

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02007/091738

発行日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(43) 国際公開日 平成19年8月16日(2007.8.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
HO4W 76/02 (2009.01)	HO4Q 7/00 582	5K067
HO4W 74/08 (2009.01)	HO4Q 7/00 574	
HO4W 84/18 (2009.01)	HO4Q 7/00 633	
HO4W 88/04 (2009.01)	HO4Q 7/00 652	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 46 頁)

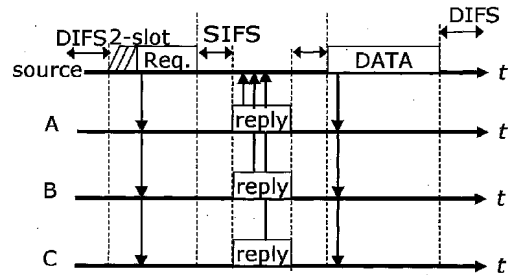
出願番号 特願2007-557920 (P2007-557920)	(71) 出願人 504132881 国立大学法人東京農工大学 東京都府中市晴見町3-8-1
(21) 国際出願番号 PCT/JP2007/052805	
(22) 国際出願日 平成19年2月9日(2007.2.9)	
(31) 優先権主張番号 特願2006-34598 (P2006-34598)	(74) 代理人 100094488 弁理士 平石 利子
(32) 優先日 平成18年2月10日(2006.2.10)	(72) 発明者 長谷川 圭吾 日本国東京都府中市晴見町3-8-1
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	(72) 発明者 藤井 威生 日本国東京都府中市晴見町3-8-1
	Fターム(参考) 5K067 AA13 BB21 CC08 DD44 EE02 EE25 GG01

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 通信端末、通信方法および通信システム

(57) 【要約】

端末Aの制御部A-11は、DIFS時間およびバックオフ時間の間、受信電力監視部A-8に周囲の電力を監視させて、キャリアセンスを行う。DIFS時間およびバックオフ時間が終了したら、データパケットのIDを付加したRequestパケットをブロードキャストする。Requestパケットを受信した端末は、Requestパケットに付加しているデータパケットのIDを見て、未受信のデータパケットであれば、reply信号を送信する。端末Aが受信するreply信号の受信電力が閾値を越えた場合、制御部A-11はデータパケットをブロードキャストする。これにより、アドホックネットワークにおけるブロードキャストにおいて、無駄な送信の削減をし、端末がブロードキャストをしたデータパケットが確実に短時間で効率よく受信する通信端末、通信方法および通信システムを提供できる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ブロードキャストによりデータパケットのマルチホップ通信を行う通信端末において、  
端末 ID 情報およびデータパケットの ID 情報を含む Request パケットと、  
制御信号である reply 信号とを有し、

第 1 の Request パケットを受信する Request 受信手段と、  
前記 Request 受信手段で受信した、前記第 1 の Request パケットが有する  
データパケットの ID 情報から、前記データパケットを既に受信しているか否かの判断を  
行う判断手段と、

前記判断手段により、前記データパケットを受信していない場合、前記第 1 の Request  
パケット内のデータパケットの ID 情報を記録し reply 信号を送信する reply  
送信手段と、

前記 reply 送信手段により送信した前記 reply 信号に基づいてブロードキャスト  
された前記データパケットを受信するデータパケット受信手段と、

前記データパケット受信手段で前記データパケットを受信した後、任意に設定された検  
出時間内で周囲の通信状況を検出する検出手段と、

前記検出手段により前記検出時間内で周囲に通信があることを検出しなかった場合、第  
2 の Request パケットをブロードキャストする Request 送信手段と、

前記 Request 送信手段でブロードキャストした前記第 2 の Request パケッ  
トに応答する reply 信号を受信する reply 受信手段と、

前記 reply 受信手段により受信した前記 reply 信号が所定の閾値を越えた場合  
、前記データパケットをブロードキャストするデータパケット送信手段と、  
を特徴とする通信端末。

## 【請求項 2】

前記判断手段により、前記データパケットを受信していた場合、前記 Request 送信  
手段で送信された Request パケットを破棄する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の通信端末。

## 【請求項 3】

前記検出時間は乱数によって設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の通信端末。

## 【請求項 4】

前記検出手段により検出時間内で周囲に通信があること検出した場合、前記検出時間を一  
時停止して送信を待機する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 3 項の何れかに記載の通信端末。

## 【請求項 5】

受信したデータパケットの SNR を検知するデータパケット SNR 検知手段を更に有し、  
前記データパケット SNR 検知手段により受信したデータパケットの SNR が設定した  
閾値より小さければ、前記検出時間を短く成るべく設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項の何れかに記載の通信端末。

## 【請求項 6】

送信したデータパケットの回数を計測する送信回数計測手段を更に有し、  
前記送信回数計測手段で計測したデータパケットの回数が一定回数より多ければ、前記  
検出時間を短く成るべく設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項の何れかに記載の通信端末。

## 【請求項 7】

複数の端末で同じデータパケットの ID 情報を付加した Request パケットを保持し  
、該複数の端末が reply 信号を受信した場合に、協調ダイバーシチ送信を行う、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項の何れかに記載の通信端末。

## 【請求項 8】

パケットの衝突を通知する緊急信号送信手段を更に有し、

10

20

30

40

50

前記 R e q u e s t パケット受信手段またはデータパケット受信手段で R e q u e s t パケットまたはデータパケットを受信する際に、パケットが衝突して受信できなかった場合、前記緊急信号送信手段により緊急信号を送信する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 3 項の何れかに記載の通信端末。

【請求項 9】

受信した R e q u e s t パケットが有するデータパケットの I D 情報が、既に有しているデータパケットの I D 情報と同一の場合に S N R を検知する R e q u e s t パケット S N R 検知手段を更に有し、

前記 R e q u e s t パケット S N R 検知手段により受信した、既に有しているデータパケットの I D 情報と同一のデータパケットの I D 情報を有する R e q u e s t パケットの S N R が設定した閾値より大きい場合、前記検出時間を長く設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項の何れかに記載の通信端末。

【請求項 10】

ブロードキャストによりデータパケットのマルチホップ通信を行う通信方法において、

端末が、端末 I D 情報およびデータパケットの I D 情報を含む R e q u e s t パケットと、制御信号である r e p l y 信号とを有し、

第 1 の R e q u e s t パケットを受信する R e q u e s t 受信ステップと、

前記第 1 の R e q u e s t パケットが有するデータパケットの I D 情報から、前記データパケットを既に受信しているか否かの判断を行うステップと、

前記データパケットを受信していない場合、前記第 1 の R e q u e s t パケット内のデータパケットの I D 情報を記録し r e p l y 信号を送信するステップと、

送信した前記 r e p l y 信号に基づいてブロードキャストされた前記データパケットを受信するステップと、

前記データパケットを受信した後、任意に設定された検出時間内で周囲の通信状況を検出するステップと、

前記検出時間内で周囲に通信があることを検出しなかった場合、第 2 の R e q u e s t パケットをブロードキャストするステップと、

ブロードキャストした前記第 2 の R e q u e s t パケットに応答する r e p l y 信号を受信するステップと、

受信した前記 r e p l y 信号が所定の閾値を越えた場合、前記データパケットをブロードキャストするステップと、

を特徴とする通信方法。

【請求項 11】

データパケットをブロードキャスト送信するアドホック・マルチホップ通信システムにおいて、

データパケットを保有している端末は、当該データパケットの受信を必要している端末が周囲に存在しているかを確認するための R e q u e s t パケットを所定の優先順位で送信し、

前記 R e q u e s t パケットを受信した端末は、既に前記データパケットを受信しているときは応答しないが、未だ前記データパケットを受信していないときは当該データパケットの受信を必要としていることを意味する r e p l y 信号を送信し、

前記 R e q u e s t パケットを送信した前記端末は、一定電力以上の前記 r e p l y 信号を受信したときにのみ、前記データパケットをブロードキャストする

ことを特徴とする通信システム。

【請求項 12】

前記各端末は、前記データパケットを受け取った場合において、前記データパケットを送信した端末との距離を判断する機能（装置）を備え、前記距離が遠いほど前記待ち時間を短く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第 11 項に記載の通信システム。

【請求項 13】

10

20

30

40

50

前記各端末が、他の端末が送信する前記 R e q u e s t パケットの電力をモニタする装置（機能）を備えた請求の範囲第 2 項に記載のアドホック・マルチホップ通信システムであって、

前記データパケットを保有している前記各端末は、他の端末が送信した前記 R e q u e s t パケットの電力の大きさが大きいときは前記待ち時間を長く成るべく設定し、他の端末が送信した前記 R e q u e s t パケットの大きさが小さいときは前記待ち時間を短く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第 1 1 項または第 1 2 項に記載の通信システム。

【請求項 1 4】

前記各端末は、前記データパケットの送信回数を累積して記憶し、

前記累積した送信回数が多いときに前記待ち時間を短く成るべく設定し、  
前記累積した送信回数が少ないときに前記待ち時間を長く成るべく設定する、  
ことを特徴とする特許請求の範囲第 1 1 項から第 1 3 項に記載の通信システム。

【請求項 1 5】

前記端末のうち 2 つの端末がダイバーシチ送信における 2 つのアンテナとして機能することを特徴とする通信システム。

R e q u e s t パケットを送信した端末と、他の端末とが強調してダイバーシチ送信を行ったときは、当該他の端末は R e q u e s t パケットを送信しないようにできる。

【請求項 1 6】

前記各端末は、複数の R e q u e s t パケットまたはデータパケットを同時受信したときは、前記 r e p l y 信号を送信せずに、r e p l y 信号に割り当てられている時間と重複しないように、R e q u e s t パケットの再送要求を送信し、

前記 R e q u e s t パケットの再送要求を受信した前記端末は、R e q u e s t パケットを再送する、

ことを特徴とする請求の範囲第 1 1 項に記載の通信システム。

【請求項 1 7】

前記各端末は、複数の前記 R e q u e s t パケットまたはデータパケットを同時受信したときは、r e p l y 信号を送信せずに、当該 r e p l y 信号に割り当てられている時間に R e q u e s t パケットの再送要求を r e p l y 信号とは異なる符号送信すること請求の範囲第 1 1 項に記載の通信システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、アドホックネットワークにおいてブロードキャスト通信を行う通信端末、通信方法および通信システムに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、集中制御局を必要とせず自律分散的に形成されるアドホックネットワークが注目を集めている。アドホックネットワークは移動端末だけで構成することが可能であるため、柔軟性に優れており、現在多く用いられているセルラ通信や無線 LAN、今後急速な発展が予想される ITS ( Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム ) など様々なネットワークに対応することでシームレスな通信を実現でき、これまでサービスの提供が困難であった場所でも手軽に情報を得ることができるようになると考えられている。

災害時において基地局などのインフラが被害を受けた際、緊急の通信網として、端末間の通信のみですむアドホックネットワークは有用であると考えられる。

アドホックネットワークでは、送信元（ソース）となる端末と直接通信を行うことができない端末は、マルチホップ通信により他の端末が中継を行うことで情報の受信を可能とする。

しかしアドホックネットワークは、インフラが無いために、送信開始時間を制御するア

10

20

30

40

50

クセス制御が難しいことや、近隣の端末や受信する端末の正確な位置情報を特定するルート制御が困難といった技術的課題が挙げられる。

そこで、基本的な通信方法として、まずは自端末の通信可能領域内にある全端末にデータを送信するブロードキャストを行う手法がある。このブロードキャストはルーティングや全端末への情報配信を行う場合に利用され、そのデータ転送をフラディングと呼ぶ。フラディングは、ブロードキャストパケットを受信した端末が、必ず1回リブロードキャストを行うことで全端末にブロードキャストパケットを行きわたらせる手法である。しかし、単純にブロードキャストパケットを受信した端末が全て、パケットをリブロードキャストしてしまうと、トラヒックが急増して、パケットが衝突する確率が増え、全体のデータ伝送が滞ってしまう(ブロードキャストストーム問題)。

10

よって、最小のブロードキャスト数で全ての端末にデータを送信することが課題となる。

ブロードキャストストーム問題を解決するために、従来の技術では、確率的に中継を行うか行わないかを決定する手法、中継を行う前に同じデータパケットを一定回数以上重複して受け取った場合は中継を中止する手法、端末間の距離を既知と仮定し、データパケットを受け取った端末との距離が一定以上ならば中継、それ以下ならば中止するという手法、GPSを使って、データパケットを受け取った端末との位置関係を調べ、自身のブロードキャストによってブロードキャストの範囲が一定面積以上に拡大できるならば中継する手法、あらかじめアドホックネットワーク内にクラスタと呼ばれる小さなネットワークを複数構成しておき、クラスタ内の特定の端末だけがブロードキャストを行う手法が提案されている(Yu - Chee Tseng, Sze - Yao Ni, Yuh - Shyan Chen, and Jang - Ping Sheu, "The Broadcast Storm Problem in a Mobile Ad Hoc Network," Proceedings of the 5th annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking, Washington, United States, pp. 151 - 162, 1999. 参照)。しかし、上記手法では、重複中継数は減少するものの確実に全端末にデータを届けることができない可能性が生じてしまう。

20

ところで、アドホックネットワークにおけるMACプロトコルの主な種類として、CSMA/CA方式(Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance: 衝突回避機能付き搬送波感知多重アクセス方式)とRTS/CTS方式(Request to Send/Clear to Send)がある(LAN MAN Standard committee of the IEEE Computer Society, "Information technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," ANSI/IEEE Standard 802.11-1999 (R2003), June 2003. 参照)。

30

CSMA/CA方式とは、同一チャンネルに複数の端末が通信をする際の競合を回避する手法である。動作例を図18に示す。パケットの送信を試みる端末A、Bは、まずチャンネルが使用中であるビジーから使用中でないアイドルに代わった後、DIFS(Distributed Inter Frame Space: 分散制御用フレーム間隔)の時間において、他端末のチャンネルの使用状況をセンスする(キャリアセンス)。チャンネルが空き状態であれば、端末A、Bは乱数によりコンテンションウィンドウ(CW)を設定する。一方、もしチャンネルが使用中であれば、チャンネルが空くまで待ち、チャンネルが空き状態になった後、再度DIFS時間の時間をおく。その後、前述のチャンネルが空き状態だった

40

50

場合と同様に端末 A、B は乱数により CW を設定する。

この CW は、端末が同時にパケットを送信することによるパケットの衝突を低減させるために用いられる。この CW は通常端末毎に乱数により確率的に大きさが与えられ、その CW に一定時間 (Slot Time) を掛けたバックオフ時間の間送信を待機して、端末同士の衝突の確率を下げるようにしている。

チャンネルが空いている間、端末のバックオフ時間は一定時間 (Slot Time) 毎に減少 (カウントダウン) する。このカウントダウンにより、CW の大きさが 0 になった端末が送信権を持つこととなる。図 18 において、もし端末 A のバックオフ時間が 0 にならない間に端末 B のバックオフ時間が 0 になって、端末 B がパケットを送信しチャンネルが使用中になると、再び端末 A は待機状態となり、端末 B のパケット送信が終了すると、端末 A は、アイドル状態になった後、DIFS の期間が経過するまで、バックオフ時間をそのまま保持する。DIFS 経過後、再度カウントダウンを開始し、端末 A のバックオフ時間が 0 になったとき、端末 A はパケットの送信を開始する。ここで、もし複数の端末 (端末 A、端末 C) のバックオフ時間が同時に 0 になると、衝突が発生する。そして、衝突を起こしてパケットの送信ができなかった端末は、新たにバックオフ時間を設定することで再度の送信機会をうかがう。

この方式では、送信端末の通信範囲外に端末があった場合、その端末が送信端末からの通信を知らずに送信してしまい、パケットが衝突してしまう隠れ端末問題が生じてしまう。

RTS /CTS 方式とは、ユニキャスト通信において、特定の受信端末へのデータ送信が可能か確認をしてデータを送信する手法である。図 19 に動作例を示す。送信端末 A が受信端末 B に RTS (送信要求) メッセージを送る。受信端末 B が RTS メッセージを受信し、データの受信が可能であれば、送信端末 A へ CTS (受信準備完了) メッセージを返す。CTS メッセージを受信した送信端末 A は受信端末 B へデータを送信する。

