

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5194296号
(P5194296)

(45) 発行日 平成25年5月8日(2013.5.8)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int.Cl.	F I		
HO4W 4/04 (2009.01)	HO4W 4/04	1 1 3	
HO4W 64/00 (2009.01)	HO4W 64/00	1 7 1	
HO4W 84/18 (2009.01)	HO4W 84/18		
GO8G 1/16 (2006.01)	GO8G 1/16		D
GO8G 1/09 (2006.01)	GO8G 1/09		H

請求項の数 12 (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2007-294079 (P2007-294079)	(73) 特許権者	393031586
(22) 出願日	平成19年11月13日(2007.11.13)		株式会社国際電気通信基礎技術研究所
(65) 公開番号	特開2009-124294 (P2009-124294A)		京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2
(43) 公開日	平成21年6月4日(2009.6.4)	(74) 代理人	100112715
審査請求日	平成22年10月27日(2010.10.27)		弁理士 松山 隆夫
(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		(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
		(72) 発明者	株式会社国際電気通信基礎技術研究所内
			オユーンチメグ シャグダル
		(72) 発明者	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線ネットワーク、それに用いられる無線装置およびその無線装置を備えた移動体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動体間で無線通信を行なう無線ネットワークであって、

第1の移動体に搭載され、前記第1の移動体の実際の位置と予測位置との誤差が閾値以下である場合、前記無線ネットワークにおいて定期的に送信されるメッセージの送信周期である第1の送信周期よりも長い第2の送信周期で前記第1の移動体の位置情報を送信する第1の無線装置と、

前記第1の移動体に隣接する第2の移動体に搭載され、前記第1の無線装置から送信された位置情報を受信する第2の無線装置とを備え、

前記第1の無線装置は、第1の送信タイミングで取得した前記第1の移動体の位置情報を送信してから前記第2の送信周期だけ経過した第2の送信タイミングにおいて、前記誤差が前記閾値以下であるか否かの判定を行わずに前記第1の移動体の実際の位置を示す位置情報を送信する、無線ネットワーク。

【請求項2】

前記第1の無線装置は、前記第1の送信タイミングで取得した前記第1の移動体の位置情報に基づいて、前記第1の送信周期ごとに前記第1の移動体の位置を予測し、その予測した予測位置と、前記第1の送信周期ごとに取得した前記第1の移動体の実際の位置との誤差が前記閾値以下である場合、前記第1の移動体の実際の位置を示す位置情報の前記第1の送信周期ごとの送信を停止し、前記第2の送信タイミングにおいて前記誤差が前記閾値以下であるか否かの判定を行わずに前記第1の移動体の実際の位置を示す位置情報を送

10

20

信する、請求項 1 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 3】

前記第 2 の無線装置は、前記第 1 の送信タイミングで前記第 1 の無線装置から送信された前記第 1 の移動体の位置情報に基づいて、前記第 1 の送信周期ごとに前記第 1 の移動体の位置を予測する、請求項 2 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 4】

前記第 1 の無線装置は、前記誤差が前記閾値よりも大きいとき、前記第 1 の移動体の実際の位置を示す位置情報を前記第 1 の送信周期で送信する、請求項 2 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 5】

前記閾値は、前記第 1 の移動体の速度によって決定される、請求項 2 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の無線ネットワーク。

【請求項 6】

前記第 2 の無線装置は、前記第 1 の無線装置から位置情報を受信すると、前記第 2 の送信周期よりも長いタイマー期間を設定し、その設定したタイマー期間内に前記第 1 の無線装置から前記位置情報を受信しないとき、前記位置情報の送信要求を前記第 1 の無線装置へ送信し、

前記第 1 の無線装置は、前記送信要求に応じて、干渉が相対的に少ないタイミングで前記位置情報を前記第 2 の無線装置へ送信する、請求項 1 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 7】

前記第 1 の無線装置は、前記第 1 の移動体の速度が基準速度よりも遅い場合、前記第 2 の送信周期を相対的に長く設定して前記第 1 の移動体の位置情報を送信し、前記第 1 の移動体の速度が前記基準速度以上である場合、前記第 2 の送信周期を前記第 1 の送信周期よりも長い範囲において相対的に短くして前記第 1 の移動体の位置情報を送信する、請求項 1 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 8】

前記第 1 の無線装置は、前記第 2 の送信周期の長さを調整するための調整パラメータを前記位置情報とともに送信し、

前記第 2 の無線装置は、前記調整パラメータを受信し、その受信した調整パラメータを用いて、前記位置情報の送信を要求するためのタイマー期間を調整する、請求項 7 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 9】

前記第 2 の無線装置は、前記第 1 の無線装置から受信した前記第 1 の移動体の位置情報を重複送信を回避して前記第 2 の移動体の位置情報とともに送信する、請求項 1 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 10】

前記第 2 の無線装置は、前記第 2 の移動体の位置情報と、前記第 1 の無線装置から受信した前記第 1 の移動体の位置情報とに基づいて、前記第 1 の移動体と前記第 2 の移動体との距離を演算し、その演算した距離が安全距離を下回ると、危険予報メッセージを作成して前記第 1 の無線装置へ送信する、請求項 1 に記載の無線ネットワーク。

【請求項 11】

請求項 1 から請求項 10 のいずれか 1 項に記載の前記第 1 および第 2 の無線装置のいずれかからなる無線装置。

【請求項 12】

請求項 1 に記載された第 1 の無線装置が、前記誤差が前記閾値以下である場合、前記第 2 の送信周期で送信した前記第 1 の移動体の位置情報を受信するとともに、当該移動体の位置情報を取得し、前記第 1 の移動体の位置情報と当該移動体の位置情報とに基づいて前記第 1 の移動体と当該移動体との間の距離を演算し、その演算した距離が安全距離を下回るとブレーキ信号を出力する第 2 の無線装置と、

前記第 2 の無線装置から前記ブレーキ信号を受けると、減速処理を実行する減速装置と

10

20

30

40

50

を備える移動体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、無線ネットワーク、それに用いられる無線装置およびその無線装置を備えた移動体に関し、特に、車車間通信に用いられる無線ネットワーク、それに用いられる無線装置およびその無線装置を備えた移動体に関するものである。

【背景技術】

【0002】

車車間で無線通信を行なう無線ネットワークにおいては、位置情報がいくつものところで使用されている。そして、位置情報に基づく経路探索を行なうルーティングプロトコルまたは車両の安全運転のために、無線ネットワークの各無線装置は、周辺の無線装置の位置情報を必要とする。

10

【0003】

従来、車両の速度に応じた周期で各車両の位置情報を無線ネットワーク上に配布させる方法が提案されている（非特許文献1）。この方法を用いることによって、マルチホップ無線ネットワークにおいて位置情報配布のオーバーヘッドを削減できる。

【0004】

また、周辺端末の位置交換が不要なルーティングプロトコルが提案されている（非特許文献2）。このプロトコルは、送信端末と受信端末との位置情報をパケットの頭部に含め、Helloメッセージを送信せずにパケットを転送する手法を採用しており、ユニキャスト通信に有効である。

20

【0005】

更に、非特許文献2においては、MPR (Multi-Point-Relay) という技術を用いて、ブロードキャストパケットを転送するときのオーバーヘッドを大幅に減らすことが提案されている。

【非特許文献1】S. Basagni, I. Chlamtac, V. R. Syrotiuk, and B. A. Woodward, "A distance routing effect algorithm for mobility (DREAM)," *MobiCom '98*, pp.76-84, 1998.

【非特許文献2】Holger Fusler, Jorg Widmer, Michael Kasemann, Martin Mauve, and Hannes Hartenstein, "Beaconless position-based routing for mobile ad-hoc networks, *Ad Hoc Networks*," Vol. No.1, pp.351-369, 2003.

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、従来の位置情報を交換する手法は、マルチホップの転送効率を主に考え、車車間通信における安全運転等への応用を想定していないため、車両に搭載された各無線装置が周辺端末と位置情報を効率的に交換することが困難であるという問題がある。

【0007】

また、従来の手法は、位置情報を交換するときのオーバーヘッドを制御し、かつ、位置情報の精度を確保することが困難であるという問題がある。

40

【0008】

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、各無線装置が周辺端末と位置情報を効率的に交換可能な無線ネットワークを提供することである。

【0009】

また、この発明の別の目的は、オーバーヘッドを制御し、かつ、精度の高い位置情報を交換可能な無線ネットワークを提供することである。

【0010】

更に、この発明の別の目的は、各無線装置が周辺端末と位置情報を効率的に交換可能な

50

無線ネットワークに用いられる無線装置を提供することである。

【0011】

更に、この発明の別の目的は、オーバーヘッドを制御し、かつ、精度の高い位置情報を交換可能な無線ネットワークに用いられる無線装置を提供することである。

【0012】

更に、この発明の別の目的は、各無線装置が周辺端末と位置情報を効率的に交換可能な無線ネットワークに用いられる無線装置を備えた移動体を提供することである。

【0013】

更に、この発明の別の目的は、オーバーヘッドを制御し、かつ、精度の高い位置情報を交換可能な無線ネットワークに用いられる無線装置を備えた移動体を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0014】

この発明によれば、無線ネットワークは、移動体間で無線通信を行なう無線ネットワークであって、第1および第2の無線装置を備える。第1の無線装置は、第1の移動体に搭載され、第1の移動体の実際の位置と予測位置との誤差が閾値以下である場合、第1の移動体の位置情報を無線ネットワークにおいて定期的に送信されるメッセージの送信周期である第1の送信周期よりも長い第2の送信周期以上で送信する。第2の無線装置は、第1の移動体に隣接する第2の移動体に搭載され、第1の無線装置から送信された位置情報を受信する。

20

【0015】

好ましくは、第1の無線装置は、第1の送信タイミングで取得した第1の移動体の位置情報に基づいて、第1の送信周期ごとに第1の移動体の位置を予測し、その予測した予測位置と、第1の送信周期ごとに取得した第1の移動体の実際の位置との誤差が前記閾値以下である場合、第1の移動体の実際の位置を示す位置情報の第1の送信周期ごとの送信を停止し、第1の送信タイミングから第2の送信周期だけ経過した第2の送信タイミングにおいて第1の移動体の実際の位置を示す位置情報を送信する。

【0016】

好ましくは、第2の無線装置は、第1の送信タイミングで第1の無線装置から送信された第1の移動体の位置情報に基づいて、第1の送信周期ごとに第1の移動体の位置を予測する。

30

【0017】

好ましくは、第1の無線装置は、誤差が閾値よりも大きいとき、第1の移動体の実際の位置を示す位置情報を第1の送信周期で送信する。

【0018】

好ましくは、閾値は、第1の移動体の速度によって決定される。

【0019】

好ましくは、第2の無線装置は、第1の無線装置から位置情報を受信すると、第2の送信周期よりも長いタイマー期間を設定し、その設定したタイマー期間内に第1の無線装置から位置情報を受信しないとき、位置情報の送信要求を第1の無線装置へ送信する。第1の無線装置は、送信要求に応じて、干渉が相対的に少ないタイミングで位置情報を第2の無線装置へ送信する。

40

【0020】

好ましくは、第1の無線装置は、第1の移動体の速度が基準速度よりも遅い場合、第2の送信周期を相対的に長く設定して第1の移動体の位置情報を送信し、第1の移動体の速度が基準速度以上である場合、第2の送信周期を第1の送信周期よりも長い範囲において相対的に短くして第1の移動体の位置情報を送信する。

