

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4696314号  
(P4696314)

(45) 発行日 平成23年6月8日(2011.6.8)

(24) 登録日 平成23年3月11日(2011.3.11)

(51) Int. Cl.	F I		
HO4W 74/08 (2009.01)	HO4L	12/28	307
HO4W 84/12 (2009.01)	HO4Q	7/00	361
HO4W 40/26 (2009.01)	HO4Q	7/00	362
HO4W 40/28 (2009.01)	HO4Q	7/00	633
HO4W 84/18 (2009.01)			

請求項の数 7 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2005-328527 (P2005-328527)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成17年11月14日(2005.11.14)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2007-135136 (P2007-135136A)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(43) 公開日	平成19年5月31日(2007.5.31)	(74) 代理人	100112715
審査請求日	平成20年3月28日(2008.3.28)		弁理士 松山 隆夫
		(74) 代理人	100085213
			弁理士 鳥居 洋
		(72) 発明者	湯 素華
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
		(72) 発明者	渡辺 正浩
			京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
			株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線装置およびそれを備えた無線ネットワークシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自律的に確立され、かつ、オンデマンド型のルーティングプロトコルに従って送信元と送信先との間で無線通信が行なわれる無線ネットワークを構成する無線装置であって、

前記送信先に対する経路情報を含む経路メッセージを送受信する送受信手段と、

第1の経路を示す第1の経路情報を保持する経路情報保持手段と、

他の無線装置から受信する前記経路メッセージに含まれる経路情報に基づいて、前記第1の経路よりも好適な第2の経路を検出する経路検出手段と、

前記経路検出手段によって前記第2の経路が検出されると、前記経路情報保持手段に保持された前記第1の経路情報を前記第2の経路を示す第2の経路情報に更新する経路情報更新手段とを備え、

前記経路情報保持手段は、当該無線装置が前記送信元と前記送信先との間で無線通信を行っていない場合、無線通信を行なっている無線装置から送信される前記経路メッセージに含まれる第3の経路情報を更に保持する、無線装置。

【請求項2】

前記第1の経路情報は、前記送信元と前記送信先との間の無線通信に用いられている経路を示し、

前記送受信手段は、当該無線装置が前記送信元と前記送信先との間で無線通信を行なっている場合、前記第1の経路情報を含む前記経路メッセージを送信する、請求項1に記載の無線装置。

10

20

**【請求項 3】**

自律的に確立され、かつ、オンデマンド型のルーティングプロトコルに従って送信元と送信先との間で無線通信が行なわれる無線ネットワークを構成する無線装置であって、

前記送信先に対する経路情報を含む経路メッセージを送受信する送受信手段と、  
第 1 の経路を示す第 1 の経路情報を保持する経路情報保持手段と、

他の無線装置から受信する前記経路メッセージに含まれる経路情報に基づいて、前記第 1 の経路よりも好適な第 2 の経路を検出する経路検出手段と、

前記経路検出手段によって前記第 2 の経路が検出されると、前記経路情報保持手段に保持された前記第 1 の経路情報を前記第 2 の経路を示す第 2 の経路情報に更新する経路情報更新手段とを備え、

前記第 1 の経路情報は、当該無線装置から前記送信先までの経路を示し、

前記送受信手段は、当該無線装置が前記送信元と前記送信先との間で無線通信を行っていない場合に、前記送信元と前記送信先との間の無線通信を行なう経路として前記第 1 の経路が前記送信元と前記送信先との間の無線通信に用いられている経路よりも好適であると判断されたとき、前記第 1 の経路情報を含む前記経路メッセージを送信する、無線装置。

10

**【請求項 4】**

前記経路検出手段は、

前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路の送信先が前記第 1 の経路の送信先と同じであり、かつ、前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路が前記送信元と前記送信先との間の無線通信に用いられている経路であるとき、前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報を前記第 1 の経路情報と比較する比較手段と、

20

前記比較手段による比較結果が所定の場合に、前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路を前記第 2 の経路として検出する検出手段とを含む、請求項 1 から請求項 3 のいずれか 1 項に記載の無線装置。

**【請求項 5】**

前記検出手段は、前記比較結果が第 1 から第 3 の場合のいずれかであるとき、前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路を前記第 2 の経路として検出し、

30

前記第 1 の場合は、前記経路メッセージを送信した無線装置が前記第 1 の経路において当該無線装置に隣接する無線装置である場合であり、

前記第 2 の場合は、前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報が前記第 1 の経路情報よりも新しい場合であり、

前記第 3 の場合は、前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報が前記第 1 の経路情報と同じ新しさであり、かつ、前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路が前記第 1 の経路よりも安定である場合である、請求項 4 に記載の無線装置。

**【請求項 6】**

前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報と送信先が同じである経路情報を前記経路情報保持手段が保持しないとき、または前記受信された経路メッセージに含まれる経路情報が前記送信元と前記送信先との間の無線通信に用いられている経路を示す経路情報でないとき、前記経路メッセージに含まれる経路情報を代替経路を示す経路情報として前記経路情報保持手段に格納する経路情報格納手段を更に備える、請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の無線装置。

40

**【請求項 7】**

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の無線装置を備える無線ネットワークシステム。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

50

## 【0001】

この発明は、無線装置およびそれを備えた無線ネットワークシステムに関し、特に、自律的、かつ、即時的に構築されるアドホックネットワークシステムを構成する無線装置およびそれを備えた無線ネットワークシステムに関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

アドホックネットワークは、複数の無線装置が相互に通信を行なうことによって自律的、かつ、即時的に構築されるネットワークである。アドホックネットワークでは、通信する2つの無線装置が互いの通信エリアに存在しない場合、2つの無線装置の間に位置する無線装置がルータとして機能し、データパケットを中継するので、広範囲のマルチホップネットワークを形成することができる。

10

## 【0003】

このようなアドホックネットワークは、被災地での無線通信網やITS(Intelligent Transport Systems)車車間通信でのストリーミングなど、様々な方面に応用されようとしている(非特許文献1)。

## 【0004】

マルチホップ通信をサポートする動的なルーティングプロトコルとしては、テーブル駆動型プロトコルとオンデマンド型プロトコルとがある。テーブル駆動型プロトコルは、定期的に経路に関する制御情報の交換を行ない、予め経路表を構築しておくものであり、GSR(Global State Routing)、FSR(Fish-eye State Routing)、OLSR(Optimized Link State Routing)およびDSDV(Destination Sequenced Distance Vector)等が知られている。

20

## 【0005】

また、オンデマンド型プロトコルは、データ送信の要求が発生した時点で、初めて宛先までの経路を構築するものであり、DSR(Dynamic Source Routing)およびAODV(Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing)等が知られている。

## 【0006】

そして、従来のアドホックネットワークにおいては、送信元から送信先へデータ通信を行なう場合、送信元から送信先までのホップ数ができる限り少なくなるように経路が決定される(非特許文献2)。

30

【非特許文献1】渡辺正浩“無線アドホックネットワーク”，自動車技術会春季大会ヒューマトロニクスフォーラム，pp18-23，横浜，5月2003年。

【非特許文献2】Guangyu Pei, et al, "Fisheye state routing: a routing scheme for ad hoc wireless networks", ICC2000. Commun., Volume 1, pp70-74, L.A., June 2000.

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0007】

しかし、従来のオンデマンド型プロトコルを用いたマルチホップ通信においては、送信元と送信先との間で無線通信が行なわれているときに、トポロジー変動によってローカルに最適なルートが出現しても、それを探索することはしなかった。また、送信元から送信先までの間の通信経路が切断されると、送信元の無線装置は、送信元と送信先との間の通信経路を確立する動作をやり直すため、再送信するまでに時間を要するなど、無線ネットワークとしての性能が低いという問題がある。

40

## 【0008】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、無線ネットワークの性能を向上させる通信プロトコルを用いて無線通信を行なう無線装置を提供することである。

50

## 【 0 0 0 9 】

また、この発明の別の目的は、無線ネットワークの性能を向上させる通信プロトコルを用いて無線通信を行なう無線装置を備える無線ネットワークシステムを提供することである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 1 0 】

この発明によれば、無線装置は、自律的に確立され、かつ、オンデマンド型のルーティングプロトコルに従って送信元と送信先との間で無線通信が行なわれる無線ネットワークを構成する無線装置であって、送受信手段と、経路情報保持手段と、経路検出手段と、経路情報更新手段とを備える。送受信手段は、送信先に対する経路情報を含む経路メッセージを送受信する。経路情報保持手段は、第1の経路を示す第1の経路情報を保持する。経路検出手段は、他の無線装置から受信する経路メッセージに含まれる経路情報に基づいて、第1の経路よりも好適な第2の経路を検出する。経路情報更新手段は、経路検出手段によって第2の経路が検出されると、経路情報保持手段に保持された第1の経路情報を第2の経路を示す第2の経路情報に更新する。

10

## 【 0 0 1 1 】

好ましくは、第1の経路情報は、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路を示す。送受信手段は、当該無線装置が送信元と送信先との間で無線通信を行なっている場合、第1の経路情報を含む経路メッセージを送信する。

## 【 0 0 1 2 】

好ましくは、経路情報保持手段は、当該無線装置が送信元と送信先との間で無線通信を行っていない場合、無線通信を行なっている無線装置から送信される経路メッセージに含まれる第3の経路情報を更に保持する。

20

## 【 0 0 1 3 】

好ましくは、第1の経路情報は、当該無線装置から送信先までの経路を示す。送受信手段は、当該無線装置が送信元と送信先との間で無線通信を行っていない場合に、送信元と送信先との間の無線通信を行なう経路として第1の経路が送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路よりも好適であると判断されたとき、第1の経路情報を含む経路メッセージを送信する。

## 【 0 0 1 4 】

好ましくは、経路検出手段は、比較手段と、検出手段とを含む。比較手段は、受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路の送信先が第1の経路の送信先と同じであり、かつ、受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路が送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路であるとき、受信された経路メッセージに含まれる経路情報を第1の経路情報と比較する。検出手段は、比較手段による比較結果が所定の場合に、受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路を第2の経路として検出する。

30

## 【 0 0 1 5 】

好ましくは、検出手段は、比較結果が第1から第3の場合のいずれかであるとき、受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路を第2の経路として検出する。第1の場合は、経路メッセージを送信した無線装置が第1の経路において当該無線装置に隣接する無線装置である場合である。第2の場合は、受信された経路メッセージに含まれる経路情報が第1の経路情報よりも新しい場合である。第3の場合は、受信された経路メッセージに含まれる経路情報が第1の経路情報と同じ新しさであり、かつ、受信された経路メッセージに含まれる経路情報によって示される経路が第1の経路よりも安定である場合である。

40

## 【 0 0 1 6 】

好ましくは、無線装置は、経路情報格納手段を更に備える。経路情報格納手段は、受信された経路メッセージに含まれる経路情報と送信先が同じである経路情報を経路情報保持手段が保持しないとき、または受信された経路メッセージに含まれる経路情報が送信元と

50

送信先との間の無線通信に用いられている経路を示す経路情報でないとき、経路メッセージに含まれる経路情報を代替経路を示す経路情報として経路情報保持手段に格納する。

【0017】

また、この発明によれば、無線ネットワークシステムは、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の無線装置を備える無線ネットワークシステムである。

【発明の効果】

【0018】

この発明による無線装置は、送信元と送信先との間で無線通信が行なわれているとき、その無線通信に用いられている経路よりも好適な経路を検出すると、その無線通信に用いられている経路を好適な経路に更新する。つまり、各無線装置は、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている通信経路が切断されなくても、無線通信に用いられている経路よりも好適な経路を検出し、無線通信に用いられている経路を、その検出した好適な経路に更新する。

10

【0019】

従って、この発明によれば、各無線装置は、トポロジー変動があっても常に最適な経路を用いて通信することができ、無線ネットワークの性能を向上させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

20

【0021】

図1は、この発明の実施の形態による無線ネットワークシステムの概略図である。無線ネットワークシステム10は、無線装置M1～M12を備える。無線装置M1～M12は、無線通信空間に配置され、自律的にネットワークを構成している。そして、無線装置M1から無線装置M9へデータを送信する場合、無線装置M3～M8、M10、M12は、無線装置M1からのデータを中継して無線装置M9へ届ける。

【0022】

この場合、無線装置M1は、各種の経路を介して無線装置M9との間で無線通信を行なうことができる。即ち、無線装置M1は、無線装置M4、M6、M8を介して無線装置M9との間で無線通信を行なうことができ、無線装置M3、M4、M6、M7を介して無線装置M9との間で無線通信を行なうこともできる。

30

【0023】

無線装置M4、M6、M8を介して無線通信を行なう場合、ホップ数が“4”と相対的に少なく、無線装置M3、M4、M6、M7を介して無線通信を行なう場合、ホップ数が“5”と相対的に多い。

【0024】

従って、無線装置M4、M6、M8を介して無線通信を行なう経路を選択すると、ホップ数が“4”と相対的に少なくなるので、一般的には、無線装置M1から無線装置M9への無線通信のスループットが高くなる。

【0025】

しかし、無線装置M1と無線装置M4との間の受信信号強度が弱いとき、無線装置M1と無線装置M4との間の通信経路が切断される可能性が大きくなり、無線装置M1と無線装置M4との間の通信経路が切断されると、無線装置M1は、無線装置M9と無線通信を行なうための通信経路を確立し直すので、再送信するまでに時間を要する。

40

【0026】

そこで、以下においては、各無線装置M1～M12において送信元と送信先との間で常に好適な経路を用いて無線通信を行なう方法について説明する。

【0027】

なお、送信元と送信先との間で経路を確立するプロトコルとしてAODVプロトコルを用いる。このAODVプロトコルは、オンデマンド型のルーティングプロトコルであり、

50

ルートリクエストとルートリプライを使ってルートを探索し、ルートを確立するプロトコルである。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、図 1 に示す無線装置 M 1 の構成を示す概略ブロック図である。無線装置 M 1 は、アンテナ 1 1 と、入力部 1 2 と、表示部 1 3 と、電子メールアプリケーション 1 4 と、通信制御部 1 5 とを含む。

