

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-325142
(P2006-325142A)

(43) 公開日 平成18年11月30日(2006.11.30)

(51) Int. Cl.	F I			テーマコード (参考)
HO4L 12/56 (2006.01)	HO4L	12/56	100D	5K030
HO4L 12/28 (2006.01)	HO4L	12/28	307	5K033
HO4B 7/26 (2006.01)	HO4B	7/26	A	5K067

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2005-148533 (P2005-148533)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社
(22) 出願日	平成17年5月20日 (2005.5.20)	(74) 代理人	100109210 弁理士 新居 広守
(特許庁注：以下のものは登録商標)		(72) 発明者	西山 弘道 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
1. Bluetooth		Fターム(参考)	5K030 GA03 HA08 HC14 JL01 JT09 KA05 KA08 LB09 LE13 5K033 AA01 CC02 DA02 DA19 DB12 DB19 EC04 5K067 AA21 BB21 DD11 DD17 DD51 EE02 EE06 EE10 EE25 FF02 HH17 HH23

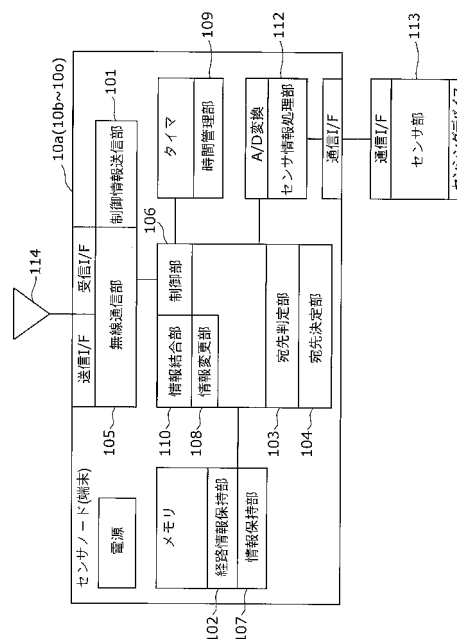
(54) 【発明の名称】 無線端末およびその通信方法

(57) 【要約】

【課題】 システム全体としてのホップ数をさらに削減することが可能で、ネットワーク全体で省電力をさらに実現したいという要望に応えることができる無線端末を提供する。

【解決手段】 アドホックネットワークを構成する無線端末(センサノード10a~10o)は、情報の宛先までの少なくとも1つの経路情報を保持する経路情報保持部102と、自端末・他端末のいずれかで発生した前記宛先あての第1情報を保持する情報保持部107と、情報保持部107が保持する第1情報と宛先が同じで、発生元が異なる第2情報を他端末から受信する情報受信手段(無線通信部105)と、情報保持部107が保持する第1情報と、無線通信部105が受信した第2情報とを一つの情報として結合する情報結合部110と、情報結合部110が結合した一つの情報を、前記宛先までの最小ホップ数となる経路情報に従う次の他端末に送信する送信手段(無線通信部105)とを備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アドホックネットワークを構成する無線端末であって、
情報の宛先までの少なくとも 1 つの経路情報を保持する経路情報保持手段と、
自端末および他端末のいずれかで発生した前記宛先あての第 1 情報を保持する情報保持手段と、

前記情報保持手段が保持する第 1 情報と宛先が同じで、発生元が異なる第 2 情報を他端末から受信する情報受信手段と、

前記情報保持手段が保持する第 1 情報と、前記情報受信手段が受信した第 2 情報とを一つの情報として結合する情報結合手段と、

前記情報結合手段が結合した一つの情報を、前記宛先までの最小ホップ数となる経路情報に従う次の他端末に送信する送信手段と

を備えることを特徴とする無線端末。

10

【請求項 2】

前記無線端末は、さらに

前記第 1 情報の宛先を含み、第 1 情報の送受信するための制御情報を、他端末に送信する制御情報送信手段と、

他端末から受信した制御情報に含まれる情報の宛先を取得する宛先取得手段と、

前記宛先取得手段が取得した情報の宛先と、前記情報保持手段が保持する情報の宛先とが同じであるか否か判定する宛先判定手段と、

20

前記宛先判定手段の判定結果と、前記経路情報保持手段の情報をを用いて、前記情報保持手段の情報の宛先を、アドホックネットワーク全体におけるホップ数が最小となる経路情報に従う次の他端末に決定する宛先決定手段と、

前記宛先決定手段が決定した次の端末の宛先に従って、前記第 1 情報の転送先を変更する情報変更手段と、

前記情報変更手段が変更した転送先の他端末に前記第 1 情報を、前記第 2 情報として転送する情報転送手段と

を備えることを特徴とする請求項 1 記載の無線端末。

【請求項 3】

前記制御情報は、前記情報保持手段が保持する第 1 情報の送信要求を表す送信要求メッセージである

30

ことを特徴とする請求項 2 記載の無線端末。

【請求項 4】

前記制御情報は、前記情報保持手段が保持する第 1 情報の送信可能を表す送信可能メッセージである

ことを特徴とする請求項 2 記載の無線端末。

【請求項 5】

前記制御情報は、前記第 1 情報の宛先までのホップ数を含む

ことを特徴とする請求項 2 記載の無線端末。

【請求項 6】

前記制御情報は、前記第 1 情報の宛先として異なる端末への宛先を複数含む

ことを特徴とする請求項 2 記載の無線端末。

40

【請求項 7】

前記無線端末は、さらに

前記宛先取得手段が他端末から受信した制御情報に含まれる情報の宛先を取得した場合に、前記宛先決定手段が決定した次の端末に対して、前記第 2 情報を転送するための割り込み情報を送信する割り込み情報送信手段

を備えることを特徴とする請求項 2 記載の無線端末。

【請求項 8】

前記無線装置は、さらに、

50

前記制御情報に含まれる情報の宛先を取得してから前記情報保持手段が保持する第1情報の宛先を決定するまでの時間を設定する時間管理手段を備えることを特徴とする請求項2記載の無線端末。

【請求項9】

アドホックネットワークを構成する無線端末に用いられる通信方法であって、情報の宛先までの少なくとも1つの経路情報を保持する経路情報保持ステップと、自端末および他端末のいずれかで発生した前記宛先の第1情報を保持する情報保持ステップと、

前記情報保持ステップで保持する第1情報と宛先が同じで、発生元が異なる第2情報を他端末から受信する情報受信ステップと、

10

前記情報保持ステップで保持する第1情報と、前記情報受信ステップで受信した第2情報とを一つの情報として結合する情報結合ステップと、

前記情報結合ステップで結合した一つの情報を、前記宛先までの最小ホップ数となる経路情報に従う次の他端末に送信する送信ステップと

を含むことを特徴とする通信方法。

【請求項10】

請求項9記載の通信方法に含まれるステップをコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は複数の無線端末によって構成されるマルチホップ無線アドホックネットワーク（以下、「アドホックネットワーク」と記述する。）における無線端末に関するものであり、特に同じ宛先の情報が同時期に発生するネットワーク、例えばセンサネットワークのような省電力を必要とするネットワークにおける情報ルーティング機能を有する無線端末機能や動作に適用される技術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、無線通信とネットワークの能力を備えた複数の無線端末によって構成されるネットワークである。アドホックネットワーク動作の特徴として、任意の情報始点端末から情報終点端末へ直接に無線通信ができないような場合に、その間に存在する無線端末を中継して通信する形態（マルチホップ通信）が挙げられる（非特許文献1参照）。

30

【0003】

また、無線端末が通信を行うときにマルチホップ経路を構築する方法として、オンデマンド型の経路制御方式が提案されている（非特許文献2参照）。

【0004】

オンデマンド型の経路制御プロトコルでは、無線端末が通信を行うときに経路情報を記載した表（以下、ルーティングテーブルと記述する）を参照して、宛先への経路が存在するかを判断する。経路が存在しない場合には、「経路発見」と呼ばれる手順を用いてルーティングテーブルを作成する。

40

【0005】

図20は、非特許文献1に記載された経路発見方法を示す図である。

経路発見は始点端末よりREQ（Route Request）メッセージをネットワーク全体にブロードキャストで送信し、終点端末から返信されるREP（Route Reply）メッセージを取得することで実現されている。

