を実現するために、例えば、送信バッファ、受信バッファ、輻輳制御パラメータ、シーケンス番号パラメータ、受信確認番号パラメータなどの状態情報を、各TCP接続ごとに維持管理しなければならない。さらに、一部の状態情報は、会議データがコンピューティングシステム間で転送される際に会議データとともに転送しなければならない。状態情報の維持管理および転送により、コンピューティングシステム資源（例えば、システムメモリ）が消費され、ネットワーク帯域幅が消費され、潜在的にネットワーク待ち時間が増大する。多くの中間コンピューティングシステムおよびリーフコンピューティングシステムを有する電子会議では、転送される状態情報によって消費される帯域幅は、比較的大きくなることもある。

30

40

【0007】

結果として、一部の電子会議アプリケーションでは、マルチキャストプロトコル（例えば、マルチキャストIP（Internet Protocol））を利用して会議データをルートコンピューティングシステムから論理階層の下に向かって他のコンピューティングシステムに転送している。マルチキャストプロトコルを利用している電子会議では、各中間コンピューティングシステムおよび各リーフコンピューティングシステムが、会議データを同一の指定されたマルチキャストアドレス上で聴取（listen）する。したがって、ルートコンピューティングシステムは、会議データを他のすべてのコンピューティングシステムに配信するのに、この指定マルチキャストアドレスに会議データを送信するだけでよい。その場合、通常の動作中に、指定マルチキャストアドレスで聴取している

50

各コンピューティングシステムが、会議データを受信することになる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、マルチキャストプロトコルは、通常、コネクションオリエンテッドではないので、信頼性のあるメッセージング機能（例えば、エンドツーエンドのエラー回復、再シーケンス化、フロー制御等）を提供していない。このように、マルチキャストデータが失われるかまたは損なわれた場合、失われるかまたは損なわれたデータを回復するためにほとんど何もできない。これは、残念なことである。というのは、会議データが失われるかまたは損なわれたために、電子会議の有用性が大幅に低下することがあるからである。さらに、マルチキャスト会議データは、あらゆるコンピュータシステムに伝送されるので、会議データが失われるかまたは損なわれると、電子会議に参加しているあらゆる中間コンピューティングシステムおよびリーフコンピューティングシステムに影響が及ぶ可能性がある。

10

【0009】

そのため、マルチキャスト会議データを信頼性のある形で配信するためのシステム、方法、コンピュータプログラム製品、およびデータ構造は有用であろう。

【課題を解決するための手段】

【0010】

先行技術の上記の問題は、マルチキャスト会議データを信頼性の高い形で配信するための方法、システム、およびコンピュータプログラム製品を対象とする本発明の原理によって克服される。いくつかのコンピュータシステムが少なくとも1つの親コンピュータシステムと1つまたは複数の対応する子コンピュータシステムとを含む、階層的に構成されたマルチキャスト会議セッションに参加する。親コンピュータシステム（ルートコンピュータシステムであっても、そうでなくてもよい）が、マルチキャスト会議セッションのための会議データが入っているマルチキャストパケット（例えば、IPマルチキャストパケット）にアクセスする。親コンピュータシステムは、1つまたは複数の対応する子コンピュータシステムのそれぞれから会議データの受信を示す受信確認を受け取るまで、受信バッファに会議データを格納する。

20

【0011】

子コンピュータシステムは、例えば、シーケンス番号を利用することにより、自らがマルチキャストパケットを受信しなかったことを検出する。子コンピュータシステムは、マルチキャストパケットが受信されなかったことを示す否定応答メッセージを親コンピュータシステムに送信する。これにตอบสนองして、親コンピュータシステムは、格納した会議データをその子コンピュータシステムに再送信するための機構を特定する。親コンピュータシステムがルートコンピュータシステムである場合、親コンピュータシステムは、会議データを再送信するために（例えば、「TCP」（Transmission Control Protocol）接続を利用して）マルチキャスト機構またはユニキャスト機構を特定することができる。

30

【0012】

他方、親コンピュータシステムがルートコンピュータシステムではない場合、親コンピュータシステムは、ユニキャスト機構を特定することができる。このように、会議データは、マルチキャストパケットが受信されていないことが示された場合、ユニキャストを介して子コンピュータシステムに再送信することができる。したがって、本発明の実施形態では、潜在的な帯域幅の節約、およびマルチキャストプロトコルに関連する待ち時間の短縮を実現しつつ、コネクションオリエンテッドのプロトコルによる回復を通じて会議データをより信頼性のある形で配信することができる。さらに、本発明の実施形態により、マルチキャスト対応コンピュータシステムとマルチキャスト対応でないコンピュータの両方が、同一の会議セッションに参加することができるようになる。マルチキャスト対応コンピュータシステムは、マルチキャストを介して会議セッションに参加することができ、マ

40

50

ルチキャスト対応でないコンピュータは、ユニキャストを介してその会議セッションに参加することができる。

【 0 0 1 3 】

いくつかの実施形態では、親コンピュータシステムは、既存のマルチキャスト会議セッションに加わるよう子コンピュータシステムを勧誘する。親コンピュータシステムは、マルチキャスト会議セッションのためのマルチキャストアドレスにアクセスし、少なくとも1つのマルチキャストアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを子コンピュータシステムに送信する。マルチキャスト勧誘に回答して、子コンピュータシステムは、マルチキャストパケットを受信できることを示すマルチキャストステータスメッセージを親コンピュータシステムに送信する。マルチキャストステータスメッセージに回答して、親コンピュータシステムは、次のマルチキャストシーケンス番号を子コンピュータシステムに送信する。次のマルチキャストシーケンス番号は、子コンピュータシステムにおいて受信される次のマルチキャストパケットに関連付けられることになるマルチキャストシーケンス番号を示す。したがって、子コンピュータシステムは、既存のマルチキャスト会議セッションに既に参加している他のコンピュータシステムに大きな影響を与えずに、既存のマルチキャスト会議セッションに動的に加わることができる。

10

【 0 0 1 4 】

ルートコンピュータシステムは、随時、マルチキャストパケットの現行送信速度を調整することができる。ルートコンピュータシステムの直下の子コンピュータシステムが、指定時間内にマルチキャストパケットのシーケンスを受信したことを受信確認したとき、現行送信速度を増加させることができる。他方、（例えば、ネットワークの輻輳または待ち時間の結果）直下の子コンピュータシステムが指定時間内にマルチキャストパケットのシーケンスを受信したことを受信確認しなかったときは、マルチキャストパケットの送信速度を低下させることができる。したがって、ルートコンピュータシステムは送信速度を調整して、マルチキャストパケットを配信するのに使用されるネットワークの伝送特性（例えば、利用可能な帯域幅および待ち時間）の変化を補償することができる。

20

【 0 0 1 5 】

本発明のさらなる特徴および利点は、以下の説明で提示し、部分的には、その説明から明白となり、あるいは本発明の実施によって知ることができる。本発明の特徴および利点は、添付の特許請求の範囲で具体的に示した手段および組合せによって実現し、達成することができる。本発明の上記およびその他の特徴は、以下の説明および添付の特許請求の範囲からより完全に明らかとなり、あるいは以下に提示する本発明の実施によって知ることができる。

30

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 6 】

本発明の上記およびその他の利点および特徴を達成することができる方法を説明するために、上記で手短かに述べた本発明のより詳細な説明を付属の図面に示す本発明に係る特定の実施形態を参照して行う。これらの図面は、本発明の代表的な実施形態を示すものにすぎず、したがって、本発明の範囲を限定するものと見なすべきでないとの了解の上で、付随する図面を使って本発明をさらに具体的かつ詳細に記述し説明する。

40

【 0 0 1 7 】

本発明の原理を用いると、マルチキャスト会議セッションに参加しているコンピュータシステムにマルチキャスト会議データを信頼性のある形で配信することが可能となる。マルチキャスト会議データが配信中に失われまたは損なわれた場合、失われまたは損なわれた会議データをコネクションオリエンテッドのユニキャスト配信を介して修復することができる。コンピュータシステムは、既存のマルチキャスト会議セッションに既に参加している他のコンピュータシステムに大きな影響を与えずに、既存のマルチキャスト会議セッションに加わることができる。ルートコンピュータシステムは、変化したネットワーク条件を補償するようにマルチキャスト送信速度を調整することができる。

【 0 0 1 8 】

50

本発明の範囲に含まれる実施形態には、コンピュータ実行可能命令またはデータ構造を担持または格納するためのコンピュータ可読メディアが含まれる。そのようなコンピュータ可読メディアは、汎用または専用のコンピュータシステムによってアクセス可能な任意の利用可能なメディアでもよい。限定ではなく例として挙げると、そのようなコンピュータ可読メディアは、RAM、ROM、EPROM、CD-ROMもしくはその他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージもしくはその他の磁気記憶装置、またはコンピュータ実行可能命令、コンピュータ可読命令、またはデータ構造の形態の所望のプログラムコード手段を担持または格納するのに使用することができ、汎用または専用のコンピュータシステムからアクセス可能な他の任意のメディアなどの物理的記憶メディアを含むことができる。

10

【0019】

本明細書の説明、および添付の特許請求の範囲において、「ネットワーク」とは、コンピュータシステムおよび/またはモジュール間で電子データの移送を可能にする1つまたは複数の論理通信リンクとして定義される。ネットワークまたは別の通信接続（配線、無線、または配線および無線の組合せのいずれか）を介してコンピュータシステムに情報が転送または提供されるとき、その接続は正しくコンピュータ可読メディアと見なされる。このように、そのようないかなる接続も正しくコンピュータ可読メディアと称される。また、これらの組合せも、コンピュータ可読メディアの範囲内に含まれるべきものである。コンピュータ実行可能命令は、例えば、汎用コンピュータシステムまたは専用コンピュータシステムにある機能または機能群を実行させる命令およびデータを含む。コンピュータ