【 0 0 2 9 】

アンテナ 1 1 は、無線通信空間を介して他の無線装置からデータを受信し、その受信したデータを通信制御部 1 5 へ出力するとともに、通信制御部 1 5 からのデータを無線通信空間を介して他の無線装置へ送信する。

10

【 0 0 3 0 】

入力部 1 2 は、無線装置 M 1 の操作者が入力したメッセージおよびデータの宛先を受け、その受付けたメッセージおよび宛先を電子メールアプリケーション 1 4 へ出力する。表示部 1 3 は、電子メールアプリケーション 1 4 からの制御に従ってメッセージを表示する。

【 0 0 3 1 】

電子メールアプリケーション 1 4 は、入力部 1 2 からのメッセージおよび宛先に基づいてデータを生成して通信制御部 1 5 へ出力する。

【 0 0 3 2 】

通信制御部 1 5 は、ARPA (Advanced Research Projects Agency) インターネット階層構造に従って、通信制御を行なう複数のモジュールからなる。即ち、通信制御部 1 5 は、無線インターフェースモジュール 1 6 と、MAC モジュール 1 7 と、LLC (Logical Link Control) モジュール 1 8 と、IP (Internet Protocol) モジュール 1 9 と、ルーティングテーブル 2 0 と、TCP モジュール 2 1 と、UDP モジュール 2 2 と、SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) モジュール 2 3 と、ルーティングデーモン 2 4 とからなる。

20

【 0 0 3 3 】

無線インターフェースモジュール 1 6 は、物理層に属し、所定の規定に従って送信信号または受信信号の変復調を行なうとともに、アンテナ 1 1 を介して信号を送受信する。そして、無線インターフェースモジュール 1 6 は、アンテナ 1 1 が他の無線装置から受信した Hello パケットの受信信号強度を検出し、その検出した受信信号強度をルーティングデーモン 2 4 へ出力する。

30

【 0 0 3 4 】

MAC モジュール 1 7 は、MAC 層に属し、MAC プロトコルを実行して、以下に述べる各種の機能を実行する。

【 0 0 3 5 】

即ち、MAC モジュール 1 7 は、ルーティングデーモン 2 4 から受けた Hello パケットを無線インターフェースモジュール 1 6 を介してブロードキャストする。

【 0 0 3 6 】

また、MAC モジュール 1 7 は、データ (パケット) の再送制御等を行なう。

40

【 0 0 3 7 】

LLC モジュール 1 8 は、データリンク層に属し、LLC プロトコルを実行して隣接する無線装置との間でリンクの接続および解放を行なう。

【 0 0 3 8 】

IP モジュール 1 9 は、インターネット層に属し、IP パケットを生成する。IP パケットは、IP ヘッダと、上位のプロトコルのパケットを格納するための IP データ部とからなる。そして、IP モジュール 1 9 は、TCP モジュール 2 1 からデータを受けると、その受けたデータを IP データ部に格納して IP パケットを生成する。

【 0 0 3 9 】

50

そうすると、IPモジュール19は、オンデマンド型のルーティングプロトコルであるAODVプロトコルに従ってルーティングテーブル20を検索し、生成したIPパケットを送信するための経路を決定する。そして、IPモジュール19は、IPパケットをLLCモジュール18へ送信し、決定した経路に沿ってIPパケットを送信先へ送信する。

【0040】

ルーティングテーブル20は、インターネット層に属し、後述するように、各送信先アドレスに対応付けて経路情報を格納する。

【0041】

TCPモジュール21は、トランスポート層に属し、TCPパケットを生成する。TCPパケットは、TCPヘッダと、上位のプロトコルのデータを格納するためのTCPデータ部とからなる。そして、TCPモジュール21は、生成したTCPパケットをIPモジュール19へ送信する。

10

【0042】

UDPモジュール22は、トランスポート層に属し、ルーティングデーモン24によって作成されたUpdateパケットをブロードキャストし、他の無線装置からブロードキャストされたUpdateパケットを受信してルーティングデーモン24へ出力する。

【0043】

SMTPモジュール23は、プロセス/アプリケーション層に属し、電子メールアプリケーション14から受け取ったデータに基づいて、全二重通信チャネルの確保およびメッセージの交換等を行なう。

20

【0044】

ルーティングデーモン24は、プロセス/アプリケーション層に属し、他の通信制御モジュールの実行状態を監視するとともに、他の通信制御モジュールからのリクエストを処理する。

【0045】

また、ルーティングデーモン24は、Helloパケットを他の無線装置から受信して取得した経路情報および無線インターフェースモジュール16から受けた受信信号強度に基づいて、後述する方法によって最適な経路を算出してインターネット層にルーティングテーブル20を動的に作成する。

【0046】

30

更に、ルーティングデーモン24は、無線ネットワークシステム10における経路情報を他の無線装置へ送信するとき、隣接する無線装置に関する情報等の各種のメッセージを含むHelloパケットを作成し、その作成したHelloパケットをMACモジュール17へ出力する。

【0047】

更に、ルーティングデーモン24は、後述するように、他の無線装置から受信したHelloパケットに含まれる経路情報に基づいて、ルーティングテーブル20に格納された経路を好適な経路に更新するとともに、ルーティングテーブル20中に代替経路を確立する。

【0048】

40

なお、図1に示す無線装置M2～M12の各々も、図2に示す無線装置M1の構成と同じ構成からなる。

【0049】

図3は、IPヘッダの構成図である。IPヘッダは、バージョン、ヘッダ長、サービスタイプ、パケット長、識別番号、フラグ、フラグメントオフセット、生存時間、プロトコル、ヘッダチェックサム、送信元IPアドレス、送信先IPアドレス、およびオプションからなる。

【0050】

図4は、TCPヘッダの構成図である。TCPヘッダは、送信元ポート番号、送信先ポート番号、シーケンス番号、確認応答(ACK)番号、データオフセット、予約、フラグ

50

、ウィンドサイズ、ヘッダチェックサムおよびアージェントポインタからなる。

【0051】

送信元ポート番号は、送信元の無線装置で複数のアプリケーションが動作しているときに、TCPパケットを出力したアプリケーションを特定する番号である。また、送信先ポート番号は、送信先の無線装置で複数のアプリケーションが動作しているときに、TCPパケットを届けるアプリケーションを特定する番号である。

【0052】

TCP通信は、エンド・ツー・エンドのコネクション型通信プロトコルである。TCP通信のコネクション接続を要求する無線装置（以下、「TCP通信接続要求装置」という。）のTCPモジュール21は、コネクションの確立時に、TCPヘッダ内のCode BitにSYN(Synchronize Flag)を設定したコネクションの接続要求を示す第1パケットをTCP通信のコネクション接続を受理する端末（以下、「TCP通信接続受理装置」という。）のTCPモジュール21へ送信する。これを受けて、TCP通信接続受理装置のTCPモジュール21は、TCPヘッダ内のCode BitにSYNおよびACK(確認応答)を設定したコネクションの接続要求受理および接続完了を示す第2パケットをTCP通信接続要求装置のTCPモジュール21へ送信する。更に、これを受けて、TCP通信接続要求装置のTCPモジュール21は、TCPヘッダ内のCode BitをACK(確認応答)に設定したコネクションの接続完了を示す第3パケットをTCP通信接続受理装置のTCPモジュール21へ送信する。

10

【0053】

コネクションの切断要求は、TCP通信要求装置およびTCP通信受理装置のいずれの側からでも行なうことができる。TCP通信のコネクション切断を要求する無線装置（以下、「TCP通信切断要求装置」という。）のTCPモジュール21は、コネクションの切断時に、TCPヘッダ内のCode BitをFIN(Finish Flag)に設定したコネクションの切断要求を示す第1パケットをTCP通信のコネクション切断を受理する無線装置（以下、「TCP通信切断受理装置」という。）へ送信する。これを受けて、TCP通信切断受理装置のTCPモジュール21は、TCPヘッダ内のCode BitをACK(確認応答)に設定したコネクションの切断要求受理を示す第2パケットと、TCPヘッダ内のCode BitをFINに設定したコネクションの切断完了を示す第3パケットをTCP通信切断要求装置のTCPモジュール21へ送信する。更に、これを受けて、TCP通信切断要求装置のTCPモジュール21は、TCPヘッダ内のCode BitをACK(確認応答)に設定したコネクションの切断完了を示す第4パケットをTCP通信切断受理装置のTCPモジュール21へ送信する。

20

30

【0054】

図5は、Helloメッセージの構成図である。HelloメッセージHLMは、ヘッダHEDと、経路情報RTIFとからなる。ヘッダHEDは、送信先(dest)と、送信先シーケンス番号(dest\_seq)とからなる。

【0055】

また、経路情報RTIFは、送信先(dest)と、送信先シーケンス番号(dest\_seq)と、隣接する無線装置(next)と、ホップ数(hops)と、メトリック(metric)と、フラグ(flag)と、ルートアップデートエントリ(route\_update\_entries)とからなる。

40

【0056】

ヘッダHEDの送信先(dest)は、HelloメッセージHLMを受信した無線装置がパケットを送信すべき無線装置を表し、ヘッダHEDの送信先シーケンス番号(dest\_seq)は、HelloメッセージHLMを受信した無線装置がHelloメッセージHLMを送信した無線装置へ行なう無線通信のシーケンス番号を表す。

【0057】

経路情報RTIFの送信先(dest)は、送信先の無線装置のIPアドレスを表す。経路情報RTIFの送信先シーケンス番号は、送信先に対する経路情報が生成された順番

50

を表す。従って、送信先シーケンス番号が大きい経路は、相対的に新しい経路であることを表す。

【0058】

経路情報 R T I F の隣接する無線装置 ( n e x t ) は、次にホップする無線装置の I P アドレスを表す。経路情報 R T I F のホップ数 ( h o p s ) は、当該無線装置から送信先の無線装置までの間において、隣接する2つの無線装置間で行なわれる無線通信の回数を表す。

【0059】

経路情報 R T I F のメトリック ( m e t r i c ) は、無線通信の安定度合を表し、受信信号強度に応じて決定される数値が格納される。そして、メトリックは、受信信号強度が相対的に弱いとき、相対的に大きい数値が格納され、受信信号強度が相対的に強いとき、相対的に小さい数値が格納される。受信信号強度をメトリックへ変換する方法については、後述する。

10

【0060】

経路情報 R T I F のフラグ ( f l a g ) は、ルーティングテーブル 2 0 に格納された各経路情報によって表される各経路が送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路であるか代替経路であることを表す。従って、フラグには、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路であることを示す “ F R ”、または代替経路であることを示す “ A R ” が格納される。

【0061】

経路情報 R T I F のルートアップデートエントリ ( r o u t e \_ u p d a t e \_ e n t r i e s = 1 ) は、H e l l o メッセージ H L M に含まれる経路情報の数を表す。

20

【0062】

図6は、図2に示すルーティングテーブル20の構成図である。ルーティングテーブル20は、送信先アドレス ( d e s t ) と、送信先シーケンス番号 ( d e s t \_ s e q と、隣接する無線装置のアドレス ( N e x t H o p アドレス ) と、ホップ数 ( h o p s ) と、メトリック ( m e t r i c ) と、フラグ ( f l a g ) と、トリガータイム ( t r i g g e r \_ t i m e ) とからなる。送信先アドレス ( d e s t )、送信先シーケンス番号 ( d e s t \_ s e q )、隣接する無線装置のアドレス ( N e x t H o p アドレス )、ホップ数 ( h o p s )、メトリック ( m e t r i c )、フラグ ( f l a g ) およびトリガータイム ( t r i g g e r \_ t i m e ) は、相互に対応付けられている。

30

【0063】

そして、ルーティングテーブル20の送信先アドレス ( d e s t )、送信先シーケンス番号 ( d e s t \_ s e q )、隣接する無線装置のアドレス ( N e x t H o p アドレス )、ホップ数 ( h o p s )、メトリック ( m e t r i c ) およびフラグ ( f l a g ) は、それぞれ、H e l l o メッセージ H L M の送信先 ( d e s t )、送信先シーケンス番号 ( d e s t \_ s e q )、隣接する無線装置 ( n e x t )、ホップ数 ( h o p s )、メトリック ( m e t r i c ) およびフラグ ( f l a g ) と同じである。

【0064】

ルーティングテーブル20のトリガータイムは、H e l l o パケットを受信してから好適な代替経路を検出するまでの時間が格納される。

40

【0065】

他の無線装置から受信した受信信号の受信信号強度をメトリックに変換する方法について説明する。表1は、信号強度とメトリック値との関係を示す。

【0066】

【表 1】

信号強度(dBm)	-60	-65	-70	-75	
メトリック値	1	2	4	8	16

## 【0067】

信号強度が - 6 0 d B よりも強いとき、メトリック値は、“ 1 ”となり、信号強度が - 6 0 d B ~ - 6 5 d B までの範囲であるとき、メトリック値は、“ 2 ”となり、信号強度が - 6 5 d B ~ - 7 0 d B までの範囲であるとき、メトリック値は、“ 4 ”となり、信号強度が - 7 0 d B ~ - 7 5 d B までの範囲であるとき、メトリック値は、“ 8 ”となり、信号強度が - 7 5 d B よりも弱いとき、メトリック値は、“ 1 6 ”となる。

## 【0068】

このように、受信信号強度 R S S I が相対的に強いとき、メトリック値は、相対的に小さくなり、受信信号強度 R S S I が相対的に弱いとき、メトリック値は、相対的に大きくなる。

## 【0069】

したがって、メトリック値が相対的に小さいことは、無線通信が相対的に安定であることに相当し、メトリック値が相対的に大きいことは、無線通信が相対的に不安定であることに相当する。

