

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5653535号
(P5653535)

(45) 発行日 平成27年1月14日(2015.1.14)

(24) 登録日 平成26年11月28日(2014.11.28)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 4W 40/24	(2009.01)	HO 4W 40/24	
HO 4W 84/18	(2009.01)	HO 4W 84/18	
HO 4W 76/02	(2009.01)	HO 4W 76/02	1 1 0

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2013-545837 (P2013-545837)	(73) 特許権者	000006013
(86) (22) 出願日	平成24年10月2日(2012.10.2)		三菱電機株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/075538		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(87) 国際公開番号	W02013/077090	(74) 代理人	100089118
(87) 国際公開日	平成25年5月30日(2013.5.30)		弁理士 酒井 宏明
審査請求日	平成25年10月7日(2013.10.7)	(72) 発明者	川島 佑毅
(31) 優先権主張番号	特願2011-253780 (P2011-253780)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
(32) 優先日	平成23年11月21日(2011.11.21)		菱電機株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

審査官 深津 始

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信装置およびアドホックネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

親装置と複数の子装置とで構成され、前記親装置が前記子装置への経路情報を保持し、前記子装置が前記親装置への経路情報を保持するアドホックネットワークシステムにおいて前記子装置として機能する通信装置であって、

隣接する前記子装置との間のリンクエラーを検出するリンクエラー検出部と、

前記親装置から前記子装置のうちの1つである宛先装置へ送信されたメッセージを受信した場合に、当該メッセージに格納された当該メッセージが経由する経路を指定するソースルートに基づいて当該メッセージを転送し、前記リンクエラー検出部がリンクエラーを検出した場合に、前記リンクエラーにより前記メッセージが未達となる前記メッセージの宛先装置への経路上の前記子装置を探索対象装置とした経路探索を行うための局所修復通知に生存ホップ数を設定し、当該局所修復通知をブロードキャストにより送信し、当該局所修復通知に対する前記探索対象装置からの応答に基づいて求めた前記探索対象装置から自装置までの経路を修復経路として前記親装置へ通知する送受信部と、

を備えることを特徴とする通信装置。

【請求項2】

前記探索対象装置を、前記宛先装置とす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】

前記探索対象装置を、リンクエラーを検出した他の前記子装置に隣接しリンクエラーの

10

20

生じているリンクにより接続されていた前記子装置とすることを特徴とする請求項 1 に記載の通信装置。

【請求項 4】

自装置が前記探索対象装置でない場合、前記局所修復通知を受信すると、前記局所修復通知に当該局所修復通知に格納された生存ホップ数から所定数減じた値を生存ホップ数として格納し、当該局所修復通知に經由ノードとして自装置の識別情報を付加して転送し、前記局所修復通知に当該局所修復通知に格納された生存ホップ数から前記所定数減じた値が 0 になる場合には当該局所修復通知を転送せず、

自装置が前記探索対象装置である場合、前記局所修復通知を受信すると、前記局所修復通知に格納された經由ノードに基づいて前記局所修復通知の送信元の前記子装置である送信元装置までの経路をソースルートとして設定した局所修復応答を前記送信元装置へ送信し、

自装置が前記送信元装置でない場合、前記局所修復応答を受信すると、当該局所修復応答に格納されたソースルートに基づいて、自装置が保持する経路情報を更新するとともに当該局所修復応答を転送し、

自装置が前記送信元装置である場合、前記局所修復応答を受信すると、当該局所修復応答に格納されたソースルートを前記修復経路として前記親装置へ通知することを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の通信装置。

【請求項 5】

自装置が前記宛先装置でない場合、リンクエラーを検出すると、前記宛先装置への前記メッセージを保持し、前記修復経路により当該メッセージを前記宛先装置へ向けて再送することを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載の通信装置。

【請求項 6】

リンクエラーを検出した場合、前記メッセージに格納された前記宛先装置へのソースルートを前記局所修復通知に格納して送信し、

前記局所修復通知を受信した場合、前記局所修復通知に格納されたソースルートおよび經由ノードに基づいて自装置が保持する経路情報を更新することを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 つに記載の通信装置。

【請求項 7】

自装置が前記宛先装置でない場合、リンクエラーを検出すると、前記局所修復通知に前記宛先装置への前記メッセージを格納して送信することを特徴とする請求項 1～6 のいずれか 1 つに記載の通信装置。

【請求項 8】

自装置が前記宛先装置でない場合、リンクエラーを検出すると、前記生存ホップ数を前記メッセージに格納されたソースルートに基づいて求めた前記親装置から前記宛先装置までのホップ数と、自装置が保持する自装置からデータ収集装置までのホップ数との差に基づいて決定することを特徴とする請求項 1～7 のいずれか 1 つに記載の通信装置。

【請求項 9】

自装置が前記宛先装置でない場合、リンクエラーを検出すると、前記局所修復通知に対する応答が所定の時間内に受信できない場合には、前記生存ホップ数を増加させて再度局所修復通知を送信することを特徴とする請求項 1～8 のいずれか 1 つに記載の通信装置。

【請求項 10】

前記生存ホップ数から減じる前記所定数を、自装置から前記親装置までのホップ数に基づいて設定することを特徴とする請求項 4 に記載の通信装置。

【請求項 11】

親装置と複数の子装置とで構成され、前記親装置が前記子装置への経路情報を保持し、前記子装置が前記親装置への経路情報を保持するアドホックネットワークシステムであって、

前記親装置は、前記子装置のうちの 1 つである宛先装置へ送信するメッセージに当該メッセージが経由する経路を指定するソースルートを格納し、

10

20

30

40

50

前記メッセージを受信した前記宛先装置以外の前記子装置である中間装置は、受信したメッセージに格納されたソースルートに基づいて当該メッセージを転送し、

前記中間装置は、隣接する前記子装置との間のリンクエラーを検出した場合に、前記リンクエラーにより前記メッセージが未達となる前記メッセージの宛先装置への経路上の前記子装置を探索対象装置とした経路探索を行うための局所修復通知に生存ホップ数を設定し、当該局所修復通知をブロードキャストにより送信し、当該局所修復通知に対する前記探索対象装置からの応答に基づいて求めた前記探索対象装置から自装置までの経路を修復経路として前記親装置へ通知し、

前記親装置は、前記修復経路に基づいて自身が保持する経路情報を更新することを特徴とするアドホックネットワークシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アドホックネットワークシステムおよび通信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

既存のネットワークインフラを用いることなく、無線通信機器間で通信を可能にする無線メッシュ（アドホック）ネットワークでは、数々のルーティングプロトコル（アドホックルーティングプロトコル）が提案されている（例えば、非特許文献1、2参照）。