20

【0020】

本明細書の説明、および添付の特許請求の範囲において、「コンピュータシステム」とは、協働して電子データ上の操作を実行する1つまたは複数のソフトウェアモジュール、1つまたは複数のハードウェアモジュール、またはそれらの組合せとして定義される。例えば、パーソナルコンピュータのハードウェアコンポーネント、ならびにパーソナルコンピュータのオペレーティングシステムなどのソフトウェアモジュールが、コンピュータシステムの定義に含まれる。それらのモジュールの物理的レイアウトは重要ではない。コンピュータシステムには、ネットワークを介して結合された1つまたは複数のコンピュータ

30

【0021】

本明細書の説明、および添付の特許請求の範囲において、「論理通信リンク」とは、コンピュータシステムまたはモジュールなどの2つのエンティティ間で電子データの移送を可能にする任意の通信パスとして定義される。2つのエンティティ間の通信パスの実際の物理的表現は、重要ではなく、例えば、ルーティングパスが変更されるときのように、時間の経過とともに変化することがある。論理通信リンクには、システムバス、ローカルエリアネットワーク、ワイドエリアネットワーク、インターネット、これらの組合せ、または電子データの移送を容易にする他の任意のパスの一部も含まれ得る。論理通信リンクは、配線リンク、無線リンク、または配線リンクおよび無線リンクの組合せを含むものと定義される。論理通信リンクには、データの一部を条件付けたりまたはフォーマットしたりして、本発明の原理を実装するコンポーネント（例えば、プロキシ、ルータ、ゲートウェイなど）にデータのその部分をアクセスできるようにするソフトウェアモジュールまたはハードウェアモジュールも含まれ得る。

40

【0022】

本明細書の説明、および添付の特許請求の範囲において、「会議データ」とは、電子会議に関連するデータとして定義される。会議データは、電子会議に参加しているコンピュータシステム間で転送することができる。会議データは、送信側コンピュータシステム（

50

例えば、ルートコンピュータシステム）から受信側コンピュータシステム（例えば、中間コンピュータシステムまたはリーフコンピュータシステム）に配信されるオーディオストリームおよび／またはビデオストリーム、ビジュアルデータおよび／または非ビジュアルデータ、ならびに／あるいはデータファイルを含むものと定義される。例えば、会議データには、ボイスオーバーIPデータ（オーディオストリームデータ）、カメラビデオデータ（ビデオストリームデータ）、アプリケーション共有 - ホワイトボードデータ（ビジュアルデータ）、チャットテキストデータ（非ビジュアルデータ）、および／またはファイル転送データ（データファイル）が含まれ得る。会議データは、例えば、IP（Internet Protocol）、UDP（User Datagram Protocol）、TCP（Transmission Control Protocol）、RTP（Real-Time Transport Protocol）、RTSP（Real Time Streaming Protocol）など多種多様なプロトコル、またはプロトコルの組合せを使用して転送することができる。

10

【0023】

本明細書の説明、および添付の特許請求の範囲において、「送信速度」とは、会議データが、論理通信リンク上へ、または論理通信リンクを介して転送される（または転送されることになる）速度、あるいは論理通信リンクから受信される速度として定義される。送信速度は、例えば、メガビット毎秒（Mbps）やメガバイト毎秒（MBps）など様々な異なる単位で測定することができる。

【0024】

20

本発明は、パーソナルコンピュータ、ラップトップコンピュータ、ハンドヘルド装置、マルチプロセッサシステム、マイクロプロセッサベースもしくはプログラム可能な民生用電子機器、ネットワークPC、ミニコンピュータ、メインフレームコンピュータ、携帯電話機、PDA、ポケットベルなどを含む、多くのタイプのコンピュータシステム構成を有するネットワークコンピューティング環境において実施できることが、当分野の技術者には理解されよう。本発明はまた、（配線リンク、無線リンク、または配線リンクおよび無線リンクの組合せのいずれかによって）リンクされたローカルコンピュータシステムおよび遠隔コンピュータシステムがネットワークを通してともにタスクを実行する分散システム環境において実施することもできる。分散システム環境では、プログラムモジュールは、ローカルメモリ記憶装置と遠隔メモリ記憶装置の両方に配置することができる。

30

【0025】

図1および以下の議論は、本発明を実装することができる適切なコンピューティング環境の簡単な一般的説明を提供するためのものである。必須ではないが、コンピュータシステムによって実行されるプログラムモジュールなどのコンピュータ実行可能命令の一般的な文脈において本発明を説明する。一般に、プログラムモジュールには、特定のタスクを実行するか、または特定の抽象データ型を実装する、ルーチン、プログラム、オブジェクト、コンポーネント、データ構造などが含まれる。コンピュータ実行可能命令、関連するデータ構造、およびプログラムモジュールは、本明細書で開示する方法の動作を実行するためのプログラムコード手段の例である。

【0026】

40

図1を参照すると、本発明を実装するための例示的なシステムは、処理ユニット121、システムメモリ122、およびシステムメモリ122を含む様々なシステムコンポーネントを処理ユニット121に結合するシステムバス123とを含むコンピュータシステム120の形態の汎用コンピューティング装置を含んでいる。処理ユニット121は、本発明の特徴を含めて、コンピュータシステム120の特徴を実装するように設計されたコンピュータ実行可能命令を実行することができる。システムバス123は、様々なバスアーキテクチャのいずれかを使用する、メモリバスまたはメモリコントローラ、周辺バス、およびローカルバスを含む数種類のバス構造のどれでもよい。システムメモリは、ROM（Read Only Memory）124およびRAM（Random Access Memory）125を含む。起動中などにコンピュータシステム120内の諸要素間

50

で情報を転送する助けとなる基本ルーチンが入っているBIOS(Basic Input/Output System)126は、ROM124に格納されることがある。

【0027】

コンピュータシステム120は、磁気ハードディスク139に対して読み取りおよび書き込みを行うための磁気ハードディスクドライブ127、リムーバブルな磁気ディスク129に対して読み取りまたは書き込みを行うための磁気ディスクドライブ128、および、例えば、CD-ROMまたはその他の光メディアなどのリムーバブルな光ディスク131に対して読み取りまたは書き込みを行うための光ディスクドライブ130を含むこともできる。磁気ハードディスクドライブ127、磁気ディスクドライブ128、および光ディスクドライブ130は、それぞれ、ハードディスクドライブインターフェース132、磁気ディスクドライブインターフェース133、および光ドライブインターフェース134によってシステムバス123に接続される。これらのドライブ、および関連するコンピュータ可読メディアは、コンピュータ実行可能命令、データ構造、プログラムモジュール、およびコンピュータシステム120用のその他のデータの揮発性ストレージを提供する。本明細書にて説明する例示的な実施形態では、磁気ハードディスク139、リムーバブルな磁気ディスク129、およびリムーバブルな光ディスク131を使用しているが、磁気カセット、消去メモ리카ード、デジタル多用途ディスク、ベルヌーイカートリッジ、RAM、ROMなどを含めて、データを格納するためのその他のタイプのコンピュータ可読メディアを使用することができる。

【0028】

オペレーティングシステム135、1つまたは複数のアプリケーションプログラム136、他のプログラムモジュール137、およびプログラムデータ138を含めて、1つまたは複数のプログラムモジュールからなるプログラムコード手段は、ハードディスク139、磁気ディスク129、光ディスク131、ROM124、またはRAM125に格納することができる。ユーザは、キーボード140、ポインティングデバイス142、または、例えば、マイク、ジョイスティック、ゲームパッド、スキャナなどのその他の入力デバイス(図示せず)を通して、コマンドおよび情報をコンピュータシステム120に入力することができる。上記およびその他の入力デバイスは、システムバス123に結合された入出力インターフェース146を通して処理ユニット121に接続することができる。入出力インターフェース146は、例えば、シリアルポートインターフェース、PS/2インターフェース、パラレルポートインターフェース、USB(Universal Serial Bus)インターフェース、またはIEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)1394インターフェース(すなわち、FireWireインターフェース)などの多種多様な異なるインターフェースのいずれかを論理的に表現しており、さらには異なるインターフェースの組合せを論理的に表現することができる。

【0029】

また、モニタ147またはその他の表示装置も、ビデオインターフェース148を介してシステムバス123に接続される。スピーカ169またはその他のオーディオ出力装置も、オーディオインターフェース149を介してシステムバス123に接続される。例えばプリンタなどのその他の周辺出力装置(図示せず)も、コンピュータシステム120に接続することができる。

【0030】

コンピュータシステム120は、例えば、オフィス全体もしくは企業全体のコンピュータネットワーク、ホームネットワーク、イントラネット、および/またはインターネットなどのネットワークに接続可能である。コンピュータシステム120は、そのようなネットワークを介して、例えば、遠隔コンピュータシステム、遠隔アプリケーション、および/または遠隔データベースなどの外部ソースとデータを交換することができる。

【0031】

コンピュータシステム120は、ネットワークインターフェース153を含み、それを

介して外部ソースからデータを受信し、そして／または外部ソースにデータを送信する。図1に示すように、ネットワークインターフェース153は、論理通信リンク151を介して遠隔コンピュータシステム183とのデータ交換を容易にする。ネットワークインターフェース153は、例えば、ネットワークインターフェースカードおよび対応するNDIS(Network Driver Interface Specification)スタックなど、1つまたは複数のソフトウェアモジュールおよび／またはハードウェアモジュールを論理的に表現することができる。論理通信リンク151は、ネットワークの一部分(例えば、イーサネット(登録商標)セグメント)を表し、遠隔コンピュータシステム183は、そのネットワークの1つのノードを表す。例えば、遠隔コンピュータシステム183は、会議データをコンピュータシステム120に送信するコンピュータシステムとなることができる。他方、遠隔コンピュータシステム183は、コンピュータシステム120から会議データを受信する受信側コンピュータシステムとなることもできる。