## 【0070】

ルーティングデーモン 2 4 は、無線インターフェースモジュール 1 6 から受信信号強度を受けると、その受けた受信信号強度に対応するメトリック値を表 1 を参照して検出し、その検出したメトリック値を経路情報を送信した無線装置を介する経路のメトリックに加算してルーティングテーブル 2 0 を作成する。

## 【0071】

A O D V プロトコルに従ったルーティングテーブル 2 0 の作成について説明する。無線装置 M 1 ~ M 1 2 は、H e l l o パケットを受信する毎にルーティングテーブル 2 0 を作成する。

## 【0072】

H e l l o パケットは、各無線装置 M 1 ~ M 1 2 の無線通信を行なっている無線装置が有する情報の配信を目的とする。この H e l l o パケットを受信することによって、各無線装置 M 1 ~ M 1 2 は、周辺の無線装置に関する情報を収集でき、自己の周辺にどのような無線装置が存在するのかを認識する。

## 【0073】

そして、各無線装置 M 1 ~ M 1 2 は、他の無線装置から H e l l o パケットを受信したとき、H e l l o パケットの受信信号強度を検出し、その検出した受信信号強度を表 1 に従ってメトリック値に変換する。

## 【0074】

各無線装置 M 1 ~ M 1 2 は、受信信号強度をメトリック値に変換すると、H e l l o パケットに含まれる無線装置の I P アドレスをルーティングテーブル 2 0 の送信先 ( d e s t ) および隣接する無線装置 ( N e x t H o p アドレス ) に格納し、H e l l o パケットに含まれるホップ数 ( h o p s ) に “ 1 ” を加算して加算結果をルーティングテーブル 2 0 のホップ数 ( h o p s ) に格納し、変換したメトリック値を H e l l o パケットに含まれるメトリック ( m e t r i c ) に加算して加算結果をルーティングテーブル 2 0 のメトリック ( m e t r i c ) に格納してルーティングテーブル 2 0 を作成する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 5 】

無線装置 M 1 ~ M 1 2 の各々は、順次、上述した動作を繰り返すことにより、自己に隣接する隣接無線装置、その隣接無線装置に更に隣接する無線装置、・・・と、自己から 1 ホップ内、2 ホップ内、3 ホップ内、・・・の無線装置の存在を徐々に認識する。

## 【 0 0 7 6 】

そして、各無線装置 M 1 ~ M 1 2 は、自己の周囲に存在する各無線装置を送信先とする各最短路をメトリックに基づいて演算してルーティングテーブル 2 0 を最終的に作成する。

## 【 0 0 7 7 】

図 7 は、図 1 に示す無線ネットワークシステム 1 0 における無線通信の一態様を示す概念図である。また、図 8 は、ルーティングテーブル 2 0 の例を示す図である。

10

## 【 0 0 7 8 】

なお、図 7 において、2 つの無線装置間に表示された数値は、受信信号強度 R S S I を表 1 に従って変換したメトリック値を表す。また、点線は、無線通信が行なわれていないことを表し、実線は、無線通信が行なわれていることを表す。

## 【 0 0 7 9 】

まず、無線装置 M 1 と無線装置 M 9 との間で通信経路を確立する動作について説明する。送信元である無線装置 M 1 は、送信先である無線装置 M 9 との間で通信経路を確立する場合、ルート要求パケット R R E Q を生成してブロードキャストする。

## 【 0 0 8 0 】

20

このルート要求パケット R R E Q は、送信元 S e n d e r と、タイプ T y p e と、送信先アドレス D S T と、送信先シーケンス番号 D S T S e q と、送信元 I P アドレス S r c と、送信元シーケンス番号 S r c S e q と、ルート要求パケット識別子 R R E Q i d と、ホップ数 H o p s と、メトリック ( M e t r i c ) とからなる。

## 【 0 0 8 1 】

送信元 S e n d e r は、ルート要求パケット R R E Q を送信する無線装置のアドレスであり、ルート要求パケット R R E Q を受信する各無線装置が送信先から送信元への逆通信経路において次に送信すべき無線装置であると認識するアドレスである。そして、この送信元 S e n d e r は、ルート要求パケット R R E Q を中継する無線装置によって変えられる。

30

## 【 0 0 8 2 】

タイプは、ルート要求パケット R R E Q がルートの確立を要求するパケットであることを示す “ R R E Q ” からなり、この “ R R E Q ” は、変更されない。

## 【 0 0 8 3 】

送信先アドレス D S T は、確立しようとしている通信経路における最終的な送信先である無線装置の I P アドレスである。そして、送信先 I P アドレスは、不変である。

## 【 0 0 8 4 】

送信先シーケンス番号 D S T S e q は、最終的な送信先へ向かう複数の経路のうち、ルート要求パケット R R E Q の生成元によって受信された最新のシーケンス番号である。

## 【 0 0 8 5 】

40

送信元 I P アドレス S r c は、ルート要求パケット R R E Q の生成元の I P アドレスである。従って、この送信元 I P アドレスは、不変である。

## 【 0 0 8 6 】

送信元シーケンス番号 S r c S e q は、ルート要求パケット R R E Q の生成元へ向かう経路において使用されるべき現在のシーケンス番号である。そして、この送信元シーケンス番号は、不変である。

## 【 0 0 8 7 】

ルート要求パケット識別子 R R E Q i d は、順次生成される複数のルート要求パケット R R E Q の各々を特定するシーケンス番号である。そして、このルート要求パケット識別子 R R E Q i d は、一度付与されると、変更されない。

50

## 【 0 0 8 8 】

ホップ数  $Hops$  は、ルート要求パケット  $RREQ$  の生成元からルート要求パケット  $RREQ$  を中継する各無線装置までのホップ数を表す。従って、このホップ数は、ルート要求パケット  $RREQ$  を中継する無線装置によって “ 1 ” ずつインクリメントされる。

## 【 0 0 8 9 】

メトリック ( $Metric$ ) は、送信元から各無線装置 (ルート要求パケット  $RREQ$  を中継する中継器およびルート要求パケット  $RREQ$  の送信先の無線装置) までのメトリック値の総和からなる。

## 【 0 0 9 0 】

従って、無線装置  $M1$  のルーティングデーモン  $24$  は、 $[Sender1/RREQ/M9/28/Src1/24/3/0/0]$  からなるルート要求パケット  $RREQ$  を生成してブロードキャストする。

10

## 【 0 0 9 1 】

そして、無線装置  $M1$  の隣の無線装置  $M3$  ,  $M4$  ,  $M5$  は、無線装置  $M1$  からのルート要求パケット  $RREQ$  を受信し、無線装置  $M3$  ,  $M4$  ,  $M5$  のルーティングデーモン  $24$  は、ルート要求パケット  $RREQ$  を無線装置  $M1$  から最初に受信したか否かを判定する。

## 【 0 0 9 2 】

ルート要求パケット  $RREQ$  を最初に受信したものである場合、無線装置  $M4$  のルーティングデーモン  $24$  は、ルート要求パケット  $RREQ$  中の送信元  $Sender1$  を、無線装置  $M4$  が送信元であることを示す送信元  $Sender4$  に代え、無線装置  $M1$  から無線装置  $M4$  までの経路数であるホップ数に “ 1 ” を加算するとともに、メトリックに “ 3 ” を加算してルート要求パケット  $RREQ = [Sender4/RREQ/M9/28/Src1/24/3/1/3]$  を生成し、その生成したルート要求パケット  $RREQ = [Sender4/RREQ/M9/28/Src1/24/3/1/3]$  を  $UDP$  モジュール  $22$  によってブロードキャストする。

20

## 【 0 0 9 3 】

また、無線装置  $M4$  のルーティングデーモン  $24$  は、送信元  $Sender1$  に基づいて、無線装置  $M9$  から無線装置  $M1$  への逆通信経路において無線装置  $M4$  が次に送信すべき無線装置が無線装置  $M1$  であると認識する。

## 【 0 0 9 4 】

30

無線装置  $M3$  のルーティングデーモン  $24$  は、ルート要求パケット  $RREQ$  中の送信元  $Sender1$  を、無線装置  $M3$  が送信元であることを示す送信元  $Sender3$  に代え、無線装置  $M1$  から無線装置  $M3$  までの経路数であるホップ数に “ 1 ” を加算するとともに、メトリックに “ 2 ” を加算してルート要求パケット  $RREQ = [Sender3/RREQ/M9/28/Src1/24/3/1/2]$  を生成し、その生成したルート要求パケット  $RREQ = [Sender3/RREQ/M9/28/Src1/24/3/1/2]$  を  $UDP$  モジュール  $22$  によってブロードキャストする。

## 【 0 0 9 5 】

また、無線装置  $M3$  のルーティングデーモン  $24$  は、送信元  $Sender1$  に基づいて、無線装置  $M9$  から無線装置  $M1$  への逆通信経路において無線装置  $M3$  が次に送信すべき無線装置が無線装置  $M1$  であると認識する。

40

## 【 0 0 9 6 】

無線装置  $M5$  も、無線装置  $M3$  ,  $M4$  と同様にしてルート要求パケット  $RREQ$  を中継する。

## 【 0 0 9 7 】

このように、無線装置  $M3$  ,  $M4$  ,  $M5$  は、ルート要求パケット  $RREQ$  を中継する。

## 【 0 0 9 8 】

その後、無線装置  $M6$  は、ルート要求パケット  $RREQ = [Sender4/RREQ/M9/28/Src1/24/3/1/3]$  を無線装置  $M4$  から受信し、その受信したルート要求パケット  $RREQ = [Sender4/RREQ/M9/28/Src1/2$

50

4 / 3 / 1 / 3 ] をルート要求パケット RREQ = [ S e n d e r 6 / R R E Q / M 9 / 2 8 / S r c 1 / 2 4 / 3 / 2 / 6 ] に変えてブロードキャストする。

【 0 0 9 9 】

また、無線装置 M 8 は、ルート要求パケット RREQ = [ S e n d e r 6 / R R E Q / M 9 / 2 8 / S r c 1 / 2 4 / 3 / 2 / 6 ] を無線装置 M 6 から受信し、その受信したルート要求パケット RREQ = [ S e n d e r 6 / R R E Q / M 9 / 2 8 / S r c 1 / 2 4 / 3 / 2 / 6 ] をルート要求パケット RREQ = [ S e n d e r 8 / R R E Q / M 9 / 2 8 / S r c 1 / 2 4 / 3 / 3 / 9 ] に変えてブロードキャストする。

【 0 1 0 0 】

そして、送信先である無線装置 M 9 は、ルート要求パケット RREQ = [ S e n d e r 8 / R R E Q / M 9 / 2 8 / S r c 1 / 2 4 / 3 / 3 / 9 ] を無線装置 M 8 から受信する。

10

【 0 1 0 1 】

そうすると、無線装置 M 9 のルーティングデーモン 2 4 は、ルート要求パケット RREQ に含まれる送信先アドレス = M 9 に基づいて自己が送信先であることを検知し、ルート返答パケット RREP を生成する。

【 0 1 0 2 】

この場合、ルート返答パケット RREP は、送信元 S e n d e r と、タイプ T y p e と、送信先アドレス D S T と、送信先シーケンス番号 D S T S e q と、ホップ数 H o p s と、メトリック M e t r i c とからなる。

20

【 0 1 0 3 】

送信元 S e n d e r は、ルート返答パケット RREP を送信する無線装置のアドレスである。そして、この送信元 S e n d e r は、ルート要求パケット RREQ を中継する無線装置によって変えられる。

【 0 1 0 4 】

タイプは、ルート返答パケット RREP がルート要求パケット RREQ に対する返答であることを示す “ R R E P ” からなり、この “ R R E P ” は、変更されない。

【 0 1 0 5 】

送信先アドレス D S T および送信先シーケンス番号 D S T S e q は、それぞれ、ルート要求パケット RREQ に格納された送信先アドレス D S T および送信先シーケンス番号 D S T S e q である。

30

【 0 1 0 6 】

ホップ数 H o p s は、ルート返答パケット RREP の生成元からルート返答パケット RREP を中継する各無線装置までのホップ数を表す。従って、このホップ数は、ルート返答パケット RREP を中継する無線装置によって “ 1 ” ずつインクリメントされる。

【 0 1 0 7 】

メトリック ( M e t r i c ) は、ルート返答パケット RREP の送信元から各無線装置 ( ルート返答パケット RREP を中継する中継器およびルート返答パケット RREP の送信先の無線装置 ( = 無線装置 M 1 ) ) までのメトリック値の総和からなる。

【 0 1 0 8 】

40

従って、無線装置 M 9 のルーティングデーモン 2 4 は、 [ S e n d e r 9 / R R E P / M 9 / 2 8 / 0 / 0 ] からなるルート返答パケット RREP を生成し、その生成したルート返答パケット RREP = [ S e n d e r 9 / R R E P / M 9 / 2 8 / 0 / 0 ] をルート要求パケット RREQ を受信した経路に沿って送信する。即ち、無線装置 M 9 のルーティングデーモン 2 4 は、ルート要求パケット RREQ を無線装置 M 8 から受信したので、ルート返答パケット RREP を UDP モジュール 2 2 によって無線装置 M 8 へ送信する。

【 0 1 0 9 】

無線装置 M 8 のルーティングデーモン 2 4 は、無線装置 M 9 からルート返答パケット RREP = [ S e n d e r 9 / R R E P / M 9 / 2 8 / 0 / 0 ] を受信し、その受信したルート返答パケット RREP = [ S e n d e r 9 / R R E P / M 9 / 2 8 / 0 / 0 ] の送信