【0006】

ルーティングテーブルが参照可能な場合、無線端末（始点端末）は保有する情報の宛先となる無線端末（以下、終点端末と記す）へ情報を送信するために、ルーティングテーブルから次の送信先となる無線端末（以下、中継端末と記す）へ情報を転送する。このよう

50

にして、無線端末が次々と情報をマルチホップで転送していくことで終点端末へと情報が到達する。

【非特許文献1】「無線LANとユビキタスネットワーク」 小牧省三 他 著、丸善株式会社 2004

【非特許文献2】「C. Perkins and E. Royer “Ad-hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing” RFC3561, Jul. 2003

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、前記従来のアドホックネットワークに使用する無線端末では、ルーティングテーブルを参照して、終点端末に到達するまでの情報の転送回数（ホップ数）が最も少ないものを常に変更していた。

【0008】

図21は、従来の経路制御を用いた場合の情報の転送例を示す図である。なお、図21では、端末A、端末B、端末C、端末D、端末Eの5つの端末で構成されるアドホックネットワークが示されており、点線で結ばれた端末間で無線通信が可能であるものとする。

【0009】

このようなネットワークにおいて、同じ宛先である端末Eへの情報（情報：宛先E）が端末Aと端末Bで発生する場合、ルーティングテーブルの最小ホップ数に従って転送すると、端末Aの情報は端末Cを中継して終点端末Eへ、端末Bの情報は端末Dを中継して終点端末Eという経路となる。このとき、端末Aの情報は端末Eまでは2ホップで到達し、端末Bの情報は端末Eまで2ホップで到達することになり、合計4ホップの転送が行われることになる。

【0010】

したがって、システム全体としてのホップ数をこれ以上削減することが不可能であり、ネットワーク全体で省電力をさらに実現したいという要望に応えることができなかった。

【0011】

そこで、本発明は、システム全体としてのホップ数をさらに削減することが可能で、ネットワーク全体で省電力をさらに実現したいという要望に応えることができる無線端末およびその方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

ところで、本願発明者は、従来技術を詳細に解析した結果、同じ宛先の複数の情報が近くの無線端末に存在する場合においても、情報毎に別々に転送処理を行い、通信効率向上のために情報を結合することを考慮していないことに問題の所在があることに気づいた。そして、図21において、端末Aと端末Bは点線で結ばれている、つまり、端末Aと端末Bで直接通信することが可能である。よって、情報を結合することが考慮されていないため、ネットワーク全体でホップ数を削減できる余地があることを発見した。

【0013】

そこで、本発明は、前記従来の課題解決するもので、異なった経路上に存在する情報を効率的に融合（結合）していくことで、ホップ数を削減し、ネットワーク全体で省電力を実現することが可能なアドホックネットワークの無線端末を提供する。

【0014】

具体的には、本発明に係る無線端末においては、アドホックネットワークを構成する無線端末であって、情報の宛先までの少なくとも1つの経路情報を保持する経路情報保持手段と、自端末および他端末のいずれかで発生した前記宛先あての第1情報を保持する情報保持手段と、前記情報保持手段が保持する第1情報と宛先が同じで、発生元が異なる第2情報を他端末から受信する情報受信手段と、前記情報保持手段が保持する第1情報と、前記情報受信手段が受信した第2情報とを一つの情報として結合する情報結合手段と、前記

10

20

30

40

50

情報結合手段が結合した一つの情報を、前記宛先までの最小ホップ数となる経路情報に従う次の他端末に送信する送信手段とを備えることを特徴とする。

【0015】

これにより、宛先が同じで、発生元が異なる第1および第2情報を結合することで、アドホックネットワーク全体のホップ数を削減でき、消費電力の少ない効率的な通信が可能となる。

【0016】

また、本発明に係る無線端末においては、前記無線端末は、さらに前記第1情報の宛先を含み、第1情報の送受信するための制御情報を、他端末に送信する制御情報送信手段と、他端末から受信した制御情報に含まれる情報の宛先を取得する宛先取得手段と、前記宛先取得手段が取得した情報の宛先と、前記情報保持手段が保持する情報の宛先とが同じであるか否か判定する宛先判定手段と、前記宛先判定手段の判定結果と、前記経路情報保持手段の情報を用いて、前記情報保持手段の情報の宛先を、アドホックネットワーク全体におけるホップ数が最小となる経路情報に従う次の他端末に決定する宛先決定手段と、前記宛先決定手段が決定した次の端末の宛先に従って、前記第1情報の転送先を変更する情報変更手段と、前記情報変更手段が変更した転送先の他端末に前記第1情報を、前記第2情報として転送する情報転送手段とを備えることを特徴とすることができる。

10

【0017】

これにより、他端末からの制御情報に含まれる宛先情報と自端末が保持する情報の宛先が同じであるかを判断し、宛先が同じであるならば制御情報送信元である他端末に対して自端末が保持する情報を転送することで、アドホックネットワーク全体のホップ数を確実に削減することが可能となる。

20

【0018】

また、本発明に係る無線端末においては、前記制御情報は、前記情報保持手段が保持する第1情報の送信要求を表す送信要求メッセージであることを特徴とすることもできる。

【0019】

この場合、制御情報として情報の送信要求メッセージ、例えば無線LANで標準となっているIEEE802.11での送信要求メッセージ(RTS: Request To Send)の中に端末が保有する情報の宛先情報を入れて利用する。これにより、制御情報を送信する端末周辺で、RTSの基本機能である隠れ端末問題での衝突を含む情報衝突回避を行いつつ、宛先が同じ情報を結合して転送することができ、効率的な通信が可能となる。

30

【0020】

また、本発明に係る無線端末においては、前記制御情報は、前記情報保持手段が保持する第1情報の送信可能を表す送信可能メッセージであることを特徴とすることもできる。

【0021】

この場合、制御情報として情報の送信可能メッセージ、例えば無線LANで標準となっているIEEE802.11での送信可能メッセージ(CTS: Clear To Send)の中に端末が保有する情報の宛先情報を入れて利用する。これによっても、制御情報を送信する端末周辺で、CTSの基本機能である隠れ端末問題での衝突を含む情報衝突回避を行いつつ、宛先が同じ情報を結合して転送することができ、効率的な通信が可能となる。

40

【0022】

また、本発明に係る無線端末においては、前記制御情報は、前記第1情報の宛先までのホップ数を含むことを特徴とすることもできる。

【0023】

この場合、制御情報を受信する端末で、制御情報を送信する端末の経路情報を保持していない場合にも対応可能となる。つまり、ルーティングテーブル上でホップ数を比較することで宛先判定ができない場合でも、制御情報中に含まれるホップ数を参照することで宛先判定のためのホップ数比較が可能となる。これにより、ルーティングテーブルが存在し

50

ない場合にも宛先が同じ情報を結合して転送することができ、効率的な通信が可能となる。

【0024】

また、本発明に係る無線端末においては、前記制御情報は、前記第1情報の宛先として異なる端末への宛先を複数含むことを特徴とすることもできる。

【0025】

この場合、端末内で宛先の異なった複数の情報を保持しているときに、宛先情報を一つの制御情報にまとめて送信することが可能となる。これにより、複数の情報の集約を効率的に行うことができる。

【0026】

また、本発明に係る無線端末においては、前記無線端末は、さらに前記宛先取得手段が他端末から受信した制御情報に含まれる情報の宛先を取得した場合に、前記宛先決定手段が決定した次の端末に対して、前記第2情報を転送するための割り込み情報を送信する割り込み情報送信手段を備えることを特徴とすることもできる。

【0027】

この場合、制御情報に含まれる宛先情報を取得して、端末自身は情報を持っていないが、宛先判定によって情報を転送可能と判断した場合、次の転送先の端末に対して割り込み情報を送信しておく。このようにして、情報の転送先を予約してから制御情報を送信した端末から情報を受信し、予約している転送先の端末へと情報を送信することで情報の転送範囲を拡張して効率的な通信を可能とする。

【0028】

また、本発明に係る無線端末においては、前記無線装置は、さらに、前記制御情報に含まれる情報の宛先を取得してから前記情報保持手段が保持する第1情報の宛先を決定するまでの時間を設定する時間管理手段を備えることを特徴とすることもできる。