【0021】

好ましくは、第1の無線装置は、第2の送信周期の長さを調整するための調整パラメータを位置情報とともに送信し、第2の無線装置は、調整パラメータを受信し、その受信し

50

た調整パラメータを用いて、位置情報の送信を要求するためのタイマー期間を調整する。

【0022】

好ましくは、第2の無線装置は、第1の無線装置から受信した第1の移動体の位置情報を重複送信を回避して第2の移動体の位置情報とともに送信する。

【0023】

好ましくは、第2の無線装置は、第2の移動体の位置情報と、第1の無線装置から受信した第1の移動体の位置情報とに基づいて、第1の移動体と第2の移動体との距離を演算し、その演算した距離が安全距離を下回ると、危険予報メッセージを作成して第1の無線装置へ送信する。

【0024】

また、この発明によれば、無線装置は、請求項1から請求項10のいずれか1項に記載の第1および第2の無線装置のいずれかからなる。

【0025】

更に、この発明によれば、移動体は、第2の無線装置と、減速装置とを備える。第2の無線装置は、移動体間で無線通信を行なう無線ネットワークにおいて定期的に送信されるメッセージの送信周期である第1の送信周期よりも長い第2の送信周期で他の移動体に搭載された第1の無線装置から他の移動体の位置情報を受信するとともに、当該移動体の位置情報を取得し、他の移動体の位置情報と当該移動体の位置情報とに基づいて他の移動体と当該移動体との間の距離を演算し、その演算した距離が安全距離を下回るとブレーキ信号を出力する。減速装置は、第2の無線装置からブレーキ信号を受けると、減速処理を実行する。

【発明の効果】

【0026】

この発明においては、第1の無線装置は、第1の移動体の位置情報を無線ネットワークにおいて定期的に送信されるメッセージの送信周期よりも長い送信周期以上で送信し、第2の無線装置は、第1の無線装置から送信された位置情報を受信する。

【0027】

従って、この発明によれば、無線ネットワークにおいて定期的に送信されるメッセージに位置情報を含めて送信する場合よりも位置情報を効率的に交換できる。

【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、CDMA(Code Division Multiple Access)システムに従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)の位置情報を効率的に交換する。また、無線装置M1~M30は、自己が搭載された車両(車両C1~C30のいずれか)の正確な位置情報をオーバーヘッドを制御して交換する。

【0031】

図2は、図1に示す無線装置M1の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と、通信制御部2と、GPS(Global Positioning System)受信機3と、INS(Inertial Navigation Syst

10

20

30

40

50

e m) 装置 4 とを含む。

【 0 0 3 2 】

アンテナ 1 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 2 へ出力する。また、アンテナ 1 は、通信制御部 2 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。

【 0 0 3 3 】

通信制御部 2 は、GPS 受信機 3 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 M 1 が搭載された車両の位置を取得する。また、通信制御部 2 は、INS 信号を INS 装置 4 から受け、その受けた INS 信号に基づいて、無線装置 M 1 が搭載された車両の速度および移動方向を取得する。

10

【 0 0 3 4 】

無線ネットワーク 1 0 0 において、経路情報の交換に用いられる Hello メッセージの送信周期を T とすると、通信制御部 2 は、自己が搭載された車両の実際の位置と予測位置との誤差が閾値以下である場合、その取得した位置、速度および移動方向をアンテナ 1 を介して $N \times T$ (N は、例えば、4) の送信周期で他の無線装置へ送信するとともに、他の無線装置が搭載された車両の位置、速度および移動方向を $N \times T$ の周期で受信する。このように、通信制御部 2 は、異なる車両の位置、速度および移動方向をやり取りする。

【 0 0 3 5 】

そして、通信制御部 2 は、他の無線装置とやり取りした位置、速度および移動方向の情報を後述する方法によって管理するとともに、その管理している位置、速度、および移動方向の情報に基づいて、自己が搭載された車両 C 1 と車両 C 1 に隣接する車両との距離を演算し、その演算した距離が安全距離を下回ると、危険予報メッセージを作成して送信する。

20

【 0 0 3 6 】

また、通信制御部 2 は、他の無線装置から危険予報メッセージを受信すると、無線装置 M 1 が搭載された車両の減速装置へ危険予報メッセージを出力する。

【 0 0 3 7 】

GPS 受信機 3 は、GPS 衛星から GPS 信号を受信し、その受信した GPS 信号を通信制御部 2 へ出力する。

【 0 0 3 8 】

INS 装置 4 は、INS 信号を検出し、その検出した INS 信号を通信制御部 2 へ出力する。

30

【 0 0 3 9 】

通信制御部 2 は、無線インターフェースモジュール 2 1 と、IP モジュール 2 2 と、GPS モジュール 2 3 と、INS モジュール 2 4 とを含む。無線インターフェースモジュール 2 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 2 1 は、アンテナ 1 を介してパケットを他の無線装置へ送信するとともに、アンテナ 1 を介して他の無線装置からパケットを受信する。

【 0 0 4 0 】

IP モジュール 2 2 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 GPS モジュール 2 3 から受け、無線装置 M 1 が搭載された車両の移動方向および速度を INS モジュール 2 4 から受ける。そして、IP モジュール 2 2 は、その受けた位置、速度および移動方向からなる位置情報 P_{self} を後述する位置情報テーブルに格納する。

40

【 0 0 4 1 】

また、IP モジュール 2 2 は、アンテナ 1 および無線インターフェースモジュール 2 1 を介して他の無線装置が搭載された車両の位置、速度および移動方向からなる位置情報 P_{other} を他の無線装置から受信する。そして、IP モジュール 2 2 は、その受信した位置情報 P_{other} を位置情報テーブルに格納する。

【 0 0 4 2 】

50

更に、IPモジュール22は、位置情報テーブルに格納された位置情報 P_{Self} 、 P_{Other} を無線インターフェースモジュール21およびアンテナ1を介して送信周期 $N \times T$ 以上で他の無線装置へ送信する。

【0043】

そして、IPモジュール22は、やり取りした位置情報 P_{Self} 、 P_{Other} に基づいて、無線装置M1が搭載された車両C1と、車両C1に隣接する車両との距離を演算し、その演算した距離が安全距離を下回るとき、危険予報メッセージを作成して送信する。

【0044】

更に、IPモジュール22は、他の無線装置から危険予報メッセージを受信すると、車両C1の速度を減速するためのブレーキ信号を生成して車両C1の減速装置へ出力する。

10

【0045】

GPSモジュール23は、GPS信号をGPS受信機3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22へ出力する。

【0046】

INSモジュール24は、INS装置4から受けたINS信号に基づいて、無線装置M1が搭載された車両C1の移動方向および速度を検出し、その検出した移動方向および速度をIPモジュール22へ出力する。

【0047】

20

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。

【0048】

図3は、図2に示すIPモジュール22の機能ブロック図である。IPモジュール22は、記憶手段221と、演算手段222と、制御手段223と、情報生成手段224とを含む。

【0049】

記憶手段221は、自己が搭載された車両およびその車両の周辺に存在する車両の位置情報を格納した位置情報テーブルを記憶する。

【0050】

30

演算手段222は、制御手段223からの指示信号 $INST1$ に応じて、無線装置M1が搭載された車両C1と、車両C1に隣接する車両との間の距離 L を演算し、その演算した距離 L を制御手段223へ出力する。

【0051】

制御手段223は、無線装置M1が搭載された車両C1の位置 $P_{C1} = \langle x_{C1}, y_{C1} \rangle$ を時刻 T_1 においてGPSモジュール23から受け、車両C1の移動方向 c_1 および速度 V_{C1} を時刻 T_1 においてINSモジュール24から受ける。そして、制御手段223は、その受けた位置 P_{C1} 、移動方向 c_1 および速度 V_{C1} からなる位置情報 $\langle P_{C1}, V_{C1}, c_1, T_1 \rangle$ を位置情報テーブルに格納する。

【0052】

40

また、制御手段223は、車両C1以外の車両Cj ($j = C2 \sim C30$ のいずれか)に搭載された無線装置Mjから車両Cjの位置情報 $\langle P_{Cj}, V_{Cj}, c_j, T_2 \rangle$ を受信し、その受信した位置情報 $\langle P_{Cj}, V_{Cj}, c_j, T_2 \rangle$ を位置情報テーブルに格納する。

【0053】

そして、制御手段223は、タイマー(図示せず)を内蔵しており、タイマーで送信周期 T を計測すると、位置情報テーブルを参照して、タイミング T_1 で取得された車両C1の位置情報に基づいて、タイミング T_2 (タイミング T_1 から期間 KT (K は、 $0 < K < N$ を満たす整数)だけ経過後のタイミング)における車両C1の位置を後述する方法によって予測する。

50

【 0 0 5 4 】

そうすると、制御手段 2 2 3 は、タイミング T_2 において実測された車両 C_1 の位置情報と、予測した位置情報との誤差 PS を演算し、その演算した誤差 PS が閾値 ($= 0.1V \times T$) よりも小さいか否かを判定する。このように、制御手段 2 2 3 は、誤差 PS が車両の速度 V によって決定された閾値 ($= 0.1V \times T$) よりも小さいか否かを判定する。

【 0 0 5 5 】

そして、制御手段 2 2 3 は、誤差 PS が閾値 ($= 0.1V \times T$) 以上であるとき、位置情報メッセージの送信を指示するための指示信号 $INST_2$ を生成して情報生成手段 2 2 4 へ出力する。

10

【 0 0 5 6 】

一方、制御手段 2 2 3 は、誤差 PS が閾値 ($= 0.1V \times T$) よりも小さいとき、指示信号 $INST_2$ を情報生成手段 2 2 4 へ出力しない。

【 0 0 5 7 】

なお、制御手段 2 2 3 は、車両 C_1 の位置の予測と、誤差 PS が閾値 ($= 0.1V \times T$) よりも小さいか否かの判定を送信周期 T ごとに行なう。

【 0 0 5 8 】

更に、制御手段 2 2 3 は、車両 C_1 の位置情報が送信されたタイミング T_1 から周期 $N \times T$ だけ経過したタイミング T_3 になると、指示信号 $INST_2$ を生成して情報生成手段 2 2 4 へ出力する。

20

【 0 0 5 9 】

更に、制御手段 2 2 3 は、他の無線装置から位置情報 $\langle P_{c_j}, V_{c_j}, c_j, T_2 \rangle$ を受信すると、 $(N + 0.5) \times T$ からなるタイマー期間を設定し、その設定したタイマー期間内に他の無線装置から新たな位置情報を受信しないとき、位置情報の送信要求メッセージ ARQ を送信するための指示信号 $INST_3$ を生成して情報生成手段 2 2 4 へ出力する。

【 0 0 6 0 】

更に、制御手段 2 2 3 は、記憶手段 2 2 1 に格納された位置情報テーブルを参照して、自己が搭載された車両 C_1 の前後を走行している車両を検出すると、その検出した車両と車両 C_1 との間の距離を演算するための指示信号 $INST_1$ を生成して演算手段 2 2 2 へ出力する。そして、制御手段 2 2 3 は、距離 L を演算手段 2 2 2 から受けると、その受けた距離 L が安全距離よりも短いか否かを判定し、距離 L が安全距離よりも短いと判定したとき、危険予報メッセージの生成を指示するための指示信号 $INST_4$ を生成して情報生成手段 2 2 4 へ出力する。なお、制御手段 2 2 3 は、距離 L が安全距離以上であるとき、指示信号 $INST_4$ を情報生成手段 2 2 4 へ出力しない。

30

【 0 0 6 1 】

更に、制御手段 2 2 3 は、他の無線装置から危険予報メッセージを受信すると、無線装置 M_1 が搭載された車両 C_1 の速度を減速するためのブレーキ信号を生成して減速装置へ出力する。

【 0 0 6 2 】

情報生成手段 2 2 4 は、制御手段 2 2 3 から指示信号 $INST_2$ を受けると、後述する方法によって位置情報メッセージを生成してブロードキャストする。