20

【0003】

アドホックルーティングプロトコルでは、ネットワークを構成する端末の数が増えると、中継のための経路情報（ルーティングテーブル）が膨大になり、端末のメモリ量が増加する、経路探索のための処理が増加する、という問題があった。

【0004】

特許文献1では、アドホックネットワークの端末を、センター端末（親端末）とその他の子端末に分け、子端末がひとつのセンター端末にデータを送信し、その送信に対する応答を受け取るのみで、子端末間のデータ通信や親端末から子端末に返信以外のデータ送信をすることの無いネットワーク通信形態を想定している。特許文献1では、このネットワーク通信形態を、子端末からセンター端末への送信については子端末がルーティングテーブルとして親端末向けの経路情報のみ保持し、親端末から子端末向けの通信については、親端末が返信の必要なメッセージにフラグを付与し、フラグを検出した子端末が返信用の経路を一時的に保持しておくことで実現している。

30

【0005】

また、非特許文献3では、単一のセンター端末と複数の子端末で形成される無線メッシュネットワークにおいて、子端末が保持するルーティングのための経路情報を最小化し、さらに、定期的に送信されるセンター端末から子端末への情報収集メッセージを効率よく送信することを実現している。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0006】

【特許文献1】特許第4407658号公報

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】DSR (Dynamic Source Routing) : RFC 4728

【非特許文献2】AODV (Ad Hoc On Demand Distance Vector Routing) : RFC 3561

【非特許文献3】川島、石橋著、「無線メッシュネットワークにおける経路情報削減手法の提案」2011年電子情報通信学会ソサイエティ大会通信講演論文集2、467頁

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記非特許文献1、2に記載のアドホックルーティングプロトコルでは、上述のように中継のための経路情報が膨大になるという問題がある。

【0009】

また、非特許文献3では、単一のセンター端末から子端末へ送信されたメッセージの経路上にリンクエラーがあった場合の経路再構築について検討されていない。このため、リンクエラーがあった場合には、再度メッシュネットワークへの参入を行うか、メッシュネットワーク全体を把握するセンター端末からのフラディングにより経路探索が必要になり、アドホックネットワーク全体にフラディングが溢れネットワークを圧迫し、また経路修復に時間がかかるという問題がある。

【0010】

また、特許文献1に記載の方法でも、リンクエラーがあった場合には、フラディングにより経路探索が必要になり、アドホックネットワーク全体にフラディングが溢れネットワークを圧迫するという問題がある。

【0011】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、単一のセンター端末と複数の子端末で形成される無線メッシュネットワークにおいて、子端末が保持する経路情報を最小化した場合においても迅速な経路修復を行うとともに修復のためのフラディングによるネットワークの圧迫を抑制することができるアドホックネットワークシステムおよび通信装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、親装置と複数の子装置とで構成され、前記親装置が前記子装置への経路情報を保持し、前記子装置が前記親装置への経路情報を保持するアドホックネットワークシステムにおいて前記子装置として機能する通信装置であって、隣接する前記子装置との間のリンクエラーを検出するリンクエラー検出部と、前記親装置から前記子装置のうちの1つである宛先装置へ送信されたメッセージを受信した場合に、当該メッセージに格納された当該メッセージが経由する経路を指定するソースルートに基づいて当該メッセージを転送し、前記リンクエラー検出部がリンクエラーを検出した場合に、前記リンクエラーにより前記メッセージが未達となる前記メッセージの宛先装置への経路上の前記子装置を探索対象装置とした経路探索を行うための局所修復通知に生存ホップ数を設定し、当該局所修復通知をブロードキャストにより送信し、当該局所修復通知に対する前記探索対象装置からの応答に基づいて求めた前記探索対象装置から自装置までの経路を修復経路として前記親装置へ通知する送受信部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0013】

本発明にかかるアドホックネットワークシステムおよび通信装置は、単一のセンター端末と複数の子端末で形成される無線メッシュネットワークにおいて、子端末が保持する経路情報を最小化した場合においても迅速な経路修復を行うとともに修復のためのフラディングによるネットワークの圧迫を抑制することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、実施の形態1のアドホックネットワークシステムの構成例を示す図である。

【図2】図2は、データ収集装置が保持する経路情報の一例を示す図である。

【図3】図3は、各ノードが保持する経路情報の一例を示す図である。

【図4】図4は、データ要求メッセージのフォーマットの一例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 5】図 5 は、リンクエラーが発生した状態を示す図である。

【図 6】図 6 は、局所修復メッセージのフラッディングの様子を示す図である。

【図 7】図 7 は、局所修復メッセージのフォーマットと格納される情報の一例を示す図である。

【図 8】図 8 は、ターゲットのノードが保持する更新前後の経路情報の一例を示す図である。

【図 9】図 9 は、ターゲットのノードが局所修復メッセージを受信した後に送信されるメッセージの一例を示す図である。

【図 10】図 10 は、局所修復応答メッセージのフォーマットの一例を示す図である。

【図 11】図 11 は、局所修復登録メッセージのフォーマットの一例を示す図である。

【図 12】図 12 は、リンクエラーを検出したノードがデータ要求メッセージを送信する様子を示す図である。

【図 13】図 13 は、リンクエラーを検出したノードがデータ要求メッセージを代理で再送する場合の局所修復登録メッセージのフォーマットの一例を示す図である。

【図 14】図 14 は、リンクエラーを検出したノードがデータ要求メッセージを代理で再送する場合のデータ要求メッセージのフォーマットの一例を示す図である。

【図 15】図 15 は、実施の形態 2 のアドホックネットワークシステムにおける局所修復メッセージの送信の一例を示す図である。

【図 16】図 16 は、実施の形態 2 の局所修復メッセージのフォーマットの一例を示す図である。

【図 17】図 17 は、実施の形態 2 のノードが保持する更新前後の経路情報の一例を示す図である。

【図 18】図 18 は、実施の形態 2 の局所修復応答メッセージと局所修復登録メッセージの送信の様子を示す図である。

【図 19】図 19 は、実施の形態 2 の局所修復応答メッセージの一例を示す図である。

【図 20】図 20 は、実施の形態 2 の局所修復登録メッセージの一例を示す図である。

【図 21】図 21 は、局所修復メッセージに元のメッセージを格納する場合のフォーマットの一例を示す図である。

【図 22】図 22 は、経路修復とメッセージの送信を同時に実施する場合の局所修復登録メッセージのフォーマットの一例を示す図である。

【図 23】図 23 は、ノードの構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下に、本発明にかかるアドホックネットワークシステムおよび通信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0016】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明にかかるアドホックネットワークシステムの実施の形態 1 の構成例を示す図である。本実施の形態のアドホックネットワークシステムは、ノード（通信装置）1 - a ~ 1 - j と、データ収集装置（GW）2 と、で構成され、複数のノード（ノード 1 - a ~ 1 - j、データ収集装置 2）が自律的にネットワークを構成する。図 1 に示すように、ノード 1 - a ~ 1 - j、データ収集装置 2 は、隣接するノード 1 - a ~ 1 - j またはデータ収集装置 2 と無線リンク 3 により接続している。なお、図 1 では、データ収集装置 2 以外のノードとして、ノード 1 - a ~ 1 - j の 10 台のノードを備える例を示しているがデータ収集装置 2 以外のノードの数はこれに限定されない。また、図 1 では、代表として 1 つの無線リンク（ノード 1 - b とノード 1 - e の間の無線リンク）のみに符号を付しているがノード間を接続した直線は全て同様に無線リンク 3 を示す。

