

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5070439号
(P5070439)

(45) 発行日 平成24年11月14日(2012.11.14)

(24) 登録日 平成24年8月31日(2012.8.31)

(51) Int.Cl.	F I
HO4W 74/08 (2009.01)	HO4L 12/28 307
HO4W 84/12 (2009.01)	HO4Q 7/00 282
HO4W 28/18 (2009.01)	

請求項の数 4 (全 27 頁)

(21) 出願番号 (22) 出願日 (65) 公開番号 (43) 公開日 審査請求日 (出願人による申告)平成19年度独立行政法人情報通信研究機構、研究テーマ「高レスポンスマルチホップ自律無線通信システムの研究開発」に関する委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願	特願2007-318043 (P2007-318043) 平成19年12月10日(2007.12.10) 特開2009-141836 (P2009-141836A) 平成21年6月25日(2009.6.25) 平成22年12月6日(2010.12.6)	(73) 特許権者 393031586 株式会社国際電気通信基礎技術研究所 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 (74) 代理人 100112715 弁理士 松山 隆夫 (72) 発明者 湯 素華 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内 (72) 発明者 程 俊 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内 (72) 発明者 スン チェン 京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
--	--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線装置およびそれを備えた無線ネットワーク

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信元の無線装置からパケットを受信する無線装置であって、
前記送信元の無線装置から送信された複数のブロックからなるパケットに基づいて前記パケットの複数のブロックにおける誤りの有無を検出する検出手段と、
前記検出手段によって少なくとも1つのブロックの誤りが検出されたとき、前記誤りが検出された誤りブロックの再送を要求するための再送要求を送信する送信手段と、
前記送信元の無線装置および前記送信元からのパケットを傍受した無線装置から前記再送を要求したブロックを受信する受信手段と、
前記パケットを複数のアンテナで受信したときの複数の受信信号の関連性の高さを示す相関値の変化幅に基づいて、干渉の有無を検知する干渉検知手段と、
前記受信手段が受信したパケットを復号できず、かつ、前記干渉検知手段によって前記干渉が検知されなかったとき、通信品質に基づいて、データと前記データに続いて付与された誤り訂正符号との全体を前記データの先頭から長さが順に短くなるように分割され、かつ、各々が固有の長さを有する前記複数のブロックのうち、再送が必要なブロックの長さを見積もる見積手段とを備え、
前記送信手段は、前記見積手段によって見積もられた前記ブロックの長さを指定して前記再送要求を送信し、
前記受信手段は、前記送信元の無線装置および前記送信元からのパケットを傍受した無線装置から前記指定された長さを有するブロックを受信する、無線装置。

10

20

【請求項 2】

前記送信手段は、前記干渉検知手段によって前記干渉が検知され、かつ、前記見積手段によって見積もられた長さがしきい値よりも長いとき、データを含むブロックを指定して前記再送要求を送信し、

前記受信手段は、前記送信元の無線装置および前記送信元からのパケットを傍受した無線装置から前記データを含むブロックを受信する、請求項 1 に記載の無線装置。

【請求項 3】

パケットを送信または送信元からのパケットを傍受した無線装置であって、複数のブロックを含むパケットを送信する送信手段と、

前記複数のブロックのうちの少なくとも 1 つのブロックの再送要求を受信すると、前記少なくとも 1 つのブロックを再送する再送手段とを備え、

前記パケットは、データと前記データに続いて付与された誤り訂正符号との全体を前記データの先頭から長さが順に短くなるように分割され、かつ、各々が固有の長さを有する前記複数のブロックからなり、

前記再送手段は、前記複数のブロックのうち、必要なブロックを指定するための長さを前記再送要求から検出すると、その検出した長さを有するブロックを再送する、無線装置

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 に記載の無線装置からなる第 1 の無線装置と、

請求項 3 に記載の無線装置からなる第 2 の無線装置とを備える無線ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、無線装置およびそれを備えた無線ネットワークに関し、特に、自律的に確立されるネットワークに用いられる無線装置およびそれを備えた無線ネットワークに関するものである。

【背景技術】

【0002】

無線ネットワークにおいては、マルチパスフェージングがよく発生する。2 つの端末間の受信電力は、フェージングのために時系列的に変化する。車車間通信ネットワークにおいては、各車が高速で移動するので、フェージングの影響は、更に大きくなる。その結果、受信端末は、フェージングのために送信端末からのパケットを正しく受信できない可能性がある。

【0003】

一方、分散的なネットワークにおいては、複数の端末は、チャンネルがアイドル状態であると判断して同時にパケットを送信する可能性がある。このような場合、複数のパケット間の相互干渉によって、受信端末は、パケットを正しく受信できない。

【0004】

一般的に、送信端末は、あるパケットを送信すると、受信端末からの ACK (Acknowledged) パケットを期待する。そして、送信端末は、規定時間内に ACK パケットを受信しないとき、そのパケットを再送する。IEEE 802.11 の MAC 層において、最大再送数は、“7” と規定されている。

【0005】

無指向性アンテナを使用する場合、送信端末からの電波は、全ての方向に伝搬するため、受信端末だけでなく、周辺の端末も、送信端末からの電波を受信できる。

【0006】

従来、受信端末が送信端末から送信されたパケットの受信に失敗した場合、送信端末と受信端末との間に存在する中継端末が送信端末に代わって送信端末から正しく受信したパケットを転送し、受信端末における再受信確率を向上させることが提案されている（非特許文献 1）。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

フェージングが発生する場合、受信端末によって受信されたパケットの全てが壊れるわけではない。従って、受信端末が、一部が壊れたパケットを受信した場合、送信端末がパケットの全体を再送するのは非効率である。

【 0 0 0 8 】

そこで、従来、受信端末は、正しく受信できなかった部分を再送要求メッセージ (A R Q) によって送信端末へ知らせ、送信端末は、再送要求メッセージに応じて必要な部分を受信端末へ送信することが提案されている (非特許文献 2) 。

【 0 0 0 9 】

また、復号可能係数に基づいて、受信端末が異なる端末から受信した同じパケットを合成することが提案されている (非特許文献 3) 。

【非特許文献 1】C. Yu, K. G. Shin, and L. Song, "Link-Layer Salvaging for Making Progress in Mobile Ad Hoc Networks," Mobihoc, 2005.

【非特許文献 2】K. Jamieson and H. Balakrishnan, "PPR: Partial Packet Recovery for Wireless Networks," Sigcomm 2007.

【非特許文献 3】G. R. Woo, P. Kheradpour and D. Katabi, "Beyond the Bits: Cooperative Packet Recovery Using Physical Layer Information," Mobicom 2007.

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 0 】

しかし、従来の技術においては、フェージングと干渉との両方を考慮していないため、フェージングおよび干渉が発生するような無線通信環境においてパケットを正しく受信することが困難であるという問題がある。

【 0 0 1 1 】

そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、フェージングおよび干渉が発生するような無線通信環境においてもパケットを正しく受信する確率を向上可能な無線装置を提供することである。

【 0 0 1 2 】

また、この発明の別の目的は、フェージングおよび干渉が発生するような無線通信環境においてもパケットを正しく受信する確率を向上可能な無線装置を備えた無線ネットワークを提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 3 】

この発明によれば、無線装置は、送信元の無線装置からパケットを受信する無線装置であって、検出手段と、送信手段と、受信手段とを備える。検出手段は、送信元の無線装置から送信された複数のブロックからなるパケットに基づいてパケットの複数のブロックにおける誤りの有無を検出する。送信手段は、検出手段によって少なくとも 1 つのブロックの誤りが検出されたとき、誤りが検出された誤りブロックの再送を要求するための再送要求を送信する。受信手段は、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置から再送を要求したブロックを受信する。

【 0 0 1 4 】

好ましくは、検出手段は、複数のブロックの各々に付与された誤り判定符号に基づいて、複数のブロックにおける誤りの有無を検出する。

【 0 0 1 5 】

好ましくは、送信手段は、誤りブロックと誤りブロックの再送を要求する無線装置とを指定して再送要求を送信する。

【 0 0 1 6 】

好ましくは、送信手段は、当該無線装置との間の通信品質の高い順に誤りブロックの再送を要求する無線装置を指定する。

【 0 0 1 7 】

10

20

30

40

50

好ましくは、無線装置は、干渉検知手段と、合成手段とを更に備える。干渉検知手段は、パケットを複数のアンテナで受信したときの複数の受信信号の関連性の高さを示す相関値の変化幅に基づいて、干渉の有無を検知する。合成手段は、干渉検知手段によって干渉が検知されなかったとき、受信手段が送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置から受信した複数の誤りブロックを合成して正しいブロックを生成する。

【0018】

好ましくは、無線装置は、干渉検知手段と、管理手段と、受理手段とを更に備える。干渉検知手段は、パケットを複数のアンテナで受信したときの複数の受信信号の関連性の高さを示す相関値の変化幅に基づいて、干渉の有無を検知する。管理手段は、検出手段によって誤りが検出されなかった第1のブロックと、検出手段によって誤りが検出され、かつ、干渉検知手段によって干渉が検知されなかった第2のブロックとを分類して管理する。受理手段は、管理手段によって管理されたブロックが全て第1のブロックであるとき、受信手段が受信したパケットを受理する。

10

【0019】

好ましくは、無線装置は、干渉検知手段と、見積手段とを更に備える。干渉検知手段は、パケットを複数のアンテナで受信したときの複数の受信信号の関連性の高さを示す相関値の変化幅に基づいて、干渉の有無を検知する。見積手段は、受信手段が受信したパケットを復号できず、かつ、干渉検知手段によって干渉が検知されなかったとき、通信品質に基づいて、データとデータに続いて付与された誤り訂正符号との全体をデータの先頭から長さが順に短くなるように分割され、かつ、各々が固有の長さを有する複数のブロックのうち、再送が必要なブロックの長さを見積もる。そして、送信手段は、見積手段によって見積もられたブロックの長さを指定して再送要求を送信する。また、受信手段は、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置から指定された長さを有するブロックを受信する。