50

元 Sender 9 を無線装置 M 8 を示す送信元 Sender 8 に代え、無線装置 M 8 までの経路数であるホップ数に “ 1 ” を加算するとともに、メトリックに “ 3 ” を加算してルート返答パケット R R E P = [ S e n d e r 8 / R R E P / M 9 / 2 8 / 1 / 3 ] を生成し、その生成したルート返答パケット R R E P = [ S e n d e r 8 / R R E P / M 9 / 2 8 / 1 / 3 ] を U D P モジュール 2 2 によって無線装置 M 6 へ送信する。

【 0 1 1 0 】

そうすると、無線装置 M 6 のルーティングデーモン 2 4 は、ルート返答パケット R R E P = [ S e n d e r 8 / R R E P / M 9 / 2 8 / 1 / 3 ] を受信し、無線装置 M 8 と同様にして、ルート返答パケット R R E P = [ S e n d e r 6 / R R E P / M 9 / 2 8 / 2 / 6 ] を生成し、その生成したルート返答パケット R R E P = [ S e n d e r 6 / R R E P / M 9 / 2 8 / 2 / 6 ] を U D P モジュール 2 2 によって無線装置 M 4 へ送信する。

10

【 0 1 1 1 】

そして、無線装置 M 4 のルーティングデーモン 2 4 は、ルート返答パケット R R E P = [ S e n d e r 6 / R R E P / M 9 / 2 8 / 2 / 6 ] を受信し、その受信したルート返答パケット R R E P = [ S e n d e r 6 / R R E P / M 9 / 2 8 / 2 / 6 ] をルート返答パケット R R E P = [ S r c 1 / S e n d e r 4 / R R E P / M 9 / 2 8 / 3 / 9 ] に変えて無線装置 M 1 へ送信する。

【 0 1 1 2 】

なお、ルート要求パケット R R E Q が無線装置 M 1 から無線装置 M 9 へ送信されることによって無線装置 M 1 無線装置 M 4 無線装置 M 6 無線装置 M 8 無線装置 M 9 の経路が確立されているので、各無線装置 M 4 , M 6 , M 8 は、ルート要求パケット R R E Q を受信した経路に沿ってルート返答パケット R R E P を無線装置 M 1 (送信元) へ送信できる。

20

【 0 1 1 3 】

そして、送信元である無線装置 M 1 のルーティングデーモン 2 4 は、送信先である無線装置 M 9 からのルート返答パケット R R E P を受信すると、データパケットを生成して送信先の無線装置 M 9 へ送信する。これによって、無線装置 M 1 無線装置 M 4 無線装置 M 6 無線装置 M 8 無線装置 M 9 からなる通信経路が活性化され、ルーティングテーブル 2 0 内のフラグ f l g が “ F R ” に変更される。即ち、無線装置 M 1 無線装置 M 4 無線装置 M 6 無線装置 M 8 無線装置 M 9 からなるアドホックネットワークが自律的に構成される。

30

【 0 1 1 4 】

そして、無線装置 M 1 , M 4 , M 6 , M 8 は、ルート要求パケット R R E Q およびルート返答パケット R R E P の送受信を通して図 8 の ( a ) ~ ( d ) に示すルーティングテーブル 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C , 2 0 D をそれぞれ作成する。

【 0 1 1 5 】

無線装置 M 1 と無線装置 M 9 との間で通信経路が確立された後、無線通信に用いられている経路 ( = 無線装置 M 1 - 無線装置 M 4 - 無線装置 M 6 - 無線装置 M 8 - 無線装置 M 9 ) 上の各無線装置 ( 無線装置 M 1 , M 4 , M 6 , M 8 , M 9 のいずれか ) は、定期的に H e l l o パケットを生成してブロードキャストする。

40

【 0 1 1 6 】

また、無線通信に用いられている経路 ( = 無線装置 M 1 - 無線装置 M 4 - 無線装置 M 6 - 無線装置 M 8 - 無線装置 M 9 ) 上の無線装置 ( 無線装置 M 1 , M 4 , M 6 , M 8 , M 9 のいずれか ) から H e l l o パケットを受信した無線装置 ( 無線装置 M 5 等 ) は、受信した H e l l o パケットに含まれる経路情報に基づいて、自己のルーティングテーブル 2 0 を更新し、好適なルートを見出したときは、その更新したルーティングテーブル 2 0 に格納された経路情報を含む H e l l o パケットを生成してブロードキャストする。

【 0 1 1 7 】

図 9 は、ルーティングテーブルおよび H e l l o メッセージの例を示す図である。図 9 の ( a ) は、図 7 に示す無線装置 M 6 がブロードキャストする H e l l o メッセージ H L

50

M1を表し、図9の(b)、(d)は、図7に示す無線装置M5が保持するルーティングテーブル20E、20Fを表し、図9の(c)は、図7に示す無線装置M1がブロードキャストするHelloメッセージHLM2を表し、図9の(e)は、図7に示す無線装置M5がブロードキャストするHelloメッセージHLM3を表し、図9の(f)は、図7に示す無線装置M1が保持するルーティングテーブル20Gを表す。

【0118】

例えば、無線通信に用いられている経路(=無線装置M1-無線装置M4-無線装置M6-無線装置M8-無線装置M9)上の無線装置M6は、HelloメッセージHLM1を作成し、その作成したHelloメッセージHLM1をHelloパケットに格納してブロードキャストする。

10

【0119】

HelloメッセージHLM1は、送信先(dest=M9)と、送信先シーケンス番号(dest\_seq=28)と、隣接する無線装置(next=M8)と、ホップ数(hops=2)と、メトリック(metric=6)と、フラグ(flag=FR)と、ルートアップデートエントリ(route\_update\_entries=1)と、送信先(dest=M6)と、送信先シーケンス番号(dest\_seq=24)とからなる。

【0120】

HelloメッセージHLM1のうち、経路情報RTIFを構成する送信先(dest=M9)、送信先シーケンス番号(dest\_seq=28)、隣接する無線装置(next=M8)、ホップ数(hops=2)、メトリック(metric=6)およびフラグ(flag=FR)は、無線装置M6が保持しているルーティングテーブル20C(図8の(c)参照)の送信先(dest=M9)、送信先シーケンス番号(dest\_seq=28)、隣接する無線装置(next=M8)、ホップ数(hops=2)、メトリック(metric=6)およびフラグ(flag=FR)と同じである。

20

【0121】

また、ルートアップデートエントリ(route\_update\_entries=1)は、HelloメッセージHLM1に含まれる経路情報の数が“1”であることを表す。

【0122】

更に、送信先(dest=M6)は、HelloメッセージHLM1を受信した無線装置がパケットを送信すべき送信先が無線装置M6であることを表し、送信先シーケンス番号(dest\_seq=24)は、HelloメッセージHLM1を受信した無線装置がHelloメッセージHLM1を送信した無線装置へ行なう無線通信のシーケンス番号が“24”であることを表す。

30

【0123】

このように、無線通信に用いられている経路(=無線装置M1-無線装置M4-無線装置M6-無線装置M8-無線装置M9)上の無線装置M6は、無線通信に用いている経路の経路情報からなるHelloメッセージHLM1を生成してブロードキャストする。

【0124】

無線通信を行なっている経路上の無線装置M1、M6に隣接する無線装置M5は、無線装置M6からブロードキャストされたHelloメッセージHLM1を受信する。そして、無線装置M5は、無線装置M6から受信したHelloメッセージHLM1に格納された経路情報が自己のルーティングテーブル(図示せず)に格納されていないとき、HelloメッセージHLM1に格納された経路情報によってルーティングテーブル20Eを作成する(図9の(b)参照)。

40

【0125】

この場合、無線装置M5は、HelloメッセージHLM1に格納されたホップ数(hops=2)に“1”を加算した“3”をルーティングテーブル20Eのホップ数(hops)に格納し、代替経路であることを示す“AR”をフラグflagに格納し、Hello

50

l oメッセージH L M 1を受信したことを示すためにトリガータイム ( t r i g g e r \_ t i m e ) に “ 0 ” を格納する。

【 0 1 2 6 】

また、無線通信を行なっている経路上の無線装置M 1は、H e l l oメッセージH L M 2を作成し、その作成したH e l l oメッセージH L M 2をH e l l oパケットに格納してブロードキャストする。

【 0 1 2 7 】

H e l l oメッセージH L M 2は、送信先 ( d e s t = M 9 ) と、送信先シーケンス番号 ( d e s t \_ s e q = 2 8 ) と、隣接する無線装置 ( n e x t = M 4 ) と、ホップ数 ( h o p s = 4 ) と、メトリック ( m e t r i c = 1 2 ) と、フラグ ( f l a g = F R ) と、ルートアップデートエントリ ( r o u t e \_ u p d a t e \_ e n t r i e s = 1 ) と、送信先 ( d e s t = M 1 ) と、送信先シーケンス番号 ( d e s t \_ s e q = 2 4 ) とからなる。

【 0 1 2 8 】

H e l l oメッセージH L M 2のうち、経路情報R T I Fを構成する送信先 ( d e s t = M 9 ) 、送信先シーケンス番号 ( d e s t \_ s e q = 2 8 ) 、隣接する無線装置 ( n e x t = M 4 ) 、ホップ数 ( h o p s = 4 ) 、メトリック ( m e t r i c = 1 2 ) およびフラグ ( f l a g = F R ) は、無線装置M 1が保持しているルーティングテーブル2 0 A ( 図8の ( a ) 参照) の送信先 ( d e s t = M 9 ) 、送信先シーケンス番号 ( d e s t \_ s e q = 2 8 ) 、隣接する無線装置 ( n e x t = M 4 ) 、ホップ数 ( h o p s = 4 ) 、メトリック ( m e t r i c = 1 2 ) およびフラグ ( f l a g = F R ) と同じである。

【 0 1 2 9 】

また、ルートアップデートエントリ ( r o u t e \_ u p d a t e \_ e n t r i e s ) は、“ 1 ” であり、更に、H e l l oメッセージH L M 2を受信した無線装置がパケットを送信すべき送信先 ( d e s t ) は、無線装置M 1であり、H e l l oメッセージH L M 1を受信した無線装置がH e l l oメッセージH L M 1を送信した無線装置へ行なう無線通信のシーケンス番号 ( d e s t \_ s e q ) は、“ 2 4 ” である。

【 0 1 3 0 】

無線装置M 5は、無線装置M 6からH e l l oメッセージH L M 1を受信した後、無線装置M 1からH e l l oメッセージH L M 2を受信する。そして、無線装置M 5は、受信したH e l l oメッセージH L M 2に格納された経路情報の送信先 ( d e s t = M 9 ) がルーティングテーブル2 0 Eに保持されている経路情報の送信先 ( d e s t = M 9 ) と同じであり、かつ、H e l l oメッセージH L M 2のメトリック ( m e t r i c = 1 2 ) がルーティングテーブル2 0 Eに格納されたメトリック ( m e t r i c = 8 ) に無線装置M 1 , M 5間のメトリック ( l i n k \_ m e t r i c = 2 ) を加算した結果 ( = 1 0 ) よりも大きいので、ルーティングテーブル2 0 Eに格納された経路情報のトリガータイム ( t r i g g e r \_ t i m e ) を現在時刻 ( = 2 0 . 5 秒 ) に設定する。

【 0 1 3 1 】

これによって、ルーティングテーブル2 0 Eは、ルーティングテーブル2 0 Fに更新される ( 図9の ( d ) 参照) 。

【 0 1 3 2 】

H e l l oメッセージH L M 2のメトリック ( m e t r i c = 1 2 ) がルーティングテーブル2 0 Eに格納されたメトリック ( m e t r i c = 8 ) に無線装置M 1 , M 5間のメトリック ( l i n k \_ m e t r i c = 2 ) を加算した結果 ( = 1 0 ) よりも大きい場合に、ルーティングテーブル2 0 Eに格納された経路情報のトリガータイム ( t r i g g e r \_ t i m e ) を現在時刻 ( = 2 0 . 5 秒 ) に設定するのは、無線装置M 1が送信先の無線装置M 9と無線通信を行なう場合、無線装置M 4を介して無線装置M 9と無線通信を行なうよりも無線装置M 5を介して無線装置M 9と無線通信を行なう方がメトリック ( m e t r i c ) が小さく、無線通信のスループットを向上できるので、無線装置M 1が無線装置M 5を介して無線装置M 9と無線通信を行なう経路を代替経路A Rとして確定するため

10

20

30

40

50

ある。

【0133】

無線装置M5は、代替経路ARを確定すると、その確立した代替経路ARを示す経路情報を含むHelloメッセージHLM3を作成し、その作成したHelloメッセージHLM3をHelloパケットに格納してブロードキャストする。

【0134】

HelloメッセージHLM3は、送信先(`dest = M9`)と、送信先シーケンス番号(`dest_seq = 28`)と、隣接する無線装置(`next = M6`)と、ホップ数(`hops = 3`)と、メトリック(`metric = 8`)と、フラグ(`flag = AR`)と、ルートアップデートエントリ(`route_update_entries = 1`)と、送信先(`dest = M5`)と、送信先シーケンス番号(`dest_seq = 16`)とからなる。

【0135】

HelloメッセージHLM3のうち、経路情報RTIFを構成する送信先(`dest = M9`)、送信先シーケンス番号(`dest_seq = 28`)、隣接する無線装置(`next = M6`)、ホップ数(`hops = 3`)、メトリック(`metric = 8`)およびフラグ(`flag = AR`)は、無線装置M5が保持しているルーティングテーブル20F(図9の(d)参照)の送信先(`dest = M9`)、送信先シーケンス番号(`dest_seq = 28`)、隣接する無線装置(`next = M6`)、ホップ数(`hops = 3`)、メトリック(`metric = 8`)およびフラグ(`flag = AR`)と同じである(図9の(e)参照)。