【0017】

本実施の形態のアドホックネットワークシステムを構成するノード 1 - a ~ 1 - j は、

10

20

30

40

50

データ収集装置 2 からデータ送信要求メッセージを受信した際、またはデータ送信端末 2 へデータを送信するイベントが発生した際に、無線リンク 3 を用いてデータ収集装置 2 へ向けてデータ送信を実施する。

【 0 0 1 8 】

本実施の形態では、データ収集装置 2 は、本実施の形態のアドホックネットワークシステムにおける親装置であり、ノード 1 - a ~ 1 - j は子装置である。親装置であるデータ収集装置 2 は、各ノード 1 - a ~ 1 - j までの経路情報を保持している。なお、データ収集装置 2 が、各ノード 1 - a ~ 1 - j までの経路情報を取得する方法に制約は無いが、例えば、上記非特許文献 3 に記載されているように次のようにして経路情報を取得することができる。各ノード 1 - a ~ 1 - j は、新規参入時に近接探索メッセージをブロードキャストし、応答のあったノード 1 - a ~ 1 - j を次ホップ (next hop) としてデータ収集装置 2 へ宛てて自身の識別情報 (node id) を格納した参入要求メッセージを送信する。参入要求メッセージを受信した隣接するノード 1 - a ~ 1 - j は、参入要求メッセージに自身の識別情報を付加し、保持しているデータ収集装置 2 への経路情報に基づいて参入要求メッセージをデータ収集装置 2 への次ホップノードへ転送する。以降、参入要求メッセージを受信したノード 1 - a ~ 1 - j は保持しているデータ収集装置 2 への経路情報に基づいて参入要求メッセージをデータ収集装置 2 への次ホップノードへ転送する。これにより、参入要求メッセージはデータ収集装置 2 へ到着し、データ収集装置 2 は、参入要求メッセージに基づいて新規参入ノードの経路情報を取得することができる。

【 0 0 1 9 】

図 2 は、データ収集装置 2 が保持する経路情報の一例を示す図である。データ収集装置 2 が保持する経路情報は、ノードごとの、ノードの識別情報であるノード ID (node id) と当該ノードまでの経路における当該ノードの前ホップノード (prev hop、当該ノードにとってはデータ収集装置 2 に向かう経路の次ホップノード) と当該ノードからデータ収集装置 2 までのホップ数 (Hop) とを含む。図 2 では、1 つのノードについて 1 つの表で示しており、ホップ数ごとにノードの表を上から並べて表示している。最上段には、ホップ数が 1 のノード 1 - a とノード 1 - b の経路情報が示され、2 段目には、ホップ数が 2 のノード 1 - c、ノード 1 - d、ノード 1 - e の経路情報が示され、3 段目には、ホップ数が 3 のノード 1 - f、ノード 1 - g、ノード 1 - j の経路情報が示され、4 段目には、ホップ数が 4 のノード 1 - h、ノード 1 - i の経路情報が示されている。なお、ノード 1 - X (X = a, b, ..., j) のノード ID (node id) を X とする。

【 0 0 2 0 】

データ収集装置 2 は、ノード 1 - a ~ 1 - j へメッセージを送信する場合には、自身が保持する経路情報に基づいて当該ノードへの経路をソースルートとして求め、ソースルートをメッセージヘッダに格納する。そして、ソースルートを格納したメッセージを、自身が保持する経路情報を参照してメッセージの宛先のノードの前ホップノードへメッセージを送信する。

【 0 0 2 1 】

例えば、ノード 1 - h にメッセージを送信する場合は、図 2 の 4 段目の左のノード 1 - h の経路情報を参照して、前ホップノードがノード 1 - f であると把握し、さらにノード 1 - f の経路情報を参照して前ホップノードがノード 1 - c であると把握し、さらにノード 1 - c の経路情報を参照して前ホップノードがノード 1 - a であると把握し、さらにノード 1 - a の経路情報を参照して前ホップノードがデータ収集装置 2 であることを把握する。これにより、ノード 1 - h へのソースルートは、データ収集装置 2 ノード 1 - a ノード 1 - c ノード 1 - f ノード 1 - h であることがわかる。従って、データ収集装置 2 は、ノード 1 - h 宛のメッセージにこのソースルートを格納して、次ホップノードであるノード 1 - a へ送信する。

【 0 0 2 2 】

データ収集装置 2 からのメッセージを受信したノード 1 - a ~ 1 - j は、メッセージに格納されたソースルートを参照して、ソースルートに従って宛先のノードまでの転送を行

10

20

30

40

50

う。

【 0 0 2 3 】

各ノード 1 - a ~ 1 - j は、データ収集装置 2 までの経路情報を保持している。本実施の形態では、各ノード 1 - a ~ 1 - j が保持する経路情報を最小化するため、各ノード 1 - a ~ 1 - j は、経路情報としてデータ収集装置 2 への経路の次ホップノードとデータ収集装置 2 までのホップ数とを保持している。なお、新しくノード（新規参入ノード）が追加される場合は、データ収集装置 2 は、新規参入ノードから参入要求メッセージを受信すると、ソースルートを格納した参入応答メッセージを新規参入ノードの送信元のノードへ送信する。新規参入ノードの送信元のノード 1 - a ~ 1 - j は、受信した参入応答メッセージにより、データ収集装置 2 への経路情報を取得して保持する。