40

【 0 0 6 3 】

また、情報生成手段 2 2 4 は、制御手段 2 2 3 から指示信号 $INST_3$ を受けると、送信要求メッセージ ARQ を生成して送信する。

【 0 0 6 4 】

更に、情報生成手段 2 2 4 は、制御手段 2 2 3 から指示信号 $INST_4$ を受けると、危険予報メッセージを生成して送信する。

【 0 0 6 5 】

図 4 は、図 3 に示す記憶手段 2 2 1 に格納される位置情報テーブルの構成図である。位

50

$2, M_2, T_1 >, < P_{M_3}, V_{M_3}, M_3, T_1 >$ をそれぞれ位置情報テーブル $TBL - M1 - 1 \sim TBL - M3 - 1$ に格納する (図 7 参照)。

【 0 0 7 4 】

図 8 は、位置情報メッセージ PSM の例を示す図である。また、図 9 は、位置情報テーブル TBL の他の例を示す図である。

【 0 0 7 5 】

位置情報テーブル $TBL - M1 - 1 \sim TBL - M3 - 1$ がそれぞれ無線装置 $M1 \sim M3$ において作成された状況において、無線装置 $M2$ の制御手段 223 は、位置情報メッセージ PSM を生成するための指示信号 $INST2$ を生成して情報生成手段 224 へ出力する。そして、無線装置 $M2$ の情報生成手段 224 は、制御手段 223 からの指示信号 $INST2$ に応じて、無線装置 $M2$ の端末番号 $M2$ および送信先 $DST = BROADCAST$ をヘッダ $HEAD$ に格納し、記憶手段 221 に格納された位置情報テーブル $TBL - M2 - 1$ (図 7 の (b) 参照) の位置情報 $< P_{M_2}, V_{M_2}, M_2, T_1 >$ 、端末番号 $M2$ および送信間隔 $N \times T (= 4T)$ をメッセージ $MS1$ に格納した位置情報メッセージ $PSM - 1$ を生成する (図 8 参照)。

10

【 0 0 7 6 】

そうすると、無線装置 $M2$ の情報生成手段 224 は、無線インターフェースモジュール 21 およびアンテナ 1 を介して位置情報メッセージ $PSM - 1$ をブロードキャストする。その後、無線装置 $M2$ の制御手段 223 は、位置情報テーブル $TBL - M2 - 1$ の送信済みの “NO” を “YES” に変え、位置情報テーブル $TBL - M2 - 1$ を位置情報テーブル $TBL - M2 - 2$ (図 9 の (b) 参照) に更新する。

20

【 0 0 7 7 】

車両 $C2$ の直前を走行する車両 $C1$ に搭載された無線装置 $M1$ および車両 $C2$ の直後を走行する車両 $C3$ に搭載された無線装置 $M3$ は、無線装置 $M2$ から送信された位置情報メッセージ $PSM - 1$ を受信する。

【 0 0 7 8 】

そして、無線装置 $M1$ の制御手段 223 は、位置情報メッセージ $PSM - 1$ のヘッダ $HEAD$ に格納された $SRC = M2$ を検出して位置情報メッセージ $PSM - 1$ が無線装置 $M2$ から送信されたことを検知する。また、無線装置 $M1$ の制御手段 223 は、位置情報メッセージ $PSM - 1$ のメッセージ $MS1$ に格納された端末番号 $M2$ 、位置情報 $< P_{M_2}, V_{M_2}, M_2, T_1 >$ および送信間隔 $NT (= 4T)$ を検出する。

30

【 0 0 7 9 】

そうすると、無線装置 $M1$ の制御手段 223 は、記憶手段 221 に格納された位置情報テーブル $TBL - M1 - 1$ (図 7 の (a) 参照) を読み出し、その読み出した位置情報テーブル $TBL - M1 - 1$ の端末番号の欄に ID_{M_2} を格納し、位置情報 $< P_{M_2}, V_{M_2}, M_2, T_1 >$ を端末位置情報の欄に格納し、送信端末番号の欄に ID_{M_2} を格納し、送信済みの欄に “NO” を格納し、端末番号 ID_{M_2} および送信端末番号 ID_{M_2} が一致するので周辺端末の欄に “YES” を格納して、位置情報テーブル $TBL - M1 - 1$ を位置情報テーブル $TBL - M1 - 2$ (図 9 の (a) 参照) に更新する。

【 0 0 8 0 】

40

無線装置 $M3$ の制御手段 223 も、無線装置 $M1$ の制御手段 223 と同じ動作によって、位置情報メッセージ $PSM - 1$ に基づいて、記憶手段 221 に格納された位置情報テーブル $TBL - M3 - 1$ (図 7 の (c) 参照) を位置情報テーブル $TBL - M3 - 2$ (図 9 の (c) 参照) に更新する。

【 0 0 8 1 】

図 10 は、位置情報テーブル TBL の更に他の例を示す図である。また、図 11 は、位置情報メッセージ PSM の他の例を示す図である。

【 0 0 8 2 】

無線装置 $M2$ が位置情報メッセージ $PSM - 1$ を送信したタイミング $T1$ から周期 T の期間が経過すると、車両 $C1 \sim C3$ は、図 6 の (b) に示す位置へ移動する。そして、無

50

線装置 M1 ~ M3 の制御手段 223 は、タイミング T2 (= t2) において、それぞれ、車両 C1 ~ C3 の位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, \theta_{M1}, T_2 \rangle$, $\langle P_{M2}, V_{M2}, \theta_{M2}, T_2 \rangle$, $\langle P_{M3}, V_{M3}, \theta_{M3}, T_2 \rangle$ を取得する。

【0083】

そうすると、無線装置 M2 の制御手段 223 は、タイミング T1 において取得した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, \theta_{M2}, T_1 \rangle$ を位置情報テーブル TBL-M2-2 (図9の(b)参照) から読み出し、その読み出した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, \theta_{M2}, T_1 \rangle$ に基づいて、タイミング T2 における車両 C2 の位置を予測する。

【0084】

より具体的には、無線装置 M2 の制御手段 223 は、 $P_{M2} = (x_{T1}, y_{T1})$, $\theta_{M2} = \theta_{T1}$, $V_{M2} = V_{T1}$ を次の式(1), (2)に代入してタイミング T2 における車両 C2 の位置 (x_{T2_P}, y_{T2_P}) を予測する。

【0085】

$$x_{T2_P} = x_{T1} + V_{T1} \cos(\theta_{T1})(T_2 - T_1) \cdots (1)$$

$$y_{T2_P} = y_{T1} + V_{T1} \sin(\theta_{T1})(T_2 - T_1) \cdots (2)$$

【0086】

そして、無線装置 M2 の制御手段 223 は、その予測した車両 C2 の予測位置 $P_{M2_P} = (x_{T2_P}, y_{T2_P})$ と、タイミング T2 において取得した車両 C2 の実際の位置 $P_{M2} = (x_{T2}, y_{T2})$ との誤差 $PS = (x_{T2_P} - x_{T2}, y_{T2_P} - y_{T2})$ を演算する。その後、無線装置 M2 の制御手段 223 は、その演算した誤差 PS が閾値 $(= 0.1 V_{T2}) \times T$ 以下であるか否かを判定する。

【0087】

そして、無線装置 M2 の制御手段 223 は、誤差 PS が閾値 $(= 0.1 V_{T2}) \times T$ よりも大きいとき、タイミング T2 において取得した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, \theta_{M2}, T_2 \rangle$ を位置情報テーブル TBL-M2-2 (図9の(b)参照) に格納して位置情報テーブル TBL-M2-2 を位置情報テーブル TBL-M2-3 (図10の(b)参照) に更新する。その後、無線装置 M2 の制御手段 223 は、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, \theta_{M2}, T_2 \rangle$ を送信するための指示信号 INST2 を生成して情報生成手段 224 へ出力する。

【0088】

無線装置 M2 の情報生成手段 224 は、制御手段 223 からの指示信号 INST2 に応じて、記憶手段 221 に格納された位置情報テーブル TBL-M2-3 を読み出し、その読み出した位置情報テーブル TBL-M2-3 に基づいて、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, \theta_{M2}, T_2 \rangle$ を送信するための位置情報メッセージ PSM-2 (図11参照) を生成する。そして、無線装置 M2 の情報生成手段 224 は、その生成した位置情報メッセージ PSM-2 をブロードキャストする。

【0089】

そうすると、無線装置 M1, M3 は、無線装置 M2 からブロードキャストされた位置情報メッセージ PSM-2 を受信する。そして、無線装置 M1 の制御手段 223 は、その受信した位置情報メッセージ PSM-2 に含まれる車両 C2 の位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, \theta_{M2}, T_2 \rangle$ を位置情報テーブル TBL-M1-2 (図9の(a)参照) に格納して位置情報テーブル TBL-M1-2 を位置情報テーブル TBL-M1-3 に更新する(図10の(a)参照)。また、無線装置 M3 の制御手段 223 も、同様にして、位置情報テーブル TBL-M3-2 (図9の(c)参照) を位置情報テーブル TBL-M3-3 に更新する(図10の(c)参照)。

【0090】

無線装置 M2 の制御手段 223 は、誤差 PS が閾値 $(= 0.1 V_{T2}) \times T$ 以下であるとき、指示信号 INST2 を情報生成手段 224 へ出力しない。従って、無線装置 M2 は、誤差 PS が閾値 $(= 0.1 V_{T2}) \times T$ 以下であるとき、タイミング T2 において取得した車両 C2 の位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, \theta_{M2}, T_2 \rangle$ を送信しない。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

そして、無線装置 M 2 の制御手段 2 2 3 は、位置情報テーブル T B L - M 2 - 2 (図 9 の (b) 参照) を維持する。

【 0 0 9 2 】

また、無線装置 M 1 , M 3 の制御手段 2 2 3 は、タイミング T 2 において無線装置 M 2 から位置情報メッセージ P S M を受信しないので、タイミング T 1 において無線装置 M 2 から受信した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_1 \rangle$ に基づいてタイミング T 2 における車両 C 2 の位置を式 (1) , (2) を用いて予測し、予測位置 $P_{M2_P} = (X_{T2_P}, Y_{T2_P})$ を取得する。

【 0 0 9 3 】

そして、無線装置 M 2 の制御手段 2 2 3 は、タイミング T 2 から更に周期 T だけ経過したタイミング T 3 において、誤差 P S が閾値 (= 0 . 1 V x T) よりも大きいかなかを判定し、誤差 P S が閾値 (= 0 . 1 V x T) よりも大きいとき、タイミング T 3 において取得した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_3 \rangle$ を送信する。また、無線装置 M 2 は、タイミング T 3 において誤差 P S が閾値 (= 0 . 1 V x T) 以下であるとき、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_3 \rangle$ を送信せずに、既に保持している位置情報テーブル T B L - M 2 を維持する。

【 0 0 9 4 】

上述したように、無線装置 M 2 は、タイミング T n - k (n は 2 以上の整数、 k は正の整数) において、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_{n-k} \rangle$ を送信した後、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_{n-k} \rangle$ に基づいて予測したタイミング T n における車両 C 2 の予測位置と、タイミング T n における車両 C 2 の実際の位置 (位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_n \rangle$ によって表される) との誤差 P S が閾値 (= 0 . 1 V x T) よりも大きいかなかを判定し、誤差 P S が閾値 (= 0 . 1 V x T) よりも大きいとき、タイミング T n において取得した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_n \rangle$ を送信するとともに、自己が保持する位置情報テーブル T B L - M 2 を位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_n \rangle$ によって更新する。

【 0 0 9 5 】

また、無線装置 M 2 は、誤差 P S が閾値 (= 0 . 1 V x T) 以下であるとき、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_n \rangle$ を送信せずに、既に保持している位置情報テーブル T B L - M 2 を維持する。

【 0 0 9 6 】

無線装置 M 2 は、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_1 \rangle$ を送信したタイミング T 1 (= t 1) から周期 T ごとに、上述した動作を繰り返し行なう。