20

【0020】

好ましくは、送信手段は、干渉検知手段によって干渉が検知され、かつ、見積手段によって見積もられた長さがしきい値よりも長いとき、データを含むブロックを指定して再送要求を送信する。受信手段は、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置からデータを含むブロックを受信する。

【0021】

また、この発明によれば、無線装置は、パケットを送信または送信元からのパケットを傍受した無線装置であって、送信手段と、再送手段とを備える。送信手段は、複数のブロックを含むパケットを送信する。再送手段は、複数のブロックのうち少なくとも1つのブロックの再送要求を受信すると、少なくとも1つのブロックを再送する。

30

【0022】

好ましくは、再送手段は、当該無線装置のアドレスが再送要求に含まれるとき、少なくとも1つのブロックを再送する。

【0023】

好ましくは、再送手段は、再送要求に含まれる優先順位に従って少なくとも1つのブロックを再送する。

40

【0024】

好ましくは、パケットは、データとデータに続いて付与された誤り訂正符号との全体をデータの先頭から長さが順に短くなるように分割され、かつ、各々が固有の長さを有する複数のブロックからなる。再送手段は、複数のブロックのうち、必要なブロックを指定するための長さを再送要求から検出すると、その検出した長さを有するブロックを再送する。

【0025】

更に、この発明によれば、無線ネットワークは、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の無線装置からなる第1の無線装置と、請求項9から請求項12のいずれか1項に記載の無線装置からなる第2の無線装置とを備える。

50

【発明の効果】

【0026】

この発明においては、送信先の無線装置が受信したパケットの一部が誤っている場合、送信先の無線装置は、誤っているブロックの再送要求をブロードキャストし、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置は、再送要求に応じてブロックを再送する。その結果、送信先の無線装置は、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置の両方から誤りが検出されたブロックを再受信するため、送信先の無線装置において誤りが検出されたブロックが送信先の無線装置に到達する確率が高くなる。

【0027】

従って、この発明によれば、干渉およびフェージングが発生する無線通信環境においても送信先の無線装置がパケットを正しく受信する確率を高くできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

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

【0029】

図1は、この発明の実施の形態による無線ネットワークの概略図である。この発明の実施の形態による無線ネットワーク100は、例えば、OLSR(Optimized Link State Routing)に従って経路探索を行ない、その探索した経路に沿って無線通信を行なうネットワークである。そして、無線ネットワーク100は、無線装置M1~M30を備える。無線装置M1~M30は、それぞれ、車両C1~C30に搭載され、自律的に無線ネットワークを構成する。

【0030】

無線装置M1~M30の各々は、後述する方法によって、自己が搭載された車両(車両C1~C30のいずれか)の位置情報を定期的に交換する。また、無線装置M1~M30は、後述する方法によって、送信元の無線装置から送信されたパケットの送信先における受信確率を向上させる。

【0031】

[実施の形態1]

図2は、図1に示す無線装置M1の実施の形態1における構成を示す概略ブロック図である。無線装置M1は、アンテナ1,2と、通信制御部3と、GPS(Global Positioning System)受信機4とを含む。

【0032】

アンテナ1,2は、無線通信空間を介して他の無線装置からパケットを受信し、その受信したパケットを通信制御部3へ出力する。また、アンテナ1,2は、通信制御部3から受けたパケットを無線通信空間を介して他の無線装置へ送信する。

【0033】

通信制御部3は、GPS受信機4からGPS信号を受信し、その受信したGPS信号に基づいて、公知の方法によって、無線装置M1が搭載された車両の位置を取得する。

【0034】

そして、通信制御部3は、自己が搭載された車両の位置情報を含むHelloメッセージを作成し、その作成したHelloメッセージを一定周期(例えば、2秒)でブロードキャストする。また、通信制御部3は、他の無線装置が搭載された車両の位置情報を含むHelloメッセージを他の無線装置から受信する。

【0035】

そして、通信制御部3は、他の無線装置とやり取りした位置情報と、自己が搭載された車両の位置情報とに基づいて、自己の周辺に存在する無線装置を検知する。

【0036】

また、通信制御部3は、後述する方法によって、送信元の無線装置から送信されたパケ

10

20

30

40

50

ットの送信先の無線装置における受信確率を向上させる。

【0037】

G P S 受信機 4 は、G P S 衛星から G P S 信号を受信し、その受信した G P S 信号を通信制御部 3 へ出力する。

【0038】

通信制御部 3 は、無線インターフェースモジュール 3 1 と、M A C モジュール 3 2 と、リンクモジュール 3 3 と、I P モジュール 3 4 と、G P S モジュール 3 5 とを含む。

【0039】

無線インターフェースモジュール 3 1 は、物理層に属する。そして、無線インターフェースモジュール 3 1 は、M A C モジュール 3 2 からパケットを受けると、その受けたパケットを変調し、その変調したパケットをアンテナ 1 , 2 を介して他の無線装置へ送信する。

10

【0040】

また、無線インターフェースモジュール 3 1 は、アンテナ 1 , 2 を介して他の無線装置からパケットを受信するとともに、その受信したパケットを復調する。そして、無線インターフェースモジュール 3 1 は、アンテナ 1 , 2 を介して受信した 2 つの受信信号に基づいて、後述する方法によって、パケットを構成する複数のブロックの各ブロックごとに干渉の有無を検知し、干渉の無いブロックだけを M A C モジュール 3 2 およびリンクモジュール 3 3 へ出力する。

【0041】

20

M A C モジュール 3 2 は、リンク層に属し、送信元の無線装置または送信元からのパケットを傍受した無線装置から受信したパケットを転送する。

【0042】

リンクモジュール 3 3 は、リンク層に属し、干渉の無いブロックを無線インターフェースモジュール 3 1 から受け、その受けたブロックの誤りの有無を後述する方法によって検出し、その検出結果に基づいて、各ブロックを後述する方法によって管理する。

【0043】

また、リンクモジュール 3 3 は、無線インターフェースモジュール 3 1 から受けたブロックがパケットを構成する全てのブロックであるか否かを判定する。そして、リンクモジュール 3 3 は、無線インターフェースモジュール 3 1 から受けたブロックがパケットを構成する全てのブロックではないと判定したとき、即ち、パケットを構成する複数のブロックのうちの一部のブロックが欠けているとき、その欠けているブロックの再送を要求する再送要求 A R Q を後述する方法によって生成してブロードキャストする。

30

【0044】

更に、リンクモジュール 3 3 は、ブロックの誤りの有無を示す検出結果に基づいて、少なくとも 1 つのブロックが誤っていると判定したとき、その誤ったブロックの再送を要求する再送要求 A R Q を後述する方法によって生成してブロードキャストする。

【0045】

更に、リンクモジュール 3 3 は、誤った同じブロックを複数の無線装置から受信したとき、後述する方法によって、その誤った 2 つのブロックを合成して正しいブロックを生成する。

40

【0046】

更に、リンクモジュール 3 3 は、パケットを構成するブロックの再送要求を他の無線装置から受信すると、その再送要求に応じてブロックを再送する。

【0047】

更に、リンクモジュール 3 3 は、パケットを構成する全てのブロックが正しくなると、正しいブロックからなるパケットを上位層へ出力する。

【0048】

I P モジュール 3 5 は、ネットワーク層に属し、無線装置 M 1 が搭載された車両の位置を G P S モジュール 3 5 から受ける。そして、I P モジュール 3 4 は、その受けた位置が

50

らなる位置情報 P_{Self} を後述する位置情報テーブルに格納する。また、IPモジュール34は、位置情報 P_{Self} を含む位置情報メッセージを作成して定期的にブロードキャストする。

【0049】

GPSモジュール35は、GPS信号をGPS受信機4から受け、その受けたGPS信号に基づいて、公知の方法によって、無線装置M1が搭載された車両の位置を検出し、その検出した位置をIPモジュール34へ出力する。

【0050】

なお、図1に示す無線装置M2～M30の各々は、図2に示す無線装置M1と同じ構成からなる。

【0051】

図3は、図2に示す無線インターフェースモジュール31、MACモジュール32およびリンクモジュール33の機能ブロック図である。

【0052】

無線インターフェースモジュール31は、変復調手段311と、制御手段312と、干渉検知手段313とを含む。

【0053】

また、MACモジュール32およびリンクモジュール33は、制御手段321と、検出手段322と、合成手段323と、管理手段324と、情報生成手段325と、受理手段326とを含む。

【0054】

変復調手段311は、アンテナ1, 2を介して他の無線装置からパケットを受信し、その受信したパケットを復調する。そして、変復調手段311は、パケットの復調過程において、各ビットごとの復号可能係数DC (Decoding Confidence) を演算する。そして、変復調手段311は、パケットおよび復号可能係数DCを制御手段312へ出力する。

【0055】

また、変復調手段311は、制御手段312からパケットを受けると、その受けたパケットを変調し、その変調したパケットをアンテナ1, 2を介して他の無線装置へ送信する。

【0056】

制御手段312は、変復調手段311からパケットおよび復号可能係数DCを受け、その受けたパケットを干渉検知手段313へ出力する。そして、制御手段312は、干渉の有無の検知結果を干渉検知手段313から受けると、干渉が検知されたブロックを除去し、干渉の無いブロックと、復号可能係数DCとを制御手段321へ出力する。

【0057】

具体的に説明する。パケットがN (Nは2以上の整数) 個のブロック1～ブロックNからなるものとし、検知結果が[干渉の有無：ブロック番号]からなるものとする。そして、干渉の有無は、干渉が有ることを示す“F”、または干渉が無いことを示す“NF”からなる。また、ブロック番号は、干渉の有無の検知対象となったブロックの番号からなる。