【0136】

無線装置M1は、HelloメッセージHLM3を無線装置M5から受信する。そして、無線装置M1は、HelloメッセージHLM3に格納された経路情報の送信先(`dest = M9`)がルーティングテーブル20A(図8の(a)参照)に保持している経路情報の送信先(`dest = M9`)と同じであり、かつ、HelloメッセージHLM3に格納された経路情報のメトリック(`metric = 8`)に無線装置M1, M5間のメトリック(`link_metric = 2`)を加算した結果(`= 10`)がルーティングテーブル20Aに格納されているメトリック(`metric = 12`)よりも小さいので、ルーティングテーブル20Aに格納された経路情報をHelloメッセージHLM3に格納されている経路情報によって更新する。即ち、無線装置M1は、ルーティングテーブル20Aをルーティングテーブル20G(図9の(f)参照)に更新する。

【0137】

このように、無線通信を行なっている経路(=無線装置M1 - 無線装置M4 - 無線装置M6 - 無線装置M8 - 無線装置M9)上の無線装置M1, M6および経路(=無線装置M1 - 無線装置M4 - 無線装置M6 - 無線装置M8 - 無線装置M9)に隣接する無線装置M5がHelloメッセージをブロードキャストすることによって、無線装置M5は、代替経路ARを確立でき、無線装置M1は、無線装置M9との間で行なう無線通信の経路を経路(=無線装置M1 - 無線装置M4 - 無線装置M6 - 無線装置M8 - 無線装置M9)よりも好適な経路(=無線装置M1 - 無線装置M5 - 無線装置M6 - 無線装置M8 - 無線装置M9)に更新することができる。

【0138】

そして、無線装置M1は、経路(=無線装置M1 - 無線装置M4 - 無線装置M6 - 無線装置M8 - 無線装置M9)が切断されなくても、この経路の更新を行なうことができる。

【0139】

即ち、無線装置M1は、経路(=無線装置M1 - 無線装置M4 - 無線装置M6 - 無線装置M8 - 無線装置M9)を用いて無線装置M9との間で無線通信を行ないながら、無線装置M5から受信したHelloメッセージHLM3に基づいて、経路(=無線装置M1 - 無線装置M4 - 無線装置M6 - 無線装置M8 - 無線装置M9)よりも好適な経路(=無線装置M1 - 無線装置M5 - 無線装置M6 - 無線装置M8 - 無線装置M9)を検出すると

もに、経路 (= 無線装置 M 1 - 無線装置 M 4 - 無線装置 M 6 - 無線装置 M 8 - 無線装置 M 9) を好適な経路 (= 無線装置 M 1 - 無線装置 M 5 - 無線装置 M 6 - 無線装置 M 8 - 無線装置 M 9) に更新し、その更新した好適な経路 (= 無線装置 M 1 - 無線装置 M 5 - 無線装置 M 6 - 無線装置 M 8 - 無線装置 M 9) を用いて無線装置 M 9 との間で無線通信を行なう。

【 0 1 4 0 】

図 10 は、ルーティングテーブルおよび Hello メッセージの他の例を示す図である。無線装置 M 5 は、新たな無線通信を無線装置 M 10 との間で開始する場合、ルーティングテーブル 20 H (図 10 の (a) 参照) を保持している。

【 0 1 4 1 】

ルーティングテーブル 20 H は、送信先 (dest) が無線装置 M 9 であり、送信先シーケンス番号 (dest\_seq) が “ 28 ” であり、隣接する無線装置 (next) が無線装置 M 6 であり、ホップ数 (hops) が “ 3 ” であり、フラグ (flag) が “ AR ” であり、トリガータイム (trigger\_time) が 20.5 秒である経路と、送信先 (dest) が無線装置 M 10 であり、送信先シーケンス番号 (dest\_seq) が “ 32 ” であり、隣接する無線装置 (next) が無線装置 M 12 であり、ホップ数 (hops) が “ 2 ” であり、フラグ (flag) が “ FR ” であり、トリガータイム (trigger\_time) が 0 秒である経路とからなる。

【 0 1 4 2 】

そして、無線装置 M 5 は、新たな無線通信を行なっているとき、Hello メッセージ HLM4 を作成し、その作成した Hello メッセージ HLM4 を Hello パケットに格納してブロードキャストする。

【 0 1 4 3 】

Hello メッセージ HLM4 は、送信先 (dest = M9, M10) と、送信先シーケンス番号 (dest\_seq = 28, 32) と、隣接する無線装置 (next = M6, M12) と、ホップ数 (hops = 3, 2) と、メトリック (metric = 8, 5) と、フラグ (flag = AR, FR) と、ルートアップデートエントリ (route\_update\_entries = 2) と、送信先 (dest = M5) と、送信先シーケンス番号 (dest\_seq = 16) とからなる。

【 0 1 4 4 】

Hello メッセージ HLM4 のうち、経路情報 RTIF を構成する送信先 (dest = M9, M10)、送信先シーケンス番号 (dest\_seq = 28, 32)、隣接する無線装置 (next = M6, M12)、ホップ数 (hops = 3, 2)、メトリック (metric = 8, 5) およびフラグ (flag = AR, FR) は、無線装置 M 5 が保持しているルーティングテーブル 20 H (図 10 の (a) 参照) の送信先 (dest = M9, M10)、送信先シーケンス番号 (dest\_seq = 28, 32)、隣接する無線装置 (next = M6, M12)、ホップ数 (hops = 3, 2)、メトリック (metric = 8, 5) およびフラグ (flag = AR, FR) と同じである (図 10 の (b) 参照)。

【 0 1 4 5 】

このように、新たな無線通信を開始した無線装置 M 5 は、自己が保持している経路情報を Hello メッセージ HLM4 としてブロードキャストする。

【 0 1 4 6 】

図 11 は、Hello メッセージを送信する動作を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、各無線装置 M 1 ~ M 12 のルーティングデーモン 24 は、ルートアップデートエントリ R U E T R を “ 0 ” に設定し (ステップ S 1)、ルーティングテーブル 20 から経路 rt の経路情報を抽出する (ステップ S 2)。

【 0 1 4 7 】

そして、ルーティングデーモン 24 は、経路情報からフラグ (flag) を抽出し (ステップ S 3)、その抽出したフラグ (flag) が無線通信に用いている経路 FR を示す

10

20

30

40

50

か否かを判定する（ステップS4）。

【0148】

ステップS4において、フラグ（flag）が無線通信に用いている経路FRを示すと判定されたとき、一連の動作は、ステップS7へ移行する。

【0149】

一方、ステップS4において、フラグ（flag）が無線通信に用いている経路FRを示さないと判定されたとき、即ち、ルーティングテーブル20に代替経路の経路情報が格納されていると判定されたとき、ルーティングデーモン24は、経路rtのトリガータイム（trigger\_time）を読み出し、現在時刻NOWからトリガータイム（trigger\_time）を減算して保持時間HLD T = NOW - trigger\_timeを演算する（ステップS5）。 10

【0150】

トリガータイム（trigger\_time）は、上述したように、Helloメッセージを受信してから代替経路を検知するまでの時間であるので（図9の（b）、（d）参照）、現在時刻NOWからトリガータイム（trigger\_time）を減算することは、検知された代替経路を各無線装置M1～M12が保持している保持時間HLD Tを演算することに相当する。

【0151】

そして、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、保持時間HLD Tを演算すると、その演算した保持時間HLD Tがしきい値TRIG\_THよりも短いかなかを判定する（ステップS6）。ステップS6において、保持時間HLD Tがしきい値TRIG\_TH以上であると判定されたとき、一連の動作は、ステップS9へ移行する。 20

【0152】

一方、ステップS6において、保持時間HLD Tがしきい値TRIG\_THよりも短いと判定されたとき、またはステップS4において、フラグ（flag）が無線通信に用いている経路FRを示すと判定されたとき、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、経路rtの経路情報をHelloメッセージに追加し、ルートアップデータエントリRUE TRを“1”だけインクリメントする（ステップS7）。

【0153】

そして、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、ルーティングテーブル20中に他の経路rtが存在するか否かを判定し（ステップS8）、他の経路rtが存在するとき、ルーティングテーブル20から次の経路rtの経路情報を抽出する（ステップS9）。なお、ステップS9は、ステップS6において、保持時間HLD Tがしきい値TRIG\_TH以上であると判定されたときにも実行される。 30

【0154】

その後、ステップS8において、他の経路rtが存在しないと判定されるまで、上述したステップS3～ステップS9が繰り返し実行される。

【0155】

そして、ステップS8において、他の経路rtが存在しないと判定されると、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、ルートアップデータエントリRUE TRが零よりも大きいか否かを判定し（ステップS10）、ルートアップデータエントリRUE TRが零であるとき、一連の動作は終了する。 40

【0156】

一方、ステップS10において、ルートアップデータエントリRUE TRが零よりも大きいと判定されると、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、HelloメッセージをHelloパケットに格納してMACモジュール17へ送信し、MACモジュール17は、ルーティングデーモン24からのHelloパケットを無線インターフェースモジュール16およびアンテナ11を介して送信する（ステップS11）。

【0157】

そして、一連の動作は、終了する。 50

## 【0158】

このように、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、ルーティングテーブル20に格納された経路のうち、無線通信に用いている経路FRをそのままHelloメッセージに格納し、保持時間HLD Tがしきい値TRIG\_THよりも短い代替経路ARだけをHelloメッセージに格納する(ステップS4～ステップS7参照)。

## 【0159】

即ち、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、ルーティングテーブル20に格納された全ての経路情報をHelloメッセージに含めてブロードキャストするのではなく、保持時間HLD Tがしきい値TRIG\_THよりも短い代替経路ARと、無線通信に用いている経路FRとをHelloメッセージに含めてブロードキャストする。

10

## 【0160】

従って、Helloメッセージを送受信するときの通信量を削減でき、無線ネットワークシステム10におけるスループットを向上できる。

## 【0161】

図12は、Helloメッセージを受信したときの動作を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、各無線装置M1～M12の無線インターフェースモジュール16は、アンテナ11を介して他の無線装置からHelloメッセージを受信し、Helloメッセージを受信したときの受信信号強度RSSIを検出する。

## 【0162】

そして、無線インターフェースモジュール16は、その検出した受信信号強度RSSIをルーティングデーモン24へ送信し、HelloメッセージをUDPモジュール22へ送信する。

20

## 【0163】

UDPモジュール22は、無線インターフェースモジュール16からHelloメッセージを受信し、その受信したHelloメッセージをルーティングデーモン24へ送信する。

## 【0164】

そうすると、ルーティングデーモン24は、無線インターフェースモジュール16から受信信号強度RSSIを受信し、UDPモジュール22からHelloメッセージを受信する(ステップS21)。

30

## 【0165】

そして、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、受信したHelloメッセージからルートアップデートエントリRUE TRを読み出し(ステップS22)、その読み出したルートアップデートエントリRUE TRが零よりも大きいかなかを判定する(ステップS23)。

## 【0166】

そして、ステップS23において、ルートアップデートエントリRUE TRが零であると判定されたとき、一連の動作は、終了する。

## 【0167】

一方、ステップS23において、ルートアップデートエントリRUE TRが零よりも大きいと判定されたとき、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、Helloメッセージから経路ruの経路情報を読み出す(ステップS24)。

40

## 【0168】

そして、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、無線インターフェースモジュール16から受信した受信信号強度RSSIを表1に従ってメトリック値に変換してリンクメトリック(link\_m e t r i c)を取得する。

## 【0169】

また、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、Helloメッセージを送信した無線装置(送信元s r c)を次に送信すべき無線装置n n e x tに設定する。

## 【0170】

50

更に、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、読出した経路情報からメトリック(metric)を抽出するとともに、その抽出したメトリック(metric)にリンクメトリック(link\_metric)を加算し、その加算結果(=link\_metric+metric)をメトリック(nmetric)として設定する(ステップS25)。

【0171】

その後、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、経路ruと送信先が同じである経路rtをルーティングテーブル20から探索し(ステップS26)、経路rtを検出したか否かを判定する(ステップS27)。

【0172】

ステップS27において、経路rtを検出しなかったと判定されたとき、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、経路ruのフラグが“FR”であるか否かを更に判定する(ステップS28)。そして、ステップS28において、経路ruのフラグが“FR”でないと判定されたとき、一連の動作は、ステップS34へ移行する。

【0173】

一方、ステップS28において、経路ruのフラグが“FR”であると判定されたとき、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、経路ruの経路情報をルーティングテーブル20に格納してルーティングテーブル20中に代替経路ARを確立し、その確立した代替経路ARのトリガータイム(trigger\_time)を“0”に設定する(ステップS29)。そして、ステップS29の後、一連の動作は、ステップS34へ移行する。

【0174】

一方、ステップS27において、経路rtを検出したと判定されたとき、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、次の条件(A)～(C)のいずれかが成立するかを更に判定する(ステップS30)。

【0175】

(A) 経路rtにおいて隣接する無線装置(next(rt))が無線装置nnext(=Helloメッセージの送信元src)に等しい

(B) 経路ruの送信先シーケンス番号(dest\_seq)が経路rtの送信先シーケンス番号(dest\_seq)よりも大きい

(C) 経路ruの送信先シーケンス番号(dest\_seq)が経路rtの送信先シーケンス番号(dest\_seq)と同じであり、かつ、メトリック(nmetric)が経路rtのメトリック(metric)よりも小さい

条件(A)は、各無線装置M1～M12のルーティングテーブル20に格納されている経路rtにおいて隣接する無線装置(next(rt))がHelloメッセージの送信元srcであるか否かを判定するための条件である。即ち、条件(A)は、現在、行なわれている無線通信の経路rtにおいて送信先側において自己に隣接する無線装置からHelloメッセージを受信したか否かを判定するための条件である。

【0176】

また、条件(B)は、Helloメッセージに格納された経路ruの経路情報がルーティングテーブル20に格納された経路rtの経路情報よりも新しいか否かを判定するための条件である。

【0177】

更に、条件(C)は、Helloメッセージに格納された経路ruの経路情報がルーティングテーブル20に格納された経路rtの経路情報と同じ新しさであり、かつ、経路ruが経路rtよりも安定しているか否かを判定するための条件である。