10

【 0 0 2 4 】

図 3 は、各ノード 1 - a ~ 1 - j が保持する経路情報の一例を示す図である。各ノード 1 - a ~ 1 - j が保持する経路情報は、データ収集装置 2 への次ホップノード（next hop）とデータ収集装置 2 までのホップ数（Hop）で構成される。このように、各ノード 1 - a ~ 1 - j は、経路情報としてデータ収集装置 2 を保持し、他のノードへの経路情報は保持する必要はない。ノード 1 - a ~ 1 - j は、データ収集装置 2 宛のメッセージを送信する際には、自身が保持している経路情報の次ホップノードへ当該メッセージを送信する。ノード 1 - a ~ 1 - j は、他のノード 1 - a ~ 1 - j からデータ収集装置 2 宛のメッセージを受信すると、自身の保持する経路情報に記載されている次ホップノードにメッセージを転送する。

20

【 0 0 2 5 】

本実施の形態では、データ収集装置 2 およびノード 1 - a ~ 1 - j が以上に述べたような経路情報を保持するアドホックネットワークシステムにおいて、データ収集装置 2 がノード 1 - a ~ 1 - j 宛にメッセージを送信する場合に、ソースルートの経路上でリンクエラーが発生した際の経路修復動作について説明する。

【 0 0 2 6 】

図 4 は、データ収集装置 2 が、ノード 1 - h 宛に送信したデータ要求メッセージのフォーマットの一例を示す図である。図 4 に示すように、データ要求メッセージには、送信元（この場合はデータ収集装置 2）と送信先（宛先、この場合はノード 1 - h）と送信元から送信先までのホップ数とソースルートとメッセージの種別とペイロードとが格納される。

30

【 0 0 2 7 】

図 5 は、ノード 1 - c とノード 1 - f 間にリンクエラー 1 1 が発生した状態を示す図である。リンクエラー 1 1 の発生前は、データ収集装置 2 からノード 1 - h へのメッセージ送信は、図 2 に示した経路情報に従って、データ収集装置 2 ノード 1 - a ノード 1 - c ノード 1 - f ノード 1 - h の経路で行われていたとする。

【 0 0 2 8 】

ノード 1 - c は、ノード 1 - f との間のリンクエラー 1 1 を検出すると、局所修復メッセージ（局所修復通知）をフラッディングしてデータ要求メッセージ 1 0 の宛先に対する経路を探索する。なお、リンクエラーの検出方法に制約はないが、例えばデータ要求メッセージ 1 0 をノード 1 - f へ転送してから所定の時間が経過してもノード 1 - f からノード 1 - h を送信元とするデータが転送されない場合にリンクエラーと判断する。

40

【 0 0 2 9 】

図 6 は、局所修復メッセージ 1 2 のフラッディングの様子を示す図であり、図 7 は、局所修復メッセージ 1 2 のフォーマットと格納される情報の一例を示す図である。図 6 に示すように、局所修復メッセージ 1 2 は、各ノードへ転送される。図 7 は、図 6 に示したリンクエラー 1 1 が発生した後に、フラッディングされた局所修復メッセージ 1 2 に格納される情報が各ノードにおいて変更される様子を示している。局所修復メッセージ 1 2 には、T T L（Time To Live）と経由ノードが設定されており、T T L によりフラッディングの伝搬範囲が指定されている。T T L は、生存時間であるが、ここでは当該メッセージ

50

が有効な期間を残りの転送回数により表したものの、すなわち生存ホップ数とする。局所修復メッセージ 1 2 を受信したノードは、同メッセージを転送する際には、T T L を 1 減算して格納し、経路ノードに自身のノード I D (node id) を追記してブロードキャスト転送する。減算した T T L が 0 となったノードは、局所修復メッセージ 1 2 の転送を停止する。

【 0 0 3 0 】

例えば、図 6、7 の例の場合、ノード 1 - c が送信した局所修復メッセージ 1 2 には、T T L = 3 が設定され、送信元のノード 1 - c のノード I D が設定されている。ノード 1 - c の隣接ノードであるノード 1 - a , 1 - g がこのメッセージを転送する際には、T T L の値を 1 減算して T T L = 2 として設定し、経路ノードとしてそれぞれ自身のノード I D を追加する。同様に、ノード 1 - d , ノード 1 - f , ノード 1 - i も T T L を減算して格納し、自身のノード I D を追記して同メッセージをブロードキャスト転送する。局所修復メッセージを受信したノード 1 - b , 1 - e , 1 - j は、T T L を減算すると 0 になるため同メッセージの転送を行わない。なお、データ収集装置 2 は、局所修復メッセージ 1 2 を受信しても転送しない。

10

【 0 0 3 1 】

局所修復メッセージを受信した経路検索のターゲットのノード 1 - h は、ノード 1 - f により転送された局所修復メッセージ 1 2 を受信し、受信した局所修復メッセージ 1 2 に記載されている経路ノードを参照して、自身の上り経路 (次ホップノードおよびホップ数) をノード 1 - f からノード 1 - g に変更する。図 8 は、ノード 1 - h が保持する更新前後の経路情報の一例を示す図である。この例では、ノード 1 - h が受信した局所修復メッセージ 1 2 に格納された経路ノードは、ノード 1 - c , 1 - g , 1 - f の 3 つであるためデータ収集装置 2 までのホップ数は 4 であり、変更前と同じであるためホップ数が変更されていない。局所修復メッセージ 1 2 に格納された経路ノードの数により、データ収集装置 2 までのホップ数が変更される場合には、経路情報のホップ数も更新する。

20

【 0 0 3 2 】

図 9 は、ノード 1 - h が局所修復メッセージ 1 2 を受信した後に送信されるメッセージの一例を示す図である。ノード 1 - h は、受信した局所修復メッセージ 1 2 に記載されていた経路ノードをソースルートとして格納しかつ自身を送信元とする局所修復応答メッセージ 1 3 を、局所修復メッセージ 1 2 の送信元であるノード 1 - c に宛てて送信する。図 1 0 は、局所修復応答メッセージ 1 3 のフォーマットの一例を示す図である。

30

【 0 0 3 3 】

局所修復応答メッセージ 1 3 を受信したノード 1 - g は、同メッセージに記載のソースルートを参照してノード 1 - c に転送する。このとき、受信した局所修復応答メッセージ 1 3 に記載のソースルートに基づき、自身の保持している経路情報の次ホップノードの情報をノード 1 - c に変更する。

【 0 0 3 4 】

ノード 1 - c は、局所修復応答メッセージ 1 3 を受信すると、局所修復メッセージ 1 2 の宛先であるノード 1 - h への経路修復が完了したと判断し、データ収集装置 2 に対して、ノード 1 - c からノード 1 - h への修復後の経路を登録するための局所修復登録メッセージ 1 4 を送信する。図 1 1 は、局所修復登録メッセージ 1 4 のフォーマットの一例を示す図である。局所修復登録メッセージ 1 4 には、登録を要求する修復後の経路として局所修復応答メッセージ 1 3 に格納されたソースルートを格納する。

