(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7645748号
(P7645748)

(45)発行日　令和7年3月14日(2025.3.14)

(24)登録日　令和7年3月6日(2025.3.6)

(51)国際特許分類		FI	
G01S	*5/04 (2006.01)*	G01S	5/04
H04B	*1/7163(2011.01)*	H04B	1/7163

請求項の数　16　（全35頁）

(21)出願番号	特願2021-143140(P2021-143140)
(22)出願日	令和3年9月2日(2021.9.2)
(65)公開番号	特開2023-36223(P2023-36223A)
(43)公開日	令和5年3月14日(2023.3.14)
審査請求日	令和6年2月28日(2024.2.28)

(73)特許権者	000003551 株式会社東海理化電機製作所 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目２６０番地
(74)代理人	100140958 弁理士　伊藤 学
(74)代理人	100137888 弁理士　大山 夏子
(72)発明者	大石 佳樹 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目２６０番地 株式会社東海理化電機製作所内
(72)発明者	古賀 健一 愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目２６０番地 株式会社東海理化電機製作所内
(72)発明者	古池 竜也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　制御装置、システムおよび制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

少なくとも３以上のアンテナを有する通信装置と他の通信装置との間で送受信された信号に基づき、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う制御部、を備え、

前記制御部は、

前記通信装置が前記他の通信装置から受信した前記信号に基づき算出された前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合を示す指標である信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、前記通信装置と前記他の通信装置が送受信した前記信号に基づき推定された少なくとも２以上の前記通信装置と前記他の通信装置の暫定位置関係に対して適用し、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行い、

前記重みパラメータは、前記信頼性パラメータが第１の規定値以上であった際に、第１の値を示し、前記信頼性パラメータが前記第１の規定値より小さい第２の規定値未満であった際に、第２の値を示し、前記第２の規定値以上かつ前記第１の規定値未満である範囲は規定の関数により算出される第３の値を示す、制御装置。

【請求項２】

前記制御部は、

複数の通信装置の各々が前記他の通信装置から受信した前記信号に基づき算出された前記信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、前記複数の通信装置の各々と前記他の通

信装置が送受信した前記信号に基づき推定された前記暫定位置関係に対して適用し、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う、
請求項１に記載の制御装置。
【請求項３】
前記制御部は、
前記複数の通信装置の各々が前記他の通信装置から受信した前記信号に基づく前記重みパラメータの各々を用いて、前記複数の通信装置と前記他の通信装置との間で推定された前記暫定位置関係に対して重み付け平均を行い、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う、
請求項２に記載の制御装置。
【請求項４】
前記通信装置が有する３以上のアンテナは、４以上のアンテナであり、
前記制御部は、
前記４以上のアンテナのうち前記信頼性パラメータに基づく前記位置関係を推定する処理対象として適切である３以上のアンテナが送受信した信号に基づき推定された前記暫定位置関係に対して、前記重みパラメータを適用し、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う、
請求項２または請求項３に記載の制御装置。
【請求項５】
前記制御部は、
前記複数の通信装置と前記他の通信装置との間で送受信された信号に基づき、前記複数の通信装置と前記他の通信装置との位置関係として前記他の通信装置の三次元位置を推定する制御を行う、
請求項２から請求項４までのうちいずれか一項に記載の制御装置。
【請求項６】
前記規定の関数は、単調増加または単調減少の関数である、
請求項５に記載の制御装置。
【請求項７】
前記規定の関数は、１次関数である、
請求項６に記載の制御装置。
【請求項８】
前記規定の関数は、三角関数である、
請求項６に記載の制御装置。
【請求項９】
前記規定の関数は、指数関数である、
請求項６に記載の制御装置。
【請求項１０】
前記第１の値は、０または１のいずれか一方であり、
前記第２の値は、０または１の他方である、
請求項1に記載の制御装置。
【請求項１１】
前記信頼性パラメータは、前記通信装置または前記他の通信装置のうち少なくともいずれか一方が受信した信号のノイズの大きさを示す指標または前記信号が直接波によるものであることの妥当性を示す指標のうち、少なくともいずれか一方を含む、
請求項１から請求項１０までのうちいずれか一項に記載の制御装置。
【請求項１２】
前記通信装置は、移動体に搭載される、
請求項１から請求項１１までのうちいずれか一項に記載の制御装置。
【請求項１３】
前記他の通信装置は、前記移動体を利用するユーザに携帯される、

請求項１２に記載の制御装置。
【請求項１４】
前記信号は、超広帯域無線通信に準拠した無線信号を含む、
請求項１から請求項１３までのうちいずれか一項に記載の制御装置。
【請求項１５】
少なくとも３以上のアンテナを有する通信装置と、
少なくとも１以上のアンテナを有する他の通信装置と、
前記通信装置と前記他の通信装置との間で送受信された信号に基づき、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う制御装置と、
を備え、
前記制御装置は、
前記通信装置が前記他の通信装置から受信した前記信号に基づき算出された前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合を示す指標である信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、前記通信装置と前記他の通信装置が送受信した前記信号に基づき推定された少なくとも２以上の前記通信装置と前記他の通信装置の暫定位置関係に対して適用し、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行い、
前記重みパラメータは、前記信頼性パラメータが第１の規定値以上であった際に、第１の値を示し、前記信頼性パラメータが前記第１の規定値より小さい第２の規定値未満であった際に、第２の値を示し、前記第２の規定値以上かつ前記第１の規定値未満である範囲は規定の関数により算出される第３の値を示す、システム。
【請求項１６】
少なくとも３以上のアンテナを有する通信装置と他の通信装置との間で信号を送受信することと、
前記送受信された信号に基づき、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行うことと、
を含み、
前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行うことは、
前記通信装置が前記他の通信装置から受信した前記信号に基づき算出された前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合を示す指標である信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、前記通信装置の各々と前記他の通信装置が送受信した前記信号に基づき推定された少なくとも２以上の前記通信装置と前記他の通信装置の暫定位置関係に対して適用し、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行うこと、
を含み、
前記重みパラメータは、前記信頼性パラメータが第１の規定値以上であった際に、第１の値を示し、前記信頼性パラメータが前記第１の規定値より小さい第２の規定値未満であった際に、第２の値を示し、前記第２の規定値以上かつ前記第１の規定値未満である範囲は規定の関数により算出される第３の値を示す、コンピュータにより実行される制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、制御装置、システムおよび制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、装置間で無線信号を送受信した結果に従って、装置間の位置関係を推定する技術が開示されている。例えば、特許文献１では、超広帯域（ＵＷＢ：Ultra Wide Band）の信号を用いて、ＵＷＢ受信機がＵＷＢ送信機からの信号の入射角を推定する技術が開示されている。
【先行技術文献】

【特許文献】
【０００３】
【文献】国際公開第２０１５／１７６７７６号
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
しかし、上記特許文献１に記載の技術は、送受信間に遮蔽物が存在する等の環境下で信号の入射角の推定精度が低下する可能性があるにも関わらず、何ら対処がなされていないという問題があった。
【０００５】
そこで、本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、本発明の目的とするところは、信号を送受信した装置間の位置関係をより高い精度で推定することが可能な、新規かつ改良された制御装置、システムおよび制御方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
上記課題を解決するために、本発明のある観点によれば、少なくとも３以上のアンテナを有する通信装置と他の通信装置との間で送受信された信号に基づき、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う制御部、を備え、前記制御部は、前記通信装置が前記他の通信装置から受信した前記信号に基づき算出された前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合を示す指標である信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、前記通信装置と前記他の通信装置が送受信した前記信号に基づき推定された少なくとも２以上の前記通信装置と前記他の通信装置の暫定位置関係に対して適用し、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う、制御装置が提供される。
【０００７】
また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、少なくとも３以上のアンテナを有する通信装置と、少なくとも１以上のアンテナを有する他の通信装置と、前記通信装置と前記他の通信装置との間で送受信された信号に基づき、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記通信装置が前記他の通信装置から受信した前記信号に基づき算出された前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合を示す指標である信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、前記通信装置と前記他の通信装置が送受信した前記信号に基づき推定された少なくとも２以上の前記通信装置と前記他の通信装置の暫定位置関係に対して適用し、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行う、システムが提供される。
【０００８】
また、上記課題を解決するために、本発明の別の観点によれば、少なくとも３以上のアンテナを有する通信装置と他の通信装置との間で信号を送受信することと、前記送受信された信号に基づき、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行うことと、を含み、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行うことは、前記通信装置が前記他の通信装置から受信した前記信号に基づき算出された前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合を示す指標である信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、前記通信装置と前記他の通信装置が送受信した前記信号に基づき推定された少なくとも２以上の前記通信装置と前記他の通信装置の暫定位置関係に対して適用し、前記通信装置と前記他の通信装置との位置関係を推定する制御を行うこと、を含む、コンピュータにより実行される制御方法が提供される。
【発明の効果】
【０００９】
以上説明したように本発明によれば、信号を送受信した装置間の位置関係をより高い精

度で推定することが可能である。
【図面の簡単な説明】
【００１０】
【図１】本発明の一実施形態に係るシステム１の構成の一例を示すブロック図
【図２】本実施形態に係るシステム１の概要例を説明するための説明図である。
【図３】本実施形態に係る通信部２２０の通信処理ブロックの一例を示す図である。
【図４】積算器２２９から出力された本実施形態に係るＣＩＲの一例を示すグラフである。
【図５】本実施形態に係る通信部２２０の通信処理ブロックの一例を示す図である。
【図６Ａ】第１の規定値に応じた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。
【図６Ｂ】一次関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。
【図６Ｃ】三角関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。
【図６Ｄ】指数関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。
【図７Ａ】第１の規定値に応じた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。
【図７Ｂ】一次関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。
【図７Ｃ】三角関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。
【図７Ｄ】指数関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。
【図８】第１の実施例に係るシステム１の動作処理の一例を説明するための説明図である。
【図９】第２の実施例および第３の実施例に係る車両２０の構成例を示すブロック図である。
【図１０】第２の実施例に係るシステム１の制御例を説明するための説明図である。
【図１１】第２の実施例に係るシステム１の動作処理例を説明するための説明図である。
【図１２】第３の実施例に係るシステム１の制御例を説明するための説明図である。
【図１３】第３の実施例に係るシステム１の他の制御例を説明するための説明図である。
【図１４】第３の実施例に係るシステム１の動作処理例を説明するための説明図である。
【発明を実施するための形態】
【００１１】
以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。
【００１２】
また、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する要素を、同一の符号の後に異なるアルファベットや数字を付して区別する場合もある。例えば、実質的に同一の機能構成を有する複数の要素を、必要に応じて車載器２００－１および２００－２のように区別する。ただし、実質的に同一の機能構成を有する複数の要素の各々を特に区別する必要がない場合、同一符号のみを付する。例えば、車載器２００－１および２００－２を特に区別する必要が無い場合には、単に車載器２００と称する。
【００１３】
＜＜１．構成例＞＞
図１は、本発明の一実施形態に係るシステム１の構成の一例を示すブロック図である。図１に示すように、本実施形態に係るシステム１は、携帯機１００と、車載器２００と、制御装置３００と、動作装置４００と、を備える。
【００１４】