【0178】

ステップS30において、上述した3つの条件(A)、(B)、(C)のいずれかが成立すると判定されたとき、各無線装置M1～M12のルーティングデーモン24は、経路ruの経路情報によってルーティングテーブル20中の経路rtの経路情報を更新する(

10

20

30

40

50

ステップS31)。

【0179】

上述した3つの条件(A)、(B)、(C)のうち、いずれかが成立するときは、Helloメッセージに格納された経路がルーティングテーブル20に格納された経路よりも好適であるので、経路ruの経路情報によってルーティングテーブル20中の経路rtの経路情報を更新することにしたものである。従って、条件(A)、(B)、(C)のうちのいずれかが成立すると判定することは、経路rtよりも好適な経路ruを検出することに相当する。

【0180】

なお、ステップS31において、経路ruによって更新される経路rtは、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路、または送信元と送信先との間で無線通信を行なっている無線装置(=無線装置M1、M4、M6、M8、M9)に隣接する無線装置(=無線装置M3、M5、M7、M10)のルーティングテーブル20に保持された経路である。

10

【0181】

即ち、ステップS31が現在の通信経路(無線装置M1-無線装置M4-無線装置M6-無線装置M8-無線装置M9)上の無線装置M1、M4、M6、M8、M9のルーティングデーモン24によって実行される場合、経路rtは、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路であり、ステップS31が現在の通信経路(無線装置M1-無線装置M4-無線装置M6-無線装置M8-無線装置M9)外の無線装置(無線装置M5等)によって実行される場合、経路rtは、送信元と送信先との間で無線通信を行なっている無線装置に隣接する無線装置のルーティングテーブル20に保持された経路である。

20

【0182】

そして、ステップS31の後、一連の動作は、ステップS34へ移行する。

【0183】

一方、ステップS30において、上述した3つの条件(A)、(B)、(C)のいずれも成立しないと判定されたとき、各無線装置M1~M12のルーティングデーモン24は、次の条件(D)、(E)のいずれかが成立するか否かを更に判定する(ステップS32)。

【0184】

(D) 経路rtの送信先シーケンス番号(dest\_seq(rt))が経路ruの送信先シーケンス番号(dest\_seq(ru))よりも大きい

30

(E) 経路rtの送信先シーケンス番号(dest\_seq(rt))が経路ruの送信先シーケンス番号(dest\_seq(ru))と同じであり、かつ、経路ruのメトリック(metric(ru))が経路rtのメトリック(metric(rt))にリンクメトリック(link\_metric)を加算した加算結果よりも大きい

なお、メトリック(metric(rt))は、ステップS25におけるHelloメッセージ中のmetricである。

【0185】

条件(D)は、ルーティングテーブル20に格納された経路rtの経路情報がHelloメッセージに格納された経路ruの経路情報よりも新しいか否かを判定するための条件である。

40

【0186】

また、条件(E)は、ルーティングテーブル20に格納された経路rtの経路情報がHelloメッセージに格納された経路ruの経路情報と同じ新しさであり、かつ、経路rtが経路ruよりも安定しているか否かを判定するための条件である。

【0187】

ステップS32において、上述した条件(D)、(E)のいずれかが成立すると判定されたとき、各無線装置M1~M12のルーティングデーモン24は、ルーティングテーブル20に格納された経路rtのトリガertimeを現在時刻

50

NOWに設定する(ステップS33)。これにより、ステップS29において、ルーティングテーブル20中に格納された代替経路ARが、送信先との無線通信に用いられている経路FRの代替経路として有効になる。つまり、ステップS29において、ルーティングテーブル20中に格納された代替経路ARが代替経路として好適になる。

【0188】

上述した2つの条件(D)、(E)のうち、いずれかが成立するときは、ルーティングテーブル20に格納された経路情報がHelloメッセージに格納された経路情報よりも好適であるので、代替経路ARを送信先との無線通信に用いられている経路FRの代替経路として設定することにしたものである。

【0189】

そして、ステップS33の後、一連の動作は、ステップS34へ移行する。

【0190】

ステップS32において、2つの条件(D)、(E)のいずれも成立しないと判定されたとき、またはステップS28の“NO”の後、またはステップS29、S31、S33のいずれかの後、各無線装置M1~M12のルーティングデーモン24は、Helloメッセージ中に他の経路ruが存在するか否かを判定する(ステップS34)。そして、Helloメッセージ中に他の経路ruが存在すると判定されたとき、各無線装置M1~M12のルーティングデーモン24は、Helloメッセージから次の経路ruの経路情報を読み出す(ステップS35)。

【0191】

その後、一連の動作は、ステップS25へ移行し、ステップS34において、他の経路ruがHelloメッセージ中に存在しないと判定されるまで、上述したステップS25~ステップS35が繰り返し実行される。

【0192】

そして、ステップS34において、Helloメッセージ中に他の経路ruが存在しないと判定されると、一連の動作は終了する。

【0193】

上述したように、各無線装置M1~M12のルーティングデーモン24は、他の無線装置からHelloメッセージを受信すると、Helloメッセージに格納された経路ruの経路情報をルーティングテーブル20に格納された経路rtの経路情報と比較し、経路ruの経路情報がルーティングテーブル20に格納されていなければ、経路ruの経路情報によってルーティングテーブル20中に新しい経路ARを確立し(ステップS29参照)、経路ruが経路rtよりも好適であれば、経路ruの経路情報によって経路rtの経路情報を更新し(ステップS31参照)、更に、経路rtが経路ruよりも好適であれば、経路rtを、現在、無線通信に用いている経路FRに代わる代替経路ARとして有効にする(ステップS33参照)。

【0194】

そして、ステップS31が実行されるのは、ステップS27において、経路rtが検出され、更に、ステップS30において、経路ruの方が経路rtよりも好適であると判定された場合であるので、ステップS31が実行されることにより、各無線装置M1~M12のルーティングテーブル20に格納された経路rtは、好適な経路ruによって更新される。

【0195】

また、ステップS29が実行されるのは、ステップS27において、経路ruと送信先が同じである経路rtが検出されず、かつ、ステップS28において、経路ruのフラグが“FR”である場合であるので、図12に示すフローチャートが送信元と送信先との間で無線通信を行っていない無線装置によって実行される場合、その無線装置は、Helloメッセージを受信する毎に、自己が保持するルーティングテーブル20中の経路情報を経路ruの経路情報によって更新する。つまり、その無線装置は、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路ruの経路情報を自己のルーティングテーブル20に

10

20

30

40

50

格納する。無線通信を行なっていない無線装置は、通常、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路  $r_u$  と送信先が同じである経路  $r_t$  をルーティングテーブル 20 中に保持しないからである。

【0196】

そして、ステップ S 29 において、Helloメッセージ中の経路  $r_u$  の経路情報が、一旦、無線通信を行なっていない無線装置のルーティングテーブル 20 に格納された後に、無線通信を行なっていない無線装置が無線通信を行なっている無線装置から新たな Helloメッセージを受信し、ステップ S 32 において、Helloメッセージ中の経路  $r_u$  が自己のルーティングテーブル 20 に格納された経路  $r_t$  (= 前回、ステップ S 29 において、自己のルーティングテーブル 20 に格納された経路  $r_u$ ) と送信先が同じであり、かつ、経路  $r_u$  のメトリックが経路  $r_t$  のメトリックよりも大きいと判定されたとき、無線通信を行なっていない無線装置は、ステップ S 33 において、経路  $r_t$  を経路  $r_u$  (送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路) の代替経路として有効にする。

10

【0197】

その後、無線通信を行なっていない無線装置は、図 11 に示すフローチャートのステップ S 4 の “NO” ステップ S 5 ステップ S 6 の “YES” ステップ S 7 ステップ S 8 の “YES” ステップ S 10 の “YES” ステップ S 11 の経路を経て、経路  $r_u$  の代替経路として有効にした経路  $r_t$  を Helloメッセージに含めて送信する。

【0198】

従って、無線通信を行なっていない無線装置は、送信元と送信先との間で無線通信を行なっている無線装置から Helloメッセージを受信する毎に、Helloメッセージ中の経路  $r_u$  と送信先が同じである経路  $r_t$  を保持するか否かを判定し(図 12 のステップ S 27 参照)、経路  $r_u$  と送信先が同じである経路  $r_t$  を保持し、かつ、経路  $r_u$  が送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路であるとき(図 12 のステップ S 27 の “NO” ステップ S 28 の “YES” 参照)、経路  $r_u$  の経路情報を自己のルーティングテーブル 20 に格納する(ステップ S 29 参照)。

20

【0199】

そして、無線通信を行なっていない無線装置は、一旦、自己のルーティングテーブル 20 中に保持した経路  $r_t$  が Helloメッセージに含まれる経路  $r_u$  よりも好適である場合(図 12 のステップ S 32 の “YES” 参照)、経路  $r_t$  を経路  $r_u$  の代替経路として有効し(図 12 のステップ S 33 参照)、経路  $r_t$  の経路情報を Helloメッセージに含めて送信する(図 11 のステップ S 4 の “NO” ステップ S 5 ステップ S 6 の “YES” ステップ S 7 ステップ S 8 の “YES” ステップ S 10 の “YES” ステップ S 11 参照)。

30

【0200】

このように、無線通信を行なっていない無線装置は、自ら Helloメッセージを送信せずに、自己が保持する経路  $r_t$  が無線通信に用いられている経路  $r_u$  よりも好適であると判定された場合に始めて経路  $r_t$  の経路情報を含む Helloメッセージを送信する。

【0201】

そうすると、無線通信を行なっている無線装置は、無線通信に用いられている経路  $r_u$  よりも好適な経路  $r_t$  を無線通信を行なっていない無線装置から受信でき、経路  $r_u$  を経路  $r_t$  に切換えて無線通信を行なうことができる。

40

【0202】

その結果、無線通信を行なっている無線装置は、無線通信に用いられている経路  $r_u$  を切断することなく、経路  $r_u$  を好適な経路  $r_t$  に切換えることができ、無線ネットワークシステム 10 の性能を向上できる。

【0203】

更に、ステップ S 33 が実行されるのは、ステップ S 27 において、経路  $r_t$  が検出され、更に、ステップ S 32 において、経路  $r_t$  の方が経路  $r_u$  よりも好適であると判定された場合であるので、ステップ S 33 が実行されることにより、各無線装置 M 1 ~ M 12

50

のルーティングテーブル 20 に格納された経路  $r_t$  は、現在、無線通信に用いられている経路  $r_u$  よりも好適であることが確認される。

【0204】

従って、ステップ S31, S33 が実行されることにより、各無線装置 M1 ~ M12 のルーティングテーブル 20 は、好適な経路を格納する。

【0205】

1 個の経路  $r_u$  の経路情報のみが Hello メッセージに格納されてブロードキャストされ、かつ、ステップ S29 が実行されて、Hello メッセージを受信したときの動作（即ち、図 12 に示すフローチャート）が終了した場合、Hello メッセージに格納された経路  $r_u$  の経路情報によって確立された経路 AR は、“0” であるトリガータイム（ $trigger\_time$ ）を有することになるが、ステップ S29 において確立された経路 AR が Hello メッセージに格納されてブロードキャストされるか否かは、トリガータイム（ $trigger\_time$ ）= 0 を用いて演算された保持時間 HLD T がしきい値 TRIG\_TH よりも小さいか否かによって決定される。

10

【0206】

従って、ステップ S29 において、経路 AR が確立されてから Hello メッセージを送信するまでの時間がしきい値 TRIG\_TH 以上であれば、経路 AR は、Hello メッセージに格納されてブロードキャストされず、ステップ S29 において、経路 AR が確立されてから Hello メッセージを送信するまでの時間がしきい値 TRIG\_TH よりも短ければ、経路 AR は、Hello メッセージに格納されてブロードキャストされる。

20

【0207】

また、ステップ S29 において確立された経路 AR は、新たな Hello メッセージを受信された時に、ステップ S33 において、トリガータイム（ $trigger\_time$ ）に現在時刻 NOW が格納されれば、現在、無線通信に用いられている経路 FR に代わる好適な経路となる。

【0208】

このように、トリガータイム（ $trigger\_time$ ）を経路情報として導入することによって、他の無線装置から送信される Hello メッセージに格納された経路  $r_u$  の経路情報によって、ルーティングテーブル 20 中の経路  $r_t$  を無線通信に用いられている経路に代わる代替経路として設定できるとともに、ルーティングテーブル 20 に格納された経路  $r_t$  を Hello メッセージに格納してブロードキャストするか否かを判定できる。

30

【0209】

上述したように、経路（= 無線装置 M1 - 無線装置 M4 - 無線装置 M6 - 無線装置 M8 - 無線装置 M9）を用いて送信元（= 無線装置 M1）と送信先（= 無線装置 M9）との間で無線通信が行なわれているときに、経路（= 無線装置 M1 - 無線装置 M4 - 無線装置 M6 - 無線装置 M8 - 無線装置 M9）上の無線装置 M1, M6 は、Hello メッセージを送受信し、送信元である無線装置 M1 は、現在、無線通信に用いられている経路（= 無線装置 M1 - 無線装置 M4 - 無線装置 M6 - 無線装置 M8 - 無線装置 M9）よりも好適な経路（= 無線装置 M1 - 無線装置 M5 - 無線装置 M6 - 無線装置 M8 - 無線装置 M9）を検出するとともに、経路（= 無線装置 M1 - 無線装置 M4 - 無線装置 M6 - 無線装置 M8 - 無線装置 M9）を好適な経路（= 無線装置 M1 - 無線装置 M5 - 無線装置 M6 - 無線装置 M8 - 無線装置 M9）に更新する。

40

【0210】

そして、無線装置 M1 は、更新した好適な経路（= 無線装置 M1 - 無線装置 M5 - 無線装置 M6 - 無線装置 M8 - 無線装置 M9）に沿って無線装置 M9 との間で無線通信を行なう。

