

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-169974

(P2016-169974A)

(43) 公開日 平成28年9月23日(2016.9.23)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
GO1S	19/46 (2010.01)	GO1S 19/46	2F129
GO1C	21/28 (2006.01)	GO1C 21/28	5H181
GO1C	21/26 (2006.01)	GO1C 21/26 P	5J062
GO8G	1/005 (2006.01)	GO8G 1/005	5K067
HO4W	4/02 (2009.01)	HO4W 4/02	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2015-48549 (P2015-48549)  
 (22) 出願日 平成27年3月11日 (2015.3.11)

特許法第30条第2項適用申請有り (1) 「歩行者事故削減のためのGPSと車両からの情報を用いた歩行者位置精度向上の提案」平成26年度 国立大学法人電気通信大学 情報・通信工学科 コンピュータサイエンスコース 卒研計画発表会 平成26年10月3日発表

(71) 出願人 504133110  
 国立大学法人電気通信大学  
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1  
 (74) 代理人 100121131  
 弁理士 西川 孝  
 (74) 代理人 100082131  
 弁理士 稲本 義雄  
 (72) 発明者 湯 素華  
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内  
 (72) 発明者 小花 貞夫  
 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

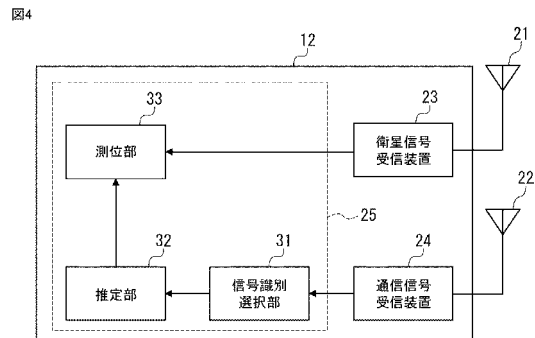
(54) 【発明の名称】 位置測定装置、位置測定方法、プログラム、および位置測定システム

(57) 【要約】

【課題】 移動体の測位精度のさらなる向上を図る。

【解決手段】 位置測定装置は、衛星から送信される測位信号を受信して、測位信号を送信した衛星の位置および距離を計測する衛星信号受信部と、車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号を受信する通信信号受信部と、通信信号を受信した際の信号強度に応じて、位置情報メッセージを送信した車両との距離を推定する推定部と、衛星信号受信部により計測された衛星の位置および距離、位置情報メッセージに含まれる車両の位置、並びに、推定部により推定された車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置を測定する測位部とを備える。本技術は、例えば、衛星、車両、および位置測定装置からなる位置測定システムに適用できる。

【選択図】 図4



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

衛星から送信される、位置の測定に利用するための測位信号を受信して、前記測位信号を送信した前記衛星の位置および距離を計測する衛星信号受信部と、

車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号を受信する通信信号受信部と、

前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記位置情報メッセージを送信した前記車両との距離を推定する推定部と、

前記衛星信号受信部により計測された前記衛星の位置および距離、前記位置情報メッセージに含まれる前記車両の位置、並びに、前記推定部により推定された前記車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置を測定する測位部と

を備える位置測定装置。

10

**【請求項 2】**

前記通信信号受信部は、無線通信を行う無線機から送信される、前記無線機自身を識別する識別情報を少なくとも含むビーコンメッセージの送信に用いられる通信信号を受信し、ネットワークを介して接続されるサーバ装置のデータベースから、前記識別情報により識別される前記無線機の位置を取得し、

前記推定部は、前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記ビーコンメッセージを送信した前記無線機との距離を推定し、

前記測位部は、前記通信信号受信部により取得された前記無線機の位置、および、前記推定部により推定された前記無線機との距離をさらに用いて、前記位置測定装置自身の位置を測定する

請求項 1 に記載の位置測定装置。

20

**【請求項 3】**

前記通信信号受信部が受信した前記通信信号に直接波成分が含まれているか否かを識別し、直接波成分が含まれている前記通信信号を選択する信号識別選択部

をさらに備え、

前記推定部は、前記距離の推定に、前記信号識別選択部により選択された前記通信信号のみを用いる

請求項 1 または 2 に記載の位置測定装置。

30

**【請求項 4】**

前記位置情報メッセージには、前記位置情報メッセージを送信した前記車両の速度、前記車両の位置を測位した測位時刻がさらに含まれており、

前記推定部は、前記車両の位置、速度、および測位時刻と、前記位置情報メッセージを受信した受信時刻とに基づいて、前記位置情報メッセージを受信した時点での前記車両の位置を推定し、

前記測位部は、前記位置測定装置自身の位置の測定に、前記位置情報メッセージに含まれている前記車両の位置に替えて、前記推定部により推定された前記車両の位置を用いる

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の位置測定装置。

40

**【請求項 5】**

前記測位部は、前記衛星の距離を計測する際の計測誤差、および、前記車両の距離を推定する際の距離推定誤差を推測し、前記計測誤差および前記距離推定誤差の分散値に従って重み付けを行って、前記位置測定装置の位置を測定する

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の位置測定装置。

**【請求項 6】**

衛星から送信される、位置の測定に利用するための測位信号を受信して、前記測位信号を送信した前記衛星の位置および距離を計測し、

車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号を受信し、

前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記位置情報メッセージを送信した前

50

記車両との距離を推定し、

前記衛星の位置および距離、前記位置情報メッセージに含まれる前記車両の位置、並びに、前記車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置を測定する

ステップを含む位置測定装置の位置測定方法。

【請求項 7】

衛星から送信される、位置の測定に利用するための測位信号を受信して、前記測位信号を送信した前記衛星の位置および距離を計測し、

車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号を受信し、

前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記位置情報メッセージを送信した前記車両との距離を推定し、

前記衛星の位置および距離、前記位置情報メッセージに含まれる前記車両の位置、並びに、前記車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置を測定する

ステップを含む処理を位置測定装置のコンピュータに実行させるプログラム。

【請求項 8】

衛星、車両、および位置測定装置を備えて構成される位置測定システムにおいて、

前記衛星は、位置の測定に利用するための測位信号を送信し、

前記車両は、前記車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージを送信し、

前記位置測定装置は、

前記衛星から送信される、位置の測定に利用するための測位信号を受信して、前記測位信号を送信した前記衛星の位置および距離を計測し、

前記車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号を受信し、

前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記位置情報メッセージを送信した前記車両との距離を推定し、

前記衛星の位置および距離、前記位置情報メッセージに含まれる前記車両の位置、並びに、前記車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置を測定する

位置測定システム。

【請求項 9】

前記位置測定システムは、無線機およびサーバ装置をさらに備えて構成され、

前記無線機は、前記無線機自身を識別する識別情報を少なくとも含むビーコンメッセージを送信し、

前記サーバ装置は、前記位置測定装置からの要求に応じて、あらかじめデータベースに登録されている前記無線機の位置を送信し、

前記位置測定装置は、

前記無線機から送信される、前記無線機自身を識別する識別情報を少なくとも含むビーコンメッセージの送信に用いられる通信信号を受信し、ネットワークを介して接続される前記サーバ装置のデータベースから、前記識別情報により識別される前記無線機の位置を取得し、

前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記ビーコンメッセージを送信した前記無線機との距離を推定し、

前記無線機の位置、および、前記無線機との距離をさらに用いて、前記位置測定装置自身の位置を測定する

請求項 8 に記載の位置測定システム。

【請求項 10】

前記車両は、前記無線機から送信される前記ビーコンメッセージの送信に用いられる通信信号を受信し、前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記ビーコンメッセージを送信した前記無線機との距離を推定し、前記無線機の識別情報、前記無線機との距離、および前記車両自身の位置を含む計測メッセージを、ネットワークを介して接続される前記サーバ装置に送信し、

10

20

30

40

50

前記サーバ装置は、前記車両から送信されてくる前記計測メッセージに基づいて、前記無線機の位置を推定して、前記無線機の識別情報に対応付けて前記データベースに登録する

請求項 8 または 9 に記載の位置測定システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、位置測定装置、位置測定方法、プログラム、および位置測定システムに関し、特に、移動体の測位精度のさらなる向上を図ることができるようにした位置測定装置、位置測定方法、プログラム、および位置測定システムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来より、交通事故における死亡者数については歩行者が最も多いことが報告されており、歩行者の交通事故を防ぐために、レーダやカメラなどを搭載した車両により歩行者を検知することが行われている。しかしながら、見通しの効かない場所では、歩行者の検知に対応することが困難であった。これに対し、交通事故から歩行者を守るために、例えば、歩行者および車両の間で通信（以下、適宜、歩車間通信と称する）を行うことによって、歩行者の位置情報を車両に通知し、歩行者が危険場所にいる場合、運転者に注意喚起を行うことが検討されている。

【0003】

20

近年、スマートフォンが急速に普及しており、例えば、スマートフォンが備えるGPS（Global Positioning System）モジュールなどの位置測定機能により、歩行者が屋外にいる場合、自身の位置情報を算出することができる。しかしながら、GPSモジュールは簡易なアンテナを使用している上、歩行者は路側の建物に近くて測位信号が遮蔽されやすいため、歩行者の位置を測定する測位精度は低いものであった。