【0029】

この場合、無線端末内で情報を一定時間保持しておき、同じ宛先の情報が近隣の無線端末に到達するまでの待ち合わせ頻度を設定する。これにより、各無線端末で同じ宛先の情報が発生する時間が異なっている場合においても、情報を結合して転送することができ、効率的な通信が可能となる。

【0030】

なお、本発明は、このような無線端末として実現することができるだけでなく、このような無線端末が備える特徴的な手段をステップとする通信方法として実現したり、それらのステップをコンピュータに実行させるプログラムとして実現したりすることもできる。そして、そのようなプログラムは、CD-ROM等の記録媒体やインターネット等の伝送媒体を介して配信することができるのは言うまでもない。

【発明の効果】

【0031】

以上の説明から明らかなように、本発明の無線端末によれば、情報を効率的に融合（結合）することで、ホップ数を削減し、送信電力のネットワーク全体として省電力を実現することが可能となる。このことは個々の端末寿命を延ばし、さらにはネットワーク全体の寿命を延ばすことにつながる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0032】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。

【0033】

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施形態1に係る端末を用いたセンサネットワークの概略構成を示す図である。

【0034】

センサネットワーク1は、各センサノード（端末）が取得した環境データを基地局に収

10

20

30

40

50

集するためのネットワークであり、複数のセンサノード10a~10oと、基地局20と、インターネット/LAN30と、利用者が使用するコンピュータ装置40とから構成される。なお、センサノード10a~10oの観測対象としては、人、物、建物、自然など多岐の分野において、温度等、環境の定点観測への適用が検討されている。

【0035】

それぞれのセンサノード10a~10oは、現象の検知(センサ)機能、情報処理機能、情報を送信するための無線通信機能を有している無線端末である。

【0036】

基地局20は、センサノードから得られる情報を収集するものであり、インターネット/LAN30のゲートウェイとしても動作することがある。

10

【0037】

利用者が使用するコンピュータ装置40は、インターネット/LAN30を経由して基地局20に収集された情報を参照したり、センサネットワーク1全体を制御するためのコマンドを送信したりすることができる。

【0038】

次いでセンサノード10a~10oの構成を説明する。なお、センサノード10a~10oが同構成であるので、その代表として、センサノード10aの構成を説明する。

【0039】

図2に示すように、センサノード10aは、制御情報送信部101と、経路情報保持部102と、宛先判定部103と、宛先決定部104と、無線通信部105と、制御部106と、情報保持部107と、情報変更部108と、時間管理部109と、情報結合部110と、センサ情報処理部112と、センサ部113と、アンテナ114などを備える。なお、制御情報送信部101および無線通信部105は送信I/Fによって構成される。また、経路情報保持部102および情報保持部107は、メモリによって構成される。また、宛先判定部103、宛先決定部104、制御部106、情報変更部108および情報結合部110は、CPUによって構成される。また、センサ部113はセンシングデバイスおよび通信I/Fによって構成される。また、センサ情報処理部112はA/D変換器によって構成される。また、時間管理部109は、タイマによって構成される。

20

【0040】

無線通信部105は、他のセンサノードとの制御情報やセンサ情報の通信を行うために使用されるものであり、微弱無線、特定小電力無線、ZigBee(802.15.4)、Bluetooth、UWB(802.15.4a)、802.11系(a,b,g,nなど)を含む各無線方式をサポートする。また、無線通信を行う場合は、アンテナ114が利用される。

30

【0041】

センサ部113は、物理現象または化学現象を計測・検知する。この計測対象としては、温度、湿度、光、映像、音響、超音波、赤外線、磁気、圧力、振動、加速度、ガスなど、様々な物理現象や化学現象が挙げられ、もしくはこれらの組み合わせであってもよい。センサ部113で観測された情報はセンサ情報処理部112でアナログデータからデジタルデータへと変換(A/D変換)され、センサノードのセンサ情報として情報保持部107に保持される。

40

【0042】

また、通信処理に必要な機能として、制御情報送信部101、経路情報保持部102、宛先判定部103、宛先決定部104などがある。

【0043】

制御情報送信部101は、主に端末間でアドホック通信を行う場合の衝突回避(アンチコリジョン)の技術に使用される制御情報(RTS,CTS)を送信する。経路情報保持部102は、経路情報(ルーティングテーブル)を保持する機能であり、端末間の接続関係などのワークトポロジ情報を保持する。

【0044】

50

宛先判定部 103 および宛先決定部 104 は、情報を次に受信する端末を制御情報に記載される通りで良いかを判定し、条件によって別の中継端末を選択するように決定していく機能である。情報に対して宛先の変更がある場合には、情報変更部 108 で決定した宛先に変更する。また、端末は、情報保持部 107 において情報を保持したり、情報結合部 110 において宛先が同じである情報を結合したりすることを可能とする。

【0045】

ここで、各センサノード 10a ~ 10o は無線通信を行うためにアドホックネットワークを構築しており、各センサノード 10a ~ 10o を経由して基地局 20 へセンサ情報を収集するためには、経路構築とマルチホップ通信を行う仕組みを提供する必要がある。以下、それぞれの手順について、より簡単なモデルである図 3 を用いて説明を行う。

10

【0046】

図 3 は、図 1 に示されるセンサノード部分を簡略化したものであり、5 つのセンサノード (端末 A ~ E) で構成されるアドホックネットワーク (センサネットワーク) を示す図である。なお、図 3 では、端末の無線送信範囲が限定されており、点線で示す端末間のみで通信可能であるとする。例えば、端末 A から端末 B には直接に通信可能であるが、端末 D に対しては直接通信することはできない。また、端末 A と端末 B はセンサ機能によって情報が発生するものとし、発生した情報は端末 C や端末 D を中継して端末 E へと到達する。端末 E は基地局と接続している端末であり、各端末からの終点端末となる。なお、宛先として基地局への情報宛先として端末 E を使用しているが、基地局の宛先を使用することもできる。

20

【0047】

まず、初期の状態として、各端末 A ~ E が初期に設置されている場合を想定する。つまり、端末 A ~ E には互いにどのようにつながっているのか (経路が構成されているのか) を記述した経路制御情報 (ルーティングテーブル) が存在しない状態である。よって、以下に示す手順でルーティングテーブルを構築する。

【0048】

端末 A から情報を送信する場合には、端末 E までの経路を把握する必要がある。最初に端末 A の無線通信部 105 は、経路要求メッセージ (RREQ : Route Request) をブロードキャストして、端末 E までの経路取得を試みる。

【0049】

図 4 は、端末 A がネットワーク全体に RREQ をブロードキャストする図である。例えば、端末 A からの RREQ は端末 C、端末 B へと送信され、それぞれの端末から次の端末へと転送され、端末 E に到達するまで転送が繰り返される。

30

【0050】

なお、RREQ が終点端末へ到達しない場合や無限ループとなる場合を回避するための方法としては、RREQ のホップ数に制限をかける方法や、メッセージ存在時間を規定するなどの方法を適用することが可能である。

【0051】

端末 A からの RREQ を受信した端末 E は、そこに到達するまでに最も少ないホップ数の経路を選択して RREP を構成する。この場合、端末 A から端末 C を中継して端末 E に到達する経路が最もホップ数が少なくなるので選択され、RREP が送信される。

40

【0052】

図 5 は、このときの RREP の送信を示す図である。

RREP を受信する端末は、RREP の情報によって、宛先となる端末と、そこに送信するために次に情報を転送する端末、宛先となる端末までのコスト (ホップ数) を表したルーティングテーブルが構築される。RREP が端末 A に到達すると、端末 E まで最小のホップ数で到達可能な経路情報を持つルーティングテーブルが構築されている。

【0053】

図 5 において、端末 A にはルーティングテーブル 50a が、端末 C にはルーティングテーブル 50c が、端末 E にはルーティングテーブル 50e が、それぞれ構築される。

50

【0054】

ルーティングテーブルは、情報として「To」、「Next」、「Cost」を含んでおり、「To」は宛先となる端末、「Next」は宛先に転送するために次に情報を転送する端末、「Cost」はホップ数を示すものであり、情報が宛先の端末に到達するために何ホップかかるのかを示す。例えば、ルーティングテーブル50aでは端末Aから端末Eに情報を転送するために、次に情報を転送する端末は端末Cであり、端末Eまでは2ホップであることを示している。