本実施形態に係る車載器２００、制御装置３００および動作装置４００は、車両２０に搭載される。車両２０は、移動体の一例であり、例えば、ユーザが乗車を許諾された車両（例えば、ユーザが所有する車両や、ユーザに一時的に貸与された車両）である。なお、本実施形態に係る移動体は、車両２０だけでなく、航空機または船舶等も含まれる。

【００１５】

（携帯機１００）

携帯機１００は、他の通信装置の一例であり、車両２０を利用するユーザにより形態される装置である。携帯機１００は、電子キー、スマートフォン、タブレット端末およびウェアラブル端末等であってもよい。図１に示すように、携帯機１００は、制御部１１０と、通信部１２０とを備える。

【００１６】

制御部１１０は、携帯機１００の動作全般を制御する。制御部１１０は、例えば、後述するＰｏｌｌ（Polling）信号を通信部１２０に送信させる。また、制御部１１０は、後述するＦｉｎａｌ信号を通信部１２０に送信させる。制御部１１０は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）及びマイクロプロセッサ等の電子回路によって構成される。

【００１７】

通信部１２０は、車載器２００が備える通信部２２０との間で、無線による通信を行う。例えば、通信部１２０は、制御部１１０の制御に従い、Ｐｏｌｌ信号を送信する。また、通信部１２０は、送信したＰｏｌｌ信号の応答として車載器２００が備える通信部２２０から送信されたＲｅｓｐ（Response）信号を受信する。また、通信部１２０は、制御部１１０の制御に従い、受信したＲｅｓｐ信号の応答としてＦｉａｎｌ信号を送信する。

【００１８】

通信部１２０と、車載器２００が備える通信部２２０との間の無線による通信は、例えば、超広帯域無線通信に準拠した信号（以下、ＵＷＢ信号と表現する。）により実現される。ＵＷＢ信号による無線通信において、インパルス方式を利用すれば、ナノ秒以下の非常に短いパルス幅の電波を使用することで電波の空中伝搬時間を高精度に測定することができ、伝搬時間に基づく測位及び測距を高精度に行うことができる。通信部１２０は、例えば、ＵＷＢ信号での通信が可能な通信インタフェースとして構成される。

【００１９】

なお、ＵＷＢ信号は、測距用信号、及びデータ信号として送受信され得る。測距用信号とは、後述する測距処理において送受信されるＰｏｌｌ信号、Ｒｅｓｐ信号およびＦｉｎａｌ信号である。測距用信号は、データを格納するペイロード部分を有さないフレームフォーマットで構成されていてもよいし、ペイロード部分を有するフレームフォーマットで構成されていてもよい。一方で、データ信号は、データを格納するペイロード部分を有するフレームフォーマットで構成されることが好ましい。

【００２０】

また、通信部１２０は、少なくとも１つのアンテナ１１１を有する。そして、通信部１２０は、少なくとも１つのアンテナ１２１を介して無線信号を送受信する。

【００２１】

（車載器２００）

車載器２００は、通信装置の一例であり、車両２０に搭載される装置である。図１に示すように、車載器２００は、制御部２１０と、通信部２２０と、を備える。

【００２２】

制御部２１０は、車載器２００の動作全般を制御する。制御部２１０は、例えば、後述するＲｅｓｐ信号を通信部２２０に送信させる。制御部２１０は、例えばＣＰＵ及びマイクロプロセッサ等の電子回路によって構成される。

【００２３】

通信部２２０は、携帯機１００が備える通信部１２０との間で、無線による通信を行う。通信部２２０は、携帯機１００が備える通信部１２０から送信されたＰｏｌｌ信号を受信する。また、通信部２２０は、制御部２１０の制御に従い、受信したＰｏｌｌ信号の応

答としてＲｅｓｐ信号を送信する。また、通信部２２０は、送信したＲｅｓｐ信号の応答として携帯機１００が備える通信部１２０から送信されたＦｉａｎｌ信号を受信する。

【００２４】

また、通信部２２０は、少なくとも３以上のアンテナ２２１を有する。そして、通信部２２０は、３以上のアンテナ２２１を介して無線信号を送受信する。ただし、後述する第１の実施例において本発明に係る制御装置３０を適用する場合、通信部２２０は、少なくとも４以上のアンテナ２２１を有する必要がある。

【００２５】

（制御装置３００）

制御装置３００は、携帯機１００と車載器２００との位置関係を算出する制御を行う。図１に示すように、制御装置３００は、通信部３１０と、制御部３２０と、を備える。なお、本明細書に係る説明では、本実施形態に係る車両２０が車載器２００と制御装置３００を分離して構成する一例を説明するが、携帯機１００または車載器２００により制御装置３００の機能が実現されてもよい。

【００２６】

通信部３１０は、任意の通信方式を用いて、車載器２００との各種通信を行う。例えば、通信部３１０は、携帯機１００と、車載器２００との間で送受信された信号の情報を車載器２００が備える通信部２２０から受信する。なお、任意の通信方式とは有線通信であってもよいし、無線通信であってもよい。また、通信部３１０は、無線通信方式を用いて、携帯機１００が備える通信部１２０と各種通信を行ってもよい。

【００２７】

制御部３２０は、制御装置３００の動作全般を制御する。制御部３２０は、例えば、携帯機１００と車載器２００との間で送受信された信号に基づき、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する制御を行う。制御部３２０は、図１に示すように、パラメータ算出部３２１と、位置推定部３２５と、を備える。

【００２８】

制御部３２０は、例えばＣＰＵおよびマイクロプロセッサ等の電子回路によって構成される。

【００２９】

パラメータ算出部３２１は、車載器２００と携帯機１００との間で送受信された信号に基づき、当該信号が携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合を示す指標である信頼性パラメータを算出する。信頼性パラメータの詳細については後述する。

【００３０】

位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００との間で送受信された信号に基づき、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する。例えば、位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００との間で送受信された信号に基づき、携帯機１００と、車載器２００との測距値を算出する。また、位置推定部３２５は、車載器２００が携帯機１００から受信した信号に基づき、信号の到来角を推定する。また、位置推定部３２５は、算出した測距値および信号の到来角に基づき、携帯機１００の二次元位置または三次元位置を算出する。なお、位置関係の推定に係る各種処理は、パラメータ算出部３２１により算出された信頼性パラメータを用いて実行されるが、詳細については後述する。

【００３１】

（動作装置４００）

動作装置４００は、制御装置３００の制御に従い、動作する装置である。動作装置４００は、車両２０が有するドアの鍵であってもよいし、車両２０が有するエンジンであってもよい。

【００３２】

以上、本実施形態に係るシステム１の構成例を説明した。続いて、図２～図５を参照し、本実施形態に係るシステム１の技術的特徴を説明する。

【００３３】
＜＜２．技術的特徴＞＞
＜２．１．マルチパス環境＞
携帯機１００と車載器２００との間で送受信された信号に基づく処理において、電波伝搬環境に応じて、位置関係の推定精度が低減する可能性がある。
【００３４】
そのような状況の一例として、アンテナ１２１からアンテナ２２１までの通信経路内にピラー等の物体が存在する場合が挙げられる。この場合、例えば、送受信された信号の受信電力が低下する可能性があり、それに伴って、位置関係の推定精度が低減し得る。
【００３５】
また、そのような状況の他の例として、マルチパス（Multi path）が発生する状況が挙げられる。マルチパスとは、ある送信機（例えば、通信部１２０）から送信された電波が受信器（例えば、通信部２２０）では複数到達する状態を指し、送信機および受信器の間で電波の経路が複数存在する場合に発生する。マルチパスが発生している状況下では、複数の異なる経路を経由した電波が互いに干渉することで、位置関係の推定精度が低減する可能性がある。
【００３６】
従って、位置推定部３２５により推定された携帯機１００と車載器２００との位置関係は、マルチパス環境に起因する推定誤差を含む可能性が生じる。ここで、本実施形態に係る制御装置３００は、車載器２００が携帯機１００から受信した信号に基づき算出された携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合を示す指標である信頼性パラメータを用いて、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する。これによって、上述したマルチパス環境に起因する位置関係の推定誤差の影響を低減し得る。
【００３７】
以下、図２を参照し、本実施形態に係るシステム１の概要例について説明する。
【００３８】
図２は、本実施形態に係るシステム１の概要例を説明するための説明図である。図２に示すように、携帯機１００が備える通信部１２０は、アンテナ１２１を有する。また、車載器２００が備える通信部２２０は、例えば、４素子アレーアンテナとしてアンテナ２２１Ａ、アンテナ２２１Ｂ、アンテナ２２１Ｃおよびアンテナ２２１Ｄを有する。ただし、携帯機１００が備える通信部１２０および車載器２００が備える通信部２２０が有するアンテナ本数は係る例に限定されない。例えば、通信部１２０が有するアンテナの本数は、複数であってもよいし、通信部２２０が有するアンテナ２２１は、５本以上であってもよい。また、後述する第２の実施例または第３の実施例において、本発明に係る制御装置３００を適用する場合、通信部２２０が有するアンテナ２２１は、３本であってもよい。
【００３９】
また、通信部２２０および通信部２２０が有する複数のアンテナ２２１のスケール比においても図示しているスケール比に限定されない。例えば、アンテナ２２１Ａ、アンテナ２２１Ｂ、アンテナ２２１Ｃおよびアンテナ２２１Ｄはそれぞれ１／２波長程度の間隔で配置されてもよい。また、４本のアンテナの配置形状は、正方形、平行四辺形、台形、矩形、及びその他の任意の形状を取り得る。ただし、複数のアンテナ２２１は、同一直線上ではなく、平面上に配置されることが望ましい。
【００４０】
また、図２において、携帯機１００が有するアンテナ１２１は、携帯機１００の上側の左端に配置されているが、携帯機１００が有するアンテナ１２１の配置位置は係る例に限定されない。例えば、アンテナ１２１は、携帯機１００の任意の位置に配置されてもよい。
【００４１】
図２に示すように、例えば、アンテナ１２１は、通信部２２０が有する複数のアンテナ２２１のうち少なくとも１以上のアンテナとの間で信号Ｓを送受信してもよい。