【0004】

そのため、歩行者の測位精度の向上を図る研究・開発が進められており、例えば、特許文献 1 には、マルチパス波の影響を受けやすい場所であっても、簡易な構成で、移動体の絶対位置を精度高く取得することができる位置測定装置が提案されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2012 - 52905 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、上述したように歩行者の測位精度が低い状況では、歩行者の位置情報を歩車間通信により車両に通知したときに、誤って頻繁に運転者に注意喚起を行う可能性があり、注意喚起の信頼性が著しく低下する恐れがある。従って、このような可能性を回避するため、歩行者の測位精度を向上させることが求められている。

40

【0007】

本開示は、このような状況に鑑みてなされたものであり、移動体の測位精度のさらなる向上を図ることができるようにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一側面の位置測定装置は、衛星から送信される、位置の測定に利用するための測位信号を受信して、前記測位信号を送信した前記衛星の位置および距離を計測する衛星信号受信部と、車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号を受信する通信信号受信部と、前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記位置情報メッセージを送信した前記車両との距離を推定する推定部と、前記衛星信号受信

50

部により計測された前記衛星の位置および距離、前記位置情報メッセージに含まれる前記車両の位置、並びに、前記推定部により推定された前記車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置を測定する測位部とを備える。

【0009】

本開示の一側面の位置測定方法またはプログラムは、衛星から送信される、位置の測定に利用するための測位信号を受信して、前記測位信号を送信した前記衛星の位置および距離を計測し、車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号を受信し、前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記位置情報メッセージを送信した前記車両との距離を推定し、前記衛星の位置および距離、前記位置情報メッセージに含まれる前記車両の位置、並びに、前記車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置を測定するステップを含む。

10

【0010】

本開示の一側面の位置測定システムは、衛星、車両、および位置測定装置を備えて構成される位置測定システムにおいて、前記衛星は、位置の測定に利用するための測位信号を送信し、前記車両は、前記車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージを送信し、前記位置測定装置は、前記衛星から送信される、位置の測定に利用するための測位信号を受信して、前記測位信号を送信した前記衛星の位置および距離を計測し、前記車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号を受信し、前記通信信号を受信した際の信号強度に応じて、前記位置情報メッセージを送信した前記車両との距離を推定し、前記衛星の位置および距離、前記位置情報メッセージに含まれる前記車両の位置、並びに、前記車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置を測定する。

20

【0011】

本開示の一側面においては、衛星から送信される、位置の測定に利用するための測位信号が受信されて、その測位信号を送信した衛星の位置および距離が計測され、車両の位置を少なくとも含む位置情報メッセージの送信に用いられる通信信号が受信され、その通信信号を受信した際の信号強度に応じて、位置情報メッセージを送信した車両との距離が推定される。そして、衛星の位置および距離、位置情報メッセージに含まれる車両の位置、並びに、車両との距離に基づいて、位置測定装置自身の位置が測定される。

【発明の効果】

【0012】

本開示の一側面によれば、移動体の測位精度のさらなる向上を図ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】本技術を適用した位置測定システムの第1の実施の形態の構成例を示す図である。

【図2】直接波および反射波について説明する図である。

【図3】複数の経路を経由した通信信号の振幅と、その到着時間を表すチャネル状態情報を示す図である。

【図4】位置測定装置の構成例を示すブロック図である。

【図5】車両において行われる処理を説明するフローチャートである。

40

【図6】位置測定装置において行われる処理を説明するフローチャートである。

【図7】本技術を適用した位置測定システムの第2の実施の形態の構成例を示す図である。

【図8】本技術を適用した位置測定システムの第2の実施の形態の構成例を示す図である。

【図9】アクセスポイントにおいて行われる処理を説明するフローチャートである。

【図10】車両において行われる処理を説明するフローチャートである。

【図11】サーバ装置において行われる処理を説明するフローチャートである。

【図12】位置測定装置において行われる処理を説明する第1のフローチャートである。

【図13】位置測定装置において行われる処理を説明する第2のフローチャートである。

50

【図 1 4】位置測定装置において行われる処理の変形例を説明する第 1 のフローチャートである。

【図 1 5】位置測定装置において行われる処理の変形例を説明する第 2 のフローチャートである。

【図 1 6】サーバ装置において行われる処理の変形例を説明するフローチャートである。

【図 1 7】本技術を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本技術を適用した具体的な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。

10

【0015】

図 1 は、本技術を適用した位置測定システムの第 1 の実施の形態の構成例を示す図である。

【0016】

図 1 の位置測定システム 1 1 において、歩行者により携帯される位置測定装置 1 2 は、複数個の GPS 衛星 1 3 からの測位信号を受信するのに加えて、複数台の車両 1 4 と通信を行うことで、より高精度に位置の測定を行うことができる。図 1 の例では、位置測定装置 1 2 は、4 個の GPS 衛星 1 3 - 1 乃至 1 3 - 4 からの測位信号を受信し、7 台の車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - 7 と通信を行っている。

20

【0017】

位置測定装置 1 2 は、歩行者が携帯する端末、例えば、小学生または高齢者の位置監視用の GPS 端末や、インターネット通信用のタブレット端末、スマートフォン等が備える位置情報端末の一機能として提供される。なお、位置測定装置 1 2 の詳細な構成については、図 4 を参照して後述する。

【0018】

GPS 衛星 1 3 - 1 乃至 1 3 - 4 は、位置の測定に利用するための測位信号を送信する。なお、以下適宜、GPS 衛星 1 3 - 1 乃至 1 3 - 4 それぞれを区別する必要がない場合、単に、GPS 衛星 1 3 と称する。

【0019】

30

車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - 7 は、GPS 衛星 1 3 を利用した位置測定と、ジャイロセンサや加速度センサなどの各種のセンサによる計測結果から開始場所、移動速度、および移動方向に基づいて位置を推定する演算処理 (Dead Reckoning) とを組み合わせることで測位を行う技術により、位置測定装置 1 2 よりも正確に位置情報を算出することができる。車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - 7 における位置測定機能は、車両盗難防止用の GPS 装置や車両に固定搭載または着脱可能に備え付けられるカーナビ等が備える一機能として提供される。なお、以下適宜、車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - 7 それぞれを区別する必要がない場合、単に、車両 1 4 と称する。また、図 1 では、7 台の車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - 7 を図示しているが、車両 1 4 は 1 台以上あればよく、位置測定装置 1 2 の位置測位精度を高めるには、車両 1 4 は 2 台以上であることが望ましい。

40

【0020】

このように構成される位置測定システム 1 1 において利用される車両 1 4 は、安全運転支援のために、互いの位置情報を交換するための車両 1 4 どうしの間で通信 (以下、車車間通信と称する) を行うための通信装置を固定搭載または着脱可能に備える。例えば、車両 1 4 それぞれは、車車間通信において、タイプ = 車両、車両 ID (Identification)、車両位置、測位時刻、および車両速度を含む位置情報メッセージを周期的に送信する。同様に、位置測定装置 1 2 は、タイプ = 歩行者、装置 ID、装置位置、および測位時刻を含む位置情報メッセージを周期的に送信する。このとき、位置測定装置 1 2 および車両 1 4 は、通信パケットの衝突を回避するために、ランダムバックオフ機能によって、それぞれ送信タイミングをランダムにずらして位置情報メッセージを送信する。このため、位置情

50

報メッセージは測位時点と異なるタイミングで送信されることになる。

【0021】

ここで、位置測定装置12が、ランダムな送信タイミングで送信される車両14-1乃至14-7すべてからのメッセージを、100ms以内に完全に受信すると仮定する。例えば、歩行者の速度が5 km/hである場合には、100msの間で歩ける距離は0.15m以下であることより、車両14-1乃至14-7すべてからのメッセージを受信する間、歩行者の位置は、ほぼ固定されたものとみなすことができる。

【0022】

また、位置測定装置12は、GPSモジュールを使って車両14とほぼ時間同期している。なお、位置測定装置12および車両14の同期誤差が1ms以下である場合、車両14が100km/hで走行していたとしても、同期誤差が距離の誤差に与える影響は0.03m以下である。そして、車両14の位置情報メッセージに測位時刻が含まれていることより、位置測定装置12は、受信時刻と車両14の測位時刻との差分、車両速度、および移動方向を用いて、車両14から位置情報メッセージを受信した時の車両位置を算出することができる。

10

【0023】

以上のように、位置測定システム11では、位置測定装置12は、車両14-1乃至14-7の車車間通信で送受信される位置情報メッセージを受信し、位置情報メッセージを受信した車両14-1乃至14-7の車両位置を推定する。さらに、位置測定装置12は、位置情報メッセージを送信する通信信号（例えば、無線LAN (Local Area Network) 信号）を利用して、位置情報メッセージを受信した車両14-1乃至14-7との距離を推定する。

20

【0024】

従って、位置測定装置12は、車両14-1乃至14-7の車両位置および距離に基づいて、位置測定装置12を携帯する歩行者の位置を推定することができる。このとき、車両14の台数が多いほど、歩行者の位置を推定する精度を向上させることができる。さらに、位置測定装置12は、このようにして求めた位置を、GPS測位と一緒に使用することで、歩行者の測位精度のさらなる向上を図ることができる。

【0025】

ところで、通信信号による距離推定は、通信信号を受信した際の信号強度と距離の関係に基づいて実現することができるが、電波の反射の影響を受けやすいという欠点がある。

30

【0026】

例えば、図2に示すように、車両14から送信される通信信号は、車両14から位置測定装置12に直接的に届く直接波として、または、建造物15-1および15-2に反射した間接波として、位置測定装置12において受信される。このように、通信信号は、複数の経路を経由して、車両14から位置測定装置12に届くことになる。