【0058】

制御手段312は、検知結果 = [NF / NF / F / NF / ... / NF : ブロック1 / ブロック2 / ブロック3 / ブロック4 / ... / ブロックN] を干渉検知手段313から受けると、その受けた検知結果 = [NF / NF / F / NF / ... / NF : ブロック1 / ブロック2 / ブロック3 / ブロック4 / ... / ブロックN] に基づいて、ブロック3を干渉が有るブロックであることを検出し、ブロック3を除く、ブロック1, 2, 4～Nと、復号可能係数DCとを制御手段321へ出力する。

【0059】

また、制御手段312は、パケットを制御手段321から受け、その受けたパケットを

10

20

30

40

50

変復調手段 3 1 1 へ出力する。

【 0 0 6 0 】

干渉検知手段 3 1 3 は、アンテナ 1, 2 によって受信されたパケットの 2 つの受信信号 x_1, x_2 を制御手段 3 1 2 から受け、その受けた 2 つの信号 x_1, x_2 に基づいて、後述する方法によって、パケットを構成する複数のブロックの各ブロックごとに干渉の有無を検知し、その検知結果 = [干渉の有無 : ブロック番号] を制御手段 3 1 2 へ出力する。

【 0 0 6 1 】

制御手段 3 2 1 は、干渉の無い K (K は、 $1 \leq K \leq N$ を満たす整数) 個のブロック 1 ~ K 、および復号可能係数 DC を制御手段 3 1 2 から受けるとともに、その受けた K 個のブロック 1 ~ K および復号可能係数 DC を検出手段 3 2 2 へ出力し、 K 個のブロック 1 ~ K を情報生成手段 3 2 5 へ出力する。

10

【 0 0 6 2 】

また、制御手段 3 2 1 は、パケットを構成するブロックの再送要求 ARQ を情報生成手段 3 2 5 から受けると、その受けた再送要求 ARQ を制御手段 3 1 2 へ出力する。

【 0 0 6 3 】

更に、制御手段 3 2 1 は、再送要求 ARQ に対して再送されたブロックおよび復号可能係数 DC を制御手段 3 1 2 から受けると、その受けたブロックおよび復号可能係数 DC を検出手段 3 2 2 へ出力する。

【 0 0 6 4 】

更に、制御手段 3 2 1 は、他の無線装置から再送要求 ARQ を受けると、その受けた再送要求 ARQ を情報生成手段 3 2 5 へ出力する。

20

【 0 0 6 5 】

更に、制御手段 3 2 1 は、受理手段 3 2 6 から複数のブロックを受けると、その受けた複数のブロックからなるパケットを転送する。

【 0 0 6 6 】

検出手段 3 2 2 は、 K 個のブロック 1 ~ K および復号可能係数 DC を制御手段 3 2 1 から受ける。そして、検出手段 3 2 2 は、その受けた K 個のブロック 1 ~ K の各々について、後述する方法によって、誤りの有無を検出する。

【 0 0 6 7 】

検出手段 3 2 2 は、 K 個のブロック 1 ~ K の各々について、誤りの有無を検出すると、その検出結果を情報生成手段 3 2 5 へ出力する。この場合、検出結果は、[誤りの有無 : ブロック番号] からなる。そして、誤りの有無は、ブロックが誤っているとき、“ 0 ” が格納され、ブロックが誤っていないとき、“ 1 ” が格納される。また、ブロック番号は、誤りの有無の検出対象となったブロックの番号からなる。

30

【 0 0 6 8 】

また、検出手段 3 2 2 は、検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および K 個のブロック 1 ~ K を管理手段 3 2 4 へ出力する。

【 0 0 6 9 】

更に、検出手段 3 2 2 は、復号可能係数 DC 、検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および K 個のブロック 1 ~ K を合成手段 3 2 3 へ出力する。

40

【 0 0 7 0 】

更に、検出手段 3 2 2 は、合成ブロックを合成手段 3 2 3 から受けると、その受けた合成ブロックの誤りの有無を後述する方法によって検出し、その検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および合成ブロックを管理手段 3 2 4 へ出力する。

【 0 0 7 1 】

合成手段 3 2 3 は、復号可能係数 DC 、検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および K 個のブロック 1 ~ K を検出手段 3 2 2 から受ける。そして、合成手段 3 2 3 は、誤ったブロックを 2 個の無線装置から受信したとき、その誤った 2 個のブロックを復号可能係数 DC を用いて後述する方法によって合成し、その合成後の合成ブロックを検出手段 3 2 2 へ出力する。

50

【 0 0 7 2 】

管理手段 3 2 4 は、検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および K 個のブロック 1 ~ K を検出手段 3 2 2 から受け、その受けた検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および K 個のブロック 1 ~ K に基づいて、後述する方法によって、正しいブロックと、誤っているブロックとを分類して管理する。

【 0 0 7 3 】

また、管理手段 3 2 4 は、検出手段 3 2 2 から検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および合成ブロックを受け、その受けた検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および合成ブロックに基づいて、ブロックの管理を更新する。

そして、管理手段 3 2 4 は、1つのパケットに含まれる複数のブロックの全てが正しいブロックになると、その複数のブロックを受理手段 3 2 6 へ出力する。

10

【 0 0 7 4 】

情報生成手段 3 2 5 は、K 個のブロック 1 ~ K を制御手段 3 2 1 から受け、K 個のブロック 1 ~ K の誤りの有無の検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] を検出手段 3 2 2 から受ける。そして、情報生成手段 3 2 5 は、その受けた K 個のブロック 1 ~ K に基づいて、パケットを構成する全てのブロック 1 ~ N の一部が欠けているか否かを判定する。この場合、情報生成手段 3 2 5 は、 $K < N$ であるとき、パケットを構成する全てのブロック 1 ~ N の一部が欠けていると判定し、 $K = N$ であるとき、パケットを構成する全てのブロック 1 ~ N の一部が欠けていないと判定する。

【 0 0 7 5 】

20

そして、情報生成手段 3 2 5 は、パケットを構成する全てのブロック 1 ~ N の一部が欠けていると判定したとき、その欠けているブロックの再送を要求する A R Q 1 メッセージを後述する方法によって生成して制御手段 3 2 1 へ出力する。

【 0 0 7 6 】

また、情報生成手段 3 2 5 は、検出手段 3 2 2 から受けた検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] に基づいて、後述する方法によって、誤っているブロックの再送を要求する A R Q 1 メッセージを作成し、その作成した A R Q 1 メッセージを制御手段 3 2 1 へ出力する。

【 0 0 7 7 】

また、情報生成手段 3 2 5 は、制御手段 3 2 1 から A R Q 1 メッセージを受けると、その受けた A R Q 1 メッセージに自己が搭載された無線装置のアドレスが含まれているか否かを判定し、自己が搭載された無線装置のアドレスが A R Q 1 メッセージに含まれているとき、後述する方法によって、再送すべきブロックを管理手段 3 2 4 から取得し、再送すべきブロックを含むデータフレームを生成して制御手段 3 2 1 へ出力する。

30

【 0 0 7 8 】

受理手段 3 2 6 は、管理手段 3 2 4 から複数のブロックを受けると、その受けた複数のブロックを当該無線装置において受理し、複数のブロックを上位層へ出力する。

【 0 0 7 9 】

また、受理手段 3 2 6 は、自己が搭載された無線装置が中継端末であるとき、管理手段 3 2 4 から受けた複数のブロックを制御手段 3 2 1 へ出力する。

40

【 0 0 8 0 】

図 4 は、図 2 に示す I P モジュール 3 4 が保持する位置情報テーブルの構成図である。位置情報テーブル T B L は、端末番号と、端末位置情報とを含む。端末番号および端末位置情報は、相互に対応付けられる。

【 0 0 8 1 】

端末番号は、端末位置情報を有する車両に搭載された無線装置の番号からなる。端末位置情報は、端末番号によって表される無線装置が搭載された車両の位置情報からなる。

【 0 0 8 2 】

図 5 は、位置情報メッセージのフォーマットを示す図である。位置情報メッセージ P S M は、ヘッダ H E D と、メッセージ M S 1 , M S 2 とを含む。ヘッダ H E D は、位置情報

50

メッセージ P S M の送信元 S R C と、送信先 D S T とからなる。送信元 S R C は、位置情報メッセージ P S M を作成する無線装置の識別番号 S e l f I D からなる。送信先 D S T は、位置情報メッセージ P S M がブロードキャストされることを示す B R O A D C A S T からなる。

【 0 0 8 3 】

メッセージ M S 1 は、位置情報メッセージ P S M を作成する無線装置が搭載された車両の位置情報 S e l f p o s i t i o n と、送信間隔とからなる。位置情報 S e l f p o s i t i o n は、位置情報メッセージ P S M を作成する無線装置の識別番号 I D と、位置情報メッセージ P S M を作成する無線装置が搭載された車両の位置情報 $\langle x, y, T \rangle$ とからなる。そして、位置情報 $\langle x, y, T \rangle$ は、無線装置の識別番号 I D に対応付けられる。送信間隔は、T からなる。

10

【 0 0 8 4 】

メッセージ M S 2 は、位置情報メッセージ P S M を作成する無線装置に隣接する無線装置の個数 # n e i g h b o r = M と、位置情報メッセージ P S M を作成する無線装置に隣接する無線装置の識別番号 I D ₁ , I D ₂ と、位置情報メッセージ P S M を作成する無線装置が搭載される車両に隣接する車両の位置情報 $\langle x_1, y_1, T_1 \rangle$, $\langle x_2, y_2, T_2 \rangle$ とからなる。なお、メッセージ M S 2 は、オプションであり、位置情報メッセージ P S M を作成する無線装置 M 1 が車両 C 1 の位置情報および車両 C 1 に隣接する車両の位置情報を有している場合、位置情報メッセージ P S M に含まれる。