【００４２】
そして、制御装置３００が備える通信部３１０は、携帯機１００と車載器２００との間で送受信された信号Ｓに関する情報を通信部１２０または通信部２２０のいずれか一方から受信する。続いて、パラメータ算出部３２１は、送受信された信号Ｓに基づき、信頼性パラメータを算出してもよい。更に、位置推定部３２５は、送受信された信号Ｓに基づき、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定してもよい。
【００４３】
＜２．２．ＣＩＲ算出処理＞
本実施形態に係る携帯機１００が備える通信部１２０および車載器２００が備える通信部２２０は、通信部１２０と通信部２２０との間の無線通信路の特性を示すＣＩＲ（Channel Impulse Response）を算出し得る。
【００４４】
本明細書におけるＣＩＲは、通信部１２０及び通信部２２０のうち一方（以下、送信側とも称する）がパルスを含む無線信号を送信し、他方（以下、受信側とも称する）が無線信号を受信することにより算出される。より具体的には、本明細書におけるＣＩＲとは、送信側が送信した無線信号（以下、送信信号とも称する）と受信側が受信した無線信号（以下、受信信号とも称する）との相関を、送信信号が送信されてからの経過時間である遅延時間ごとにとった結果である、相関演算結果である。
【００４５】
受信側は、送信信号と受信信号とのスライディング相関をとることで、ＣＩＲを算出する。より詳細には、受信側は、受信信号とある遅延時間分遅延させた送信信号との相関をとった値を、当該遅延時間における特性（以下、ＣＩＲ値とも称する）として算出する。そして、受信側は、遅延時間ごとのＣＩＲ値を算出することで、ＣＩＲを算出する。つまり、ＣＩＲは、ＣＩＲ値の時系列推移である。ここで、ＣＩＲ値は、Ｉ成分及びＱ成分を有する複素数である。ＣＩＲ値のＩ成分及びＱ成分の二乗和は、ＣＩＲの電力値とも称される場合がある。なお、ＵＷＢを用いた測距技術においては、ＣＩＲ値は遅延プロファイルとも称される。また、ＵＷＢを用いた測距技術においては、ＣＩＲ値のＩ成分及びＱ成分の二乗和は、電力遅延プロファイルとも称される。
【００４６】
以下、送信側が携帯機１００であり、受信側が車載器２００である場合のＣＩＲ算出処理を、図３～図４を参照し、詳細に説明する。
【００４７】
図３は、本実施形態に係る通信部２２０の通信処理ブロックの一例を示す図である。図３に示すように、通信部２２０は、発振器２２２、乗算器２２３、９０度移相器２２４、乗算器２２５、ＬＰＦ（Low Pass Filter）２２６、ＬＰＦ２２７、相関器２２８、及び積算器２２９を含む。
【００４８】
発振器２２２は、送信信号を搬送する搬送波の周波数と同一の周波数の信号を生成して、生成した信号を乗算器２２３及び９０度移相器２２４に出力する。
【００４９】
乗算器２２３は、アンテナ２２１により受信された受信信号と発振器２２２から出力された信号とを乗算し、乗算した結果をＬＰＦ２２６に出力する。ＬＰＦ２２６は、入力された信号のうち、送信信号を搬送する搬送波の周波数以下の周波数の信号を、相関器２２８に出力する。相関器２２８に入力される信号は、受信信号の包絡線に対応する成分のうちＩ成分（即ち、実部）である。
【００５０】
９０度移相器２２４は、入力された信号の位相を９０度遅延させて、遅延させた信号を乗算器２２５に出力する。乗算器２２５は、アンテナ２２１により受信された受信信号と９０度移相器２２４から出力された信号とを乗算し、乗算した結果をＬＰＦ２２７に出力する。ＬＰＦ２２７は、入力された信号のうち、送信信号を搬送する搬送波の周波数以下

の周波数の信号を、相関器２２８に出力する。相関器２２８に入力される信号は、受信信号の包絡線に対応する成分のうちＱ成分（即ち、虚部）である。

【００５１】

相関器２２８は、ＬＰＦ２２６及びＬＰＦ２２７から出力された、Ｉ成分及びＱ成分から成る受信信号と、参照信号とのスライディング相関をとることで、ＣＩＲを算出する。なお、ここでの参照信号とは、搬送波が乗算される前の送信信号と同一の信号である。

【００５２】

積算器２２９は、相関器２２８から出力されたＣＩＲを積算して、出力する。

【００５３】

なお、通信部２２０は、上記処理を、複数のアンテナ２２１により受信された受信信号の各々に対して行う。

【００５４】

図４は、積算器２２９から出力された本実施形態に係るＣＩＲの一例を示すグラフである。グラフの横軸は遅延時間であり、縦軸は遅延プロファイルである。ＣＩＲにおける、ある遅延時間のＣＩＲ値のように、時系列に沿って変化する情報を構成するひとつの情報は、サンプリングポイントとも称される。ＣＩＲにおいて、典型的には、ゼロクロス点とゼロクロス点との間のサンプリングポイントの集合が、ひとつのパルスに対応する。ゼロクロス点とは、値がゼロになるサンプリングポイントである。ただし、ノイズがある環境ではその限りではない。例えば、ゼロ以外の基準となる水準とＣＩＲ値の推移との交点間のサンプリングポイントの集合が、ひとつのパルスに対応すると捉えられてもよい。図４に示したＣＩＲには、あるパルスに対応するサンプリングポイントの集合２１、及び他のパルスに対応するサンプリングポイントの集合２２が、含まれている。

【００５５】

集合２１は、例えば、ファストパスのパルスに対応する。ファストパスとは、送受信間の最も短い経路を指し、遮蔽物がない環境では送受信間の直線距離を指す。ファストパスのパルスとは、ファストパスを通って受信側に到達したパルスである。集合２２は、例えば、ファストパス以外の経路を通って受信側に到達したパルスに対応する。

【００５６】

なお、ファストパスのパルスとして検出されたパルスは第１到来波とも称する。第１到来波は、直接波、遅延波、又は合成波のいずれかであり得る。直接波とは、送受信間の最短経路を経て、直接的に（即ち、反射等されずに）受信側に受信される信号である。即ち、直接波とはファストパスのパルスである。遅延波とは、送受信間の最短でない経路を経て、即ち、反射等されて間接的に受信側に受信される信号である。遅延波は、直接波よりも遅延して受信側に受信される。合成波とは、複数の異なる経路を経た複数の信号が合成された状態で受信側に受信される信号である。以下の説明では、第１到来波を単に信号と表現する場合がある。

【００５７】

続いて、本実施形態に係る携帯機１００と車載器２００との位置関係の推定に係る処理の流れの一例を説明する。

【００５８】

＜２．３．位置関係の推定＞

（１）距離推定

位置推定３２５は、測距処理を行う。測距処理とは、携帯機１００と車載器２００との間の距離を推定する処理である。測距処理は、測距用信号を送受信し、測距用信号の送受信にかかる時間に基づいて携帯機１００と車載器２００との間の距離、すなわち測距値を推定することを含む。

【００５９】

測距処理において、携帯機１００と車載器２００との間で複数の測距用信号が送受信され得る。複数の測距用信号のうち、一方の装置から他方の装置へ送信される測距用信号をＰｏｌｌ信号と表現する。そして、Ｐｏｌｌ信号を受信した装置から、Ｐｏｌｌ信号を送

信した装置へ、Ｐｏｌｌ信号の応答として送信される測距用信号を、Ｒｅｓｐ信号と表現する。また、Ｒｅｓｐ信号を受信した装置から、Ｒｅｓｐ信号を送信した装置へ、Ｒｅｓｐ信号の応答として送信される測距用信号をＦｉｎａｌ信号と表現する。携帯機１００および車載器２００は、測距用信号のいずれにおいても送受信可能だが、本明細書では、携帯機１００がＰｏｌｌ信号を送信する例を説明する。

【００６０】

（２）到来角推定

位置推定部３２５は、装置間で送受信された信号の到来角を推定する。本明細書において、測距用信号に含まれるＦｉｎａｌ信号を到来角推定用の信号として説明する。

【００６１】

以下、図５を参照し、距離推定および到来角推定に係る処理の一例を説明する。

【００６２】

図５は、本実施形態に係るシステム１において実行される装置間の位置関係推定に係る処理の一例を説明するためのシーケンス図である。

【００６３】

まず、携帯機１００が有するアンテナ１２１は、車載器２００が有するアンテナ２２１Ａに対して、Ｐｏｌｌ信号を送信する（Ｓ１０１）。

【００６４】

次に、車載器２００が有するアンテナ２２１Ａは、Ｐｏｌｌ信号に対する応答として、Ｒｅｓｐ信号を携帯機１００が有するアンテナ１２１に送信する（Ｓ１０３）。

【００６５】

そして、携帯機１００が有するアンテナ１２１は、Ｒｅｓｐ信号に対する応答として、Ｆｉｎａｌ信号を車載器２００が有するアンテナ２２１Ａ、アンテナ２２１Ｂ、アンテナ２２１Ｃおよびアンテナ２２１Ｄに送信する（Ｓ１０５）。

