

(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2009-200768
(P2009-200768A)

(43) 公開日 平成21年9月3日(2009.9.3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4W 40/12 (2009.01)	HO4Q 7/00 348	5K067
HO4W 84/10 (2009.01)	HO4Q 7/00 629	5K072
HO4W 88/04 (2009.01)	HO4Q 7/00 652	
HO4W 40/34 (2009.01)	HO4Q 7/00 370	
HO4B 7/15 (2006.01)	HO4B 7/15 Z	

審査請求 有 請求項の数 20 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2008-39721 (P2008-39721)
(22) 出願日 平成20年2月21日 (2008.2.21)

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. Z I G B E E

(出願人による申告) 国等の委託研究の成果に係る特許出願 (平成19年度独立行政法人情報通信研究機構「民間基盤技術研究促進制度/Z i g B e eを利用したユビキタスネットワーク技術の研究開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受けるもの)

(71) 出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区西新橋三丁目16番11号
(74) 代理人 100085198
弁理士 小林 久夫
(74) 代理人 100098604
弁理士 安島 清
(74) 代理人 100125494
弁理士 山東 元希
(74) 代理人 100061273
弁理士 佐々木 宗治
(74) 代理人 100070563
弁理士 大村 昇
(74) 代理人 100087620
弁理士 高梨 範夫

最終頁に続く

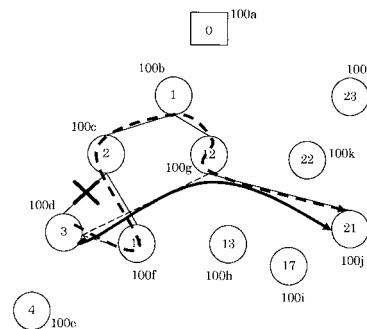
(54) 【発明の名称】 通信経路設定方法、通信経路設定プログラム、通信端末、無線ネットワークシステム

(57) 【要約】

【課題】マルチホップ無線ネットワークのトポロジーを構成する端末間接続が利用できない場合でも、その他の通信経路を取得して利用することができる通信経路設定方法を得る。

【解決手段】パケットの送信元端末とその周辺に存在する他通信端末との間の通信状態を取得する通信状態取得ステップと、通信状態を取得した全ての他通信端末および送信元端末について、その通信端末から、送信元端末が送信するパケットの送信先端末までの通信経路を、アドレスを用いた所定の計算式で求める経路取得ステップと、経路取得ステップで求めた通信経路の中の1つを選択して送信元端末が送信するパケットの中継先を決定する通信経路設定ステップと、を有し、通信経路設定ステップにおいて、トポロジーを構成する通信経路に代えて経路取得ステップで求めた通信経路を選択する。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

マルチホップ無線ネットワークを構成する通信端末が送信するパケットの通信経路を設定する方法であって、

前記マルチホップ無線ネットワークのトポロジーに従って定められた前記通信端末のアドレスを当該通信端末に保持させるアドレス付与ステップと、

パケットの送信元端末とその周辺に存在する他通信端末との間の通信状態を取得する通信状態取得ステップと、

通信状態を取得した全ての前記他通信端末および前記送信元端末について、その通信端末から、前記送信元端末が送信するパケットの送信先端末までの通信経路を、前記アドレスを用いた所定の計算式で求める経路取得ステップと、

前記経路取得ステップで求めた通信経路の中の1つを選択して前記送信元端末が送信するパケットの転送先を決定する通信経路設定ステップと、

を有し、

前記通信経路設定ステップにおいて、前記トポロジーを構成する通信経路に代えて前記経路取得ステップで求めた通信経路を選択する

ことを特徴とする通信経路設定方法。

【請求項 2】

前記通信経路設定ステップでは、

前記通信状態取得ステップで取得した通信状態に基づき、

前記トポロジーを構成する通信経路が利用できるか否かを判定し、

利用できるときはその通信経路を選択し、

利用できなくなっているときは前記トポロジーを構成する通信経路に代えて前記経路取得ステップで求めた通信経路を選択する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の通信経路設定方法。

【請求項 3】

前記通信状態取得ステップにおいて、

前記送信元端末と前記他通信端末との間の通信品質を取得しておき、

前記通信経路設定ステップでは、

その通信品質が所定基準以下の通信端末を含む通信経路を選択対象から除外する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の通信経路設定方法。

