

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5163968号
(P5163968)

(45) 発行日 平成25年3月13日 (2013. 3. 13)

(24) 登録日 平成24年12月28日 (2012. 12. 28)

(51) Int. Cl.

F I

G08G	1/09	(2006.01)	G08G	1/09	H
H04W	4/04	(2009.01)	H04Q	7/00	108
H04W	72/04	(2009.01)	H04Q	7/00	549
H04W	74/04	(2009.01)	H04Q	7/00	572
G08G	1/16	(2006.01)	G08G	1/16	A

請求項の数 11 (全 49 頁)

(21) 出願番号 特願2010-521587 (P2010-521587)
 (86) (22) 出願日 平成21年4月24日 (2009. 4. 24)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/001897
 (87) 国際公開番号 W02010/010651
 (87) 国際公開日 平成22年1月28日 (2010. 1. 28)
 審査請求日 平成22年12月10日 (2010. 12. 10)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-192334 (P2008-192334)
 (32) 優先日 平成20年7月25日 (2008. 7. 25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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
 100112715
 (74) 代理人 弁理士 松山 隆夫
 (72) 発明者 オユーンチメグ シャグダル
 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 マハダド ヌリ シラジ
 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 大山 卓
 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】

略同一の方向へ走行している複数の移動体 (C 1 ~ C 2 1) にそれぞれ搭載された複数の無線装置 (1 ~ 2 1) が同じ周波数チャネル (f r) を用いて各移動体 (C 1 ~ C 2 1) の位置情報を含む定期パケット (P K T _ P R D) を周期的に送受信する無線ネットワーク (1 0 0) を構成する無線装置であって、

当該無線装置を搭載する第 1 の移動体の直前を走行している第 2 の移動体に搭載された第 1 の無線装置における拡散符号 (c_K) と異なる拡散符号 (c_{K + 1}) を前記無線ネットワーク (1 0 0) において用いられる複数の拡散符号 (c₁ ~ c_N) から選択する選択ユニット (1 0 6, 1 0 6 A) と、

前記定期パケット (P K T _ P R D) の周期内において前記定期パケット (P K T _ P R D) を同時に送信する 2 台の無線装置の間に前記定期パケット (P K T _ P R D) の送信を停止している n 台の無線装置が存在するように決定されたタイミングで前記第 1 の移動体の位置情報を含む第 1 の定期パケットを生成するパケット生成ユニット (1 0 9, 1 1 3) と、

前記第 1 の移動体の後方を走行している第 3 の移動体から前方へ所定の距離の範囲内にあるパケット転送領域内を前記第 1 の移動体が走行しているとき、前記第 1 の定期パケットを前記選択ユニット (1 0 6, 1 0 6 A) によって選択された拡散符号を用いて拡散し、その拡散した第 1 の定期パケットを送信する送信ユニット (1 1 2) とを備え、

隣接する 2 つの無線装置間におけるパケットの送信完了に要する時間を送信所要時間と

した場合、前記 n は、 $2 \leq n \leq ((\text{定期パケットの送信周期}) / (2 \cdot 2 \times \text{送信所要時間}) - 1)$ を満たす実数である、無線装置。

【請求項 2】

前記パケット生成ユニット (109, 113) は、前記送信所要時間を前記 n 倍した時間を当該無線装置におけるパケットの送信待機時間とした場合、前記第 1 の無線装置における定期パケット (PKT__PRD) の生成および送信のタイミングである第 1 のタイミングから前記送信待機時間だけ経過した第 2 のタイミングで前記第 1 の定期パケットを生成する、請求項 1 に記載の無線装置。

【請求項 3】

前記第 1 の移動体の後を走行している前記第 3 の移動体に搭載された第 2 の無線装置から前記定期パケット (PKT__PRD) の送信元を搭載した第 4 の移動体の位置および進行方向を含む第 2 の定期パケットを受信すると、前記第 2 の定期パケットに含まれる前記第 4 の移動体の位置および進行方向と、前記第 1 の移動体の位置および進行方向とに基づいて、前記第 2 の定期パケットを転送すべきか否かを判定する転送判定ユニット (104, 104A) と、

前記転送判定ユニット (104, 104A) が前記第 2 の定期パケットを転送すべきと判定すると、前記第 2 の定期パケットを転送する転送ユニット (104, 112) とを更に備える、請求項 2 に記載の無線装置。

【請求項 4】

前記第 1 の無線装置において生成された第 3 の定期パケットに含まれる前記第 3 の定期パケットの生成タイミングを前記第 1 のタイミングとして検出するとともに、その検出した第 1 のタイミングから前記送信所要時間が経過したタイミングを前記第 2 のタイミングとして検出すると、前記第 1 の定期パケットを生成するように前記パケット生成ユニット (109) を制御するタイミング制御ユニット (106) を更に備え、

前記パケット生成ユニット (109) は、前記タイミング制御ユニット (106) からの制御に応じて前記第 1 の定期パケットを生成する、請求項 2 に記載の無線装置。

【請求項 5】

前記定期パケット (PKT__PRD) の送信周期は、前記第 1 の移動体の速度によって決定される、請求項 1 に記載の無線装置。

【請求項 6】

略同一の方向へ走行している複数の移動体 ($C_1 \sim C_{21}$) にそれぞれ搭載された複数の無線装置 ($1 \sim 21$) が同じ周波数チャネル (f_r) を用いて各移動体の位置情報を含む定期パケット (PKT__PRD) を周期的に送受信する無線ネットワーク (100) を構成する無線装置であって、

当該無線装置を搭載する第 1 の移動体の直前を走行している第 2 の移動体に搭載された第 1 の無線装置における拡散符号 (c_K) と異なる拡散符号 (c_{K+1}) を前記無線ネットワーク (100) において用いられる複数の拡散符号 ($c_1 \sim c_N$) から選択する選択ユニット (106A) と、

隣接する 2 つの無線装置間におけるパケットの送信完了に要する送信所要時間を m 倍した時間を当該無線装置におけるパケットの送信待機時間とした場合、前記第 1 の移動体の直後を走行している第 3 の移動体に搭載された第 2 の無線装置における定期パケット (PKT__PRD) の生成および送信のタイミングである第 1 のタイミングから前記送信待機時間だけ経過した第 2 のタイミングで前記第 1 の移動体の位置情報と前記第 1 の移動体の後方に存在する移動体の位置情報とを含む第 1 の定期パケットを生成するパケット生成ユニット (109) と、

前記第 3 の移動体から前方へ所定の距離の範囲内にあるパケット転送領域内を前記第 1 の移動体が走行しているとき、前記第 1 の定期パケットを前記選択ユニット (106A) によって選択された拡散符号 (c_{K+1}) を用いて拡散し、その拡散した第 1 の定期パケットを送信する送信ユニット (112) とを備え、

前記 m は、 $1 \leq m < ((\text{定期パケットの送信周期}) / (\text{送信所要時間}) - 1)$ を満たす

10

20

30

40

50

実数である、無線装置。

【請求項 7】

前記定期パケットの送信周期は、前記第 1 の移動体の速度によって決定される、請求項 6 に記載の無線装置。

【請求項 8】

略同一の方向へ走行している複数の移動体（C 1 ～ C 2 1）にそれぞれ搭載された複数の無線装置（1 ～ 2 1）が同じ周波数チャンネル（f r）を用いて各移動体の位置情報を含む定期パケット（P K T _ P R D）を周期的に送受信する無線ネットワーク（1 0 0）であって、

第 1 の移動体に搭載され、前記第 1 の移動体の位置および進行方向を含む第 1 の定期パケットを生成するとともに、その生成した第 1 の定期パケットを第 1 の拡散符号によってスペクトル拡散して送信する第 1 の無線装置と、

前記第 1 の移動体から前方へ所定の距離の範囲内にあるパケット転送領域を走行している第 2 の移動体に搭載され、前記第 2 の移動体の位置および進行方向を含む第 2 の定期パケットを第 1 のタイミングで生成するとともに、その生成した第 2 の定期パケットを前記第 1 の拡散符号と異なる第 2 の拡散符号によってスペクトル拡散して送信する第 2 の無線装置と、

隣接する 2 つの無線装置間におけるパケットの送信完了に要する送信所要時間を n 倍した時間を当該無線装置におけるパケットの送信待機時間とした場合、前記パケット転送領域において前記第 2 の移動体の直後を走行している第 3 の移動体に搭載され、前記第 3 の移動体の位置および進行方向を含む第 3 の定期パケットを前記第 1 のタイミングから前記送信待機時間だけ経過した第 2 のタイミングで生成して送信するとともに、前記第 1 の無線装置から前記第 1 の定期パケットを受信すると、その受信した第 1 の定期パケットを転送する第 3 の無線装置とを備え、

前記第 3 の無線装置は、前記第 2 の拡散符号と異なる第 3 の拡散符号によって前記第 1 の定期パケットまたは前記第 3 の定期パケットをスペクトル拡散して転送または送信し、

前記 n は、 $2 \leq n \leq ((\text{定期パケットの送信周期}) / (2 \cdot 2 \times \text{送信所要時間}) - 1)$ を満たす実数である、無線ネットワーク。

【請求項 9】

前記第 1 の無線装置は、前記第 1 の移動体の速度によって決定された周期で前記第 1 の定期パケットを送信し、

前記第 2 の無線装置は、前記第 2 の移動体の速度によって決定された周期で前記第 2 の定期パケットを送信し、

前記第 3 の無線装置は、前記第 3 の移動体の速度によって決定された周期で前記第 3 の定期パケットを送信する、請求項 8 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 1 0】

略同一の方向へ走行している複数の移動体（C 1 ～ C 2 1）にそれぞれ搭載された複数の無線装置（1 ～ 2 1）が同じ周波数チャンネル（f r）を用いて各移動体の位置情報を含む定期パケット（P K T _ P R D）を周期的に送受信する無線ネットワーク（1 0 0）であって、

第 1 の移動体に搭載され、前記第 1 の移動体の位置および進行方向を含む第 1 の定期パケットを第 1 のタイミングで生成するとともに、その生成した第 1 の定期パケットを第 1 の拡散符号によってスペクトル拡散して送信する第 1 の無線装置と、

前記第 1 の移動体から前方へ所定の距離の範囲内にあるパケット転送領域内において前記第 1 の移動体の直前を走行している第 2 の移動体に搭載され、前記第 2 の移動体の位置および進行方向と前記第 2 の移動体の後方を走行している移動体の位置および進行方向とを含む第 2 の定期パケットを前記第 1 のタイミングから当該無線装置における送信待機時間だけ経過した第 2 のタイミングで生成して送信する第 2 の無線装置とを備え、

前記第 2 の無線装置は、前記第 1 の拡散符号と異なる第 2 の拡散符号を用いて前記第 2 の定期パケットをスペクトル拡散して送信し、

前記送信待機時間は、隣接する2つの無線装置間におけるパケットの送信完了に要する送信所要時間を m (m は正の整数) 倍した時間であり、

前記 m は、 $1 \leq m < ((\text{定期パケットの送信周期}) / (\text{送信所要時間}) - 1)$ を満たす実数である、無線ネットワーク。

【請求項11】

前記第1の無線装置は、前記第1の移動体の速度によって決定された周期で前記第1の定期パケットを送信し、

前記第2の無線装置は、前記第2の移動体の速度によって決定された周期で前記第2の定期パケットを送信する、請求項10に記載の無線ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

10

【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、複数の周波数から選択した1個の周波数と複数の拡散符号から選択した1個の拡散符号とを用いて無線通信を行なう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】

従来、安全運転の支援を向上させるためのMM-SA (Multi-Carrier Multi-Code Spread Aloha) 車車間通信ネットワークが知られている (非特許文献1)。

20

【0003】

このMM-SA車車間通信ネットワークは、各車両が一定の周期で位置移動情報をブロードキャストすることにより、車同士が相互の存在を認識し、出会い頭衝突事故および右折時事故等の交通事故の削減を図るものである。

【0004】

また、各車両がパケットを送信する際に、干渉量の少ない周波数および拡散符号を選択し、その選択した周波数および拡散符号を用いてパケットを送信する無線通信方式も知られている (非特許文献2)。

【非特許文献1】酒井 敏宏、大山 卓、鈴木 龍太郎、門脇 直人、小花 貞夫、"高レスポンスアドホック無線通信方式：MM-SA方式の車々間通信への適応に関するシミュレーションによる基本特性評価"，電子情報通信学会技術研究報告，RCS-2007-54 (2007-08)。

30

【非特許文献2】酒井 敏宏、門脇 直人、板谷 聡子、Nouri Shirazi Mahdadi、小花 貞夫、"アドホック無線通信システムの高レスポンス化に関する提案"，電子情報通信学会技術研究報告，RCS-2006-128 (2006-08)。

【発明の開示】

【0005】

出会い頭衝突事故および右折時事故等の交通事故を回避するためには、優先車両 (例えば、交差点を直進する車両) の位置情報を非優先車両 (例えば、交差点で右折する車両) に伝達する必要がある。

40

【0006】

特に、車車間の衝突を回避するためには、優先車両と非優先車両とが相互に十分に離れた時点で、優先車両の位置情報を非優先車両に通知する必要がある。より具体的には、出会い頭衝突事故および右折時事故等の交通事故を回避するためには、交差点の中心と優先車両との距離が90mの時点で非優先車両が優先車両を把握する必要がある。

【0007】

しかし、建物等による遮蔽および他の車両からの干渉等により、非優先車両が優先車両を把握することが困難である。この問題を解決する方法としては、他の車両が優先車両の位置情報を含む定期パケットを転送するか、各車両が自己の定期パケットに他の車両の位置情報を含めて送信する方法が想定される。

50

【0008】

しかし、非特許文献1に記載されたMM-S A車車間通信ネットワークにおいては、各車両が自己の位置情報を含む定期パケットをブロードキャストするため、一般的に、ネットワークに大きな干渉を与えてしまい、結果的に、定期パケットの転送が失敗するという問題がある。

【0009】

また、複数の無線装置が同時にパケットを送信することを許容するMM-S A車車間通信ネットワークには、自己干渉および遠近問題が存在する。自己干渉は、同一周波数チャネル上でパケットを同時に送信する端末同士は、高い自己干渉によりお互いのパケットを受信できないという問題である。また、遠近問題は、パケットを送信していない端末において、相対距離がより短い端末からの高い干渉によって、相対距離が比較的長い端末からのパケットを正しく受信できないという問題である。

10

【0010】

交通事故を回避するためには、各車両がその直前および直後の車両からパケットを正しく受信できることが不可欠であるため、自己干渉および遠近問題が大きな問題となる。

【0011】

更に、複数の無線装置が同時にパケットを送信することを許容するMM-S A車車間通信ネットワークにおいて、複数の車両が同時に同一の拡散符号を用いてパケットを送信すると、同一の拡散符号による衝突が生じ、パケットの送信が失敗する可能性が高いという問題がある。

20

【0012】

特に、ブロードキャストされるパケットを転送する場合、同時に同一のパケットを転送する車両が複数存在し、その複数の車両が使用しようとする拡散符号を非特許文献2に開示された方法によって決定することは困難であり、非特許文献2に開示された方法は、この問題を解決できない。

【0013】

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、自己干渉および遠近問題を抑制し、かつ、複数の端末が同一の拡散符号を用いて同時にパケットを送信する場合にもパケットの送信および転送を成功させる無線装置を提供することである。

30

【0014】

また、この発明の別の目的は、自己干渉および遠近問題を抑制し、かつ、複数の端末が同一の拡散符号を用いて同時にパケットを送信する場合にもパケットの送信および転送を成功させる無線装置を備える無線ネットワークを提供することである。

【0015】

この発明によれば、無線装置は、略同一の方向へ走行している複数の移動体にそれぞれ搭載された複数の無線装置が同じ周波数チャネルを用いて各移動体の位置情報を含む定期パケットを周期的に送受信する無線ネットワークを構成する無線装置であって、選択ユニットと、パケット生成ユニットと、送信ユニットとを備える。選択ユニットは、当該無線装置を搭載する第1の移動体の直前を走行している第2の移動体に搭載された第1の無線装置における拡散符号と異なる拡散符号を無線ネットワークにおいて用いられる複数の拡散符号から選択する。パケット生成ユニットは、定期パケットの周期内において定期パケットを同時に送信する2台の無線装置の間に定期パケットの送信を停止しているn台の無線装置が存在するように決定されたタイミングで第1の移動体の位置情報を含む第1の定期パケットを生成する。送信ユニットは、第1の移動体の後方を走行している第3の移動体から前方へ所定の距離の範囲内にあるパケット転送領域内を第1の移動体が走行しているとき、第1の定期パケットを選択ユニットによって選択された拡散符号を用いて拡散し、その拡散した第1の定期パケットを送信する。そして、隣接する2つの無線装置間におけるパケットの送信完了に要する時間を送信所要時間とした場合、nは、 $2 \leq n \leq ((\text{定期パケットの送信周期}) / (2 \cdot 2 \times \text{送信所要時間}) - 1)$ を満たす実数である。

40

50

【0016】

好ましくは、パケット生成ユニットは、送信所要時間を n 倍した時間を当該無線装置におけるパケットの送信待機時間とした場合、第1の無線装置における定期パケットの生成および送信のタイミングである第1のタイミングから送信待機時間だけ経過した第2のタイミングで第1の定期パケットを生成する。

【0017】

好ましくは、無線装置は、転送判定ユニットと、転送ユニットとを更に備える。転送判定ユニットは、第1の移動体の後を走行している第3の移動体に搭載された第2の無線装置から定期パケットの送信元を搭載した第4の移動体の位置および進行方向を含む第2の定期パケットを受信すると、第2の定期パケットに含まれる第4の移動体の位置および進行方向と、第1の移動体の位置および進行方向とに基づいて、第2の定期パケットを転送すべきか否かを判定する。転送ユニットは、転送判定ユニットが第2の定期パケットを転送すべきと判定すると、第2の定期パケットを転送する。

10

【0018】

好ましくは、無線装置は、タイミング制御ユニットを更に備える。タイミング制御ユニットは、第1の無線装置において生成された第3の定期パケットに含まれる第3の定期パケットの生成タイミングを第1のタイミングとして検出するとともに、その検出した第1のタイミングから送信所要時間が経過したタイミングを第2のタイミングとして検出すると、第1の定期パケットを生成するようにパケット生成ユニットを制御する。そして、パケット生成ユニットは、タイミング制御ユニットからの制御に応じて第1の定期パケットを生成する。

20

【0019】

好ましくは、定期パケットの送信周期は、第1の移動体の速度によって決定される。

【0020】

また、この発明によれば、無線装置は、略同一の方向へ走行している複数の移動体にそれぞれ搭載された複数の無線装置が同じ周波数チャネルを用いて各移動体の位置情報を含む定期パケットを周期的に送受信する無線ネットワークを構成する無線装置であって、選択ユニットと、パケット生成ユニットと、送信ユニットとを備える。選択ユニットは、当該無線装置を搭載する第1の移動体の直前を走行している第2の移動体に搭載された第1の無線装置における拡散符号と異なる拡散符号を無線ネットワークにおいて用いられる複数の拡散符号から選択する。パケット生成ユニットは、隣接する2つの無線装置間におけるパケットの送信完了に要する送信所要時間を m 倍した時間を当該無線装置におけるパケットの送信待機時間とした場合、第1の移動体の直後を走行している第3の移動体に搭載された第2の無線装置における定期パケットの生成および送信のタイミングである第1のタイミングから送信待機時間だけ経過した第2のタイミングで第1の移動体の位置情報と第1の移動体の後方に存在する移動体の位置情報とを含む第1の定期パケットを生成する。送信ユニットは、第3の移動体から前方へ所定の距離の範囲内にあるパケット転送領域内を第1の移動体が走行しているとき、第1の定期パケットを選択ユニットによって選択された拡散符号を用いて拡散し、その拡散した第1の定期パケットを送信する。そして、 m は、 $1 \leq m < ((\text{定期パケットの送信周期}) / (\text{送信所要時間}) - 1)$ を満たす実数である。