【0055】

次に、端末Bから端末Eまでの経路を構築する。端末Aと同様に端末BからもRREQをブロードキャストする。

10

【0056】

端末Dを経由して端末EにRREQが到達すると、最小ホップ数2の経路として端末EでREPとして返信される。また、端末BからのRREQが端末Aにも到達し、端末Aは自身のルーティングテーブル50aを参照して、保持する端末Eまでの経路情報を返信する。

【0057】

図6は、このときのREP送信を示す図である。

このようにして、端末Bはルーティングテーブル50bを、端末Dはルーティングテーブル50dを、端末Eはレコードを追加した新たなルーティングテーブル50bを、それぞれ保持する。

20

【0058】

ルーティングテーブル50bでは、端末Dを中継して端末Eに到達するホップ数2の経路と、端末Aから端末Cを中継して端末Eに到達するホップ数3の経路との2種類の経路を保持している。なお、各端末は経路情報保持部102に一つもしくは複数の経路を保持することを可能とする。

【0059】

以上の手順によって、端末Aと端末Bは、それぞれ、端末Eまでの経路を確保することができる。

【0060】

このように端末Aと端末Bが、それぞれ、端末Eまでの経路を確保すると、図7に示される情報の結合により、ホップ数を削減し、省電力化を実現する。

30

【0061】

図7は本発明によるホップ数の削減を示す図である。図7では、図21と同じ構成のアドホックネットワークであり、同様に端末Aと端末Bに端末Eへの情報が存在する場合である。

【0062】

端末Bからの情報を端末Aに転送して、端末Aで情報を情報に結合する。結合された情報 + は、中継端末Cを経由して終点端末Eへと転送される。このとき、ネットワーク内でのホップ数は端末Bから端末Aへの1ホップと、端末Aから端末Eへの2ホップを合わせた3ホップとなり、図21に示す4ホップよりも1ホップ削減されている。

40

【0063】

このようにホップ数を削減することにより、送信電力のネットワーク全体として省電力を実現することが可能となる。このことは個々の端末寿命を延ばし、さらにはネットワーク全体の寿命を延ばすことにつながる。

【0064】

次に、端末間で経路構築をした後に、センサ情報を宛先端末に転送する場合の各端末動作を詳細に説明する。

【0065】

上述の通り、端末Bが宛先Eであるセンサ情報を保持する場合、端末Dを中継する経路と、端末Aを中継する経路の2つがルーティングテーブル上に存在する。ここで従来技術

50

では、最小ホップ数となる経路を選択するため、他の端末動作に依存することなく常に端末 D を中継する経路を選択していた。

【0066】

これに対して、本発明では、端末 B は端末 A からの制御情報を監視することで 2 つの経路から最適な経路を選択する。

【0067】

まず、端末 B に宛先 E の情報が存在し、端末 A に情報が存在しない場合を想定する。端末 A は情報を保持していないため、送信用の制御情報を端末 B に送信しない。よって端末 B は、従来技術と同じくルーティングテーブルより最小ホップ数の経路である端末 D を中継して端末 E へと到達する経路を選択する。

10

【0068】

次に、端末 B と端末 A とともに宛先 E の情報が同時期に存在する場合を示す。

図 8 は、端末 A と端末 B に情報が発生してから、端末 A において情報を結合して転送するまでのシーケンス図である。

【0069】

図 8 において、最初に端末 A と端末 B にそれぞれ情報（宛先 E）と情報（宛先 E）が発生する。

【0070】

端末 A から情報（宛先 E）を終点端末である端末 E に送信するとき、ルーティングテーブル 50a を参照して、次の中継端末を端末 C とする。

20

【0071】

次に、端末 A が保持する情報の宛先を含んだ RTS (Request To Send) パケットを、端末 A からの無線通信範囲内の端末である端末 B および端末 C に送信する (S11)。

【0072】

RTS は、送信要求メッセージの制御信号として隠れ端末問題回避のために使用されるものである。

【0073】

図 9 は、宛先情報を含んだ RTS 構成を示す図である。

図 9 に示されるように、RTS パケット 801 は、アドレスとして送信元アドレス (Source Address) 804 および中継端末アドレス (Destination Address) 805 に加えて、終点端末アドレス (Receiving Station Address) 806 を保持している。

30

【0074】

終点端末アドレス 806 は、制御情報（ここでは、RTS）を送信する端末が保持する情報の宛先となるアドレスであり、制御情報を受信した端末での宛先判定に使用される。なお、RTS パケット 801 を構成するフレームコントロール (Frame Control) 802 と、Duration ID 803 と、FCFS 807 などとは、従来の無線 LAN で使用される RTS 構造と同等のものであるのでその説明を省略する。

【0075】

端末 A から RTS を受信すると、端末 B の宛先判定部 103 は、最初にその中に含まれている中継端末アドレスおよび終点端末アドレスを確認し、所定の場合に宛先決定部 104 は端末 A と端末 B の情報を合わせて送信する場合のホップ数が小さくなるような経路を選択し、宛先を端末 A に決定する (S12)。なお、この詳細は、後述する。

40

【0076】

端末 B での宛先判定 / 決定が終了すると (S12)、端末 B から端末 A へ情報を転送するための RTS が送信される (S13)。この RTS には、中継端末アドレスに端末 C、終点端末アドレスに端末 E のアドレスを含ませている。そしてこの RTS は、割り込み情報として機能する。

【0077】

50

一方、端末Cは、情報受け取りの準備が整っていると、端末Aに対してCTSを送信する(S14)。

【0078】

端末BからRTSを、端末CからCTSを、それぞれ受信した端末Aは、端末Bに対して情報送信可能であるとして、CTSを送信する(S15)。なお、端末Cに対しても、情報送信可能であるとして、CTSを送信する(S15)。

【0079】

それに対して端末Bは、転送する情報 を端末Aへと送信する(S16)。

情報が転送されると、端末Aの情報結合部110では予め保持する情報 と、転送された情報 で同じ宛先のものを結合して(情報結合(S17))、中継端末である端末Cへと情報 + を送信する(S18)。なお、情報 + の送信は、最初の情報の送信のためのCTSを送信端末Cから受信しているため、それに返信する情報として送信される。

10

【0080】

このようにして、端末Bは端末Aからの制御情報(RTS)に含まれる宛先情報によって自身が保有する情報の宛先を確認することで、ネットワークとして送信するホップ数を削減することが可能となる。

【0081】

図10は、制御信号送信時における端末Aの動作を示すフローチャートである。

情報が発生すると、端末Aは、端末Aが保持する情報の宛先を含んだRTSパケットを、端末Aからの無線通信範囲内の端末である端末Bおよび端末Cに送信する(S21, S11)。そして、端末Aは、他端末からのCTSあるいはRTS受信を待つ(S22)。他端末からCTSあるいはRTSを受信すると、他端末からのRTS割り込みであるか否かを判定する(S23)。

20

【0082】

判定の結果、RTS割り込みであると(S23でYes)、他端末(ここでは、端末B, C)にCTSを送信する(S24)。そして、RTSを送信した他端末(ここでは、端末B)からの情報を受信し、情報 に情報 を結合する(S25, S17)。これに対して、判定の結果、RTS割り込みでない(S23でNo)、保持する情報 をそのままにする(S26)。

30

【0083】

そして、端末Aは、情報 に情報 を結合した情報 + あるいは、そのままの情報を次の端末(ここでは、端末C)に送信する(S27, S18)。

【0084】

図11, 図12は、制御信号受信時の端末Bの動作を示すフローチャートである。

端末Bは、他の端末(ここでは、端末A)からRTSを受信するのを待つ(S31)。RTSを受信すると、端末Bは、最初にそのRTS中に含まれている中継端末アドレスを確認し、中継端末アドレスが自端末であるか否かを判断する(S32)。RTS中で端末Bが中継端末に指定されている場合には(S32でYes)、送信可能メッセージ(CTS: Clear To Send)を端末Aに返信する(S33)。今回の例では中継端末アドレスが端末Cであるため、端末AからのRTSに対して、端末Cは、CTSを送信元アドレスである端末Aに返信する(S14)。