【 0 0 8 5 】

20

図 6 は、実施の形態 1 におけるパケット P K T の構成図である。パケット P K T は、ヘッダと、ブロック 1 ~ ブロック N とからなる。そして、ブロック 1 ~ ブロック N の各々は、ブロックの誤りの有無を検出するためのチェックサムを含む。

【 0 0 8 6 】

図 7 は、実施の形態 1 におけるデータフレームの構成図である。データフレーム (D A T A 1 _ f r a m e) は、M A C ヘッダと、パケット I D と、ブロックインジケータと、ペイロードとを含む。

【 0 0 8 7 】

M A C ヘッダは、従来の M A C ヘッダからなる。パケット I D は、送信元の M A C アドレス、送信先の M A C アドレスおよび M A C 層のシーケンス番号からなる。

30

【 0 0 8 8 】

ブロックインジケータは、ペイロードに含まれるブロック数に対応した個数からなり、各ブロックが存在していることを示す “ 1 ”、または各ブロックが存在していないことを示す “ 0 ” からなる。

【 0 0 8 9 】

ペイロードは、複数のブロック 1 ~ ブロック N からなる。そして、ブロック 1 ~ ブロック N の各々は、チェックサムを含む。

【 0 0 9 0 】

図 8 は、実施の形態 1 における A R Q フレームの構成図である。A R Q フレーム (A R Q 1 _ f r a m e) は、M A C ヘッダと、パケット I D と、ブロックインジケータと、再送端末リストとを含む。

40

【 0 0 9 1 】

M A C ヘッダおよびパケット I D については、上述したとおりである。A R Q フレームのブロックインジケータは、データフレーム (D A T A 1 _ f r a m e) のペイロードに含まれるブロック数に対応した個数からなり、再送が必要であることを示す “ 1 ”、または再送の必要がないことを示す “ 0 ” からなる。

【 0 0 9 2 】

再送端末リストは、ブロックの再送を要求する無線装置のアドレスからなる。

【 0 0 9 3 】

図 9 は、干渉の検知方法を説明するための図である。送信端末および受信端末の各々は

50

、図2に示す無線装置M1の構成と同じ構成からなる。

【0094】

送信端末は、アンテナ1を用いて信号xを送信する。そして、受信端末は、送信端末から送信された信号xを2つのアンテナ1, 2によって受信し、2つの受信信号 x_1, x_2 を得る。

【0095】

受信端末の干渉検知手段313は、2つの受信信号 x_1, x_2 を制御手段312から受け、その受けた2つの受信信号 x_1, x_2 を構成要素とする行列 $\langle A \rangle = [x_1, x_2]$ を生成する。なお、この出願においては、 $\langle \cdot \rangle$ は、行列を表すものとする。

【0096】

そして、受信端末の干渉検知手段313は、行列 $\langle A \rangle$ を用いて、相関行列 $\langle A \rangle^H \langle A \rangle$ を演算し、その演算した相関行列 $\langle A \rangle^H \langle A \rangle$ を固有値分解して2つの固有値 $\lambda_{MAX}, \lambda_{MIN}$ を取得する。

【0097】

その後、受信端末の干渉検知手段313は、 $K = \lambda_{MAX} / \lambda_{MIN}$ を演算し、条件数Kを求める。

【0098】

条件数Kは、相関行列 $\langle A \rangle^H \langle A \rangle$ の固有値の最大値と最小値との比からなるので、2つの受信信号 x_1, x_2 の関連性の強さを示すものである。

【0099】

無線通信が送信端末と受信端末との間で行われている場合、受信端末は、送信端末からの信号x以外に信号を受信しなければ、条件数Kは、あまり変化しない。

【0100】

しかし、受信端末が信号xを受信中に他の端末が同じ通信範囲で信号yを送信すると、受信端末は、信号xを受信するときに干渉を受ける。

【0101】

その結果、受信端末のアンテナ1, 2は、それぞれ受信信号 y_1, y_2 を新たに受信する。

【0102】

そうすると、受信端末は、アンテナ1, 2によって受信信号 $B = [z_1, z_2]$ ($z_1 = x_1 + y_1, z_2 = x_2 + y_2$)を受信する。

【0103】

この場合、受信信号 x_1 と受信信号 y_1 の間、および受信信号 x_2 と受信信号 y_2 の間には、関連性が無く、無線チャネルの影響によって、受信信号 x_1 と受信信号 y_1 との位相および受信信号 x_2 と受信信号 y_2 との位相が異なるので、受信信号 z_1 と受信信号 z_2 との関連性が低下する。

【0104】

その結果、 $\langle B \rangle^H \langle B \rangle$ の期待値 $E[\langle B \rangle^H \langle B \rangle]$ の条件数 K_B も変化する。

【0105】

従って、受信端末の干渉検知手段313は、一定長さ(例えば、50シンボル)の受信信号から期待値 $E[\langle B \rangle^H \langle B \rangle]$ と、その条件数 K_B とを演算し、条件数の変動から干渉の有無を検知できる。

【0106】

図10は、条件数とビットインデックス(Bit index)との関係を示す図である。図10において、縦軸は、条件数Kを表し、横軸は、ビットインデックスを表す。そして、曲線k1は、条件数Kとビットインデックスとの関係を示す。

【0107】

条件数Kは、ビットインデックスが400程度までは、あまり変化せずに、“23”程度であり、ビットインデックスが500程度になると、“11”程度に大きく変動する。

【0108】

10

20

30

40

50

従って、干渉検知手段 3 1 3 は、上述した方法によって求めた条件数 K の変動幅 K を演算し、その演算した変動幅 K がしきい値 K_{th} 以上になると、干渉が有ることを検知し、変動幅 K がしきい値 K_{th} よりも小さいとき、干渉が無いことを検知する。

【 0 1 0 9 】

このように、干渉検知手段 3 1 3 は、2つのアンテナ 1, 2 で受信した2つの受信信号の関連性の強さを示す相関値 (= 条件数 K) の変化幅 K に基づいて、干渉の有無を検知する。

【 0 1 1 0 】

次に、図 3 に示す合成手段 3 2 3 がブロックの合成に用いる復調可能係数について説明する。ブロックに含まれる各ビットのアナログ値を b とする。理想的な BPSK (Binary Phase Shift Keying) 変調の場合、 b は、“-1” または “1” である。実際の無線通信環境では、フェージングによって、各ビットの確率 p が異なり、あらゆる値を取り得る。

【 0 1 1 1 】

そこで、合成手段 3 2 3 は、デジタル値の “1” に対応する確率 $p(b=1)$ と、デジタル値の “0” に対応する確率 $p(b=0)$ との比を演算し、その演算した比の対数 (= $\log(p(b=1)/p(b=0))$) を対数見込比 $LLR(b)$ として演算する。

【 0 1 1 2 】

そして、合成手段 3 2 3 は、その演算した対数見込比 $LLR(b)$ を復調可能係数 DC として求める。

【 0 1 1 3 】

図 1 1 は、ブロックの合成方法を説明するための図である。受信端末は、誤りのあるパケット PKT_INC を送信端末から受信し、ブロック BLK を周辺端末から受信する。

【 0 1 1 4 】

この場合、受信端末は、パケット PKT_INC のブロック 6 を誤って受信し、ブロック BLK のブロック 6 を誤って受信する。

【 0 1 1 5 】

そうすると、受信端末の合成手段 3 2 3 は、上述した復調可能係数 DC を用いて、次の方法によって、誤った2つのブロック 6 を合成する。

【 0 1 1 6 】

即ち、パケット PKT_INC のブロック 6 に含まれるビットのアナログ値を B_S (S は、送信端末を表す) とし、アナログ値 B_S の復調可能係数 DC を $DC_S(B_S)$ とし、ブロック BLK のブロック 6 に含まれるビットのアナログ値を B_{PH} (PH は、周辺端末を表す) とし、アナログ値 B_{PH} の復調可能係数 DC を $DC_{PH}(B_{PH})$ とすると、合成手段 3 2 3 は、 $B_N = B_S * DC_S(B_S) + B_{PH} * DC_{PH}(B_{PH})$ を演算する。

【 0 1 1 7 】

そして、合成手段 3 2 3 は、その演算した B_N が “0” よりも大きいかな否かを判定し、 B_N が “0” よりも大きいとき、ビット値を “1” に設定し、 B_N が “0” 以下であるとき、ビット値を “0” に設定する。

【 0 1 1 8 】

合成手段 3 2 3 は、ブロック 6 に含まれる各ビットのアナログ値に対して、上述した方法によってビット値を演算し、パケット PKT_INC に含まれるブロック 6 とブロック BLK に含まれるブロック 6 とを合成する。そして、合成手段 3 2 3 は、その合成した合成ブロックをブロック 6 として格納し、全体のパケット PKT を生成するとともに、その生成した全体のパケット PKT を検出手段 3 2 2 へ出力する。

【 0 1 1 9 】

引き続いて、ARQ 1 メッセージの生成方法について説明する。図 1 2 は、ARQ 1 メ

10

20

30

40

50

メッセージの作成方法を説明するための図である。パケット P K T の送信先である無線装置 D の情報生成手段 3 2 5 は、検出手段 3 2 2 から [0 : B L K 1 / 1 : B L K 2 / 0 : B L K 3 / 1 : B L K 4 / 0 : B L K 5 / 1 : B L K 6] からなる検出結果を受けると、その受けた検出結果 = [0 : B L K 1 / 1 : B L K 2 / 0 : B L K 3 / 1 : B L K 4 / 0 : B L K 5 / 1 : B L K 6] に基づいて、ブロック 2 , 4 , 6 が誤っていることを検知し、 [0 / 1 / 0 / 1 / 0 / 1] からなるブロックインジケータを A R Q 1 _ f r a m e に格納する。