【００６６】

ここで、携帯機１００が、Ｐｏｌｌ信号を送信してからＲｅｓｐ信号を受信するまでの時間長を時間長Ｔ１とし、Ｒｅｓｐ信号を受信してからＦｉｎａｌ信号を送信するまでの時間長を時間長Ｔ２とする。そして、車載器２００が、Ｐｏｌｌ信号を受信してからＲｅｓｐ信号を送信するまでの時間長を時間長Ｔ３とし、Ｒｅｓｐ信号を送信してからＦｉｎａｌ信号を受信するまでの時間長を時間長Ｔ４とする。

【００６７】

携帯機１００と車載器２００との間の距離は、上述した各時間長を用いて算出されてもよい。例えば、車載器２００は、携帯機１００から時間長Ｔ１および時間長Ｔ２に関する情報を含む信号を受信してもよい。そして、制御装置３００は、車載器２００から時間長Ｔ１、時間長Ｔ２、時間長Ｔ３および時間長Ｔ４に関する情報を含む信号を受信してもよい。そして、位置推定部３２５は、時間長Ｔ１、時間長Ｔ２、時間長Ｔ３、および時間長Ｔ４を用いて、信号の伝搬時間τを算出する。より具体的には、位置推定部３２５は、以下の数式１を用いて信号の伝搬時間τを算出してもよい。

$$\tau = (T1 \times T4 - T2 \times T3) / (T1 + T2 + T3 + T4) \quad \text{（数式１）}$$

【００６８】

そして、位置推定部３２５は、算出した信号の伝搬時間τに既知である信号の速度を乗算して、携帯機１００と車載器２００との間の距離を推定してもよい。

【００６９】

なお、位置推定部３２５は、携帯機１００が有するアンテナ１２１と、車載器２００が有するアンテナ２２１Ａとの間で送受信された信号に基づき、携帯機１００と車載器２００との間の距離を推定する一例を説明したが、車載器２００はアンテナ２２１Ａと異なるアンテナを用いて信号を送受信してもよいし、複数のアンテナ２２１を用いて信号を送受信してもよい。

【００７０】

また、信号の伝搬時間τは、数式１による算出方法に限定されない。例えば、信号の伝搬時間は、時間長Ｔ１から時間長Ｔ３を差し引き、当該時間を２で割ることによっても算出し得る。

【００７１】

次に、信号の到来角は、車載器２００が有する複数のアンテナ２２１のうち隣接するアンテナが受信したＦｉｎａｌ信号の位相差から算出してもよい。例えば、アンテナ２２１Ａが受信したＦｉｎａｌ信号の位相を位相P_Aとし、アンテナ２２１Ｂが受信したＦｉｎａｌ信号の位相を位相P_Bとし、アンテナ２２１Ｃが受信したＦｉｎａｌ信号の位相を位相P_Cとし、アンテナ２２１Ｄが受信したＦｉｎａｌ信号の位相を位相P_Dとする。

【００７２】

例えば、アンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｂを繋ぐ直線をＸ軸とし、Ｘ軸と直交するアンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｃを繋ぐ直線をＹ軸とし、アンテナ２２１Ａの鉛直方向をＺ軸とする座標系を定義する。

【００７３】

このような座標系の場合、Ｘ軸方向に隣接するアンテナ間の位相差Pd_{AB}、Pd_{CD}、およびＹ軸方向に隣接するアンテナ間の位相差Pd_{AC}、Pd_{BD}はそれぞれ以下の数式２を用いて表される。

$$Pd_{AB}=(P_B-P_A)$$
$$Pd_{CD}=(P_D-P_C)$$
$$Pd_{AC}=(P_C-P_A)$$
$$Pd_{BD}=(P_D-P_B)$$

（数式２）

【００７４】

ここで、アンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｂ（あるいは、アンテナ２２１Ｃおよびアンテナ２２１Ｄ）を繋ぐ直線と第１到来波とのなす角をなす角θと称する。また、アンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｃ（あるいは、アンテナ２２１Ｂおよびアンテナ２２１Ｄ）を繋ぐ直線と第１到来波とのなす角をなす角Φと称する。ここで、なす角θおよびなす角Φは、信号の到来角であり、それぞれ数式３で表される。なお、λは電波の波長であり、ｄはアンテナ間の距離である。

$$\theta\ or\ \Phi=arccos(\lambda\times Pd/(2\pi d))$$

（数式３）

【００７５】

従って、位置推定部３２５は、数式２および数式３に基づき、信号の到来角をそれぞれ数式４で算出する。

$$\theta_{AB}=arccos(\lambda\times(P_B-P_A)/(2\pi d))$$
$$\theta_{CD}=arccos(\lambda\times(P_D-P_C)/(2\pi d))$$
$$\Phi_{AC}=arccos(\lambda\times(P_C-P_A)/(2\pi d))$$
$$\Phi_{BD}=arccos(\lambda\times(P_D-P_B)/(2\pi d))$$

（数式４）

【００７６】

なお、位置推定部３２５は、θ_{AB}およびθ_{CD}の平均値をなす角θとして算出してもよいし、θ_{AB}またはθ_{CD}のうちいずれか一方をなす角θとして推定してもよい。同様に、位置推定部３２５は、Φ_{AC}およびΦ_{BD}の平均値をなす角Φとして算出してもよいし、Φ_{AC}またはΦ_{BD}のうちいずれか一方をなす角Φとして推定してもよい。

【００７７】

また、位置推定部３２５は、推定された測距値およびなす角θまたはなす角Φを用いて携帯機１００の二次元位置または三次元位置を推定してもよい。

【００７８】

例えば、上述した座標系において、位置推定部３２５は、携帯機１００の三次元位置を数式５を用いて推定してもよい。

$$x = R \times \cos\theta$$
$$y = R \times \cos\Phi$$
$$z = \sqrt{(R2 - x2 - y2)}$$

（数式５）

【００７９】

以上説明したように、位置推定部３２５は、車載器２００が有する複数のアンテナ２２１と携帯機１００が有するアンテナ１２１間で送受信された信号に基づき、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定し得る。一方、上述したように、車載器２００が有する複数のアンテナ２２１と携帯機１００が有するアンテナ１２１間で発生したマルチパス環境に応じて、位置関係の推定精度が低減する可能性がある。

【００８０】

そこで、車載器２００が有するいずれかのアンテナまたは携帯機１００が有するアンテナ１２１が受信した信号に基づき、位置推定部３２５は、車載器２００が有する複数のアンテナ２２１と携帯機１００が有するアンテナ１２１間で送受信された信号が位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合いを示す信頼性パラメータを算出する。信頼性パラメータが所定の基準を満たした信号を位置関係の推定に用いることによって、位置推定部３２５は、より高い精度で携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定し得る。

【００８１】

以下、パラメータ算出部３２１が算出する信頼性パラメータの具体例を説明する。

【００８２】

＜２．４．信頼性パラメータ＞

本実施形態に係るパラメータ算出部３２１は、通信部２２０が受信した信号に基づき、信頼性パラメータを算出する。ここで、受信した信号とは、上述したＰｏｌｌ信号、Ｒｅｓｐ信号またはＦｉｎａｌ信号であってもよいし、携帯機１００から測距用信号とは別に送信された信号であってもよい。

【００８３】

信頼性パラメータは、通信部１２０が有するアンテナ１２１または通信部２２０が有するいずれかのアンテナ２２１が受信した信号が携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する処理対象として適切であるか否かの度合いを示す指標である。例えば、信頼性パラメータは、連続値または離散値であり、値が大きいほどアンテナが送受信する信号が位置関係を推定する処理対象として適切であり、値が小さいほど信号が位置関係を推定する処理対象として不適切であり得る。また、信頼性パラメータは、値が大きいほどアンテナが送受信する信号が位置関係を推定する処理対象として不適切であり、値が小さいほど信号が位置関係を推定する処理対象として適切であってもよい。以下、通信部２２０が受信した信号に基づく信頼性パラメータについて具体例を挙げて説明する。

【００８４】

（ノイズの大きさを示す指標）

信頼性パラメータは、例えば、ノイズの大きさを示す指標であってもよい。より具体的には、パラメータ算出部３２１は、通信部２２０が受信した信号の電力値およびＳＮＲ（signal noise ratio）の少なくともいずれか一方に基づいて信頼性パラメータを算出してもよい。電力値またはＳＮＲが大きい場合ノイズの影響が小さいので、第１到来波は検出される対象として適切であることを示す第１の信頼性パラメータが計算される。一方で、電力値またはＳＮＲが小さい場合、ノイズの影響が大きいため、第１到来波は検出される対象として不適切であることを示す信頼性パラメータが算出されてもよい。

【００８５】

（第１到来波が直接波によるものであることの妥当性を示す指標）

また、信頼性パラメータは、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性を示す指標である。第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が高いほど信頼性は高く、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が低いほど信頼性は低い。