40

【0085】

次に、端末BはRTS中の終点端末アドレス806を確認し、端末Aが同じ宛先の情報を送信しているかを判定する(ステップS34)。端末Bが保持する情報 と、端末Aが送信しようとする情報の終点端末アドレスが同じであるならば(S34でYes)、端末Bは情報を端末Aに転送すべきかを判定するために次のステップへと進む。終点端末アドレスが異なっているならば、端末BはRTSで指定される時間だけ待機する(ステップS35)。

【0086】

50

端末 A からの R T S の終点端末アドレスと、端末 B が保持する情報の終点端末アドレスが同じである場合、端末 B はルーティングテーブルを参照し (S 3 6)、端末 A に情報を転送すべきかを判断する (ステップ S 3 7)。この判断材料として、端末 B のルーティングテーブル 5 0 b に保持される終点端末までのホップ数の情報を参照する。ルーティングテーブル 5 0 b に保持されているように、端末 B から端末 A を中継して終点端末 E に情報が到達するホップ数は「 3 」である。また、端末 B から端末 D を中継して端末 E に到達するホップ数は「 2 」である。これらの情報を用いて、端末 B は保持する情報を送信する中継端末を、端末 A を中継して情報を結合する場合と、端末 D を中継して情報を送信する場合のホップ数の計算によって決定する。

【 0 0 8 7 】

ルーティングテーブルでの経路計算において、端末 A を中継する場合には、端末 B から端末 A までの経路が 1 ホップ。端末 A で情報を融合して端末 C を経由して端末 E に到達するのが 2 ホップであり、合計 3 ホップ使用する。

【 0 0 8 8 】

それに対して、端末 A を中継しない場合のホップ数も計算する。端末 A から端末 E までのホップ数は、端末 B から端末 E まで (端末 A 中継) のホップ数 3 から「 1 」を引いて、ホップ数 2 であることが判断できる。端末 A と端末 B が情報を個別に送信する場合には、端末 A から端末 E までが 2 ホップ、端末 B から端末 D を中継して端末 E に到達するのが 2 ホップ必要となる。よって、ネットワークの合計ホップ数は 4 ホップとなる。

【 0 0 8 9 】

端末 B での宛先決定部 1 0 4 では上記の計算を行い、端末 A を中継する場合と中継しない場合のホップ数を比較することによって、端末 A と端末 B の情報を合わせて送信する場合のホップ数が小さくなるような経路を選択する。つまり、制御情報送信端末から終点端末までのホップ数から「 1 」減算したものが、自端末から終点端末までのホップ数以下であれば、経路を選択し、宛先を A に決定する (S 3 8)。

【 0 0 9 0 】

そして、端末 B は、端末 A に R T S を送信し (S 1 3)、端末 A からの C T S 受信を待つ (S 3 9)。C T S を受信すると (S 3 9 で Y e s)、端末 B は、情報を制御情報 (ここでは、R T S) を発した端末 (制御情報端末) に転送する (S 4 0)。

【 0 0 9 1 】

なお、ルーティングテーブル上にその他の複数の経路が存在する場合には、制御信号送信元の端末とルーティングテーブルを保持する端末の情報を結合した場合の終点端末へのホップ数を考慮して、ネットワーク全体のホップ数が最も小さくなるような経路を選択する。

【 0 0 9 2 】

また、制御情報中に終点端末アドレスを複数含ませる運用も考えられるため、それぞれの終点端末アドレスに対して各情報の宛先が合致していないかをチェックすることも考えられる。よって、制御情報中に複数の終点端末アドレスが存在する場合には、上記のステップをアドレス分だけ繰り返す (S 4 1)。

【 0 0 9 3 】

このような、図 1 0 ~ 図 1 2 に示される動作が行われることにより、図 8 のシーケンスが実行され、R T S および C T S のやりとりの後、端末 B から端末 A に情報がホップされ、端末 A では予め保持する情報 と、転送された情報 で同じ宛先のものを結合して、中継端末である端末 C へと情報を送信する。

【 0 0 9 4 】

このようにして、端末 B は端末 A からの制御情報 (R T S) に含まれる宛先情報によって自身が保有する情報の宛先を確認することで、ネットワークとして送信するホップ数を削減することが可能となる。

【 0 0 9 5 】

なお、上述の説明では情報を結合する端末である端末 A が先に R T S を送信した場合に

10

20

30

40

50

ついて説明したが、情報を転送する端末（上述の説明では端末 B）から先に R T S を送信するようにしてもよい。

【 0 0 9 6 】

図 1 3 は、情報を結合する端末が他端末への R T S を受信する場合を示す図である。なお、図 1 3 において、端末 B には宛先が端末 C の情報が存在し、端末 A にも同様に宛先が端末 C である情報が存在するものとする。このとき、ルーティングテーブルを参照して端末 D を中継して宛先である端末 C へ情報を送信するために周辺の端末へ R T S（中継端末アドレス：D、終点端末アドレス：C）を送信する。端末 A は端末 B から R T S を受信すると、端末 A 自身も宛先が同じ情報を保持しているために、情報を結合した方が効率的だと判断し、端末 B に対して C T S を返信する。この C T S は割り込み情報として機能する。端末 B は端末 A からの C T S によって端末 A に情報を転送し、端末 A で情報を結合して端末 C へと転送する。このようにして、他端末の R T S を判定し、自端末を中継端末に変更することを可能とする。これにより、端末 B は端末 A からの制御情報（C T S）に含まれる宛先情報によって自身が保有する情報の宛先を確認することで、ネットワークとして送信するホップ数を削減することが可能となる。

10

【 0 0 9 7 】

また、C T S 中に終点端末アドレスを含めることで、情報を保持しない端末がにおいて情報を結合することも可能である。

【 0 0 9 8 】

図 1 4 は、C T S を用いた情報の結合を示す図である。

20

端末 C は端末 A からの R T S に対して C T S を送信する。このとき、C T S には終点端末アドレスを含めておけばよい。そして、この C T S は端末 B に対して割り込み情報として機能する。これにより、端末 B は、保持する情報を端末 C に送信する。

【 0 0 9 9 】

図 1 5 は、C T S に終点端末アドレスを含めた場合を示す図である。

図 1 5 に示されるように、C T S T S パケット 9 0 1 は、アドレスとして送信元アドレス（S o u r c e A d d r e s s）9 0 4 に加えて、終点端末アドレス（R e c i v i n g S t a t i o n A d d r e s s）9 0 6 を保持している。

【 0 1 0 0 】

終点端末アドレス 9 0 6 は、制御情報（ここでは、C T S）を受信する端末が保持する情報の宛先となるアドレスであり、制御情報を受信した端末での宛先判定に使用される。なお、C T S パケット 9 0 1 を構成するフレームコントロール（F r a m e C o n t r o l）9 0 2 と、D u r a t i o n I D 9 0 3 と、F C S 9 0 7 などとは、従来の無線 LAN で使用される R T S 構造と同等のものであるのでその説明を省略する。

30

【 0 1 0 1 】

端末 B は端末 C からの C T S によって同じ終点端末アドレスの情報を保持すると判定した場合に、端末 C に対して情報を転送する。端末 C では端末 A の情報と端末 B の情報を結合して、次の中継端末へと転送する。これにより、端末 B は端末 C からの制御情報（C T S）に含まれる宛先情報によって自身が保有する情報の宛先を確認することで、ネットワークとして送信するホップ数を削減することが可能となる。

40

【 0 1 0 2 】

次に、各情報端末での制御信号の待ち合わせについて説明する。

本実施の形態では、終端ノードから検索クエリを送信して、それに該当する端末が情報を送信するセンサネットワークを想定している。

【 0 1 0 3 】

図 1 6 は、検索クエリの送信を示す図である。

図 1 6 において、端末 E からセンサノードである端末 A、端末 B に対して検索クエリが送信される。センサノードが検索クエリを取得すると、その中に含まれる情報（センサ情報種別、ホップ数、時刻など）に従ってセンサ情報が送信される。

【 0 1 0 4 】

50

図17は、検索クエリを用いたときの端末間の待ち合わせを示す図である。

図17に示すように、検索クエリ中にはセンサ情報を収集する端末からのホップ数が含まれている。各端末は検索クエリ到達時間と、検索クエリ中に含まれるホップ数を参照して、端末自身の情報送信予定時刻を決定する。このとき、ホップ数が大きくなる端末ほど送信予定を早くし、同じホップ数の端末では送信予定時刻を合わせるように設定する。また、送信予定時刻は検索クエリ到達時刻からある程度の余裕を持たせて設定するものとする。