【0027】

また、図3には、図2に示したような複数の経路を経由した通信信号の振幅（信号の強さ）と、その到着時間を表すチャネル状態情報が示されている。このチャネル状態情報は、専用の無線装置によって直接的に計測することができる。また、市販の無線LANカードなどのOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 信号を利用して周波数軸のチャネルレスポンスを得ることもでき、逆フーリエ変換することにより、チャネル状態情報も算出することができる。

40

【0028】

例えば、図3Aに示すように、直接波成分がある場合、直接波成分は、どの反射波よりも早く到着し、かつ、反射による減衰がないため、後続の反射波よりも非常に振幅が大きく（信号が強い）なる。これに対し、図3Bに示すように、直接波成分がない場合、一番早く到着した信号も反射波であるため、後続の反射波とは、信号の強さで区別することは困難である。

【0029】

そこで、「一番早く到着した信号の強さ」と「その後到着した信号のうち一番強い信号

50

の強さ」の比率が一定閾値を超える場合、それを直接波として認識し、距離の推定に使用することができる。または、直接波成分ありと直接波成分なしとの、それぞれのチャンネル状態情報を用いて、SVM (support vector machine) などのモデルを訓練し、通信信号のチャンネル状態情報から直接波が含まれているかどうかを識別することができる。以下で説明するように、位置測定装置 1 2 では、車両 1 4 との距離の推定に、直接波の強さから選択された通信信号の直接波成分が用いられ、電波の距離減衰特性を基に、距離が算出される。

【 0 0 3 0 】

次に、図 4 は、位置測定装置 1 2 の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 3 1 】

図 4 に示すように、位置測定装置 1 2 は、GPSアンテナ 2 1、通信アンテナ 2 2、衛星信号受信装置 2 3、通信信号受信装置 2 4、および測位処理装置 2 5 を備えて構成される。

【 0 0 3 2 】

GPSアンテナ 2 1 は、GPS衛星 1 3 から送信されてくる測位信号（電磁波）を、電気信号に変換して衛星信号受信装置 2 3 に供給する。なお、現実には、複数個のGPS衛星 1 3 が地球の周りに存在しているが、都心部ではビルが隣接し空が開けていないため、GPSアンテナ 2 1 は 1 つのGPS衛星 1 3 から送信されてくる測位信号（電磁波）しか受信できない場合もある。

【 0 0 3 3 】

通信アンテナ 2 2 は、車両 1 4 が位置情報メッセージの送信に用いる通信信号（電磁波）を、電気信号に変換して通信信号受信装置 2 4 に供給する。

【 0 0 3 4 】

衛星信号受信装置 2 3 は、GPSアンテナ 2 1 を介して供給されるGPS衛星 1 3 の測位信号を受信する。そして、衛星信号受信装置 2 3 は、例えば、GPS衛星 1 3 - k ( k : GPS衛星 1 3 のインデックス ) からの測位信号からデコードして得られるGPS衛星 1 3 - k の軌道暦を用いた位置演算を行うことで、GPS衛星 1 3 - k の衛星位置  $R_k = ( X_{Rk}, Y_{Rk}, Z_{Rk} )^T$  を算出することができる。さらに、衛星信号受信装置 2 3 は、GPS衛星 1 3 - k の測位信号の送信時刻と受信時刻との差に従って、GPS衛星 1 3 との疑似距離を計測することができる。従って、n 個のGPS衛星 1 3 - 1 乃至 1 3 - n から送信された測位信号を受信した場合、衛星信号受信装置 2 3 は、GPS衛星 1 3 - 1 乃至 1 3 - n それぞれの衛星位置  $R_1$  乃至  $R_n$  および疑似距離  $P_1$  乃至  $P_n$  を求めて、測位処理装置 2 5 に供給する。

【 0 0 3 5 】

通信信号受信装置 2 4 は、通信アンテナ 2 2 を介して供給される通信信号をデコードすることにより車両 1 4 の位置情報メッセージを取得して、測位処理装置 2 5 に供給する。また、通信信号受信装置 2 4 は、上述した図 3 に示したような、通信信号の到着時間ごとの強さ（チャンネル状態情報）を計測して、通信信号の強さを測位処理装置 2 5 に供給する。

【 0 0 3 6 】

測位処理装置 2 5 は、衛星信号受信装置 2 3 から供給される衛星位置  $R_1$  乃至  $R_n$  および疑似距離  $P_1$  乃至  $P_n$ 、並びに、通信信号受信装置 2 4 から供給される位置情報メッセージおよび通信信号の強さに基づいて、位置測定装置 1 2 の位置を測定する測位処理を行う。なお、測位処理装置 2 5 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、フラッシュメモリ（例えば、EEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory)）などを備えたコンピュータにより構成され、ROMまたはフラッシュメモリに記憶されているプログラムをRAMにロードして実行することで、測位処理を実行する機能ブロックが構成される。

【 0 0 3 7 】

即ち、図示するように、測位処理装置 2 5 は、機能ブロックとして、信号識別選択部 3 1、推定部 3 2、および測位部 3 3 を備えて構成される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 3 8 】

信号識別選択部 3 1 は、通信信号受信装置 2 4 から供給される通信信号の強さ（チャンネル状態情報）に基づいて、図 2 および図 3 を参照して上述したように、車両 1 4 との距離を求めるのに使用することができる直接波が含まれる通信信号を識別する。そして、信号識別選択部 3 1 は、通信信号受信装置 2 4 が受信した通信信号のうち、直接波が含まれる通信信号を選択して、その通信信号により送信された位置情報メッセージを推定部 3 2 に供給する。さらに、信号識別選択部 3 1 は、選択した通信信号に含まれる直接波の強さを、推定部 3 2 に供給する。

## 【 0 0 3 9 】

推定部 3 2 は、信号識別選択部 3 1 から供給される位置情報メッセージに基づいて、その位置情報メッセージを送信した車両 1 4 の車両位置を推定する。例えば、推定部 3 2 は、位置情報メッセージに含まれる車両位置、車両速度、および測位時刻と、位置情報メッセージを受信した受信時刻とに基づいて、次の式（1）を演算することにより、送受信時の車両位置を推定する。

## 【 0 0 4 0 】

## 【 数 1 】

送受信時の車両位置 = 車両位置 + (受信時刻 - 測位時刻) × 車両速度 …(1)

## 【 0 0 4 1 】

例えば、推定部 3 2 は、車両 1 4 - i ( i : 車両 1 4 のインデックス ) からの位置情報メッセージに基づいて、送受信時の車両位置  $M_i = ( X_{M_i}, Y_{M_i}, Z_{M_i} )^T$  を推定する。さらに、推定部 3 2 は、信号識別選択部 3 1 から供給される通信信号に含まれる直接波の強さに基づいて、車両 1 4 - i との距離  $D_i$  を推定することができる。従って、m 台の車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - m から送信された位置情報メッセージを受信した場合、推定部 3 2 は、車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - m それぞれの車両位置  $M_1$  乃至  $M_m$  および距離  $D_1$  乃至  $D_m$  を推定して、測位部 3 3 に供給する。

## 【 0 0 4 2 】

測位部 3 3 は、衛星信号受信装置 2 3 により算出された GPS 衛星 1 3 - 1 乃至 1 3 - n それぞれの衛星位置  $R_1$  乃至  $R_n$  および疑似距離  $P_1$  乃至  $P_n$ 、並びに、推定部 3 2 により推定された車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - m それぞれの車両位置  $M_1$  乃至  $M_m$  および距離  $D_1$  乃至  $D_m$  に基づいて、位置測定装置 1 2 の位置を算出する。

## 【 0 0 4 3 】

例えば、衛星位置  $R_1$  乃至  $R_n$  および疑似距離  $P_1$  乃至  $P_n$  は、位置測定装置 1 2 の位置  $r$  および位置測定装置 1 2 の時刻誤差に相当する距離誤差 を用いて、次の式（2）により表される。

## 【 0 0 4 4 】

## 【 数 2 】

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = \| r - R_1 \| + \delta \\ P_2 = \| r - R_2 \| + \delta \\ \vdots \\ P_k = \| r - R_k \| + \delta \\ \vdots \\ P_n = \| r - R_n \| + \delta \end{array} \right. \dots(2)$$

## 【 0 0 4 5 】

同様に、車両位置  $M_1$  乃至  $M_m$  および距離  $D_1$  乃至  $D_m$  は、位置測定装置 1 2 の位置  $r$  を用いて、次の式（3）により表される。

## 【 0 0 4 6 】

10

20

30

40

50

【数 3】

$$\left\{ \begin{array}{l} D_1 = \| r - M_1 \| \\ D_2 = \| r - M_2 \| \\ \vdots \\ D_i = \| r - M_i \| \\ \vdots \\ D_m = \| r - M_m \| \end{array} \right. \quad \dots(3)$$

10

【0047】

従って、測位部 33 は、式 (2) および式 (3) を最も満足するような位置  $r$  を求めることで、位置測定装置 12 の位置を決定することができる。例えば、測位部 33 は、GPS 衛星 13 および車両 14 の合計数が 4 以上であれば、位置  $r$  を求めることができ、その合計数が多くなる程、測位精度を向上させることができる。

【0048】

さらに、例えば、測位部 33 は、式 (2) および式 (3) に対し、GPS 衛星 13 の疑似距離  $P$  を計測する際の計測誤差、および、車両 14 の距離  $D$  を推定する際の距離推定誤差を推測し、計測誤差および距離推定誤差の分散値に従って重み付けを行うことで、より正確に位置測定装置 12 の位置を算出することができる。