【００８６】
例えば、信頼性パラメータは、通信部２２０が有する複数のアンテナ２２１の各々における信号間の整合性に基づいて算出されてもよい。より具体的には、パラメータ算出部３２１は、通信部２２０が有する複数のアンテナ２２１の各々における信号の受信時刻及び電力値の少なくともいずれか一方に基づいて信頼性パラメータを算出してもよい。マルチパスの影響で、それぞれ異なる経路を経由して到来した複数の信号が合成され、互いに増幅又は相殺された状態でアンテナに受信され得る。そして、複数のアンテナの各々において、信号の増幅及び相殺のされ方が異なる場合、複数のアンテナ間で信号の受信時刻及び電力値が相違し得る。アンテナ間の距離が到来角推定用信号の１／２波長程度の近距離であることを考慮すれば、アンテナ２２１Ａ、アンテナ２２１Ｂ、アンテナ２２１Ｃ、およびアンテナ２２１Ｄの間で信号の受信時刻及び電力値の差が大きいことは、信号が直接波によるものであることの妥当性が低いことを意味する。
【００８７】
そこで、複数のアンテナ２２１間での、第１到来波の受信時刻（即ち、特定要素の遅延時間）の差が大きいほど、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が低いことを示す信頼性パラメータが計算される。一方で、複数のアンテナ２２１間での、第１到来波の受信時刻の差が小さいほど、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が高いことを示す信頼性パラメータが計算される。また、複数のアンテナ２２１間での、第１到来波の電力の差が大きいほど、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が低いことを示す信頼性パラメータが計算される。一方で、複数のアンテナ２２１間での、第１到来波の電力の差が小さいほど、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が高いことを示す信頼性パラメータが計算される。
【００８８】
信頼性パラメータは、複数のアンテナ２２１のうち異なる２つのアンテナ（例えば、アンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｂ）により形成される、複数のアンテナペアの各々により受信された第１到来波に基づき推定される、携帯機１００が存在する位置を示す位置パラメータ間の整合性に基づいて計算されてもよい。ここでの位置パラメータとは、測距値、なす角θ及びΦ、並びに座標（ｘ，ｙ，ｚ）である。第１到来波が直接波によるものである場合、なす角θ及びΦ並びに座標（ｘ，ｙ，ｚ）を計算するために使用される通信部２２０のアンテナペアの組み合わせが異なっても、なす角θ及びΦ並びに座標（ｘ，ｙ，ｚ）の結果は同一又は略同一である。しかし、第１到来波が直接波によるものではない場合、異なる通信部２２０のアンテナペア同士でなす角θ及びΦ並びに座標（ｘ，ｙ，ｚ）の結果に相違が生じ得る。
【００８９】
そこで、異なるアンテナペアの組み合わせ間での位置パラメータの計算結果の相違が小さいほど、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が高いことを示す信頼性パラメータが計算される。例えば、角度推定処理において説明した、Φ_{AC}とΦ_{BD}との間の誤差が小さいほど及びθ_{AB}とθ_{CD}との間の誤差が小さいほど、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が高いことを示す信頼性パラメータが計算される。一方で、異なるアンテナペアの組み合わせ間での位置パラメータの計算結果の相違が大きいほど、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が低いことを示す信頼性パラメータが計算される。例えば、角度推定処理において説明した、Φ_{AC}とΦ_{BD}との間の誤差が大きいほど及びθ_{AB}とθ_{CD}との間の誤差が大きいほど、第１到来波が直接波によるものであることの妥当性が低いことを示す信頼性パラメータが計算される。ただし、なす角θ及びΦ並びに座標（ｘ，ｙ，ｚ）の差を用いて算出される信頼性パラメータは、アンテナ全体に対する信頼性パラメータのため、後述する第１の実施例では適用されない。
【００９０】
（第１到来波が合成波によるものではないことの妥当性を示す指標）
信頼性パラメータは、第１到来波が合成波によるものではないことの妥当性を示す指標であってもよい。第１到来波が合成波によるものではないことの妥当性が高いほど信頼性

は高く、第１到来波が合成波によるものではないことの妥当性が低いほど信頼性は低い。具体的には、信頼性パラメータは、第１到来波の時間方向の幅、及び第１到来波における位相の状態の、少なくともいずれかに基づいて算出されてもよい。

【００９１】

（無線信号を受信した状況の妥当性を示す指標）

信頼性パラメータは、無線信号を受信した状況の妥当性を示す指標であってもよい。無線信号を受信した状況の妥当性が高いほど信頼性は高く、無線信号を受信した状況の妥当性が低いほど信頼性は低い。

【００９２】

例えば、信頼性パラメータは、複数の第１到来波のばらつきに基づいて算出されてもよい。この場合、信頼性パラメータは、第１到来波の電力値の分散、並びに推定された位置パラメータ（距離、なす角θ及びΦ、並びに座標（ｘ，ｙ，ｚ））の分散及び変化量といった、複数の第１到来波のばらつきを示す統計量に基づいて算出されてもよい。

【００９３】

（第１の要素の遅延時間と第２の要素の遅延時間との差）

信頼性パラメータは、ＣＩＲにおいて特定要素よりも後に１番目にＣＩＲ値がピークをとる第１の要素の遅延時間と、特定要素よりも後に２番目にＣＩＲ値がピークをとる第２の要素の遅延時間と、の差であってもよい。図４に示したように第１到来波のＣＩＲ波形はひとつのピークを有する波形になる。他方、合成波が第１到来波として検出される場合、第１到来波のＣＩＲ波形は複数のピークを含む波形になり得る。そして、第１到来波のＣＩＲ波形がひとつのピークを有するか複数のピークを有するかは、第１の要素の遅延時間と第２の要素の遅延時間との差により判定することができる。

【００９４】

合成波が第１到来波として検出された場合、直接波が第１到来波として検出された場合と比較して、位置パラメータの推定精度は低下する。従って、第１要素の遅延時間と第２要素の遅延時間との差が大きいほど信頼性が高いと言える。

【００９５】

（ＣＩＲ波形の相関）

信頼性パラメータは、通信部２２０が有する複数のアンテナ２２１のうち、あるアンテナペアにおけるＣＩＲ波形の相関に基づいて導出されてもよい。通信部２２０が有する複数のアンテナ２２１において、直接波と遅延波とが合成された状態で受信される場合、アンテナ間の距離が近距離であっても、直接波と遅延波との位相の関係はアンテナ間で異なり得る。その結果、各アンテナにおける各々のＣＩＲ波形は異なるものとなり得る。つまり、あるアンテナペアにおいてＣＩＲ波形が異なることは、アンテナペアのうち少なくとも一方のアンテナにおいて、合成波が受信されていることを意味する。合成波が第１到来波として検出される場合、即ち、直接波に対応する特定要素が検出されなかった場合、位置パラメータの推定精度は低下する。

【００９６】

例えば、信頼性パラメータは、通信部２２０が有する複数のアンテナ２２１のうち、あるアンテナより受信された受信信号に基づいて得られたＣＩＲと、他のアンテナにより受信された受信信号に基づいて得られたＣＩＲと、の間の相関係数であってもよい。この場合、信頼性パラメータは、相関係数が小さいほど信頼性が低いと判定され、相関係数が大きいほど、信頼性が高いと判定される。なお、相関係数は、例えばピアソンの相関係数が含まれる。

【００９７】

（補足）

以下、続いて説明する信頼性パラメータの具体例に係る補足を説明する。

【００９８】

まず、ＣＩＲに含まれる複数のサンプリングポイントの各々を、以下では要素とも称する。即ち、ＣＩＲは、遅延時間ごとのＣＩＲ値を要素として含むものとする。また、ＣＩ

Ｒの形状、より詳しくはＣＩＲ値の時系列変化の形状は、ＣＩＲ波形とも称される。
【００９９】
ＣＩＲに含まれる複数の要素のうち、特定の要素を、以下では特定要素とも称する。特定要素は、第１到来波に対応する要素である。特定要素は、第１到来波に関し上述した所定の検出基準に従って検出される。一例として、特定要素は、ＣＩＲに含まれる複数の要素のうち、ＣＩＲ値としての振幅又は電力が最初に所定の閾値を超える要素である。以下では、かかる所定の閾値を、ファストパス閾値とも称する。
【０１００】
特定要素の遅延時間に対応する時刻は、第１到来波の受信時刻として、測距のために使用される。また、特定要素の位相は、第１到来波の位相として、信号の到来角推定のために使用される。
【０１０１】
通信部２２０が有する複数のアンテナ２２１には、ＬＯＳ（Line of Sight）状態の通信部２２０とＮＬＯＳ（Non Line of Sight）状態の通信部２２０とが混在し得る。
【０１０２】
ＬＯＳ状態であるとは、車載器２００が有するアンテナ２２１と携帯機１００が有するアンテナ１２１との間が見通せることを指す。ＬＯＳ状態であれば、直接波の受信電力が最も大きいので、受信側は、直接波を第１到来波として検出することに成功する可能性が高い。
【０１０３】
ＮＬＯＳ状態であるとは、車載器２００が有するアンテナ２２１と携帯機１００が有するアンテナ１２１との間が見通せないことを指す。ＮＬＯＳ状態であれば、直接波の受信電力が他と比較して小さくなる可能性があるので、受信側は、直接波を第１到来波として検出することに失敗する可能性がある。
【０１０４】
通信部２２０がＮＬＯＳ状態である場合、携帯機１００から到来する信号のうち直接波の受信電力がノイズと比較して小さくなる。よって、直接波を第１到来波として検出することに成功したとしても、ノイズの影響で第１到来波の位相及び受信時刻が変動してしまい得る。その場合、測距精度及び到来角の推定精度は低下し得る。
【０１０５】
さらに、通信部２２０がＮＬＯＳ状態である場合、通信部２２０がＬＯＳ状態である場合と比較して直接波の受信電力が小さくなり、直接波を第１到来波として検出することに失敗し得る。その場合、測距精度及び到来角推定精度は低下し得る。
【０１０６】
（特定要素の遅延時間とＣＩＲ値が最大となる要素の遅延時間との差）
そこで、信頼性パラメータは、特定要素の遅延時間と、ＣＩＲにおいてＣＩＲ値が最大となる要素の遅延時間と、の差であってもよい。
【０１０７】
通信部２２０がＬＯＳ状態であれば、直接波のＣＩＲ値が一番大きくなる。そのため、ＣＩＲにおいてＣＩＲ値が最大となる要素は、直接波に対応する集合に含まれる。
【０１０８】
一方、ＮＬＯＳ状態である場合、遅延波のＣＩＲ値が直接波のＣＩＲ値よりも大きくなり得る。ＮＬＯＳ状態であれば、ファストパスの途中に遮蔽物が存在するためである。とりわけ、ファストパスの途中に人体がある場合、直接波は人体を透過する際に大きく減衰する。その場合、ＣＩＲにおいてＣＩＲ値が最大となる要素は、直接波に対応する集合に含まれない。
【０１０９】
通信部２２０がＬＯＳ状態であるかＮＬＯＳ状態であるかは、特定要素の遅延時間と、ＣＩＲにおいてＣＩＲ値が最大となる要素の遅延時間との差により判定することができる。
【０１１０】

通信部２２０がＬＯＳ状態である場合には当該差が小さくなり得るためである。また、通信部２２０がＮＬＯＳ状態である場合には当該差が大きくなり得るためである。

【０１１１】

以上、本実施形態に係る信頼性パラメータの具体例を説明した。位置推定部３２５は、パラメータ算出部３２１により算出された信頼性パラメータを用いることにより、携帯機１００と車載器２００との位置関係の推定精度を向上し得る。