【0032】

同様に、コンピュータシステム120は、入出力インターフェース146を含み、それを介して外部ソースからデータを受信し、そして／または外部ソースにデータを送信する。入出力インターフェース146は、論理通信リンク159を介してモデム154(例えば、標準のモデム、ケーブルモデム、またはDSL(Digital Subscriber Line)モデム)に結合され、このリンクを介してコンピュータシステム120が外部ソースからデータを受信し、そして／または外部ソースにデータを送信する。図1に示すように、入出力インターフェース146およびモデム154は、論理通信リンク152を介して遠隔コンピュータシステム193とのデータ交換を容易にする。論理通信リンク152は、ネットワークの一部分を表し、遠隔コンピュータシステム193は、そのネットワークの1つのノードを表す。例えば、遠隔コンピュータシステム193は、コンピュータシステム120に会議データを送信するコンピュータシステムとなることができる。他方、遠隔コンピュータシステム193は、コンピュータシステム120から会議データを受信するコンピュータシステムとなることもできる。

【0033】

図1は、本発明のための適切な動作環境を表しているが、本発明の原理は、必要であれば適切な変更を加えて、本発明の原理を実施することができる任意のシステムにおいて使用することができる。図1に示した環境は、例示にすぎず、本発明の原理を実施することができる多種多様な環境のほんの一部さえも代表するものではない。

【0034】

図2は、例示的なネットワークアーキテクチャ200を示している。ネットワークアーキテクチャ200のコンピュータシステムは、論理通信リンク241~247(以下では単に「リンク」と呼ぶ)によって互いに接続され、例えば、T.120電子会議の階層構成のような、ここに図示した階層構成となる。したがって、コンピュータシステムのいくつかは、他のコンピュータシステムの親コンピュータシステムと見なされる。例えば、ルートコンピュータシステム202は、中間コンピュータシステム212および213の親コンピュータシステムと見なすことができる。他方、コンピュータシステムのいくつかは、他のコンピュータシステムの子コンピュータシステムと見なされる。例えば、リーフコンピュータシステム222、223、および224は、中間コンピュータシステム212の子コンピュータシステムと見なすことができる。同様に、リーフコンピュータシステム226および227は、中間コンピュータシステム213の子コンピュータシステムと見なすことができる。

【0035】

コンピュータシステムのいくつかは、子コンピュータシステムと親コンピュータシステムの両方と見なされる。例えば、中間コンピュータシステム212は、ルートコンピュータシステム202の子、リーフコンピュータシステム222、223、および224の親コンピュータシステムと見なすことができる。同様に、中間コンピュータシステム213は、ルートコンピュータシステム202の子、リーフコンピュータシステム226および

10

20

30

40

50

227の親コンピュータシステムと見なすことができる。

【0036】

会議境界271（実線）内に示されているコンピュータシステムは、電子会議270に参加している。参加するコンピュータシステムのうち、マルチキャスト境界251（破線）内に示されているコンピュータシステムは、マルチキャストセッション250に参加しており、マルチキャスト（例えば、IPマルチキャスト）された（電子会議270のため用の）会議データを受信することができる。ルートコンピュータシステム202は、指定のマルチキャストアドレス（例えば、IPマルチキャストアドレス）を、会議データが入っているマルチキャストパケットの宛先ネットワークアドレスとして割り振ることができる。コンピュータシステムがマルチキャストセッション250に加わるとき、加わるコンピュータシステムに指定のマルチキャストアドレスが知らされる。したがって、加わるコンピュータシステムは、指定のマルチキャストアドレス上で会議データが入っているマルチキャストパケットを聴取することができる。例えば、中間コンピュータシステム212および213、ならびにリーフコンピュータシステム223、224、および226は、指定のマルチキャストアドレス上でルートコンピュータシステム202からのマルチキャストパケットに対して聴取することができる。矢印261～265で示すように、会議データ252を収容するマルチキャストパケット282は、中間コンピュータシステム212および213、ならびにリーフコンピュータシステム223、224、および226にマルチキャストされる。

10

【0037】

20

例えばマルチキャストをサポートしないコンピュータシステムなど他の参加コンピュータシステムは、ユニキャストを介して電子会議270に参加することができる。例えば、中間コンピュータシステム213およびリーフコンピュータシステム227は、TCP接続を介して通信することができる。したがって、マルチキャストパケット282を受信した後、中間コンピュータシステム213は、会議データ252を抽出することができる。次いで、中間コンピュータシステム213は、リーフコンピュータシステム227に配信するためにTCPパケット283中に会議データ252を含めることができる。矢印266で示すように、中間コンピュータシステム213は、TCPパケット266をリーフコンピュータシステム227に配信することができる。

【0038】

30

図3は、既存のマルチキャストセッションに参加するための方法300の例示的な流れ図を示している。方法300をネットワークアーキテクチャ200内のコンピュータシステムに関して説明することにする。

【0039】

方法300は、マルチキャストセッションのための指定マルチキャストアドレスにアクセスする動作（動作301）を含む。動作301は、例えば、中間コンピュータシステム212などの中間コンピュータシステムが、この中間コンピュータシステムによって現在使用されているIPマルチキャストアドレスを特定することを含むことができる。あるいは、例えば、ルートコンピュータシステム202などのルートコンピュータシステムが、IPマルチキャストネットワークアドレスを割り振ることができる。割り振られるIPマルチキャストアドレスは、例えば、224.0.0.0と239.255.255.255の間のような予約されたIPアドレス範囲からのIPアドレスとすることができる。IPマルチキャストアドレスは、例えば、MDHCP（Multicast Dynamic Client Allocation Protocol）などの割り振りプロトコルを使用して割り振ることができる。

40

【0040】

IPマルチキャストアドレスは、管理者から供給されたIPマルチキャストアドレスの範囲から順次にまたはランダムに割り振ることができる。IPマルチキャストアドレスを割り振る前に、ルートコンピュータシステムは、検査を行って、そのIPマルチキャストアドレスが（例えば、既存のマルチキャストセッションによって）既に使用中であるかど

50

うかを判定することができる。複数のコンピュータシステムが同一のIPマルチキャストアドレスを割り振ることに関連する悪影響を抑えるため、IPマルチキャストアドレスとルートコンピュータシステムのIPアドレスを結合して、マルチキャストセッションのための一意の識別子を形成することができる。マルチキャストパケットを受信したとき、受信側コンピュータシステムは、IPマルチキャストアドレスとルートコンピュータシステムのIPアドレスとを検査する。この検査で、マルチキャストパケットが、受信側コンピュータシステムが参加していないマルチキャストセッションのものであると判定されると、そのマルチキャストパケットを廃棄することができる。

【0041】

方法300は、少なくとも1つの指定マルチキャストアドレスを含むマルチキャスト勧誘メッセージを子コンピュータシステムに送信する動作(動作302)を含む。動作302は、例えば中間コンピュータシステム212などの親コンピュータシステムが、例えばリーフコンピュータシステム222などの子コンピュータシステムにMCS(Multi-Point Communication Service)接続開始(Connect-Initial)メッセージを送信することを含むことができる。マルチキャスト勧誘メッセージは、指定マルチキャストアドレス、指定マルチキャストポート、ならびに、例えば、ルートコンピュータシステム202のIPアドレスなどマルチキャスト送信側のネットワークアドレスを表すセッション識別子データ構造を含むことができる。セッション識別子データ構造のフィールドの1つは、マルチキャストセッションのための指定マルチキャストアドレスを表すことができる。セッション識別子データ構造の別のフィールドは、マルチキャストセッションのための指定ポートを表すことができる。データ構造のさらに別のフィールドは、マルチキャスト送信側のネットワークアドレスを表すことができる。

【0042】

方法300は、親コンピュータシステムから、少なくとも1つの指定マルチキャストアドレスを含む、マルチキャスト勧誘メッセージを受信する動作(動作305)を含む。例えば、リーフコンピュータシステム222は、中間コンピュータシステム212から送信されたマルチキャスト勧誘メッセージを受信することができる。受信されたマルチキャスト勧誘メッセージは、例えば、セッション識別子データ構造で表されるセッション識別子を含むことができる。子コンピュータシステムは、セッション識別子データ構造を受け取ったとき、そのセッション識別子データ構造の諸フィールドをメモリ中に維持管理することができる。したがって、子コンピュータシステムは、セッション識別子データ構造を使用して、ネットワークインターフェースの構成を容易にし、マルチキャストパケットが特定のマルチキャストセッションに関連していることの検証を容易にすることができる。

【0043】

方法300は、指定のマルチキャストアドレスにおいてマルチキャストパケットを受信する動作(動作306)を含む。動作306は、マルチキャストセッションに参加しているコンピュータシステムによる受信のためにルートコンピュータシステムから送信されたマルチキャストパケットを受信することを含むことができる。例えば、矢印267で示すように、リーフコンピュータシステム222は、マルチキャストパケット282を受信することができる。マルチキャストパケット282の受信により、受信されたマルチキャスト勧誘メッセージには、マルチキャストセッション250に加わるための適切な接続情報(例えば、指定マルチキャストアドレス、指定マルチキャストポート、およびルートコンピュータシステム202のネットワークアドレス)が入っていることが、リーフコンピュータシステム222に示される。

【0044】

方法300は、マルチキャストパケットを受信できることを示すマルチキャストステータスメッセージを送信する動作(動作307)を含む。動作307は、子コンピュータシステムが、マルチキャストパケットを受信したことに応答して、親コンピュータシステムにマルチキャストステータスメッセージを送信することを含むことができる。例えば、マ