20

【0049】

次に、図 5 および図 6 を参照して、位置測定システム 11 において実行される処理について説明する。

【0050】

図 5 は、車両 14 において行われる処理を説明するフローチャートである。

【0051】

例えば、車両 14 が備える安全運転支援システムが起動すると処理が開始され、ステップ S11 において、車両 14 は、位置情報メッセージの送信を行う送信タイミングになったか否かを判定し、送信タイミングになったと判定するまで処理を待機する。車両 14 は、位置情報メッセージの送信を周期的に行う一定期間が設定されており、処理を開始してから一定期間が経過したとき、または、前回の送信タイミングから一定期間が経過したとき、車両 14 は、送信タイミングになったと判定する。そして、車両 14 が、送信タイミングになったと判定した場合、処理はステップ S12 に進む。

30

【0052】

ステップ S12 において、車両 14 は、タイプ = 車両、車両 ID、車両位置、測位時刻、および車両速度などの情報を含む位置情報メッセージを送信する。そして、ステップ S12 の処理後、処理はステップ S11 に戻り、以下、同様の処理が繰り返されることにより、位置情報メッセージが周期的に車両 14 から送信される。

【0053】

図 6 は、位置測定装置 12 において行われる処理を説明するフローチャートである。

40

【0054】

例えば、位置測定装置 12 の位置を測定する処理を開始するように、図示しない上位の制御装置による制御が行われると処理が開始される。ステップ S21 において、衛星信号受信装置 23 は、GPS 衛星 13 - 1 乃至 13 -  $n$  から送信されてくる測位信号を、GPS アンテナ 21 を経由して受信する。そして、衛星信号受信装置 23 は、上述したように、GPS 衛星 13 - 1 乃至 13 -  $n$  それぞれの衛星位置  $R_1$  乃至  $R_n$  および疑似距離  $P_1$  乃至  $P_n$  を求めて、測位処理装置 25 の測位部 33 に供給する。

【0055】

ステップ S22 において、通信信号受信装置 24 は、車両 14 から位置情報メッセージ

50

が送信されてきたか否かを判定する。例えば、位置測定装置 1 2 と通信を行うことが可能な距離にある近隣の車両 1 4 において位置情報メッセージの送信を行う送信タイミングとなり、位置情報メッセージが送信（図 5 のステップ S 1 2）されると、通信信号受信装置 2 4 は、車両 1 4 から位置情報メッセージが送信されてきたと判定する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 2 2 において、通信信号受信装置 2 4 が車両 1 4 から位置情報メッセージが送信されてきたと判定した場合、処理はステップ S 2 3 に進む。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 2 3 において、通信信号受信装置 2 4 は、車両 1 4 から送信されてくる位置情報メッセージを、通信アンテナ 2 2 を介して受信し、測位処理装置 2 5 の信号識別選択部 3 1 に供給する。これにより、信号識別選択部 3 1 は、通信信号受信装置 2 4 が受信した通信信号のうち、直接波が含まれる通信信号を選択して、その通信信号により送信された位置情報メッセージと、その通信信号の直接波の強さとを、推定部 3 2 に供給する。そして、推定部 3 2 は、上述したように、車両 1 4 - 1 乃至 1 4 - m それぞれの車両位置  $M_1$  乃至  $M_m$  および距離  $D_1$  乃至  $D_m$  を推定して、測位部 3 3 に供給する。

10

【 0 0 5 8 】

ステップ S 2 4 において、測位部 3 3 は、ステップ S 2 1 で受信した測位信号から求められた衛星位置  $R_1$  乃至  $R_n$  および疑似距離  $P_1$  乃至  $P_n$ 、並びに、ステップ S 2 3 で受信した位置情報メッセージから推定された車両位置  $M_1$  乃至  $M_m$  および距離  $D_1$  乃至  $D_m$  に基づいて、上述の式（ 2 ）および式（ 3 ）を用いて、位置測定装置 1 2 の位置  $r$  を算出する。

20

【 0 0 5 9 】

一方、ステップ S 2 2 において、通信信号受信装置 2 4 が車両 1 4 から位置情報メッセージが送信されてきていないと判定した場合、処理はステップ S 2 5 に進む。即ち、この場合、位置情報メッセージを送信する車両 1 4 が位置測定装置 1 2 の近隣に存在せず、ステップ S 2 5 において、測位部 3 3 は、ステップ S 2 1 で受信した測位信号から求められた衛星位置  $R_1$  乃至  $R_n$  および疑似距離  $P_1$  乃至  $P_n$  だけで、位置測定装置 1 2 の位置  $r$  を算出する。

【 0 0 6 0 】

そして、ステップ S 2 4 または S 2 5 の処理後、処理はステップ S 2 1 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

30

【 0 0 6 1 】

以上のように、位置測定システム 1 1 では、複数個の GPS 衛星 1 3 からの測位信号に加えて、複数台の車両 1 4 からの位置情報メッセージを用いることで、位置測定装置 1 2 の位置を測定する測位精度のさらなる向上を図ることができる。

【 0 0 6 2 】

次に、図 7 および図 8 を参照して、本技術を適用した位置測定システムの第 2 の実施の形態の構成例について説明する。

【 0 0 6 3 】

図 7 に示すように、位置測定システム 1 1 A では、車両 1 4 は、ネットワーク 4 1 を介してサーバ装置 4 2 と通信を行うことができ、路側に配置される複数個のアクセスポイント 5 1 の位置情報が車両 1 4 によりサーバ装置 4 2 に蓄積される。

40

【 0 0 6 4 】

そして、図 8 に示すように、位置測定システム 1 1 A では、位置測定装置 1 2 は、通信を行うことが可能な距離にある近隣の車両 1 4 が少なくとも、複数個のアクセスポイント 5 1 の位置情報を利用することで、より高精度に位置の測定を行うことができる。

【 0 0 6 5 】

なお、図 7 および図 8 の例では、5 個のアクセスポイント 5 1 - 1 乃至 5 1 - 5 の位置情報を利用して、位置測定装置 1 2 の位置が測定されており、以下適宜、アクセスポイント 5 1 - 1 乃至 5 1 - 5 それぞれを区別する必要がない場合、単に、アクセスポイント 5 1 と称する。また、サーバ装置 4 2 として、専用装置を用意する他、例えば、いずれか 1

50

個のアクセスポイント 5 1 をサーバ装置 4 2 として利用してもよい。

【 0 0 6 6 】

例えば、都市部では、無線LANにより通信を行う無線機であるアクセスポイント 5 1 を、路側機的一种として路側に設置することが増加している。但し、アクセスポイント 5 1 は、位置情報の計測が行われていないため、設置された位置を手動で計測するにはコストを要することになる。

【 0 0 6 7 】

そこで、位置測定システム 1 1 A において、車両 1 4 は、アクセスポイント 5 1 がビーコンメッセージを送信するのに用いる通信信号を受信して信号識別選択を行い、直接波がある場合、その通信信号の直接波の受信強度に基づいてアクセスポイント 5 1 までの距離を推定する。そして、車両 1 4 は、ビーコンメッセージから読み出したアクセスポイント 5 1 を認識するためのアクセスポイント ID、アクセスポイント 5 1 の推定距離、および、車両 1 4 の車両位置を含むアクセスポイント計測メッセージをサーバ装置 4 2 に送信する。なお、車両 1 4 は、直接波がない場合、アクセスポイント計測メッセージの送信を行わない。

10

【 0 0 6 8 】

これに応じて、サーバ装置 4 2 は、車両 1 4 の車両位置と、アクセスポイント 5 1 の推定距離とに基づいて、アクセスポイント 5 1 の位置を推定して、アクセスポイント 5 1 のアクセスポイント ID に対応付けて位置情報をデータベースに登録する。

【 0 0 6 9 】

その後、位置測定装置 1 2 は、アクセスポイント 5 1 から送信されてくるビーコンメッセージを受信し、ビーコンメッセージに含まれているアクセスポイント 5 1 のアクセスポイント ID をサーバ装置 4 2 に送信し、位置情報を要求する。そして、サーバ装置 4 2 は、その要求に応じて、位置測定装置 1 2 から送信されたアクセスポイント ID に対応するアクセスポイント 5 1 の位置情報をデータベースから読み出して、位置測定装置 1 2 に送信する。

20

【 0 0 7 0 】

これにより、位置測定装置 1 2 は、複数個のGPS衛星 1 3 からの測位信号、および、複数台の車両 1 4 からの位置情報メッセージに加えて、アクセスポイント 5 1 の位置および距離を用いて、さらに正確に位置を算出することができる。なお、サーバ装置 4 2 のデータベースにアクセスポイント 5 1 の位置情報が登録済みであれば、位置測定装置 1 2 は、車両 1 4 が近隣になくても、アクセスポイント 5 1 の位置情報を利用して、位置を算出することができる。

30

【 0 0 7 1 】

次に、図 9 乃至図 1 3 を参照して、位置測定システム 1 1 A において実行される処理について説明する。

【 0 0 7 2 】

図 9 は、アクセスポイント 5 1 において行われる処理を説明するフローチャートである。

【 0 0 7 3 】

例えば、アクセスポイント 5 1 が起動すると処理が開始され、ステップ S 3 1 において、アクセスポイント 5 1 は、ビーコンメッセージの送信を行う送信タイミングになったかを判定し、ビーコンメッセージになったと判定するまで処理を待機する。アクセスポイント 5 1 には、ビーコンメッセージの送信を周期的に行う一定期間が設定されており、処理を開始してから一定期間が経過したとき、または、前回の送信タイミングから一定期間が経過したとき、アクセスポイント 5 1 は、送信タイミングになったと判定する。そして、アクセスポイント 5 1 が、送信タイミングになったと判定した場合、処理はステップ S 3 2 に進む。