【0105】

このように設定を行うことで、情報を収集する端末から同じような距離にある端末が同じような時間で情報を送信することができ、情報を中継する時に他の端末の制御情報を待ち合わせる時刻を効率的に設定することが可能となる。

10

【0106】

なお、ホップ数と同様の情報として検索クエリのシーケンス番号を使用して各端末の送信予定時刻を設定してもよい。

【0107】

(実施の形態2)

センサネットワークやアドホックネットワークでは、検索クエリを使用することなく、センサから定期的に情報を送信するようなアプリケーションも検討されている。

【0108】

実施の形態2では、個々の端末から定期的に情報を送信するアプリケーションを想定する。なお、端末間で制御情報を監視して情報を結合する手順は実施の形態1と同様であり、ここでは端末間の待ち合わせに特に注目して説明を行う。

20

【0109】

図18は、実施の形態2におけるアドホックネットワークを示す図である。

図18では、各端末はセンサノードやモバイル機器などの情報を送信、中継するものであり、近隣の端末とリンク接続されたアドホックネットワークを形成している。このようなネットワークにおいて、情報の発生時刻は規定できないため、各端末での待ち合わせ時間をどのように設定していくかを検討することが必要となる。

【0110】

待ち合わせ時間設定の一例として、情報のリアルタイム性を考慮する。情報には時間を保証すべき情報(映像、音声、緊急情報)や、あまりリアルタイム性を要求しない情報が存在する。このとき、リアルタイム性を要求する情報に関しては、待ち合わせ時間を短く設定して次々と中継端末を転送させる。それに対して、リアルタイム性をあまり要求しない情報に関しては、待ち合わせ時間を長く設定することで、各端末からの制御情報を待ち合わせる時間を長く確保する。

30

【0111】

図19は、情報に対する待ち時間の設定例である。

図19では、情報X、情報Y、情報Zを用いた場合、リアルタイム性の高い情報Xは待ち時間を少なく設定し、あまりリアルタイム性が低い情報Zは待ち時間を多く設定している。

40

【0112】

このようにして、情報の品質を考慮しつつ待ち合わせ時間を設定することで、同じ宛先の情報を結合することが可能となり、ネットワーク全体のホップ数を減らすことで省電力化を実現することができる。

【産業上の利用可能性】

【0113】

本発明に係る無線端末は、システム全体でのホップ数を削減し、省電力を目的としたセンサネットワーク上のセンサノードや、モバイルアドホック端末等として適用することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 1 1 4 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 におけるセンサネットワークの概略構成図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 におけるセンサ端末の機能ブロック図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 におけるセンサネットワーク構成例を示す図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 における R R E Q のブロードキャストを示す図である。

【図 5】本発明の実施の形態 1 における端末 A への R R E P 送信を示す図である。

【図 6】本発明の実施の形態 1 における端末 B への R R E P 送信を示す図である。

【図 7】本発明によるホップ数の削減を示す図である。

【図 8】本発明の実施の形態 1 における情報発生から結合までのシーケンス図である。

【図 9】本発明の実施の形態 1 における R T S パケット構成図である。

10

【図 10】本発明の実施の形態 1 における制御信号送信時の端末動作フローチャートである。

【図 11】本発明の実施の形態 1 における制御信号受信時の端末動作フローチャートである。

【図 12】本発明の実施の形態 1 における制御信号受信時の端末動作フローチャートである。

【図 13】本発明の実施の形態 1 における R T S 監視による転送割り込みを示す図である。

【図 14】本発明の実施の形態 1 における C T S 監視による転送割り込みを示す図である。

20

【図 15】本発明の実施の形態 1 における C T S パケット構成図である。

【図 16】本発明の実施の形態 1 における検索クエリ動作を示す図である。

【図 17】本発明の実施の形態 1 における情報送信予定時間設定を示す図である。

【図 18】実施の形態 2 におけるアドホックネットワークを示す図である。

【図 19】本発明の実施の形態 2 における情報毎の待ち合わせ時間設定例を図である。

【図 20】非特許文献 1 に記載された経路発見方法を示す図である。

【図 21】従来の経路制御を用いた場合の情報の転送例を示す図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 5 】