40

【 0 0 3 5 】

ノード 1 - c から送信された局所修復登録メッセージ 1 4 を受信したデータ収集装置 2 は、同メッセージに記載されているソースルートに基づき、自身が保持するアドホックネットワーク内の各ノード 1 - a ~ ノード 1 - j に関する経路情報を更新する。そして、データ収集装置 2 は、更新した経路情報を元に、リンクエラーにより不達となったノード 1 - h に対するデータ要求メッセージを再送する。

【 0 0 3 6 】

50

以上のように、リンクエラーを検出した中間ノードが局所修復メッセージを送信することにより、宛先ノードにより近いノードから検索を開始することができる。これにより、フラッディングの伝搬範囲を狭めることが可能になる。

【0037】

また、ここでは、経路修復後に、データ収集装置2がノード1-h宛のデータ要求メッセージを再送するようにしたが、これに限らず、リンクエラーを検出した中間ノードであるノード1-cが、ノード1-h宛でのデータ要求メッセージを保持しておき、ノード1-hまでの局所修復応答メッセージに記載したソースルートに基づいて、保持しているデータ要求メッセージを再送するようにしてもよい。

【0038】

図12は、リンクエラーを検出したノード1-cが代理でデータ要求メッセージを送信する様子を示す図である。図13は、ノード1-cがノード1-h宛のデータ要求メッセージを代理で再送する場合の局所修復登録メッセージ14のフォーマットの一例を示す図である。図14は、ノード1-cがノード1-h宛のデータ要求メッセージを代理で再送する場合のデータ要求メッセージ10のフォーマットの一例を示す図である。図12に示すように、ノード1-cは、局所修復登録メッセージ14を送信するとともに、保持していたノード1-h宛でのデータ要求メッセージ10を送信する。この際、局所修復登録メッセージ14には、図13に示すように、自身からノード1-h宛のデータ要求メッセージを再送済みであることを示す情報を格納する。また、データ要求メッセージ10を送信する際には、データ収集装置2から受信したデータ要求メッセージ(図14の上段)のソースルートを修復後のソースルートに変更したデータ要求メッセージ10(図14の下段)を生成して送信する。

【0039】

図12~14を用いて説明したように、リンクエラーを検出したノード1-cが、データ要求メッセージ10のソースルートを修復した経路に変更して再送することで、データ収集装置2が再送する場合に比べて迅速なメッセージ再送が可能になる。

【0040】

なお、本実施の形態では、データ要求メッセージの宛先ノードを局所修復メッセージのターゲット(経路探索の対象)に設定したが、リンクエラーにより未到達になっているノード(図5の例では、ノード1-f)を局所修復メッセージのターゲットとして設定しても良い。すなわち、宛先のノード1-hまでの経路上のノードでリンクエラー11によりデータ要求メッセージが未達となるノード(宛先のノード1-hを含む)をターゲットとすればよい。

【0041】

以上のように、本実施の形態では、リンクエラーを検出した中間ノードが、局所修復メッセージを送信することにより、リンクエラーとなった箇所を避けた経路を探索して、修復後の経路を発見し、発見した経路をデータ収集装置2へ通知するようにした。このため、ノード1-a~1-jが保持するルーティングのための経路情報を最小化した場合においても迅速な経路修復を行うとともに修復のためのフラッディングによるネットワークの圧迫を抑制することができる。

【0042】

実施の形態2

図15は、本発明にかかるアドホックネットワークシステムにおける実施の形態2の局所修復メッセージの送信の一例を示す図である。本実施の形態のアドホックネットワークシステムの構成は、図1に示した実施の形態1のアドホックネットワークシステムの構成と同様である。

【0043】

実施の形態1では、リンクエラーを検出した中間ノードが、局所修復メッセージを送信することで、宛先までのリンクエラーを迂回した経路を発見し、発見した経路をデータ収集装置2に通知する(またはデータ収集装置2への経路通知とメッセージ再送とを実施す

10

20

30

40

50

る)方法について記述した。本実施の形態では、さらにソースルートに指定されていたノードについてリンクエラーを迂回する経路を発見する方法について説明する。

【0044】

実施の形態1の図5に示したように、ノード1-cとノード1-f間にリンクエラー11が発生したとする。なお、リンクエラー11の発生前の状態は、実施の形態1と同様であり、データ収集装置2は図2で示した経路情報を保持し、ノード1-a~1-jは、図3で示した経路情報を保持しているとする。

【0045】

リンクエラー11の発生により、データ収集装置2から送信されたノード1-hに対するデータ要求メッセージが未到達となる。リンクエラーを検出したノード1-cは、図15に示すように、局所修復メッセージ15をフラッディングし、データ要求メッセージ10の宛先(この場合はノード1-h)に対する経路を探索する。図16は、本実施の形態の局所修復メッセージのフォーマットの一例を示す図である。本実施の形態では、図16に示すように、局所修復メッセージ15に、不達となったデータ要求メッセージ10に記載されていたソースルートとソースルートのホップ数とを付加しておく。

10

【0046】

局所修復メッセージ15には、実施の形態1と同様にTTLと経由ノードが設定されており、フラッディングの伝搬範囲が指定されている。局所修復メッセージ15を受信したノードは、同メッセージを転送する際には、実施の形態1と同様にTTLを1減算して格納し、経由ノードに自身のノードIDを追記してブロードキャスト転送する。減算したTTLが0となったノードは、局所修復メッセージ15の転送を停止する。

20

【0047】

局所修復メッセージ15を受信したターゲットのノード1-hは、実施の形態1と同様に、自身が保持する経路情報を更新するとともに局所修復応答メッセージをノード1-cに送信する。図17は、ノード1-h、ノード1-fが保持する更新前後の経路情報の一例を示す図である。上段のノード1-hの経路情報の更新は実施の形態1と同様である。

【0048】

図18は、本実施の形態の局所修復応答メッセージと局所修復登録メッセージの送信の様子を示す図である。図19は、本実施の形態の局所修復応答メッセージの一例を示す図である。図20は、本実施の形態の局所修復登録メッセージの一例を示す図である。ノード1-cは、ノード1-hから送信された局所修復応答メッセージ16-1を受信すると、局所修復メッセージ15の宛先であるノード1-hの経路修復が行われたと判断し、データ収集装置2に対して、ノード1-cからノード1-hへの経路を局所修復登録メッセージ17-1(図20の上段)により登録する。

30

【0049】

局所修復メッセージ15を受信したターゲットのノード1-hが送信する局所修復応答メッセージ16-1は、図19の上段に示すように、実施の形態1の局所修復応答メッセージ12と同様である。