【 0 1 2 0 】

また、無線装置 D の情報生成手段 3 2 5 は、 I P モジュール 3 4 から位置情報テーブル T B L を取得し、その取得した位置情報テーブル T B L に基づいて、無線装置 D の周辺に存在している無線装置 A , B , C のアドレス A d d _ A , A d d _ B , A d d _ C を検出するとともに、送信元の無線装置 S のアドレス A d d _ S を検出する。

10

【 0 1 2 1 】

更に、無線装置 D の情報生成手段 3 2 5 は、その検出した無線装置 A ~ C , S と無線装置 D との間の通信品質 (例えば、受信信号強度 R S S I) を無線インターフェースモジュール 3 1 から取得する。

【 0 1 2 2 】

そうすると、無線装置 D の情報生成手段 3 2 5 は、その取得した受信信号強度 R S S I の強い順に、即ち、通信品質の高い順に無線装置 A ~ C , S のアドレス A d d _ A , A d d _ B , A d d _ C , A d d _ S を再送端末リストに格納して A R Q 1 _ f r a m e を作成する。この場合、無線装置 D の情報生成手段 3 2 5 は、無線装置 A、無線装置 B、無線装置 C および無線装置 S の順に優先順位を付けて無線装置 A ~ C , S のアドレス A d d _ A , A d d _ B , A d d _ C , A d d _ S を再送端末リストに格納する。

20

【 0 1 2 3 】

なお、無線装置 D の情報生成手段 3 2 5 は、送信元の無線装置のアドレスを必ず再送端末リストに格納する。

【 0 1 2 4 】

このように、情報生成手段 3 2 5 は、誤りのあるブロックの再送を要求するための再送端末を優先順位を付けて指定する。

【 0 1 2 5 】

図 1 3 は、パケットの送信からブロックの再送までの動作を説明するための図である。送信元の無線装置 S は、データフレーム D A T A 1 を送信する。そして、送信先の無線装置 D は、無線装置 S から受信したデータフレーム D A T A 1 のブロック 2 , 4 , 6 が誤っていたので、上述した方法によって A R Q 1 メッセージを作成し、 S I F S の経過後、 A R Q 1 メッセージをブロードキャストする。

30

【 0 1 2 6 】

無線装置 D の周辺に存在する無線装置 A ~ C および送信元の無線装置 S は、 A R Q 1 メッセージを受信する。そして、無線装置 A ~ C , S は、 A R Q 1 メッセージのブロックインジケータを参照して、ブロック 2 , 4 , 6 の再送が要求されていることを検知する。

【 0 1 2 7 】

しかし、優先順位が第 1 位である無線装置 A は、 A R Q 1 メッセージに回答しなかったため、優先順位が第 2 位である無線装置 B は、ブロック 2 , 6 を含むデータフレーム D A T A 2 を作成し、 S I F S の経過後の 2 番目のスロット S L O T に同期してデータフレーム D A T A 2 を送信する。

40

【 0 1 2 8 】

そして、無線装置 C , S は、データフレーム D A T A 2 を受信し、ブロック 2 , 6 が再送されたことを検知する。

【 0 1 2 9 】

そうすると、優先順位が第 3 位である無線装置 C は、ブロック 2 , 6 以外の誤っているブロック 4 を正しく受信していないので、データフレームの再送を停止する。

50

【 0 1 3 0 】

そして、優先順位が最も低い送信元の無線装置 S は、ブロック 4 を含むデータフレーム DATA 3 を作成し、SIFS の経過に同期してスロット SLOT を設定し、その作成したデータフレーム DATA 3 を送信する。

【 0 1 3 1 】

これにより、送信先の無線装置 D は、無線装置 B からブロック 2 , 6 を再受信し、無線装置 S からブロック 4 を再受信する。

【 0 1 3 2 】

このように、この発明においては、送信元の無線装置のみならず、送信元と送信先との間で送信元からのパケットを傍受した無線装置も、送信先の無線装置からの誤りのあるブロックの再送要求に応じて、ブロックを再送する。

10

【 0 1 3 3 】

その結果、干渉およびフェージングが発生する無線通信環境においても、再送を要求されたブロックが送信先へ到達する確率が高くなる。

【 0 1 3 4 】

従って、この発明によれば、干渉およびフェージングが発生する無線通信環境においても送信先の無線装置においてパケットを正しく受信する確率を高くできる。

【 0 1 3 5 】

図 1 4 は、管理テーブルの構成図である。管理テーブル MGET は、フラグ flag と、同じパケットに属するブロックからなる。フラグ flag は、ブロックが正しいことを示す “ 1 ”、またはブロックが誤っており、かつ、干渉がないことを示す “ 0 ” からなる。

20

【 0 1 3 6 】

各ブロックは、誤りがなければ、フラグ flag = 1 に対応して、同じパケットに属するブロックの欄に格納され、誤りがあり、かつ、干渉がなければ、復号可能係数 DC とともに、フラグ flag = 0 に対応して、同じパケットに属するブロックの欄に格納される。

【 0 1 3 7 】

管理手段 3 2 4 は、各ブロックの誤りの有無を示す検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号]、および K 個のブロック 1 ~ K を検出手段 3 2 2 から受けると、その受けた検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号]、および K 個のブロック 1 ~ K に基づいて、管理テーブル MGET を作成して各ブロックを管理する。

30

【 0 1 3 8 】

なお、管理手段 3 2 4 は、各パケットごとに管理テーブル MGET を作成してパケットごとにブロックを管理する。

【 0 1 3 9 】

図 1 5 は、この発明の実施の形態 1 による通信方法を説明するためのフローチャートである。一連の動作が開始されると、送信元の無線装置 S は、上述した複数のブロックを含むパケットを作成して送信先へ送信する (ステップ S 1)。

【 0 1 4 0 】

そして、送信先の無線装置 D は、パケットを受信する (ステップ S 2)。無線装置 D の変復調手段 3 1 1 は、その受信したパケットを復調し、その復調したパケットと復号可能係数 DC とを制御手段 3 1 2 へ出力する。無線装置 D の制御手段 3 1 2 は、パケットおよび復号可能係数 DC を変復調手段 3 1 1 から受け、その受けたパケットを干渉検知手段 3 1 3 へ出力し、干渉検知手段 3 1 3 は、制御手段 3 1 2 から受けたパケットに基づいて、上述した方法によって、干渉の有無を検知し (ステップ S 3)、その検知結果 = [干渉の有無 : ブロック番号] を制御手段 3 1 2 へ出力する。

40

【 0 1 4 1 】

そして、無線装置 D の制御手段 3 1 2 は、干渉検知手段 3 1 3 から受けた検知結果 = [干渉の有無 : ブロック番号] に基づいて、パケットを構成する複数のブロック 1 ~ N のう

50

ち、干渉の無いK個のブロック1~Kを検出し(ステップS4)、その検出したK個のブロック1~Kと復号可能係数DCとを制御手段321へ出力する。

【0142】

無線装置Dの制御手段321は、K個のブロック1~Kおよび復号可能係数DCを制御手段312から受け、その受けたK個のブロック1~Kおよび復号可能係数DCを検出手段322へ出力する。

【0143】

そして、無線装置Dの検出手段322は、K個のブロック1~Kおよび復号可能係数DCを制御手段321から受け、その受けたK個のブロック1~Kの各々について、上述した方法によって、誤りの有無を検出し(ステップS5)、その検出結果=[誤りの有無:ブロック番号]を情報生成手段325へ出力し、検出結果=[誤りの有無:ブロック番号]およびK個のブロック1~Kを管理手段324へ出力し、検出結果=[誤りの有無:ブロック番号]、K個のブロック1~Kおよび復号可能係数DCを合成手段323へ出力する。

10

【0144】

その後、無線装置Dの管理手段324は、検出結果=[誤りの有無:ブロック番号]およびK個のブロック1~Kに基づいて、各ブロックを管理する(ステップS6)。

【0145】

そして、無線装置Dの情報生成手段325は、検出結果=[誤りの有無:ブロック番号]に基づいて、K個のブロック1~Kのいずれかについて誤りが有るか否かを判定する(ステップS7)。

20

【0146】

ステップS7において、K個のブロック1~Kについて、誤りが無いと判定されたとき、一連の動作は、ステップS15へ移行する。

【0147】

一方、ステップS7において、K個のブロック1~Kについて、誤りが有ると判定されたとき、情報生成手段325は、検出手段322から受けた検出結果=[誤りの有無:ブロック番号]と、管理手段324によって管理されているK個のブロック1~Kと、上位層から受けた位置情報テーブルTBLと、無線インターフェースモジュール31から受けた通信品質(=受信信号強度RSSI)とに基づいて、上述した方法によって、ARQ1メッセージを作成し、その作成したARQ1メッセージを制御手段321へ出力してARQ1メッセージをブロードキャストする(ステップS8)。

30

【0148】

無線装置Sおよび無線装置Rは、無線装置Dから送信されたARQ1メッセージを受信する。(ステップS9)。そして、無線装置Sおよび無線装置Rは、自己のアドレスがARQ1メッセージに含まれているとき、ARQ1メッセージに指定された優先順位に従ってデータフレームを作成して送信する(ステップS10)。

【0149】

この場合、無線装置Sおよび無線装置Rは、自己よりも優先順位が高い無線装置が既に再送したブロックを除外して要求されたブロックをデータフレームに含めて送信する。

40

【0150】

そうすると、無線装置Dは、データフレームを受信し(ステップS11)、無線装置Dの変復調手段311は、その受信したデータフレームを復調し、その復調したデータフレームおよび復号可能係数DCを制御手段312へ出力する。