10

20

30

40

50

マルチキャストパケット 282を受信したことに応答して、リーフコンピュータシステム 222は、マルチキャストステータスメッセージを中間コンピュータシステム 212に送信することができる。マルチキャストステータスメッセージは、リーフコンピュータシステム 222がマルチキャストパケット 282を受信したことを確認する受信確認メッセージとすることができる。

【0045】

方法300は、子コンピュータシステムがマルチキャストパケットを受信できることを示すマルチキャストステータスメッセージを受信する動作(動作303)を含む。動作303は、子コンピュータシステムがマルチキャストセッションのためのマルチキャストパケットを親コンピュータシステムが受信できることを示すマルチキャストステータスメッセージを受信することを含むことができる。例えば、中間コンピュータシステム 212は、リーフコンピュータシステム 222からマルチキャストステータスメッセージを受信することができる。受信マルチキャストステータスメッセージは、リーフコンピュータシステム 222がマルチキャストパケット 282を受信したことを確認する受信確認メッセージとすることができる。中間コンピュータシステム 212もマルチキャストパケット 282を受信するので、中間コンピュータシステム 212は、受信マルチキャストステータスメッセージが適切であること(例えば、マルチキャストパケットが指定のマルチキャストアドレスまたは指定のマルチキャストポートにおいて受信されたことなど)を検証することができる。

【0046】

方法300は、次のマルチキャストシーケンス番号を子コンピュータシステムに送信する動作(動作304)を含む。動作304は、親コンピュータシステムが、マルチキャストステータスメッセージを受信したことに応答して子コンピュータシステムに次のマルチキャストシーケンス番号を送信することを含むことができる。例えば、中間コンピュータシステム 212は、リーフコンピュータシステム 222がマルチキャストパケット 282の受信を確認したことに応答して、リーフコンピュータシステム 222に次のマルチキャストシーケンス番号を含むマルチキャスト勧誘確認メッセージを送信することができる。次のマルチキャストシーケンス番号は、マルチキャストセッション 250のための次のマルチキャストパケットに関連付けられることになるシーケンス番号を示すことができる。

【0047】

方法300は、親コンピュータシステムから次のマルチキャストシーケンス番号を受信する動作(動作308)を含む。動作308は、子コンピュータシステムが、親コンピュータシステムから次のマルチキャストシーケンス番号を受信することを含むことができる。例えば、リーフコンピュータシステム 222は、中間コンピュータシステム 212から、次のマルチキャストシーケンス番号を含むマルチキャスト勧誘確認メッセージを受信することができる。次のマルチキャストシーケンス番号は、マルチキャストセッション 250のための次のマルチキャストパケットに関連付けられることになるシーケンス番号をリーフコンピュータシステム 222に示す。したがって、リーフコンピュータシステム 222は、マルチキャストパケットが受信されなかったとき、その旨を中間コンピュータシステム 212に示し始めることができる。

【0048】

リーフコンピュータシステム 222がマルチキャストセッション 250に参加するとき、マルチキャストセッション境界 251および会議境界 271はともに、リーフコンピュータシステム 222を含むように拡張することができる。この拡張は集合的に、拡張された会議境界 273(破線)で表される。リーフコンピュータシステム 222は、ルートコンピュータシステム 202にデータをまったく送信することなく、マルチキャストセッション 250および電子会議 270の両方に加わる。さらに、リーフコンピュータシステムが加わった結果、ルートコンピュータシステム 202にて拡張される資源はほとんどない。したがって、リーフコンピュータシステム 222は、マルチキャストセッション 250に既に参加している他のコンピュータシステムに大きな影響を与えることなく、マルチキ

10

20

30

40

50

キャストセッション 250（既存のマルチキャストセッション）に加わる。

【0049】

図4は、マルチキャスト会議データをより信頼性のある形で配信する方法400の例示的な流れ図を示している。方法400をネットワークアーキテクチャ200のコンピュータシステムに関して説明することにする。

【0050】

方法400は、会議データが入っているマルチキャストパケットにアクセスする動作（動作401）を含む。動作401は、マルチキャストセッションのための会議データが入っているマルチキャストパケットにアクセスすることを含むことができる。マルチキャストパケットは、マルチキャストセッションに参加している他のコンピュータシステムに配信するためにルートコンピュータシステムによって最初にマルチキャストされたマルチキャストパケットとすることができる。マルチキャストパケットは、マルチキャストセッションに参加しているルートコンピュータシステム、中間コンピュータシステム、またはリーフコンピュータシステムによってアクセスすることができる。例えば、マルチキャストセッション250内にて、ルートコンピュータシステム202、中間コンピュータシステム212、または中間コンピュータシステム213が、マルチキャストパケット282にアクセスすることができる。

【0051】

マルチキャストパケットにアクセスすることは、マルチキャストパケットに収容された会議データにアクセスすることを含むことができる。例えば、ルートコンピュータシステム202は、マルチキャストセッション250に参加しているコンピュータシステムにマルチキャストパケット282を送信する前に、会議データ252にアクセスすることができる。中間コンピュータシステム212および中間コンピュータシステム213は、マルチキャストパケット282を受信した後に会議データ252にアクセスすることができる。

【0052】

方法400は、会議データを受信バッファに格納する動作（動作402）を含む。動作402は、ルートコンピュータシステムまたは中間コンピュータシステムが、アクセスした会議データを受信バッファに格納することを含むことができる。例えば、マルチキャストセッション250内にて、ルートコンピュータシステム202、中間コンピュータシステム212、および/または中間コンピュータシステム213が、会議データ252を受信バッファに格納することができる。親コンピュータシステムが、複数のマルチキャストパケットからの会議データを同時に格納することも可能である。

【0053】

会議データは、あるコンピュータシステムの対応するマルチキャストセッションの子コンピュータシステムのすべてが会議データの受信を確認するまで、（例えば、システムメモリの）受信バッファに格納されたままにすることができる。例えば、中間コンピュータシステム213は、リーフコンピュータシステム226が会議データ252の受信を確認するまで、会議データ252を格納することができる。リーフコンピュータシステム227は、ユニキャストを介して電子会議270に参加しているので、会議データ252の受信を確認しないことになる。会議データは、対応する子コンピュータシステムから適切な受信確認を受信した後、受信バッファから消去（flush）（除去）することができる。例えば、リーフコンピュータシステム226およびリーフコンピュータシステム227から受信確認を受信した後、中間コンピュータシステム213は、対応する受信バッファから会議データ252を消去することができる。

【0054】

方法400は、最後の連続受信マルチキャストパケットを受信する動作（動作406）を含む。動作406は、中間コンピュータシステムまたはリーフコンピュータシステムが最後の連続受信マルチキャストパケットを受信することを含むことができる。例えば、マルチキャストセッション250に参加しているどのコンピュータシステムも、ルートコン

10

20

30

40

50

ピュータシステム 202 から送信された最後の連続受信マルチキャストパケットを受信することができる。

【0055】

子コンピュータシステムからの伝送受信確認メッセージをスケジュールするために ACK ウィンドウパラメータ値を親コンピュータシステムにおいて維持管理することができる。ACK ウィンドウパラメータ値は、受信確認メッセージと受信確認メッセージの間に受信されるべきマルチキャストパケットの数を子コンピュータシステムに示す。ACK ウィンドウパラメータ値は、子コンピュータシステムが親コンピュータシステムに接続し、親コンピュータシステムから切断する際、動的に変更することができる。ACK ウィンドウパラメータ値は、親コンピュータシステムにおける受信確認の内破 (implosion) の可能性が低くなるように構成することができる。

10

【0056】

例えば、「m」個の子コンピュータシステムを有する親コンピュータシステムの場合、式 $(N/2) - m$ に従って ACK ウィンドウパラメータ値「N」を構成することができる。このように、5 子コンピュータシステムを有する親コンピュータシステムの場合、5、6、7、8、9、または 10 の ACK ウィンドウパラメータ値を選択することができる。7 が選択された場合、子コンピュータシステムは、7 つのマルチキャストパケットの受信ごとに親コンピュータシステムに受信確認メッセージを送信すべきことを子コンピュータシステムに示すことになる。子コンピュータシステムが、受信確認のための最初のマルチキャストパケットをランダムに選択して、親コンピュータシステムにおける受信確認の内破の可能性をさらに低くすることができる。

20

【0057】

マルチキャストセッションに参加しているコンピュータシステムにマルチキャストパケットが送信されるとき、各マルチキャストパケットにシーケンス番号が割り当てられる。異なるマルチキャストパケットに異なるシーケンス番号を割り当てて、異なるマルチキャストパケットを互いに区別できるようにすることができる。例えば、シーケンス番号を増分式に（例えば、1 ずつ加えて）割り当てて、後続のマルチキャストパケットを先行するマルチキャストパケットから区別することができる。最大シーケンス番号に達した時点で、割り当てるシーケンス番号を「ロールオーバー (roll-over)」して、ゼロから開始することができる。シーケンス番号を使用して受信側コンピュータシステムにパケット順序を示すことができる。表 1 は、ACK ウィンドウパラメータ値が 5 の場合のマルチキャストパケットの例示的なシーケンスを収容している。

30

【0058】

【表 1】

受信順序	パケット	シーケンス番号
1	マルチキャストパケット A	4
2	マルチキャストパケット B	6
3	マルチキャストパケット C	5
4	マルチキャストパケット D	8
5	マルチキャストパケット E	7

40

【0059】

マルチキャストパケットは対応するシーケンス番号とは異なる順序で受信されたが、受信側コンピュータシステムは、シーケンス番号を使用して、マルチキャストパケットを受信後に適切に並べ替えることができる。例えば、受信側コンピュータシステムは、マルチキャストパケットのシーケンスを次の順序に並べ替えることができる。すなわち、マルチキャストパケット A、マルチキャストパケット C、マルチキャストパケット B、マルチキャストパケット E、マルチキャストパケット D の順序である。したがって、マルチキャストパケット D は、最後の連続受信マルチキャストパケットと見なすことができる。