【請求項 4】

前記通信状態取得ステップの結果を格納する記憶手段を設けておき、

前記通信状態取得ステップでは、

各前記他通信端末との通信可否を表す情報を前記記憶手段に格納しておき、

前記通信経路設定ステップでは、

その通信可否を表す情報を前記記憶手段から取得し、

その情報に基づき通信不可の通信端末を含む通信経路を選択対象から除外する

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれかに記載の通信経路設定方法。

【請求項 5】

前記通信経路設定ステップでは、

前記トポロジーに従って前記送信元端末から前記送信先端末までパケットを中継する回数と、

前記トポロジーに従って各前記他通信端末から前記送信先端末までパケットを中継する回数と、

を前記トポロジーに基づき求め、

両者の比較により前記送信元端末が送信するパケットの転送先を決定する

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれかに記載の通信経路設定方法。

【請求項 6】

前記マルチホップ無線ネットワークはツリー状のトポロジーで構成されており、

10
20
30
40
50

前記アドレス付与ステップでは、

前記ツリーのルート通信端末、ルート通信端末からの最大許容中継回数、および各通信端末に接続可能な子端末の最大数を特定する情報を前記通信端末に保持させる

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれかに記載の通信経路設定方法。

【請求項 7】

前記アドレス付与ステップでは、

前記ツリーの最大深さ、各通信端末に接続可能な中継機器の最大数、および各通信端末に接続可能な非中継機器の最大数を特定する情報を前記通信端末に保持させる

ことを特徴とする請求項 6 に記載の通信経路設定方法。

【請求項 8】

前記経路取得ステップでは、

前記送信元端末と前記ルート通信端末の間の第 1 通信経路、

各前記他通信端末と前記ルート通信端末の間の第 2 通信経路、

および前記ルート通信端末と前記送信元端末の間の第 3 通信経路、

を前記トポロジーに基づき求め、

前記第 1 通信経路と前記第 3 通信経路を足し合わせてその重複部分を削除することで前記送信元端末から前記送信元端末までの通信経路を求め、

前記第 2 通信経路と前記第 3 通信経路を足し合わせてその重複部分を削除することで各前記他通信端末から前記送信元端末までの通信経路を求める

ことを特徴とする請求項 6 または請求項 7 に記載の通信経路設定方法。

【請求項 9】

前記通信経路設定ステップで選択した通信経路に基づき前記送信元端末が送信するパケットを転送することに失敗した際に、

前記通信経路設定ステップを再度実行して他の通信経路を選択する

ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 のいずれかに記載の通信経路設定方法。

【請求項 10】

請求項 1 ないし請求項 9 のいずれかに記載の通信経路設定方法をコンピュータに実行させることを特徴とする通信経路設定プログラム。

【請求項 11】

マルチホップ無線ネットワークを構成する通信端末であって、

パケットを送受信する通信部と、

前記マルチホップ無線ネットワークのトポロジーに従って定められた当該通信端末のアドレスを保持する記憶部と、

パケットの送信元端末とその周辺に存在する他通信端末との間の通信状態を取得する通信状態取得部と、

通信状態を取得した全ての前記他通信端末および前記送信元端末について、その通信端末から、前記送信元端末が送信するパケットの送信元端末までの通信経路を、前記アドレスを用いた所定の計算式で求める経路取得部と、