30

40

【0021】

更に、この発明によれば、無線ネットワークは、略同一の方向へ走行している複数の移動体にそれぞれ搭載された複数の無線装置が同じ周波数チャネルを用いて各移動体の位置情報を含む定期パケットを周期的に送受信する無線ネットワークであって、第1の無線装置と、第2の無線装置と、第3の無線装置とを備える。第1の無線装置は、第1の移動体に搭載され、第1の移動体の位置および進行方向を含む第1の定期パケットを生成するとともに、その生成した第1の定期パケットを第1の拡散符号によってスペクトル拡散して送信する。第2の無線装置は、第1の移動体から前方へ所定の距離の範囲内にあるパケット転送領域を走行している第2の移動体に搭載され、第2の移動体の位置および進行方向

50

を含む第2の定期パケットを第1のタイミングで生成するとともに、その生成した第2の定期パケットを第1の拡散符号と異なる第2の拡散符号によってスペクトル拡散して送信する。第3の無線装置は、隣接する2つの無線装置間におけるパケットの送信完了に要する送信所要時間を n 倍した時間を当該無線装置におけるパケットの送信待機時間とした場合、パケット転送領域において第2の移動体の直後を走行している第3の移動体に搭載され、第3の移動体の位置および進行方向を含む第3の定期パケットを第1のタイミングから送信待機時間だけ経過した第2のタイミングで生成して送信するとともに、第1の無線装置から第1の定期パケットを受信すると、その受信した第1の定期パケットを転送する。そして、第3の無線装置は、第2の拡散符号と異なる第3の拡散符号によって第1の定期パケットまたは第3の定期パケットをスペクトル拡散して転送または送信する。また、 n は、 $2 \leq n \leq ((\text{定期パケットの送信周期}) / (2 \cdot 2 \times \text{送信所要時間}) - 1)$ を満たす実数である。

10

【0022】

好ましくは、第1の無線装置は、第1の移動体の速度によって決定された周期で第1の定期パケットを送信する。第2の無線装置は、第2の移動体の速度によって決定された周期で第2の定期パケットを送信する。第3の無線装置は、第3の移動体の速度によって決定された周期で第3の定期パケットを送信する。

【0023】

更に、この発明によれば、無線ネットワークは、略同一の方向へ走行している複数の移動体にそれぞれ搭載された複数の無線装置が同じ周波数チャネルを用いて各移動体の位置情報を含む定期パケットを周期的に送受信する無線ネットワークであって、第1の無線装置と、第2の無線装置とを備える。第1の無線装置は、第1の移動体に搭載され、第1の移動体の位置および進行方向を含む第1の定期パケットを第1のタイミングで生成するとともに、その生成した第1の定期パケットを第1の拡散符号によってスペクトル拡散して送信する。第2の無線装置は、第1の移動体から前方へ所定の距離の範囲内にあるパケット転送領域内において第1の移動体の直前を走行している第2の移動体に搭載され、第2の移動体の位置および進行方向と第2の移動体の後方を走行している移動体の位置および進行方向とを含む第2の定期パケットを第1のタイミングから当該無線装置における送信待機時間だけ経過した第2のタイミングで生成して送信する。そして、第2の無線装置は、第1の拡散符号と異なる第2の拡散符号を用いて第2の定期パケットをスペクトル拡散して送信する。また、送信待機時間は、隣接する2つの無線装置間におけるパケットの送信完了に要する送信所要時間を m (m は正の整数) 倍した時間である。更に、 m は、 $1 \leq m < ((\text{定期パケットの送信周期}) / (\text{送信所要時間}) - 1)$ を満たす実数である。

20

30

【0024】

好ましくは、第1の無線装置は、第1の移動体の速度によって決定された周期で第1の定期パケットを送信する。第2の無線装置は、第2の移動体の速度によって決定された周期で第2の定期パケットを送信する。

【0025】

この発明においては、無線装置は、定期パケットを送信する周期内において、定期パケットを同時に送信する2台の無線装置の間に定期パケットの送信を停止している n 台の無線装置が存在するように決定されたタイミングで定期パケットを周期的に生成する。そして、無線装置は、自己が搭載された移動体がパケット転送領域内を走行しているとき、その生成した定期パケットを他の無線装置と異なる拡散符号を用いて周期的に送信する。その結果、送信される定期パケットの個数が制限され、無線ネットワークにおける干渉が抑制される。また、同時に送信された定期パケットは、パケットの送信または転送をしていない少なくとも3台の無線装置を挟んで伝搬する。更に、無線ネットワークにおいて使用される複数の拡散符号の個数に相当する台数の無線装置おきに同一の拡散符号が使用され、同一の拡散符号による干渉が抑制される。

40

【0026】

従って、この発明によれば、自己干渉および遠近問題を抑制し、かつ、複数の端末が同

50

一の拡散符号を用いて同時にパケットを送信する場合にもパケットの送信および転送を成功させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【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に示す周辺車両テーブルの構成図である。

【図4】実施の形態1における定期パケットのフォーマットを示す図である。

【図5】各無線装置における周波数の割当方法を説明するための図である。

【図6】パケット転送領域を説明するための図である。

10

【図7】各無線装置が定期パケットを送信または転送するタイミングを示す図である。

【図8】定期パケットの送信および転送を示す図である。

【図9】周辺車両テーブルの具体例を示す図である。

【図10】実施の形態1における通信方法を説明するためのフローチャートである。

【図11】各無線装置における定期パケットの生成および送信の他のタイミングを説明するための図である。

【図12】定期パケットの送信周期が無線装置間で異なる場合の各無線装置における定期パケットの送信タイミングを示す図である。

【図13】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。

20

【図14】実施の形態2における定期パケットのフォーマットを示す図である。

【図15】実施の形態2における定期パケットの送信の様子を示す図である。

【図16】周辺車両テーブルの他の具体例である。

【図17】実施の形態2における通信方法を説明するためのフローチャートである。

【図18】実施の形態2における定期パケットの他の送信の様子を示す図である。

【図19】実施の形態2における定期パケットの他の送信の様子を示す図である。

【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。

30

【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、無線装置1～21を備える。無線装置1～21は、それぞれ、車両C1～C21に搭載される。そして、無線装置1～21は、自律的に無線ネットワークを構築する。

【0030】

車両C1～C6は、交差点CRへ向かって道路RD1の左側車線を走行しており、車両C7は、交差点CRを通過しようとしており、車両C8～C12は、交差点CRから遠ざかる方向へ道路RD1の左側車線を走行しており、車両C13～C15は、交差点CRへ向かって道路RD1の右側車線を走行しており、車両C16～C19は、交差点CRから遠ざかる方向へ道路RD1の右側車線を走行している。また、車両C20は、道路RD2から道路RD1へ入ろうとして交差点CRの手前を走行しており、車両C21は、交差点CRへ向かって道路RD2の左側車線を走行している。このような場合、車両C1～C21は、出会い頭衝突事故および右折時事故等の交通事故を起こす可能性がある。

40

【0031】

例えば、車両C5、C6が交差点を直進し、車両C15が交差点を右折しようとした場合、車両C15は、車両C5、C6と右折時事故を起こす可能性がある。また、車両C20が交差点を左折しようとした場合、車両C20は、車両C5、C6と出会い頭衝突事故を起こす可能性がある。

【0032】

50

このような右折時事故および出会い頭衝突事故を防止するためには、優先車両である車両C1～C6の位置情報を非優先車両である車両C15、C20へ知らせる必要がある。

【0033】

そこで、以下においては、自己干渉および遠近問題を抑制し、かつ、優先車両の位置情報を非優先車両に確実に伝達する方法について説明する。

〔実施の形態1〕

【0034】

図2は、図1に示す無線装置1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1は、受信モジュール101と、受信バッファ102と、テーブル管理モジュール103と、転送モジュール104と、周辺車両テーブル105と、制御モジュール106と、タイマ107と、GPS(Global Positioning System)システム108と、位置情報生成モジュール109と、送信バッファ110、111と、送信モジュール112とを含む。

10

【0035】

受信モジュール101は、他の無線装置から周波数チャンネル $f_1 \sim f_4$ および拡散符号 $c_1 \sim c_N$ (N は2以上の整数)で受信される信号のうち、振幅の大きい信号を定期パケットの受信信号として検出する。そして、受信モジュール101は、その振幅が大きい信号が得られたときの周波数チャンネル f_r (周波数 $f_1 \sim f_4$ のいずれか)および拡散符号 c_K ($K=1 \sim N$)を検出する。

【0036】

20

そうすると、受信モジュール101は、受信した定期パケットを受信バッファ102へ格納し、周波数 f_r および拡散符号 c_K をテーブル管理モジュール103へ出力する。また、受信モジュール101は、周波数 f_r を送信モジュール112へ出力する。

【0037】

受信バッファ102は、受信モジュール101から受けた定期パケットを一定期間保持し、その後、定期パケットをテーブル管理モジュール103へ出力する。

【0038】

テーブル管理モジュール103は、受信モジュール101から周波数 f_r および拡散符号 c_K を受け、受信バッファ102から定期パケットを受ける。そして、テーブル管理モジュール103は、定期パケットに含まれる車両ID、タイムスタンプ、位置情報、シーケンス番号および進行方向を抽出し、その抽出した車両ID、タイムスタンプ、位置情報、シーケンス番号および進行方向と、拡散符号 c_K と、周波数 f_r とを用いて周辺車両テーブル105を作成または更新する。その後、テーブル管理モジュール103は、定期パケットを転送モジュール104へ出力する。

30

【0039】

転送モジュール104は、テーブル管理モジュール103から定期パケットを受け、無線装置1の位置情報および進行方向を位置情報生成モジュール109から受ける。そして、転送モジュール104は、定期パケットの送信元の無線装置が搭載された車両名、周辺車両テーブル105および無線装置1の位置情報および進行方向に基づいて、後述する方法によって、定期パケットを転送すべきか否かを判定する。

40

【0040】

転送モジュール104は、定期パケットを転送すべきと判定した場合、定期パケットを送信バッファ110へ格納し、定期パケットを転送すべきでないと判定したとき、定期パケットを破棄する。

【0041】

周辺車両テーブル105は、無線装置1が搭載された車両C1の周辺に存在する車両に関する情報を格納する。

【0042】

制御モジュール106は、周辺車両テーブル105およびタイマ107を参照して、後述する方法によって、位置情報生成モジュール109が定期パケットを生成すべきタイミ

50

ングを決定する。そして、制御モジュール106は、その決定したタイミングで定期パケットを周期的に生成するように位置情報生成モジュール109を制御する。この場合、制御モジュール106は、 ΔT の周期で定期パケットを生成するように位置情報生成モジュール109を制御する。そして、 ΔT は、例えば、100ミリ秒に設定される。

【0043】

また、制御モジュール106は、後述する方法によって、無線装置1が定期パケットの送信に使用すべき周波数 f_t ($f_1 \sim f_4$ のいずれか)を決定するとともに、周辺車両テーブル105を参照して、定期パケットの送信および転送に使用すべき拡散符号を決定する。そして、制御モジュール106は、その決定した周波数 f_t および拡散符号を送信モジュール112へ出力する。

10

【0044】

タイマ107は、GPSシステム108からGPSシステム108が無線装置1のGPS信号を取得した時刻を受け、その受けた時刻に同期して時間を計測する。

【0045】

GPSシステム108は、GPS衛星から車両C1のGPS信号を受信し、その受信したGPS信号に含まれる時刻をタイマ107へ出力し、GPS信号を位置情報生成モジュール109へ出力する。

【0046】

位置情報生成モジュール109は、GPSシステム108から受けたGPS信号に含まれる経度および緯度を公知の方法によって $x-y$ 座標からなる位置情報に変換する。そして、位置情報生成モジュール109は、制御モジュール106から定期パケットを生成すべき時刻を受けると、その時刻と、無線装置1が搭載された車両C1の識別情報(車両ID)と、車両C1のGPS信号とを含む定期パケットを生成し、その生成した定期パケットを送信バッファ111へ格納する。また、位置情報生成モジュール109は、車両C1の位置情報($x-y$ 座標からなる)および進行方向を転送モジュール104へ出力する。

20

【0047】

送信バッファ110は、転送モジュール104から受けた定期パケットを格納し、その格納した定期パケットを送信モジュール112へ順次出力する。

【0048】

送信バッファ111は、位置情報生成モジュール109から受けた定期パケットを格納し、その格納した定期パケットを送信モジュール112へ順次出力する。

30

【0049】

送信モジュール112は、送信バッファ111から受けた定期パケットを制御モジュール106から受けた拡散符号によってスペクトル拡散し、その拡散後の定期パケットを制御モジュール106から受けた周波数 f_t で変調して送信する。また、送信モジュール112は、送信バッファ110から受けた定期パケットを制御モジュール106から受けた拡散符号によってスペクトル拡散し、その拡散後の定期パケットを受信モジュール101から受けた周波数 f_r によって変調して転送する。

【0050】

なお、送信バッファ111は、送信バッファ110よりも優先度が高い。従って、送信モジュール112は、送信バッファ111と送信バッファ110の両方にパケットが格納されている場合、送信バッファ111のパケットを先に送信する。

40

【0051】

また、図1に示す無線装置2~21の各々は、図2に示す無線装置1と同じ構成からなる。

【0052】

図3は、図2に示す周辺車両テーブル105の構成図である。周辺車両テーブル105は、車両IDと、時刻と、位置情報と、シーケンス番号と、進行方向と、使用周波数チャンネルと、拡散符号とを含む。車両ID、時刻、位置情報、シーケンス番号、進行方向、使用周波数チャンネル、および拡散符号は、相互に対応付けられる。

50

【0053】

車両IDは、定期パケットの生成元の無線装置を搭載する車両の名称からなる。時刻は、定期パケットの生成元における定期パケットの生成タイミングを表す。位置情報は、緯度、経度、方位および速度からなる。シーケンス番号は、定期パケットが生成された順序を表す。従って、シーケンス番号が大きい方が新しい定期パケットであることを表す。

【0054】

進行方向は、車両IDによって特定される車両の進行方向からなる。使用周波数チャンネルは、定期パケットの生成元の無線装置が使用する周波数からなる。拡散符号は、定期パケットの生成元の無線装置が定期パケットの送信または転送に用いる拡散符号からなる。なお、時刻は、年月日時分秒（YYYY/MMMM/DDDD/HHHH/MMMM/SSSS）からなる。

10

【0055】

図4は、実施の形態1における定期パケットのフォーマットを示す図である。定期パケットPKT__PRDは、PHYヘッダと、MACヘッダと、転送ヘッダと、データとを含む。

【0056】

PHYヘッダは、プリアンプルと、ユニークワード（UW）とからなる。MACヘッダは、バージョン番号と、宛先と、送信元と、パケット識別情報と、パケット長とからなる。バージョン番号は、チャンネルアクセス方式を示す。宛先は、パケットの宛先からなる。定期パケットは、ブロードキャストパケットであるため、宛先は、"FFFFFFFFF"と設定される。送信元は、パケットの送信車両のIDからなる。パケット識別情報は、定期パケットかその他のパケットかを示す情報からなる。パケット長は、パケットの長さからなる。

20

【0057】

転送ヘッダは、転送フラグと、送信元と、転送車両IDと、タイムスタンプと、シーケンス番号と、情報ピギーバック車両台数とからなる。なお、この発明においては、ピギーバックとは、各無線装置1～21が各車両C1～C21の位置情報と他の車両の位置情報とを自己の定期パケット中に含めて送信することを言う。

【0058】

転送フラグは、パケットを転送するとき、"1"からなり、位置情報がピギーバックされるとき、"0"からなる。送信元は、定期パケットを生成する無線装置を搭載する車両の車両IDからなる。転送車両IDは、定期パケットを転送する無線装置を搭載する車両の車両IDからなる。タイムスタンプは、定期パケットの生成タイミングからなる。シーケンス番号は、定期パケットが生成された順序を表す。情報ピギーバック車両台数は、各無線装置1～21が自己の定期パケットに含める位置情報を有する他の車両の台数からなる。そして、情報ピギーバック車両台数は、転送フラグが"1"からなる場合、"0"からなる。

30

【0059】

データは、データ長と、水平方向の誤差と、高さ方向の誤差と、送信元の位置と、方位と、速度と、進行方向と、車両のシフトポジションと、ブレーキ状態と、ウィンカースイッチの状態と、ハザードスイッチの状態と、緊急自動車の緊急走行状態と、営業車両の発車合図と、営業車両の停止合図と、進行方向における直近の交差点の位置とからなる。そして、送信元の位置は、緯度と経度とからなる。緯度および経度の各々は、度/分/秒からなる。進行方向は、定期パケットを生成する無線装置を搭載する車両の進行方向からなる。

40

【0060】

図5は、各無線装置1～21における周波数の割当方法を説明するための図である。道路RD1は、東西方向へ配置され、道路RD2は、南北方向へ配置されている。各無線装置1～21の制御モジュール106は、位置情報生成モジュール109から各車両C1～C21の進行方向を受け、その受けた進行方向が東西±45度の範囲であるか否かを判定する。そして、各無線装置1～21の制御モジュール106は、進行方向が東西±45度

50

の範囲であると判定したとき、更に、進行方向が東の方向に近いかな否かを判定する。

【0061】

各無線装置1～21の制御モジュール106は、進行方向が東の方向に近くない（即ち、進行方向が西の方向に近い）と判定したとき、各無線装置1～21がパケットの送信または転送に使用すべき周波数を周波数f1と決定し、その決定した周波数f1を送信モジュール112へ出力する。

【0062】

一方、各無線装置1～21の制御モジュール106は、進行方向が東の方向に近いと判定したとき、各無線装置1～21がパケットの送信または転送に使用すべき周波数を周波数f2と決定し、その決定した周波数f2を送信モジュール112へ出力する。

10

【0063】

一方、各無線装置1～21の制御モジュール106は、進行方向が東西±45度の範囲でないと判定したとき、更に、進行方向が北の方向に近いかな否かを判定する。そして、各無線装置1～21の制御モジュール106は、進行方向が北の方向に近いと判定したとき、各無線装置1～21がパケットの送信または転送に使用すべき周波数を周波数f3と決定し、その決定した周波数f3を送信モジュール112へ出力する。

【0064】

一方、各無線装置1～21の制御モジュール106は、進行方向が北の方向に近くないと判定したとき、各無線装置1～21がパケットの送信または転送に使用すべき周波数を周波数f4と決定し、その決定した周波数f4を送信モジュール112へ出力する。