【0050】

一方、本実施の形態では、局所修復メッセージ15を受信した中間ノードであるノード1-fは、同メッセージに記載されているソースルートを参照し、同メッセージの送信元であるノード1-cと自身(ノード1-f)の間がリンクエラーであると判断する。そして、ノード1-fは、自身が保持する経路情報を図17の下段に示すように、次ホップノードをノード1-cから受信した局所修復メッセージ15に格納された経由ノードの直前のノードであるノード1-gへ変更する。さらに、ノード1-fは、局所修復メッセージ15に格納されたソースルートと経由ノードとに基づいて、修復後の経路のデータ収集装置2から自身までのホップ数を算出して、経路情報のホップ数を3から4に更新する。

40

【0051】

局所修復メッセージ15に基づいて経路情報を更新した中間ノードであるノード1-fは、自身の経路情報を更新した旨をデータ収集装置2に通知するために、局所修復メッセ

50

ージ 15 に記載の経路ノードをソースルートとして設定した局所修復応答メッセージ 16 - 2 (図 19 の下段) をノード 1 - c に宛てて送信する。

【 0 0 5 2 】

局所修復応答メッセージ 16 - 2 を受信したノード 1 - g は同メッセージに記載のソースルートを参照し、ノード 1 - c に対して転送する。このとき、ノード 1 - g は、同メッセージに記載のソースルートに基づき自身の保持している経路情報の次ホップノードの情報をノード 1 - c とする。ノード 1 - c は、局所修復応答メッセージ 16 - 2 を受信すると、ノード 1 - h への経路上にあるノード 1 - f の経路修復が行われたと判断し、データ収集装置 2 に対して、ノード 1 - c からノード 1 - f への修復後の経路 (局所修復応答メッセージ 16 - 2 に格納されたソースルート) を登録するための局所修復登録メッセージ 17 - 2 (図 20 の下段) を送信する。

10

【 0 0 5 3 】

ノード 1 - h へのデータ要求メッセージの再送については、実施の形態 1 で述べたように、データ収集装置 2 が実施してもよいし、ノード 1 - c が実施してもよい。

【 0 0 5 4 】

例えば、実施の形態 1 の方法により経路修復を行った場合、ノード 1 - h への経路修復の後、データ収集装置 2 がノード 1 - f 宛のデータ要求メッセージを送信すると、ノード 1 - f 宛のデータ要求メッセージもリンクエラー 1 1 により不達となり、ノード 1 - f について経路修復メッセージが送信されることになる。これに対し、本実施の形態では、局所修復メッセージ 15 に、元のメッセージ (不達となったデータ要求メッセージ) のソースルートを記載しておくことで、一度の経路修復メッセージの送信で、ソースルート上にあるリンクエラーの影響を受けるノードに対する経路修復が可能になる。

20

【 0 0 5 5 】

さらに、本実施の形態では、元のメッセージのソースルートのみを記載して局所修復メッセージをフラッディングしたが、これに限らず元のメッセージそのものを格納することにより、経路修復とメッセージの送信を同時に実施しても良い。図 21 は、局所修復メッセージに元のメッセージを格納する場合のフォーマットの一例を示す図である。図 21 の例では、局所修復メッセージに、元のメッセージの種別 (データ要求メッセージの場合は、要求) とペイロードとを追加して、元のメッセージを格納している。この場合、ノード 1 - c が送信する局所修復登録メッセージには、元のメッセージが宛先のノード 1 - h に到達したことを通知する識別子を付加する。

30

【 0 0 5 6 】

図 22 は、経路修復とメッセージの送信を同時に実施する場合の局所修復登録メッセージのフォーマットの一例を示す図である。図 22 の上段は、元のメッセージの宛先であるノード 1 - h から局所修復応答メッセージを受信した際に送信する局所修復登録メッセージの例を示しており、図 22 の下段は、元のメッセージの宛先ではない中間ノードであるノード 1 - f から局所修復応答メッセージを受信した際に送信する局所修復登録メッセージの例を示している。図 22 の上段は、元のメッセージの宛先であるノード 1 - h に関する修復経路を登録するメッセージであり、ノード 1 - h から局所応答登録メッセージにより元のメッセージがノード 1 - h へ到着していることを確認できている。このため、ノード 1 - h に関する修復経路を登録する局所修復登録メッセージには、再送の情報として到達 (元のメッセージが宛先に到達済みであるため再送の必要はない) を格納する。図 22 の下段は、元のメッセージの宛先でないノード 1 - f に関する修復経路を登録するメッセージであるため、再送の情報はなしとする。

40

【 0 0 5 7 】

なお、ここでは、図 16 で示した局所修復登録メッセージ 15 に元のメッセージを格納する例を述べたが、実施の形態 1 で述べた局所修復登録メッセージ 12 に元のメッセージを格納するようにしてもよい。

【 0 0 5 8 】

また、実施の形態 1, 2 では、データ要求メッセージの送信時のリンクエラーについて

50

記述したが、データ要求メッセージ以外のメッセージについてもデータ収集装置 2 から各ノード 1 - a ~ 1 - j へ送信されるメッセージであれば、同様の経路修復を適用することができる。また、以上述べた各メッセージのフォーマットは一例であり、同様の内容を格納できれば、上述したフォーマットに限定されない。

【 0 0 5 9 】

さらに、実施の形態 1 , 2 では、局所修復メッセージを送信する範囲を T T L にて指定したが、T T L の決定方法は、例えば、“元のメッセージから取得した宛先までのホップ数”（すなわちデータ収集装置 2 から宛先のノードまでのホップ数）と“リンクエラーを検出したノードが保持するデータ収集装置までのホップ数”との差に、システム変数 N を加算した値とする。

10

【 0 0 6 0 】

システム変数 N は、エラー発生前には所定の初期値が設定されており、局所修復メッセージに対する局所修復応答メッセージが一定時間内に返送されなかった場合に、システム変数 N の値を増加させて局所修復メッセージを再送する。

【 0 0 6 1 】

さらに、実施の形態 1 , 2 では、局所修復メッセージをフラッディングするたびに T T L を 1 減算したが、T T L の減算値は一定値でなくてもよい。例えば、同メッセージにリンクエラーを検出した中間ノード（上述の例ではノード 1 - c ）のホップ数（データ収集装置 2 までのホップ数）を記載しておき、リンクエラーを検出したノードよりホップ数が少ないノードは T T L の減算値をより大きくすることで、データ収集装置 2 方向へのフラッディング伝搬を抑制することができる。