前記経路取得部が求めた通信経路の中の 1 つを選択して前記送信元端末が送信するパケットの転送先を決定する通信経路設定部と、

を備え、

前記通信経路設定部は、前記トポロジーを構成する通信経路に代えて前記経路取得部が求めた通信経路を選択する

ことを特徴とする通信端末。

【請求項 12】

前記通信経路設定部は、

前記通信状態取得部が取得した通信状態に基づき、

前記トポロジーを構成する通信経路が利用できるか否かを判定し、

利用できるときはその通信経路を選択し、

利用できなくなっているときは前記トポロジーを構成する通信経路に代えて前記経路取

10

20

30

40

50

得部が求めた通信経路を選択する

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載の通信端末。

【請求項 1 3】

前記通信状態取得部は、

前記送信元端末と前記他通信端末との間の通信品質を取得しておき、

前記通信経路設定部は、

その通信品質が所定基準以下の通信端末を含む通信経路を選択対象から除外する

ことを特徴とする請求項 1 1 または請求項 1 2 に記載の通信端末。

【請求項 1 4】

前記通信状態取得部の処理結果を格納する記憶手段を備え、

前記通信状態取得部は、

各前記他通信端末との通信可否を表す情報を前記記憶手段に格納し、

前記通信経路設定部は、

その通信可否を表す情報を前記記憶手段から取得し、

その情報に基づき通信不可の通信端末を含む通信経路を選択対象から除外する

ことを特徴とする請求項 1 1 ないし請求項 1 3 のいずれかに記載の通信端末。

【請求項 1 5】

前記通信経路設定部は、

前記トポロジーに従って前記送信元端末から前記送信先端末までパケットを中継する回数と、

前記トポロジーに従って各前記他通信端末から前記送信先端末までパケットを中継する回数と、

を前記トポロジーに基づき求め、

両者の比較により前記送信元端末が送信するパケットの転送先を決定する

ことを特徴とする請求項 1 1 ないし請求項 1 4 のいずれかに記載の通信端末。

【請求項 1 6】

前記マルチホップ無線ネットワークはツリー状のトポロジーで構成されており、

前記記憶部は、

前記ツリーのルート通信端末、ルート通信端末からの最大許容中継回数、および各通信端末に接続可能な子端末の最大数を特定する情報を保持する

ことを特徴とする請求項 1 1 ないし請求項 1 5 のいずれかに記載の通信端末。

【請求項 1 7】

前記記憶部は、

前記ツリーの最大深さ、各通信端末に接続可能な中継機器の最大数、および各通信端末に接続可能な非中継機器の最大数を特定する情報を保持する

ことを特徴とする請求項 1 6 に記載の通信端末。

【請求項 1 8】

前記経路取得部は、

前記送信元端末と前記ルート通信端末の間の第 1 通信経路、

各前記他通信端末と前記ルート通信端末の間の第 2 通信経路、

および前記ルート通信端末と前記送信先端末の間の第 3 通信経路、

を前記トポロジーに基づき求め、

前記第 1 通信経路と前記第 3 通信経路を足し合わせてその重複部分を削除することで前記送信元端末から前記送信先端末までの通信経路を求め、

前記第 2 通信経路と前記第 3 通信経路を足し合わせてその重複部分を削除することで各前記他通信端末から前記送信先端末までの通信経路を求める

ことを特徴とする請求項 1 6 または請求項 1 7 に記載の通信端末。

【請求項 1 9】

前記通信経路設定部が選択した通信経路に基づき前記送信元端末が送信するパケットを転送することに失敗した際に、

10

20

30

40

50

前記通信経路設定部の処理を再度実行して他の通信経路を選択することを特徴とする請求項 1 1 ないし請求項 1 8 のいずれかに記載の通信端末。

【請求項 2 0】

請求項 1 1 ないし請求項 1 9 のいずれかに記載の通信端末を 1 ないし複数有することを特徴とす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】

【0 0 0 1】

本発明は、マルチホップ無線ネットワークを構成する通信端末が送信するパケットの通信経路設定方法、通信経路設定プログラム、通信端末、無線ネットワークシステムに関するものである。

10

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来、有線・無線を問わず、ネットワークシステムでは物理的な端末を特定する物理アドレスとは別に、主に転送のために状況に応じて変更可能なアドレスを用いる技術が多数存在している。

これらのシステムでは、端末がネットワークに加入する時点で何らかの手段（例えば DHCP: Dynamic Host Configuration Protocol）によってアドレスが割り当てられ、基本的には端末がネットワークから脱出するまでは同一のアドレスを用いる。

20

そして各端末は、周辺の端末との間でパケットを転送するために必要な情報を交換し、割り当てられたアドレスを用いて実際の転送を行う。

【0 0 0 3】

物理アドレスとは無関係なアドレスを用いることで、ネットワークの構造に応じたアドレスの割り当てを行うことが可能となり、ルーティングテーブルなどパケット転送用の情報量を圧縮することができる。

例えばインターネットでは、同一の端末を経由して外部に接続する複数の端末のアドレスの上位ビットを同一にすることで、複数の端末をあたかも 1 つであるかのように処理することが可能となっている。

【0 0 0 4】

30

また、下記非特許文献 1 に示されるように、ZigBee においては、コーディネータを頂点としたツリー状のトポロジーのネットワークを形成するが、この際に割り当てられるアドレスは、ツリー構造に基づいて計算された上で割り当てが行われる。

この結果、自身のアドレスと、各端末が共有しているツリー全体の特性を示すパラメータを用いることで、周辺端末と情報を交換することなく、自身に接続している複数の端末の中から、データを転送する端末を選択することができる。

この場合、ツリー構造を構成する端末間接続のみを用いて全ての通信が行われる。

【0 0 0 5】

【非特許文献 1】ZigBee Specification, ZigBee Alliance, 2005 (p 222 - 225)

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 6】

ZigBee では、端末の故障、もしくは障害物などによる端末間接続の切断などによって、ツリートポロジーを構成する端末間接続を用いた通信が不可能になった場合には、AODV (Ad Hoc On-Demand Distance Vector) 方式による転送処理を行う。

AODV 方式は、ネットワーク全体に対して経路要求パケットを送信することで宛先端末を発見する手法であるため、ネットワークに与える通信負荷が大きい。

ZigBee や AODV 方式以外の経路探索手法において経路要求パケットを送信する

50

場合は、同様にネットワークに与える通信負荷が大きくなる。

【 0 0 0 7 】

そのため、マルチホップ無線ネットワークのトポロジを構成する端末間接続が利用できない場合でも、その他の通信経路を取得して利用することができる通信経路設定方法が望まれていた。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

本発明に係る通信経路設定方法は、マルチホップ無線ネットワークを構成する通信端末が送信するパケットの通信経路を設定する方法であって、前記マルチホップ無線ネットワークのトポロジに従って定められた前記通信端末のアドレスを当該通信端末に保持させるアドレス付与ステップと、パケットの送信元端末とその周辺に存在する他通信端末との間の通信状態を取得する通信状態取得ステップと、通信状態を取得した全ての前記他通信端末および前記送信元端末について、その通信端末から、前記送信元端末が送信するパケットの送信先端末までの通信経路を、前記アドレスを用いた所定の計算式で求める経路取得ステップと、前記経路取得ステップで求めた通信経路の中の1つを選択して前記送信元端末が送信するパケットの転送先を決定する通信経路設定ステップと、を有し、前記通信経路設定ステップにおいて、前記トポロジを構成する通信経路に代えて前記経路取得ステップで求めた通信経路を選択するものである。

10

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る通信経路設定方法によれば、あらかじめ周辺の他通信端末との間の通信状態を取得して利用可能な端末間接続を把握しておくことにより、マルチホップ無線ネットワークのトポロジを構成する端末間接続が利用できない場合でも、その他の周辺端末との間の端末間接続のうち利用できるものを用いて、パケットを送信先に転送することができる。

20

したがって、マルチホップ無線ネットワークのトポロジを構成する端末間接続が利用できない場合でも、経路要求パケットをネットワーク全体に発する必要がなく、ネットワークにかかる通信負荷を抑えることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 0 】

実施の形態 1 .