【 0 0 9 7 】

そして、タイミング T 1 (= t 1) から周期 N T だけ経過したタイミング T 5 (= t 5) になると、無線装置 M 2 は、車両 C 2 の位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_5 \rangle$ を取得し、その取得した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_5 \rangle$ を位置情報メッセージ P S M に格納して送信するとともに (図 6 の (c) 参照) 、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_5 \rangle$ によって位置情報テーブル T B L - M 2 を更新する。即ち、無線装置 M 2 は、車両 C 2 の位置を示す位置情報を送信したタイミングから周期 N T だけが経過すると、車両 C 2 の位置の予測と、誤差 P S が閾値よりも大きいかなかの判定とを行わずに、取得した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_{NT} \rangle$ を送信する。つまり、無線装置 M 2 は、実測した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T_{nNT} \rangle$ を周期 N T ごとに必ず送信する。

【 0 0 9 8 】

タイミング T 1 (= t 1) から (N + 0 . 5) x T だけ経過した時点においては、車両 C 1 ~ C 3 は、図 6 の (d) に示す位置に移動している。

【 0 0 9 9 】

無線装置 M 1 , M 3 の制御手段 2 2 3 は、タイミング T 1 において無線装置 M 2 から位

10

20

30

40

50

位置情報メッセージ P S M - 1 (図 8 参照) を受信すると、 $(N + 0 . 5) \times T$ からなるタイマー期間を内蔵したタイマー (図示せず) に設定し、その設定したタイマー期間 $(= (N + 0 . 5) \times T)$ 内に新たな位置情報メッセージ P S M を無線装置 M 2 から受信したか否かを判定する。

【 0 1 0 0 】

そして、無線装置 M 1 , M 3 の制御手段 2 2 3 は、タイマー期間 $(= (N + 0 . 5) \times T)$ 内に新たな位置情報メッセージ P S M を無線装置 M 2 から受信しなかったと判定したとき、無線装置 M 2 から送信されたパケットにパケットロスが生じたことを検知し、指示信号 I N S T 3 を生成して情報生成手段 2 2 4 へ出力する。

【 0 1 0 1 】

そうすると、無線装置 M 1 , M 3 の情報生成手段 2 2 4 は、制御手段 2 2 3 からの指示信号 I N S T 3 に応じて、位置情報メッセージ P S M の送信を要求するための送信要求メッセージ A R Q を生成して無線装置 M 2 へ送信する。この場合、無線装置 M 1 の情報生成手段 2 2 4 は、 $A R Q 1 = [I P a d d M 2 / I P a d d M 1 / \text{位置情報の送信要求}]$ からなる送信要求メッセージ A R Q を生成し、無線装置 M 3 の情報生成手段 2 2 4 は、 $A R Q 2 = [I P a d d M 2 / I P a d d M 3 / \text{位置情報の送信要求}]$ からなる送信要求メッセージ A R Q を生成する。そして、無線装置 M 1 , M 3 の情報生成手段 2 2 4 は、それぞれ、無線装置 M 1 , M 3 における干渉量を計測し、その計測した干渉量が最も少ないときに、それぞれ、送信要求メッセージ A R Q 1 , A R Q 2 を無線装置 M 2 へ送信する。

【 0 1 0 2 】

無線装置 M 2 の制御手段 2 2 3 は、無線装置 M 1 , M 3 からそれぞれ送信された送信要求メッセージ A R Q 1 , A R Q 2 を受信し、その受信した送信要求メッセージ A R Q 1 , A R Q 2 に応じて、指示信号 I N S T 2 を生成して情報生成手段 2 2 4 へ出力する。

【 0 1 0 3 】

また、無線装置 M 2 の制御手段 2 2 3 は、送信要求メッセージ A R Q 1 , A R Q 2 を受信すると、送信要求メッセージ A R Q 1 , A R Q 2 を受信したときの受信パワー P W r を検出し、その検出した受信パワー P W r で送信パワー P W t を除算してチャネルゲイン G c を演算する。なお、送信パワー P W t は、無線ネットワーク 1 0 0 において使用される送信パワーであり、既知である。従って、無線装置 M 2 の制御手段 2 2 3 は、チャネルゲイン G c を容易に演算できる。

【 0 1 0 4 】

無線ネットワーク 1 0 0 において採用されている通信方式である C D M A システムの処理ゲインを G p とし、無線装置 M 2 における干渉量を P I とし、ノイズを P N とすると、無線装置 M 2 の制御手段 2 2 3 は、次式を満たすように送信電力 P を決定する。

【 0 1 0 5 】

$$P / G_c > (P_I + P_N) / G_p \cdots (3)$$

【 0 1 0 6 】

そして、無線装置 M 2 の制御手段 2 2 3 は、その決定した送信電力 P を情報生成手段 2 2 4 へ出力する。

【 0 1 0 7 】

そうすると、無線装置 M 2 の情報生成手段 2 2 4 は、制御手段 2 2 3 からの指示信号 I N S T 2 に応じて、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, n \times N T \rangle$ を含む位置情報メッセージ P S M を上述した方法によって生成し、その生成した位置情報メッセージ P S M を送信電力 P でブロードキャストする。

【 0 1 0 8 】

これによって、無線装置 M 1 , M 3 は、無線装置 M 2 から位置情報メッセージ P S M を正確に受信できる。

【 0 1 0 9 】

図 1 2 は、位置情報メッセージの送信方法を詳細に説明するための図である。例えば、無線装置 M 2 は、タイミング T 1 $(= t 1)$ で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T 1$

10

20

30

40

50

>を送信し(図12の(a)参照)、タイミングT2で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T2 \rangle$ を送信せず(図12の(b)参照)、タイミングT3(=t3)で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T3 \rangle$ を送信する(図12の(c)参照)。

【0110】

この場合、無線装置M1, M3は、タイミングT2(=t2)で無線装置M2から位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T2 \rangle$ を受信しないので、タイミングT1(=t1)で無線装置M2から受信した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T1 \rangle$ に基づいて、無線装置M2が搭載された車両C2のタイミングT2(=t2)における位置を上述した方法によって予測し、その予測した位置を用いて、それぞれ、車両C1, C3と車両C2との間の距離を演算する。

10

【0111】

また、無線装置M2は、タイミングT1(=t1)で取得した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T1 \rangle$ に基づいて、車両C2のタイミングT2(=t2)における位置を上述した方法によって予測し、その予測した位置を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算する。

【0112】

なお、無線装置M2は、タイミングT2(=t2)においても、車両C2の実際の位置をGPS受信機3およびINS装置4を用いて取得するが、この取得した実際の位置を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算しないのは、車両C1, C3にそれぞれ搭載された無線装置M1, M3は、タイミングT2(=t2)における車両C2の実際の位置を無線装置M2から受信しておらず、タイミングT1(=t1)における位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T1 \rangle$ に基づいて予測したタイミングT2(=t2)における車両C2の予測位置を用いて車両C1, C3と車両C2との間の距離を演算するので、無線装置M2がタイミングT2(=t2)における車両C2の実際の位置を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算すると、無線装置M1, M3において演算された車両C1, C3と車両C2との間の距離が無線装置M2において演算された車両C2と車両C1, C3との間の距離からずれるからである。

20

【0113】

このように、無線装置M2がタイミングT2(=t2)において、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T2 \rangle$ を送信しない場合、無線装置M1~M3は、タイミングT1(=t1)における位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T1 \rangle$ を用いて予測した車両C2の予測位置を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算する。つまり、無線装置M1~M3は、同じ位置情報を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算する。

30

【0114】

無線装置M2は、タイミングT2(=t2)の後、タイミングT3(=t3)で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T3 \rangle$ を送信するので、無線装置M1~M3は、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T3 \rangle$ を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算する。

【0115】

位置情報の別の送信パターンとして、無線装置M2は、タイミングT1(=t1)で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T1 \rangle$ を送信し(図12の(a)参照)、タイミングT2で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T2 \rangle$ を送信せず(図12の(b)参照)、タイミングT3(=t3)でも位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T3 \rangle$ を送信しない(図12の(d)参照)。

40

【0116】

この場合、無線装置M1, M3は、タイミングT2, T3における車両C2の位置を示す位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T2 \rangle$, $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T3 \rangle$ を無線装置M2から受信しないので、タイミングT1において無線装置M2から受信した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M_2, T1 \rangle$ を用いてタイミングT2, T3における車両C2

50

の位置を予測し、その予測した位置を用いて車両C1, C3と車両C2との間の距離を演算する。

【0117】

また、無線装置M2も、タイミングT1において取得した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, T1 \rangle$ を用いてタイミングT2, T3における車両C2の位置を予測し、その予測した位置を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算する。

【0118】

このように、無線装置M2が2回連続して位置情報を送信しない場合、無線装置M1~M3は、周期NTの開始時に無線装置M2が送信した位置情報に基づいて、周期Tごとに車両C2の位置を予測し、その予測した位置を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算する。

10

【0119】

なお、無線装置M2が、タイミングT1(=t1)の後、3回連続して位置情報を送信しない場合も、無線装置M1~M3は、タイミングT1における車両C2の実際の位置を示す位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, T1 \rangle$ を用いて、周期Tごとに車両C2の位置を予測し、その予測した位置を用いて車両C2と車両C1, C3との間の距離を演算する。

【0120】

上述したように、無線装置M2は、送信周期Tごとに誤差PSが閾値(=0.1V×T)よりも大きいか否かを判定し、誤差PSが閾値(=0.1V×T)よりも大きいとき、送信周期Tごとに位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ を送信し、誤差PSが閾値(=0.1V×T)以下であるとき、送信周期Tよりも長い間隔で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ を送信する。そして、無線装置M1, M3は、誤差PSが閾値(=0.1V×T)よりも大きいとき、送信周期Tごとに位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ を無線装置M2から受信し、誤差PSが閾値(=0.1V×T)以下であるとき、送信周期Tよりも長い間隔で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ を無線装置M2から受信する。

20

【0121】

その結果、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ は、Helloメッセージの送信間隔T以上で送受信される。

30

【0122】

従って、この発明によれば、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ を効率的に交換できる。

【0123】

また、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ の送信元である無線装置M2に隣接する無線装置M1, M3は、無線装置M2から位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ を受信しないとき、タイミング $T_{n-k} (= (n-k) \times T)$ において無線装置M2から受信した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, (n-k) \times T \rangle$ に基づいて、タイミング $T_n (= n \times T)$ における車両C2の位置を予測し、その予測された位置 P_{M2_p} は、実際に測定された位置 P_{M2} と閾値(=0.1V×T)よりも小さい誤差PSを有するだけである。

40

【0124】

従って、この発明によれば、送信元の無線装置M2が位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ を送信しない場合でも、無線装置M2に隣接する無線装置M1, M3は、正確な位置情報 $\langle P_{M2_p}, V_{M2}, M2, n \times T \rangle$ を取得できる。

【0125】

更に、無線装置M1, M3は、 $(N+0.5) \times T$ からなるタイマー期間内に無線装置M2から位置情報メッセージPSMを受信したか否かを判定し、タイマー期間内に無線装置M2から位置情報メッセージPSMを受信しないとき、送信要求メッセージARQを無線装置M2へ送信し、無線装置M2から位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times NT \rangle$

50

を受信するので、各無線装置は、周期NTごとに位置情報を取得できる。

【0126】

図13は、位置情報メッセージPSMの更に他の例を示す図である。また、図14および図15は、位置情報テーブルTBLの更に他の例を示す図である。

【0127】

無線装置M3の制御手段223は、位置情報テーブルTBL-M3-3(図10の(c)参照)に基づいて、無線装置M3が搭載された車両C3の予測位置と実際の位置との誤差が閾値を超える場合、タイミングT2で取得した車両C3の実際の位置情報を用いて図14に示す位置情報テーブルTBL-M3-5の一行目を更新し、位置情報メッセージPSMを生成するための指示信号INST2を生成して情報生成手段224へ出力する。