通信に関与しない端末 C、D が RTS または CTS を受信した場合は、通信に関与しないので送信を控える。この通信を控えるフラグとなるものが NAV であり、この NAV が設定されている場合は、当該端末は送信禁止状態となる。

しかし、RTS /CTS 方式はユニキャスト通信を想定しているため、ブロードキャストでこの方式を行うと、CTS メッセージを受け取るときに、同時に複数の端末から CTS メッセージが返されることになり、CTS メッセージが衝突してしまう。

よって、ブロードキャストにおいても、RTS /CTS 方式のようにパケットの送信が可能かどうか確認をし、かつ CSMA /CA 方式でキャリアセンスをして他端末から送信されたパケットとの衝突を防ぐシステムが必要とされる。

【発明の開示】

【0003】

アドホックネットワークを用いてパケットをブロードキャストする際、受信可能なエリア内の端末密度が高い場合などは、既にエリア内の多くの端末がそのパケットを受信しているにも関わらず、パケットを受信した端末がリブロードキャストを行ってしまい、冗長な通信が頻繁に発生して通信リソースを浪費してしまう。また、トラヒックの増加に伴うデータの衝突や、他の通信との競合が増加し、スループットを更に下げることとなる。

この発明はこのような点に鑑みてなされたもので、アドホックネットワークにおけるブロードキャストにおいて、無駄な送信の削減をし、端末がブロードキャストをしたデータパケットが確実かつ短時間で効率よく受信する通信端末、通信方法および通信システムを提供することを目的としている。

発明の概要

本発明は以下を要旨とする。

1. ブロードキャストによりデータパケットのマルチホップ通信を行う通信端末において、  
 端末 ID 情報およびデータパケットの ID 情報を含む Request パケットと、  
 制御信号 (典型的には受信電力) である reply 信号とを有し、

- 第1のRequestパケットを受信するRequest受信手段と、  
 前記Request受信手段で受信した、前記第1のRequestパケットが有するデータパケットのID情報から、前記データパケットを既に受信しているか否かの判断を行う判断手段と、  
 前記判断手段により、前記データパケットを受信していない場合、前記第1のRequestパケット内のデータパケットのID情報を記録しreply信号を送信するreply送信手段と、  
 前記reply送信手段により送信した前記reply信号に基づいてブロードキャストされた前記データパケットを受信するデータパケット受信手段と、  
 前記データパケット受信手段で前記データパケットを受信した後、任意に設定された検出時間内で周囲の通信状況を検出する検出手段と、  
 前記検出手段により前記検出時間内で周囲に通信があることを検出しなかった場合、第2のRequestパケットをブロードキャストするRequest送信手段と、  
 前記Request送信手段でブロードキャストした前記第2のRequestパケットに応答するreply信号を受信するreply受信手段と、  
 前記reply受信手段により受信した前記reply信号が所定の閾値を越えた場合、前記データパケットをブロードキャストするデータパケット送信手段と、  
 を特徴とする通信端末。
2. 前記判断手段により、前記データパケットを受信していた場合、前記Request送信手段で送信されたRequestパケットを破棄する、  
 ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の通信端末。
3. 前記検出時間は乱数によって設定する、  
 ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の通信端末。
4. 前記検出手段により検出時間内で周囲に通信があること検出した場合、前記検出時間を一時停止して送信を待機する、  
 ことを特徴とする請求の範囲第1項から第3項の何れかに記載の通信端末。
5. 受信したデータパケットのSNRを検知するデータパケットSNR検知手段を更に有し、  
 前記データパケットSNR検知手段により受信したデータパケットのSNRが設定した閾値より小さければ、前記検出時間を短く成るべく設定する、  
 ことを特徴とする請求の範囲第1項から第4項の何れかに記載の通信端末。
6. 送信したデータパケットの回数を計測する送信回数計測手段を更に有し、  
 前記送信回数計測手段で計測したデータパケットの回数が一定回数より多ければ、前記検出時間を短く成るべく設定する、  
 ことを特徴とする請求の範囲第1項から第4項の何れかに記載の通信端末。
7. 前記各端末のうち2つの端末がダイバーシチ送信における2つのアンテナとして機能することを特徴とする通信システム。
8. パケットの衝突を通知する緊急信号送信手段を更に有し、  
 前記Requestパケット受信手段またはデータパケット受信手段でRequestパケットまたはデータパケットを受信する際に、パケットが衝突して受信できなかった場合、前記緊急信号送信手段により緊急信号を送信する、  
 ことを特徴とする請求の範囲第1項から第3項の何れかに記載の通信端末。
9. 受信したRequestパケットが有するデータパケットのID情報が、既に有しているデータパケットのID情報と同一の場合にSNRを検知するRequestパケットSNR検知手段を更に有し、  
 前記RequestパケットSNR検知手段により受信した、既に有しているデータパケットのID情報と同一のデータパケットのID情報を有するRequestパケットのSNRが設定した閾値より大きい場合、前記検出時間を長く設定する、  
 ことを特徴とする請求の範囲第1項から第4項の何れかに記載の通信端末。
10. ブロードキャストによりデータパケットのマルチホップ通信を行う通信方法におい

て、

端末が、端末ID情報およびデータパケットのID情報を含むRequestパケットと、制御信号であるreply信号とを有し、

第1のRequestパケットを受信するRequest受信ステップと、

前記第1のRequestパケットが有するデータパケットのID情報から、前記データパケットを既に受信しているか否かの判断を行うステップと、

前記データパケットを受信していない場合、前記第1のRequestパケット内のデータパケットのID情報を記録しreply信号を送信するステップと、

送信した前記reply信号に基づいてブロードキャストされた前記データパケットを受信するステップと、

前記データパケットを受信した後、任意に設定された検出時間内で周囲の通信状況を検出するステップと、

前記検出時間内で周囲に通信があることを検出しなかった場合、第2のRequestパケットをブロードキャストするステップと、

ブロードキャストした前記第2のRequestパケットに応答するreply信号を受信するステップと、

受信した前記reply信号が所定の閾値を越えた場合、前記データパケットをブロードキャストするステップと、

を特徴とする通信方法。

11. データパケットをブロードキャスト送信するアドホック・マルチホップ通信システムにおいて、

データパケットを保有している端末は、当該データパケットの受信を必要している端末が周囲に存在しているかを確認するためのRequestパケットを所定の優先順位で(所定待ち時間が経過した後に)送信し、

前記Requestパケットを受信した端末は、既に前記データパケットを受信しているときは応答しないが、未だ前記データパケットを受信していないときは当該データパケットの受信を必要としていることを意味するreply信号を送信し、

前記Requestパケットを送信した前記端末は、一定電力以上の前記reply信号を受信したときにのみ、前記データパケットをブロードキャストする

ことを特徴とする通信システム。

12. 前記各端末は、前記データパケットを受け取った場合において、前記データパケットを送信した端末との距離を判断する機能(装置)を備え、前記距離が遠いほど前記待ち時間を短く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第11項に記載の通信システム。

13. 前記各端末が、他の端末が送信する前記Requestパケットの電力をモニタする装置(機能)を備えた請求の範囲第2項に記載のアドホック・マルチホップ通信システムであって、

前記データパケットを保有している前記各端末は、他の端末が送信した前記Requestパケットの電力の大きさが大きいときは前記待ち時間を長く成るべく設定し、他の端末が送信した前記Requestパケットの大きさが小さいときは前記待ち時間を短く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第11項または第12項に記載の通信システム。

14. 前記各端末は、前記データパケットの送信回数を累積して記憶し、

前記累積した送信回数が多いときに前記待ち時間を短く成るべく設定し、

前記累積した送信回数が少ないときに前記待ち時間を長く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第11項から第13項に記載の通信システム。

15. 前記各端末のうち2つの端末がダイバーシチ送信における2つのアンテナとして機能することを特徴とする通信システム。

Requestパケットを送信した端末と、他の端末とが強調してダイバーシチ送信を行ったときは、当該他の端末はRequestパケットを送信しないようにできる。

10

20

30

40

50



16. 前記各端末は、複数の前記 Request パケットを同時受信したときは、前記 reply 信号を送信せずに、reply 信号に割り当てられている時間と重複しないように、Request パケットの再送要求を送信し、

前記 Request パケットの再送要求を受信した前記端末は、Request パケットを再送する、

ことを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の通信システム。

17. 前記各端末は、複数の前記 Request パケットを同時受信したときは、reply 信号を送信せずに、再送要求を前記 reply 信号とは符号分割された系列で送信する、

ことを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の通信システム。

10

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図 1】本発明の一実施形態に係る通信端末の概略構成を示すブロック図である。

【図 2】同上の実施形態における端末 source, A ~ D の空間配置図である。

【図 3】同上の実施形態における、データパケットを受信する動作を示すフローチャートである。

【図 4】同上の実施形態における、データパケットを受信する動作を示すタイムチャートである。

【図 5】同上の実施形態における、データパケットを中継送信するときの端末 A の動作を示すフローチャートである。

20

【図 6】同上の実施形態における、データパケットを中継送信するときの端末 A の動作を示すタイムチャートである。

【図 7】同上の実施形態における、データパケットを中継送信するときの端末 B の動作を示すタイムチャートである。

【図 8】計算機シミュレーションによる CSMA / CA での端末配置及び動作例である。

【図 9】計算機シミュレーションによる本発明での端末配置及び動作例である。

【図 10】計算機シミュレーションによる (a) パケット生存時間とパケット遅延、(b) パケットの到達率、(c) データ送信率を示すグラフである。

【図 11】受信 SNR による送信優先制御を行う際の概要を示す図である。

【図 12】受信 SNR による送信優先制御の動作を示すフローチャートである。

30

【図 13】協調ダイバーシチ送信を行う際の (a) 端末配置図、(b) タイムチャートである。

【図 14】Request パケット重複通知を行う際の概要を示す図である。

【図 15】Request パケット重複通知を行う際の、(a) スロット分割方式、(b) 符号分割方式のタイムチャートである。

【図 16】Request パケット受信 SNR による CW 延長の概要を示す図である。

【図 17】本発明の通信システムにおける基本動作の説明図である。

【図 18】従来の CSMA / CA 方式による通信方法の概要を示す図である。

【図 19】従来の RTS / CTS 方式による通信方法の概要を示す図である。

40

【0005】

発明の効果

請求の範囲第 1 から 9 項に記載の通信端末、請求の範囲第 10 項に記載の通信方法、請求の範囲第 11 項から第 16 項に記載の通信システムによれば、無駄な送信の削減をし、トラヒックを減らし、結果としてスループットを向上させることができる。

具体的には、(1) に記載の通信端末によれば、Request パケットをブロードキャストし、該 Request パケットに応答する reply 信号が所定の閾値を超えた場合、データパケットをブロードキャストする。よって、無駄なブロードキャストを削減することができ、帯域の占有時間や消費電力も少なくすることができる。また、周囲の通信状況を検出するので、通信範囲内に複数の端末が配置されていても、データパケットが衝突することなく、確実に送信される。

50

また、ネットワーク範囲内の通信においては、無駄なデータパケットの送信がないため、短時間でネットワーク内の全端末にデータパケットを送信することができる。

(2)に記載の通信端末によれば、Requestパケットの受信において、端末がデータパケットを受信していた場合に該Requestパケットを破棄するので、無駄なデータパケットの送信を削減することができる。

(3)に記載の通信端末によれば、検出時間を乱数によって設定するので、自端末からのRequestパケットが他の端末からのRequestパケットと衝突する確率を下げるができる。

(4)に記載の通信端末によれば、検出時間を一時停止して送信を待機するので、次のRequestパケット送信において、検出時間の終了を早めることができ、他の端末からのRequestパケットと衝突する確率を下げるができる。

(5)に記載の通信端末によれば、受信したデータパケットのSNRが小さい端末に対して、検出時間を短く成るべく設定するので、より遠くの端末へデータパケットを優先的に送信することができ、短時間でより広範囲にデータパケットを送信することができる。

(6)に記載の通信端末によれば、データパケットの送信回数が多い端末に対して、データパケットの中継に貢献し、該端末へ送信すれば確実にデータパケットを他の端末へ中継するとみなす。該端末に対して検出時間を短く成るべく設定するので、短時間でより確実かつ広範囲にデータパケットを送信することができる。

(7)に記載の通信端末によれば、同じデータパケットのID情報を付加したRequestパケットを保持し、reply信号を受信した複数の端末で、協調ダイバーシチ送信を行うので、ダイバーシチ利得を得てより確実にデータパケットを送信することができる。

(8)に記載の通信端末によれば、パケットが衝突しても、衝突を通知する緊急信号を送信するので、誤ってパケットが送信済みとなり、周囲の端末へパケットが届かなくなることが無く、確実にパケットをブロードキャストすることができる。

(9)に記載の通信端末によれば、既に有しているデータパケットのID情報と同一のデータパケットのID情報を有すRequestパケットのSNRが、設定した閾値より大きい場合、検出時間を長く設定するので、SNRの小さい、より遠い端末が優先的にデータパケットを送信することができ、データパケットをより遠くへ送信することができる。

(10)に記載の通信方法によれば、Requestパケットをブロードキャストし、該Requestパケットに応答するreply信号が所定の閾値を超えた場合、データパケットを送信する。よって、無駄なブロードキャストを削減することができ、帯域の占有時間や消費電力も少なくすることができる。また、周囲の通信状況を検出するので、通信範囲内に複数の端末が配置されていても、データパケットが衝突することなく、確実に送信される。

また、ネットワーク範囲内の通信においては、無駄なデータパケットの送信がないため、短時間でネットワーク内の全端末にデータパケットを送信することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る通信端末100の構成図である。なお通信端末100は、図2において後述する端末source, 端末A~Dの構成と同様である。

11は制御部であり、装置全体の制御を司る。

1は無線受信部であり、入力された信号を無線周波数からベースバンド信号に変換し、入力信号をアナログ信号からデジタル信号に変換(A/D変換)して制御部11へ送る。

2は無線送信部であり、制御部11から送られたデジタル信号をアナログ信号に変換(D/A変換)した後、信号を無線周波数に変換する。

3は変調・符号化部であり、送信するデータのデータ系列を符号化し、さらに変調を行う。4は復調・復号部であり、変調、符号化された受信信号を元のデータ系列に戻す。

5 はメモリであり、送信しようとするパケットの ID、受信したパケットの ID を記録する。また、データ系列の記録も行う。DIFS 時間や SIFS (Short Inter Frame Space: 短フレーム間隔) 時間の設定値も記憶している。なお、DIFS 時間と SIFS 時間は、IEEE 802.11 において規定されている固定値である。

6 は CW (コンテンションウインドウ) 設定部であり、CSMA/CA 方式における、衝突を回避するための CW を乱数によって設定する。

7 はタイマーであり、パケットを送信するまでの DIFS 時間、SIFS 時間、バックオフ時間を計測する。

8 は受信電力監視部であり、CSMA/CA 方式におけるキャリアセンス時、後に述べる reply 信号の受信において、受信電力の監視をおこなう。

9 は Request/reply 記憶部であり、Request パケットおよび reply 信号を格納するとともに、ブロードキャストを行うための手続きがどこまで完了したかを記録する。また、データパケットの送信を決定する reply 信号の受信電力の閾値を設定し格納する。この閾値は、あらかじめ決められた端末の通信可能範囲において、通信可能な最大距離での 1 端末からの受信電力を計算することで設定する。

10 は優先度判定部であり、受信 SNR (Signal-to-Noise Power Ratio) を推定する。

12 はアンテナであり、データパケット等の信号を送受信する。

13 はサーキュラーであり、アンテナ 12 で受信したパケットを無線受信部 1 へ送る。また、無線送信部 2 から送られたパケットをアンテナ 12 へ送る。

#### 【実施例 1】

#### 【0007】

図 2 は端末 source, A ~ D の空間配置図である。端末 source, 端末 A ~ D の構成は、通信端末 100 の構成と同様である。ここで、端末 A, B, C は、端末 source の送信可能範囲内に配置しているため、端末 source から送信されたデータパケットを受信することができるものとする。また、端末 D は、端末 source の送信可能範囲外であり、端末 A の送信可能範囲内に配置しているため、端末 D は端末 source から送信されたデータパケットを受信することができないが、端末 A から送信されたデータパケットは受信することができるものとする。

次に、上記構成の端末 100 の動作について説明する。以降、端末 A の構成について、「無線受信部 A-1」, …, 「アンテナ A-12」, というように表記する。