20

【0065】

このように、各無線装置1～21において、制御モジュール106は、自己が搭載された車両C1～C21の進行方向に応じて、各無線装置1～21がパケットの送信または転送に使用すべき周波数を決定する。

【0066】

図6は、パケット転送領域を説明するための図である。車両C3に搭載された無線装置3が車両C3の位置情報等を含む定期パケットPKT__PRDを生成して送信する場合、パケット転送領域PTFは、車両C3の位置から前方へ距離X__anterior、車両C3の位置から後方へ距離X__posteriorおよび車両C3の位置から左右方向へ距離Y__limitの範囲と決定される。

30

【0067】

一般的に、車車間の衝突を回避するためには、位置情報は、前方の数十メートルから数百メートルの範囲へ伝搬させる必要があるので、以下においては、定期パケットPKT__PRDの生成元の車両が走行している車線において、定期パケットPKT__PRDの生成元の車両の位置から前方へX(>0)メートル、後方へ0メートルである領域をパケット転送領域PTFとする。この場合、Xの具体値は、例えば、130mである。

【0068】

そして、定期パケットPKT__PRDを転送するか否かを決定するための転送条件は、定期パケットPKT__PRDを受信した無線装置の位置が定期パケットPKT__PRDの生成元の車両の位置から前方へX(>0)メートル、後方へ0メートルである領域内に存在し、かつ、定期パケットPKT__PRDを受信した無線装置を搭載した車両の進行方向が定期パケットPKT__PRDの生成元の無線装置を搭載した車両の進行方向と略同じであることである。

40

【0069】

従って、無線装置3が定期パケットPKT__PRD1 = [[Add3 / Add3 / 1 / 0] / [C3 / t1 / 1 / [θ3, φ3, AZ3, V3] / 西方向]] を送信した場合、無線装置4の転送モジュール104は、定期パケットPKT__PRD1 = [[Add3 / Add3 / 1 / 0] / [C3 / t1 / 1 / [θ3, φ3, AZ3, V3] / 西方向]] に含まれる緯度θ3および経度φ3を公知の方向によってx-y座標からなる位置情報[x3, y3]に変換し、その変換した位置情報[x3, y3]と、車両C4の位置情報[x

50

4, y 4] とに基づいて、車両 C 4 の位置が車両 C 3 の位置から前方へ 130 m の領域内に存在することを検知し、かつ、周辺車両テーブル 105 を参照して、車両 C 4 の進行方向が車両 C 3 の進行方向と同じであることを検知すれば、無線装置 3 から受信した定期パケット P K T _ P R D 1 を転送すべきと判定する。

【0070】

なお、実施の形態 1 においては、定期パケット P K T _ P R D は、転送されるので、定期パケット P K T _ P R D 1 の転送ヘッダの転送フラグは、"1" に設定される（[A d d 3 / A d d 3 / 1 / 0] の "1" 参照）。また、実施の形態 1 においては、定期パケット P K T _ P R D は、自車両の位置情報のみを含むので、情報ピギーバック車両台数は、"0" に設定される（[A d d 3 / A d d 3 / 1 / 0] の "0" 参照）。 10

【0071】

無線装置 4 以外の無線装置 1 ~ 3, 5 ~ 21 も、自己が搭載された車両の後方から定期パケット P K T _ P R D を受信すれば、無線装置 4 と同じ方法によって、定期パケット P K T _ P R D を転送すべきか否かを判定する。

【0072】

この発明による無線ネットワーク 100 は、各車両 C 1 ~ C 21 の位置情報等を前方へ伝搬して出会い頭衝突事故および右折時事故等の交通事故を回避することを支援する無線ネットワークであるので、各無線装置 1 ~ 21 は、自己が搭載された車両 C 1 ~ C 21 がパケット転送領域 P T F 内に存在するときに、自己が搭載された車両 C 1 ~ C 21 の前方の車両から定期パケット P K T _ P R D を受信しても、その定期パケット P K T _ P R D を転送することではなく、自己が搭載された車両 C 1 ~ C 21 の後方の車両から受信した定期パケット P K T _ P R D のみを転送する。 20

【0073】

これによって、定期パケット P K T _ P R D は、パケット転送領域 P T F 内において定期パケット P K T _ P R D の生成元の車両から前方方向へ順次転送され、非優先車両まで伝搬する。また、転送される定期パケット P K T _ P R D の個数が制限され、無線ネットワーク 100 に与える干渉が低減される。

【0074】

次に、各無線装置 1 ~ 21 における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング制御について説明する。 30

【0075】

図 1 においては、車両 C 1 ~ C 12 は、道路 R D 1 の左側車線を同一方向へ走行している。この場合、車両 C 12 ~ C 2 は、それぞれ、車両 C 11 ~ C 1 の直前車両である。なお、車両 C 5, C 6 は、相互に前後関係が成立しないが、このような場合、右側を走行している車両 C 6 を車両 C 5 の直前車両とし、車両 C 5 を車両 C 4 の直前車両とする。

【0076】

また、各無線装置 1 ~ 21 における定期パケット P K T _ P R D の生成から送信までの処理時間と、隣接する 2 つの無線装置間におけるパケットの空中伝搬時間との和（＝処理時間＋空中伝搬時間）を、隣接する 2 つの無線装置間でパケットの送信完了に要する送信所要時間 T t r と定義する。送信所要時間 T t r は、例えば、4.15 ミリ秒に設定される。この 4.15 ミリ秒の値は、車車間通信ネットワークのシステムの設計時に、予め、求められた値である。 40

【0077】

そして、この 4.15 ミリ秒からなる送信所用時間 T t r は、各無線装置 1 ~ 21 の制御モジュール 106 に予め設定されている。

【0078】

各無線装置 11 ~ 1 の制御モジュール 106 は、定期パケット P K T _ P R D の周期 Δ T 内において、無線装置 11 ~ 1 がそれぞれ搭載された車両 C 11 ~ C 1 の直前車両 C 12 ~ C 2 における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミングから 3 × T t r だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送 50

信のタイミングと決定する。

【0079】

即ち、無線装置12における定期パケットPKT__PRDの生成および送信のタイミングを周期 ΔT の開始タイミングである T_0 とすると、無線装置11～1の制御モジュール106は、無線装置11～1における定期パケットPKT__PRDの生成および送信のタイミングをそれぞれ $T_0 + 3 \times T_{tr}$, $T_0 + 6 \times T_{tr}$, $T_0 + 9 \times T_{tr}$, $T_0 + 12 \times T_{tr}$, $T_0 + 15 \times T_{tr}$, $T_0 + 18 \times T_{tr}$, $T_0 + 21 \times T_{tr}$, $T_0 + 24 \times T_{tr}$, $T_0 + 27 \times T_{tr}$, $T_0 + 30 \times T_{tr}$, $T_0 + 33 \times T_{tr}$ と決定する。

【0080】

10

なお、無線装置18～13の制御モジュール106も、無線装置11～1の制御モジュール106と同じ方法によって、無線装置18～13における定期パケットPKT__PRDの生成および送信のタイミングを決定する。

【0081】

このように、各無線装置1～11, 13～18は、自己が搭載された車両の直前車両における定期パケットPKT__PRDの生成および送信のタイミングから $3 \times T_{tr}$ だけ経過したタイミングを自己における定期パケットPKT__PRDの生成および送信のタイミングと決定する。

【0082】

これによって、自己干渉および遠近問題を抑制できる。その理由について説明する。図7は、各無線装置が定期パケットを送信または転送するタイミングを示す図である。

20

【0083】

無線装置11～1が直列に配列されており、無線装置11～1をそれぞれ搭載した車両C11～C1は、図7の紙面上、左方向へ走行しているものとする。

【0084】

定期パケットPKT__PRDの生成および送信の周期 ΔT の開始タイミングを T_0 とし、無線装置8がタイミング T_0 で定期パケットPKT__PRD1を生成して送信すると、無線装置8の直前に存在する無線装置9は、パケットの送信所要時間が T_{tr} であるので、タイミング $T_0 + T_{tr}$ で無線装置8からの定期パケットPKT__PRD1を転送する。この場合、無線装置7は、無線装置8の後方に存在するので、無線装置8からの定期パ

30

【0085】

その後、無線装置10は、タイミング $T_0 + 2 T_{tr}$ で無線装置9からの定期パケットPKT__PRD1を転送する。そして、タイミング $T_0 + 3 T_{tr}$ において、無線装置11は、無線装置10からの定期パケットPKT__PRDを転送し、無線装置8の直後方に位置する無線装置7は、定期パケットPKT__PRD2を生成して送信する。このタイミング $T_0 + 3 T_{tr}$ は、無線装置8における定期パケットPKT__PRD1の生成および送信のタイミングであるタイミング T_0 から $3 T_{tr}$ だけ経過後のタイミングである。

【0086】

その後、無線装置7の直前に存在する無線装置8は、タイミング $T_0 + 4 T_{tr}$ で無線装置7からの定期パケットPKT__PRD2を転送し、無線装置9は、タイミング $T_0 + 5 T_{tr}$ で無線装置8からの定期パケットPKT__PRD2を転送する。そして、タイミング $T_0 + 6 T_{tr}$ において、無線装置10は、無線装置9からの定期パケットPKT__PRD2を転送し、無線装置7の直後方に位置する無線装置6は、定期パケットPKT__PRD3を生成して送信する。このタイミング $T_0 + 6 T_{tr}$ は、無線装置7における定期パケットPKT__PRD2の生成および送信のタイミングであるタイミング $T_0 + 3 T_{tr}$ から $3 T_{tr}$ だけ経過後のタイミングである。

40

【0087】

それ以降、上述した動作が繰り返される。

【0088】

50

その結果、タイミング $T_0 + 3T_{tr}$ において、無線装置 7, 11 は、同時に定期パケット PKT_PRD を送信し、タイミング $T_0 + 6T_{tr}$ において、無線装置 6, 10 は、同時に定期パケット PKT_PRD を送信する。そして、無線装置 7, 11 が同時に定期パケット PKT_PRD を送信する場合、無線装置 7, 11 間には、パケットを送信していない 3 個の無線装置 8 ~ 10 が存在し、無線装置 6, 10 が同時に定期パケット PKT_PRD を送信する場合、無線装置 6, 10 間には、パケットを送信していない 3 個の無線装置 7 ~ 9 が存在する。

【0089】

そうすると、無線装置 7, 11 が同時に定期パケット PKT_PRD を送信する場合、無線装置 8 は、無線装置 7 からの定期パケット PKT_PRD を遠近問題を抑制して受信し、その受信した定期パケット PKT_PRD を無線装置 8 よりも前方の無線装置 9 へ転送できる。また、無線装置 6, 10 が同時に定期パケット PKT_PRD を送信する場合、無線装置 7 は、無線装置 6 からの定期パケット PKT_PRD を遠近問題を抑制して受信し、その受信した定期パケット PKT_PRD を無線装置 7 よりも前方の無線装置 8 へ転送できる。

【0090】

従って、各無線装置 11 ~ 1 が直前の無線装置における定期パケット PKT_PRD の生成および送信のタイミングから $3T_{tr}$ だけ経過したタイミングで定期パケット PKT_PRD を生成および送信することによって、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

【0091】

引き続き、各無線装置 11 ~ 1 における拡散符号の決定方法について説明する。各無線装置 11 ~ 1 の制御モジュール 106 は、自己が搭載された車両 $C_{11} \sim C_1$ の直前車両 $C_{12} \sim C_2$ における拡散符号 c_K と異なる拡散符号 c_{K+1} を無線装置 11 ~ 1 において定期パケット PKT_PRD の送信に使用すべき拡散符号と決定する。なお、各無線装置 11 ~ 1 の制御モジュール 106 は、拡散符号 c_K が c_N である場合、拡散符号 c_{K+1} を拡散符号 c_1 と決定する。このように、各無線装置 11 ~ 1 の制御モジュール 106 は、 N 個の拡散符号 $c_1 \sim c_N$ をリング状に配列した場合に、直前の車両において使用されている拡散符号 c_K に隣接する拡散符号 c_{K+1} を無線装置 11 ~ 1 において使用すべき拡散符号として決定する。

【0092】

無線装置 18 ~ 13 の制御モジュール 106 も、無線装置 11 ~ 1 の制御モジュール 106 と同じ方法によって、無線装置 18 ~ 13 において使用すべき拡散符号を決定する。

【0093】

なお、直前車両が存在しない車両 C_{12} , C_{19} に搭載された無線装置 12, 19 は、定期パケット PKT_PRD の生成および送信のタイミングと、拡散符号とを変えない。

【0094】

図 8 は、定期パケットの送信および転送を示す図である。また、図 9 は、周辺車両テーブルの具体例を示す図である。

【0095】

図 8 に示すように、無線装置 4 の位置情報生成モジュール 109 は、制御モジュール 106 からの制御に従って、タイミング $T_1 (= L \times 0.100 + 0.010$ 秒, $L =$ 正の整数) で車両 C_4 の位置情報等を含む定期パケット $PKT_PRD_4 = [[Add_4 / Add_4 / 1 / 0] / [C_4 / T_1 / 10 / [\theta_4, \phi_4, AZ_4, V_4] / 西方向]]$ を生成し、その生成した定期パケット $PKT_PRD_4 = [[Add_4 / Add_4 / 1 / 0] / [C_4 / T_1 / 10 / [\theta_4, \phi_4, AZ_4, V_4] / 西方向]]$ を送信バッファ 111 へ格納する。その後、送信バッファ 111 は、定期パケット PKT_PRD_4 を送信モジュール 112 へ出力する。

【0096】

そうすると、無線装置 4 の送信モジュール 112 は、制御モジュール 106 から周波数 f_1 および拡散符号 c_6 を受け、その受けた拡散符号 c_6 によって定期パケット $PKT_$

10

20

30

40

50

P R D 4をスペクトル拡散し、その拡散後の定期パケット P K T _ P R D 4を周波数 f_1 によって変調して送信する。このように、無線装置 4 は、タイミング T_1 で定期パケット P K T _ P R D 4を生成して送信する。

【0097】

無線装置 4 の直後方に位置する無線装置 3 の受信モジュール 101 は、周波数チャンネル f_1 で受信される信号から拡散符号 c_6 を用いて定期パケット P K T _ P R D 4を検出する。

【0098】

そうすると、無線装置 3 の受信モジュール 101 は、定期パケット P K T _ P R D 4の受信信号を受信バッファ 102 を介してテーブル管理モジュール 103 へ出力し、周波数 f_1 および拡散符号 c_6 をテーブル管理モジュール 103 へ直接出力する。

【0099】

無線装置 3 のテーブル管理モジュール 103 は、定期パケット P K T _ P R D 4の受信信号から車両 I D = C 4、タイムスタンプ = T_1 、シーケンス番号 = 10、位置情報 = [θ_4 , ϕ_4 , A Z 4, V 4] および進行方向 = 西方向を抽出し、その抽出した車両 I D = C 4、タイムスタンプ = T_1 、位置情報 = [θ_4 , ϕ_4 , A Z 4, V 4] および進行方向 = 西方向を周辺車両テーブル 105 の車両 I D、時刻、シーケンス番号、位置情報および進行方向にそれぞれ格納し、受信モジュール 101 から受けた周波数 f_1 および拡散符号 c_6 を車両 I D = C 4 に対応する使用周波数チャンネルおよび拡散符号の欄にそれぞれ格納する。これによって、周辺車両テーブル 105 A (図 9 参照) が作成される。その結果、無線装置 3 の制御モジュール 106 は、周辺車両テーブル 105 A に登録された時刻 $T_1 = L \times 0.100 + 0.010$ を参照して、無線装置 4 が $(L + 1) \times 0.100 + 0.010$ の時刻で定期パケット P K T _ P R D を生成して送信することを予想できる。

【0100】

一方、無線装置 5 も、同様に、無線装置 4 から定期パケット P K T _ P R D 4を受信し、無線装置 3 と同じ方法によって周辺車両テーブル 105 A を作成する。そして、無線装置 5 の転送モジュール 104 は、テーブル管理モジュール 103 から定期パケット P K T _ P R D 4を受けると、定期パケット P K T _ P R D 4に含まれる送信元の車両 I D = C 4を検出し、周辺車両テーブル 105 A を参照して、車両 I D = C 4 に対応する位置情報 = [θ_4 , ϕ_4 , A Z 4, V 4] および進行方向 = 西方向を検出する。そして、無線装置 5 の転送モジュール 104 は、位置情報 = [θ_4 , ϕ_4 , A Z 4, V 4] の緯度 θ_4 および経度 ϕ_4 を公知の方法によって $x - y$ 座標からなる位置情報 [x_4 , y_4] に変換する。

【0101】

また、無線装置 5 の転送モジュール 104 は、位置情報生成モジュール 109 から無線装置 5 が搭載された車両 C 5 の位置情報 = [x_5 , y_5] および進行方向 = 西方向を受ける。

【0102】

そうすると、無線装置 5 の転送モジュール 104 は、位置情報 = [x_4 , y_4] および位置情報 = [x_5 , y_5] に基づいて、車両 C 5 が車両 C 4 の直前車両であり、車両 C 5 が車両 C 4 のパケット転送領域 P T F 内に位置することと検出するとともに、車両 C 4 の進行方向 = 西方向および車両 C 5 の進行方向 = 西方向に基づいて、車両 C 5 の進行方向が車両 C 4 の進行方向と同じであることを検出し、上述したパケットの転送条件を満たすことを検知する。そして、無線装置 5 の転送モジュール 104 は、定期パケット P K T _ P R D 4を転送すべきであると判定し、転送ヘッダ中の転送車両 I D = A d d 4を A d d 5 に書き換えて定期パケット P K T _ P R D 4を送信バッファ 110 へ格納する。

【0103】

無線装置 5 の送信モジュール 112 は、制御モジュール 106 から拡散符号 c_5 を受け、送信バッファ 110 から定期パケット P K T _ P R D 4を取り出す。そして、無線装置 5 の送信モジュール 112 は、定期パケット P K T _ P R D 4を無線装置 5 における拡散

符号 c_5 によってスペクトル拡散するとともに、定期パケット PKT_PRD4 の受信周波数である周波数 f_1 を受信モジュール 101 から受けて、拡散後の定期パケット PKT_PRD4 を周波数 f_1 で変調してタイミング $T_1 + T_{tr} = L \times 0.100 + 0.010 + 0.00415 = L \times 0.100 + 0.0142$ で転送する。

【0104】

その後、無線装置 6 は、無線装置 5 と同じ動作によって、転送ヘッダ中の転送車両 $ID = Add5$ を $Add6$ に書き換えて定期パケット PKT_PRD4 をタイミング $T_1 + 2T_{tr} = L \times 0.100 + 0.0183$ で転送する。

【0105】

一方、無線装置 3 において、制御モジュール 106 は、周辺車両テーブル 105A が作成されると、周辺車両テーブル 105A に格納された時刻 T_1 を基準にして $3T_{tr}$ の時間をタイマ 107 によって計測し、タイミング $T_1 + 3T_{tr} = L \times 0.100 + 0.0225$ を取得する。そして、無線装置 3 の制御モジュール 106 は、タイミング $T_1 + 3T_{tr}$ を取得すると、タイミング $T_1 + 3T_{tr}$ において、無線装置 3 における定期パケット PKT_PRD5 を生成するように位置情報生成モジュール 109 を制御する。