20

【 0 0 6 2 】

図 2 3 は、実施の形態 1 , 2 で述べたノード 1 - a の構成例を示す図である。図 2 3 では、ノード 1 - a として記載しているが、ノード 1 - b ~ 1 - j の構成はノード 1 - a と同様である。実施の形態 1 , 2 で述べたノード 1 - a ~ 1 - j の構成はどのような構成としてもよいが、例えば、図 2 3 に示す構成とする。図 2 3 に示したノード 1 - a ~ 1 - j は、アンテナ 2 1 と、所定の無線送受信処理を行う送受信部 2 2 と、メッセージの受信処理や送信するメッセージの生成等を行う制御部 2 3 と、経路情報等を格納するための記憶部 2 4 と、データを取得して生成するセンサ部等であるデータ生成部 2 5 と、隣接するノードとの間のリンクエラーを検出するリンクエラー検出部 2 6 と、を備える。

30

【 0 0 6 3 】

ノード 1 - a ~ 1 - j の制御部 2 3 は、アンテナ 2 1 および送受信部 2 2 経由でデータ要求メッセージを取得すると、データ生成部 2 5 が生成したデータを送受信部 2 2 およびアンテナ 2 1 経由でデータ収集装置 2 へ送信する。また、制御部 2 3 は、上述した局所修復メッセージ 1 2 , 1 5 や局所修復応答メッセージ 1 3 , 1 6 - 1 , 1 6 - 2 , 局所修復登録メッセージ 1 4 , 1 7 - 1 , 1 7 - 2 等を含む各メッセージの生成や受信処理を行い、受信したメッセージの転送処理を実施する。

【 0 0 6 4 】

ノード 1 - a ~ 1 - j は、リンクエラー検出部 2 6 がリンクエラーを検出した場合に、上述のノード 1 - c と同様にリンクエラーを検出した中間ノードとして動作し、自身を宛先とする局所修復メッセージ 1 2 , 1 5 を受信した場合は、上述のターゲットのノード 1 - h と同様に局所修復応答メッセージ 1 3 , 1 6 - 1 , 1 6 - 2 の送信を行う。

40

【 0 0 6 5 】

このように、本実施の形態では、局所修復メッセージにソースルートを付加し、リンクエラーによる経路変更の必要が生じる元のメッセージの宛先以外のノードが、受信した局所修復メッセージソースルートに基づいて経路変更を実施するようにした。このため、実施の形態 1 と同様の効果が得られるとともに、一度の経路修復メッセージの送信で、ソースルート上にあるリンクエラーの影響を受けるノードに対する経路修復が可能になる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 6 6 】

50

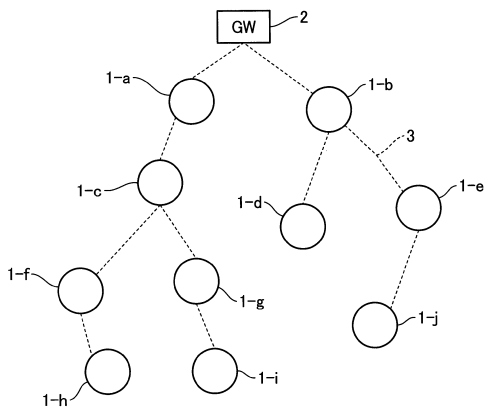
以上のように、本発明にかかるアドホックネットワークシステムおよび通信装置は、親端末とその他の子端末で構成されるアドホックネットワークシステムに有用であり、特に、子端末が保持する経路情報を削減したアドホックネットワークシステムに適している。

【符号の説明】

【0067】

1 - a ~ 1 - j ノード、2 データ収集装置 (GW)、3 無線リンク、10 データ要求メッセージ、11 リンクエラー、12, 15 局所修復メッセージ、13, 16 - 1, 16 - 2 局所修復応答メッセージ、14, 17 - 1, 17 - 2 局所修復登録メッセージ、21 アンテナ、22 送受信部、23 制御部、24 記憶部、25 データ生成部、26 リンクエラー検出部。

【図1】



【図2】

node id	a	node id	b		
prev hop	GW	prev hop	GW		
Hop	1	Hop	1		
node id	c	node id	d	node id	e
prev hop	a	prev hop	b	prev hop	b
Hop	2	Hop	2	Hop	2
node id	f	node id	g	node id	j
prev hop	c	prev hop	c	prev hop	e
Hop	3	Hop	3	Hop	3
node id	h	node id	i		
prev hop	f	prev hop	g		
Hop	4	Hop	4		

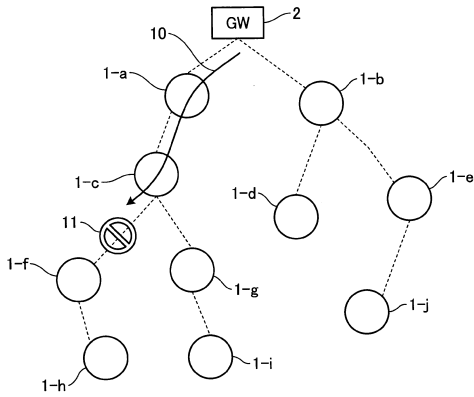
【図3】

next hop
Hop

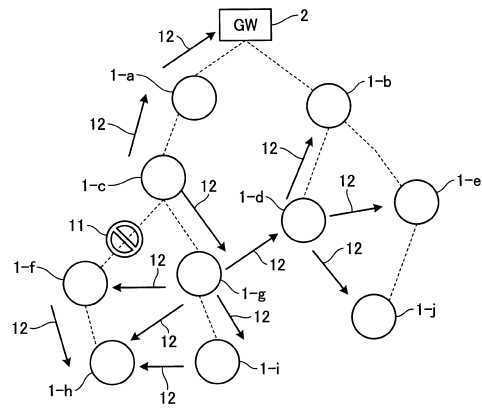
【図4】

送信元	送信先	ホップ数	ソースルート				種別	
GW	h	4	a	c	f	h	要求	ペイロード

【図5】



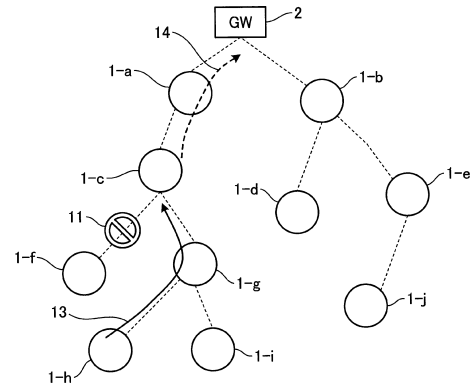
【図6】



【図7】

	送信元	送信先	ターゲット	種別	TTL	経由ノード
ノード1-c送信	c	broadcast	h	局所修復	3	c
ノード1-a送信	c	broadcast	h	局所修復	2	c a
ノード1-g送信	c	broadcast	h	局所修復	2	c g
ノード1-f送信	c	broadcast	h	局所修復	1	c g f
ノード1-d送信	c	broadcast	h	局所修復	1	c g d
ノード1-i送信	c	broadcast	h	局所修復	1	c g i