40

【 0 0 7 4 】

ステップ S 3 2 において、アクセスポイント 5 1 は、アクセスポイント 5 1 のアクセス

50

ポイントIDを含むビーコンメッセージを送信する。そして、ステップS32の処理後、処理はステップS31に戻り、以下、同様の処理が繰り返されることにより、ビーコンメッセージが周期的にアクセスポイント51から送信される。

【0075】

図10は、車両14において行われる処理を説明するフローチャートである。

【0076】

例えば、車両14が備える安全運転支援システムが起動すると処理が開始される。ステップS41において、車両14は、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきたか否かを判定する。例えば、車両14と通信を行うことが可能な距離にある近隣のアクセスポイント51においてビーコンメッセージの送信を行う送信タイミングとなり、ビーコンメッセージが送信(図9のステップS32)されると、車両14は、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきたと判定する。

10

【0077】

ステップS41において、車両14が、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきたと判定した場合、処理はステップS42に進む。

【0078】

ステップS42において、車両14は、アクセスポイント51から送信されてくるビーコンメッセージを受信する。そして、車両14は、ビーコンメッセージの送信に利用される送信信号の直接波の強さに基づいて、ビーコンメッセージを送信したアクセスポイント51との距離を推定する。

20

【0079】

ステップS43において、車両14は、ビーコンメッセージから読み出したアクセスポイント51のアクセスポイントID、アクセスポイント51の推定距離、および、車両14の車両位置を含むアクセスポイント計測メッセージを、ネットワーク41を介してサーバ装置42に送信する。

【0080】

ステップS43の処理後、または、ステップS41でアクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきていないと判定された場合、処理はステップS44に進む。

【0081】

ステップS44およびS45において、車両14は、図5のステップS11およびS12と同様に、位置情報メッセージを周期的に送信する処理を行った後、処理はステップS41に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

30

【0082】

図11は、サーバ装置42において行われる処理を説明するフローチャートである。

【0083】

ステップS51において、サーバ装置42は、車両14からアクセスポイント計測メッセージが送信されてきたか否かを判定する。例えば、図10のステップS43で車両14がアクセスポイント計測メッセージを送信すると、サーバ装置42は、車両14からアクセスポイント計測メッセージが送信されてきたと判定し、処理はステップS52に進む。

【0084】

ステップS52において、サーバ装置42は、車両14から送信されてくるアクセスポイント計測メッセージを受信し、アクセスポイント51のアクセスポイントID、アクセスポイント51の推定距離、および、車両14の車両位置を保存する。

40

【0085】

ステップS53において、サーバ装置42は、アクセスポイント51が固定であることより、アクセスポイント51ごとに対して、複数の車両14から受信したアクセスポイント計測メッセージに基づいて、アクセスポイント51の位置を推定する。例えば、アクセスポイント51の位置は、上述の式(3)を用いて、車両14-iの車両位置 $M_i$ 、および、アクセスポイント51と車両14-iとの距離 $D_i$ を用いて、アクセスポイント51の位置 $r$ を推定することができる。そして、サーバ装置42は、推定した位置 $r$ を、アク

50

セスポイント 5 1 のアクセスポイント ID に対応付けて、アクセスポイント位置情報としてデータベースに保存する。

【 0 0 8 6 】

そして、ステップ S 5 3 の処理後、または、ステップ S 5 1 において車両 1 4 からアクセスポイント計測メッセージが送信されてきていないと判定された場合、処理はステップ S 5 4 に進む。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 5 4 において、サーバ装置 4 2 は、位置測定装置 1 2 からアクセスポイント ID が送信されてきたか否かを判定する。例えば、後述する図 1 2 のステップ S 6 6 において位置測定装置 1 2 がアクセスポイント ID を送信した場合に、サーバ装置 4 2 は、位置測定装置 1 2 からアクセスポイント ID が送信されてきたと判定し、処理はステップ S 5 5 に進む。

10

【 0 0 8 8 】

ステップ S 5 5 において、サーバ装置 4 2 は、位置測定装置 1 2 から送信されてくるアクセスポイント ID を受信して、そのアクセスポイント ID に対応づけられているアクセスポイント位置情報を、データベースから検索する。そして、サーバ装置 4 2 は、検索結果として得られたアクセスポイント位置情報を、位置測定装置 1 2 に送信する。

【 0 0 8 9 】

ステップ S 5 5 の処理後、または、ステップ S 5 4 において位置測定装置 1 2 からアクセスポイント ID が送信されてきていないと判定された場合、処理はステップ S 5 1 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

20

【 0 0 9 0 】

図 1 2 および図 1 3 は、位置測定装置 1 2 において行われる処理を説明するフローチャートである。

【 0 0 9 1 】

例えば、位置測定装置 1 2 の位置を測定する処理を開始するように、図示しない上位の制御装置による制御が行われると処理が開始される。ステップ S 6 1 乃至 S 6 3 において、位置測定装置 1 2 は、図 6 のステップ S 2 1 乃至 S 2 3 と同様の処理を行う。

【 0 0 9 2 】

ステップ S 6 3 の処理後、処理はステップ S 6 4 に進み、通信信号受信装置 2 4 は、アクセスポイント 5 1 からビーコンメッセージが送信されてきたか否かを判定する。例えば、位置測定装置 1 2 と通信を行うことが可能な距離にある近隣のアクセスポイント 5 1 においてビーコンメッセージの送信を行う送信タイミングとなり、ビーコンメッセージが送信（図 9 のステップ S 3 2）されると、位置測定装置 1 2 は、アクセスポイント 5 1 からビーコンメッセージが送信されてきたと判定する。

30

【 0 0 9 3 】

ステップ S 6 4 において、位置測定装置 1 2 が、アクセスポイント 5 1 からビーコンメッセージが送信されてきたと判定した場合、処理はステップ S 6 5 に進む。

【 0 0 9 4 】

ステップ S 6 5 において、位置測定装置 1 2 は、アクセスポイント 5 1 から送信されてくるビーコンメッセージを受信する。そして、位置測定装置 1 2 は、ビーコンメッセージの送信に利用される送信信号の直接波の強さに基づいて、ビーコンメッセージを送信したアクセスポイント 5 1 との距離を推定する。なお、このとき、位置測定装置 1 2 は、上述したように、直接波成分が含まれる通信信号を選択して、アクセスポイント 5 1 との距離の推定に用いる。

40

【 0 0 9 5 】

ステップ S 6 6 において、位置測定装置 1 2 は、ステップ S 6 4 で受信したビーコンメッセージに含まれているアクセスポイント 5 1 のアクセスポイント ID を、ネットワーク 4 1 を介してサーバ装置 4 2 に送信する。

【 0 0 9 6 】

50

このアクセスポイントIDの送信に応じて、図11のステップS55でサーバ装置42がアクセスポイント位置情報を送信すると、ステップS67において、位置測定装置12は、アクセスポイント位置情報を受信する。

【0097】

ステップS68において、位置測定装置12は、ステップS61で受信した測位信号から求められた衛星位置Rおよび疑似距離P、ステップS63で受信した位置情報メッセージから推定された車両位置Mおよび距離D、および、ステップS65で推定したアクセスポイント51との距離、ステップS67で受信したアクセスポイントの位置情報に基づいて、上述の式(2)および式(3)を用いて、位置測定装置12の位置rを算出する。

【0098】

一方、ステップS64において、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきていないと判定された場合、処理はステップS69に進む。ステップS69において、位置測定装置12は、ステップS61で受信した測位信号、および、ステップS63で受信した位置情報メッセージから推定された車両位置Mおよび距離Dに基づいて、上述の式(2)および式(3)を用いて、位置測定装置12の位置rを算出する。

【0099】

一方、ステップS62において、車両14から位置情報メッセージが送信されてきていないと判定された場合、処理は図13のステップS71に進む。

【0100】

ステップS71において、通信信号受信装置24は、図12のステップS64と同様に、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきたか否かを判定する。ステップS71において、位置測定装置12が、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきたと判定した場合、処理はステップS72に進む。

【0101】

そして、ステップS72乃至S74において、図12のステップS65乃至S67と同様の処理が行われた後、ステップS75において、位置測定装置12は、ステップS61で受信した測位信号、および、ステップS72で推定したアクセスポイント51との距離、ステップS74で受信したアクセスポイントの位置情報に基づいて、上述の式(2)および式(3)を用いて、位置測定装置12の位置rを算出する。

【0102】

一方、ステップS71において、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきていないと判定された場合、処理はステップS76に進む。この場合、ステップS76において、位置測定装置12は、ステップS61で受信した測位信号から求められた衛星位置Rおよび疑似距離Pだけで、位置測定装置12の位置rを算出する。

【0103】

そして、ステップS68, S69, S75、またはS76の処理後、処理はステップS61に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0104】

以上のように、位置測定システム11Aでは、アクセスポイント51の位置および距離も利用して、位置測定装置12の位置を算出することができるので、図1の位置測定システム11よりも、さらに高精度に位置測定装置12の位置を測定することができる。

【0105】

なお、位置測定システム11Aでは、位置測定装置12により自身の位置を算出するのに替えて、サーバ装置42において、位置測定装置12の位置(測位信号および位置情報メッセージの受信位置)を算出することができる。