10

【0128】

そして、無線装置M3の情報生成手段224は、制御手段223からの指示信号INST2に応じて、無線装置M3の端末番号M3および送信先DST=BROADCASTをヘッダHEADに格納し、記憶手段221に格納された位置情報テーブルTBL-M3-3(図10の(c)参照)の位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T2 \rangle$ 、端末番号M3および送信間隔 $N \times T (= 4T)$ をメッセージMS1に格納し、位置情報テーブルTBL-M3-3(図10の(c)参照)の位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, T2 \rangle$ および端末番号M2と、無線装置M3に隣接する無線装置の個数 $\#neighbor = 1$ とをメッセージMS2に格納した位置情報メッセージPSM-3(図13参照)を生成する。

【0129】

そうすると、無線装置M3の情報生成手段224は、無線インターフェースモジュール21およびアンテナ1を介して位置情報メッセージPSM-3をブロードキャストする。

20

【0130】

その後、無線装置M3の制御手段223は、位置情報テーブルTBL-M3-3の送信済みの欄を“NO”から“YES”に変え、位置情報テーブルTBL-M3-3を位置情報テーブルTBL-M3-5に更新する(図14参照)。

【0131】

車両C3の後続車である車両C4に搭載された無線装置M4は、無線装置M3から位置情報メッセージPSM-3を受信する前、位置情報テーブルTBL-M4-1(図15の(a)参照)を記憶手段221に格納している。

30

【0132】

そして、無線装置M4の制御手段223は、無線装置M3から位置情報メッセージPSM-3を受信すると、その受信した位置情報メッセージPSM-3のヘッダHEADに格納されたSRC=M3を検出して位置情報メッセージPSM-3が無線装置M3から送信されたことを検知する。また、無線装置M4の制御手段223は、位置情報メッセージPSM-3のメッセージMS1に格納された端末番号M3、位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T2 \rangle$ および送信間隔 $NT (= 4T)$ を検出する。更に、無線装置M4の制御手段223は、位置情報メッセージPSM-3のメッセージMS2に格納された端末番号M2および位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, T2 \rangle$ を検出する。

【0133】

そうすると、無線装置M4の制御手段223は、記憶手段221に格納された位置情報テーブルTBL-M4-1(図15の(a)参照)を読み出し、その読み出した位置情報テーブルTBL-M4-1の端末番号の欄に ID_{M3} を格納し、位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T2 \rangle$ を端末位置情報の欄に格納し、送信端末番号の欄に ID_{M3} を格納し、送信済みの欄に“NO”を格納し、端末番号 ID_{M3} および送信端末番号 ID_{M3} が一致するので周辺端末の欄に“YES”を格納する。

40

【0134】

また、無線装置M4の制御手段223は、端末番号の欄に ID_{M2} を格納し、位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, T2 \rangle$ を端末位置情報の欄に格納し、送信端末番号の欄に ID_{M3} を格納し、送信済みの欄に“NO”を格納し、端末番号 ID_{M2} が送信端末番号I

50

D_{M3} と不一致であるので周辺端末の欄に“NO”を格納する。これによって、位置情報テーブル TBL-M4-1 は、位置情報テーブル TBL-M4-2 (図15の(b)参照) に更新される。

【0135】

無線装置 M4 の制御手段 223 は、位置情報テーブル TBL-M4-2 の端末番号 ID_{M2} に対応する周辺端末の欄に“NO”が格納されているので、端末番号 ID_{M2} に対応する端末位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, T2 \rangle$ は、転送された位置情報であることを検知する。

【0136】

なお、無線装置 M4 の制御手段 223 は、位置情報テーブル TBL-M4-1 を位置情報テーブル TBL-M4-2 に更新した後に、無線装置 M3 から位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T3 \rangle$ を受信すると、位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T3 \rangle$ の $T3$ が位置情報テーブル TBL-M4-2 に格納された位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T2 \rangle$ の $T2$ よりも大きいので、位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T2 \rangle$ を位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T3 \rangle$ に更新する。

【0137】

また、無線装置 M2 は、自己が搭載された車両 C2 の前後を走行する車両 C1, C3 にそれぞれ搭載された無線装置 M1, M3 から同じ位置情報を受信した場合、その受信した位置情報を更に転送することはない。例えば、無線装置 M1 は、車両 C1 の位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, M1, T1 \rangle$ をブロードキャストすると、無線装置 M2, M3 は、位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, M1, T1 \rangle$ を受信する。そして、無線装置 M3 は、車両 C3 の位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T1 \rangle$ と、無線装置 M1 から受信した位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, M1, T1 \rangle$ とをブロードキャストし、無線装置 M2 は、無線装置 M3 から位置情報 $\langle P_{M3}, V_{M3}, M3, T1 \rangle$ と、位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, M1, T1 \rangle$ とを受信する。

【0138】

そうすると、無線装置 M2 は、位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, M1, T1 \rangle$ を無線装置 M1 および無線装置 M3 から受信したので、位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, M1, T1 \rangle$ を更に転送することはない。

【0139】

位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, M1, T1 \rangle$ を更に転送しても、車両 C2 の周辺を走行している車両 (車両 C1 の前を走行している車両および車両 C3 の後ろを走行している車両 C4 等) は、位置情報 $\langle P_{M1}, V_{M1}, M1, T1 \rangle$ を既に受信しているので、不要な位置情報である。

【0140】

そこで、各無線装置は、自己が搭載された車両の前後を走行している車両に搭載されている無線装置から同じ位置情報を受信したときは、その受信した位置情報を転送しないことにし、位置情報を交換するときのオーバーヘッドを低減することにしたものである。つまり、各無線装置は、自己が搭載された車両の前後を走行している車両に搭載されている無線装置から同じ位置情報を受信したときは、重複送信を回避して位置情報を交換するときのオーバーヘッドを低減することにしたものである。

【0141】

上記においては、無線装置 M2 は、送信周期 NT で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times NT \rangle$ を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、無線装置 M2 は、速度 V_{M2} に応じて調整された送信周期 NT で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, n \times NT \rangle$ を送信するようにしてもよい。

【0142】

より具体的には、無線装置 M2 の制御手段 223 は、速度 V_{M2} が基準速度 (= 例えば、10 km/h) を下回ると、N を 2 倍に設定し (N = 8)、速度 V_{M2} が基準速度 (= 例えば、10 km/h) 以上であるとき、N を元の値 (N = 4) に設定して送信周期 NT

10

20

30

40

50

を調整し、その調整した送信周期 $N T$ を情報生成手段 2 2 4 へ出力する。そして、無線装置 $M 2$ の情報生成手段 2 2 4 は、調整された送信周期 $N T$ を制御手段 2 2 3 から受け、上述した方法によって生成した位置情報メッセージ $P S M$ を調整された送信周期 $N T$ で送信する。

【 0 1 4 3 】

渋滞隊列中または交差点においては、車両が相対的に多いので、このような状況において、各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ が送信周期 $N T$ で位置情報を送信すると、位置情報の通信量がチャネル容量以上になる可能性がある。

【 0 1 4 4 】

そこで、上述したように、各車両の速度 V に応じて送信周期 $N T$ を調整し、その調整した送信周期 $N T$ で位置情報を送信することにしたものである。

【 0 1 4 5 】

上記においては、無線装置 $M 2$ が車両 $C 2$ の位置情報を送信周期 T 以上で送信し、無線装置 $M 1$, $M 3$ が無線装置 $M 2$ から位置情報を受信し、無線装置 $M 3$ が無線装置 $M 2$ から受信した位置情報を転送する場合について説明したが、無線ネットワーク 1 0 0 を構成する各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ は、上述した方法によって位置情報を送信周期 T 以上で送受信および転送して位置情報を交換する。また、無線ネットワーク 1 0 0 を構成する各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ は、隣接する無線装置から送信された位置情報メッセージ $P S M$ をパケットロスによって受信できなかった場合、送信要求メッセージ $A R Q$ を送信して位置情報メッセージ $P S M$ を再受信する。更に、無線ネットワーク 1 0 0 を構成する各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ は、自己が搭載された車両の速度に応じて送信周期 $N T$ を調整し、その調整した送信周期 $N T$ で位置情報を送信する。

【 0 1 4 6 】

従って、この発明によれば、各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ は、位置情報を効率的、かつ、正確に交換できる。

【 0 1 4 7 】

各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ は、上述した方法によって隣接する無線装置との間で位置情報を効率的に交換し、自己が搭載された車両の周辺に存在する車両の位置情報を取得する。

【 0 1 4 8 】

そして、各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ の制御手段 2 2 3 は、その取得した位置情報に基づいて、自己が搭載された車両 C_{self} と、車両 C_{self} の直前または直後を走行している車両 $C_{Front, Back}$ との距離 L を演算し、その演算した距離 L が安全距離を下回るか否かを判定し、距離 L が安全距離を下回るとき、指示信号 $I N S T 4$ を生成して情報生成手段 2 2 4 へ出力する。

【 0 1 4 9 】

各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ の情報生成手段 2 2 4 は、制御手段 2 2 3 から受けた指示信号 $I N S T 4$ に応じて、危険予報メッセージを生成し、その生成した危険予報メッセージを車両 $C_{Front, Back}$ に搭載された無線装置 $M_{Front, Back}$ へ送信する。

【 0 1 5 0 】

無線装置 $M_{Front, Back}$ の制御手段 2 2 3 は、各無線装置 $M 1 \sim M 3 0$ から危険予報メッセージを受信すると、ブレーキ信号を生成して減速装置へ出力する。そして、減速装置は、ブレーキ信号に応じて減速する。

【 0 1 5 1 】

図 1 6 は、隣接する無線装置間で位置情報を送受信する動作を説明するためのフローチャートである。なお、図 1 6 においては、無線装置 $M 2$ が位置情報の送信元であり、無線装置 $M 1$ が位置情報の送信先である場合について、隣接する無線装置間で位置情報を送受信する動作を説明する。また、図 1 6 に示すフローチャートは、送信周期 $N T$ に等しい時間帯（例えば、タイミング $t 1$ からタイミング $t 5$ までの時間帯）における位置情報の送受信動作を説明するためのフローチャートである。

【 0 1 5 2 】

10

20

30

40

50

一連の動作が開始されると、無線装置M2は、 $n = 1$ を設定する(ステップS1)。そして、無線装置M2は、GPS受信機3およびINS装置4によって自己が搭載された車両C2の位置情報 $P_{self\ n}$ ($= \langle P_{M2}, V_{M2}, M2, T_n \rangle$)をタイミング T_n で取得し、その取得した位置情報 $P_{self\ n}$ を位置情報テーブルTBL-M2に登録するとともに、位置情報 $P_{self\ n}$ を含む位置情報メッセージPSM-nを生成して送信する(ステップS2)。

【0153】

そして、無線装置M1は、位置情報メッセージPSM-nを無線装置M2から受信し、その受信した位置情報メッセージPSM-nによって位置情報テーブルTBL-M1を更新する(ステップS3)。

10

【0154】

その後、無線装置M1は、タイマー期間($= (N + 0.5)T$)を設定する(ステップS4)。

【0155】

そして、無線装置M2は、タイミングが T_{n+k} になったか否かを判定し(ステップS5)、タイミングが T_{n+k} になると、GPS受信機3およびINS装置4によって自己が搭載された車両C2の位置情報 $P_{self\ n+k}$ ($= \langle P_{M2}, V_{M2}, M2, T_{n+k} \rangle$)をタイミング T_{n+k} で取得する(ステップS6)。

【0156】

その後、無線装置M2は、位置情報 $P_{self\ n}$ に基づいて、タイミング T_{n+k} における車両C2の位置を上述した方法によって予測し、その予測した位置 P_{M2_p} と、位置情報 $P_{self\ n+k}$ に含まれる位置 P_{M2} との誤差 PS を演算する(ステップS7)。