【図9】



【図8】

ノード1-h経路情報	next hop	f	更新	next hop	g
	Hop	4		Hop	4

【図10】

送信元	送信先	種別	ソースルート		
h	c	局所修復応答	c	g	h

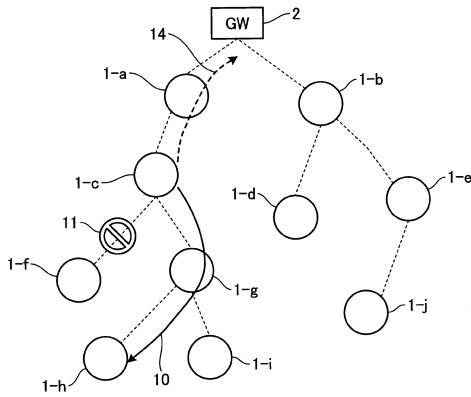
【図 1 1】

送信元	送信先	種別	ソースルート		
c	GW	局所修復登録	c	g	h

【図 1 3】

送信元	送信先	種別	再送	ソースルート		
c	GW	局所修復登録	再送済	c	g	h

【図 1 2】

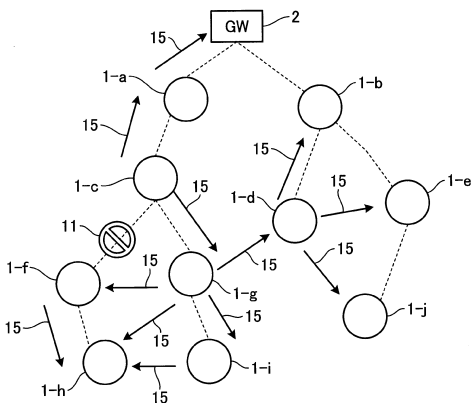


【図 1 4】

送信元	送信先	ホップ数	ソースルート			種別		
GW	h	4	a	c	f	h	要求	ペイロード

送信元	送信先	ホップ数	ソースルート			種別		
GW	h	4	a	c	g	h	要求	ペイロード

【図 1 5】



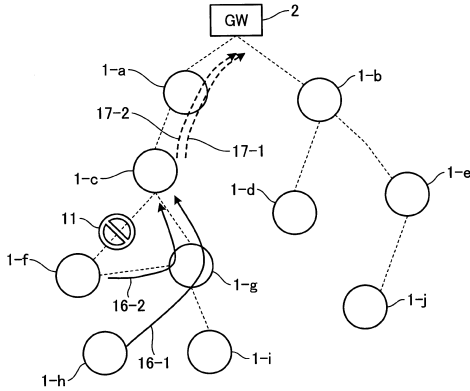
【図 1 6】

送信元	送信先	ターゲット	種別	ホップ数	ソースルート	TTL	経由ノード
c	broadcast	h	局所修復	4	a c f h	3	c
c	broadcast	h	局所修復	4	a c f h	2	c a
c	broadcast	h	局所修復	4	a c f h	2	c g
c	broadcast	h	局所修復	4	a c f h	1	c g f
c	broadcast	h	局所修復	4	a c f h	1	c g d
c	broadcast	h	局所修復	4	a c f h	1	c g i

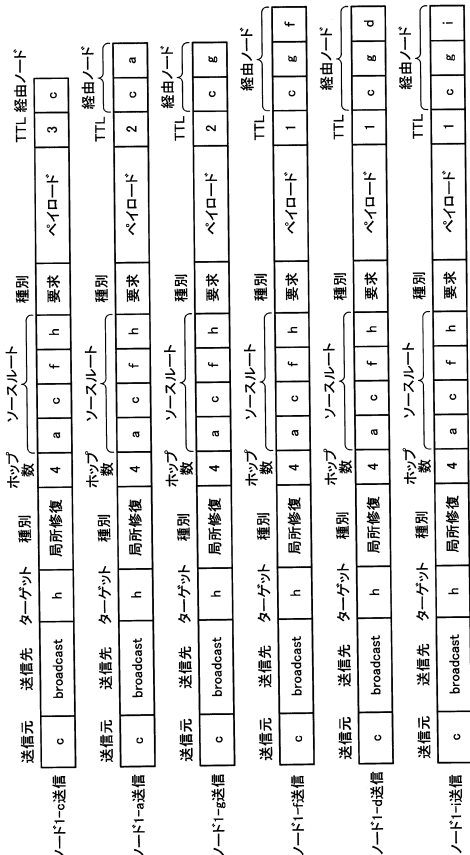
【図 17】



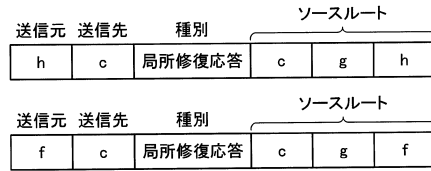
【図 18】



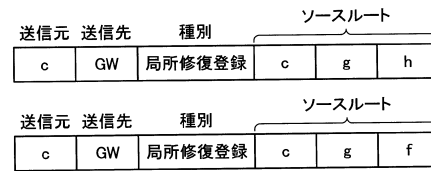
【図 21】



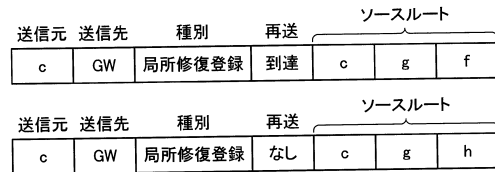
【図 19】



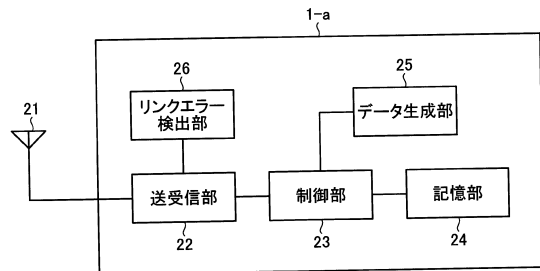
【図 20】



【図 22】



【図 23】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-38511(JP,A)

特開2013-5043(JP,A)

国際公開第2005/109765(WO,A1)

小出俊夫,第5回 DSR(Dynamic Source Routing)プロトコル,2003年 3月 5日,URL

<http://web.archive.org/web/20090209195523/http://internet.watch.impress.co.jp/www/column/wp2p/wp2p05.htm>

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H04W 4/00 - H04W 99/00

H04B 7/24 - H04B 7/26