1 センサネットワーク

30

10 a ~ 10 o センサノード

20 基地局

30 インターネット / L A N

40 コンピュータ装置

101 制御情報送信部

102 経路情報保持部

103 宛先判定部

104 宛先決定部

105 無線通信部

106 制御部

40

107 情報保持部

108 情報変更部

109 時間管理部

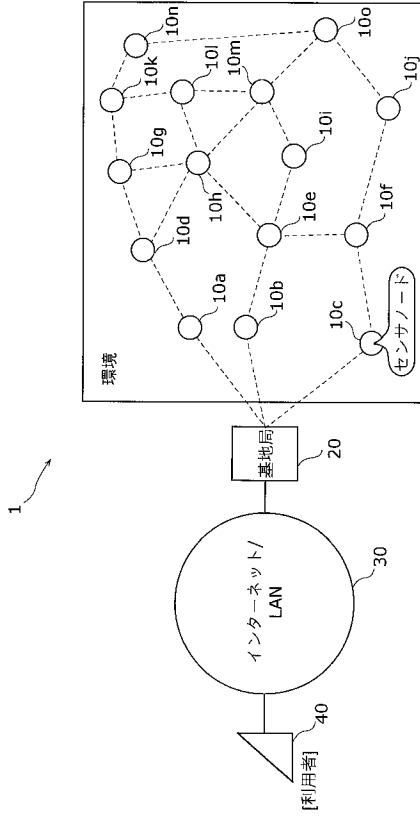
110 情報結合部

112 センサ情報処理部

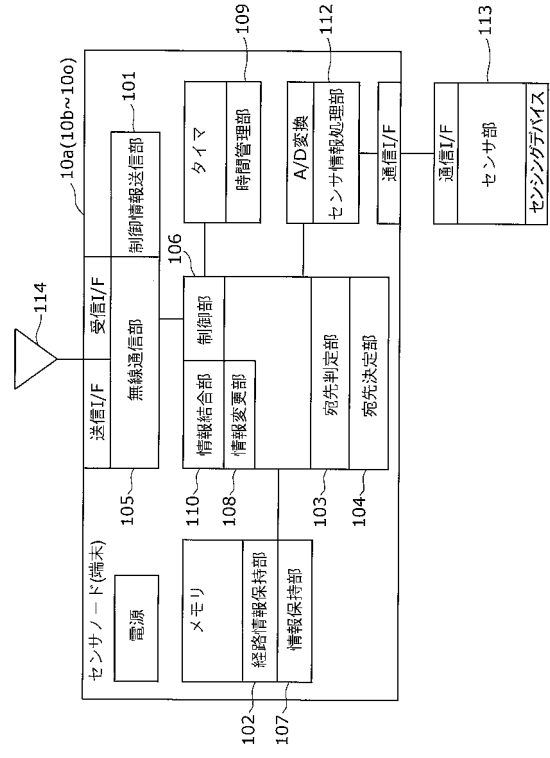
113 センサ部

114 アンテナ

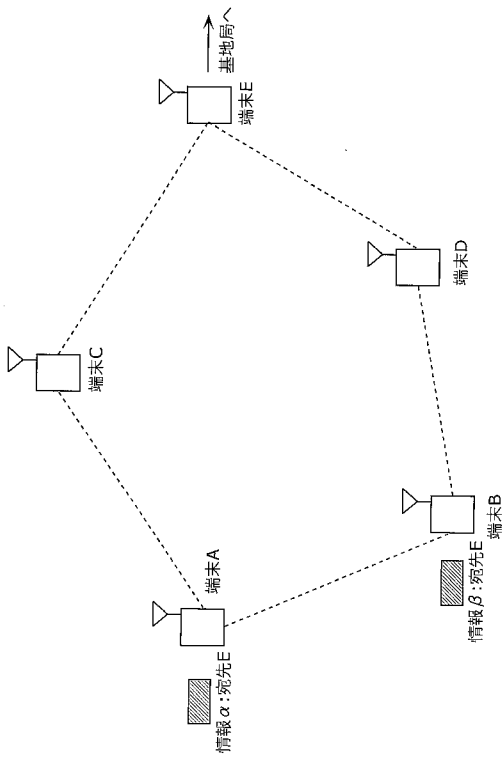
【 図 1 】



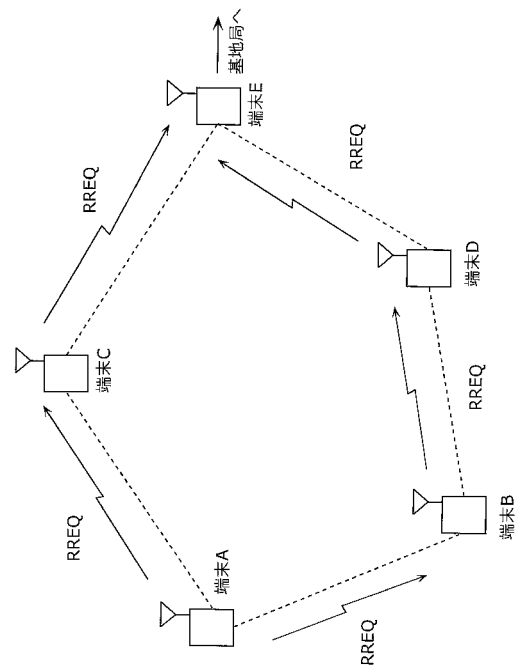
【 図 2 】



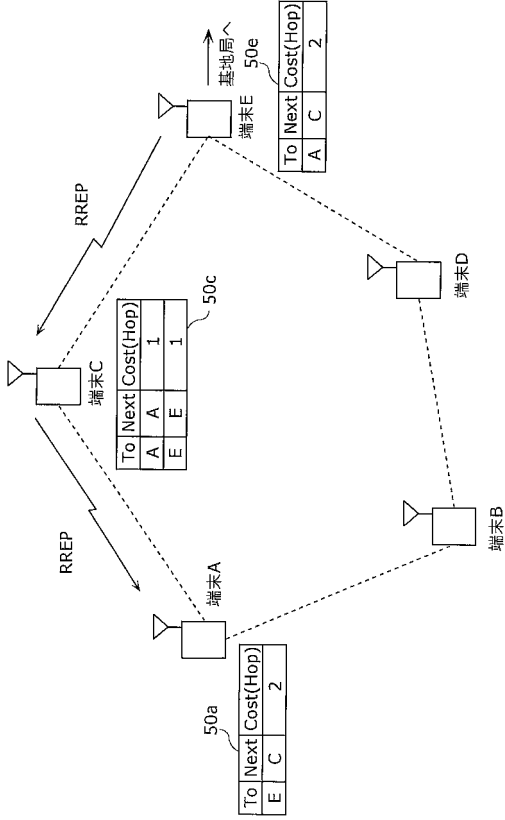
【 図 3 】



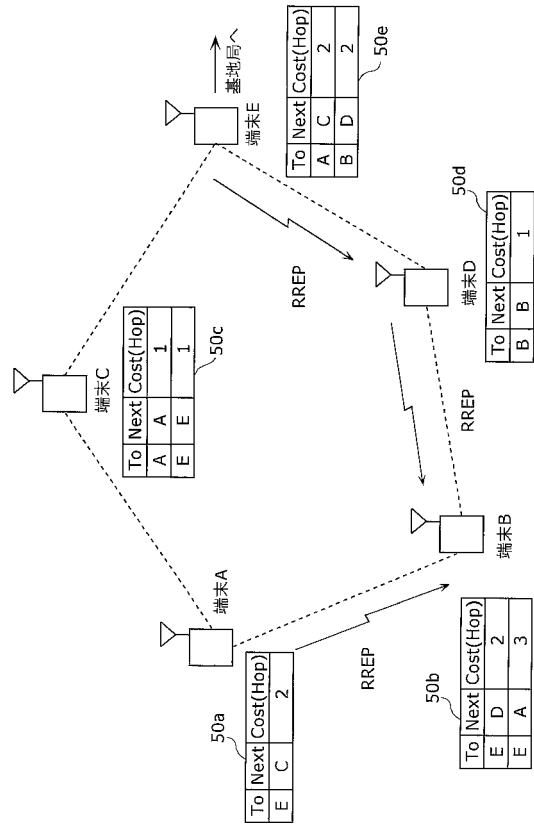
【 図 4 】



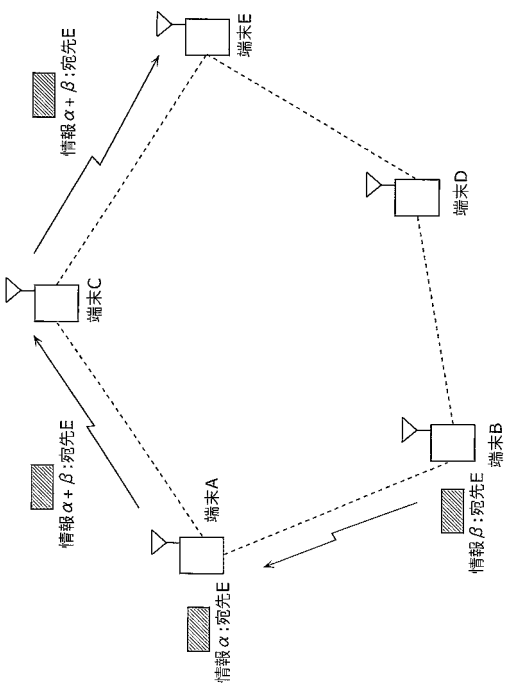
【 図 5 】



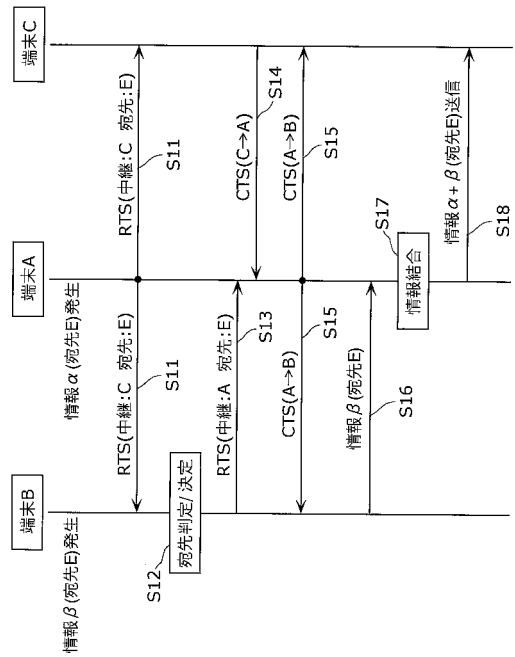
【 図 6 】