50

【 0 0 6 0 】

指定の時間閾値の間、会議データがマルチキャストされない場合、ルートコンピュータシステムは、（例えば、最後のシーケンス番号から増分された）適切なシーケンス番号を有するキープアライブ（keep alive）メッセージをマルチキャストすることができる。マルチキャストセッションに参加しているコンピュータシステムは、受信確認メッセージを対応する親コンピュータシステムに送信することにより、キープアライブメッセージの受信を確認することができる。キープアライブメッセージの受信確認により、対応する子コンピュータシステムが依然として、マルチキャストセッションのためのマルチキャストパケットを受信できることが親コンピュータシステムに示される。例えば、リーフコンピュータシステム 226 は、中間コンピュータシステム 213 に受信確認メッセージを送信して、マルチキャストセッション 250 のためのマルチキャストパケットを引き続き受信できることを示すことができる。

10

【 0 0 6 1 】

親コンピュータシステムは、対応するすべての子コンピュータシステムから受信確認メッセージを受信すると、次に自らの親コンピュータシステムに対してキープアライブメッセージの受信を確認することができる。受信確認は、階層ツリーを上ってルートコンピュータシステムまで続けることができる。例えば、リーフコンピュータシステム 222、223、および 224 のそれぞれから受信確認メッセージを受信した時点で、中間コンピュータシステム 212 は、次に受信確認メッセージをルートコンピュータシステム 202 に送信することができる。キープアライブメッセージは、指定のキープアライブ間隔で送信することができる。キープアライブ間隔は、例えば、2 秒間、4 秒間、8 秒間、16 秒間など指数関数増加を使用して定義することができる。ビジー時間の後、キープアライブ間隔を小さくすることができる。他方、長期間のアイドル時間の後には、キープアライブ間隔を大きくすることもできる。

20

【 0 0 6 2 】

方法 400 は、最後の受信マルチキャストパケットを受信する動作（動作 407）を含む。動作 407 は、中間コンピュータシステムまたはリーフコンピュータシステムが最後の受信マルチキャストパケットを受信することを含むことができる。例えば、マルチキャストセッション 250 に参加しているどのコンピュータシステムも、ルートコンピュータシステム 202 から最後の受信マルチキャストパケットを受信することができる。表 2 は、ACK ウィンドウパラメータ値が 6 の場合のマルチキャストパケットの第 2 の例示的なシーケンスを収容している。

30

【 0 0 6 3 】

【表 2】

受信の順序	パケット	シーケンス番号
1	マルチキャストパケット F	15
2	マルチキャストパケット G	16
3	マルチキャストパケット H	17
4	マルチキャストパケット I	18
5	マルチキャストパケット J	21
6	マルチキャストパケット K	23

40

【 0 0 6 4 】

表 2 は、最後の受信パケットがマルチキャストパケット K であったことを示している。

【 0 0 6 5 】

方法 400 は、1 つまたは複数のマルチキャストパケットが受信されなかったことを検出する動作（動作 408）を含む。動作 408 は、最後の連続受信マルチキャストパケットと最後の受信マルチキャストパケットの間のシーケンス番号を有する 1 つまたは複数のマルチキャストパケットが受信されなかったことを検出することを含むことができる。例えば、再び表 2 を参照すると、マルチキャストパケット I を最後の連続受信マルチキャスト

50

トパケットと見なすことができ、マルチキャストパケットKを最後の受信マルチキャストパケットと見なすことができる。したがって、マルチキャストセッションに参加しているコンピュータシステムは、マルチキャストシーケンス番号19、20、および22に対応するマルチキャストパケットが受信されなかったことを検出することができる。

【0066】

方法400は、親コンピュータシステムに否定応答メッセージを送信する動作（動作409）を含む。動作409は、最後の連続受信マルチキャストパケットと最後の受信マルチキャストパケットの中間のマルチキャストシーケンス番号を有する1つまたは複数のマルチキャストパケットを子コンピュータシステムが受信しなかったことを示す否定応答メッセージを子コンピュータシステムが送信することを含むことができる。例えば、該当する場合、リーフコンピュータシステム222は、中間コンピュータシステム212に否定応答メッセージを送信して、リーフコンピュータシステム222がマルチキャストセッション250のための1つまたは複数のマルチキャストパケットを受信しなかったことを示すことができる。同様に、該当する場合、中間コンピュータシステム212は、ルートコンピュータシステム202に否定応答メッセージを送信して、中間コンピュータシステム212がマルチキャストセッション250のための1つまたは複数のマルチキャストパケットを受信しなかったことを示すことができる。

【0067】

送信された否定応答メッセージは、最後の連続受信マルチキャストパケットのパケットシーケンス番号、最後の受信マルチキャストパケットのパケットシーケンス番号、および最後の連続マルチキャストパケットと最後の受信マルチキャストパケットの間の受信されたマルチキャストパケットおよび失われたマルチキャストパケットを示すビットマップを表すデータ構造を含むことができる。例えば、表2のマルチキャストパケットのシーケンスを受信した参加コンピュータシステムは、18、23という値と、19、20、21、および22が18と23の間のパケットのシーケンス番号であり、19、20、および22が失われたパケットとマーク付けされていることを示すビットマップとを有する否定応答メッセージを送信することができる。したがって、子コンピュータシステムは、受信されなかった会議データを置き換え、そして/または損なわれた会議データを修復するために対応する親コンピュータシステムによって使用することができる修復情報を提供する。

【0068】

方法400は、子コンピュータシステムがマルチキャストパケットを十分に受信しなかったことを検出する動作（動作403）を含む。動作403は、親コンピュータシステムが子コンピュータシステムから否定応答メッセージを受信することを含むことができる。例えば、中間コンピュータシステム212は、リーフコンピュータシステム222、リーフコンピュータシステム223、またはリーフコンピュータシステム224から否定応答メッセージを受信することができる。同様に、ルートコンピュータシステム202は、中間コンピュータシステム212または中間コンピュータシステム213から否定応答メッセージを受信することができる。

【0069】

受信された否定応答メッセージは、子コンピュータシステムによって受信されなかった会議データを特定し、そして/または損なわれた会議データを潜在的に特定する可能性がある修復情報を含むことができる。修復情報は、修復情報データ構造で表すことができる。修復情報データ構造のフィールドの1つは、子コンピュータシステムによって受信された最後の連続受信マルチキャストパケットを表すことができる。修復情報データ構造の別のフィールドは、子コンピュータシステムによって受信された最後の受信マルチキャストパケットを表すことができる。修復情報データ構造のさらに別のフィールドは、子コンピュータシステムによって受信された最後の連続受信マルチキャストパケットと最後の受信マルチキャストパケットの間に受信されたマルチキャストパケットのビットマップを表すことができる。

【0070】

したがって、親コンピュータシステムは修復情報を使用して、会議データが子コンピュータシステムにて十分に受信されなかったことを特定することができる。親コンピュータシステムは、マルチキャストパケットが子コンピュータシステムによってまったく受信されなかった（すなわち、パケットが失われた）とき、会議データが十分に受信されなかったことを特定することができる。あるいは、親コンピュータシステムは、子コンピュータシステムにおいて受信された会議データが損なわれていると判定したとき、会議データが十分に受信されなかったことを特定することができる。

【 0 0 7 1 】

パケット損失は、受信した修復情報から検出することができる。表 2 を再び参照すると、親コンピュータシステムは、子コンピュータシステムがシーケンス番号 19、20、および 22 を有するマルチキャストパケットを受信しなかったことを受信ビットマップから特定することが可能であろう。

10

【 0 0 7 2 】

いくつかの実施形態では、親コンピュータシステムは、ACK ウィンドウパラメータ値によって示されるパケット数の後に受信確認メッセージが受信されなかったとき、子コンピュータシステムが 1 つまたは複数のマルチキャストパケットを受信しなかったことを検出する。例えば、ACK ウィンドウパラメータ値が 7 である場合、親コンピュータシステムは、7 つのマルチキャストパケットの後ごとに、子コンピュータシステムから受信確認メッセージを受信するはずである。7 番目のマルチキャストパケットの受信後に親コンピュータシステムが受信確認メッセージを受信していない場合、親コンピュータシステムは、子コンピュータシステムが 1 つまたは複数のマルチキャストパケットを受信していないと判定することができる。

20

【 0 0 7 3 】

親コンピュータシステムは、指定の時間閾値だけ受信確認メッセージを待つことができる。矢印 261 および 262 で示すように、マルチキャストパケット 282 は、それぞれ、中間コンピュータシステム 212 およびリーフコンピュータシステム 224 に配信される。マルチキャストパケット 282 が ACK ウィンドウ内の最後のパケットである場合、パケット 282 が、リーフコンピュータシステム 224 からの受信確認メッセージをトリガすることができる。マルチキャストパケット 282 が受信されると、中間コンピュータシステム 212 は、リーフコンピュータシステム 224 から受信確認メッセージを受信するために指定の時間閾値だけ待つことになる。受信確認メッセージが指定の時間閾値内に受信されなかった場合、中間コンピュータシステム 212 は、リーフコンピュータシステム 224 が 1 つまたは複数のマルチキャストパケットを受信していないと判定することができる。