【0211】

従って、この発明によれば、無線通信を行なっている無線装置は、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路が切断されなくても、Hello メッセージに基づい

50

て、現在、無線通信に用いられている経路よりも好適な経路を検出し、その検出した好適な経路によって、現在、無線通信に用いられている経路を更新するので、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路が頻繁に切断されることがなくなり、従来のように、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路が切断された場合に送信先との通信経路を確立し直すこともない。その結果、無線ネットワークシステム10の性能を向上できる。

【0212】

なお、上記においては、受信信号強度RSSIを検出し、その検出した受信信号強度RSSIをメトリック値に変換してルーティングテーブル20のメトリック(metric)に格納すると説明したが、この発明においては、これに限らず、フレームエラー率FER(Frame Error Ratio)を演算し、その演算したフレームエラー率FERをメトリック値に変換してルーティングテーブル20のメトリック(metric)に格納するようにしてもよい。

10

【0213】

この場合、フレームエラー率FERは、MACモジュール17によって演算され、MACモジュール17は、次の方法によってフレームエラー率FERを演算する。

【0214】

図13は、フレームエラー率FERを演算する方法を説明するための概念図である。無線装置Aは、タイミングt1で通信要求パケットRTSを無線装置Bへ送信するとともに、通信要求パケットRTSの送信と同時に一定時間CTS\_timerを設定し、かつ、通信回数TransmitCntを“1”だけインクリメントする。

20

【0215】

そして、無線装置Bは、無線装置Aからの通信要求パケットRTSをタイミングt2で受信するとともに、通信要求パケットRTSに対する通信許可パケットCTSをタイミングt3で無線装置Aへ送信する。そうすると、無線装置Aは、無線装置Bからの通信許可パケットCTSをタイミングt4で受信する。

【0216】

無線装置Aは、通信許可パケットCTSを無線装置Bから一定時間CTS\_timer内に受信したとき、通信誤り数FailCntをカウントせず、無線装置Bからの通信許可パケットCTSを一定時間CTS\_timer内に受信しなかったとき、通信誤り数FailCntを“1”だけインクリメントする。

30

【0217】

無線装置Aは、通信許可パケットCTSを無線装置Bから一定時間CTS\_timer内に受信したとき、タイミングt5でデータDATAを無線装置Bへ送信するとともに、データDATAの送信と同時に一定時間ACK\_timerを設定し、かつ、通信回数TransmitCntを“1”だけインクリメントする。そして、無線装置Bは、無線装置AからのデータDATAをタイミングt6で受信するとともに、データDATAに対する確認応答パケットACKをタイミングt7で無線装置Aへ送信する。そうすると、無線装置Aは、無線装置Bからの確認応答パケットACKをタイミングt8で受信する。

40

【0218】

無線装置Aは、確認応答パケットACKを無線装置Bから一定時間ACK\_timer内に受信したとき、通信誤り数FailCntをカウントせず、無線装置Bからの確認応答パケットACKを一定時間ACK\_timer内に受信しなかったとき、通信誤り数FailCntを“1”だけインクリメントする。

【0219】

無線装置Aは、通信許可パケットCTSを無線装置Bから一定時間CTS\_timer内に受信しないとき、再度、通信要求パケットRTSの送信から開始し、通信回数TransmitCntおよび通信誤り数FailCntをカウントする。

【0220】

無線装置Aは、通信要求パケットRTSに対するCTSパケットの受信、およびデータ

50

D A T Aに対する確認応答パケット A C Kの受信を所定回数だけ繰り返し行ない、通信回数  $T r a n s m i t C n t$  が所定回数に達すると、次式によりフレームエラー率  $F E R$  を演算する。

【0221】

$$F E R = F a i l C n t / T r a n s m i t C n t \cdot \cdot \cdot (1)$$

無線装置  $M 1 \sim M 1 2$  の各々において、M A Cモジュール17は、上述した動作によって通信回数  $T r a n s m i t C n t$  および通信誤り数  $F a i l C n t$  をカウントし、そのカウントした通信回数  $T r a n s m i t C n t$  および通信誤り数  $F a i l C n t$  を用いて式(1)によってフレームエラー率  $F E R$  を演算する。

【0222】

そして、M A Cモジュール17は、フレームエラー率  $F E R$  を演算すると、その演算したフレームエラー率  $F E R$  をルーティングデーモン24へ送信する。ルーティングデーモン24は、M A Cモジュール17から受信したフレームエラー率  $F E R$  を表2に従ってメトリック値に変換し、ルーティングテーブル20のメトリック ( $m e t r i c$ ) に格納する。

【0223】

【表2】

フレームエラー率	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	
メトリック値	1	2	3	4	5	6

【0224】

フレームエラー率  $F E R$  が  $0.1$  よりも低いとき、メトリック値は、“1”となり、フレームエラー率  $F E R$  が  $0.1 \leq F E R < 0.2$  の範囲であるとき、メトリック値は、“2”となり、フレームエラー率  $F E R$  が  $0.2 \leq F E R < 0.3$  の範囲であるとき、メトリック値は、“3”となり、フレームエラー率  $F E R$  が  $0.3 \leq F E R < 0.4$  の範囲であるとき、メトリック値は、“4”となり、フレームエラー率  $F E R$  が  $0.4 \leq F E R < 0.5$  の範囲であるとき、メトリック値は、“5”となり、フレームエラー率  $F E R$  が  $0.5$  以上であるとき、メトリック値は、“6”となる。

【0225】

このように、フレームエラー率  $F E R$  が相対的に低いとき、メトリック値は、相対的に小さくなり、フレームエラー率  $F E R$  が相対的に高いとき、メトリック値は、相対的に大きくなる。

【0226】

したがって、フレームエラー率  $F E R$  に基づいてメトリック値を決定した場合においても、メトリック値が相対的に小さいことは、無線通信が相対的に安定であることに相当し、メトリック値が相対的に大きいことは、無線通信が相対的に不安定であることに相当する。

【0227】

この発明においては、フレームエラー率  $F E R$  に基づいてメトリック値を決定する場合、表2に代えて表3に従って、フレームエラー率  $F E R$  に基づいてメトリック値を決定してもよい。

【0228】

【表 3】

フレームエラー率	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	
メトリック値	1	2	4	8	16	32

## 【0229】

この場合、メトリック値は、フレームエラー率 F E R が直線的に高くなるに従って、メトリック値は、2 の累乗によって大きくなる。即ち、フレームエラー率 F E R が直線的に高くなるに従って、メトリック値は、指数関数的に大きくなる。

## 【0230】

このように、フレームエラー率 F E R が直線的に高くなるに従って経路安定指標としてのメトリック値を指数関数的に大きくすることによって（即ち、フレームエラー率 F E R が直線的に低くなるに従って経路安定指標としてのメトリック値を指数関数的に小さくすることによって）、安定度合がより大きい経路を容易に選択できる。

## 【0231】

即ち、フレームエラー率 F E R が直線的に高くなるに従ってメトリック値を直線的に大きくした場合、フレームエラー率 F E R の違いによるメトリック値の差は小さくなる。そして、ルーティングテーブル 20 においては、無線装置 M 1 から無線装置 M 9 までの全体の経路におけるメトリックが格納されるので、フレームエラー率 F E R が変動しても値が大きく変化しないメトリック値を用いた場合には、送信元から送信先までの複数の経路に付与された複数のメトリックに大きな差が生じないことになる。

## 【0232】

これに対し、フレームエラー率 F E R が直線的に高くなるに従ってメトリック値を指数関数的に大きくした場合、フレームエラー率 F E R の変化に対してメトリック値が大きく変化するので、メトリックも大きく変化することになり、送信元から送信先までの複数の経路に付与された複数のメトリックに大きな差が生じることになる。

## 【0233】

したがって、この発明においては、フレームエラー率 F E R が直線的に高くなるに従ってメトリック値が指数関数的に大きくなるようにしたものである。

## 【0234】

また、この発明においては、フレームエラー率 F E R に代えてパケットエラー率 P E R ( Packet Error Ratio )、信号対ノイズ比 S N R ( Signal to Noise Ratio )、信号電力、ビット誤り率、搬送波信号対雑音比、および信号に対する干渉雑音を含む雑音の比のいずれかを用いてもよい。

## 【0235】

パケットエラー率 P E R は、送受信されるパケットの総数に対する C R C ( C y c l i c Redundancy Check ) エラーが生じたパケットの個数の比によって表される。従って、パケットエラー率 P E R は、M A C モジュール 17 によって演算され、M A C モジュール 17 によってルーティングデーモン 24 へ送信される。

## 【0236】

また、信号対ノイズ比 S N R は、信号強度に対するノイズ強度の比によって表される。従って、信号対ノイズ比 S N R は、無線インターフェースモジュール 16 によって演算され、無線インターフェースモジュール 16 によってルーティングデーモン 24 へ送信される。

## 【0237】

10

20

30

40

50

更に、信号電力は、受信した信号の電力を表す。従って、信号電力は、無線インターフェースモジュール16によって検出され、無線インターフェースモジュール16によってルーティングデーモン24へ送信される。

【0238】

更に、ビット誤り率は、復調したビットの誤り率を表す。従って、ビット誤り率は、無線インターフェースモジュール16によって検出され、無線インターフェースモジュール16によってルーティングデーモン24へ送信される。

【0239】

更に、搬送波信号対雑音比は、搬送波信号に対する雑音の比を表す。従って、搬送波信号対雑音比は、無線インターフェースモジュール16によって検出され、無線インターフェースモジュール16によってルーティングデーモン24へ送信される。

10

【0240】

更に、信号に対する干渉雑音を含む雑音の比は、[干渉雑音を含む雑音]/信号強度を表す。従って、信号に対する干渉雑音を含む雑音の比は、無線インターフェースモジュール16によって検出され、無線インターフェースモジュール16によってルーティングデーモン24へ送信される。

【0241】

そして、パケットエラー率PER、信号対ノイズ比SNR、信号電力、ビット誤り率、搬送波信号対雑音比、および信号に対する干渉雑音を含む雑音の比の各々は、表2または表3に従ってメトリック値に変換される。

20

【0242】

この発明においては、ルーティングテーブル20に格納された経路rtよりも好適な経路ruを検出するルーティングデーモン24は、「経路検出手段」を構成する。この場合、経路rtは、送信元と送信先との間の無線通信に用いられている経路、または送信元と送信先との間の無線通信を行なっている無線装置に隣接する無線装置のルーティングテーブル20に保持された経路である。

【0243】

また、Helloメッセージを他の無線装置と送受信する無線インターフェースモジュール16、UDPモジュール22およびルーティングデーモン24は、「送受信手段」を構成する。

30

【0244】

更に、Helloメッセージは、「経路メッセージ」を構成する。

【0245】

更に、ルーティングテーブル20は、「経路情報保持手段」を構成する。

【0246】

更に、ルーティングテーブル20に保持された経路rtをHelloメッセージに含まれる経路ruによって更新するルーティングデーモン24は、「経路情報更新手段」を構成する。

【0247】

更に、Helloメッセージに含まれる経路ruをルーティングテーブル20に保持された経路rtと比較するルーティングデーモン24は、「比較手段」を構成する。

40

【0248】

更に、上述した条件(A)、(B)、(C)のいずれかが成立すると判定するルーティングデーモン24は、「検出手段」を構成する。

【0249】

更に、Helloメッセージを送信するルーティングデーモン24、MACモジュール17および無線インターフェースモジュール16は、「送信手段」を構成する。

【0250】

更に、ルーティングテーブル20に経路情報を格納するルーティングデーモン24は、「経路情報格納手段」を構成する。

50

## 【 0 2 5 1 】

更に、現在時刻NOWおよびトリガertime)に基づいて保持時間HLD Tを演算するルーティングデーモン24は、「演算手段」を構成する。

## 【 0 2 5 2 】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 2 5 3 】

この発明は、無線ネットワークの性能を向上させる通信プロトコルを用いて無線通信を行なう無線装置に適用される。また、この発明は、無線ネットワークの性能を向上させる通信プロトコルを用いて無線通信を行なう無線装置を備える無線ネットワークシステムに適用される。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 2 5 4 】

【 図 1 】 この発明の実施の形態による無線ネットワークシステムの概略図である。

【 図 2 】 図 1 に示す無線装置の構成を示す概略ブロック図である。

【 図 3 】 IPヘッダの構成図である。

【 図 4 】 TCPヘッダの構成図である。

【 図 5 】 Helloメッセージの構成図である。

【 図 6 】 図 2 に示すルーティングテーブルの構成図である。

【 図 7 】 図 1 に示す無線ネットワークシステムにおける無線通信の一態様を示す概念図である。

【 図 8 】 ルーティングテーブルの例を示す図である。

【 図 9 】 ルーティングテーブルおよびHelloメッセージの例を示す図である。

【 図 1 0 】 ルーティングテーブルおよびHelloメッセージの他の例を示す図である。

【 図 1 1 】 Helloメッセージを送信する動作を説明するためのフローチャートである。

【 図 1 2 】 Helloメッセージを受信したときの動作を説明するためのフローチャートである。

【 図 1 3 】 フレームエラー率を演算する方法を説明するための概念図である。

## 【 符号の説明 】

## 【 0 2 5 5 】

M 1 ~ M 1 2 無線装置、 1 0 無線ネットワークシステム、 1 1 アンテナ、 1 2 入力部、 1 3 表示部、 1 4 電子メールアプリケーション、 1 5 通信制御部、 1 6 無線インターフェースモジュール、 1 7 MACモジュール、 1 8 LLCモジュール、 1 9 IPモジュール、 2 0 , 2 0 A , 2 0 B , 2 0 C , 2 0 D , 2 0 E , 2 0 E , 2 0 F , 2 0 G , 2 0 H ルーティングテーブル、 2 1 TCPモジュール、 2 2 UDPモジュール、 2 3 SMTPモジュール、 2 4 ルーティングデーモン、 H L M 1 ~ H L M 4 Helloメッセージ。