【0106】

また、無線装置 3 の制御モジュール 106 は、周辺車両テーブル 105A を参照して、無線装置 4 における拡散符号が拡散符号 c_6 であることを検知し、無線装置 3 が使用すべき拡散符号を拡散符号 c_7 と決定する。そして、無線装置 3 の制御モジュール 106 は、その決定した拡散符号 c_7 を送信モジュール 112 へ出力する。

【0107】

更に、無線装置 3 の制御モジュール 106 は、上述した方法によって、無線装置 3 がパケットの送信に使用すべき周波数を周波数 f_1 と決定し、その決定した周波数 f_1 を送信モジュール 112 へ出力する。

【0108】

そうすると、無線装置 3 の位置情報生成モジュール 109 は、制御モジュール 106 からの制御に従って、タイミング $T_1 + 3T_{tr}$ において、定期パケット $PKT_PRD5 = [[Add3 / Add3 / 1 / 0] / [C3 / T_1 + 3T_{tr} / 15 / [\theta_3, \phi_3, AZ3, V3] / 西方向]]$ を生成し、その生成した定期パケット $PKT_PRD5 = [[Add3 / Add3 / 1 / 0] / [C3 / T_1 + 3T_{tr} / 15 / [\theta_3, \phi_3, AZ3, V3] / 西方向]]$ を送信バッファ 111 へ格納する。その後、無線装置 3 の送信バッファ 111 は、定期パケット PKT_PRD5 を送信モジュール 112 へ出力する。

【0109】

無線装置 3 の送信モジュール 112 は、定期パケット PKT_PRD5 を受けると、タイミング $T_1 + 3T_{tr}$ において、定期パケット PKT_PRD5 を拡散符号 c_7 によってスペクトル拡散し、その拡散後の定期パケット PKT_PRD5 を周波数 f_1 で変調して送信する。

【0110】

その後、無線装置 4 は、上述した無線装置 5 と同じ動作によって、無線装置 3 からの定期パケット PKT_PRD5 を転送すべきであると判定し、転送ヘッダ中の転送車両 $ID = Add3$ を $Add4$ に書き換えてタイミング $T_1 + 4T_{tr} = L \times 0.100 + 0.0267$ で定期パケット PKT_PRD5 を転送する。また、無線装置 5 は、無線装置 4 と同様に、無線装置 3 からの定期パケット PKT_PRD5 を転送すべきであると判定し、転送ヘッダ中の転送車両 $ID = Add4$ を $Add5$ に書き換えてタイミング $T_1 + 5T_{tr} = L \times 0.100 + 0.0309$ で定期パケット PKT_PRD5 を転送する。更に、無線装置 6 は、無線装置 5 と同様に、無線装置 3 からの定期パケット PKT_PRD5 を転送すべきであると判定し、タイミング $T_1 + 6T_{tr} = L \times 0.100 + 0.0351$ で定期パケット PKT_PRD5 を転送する。

【0111】

また、無線装置 2 は、タイミング $T_1 + 6T_{tr}$ で、無線装置 3 と同じ動作によって、

10

20

30

40

50

車両C2の位置情報等を含む定期パケットPKT__PRD6 = [[Add2 / Add2 / 1 / 0] / [C2 / T1 + 6Ttr / 20 / [θ2, φ2, AZ2, V2] / 西方向]] を生成して送信する。

【0112】

無線装置3は、定期パケットPKT__PRD6を受信すると、定期パケットPKT__PRD6 = [[Add2 / Add2 / 1 / 0] / [C2 / T1 + 6Ttr / 20 / [θ2, φ2, AZ2, V2] / 西方向]] に含まれる車両ID = C2、タイムスタンプ = T1 + 6Ttr、シーケンス番号 = 20、位置情報 = [θ2, φ2, AZ2, V2] および進行方向 = 西方向を抽出して周辺車両テーブル105Aに登録するとともに、定期パケットPKT__PRD6をスペクトル拡散するために用いられた拡散符号 c_g および定期パケットPKT__PRD6の送信に用いられた周波数f1を周辺車両テーブル105Aに登録する。これによって、無線装置3における周辺車両テーブル105は、周辺車両テーブル105Aから周辺車両テーブル105Bへ更新される（図9参照）。

10

【0113】

その後、無線装置3～5は、それぞれ、タイミングT1 + 7Ttr, T1 + 8Ttr, T1 + 9Ttrで無線装置2からの定期パケットPKT__PRD6を転送し、無線装置1は、タイミングT1 + 9Ttrで、定期パケットPKT7 = [[Add1 / Add1 / 1 / 0] [C1 / T1 + 9Ttr / 30 / [θ1, φ1, AZ1, V1] / 西方向]] を生成して送信する。また、無線装置2は、無線装置1から送信された定期パケットPKT7をタイミングT1 + 10Ttrで転送する。その結果、無線装置3における周辺車両テーブル105は、周辺車両テーブル105Bから周辺車両テーブル105Cへ更新される（図9参照）。

20

【0114】

その後、無線装置3は、タイミングT1 + 11Ttrで、無線装置1からの定期パケットPKT__PRD7を転送する。

【0115】

その結果、図8に示すタイミングT1 + 6Ttr, T1 + 10Ttrにおいて、無線装置2, 6が同時に定期パケットPKT__PRDを送信するが、無線装置2, 6間には、パケットを送信していない3個の無線装置3～5が存在する。また、タイミングT1 + 9Ttrにおいて、無線装置1, 5が同時に定期パケットPKT__PRDを送信するが、無線装置1, 5間には、パケットを送信していない3個の無線装置2～4が存在する。

30

【0116】

従って、上述した理由によって、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

【0117】

このように、道路RD1を交差点CRへ向かって走行している車両C6～C2にそれぞれ搭載された無線装置6～2は、同じ周波数f1を用いて、車両C6～C2の後方に存在する無線装置5～1から受信した定期パケットPKT__PRDをパケット転送領域PTF内において自己干渉および遠近問題を抑制して車両C6～C2の前方へ転送する。

【0118】

この場合、各無線装置6～2がパケット転送領域PTFにおいて定期パケットPKT__PRDを転送する構成によって、定期パケットがブロードキャストされる領域をパケット転送領域PTF内に限定し、定期パケットPKT__PRDの転送の失敗を抑制できる。

40

【0119】

また、各無線装置5～1は、自己の直前の無線装置6～2における定期パケットPKT__PRDの生成および送信のタイミングから3Ttr (= 3 × 4.15ミリ秒 = 約12.5ミリ秒) だけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDを生成および送信する構成によって、各無線装置1～6が同じ周波数f1でパケットを送信する場合にも、パケットを同時に送信する2つの無線装置間にパケットを送信しない無線装置が少なくとも3個存在するように制御し、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

【0120】

50

その結果、非優先車両である車両C 1 5に搭載された無線装置1 5は、車両C 6～C 1の位置情報および進行方向を取得し、右折時事故を回避できる。また、非優先車両である車両C 2 0に搭載された無線装置2 0も、車両C 6～C 1の位置情報および進行方向を取得し、出会い頭衝突事故を回避できる。

【0 1 2 1】

図1において、各無線装置1 1～1は、直前の無線装置1 2～2における定期パケットP K T _ P R Dの生成および送信のタイミングから $3 \times T_{tr} = 12.5$ ミリ秒後に定期パケットP K T _ P R Dを生成した場合、定期パケットP K T _ P R Dを生成および送信する周期 ΔT は、100ミリ秒であるので、無線装置1～1 2は、 $8 (= 100 / 12.5)$ 台おきに同じタイミングで定期パケットP K T _ P R Dを生成および送信する。

10

【0 1 2 2】

従って、無線装置1および無線装置9、無線装置2および無線装置1 0、無線装置3および無線装置1 1、無線装置4および無線装置1 2は、同じタイミングで定期パケットP K T _ P R Dを生成および送信する。

【0 1 2 3】

ここで、無線装置2が定期パケットP K T _ P R Dを生成して送信することを想定すると、無線装置2は、無線装置3における定期パケットP K T _ P R Dの生成および送信のタイミングよりも12.5ミリ秒後に定期パケットP K T _ P R Dを生成して送信するため、無線装置2における定期パケットP K T _ P R Dの生成および送信のタイミングは、 0.035 秒 $(= 0.0225 + 0.0125)$ となる。また、無線装置3は、拡散符号 c_7 を用いて定期パケットP K T _ P R Dを送信するため、無線装置2は、拡散符号 c_8 を用いて定期パケットP K T _ P R Dを送信する。

20

【0 1 2 4】

無線装置1 0も、無線装置2と同じタイミング $= 0.035$ 秒で定期パケットP K T _ P R Dを生成し、拡散符号 c_{10} を用いて定期パケットP K T _ P R Dを送信する。

【0 1 2 5】

この場合、無線装置1, 3～9, 1 1, 1 2は、無線装置2と無線装置1 0との位置関係、および建物の存在等によって、無線装置2および無線装置1 0の両方から定期パケットP K T _ P R Dを受信できるか、無線装置2および無線装置1 0のいずれか一方のみから定期パケットP K T _ P R Dを受信できるか、無線装置2および無線装置1 0の両方から定期パケットP K T _ P R Dを受信できないか、のいずれかである。

30

【0 1 2 6】

より具体的には、無線装置1, 3～6は、無線装置2に比較的近いため、無線装置2から定期パケットP K T _ P R Dを受信できたとする。また、無線装置8, 9, 1 1, 1 2は、無線装置1 0から定期パケットP K T _ P R Dを受信できたとする。一方、無線装置2 0は、建物の遮蔽によって無線装置2, 1 0からの定期パケットP K T _ P R Dを受信できない可能性が高い。

【0 1 2 7】

そして、無線装置3～6は、車両C 2 (=無線装置2)のパケット転送領域P T F内に存在するため、無線装置2からの定期パケットP K T _ P R Dをタイミング $= 0.03915$ 秒 $(= 0.035 + 0.00415)$ で転送する。また、無線装置1 1, 1 2は、同様に、車両C 1 0 (=無線装置1 0)のパケット転送領域P T F内に存在するため、無線装置1 0からの定期パケットP K T _ P R Dをタイミング $= 0.03915$ 秒で転送する。

40

【0 1 2 8】

無線装置1は、無線装置2の後方に存在するため、無線装置2からの定期パケットP K T _ P R Dを転送せず、無線装置8, 9は、無線装置1 0の後方に存在するため、無線装置1 0からの定期パケットP K T _ P R Dを転送しない。

【0 1 2 9】

そうすると、無線装置3～6が定期パケットP K T _ P R Dの転送を行なっているのと

50

同時に、無線装置 11, 12 は、定期パケット P K T _ P R D の転送を行なうが、無線装置 3 ~ 6 と無線装置 7 との距離と、無線装置 7 と無線装置 11, 12 との距離との差によって、無線装置 7 は、より近い無線装置 3 ~ 6 からの定期パケット P K T _ P R D を受信できる可能性が高い。

【0130】

そして、無線装置 7 は、無線装置 2 からの定期パケット P K T _ P R D を受信すると、無線装置 2 のパケット転送領域 P T F 内に存在するため、直ぐに (0.00415 秒タイミングで) 定期パケット P K T _ P R D を転送する。この場合、無線装置 7 が定期パケット P K T _ P R D を転送している間、他の無線装置は、定期パケット P K T _ P R D の送信および転送を行っていない。

10

【0131】

従って、無線装置 14, 20 は、無線装置 7 から定期パケット P K T _ P R D を受信できる。

【0132】

その結果、非優先車両である車両 C 14, C 20 にそれぞれ搭載された無線装置 14, 20 は、右折時事故または出会い頭衝突事故を回避できる。

【0133】

図 10 は、実施の形態 1 におけ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、各無線装置 1 ~ 21 は、自己が搭載された車両 C 1 ~ C 21 の直前を走行している車両に搭載された無線装置から定期パケット P K T _ P R D を受信し、その受信した定期パケット P K T _ P R D の逆拡散に用いる拡散符号を上述した方法によって検出する。そして、各無線装置 1 ~ 21 は、その検出した拡散符号を直前の無線装置において使用されている拡散符号 c_K として取得する (ステップ S 1)。

20

【0134】

その後、各無線装置 1 ~ 21 は、その受信した定期パケット P K T _ P R D と、拡散符号 c_K とに基づいて、上述した方法によって、周辺車両テーブル 105 を作成する。そして、各無線装置 1 ~ 21 は、その作成した周辺車両テーブル 105 に登録された時刻を直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_f として取得する (ステップ S 2)。

【0135】

30

なお、各無線装置 1 ~ 21 は、自己が搭載された車両 C 1 ~ C 21 の走行車線と交差する車線から他の車両が自己の直前に入って来て、他の車両に搭載された無線装置と自己とが同時に定期パケット P K T _ P R D を送信した場合、他の車両に搭載された無線装置からの定期パケット P K T _ P R D を自己干渉により受信できない。このような場合、各無線装置 1 ~ 21 は、他の車両に搭載された他の無線装置 A からの定期パケット P K T _ P R D を受信した他の車両の直前を走行している車両に搭載された無線装置 B が転送した定期パケット P K T _ P R D を受信して、自己の直前に位置する他の無線装置 A における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_f を取得する。この場合、各無線装置 1 ~ 21 は、他の無線装置 A における拡散符号を取得できないが、他の無線装置 A が次の送信タイミングで送信する定期パケット P K T _ P R D を受信して他の無線装置 A における拡散符号を取得する。

40

【0136】

従って、ステップ S 1, S 2 において、各無線装置 1 ~ 21 は、自己の直前の無線装置に限らず、自己から前方へ 2 ホップ目以上の位置に存在し、かつ、自己の位置を通信領域に含む無線装置からの定期パケット P K T _ P R D を受信して、拡散符号 c_K および送信タイミング T_f を取得する。

【0137】

そして、ステップ S 2 の後、各無線装置 1 ~ 21 は、タイミング T_f から $3 T_{tr}$ だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_s として決定する (ステップ S 3)。

50

【0138】

引き続き、各無線装置1～21は、周辺車両テーブル105に登録された直前の無線装置が使用している拡散符号 c_K と異なる拡散符号 c_{K+1} を自己が使用すべき拡散符号として決定する(ステップS4)。また、各無線装置1～21は、上述した方法によって、自己がパケットの送信に用いる周波数 f_t を決定する(ステップS5)。

【0139】

そうすると、各無線装置1～21は、タイミング T_s において、定期パケット PKT_PRD を生成し、その生成した定期パケット PKT_PRD を拡散符号 c_{K+1} および周波数 f_t を用いて送信する(ステップS6)。

【0140】

その後、各無線装置1～21は、他の車両に搭載された無線装置から定期パケット PKT_PRD を受信したか否かを判定し(ステップS7)、定期パケット PKT_PRD を受信したと判定すると、上述した方法によって、定期パケット PKT_PRD の受信周波数 f_r を検出する(ステップS8)。

【0141】

そして、各無線装置1～21は、上述した方法によって、定期パケット PKT_PRD の転送条件を満たすか否かを判定する(ステップS9)。

【0142】

ステップS9において、定期パケット PKT_PRD の転送条件を満たすと判定されると、各無線装置1～21は、定期パケット PKT_PRD を拡散符号 c_{K+1} および周波数 f_r を用いて転送する(ステップS10)。

【0143】

そして、ステップS9において、定期パケット PKT_PRD の転送条件を満たさないと判定されたとき、またはステップS10の後、一連の動作が終了する。

【0144】

このように、各無線装置1～21は、直前の無線装置における定期パケット PKT_PRD の生成および送信のタイミング T_f から $3T_{tr}$ だけ経過したタイミング T_s において定期パケット PKT_PRD を周期的に生成して送信するとともに、後方の無線装置から定期パケット PKT_PRD を受信すると、転送条件が成立する場合に、その受信した定期パケット PKT_PRD を直ぐに転送する。

【0145】

その結果、無線ネットワーク100において、定期パケット PKT_PRD を同時に送信する2台の無線装置は、定期パケット PKT_PRD を送信または転送していない3台以上の無線装置を挟んで存在することになる。

【0146】

従って、この発明によれば、自己干渉および遠近問題を抑制して定期パケット PKT_PRD を伝搬させることができる。

【0147】

また、各無線装置1～21は、定期パケット PKT_PRD の転送条件を満たすときに定期パケット PKT_PRD を転送する。その結果、転送される定期パケット PKT_PRD の個数が制限され、無線ネットワーク100における干渉が低減される。

【0148】

従って、この発明によれば、定期パケット PKT_PRD の転送を成功させることができる。

【0149】

更に、各無線装置1～21は、直前の無線装置が使用している拡散符号 c_K に隣接する拡散符号 c_{K+1} を N 個の拡散符号 $c_1 \sim c_N$ の中から自己が使用すべき拡散符号として決定し、その決定した拡散符号 c_{K+1} を用いて定期パケット PKT_PRD を送信または転送する。その結果、無線ネットワーク100において、同一周波数上で同一の拡散符号を用いる無線装置は、 N 台おきに存在する。

10

20

30

40

50

【0150】

従って、この発明によれば、同時に同一の拡散符号を用いてパケットを転送する無線装置が複数存在していても、同一の拡散符号による干渉を抑制して定期パケット P K T _ P R D の転送を成功させることができる。

【0151】

なお、上記においては、各無線装置 1 ~ 2 1 は、直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミングから $3 \times T t r$ だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると説明したが、この発明においては、これに限らず、各無線装置 1 ~ 2 1 は、直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミングから $3 \times T t r$ 以外の時間だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してもよい。

10

【0152】

図 1 1 は、各無線装置 1 ~ 2 1 における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の他のタイミングを説明するための図である。

【0153】

定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 ΔT を 0. 1 0 0 秒とし、各無線装置 1 ~ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング $T f$ から $2 T t r$ ($= 2 \times 0. 0 0 4 1 5 = 0. 0 0 8 3$ 秒) だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング $T s$ とした場合を想定する。

20

【0154】

この場合、最前の無線装置 1 2 が周期 ΔT の開始タイミング ($= 0$ 秒) で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると、無線装置 1 2 の直後の無線装置 1 1 は、0. 0 0 8 3 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 1 の直後の無線装置 1 0 は、0. 0 1 6 6 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 0 の直後の無線装置 9 は、0. 0 2 4 9 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

【0155】

また、無線装置 9 の直後の無線装置 8 は、0. 0 3 3 2 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 8 の直後の無線装置 7 は、0. 0 4 1 5 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 7 の直後の無線装置 6 は、0. 0 4 9 8 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

30

【0156】

更に、無線装置 6 の直後の無線装置 5 は、0. 0 5 8 1 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 5 の直後の無線装置 4 は、0. 0 6 6 4 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 4 の直後の無線装置 3 は、0. 0 7 4 7 8 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

【0157】

更に、無線装置 3 の直後の無線装置 2 は、0. 0 8 3 0 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 2 の直後の無線装置 1 は、0. 0 9 1 3 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 の直後の無線装置は、0. 0 9 9 6 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。そして、無線装置 1 2 は、0. 1 0 0 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

40

【0158】

この場合、各無線装置 1 1 ~ 1 は、自己の直前の無線装置 1 2 ~ 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから $2 T t r$ だけ経過後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するので、自己の直前の無線装置 1 2 ~ 2 が生成および送信した定期パ