20

【0157】

そして、無線装置M2は、誤差 PS が閾値($= 0.1VT$)よりも大きいか否かを判定する(ステップS8)。

【0158】

ステップS8において、誤差 PS が閾値($= 0.1VT$)よりも大きいと判定されたとき、無線装置M2は、タイミング T_{n+k} において取得した位置情報 $P_{self\ n+k}$ によって位置情報テーブルTBL-M2を更新するとともに、位置情報 $P_{self\ n+k}$ を含む位置情報メッセージPSM-n+kを上述した方法によって生成し、その生成した位置情報メッセージPSM-n+kを送信する(ステップS9)。

30

【0159】

そして、無線装置M1は、無線装置M2から送信された位置情報メッセージPSM-n+kを受信し、その受信した位置情報メッセージPSM-n+kによって位置情報テーブルTBL-M1を更新する(ステップS10)。

【0160】

一方、ステップS8において、誤差 PS が閾値($= 0.1VT$)以下であると判定されたとき、無線装置M2は、位置情報 $P_{self\ n+k}$ の送信を停止する(ステップS11)。

40

【0161】

ステップS10またはステップS11の後、無線装置M2は、タイミング T_1 から NT だけ経過したか否かを判定し(ステップS12)、タイミング T_1 から NT だけ経過していないとき、 $n = n + 1$ を設定する(ステップS13)。その後、一連の動作は、ステップS5へ移行する。そして、ステップS12において、タイミング T_1 から NT だけ経過したと判定されるまで、上述したステップS5~ステップS13が繰り返し実行される。

【0162】

そして、ステップS12において、タイミング T_1 から NT だけ経過したと判定されると、無線装置M2は、GPS受信機3およびINS装置4によって、自己が搭載された車両C2のタイミング $T_1 + NT$ における位置を示す位置情報 $P_{self\ 1 + NT}$ を取得し

50

、その取得した位置情報 $P_{self} 1 + NT$ を含む位置情報メッセージ $PSM - 1 + NT$ を生成して送信する（ステップ $S 14$ ）。

【0163】

その後、無線装置 $M 1$ は、タイマー期間（ $= (N + 0.5) T$ ）内に位置情報を受信したか否かを判定し（ステップ $S 15$ ）、タイマー期間（ $= (N + 0.5) T$ ）内に位置情報を受信していないと判定したとき、位置情報の送信要求メッセージ ARQ を生成し、その生成した送信要求メッセージ ARQ を無線装置 $M 2$ へ送信する（ステップ $S 16$ ）。

【0164】

そうすると、無線装置 $M 2$ は、送信要求メッセージ ARQ を無線装置 $M 2$ から受信し、その受信した送信要求メッセージ ARQ に応じて、位置情報メッセージ $PSM - 1 + NT$ を再送信する（ステップ $S 17$ ）。

10

【0165】

ステップ $S 15$ において、タイマー期間（ $= (N + 0.5) T$ ）内に位置情報を受信したと判定されたとき、またはステップ $S 17$ の後、無線装置 $M 1$ は、位置情報メッセージ $PSM - 1 + NT$ によって位置情報テーブル $TBL - M 1$ を更新する（ステップ $S 18$ ）。これによって、一連の動作が終了する。

【0166】

無線装置 $M 2$ は、上述したステップ $S 1, S 2, S 5, S 6 \sim S 9, S 11 \sim S 14, S 17$ を繰り返し実行して、自己が搭載された車両 $C 2$ の位置情報 $\langle P_{M 2}, V_{M 2}, M 2, T_n \rangle$ を送信周期 T 以上で送信するとともに位置情報テーブル $TBL - M 2$ を作成および更新し、無線装置 $M 1$ は、上述したステップ $S 3, S 4, S 10, S 15, S 16, S 18$ を繰り返し実行して、車両 $C 2$ の位置情報 $\langle P_{M 2}, V_{M 2}, M 2, T_n \rangle$ を無線装置 $M 2$ から周期 T 以上で受信するとともに、その受信した位置情報 $\langle P_{M 2}, V_{M 2}, M 2, T_n \rangle$ によって位置情報テーブル $TBL - M 1$ を更新する。

20

【0167】

無線装置 $M 1, M 2$ は、図 16 に示すフローチャートを実行することによって、位置情報 $\langle P_{M 2}, V_{M 2}, M 2, T_n \rangle$ を $Hello$ メッセージの送信周期 T 以上で送受信する。従って、位置情報を $Hello$ メッセージに含めて交換する場合よりも位置情報を効率的に交換できる。

【0168】

また、図 16 に示すフローチャートが実行されることによって、無線装置 $M 2$ は、誤差 PS が車両の速度 V によって決定された閾値（ $= 0.1 V \times T$ ）よりも大きいか否かを判定し（ステップ $S 8$ 参照）、誤差 PS が閾値（ $= 0.1 V \times T$ ）以下であるとき、無線装置 $M 2$ は、位置情報を送信しない（ステップ $S 11$ 参照）。この場合、無線装置 $M 1, M 2$ は、タイミング T_n における位置情報 $P_{self n}$ に基づいて、車両 $C 2$ のタイミング $T_n + k$ における位置を予測し、その予測した位置をタイミング $T_n + k$ における車両 $C 2$ の位置とする。従って、無線装置 $M 1, M 2$ は、位置情報を交換しなくても、実際の位置 $P_{M 2}$ に近い位置を予測位置 $P_{M 2_p}$ として取得できる。その結果、無線装置 $M 2$ に隣接する無線装置 $M 1$ は、精度の高い車両 $C 2$ の位置を取得できる。

30

【0169】

図 17 は、隣接する無線装置間で位置情報を送受信する他の動作を説明するためのフローチャートである。なお、図 17 においても、無線装置 $M 2$ が位置情報の送信元であり、無線装置 $M 1$ が位置情報の送信先である場合について、隣接する無線装置間で位置情報を送受信する動作を説明する。

40

【0170】

一連の動作が開始されると、無線装置 $M 2$ は、位置情報テーブル $TBL - M 2$ に格納された車両 $C 2$ の速度 $V_{M 2}$ が基準速度を下回るか否かを判定する（ステップ $S 21$ ）。

【0171】

ステップ $S 21$ において、速度 $V_{M 2}$ が基準速度を下回ると判定されたとき、無線装置 $M 2$ は、送信周期を $2NT$ に調整する（ステップ $S 22$ ）。

50

【0172】

一方、ステップS21において、速度 V_{M2} が基準速度以上であると判定されたとき、無線装置M2は、送信周期を NT (=元の送信周期)に調整する(ステップS23)。

【0173】

そして、ステップS22またはステップS23の後、上述した図16に示すフローチャートに従って、位置情報が無線装置M2から無線装置M1へ送信される(ステップS24)。その後、一連の動作は、終了する。

【0174】

なお、図17において、ステップS24がステップS22の後に実行される場合、図16に示すフローチャートのステップS12において、タイミング $T1$ から $2NT$ だけ経過したか否かが判定される。

10

【0175】

無線装置M2は、上述したステップS1, S2, S5, S6~S9, S11~S14, S17, S21~S23を繰り返し実行して、自己が搭載された車両C2の位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, Tn \rangle$ を車両C2の速度に応じて調整した送信周期($2NT$ または NT)で送信するとともに位置情報テーブル $TBL-M2$ を作成および更新し、無線装置M1は、上述したステップS3, S4, S10, S15, S16, S18を繰り返し実行して、車両C2の位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, Tn \rangle$ を無線装置M2から周期 $2NT$ または周期 NT で受信し、その受信した位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, Tn \rangle$ に基づいて、位置情報テーブル $TBL-M1$ を更新する。

20

【0176】

無線装置M1, M2は、図17に示すフローチャートを実行することによって、送信元の無線装置M2が搭載された車両C2の速度に応じた送信周期 NT または $2NT$ で位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, Tn \rangle$ を送受信する。従って、送信周期を自動的に調整して位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, Tn \rangle$ を送受信できる。その結果、車両が渋滞隊列中または交差点等の相対的に車両が多い地点に存在していても、通信量をチャネル容量以下に設定して位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, Tn \rangle$ を送受信できる。また、送信周期を自動的に調整することは、位置情報のオーバーヘッドを自動的に調整することになるので、オーバーヘッドを制御して位置情報 $\langle P_{M2}, V_{M2}, M2, Tn \rangle$ を送受信できる。

30

【0177】

図17に示すフローチャートが実行される場合、無線装置M1は、無線装置M2から車両C2の位置情報とともに、その位置情報の送信間隔($=2NT$ または NT)を受信する。従って、無線装置M1は、その受信した送信間隔($=2NT$ または NT)に基づいて送信間隔($=2NT$ または NT)よりも長いタイマー期間($=ARQ$ タイマー)を設定する。

【0178】

無線装置M1, M2以外の無線装置M3~M30も、上述した図16および図17のいずれかに示すフローチャートに従って、自己が搭載された車両 C_{self} の位置情報および車両 C_{self} に隣接する車両 $C_{neighbor}$ の位置情報を取得する。

40

【0179】

図18は、この発明による自動車を示す斜視図である。この発明においては、車両C1~C30の各々は、図18に示す自動車200からなる。自動車200は、本体部210と、無線装置220と、減速装置230とを備える。

【0180】

無線装置220および減速装置230は、本体部210に搭載される。そして、無線装置220は、上述した無線装置M1~M30からなり、図16および図17のいずれかに示すフローチャートに従って自動車200の位置情報と、自動車200に隣接する自動車の位置情報とを取得して位置情報テーブル TBL を作成する。

【0181】

50

そして、無線装置 220 は、その作成した位置情報テーブル T B L に基づいて、自動車 200 と、自動車 200 に隣接する自動車との距離 L を演算し、その演算した距離 L が安全距離を下回るか否かを判定する。

【0182】

無線装置 220 は、距離 L が安全距離を下回ると判定したとき、自動車 200 に隣接する自動車が自動車 200 の直前を走行している車であるか否かを判定する。

【0183】

そして、無線装置 220 は、自動車 200 に隣接する自動車が自動車 200 の直前を走行している車である場合、ブレーキ信号を生成して減速装置 230 へ出力する。

【0184】

一方、自動車 200 に隣接する自動車が自動車 200 の直後を走行している車である場合、無線装置 220 は、危険予報メッセージを生成して送信する。

【0185】

また、無線装置 220 は、他の無線装置から危険予報メッセージを受信すると、ブレーキ信号を生成して減速装置 230 へ出力する。

【0186】

減速装置 230 は、無線装置 220 からブレーキ信号を受信すると、自動車 200 の速度を減速する。

【0187】

図 19 は、位置情報を用いた車両の安全制御を説明するためのフローチャートである。なお、図 19 に示すフローチャートは、位置情報の送信元における車両の安全制御を説明するためのフローチャートである。

【0188】

上述した図 16 および図 17 のいずれかに示すフローチャートに従って、各無線装置 M1 ~ M30 は、自己が搭載された車両 C_{self} の位置情報および車両 C_{self} に隣接する車両 C_{neighbor} の位置情報を取得し、位置情報テーブル T B L に登録している。

【0189】

そして、各無線装置 M1 ~ M30 は、位置情報を送信したか否かを判定する（ステップ S31）。

【0190】

ステップ S31 において、位置情報を送信したと判定されたとき、各無線装置 M1 ~ M30 は、自己が保持している位置情報テーブル T B L に基づいて、自己が搭載された車両 C_{self} と、車両 C_{self} に隣接する車両 C_{neighbor} との距離 L を演算する（ステップ S32）。