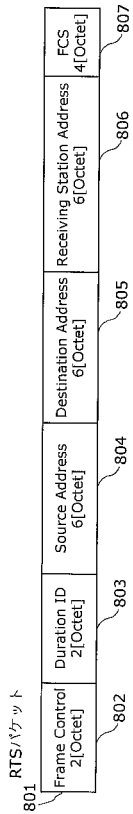
【 図 7 】



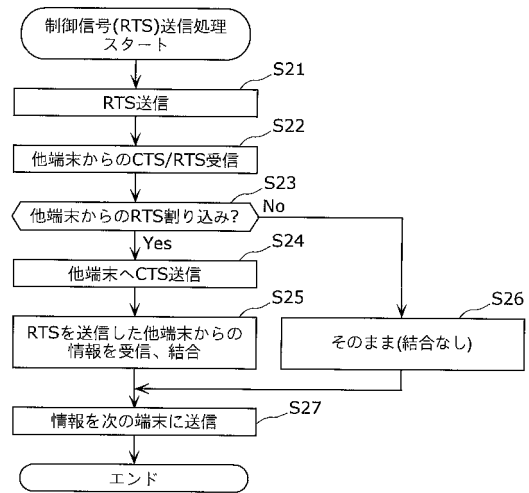
【 図 8 】



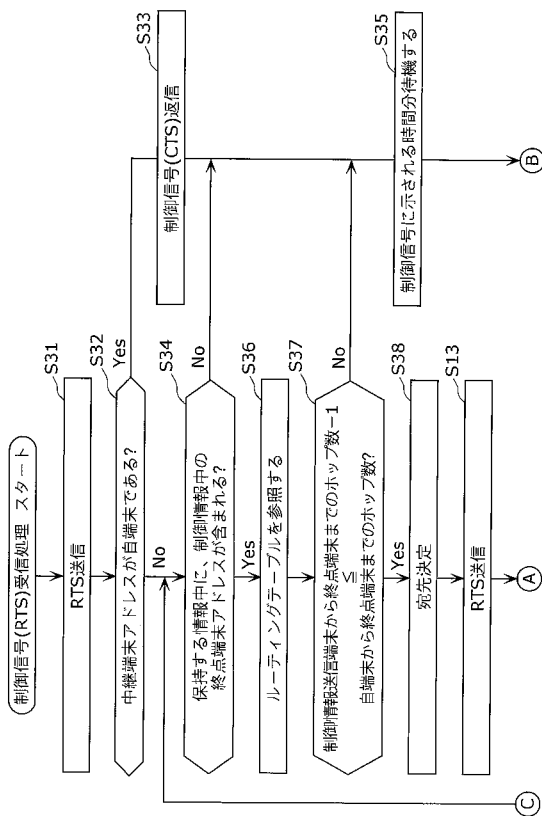
【 図 9 】



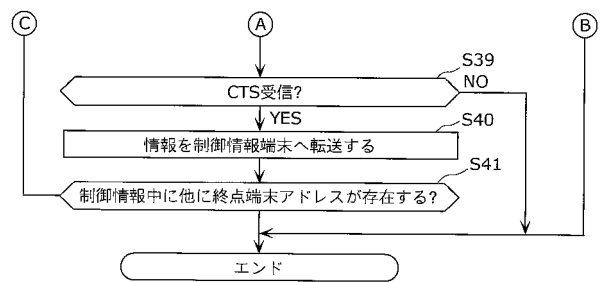
【 図 10 】



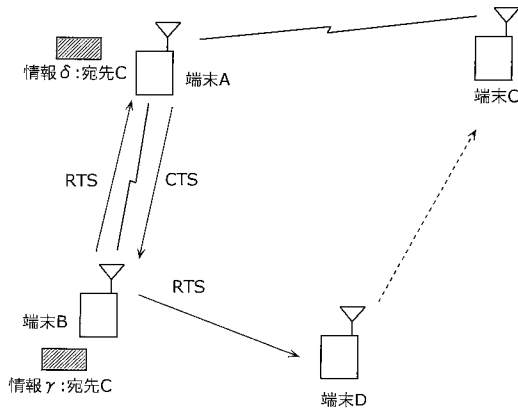
【 図 11 】



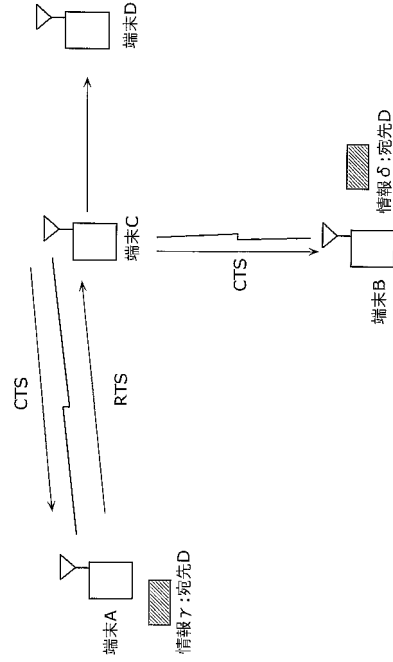
【 図 12 】



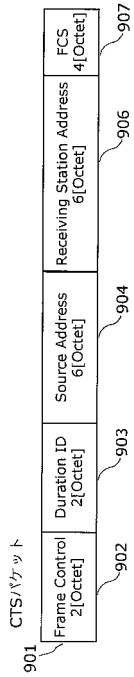
【図 13】



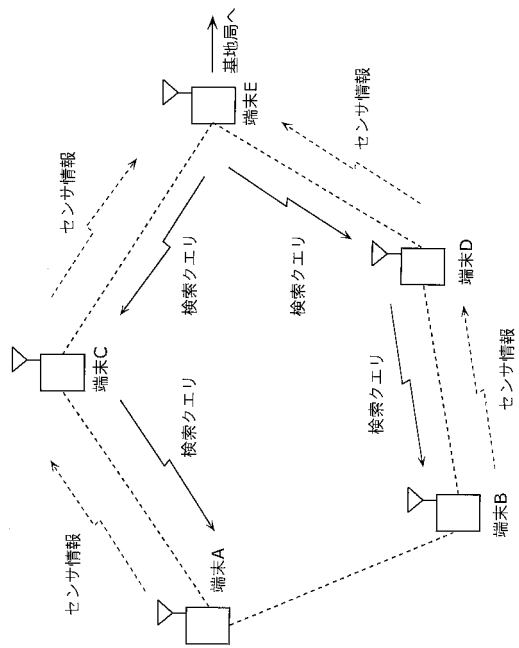
【図 14】



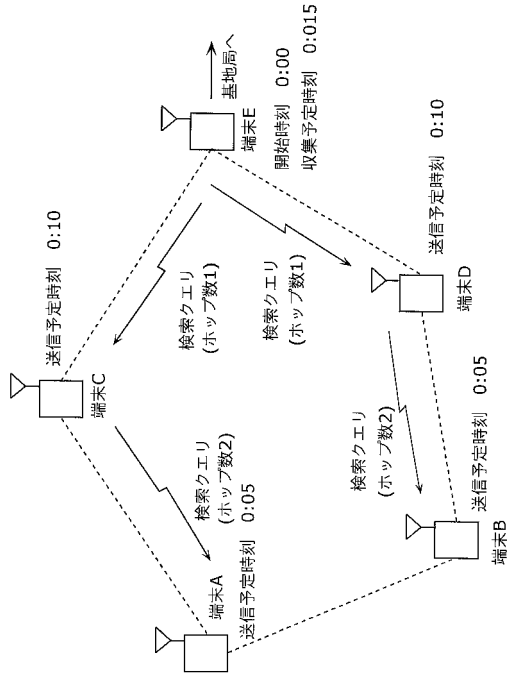
【図 15】



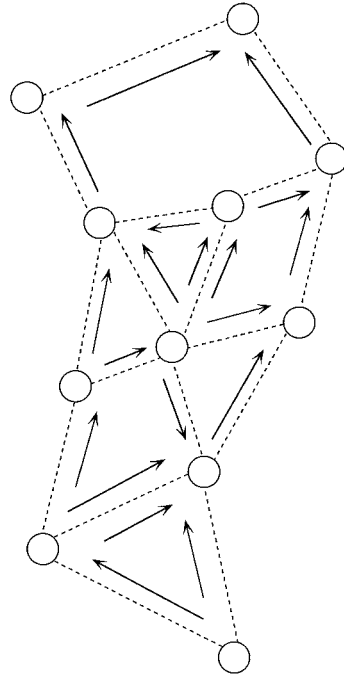
【図 16】



【 図 17 】



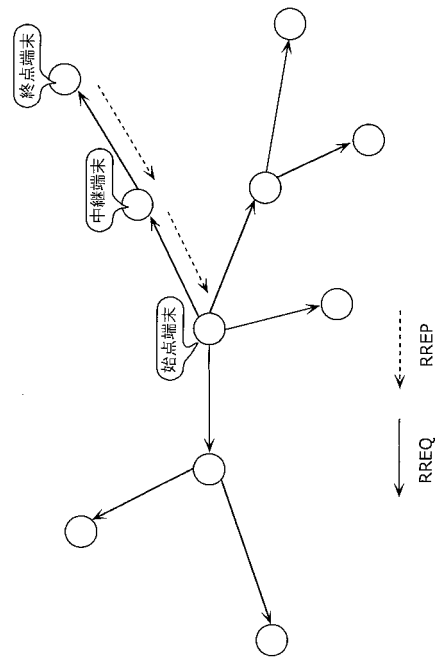
【 図 18 】



【 図 19 】

情報	待機時間	リアルタイム性
X	1	高
Y	2	中
Z	3	低

【 図 20 】



【 図 2 1 】