【０１１２】

なお、位置推定部３２５は、上述した信頼性パラメータの他に測距値を信頼性パラメータとして用いても良いし、複数の信頼性パラメータを組み合わせて用いてもよい。以下、信頼性パラメータを用いる具体例を順次説明する。

【０１１３】

＜＜３．実施例＞＞

＜３．１．第１の実施例＞

第１の実施例に係る制御部３２０は、車載器２００が携帯機１００から受信した信号に基づき算出された信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、車載器２００が有する複数のアンテナ２２１の隣接するアンテナ間の位相差に適用し、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する制御を行ってもよい。

【０１１４】

ここで、隣接するアンテナとは、図２に示したアンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｂと、アンテナ２２１Ｃおよびアンテナ２２１Ｄと、アンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｃと、アンテナ２２１Ｂおよびアンテナ２２１Ｄとを示す。

【０１１５】

制御部３２０は、例えば、複数のアンテナ２２１の平行方向にあるアンテナのアンテナ間の位相差に対し、重みパラメータに基づく重み付け平均を行い、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する制御を行ってもよい。平行方向にあるアンテナとは、上述したＸ軸に平行であるアンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｂのアンテナペアと、アンテナ２２１Ｃおよびアンテナ２２１Ｄのアンテナペアである。また、平行方向にあるアンテナとは、上述したＹ軸に平行であるアンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｃのアンテナペアと、アンテナ２２１Ｂおよびアンテナ２２１Ｄのアンテナペアである。

【０１１６】

例えば、Ｘ軸に平行である各アンテナペアに重み付け平均した後のアンテナ間位相差をアンテナ間位相差Pd_Xとし、Ｙ軸に平行である各アンテナペアに重み付け平均した後のアンテナ間位相差をアンテナ間位相差Pd_Yとする。また、アンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｂのアンテナ間位相差Pd_{AB}に対する重みパラメータを重みパラメータW_{AB}とし、アンテナ２２１Ｃおよびアンテナ２２１Ｄのアンテナ間位相差Pd_{CD}に対する重みパラメータを重みパラメータW_{CD}とし、アンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｃのアンテナ間位相差Pd_{AC}に対する重みパラメータを重みパラメータW_{AC}とし、アンテナ２２１Ｂおよびアンテナ２２１Ｄのアンテナ間位相差Pd_{BD}に対する重みパラメータを重みパラメータW_{BD}とする。

【０１１７】

ここで、パラメータ算出部３２１は、例えば、信頼性パラメータが示す値を重みパラメータW_{AB}、W_{CD}、W_{AC}およびW_{BD}として設定してもよい。例えば、信頼性パラメータを上述した受信電力とした場合、アンテナ２２１Ａが受信した信号の受信電力が「－９０ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｂが受信した信号の受信電力が「－１００ｄＢｍ」であった際に、重みパラメータW_{AB}は、「－９０ｄＢｍ」および「－１００ｄＢｍ」の平均値である「－９５ｄＢｍ」としてもよい。または、重みパラメータW_{AB}は、「－９０ｄＢｍ」および「－１００ｄＢｍ」の最大値である「－９０ｄＢｍ」としてもよいし、最小値である「－１００ｄＢｍ」としてもよい。あるいは、重みパラメータW_{AB}は、複数のアンテナ２２１の受信電力の中央値であってもよい。

【０１１８】

そして、位置推定部３２５は、Ｘ軸方向のアンテナ間位相差Pd_XおよびＹ軸方向のアンテナ間位相差Pd_Yをそれぞれ、数式６を用いて推定してもよい。

$$Pd_X=(W_{AB}\times Pd_{AB}+W_{CD}\times Pd_{CD})/(W_{AB}+W_{CD})$$
$$Pd_Y=(W_{AC}\times Pd_{AC}+W_{BD}\times Pd_{BD})/(W_{AC}+W_{BD})$$

（数式６）

【０１１９】

そして、位置推定部３２５は、数式６により推定されたPd_Xと数式３に基づき、なす角θを算出し、数式６により推定されたPd_Yと数式３に基づき、なす角Φを算出する。これにより位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００との位置関係をより高い精度で推定し得る。

【０１２０】

以上説明した一例では、パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータが示す値を重みパラメータとして設定する一例を説明したが、重みパラメータは係る例に限定されない。以下、図６および図７を参照し、パラメータ算出部３２１による重みパラメータの算出方法の他の例について説明する。まずは、図６を参照し、信頼性パラメータの値が小さいほど信頼性が高い場合における重みパラメータの算出方法の具体例を説明する。また、以下の説明では、アンテナ２２１Ａおよびアンテナ２２１Ｂのアンテナペアの信頼性パラメータに基づき、重みパラメータの算出する方法を説明する。

【０１２１】

図６Ａは、第１の規定値に応じた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。パラメータ算出部３２１は、例えば、信頼性パラメータＲｐおよび数式７に基づき、重みパラメータＷを算出してもよい。

$$W=1\quad(Rp<TH)$$
$$W=0\quad(Rp\geqq TH)$$

（数式７）

【０１２２】

パラメータ算出部３２１は、例えば、信頼性パラメータRp_{AB}が規定値ＴＨ以上であった際に、第１の値を算出し、信頼性パラメータRp_{AB}が規定値ＴＨ未満であった際に、第２の値を算出してもよい。

【０１２３】

第１の値は、例えば、図６Ａに示すように「０」であってもよい。また、第２の値は、例えば、図６Ａに示すように「１」であってもよい。ただし、第１の値および第２の値は、第１の値が第２の値より小さければ任意の値であってもよい。これにより、パラメータ算出部３２１は、より簡易な算出方法により、重みパラメータを設定することが可能である。

【０１２４】

また、パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐが第１の規定値以上であった際に第１の値を算出し、信頼性パラメータＲｐが第１の規定値より小さい第２の規定値未満であった際に、第２の値を算出してもよい。更に、パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐが第２の規定値以上、かつ、第１の規定値未満であった際に、規定の関数を用いて、第３の値を算出してもよい。ここで、規定の関数は、例えば、単調増加または単調減少の関数であってもよい。この場合、信頼性パラメータが小さいほど信頼性が高い場合では、規定の関数は単調減少の関数であり、信頼性パラメータが大きいほど信頼性が高い場合では、規定の関数は単調増加の関数である。まず、図６Ｂ～図６Ｄを参照し、規定の関数が単調減少の関数であった際における重みパラメータの算出方法の具体例を説明する。

【０１２５】

図６Ｂは、一次関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐおよび数式８に基づき、重みパラメータＷを算出してもよい。

Ｗ＝１　　（Ｒｐ＜ＴＨ２）
Ｗ＝－（Ｒｐ$_{ＡＢ}$－ＴＨ２）／（ＴＨ１－ＴＨ２）＋１　　（ＴＨ２≦Ｒｐ＜ＴＨ１）
Ｗ＝０　　（Ｒｐ≧ＴＨ１）
（数式８）

【０１２６】
パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐ$_{ＡＢ}$が第１の規定値ＴＨ１以上であった際に、第１の値として「０」を算出し、第２の規定値未満であった際に、第２の値として「１」を算出する。更に、パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐ$_{ＡＢ}$が第２の規定値ＴＨ２以上、かつ、第１の規定値ＴＨ１未満であった際に、一次関数を規定の関数として用いて、第３の値を算出してもよい。

【０１２７】
図６Ｃは、三角関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐおよび数式９に基づき、重みパラメータＷを算出してもよい。
Ｗ＝１　　（Ｒｐ＜ＴＨ２）
Ｗ＝ｃｏｓ[（Ｒｐ$_{ＡＢ}$－ＴＨ２）／（ＴＨ１－ＴＨ２）×π／２]
（ＴＨ２≦Ｒｐ＜ＴＨ１）
Ｗ＝０　　（Ｒｐ≧ＴＨ１）
（数式９）

【０１２８】
パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐ$_{ＡＢ}$が第１の規定値ＴＨ１以上であった際に、第１の値として「０」を算出し、第２の規定値未満であった際に、第２の値として「１」を算出する。更に、パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐ$_{ＡＢ}$が第２の規定値ＴＨ２以上、かつ、第１の規定値ＴＨ１未満であった際に、三角関数を規定の関数として用いて、第３の値を算出してもよい。

【０１２９】
図６Ｄは、指数関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐおよび数式１０に基づき、重みパラメータＷを算出してもよい。
Ｗ＝１　　（Ｒｐ＜ＴＨ２）
Ｗ＝ｅｘｐ[－５×（Ｒｐ$_{ＡＢ}$－ＴＨ２）／（ＴＨ１－ＴＨ２）]
（ＴＨ２≦Ｒｐ＜ＴＨ１）
Ｗ＝０　　（Ｒｐ≧ＴＨ１）
（数式１０）

【０１３０】
パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐ$_{ＡＢ}$が第１の規定値ＴＨ１以上であった際に、第１の値として「０」を算出し、第２の規定値未満であった際に、第２の値として「１」を算出する。更に、パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐ$_{ＡＢ}$が第２の規定値ＴＨ２以上、かつ、第１の規定値ＴＨ１未満であった際に、指数関数を規定の関数として用いて、第３の値を算出してもよい。

【０１３１】
以上、信頼性パラメータＲｐが小さいほど信頼性が高い場合における重みパラメータの算出方法の具体例を説明した。続いて、図７を参照し、信頼性パラメータＲｐが大きいほど信頼性が高い場合における重みパラメータの算出方法の具体例を説明する。

【０１３２】
図７Ａは、第１の規定値に応じた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐおよび数式１１に基づき、重みパラメータＷを算出してもよい。
Ｗ＝０　（Ｒｐ＜ＴＨ）
Ｗ＝１　（Ｒｐ≧ＴＨ）

（数式１１）

【０１３３】

パラメータ算出部３２１は、数式７と同様、信頼性パラメータRp_{AB}が規定値ＴＨ以上であった際に、第１の値を算出し、信頼性パラメータRp_{AB}が規定値ＴＨ未満であった際に、第２の値を算出してもよい。

【０１３４】

なお、数式７では、第１の値は、第２の値より小さい値であれば任意の値であってもよかったが、数式１１では、第１の値は、第２の値より大きければ任意の値であってもよい。第１の値は、例えば、図７Ａに示すように「１」であってもよい。また、第２の値は、例えば、図７Ａに示すように「０」であってもよい。