30

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る無線ネットワークシステムの構成例である。

図 1 において、100a ~ 100l は無線通信を行う通信端末であり、ツリー状のネットワークトポロジを形成している。

【 0 0 1 1 】

通信端末間を結ぶ実線は、ツリートポロジを構成する通信経路を示す。パケットの転送は、通常は実線の通信経路を介して行われる。

通信端末間を結ぶ点線は、ツリートポロジを構成しない通信経路を示す。即ち、点線で結ばれる通信端末同士の通信は可能であるが、パケットの転送には通常は用いられない通信経路を示すものである。

40

また、図 1 の各通信端末中の数字は、各通信端末に割り当てられたネットワークアドレスを示すものである。

【 0 0 1 2 】

図 2 は、ツリーに最大数の通信端末を収容した状態のトポロジ構成例である。ここでは ZigBee のトポロジ例を示す。

図 2 において、ZC は「ZigBee Coordinator」、ZR は「ZigBee Router」、ZED は「ZigBee End Device」を指す。

ZC は、本発明における「ルート通信端末」に相当する。

ZigBee のクラスタツリートポロジでは、ツリー全体の特性を示すパラメータとして、以下のパラメータを設定することで、各通信端末のアドレスを自律的に付与する。

50

【 0 0 1 3 】

- (1) ツリーの最大深さ (d e p t h、以下 L)
- (2) ルータに接続する子ノードの最大数 (M a x C h i l d r e n、以下 C)
- (3) ルータに接続する子ルータの最大数 (M a x R o u t e r、以下 R)

【 0 0 1 4 】

図 2 は、L = 4、C = 3、R = 2 とした場合において、各通信端末を最大数収容した状態を示した。

例えば、接続可能な子ノードの最大数 (C) は 3、接続可能な子ルータの最大数 (R) は 2 であるため、通信端末 0 の子ノードとして 2 台の Z R と、1 台の Z E D を接続した。また、最大深さは 4 であるため、同様の接続を 4 段構成した。

10

【 0 0 1 5 】

図 3 は、本実施の形態 1 に係る通信端末 1 0 0 の機能ブロック図である。

通信端末 1 0 0 は、アンテナ 1 1 0、受信回路 1 2 0、受信データ処理部 1 3 0、送信データ生成部 1 4 0、送信回路 1 5 0、隣接端末管理部 1 6 0 を備える。また、隣接端末管理部 1 6 0 は、さらに通信状態取得部 1 6 1、経路取得部 1 6 2、通信経路設定部 1 6 3 を備える。

【 0 0 1 6 】

アンテナ 1 1 0 は、無線信号を送受信するものである。

受信回路 1 2 0 は、アンテナ 1 1 0 が受信した無線信号をデジタル情報に変換するなどの処理を行い、受信データとして受信データ処理部 1 3 0 に出力する。

20

受信データ処理部 1 3 0 は、受信データを処理し、必要な処理を行った後、隣接端末管理部 1 6 0 に必要なデータを送る。自端末宛のデータを受信した場合には、受信処理を行う。他端末宛のデータを受信した場合には、隣接端末管理部 1 6 0 から得られる情報を用いて転送先を決定し、そのデータを送信データ生成部 1 4 0 に出力する。転送先の決定については、後述する。

【 0 0 1 7 】

送信データ生成部 1 4 0 は、隣接端末管理部 1 6 0 から得られる隣接端末の情報を利用して周辺の端末への情報の送信および受信したデータの転送を行う。

送信回路 1 5 0 は、送信データ生成部 1 4 0 が生成した送信データを無線信号に変換しアンテナ 1 1 0 へ出力する。アンテナ 1 1 0 は、その無線信号を送信する。

30

【 0 0 1 8 】

隣接端末管理部 1 6 0 は、通信端末 1 0 0 の周辺に存在する端末の通信状態等を取得して保持し、通信端末 1 0 0 の通信経路の設定を行うものである。具体的な各機能は、通信状態取得部 1 6 1、経路取得部 1 6 2、通信経路設定部 1 6 3 がそれぞれ実行する。

【 0 0 1 9 】

通信状態取得部 1 6 1 は、受信回路 1 2 0 が受信した無線信号の受信電力等に基づき、通信端末 1 0 0 とその周辺に存在する他通信端末との間の通信状態を取得する。受信データ処理部 1 3 0 が取得した受信電力をそのまま取得するようにしてもよいし、通信状態取得部 1 6 1 自身が受信電力を取得する機能を備えていてもよい。

【 0 0 2 0 】

経路取得部 1 6 2 は、ツリートポロジータに基づき、通信端末 1 0 0 が送信するパケットの送信先端末までの通信経路を、計算によって求める。計算手法は後述する。

40

通信経路設定部 1 6 3 は、経路取得部 1 6 2 が求めた通信経路の中の 1 つを所定の基準に従って選択し、その通信経路に基づき、通信端末 1 0 0 が送信するパケットの転送先を決定する。詳細は後述する。

【 0 0 2 1 】

受信データ処理部 1 3 0、送信データ生成部 1 4 0、隣接端末管理部 1 6 0 は、その機能を実現する回路デバイスのようなハードウェアで構成することもできるし、CPU (C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t) やマイコンのような演算装置と、その動作を規定するソフトウェアとで構成することもできる。