まず、端末 source の送信可能範囲にある端末 A, B, C が、端末 source からデータパケット X を受信する際の動作について、図 3 のフローおよび図 4 のタイムチャートを参照にして説明する。ここでは簡略のために、端末 A についてのみ説明するが、端末 B, C も同様の動作を行う。

端末 A の無線受信部 A-1 は、端末 source からブロードキャストされた Request パケットを受信する (ステップ S101)。この Request パケットには、この後端末 source から送信されるデータパケット X の ID 情報、端末 source の ID 情報、現在のホップ数等が含まれている。制御部 A-11 は Request パケットを復調・復号部 A-4 で復調を行った後、メモリ A-5 に記憶されている、既に受信したデータパケットの ID と、Request パケットに含まれているデータパケットの ID との比較を行う。

もし既に端末 A が受信していたデータパケットであれば (ステップ S103 で「No」)、制御部 A-11 はこの Request パケットを破棄する (ステップ S105)。

端末 A が受信していないデータパケットであれば (ステップ S103 で「Yes」)、制御部 A-11 は、受信した Request パケットに付加しているデータパケット X の ID を、メモリ A-5 に記録する (ステップ S107)。そして制御部 A-11 は、メモリ A-5 から SIFS の設定時間をタイマー A-7 に転送し、SIFS の時間の計測をスタートさせる。制御部 A-11 は、SIFS 時間の間受信電力監視部 A-8 に周囲の電力

10

20

30

40

50

を監視させて、キャリアセンスを行う（ステップS109，ステップS111で「No」）。

SIFS時間終了後（ステップS111で「Yes」）、制御部A-11はRequest/reply記憶部A-9からreply信号を呼び出し、変調・符号化部A-3で変調を行って無線送信部A-2を介して送信する（ステップS113）。ここでreply信号は一例としてパルス信号を用いることが可能であり、他の信号と衝突した場合でも受信側では電力の増加によるreply信号の検知が可能である。ここで、パルス信号の代わりに拡散信号もしくは通常の変調信号を利用してもよい。

そして、端末Aは端末sourceからブロードキャストされるデータパケットXを受信する（ステップS115）。

次に、端末A，B，Cが端末sourceから受信したデータパケットXを中継送信するときの動作について、図5のフローおよび図6のタイムチャートを参照にして説明する。ここでも、図3，図4において説明したと同様、簡略のために、端末Aについてのみ説明するが、端末B，Cも同様の動作を行う。

まず、制御部A-11は、CW設定部A-6にCWを設定させる（ステップS1）。次に制御部A-11は、メモリA-5からDIFSの設定時間をタイマーA-7に転送し、DIFS時間の計測をスタートさせる。制御部A-11は、DIFS時間の間送信を待機し、受信電力監視部A-8に周囲の電力を監視させて、キャリアセンスを行う（ステップS3）。

DIFS時間終了後、制御部A-11は、ステップS1で設定したCWに基づいて、タイマーA-7でバックオフ時間の計測をスタートさせる。制御部A-11は、バックオフ時間の間受信電力監視部A-8に周囲の電力を監視させて、キャリアセンスを行う（ステップS5）。

もし、バックオフ時間の間、端末Aの周囲で送受信を行っていることを示す電力を検知した場合は（ステップS7で「Yes」）、バックオフ時間を一時停止し（ステップS9）、次の送信まで待機する。

バックオフ時間が終了したら（ステップS11「Yes」）、制御部A-11はメモリA-5からこの後送信する予定のデータパケットXのIDを呼び出し、Request/reply記憶部A-9から呼び出したRequestパケットに付加する。そして、変調・符号化部A-3で変調を行って、無線送信部A-2を介してアンテナA-12からデータパケットXのIDを付加したRequestパケットをブロードキャストする（ステップS13）。そして制御部A-11は、Request/reply記憶部A-9にRequestパケットが送信完了したことを記録する（ステップS15）。

制御部A-11は、Requestパケットを送信すると同時に、メモリA-5からSIFSの設定時間をタイマーA-7に転送し、SIFS時間の計測をスタートさせる。SIFS時間経過後、端末Aはreply信号を受信するための待機時間が必要となる。制御部A-11は、SIFS時間+reply信号受信待機時間の間送信を待機し、受信電力監視部A-8に周囲の電力を監視させて、reply信号受信のための信号の監視を行う（ステップS17）。reply信号受信待機時間は、reply信号を送信した端末とRequestパケットを送信した端末との間の電波伝搬時間などを考慮したマージンとなる。

端末Aは、ステップS17でSIFS時間+reply信号受信待機時間の間送信を待機している間、周辺端末から受信するreply信号の電力を受信電力監視部A-8で監視する（ステップS19）。SIFS時間+reply信号受信待機時間が終了するまでに、reply信号の受信電力がRequest/reply記憶部A-9に記憶されたreply信号の受信電力の閾値を越えた場合（ステップS19で「Yes」）、制御部A-11はRequest/reply記憶部A-9に、直前に送信したRequestパケットの情報を記録する（ステップS21）。そして、データパケットXを送信するために、タイマーA-7にSIFS時間の計測を再スタートさせ、受信電力管理部A-8にキャリアセンスを行わせる（ステップS23）。

10

20

30

40

50

受信する `reply` 信号の受信電力が、`Request/reply` 記憶部 A - 9 に記憶されている閾値を超えず `SIFS` 時間 + `reply` 信号受信待機時間が終了した場合（ステップ S 19 で「No」）、端末 A の送信可能範囲にある端末からは `reply` 信号が送信されなかった、すなわち端末 A の送信可能範囲にはデータパケット X を持たない端末が存在しないとみなすことができるので、データパケット X を送信せず処理を終了する。これにより、データパケットの無駄なブロードキャストを削減することができる。

ステップ S 23 での `SIFS` 時間が終了したら（ステップ S 25 で「Yes」）、制御部 A - 11 はメモリ A - 5 からデータパケット X を読み出し、変調・符号化部 A - 3 で変調を行う。そして無線送信部 A - 2 を介してアンテナ A - 12 からデータパケット X をブロードキャストする（ステップ S 27）。

なお、ステップ S 17 ~ S 25 までの時間（`SIFS` 時間 × 2 + `reply` 信号受信待機時間）は、`DIFS` 時間よりも短く成るべく設定している。

ここで、端末 A に着目する。図 2 において、端末 A の送信可能範囲には、端末 `source`, B, C, D が配置しており、端末 A から送信されたパケットを受信することができる。

端末 A が端末 B, C より先にバックオフ時間を終了すると（ステップ S 11 で「Yes」）、端末 A はデータパケット X の ID を付加した `Request` パケットをブロードキャストする（ステップ S 13）。

端末 D については、端末 A の送信可能範囲にあるので、`Request` パケットの受信以降、上述したステップ S 101 ~ 115 の動作を行う。端末 D はまだデータパケット X を受信していないので（ステップ S 103 で「Yes」）、`reply` 信号を送信することになる（ステップ S 113）。端末 A はこの `reply` 信号を受信して、データパケット X をブロードキャストする（ステップ S 27）。

一方、端末 B, C は、既にデータパケット X を受信している（ステップ S 103 で「No」）ので、端末 A からの `Request` パケットを受信しても、`reply` 信号を送信せず `Request` パケットを破棄する（ステップ S 105）。

次に端末 B に着目する。端末 B は端末 A が先にバックオフ時間を終了し通信を始めたため（ステップ S 7 で「Yes」）、バックオフ時間を一時停止して待機している（ステップ S 9）。端末 A がデータパケットの送信を終了したところで、端末 B は `DIFS` 時間待機した後、一時停止していたバックオフ時間を再スタートしキャリアセンスを行う（ステップ S 5）。端末 B が周辺端末における電力を検知せず（ステップ S 7 で「No」）、バックオフ時間を終了すると（ステップ S 11 で「Yes」）、`Request` パケットをブロードキャストする（ステップ S 13）。しかし、端末 B の送信可能範囲には、既にデータパケット X を保持している端末 `source`, A, D しかなく、端末 `source`, A, D は `reply` 信号を送信しない。そのため、端末 B はデータパケットのブロードキャストを行わないことになる。図 7 にタイムチャートを示す。

端末 C についても同様である。

よって、各端末は無駄なデータパケットのブロードキャストを防ぐことができる。

なお、データパケットを中継する端末 A, B, C はステップ S 1 ~ S 27 の手順を行うが、端末 `source` については、データパケットの送信元であるので、ステップ S 1 ~ S 25 の手順を行わず、いきなりデータパケットを送信してもよいし、ステップ S 1 ~ S 25 の手順を行ってもよい。

計算機シミュレーションによる検討結果を以下に示す。図 8 に通常の全ての端末がブロードキャストを行うフラッディングの動作例、図 9 に本発明の動作例を示す。シミュレーションは、簡単のため ACK 等による再送手続きを行わず、端末は 10 個、配置は格子状とする。実線は送受信を行う端末同士であり、点線は通信範囲にあるが直接通信は行わない端末同士である。

図 10 (a) はネットワーク内の端末数における、パケットの生存時間と、パケット遅延時間を示す図である。パケットの生存時間とは、送信元（`source` とする）に呼が発生してから、ネットワーク内のすべての端末の中継手続きが終了するまでの時間である

10

20

30

40

50

。また、パケット遅延時間は、sourceがデータパケットを送信してからすべての端末にデータパケットが受信完了するまでの時間である。

図10(a)より、本発明の手法では、フラッディングより短時間でネットワーク内の端末にデータパケットが到達することがわかる。

図10(b)はパケットの到達率を示す。パケットの到達率は次式で示す。

$$\text{到達率[\%]} = \frac{\text{パケットの受信に成功した端末数}}{\text{ネットワーク内の全端末数}} \times 100 \quad \dots (1)$$

図10(b)より、本発明の手法による到達率の劣化がないことがわかる。

10

図10(c)はデータ送信を行う確率を示す。データ送信率は次式で示す。

$$\text{データ送信率[\%]} = \frac{\text{データ送信を行った端末数}}{\text{ネットワーク内の全端末数}} \times 100 \quad \dots (2)$$

図10(c)より、本発明の手法が、フラッディングよりもデータ送信を行った端末数が少なく、無駄なデータ送信が少ないことがわかる。

上記実施例に追加して、より効率のよいデータパケット中継方法を以下に記載する。

#### (1) 受信SNR基準による優先制御

図11に示すように、データパケットを送信した端末と受信した端末の距離が離れているほど、受信した端末が次にデータパケットを中継する際に、より広い範囲にわたって送信を行うことができる。そこで、受信SNR(Signal-to-Noise Power Ratio)が小さい端末ほど、データパケットを送信する端末との距離が離れているとみなし、受信SNRが小さい端末に対してCWの乱数の範囲[CWmin, CWmax]を小さくし、バックオフ時間の終了を早める設定をすることで優先的に中継送信させてもよい。

20

動作例のフローチャートを図12に示す。端末Zの元々のCWの乱数の範囲は、[CWmin, CWmax] = [0, 63]とする。端末Yよりデータパケットを受信した(ステップS201)端末Zは、データパケットよりSNR値を優先度判定部10で推定する(ステップS203)。SNRの値が13dBより大きければ(ステップS205)、端末Zは端末Yに近い位置にあるとみなされるので、CWの乱数の範囲を[CWmin, CWmax] = [0, 127]と大きくする(ステップS211)。

30

SNRの値が10dB以下であれば(ステップS205)、端末Zは端末Yより遠い位置にあるとみなされるので、CWの乱数の範囲を[CWmin, CWmax] = [0, 31]と小さくする(ステップS207)。

SNRの値が10dBより大きく13dB以下であれば(ステップS205)、端末YのCWの乱数の範囲は変更せず[CWmin, CWmax] = [0, 63]にする(ステップS209)。

これにより、より遠くにある端末に優先的にデータパケットを送信することで、短時間でより広範囲にデータパケットをブロードキャストできることになる。

40

なお、ここで示したSNRの具体的な値は環境や通信方式によって大きく異なるものであり、その環境に適した値を設定するものであり、ここで示したものが全てではない。

#### (2) ルーティング

複数のデータパケットを次々と受信して中継する場合、端末がデータパケットを中継送信する回数を記録する。中継送信する回数が多いほどデータパケットの中継に貢献しているものとして、CWの乱数の範囲を小さくしてもよい。

#### (3) 協調ダイバースチ

端末sourceから送信されたデータパケットを端末A、Bが受信し、端末Aが端末Dにデータパケットを中継送信する際、端末Aと端末Bが協調ダイバースチ送信を行ってもよい。図13(a)に端末配置図、(b)にタイムチャートを示す。データパケット

50

を中継送信する端末 A が R e q u e s t パケットをブロードキャストすると、端末 D がその R e q u e s t パケットを受信する他に、端末 A の送信可能範囲内にある端末 B もその R e q u e s t パケットを受信する。端末 D が r e p l y 信号を送信すると、端末 A だけではなく端末 B も受信することができる。端末 B はその直前に送信された端末 A からの R e q u e s t パケットに含まれているデータパケットの I D から、端末 A が端末 B も保持しているデータパケットを送信しようとしていることが判るので、端末 A とともにデータパケットを協調ダイバーシチ送信する。なお、ここでの協調ダイバーシチ送信には S T B C ( S p a c e T i m e B l o c k C o d e ) を用いる。

#### (4) R e q u e s t パケット重複通知

図 14 において、データパケットを中継する端末 A , B が R e q u e s t パケットを送信する際に、C W 設定がたまたま同じになりバックオフ時間が同時に終了してしまった場合、R e q u e s t パケットが衝突してしまう。その結果、周辺の端末 C、D、E が r e p l y 信号を送信することができない。これを解決するために、端末 C、D、E はパケット重複通知および再送要求を端末 A、B に送信する。具体的な方法として、スロット分割方式と符号分割方式がある。

図 15 ( a ) にスロット分割方式のタイムチャートを示す。端末 A と端末 B がブロードキャストした R e q u e s t パケットが端末 C において衝突した場合、端末 C は、S I F S 時間、あらかじめ設定された r e p l y 送信時間、S I F S 時間において、e m e r g e n c y 信号を端末 A、B に送信する。端末 A、B は、D I F S 時間をおいた後に、C W を再設定し、バックオフ時間が終了した端末 B から R e q u e s t パケットを再送信する。

図 15 ( b ) に符号分割方式のタイムチャートを示す。端末 A と端末 B がブロードキャストした R e q u e s t パケットが端末 C において衝突した場合、端末 C は、S I F S 時間をおいた後、あらかじめ設定された r e p l y 信号送信時間に e m e r g e n c y 信号を、異なる符号化をして端末 A、B に送信する。ここでは e m e r g e n c y 信号を C D M A 方式で送信する。e m e r g e n c y 信号を異なる符号で送信することで、もし端末 D、E から端末 A、B へ r e p l y 信号を送信したとしても、その符号により双方の信号が分離可能なため、e m e r g e n c y 信号のみを取り出すことが可能であり、端末 A、B が双方とも送信完了となってしまうことを避けることができる。

これらの方式を採用することで、e m e r g e n c y 信号を受信した端末 A、B は R e q u e s t パケット重複のため、r e p l y 信号の返信が無かったためにデータパケット送信済みと誤判断してしまうことを防ぐことが可能であり、再度 r e q u e s t パケットを送信することで確実な通信を行うことができる。

#### (5) R e q u e s t パケット受信 S N R による C W 延長

キャリアセンス中に、同一のデータパケット I D を付加している他端末からの R e q u e s t パケットを高い S N R で受信した場合、自端末の近隣でデータパケットの送信が行われると考えられるため、その直後にバックオフ時間が終了しデータパケットを送信することは効果的といえない。そこで、一定の S N R 以上で受信した近隣の端末は C W を増加させバックオフ時間を延長する。

図 16 において、端末 A ~ F は同一のデータパケットを保持しており、それぞれバックオフ時間経過後に R e q u e s t パケットを送信する状態である。受信 S N R の閾値を 15 d B とする。

端末 D が先にバックオフ時間を経過し、R e q u e s t パケットをブロードキャストすると、端末 A、B、C、E は S N R = 15 d B で受信する。よって、端末 A、B、C、E は C W を 10 増加させ、バックオフ時間を延長する。