【0151】

無線装置Dの制御手段312は、データフレームおよび復号可能係数DCを変復調手段311から受け、その受けたデータフレームを干渉検知手段313へ出力する。

【0152】

そして、無線装置Dの干渉検知手段313は、制御手段312から受けたデータフレームに含まれるブロックに基づいて、上述した方法によって、各ブロックごとに干渉の有無

50

を検知し、その検知結果 = [干渉の有無 : ブロック番号] を制御手段 3 1 2 へ出力する。

【 0 1 5 3 】

そうすると、無線装置 D の制御手段 3 1 2 は、検知結果 = [干渉の有無 : ブロック番号] およびデータフレームに基づいて、干渉の無いブロックを検出し (ステップ S 1 2)、その検出したブロックと復号可能係数 D C とを制御手段 3 2 1 へ出力する。

【 0 1 5 4 】

そして、無線装置 D の制御手段 3 2 1 は、干渉の無いブロックおよび復号可能係数 D C を制御手段 3 1 2 から受け、その受けたブロックおよび復号可能係数 D C を検出手段 3 2 2 へ出力する。

【 0 1 5 5 】

無線装置 D の検出手段 3 2 2 は、ブロックおよび復号可能係数 D C を制御手段 3 2 1 から受け、その受けたブロックについて誤りの有無を検出し、そのブロックについて、誤りがあるか否かを判定する (ステップ S 1 3)。

【 0 1 5 6 】

ステップ S 1 3 において、誤りが有ると判定されたとき、無線装置 D の検出手段 3 2 2 は、検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号]、ブロックおよび復号可能係数 D C を合成手段 3 2 3 へ出力する。そして、無線装置 D の合成手段 3 2 3 は、検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号]、ブロックおよび復号可能係数 D C を受け、その受けた検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号]、ブロックおよび復号可能係数 D C に基づいて、誤りの有るブロックを合成し (ステップ S 1 4)、その合成した合成ブロックを検出手段 3 2 2 へ出力する。

【 0 1 5 7 】

その後、無線装置 D の検出手段 3 2 2 は、合成手段 3 2 3 から受けた合成ブロックの誤りの有無を上述した方法によって検出する。そして、一連の動作は、上述したステップ S 1 3 へ移行する。

【 0 1 5 8 】

その後、ステップ S 1 3 において、誤りが無いと判定されると、一連の動作は、ステップ S 1 5 へ移行する。

【 0 1 5 9 】

ステップ S 7 の “ NO ” の後、無線装置 D の検出手段 3 2 2 は、検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および K 個のブロック 1 ~ K を管理手段 3 2 4 へ出力する。そして、無線装置 D の管理手段 3 2 4 は、検出手段 3 2 2 から受けた検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] および K 個のブロック 1 ~ K に基づいて、上述した方法によって、K 個のブロック 1 ~ K を管理テーブル M G E T に登録して管理する (ステップ S 1 5)。

【 0 1 6 0 】

また、ステップ S 1 3 の “ NO ” の後、無線装置 D の検出手段 3 2 2 は、検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] およびブロックを管理手段 3 2 4 へ出力する。そして、無線装置 D の管理手段 3 2 4 は、検出手段 3 2 2 から受けた検出結果 = [誤りの有無 : ブロック番号] およびブロックに基づいて、管理テーブル M G E T を更新し、各ブロック管理する (ステップ S 1 5)。

【 0 1 6 1 】

その後、無線装置 D の管理手段 3 2 4 は、全てのブロックが正しいか否かを判定する (ステップ S 1 6)。ステップ S 1 6 において、1つのパケットに含まれる全てのブロックが正しいと判定されたとき、無線装置 D の管理手段 3 2 4 は、全てのブロックを受理手段 3 2 6 へ出力し、受理手段 3 2 6 は、全てのブロック (即ち、パケット全体) を受理し (ステップ S 1 7)、その受理した全てのブロックを上位層へ出力する。

【 0 1 6 2 】

そして、ステップ S 1 6 において、1つのパケットに含まれる複数のブロックの少なくとも1つのブロックが正しくないと判定されたとき、またはステップ S 1 7 の後、一連の動作は、終了する。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 3 】

なお、ステップ S 1 6 において、1つのパケットに含まれる複数のブロックの少なくとも1つのブロックが正しくないと判定されたとき、1つのパケットに含まれる全てのブロックが正しくなるまで、図 1 5 のステップ S 8 ~ ステップ S 1 7 が繰り返し実行される。

【 0 1 6 4 】

無線ネットワーク 1 0 0 を構成する無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、図 1 5 に示すフローチャートに従って送信元の無線装置からパケットを受信するとともに、その受信したパケットを構成する複数のブロックの少なくとも一部が誤っているときは、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置へ誤っているブロックの再送要求を送信し、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置から再送を要求したブロックを再受信する。

10

【 0 1 6 5 】

その結果、各無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、複数の無線装置からブロックを再受信する。

【 0 1 6 6 】

従って、この発明によれば、送信先の無線装置において正しいブロックを受信できる確率を高くできる。

【 0 1 6 7 】

また、各無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、誤っているブロックの再送を要求するとき、再送を要求する無線装置を自己との通信品質が高い順に指定し、再送を要求された無線装置は、再送を要求されたブロックを送信先の無線装置との間の通信品質が高い順に再送する。

20

【 0 1 6 8 】

従って、この発明によれば、送信先の無線装置において正しいブロックを受信できる確率を高くできる。

【 0 1 6 9 】

更に、ブロックの再送を要求された複数の無線装置のうち、優先順位が第 2 位以下の無線装置は、自己よりも上位の無線装置が既に再送したブロックを除外してブロックを再送する。

【 0 1 7 0 】

従って、この発明によれば、ブロックの再送を効率良く行うことができる。

【 0 1 7 1 】

更に、各無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、干渉が無い場合に復号可能係数 D C を用いてブロックを合成する。

30

【 0 1 7 2 】

従って、この発明によれば、干渉が発生する無線通信環境においても、復号可能係数 D C を用いてパケットを構成するブロックを合成できる。

【 0 1 7 3 】

[実施の形態 2]

図 1 6 は、図 1 に示す無線装置 M 1 の実施の形態 2 における構成を示す概略ブロック図である。実施の形態 2 においては、無線装置 M 1 は、図 1 6 に示すように、アンテナ 1 , 2 と、通信制御部 3 A と、GPS 受信機 4 とを備える。つまり、無線装置 M 1 は、実施の形態 2 においては、図 2 に示す通信制御部 3 を通信制御部 3 A に代えた構成からなる。

40

【 0 1 7 4 】

通信制御部 3 A は、図 2 に示す通信制御部 3 の M A C モジュール 3 2 およびリンクモジュール 3 3 をそれぞれ M A C モジュール 3 2 A およびリンクモジュール 3 3 A に代えたものであり、その他は、通信制御部 3 と同じである。

【 0 1 7 5 】

図 1 7 は、図 1 6 に示す無線インターフェースモジュール 3 1、M A C モジュール 3 2 A およびリンクモジュール 3 3 A の機能ブロック図である。

【 0 1 7 6 】

M A C モジュール 3 2 A およびリンクモジュール 3 3 A は、図 3 に示す M A C モジュール

50

ル 3 2 およびリンクモジュール 3 3 の情報生成手段 3 2 5 を情報生成手段 3 2 5 A に代え、合成手段 3 2 3 を削除したものであり、その他は、M A C モジュール 3 2 およびリンクモジュール 3 3 と同じである。実施の形態 2 においては、検出手段 3 2 2 は、現時点までに受信した全てのペイロードを用いて復号した後に、データの誤りの有無を検出し、その検出結果を情報生成手段 3 2 5 A へ出力する。

【 0 1 7 7 】

情報生成手段 3 2 5 A は、データの誤りを示す検出結果 = [誤りの有無 : 現時点までに受信した全てのペイロードの長さ] を検出手段 3 2 2 から受けると、実施の形態 2 における再送要求である A R Q 2 メッセージを後述する方法によって生成し、その生成した A R Q 2 メッセージを制御手段 3 2 1 へ出力する。

10

【 0 1 7 8 】

なお、図 1 に示す無線装置 M 2 ~ M 3 0 の各々も、実施の形態 2 においては、図 1 6 および図 1 7 に示す構成からなる。

【 0 1 7 9 】

図 1 8、実施の形態 2 におけるパケットの構成図である。パケット P K T は、データと、R C P C (R a t e C o m p a t i b l e P u n c t u r e d C o n v o l u t i o n a l) 符号とからなる。R C P C 符号は、誤り訂正符号である。

【 0 1 8 0 】

そして、データおよび R C P C 符号からパケット P K T は、ペイロード 1 ~ 3 に分割される。この場合、ペイロード 1 は、S t a r t = 0 から始まり、5 1 2 バイトの長さを有し、データおよび一部の R C P C 符号からなる。また、ペイロード 2 は、S t a r t = 5 1 2 から始まり、1 2 8 バイトの長さを有し、一部の R C P C 符号からなる。更に、ペイロード 3 は、S t a r t = 6 4 0 から始まり、1 0 0 バイトの長さを有し、一部の R C P C 符号からなる。そして、データは、チェックサムを含む。

20

【 0 1 8 1 】

このように、ペイロード 1 ~ 3 は、順次、長さが短くなるように生成される。そして、ペイロード 1 は、データおよび一部の R C P C 符号からなるので、送信先の無線装置は、パケット P K T の全体を受信しなくても、ペイロード 1 を受信すれば、パケット P K T を復号できる。

【 0 1 8 2 】

図 1 9 は、実施の形態 2 におけるデータフレームの構成図である。実施の形態 2 におけるデータフレーム D A T A 2 _ _ f r a m e は、図 7 に示すデータフレーム D A T A 1 _ _ f r a m e のブロックインジケータを変えたものであり、その他は、図 7 に示すデータフレーム D A T A 1 _ _ f r a m e と同じである。