50

【 0 0 2 2 】

以上、本実施の形態 1 に係る無線ネットワークシステムの全体構成と、通信端末 1 0 0 の構成について説明した。

次に、通信端末 1 0 0 の通信経路を設定する動作過程について説明する。まず、図 1 ~ 図 2 に示したようなツリートポロジを構成する際の各端末の初期動作について説明し、次にその後の通信経路設定動作を説明する。

【 0 0 2 3 】

図 1 ~ 図 2 に示したようなツリートポロジは、以下のような手順で構成される。

【 0 0 2 4 】

- (1) Z C (通信端末 1 0 0 a) は、自らにアドレス 0 を設定する。 10
- (2) Z C 以外の通信端末は、周辺の既にアドレスが与えられている端末の中から接続する端末を選択し、その端末よりアドレスの付与を受ける。
- (3) 例えば、図 1 ~ 図 2 の例では、通信端末 1 0 0 b は通信端末 1 0 0 a を接続先として選択し、接続する。通信端末 1 0 0 a は、次に説明する規則に従って通信端末 1 0 0 b にアドレスを付与する。

【 0 0 2 5 】

- (4) なお、ツリーの構成パラメータである L、C、R の値は、各通信端末で共有しておく。各端末にアドレスを付与する時にこれらのパラメータの値を渡してもよいし、後に通信を行って渡してもよい。
- (5) 接続した先の端末からアドレスを付与される際に、端末間接続の親子関係が成立する。即ち、接続先端末が親、接続元端末が子端末となる。 20

【 0 0 2 6 】

各通信端末が、自己に接続した他通信端末にアドレスを付与する際には、自己のツリー上の深さ d (自端末アドレスから求められる) を用いて、あらかじめ下記 (式 1) に示す $Cskip(d)$ という値を求めておき、その値を用いてアドレスの付与を行う。

【 数 1 】

$R \neq 1$ のとき、

$$Cskip(d) = \frac{1+C-R-C \times R^{L-d-1}}{1-R}$$

30

$R = 1$ のとき、

・・・ (式 1)

$$Cskip(d) = 1 + C \times (L - d - 1)$$

【 0 0 2 7 】

図 2 の例では、各値は以下ようになる。

- ・ $Cskip(0) = 22$
- ・ $Cskip(1) = 10$
- ・ $Cskip(2) = 4$
- ・ $Cskip(3) = 1$

【 0 0 2 8 】

40

$Cskip$ の値は、ツリーの各深さにおける子同士のアドレス間隔を示している。例えば通信端末 1 0 0 a の子 (1, 23, 45) のアドレス値は 22 ずつ離れている。

各通信端末は、この $Cskip$ 値を用いて、自己に接続する端末に対しアドレスを付与する。

【 0 0 2 9 】

以上、ツリートポロジを構成する際の各端末の動作について説明した。

次に、ツリートポロジを構成する端末間接続が利用できる場合におけるパケット転送先決定動作を説明する。

【 0 0 3 0 】

自端末のアドレスを A、パケットの送信先端末のアドレスを D とすると、パケットの次 50

の転送先端末のアドレス N は、下記 (式 2) で求められる。

【数 2】

(1) $A < D < A + R \times Cskip(d)$ の場合 (自身の子孫である場合)

$$N = A + 1 + Cskip(d) \left\lceil \frac{D - (A + 1)}{Cskip(d)} \right\rceil$$

(2) $A + R \times Cskip(d) < D < A + Cskip(d - 1)$ の場合 . . . (式 2)

(自身に直接接続している場合)

$$N = D$$

(3) その他の場合

$$N = \text{自らの親}$$

10

【0031】

通信端末 100 の経路取得部 162 は、上記 (式 2) を用いて、ツリートポロジを構成する通信経路を利用できる場合には、送信先端末に宛てたパケットの通信経路を計算により求める。

【0032】

次に、ツリートポロジを構成する通信経路を利用できない場合における、パケット転送先を決定する動作について説明する。

20

ツリートポロジを構成している通信経路上の全ての通信端末が正常に機能している場合は、パケット転送の上で特段の問題はないが、いずれかの通信端末が故障している場合や、もしくは障害物などの影響によって、ツリートポロジを構成する通信経路上の端末間接続が利用できなくなったときは、その通信経路を利用する通信が不可能になる。

そこで、ツリートポロジを構成していないが、パケットの転送に利用することのできる端末間接続、即ち図 1 の点線で示される端末間接続を利用することを考える。

【0033】

図 4 は、図 1 のツリートポロジの下で、トポロジを形成する端末間接続が利用不可になった例を示すものである。ここでは例として、通信端末 100c の故障、もしくは通信端末 100c ~ 100d 間の接続切れにより、これらの端末の間の端末間接続が利用できなくなったものとする。

30

なお、図 4 では、図 1 の各端末間接続のうち説明に不要なものの記載を省略した。

【0034】

図 4 に示す例では、通信端末 100d が通信端末 100j 宛のパケットを生成するかもしれないと想定し、通常のパケット転送先である通信端末 100c へ宛ててそのパケットを送信するよう試みたが、上述の理由により失敗したものとする。