一方、端末 F の受信 S N R は 10 d B である。よって C W はそのままである。

これにより、データパケットを送信した近傍の端末からの R e q u e s t パケットの送信が遅れるため、遠方の端末が先にデータパケットを送信する権利を得る可能性が高くなる。

以下、本発明の通信システム ( アドホック・マルチホップ通信システム ) について説明

する。

図17は、本発明の通信端末の処理を示すフローチャートである。

この通信システムでは、既に述べたようにデータパケットをブロードキャスト送信する。ここで、データパケットを保有している端末は、Requestパケットを、長さに重み付けがされている待ち時間が経過した後に送信する（この送信もブロードキャストされる。S210）。Requestパケットは、当該データパケットの受信を必要している端末が周囲に存在しているかを確認するためのデジタル信号である。

Requestパケットを受信した端末は、既にデータパケットを受信しているときは応答しないが、未だデータパケットを受信していないときはreply信号を送信する。reply信号は、当該データパケットの受信を必要としていることを意味する電力信号である。言い換えると、reply信号は、デジタル信号ではなく、有るか無いかを意味する信号である。

10

Requestパケットを送信した端末は、一定電力以上のreply信号を受信したときにのみ、データパケットをブロードキャストする。

図1の通信システムでは各端末は、データパケットを送信した端末との距離を判断する機能（装置）を備えることができる。図8においてすでに説明したように、本実施例では、各端末は、データパケットを受け取った場合において、距離が遠いほど確率的に短くなるような（短く成るべく）待ち時間を設定する。また、図1の通信システムでは各端末は、他の端末が送信するRequestパケットの電力をモニタする装置（機能）を備えることができる。データパケットを保有している各端末は、他の端末が送信したRequestパケットの大きさが大きいときは確率的に長くなるような待ち時間を設定し、他の端末が送信したRequestパケットの大きさが小さいときは確率的に短くなるような待ち時間を設定することができる。

20

さらに、図1の通信システムでは各端末は、図16において説明したように、データパケットの通信単位ごとに、端末として役立ったか否かを判断する装置（機能）を備えることができる。各端末は、ブロードキャストをしたときは判断の指標を増加させ、しなかったときは減少させる。

そして、判断の指標が高いときに確率的に短くなるような（短く成るべく）待ち時間を設定し、判断の指標が低いときに確率的に長くなるような待ち時間を設定することができる。

30

図1の通信システムでは、図13において説明したように、端末のうち2つの端末がダイバーシチ送信における2つのアンテナとして機能するように構成できる。この場合、Requestパケットを送信した端末と、他の端末とが強調してダイバーシチ送信を行ったときは、当該他の端末はRequestパケットを送信しない。

図1の通信システムでは、図15において説明したように（図15の上段）、各端末は、複数のRequestパケットを同時受信したときは、reply信号を送信せずに、当該reply信号に割り当てられている期間が経過した後に、Requestパケットの再送要求を各端末に送信するように構成できる。この場合には、Requestパケットの再送要求を受信した各端末は、Requestパケットを再送する。

また、図15において説明したように（図15の下段）、各端末は、複数のRequestパケットを同時受信したときは、reply信号を送信せずに、Requestパケットの再送要求を各端末に送信するように構成できる。この場合には、Requestパケットの再送要求を受信した各端末は、当該再送要求をRequestパケットとは符号分割された系列で送信する。

40

【産業上の利用可能性】

【0008】

以上説明したように、本実施形態によれば、マルチホップ通信においてデータパケットをブロードキャストする際に、RTS/CTS方式のようなブロードキャストを行う。CSMA/CA方式を用いてキャリアセンスを行いパケットの競合を回避し、Requestパケットをブロードキャストし、reply信号との交換を行い、データパケットを送

50



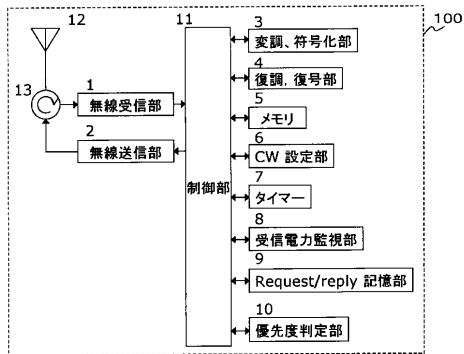
信する。これにより、冗長なブロードキャストを削減し、短時間でより効率よく遠方まで送信できる。

災害時など、アドホックネットワークを用いて緊急情報を含むデータをブロードキャスト送信する場合であっても、本発明を用いれば各端末がデータパケットを確実に効率よく受信することができ、重要な情報の送受信や安否確認などを行うことができる。