【０１３５】

つまり、信頼性パラメータが大きいほど信頼性が高い場合では、信頼性パラメータが小さいほど信頼性が高い場合において説明した第１の値と第２の値との大小関係が入れ替わる。以下の図７Ｂ～図７Ｄを参照し、規定の関数が単調増加の関数であった際における重みパラメータの算出方法の具体例を説明するが、図６Ｂ～図６Ｄを参照して説明した内容と重複する説明については省略する。

【０１３６】

図７Ｂは、一次関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐおよび数式１２に基づき、重みパラメータＷを算出してもよい。

$W=0$　（$Rp<TH2$）

$W=(Rp_{AB}-TH2)/(TH1-TH2)+1$　（$TH2\leqq Rp<TH1$）

$W=1$　（$Rp\geqq TH1$）

（数式１２）

【０１３７】

図７Ｃは、三角関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐおよび数式１３に基づき、重みパラメータＷを算出してもよい。

$W=0$　（$Rp<TH2$）

$W=sin[(Rp_{AB}-TH2)/(TH1-TH2)\times\pi/2]$　（$TH2\leqq Rp<TH1$）

$W=1$　（$Rp\geqq TH1$）

（数式１３）

【０１３８】

図７Ｄは、指数関数を規定の関数として用いた重みパラメータの算出方法の一例を説明するための説明図である。パラメータ算出部３２１は、信頼性パラメータＲｐおよび数式１４に基づき、重みパラメータＷを算出してもよい。

$W=0$　（$Rp<TH2$）

$W=exp[5\times(Rp_{AB}-TH2)/(TH1-TH2)-1]$　（$TH2\leqq Rp<TH1$）

$W=1$　（$Rp\geqq TH1$）

（数式１４）

【０１３９】

パラメータ算出部３２１は、アンテナペア毎に重みパラメータの算出方法に係る具体例のうち少なくともいずれか一つの方法を用いることで重みパラメータを算出する。そして、位置推定部３２５は、算出された重みパラメータと、数式６に基づき、Ｘ軸方向のアンテナ間位相差Pd_Xと、Ｙ軸方向のアンテナ間位相差Pd_Yを算出する。更に、位置推定部３２５は、重みパラメータを適用して算出した各アンテナ間位相差Pd_X及びPd_Yと、数式３に基づき、信号のなす角θ及びなす角Φを信号の到来角として算出する。これにより、位置推定部３２５は、マルチパス環境の影響を低減し、より高い精度で信号の到来

角を算出し得る。
【０１４０】
（動作処理例）
図８は、第１の実施例に係るシステム１の動作処理の一例を説明するための説明図である。まず、携帯機１００が備える通信部１２０は、Ｐｏｌｌ信号を送信し、車載器２００が備える通信部２２０はＰｏｌｌ信号を受信する（Ｓ２０１）。
【０１４１】
続いて、通信部２２０は、Ｐｏｌｌ信号に対する応答として、Ｒｅｓｐ信号を送信し、通信部１２０は、Ｒｅｓｐ信号を受信する（Ｓ２０３）。
【０１４２】
そして、通信部１２０は、Ｒｅｓｐ信号に対する応答として、Ｆｉｎａｌ信号を送信し、通信部２２０は、Ｆｉｎａｌ信号を受信する（Ｓ２０５）。ここで、通信部２２０は、通信部１２０との間で送受信した信号に関する各種情報を制御装置３００が備える通信部３１０に送信する。
【０１４３】
続いて、位置推定部３２５は、携帯機１００および車載器間で送受信された信号に基づき、測距値を算出する（Ｓ２０７）。
【０１４４】
続いて、パラメータ算出部３２１は、車載器２００が受信した信号に基づき、信頼性パラメータを算出する（Ｓ２０９）。
【０１４５】
更に、パラメータ算出部３２１は、算出した信頼性パラメータに基づき、重みパラメータを算出する（Ｓ２１１）。
【０１４６】
そして、位置推定部３２５は、パラメータ算出部３２１により算出された重みパラメータを用いて、各アンテナ間位相差に重み付け平均を行う（Ｓ２１３）。
【０１４７】
続いて、位置推定部３２５は、重み付け平均が行われたアンテナ間位相差を用いて、携帯機１００から受信した信号の到来角を推定する（Ｓ２１５）。
【０１４８】
そして、位置推定部３２５は、推定された信号の到来角と測距値に基づき、携帯機１００の三次元位置を算出する（Ｓ２１７）。
【０１４９】
そして、制御部３２０は、位置推定部３２５により算出された携帯機１００の三次元位置が所定の基準を満たすか否かを判定する（Ｓ２１９）。所定の基準を満たす場合（Ｓ２１９：Ｙｅｓ）、制御部３２０は処理をＳ２２１に進め、所定の基準を満たさない場合（Ｓ２１９：Ｎｏ）、制御部３２０は処理を終了する。
【０１５０】
所定の基準を満たす場合（Ｓ２１９：Ｙｅｓ）、制御部３２０は、動作装置４００の一例であるエンジンの始動または停止に係る動作制御を行い（Ｓ２２１）、制御部３２０は処理を終了する。
【０１５１】
以上、第１の実施例に係る制御例について説明した。第１の実施例に係る制御によれば、制御装置３００は、マルチパスの影響を低減することを可能にし、より高い精度で携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定し得る。続いて、図９～図１１を参照し、第２の実施例について説明する。
【０１５２】
＜３．２．第２の実施例＞
第２の実施例に係る制御部３２０は、車載器２００が携帯機１００から受信した信号に基づき算出された信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、車載器２００と携帯機１

００が送受信した信号に基づき推定された少なくとも２以上の暫定位置関係に対して適用し、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する制御を行う。

【０１５３】

例えば、第２の実施例に係る位置推定部３２５は、図２に示したような、アンテナ２２１Ａと、アンテナ２２１Ｂと、アンテナ２２１Ｃの各々と、携帯機１００とが送受信した信号に基づき、携帯機１００と車載器２００との暫定位置関係を推定する。また、第２の実施例に係る位置推定部３２５は、図２に示したような、アンテナ２２１Ａと、アンテナ２２１Ｃと、アンテナ２２１Ｄの各々と、携帯機１００とが送受信した信号に基づき、携帯機１００と車載器２００との暫定位置関係を推定する。更に、第２の実施例に係る位置推定部３２５は、図２に示したような、アンテナ２２１Ｂと、アンテナ２２１Ｃと、アンテナ２２１Ｄの各々と、携帯機１００とが送受信した信号に基づき、携帯機１００と車載器２００の暫定位置関係を推定する。

【０１５４】

また、パラメータ算出部３２１は、車載器２００のアンテナまたはアンテナペア毎に携帯機１００が受信した信号に基づく信頼性パラメータを算出する。更に、パラメータ算出部３２１は、算出した信頼性パラメータに基づき、第１の実施例において説明したいずれかの方法を用いて、重みパラメータを算出する。

【０１５５】

そして、上述したように３つの暫定位置関係が推定された場合、第２の実施例に係る位置推定部３２５は、上述した重みパラメータを３つの暫定位置関係に適用し、携帯機１００と車載器２００の位置関係を推定してもよい。

【０１５６】

なお、暫定位置関係が３つ推定される場合について説明したが、暫定位置関係は少なくとも２以上が推定されれば任意の数であってもよい。また、車載器２００が有するアンテナの数量は、少なくとも３以上であれば第２の実施例に係る携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する方法は適用可能である。

【０１５７】

また、第１の実施例、第２の実施例および第３の実施例では、車両２０に車載器２００が複数機搭載された場合であっても適用可能である。以下、第２の実施例および第３の実施例に係る車両２０は、車載器２００が２機搭載されていた場合について説明する。

【０１５８】

図９は、第２の実施例および第３の実施例に係る車両２０の構成例を示すブロック図である。図９に示すように、車両２０は、車載器２００－１と、車載器２００－２とを搭載する。なお、車両２０は、車載器２００を３以上搭載してもよい。また、車載器２００、制御装置３００および動作装置４００の機能構成例は、図１を参照して説明したものと同一であるため、説明を省略する。

【０１５９】

第２の実施例に係る制御部３２０は、複数の車載器２００の各々が携帯機１００から受信した信号に基づき算出された信頼性パラメータに基づく重みパラメータを、複数の車載器２００の各々と携帯機１００が送受信した信号に基づき推定された携帯機１００と車載器２００の暫定位置関係に対して適用し、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する制御を行ってもよい。

【０１６０】

まず、携帯機１００と車載器２００－１および車載器２００－２との間で信号が送受信され、制御装置３００は、車載器２００－１および車載器２００－２から送受信された信号に関する情報を取得する。

【０１６１】

そして、パラメータ算出部３２１は、車載器２００―１が携帯機１００受信した信号に基づき、信頼性パラメータを算出する。更に、パラメータ算出部３２１は、算出した信頼性パラメータに基づき、第１の実施例において説明したいずれかの方法を用いて、重みパ

ラメータを算出する。

【０１６２】

また、パラメータ算出部３２１は、車載器２００－２が携帯機１００から受信した信号に基づき、信頼性パラメータを算出する。更に、パラメータ算出部３２１は、算出した信頼性パラメータに基づき、第１の実施例において説明したいずれかの方法を用いて、重みパラメータを算出する。

【０１６３】

続いて、位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００－１との間で送受信された信号に基づき、信号の到来角及び携帯機１００の三次元位置を推定する。更に、位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００－２との間で送受信された信号に基づき、信号の到来角及び携帯機１００の三次元位置を推定する。なお、車載器２００ごとに推定された信号の到来角や携帯機１００の三次元位置は、携帯機１００と車載器２００の暫定位置関係の具体例である。

【０１６４】

そして、位置推定部３２５は、推定された携帯機１００と車載器２００の暫定位置関係に対し、パラメータ算出部３２１により算出された重みパラメータを適用し、携帯機１００と車載器２００の位置関係を推定する。以下、第２の実施例の具体例について図１０を参照して説明する。