この場合、複数の迂回経路のうち、最も通信コストの低いもの、例えばパケット中継回数が最も少ないものが選択される。

図 4 では、太実線は迂回経路のうち実際に選択されたもの、太点線は迂回経路のうち選択されなかったものを示す。

40

【0035】

通信端末 100d と通信端末 100j の間の通信経路を計算により求めるためには、Zc と通信端末 100d の間、および Zc と通信端末 100j の間のそれぞれで、上記 (式 2) で得られる転送先端末のアドレスを、両端の端末から開始して順に求めていけばよい。

また、迂回経路を求めるためには、通信端末 100d との端末間接続を有する通信端末のうちツリートポロジを構成しないものを列挙し、それぞれの端末について同様の手順で通信端末 100j との間の通信経路を計算により求めればよい。

以下、上記の手順について次のステップ (1) ~ (3) で詳細を説明する。

【0036】

50

(1) 通信端末100dと通信端末100jの間の通信経路

(1.1) 通信端末100dとZCの間の通信経路

通信端末100dの経路取得部162は、上記(式2)において、 $A = 0$ (ZCのアドレス)、 $D = 3$ (通信端末100dのアドレス)として、計算を実行する。

次に、通信端末100dの経路取得部162は、計算により得られた転送先端末のアドレスを用いて同様の計算を行い、その次の転送先端末のアドレスを求める。

同様の手順を繰り返し、通信端末100dからZCまでの通信経路を求める。

【0037】

(1.2) ZCと通信端末100jの間の通信経路

同様の手順により、ZCと通信端末100jの間の転送先端末のアドレスを求めることを繰り返し、両端末間の通信経路を計算により求める。

【0038】

(1.3) 計算結果の結合

上記(1.1)(1.2)の計算結果を結合し、重複部分を除去することで、通信端末100dと通信端末100jの間の最終的な通信経路を得ることができる。

図4の例の場合、最終的に得られる通信経路を端末アドレスで表記すると、通信端末100dとZCの間の通信経路は「3-2-1-0」、ZCと通信端末100jの間の通信経路は「0-1-12-21」である。重複する通信経路「0-1」を除去すると、通信経路「3-2-1-12-21」が得られる。

【0039】

(2) 周辺端末と通信端末100jの間の通信経路

(2.1) 周辺端末の把握

通信端末100dの通信状態取得部161は、通常時から通信端末100dと周辺端末の間の通信状態を監視し、周辺端末と通信可能であるか否かを把握しておく。これは、通信端末100dと通信可能な状態にある周辺端末を列挙する処理を兼ねている。監視結果は、図示しないメモリ等の記憶手段に格納しておく。

ただし、ここで列挙する周辺端末は、パケット中継機能を有するものに限る。例えばZEDのような低機能端末は対象から除外される。

図4の例の場合、通信端末100dの周辺端末として、通信端末100e、100f、100gが列挙されることになる。

【0040】

(2.2) 通信経路の計算

通信端末100dの経路取得部162は、(2.1)で列挙しておいた周辺端末について、ステップ(1)と同様の手順により、通信端末100jとの間の通信経路を計算により求める。

図4の例の場合、各周辺端末と通信端末100jとの間の通信経路との間の通信経路は以下ようになる。

【0041】

- ・通信端末100e：「4-3-2-1-12-21」
- ・通信端末100f：「11-2-1-12-21」
- ・通信端末100g：「12-21」

【0042】

(3) 通信経路の決定

(3.1) 自身を経由する通信経路を除く

通信端末100dの通信経路設定部163は、通信端末100d自身を経由する通信経路を、最終的に選択する通信経路から除外する。ここでは、通信端末100eに係る通信経路が除外される。

【0043】

(3.2) 通信に失敗した端末を経由する通信経路を除く

通信端末100dの通信経路設定部163は、ステップ(2.1)の監視結果を記憶手

10

20

30

40

50

段から取得し、通信に失敗した端末を経由する通信経路を、最終的に選択する通信経路から除外する。ここでは、先に説明した前提条件により、通信端末100cとの間の端末間接続が利用できなくなっているため、同端末を経由する、通信端末100fに係る通信経路が除外される。

【0044】

(3.3) 中継パケットの場合は、中継元端末を経由する通信経路を除く

通信端末100dの通信経路設定部163は、通信端末100jに送信しようとしているパケットが、他の通信端末から通信端末100j宛に送信された中継パケットである場合は、その中継元端末を経由する通信経路を、最終的に選択する通信経路から除外する。

これは、中継元端末がツリートポロジを構成していない端末間接続を利用して通信端末3にパケットを中継した場合に、通信経路がループすることを避けるために必要となる処理である。

例えば、通信端末100dから通信端末100cへの通信に失敗した結果、通信端末100fに転送が行われた場合、通信端末100fは通信端末100dを経由する通信経路を選択することはできない。

【0045】

(3.4) 中継回数が最も少ない通信経路を選択する

通信端末100dの通信経路設定部163は、上記(3.1)～(3.3)の処理で残った通信経路の中から、中継回数が最も少ない通信経路を選択する。ここでは、通信端末100gに係る通信経路が選択される。