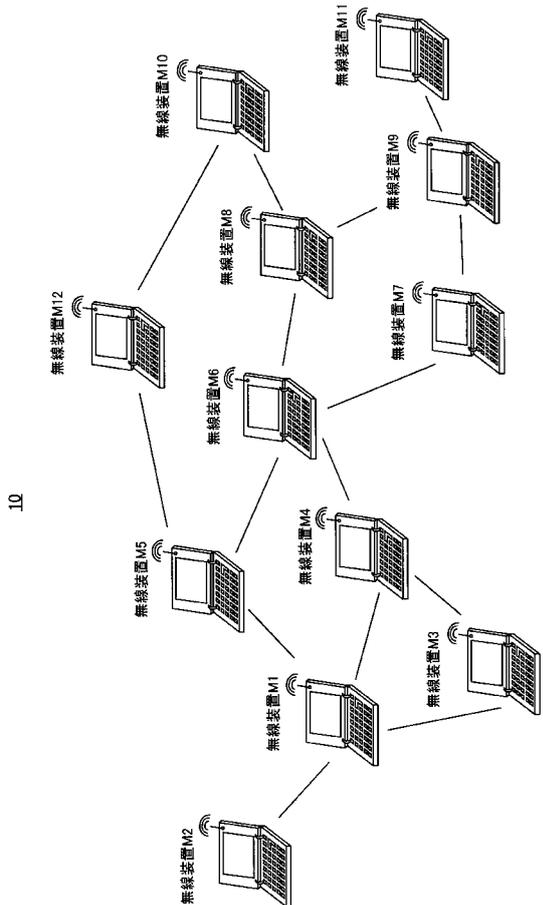
10

20

30

40

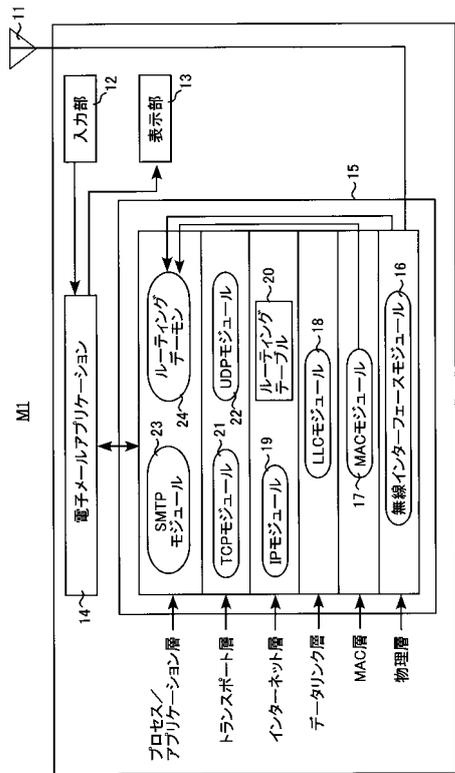
【図1】



【図3】

ビット0	バージョン (バージョン)	ビット8	Type of Service (サービスタイプ)	ビット16	Total Length (パケット長)	ビット24	Fragment Offset (フラグメントオフセット)	ビット31
	Identification (識別番号)		Flags (フラグ)	Header Checksum (ヘッダチェックサム)				
	Time to Live (生存時間)	Protocol (プロトコル)		Source Address (送信元IPアドレス)				
				Destination Address (送信先IPアドレス)				
				Options (オプション)				

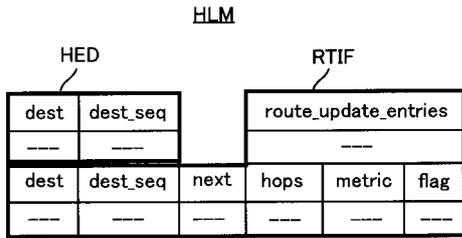
【図2】



【図4】

ビット0	データオフセット (データオフセット)	ビット8	Source Port (送信元ポート番号)	ビット16	Sequence Number (シーケンス番号)	ビット24	Destination Port (送信先ポート番号)	ビット31
	Reserved (予約)	Code Bit (フラグ)	Acknowledgement Number (ACK番号)					
	Header Checksum (ヘッダチェックサム)		Window (ウィンドウサイズ)		Urgent Pointer (アージェントポインタ)			

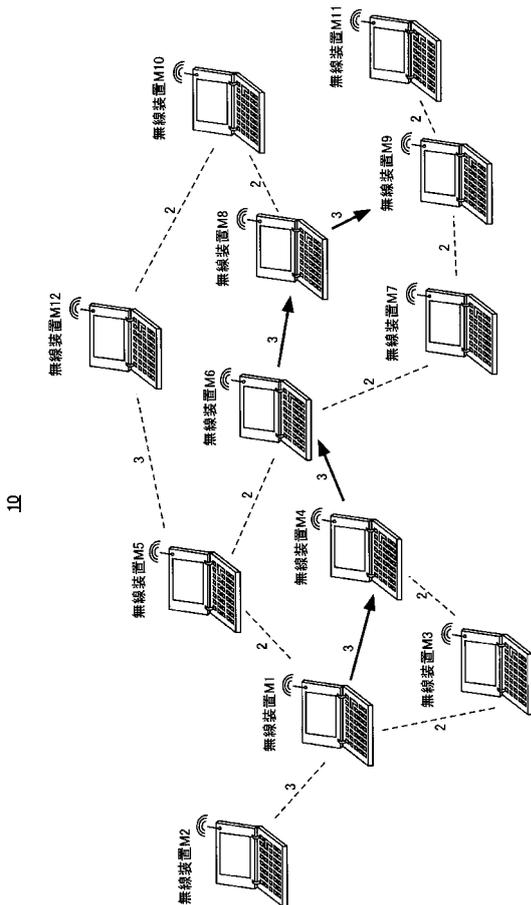
【図5】



【図6】

送信先アドレス (dest)	...	送信先シーケンス番号 (dest_seq)	...	NextHopアドレス (next)	...	ホップ数 (hops)	...	メトリック (metric)	...	トリックフラグ (flag)	...	トリガータイム (trigger_time)	...
----------------	-----	-----------------------	-----	--------------------	-----	-------------	-----	----------------	-----	----------------	-----	------------------------	-----

【図7】



【図8】

dest	dest_seq	next	hops	metric	flag	trigger_time
M9	28	M4	4	12	FR	0

(a)

dest	dest_seq	next	hops	metric	flag	trigger_time
M9	28	M6	3	9	FR	0

(b)

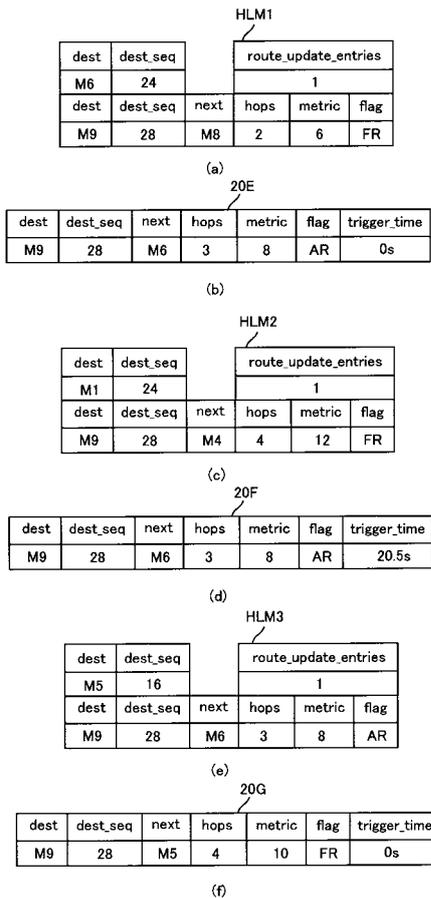
dest	dest_seq	next	hops	metric	flag	trigger_time
M9	28	M8	2	6	FR	0

(c)

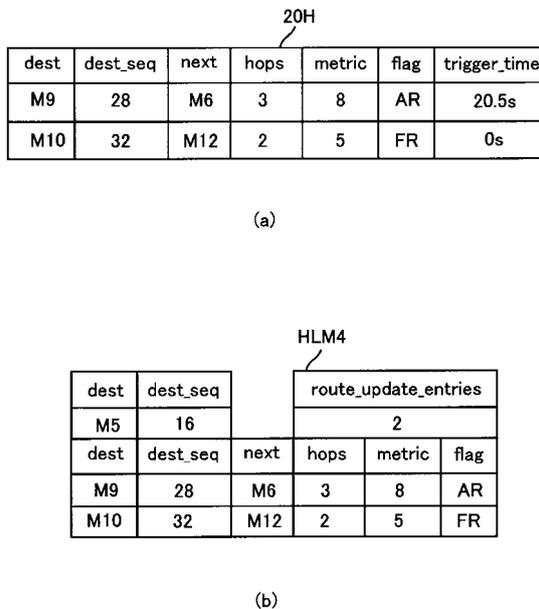
dest	dest_seq	next	hops	metric	flag	trigger_time
M9	28	M9	1	3	FR	0

(d)

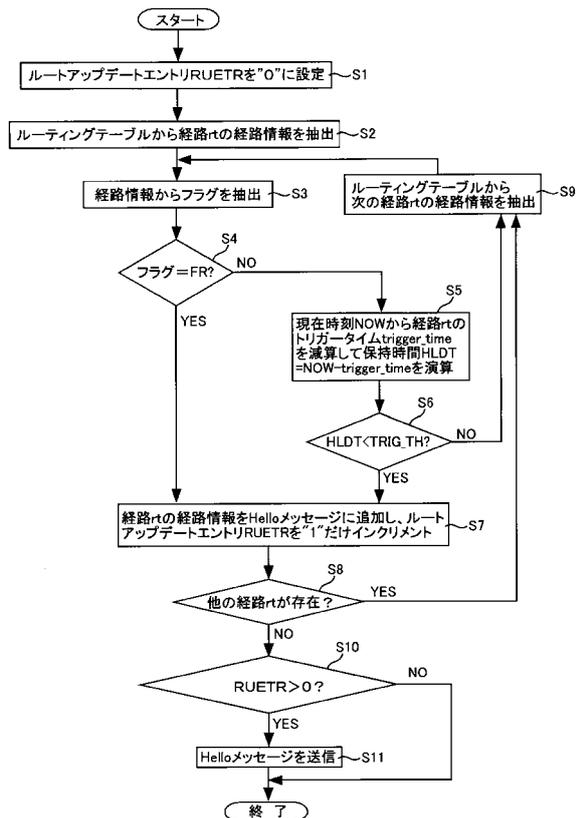
【図9】



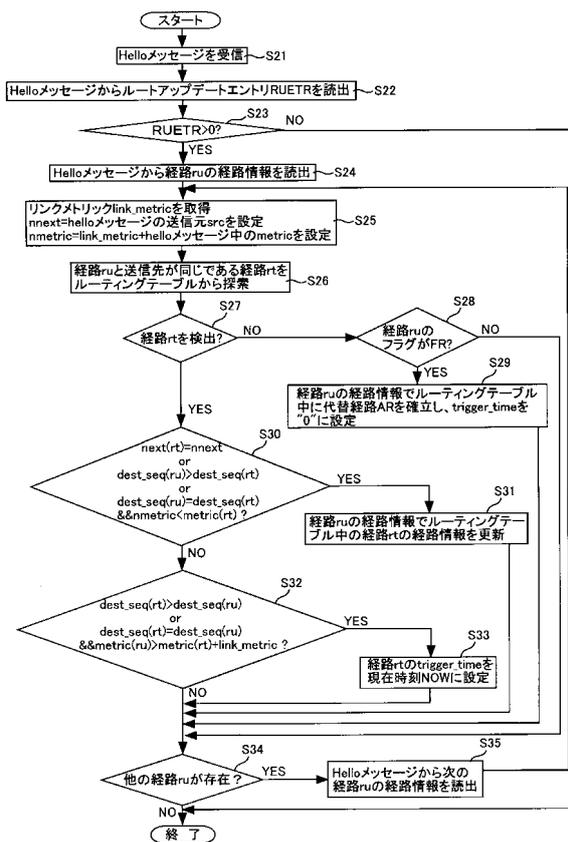
【図10】



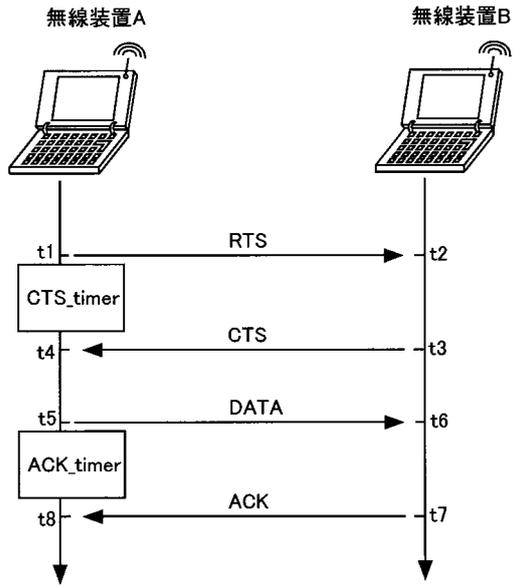
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 門脇 直人  
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
- (72)発明者 小花 貞夫  
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 田畑 利幸

- (56)参考文献 特開2005-033557(JP,A)  
特開2006-311301(JP,A)  
特開2005-064721(JP,A)  
特開2005-064723(JP,A)  
特開2004-056787(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- |      |       |
|------|-------|
| H04W | 74/08 |
| H04W | 40/26 |
| H04W | 40/28 |
| H04W | 84/12 |
| H04W | 84/18 |