【0191】

一方、ステップ S31 において、位置情報を送信しなかったと判定されたとき、各無線装置 M1 ~ M30 は、タイミング T_{n-k} における位置情報を用いてタイミング T_n における車両 C_{self} の位置を予測し（ステップ S33）、その予測した位置と、位置情報テーブル T B L とに基づいて、自己が搭載された車両 C_{self} と、車両 C_{self} に隣接する車両 C_{neighbor} との距離 L を演算する（ステップ S34）。

【0192】

そして、ステップ S32 またはステップ S34 の後、各無線装置 M1 ~ M30 は、その演算した距離 L が安全距離を下回るか否かを判定する（ステップ S35）。

【0193】

ステップ S35 において、距離 L が安全距離を下回らないと判定されたとき、一連の動作は、ステップ S31 へ戻り、上述したステップ S31 ~ S35 が繰り返し実行される。

【0194】

そして、ステップ S35 において、距離 L が安全距離を下回ると判定されたとき、各無線装置 M1 ~ M30 は、車両 C_{neighbor} が車両 C_{self} の前車であるか否かを

10

20

30

40

50

更に判定する（ステップS36）。

【0195】

ステップS36において、車両 $C_{neighbor}$ が車両 C_{self} の前車でないと判定されたとき（即ち、車両 $C_{neighbor}$ が車両 C_{self} の後続車であると判定されたとき）、各無線装置M1～M30は、危険予報メッセージを生成し、その生成した危険予報メッセージを車両 $C_{neighbor}$ に搭載された無線装置へ送信する（ステップS37）。

【0196】

一方、ステップS36において、車両 $C_{neighbor}$ が車両 C_{self} の前車であると判定されたとき、各無線装置M1～M30は、自己が搭載された車両 C_{self} の減速装置230へブレーキ信号を出力する（ステップS38）。

10

【0197】

そして、ステップS37またはステップS38の後、一連の動作は終了する。

【0198】

図20は、位置情報を用いた車両の他の安全制御を説明するためのフローチャートである。なお、図20に示すフローチャートは、位置情報の送信先における車両の安全制御を説明するためのフローチャートである。

【0199】

図20に示すフローチャートは、図19に示すフローチャートのステップS31, S33, S34をそれぞれステップS31A, S33A, S34Aに代えたものであり、その他は、図19に示すフローチャートと同じである。

20

【0200】

一連の動作が開始されると、各無線装置M1～M30は、位置情報を受信したか否かを判定する（ステップS31A）。

【0201】

ステップS31Aにおいて、位置情報を受信したと判定されたとき、上述したステップS32が実行される。

【0202】

一方、ステップS31Aにおいて、位置情報を受信しなかったと判定されたとき、各無線装置M1～M30は、タイミング $T_n - k$ における位置情報を用いてタイミング T_n における車両 $C_{neighbor}$ の位置を予測し（ステップS33A）、その予測した位置と、位置情報テーブルTBLとに基づいて、自己が搭載された車両 C_{self} と、車両 C_{self} に隣接する車両 $C_{neighbor}$ との距離 L を演算する（ステップS34A）。

30

【0203】

そして、ステップS32またはステップS34Aの後、一連の動作は、上述したステップS35へ移行し、ステップS35～ステップS38が実行される。これにより、一連の動作は、終了する。

【0204】

なお、上記においては、無線装置M2は、車両C2の速度 V_{M2} が基準速度を下回るとき、位置情報の送信周期を $2NT$ に調整し、車両C2の速度 V_{M2} が基準速度以上であるとき、位置情報の送信周期を元の送信周期 NT に調整すると説明したが、この発明においては、これに限らず、各無線装置M1～M30は、自己が搭載された車両C1～C30の速度 V が基準速度を下回れば、位置情報の送信周期を相対的に長い送信周期に調整し、自己が搭載された車両C1～C30の速度 V が基準速度以上であれば、位置情報の送信周期を相対的に短い送信周期に調整すればよい。

40

【0205】

また、上記においては、無線装置M1～M30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M1～M30は、自動二輪車に搭載されていてもよく、一般的には、移動体に搭載されていればよい。

50

【 0 2 0 6 】

この発明においては、位置情報メッセージ P S M に含まれる送信間隔は、送信周期を調整するための「調整パラメータ」を構成する。

【 0 2 0 7 】

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 0 8 】

この発明は、各無線装置が周辺端末と位置情報を効率的に交換可能な無線ネットワークに適用される。また、この発明は、オーバーヘッドを制御し、かつ、精度の高い位置情報を交換可能な無線ネットワークに適用される。更に、この発明は、各無線装置が周辺端末と位置情報を効率的に交換可能な無線ネットワークに用いられる無線装置に適用される。更に、この発明は、オーバーヘッドを制御し、かつ、精度の高い位置情報を交換可能な無線ネットワークに用いられる無線装置に適用される。更に、この発明は、各無線装置が周辺端末と位置情報を効率的に交換可能な無線ネットワークに用いられる無線装置を備えた移動体に適用される。更に、この発明は、オーバーヘッドを制御し、かつ、精度の高い位置情報を交換可能な無線ネットワークに用いられる無線装置を備えた移動体に適用される。

【図面の簡単な説明】

【 0 2 0 9 】

【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 に示す無線装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 3】図 2 に示す I P モジュールの機能ブロック図である。

【図 4】図 3 に示す記憶手段が格納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。

【図 6】位置情報メッセージの送信方法を説明するための図である。

【図 7】位置情報テーブルの例を示す図である。

【図 8】位置情報メッセージの例を示す図である。

【図 9】位置情報テーブルの他の例を示す図である。

【図 10】位置情報テーブルの更に他の例を示す図である。

【図 11】位置情報メッセージの他の例を示す図である。

【図 12】位置情報メッセージの送信方法を詳細に説明するための図である。

【図 13】位置情報メッセージの更に他の例を示す図である。

【図 14】位置情報テーブルの更に他の例を示す図である。

【図 15】位置情報テーブルの更に他の例を示す図である。

【図 16】隣接する無線装置間で位置情報を送受信する動作を説明するためのフローチャートである。

【図 17】隣接する無線装置間で位置情報を送受信する他の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 18】この発明による自動車を示す斜視図である。

【図 19】位置情報を用いた車両の安全制御を説明するためのフローチャートである。

【図 20】位置情報を用いた車両の他の安全制御を説明するためのフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 2 1 0 】

1 アンテナ、2 通信制御部、3 G P S 受信機、4 I N S 装置、21 無線インターフェースモジュール、22 I P モジュール、23 G P S モジュール、24 I N S モジュール、100 無線ネットワーク、221 記憶手段、222 演算手段、22

10

20

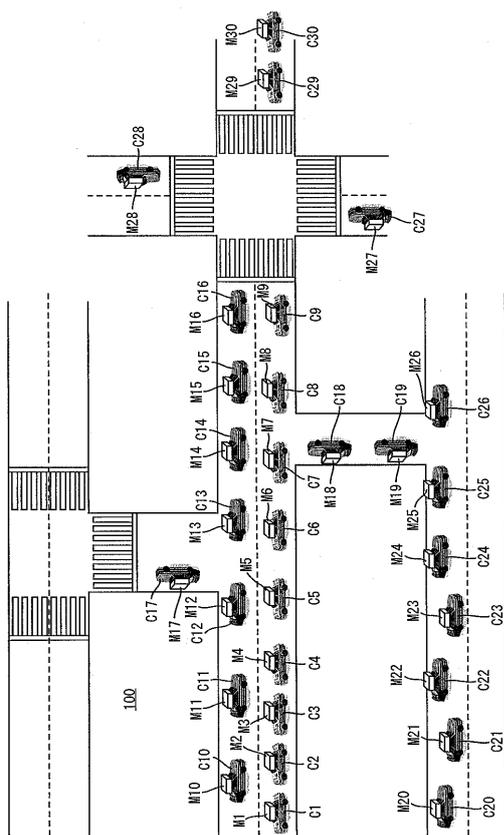
30

40

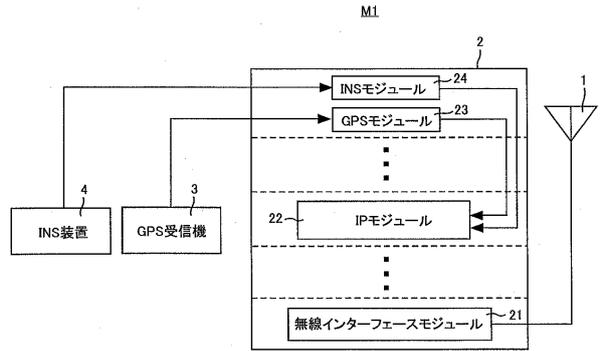
50

3 制御手段、224 情報生成手段、200 自動車、210 本体部、220, M1 ~ M30 無線装置、230 減速装置、C1 ~ C30 車両。

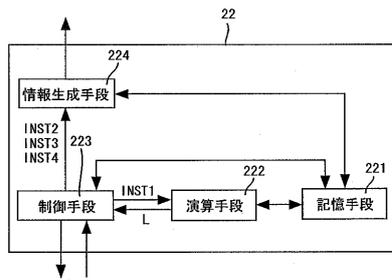
【図1】



【図2】



【図3】

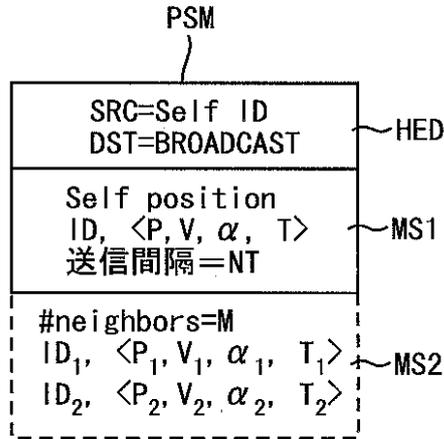


【図4】

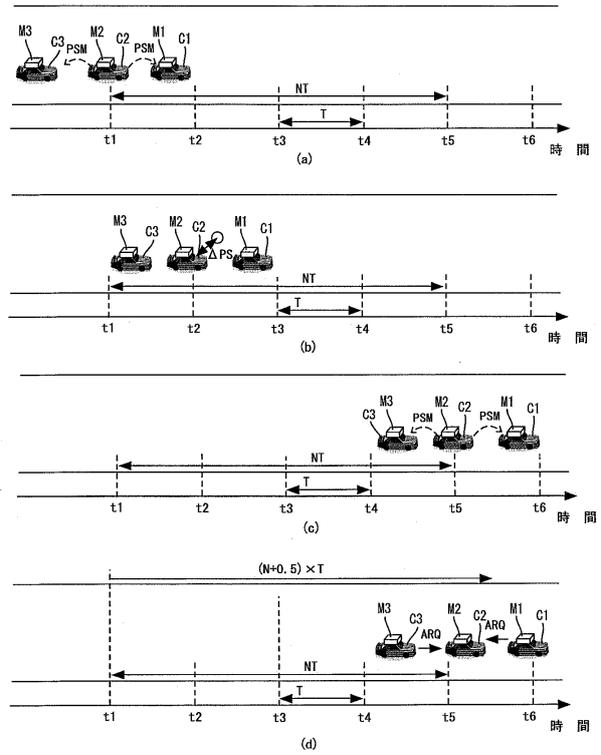
TBL

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID ₁	$\langle P_1, V_1, \alpha_1, T_1 \rangle$	ID _{x1}	YES/NO	YES/NO
ID ₂	$\langle P_2, V_2, \alpha_2, T_2 \rangle$	ID _{x2}	YES/NO	YES/NO
ID ₃	$\langle P_3, V_3, \alpha_3, T_3 \rangle$	ID _{x3}	YES/NO	YES/NO
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

【図5】



【図6】



【図7】

TBL-M1-1

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M1}	$\langle P_{M1}, V_{M1}, \alpha_{M1}, T_1 \rangle$	-----	NO	NO

(a)