【0106】

図14乃至図16を参照して、位置測定システム11Aにおいて行われる処理の変形例について説明する。

【0107】

図14および図15は、位置測定装置12において行われる処理の変形例を説明するフ

10

20

30

40

50

ローチャートである。

【0108】

ステップS81乃至S85において、位置測定装置12は、図12のステップS61乃至S65と同様の処理を行う。

【0109】

そして、ステップS86において、位置測定装置12は、自身の位置を測定するのに必要な測位情報を、ネットワーク41を介してサーバ装置42に送信する。ここで、位置測定装置12が送信する測位情報には、ステップS81で受信した測位信号から求められたGPS衛星13の個数に応じた衛星位置Rおよび疑似距離P、ステップS83で受信した位置情報メッセージから推定された車両14の台数に応じた車両位置Mおよび距離D、ステップS85で受信したアクセスポイント51の台数に応じたビーコンメッセージに含まれているアクセスポイントID、および、そのビーコンメッセージから推定されたアクセスポイント51との距離が含まれる。

10

【0110】

ステップS87において、位置測定装置12は、ステップS86で送信した測位情報に基づいてサーバ装置42において測位演算が行われ、位置測定装置12の位置情報が送信（後述の図16のステップS106）されると、位置情報を受信する。

【0111】

また、ステップS84において、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきていないと判定された場合、処理はステップS88に進み、位置測定装置12は、測位情報をサーバ装置42に送信する。この場合、位置測定装置12が送信する測位情報には、ステップS81で受信した測位信号から求められたGPS衛星13の個数に応じた衛星位置Rおよび疑似距離P、および、ステップS83で受信した位置情報メッセージから推定された車両14の台数に応じた車両位置Mおよび距離Dが含まれる。

20

【0112】

ステップS89において、位置測定装置12は、ステップS88で送信した測位情報に基づいてサーバ装置42において測位演算が行われ、位置測定装置12の位置情報が送信（後述の図16のステップS106）されると、位置情報を受信する。

【0113】

一方、ステップS82において、車両14から位置情報メッセージが送信されてきていないと判定された場合、処理は図15のステップS91に進む。

30

【0114】

ステップS91において、通信信号受信装置24は、図14のステップS84と同様に、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきたか否かを判定する。ステップS91において、位置測定装置12が、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信されてきたと判定した場合、処理はステップS92に進む。

【0115】

そして、ステップS92において、位置測定装置12は、アクセスポイント51から送信されてくるビーコンメッセージを受信し、ビーコンメッセージを送信したアクセスポイント51との距離を推定して、ステップS93において、測位情報を送信する。この場合、ステップS93で送信される測位情報には、ステップS81で受信した測位信号から求められたGPS衛星13の個数に応じた衛星位置Rおよび疑似距離P、ステップS92で受信したアクセスポイント51の台数に応じたビーコンメッセージに含まれているアクセスポイントID、および、そのビーコンメッセージから推定されたアクセスポイント51との距離が含まれる。

40

【0116】

ステップS94において、位置測定装置12は、図14のステップS87と同様に、位置情報を受信する。

【0117】

一方、ステップS91において、アクセスポイント51からビーコンメッセージが送信

50



されてきていないと判定された場合、処理はステップ S 9 5 に進む。この場合、ステップ S 9 5 において、位置測定装置 1 2 は、ステップ S 8 1 で受信した測位信号から求められた衛星位置 R および疑似距離 P だけで、位置測定装置 1 2 の位置 r を算出する。

【 0 1 1 8 】

そして、ステップ S 8 7 , S 8 9 , S 9 4、または S 9 5 の処理後、処理はステップ S 8 1 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【 0 1 1 9 】

図 1 6 は、サーバ装置 4 2 において行われる処理の変形例を説明するフローチャートである。

【 0 1 2 0 】

ステップ S 1 0 1 乃至 S 1 0 3 において、サーバ装置 4 2 は、図 1 1 のステップ S 5 1 乃至 S 5 3 と同様の処理を行う。

【 0 1 2 1 】

そして、ステップ S 1 0 4 において、サーバ装置 4 2 は、位置測定装置 1 2 から測位情報が送信されてきたか否かを判定する。上述したように、図 1 4 のステップ S 8 6 または S 8 8、或いは、図 1 5 のステップ S 9 3 において位置測定装置 1 2 が測位情報を送信すると、サーバ装置 4 2 は、位置測定装置 1 2 から測位情報が送信されてきたと判定し、処理はステップ S 1 0 5 に進む。

【 0 1 2 2 】

ステップ S 1 0 5 において、サーバ装置 4 2 は、位置測定装置 1 2 から送信されてくる測位情報を受信して、測位情報に基づいて、アクセスポイント ID の位置をデータベースから探し出し、さらに、位置測定装置 1 2 の位置を算出する測位演算を行う。即ち、上述した図 1 2 のステップ S 6 8 または S 6 9、或いは、図 1 3 のステップ S 7 5 において位置測定装置 1 2 で行っていた処理を、サーバ装置 4 2 において行い、位置測定装置 1 2 の位置を算出する。

【 0 1 2 3 】

ステップ S 1 0 6 において、サーバ装置 4 2 は、ステップ S 1 0 5 の測位演算で求めた位置測定装置 1 2 の位置情報を、位置測定装置 1 2 に送信する。なお、サーバ装置 4 2 が送信した位置測定装置 1 2 の位置情報は、図 1 4 のステップ S 8 7 または S 8 9、或いは、図 1 5 のステップ S 9 4 において、位置測定装置 1 2 によって受信される。

【 0 1 2 4 】

ステップ S 1 0 6 の処理後、または、ステップ S 1 0 4 で位置測定装置 1 2 から測位情報が送信されてきていないと判定された場合、処理はステップ S 1 0 1 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【 0 1 2 5 】

以上のように、位置測定システム 1 1 A では、例えば、位置測定装置 1 2 よりも処理能力の高いサーバ装置 4 2 において位置測定装置 1 2 の位置を算出することで、システム全体として、より高速に処理を行うことができる。また、ステップ S 8 1 の測位信号の受信は必須ではなく、位置測定装置 1 2 は、例えば、測位信号を受信せずにステップ S 8 7 でサーバ装置 4 1 から位置情報（測位信号以外の位置情報メッセージおよびビーコンメッセージから求められる位置情報）を受信することもできる。この場合、例えば、位置測定装置 1 2 において、図 4 の測位部 3 3 を設ける必要がなく、位置測定装置 1 2 の構成を簡易化することができる。また、処理能力が低い位置測定装置 1 2 であっても、より高精度に位置を求めることができる。

【 0 1 2 6 】

なお、位置測定システム 1 1 および 1 1 A では、位置測定装置 1 2 の位置を求める際に、適切な座標系を適宜選択して測位演算を行ってもよい。例えば、GPS に基づいたグローバルな座標系でなく、位置測定装置 1 2 の近傍を基準としたローカルな座標系を選択することで、測位演算を簡易化することができ、測位演算における誤差の発生を抑制することができる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 2 7 】

また、上述したように、位置測定装置 1 2 では、推定部 3 2 が、位置情報メッセージに含まれる車両位置、車両速度、および測位時刻と、位置情報メッセージを受信した受信時刻とに基づいて送受信時の車両位置を推定し、位置測定装置 1 2 の位置の算出に用いている。この他、例えば、位置情報メッセージに含まれる車両位置を、そのまま位置測定装置 1 2 の位置の算出に用いてもよい。

## 【 0 1 2 8 】

以上のように、位置測定システム 1 1 および 1 1 A では、位置測定装置 1 2 の測位精度を向上させることができるので、歩車間通信を介して正確な位置情報を車両 1 4 に送信することで、例えば、見通しの効かない場所であっても、位置測定装置 1 2 を携帯する歩行者と車両 1 4 との距離を正確に算出することができる。これにより、車両 1 4 において、歩行者との距離に従った注意喚起を行うことができ、交通事故から歩行者を保護することができる。このとき、位置測定装置 1 2 の位置を高精度に算出することができるので、誤った注意喚起が行われることを回避することができる、注意喚起の信頼性を向上させることができる。

## 【 0 1 2 9 】

また、位置測定システム 1 1 および 1 1 A では、位置測定装置 1 2 を携帯する歩行者の正確な位置情報に基づいて、歩行者のコンテキストが求められる。これにより、歩車間通信により位置情報を送信する送信頻度などを制御することができ、例えば、危険性の高い歩行者からの位置情報を高優先度で車両 1 4 に送信させることができる。

## 【 0 1 3 0 】

さらに、位置測定システム 1 1 および 1 1 A は、様々な位置情報サービスに適用することができ、例えば、商店街で歩行者がよく訪れる店を通過するとき、より高い確度で適切に、クーポンや割引情報などを送信することができる。

## 【 0 1 3 1 】

なお、上述のフローチャートを参照して説明した各処理は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含むものである。また、プログラムは、1 の CPU により処理されるものであっても良いし、複数の CPU によって分散処理されるものであっても良い。

## 【 0 1 3 2 】

また、上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行することもできるし、ソフトウェアにより実行することもできる。一連の処理をソフトウェアにより実行する場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、専用のハードウェアに組み込まれているコンピュータ、または、各種のプログラムをインストールすることで、各種の機能を実行することが可能な、例えば汎用のパーソナルコンピュータなどに、プログラムが記録されたプログラム記録媒体からインストールされる。また、本願の図は概念図であり、例えば図 4 に示した位置測定装置 1 2 の信号識別選択部 3 1、推定部 3 2、測位部 3 3 等はソフトウェアで構成することもできるし、GPS アンテナ 2 1 と通信アンテナ 2 2 を一本のアンテナで兼用すること等もできる。