30

【 0 1 8 3 】

実施の形態 2 においては、ブロックインジケータは、S t a r t および L e n g t h からなる。この S t a r t は、ペイロード 1 ~ 3 の開始ビットからなり、L e n g t h は、各ペイロード 1 ~ 3 の長さからなる。従って、実施の形態 2 においては、ブロックインジケータは、図 1 8 に示すペイロード 1 ~ 3 のいずれかを指定する。

【 0 1 8 4 】

図 2 0 は、実施の形態 2 における A R Q 2 メッセージの構成図である。実施の形態 2 における A R Q 2 _ _ f r a m e は、図 8 に示すデータフレーム A R Q 1 _ _ f r a m e のブロックインジケータを変えたものであり、その他は、図 8 に示すデータフレーム A R Q 1 _ _ f r a m e と同じである。

40

【 0 1 8 5 】

A R Q 2 _ _ f r a m e に含まれるブロックインジケータは、D A T A 2 _ _ f r a m e に含まれるブロックインジケータと同じである。

【 0 1 8 6 】

実施の形態 2 においては、送信元の無線装置は、1 つのパケットを図 1 8 に示すように複数の部分 (ペイロード 1 ~ 3) に分割し、まず、一番目の部分 (ペイロード 1) を送信

50

先の無線装置へ送信する。

【0187】

そして、送信先の無線装置は、データ部分を正しく復号できれば、長さ (Length) が "0" である ARQ2メッセージを送信元の無線装置へ送信する。

【0188】

送信先の無線装置は、データ部分を正しく復号できなければ、次の方法によって、ペイロードの再送を要求する ARQ2メッセージを作成する。

【0189】

復号確率は、データの長さ、ペイロードの長さおよび信号対雑音比によって変わる。従って、データの長さ、ペイロードの長さおよび信号対雑音比と、復号確率との関係を用いれば、一定の信号対雑音比において、長さが既知のデータの復号確率が指定された閾値に達するために必要なペイロードを演算できる。

【0190】

そこで、情報生成手段325Aは、受信したペイロードでは、データを復号できず、かつ、干渉が無い場合、信号対雑音比によってデータを正しく復号するために必要なペイロードの長さを見積もり、その見積もった長さを有する ARQ2メッセージを作成する。

【0191】

また、情報生成手段325Aは、干渉が発生し、または見積もった情報の長さがしきい値 Lth を超えた場合、ペイロード1を指定するための Start = 0, Length = -1 をブロックインジケータに含めて ARQ2メッセージを生成する。なお、この Start = 0, Length = -1 は、ペイロード1を指定するものである。即ち、Start = 0, Length = -1 は、RCP符号のみを含むペイロードではなく、データを含むペイロードの再送を要求するものである。

【0192】

送信元からのパケットを傍受した無線装置は、送信元の無線装置からペイロード1を正しく受信できたら、ペイロード2, 3を算出できる。従って、送信元からのパケットを傍受した無線装置は、ARQ2メッセージに応じて、ペイロード1~3のいずれでも再送できる。

【0193】

なお、しきい値 Lth は、無線ネットワーク100のシステムパラメータとして予め決定されている。

【0194】

また、ペイロードの再送を要求する無線装置の指定方法は、実施の形態1における無線装置の指定方法と同じである。

【0195】

図21は、パケットの送信からペイロードの再送までの動作を説明するための図である。送信元の無線装置Sは、データフレームDATA4を送信する。そして、送信先の無線装置Dは、無線装置Sから受信したデータフレームDATA4のペイロード1が誤っていたので、上述した方法によって、ペイロード2の再送を要求する ARQ2メッセージを作成し、SIFSの経過後、ARQ2メッセージをブロードキャストする。

【0196】

無線装置Dの周辺に存在する無線装置A~Cおよび送信元の無線装置Sは、ARQ2メッセージを受信する。そして、無線装置A~C, Sは、ARQ2メッセージのブロックインジケータを参照して、ペイロード2の再送が要求されていることを検知する。

【0197】

しかし、優先順位が第1位である無線装置Aは、ARQ2メッセージに回答しなかったため、優先順位が第2位である無線装置Bは、ペイロード2を含むデータフレームDATA5を作成し、SIFSの経過に同期してスロットSLOTを設定し、データフレームDATA5を送信する。

【0198】

10

20

30

40

50

これにより、送信先の無線装置Dは、無線装置Bからペイロード2を再受信する。そして、無線装置Dは、送信元Sから受信したペイロード1と無線装置Bから受信したペイロード2とを用いてデータを復号する。

【0199】

このように、この発明においては、送信元の無線装置のみならず、送信元と送信先との間で送信元からのパケットを傍受した無線装置も、送信先の無線装置からの誤りのあるペイロードの再送要求に応じて、ペイロードを再送する。

【0200】

その結果、干渉およびフェージングが発生する無線通信環境においても、誤りのあるペイロードが送信先へ到達する確率が高くなる。

10

【0201】

従って、この発明によれば、干渉およびフェージングが発生する無線通信環境においても送信先の無線装置においてパケットを正しく受信する確率を高くできる。

【0202】

図22は、この発明の実施の形態2による通信方法を説明するためのフローチャートである。図22に示すフローチャートは、図15に示すフローチャートのステップS5を削除し、ステップS1, S3, S4, S8~S10, S12をそれぞれステップS1A, S3A, S4A, S8A~S10A, S12Aに代えたものであり、その他は、図15に示すフローチャートと同じである。

【0203】

20

一連の動作が開始されると、送信元の無線装置Sは、ペイロード1を含むパケットを生成し、その生成したパケットを送信先の無線装置Dへ送信する(ステップS1A)。その後、上述したステップS2が実行される。

【0204】

そして、送信先の無線装置Dにおいて、制御手段312は、干渉検知手段313からの検知結果に基づいて、干渉の無いペイロード1を検出する(ステップS3A)。

【0205】

その後、無線装置Dの制御手段312は、干渉の無いペイロード1を制御手段321へ出力し、制御手段321は、制御手段312から受けたペイロード1を検出手段322へ出力する。

30

【0206】

そして、無線装置Dの検出手段322は、制御手段321から受けたペイロード1から復号したデータの誤りの有無を検出する(ステップS4A)。その後、上述したステップS6, S7が順次実行される。

【0207】

ステップS7において、復号したデータの誤りが有ると判定されたとき、無線装置Dの情報生成手段325Aは、通信品質(=信号対雑音比)および位置情報テーブルTBLに基づいて、上述した方法によって、ARQ2メッセージを作成し、その作成したARQ2メッセージを制御手段321, 312、変復調手段311およびアンテナ1, 2を介してブロードキャストする(ステップS8A)。

40

【0208】

そして、無線装置Sおよび無線装置Rは、無線装置Dから送信されたARQ21メッセージを受信する。(ステップS9A)。その後、無線装置Sおよび無線装置Rは、自己のアドレスがARQ2メッセージに含まれているとき、ARQ2メッセージに指定された優先順位に従ってデータフレームを作成して送信する(ステップS10A)。

【0209】

そして、上述したステップS11が実行され、その後、無線装置Dは、ステップS3Aにおける動作と同じ動作によって干渉の無いペイロードを検出する(ステップS12A)。そして、上述したステップS13が実行される。

【0210】

50

ステップ S 1 3 において、データの誤りが有ると判定されたとき、一連の動作は、ステップ S 8 A へ戻る。

【 0 2 1 1 】

そして、ステップ S 1 3 において、データの誤りが無いと判定されると、一連の動作は、ステップ S 1 5 へ移行する。

【 0 2 1 2 】

ステップ S 7 の “ N O ” またはステップ S 1 3 の “ N O ” の後、上述したステップ S 1 5 ~ S 1 7 が順次実行され、一連の動作が終了する。

【 0 2 1 3 】

無線ネットワーク 1 0 0 を構成する無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、図 2 2 に示すフローチャートに従って送信元の無線装置からペイロード 1 を含むパケットを受信するとともに、その受信したパケットを構成するペイロード 1 が誤っているときは、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置へペイロードの再送要求を送信し、送信元の無線装置および送信元からのパケットを傍受した無線装置からペイロードを再受信する。

【 0 2 1 4 】

その結果、各無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、複数の無線装置からペイロードを再受信する。

【 0 2 1 5 】

従って、この発明によれば、送信先の無線装置において正しいペイロードを受信できる確率を高くできる。

【 0 2 1 6 】

その他は、実施の形態 1 と同じである。

【 0 2 1 7 】

上記においては、無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、車両に搭載されると説明したが、この発明においては、これに限らず、無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、静止していてもよい。この場合、各無線装置 M 1 ~ M 3 0 は、GPS 受信機 4 が不要であり、自己の周辺に存在する無線装置を Hello メッセージの送受信によって検知する。

【 0 2 1 8 】

なお、この発明においては、情報生成手段 3 2 5 および制御手段 3 2 1、または情報生成手段 3 2 5 A および制御手段 3 2 1 は、「送信手段」を構成する。

【 0 2 1 9 】

また、再送要求に対するデータフレームを受信する制御手段 3 1 2、3 2 1 は、「受信手段」を構成する。

【 0 2 2 0 】

更に、再送を要求するペイロードの長さを見積もる情報生成手段 3 2 5 A は、「見積手段」を構成する。

【 0 2 2 1 】

更に、ペイロード 1 ~ 3 は、「複数のブロック」を構成する。

【 0 2 2 2 】

更に、ARQ 1 メッセージまたは ARQ 2 メッセージに応じて、データフレームを送信する情報生成手段 3 2 5 および制御手段 3 2 1、または情報生成手段 3 2 5 A および制御手段 3 2 1 は、「再送手段」を構成する。