TBL-M2-1

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_1 \rangle$	-----	NO	NO

(b)

TBL-M3-1

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M3}	$\langle P_{M3}, V_{M3}, \alpha_{M3}, T_1 \rangle$	-----	NO	NO

(c)

【図9】

TBL-M1-2

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M1}	$\langle P_{M1}, V_{M1}, \alpha_{M1}, T_1 \rangle$	-----	NO	NO
ID _{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_1 \rangle$	ID _{M2}	NO	YES

(a)

TBL-M2-2

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_1 \rangle$	-----	YES	NO

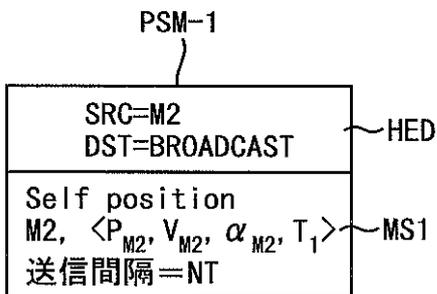
(b)

TBL-M3-2

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M3}	$\langle P_{M3}, V_{M3}, \alpha_{M3}, T_1 \rangle$	-----	NO	NO
ID _{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_1 \rangle$	ID _{M2}	NO	YES

(c)

【図8】



【図10】

TBL-M1-3

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M1}	$\langle P_{M1}, V_{M1}, \alpha_{M1}, T_1 \rangle$	-----	NO	NO
ID _{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_2 \rangle$	ID _{M2}	NO	YES

(a)

TBL-M2-3

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_2 \rangle$	-----	YES	NO

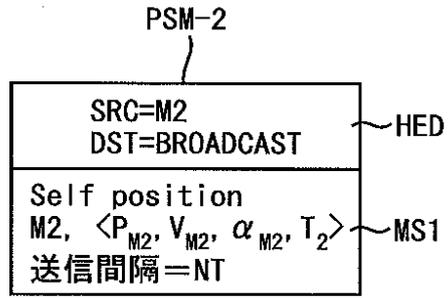
(b)

TBL-M3-3

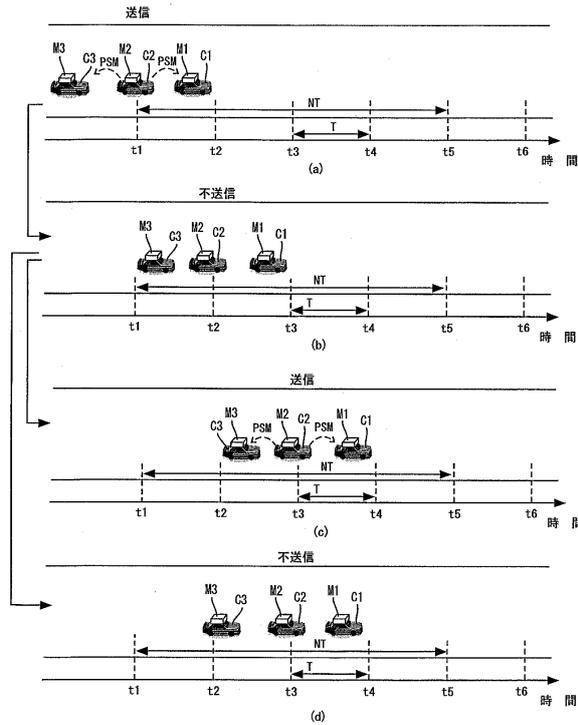
端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M3}	$\langle P_{M3}, V_{M3}, \alpha_{M3}, T_1 \rangle$	-----	NO	NO
ID _{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_2 \rangle$	ID _{M2}	NO	YES

(c)

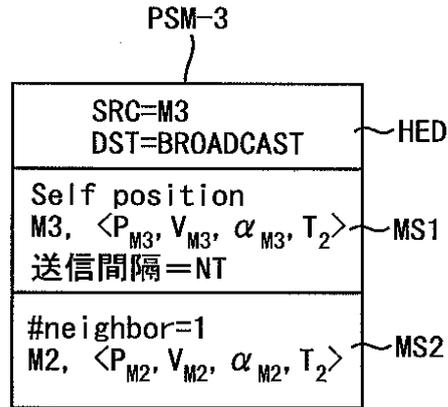
【図11】



【図12】



【図13】



【図14】

TBL-M3-5

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID _{M3}	$\langle P_{M3}, V_{M3}, \alpha_{M3}, T_2 \rangle$	-----	YES	NO
ID _{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_2 \rangle$	ID _{M2}	YES	YES

【図15】

TBL-M4-1

端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID_{M4}	$\langle P_{M4}, V_{M4}, \alpha_{M4}, T_2 \rangle$	-----	NO	NO

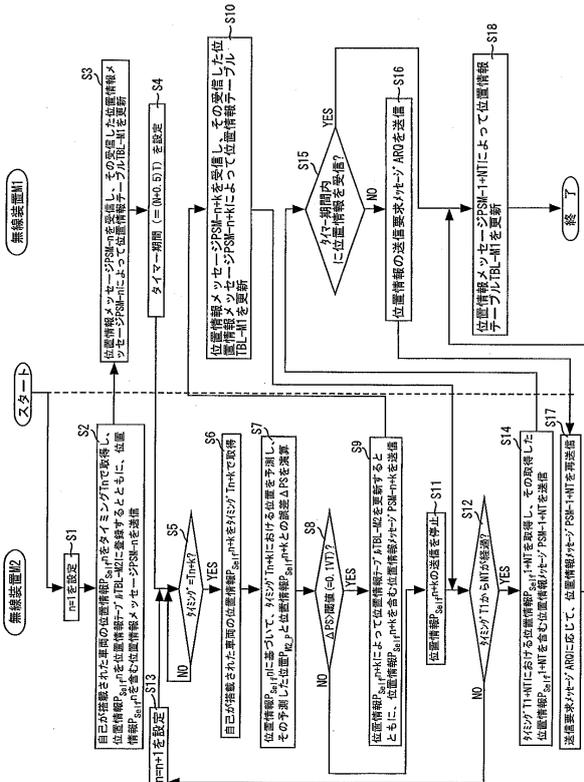
(a)

TBL-M4-2

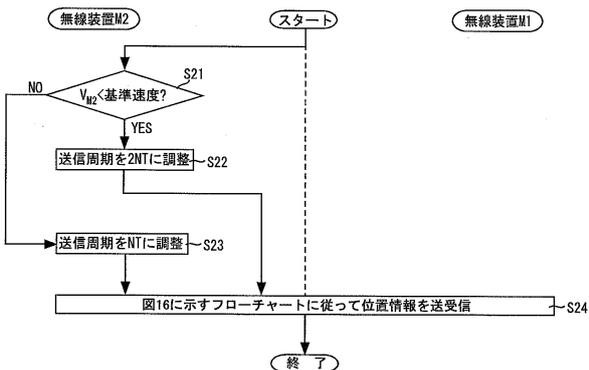
端末番号	端末位置情報	送信端末番号	送信済み	周辺端末
ID_{M4}	$\langle P_{M4}, V_{M4}, \alpha_{M4}, T_2 \rangle$	-----	NO	NO
ID_{M3}	$\langle P_{M3}, V_{M3}, \alpha_{M3}, T_2 \rangle$	ID_{M3}	NO	YES
ID_{M2}	$\langle P_{M2}, V_{M2}, \alpha_{M2}, T_2 \rangle$	ID_{M3}	NO	NO

(b)

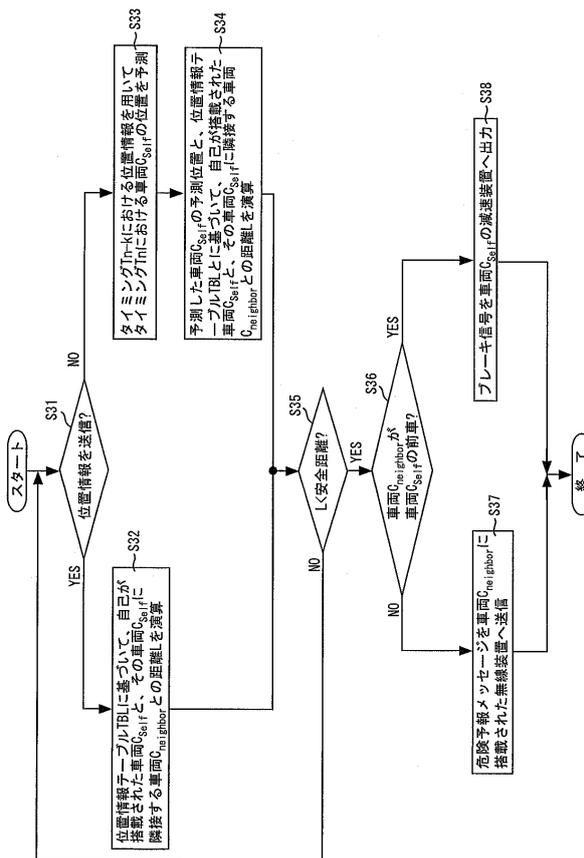
【図16】



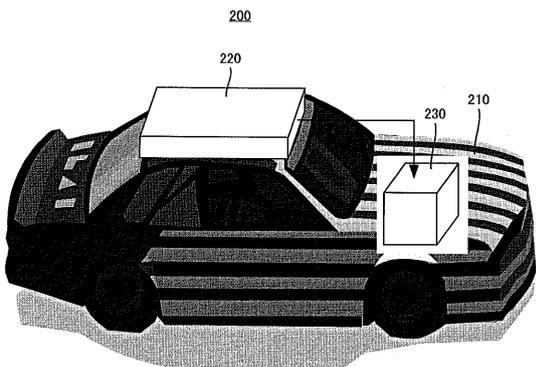
【図17】



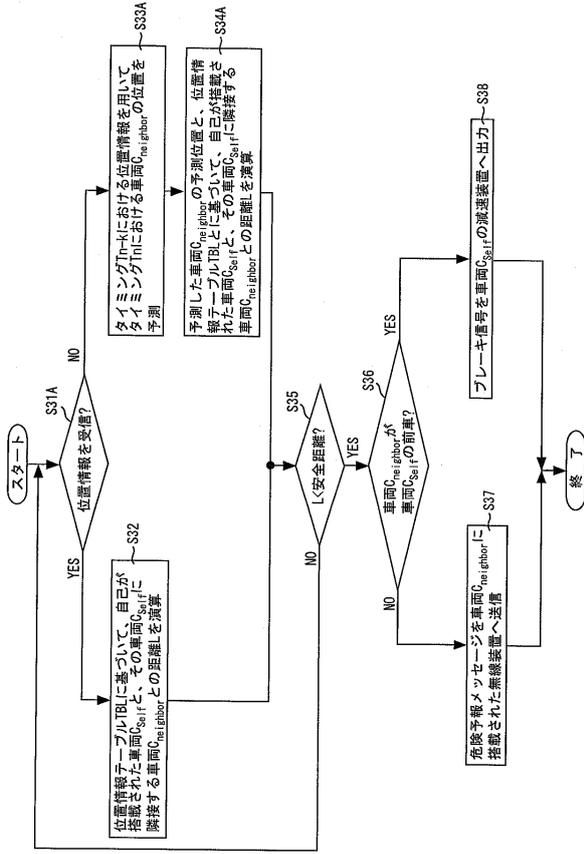
【図19】



【図18】



【図20】



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 齋藤 浩兵

- (56)参考文献 特開2002-297204(JP,A)
特開2005-309513(JP,A)
特開2005-084790(JP,A)
国際公開第2006/114838(WO,A1)
特開2000-090395(JP,A)
特開2000-090396(JP,A)
特開2004-062874(JP,A)
特開2004-326149(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04W	4/04
G08G	1/09
G08G	1/16
H04W	64/00
H04W	84/18