## 【 0 1 3 3 】

図 1 7 は、上述した一連の処理をプログラムにより実行するコンピュータのハードウェアの構成例を示すブロック図である。

## 【 0 1 3 4 】

コンピュータにおいて、CPU 1 0 1、ROM 1 0 2、RAM 1 0 3 は、バス 1 0 4 により相互に接続されている。

## 【 0 1 3 5 】

バス 1 0 4 には、さらに、入出力インタフェース 1 0 5 が接続されている。入出力インタフェース 1 0 5 には、タッチパネル、ボタン、マイクロホンなどよりなる入力部 1 0 6、ディスプレイ、スピーカなどよりなる出力部 1 0 7、ハードディスクや不揮発性のメモ

10

20

30

40

50

りなどよりなる記憶部 108、ネットワークインタフェースなどよりなる通信部 109、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどのリムーバブルメディア 111 を駆動するドライブ 110 が接続されている。

【0136】

以上のように構成されるコンピュータでは、CPU 101 が、例えば、記憶部 108 に記憶されているプログラムを、入出力インタフェース 105 及びバス 104 を介して、RAM 103 にロードして実行することにより、上述した一連の処理が行われる。

【0137】

コンピュータ (CPU 101) が実行するプログラムは、例えば、磁気ディスク (フレキシブルディスクを含む)、光ディスク (CD-ROM (Compact Disc-Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc) 等)、光磁気ディスク、もしくは半導体メモリなどよりなるパッケージメディアであるリムーバブルメディア 111 に記録して、あるいは、ローカルエリアネットワーク、インターネット、デジタル衛星放送といった、有線または無線の伝送媒体を介して提供される。

10

【0138】

そして、プログラムは、リムーバブルメディア 111 をドライブ 110 に装着することにより、入出力インタフェース 105 を介して、記憶部 108 にインストールすることができる。また、プログラムは、有線または無線の伝送媒体を介して、通信部 109 で受信し、記憶部 108 にインストールすることができる。その他、プログラムは、ROM 102 や記憶部 108 に、あらかじめインストールしておくことができる。

20

【0139】

また、本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

【0140】

なお、本実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【符号の説明】

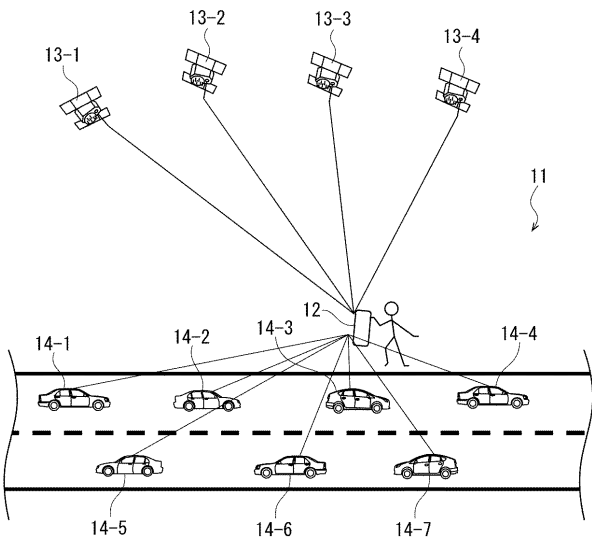
【0141】

11 および 11A 位置測定システム, 12 位置測定装置, 13 GPS衛星, 14 車両, 21 GPSアンテナ, 22 通信アンテナ, 23 衛星信号受信装置, 24 通信信号受信装置, 25 測位処理装置, 31 信号識別選択部, 32 推定部, 33 測位部, 41 ネットワーク, 42 サーバ装置, 51 アクセスポイント