30

【 0 0 7 4 】

指定の時間閾値は、親コンピュータシステムと子コンピュータシステムの間でマルチキャストパケットを受け入れるに当たっての許容できる時間差として定義される往復時間 (RTT (Round-Trip Time)) とすることができる。ルートコンピュータシステムは、マルチキャストパケットを送信するとき、そのローカル送信時刻を記録する。続いて、子コンピュータシステムが、そのマルチキャストパケットを受信したとき、そのローカル時刻を記録する。次いで、子コンピュータシステムは、受信確認メッセージを送信する準備ができたとき、受信確認メッセージ中に（例えば、パケット処理のための）ローカル遅延時間を記録する。親コンピュータシステムは、受信確認メッセージを受信したとき、現在時刻、ならびに親コンピュータシステムがマルチキャストパケットを送信してから、経過した時間を記録する。子コンピュータシステムにおける遅延時間を差し引くことにより、親は、子コンピュータシステムまでの RTT を計算する。親コンピュータシステムがルートコンピュータシステムである場合は、親コンピュータシステムは、子コンピュータシステムまでの実際の RTT を計算することになる。

40

【 0 0 7 5 】

方法 400 は、格納した会議データを再送信するための配信機構を特定する動作（動作

50

404)を含む。動作404は、親コンピュータシステムが、子コンピュータシステムに格納した会議データを再送信するための配信機構を特定することを含むことができる。例えば、中間コンピュータシステム212が、リーフコンピュータシステム222に会議データ252を再送信するための配信機構を特定することが可能である。同様に、ルートコンピュータシステム202が、中間コンピュータシステム212に会議データ252を再送信するための配信機構を特定することが可能である。

【0076】

配信機構は、少なくとも階層構成の会議セッションにおける親コンピュータシステムの位置に基づいて特定することができる。中間コンピュータシステムは、例えばTCPなどのユニキャスト機構を格納した会議データを再送信するための機構として特定することができる。例えば、中間コンピュータシステム212は、失われたまたは損なわれた会議データをリーフコンピュータシステム222に再送信するための機構としてユニキャストを特定することができる。しかし、ルートコンピュータシステム（例えば、ルートコンピュータシステム202）は、格納した会議データを再送信するためにユニキャスト機構を特定することも、マルチキャスト機構を特定することもできる。

【0077】

ある閾値数のルートコンピュータシステムの直下の子コンピュータシステムが会議データを失った場合、ルートコンピュータシステムは、マルチキャストがその会議データを再送信するための適切な機構であると判定することができる。修復を必要とする直下の子コンピュータシステムの数が増えると、やはり修復を必要とする階層内のさらに下位の他のコンピュータシステムの数が増えることを示すことができる。つまり、いくつかの中間コンピュータシステム（例えば、中間コンピュータシステム212および213）がマルチキャストデータを受信していない場合、他の子コンピュータシステム（例えば、リーフコンピュータシステム222、223、224、および226）もそのマルチキャストデータを受信していない可能性が高くなる。したがって、マルチキャストを介して会議データを再送信することが、より効率的となる場合がある。例えば、ルートコンピュータシステム202は、マルチキャストセッション250に参加しているコンピュータシステムに失われたまたは損なわれた会議データを再送信するための機構として、マルチキャストを特定することができる。

【0078】

他方、閾値数より少ない直下の子コンピュータシステムが会議データを失った場合、ルートコンピュータシステムは、ユニキャストが会議データを再送信するための適切な機構であると判定することができる。修復を必要とする直下の子コンピュータシステムの数が増え、やはり修復を必要とする階層内のさらに下位の他のコンピュータシステムの数が増えることを示すことができる。つまり、マルチキャストデータを受信していない中間コンピュータシステムの数が増える（例えば、中間コンピュータシステム213だけ）場合、そのマルチキャストデータを受信していない他の子コンピュータシステムの数も少ない（例えば、リーフコンピュータシステム226だけ）可能性が高い。したがって、ユニキャストを介して会議データを再送信することが、より効率的となる場合がある。例えば、ルートコンピュータシステム202は、中間コンピュータシステム213に失われたまたは損なわれた会議データを再送信するための機構としてユニキャストを特定することができる。

【0079】

方法400は、特定された配信機構に従って格納された会議データを再送信する動作（動作405）を含む。動作405は、親コンピュータシステムが、受信バッファから会議データを子コンピュータシステムに（例えば、ユニキャストまたはマルチキャストを介して）再送信することを含むことができる。例えば、中間コンピュータシステム212は、会議データを（対応する受信バッファから）TCPを介してリーフコンピュータシステム222に再送信することができる。あるいは、ルートコンピュータシステム202が、会議データを（対応する受信バッファから）IPマルチキャストを介してマルチキャストセ

10

20

30

40

50

ッション 250 に再送信することもできる。

【0080】

親コンピュータシステムにおけるプロトコルスタックは、ユニキャストシーケンス番号がマルチキャストパケットのマルチキャストシーケンス番号と同期するようにユニキャストシーケンス番号を割り当てることができる。図 6 は、ユニキャストシーケンス番号とマルチキャストシーケンス番号の同期を容易にする例示的なプロトコルスタック 600 を示している。プロトコルスタック 600 は、トランスポートレイヤ 615、データフレーミングレイヤ 612、ユニキャストレイヤ 614、マルチキャストレイヤ 613、およびアプリケーションレイヤ 611 を含む。トランスポートレイヤ 615 は、例えば、TCP や UDP (User Datagram Protocol) などのトランスポートレイヤ
10
プロトコルに対応する。プロトコルスタック 600 の下位のレイヤ (図示せず) は、ネットワークからパケットを受信し、そのパケットをトランスポートレイヤ 615 まで上方に転送することができる。他方、トランスポートレイヤ 615 は、データフレーミングレイヤ 612 からパケットを受け取り、ネットワーク上への配信のためにそのパケットを下位のレイヤまで下方に転送することができる。データフレーミングレイヤ 612 は、例えば、X.224 などのフレーミングプロトコルに対応する。ユニキャストパケットおよびマルチキャストパケットは、例えば、X.224 など同様のタイプのフレーミングヘッダを使用してフレーム化することができる。同様のタイプのフレーミングヘッダを使用することにより、ユニキャストパケットとマルチキャストパケットともバイナリ的に同一とすることができるので、欠落パケットの回復がより効率的になる可能性がある。
20

【0081】

ユニキャストレイヤ 614 とマルチキャストレイヤ 613 は、アプリケーションレイヤ 611 との間でのパケット転送を同期するために協働する。アプリケーションレイヤ 611 は、例えば、GCC (Generic Conference Control) アプリケーションおよび / または T.120 アプリケーションなど 1 つまたは複数のアプリケーションレイヤプロセスに対応する。例えば、ユニキャストパケット 621 などのユニキャストパケットがトランスポートレイヤ 615 からアプリケーションレイヤ 611 に向けて転送される場合、ユニキャストパケットはまず、マルチキャストレイヤ 613 によって受け取ることができる。同様に、例えば、ユニキャストパケット 622 などのユニキャストパケットがアプリケーションレイヤ 611 からトランスポートレイヤ 615 に向けて転送
30
される場合、そのユニキャストパケットはまず、マルチキャストレイヤ 613 によって受け取ることができる。

【0082】

したがって、マルチキャストレイヤ 613 は、ユニキャスト修復パケットの転送 (または、例えば、リーフコンピュータシステム 227 などのマルチキャストをサポートしていないコンピュータシステムへのユニキャストパケットの転送) が、マルチキャストパケットの転送と適切に同期されるように、パケットの因果律を保存することができる。ユニキャストパケットがトランスポートレイヤ 615 からアプリケーションレイヤ 611 に向けて転送されているとき、マルチキャストレイヤ 613 は、そのユニキャストパケットが同じ優先順位の対応するマルチキャストパケット (例えば、マルチキャストパケット 626
40
) の後にアプリケーションレイヤ 611 に配信されるようにすることができる。同様に、ユニキャストパケットがアプリケーションレイヤ 611 からトランスポートレイヤ 615 に向けて転送されているとき、マルチキャストレイヤ 613 は、そのユニキャストパケットが、同じ優先順位の対応するマルチキャストパケット (例えば、マルチキャストパケット 627) の後にデータフレーミングレイヤ 612 に配信されるようにすることができる。

【0083】

方法 400 は、親コンピュータシステムから修復会議データを受信する動作 (動作 410) を含む。動作 410 は、子コンピュータシステムによって十分に受信されなかった会議データを修復するために子コンピュータシステムが修復会議データを受信することを含
50

むことができる。修復会議データは、ユニキャストまたはマルチキャストを介して受信することができる。例えば、中間コンピュータシステム 212 はマルチキャストパケット 282 を受信したが、リーフコンピュータシステム 222 は受信しなかった場合、リンク 243 を介する TCP 接続（例えば、リーフコンピュータシステム 222 が電子会議 270 に加わったときに生成された）を再使用して会議データ 252 を再送信することができる。これにより、ネットワークリソースが節約される。というのは、リーフコンピュータシステム 222 において会議データを修復するためにリンク 241 を介して TCP 接続を確立する必要がまったくないからである。したがって、本発明の諸実施形態により、マルチキャストに関連する潜在的な帯域幅の節約および待ち時間の短縮を実現しつつ、コネクションオリエンテッドのプロトコルを介した回復を通じて会議データをより信頼性のある形で配信することができる。

10

【0084】

図 5 は、マルチキャスト送信速度を調整するための方法 500 の例示的な流れ図を示している。方法 500 をネットワークアーキテクチャ 200 のコンピュータシステムに関して説明する。

【0085】

方法 500 は、会議データの現行送信速度を特定する動作（動作 501）を含む。動作 501 は、ルートコンピュータシステムが、マルチキャストセッションに参加しているコンピュータシステムに会議データを送信するための現行送信速度（例えば、毎秒 4 キロバイト、毎秒 10 キロバイト、毎秒 1 メガバイトなど）を特定することを含むことができる。現行送信速度は、ルートコンピュータシステムがマルチキャスト会議セッションに参加している他のコンピュータシステムに（例えば、パケットサイズおよび伝送間隔を構成することによって）会議データを送信することになる速度である。例えば、ルートコンピュータシステム 202 は、マルチキャストセッション 250 に参加しているコンピュータシステムに会議データを伝送するための現行送信速度を特定することができる。マルチキャストセッションが最初に確立されるとき、現行送信速度は、例えば毎秒 1 キロバイトなど、マルチキャストセッションのリンク（例えば、リンク 241、242、243、244、245、および 246）上で輻輳を生じる可能性が低い初期送信速度とすることができる。