50

ケット P K T _ P R D を転送する無線装置と自己との間には、パケットを送信しない 2 台の無線装置が存在する。

【0159】

例えば、無線装置 5 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するとき、無線装置 6 が生成および送信した定期パケット P K T _ P R D を転送する無線装置は無線装置 8 であるので、無線装置 5, 8 間には、2 台の無線装置 6, 7 が存在する。その結果、無線装置 6 は、無線装置 8 よりも無線装置 5 に近いので、無線装置 5 からの定期パケット P K T _ P R D を遠近問題を抑制して受信でき、無線装置 7 は、無線装置 5 よりも無線装置 8 に近いので、無線装置 8 からの定期パケット P K T _ P R D を遠近問題を抑制して受信できる。

10

【0160】

したがって、各無線装置 1 ~ 21 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 2 T t r (= 2 × 0. 00415 = 0. 0083 秒) だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

【0161】

また、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 Δ T を 0. 100 秒とし、各無線装置 1 ~ 21 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 4 T t r (= 4 × 0. 00415 = 0. 0166 秒) だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミン

20

【0162】

この場合、最前の無線装置 12 が周期 Δ T の開始タイミング (= 0 秒) で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると、無線装置 12 の直後の無線装置 11 は、0. 0166 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 11 の直後の無線装置 10 は、0. 0332 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 10 の直後の無線装置 9 は、0. 0498 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

【0163】

また、無線装置 9 の直後の無線装置 8 は、0. 0664 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 8 の直後の無線装置 7 は、0. 0830 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 7 の直後の無線装置 6 は、0. 0996 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。そして、無線装置 12 は、0. 100 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。即ち、無線装置 12, 6 は、ほぼ同時に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

30

【0164】

しかし、無線装置 12, 6 間には、5 台の無線装置 7 ~ 11 が存在する。また、各無線装置 11 ~ 1 は、自己の直前の無線装置 12 ~ 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 4 T t r だけ経過後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するので、自己の直前の無線装置 12 ~ 2 が生成および送信した定期パケット P K T _ P R D を転送する無線装置と自己との間には、パケットを送信しない 4 台の無線装置が存在する。

40

【0165】

したがって、各無線装置 1 ~ 21 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 4 T t r (= 4 × 0. 00415 = 0. 0166 秒) だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

【0166】

次に、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 Δ T を 0. 100 秒とし、

50

各無線装置 1 ～ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 5 T t r (= 5 × 0 . 0 0 4 1 5 = 0 . 0 2 0 7 5 秒) だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T s とした場合を想定する。

【 0 1 6 7 】

この場合、最前の無線装置 1 2 が周期 ΔT の開始タイミング (= 0 秒) で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると、無線装置 1 2 の直後の無線装置 1 1 は、 0 . 0 2 0 7 5 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 1 の直後の無線装置 1 0 は、 0 . 0 4 1 5 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 0 の直後の無線装置 9 は、 0 . 0 6 2 2 5 秒のタイミン
10
グで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 9 の直後の無線装置 8 は、 0 . 0 8 3 0 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。そして、無線装置 1 2 は、 0 . 1 0 0 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。また、無線装置 8 の直後の無線装置 7 は、 0 . 1 0 3 7 5 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

【 0 1 6 8 】

そうすると、無線装置 7 は、無線装置 1 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 0 . 0 0 3 7 5 秒 (< 1 T t r = 0 . 0 0 4 1 5 秒) だけ経過した後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するが、無線装置 7 , 1 2 間には、4 台の無線
20
装置 8 ～ 1 1 が存在する。

【 0 1 6 9 】

また、各無線装置 1 1 ～ 1 は、自己の直前の無線装置 1 2 ～ 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 5 T t r だけ経過後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するので、自己の直前の無線装置 1 2 ～ 2 が生成および送信した定期パケット P K T _ P R D を転送する無線装置と自己との間には、パケットを送信しない 5 台の無線装置が存在する。

【 0 1 7 0 】

従って、各無線装置 1 ～ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 5 T t r (= 5 × 0 . 0 0 4 1 5 = 0 . 0 2 0 7 5 秒) だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信しても、自
30
己干渉および遠近問題を抑制できる。

【 0 1 7 1 】

引き続いて、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 ΔT を 0 . 1 0 0 秒とし、各無線装置 1 ～ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 6 T t r (= 6 × 0 . 0 0 4 1 5 = 0 . 0 2 4 9 秒) だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイ
40
ミング T s とした場合を想定する。

【 0 1 7 2 】

この場合、最前の無線装置 1 2 が周期 ΔT の開始タイミング (= 0 秒) で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると、無線装置 1 2 の直後の無線装置 1 1 は、 0 . 0 2 4 9 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 1 の直後の無線装置 1 0 は、 0 . 0 4 9 8 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 0 の直後の無線装置 9 は、 0 . 0 7 4 7 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 9 の直後の無線装置 8 は、タイ
50
ミング = 0 . 0 9 9 6 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。そして、無線装置 1 2 は、 0 . 1 0 0 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。その結果、無線装置 8 , 1 2 は、ほぼ同時に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するが、無線装置 1 2 , 8 間には、パケットを送信しない 3 台の無線装置 9 ～ 1 1 が存在する。

【 0 1 7 3 】

また、各無線装置 1 1 ~ 1 は、自己の直前の無線装置 1 2 ~ 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 6 T t r だけ経過後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するので、自己の直前の無線装置 1 2 ~ 2 が生成および送信した定期パケット P K T _ P R D を転送する無線装置と自己との間には、パケットを送信しない 6 台の無線装置が存在する。

【0174】

そうすると、各無線装置 1 ~ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 6 T t r ($= 6 \times 0.00415 = 0.0249$ 秒) だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

10

【0175】

更に、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 ΔT を 0.100 秒とし、各無線装置 1 ~ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 7 T t r ($= 7 \times 0.00415 = 0.02905$ 秒) だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T s とした場合を想定する。

【0176】

この場合、最前の無線装置 1 2 が周期 ΔT の開始タイミング ($= 0$ 秒) で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると、無線装置 1 2 の直後の無線装置 1 1 は、0.02905 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 1 の直後の無線装置 1 0 は、0.0581 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 0 の直後の無線装置 9 は、0.08715 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。そして、無線装置 1 2 は、0.100 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。また、無線装置 9 の直後の無線装置 8 は、0.1162 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

20

【0177】

そうすると、無線装置 8 は、無線装置 1 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 0.0162 秒 ($> 3 T t r = 0.01245$ 秒) だけ経過した後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 8, 1 2 間には、パケットを送信しない 3 台の無線装置 9 ~ 1 1 が存在する。

30

【0178】

また、各無線装置 1 1 ~ 1 は、自己の直前の無線装置 1 2 ~ 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 7 T t r だけ経過後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するので、自己の直前の無線装置 1 2 ~ 2 が生成および送信した定期パケット P K T _ P R D を転送する無線装置と自己との間には、パケットを送信しない 7 台の無線装置が存在する。

【0179】

従って、各無線装置 1 ~ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 7 T t r ($= 7 \times 0.00415 = 0.02905$ 秒) だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

40

【0180】

更に、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 ΔT を 0.100 秒とし、各無線装置 1 ~ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T f から 8 T t r ($= 8 \times 0.00415 = 0.0332$ 秒) だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T s とした場合を想定する。

【0181】

この場合、最前の無線装置 1 2 が周期 ΔT の開始タイミング ($= 0$ 秒) で定期パケット

50

P K T _ P R D を生成および送信すると、無線装置 1 2 の直後の無線装置 1 1 は、0 . 0 3 3 2 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 1 の直後の無線装置 1 0 は、0 . 0 6 6 4 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 0 の直後の無線装置 9 は、0 . 0 9 9 6 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。そして、無線装置 1 2 は、0 . 1 0 0 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

【0182】

そうすると、無線装置 9 , 1 2 は、ほぼ同時に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するが、無線装置 9 , 1 2 間には、パケットを送信しない 2 台の無線装置 1 0 , 1 1 が存在する。

10

【0183】

この場合、無線装置 1 0 は、無線装置 1 2 よりも無線装置 9 に近いので、無線装置 9 からの定期パケット P K T _ P R D を遠近問題を抑制して受信できる。また、無線装置 1 1 は、無線装置 9 よりも無線装置 1 2 に近いので、無線装置 1 2 からの定期パケット P K T _ P R D を遠近問題を抑制して受信できる。

【0184】

従って、各無線装置 1 ~ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_f から $8 T_{tr}$ ($= 8 \times 0.00415 = 0.0332$ 秒) だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

20

【0185】

更に、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 ΔT を 0 . 1 0 0 秒とし、各無線装置 1 ~ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_f から $9 T_{tr}$ ($= 9 \times 0.00415 = 0.03735$ 秒) だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_s とした場合を想定する。

【0186】

この場合、最前の無線装置 1 2 が周期 ΔT の開始タイミング ($= 0$ 秒) で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると、無線装置 1 2 の直後の無線装置 1 1 は、0 . 0 3 7 3 5 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 1 1 の直後の無線装置 1 0 は、0 . 0 7 4 7 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。そして、無線装置 1 2 は、0 . 1 0 0 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。また、無線装置 1 0 の直後の無線装置 9 は、0 . 1 1 2 0 5 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

30

【0187】

そうすると、無線装置 9 は、無線装置 1 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 0 . 0 1 2 0 5 秒 ($> 2 T_{tr} = 0.0083$ 秒) だけ経過した後定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 9 , 1 2 間には、パケットを送信しない 2 台の無線装置 1 0 , 1 1 が存在する。

【0188】

また、各無線装置 1 1 ~ 1 は、自己の直前の無線装置 1 2 ~ 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから $9 T_{tr}$ だけ経過後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するので、自己の直前の無線装置 1 2 ~ 2 が生成および送信した定期パケット P K T _ P R D を転送する無線装置と自己との間には、パケットを送信しない 9 台の無線装置が存在する。

40

【0189】

従って、各無線装置 1 ~ 2 1 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_f から $9 T_{tr}$ ($= 9 \times 0.00415 = 0.03735$ 秒) だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

50

【0190】

更に、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 ΔT を 0.100 秒とし、各無線装置 1 ~ 21 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_f から $10 T_{tr}$ ($= 10 \times 0.00415 = 0.0415$ 秒) だけ経過したタイミングを自己における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_s とした場合を想定する。

【0191】

この場合、最前の無線装置 12 が周期 ΔT の開始タイミング ($= 0$ 秒) で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると、無線装置 12 の直後の無線装置 11 は、0.0415 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信し、無線装置 11 の直後の無線装置 10 は、0.083 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。そして、無線装置 12 は、0.100 秒で定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。また、無線装置 10 の直後の無線装置 9 は、0.1245 秒のタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

10

【0192】

そうすると、無線装置 12 は、無線装置 10 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 0.017 秒 ($> 4 T_{tr} = 0.0166$ 秒) だけ経過した後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。その結果、無線装置 12 は、無線装置 12 よりも 2 台前の無線装置が無線装置 10 からの定期パケット P K T _ P R D を転送してから 0.0004 秒後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するので、遠近問題を抑制するのは困難である。

20

【0193】

従って、各無線装置 1 ~ 21 が直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミング T_f から $10 T_{tr}$ ($= 10 \times 0.00415 = 0.0415$ 秒) だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D を生成および送信すると、自己干渉および遠近問題を抑制するのは困難である。

【0194】

以上より、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信の周期 ΔT が 0.100 秒である場合、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミングを隣接無線装置間で $2 T_{tr} \sim 9 T_{tr}$ の範囲でずらせれば、自己干渉および遠近問題を抑制して定期パケット P K T _ P R D を送信および転送できる。

30

【0195】

そして、一般的には、定期パケット P K T _ P R D の生成および送信のタイミングを隣接無線装置間でずらせる時間間隔は、 $n \times T_{tr}$ によって決定される。そして、 n は、 $2 \leq n \leq (\Delta T / (2.2 T_{tr}) - 1)$ を満たす実数である。

【0196】

これは、周期 ΔT の間に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する無線装置が 3 台以上存在し、かつ、周期 ΔT 内で最も遅く生成および送信される定期パケット P K T _ P R D のタイミングと、周期 ΔT の終わりのタイミングとの間隔が $2.2 T_{tr}$ 以上になるように、時間間隔 $= n \times T_{tr}$ を決定したものである。

40

【0197】

また、上記においては、転送条件は、定期パケット P K T _ P R D を受信した無線装置が定期パケット P K T _ P R D の生成元のパケット転送領域 P T F 内に存在し、かつ、生成元の進行方向と同じ進行方向を有することであると説明したが、この発明においては、これに限らず、転送条件は、定期パケット P K T _ P R D を受信した無線装置が定期パケット P K T _ P R D の生成元のパケット転送領域 P T F 内に存在することだけであってもよい。

【0198】

この場合、図 1 において、無線装置 2 が定期パケット P K T _ P R D の生成元であるとき、車両 C 2 と反対方向へ走行している車両 C 18 に搭載された無線装置 18 も、無線装

50

置 2 のパケット転送領域 P T F 内に存在することになり、転送条件を満たす。

【 0 1 9 9 】

そして、無線装置 1 8 は、上述した方法によって、パケットを送信する周波数として周波数 f_2 を用いるので、無線装置 3, 4 は、無線装置 1 8 から転送された定期パケット P K T _ P R D を周波数 f_2 で受信し、その受信した定期パケット P K T _ P R D を周波数 f_2 (=受信周波数) で転送する。つまり、この発明においては、各無線装置 1 ~ 2 1 は、定期パケット P K T _ P R D を送信する無線装置が使用する周波数と同じ周波数を用いて定期パケット P K T _ P R D を転送する。

【 0 2 0 0 】

これによって、送信周波数として異なる周波数が割り当てられた無線装置間においても、定期パケット P K T _ P R D を順次転送することができる。

10

【 0 2 0 1 】

上述したように、各無線装置 1 1 ~ 1 は、それぞれ、自己が搭載された車両 C 1 1 ~ C 1 の直前を走行している車両 C 1 2 ~ C 2 に搭載された無線装置 1 2 ~ 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 2 T t r ~ 9 T t r だけ経過した後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

【 0 2 0 2 】

この場合、各無線装置 1 2 ~ 1 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する送信時刻と、周期 (= 0. 1 0 0 秒) 内における定期パケット P K T _ P R D の送信タイミングとを求めると、表 2 のようになる。

20

【 0 2 0 3 】

【表 1】

車両番号	周期(s)	周期内における 送信タイミング(s)	送信時刻(s)	次回送信予定時刻(s)
C12	0.1	0.0843	125.7843	125.8843
C11	0.1	0.0968	125.7968	125.8968
C10	0.1	0.0093	125.8093	125.9093
C9	0.1	0.0218	125.8218	125.9218
C8	0.1	0.0343	125.8343	125.9343
C7	0.1	0.0468	125.8468	125.9468
C6	0.1	0.0593	125.8593	125.9593
C5	0.1	0.0718	125.8718	125.9718
C4	0.1	0.0843	125.8843	125.9843
C3	0.1	0.0968	125.8968	125.9968
C2	0.1	0.0093	125.9093	126.0093
C1	0.1	0.0218	125.9218	126.0218

30

40

【 0 2 0 4 】

なお、表 1 は、各無線装置 1 1 ~ 1 が直前の無線装置 1 2 ~ 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから 3 T t r (= 0. 0 1 2 5 秒) だけ経過した後に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する場合における定期パケット P K T _ P R D の送信時刻と、周期内における定期パケット P K T _ P R D の送信タイミングとを示したものである。

【 0 2 0 5 】

車両 C 1 2 に搭載された無線装置 1 2 は、1 2 5. 7 8 4 3 秒において定期パケット P

50

K T _ P R D を生成および送信する。この場合、送信時刻 = 1 2 5 . 7 8 4 3 秒を t とすると、無線装置 1 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する周期 (= 0 . 1 0 0 秒) 内における送信タイミング t_m は、次式によって決定される。

【0206】

$$t_m = t - [\text{int} \{ (t + 3 T_{tr}) \div \Delta T \}] \times \Delta T \cdots (1)$$

【0207】

無線装置 1 2 の場合、無線装置 1 2 の直前に他の無線装置が存在しないので、無線装置 1 2 における周期内における定期パケット P K T _ P R D の送信タイミング t_{m_12} は、 $t_{m_12} = 1 2 5 . 7 8 4 3 - [\text{int} \{ (1 2 5 . 7 8 4 3) \div 0 . 1 \}] \times 0 . 1 = 1 2 5 . 7 8 4 3 - [1 2 5 7] \times 0 . 1 = 1 2 5 . 7 8 4 3 - 1 2 5 . 7 = 0 . 0 8 4 3$ 秒となる。

10

【0208】

また、無線装置 1 1 は、無線装置 1 2 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信してから $3 T_{tr}$ (= 0 . 1 2 5 秒) だけ経過してから定期パケット P K T _ P R D を生成および送信するので、無線装置 1 1 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する送信時刻 t は、 $t = 1 2 5 . 7 8 4 3 + 0 . 0 1 2 5 = 1 2 5 . 7 9 6 8$ 秒となる。そして、周期内における無線装置 1 1 の定期パケット P K T _ P R D の送信タイミング t_{m_11} は、 $t_{m_11} = 1 2 5 . 7 9 6 8 - [\text{int} \{ (1 2 5 . 7 9 6 8) \div 0 . 1 \}] \times 0 . 1 = 1 2 5 . 7 9 6 8 - [1 2 5 7] \times 0 . 1 = 1 2 5 . 7 9 6 8 - 1 2 5 . 7 = 0 . 0 9 6 8$ 秒となる。

20

【0209】

以下、同様に、無線装置 1 0 ~ 1 が定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する送信時刻、および周期内における無線装置 1 0 ~ 1 の定期パケット P K T _ P R D の送信タイミングは、表 1 に示すようになる。

【0210】

また、各無線装置 1 2 ~ 1 における定期パケット P K T _ P R D の次回送信予定時刻は、送信時刻に周期 (= 0 . 1 0 0 秒) を加算すればよいので、表 1 に示すようになる。

【0211】

無線装置 1 3 ~ 2 1 も、上述した方法によって、周期内における定期パケット P K T _ P R D の送信タイミングおよび次回送信予定時刻を決定する。

30

【0212】

このように、各無線装置 1 ~ 2 1 は、自己における定期パケット P K T _ P R D の送信時刻および周期 ΔT を用いて周期内における定期パケット P K T _ P R D の送信タイミング t_m を決定する。

【0213】

そして、各無線装置 1 ~ 2 1 は、送信タイミング t_m を決定すると、 $t' = L \times \Delta T + t_m$ (L は正の整数) 毎に定期パケット P K T _ P R D を生成および送信する。

【0214】

各無線装置 1 ~ 1 2 の制御モジュール 1 0 6 は、上述した自己が搭載された無線装置の直前の無線装置における定期パケット P K T _ P R D の送信時刻を周辺車両テーブル 1 0 5 から検出して自己が搭載された無線装置における定期パケット P K T _ P R D の送信時刻を決定すると、上述した送信タイミング t_m および送信予定時刻 $t' = L \times \Delta T + t_m$ を上述した方法によって求め、その求めた送信予定時刻 $t' = L \times \Delta T + t_m$ で 2 回目以降の定期パケット P K T _ P R D を生成するように位置情報生成モジュール 1 0 9 を制御する。