最終的に、図4の太実線で示される通信経路「3-12-21」が利用される。

【0046】

以上、通信端末100dと通信端末100jの間の迂回経路を求める手順について説明した。

最終的に選択した通信経路でのパケット転送に失敗した場合は、通信に失敗した端末をステップ(2.1)の監視結果に追加して、再度上記(1)～(3)の手順を実行する。

選択可能な転送先がなくなった場合には、以下のいずれかを実行してもよい。

【0047】

(1) 従来と同様に、ネットワーク全体に対して経路要求パケットを送信して転送先を探索する。

(2) 周辺端末の中から、アドレスが近い端末を選択してパケットを転送する。このときツリー上のdepthが異なる端末は、選択の優先順位を下げるとよい。

(3) 合理的に転送先を求めることが不可能な状況であるため、完全に通信に失敗したとして転送を断念する。

【0048】

以上のように、本実施の形態1によれば、ツリートポロジを構成している端末間接続が利用できなくなったときに、ネットワーク全体に対して経路要求パケットを送信することなく、迂回経路を計算によって求めることができる。

これにより、ネットワークに与える通信不可を抑え、遅延の削減、無駄な通信量の削減などの効果を発揮することができる。

【0049】

また、本実施の形態1に係る通信端末100と、従来の通信端末とが同一の無線ネットワークシステム内に混在していても、両者が並存可能であるという利点もある。

両者の端末が混在していても、従来の端末で転送失敗が発生したときは従来通りに経路要求パケットが送信され、本実施の形態1に係る端末で転送失敗が発生したときは迂回経路が計算により求められるので、両者の動作が衝突することはない。

【0050】

実施の形態2.

実施の形態1では、ツリートポロジを構成する端末間接続が利用できないときに、迂回経路を計算で求める手法を説明したが、ツリートポロジを構成する端末間接続の利用

10

20

30

40

50

可否を問わず、最もコストの低い通信経路を選択するため、通常経路と迂回経路を併せて常に実施の形態 1 で説明した手法を用いて最適な通信経路を選択するようにしてもよい。

【0051】

実施の形態 3 .

実施の形態 1 で説明したステップ (3 . 1) ~ (3 . 4) に加えて、下記の条件を通信経路の選択の際に加えることもできる。

【0052】

(3 . 5) 通信品質が所定基準以下の周辺端末を除く

通信端末 100d の通信状態取得部 161 は、周辺端末との間の通信状態を把握しておく際に通信品質の指標として各周辺端末との間の通信成功率を図示しないメモリ等の記憶手段に格納しておく。

通信端末 100d の通信経路設定部 163 は、その通信成功率を参照し、通信成功率が所定基準以下の周辺端末を含む通信経路は、選択対象から除外する。

【0053】

この条件判定を行うための通信成功率の閾値と、(3 . 1) ~ (3 . 4) の間もしくはその後のいずれの位置で本条件判定を行うかによって、中継回数と通信成功率とのバランスを調整することができる。

例えば、通信成功率が低い転送回数の少ない通信経路と、通信成功率が高い転送回数の多い通信経路と、のいずれを優先するかを調整することが可能である。

【0054】

実施の形態 4 .

図 5 は、本実施の形態 4 に係る通信端末が備える記憶手段に格納される通信状態テーブルの構成とデータ例を示すものである。ここでは、図 4 で説明した通信端末 100d が備えている同テーブルのデータ例を示す。

【0055】

本実施の形態 4 において、通信端末 100d は、RAM (Random Access Memory) 等の書き込み可能な記憶手段を備えており、通信状態取得部 161 は、図 5 に示す通信状態テーブルを同記憶手段に格納する。

その他の構成は、実施の形態 1 ~ 3 と同様であるため、説明を省略する。

【0056】

通信状態テーブルは、「アドレス」列、「関係」列、「通信品質」列、「利用可否」列を有する。

「アドレス」列には、通信端末 100d の周辺端末のアドレスが格納される。

「関係」列には、通信端末 100d と、「アドレス」列の値で特定される周辺端末との間の親子関係を表す値が格納される。通信端末 100d と当該周辺端末が、ツリートポロジを構成する端末間接続で接続されている場合は、「親/子」のいずれかが格納される。それ以外の周辺端末については、「他」が格納される。

「通信品質」列には、通信端末 100d と、「アドレス」列の値で特定される周辺端末との間の通信品質を表す値が格納される。図 5 では、受信信号強度をもって通信品質を表した例を示したが、その他の指標を用いてもよい。

「利用可否」列には、「アドレス」列の値で特定される周辺端末を迂回経路として用いることができるか否かの判断結果が格納される。

【0057】

通信端末 100d の通信状態取得部 161 は、通信端末 100d と周辺端末の間の通信状態を、受信信号強度をもって判定し、その受信信号強度の値を通信状態テーブルの「通信品質」列に格納する。

また、連続して通信に失敗した周辺端末等の、通信状態が所定基準を満たさない周辺端末については、端末間接続の一時的な異常ではなく当該周辺端末の故障等の恒常的な異常であるとして、「利用可否」列に、迂回経路として利用できない旨を表す「否」を格納する。その他の周辺端末については「可」を格納する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

通信経路設定部 1 6 3 は、通信経路の候補の中から 1 を選択する際に、この通信状態テーブル（特に「利用可否」列の値）を参照し、通信が失敗する可能性が高い周辺端末を含む通信経路を選択対象から除外する。