20

【0086】

方法 500 は、次のシーケンス番号を特定する動作（502）を含む。動作 502 は、ルートコンピュータシステムが次の送信マルチキャストパケットに関連付けられることになる次のシーケンス番号を特定することを含むことができる。例えば、ルートコンピュータシステム 202 は、マルチキャストセッション 250 に参加しているコンピュータシステムに送信される次のマルチキャストパケットに関連付けるべきシーケンス番号を特定することができる。

30

【0087】

方法 500 は、次のパケットシーケンス番号より指定の閾値だけ大きい速度変更パケットシーケンス番号を選択する動作（動作 503）を含む。動作 503 は、ルートコンピュータシステムが、自らが可能性としていつ現行送信速度を調整できるかを示す速度変更パケットシーケンス番号を選択することを含むことができる。例えば、ルートコンピュータシステム 202 は、自らが可能性としていつマルチキャストセッション 250 の現行送信速度を調整できるかを示す速度変更シーケンス番号を選択することができる。

40

【0088】

指定閾値（例えば、指定のパケット数）は、ルートコンピュータシステム（例えば、コンピュータシステム 202）が、ルートコンピュータシステムの直下の子コンピュータシステム（すなわち、中間コンピュータシステム 212 および 213）のそれぞれから少なくとも 1 つの受信確認メッセージを受信する機会を有するように設定することができる。したがって、適切な指定閾値は、速度変更パケットシーケンス番号から次のパケットシーケンス番号を差し引いた差が、ルートコンピュータシステムの ACK ウィンドウパラメー

50

タ値より大きくなるように設定することができる。適切な指定閾値は、直下の子コンピュータシステムが、ルートコンピュータシステム受信確認ウィンドウ内で受信されるマルチキャストパケットのシーケンス中のすべてのマルチキャストパケットの受信確認を行う受信確認メッセージを送信するための間隔を提供する。例えば、ACKウィンドウパラメータ値が5である（マルチキャストパケットの5つの受信の後ごとに、受信確認メッセージが送信されることになることを表す）場合、指定閾値は、少なくとも6つのマルチキャストパケットに設定することができる。したがって、次のシーケンス番号が17であったとすると、速度変更パケットシーケンス番号は、少なくとも23に設定することができるであろう。

【0089】

10

方法500は、次のパケットシーケンス番号を有する少なくとも1つの次のマルチキャストパケットを送信する動作（動作504）を含む。動作504は、ルートコンピュータシステムが、現行送信速度に従って次のマルチキャストパケットを送信することを含むことができる。例えば、ルートコンピュータシステム202は、マルチキャストセッション250の現行送信速度に従ってマルチキャストセッション250に参加しているコンピュータシステムに次のマルチキャストパケットを送信することができる。次のマルチキャストパケット、および速度変更パケットシーケンス番号を有する速度変更マルチキャストパケットを含むマルチキャストパケット（例えば、受信確認ウィンドウ内のパケット）のシーケンスを送信することが可能である。

【0090】

20

方法500は、1つまたは複数の直下の子コンピュータシステムが次のマルチキャストパケットの受信を示したかどうかによって少なくとも基づいて送信速度を調整する動作（動作505）を含む。動作505は、ルートコンピュータシステムが、直下の子コンピュータシステムから否定応答メッセージを受信した（またはまったくメッセージを受信しなかった）ことに応答して現行送信速度を低減させることを含むことができる。例えば、ルートコンピュータシステム202は、中間コンピュータシステム212または213から否定応答メッセージを受信したことに応答して、マルチキャストセッション250の現行送信速度を低減させることができる。直下の子コンピュータシステムが否定応答を送信することか、またはネットワーク輻輳に起因してまったくメッセージを送信することが妨げられている可能性がある。

30

【0091】

送信速度の低減の後、ルートコンピュータシステムは、速度変更シーケンス番号をリセットして、低減された送信速度が維持可能であることを検証することができる。ルートコンピュータシステムが直下の複数の子コンピュータシステムから否定応答メッセージを受信した場合、ルートコンピュータシステムは、1つの否定応答を受信した場合に送信速度を低減させるのと同じ量だけ現行送信速度を低減させることができる。これにより、現行送信速度が維持可能な送信速度を大幅に下回る速度に低下する可能性が小さくなる。

【0092】

他方、動作505は、ルートコンピュータシステムが、直下の各子コンピュータシステムから受信確認メッセージを受信したことに応答して現行送信速度を増加させることを含むことができる。例えば、ルートコンピュータシステム202は、中間コンピュータシステム212と中間コンピュータシステム213の両方から受信確認メッセージを受信したことに応答してマルチキャストセッション250の現行送信速度を増加させることができる。したがって、ルートコンピュータシステムは、マルチキャストパケットを配信するのに使用されるネットワークの伝送特性（例えば、利用可能な帯域幅および待ち時間）の変化を補償するように送信速度を調整することができる。

40

【0093】

ルートコンピュータシステムは、送信速度の先の調整に基づいて所定の量だけ送信速度を増加および/または低減させることができる。表3は、送信速度がどのように調整できるかについての例を表している。

50

【 0 0 9 4 】

【表 3】

先の調整	増加させる	減少させる
変更なし	2倍にする	1/4だけ減少させる/ 線形に減少させる
2倍にする	2倍にする	1/2だけ減少させる
1/4だけ増加させる	1/4だけ増加させる/ 線形に増加させる	1/4だけ減少させる/ 線形に減少させる
線形に増加させる	1/4だけ増加させる/ 線形に増加させる	線形に減少させる
1/2だけ減少させる	1/4だけ増加させる	1/4だけ減少させる/ 線形に減少させる
1/4だけ減少させる	1/4だけ増加させる	1/4だけ減少させる/ 線形に減少させる
線形に減少させる	1/4だけ増加させる/ 線形に増加させる	1/4だけ減少させる/ 線形に減少させる

10

【 0 0 9 5 】

現行送信速度を調整すべきであると判定された場合、先の調整が考慮される。例えば、（適切な受信確認メッセージを受信した結果）送信速度を増加させるべきであると判定され、先の調整が送信速度を $1/2$ に低減することであった場合、現行送信速度を、 $1/4$ だけ増加させることができる。初期送信速度を調整するときに、変更なしの先の調整を用いることができる。

20

【 0 0 9 6 】

「 $1/4$ だけ増加させる / 線形に増加させる」という表現は、現行送信速度を $1/4$ 、またはより少ない量（例えば、 $1/16$ ）だけ増加させることができることを表している。現行送信速度が以前に記録された最高の送信速度より低い場合、ルートコンピュータシステムは、送信速度を $1/4$ だけ増加させることができる。以前に記録された最高送信速度より下では、 $1/4$ だけ増加させることが適切である。というのは、送信速度を以前に記録された最高送信速度近くまで増加させてもネットワーク輻輳の原因とならないであろうとのある程度の確信があるからである。他方、現行送信速度が以前に記録された最高送信速度より高い場合、ルートコンピュータシステムは、送信速度を線形に増加させることができる。以前に記録された最高送信速度より上では、送信速度を増加させるとネットワーク輻輳の原因となるかどうか判定する方法がない場合がある。したがって、より控えめな線形増加が適切である場合がある。

30

【 0 0 9 7 】

同様に、「 $1/4$ だけ減少させる / 線形に減少させる」という表現は、現行送信速度を $1/4$ 、またはより少ない量（例えば、 $1/16$ ）だけ低減させることができることを表している。否定応答メッセージの中で報告された失われたマルチキャストパケットの数がカットオフ限度（例えば、4つのマルチキャストパケット）より少ない場合、ルートコンピュータシステムは、現行送信速度を線形に低減させることができる。他方、否定応答メッセージの中で報告された失われたマルチキャストパケットの数がカットオフ限度より多い場合、ルートコンピュータシステムは、現行送信速度を $1/4$ だけ低減させることができる。カットオフ限度の使用により、パケット損失の重大度に基づいて適切な調整が行われる見込みが高くなる。失われたマルチキャストパケットの数が少ない（例えば、1または2）場合、線形減少により、さらなるパケット損失を軽減するのに十分なだけネットワーク輻輳を低減させることがある。例えば、パケットのバーストが失われた場合のように失われたパケットの数が多の場合、ネットワーク輻輳を十分に低減させるために現行送信速度のより大幅な低減が必要となる可能性がある。

40

【 0 0 9 8 】

50

本発明は、その趣旨または本質的な特徴から逸脱することなく、他の特定の形態において実施することができる。上記の実施形態は、あらゆる点で限定的なものではなく例示的なものにすぎないと見なすべきである。したがって、本発明の範囲は、以上の説明によってではなく、添付の特許請求の範囲によって示される。請求の意味および均等性の範囲に入るすべての変更は、特許請求の範囲に包含されるものである。