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

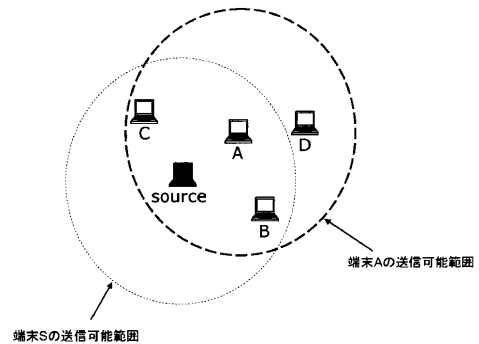
【 図 1 】

図 1



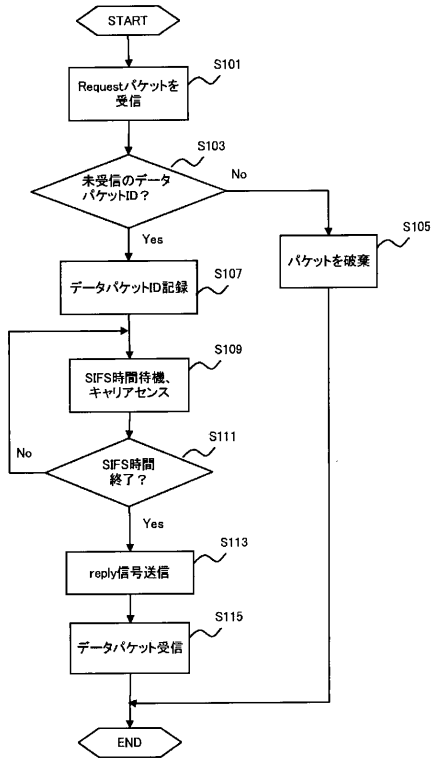
【 図 2 】

図 2



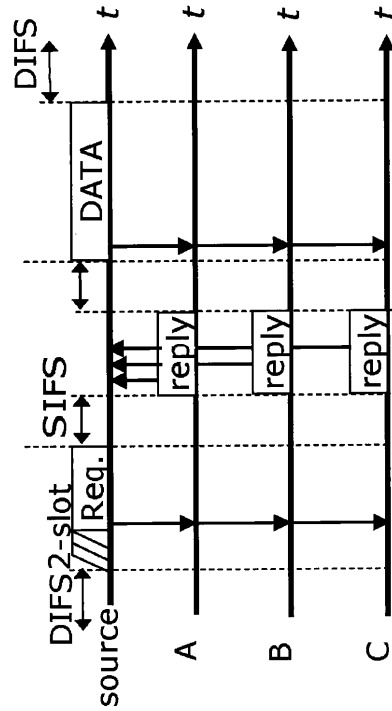
【 図 3 】

図 3



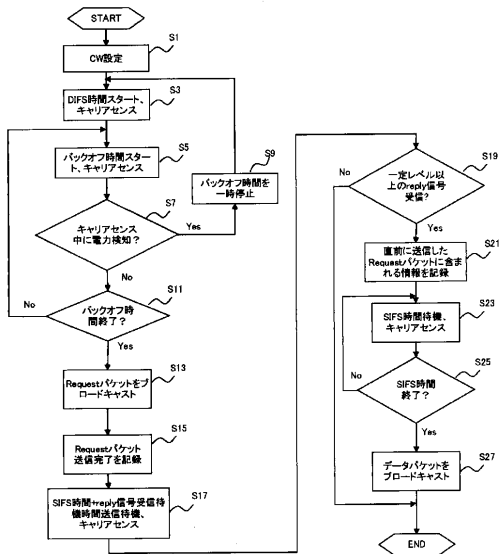
【 図 4 】

図 4



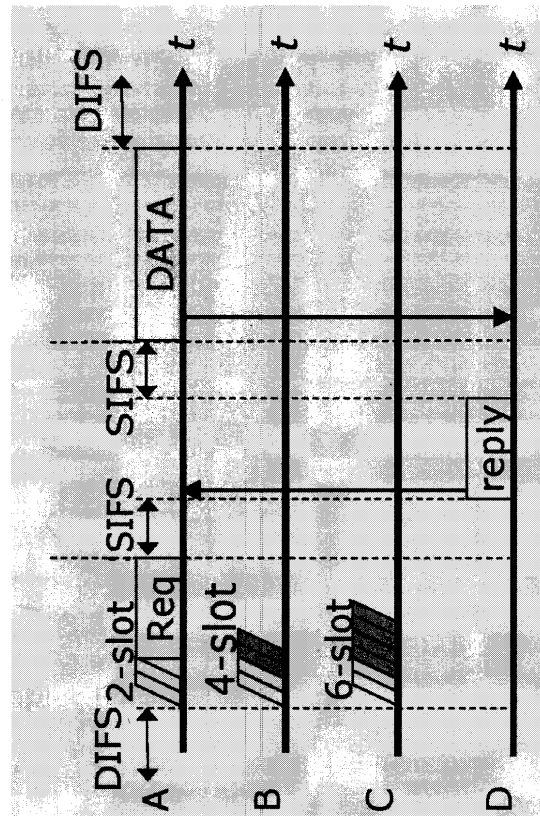
【 図 5 】

図 5



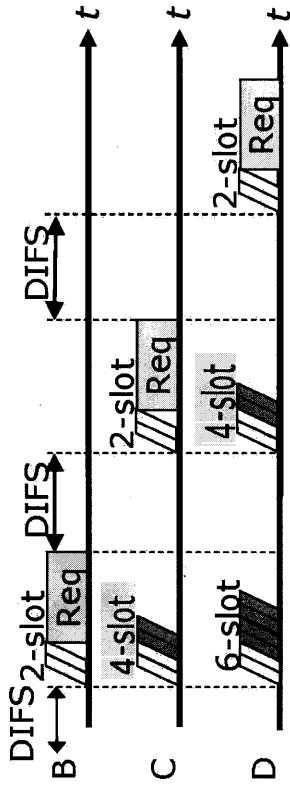
【 図 6 】

図 6



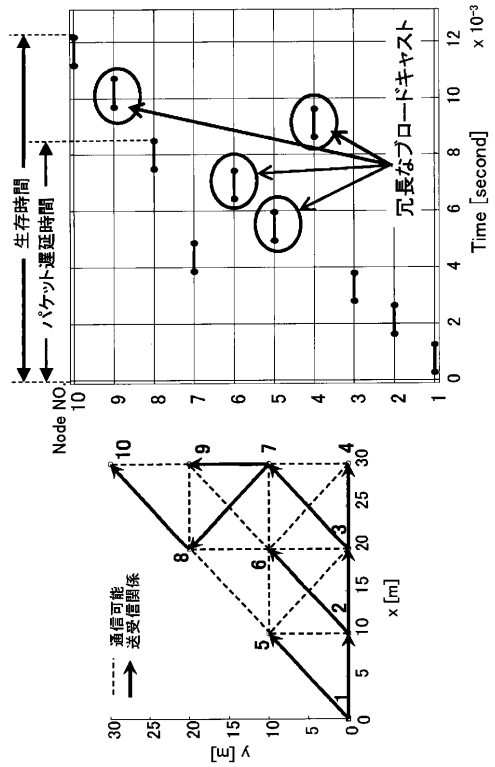
【 図 7 】

図 7



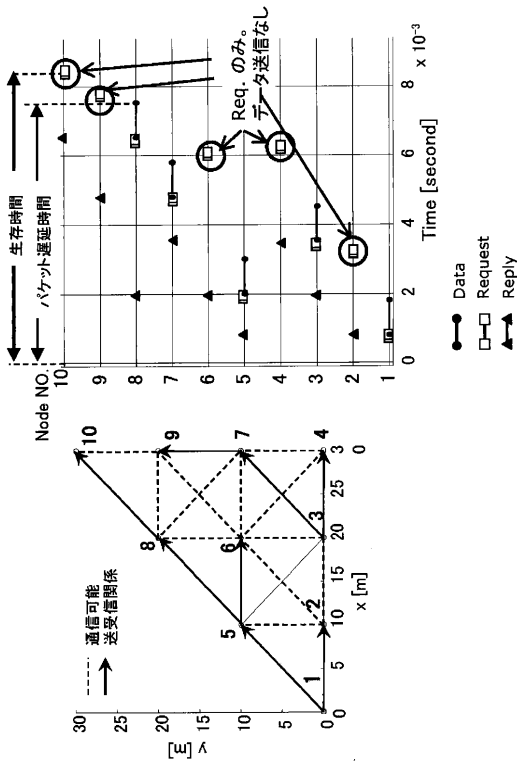
【 図 8 】

図 8



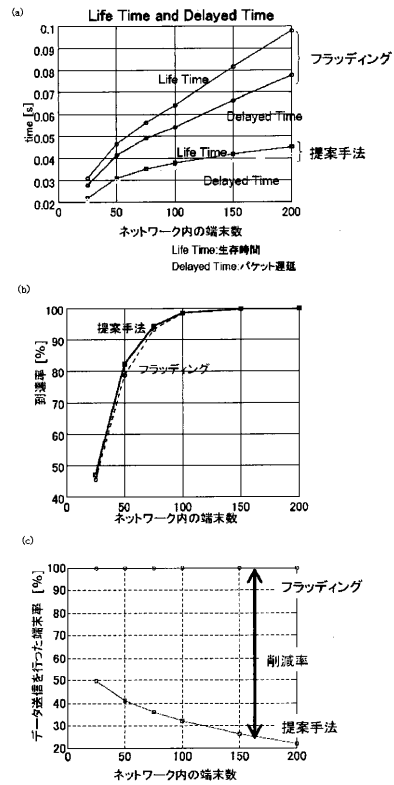
【 図 9 】

図 9



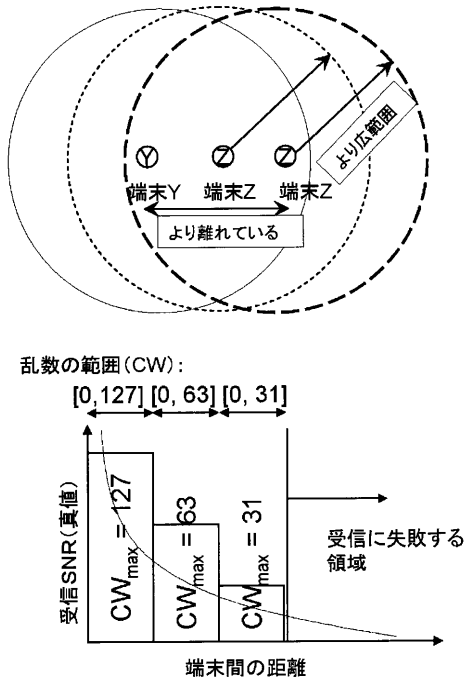
【 図 10 】

図 10



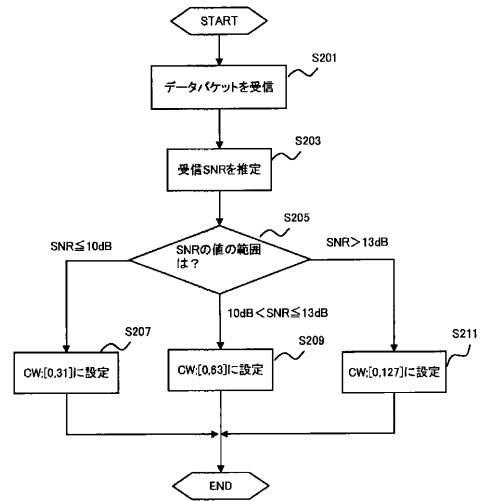
【 図 1 1 】

図11



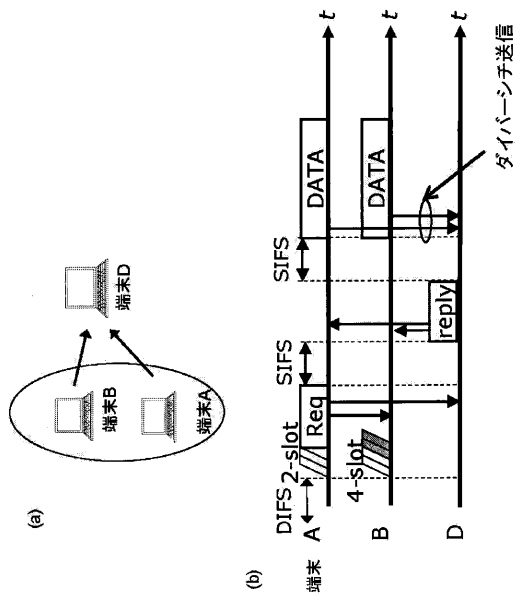
【 図 1 2 】

図12



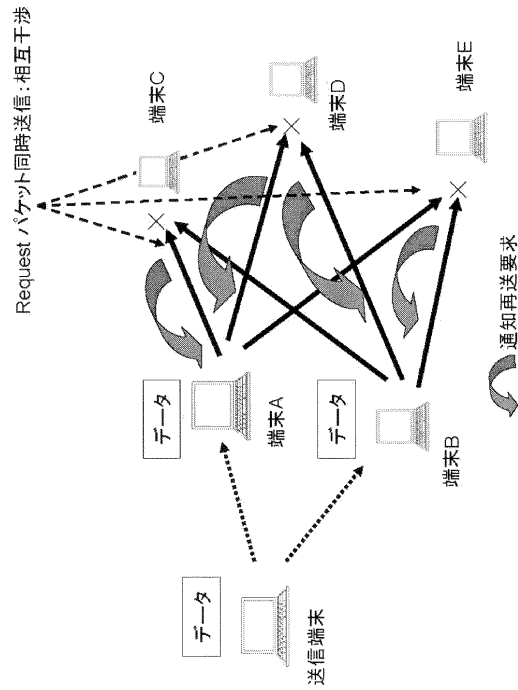
【 図 1 3 】

図13



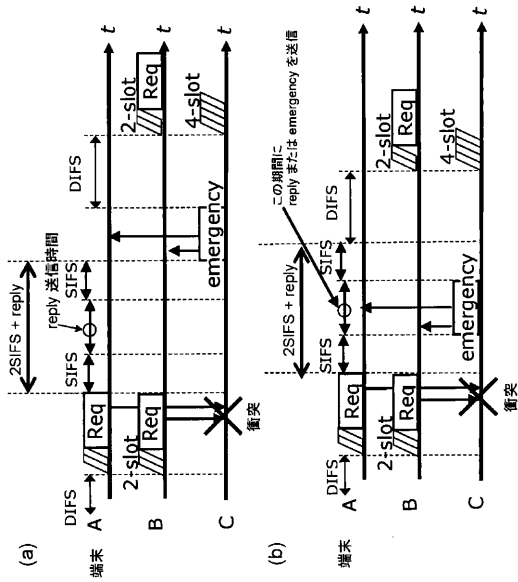
【 図 1 4 】

図14



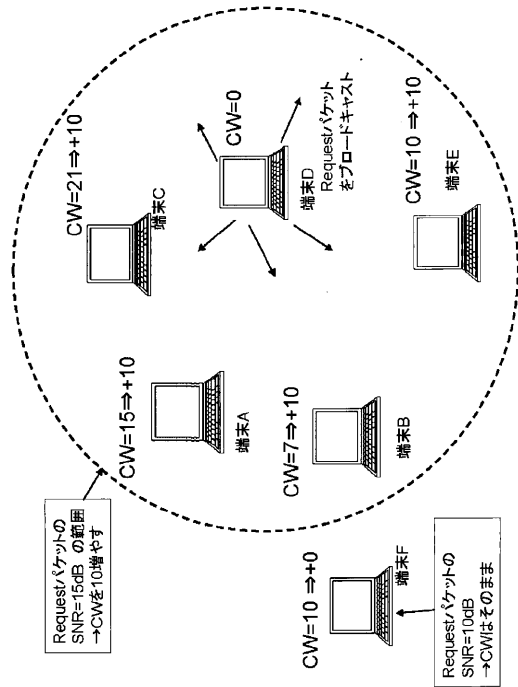
【 図 15 】

図15



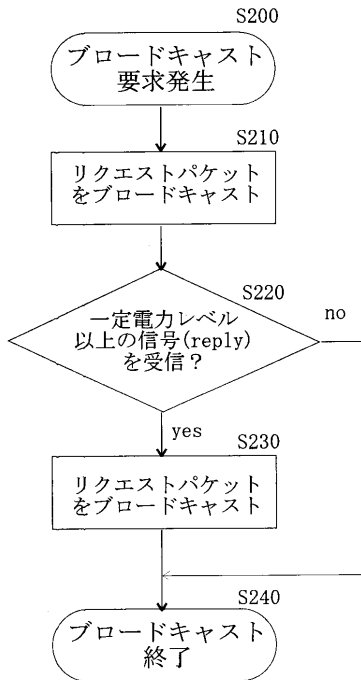
【 図 16 】

図16



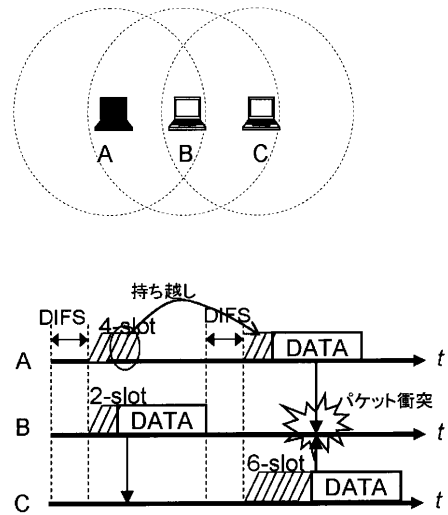
【 図 17 】

図17



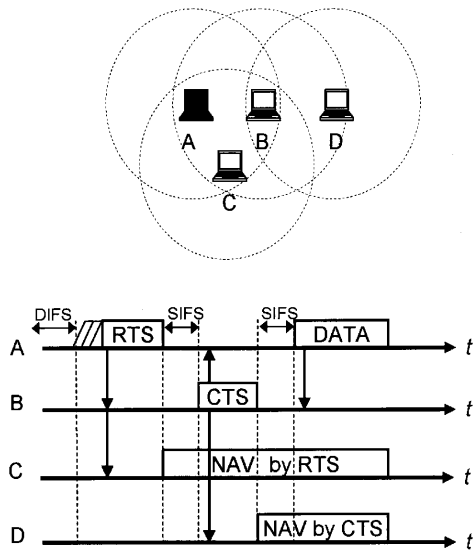
【 図 18 】

図18



## 【 図 1 9 】

図19



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成19年6月26日 (2007.6.26)

## 【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

ブロードキャストによりデータパケットのマルチホップ通信を行う通信端末において、  
 端末ID情報およびデータパケットのID情報を含むRequestパケットと、  
 制御信号であるreply信号とを有し、  
 第1のRequestパケットを受信するRequest受信手段と、  
 前記Request受信手段で受信した、前記第1のRequestパケットが有する  
 データパケットのID情報から、前記データパケットを既に受信しているか否かの判断を  
 行う判断手段と、  
 前記判断手段により、前記データパケットを受信していない場合、前記第1のRequest  
 パケット内のデータパケットのID情報を記録しreply信号を送信するreply  
 送信手段と、  
 前記reply送信手段により送信した前記reply信号に基づいてブロードキャスト  
 された前記データパケットを受信するデータパケット受信手段と、  
 前記データパケット受信手段で前記データパケットを受信した後、任意に設定された検  
 出時間内で周囲の通信状況を検出する検出手段と、  
 前記検出手段により前記検出時間内で周囲に通信があることを検出しなかった場合、第  
 2のRequestパケットをブロードキャストするRequest送信手段と、

前記 R e q u e s t 送信手段でブロードキャストした前記第 2 の R e q u e s t パケットに  
応答する r e p l y 信号を受信する r e p l y 受信手段と、

前記 r e p l y 受信手段により受信した前記 r e p l y 信号が所定の閾値を越えた場合、  
前記データパケットをブロードキャストするデータパケット送信手段と、  
を特徴とする通信端末。

【請求項 2】

前記判断手段により、前記データパケットを受信していた場合、前記 R e q u e s t 送信  
手段で送信された R e q u e s t パケットを破棄する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の通信端末。

【請求項 3】

前記検出時間は乱数によって設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項に記載の通信端末。

【請求項 4】

前記検出手段により検出時間内で周囲に通信があること検出した場合、前記検出時間を一  
時停止して送信を待機する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 3 項の何れかに記載の通信端末。

【請求項 5】

受信したデータパケットの S N R を検知するデータパケット S N R 検知手段を更に有し、  
前記データパケット S N R 検知手段により受信したデータパケットの S N R が設定した  
閾値より小さければ、前記検出時間を短く成るべく設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項の何れかに記載の通信端末。

【請求項 6】

送信したデータパケットの回数を計測する送信回数計測手段を更に有し、  
前記送信回数計測手段で計測したデータパケットの回数が一定回数より多ければ、前記  
検出時間を短く成るべく設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項の何れかに記載の通信端末。

【請求項 7】

複数の端末で同じデータパケットの I D 情報を付加した R e q u e s t パケットを保持し  
、該複数の端末が r e p l y 信号を受信した場合に、協調ダイバーシチ送信を行う、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項の何れかに記載の通信端末。

【請求項 8】

パケットの衝突を通知する緊急信号送信手段を更に有し、  
前記 R e q u e s t パケット受信手段またはデータパケット受信手段で R e q u e s t  
パケットまたはデータパケットを受信する際に、パケットが衝突して受信できなかった場  
合、前記緊急信号送信手段により緊急信号を送信する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 3 項の何れかに記載の通信端末。

【請求項 9】

受信した R e q u e s t パケットが有するデータパケットの I D 情報が、既に有している  
データパケットの I D 情報と同一の場合に S N R を検知する R e q u e s t パケット S N  
R 検知手段を更に有し、  
前記 R e q u e s t パケット S N R 検知手段により受信した、既に有しているデータパ  
ケットの I D 情報と同一のデータパケットの I D 情報を有する R e q u e s t パケットの  
S N R が設定した閾値より大きい場合、前記検出時間を長く設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項の何れかに記載の通信端末。

【請求項 10】

ブロードキャストによりデータパケットのマルチホップ通信を行う通信方法において、  
端末が、端末 I D 情報およびデータパケットの I D 情報を含む R e q u e s t パケット  
と、制御信号である r e p l y 信号とを有し、  
第 1 の R e q u e s t パケットを受信する R e q u e s t 受信ステップと、  
前記第 1 の R e q u e s t パケットが有するデータパケットの I D 情報から、前記デー

データパケットを既に受信しているか否かの判断を行うステップと、

前記データパケットを受信していない場合、前記第1のRequestパケット内のデータパケットのID情報を記録しreply信号を送信するステップと、

送信した前記reply信号に基づいてブロードキャストされた前記データパケットを受信するステップと、

前記データパケットを受信した後、任意に設定された検出時間内で周囲の通信状況を検出するステップと、

前記検出時間内で周囲に通信があることを検出しなかった場合、第2のRequestパケットをブロードキャストするステップと、

ブロードキャストした前記第2のRequestパケットに応答するreply信号を受信するステップと、

受信した前記reply信号が所定の閾値を越えた場合、前記データパケットをブロードキャストするステップと、

を特徴とする通信方法。

【請求項11】

データパケットをブロードキャスト送信するアドホック・マルチホップ通信システムにおいて、

データパケットを保有している端末は、当該データパケットの受信を必要している端末が周囲に存在しているかを確認するためのRequestパケットを所定の優先順位で送信し、

前記Requestパケットを受信した端末は、既に前記データパケットを受信しているときは応答しないが、未だ前記データパケットを受信していないときは当該データパケットの受信を必要としていることを意味するreply信号を送信し、

前記Requestパケットを送信した前記端末は、一定電力以上の前記reply信号を受信したときにのみ、前記データパケットをブロードキャストすることを特徴とする通信システム。

【請求項12】

前記各端末は、前記データパケットを受け取った場合において、前記データパケットを送信した端末との距離を判断する機能(装置)を備え、前記距離が遠いほど前記待ち時間を短く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第11項に記載の通信システム。

【請求項13】

前記各端末が、他の端末が送信する前記Requestパケットの電力をモニタする装置(機能)を備えた請求の範囲第2項に記載のアドホック・マルチホップ通信システムであって、

前記データパケットを保有している前記各端末は、他の端末が送信した前記Requestパケットの電力の大きさが大きいときは前記待ち時間を長く成るべく設定し、他の端末が送信した前記Requestパケットの大きさが小さいときは前記待ち時間を短く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第11項また第12項に記載の通信システム。

【請求項14】

前記各端末は、前記データパケットの送信回数を累積して記憶し、

前記累積した送信回数が多いときに前記待ち時間を短く成るべく設定し、

前記累積した送信回数が少ないときに前記待ち時間を長く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第11項から第13項に記載の通信システム。

【請求項15】

前記端末のうち2つの端末がダイバーシチ送信における2つのアンテナとして機能することを特徴とする特許請求の範囲第11項から第14項に記載の通信システム。

【請求項16】

前記各端末は、複数のRequestパケットまたはデータパケットを同時受信したとき



は、前記 r e p l y 信号を送信せずに、r e p l y 信号に割り当てられている時間と重複しないように、R e q u e s t パケットの再送要求を送信し、

前記 R e q u e s t パケットの再送要求を受信した前記端末は、R e q u e s t パケットを再送する、

ことを特徴とする請求の範囲第 1 1 項に記載の通信システム。

【請求項 1 7】

前記各端末は、複数の前記 R e q u e s t パケットまたはデータパケットを同時受信したときは、r e p l y 信号を送信せずに、当該 r e p l y 信号に割り当てられている時間に R e q u e s t パケットの再送要求を r e p l y 信号とは異なる符号送信すること

請求の範囲第 1 1 項に記載の通信システム。

【手続補正書】

【提出日】平成20年2月12日(2008.2.12)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、アドホックネットワークにおいてブロードキャスト通信を行う通信端末、通信方法および通信システムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、集中制御局を必要とせず自律分散的に形成されるアドホックネットワークが注目を集めている。アドホックネットワークは移動端末だけで構成することが可能であるため、柔軟性に優れており、現在多く用いられているセルラ通信や無線LAN、今後急速な発展が予想されるITS(Intelligent Transport Systems:高度道路交通システム)など様々なネットワークに対応することでシームレスな通信を実現でき、これまでサービスの提供が困難であった場所でも手軽に情報を得ることができるようになると考えられている。

【0003】

災害時において基地局などのインフラが被害を受けた際、緊急の通信網として、端末間の通信のみですむアドホックネットワークは有用であると考えられる。

アドホックネットワークでは、送信元(ソース)となる端末と直接通信を行うことができない端末は、マルチホップ通信により他の端末が中継を行うことで情報の受信を可能とする。

【0004】

しかしアドホックネットワークは、インフラが無いために、送信開始時間を制御するアクセス制御が難しいことや、近隣の端末や受信する端末の正確な位置情報を特定するルート制御が困難といった技術的課題が挙げられる。

【0005】

そこで、基本的な通信方法として、まずは自端末の通信可能領域内にある全端末にデータを送信するブロードキャストを行う手法がある。このブロードキャストはルーティングや全端末への情報配信を行う場合に利用され、そのデータ転送をフラディングと呼ぶ。フラディングは、ブロードキャストパケットを受信した端末が、必ず1回リブロードキャストを行うことで全端末にブロードキャストパケットを行きわたらせる手法である。しかし、単純にブロードキャストパケットを受信した端末が全て、パケットをリブロードキャストしてしまうと、トラフィックが急増して、パケットが衝突する確率が増え、全体のデータ伝送が滞ってしまう(ブロードキャストストーム問題)。