これにより、迂回経路の選択を効率的に行うことができ、また、迂回経路を選択してパケット転送を行った後に通信が失敗するような通信口スを排除することができる。

【 0 0 5 9 】

また、通信経路設定部 1 6 3 は、通信経路の候補の中から 1 を選択する際に、この通信状態テーブル（特に「利用可否」列の値）を参照することにより、当該周辺端末の無線利用状況や負荷を考慮することができる。

10

これは、通信の可否が端末間接続以外の要因によっても左右される場合に奏効する。

例えば、通信端末 1 0 0 d と周辺端末の間の通信が失敗する要因には、端末間接続切れ以外にも、隠れ端末問題などに起因する無線信号の衝突がある。そこで、端末間接続が利用できるか否かという判断基準ではなく、総合的に当該周辺端末と通信できるか否かにより、その周辺端末を転送先に含めるか否かを判断する。

これにより、確実に利用できる迂回経路を選択する可能性が高まり、通信の確実性などが向上する。

【 0 0 6 0 】

実施の形態 5 .

以上の実施の形態 1 ~ 4 において、Z i g B e e ネットワークのツリートポロジを例に説明を行ったが、本発明の適用対象は Z i g B e e ネットワークに限られるものではなく、端末のアドレスが当該端末のトポロジ上の位置を計算によって求めることが可能なネットワークであれば、任意のネットワーク構成手法やアドレス割り当て手法に適用することができる。

20

例えば、上記（式 1）（式 2）以外の計算式を用いて、端末のアドレスに基づきパケットの転送先を計算により求めることができるものであれば、ネットワーク構成手法やアドレス割り当て手法は問わない。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 1 】

【 図 1 】 実施の形態 1 に係る無線ネットワークシステムの構成例である。

30

【 図 2 】 ツリーに最大数の通信端末を収容した状態のトポロジ構成例である。

【 図 3 】 実施の形態 1 に係る通信端末 1 0 0 の機能ブロック図である。

【 図 4 】 図 1 のツリートポロジの下で、トポロジを形成する端末間接続が利用不可になった例を示すものである。

【 図 5 】 実施の形態 4 に係る通信端末が備える記憶手段に格納される通信状態テーブルの構成とデータ例を示すものである。

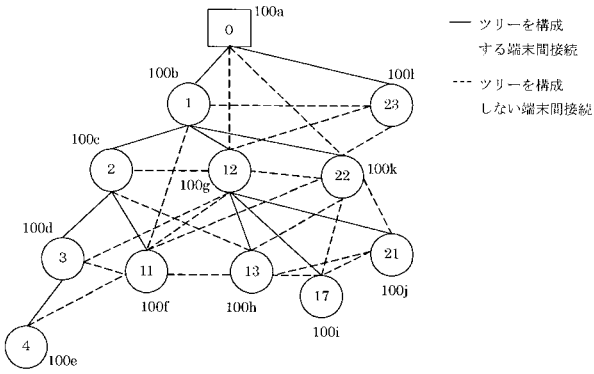
【 符号の説明 】

【 0 0 6 2 】

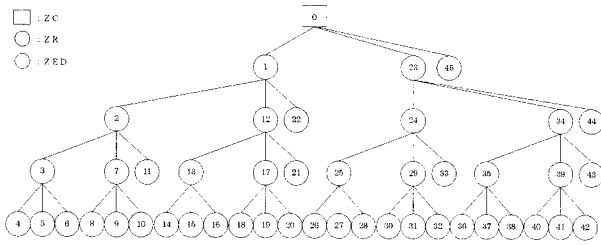
1 0 0 通信端末、 1 1 0 アンテナ、 1 2 0 受信回路、 1 3 0 受信データ処理部、 1 4 0 送信データ生成部、 1 5 0 送信回路、 1 6 0 隣接端末管理部、 1 6 1 通信状態取得部、 1 6 2 経路取得部、 1 6 3 通信経路設定部。

40

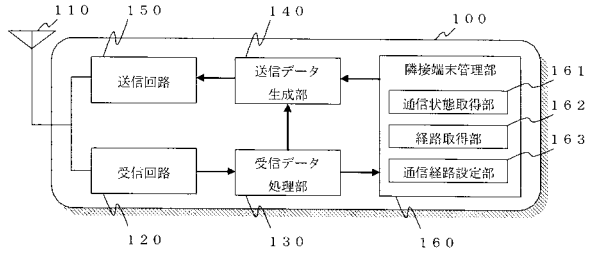
【図1】



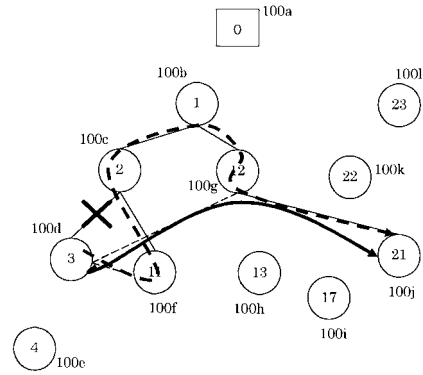
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

アドレス	関係	通信品質	利用可否
2	親	-65	可
4	子	-70	可
11	他	-75	可
12	他	-80	否

フロントページの続き

(72)発明者 柳原 健太郎

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社内

Fターム(参考) 5K067 AA21 BB21 CC08 DD11 EE02 EE06 EE25 FF02 FF16 HH22

HH23

5K072 AA21 CC01 EE04 EE13 FF12 FF27 GG14