40

【0215】

上記においては、定期パケット P K T _ P R D を送信する送信周期 ΔT は、全ての無線装置 1 ~ 2 1 において同じであると説明したが、この実施の形態 1 においては、これに限らず、定期パケット P K T _ P R D を送信する送信周期 ΔT は、無線装置 1 ~ 2 1 間において相互に異なってもよい。

50

【0216】

この場合、各無線装置1～21における送信周期 ΔT は、無線装置1～21をそれぞれ搭載する車両C1～C21の速度に応じて決定される。

【0217】

表2は、車両C1～C21の速度と送信周期 ΔT との関係を示す。

【0218】

【表2】

車両の速度(km/h)	送信周期(msec)
60～	100
40～59	200
20～39	300
10～19	600
10未満	1200

10

20

【0219】

車両C1～C21の速度が10km/h未満であるとき、送信周期 ΔT は、1200msecに設定され、車両C1～C21の速度が10～19km/hの範囲であるとき、送信周期 ΔT は、600msecに設定され、車両C1～C21の速度が20～39km/hの範囲であるとき、送信周期 ΔT は、300msecに設定される。また、車両C1～C21の速度が40～59km/hの範囲であるとき、送信周期 ΔT は、200msecに設定され、車両C1～C21の速度が60km/h以上であるとき、送信周期 ΔT は、100msecに設定される。

30

【0220】

このように、送信周期 ΔT は、車両C1～C21の速度が速くなればなるほど、短く設定される。

【0221】

また、送信周期 ΔT は、車両C1～C21の速度が遅くなるに従って、最も短い送信周期の整数倍になるように決定される。

【0222】

車両C1～C21の速度が速いほど、各車両C1～C21の位置情報等が頻繁に変化するので、その変化を迅速に周辺車両へ知らせる必要があるからである。

40

【0223】

定期パケットPKT__PRDの送信周期が無線装置1～21間で相互に異なる場合について、各無線装置12～1が定期パケットPKT__PRDを生成および送信する送信時刻と、周期(=0.100秒)内における定期パケットPKT__PRDの送信タイミングとを求めると、表3のようになる。

【0224】

【表 3】

車両番号	周期(s)	周期内における 送信タイミング(s)	送信時刻(s)	次回送信予定時刻(s)
C12	0.1	0.0843	125.7843	125.8843
C11	0.1	0.0968	125.7968	125.8968
C10	1.2	1.0093	125.8093	127.0093
C9	1.2	1.0218	125.8218	127.0218
C8	0.2	0.0343	125.8343	126.0343
C7	1.2	1.0468	125.8468	127.0468
C6	0.1	0.0593	125.8593	125.9593
C5	0.2	0.0718	125.8718	126.0718
C4	1.2	1.0843	125.8843	127.0843
C3	0.1	0.0968	125.8968	125.9968
C2	0.2	0.1093	125.9093	126.1093
C1	0.1	0.0218	125.9218	126.0218

【0225】

表3における周期内の送信タイミングも、上記の式(1)を用いて演算されたものである。

【0226】

無線装置12の場合、無線装置12の直前に他の無線装置が存在しないので、無線装置12における周期内における定期パケットPKT__PRDの送信タイミング t_{m_12} は、上述したように0.0843秒となる。

【0227】

また、無線装置11は、無線装置12が定期パケットPKT__PRDを生成および送信してから $3T_{tr}$ (=0.125秒)だけ経過してから定期パケットPKT__PRDを生成および送信するので、無線装置11が定期パケットPKT__PRDを生成および送信する送信時刻 t は、 $t = 125.7843 + 0.0125 = 125.7968$ 秒となる。そして、周期内における無線装置11の定期パケットPKT__PRDの送信タイミング t_{m_11} は、 $t_{m_11} = 125.7968 - [\text{int}\{(125.7968) \div 0.1\}] \times 0.1 = 125.7968 - [1257] \times 0.1 = 125.7968 - 125.7 = 0.0968$ 秒となる。

【0228】

更に、無線装置10は、無線装置11が定期パケットPKT__PRDを生成および送信してから $3T_{tr}$ (=0.125秒)だけ経過してから定期パケットPKT__PRDを生成および送信するので、無線装置10が定期パケットPKT__PRDを生成および送信する送信時刻 t は、 $t = 125.7968 + 0.0125 = 125.8093$ 秒となる。そして、周期内における無線装置10の定期パケットPKT__PRDの送信タイミング t_{m_10} は、 $t_{m_10} = 125.8093 - [\text{int}\{(125.8093) \div 1.2\}] \times 1.2 = 125.8093 - [104] \times 1.2 = 125.8093 - 124.8 = 1.0093$ 秒となる。

【0229】

以下、同様にして、無線装置9～1が定期パケットPKT__PRDを生成および送信する送信時刻、および周期内における無線装置9～1の定期パケットPKT__PRDの送信タイミングは、表3に示すようになる。

【0230】

また、各無線装置12～1における定期パケットPKT__PRDの次回送信予定時刻は、送信時刻に送信周期(=0.100秒, 0.200秒, 1.2秒)を加算すればよいので、表3に示すようになる。

【0231】

無線装置13～21も、上述した方法によって、周期内における定期パケットPKT__PRDの送信タイミングおよび次回送信予定時刻を決定する。

【0232】

このように、各無線装置1～21は、定期パケットPKT__PRDの送信周期 ΔT が相互に異なる場合も、自己における定期パケットPKT__PRDの送信時刻および送信周期 ΔT を用いて周期内における定期パケットPKT__PRDの送信タイミング t_m を決定する。

10

【0233】

そして、各無線装置1～21は、送信タイミング t_m を決定すると、 $t' = L \times \Delta T + t_m$ 毎に定期パケットPKT__PRDを生成および送信する。

【0234】

定期パケットPKT__PRDの送信周期 ΔT が無線装置1～21で相互に異なる場合、各無線装置1～21の制御モジュール106は、表2に示す車両の速度と、送信周期との関係を保持しており、無線装置1～21を搭載する車両C1～C21から車両C1～C21の速度を受ける。そして、各無線装置1～21の制御モジュール106は、車両C1～C21の速度に対応する送信周期を表2から検出して無線装置1～21における定期パケットPKT__PRDの送信周期 ΔT を決定する。

20

【0235】

そうすると、各無線装置1～21の制御モジュール106は、上述した自己が搭載された無線装置の直前の無線装置における定期パケットPKT__PRDの送信時刻を周辺車両テーブル105から検出して自己が搭載された無線装置における定期パケットPKT__PRDの送信時刻を決定し、その決定した送信時刻を用いて上述した送信タイミング t_m および送信予定時刻 $t' = L \times \Delta T + t_m$ を上述した方法によって求め、その求めた送信予定時刻 $t' = L \times \Delta T + t_m$ で2回目以降の定期パケットPKT__PRDを生成するように位置情報生成モジュール109を制御する。

30

【0236】

図12は、定期パケットPKT__PRDの送信周期 ΔT が無線装置1～21間で異なる場合の各無線装置2～12における定期パケットPKT__PRDの送信タイミングを示す図である。

【0237】

なお、図12においては、隣接する無線装置間において定期パケットPKT__PRDを送信する送信タイミングをずらせる時間間隔は、 $\Delta = 3T_{tr} = 0.0125$ 秒である。

【0238】

図12に示すように、定期パケットPKT__PRDの送信周期 ΔT が無線装置1～21間で異なる場合についても、各タイミング $t \sim t + 34\Delta$ において、同時に定期パケットPKT__PRDを生成および送信する2台の無線装置間には、パケットを送信しない7台以上の無線装置が存在している。

40

【0239】

図12においては、定期パケットPKT__PRDの送信周期 ΔT が0.1秒または0.2秒である場合について定期パケットPKT__PRDの送信タイミングが示されているが、送信周期 ΔT が0.1秒および0.2秒以外の0.3秒、0.6秒および1.2秒のいずれかであっても、0.3秒、0.6秒および1.2秒の送信周期は、0.1秒の整数倍であるので、各無線装置12～2における定期パケットPKT__PRDの送信タイミングは、図12に示す0.1秒の送信周期の整数倍のタイミングにずれるだけである。

【0240】

50

従って、送信周期 ΔT が 0.1 秒および 0.2 秒以外の 0.3 秒、0.6 秒および 1.2 秒のいずれかであっても、各タイミング $t \sim t + 34 \Delta$ において、同時に定期パケット PKT_PRD を生成および送信する 2 台の無線装置間には、パケットを送信しない 7 台以上の無線装置が存在することになる。

【0241】

従って、この発明によれば、定期パケット PKT_PRD の送信周期 ΔT が無線装置 1 ~ 21 間で異なる場合についても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

【0242】

なお、定期パケット PKT_PRD の送信周期 ΔT が無線装置 1 ~ 21 間で異なる場合についても、定期パケット PKT_PRD の生成および送信のタイミングを隣接無線装置間でずらせる時間間隔は、 $n \times T_{tr}$ によって決定される。そして、 n は、 $2 \leq n \leq (\Delta T / (2.2 T_{tr}) - 1)$ を満たす実数である。

[実施の形態 2]

【0243】

図 13 は、図 1 に示す無線装置 1 ~ 21 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 1 に示す無線装置 1 ~ 21 は、実施の形態 2 においては、図 13 に示す無線装置 1A からなる。

【0244】

無線装置 1A は、図 2 に示す無線装置 1 の送信バッファ 110 を削除し、転送モジュール 104 を転送モジュール 104A に代え、制御モジュール 106 を制御モジュール 106A に代え、ピギーバックモジュール 113 を追加したものであり、その他は、無線装置 1 と同じである。

【0245】

なお、無線装置 1A においては、位置情報生成モジュール 109 は、生成した定期パケットをピギーバックモジュール 113 へ出力する。

【0246】

転送モジュール 104A は、上述した転送モジュール 104 と同じ方法によって、定期パケット PKT_PRD を転送すると判定すると、定期パケット PKT_PRD をピギーバックモジュール 113 へ出力する。その他、転送モジュール 104A は、転送モジュール 104 と同じ機能を果たす。

【0247】

制御モジュール 106A は、周辺車両テーブル 105 を参照して、自己が搭載された無線装置 1A の直後方の無線装置における定期パケット PKT_PRDP の生成および送信のタイミング T_b から送信所要時間 T_{tr} だけ経過したタイミング T_s で定期パケット PKT_PRD を生成するように位置情報生成モジュール 109 を制御するとともに、タイミング T_s で定期パケット PKT_PRD を送信するように送信モジュール 112 を制御する。その他、制御モジュール 106A は、制御モジュール 106 と同じ機能を果たす。

【0248】

ピギーバックモジュール 113 は、位置情報生成モジュール 109 から無線装置 1A において生成された定期パケット PKT_PRDP を受け、転送モジュール 104A から他の無線装置において生成された定期パケット PKT_PRDP を受ける。

【0249】

そして、ピギーバックモジュール 113 は、転送モジュール 104A から受けた定期パケット PKT_PRDP のデータおよびピギーバックデータを抽出し、その抽出したデータおよびピギーバックデータを位置情報生成モジュール 109 から受けた定期パケット PKT_PRDP のピギーバックデータのフィールドに格納して送信バッファ 111 へ出力する。

【0250】

図 14 は、実施の形態 2 における定期パケットのフォーマットを示す図である。実施の形態 2 における定期パケット PKT_PRDP は、図 4 に示す定期パケット PKT_PR

10

20

30

40

50

Dにピギーバックデータを追加したものであり、その他は、定期パケットP K T _ P R Dと同じである。

【0 2 5 1】

定期パケットP K T _ P R D Pにおいては、転送ヘッダの転送フラグは、" 0 "からなり、転送車両I Dも、" 0 "からなり、タイムスタンプは、定期パケットP K T _ P R D Pの生成元が定期パケットP K T _ P R D Pを生成および送信するタイミングからなる。また、転送ヘッダのシーケンス番号は、定期パケットP K T _ P R D Pの生成元が付与したシーケンス番号からなる。更に、転送ヘッダの情報ピギーバック車両台数は、正の整数からなる。

【0 2 5 2】

ピギーバックデータは、表4に示すパターン1～パターン4のいずれかからなる。

【0 2 5 3】

【表 4】

パターン	ピギーバックデータ
パターン1	・ピギーバックデータ長 ・車両1のID ・車両1からのデータに含まれていたシーケンス番号 ・車両1からのデータに含まれていたタイムスタンプ ・車両1の位置[緯度(度/分/秒), 経度(度/分/秒)] ・車両1の方位 ・車両1の速度 ・車両1の進行方向 ・車両2のID
パターン2	・ピギーバックデータ長 ・車両1のID ・車両1からのデータに含まれていたシーケンス番号 ・車両1からのデータに含まれていたタイムスタンプ ・車両1の位置と自己の現在位置との差 [緯度差(度/分/秒), 経度差(度/分/秒)] ・車両1の方位 ・車両1の速度 ・車両1の進行方向 ・車両2のID
パターン3	・ピギーバックデータ長 ・車両1のID ・車両1の現在予測位置 [緯度(度/分/秒), 経度(度/分/秒)] ・車両1の方位 ・車両1の速度 ・車両1の進行方向 ・車両2のID
パターン4	・ピギーバックデータ長 ・車両1のID ・車両1の現在予測位置と自己の現在位置との差 [緯度差(度/分/秒), 経度差(度/分/秒)] ・車両1の方位 ・車両1の速度 ・車両1の進行方向 ・車両2のID

【0254】

表4のパターン1～パターン4の各々は、 j (j は正の整数) 個の車両1～車両 j に対するIDおよびシーケンス番号等の情報からなる。また、パターン3の車両1の現在予測位置は、車両1から受信した定期パケットPKT__PRDPのデータに含まれる緯度、経度、方位および速度と、車両1から受信した定期パケットPKT__PRDPの転送ヘッダに含まれるタイムスタンプと、現在時刻とに基づいて演算されたものである。従って、パターン4においては、演算された各車両1～ j の現在予測位置と、定期パケットPKT__PRDPを生成する無線装置を搭載した車両の現在位置との差が演算される。

【0255】

なお、以下においては、パターン1がピギーバックデータとして使用されるものとする。

【0256】

定期パケットPKT__PRDPには、最大、10台の車両分の位置情報を含めることができる。そして、位置情報は、定期パケットサイズの1/10とする。その結果、ピギーバック情報を含めた最大パケットサイズは、2×定期パケットのサイズとなる。この最大パケットサイズを有する定期パケットPKT__PRDPの送信所要時間を9ミリ秒とする。この9ミリ秒は、実験値であり、各無線装置1～21の制御モジュール106Aは、この9ミリ秒を予め保持している。

10

【0257】

同じ進行方向へ走行している車両C1～C12にそれぞれ搭載された無線装置1～12（図1参照）を用いて、実施の形態2における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信について説明する。

【0258】

図15は、実施の形態2における定期パケットの送信の様子を示す図である。また、図16は、周辺車両テーブルの他の具体例である。なお、図15における上向きの矢印は、定期パケットPKT__PRDPの送信を表す。また、無線装置1～12は、それぞれ、拡散符号 $c_{12} \sim c_1$ を使用するものとする。更に、タイミングT2は、周期 $\Delta T = 0.100$ 秒の終わりのタイミングに一致するものとする。

20

【0259】

無線装置1の制御モジュール106Aは、タイミングT2で定期パケットPKT__PRDP1を生成するように位置情報生成モジュール109を制御する。また、無線装置1の制御モジュール106Aは、周波数f1および拡散符号 c_{12} を送信モジュール112へ出力する。

【0260】

無線装置1の位置情報生成モジュール109は、制御モジュール106Aからの制御に従って、上述した方法によって、タイミングT2で定期パケットPKT__PRDP1 = [[Add1/Add1/0/0] / [C1/10/T2/θ1, φ1, AZ1, V1/西方向]] を生成し、その生成した定期パケットPKT__PRDP1 = [[Add1/Add1/0/0] / [C1/10/T2/θ1, φ1, AZ1, V1/西方向]] をピギーバックモジュール113へ出力する。

30

【0261】

なお、[Add1/Add1/0/0]のAdd1は、転送ヘッダ中の送信元であり、Add1は、転送ヘッダ中の転送車両IDであり、"0"は、転送ヘッダ中の転送フラグであり、最後の"0"は、転送ヘッダ中の情報ピギーバック車両台数である。

【0262】

この場合、無線装置1は、他の無線装置から定期パケットPKT__PRDPを受信していないので、無線装置1のピギーバックモジュール113は、位置情報生成モジュール109から受けた定期パケットPKT__PRDP1をそのまま送信バッファ111へ格納する。

40

【0263】

そして、無線装置1の送信モジュール112は、送信バッファ111から取り出した定期パケットPKT__PRDP1を拡散符号 c_{12} によってスペクトル拡散し、その拡散後の定期パケットPKT__PRDP1を周波数f1で変調して送信する。

【0264】

無線装置2の受信モジュール101は、定期パケットPKT__PRDP1を周波数チャネルf1上で拡散符号 c_{12} を用いて受信する。

【0265】

そうすると、無線装置2の受信モジュール101は、定期パケットPKT__PRDP1

50

の受信信号を受信バッファ102を介してテーブル管理モジュール103へ出力し、周波数 f_1 および拡散符号 c_{12} をテーブル管理モジュール103へ直接出力する。

【0266】

無線装置2のテーブル管理モジュール103は、定期パケットPKT__PRDP1の受信信号から車両ID=C1、タイムスタンプ=T2、シーケンス番号=10、位置情報=[θ_1 , ϕ_1 , AZ1, V1]および進行方向=西方向を抽出し、その抽出した車両ID=C1、タイムスタンプ=T2、シーケンス番号=10、位置情報=[θ_1 , ϕ_1 , AZ1, V1]および進行方向=西方向を周辺車両テーブル105の車両ID、時刻、シーケンス番号、位置情報および進行方向にそれぞれ格納し、受信モジュール101から受けた周波数 f_1 および拡散符号 c_{12} を車両ID=C1に対応する使用周波数チャンネルおよび
10
拡散符号の欄にそれぞれ格納する。これによって、周辺車両テーブル105D(図16参照)が作成される。その結果、無線装置2の制御モジュール106Aは、周辺車両テーブル105Dに登録された時刻T2=L×0.100を参照して、無線装置1が(L+1)×0.100の時刻で定期パケットPKT__PRDPを生成して送信することを予想できる。

【0267】

その後、無線装置2のテーブル管理モジュール103は、定期パケットPKT__PRDP1を転送モジュール104Aへ出力する。

【0268】

無線装置2の転送モジュール104Aは、テーブル管理モジュール103から定期パケットPKT__PRDP1を受けるとともに、位置情報生成モジュール109から無線装置2の位置情報=[x_2 , y_2]および進行方向=西方向を受ける。そして、無線装置2の転送モジュール104Aは、定期パケットPKT__PRDP1=[$[Add1/Add1/0/0]/[C1/10/T2/\theta_1, \phi_1, AZ1, V1/西方向]$]中の位置情報=[θ_1 , ϕ_1 , AZ1, V1]および進行方向=西方向を抽出し、その抽出した位置情報=[θ_1 , ϕ_1 , AZ1, V1]の緯度 θ_1 および経度 ϕ_1 を公知の方法によってx-y座標からなる位置情報=[x_1 , y_1]に変換する。
20