30

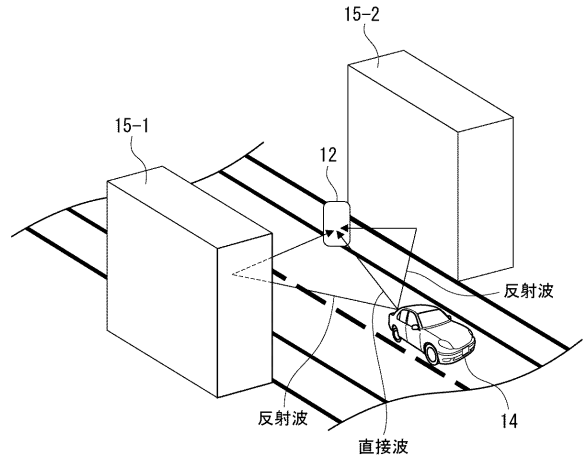
【図1】

図1



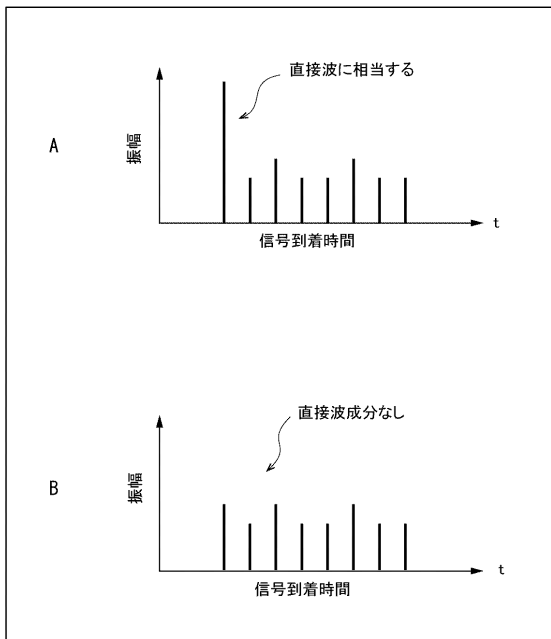
【図2】

図2



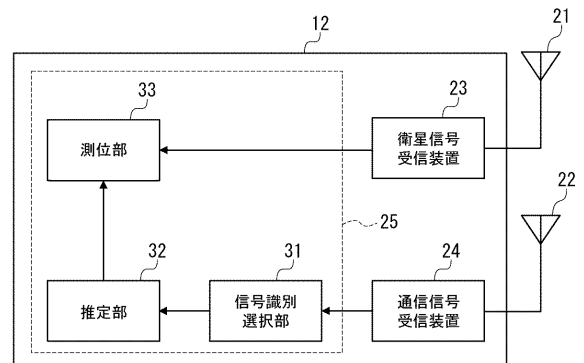
【図3】

図3



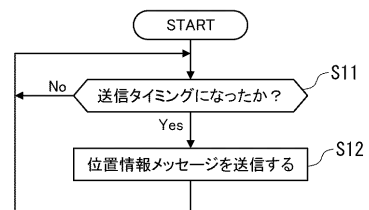
【図4】

図4



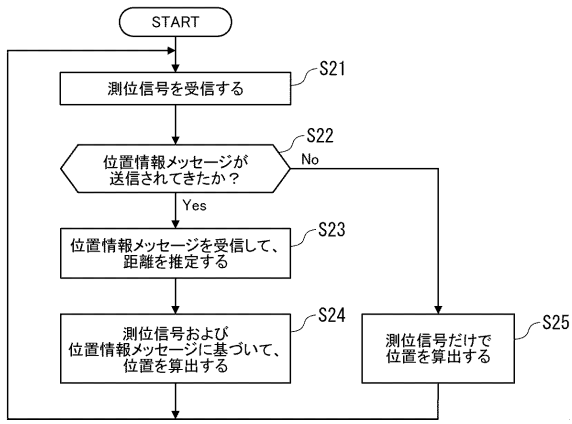
【図5】

図5



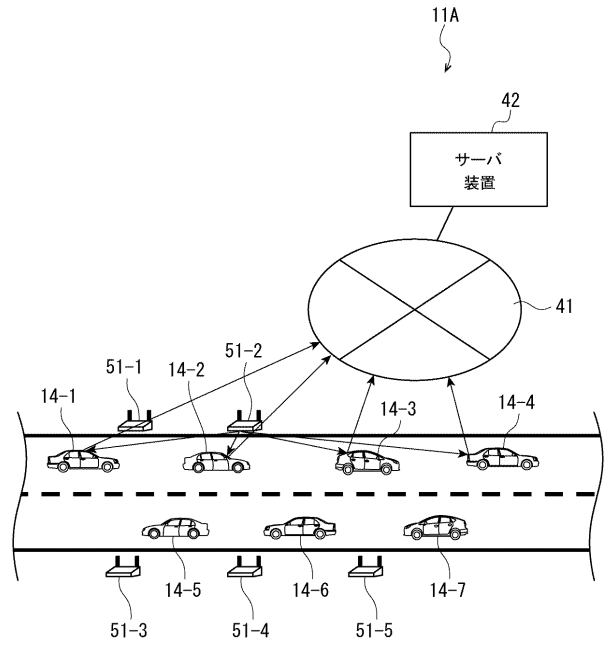
【図6】

図6



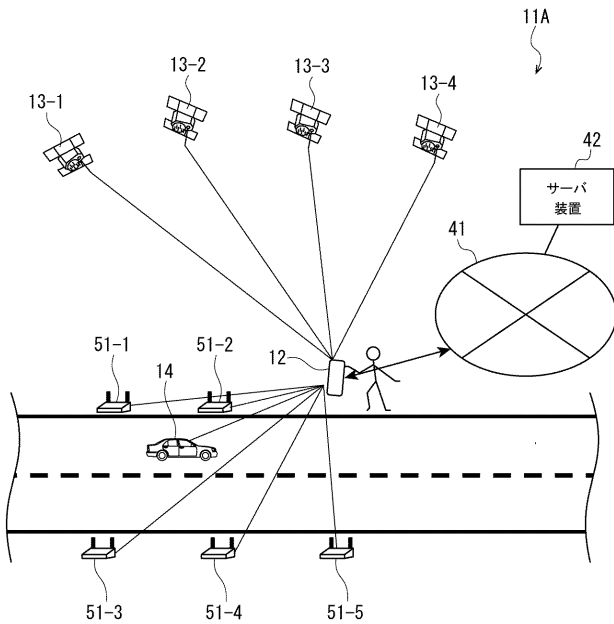
【図7】

図7



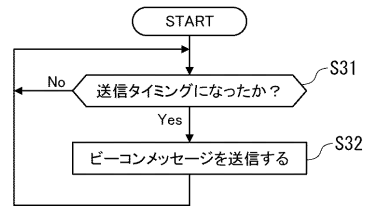
【図8】

図8



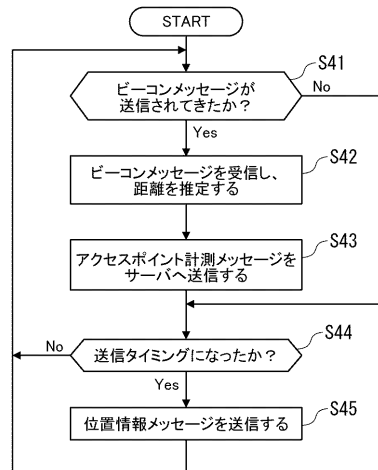
【図9】

図9



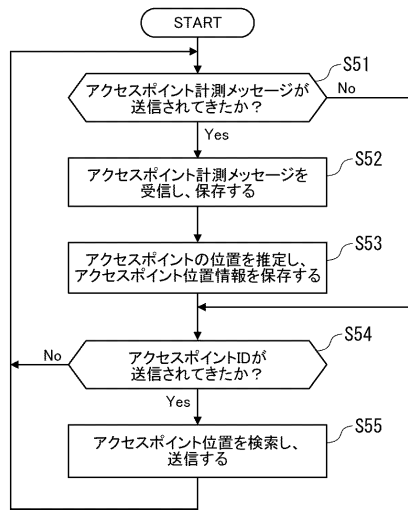
【図10】

図10



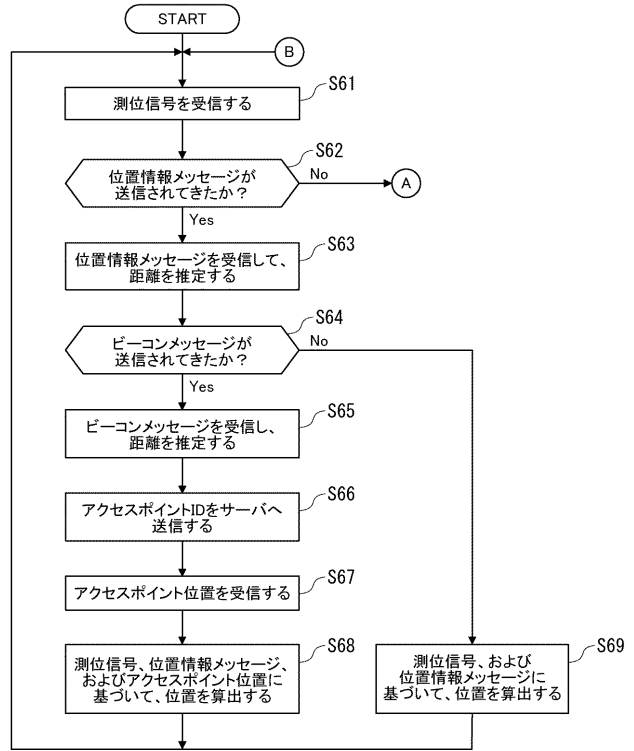
【図 1 1】

図11



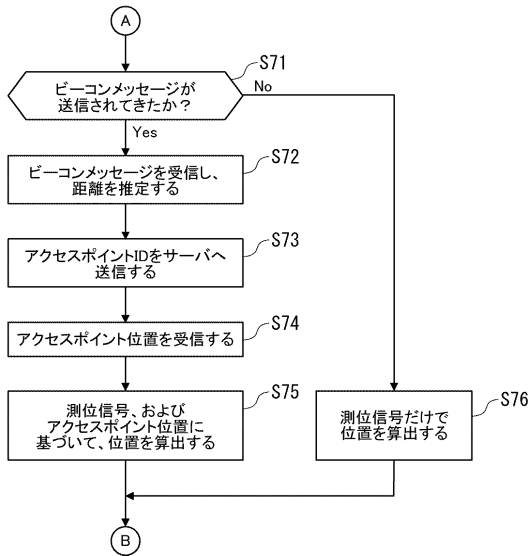
【図 1 2】

図12



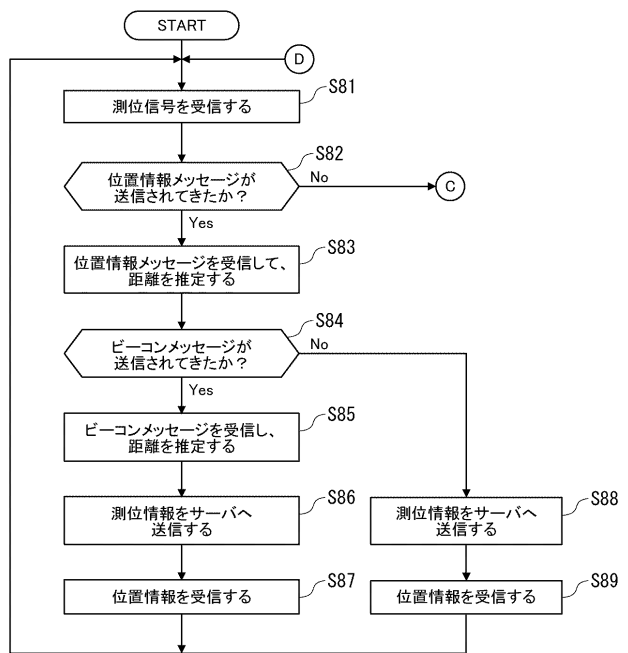
【図 1 3】

図13



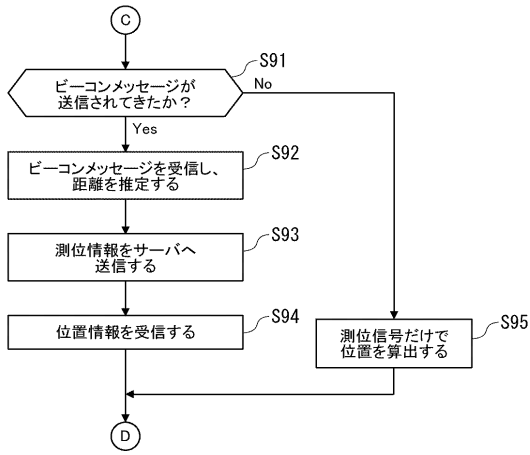
【図 1 4】

図14



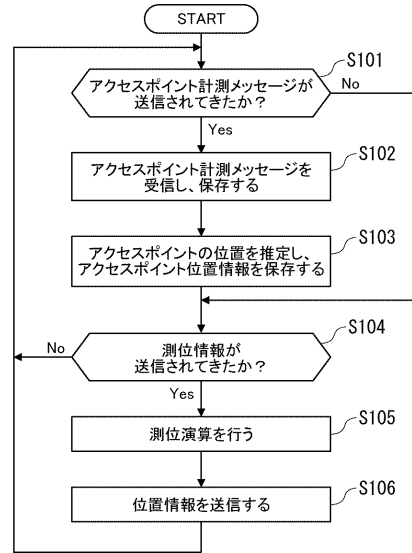
【 図 1 5 】

図15



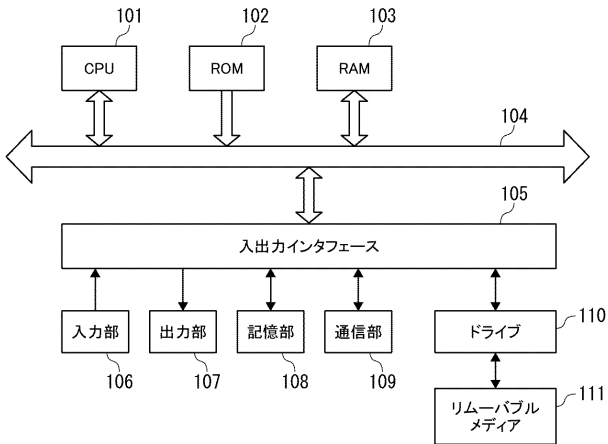
【 図 1 6 】

図16



【 図 1 7 】

図17



---

フロントページの続き

(72)発明者 山下 遼

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

Fターム(参考) 2F129 AA02 AA03 BB03 BB05 BB19 BB21 BB22 BB26 BB33 BB47  
BB66 FF11 FF13 FF15 FF57 HH02 HH12  
5H181 AA01 AA21 BB04 BB05 FF04 FF05 FF07 FF13 LL06  
5J062 AA08 AA09 BB01 BB05 CC07 CC15 CC18 DD22 DD24 EE01  
FF01 FF04  
5K067 AA33 DD20 EE02