【図面の簡単な説明】

【0099】

【図1】本発明の原理に適した動作環境を示す図である。

【図2】より高い信頼性でマルチキャスト会議データの配信を容易にするネットワークアーキテクチャの例を示す図である。

10

【図3】既存のマルチキャスト会議セッションに加わるための方法の例示的な流れ図である。

【図4】マルチキャスト会議データをより信頼性の高い形で配信するための方法の例示的な流れ図である。

【図5】マルチキャスト送信速度を調整するための方法の例示的な流れ図である。

【図6】ユニキャストシーケンス番号およびマルチキャストシーケンス番号の適切な同期を容易にする例示的なプロトコルスタックを示す図である。

【符号の説明】

【0100】

200 ネットワークアーキテクチャ

20

202 ルートコンピュータシステム

212、213 中間コンピュータシステム

222、223、224、226、227 リーフコンピュータシステム

241、242、243、244、245、246、247 リンク

250 マルチキャストセッション

251 マルチキャストセッション境界

252 会議データ

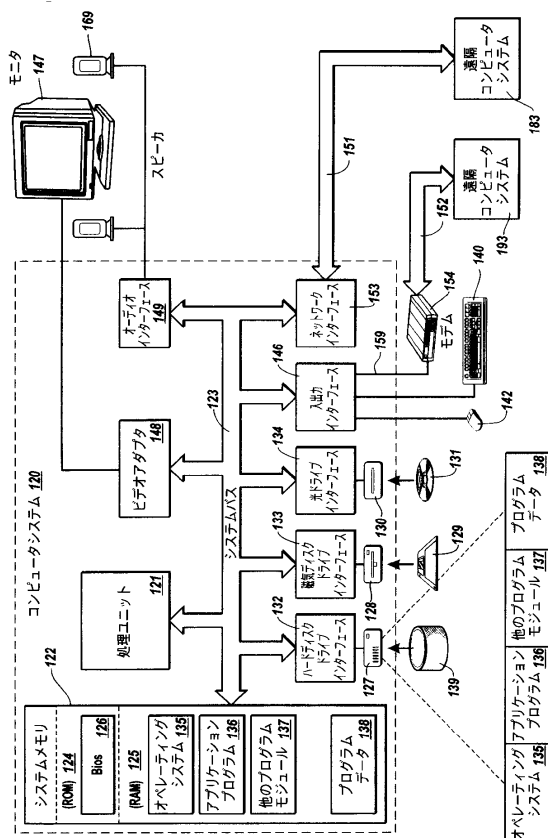
270 電子会議

271、273 会議境界

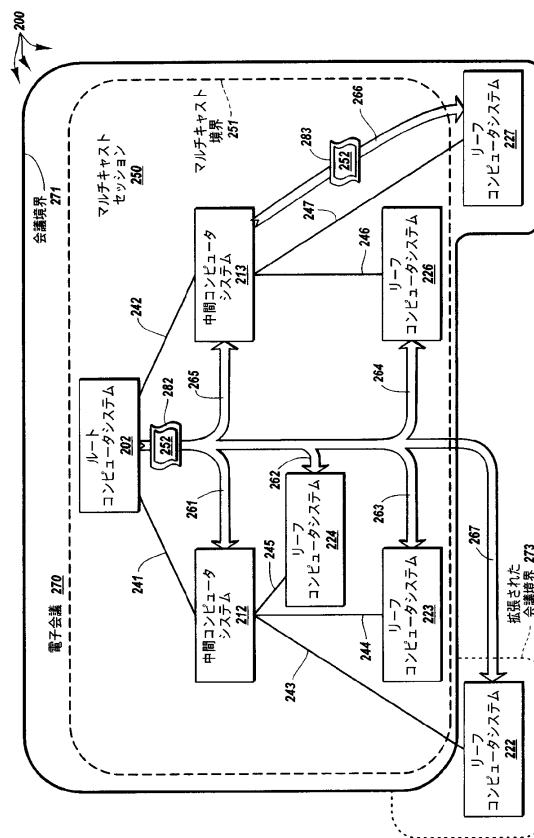
283 TCP パケット

30

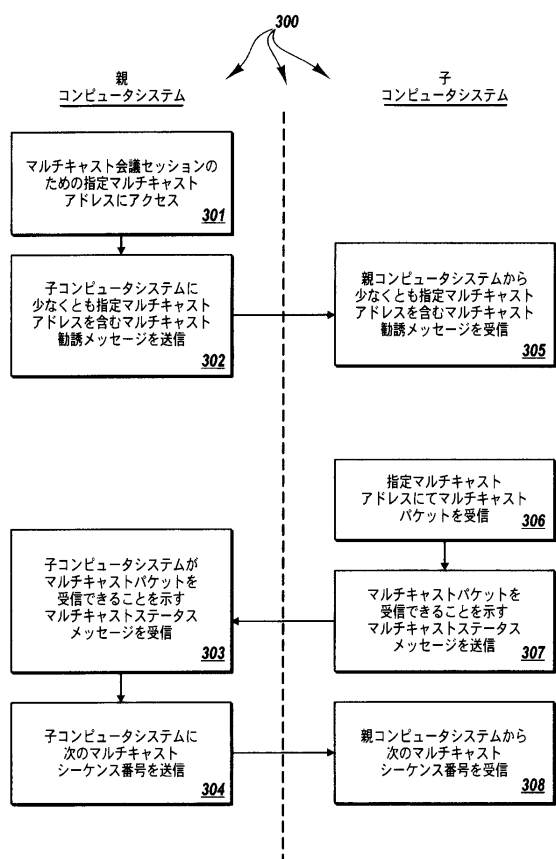
【 図 1 】



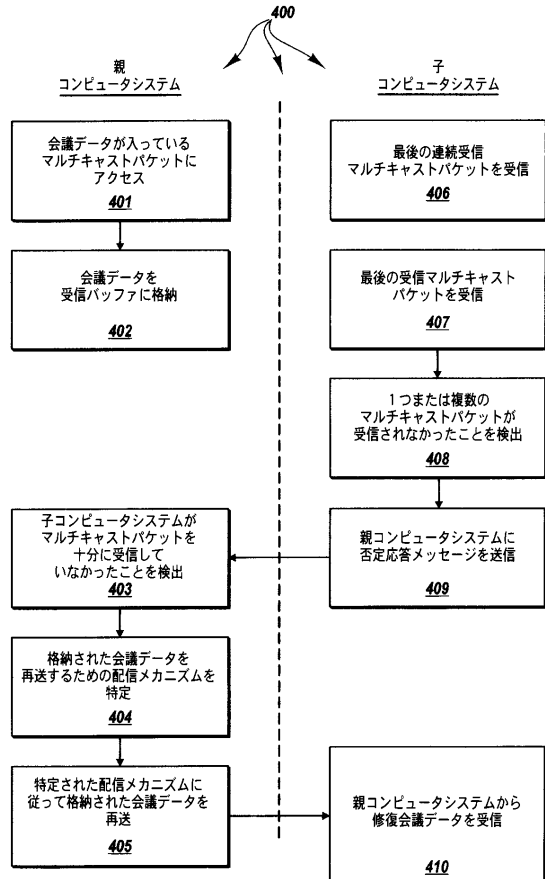
【圖 2】



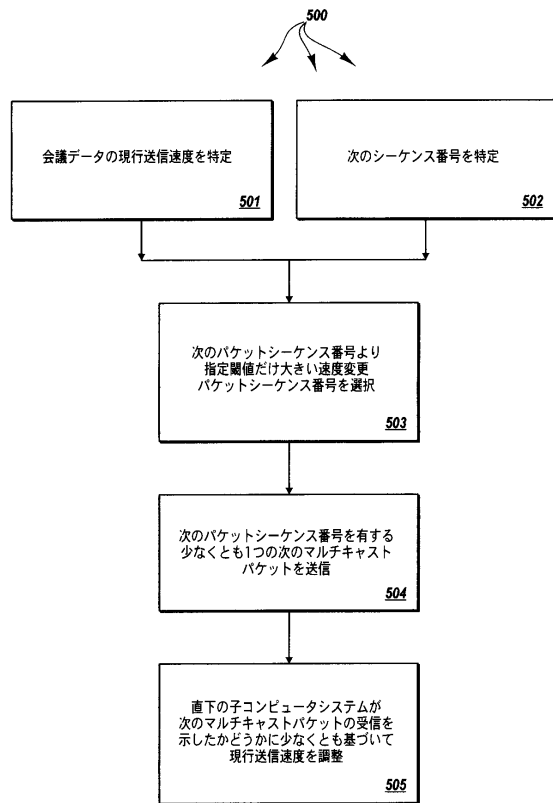
【 図 3 】



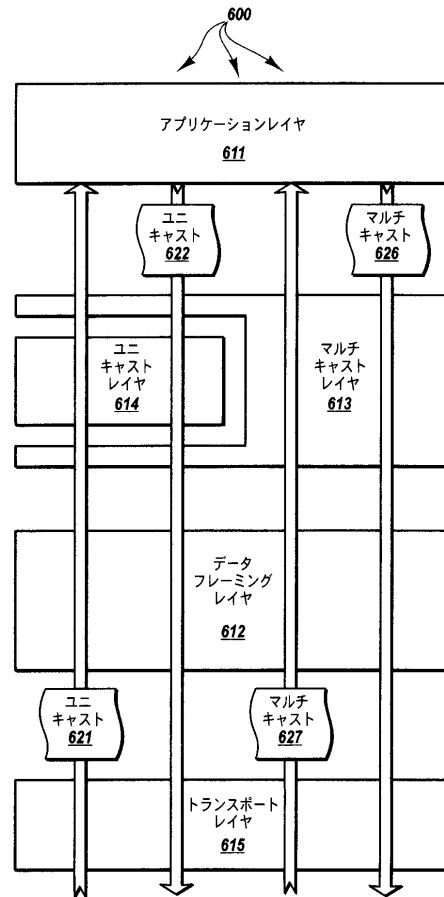
【 図 4 】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 レオナルド アラン コリンズ

アメリカ合衆国 98014 ワシントン州 カーネーション ノースイースト トルト ヒル
ロード 29016

(72)発明者 チュ ロンチャン

アメリカ合衆国 98007 ワシントン州 ベルビュー ノースイースト 58 ストリート
14583

審査官 矢頭 尚之

(56)参考文献 特開2003-030101(JP,A)

特開平09-081489(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/56

H04L 12/18