【0269】

そうすると、無線装置2の転送モジュール104Aは、位置情報=[x_1 , y_1]および位置情報=[x_2 , y_2]に基づいて、無線装置2が無線装置1のパケット転送領域PTF内に存在することを検知するとともに、無線装置1の進行方向=西方向および無線装置2の進行方向=西方向に基づいて、無線装置2の進行方向が無線装置1の進行方向に一致することを検知する。即ち、無線装置2の転送モジュール104Aは、無線装置2が転送条件を満たすことを検知する。そして、無線装置2の転送モジュール104Aは、定期パケットPKT__PRDP1をビジーバックモジュール113へ出力する。
30

【0270】

一方、無線装置2の制御モジュール106Aは、周辺車両テーブル105D(図16参照)の時刻=T2を参照して、無線装置2が定期パケットPKT__PRDP2を生成および送信するタイミングをタイミングT2+Ttr=0.100+0.009=0.109秒と決定し、その決定したタイミングT2+Ttrで定期パケットPKT__PRDP2を生成するように位置情報生成モジュール109を制御する。また、無線装置2の制御モジュール106Aは、周辺車両テーブル105Dに登録された無線装置1の拡散符号 c_{12} を参照して、無線装置2が使用すべき拡散符号を拡散符号 c_{11} と決定し、その決定した拡散符号 c_{11} を送信モジュール112へ出力する。更に、無線装置2の制御モジュール106Aは、上述した方法によって、無線装置2が定期パケットPKT__PRDP2の送信に使用すべき周波数を周波数 f_1 と決定し、その決定した周波数 f_1 を送信モジュール112へ出力する。
40

【0271】

なお、無線装置2の制御モジュール106Aが周辺車両テーブル105Dに登録された無線装置1の拡散符号 c_{12} を参照して無線装置2が使用すべき拡散符号を拡散符号 c_1
50

c_1 と決定するのは、この発明においては、直前の無線装置が使用する拡散符号 c_K に隣接する拡散符号 c_{K+1} を当該無線装置が使用する拡散符号と決定するので、無線装置 2 の直後方の無線装置 1 が拡散符号 c_{12} を使用していれば、無線装置 1 の直前に存在する無線装置 2 が使用する拡散符号は、拡散符号 c_{11} となるからである。

【0272】

無線装置 2 の位置情報生成モジュール 109 は、制御モジュール 106A からの制御に従って、上述した方法によってタイミング $T_2 + T_{tr}$ で定期パケット $PKT_PRDP_2 = [[Add_2 / Add_2 / 0 / 0] / [C_2 / 20 / T_2 + T_{tr} / \theta_2, \phi_2, AZ_2, V_2 / \text{西方向}]]$ を生成し、その生成した定期パケット $PKT_PRDP_2 = [[Add_2 / Add_2 / 0 / 0] / [C_2 / 20 / T_2 + T_{tr} / \theta_2, \phi_2, AZ_2, V_2 / \text{西方向}]]$ をピギーバックモジュール 113 へ出力する。

10

【0273】

そして、無線装置 2 のピギーバックモジュール 113 は、定期パケット $PKT_PRDP_1 = [[Add_1 / Add_1 / 0 / 0] / [C_1 / 10 / T_2 / \theta_1, \phi_1, AZ_1, V_1 / \text{西方向}]]$ を転送モジュール 104A から受け、定期パケット $PKT_PRDP_2 = [[Add_2 / Add_2 / 0 / 0] / [C_2 / 20 / T_2 + T_{tr} / \theta_2, \phi_2, AZ_2, V_2 / \text{西方向}]]$ を位置情報生成モジュール 109 から受ける。

【0274】

その後、無線装置 2 のピギーバックモジュール 113 は、定期パケット $PKT_PRDP_1 = [[Add_1 / Add_1 / 0 / 0] / [C_1 / 10 / T_2 / \theta_1, \phi_1, AZ_1, V_1 / \text{西方向}]]$ からデータ $= [C_1 / 10 / T_2 / \theta_1, \phi_1, AZ_1, V_1 / \text{西方向}]$ を抽出し、その抽出したデータ $= [C_1 / 10 / T_2 / \theta_1, \phi_1, AZ_1, V_1 / \text{西方向}]$ を定期パケット PKT_PRDP_2 のピギーバックデータのフィールドに格納し、転送ヘッダ中の情報ピギーバック車両台数を "0" から "1" に更新して定期パケット $PKT_PRDP_2 = [[Add_2 / Add_2 / 0 / 1] / [C_2 / 20 / T_2 + T_{tr} / \theta_2, \phi_2, AZ_2, V_2 / \text{西方向}] / [C_1 / 10 / T_2 / \theta_1, \phi_1, AZ_1, V_1 / \text{西方向}]]$ を完成する。そして、無線装置 2 のピギーバックモジュール 113 は、その完成した定期パケット PKT_PRDP_2 を送信バッファ 111 へ格納する。

20

【0275】

その後、無線装置 2 の送信モジュール 112 は、送信バッファ 111 から取り出した定期パケット PKT_PRDP_2 を拡散符号 c_{11} によってスペクトル拡散するとともに、その拡散後の定期パケット PKT_PRDP_2 を周波数 f_1 で変調して送信する。

30

【0276】

そして、無線装置 3 は、無線装置 2 から定期パケット PKT_PRDP_2 を受信し、その受信した定期パケット PKT_PRDP_2 に基づいて、無線装置 2 と同じ方法によって周辺車両テーブル 105E (図 16 参照) を作成する。この場合、定期パケット PKT_PRDP_2 は、車両 C_1 の位置情報 $= [C_1 / 10 / T_2 / \theta_1, \phi_1, AZ_1, V_1 / \text{西方向}]$ および車両 C_2 の位置情報 $= [C_2 / 20 / T_2 + T_{tr} / \theta_2, \phi_2, AZ_2, V_2 / \text{西方向}]$ を含んでいるので、車両 C_1, C_2 に対する位置情報等を格納した周辺車両テーブル 105E が作成される。

40

【0277】

そうすると、無線装置 3 は、タイミング $T_2 + 2T_{tr}$ において、無線装置 2 と同じ方法によって、定期パケット $PKT_PRDP_3 = [[Add_3 / Add_3 / 0 / 2] / [C_3 / 30 / T_2 + 2T_{tr} / \theta_3, \phi_3, AZ_3, V_3 / \text{西方向}] / [C_2 / 20 / T_2 + T_{tr} / \theta_2, \phi_2, AZ_2, V_2 / \text{西方向}] ; [C_1 / 10 / T_2 / \theta_1, \phi_1, AZ_1, V_1 / \text{西方向}]]$ を生成して送信する。この場合、無線装置 3 は、周波数 f_1 および拡散符号 c_{10} を使用する。また、定期パケット $PRDP_3$ の $[C_3 / 30 / T_2 + 2T_{tr} / \theta_3, \phi_3, AZ_3, V_3 / \text{西方向}]$ は、データフィールドに格納され、 $[C_2 / 20 / T_2 + T_{tr} / \theta_2, \phi_2, AZ_2, V_2 / \text{西方向}] ; [C_1 / 10 / T_2 / \theta_1, \phi_1, AZ_1, V_1 / \text{西方向}]$ は、ピギーバックデータのフィールドに格納される

50

。

【0278】

無線装置4は、無線装置3から定期パケットPKT__PRDP3を受信し、その受信した定期パケットPKT__PRDP3に基づいて、無線装置2と同じ方法によって周辺車両テーブル105F(図16参照)を作成する。この場合、定期パケットPKT__PRDP3は、車両C1の位置情報=[C1/10/T2/θ1, φ1, AZ1, V1/西方向]、車両C2の位置情報=[C2/20/T2+Ttr/θ2, φ2, AZ2, V2/西方向]および車両C3の位置情報=[C3/30/T2+2Ttr/θ3, φ3, AZ3, V3/西方向]を含んでいるので、車両C1, C2, C3に対する位置情報等を格納した周辺車両テーブル105Fが作成される。

10

【0279】

以後、同様にして、無線装置4~11は、それぞれ、タイミングT2+3Ttr, T2+4Ttr, T2+5Ttr, T2+6Ttr, T2+7Ttr, T2+8Ttr, T2+9Ttr, T2+10Ttrで定期パケットPKT__PRDPを生成して送信する。この場合、無線装置4~11は、同じ周波数f1を使用するとともに、それぞれ、異なる拡散符号c₉~c₂を使用する。また、無線装置4~11が生成する定期パケットPKT__PRDPは、それぞれ、車両C4~C11の位置情報と、車両C4~C11よりも後方に存在する車両の位置情報とを含む。

【0280】

その後、タイミングT2+11Ttr=0.100+11×0.009=0.1990.200において、無線装置1, 12は、定期パケットPKT__PRDPを同時に生成して送信する。そして、無線装置2は、タイミングT2+12Ttrで定期パケットPKT__PRDPを生成して送信する。

20

【0281】

そうすると、無線装置1は、直前の無線装置2が定期パケットPKT__PRDPを生成して送信したタイミング=T2+Ttrから10Ttrが経過した後のタイミングT2+11Ttrにおいて、定期パケットPKT__PRDPを生成して送信する。また、無線装置2は、直前の無線装置3が定期パケットPKT__PRDPを生成して送信したタイミング=T2+2Ttrから10Ttrが経過した後のタイミングT2+12Ttrにおいて、定期パケットPKT__PRDPを生成して送信する。無線装置3~12についても同様である。

30

【0282】

従って、各無線装置1~12が直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから送信所要時間Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成して送信することは、各無線装置1~12が直前の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから10Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成して送信することと同じである。

【0283】

他の無線装置13~21も、無線装置1~12と同じように、自己の直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから送信所要時間Ttrだけ経過したタイミングにおいて、自己が搭載された車両の位置情報と、自己の車両よりも後方に存在する他の車両の位置情報とを含む定期パケットPKT__PRDPを生成して送信する。

40

【0284】

その結果、定期パケットPKT__PRDPを同時に生成して送信する2台の無線装置が11台おきに存在することになり、上述した理由によって、自己干渉および遠近問題を抑制できる。実施の形態2においては、その他、実施の形態1における効果と同じ効果を享受できる。

【0285】

50

図17は、実施の形態2におけ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、各無線装置1～21は、自己が搭載されている車両C1～C21の直後方を走行している車両に搭載された無線装置から定期パケットPKT__PRDPを受信したか否かを判定する(ステップS11)。

【0286】

そして、各無線装置1～21は、自己が搭載されている車両C1～C21の直後方を走行している車両に搭載された無線装置から定期パケットPKT__PRDPを受信したと判定すると、自己が搭載された車両C1～C21の直後を走行している車両に搭載された無線装置から受信した定期パケットPKT__PRDPの逆拡散に用いる拡散符号を上述した方法によって検出する。その後、各無線装置1～21は、その検出した拡散符号を直後の無線装置において使用されている拡散符号 c_{K+1} として取得する(ステップS12)。

10

【0287】

次に、各無線装置1～21は、その受信した定期パケットPKT__PRDPと、拡散符号 c_{K+1} とに基づいて、上述した方法によって、周辺車両テーブル105を作成する。そして、各無線装置1～21は、その作成した周辺車両テーブル105に登録された時刻を直後の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングTbとして取得する(ステップS13)。

【0288】

そうすると、各無線装置1～21は、タイミングTbからTtrだけ経過したタイミングを自己における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングTsとして決定する(ステップS14)。

20

【0289】

引き続き、各無線装置1～21は、周辺車両テーブル105に登録された直後の無線装置が使用している拡散符号 c_{K+1} と異なる拡散符号 c_K を自己が使用すべき拡散符号として決定する(ステップS15)。また、各無線装置1～21は、上述した方法によって、自己がパケットの送信に用いる周波数ftを決定する(ステップS16)。

【0290】

そうすると、各無線装置1～21は、タイミングTsにおいて、自己が搭載された車両の位置情報と、他の車両の位置情報とを含む定期パケットPKT__PRDPを周期的に生成し、その生成した定期パケットPKT__PRDPを拡散符号 c_K および周波数ftを用いて送信する(ステップS17)。これによって、一連の動作が終了する。

30

【0291】

なお、ビギンバックデータとして表1に示すパターン2～パターン4のいずれかが用いられる場合も、定期パケットPKT__PRDPは、上記と同様にして、生成および送信される。

【0292】

図18および図19は、実施の形態2における定期パケットの他の送信の様子を示す図である。なお、図18および図19においては、矢印は、定期パケットPKT__PRDPの送信を表し、ハッチングされた無線装置は、定期パケットPKT__PRDPの受信完了を表す。

40

【0293】

各無線装置1～21が直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから4Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信した場合、無線装置1～11における定期パケットPKT__PRDPの送信タイミングは、図18に示すようになる。

【0294】

そして、無線装置1～3は、それぞれ、直前の無線装置4～2が定期パケットPKT__PRDPを生成および送信したタイミングから7Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信する。また、どのタイミングにおいても、隣接する2台の無線装置が定期パケットPKT__PRDPを同時に生成して送信することはな

50

い。

【0295】

従って、各無線装置1～21が直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから4Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

【0296】

次に、各無線装置1～21が直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから5Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信した場合、無線装置1～11における定期パケットPKT__PRDPの送信タイミングは、図19に示すようになる。

10

【0297】

そして、無線装置1～4は、それぞれ、直前の無線装置5～2が定期パケットPKT__PRDPを生成および送信したタイミングから6Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信する。また、どのタイミングにおいても、隣接する2台の無線装置が定期パケットPKT__PRDPを同時に生成して送信することはない。

【0298】

従って、各無線装置1～21が直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから5Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

20

【0299】

以下、同様に考えると、各無線装置1～21が直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから6Ttr～10Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信しても、自己干渉および遠近問題を抑制できる。

【0300】

しかし、各無線装置1～21が直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから11Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信すると、例えば、無線装置1, 2は、ほぼ同時に定期パケットPKT__PRDPを生成および送信することになる。

30

【0301】

従って、各無線装置1～21が直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから11Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信すると、自己干渉および遠近問題を抑制するのは、困難である。

【0302】

そこで、実施の形態2においては、各無線装置1～21は、直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングからTtr～10Ttrだけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信する。

【0303】

40

そして、図18に示すように、無線装置4が無線装置3からの定期パケットPKT__PRDPの受信が完了するタイミング $T_2 + 9Ttr$ が、無線装置1が定期パケットPKT__PRDPを生成および送信するタイミング $T_2 + 11Ttr$ よりも早ければよいので、一般的には、各無線装置1～21は、直後方の無線装置における定期パケットPKT__PRDPの生成および送信のタイミングから $mTtr$ だけ経過したタイミングで定期パケットPKT__PRDPを生成および送信する。ここで、 m は、 $1 \leq m < (\Delta T / Ttr - 1)$ を満たす実数である。

【0304】

なお、実施の形態2においては、定期パケットPKT__PRDPの送信周期 ΔT が無線装置1～21間で相互に異なる場合、各無線装置1～21は、実施の形態1において説明し

50

た方法によって各無線装置 1 ～ 2 1 における定期パケット P K T _ P R D の送信周期 ΔT を決定し、その決定した送信周期 ΔT を用いて、上述した方法によって定期パケット P K T _ P R D を送信および転送する。

【0305】

上述したように、実施の形態 2 によれば、各無線装置 1 ～ 2 1 は、直後方の無線装置における定期パケット P K T _ P R D P の生成および送信のタイミングから $m T t r$ だけ経過したタイミングで定期パケット P K T _ P R D P を生成および送信する。

【0306】

その結果、定期パケット P K T _ P R D P を生成および送信する周期 ΔT 内において、定期パケット P K T _ P R D P を同時に生成および送信する 2 台の隣り合う無線装置が存在しなくなる。

10

【0307】

従って、この発明によれば、自己干渉および遠近問題を抑制して定期パケット P K T _ P R D P を伝搬させることができる。

【0308】

また、各無線装置 1 ～ 2 1 は、定期パケット P K T _ P R D P の転送条件を満たすときに他の車両の位置情報を自己の定期パケット P K T _ P R D P に含めて送信する。その結果、定期パケット P K T _ P R D の個数が制限され、無線ネットワーク 1 0 0 における干渉が低減される。

20

【0309】

従って、この発明によれば、定期パケット P K T _ P R D P の転送を成功させることができる。

【0310】

更に、各無線装置 1 ～ 2 1 は、直前の無線装置が使用している拡散符号 c_K に隣接する拡散符号 c_{K+1} を N 個の拡散符号 $c_1 \sim c_N$ の中から自己が使用すべき拡散符号として決定し、その決定した拡散符号 c_{K+1} を用いて定期パケット P K T _ P R D P を送信する。その結果、無線ネットワーク 1 0 0 において、同一の拡散符号を用いる無線装置は、 N 台おきに存在する。

【0311】

従って、この発明によれば、同時に同一の拡散符号を用いてパケットを転送する無線装置が複数存在していても、同一の拡散符号による干渉を抑制して定期パケット P K T _ P R D P の転送を成功させることができる。

30

【0312】

その他は、実施の形態 1 と同じである。

【0313】

なお、上述した実施の形態 1, 2 においては、各無線装置 1 ～ 2 1 は、直前の無線装置において使用されている拡散符号 c_K に隣接する拡散符号 c_{K+1} を自己が使用すべき拡散符号として決定すると説明したが、この発明においては、これに限らず、各無線装置 1 ～ 2 1 は、無線ネットワーク 1 0 0 において使用可能な N 個の拡散符号 $c_1 \sim c_N$ が、連続して走行している N 台の車両に搭載された N 台の無線装置に相互に異なるように割り当てられる方法を用いて、自己が使用すべき拡散符号を決定してもよい。

40

【0314】

また、定期パケット P K T _ P R D, P K T _ P R D P の生成および送信の周期 ΔT は、0.100 秒以外の値であってもよく、無線ネットワーク 1 0 0 において使用可能な周波数の個数は、4 個以外であってもよい。

【0315】

更に、この発明においては、自己が搭載された無線装置において使用すべき拡散符号を決定する制御モジュール 1 0 6, 1 0 6 A は、「選択ユニット」を構成する。

【0316】

更に、この発明においては、位置情報生成モジュール 1 0 9 は、「パケット生成ユニッ

50

ト」を構成する。

【0317】

更に、この発明においては、送信モジュール112は、「送信ユニット」を構成する。

【0318】

更に、この発明においては、転送条件を満たすか否かを判定する転送モジュール104、104Aは、「転送判定ユニット」を構成する。

【0319】

更に、この発明においては、転送条件を満たすと判定すると、定期パケットPKT__PRDを送信バッファ110へ格納する転送モジュール104および定期パケットPKT__PRDを送信する送信モジュール112は、「転送ユニット」を構成する。