よって、最小のブロードキャスト数で全ての端末にデータを送信することが課題となる。

【0006】

ブロードキャストストーム問題を解決するために、従来の技術では、確率的に中継を行うか行わないかを決定する手法、中継を行う前に同じデータパケットを一定回数以上重複して受け取った場合は中継を中止する手法、端末間の距離を既知と仮定し、データパケットを受け取った端末との距離が一定以上ならば中継、それ以下ならば中止するという手法、GPSを使って、データパケットを受け取った端末との位置関係を調べ、自身のブロードキャストによってブロードキャストの範囲が一定面積以上に拡大できるならば中継する手法、あらかじめアドホックネットワーク内にクラスタと呼ばれる小さなネットワークを複数構成しておき、クラスタ内の特定の端末だけがブロードキャストを行う手法が提案されている (Yu - Chee Tseng, Sze - Yao Ni, Yuh - Shyan Chen, and Jang - Ping Sheu, "The Broadcast Storm Problem in a Mobile Ad Hoc Network," Proceedings of the 5th annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking, Washington, United States, pp. 151 162, 1999. 参照)。しかし、上記手法では、重複中継数は減少するものの確実に全端末にデータを届けることができない可能性が生じてしまう。

【0007】

ところで、アドホックネットワークにおけるMACプロトコルの主な種類として、CSMA/CA方式 (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance: 衝突回避機能付き搬送波感知多重アクセス方式) とRTS/CTS方式 (Request to Send/Clear to Send) がある (LAN MAN Standard committee of the IEEE Computer Society, "Information technology Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications," ANSI/IEEE Standard 802.11-1999 (R2003), June 2003. 参照)。

【0008】

CSMA/CA方式とは、同一チャネルに複数の端末が通信をする際の競合を回避する手法である。動作例を図18に示す。パケットの送信を試みる端末A、Bは、まずチャネルが使用中であるビジーから使用中でないアイドルに代わった後、DIFS (Distributed Inter Frame Space: 分散制御用フレーム間隔) の時間において、他端末のチャネルの使用状況をセンスする (キャリアセンス)。チャネルが空き状態であれば、端末A、Bは乱数によりコンテンションウィンドウ (CW) を設定する。一方、もしチャネルが使用中であれば、チャネルが空くまで待ち、チャネルが空き状態になった後、再度DIFS時間の時間をおく。その後、前述のチャネルが空き状態だった場合と同様に端末A、Bは乱数によりCWを設定する。

【0009】

このCWは、端末が同時にパケットを送信することによるパケットの衝突を低減させるために用いられる。このCWは通常端末毎に乱数により確率的に大きさが与えられ、そのCWに一定時間 (Slot Time) を掛けたバックオフ時間の間送信を待機して、端末同士の衝突の確率を下げるようにしている。

【0010】

チャンネルが空いている間、端末のバックオフ時間は一定時間 (Slot Time) 毎に減少 (カウントダウン) する。このカウントダウンにより、CWの大きさが0になった端末が送信権を持つこととなる。図18において、もし端末Aのバックオフ時間が0にならない間に端末Bのバックオフ時間が0になって、端末Bがパケットを送信しチャンネルが使用中になると、再び端末Aは待機状態となり、端末Bのパケット送信が終了すると、端末Aは、アイドル状態になった後、DIFSの期間が経過するまで、バックオフ時間をそのまま保持する。DIFS経過後、再度カウントダウンを開始し、端末Aのバックオフ時間が0になったとき、端末Aはパケットの送信を開始する。ここで、もし複数の端末 (端末A、端末C) のバックオフ時間が同時に0になると、衝突が発生する。そして、衝突を起こしてパケットの送信ができなかった端末は、新たにバックオフ時間を設定することで再度の送信機会をうかがう。

【0011】

この方式では、送信端末の通信範囲外に端末があった場合、その端末が送信端末からの通信を知らずに送信してしまい、パケットが衝突してしまう隠れ端末問題が生じてしまう。

【0012】

RTS/CTS方式とは、ユニキャスト通信において、特定の受信端末へのデータ送信が可能か確認をしてデータを送信する手法である。図19に動作例を示す。送信端末Aが受信端末BにRTS (送信要求) メッセージを送る。受信端末BがRTSメッセージを受信し、データの受信が可能であれば、送信端末AへCTS (受信準備完了) メッセージを返す。CTSメッセージを受信した送信端末Aは受信端末Bへデータを送信する。

通信に関与しない端末C、DがRTSまたはCTSを受信した場合は、通信に関与しないので送信を控える。この通信を控えるフラグとなるものがNAVであり、このNAVが設定されている場合は、当該端末は送信禁止状態となる。

【0013】

しかし、RTS/CTS方式はユニキャスト通信を想定しているため、ブロードキャストでこの方式を行うと、CTSメッセージを受け取る際に、同時に複数の端末からCTSメッセージが返されることになり、CTSメッセージが衝突してしまう。

【0014】

よって、ブロードキャストにおいても、RTS/CTS方式のようにパケットの送信が可能かどうか確認をし、かつCSMA/CA方式でキャリアセンスをして他端末から送信されたパケットとの衝突を防ぐシステムが必要とされる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

アドホックネットワークを用いてパケットをブロードキャストする際、受信可能なエリア内の端末密度が高い場合などは、既にエリア内の多くの端末がそのパケットを受信しているにも関わらず、パケットを受信した端末がリブロードキャストを行ってしまい、冗長な通信が頻繁に発生して通信リソースを浪費してしまう。また、トラフィックの増加に伴うデータの衝突や、他の通信との競合が増加し、スループットを更に下げることとなる。

【0016】

この発明はこのような点に鑑みてなされたもので、アドホックネットワークにおけるブロードキャストにおいて、無駄な送信の削減をし、端末がブロードキャストをしたデータパケットが確実に短時間で効率よく受信する通信端末、通信方法および通信システムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明は以下を要旨とする。

(1) ブロードキャストによりデータパケットのマルチホップ通信を行う通信端末において、

端末ID情報およびデータパケットのID情報を含むRequestパケットと、  
制御信号(典型的には受信電力)であるreply信号とを有し、  
第1のRequestパケットを受信するRequest受信手段と、  
前記Request受信手段で受信した、前記第1のRequestパケットが有する  
データパケットのID情報から、前記データパケットを既に受信しているか否かの判断を  
行う判断手段と、  
前記判断手段により、前記データパケットを受信していない場合、前記第1のRequest  
パケット内のデータパケットのID情報を記録しreply信号を送信するreply  
送信手段と、  
前記reply送信手段により送信した前記reply信号に基づいてブロードキャスト  
された前記データパケットを受信するデータパケット受信手段と、  
前記データパケット受信手段で前記データパケットを受信した後、任意に設定された検  
出時間内で周囲の通信状況を検出する検出手段と、  
前記検出手段により前記検出時間内で周囲に通信があることを検出しなかった場合、第  
2のRequestパケットをブロードキャストするRequest送信手段と、  
前記Request送信手段でブロードキャストした前記第2のRequestパケッ  
トに応答するreply信号を受信するreply受信手段と、  
前記reply受信手段により受信した前記reply信号が所定の閾値を越えた場合  
、前記データパケットをブロードキャストするデータパケット送信手段と、  
を特徴とする通信端末。

【0018】

(2) 前記判断手段により、前記データパケットを受信していた場合、前記Request  
送信手段で送信されたRequestパケットを破棄する、  
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の通信端末。

【0019】

(3) 前記検出時間は乱数によって設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の通信端末。

【0020】

(4) 前記検出手段により検出時間内で周囲に通信があること検出した場合、前記検出時  
間を一時停止して送信を待機する、  
ことを特徴とする請求の範囲第1項から第3項の何れかに記載の通信端末。

【0021】

(5) 受信したデータパケットのSNRを検知するデータパケットSNR検知手段を更に  
有し、

前記データパケットSNR検知手段により受信したデータパケットのSNRが設定した  
閾値より小さければ、前記検出時間を短く成るべく設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第1項から第4項の何れかに記載の通信端末。

【0022】

(6) 送信したデータパケットの回数を計測する送信回数計測手段を更に有し、  
前記送信回数計測手段で計測したデータパケットの回数が一定回数より多ければ、前記  
検出時間を短く成るべく設定する、  
ことを特徴とする請求の範囲第1項から第4項の何れかに記載の通信端末。

【0023】

(7) 前記各端末のうち2つの端末がダイバーシチ送信における2つのアンテナとして機  
能することを特徴とする請求の範囲第1項から第4項の何れかに記載の通信端末。

【0024】

(8) パケットの衝突を通知する緊急信号送信手段を更に有し、  
前記Requestパケット受信手段またはデータパケット受信手段でRequest  
パケットまたはデータパケットを受信する際に、パケットが衝突して受信できなかった場  
合、前記緊急信号送信手段により緊急信号を送信する、

ことを特徴とする請求の範囲第1項から第3項の何れかに記載の通信端末。

【0025】

(9) 受信したRequestパケットが有するデータパケットのID情報が、既に有しているデータパケットのID情報と同一の場合にSNRを検知するRequestパケットSNR検知手段を更に有し、

前記RequestパケットSNR検知手段により受信した、既に有しているデータパケットのID情報と同一のデータパケットのID情報を有するRequestパケットのSNRが設定した閾値より大きい場合、前記検出時間を長く設定する、ことを特徴とする請求の範囲第1項から第4項の何れかに記載の通信端末。

【0026】

(10) ブロードキャストによりデータパケットのマルチホップ通信を行う通信方法において、

端末が、端末ID情報およびデータパケットのID情報を含むRequestパケットと、制御信号であるreply信号とを有し、

第1のRequestパケットを受信するRequest受信ステップと、

前記第1のRequestパケットが有するデータパケットのID情報から、前記データパケットを既に受信しているか否かの判断を行うステップと、

前記データパケットを受信していない場合、前記第1のRequestパケット内のデータパケットのID情報を記録しreply信号を送信するステップと、

送信した前記reply信号に基づいてブロードキャストされた前記データパケットを受信するステップと、

前記データパケットを受信した後、任意に設定された検出時間内で周囲の通信状況を検出するステップと、

前記検出時間内で周囲に通信があることを検出しなかった場合、第2のRequestパケットをブロードキャストするステップと、

ブロードキャストした前記第2のRequestパケットに应答するreply信号を受信するステップと、

受信した前記reply信号が所定の閾値を越えた場合、前記データパケットをブロードキャストするステップと、

を特徴とする通信方法。

【0027】

(11) データパケットをブロードキャスト送信するアドホック・マルチホップ通信システムにおいて、

データパケットを保有している端末は、当該データパケットの受信を必要している端末が周囲に存在しているかを確認するためのRequestパケットを所定の優先順位で(所定待ち時間が経過した後に)送信し、

前記Requestパケットを受信した端末は、既に前記データパケットを受信しているときは应答しないが、未だ前記データパケットを受信していないときは当該データパケットの受信を必要としていることを意味するreply信号を送信し、

前記Requestパケットを送信した前記端末は、一定電力以上の前記reply信号を受信したときにのみ、前記データパケットをブロードキャストすることを特徴とする通信システム。

【0028】

(12) 前記各端末は、前記データパケットを受け取った場合において、前記データパケットを送信した端末との距離を判断する機能(装置)を備え、前記距離が遠いほど前記待ち時間を短く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第11項に記載の通信システム。

【0029】

(13) 前記各端末が、他の端末が送信する前記Requestパケットの電力をモニタする装置(機能)を備えた請求の範囲第2項に記載のアドホック・マルチホップ通信シス

テムであって、

前記データパケットを保有している前記各端末は、他の端末が送信した前記 Request パケットの電力の大きさが大きいときは前記待ち時間を長く成るべく設定し、他の端末が送信した前記 Request パケットの大きさが小さいときは前記待ち時間を短く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第 11 項または第 12 項に記載の通信システム。

【0030】

(14) 前記各端末は、前記データパケットの送信回数を累積して記憶し、

前記累積した送信回数が多いときに前記待ち時間を短く成るべく設定し、

前記累積した送信回数が少ないときに前記待ち時間を長く成るべく設定する、

ことを特徴とする特許請求の範囲第 11 項から第 13 項に記載の通信システム。

【0031】

(15) 前記各端末のうち 2 つの端末がダイバーシチ送信における 2 つのアンテナとして機能することを特徴とする特許請求の範囲第 11 項から第 14 項に記載の通信システム。

【0032】

(16) 前記各端末は、複数の前記 Request パケットを同時受信したときは、前記 reply 信号を送信せずに、reply 信号に割り当てられている時間と重複しないように、Request パケットの再送要求を送信し、

前記 Request パケットの再送要求を受信した前記端末は、Request パケットを再送する、

ことを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の通信システム。

【0033】

(17) 前記各端末は、複数の前記 Request パケットを同時受信したときは、reply 信号を送信せずに、再送要求を前記 reply 信号とは符号分割された系列で送信する、

ことを特徴とする請求の範囲第 11 項に記載の通信システム。

【発明の効果】

【0034】

請求の範囲第 1 から 9 項に記載の通信端末、請求の範囲第 10 項に記載の通信方法、請求の範囲第 11 項から第 16 項に記載の通信システムによれば、無駄な送信の削減をし、トラフィックを減らし、結果としてスループットを向上させることができる。

具体的には、(1) に記載の通信端末によれば、Request パケットをブロードキャストし、該 Request パケットに応答する reply 信号が所定の閾値を超えた場合、データパケットをブロードキャストする。よって、無駄なブロードキャストを削減することができ、帯域の占有時間や消費電力も少なくすることができる。また、周囲の通信状況を検出するので、通信範囲内に複数の端末が配置されていても、データパケットが衝突することなく、確実に送信される。

また、ネットワーク範囲内での通信においては、無駄なデータパケットの送信がないため、短時間でネットワーク内の全端末にデータパケットを送信することができる。

【0035】

(2) に記載の通信端末によれば、Request パケットの受信において、端末がデータパケットを受信していた場合に該 Request パケットを破棄するので、無駄なデータパケットの送信を削減することができる。

【0036】

(3) に記載の通信端末によれば、検出時間を乱数によって設定するので、自端末からの Request パケットが他の端末からの Request パケットと衝突する確率を下げることができる。

【0037】

(4) に記載の通信端末によれば、検出時間を一時停止して送信を待機するので、次の Request パケット送信において、検出時間の終了を早めることができ、他の端末

からの Request パケットと衝突する確率を下げることができる。

【0038】

(5)に記載の通信端末によれば、受信したデータパケットのSNRが小さい端末に対して、検出時間を短く成るべく設定するので、より遠くの端末へデータパケットを優先的に送信することができ、短時間でより広範囲にデータパケットを送信することができる。

【0039】

(6)に記載の通信端末によれば、データパケットの送信回数が多い端末に対して、データパケットの中継に貢献し、該端末へ送信すれば確実にデータパケットを他の端末へ中継するとみなす。該端末に対して検出時間を短く成るべく設定するので、短時間でより確実かつ広範囲にデータパケットを送信することができる。

【0040】

(7)に記載の通信端末によれば、同じデータパケットのID情報を付加した Request パケットを保持し、reply 信号を受信した複数の端末で、協調ダイバーシチ送信を行うので、ダイバーシチ利得を得てより確実にデータパケットを送信することができる。

【0041】

(8)に記載の通信端末によれば、パケットが衝突しても、衝突を通知する緊急信号を送信するので、誤ってパケットが送信済みとなり、周囲の端末へパケットが届かなくなることが無く、確実にパケットをブロードキャストすることができる。

【0042】

(9)に記載の通信端末によれば、既に有しているデータパケットのID情報と同一のデータパケットのID情報を有す Request パケットのSNRが、設定した閾値より大きい場合、検出時間を長く設定するので、SNRの小さい、より遠い端末が優先的にデータパケットを送信することができ、データパケットをより遠くへ送信することができる。

【0043】

(10)に記載の通信方法によれば、Request パケットをブロードキャストし、該 Request パケットに応答する reply 信号が所定の閾値を超えた場合、データパケットを送信する。よって、無駄なブロードキャストを削減することができ、帯域の占有時間や消費電力も少なくすることができる。また、周囲の通信状況を検出するので、通信範囲内に複数の端末が配置されていても、データパケットが衝突することなく、確実に送信される。

また、ネットワーク範囲内での通信においては、無駄なデータパケットの送信がないため、短時間でネットワーク内の全端末にデータパケットを送信することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係る通信端末100の構成図である。なお通信端末100は、図2において後述する端末 source , 端末A~Dの構成と同様である。