【 0 2 2 3 】

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

【産業上の利用可能性】

【 0 2 2 4 】

この発明は、フェージングおよび干渉が発生するような無線通信環境においてもパケットを正しく受信する確率を向上可能な無線装置に適用される。また、この発明は、フェー

10

20

30

40

50

ジングおよび干渉が発生するような無線通信環境においてもパケットを正しく受信する確率を向上可能な無線装置を備えた無線ネットワークに適用される。

【図面の簡単な説明】

【0225】

【図1】この発明の実施の形態による無線ネットワークの概略図である。

【図2】図1に示す無線装置の実施の形態1における構成を示す概略ブロック図である。

【図3】図2に示す無線インターフェースモジュール、MACモジュールおよびリンクモジュールの機能ブロック図である。

【図4】図2に示すIPモジュールが保持する位置情報テーブルの構成図である。

【図5】位置情報メッセージのフォーマットを示す図である。

10

【図6】実施の形態1におけるパケットの構成図である。

【図7】実施の形態1におけるデータフレームの構成図である。

【図8】実施の形態1におけるARQフレームの構成図である。

【図9】干渉の検知方法を説明するための図である。

【図10】条件数とビットインデックス(Bit index)との関係を示す図である。

【図11】ブロックの合成方法を説明するための図である。

【図12】ARQ1メッセージの作成方法を説明するための図である。

【図13】パケットの送信からブロックの再送までの動作を説明するための図である。

【図14】管理テーブルの構成図である。

20

【図15】この発明の実施の形態1による通信方法を説明するためのフローチャートである。

【図16】図1に示す無線装置の実施の形態2における構成を示す概略ブロック図である。

【図17】図16に示す無線インターフェースモジュール、MACモジュールおよびリンクモジュールの機能ブロック図である。

【図18】実施の形態2におけるパケットの構成図である。

【図19】実施の形態2におけるデータフレームの構成図である。

【図20】実施の形態2におけるARQ2メッセージの構成図である。

【図21】パケットの送信からペイロードの再送までの動作を説明するための図である。

30

【図22】この発明の実施の形態2による通信方法を説明するためのフローチャートである。

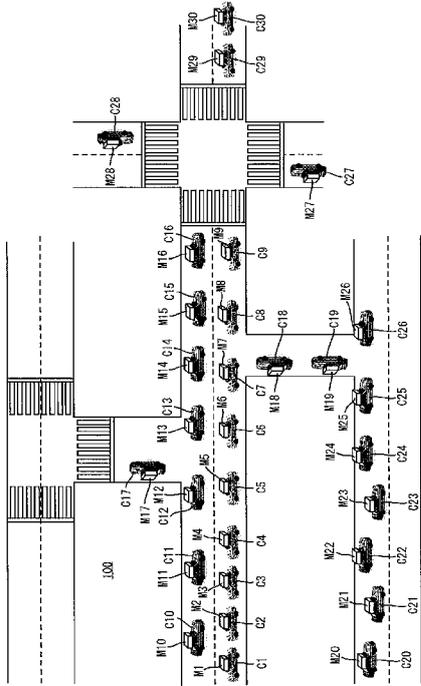
【符号の説明】

【0226】

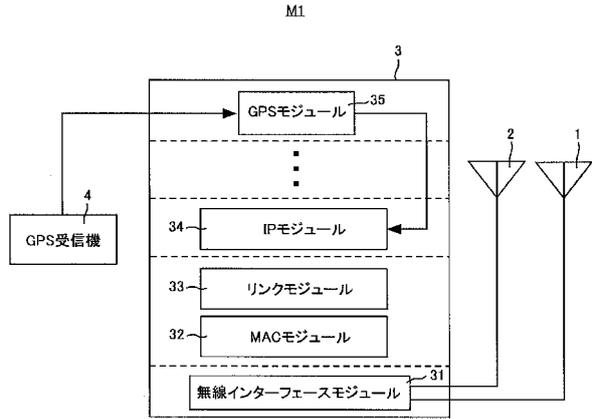
1, 2 アンテナ、3, 3A 通信制御部、4 GPS受信機、31 無線インターフェースモジュール、32, 32A MACモジュール、33, 33A リンクモジュール、34 IPモジュール、34 GPSモジュール、100 無線ネットワーク、311 変復調手段、312, 321 制御手段、313 干渉検知手段、322 検出手段、323 合成手段、324 管理手段、325, 325A 情報生成手段、326 受理手段。

40

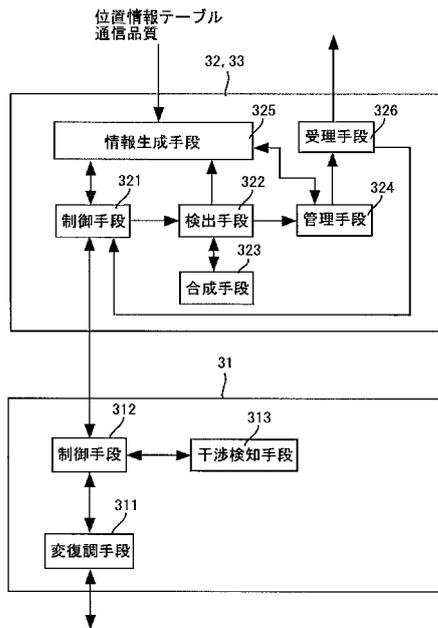
【図1】



【図2】



【図3】

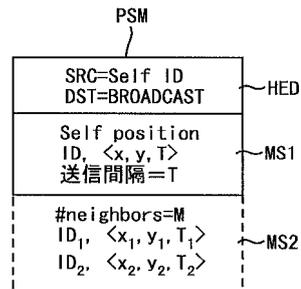


【図4】

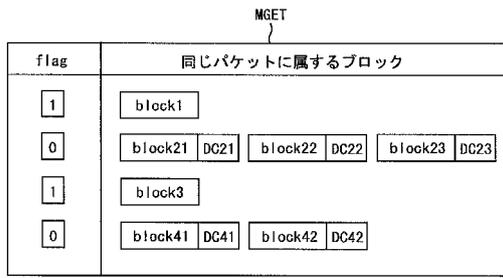
TBL

端末番号	端末位置情報
ID ₁	<x ₁ , y ₁ , T ₁ >
ID ₂	<x ₂ , y ₂ , T ₂ >
ID ₃	<x ₃ , y ₃ , T ₃ >
⋮	⋮
⋮	⋮

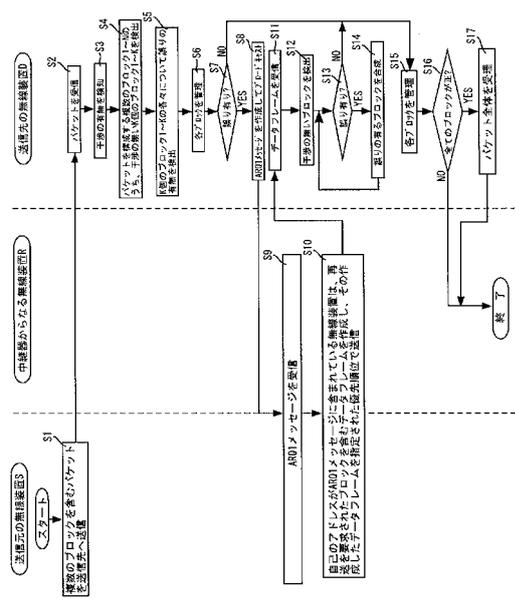
【図5】



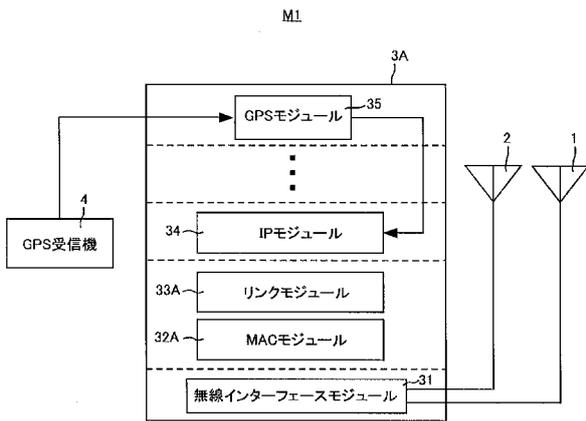
【図14】



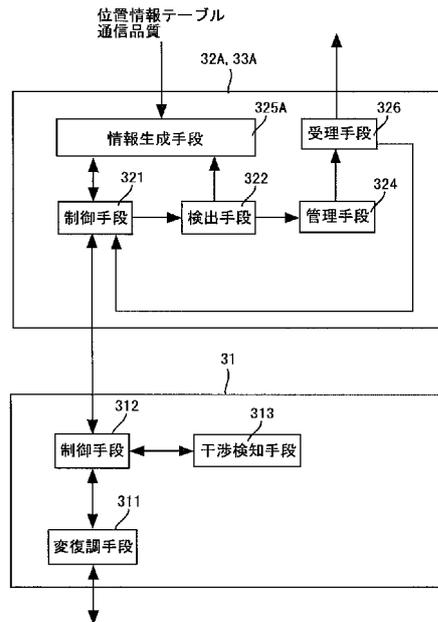
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 龍太郎

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

(72)発明者 小花 貞夫

京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2 株式会社国際電気通信基礎技術研究所内

審査官 玉木 宏治

(56)参考文献 国際公開第03/105420(WO, A1)

特開2003-008553(JP, A)

特開2001-077737(JP, A)

特開平05-048579(JP, A)

特開2006-279527(JP, A)

国際公開第2007/117100(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04L 12/00 - 66

H04W 28/18

H04W 74/08

H04W 84/12