10

【0320】

更に、この発明においては、定期パケットPKT__PRDの生成および送信のタイミングを決定する制御モジュール106は、「タイミング制御ユニット」を構成する。

【0321】

更に、この発明においては、自己が搭載された車両の直前の車両を特定する転送モジュール104は、「特定ユニット」を構成する。

【0322】

更に、この発明においては、位置情報生成モジュール109およびピギーバックモジュール113は、「パケット生成ユニット」を構成する。

【0323】

20

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。

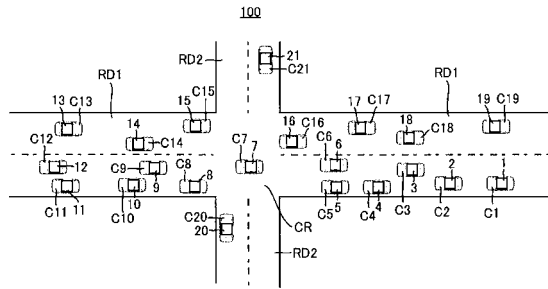
【産業上の利用可能性】

【0324】

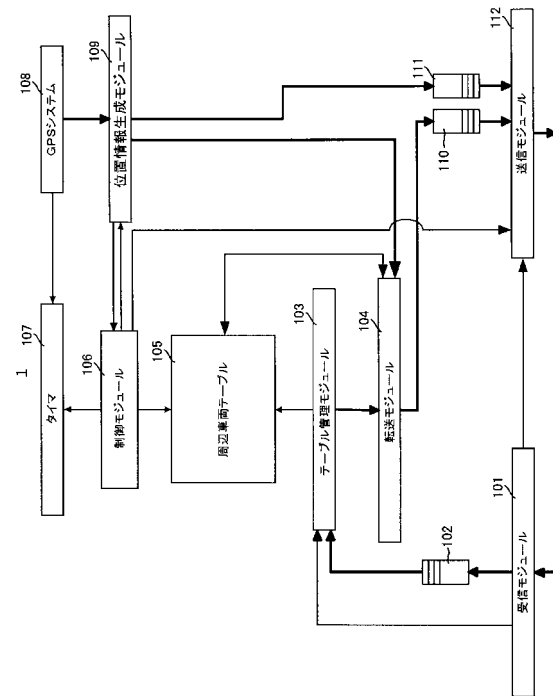
この発明は、自己干渉および遠近問題を抑制し、かつ、複数の端末が同一の拡散符号を用いて同時にパケットを送信する場合にもパケットの送信および転送を成功させる無線装置に適用される。また、この発明は、自己干渉および遠近問題を抑制し、かつ、複数の端末が同一の拡散符号を用いて同時にパケットを送信する場合にもパケットの送信および転送を成功させる無線装置を備える無線ネットワークに適用される。

30

【図 1】



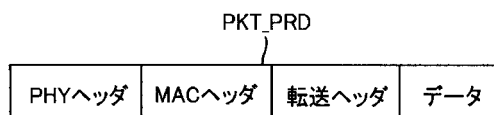
【図 2】



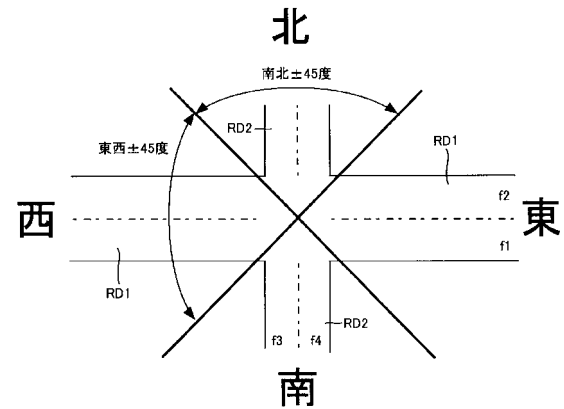
【図 3】

車両ID	時刻	位置情報				シーケンス番号	進行方向	使用周波数チャンネル	拡散符号
		緯度	経度	方位	速度				
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

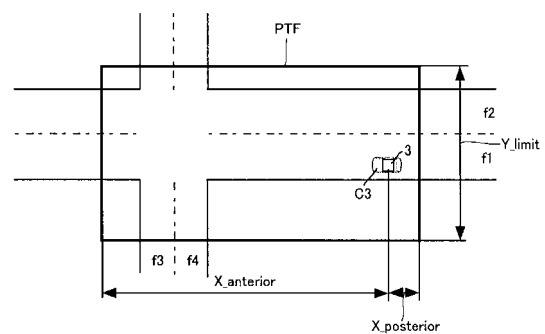
【図 4】



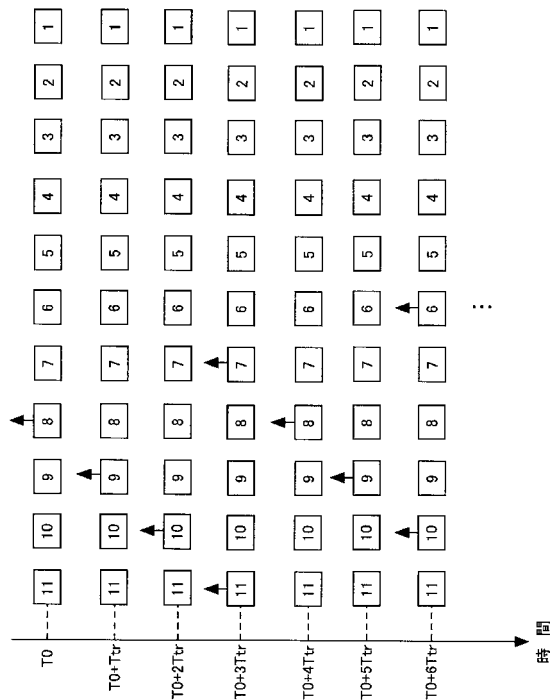
【図 5】



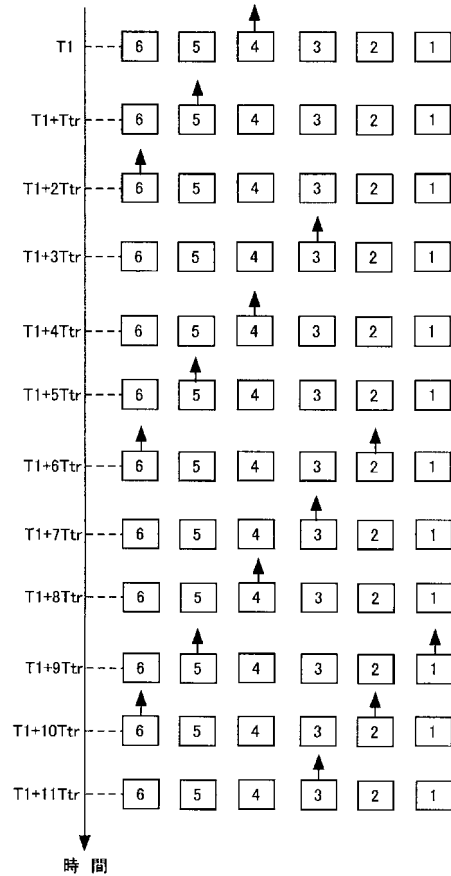
【図 6】



【図 7】



【図 8】



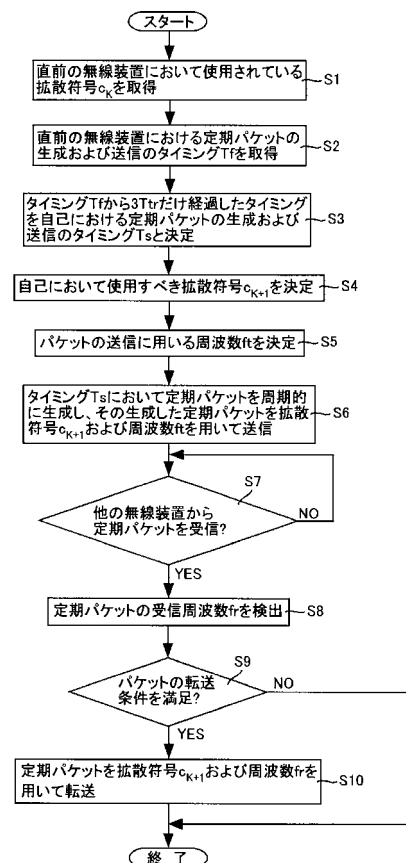
【図 9】

無線装置3		105A					
車両ID	時刻	位置情報				シーケンス番号	進行方向
		緯度	経度	方位	速度		
C4	T1	$\theta 4$	$\phi 4$	AZ4	V4	10	西方向

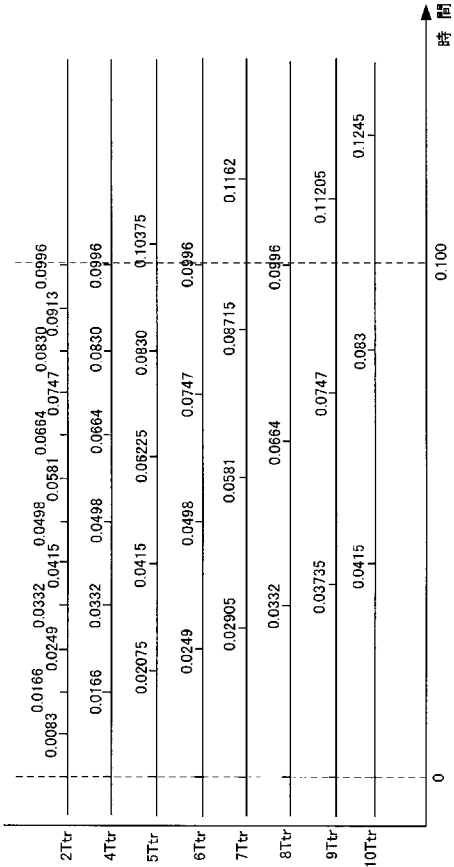
無線装置3		105B					
車両ID	時刻	位置情報				シーケンス番号	進行方向
		緯度	経度	方位	速度		
C4	T1	$\theta 4$	$\phi 4$	AZ4	V4	10	西方向
C2	T1+6Ttr	$\theta 2$	$\phi 2$	AZ2	V2	20	西方向

無線装置3		105C					
車両ID	時刻	位置情報				シーケンス番号	進行方向
		緯度	経度	方位	速度		
C4	T1	$\theta 4$	$\phi 4$	AZ4	V4	10	西方向
C2	T1+6Ttr	$\theta 2$	$\phi 2$	AZ2	V2	20	西方向
C1	T1+9Ttr	$\theta 1$	$\phi 1$	AZ1	V1	30	西方向

【図 10】



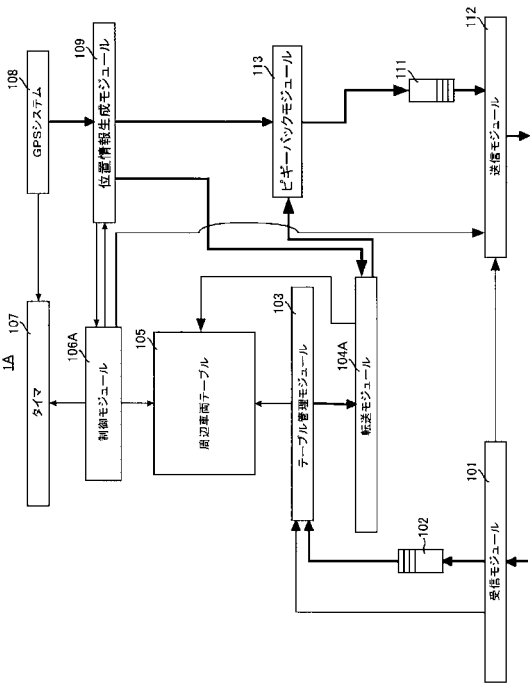
【図 1 1】



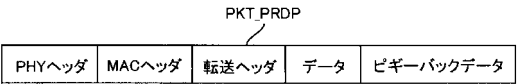
【図 1 2】

車両番号	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
周期(秒)	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1
タイミング	0	0.0125	0.0250	0.0375	0.0500	0.0625	0.0750	0.0875	0.1000	0.1125	0.1250
t	0										
t+Δ	0.0125										
t+2Δ	0.0250										
t+3Δ	0.0375										
t+4Δ	0.0500										
t+5Δ	0.0625										
t+6Δ	0.0750										
t+7Δ	0.0875										
t+8Δ	0.1000										
t+9Δ	0.1125										
t+10Δ	0.1250										
t+11Δ	0.1375										
t+12Δ	0.1500										
t+13Δ	0.1625										
t+14Δ	0.1750										
t+15Δ	0.1875										
t+16Δ	0.2000										
t+17Δ	0.2125										
t+18Δ	0.2250										
t+19Δ	0.2375										
t+20Δ	0.2500										
t+21Δ	0.2625										
t+22Δ	0.2750										
t+23Δ	0.2875										
t+24Δ	0.3000										
t+25Δ	0.3125										
t+26Δ	0.3250										
t+27Δ	0.3375										
t+28Δ	0.3500										
t+29Δ	0.3625										
t+30Δ	0.3750										
t+31Δ	0.3875										
t+32Δ	0.4000										
t+33Δ	0.4125										
t+34Δ	0.4250										

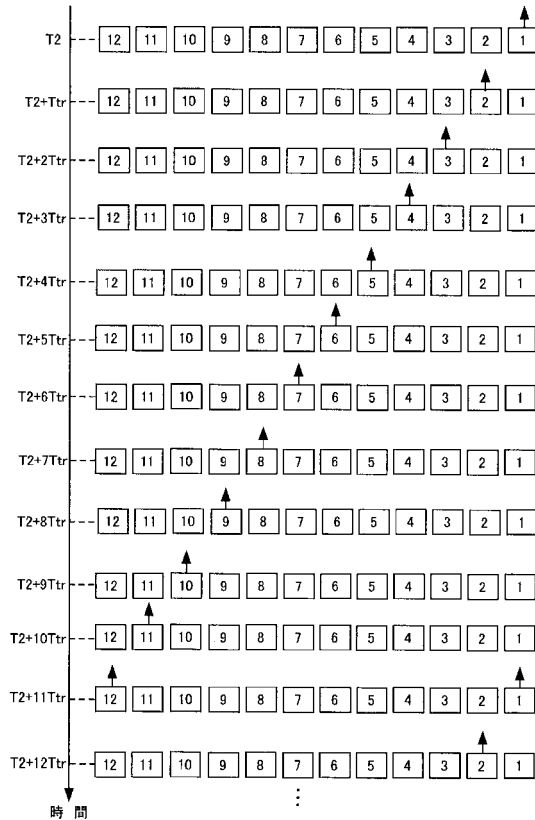
【図 1 3】



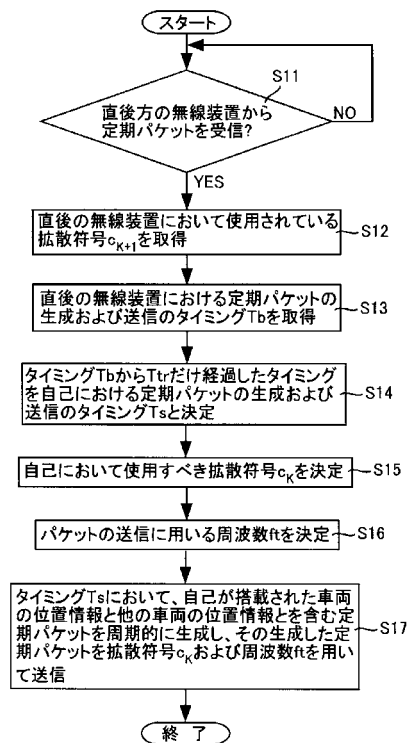
【図 1 4】



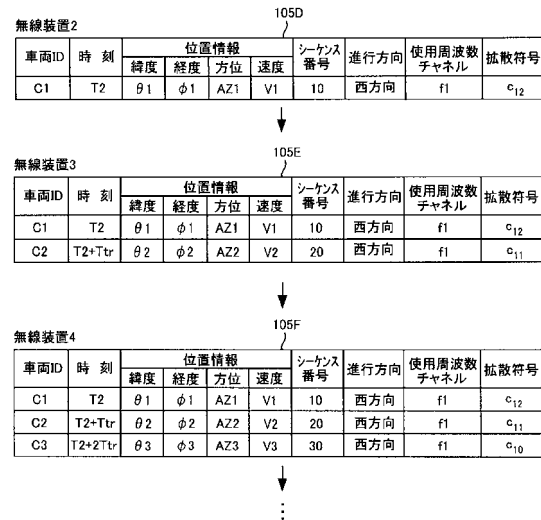
【図 15】



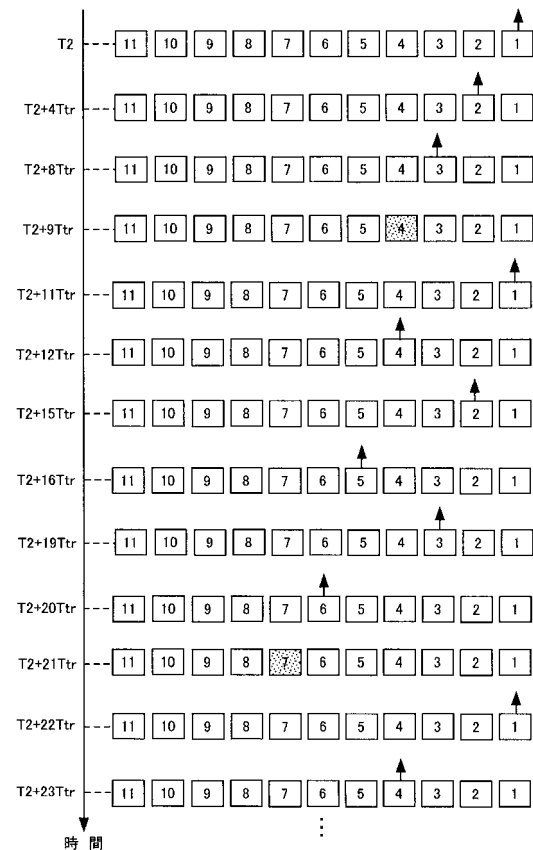
【図 17】



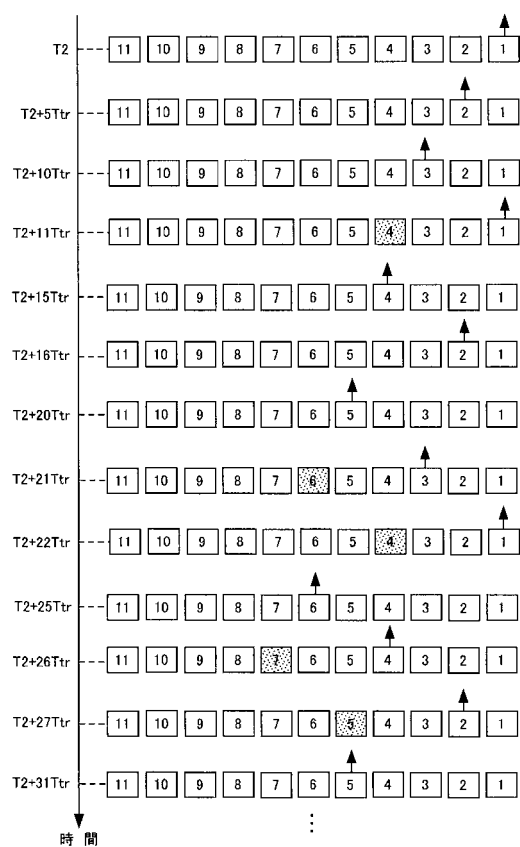
【図 16】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

- (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 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 桑江 晃

(56)参考文献 特開2005-236952(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/09

G08G 1/16

H04W 4/00 - 99/00

H04B 7/26