11は制御部であり、装置全体の制御を司る。

1は無線受信部であり、入力された信号を無線周波数からベースバンド信号に変換し、入力信号をアナログ信号からデジタル信号に変換(A/D変換)して制御部11へ送る。

2は無線送信部であり、制御部11から送られたデジタル信号をアナログ信号に変換(D/A変換)した後、信号を無線周波数に変換する。

3は変調・符号化部であり、送信するデータのデータ系列を符号化し、さらに変調を行う。4は復調・復号部であり、変調、符号化された受信信号を元のデータ系列に戻す。

5はメモリであり、送信しようとするパケットのID、受信したパケットのIDを記録する。また、データ系列の記録も行う。DIFS時間やSIFS(Short Inter Frame Space:短フレーム間隔)時間の設定値も記憶している。なお、DIFS時間とSIFS時間は、IEEE802.11において規定されている固定値であ

る。

6はCW(コンテンツンウインドウ)設定部であり、CSMA/CA方式における、衝突を回避するためのCWを乱数によって設定する。

7はタイマーであり、パケットを送信するまでのDIFS時間、SIFS時間、バックオフ時間を計測する。

8は受信電力監視部であり、CSMA/CA方式におけるキャリアセンス時、後に述べるreply信号の受信において、受信電力の監視をおこなう。

9はRequest/reply記憶部であり、Requestパケットおよびreply信号を格納するとともに、ブロードキャストを行うための手続きがどこまで完了したかを記録する。また、データパケットの送信を決定するreply信号の受信電力の閾値を設定し格納する。この閾値は、あらかじめ決められた端末の通信可能範囲において、通信可能な最大距離での1端末からの受信電力を計算することで設定する。

10は優先度判定部であり、受信SNR(Signal-to-Noise Power Ratio)を推定する。

12はアンテナであり、データパケット等の信号を送受信する。

13はサーキュラーであり、アンテナ12で受信したパケットを無線受信部1へ送る。また、無線送信部2から送られたパケットをアンテナ12へ送る。

【実施例1】

【0045】

図2は端末source, A~Dの空間配置図である。端末source, 端末A~Dの構成は、通信端末100の構成と同様である。ここで、端末A, B, Cは、端末sourceの送信可能範囲内に配置しているため、端末sourceから送信されたデータパケットを受信することができるものとする。また、端末Dは、端末sourceの送信可能範囲外であり、端末Aの送信可能範囲内に配置しているため、端末Dは端末sourceから送信されたデータパケットを受信することができないが、端末Aから送信されたデータパケットは受信することができるものとする。

【0046】

次に、上記構成の端末100の動作について説明する。以降、端末Aの構成について、「無線受信部A-1」, …, 「アンテナA-12」、というように表記する。

まず、端末sourceの送信可能範囲にある端末A, B, Cが、端末sourceからデータパケットXを受信する際の動作について、図3のフローおよび図4のタイムチャートを参照にして説明する。ここでは簡略のために、端末Aについてのみ説明するが、端末B, Cも同様の動作を行う。

【0047】

端末Aの無線受信部A-1は、端末sourceからブロードキャストされたRequestパケットを受信する(ステップS101)。このRequestパケットには、この後端末sourceから送信されるデータパケットXのID情報、端末sourceのID情報、現在のホップ数等が含まれている。制御部A-11はRequestパケットを復調・復号部A-4で復調を行った後、メモリA-5に記憶されている、既に受信したデータパケットのIDと、Requestパケットに含まれているデータパケットのIDとの比較を行う。

もし既に端末Aが受信していたデータパケットであれば(ステップS103で「No」)、制御部A-11はこのRequestパケットを破棄する(ステップS105)。

【0048】

端末Aが受信していないデータパケットであれば(ステップS103で「Yes」)、制御部A-11は、受信したRequestパケットに付加しているデータパケットXのIDを、メモリA-5に記録する(ステップS107)。そして制御部A-11は、メモリA-5からSIFSの設定時間をタイマーA-7に転送し、SIFSの時間の計測をスタートさせる。制御部A-11は、SIFS時間の間受信電力監視部A-8に周囲の電力を監視させて、キャリアセンスを行う(ステップS109, ステップS111で「No」



)。

【0049】

SIFS時間終了後(ステップS111で「Yes」)、制御部A-11はRequest/reply記憶部A-9からreply信号を呼び出し、変調・符号化部A-3で変調を行って無線送信部A-2を介して送信する(ステップS113)。ここでreply信号は一例としてパルス信号を用いることが可能であり、他の信号と衝突した場合でも受信側では電力の増加によるreply信号の検知が可能である。ここで、パルス信号の代わりに拡散信号もしくは通常の変調信号を利用してもよい。

そして、端末Aは端末sourceからブロードキャストされるデータパケットXを受信する(ステップS115)。

【0050】

次に、端末A、B、Cが端末sourceから受信したデータパケットXを中継送信するときの動作について、図5のフローおよび図6のタイムチャートを参照にして説明する。ここでも、図3、図4において説明したと同様、簡略のために、端末Aについてのみ説明するが、端末B、Cも同様の動作を行う。

【0051】

まず、制御部A-11は、CW設定部A-6にCWを設定させる(ステップS1)。次に制御部A-11は、メモリA-5からDIFSの設定時間をタイマーA-7に転送し、DIFS時間の計測をスタートさせる。制御部A-11は、DIFS時間の間送信を待機し、受信電力監視部A-8に周囲の電力を監視させて、キャリアセンスを行う(ステップS3)。

【0052】

DIFS時間終了後、制御部A-11は、ステップS1で設定したCWに基づいて、タイマーA-7でバックオフ時間の計測をスタートさせる。制御部A-11は、バックオフ時間の間受信電力監視部A-8に周囲の電力を監視させて、キャリアセンスを行う(ステップS5)。

もし、バックオフ時間の間、端末Aの周囲で送受信を行っていることを示す電力を検知した場合は(ステップS7で「Yes」)、バックオフ時間を一時停止し(ステップS9)、次の送信まで待機する。

【0053】

バックオフ時間が終了したら(ステップS11「Yes」)、制御部A-11はメモリA-5からこの後送信する予定のデータパケットXのIDを呼び出し、Request/reply記憶部A-9から呼び出したRequestパケットに付加する。そして、変調・符号化部A-3で変調を行って、無線送信部A-2を介してアンテナA-12からデータパケットXのIDを付加したRequestパケットをブロードキャストする(ステップS13)。そして制御部A-11は、Request/reply記憶部A-9にRequestパケットが送信完了したことを記録する(ステップS15)。

【0054】

制御部A-11は、Requestパケットを送信すると同時に、メモリA-5からSIFSの設定時間をタイマーA-7に転送し、SIFS時間の計測をスタートさせる。SIFS時間経過後、端末Aはreply信号を受信するための待機時間が必要となる。制御部A-11は、SIFS時間+reply信号受信待機時間の間送信を待機し、受信電力監視部A-8に周囲の電力を監視させて、reply信号受信のための信号の監視を行う(ステップS17)。reply信号受信待機時間は、reply信号を送信した端末とRequestパケットを送信した端末との間の電波伝搬時間などを考慮したマージンとなる。

【0055】

端末Aは、ステップS17でSIFS時間+reply信号受信待機時間の間送信を待機している間、周辺端末から受信するreply信号の電力を受信電力監視部A-8で監視する(ステップS19)。SIFS時間+reply信号受信待機時間が終了するまで

に、reply信号の受信電力がRequest/reply記憶部A-9に記憶されたreply信号の受信電力の閾値を越えた場合(ステップS19で「Yes」)、制御部A-11はRequest/reply記憶部A-9に、直前に送信したRequestパケットの情報を記録する(ステップS21)。そして、データパケットXを送信するために、タイマーA-7にSIFS時間の計測を再スタートさせ、受信電力管理部A-8にキャリアセンスを行わせる(ステップS23)。

【0056】

受信するreply信号の受信電力が、Request/reply記憶部A-9に記憶されている閾値を超えずSIFS時間+reply信号受信待機時間が終了した場合(ステップS19で「No」)、端末Aの送信可能範囲にある端末からはreply信号が送信されなかった、すなわち端末Aの送信可能範囲にはデータパケットXを持たない端末が存在しないとみなすことができるので、データパケットXを送信せず処理を終了する。これにより、データパケットの無駄なブロードキャストを削減することができる。

【0057】

ステップS23でのSIFS時間が終了したら(ステップS25で「Yes」)、制御部A-11はメモリA-5からデータパケットXを読み出し、変調・符号化部A-3で変調を行う。そして無線送信部A-2を介してアンテナA-12からデータパケットXをブロードキャストする(ステップS27)。

なお、ステップS17~S25までの時間(SIFS時間×2+reply信号受信待機時間)は、DIFS時間よりも短く成るべく設定している。

【0058】

ここで、端末Aに着目する。図2において、端末Aの送信可能範囲には、端末source, B, C, Dが配置しており、端末Aから送信されたパケットを受信することができる。

端末Aが端末B、Cより先にバックオフ時間を終了すると(ステップS11で「Yes」)、端末AはデータパケットXのIDを付加したRequestパケットをブロードキャストする(ステップS13)。

【0059】

端末Dについては、端末Aの送信可能範囲にあるので、Requestパケットの受信以降、上述したステップS101~115の動作を行う。端末DはまだデータパケットXを受信していないので(ステップS103で「Yes」)、reply信号を送信することになる(ステップS113)。端末Aはこのreply信号を受信して、データパケットXをブロードキャストする(ステップS27)。

【0060】

一方、端末B、Cは、既にデータパケットXを受信している(ステップS103で「No」)ので、端末AからのRequestパケットを受信しても、reply信号を送信せずRequestパケットを破棄する(ステップS105)。

【0061】

次に端末Bに着目する。端末Bは端末Aが先にバックオフ時間を終了し通信を始めたため(ステップS7で「Yes」)、バックオフ時間を一時停止して待機している(ステップS9)。端末Aがデータパケットの送信を終了したところで、端末BはDIFS時間待機した後、一時停止していたバックオフ時間を再スタートしキャリアセンスを行う(ステップS5)。端末Bが周辺端末における電力を検知せず(ステップS7で「No」)、バックオフ時間を終了すると(ステップS11で「Yes」)、Requestパケットをブロードキャストする(ステップS13)。しかし、端末Bの送信可能範囲には、既にデータパケットXを保持している端末source、A、Dしかなく、端末source、A、Dはreply信号を送信しない。そのため、端末Bはデータパケットのブロードキャストを行わないことになる。図7にタイムチャートを示す。

端末Cについても同様である。

【0062】

よって、各端末は無駄なデータパケットのブロードキャストを防ぐことができる。

【0063】

なお、データパケットを中継する端末A, B, CはステップS1~S27の手順を行うが、端末sourceについては、データパケットの送信元であるので、ステップS1~S25の手順を行わず、いきなりデータパケットを送信してもよいし、ステップS1~S25の手順を行ってもよい。

【0064】

計算機シミュレーションによる検討結果を以下に示す。図8に通常の全ての端末がブロードキャストを行うフラッディングの動作例、図9に本発明の動作例を示す。シミュレーションは、簡単のためACK等による再送手続きを行わず、端末は10個、配置は格子状とする。実線は送受信を行う端末同士であり、点線は通信範囲にあるが直接通信は行わない端末同士である。

図10(a)はネットワーク内の端末数における、パケットの生存時間と、パケット遅延時間を示す図である。パケットの生存時間とは、送信元(sourceとする)に呼が発生してから、ネットワーク内のすべての端末の中継手続きが終了するまでの時間である。また、パケット遅延時間は、sourceがデータパケットを送信してからすべての端末にデータパケットが受信完了するまでの時間である。

図10(a)より、本発明の手法では、フラッディングより短時間でネットワーク内の端末にデータパケットが到達することがわかる。

【0065】

図10(b)はパケットの到達率を示す。パケットの到達率は次式で示す。

【0066】

(数1)

$$\text{到達率}[\%] = \frac{\text{パケットの受信に成功した端末数}}{\text{ネットワーク内の全端末数}} \times 100$$

図10(b)より、本発明の手法による到達率の劣化がないことがわかる。

【0067】

図10(c)はデータ送信を行う確率を示す。データ送信率は次式で示す。

【0068】

(数2)

$$\text{データ送信率}[\%] = \frac{\text{データ送信を行った端末数}}{\text{ネットワーク内の全端末数}} \times 100$$

図10(c)より、本発明の手法が、フラッディングよりもデータ送信を行った端末数が少なく、無駄なデータ送信が少ないことがわかる。

【0069】

上記実施例に追加して、より効率のよいデータパケット中継方法を以下に記載する。

【0070】

(1) 受信SNR基準による優先制御

図11に示すように、データパケットを送信した端末と受信した端末の距離が離れているほど、受信した端末が次にデータパケットを中継する際に、より広い範囲にわたって送信を行うことができる。そこで、受信SNR(Signal-to-Noise Power Ratio)が小さい端末ほど、データパケットを送信する端末との距離が離れているとみなし、受信SNRが小さい端末に対してCWの乱数の範囲[CWmin, CWmax]を小さくし、バックオフ時間の終了を早める設定をすることで優先的に中継送信させてもよい。

## 【0071】

動作例のフローチャートを図12に示す。端末Zの元々のCWの乱数の範囲は、 $[CW_{min}, CW_{max}] = [0, 63]$ とする。端末Yよりデータパケットを受信した(ステップS201)端末Zは、データパケットよりSNR値を優先度判定部10で推定する(ステップS203)。SNRの値が13dBより大きければ(ステップS205)、端末Zは端末Yに近い位置にあるとみなされるので、CWの乱数の範囲を $[CW_{min}, CW_{max}] = [0, 127]$ と大きくする(ステップS211)。

SNRの値が10dB以下であれば(ステップS205)、端末Zは端末Yより遠い位置にあるとみなされるので、CWの乱数の範囲を $[CW_{min}, CW_{max}] = [0, 31]$ と小さくする(ステップS207)。

SNRの値が10dBより大きく13dB以下であれば(ステップS205)、端末YのCWの乱数の範囲は変更せず $[CW_{min}, CW_{max}] = [0, 63]$ にする(ステップS209)。

これにより、より遠くにある端末に優先的にデータパケットを送信することで、短時間でより広範囲にデータパケットをブロードキャストできることになる。

## 【0072】

なお、ここで示したSNRの具体的な値は環境や通信方式によって大きく異なるものであり、その環境に適した値を設定するものであり、ここで示したものが全てではない。

## 【0073】

## (2) ルーティング

複数のデータパケットを次々と受信して中継する場合、端末がデータパケットを中継送信する回数を記録する。中継送信する回数が多いほどデータパケットの中継に貢献しているものとして、CWの乱数の範囲を小さくしてもよい。

## 【0074】

## (3) 協調ダイバーシチ

端末 source から送信されたデータパケットを端末A、Bが受信し、端末Aが端末Dにデータパケットを中継送信する際、端末Aと端末Bが協調ダイバーシチ送信を行ってもよい。図13(a)に端末配置図、(b)にタイムチャートを示す。データパケットを中継送信する端末AがRequestパケットをブロードキャストすると、端末DがそのRequestパケットを受信する他に、端末Aの送信可能範囲内にある端末BもそのRequestパケットを受信する。端末Dがreply信号を送信すると、端末Aだけではなく端末Bも受信することができる。端末Bはその直前に送信された端末AからのRequestパケットに含まれているデータパケットのIDから、端末Aが端末Bも保持しているデータパケットを送信しようとしていることが判るので、端末Aとともにデータパケットを協調ダイバーシチ送信する。なお、ここでの協調ダイバーシチ送信にはSTBC(Space Time Block Code)を用いる。

## 【0075】

## (4) Requestパケット重複通知

図14において、データパケットを中継する端末A、BがRequestパケットを送信する際に、CW設定がたまたま同じになりバックオフ時間が同時に終了してしまった場合、Requestパケットが衝突してしまう。その結果、周辺の端末C、D、Eがreply信号を送信することができない。これを解決するために、端末C、D、Eはパケット重複通知および再送要求を端末A、Bに送信する。具体的な方法として、スロット分割方式と符号分割方式がある。

## 【0076】

図15(a)にスロット分割方式のタイムチャートを示す。端末Aと端末BがブロードキャストしたRequestパケットが端末Cにおいて衝突した場合、端末Cは、SIFS時間、あらかじめ設定されたreply送信時間、SIFS時間において、emergency信号を端末A、Bに送信する。端末A、Bは、DIFS時間をおいた後に、CWを再設定し、バックオフ時間が終了した端末BからRequestパケットを再送信する

。

【0077】

図15(b)に符号分割方式のタイムチャートを示す。端末Aと端末BがブロードキャストしたRequestパケットが端末Cにおいて衝突した場合、端末Cは、SIFS時間をおいた後、あらかじめ設定されたreply信号送信時間にemergency信号を、異なる符号化をして端末A、Bに送信する。ここではemergency信号をCDMA方式で送信する。emergency信号を異なる符号で送信することで、もし端末D、Eから端末A、Bへreply信号を送信したとしても、その符号により双方の信号が分離可能なため、emergency信号のみを取り出すことが可能であり、端末A、Bが双方とも送信完了となってしまうことを避けることができる。

【0078】

これらの方式を採用することで、emergency信号を受信した端末A、BはRequestパケット重複のため、reply信号の返信が無かったためにデータパケット送信済みと誤判断してしまうことを防ぐことが可能であり、再度requestパケットを送信することで確実な通信を行うことができる。

【0079】

(5) Requestパケット受信SNRによるCW延長

キャリアセンス中に、同一のデータパケットIDを付加している他端末からのRequestパケットを高いSNRで受信した場合、自端末の近隣でデータパケットの送信が行われると考えられるため、その直後にバックオフ時間が終了しデータパケットを送信することは効果的といえない。そこで、一定のSNR以上で受信した近隣の端末はCWを増加させバックオフ時間を延長する。

【0080】

図16において、端末A～Fは同一のデータパケットを保持しており、それぞれバックオフ時間経過後にRequestパケットを送信する状態である。受信SNRの閾値を15dBとする。

端末Dが先にバックオフ時間を経過し、Requestパケットをブロードキャストすると、端末A、B、C、EはSNR=15dBで受信する。よって、端末A、B、C、EはCWを10増加させ、バックオフ時間を延長する。

一方、端末Fの受信SNRは10dBである。よってCWはそのままである。

これにより、データパケットを送信した近傍の端末からのRequestパケットの送信が遅れるため、遠方の端末が先にデータパケットを送信する権利を得る可能性が高くなる。

【0081】

以下、本発明の通信システム(アドホック・マルチホップ通信システム)について説明する。

図17は、本発明の通信端末の処理を示すフローチャートである。

この通信システムでは、既に述べたようにデータパケットをブロードキャスト送信する。ここで、データパケットを保有している端末は、Requestパケットを、長さに重み付けがされている待ち時間が経過した後に送信する(この送信もブロードキャストされる。S210)。Requestパケットは、当該データパケットの受信を必要としている端末が周囲に存在しているかを確認するためのデジタル信号である。

【0082】

Requestパケットを受信した端末は、既にデータパケットを受信しているときは応答しないが、未だデータパケットを受信していないときはreply信号を送信する。reply信号は、当該データパケットの受信を必要としていることを意味する電力信号である。言い換えると、reply信号は、デジタル信号ではなく、有るか無いかを意味する信号である。

【0083】

Requestパケットを送信した端末は、一定電力以上のreply信号を受信した

ときにのみ、データパケットをブロードキャストする。

【0084】

図1の通信システムでは各端末は、データパケットを送信した端末との距離を判断する機能(装置)を備えることができる。図8においてすでに説明したように、本実施例では、各端末は、データパケットを受け取った場合において、距離が遠いほど確率的に短くなるような(短く成るべく)待ち時間を設定する。また、図1の通信システムでは各端末は、他の端末が送信するRequestパケットの電力をモニタする装置(機能)を備えることができる。データパケットを保有している各端末は、他の端末が送信したRequestパケットの大きさが大きいときは確率的に長くなるような待ち時間を設定し、他の端末が送信したRequestパケットの大きさが小さいときは確率的に短くなるような待ち時間を設定することができる。

【0085】

さらに、図1の通信システムでは各端末は、図16において説明したように、データパケットの通信単位ごとに、端末として役立ったか否かを判断する装置(機能)を備えることができる。各端末は、ブロードキャストをしたときは判断の指標を増加させ、しなかったときは減少させる。

そして、判断の指標が高いときに確率的に短くなるような(短く成るべく)待ち時間を設定し、判断の指標が低いときに確率的に長くなるような待ち時間を設定することができる。

【0086】

図1の通信システムでは、図13において説明したように、端末のうち2つの端末がダイバーシチ送信における2つのアンテナとして機能するように構成できる。この場合、Requestパケットを送信した端末と、他の端末とが強調してダイバーシチ送信を行ったときは、当該他の端末はRequestパケットを送信しない。

【0087】

図1の通信システムでは、図15において説明したように(図15の上段)、各端末は、複数のRequestパケットを同時受信したときは、reply信号を送信せずに、当該reply信号に割り当てられている期間が経過した後に、Requestパケットの再送要求を各端末に送信するように構成できる。この場合には、Requestパケットの再送要求を受信した各端末は、Requestパケットを再送する。

【0088】

また、図15において説明したように(図15の下段)、各端末は、複数のRequestパケットを同時受信したときは、reply信号を送信せずに、Requestパケットの再送要求を各端末に送信するように構成できる。この場合には、Requestパケットの再送要求を受信した各端末は、当該再送要求をRequestパケットとは符号分割された系列で送信する。

【産業上の利用可能性】

【0089】

以上説明したように、本実施形態によれば、マルチホップ通信においてデータパケットをブロードキャストする際に、RTS/CTS方式のようなブロードキャストを行う。CSMA/CA方式を用いてキャリアセンスを行いパケットの競合を回避し、Requestパケットをブロードキャストし、reply信号との交換を行い、データパケットを送信する。これにより、冗長なブロードキャストを削減し、短時間でより効率よく遠方まで送信できる。

【0090】

災害時など、アドホックネットワークを用いて緊急情報を含むデータをブロードキャスト送信する場合であっても、本発明を用いれば各端末がデータパケットを確実に効率よく受信することができ、重要な情報の送受信や安否確認などを行うことができる。

【0091】

以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの

実施形態に限られるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0092】

図1 本発明の一実施形態に係る通信端末の概略構成を示すブロック図である。

図2 同上の実施形態における端末 source , A ~ D の空間配置図である。

図3 同上の実施形態における、データパケットを受信する動作を示すフローチャートである。

図4 同上の実施形態における、データパケットを受信する動作を示すタイムチャートである。

図5 同上の実施形態における、データパケットを中継送信するときの端末 A の動作を示すフローチャートである。

図6 同上の実施形態における、データパケットを中継送信するときの端末 A の動作を示すタイムチャートである。

図7 同上の実施形態における、データパケットを中継送信するときの端末 B の動作を示すタイムチャートである。

図8 計算機シミュレーションによる CSMA / CA での端末配置及び動作例である。

図9 計算機シミュレーションによる本発明での端末配置及び動作例である。

図10 計算機シミュレーションによる ( a ) パケット生存時間とパケット遅延、 ( b ) パケットの到達率、 ( c ) データ送信率を示すグラフである。

図11 受信 SNR による送信優先制御を行う際の概要を示す図である。

図12 受信 SNR による送信優先制御の動作を示すフローチャートである。

図13 協調ダイバシチ送信を行う際の ( a ) 端末配置図、 ( b ) タイムチャートである。

図14 Request パケット重複通知を行う際の概要を示す図である。

図15 Request パケット重複通知を行う際の、 ( a ) スロット分割方式、 ( b ) 符号分割方式のタイムチャートである。

図16 Request パケット受信 SNR による CW 延長の概要を示す図である。

図17 本発明の通信システムにおける基本動作の説明図である。

図18 従来 CSMA / CA 方式による通信方法の概要を示す図である。

図19 従来 RTS / CTS 方式による通信方法の概要を示す図である。

【手続補正書】

【提出日】平成20年11月20日 (2008.11.20)

【手続補正1】

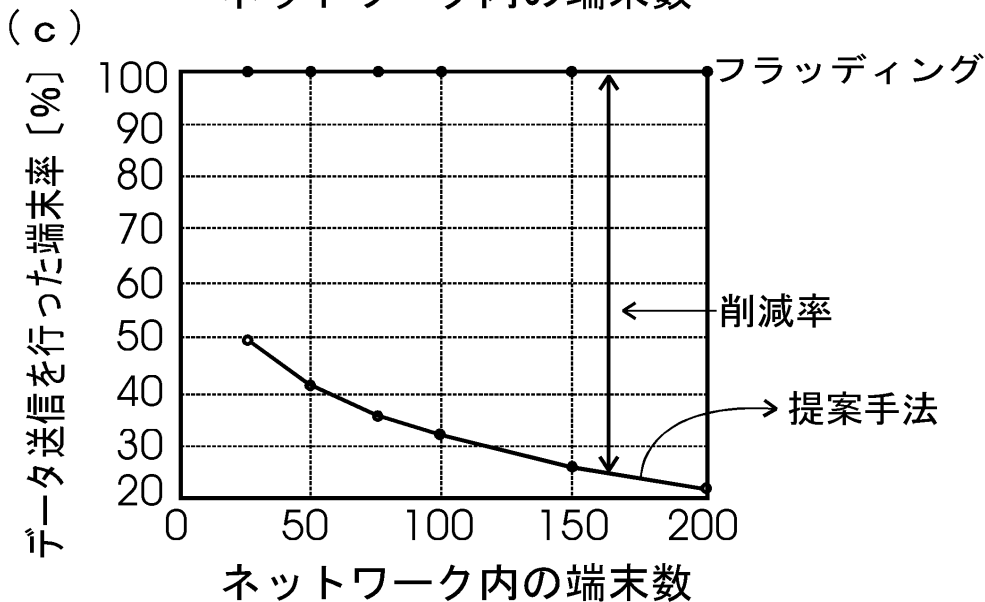
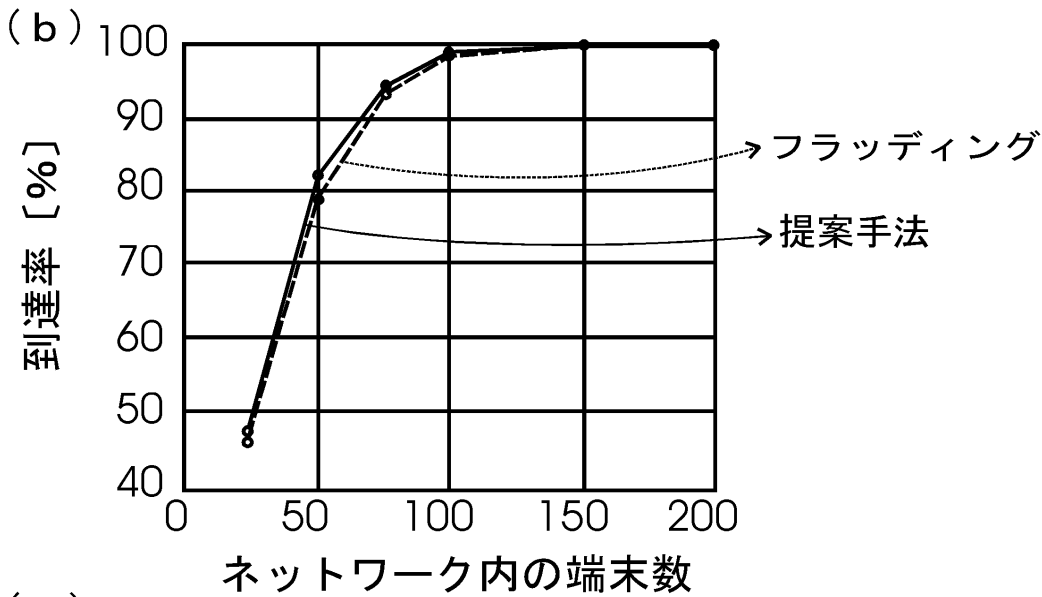
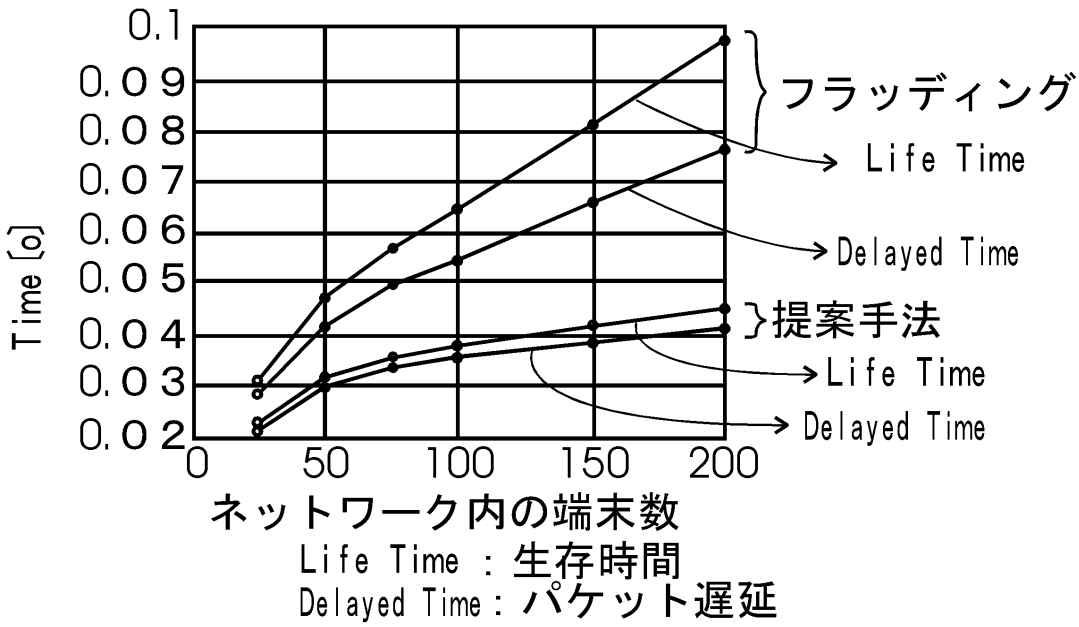
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図10

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図10】  
(a)





## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2007/052805
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> H04L12/28(2006.01)i, H04B7/15(2006.01)i, H04B7/26(2006.01)i, H04L12/56(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04L12/28, H04B7/15, H04B7/26, H04L12/56  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2007 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2007 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2007  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-341341 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 December, 2005 (08.12.05), Full text; all drawings (Family: none)	1-14,16,17
A	JP 2003-8591 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 10 January, 2003 (10.01.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-14,16,17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 31 May, 2007 (31.05.07)		Date of mailing of the international search report 12 June, 2007 (12.06.07)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/052805

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.: 15  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
It is unclear which is "the terminal". The relationship between the phrase "can inhibit transmission of the Request packet" in the latter half and the phrase "a communication system characterized in" in the first half is unclear.  
(Continued to extra sheet)
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**  
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2007/052805

Continuation of Box No.II-2 of continuation of first sheet(2)

Accordingly, the requirement of clarity stipulated in PCT Article 6 is not satisfied.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2007/052805									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04L12/28(2006.01)i, H04B7/15(2006.01)i, H04B7/26(2006.01)i, H04L12/56(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04L12/28, H04B7/15, H04B7/26, H04L12/56											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2007年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2007年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2007年	日本国実用新案登録公報	1996-2007年	日本国登録実用新案公報	1994-2007年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2007年										
日本国実用新案登録公報	1996-2007年										
日本国登録実用新案公報	1994-2007年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
A	JP 2005-341341 A (三菱電機株式会社) 2005.12.08, 全文、全図 (ファミリー無し)	1-14, 16, 17									
A	JP 2003-8591 A (富士電機株式会社) 2003.01.10, 全文、全図 (ファミリー無し)	1-14, 16, 17									
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。		☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行者若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 31.05.2007		国際調査報告の発送日 12.06.2007									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 土居 仁士	5X 9371								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3596								

様式PCT/ISA/210 (第2ページ) (2005年4月)

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2007/052805

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査することを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求の範囲 15 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、「前記端末」がどの端末か不明であり、また、後半の「Requestパケット～送信しないようにできる。」という記載と、前半の「～を特徴とする通信システム。」の関係も不明であるから、PCT第6条における明確性の要件を欠いている。
3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。

様式PCT/ISA/210（第1ページの続葉（2））（2005年4月）

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。