【０１６５】

図１０は、第２の実施例に係るシステム１の制御例を説明するための説明図である。図１０に示すように、車載器２００－１が備える通信部２２０－１は、アンテナ２２１Ａ－１と、アンテナ２２１Ｂ－１と、アンテナ２２１Ｃ－１と、アンテナ２２１Ｄ－１とを有する。また車載器２００－２が備える通信部２２０－２は、アンテナ２２１Ａ－２と、アンテナ２２１Ｂ－２と、アンテナ２２１Ｃ－２と、アンテナ２２１Ｄ－２とを有する。

【０１６６】

受信電力を信頼性パラメータとした場合、パラメータ算出部３２１は、例えば図１０に示すように、アンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１およびアンテナ２２１Ｃ－１の信頼性パラメータをそれぞれ「－９０ｄＢｍ」として算出し、アンテナ２２１Ｄ－１の信頼性パラメータを「－１０５ｄＢｍ」として算出したと仮定する。続いて、パラメータ算出部３２１は、アンテナ２２１Ａ－２の信頼性パラメータを「－１０５ｄＢｍ」として算出し、アンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２の信頼性パラメータを「－９０ｄＢｍ」として算出したと仮定する。

【０１６７】

この場合、位置推定部３２５は、例えば、より信頼性が高い３つのアンテナが送受信した信号に基づき、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定してもよい。例えば、位置推定部３２５は、信頼性が高い（例えば、受信電力が大きい）順に３つのアンテナ２２１を選定し、選定されたアンテナ２２１が送受信した信号に基づき、暫定位置関係を推定してもよい。

【０１６８】

例えば、図１０に示す例では、信頼性が高い３つのアンテナは、通信部２２０－１のアンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１およびアンテナ２２１Ｃ－１と、通信部２２０－２のアンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２である。

【０１６９】

位置推定部３２５は、例えば、アンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１およびアンテナ２２１Ｃ－１と、携帯機１００が有するアンテナ１２１が送受信した信号に基づき、暫定位置関係を推定する。更に、位置推定部３２５は、アンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２と、携帯機１００が有するアンテナ１２１が送受信した信号に基づき、暫定位置関係を推定する。

【０１７０】

そして、位置推定部３２５は、推定した各暫定位置関係に対して重みパラメータを適用し、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定する。例えば、携帯機１００と車載器２００の位置関係を車載器２００に対する携帯機１００の三次元位置とした場合、位置推定部３２５は、数式１５を用いて、携帯機１００暫定三次元位置に対して重み付け平均を行い、携帯機１００の三次元位置を推定する。ここで、携帯機１００と車載器２００－１が送受信した信号に基づき推定された携帯機１００の暫定三次元位置を（ｘ１，ｙ１，ｚ１）とし、携帯機１００と車載器２００－２が送受信した信号に基づき推定された携帯機１００の暫定三次元位置を（ｘ２，ｙ２，ｚ２）とする。また、車載器２００―１の平均受信電力をＰ１とし、車載器２００－２の平均受信電力をＰ２とする。

Ｘ＝（Ｐ１×ｘ１＋Ｐ２×ｘ２）／（Ｐ１＋Ｐ２）
Ｙ＝（Ｐ１×ｙ１＋Ｐ２×ｙ２）／（Ｐ１＋Ｐ２）
Ｚ＝（Ｐ１×ｚ１＋Ｐ２×ｚ２）／（Ｐ１＋Ｐ２）

（数式１５）

【０１７１】

数式１５は、信頼性パラメータ（平均受信電力Ｐ１、Ｐ２）の平均値を重みパラメータとして適用した際における重み付け平均の算出例である。重みパラメータは、第１の実施例で説明した各数式を用いて、信頼性パラメータに基づく重みパラメータ算出してもよい。

【０１７２】

（動作処理例）

図１１は、第２の実施例に係るシステム１の動作処理例を説明するための説明図である。まず、携帯機１００が備える通信部１２０は、Ｐｏｌｌ信号を送信し、車載器２００―１が備える通信部２２０―１と、車載器２００―２が備える通信部２２０－２はＰｏｌｌ信号を受信する（Ｓ３０１）。

【０１７３】

続いて、通信部２２０―１および通信部２２０－２は、Ｐｏｌｌ信号に対する応答として、Ｒｅｓｐ信号を送信し、通信部１２０は、Ｒｅｓｐ信号を受信する（Ｓ３０３）。

【０１７４】

そして、通信部１２０は、Ｒｅｓｐ信号に対する応答として、Ｆｉｎａｌ信号を送信し、通信部２２０―１および通信部２２０－２は、Ｆｉｎａｌ信号を受信する（Ｓ３０５）。ここで、通信部２２０―１および通信部２２０－２は、送受信した信号に関する各種情報を制御装置３００が備える通信部３１０に送信する。

【０１７５】

続いて、位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００―１との間で送受信された信号に基づき、第１の測距値を算出し、携帯機１００と車載器２００－２との間で送受信された信号に基づき、第２の測距値を算出する（Ｓ３０７）。

【０１７６】

続いて、パラメータ算出部３２１は、車載器２００―１が受信した信号に基づき、第１の信頼性パラメータを算出し、車載器２００－２が受信した信号に基づき、第２の信頼性パラメータを算出する（Ｓ３０９）。

【０１７７】

更に、パラメータ算出部３２１は、算出した各信頼性パラメータに基づき、重みパラメータを算出する（Ｓ３１１）。例えば、パラメータ算出部３２１は、第１の信頼性パラメータに基づき、第１の重みパラメータを算出し、第２の信頼性パラメータに基づき、第２の重みパラメータを算出する。

【０１７８】

そして、位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００－１との間で送受信された信号に基づき、第１の信号の到来角を推定し、携帯機１００と車載器２００－２との間で送受信された信号とに基づき、第２の信号の到来角を推定する（Ｓ３１３）。

【０１７９】

続いて、位置推定部３２５は、第１の信号の到来角に基づき、携帯機１００の第１の暫

定三次元位置を推定し、第２の信号の到来角に基づき、携帯機１００の第２の暫定三次元位置を推定する（Ｓ３１５）。

【０１８０】

そして、位置推定部３２５は、携帯機１００の第１の暫定三次元位置および第２の暫定三次元位置に対し、第１の重みパラメータおよび第２の重みパラメータによる重み付け平均を行い、携帯機１００の三次元位置を推定する（Ｓ３１７）。

【０１８１】

そして、制御部３２０は、重み付け平均により推定された携帯機１００の三次元位置が所定の基準を満たすか否かを判定する（Ｓ３１９）。所定の基準を満たす場合（Ｓ３１９：Ｙｅｓ）、制御部３２０は処理をＳ３２１に進め、所定の基準を満たさない場合（Ｓ３１９：Ｎｏ）、制御部３２０は処理を終了する。

【０１８２】

所定の基準を満たす場合（Ｓ３１９：Ｙｅｓ）、制御部３２０は、動作装置４００の一例であるエンジンの始動または停止に係る動作制御を行い（Ｓ３２１）、制御部３２０は処理を終了する。

【０１８３】

以上、第２の実施例に係る制御例を説明した。第１の実施例に係る制御によれば、制御装置３００は、マルチパスの影響を低減することを可能にし、より高い精度で携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定し得る。

【０１８４】

また、第１の実施例および第２の実施例では、位置推定部３２５は、車載器２００－１および車載器２００―２のそれぞれが送受信した信号に基づき、２つの重みパラメータを算出し、携帯機１００と車載器２００との位置関係の算出過程や算出結果に適用する例を説明した。このように、信頼性パラメータに基づく重みパラメータを用いることで、マルチパス環境に起因する算出誤差の影響を低減し得る。また、制御部３２０は、車載器２００―１および車載器２００－２が送受信した信頼性パラメータに基づき、マルチパス環境の影響が小さい車載器２００を選定してもよい。以下、図１２～図１４を参照し、第３の実施例について説明する。

【０１８５】

＜３．３．第３の実施例＞

図１２は、第３の実施例に係るシステム１の制御例を説明するための説明図である。第３の実施例に係る制御部３２０は、複数の車載器２００の各々が携帯機１００から受信した信号に基づき算出された信頼性パラメータの各々を比較し、位置関係を推定する処理対象としてより適切である信号を送信した車載器２００と、携帯機１００との間で送受信された信号に基づき、前記位置関係を推定する制御を行う。以下の説明では、信頼性パラメータをアンテナ２２１が受信した信号の受信電力として説明するが、上述した他の信頼性パラメータであってもよい。

【０１８６】

例えば、車載器２００―１が備える通信部２２０－１のアンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１、アンテナ２２１Ｃ－１およびアンテナ２２１Ｄ－１は携帯機１００が備える通信部１２０のアンテナ１２１からＦｉｎａｌ信号を受信する。ここで、アンテナ２２１Ａ－１の受信電力は「―９０ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｂ－１の受信電力は「―９５ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｃ－１の受信電力は「―９５ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｄ－１の受信電力は「―１００ｄＢｍ」であったと仮定する。

【０１８７】

また、車載器２００―２が備える通信部２２０－２のアンテナ２２１Ａ－２、アンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２は携帯機１００が備える通信部１２０のアンテナ１２１からＦｉｎａｌ信号を受信する。ここで、アンテナ２２１Ａ－２の受信電力は「―９９ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｂ－２の受信電力は「―９９ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｃ－２の受信電力は「―１０１ｄＢｍ」であり、ア

ンテナ２２１Ｄ－２の受信電力は「－１０１ｄＢｍ」であったと仮定する。
【０１８８】
この場合、パラメータ算出部３２１は、アンテナごとに推定された信頼性パラメータ（例えば、受信電力）に基づく基本統計量を算出する。基本統計量とは、例えば、平均値、最大値、最小値または中央値であってもよい。
【０１８９】
例えば、基本統計量を平均値した場合、パラメータ算出部３２１は、アンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１、アンテナ２２１Ｃ－１およびアンテナ２２１Ｄ－１の受信電力の平均値として「－９５ｄＢｍ」を算出してもよい。また、パラメータ算出部３２１は、アンテナ２２１Ａ－２、アンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２の受信電力の平均値として「－１００ｄＢｍ」を算出してもよい。
【０１９０】
そして、位置推定部３２５は、アンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１、アンテナ２２１Ｃ－１およびアンテナ２２１Ｄ－１の受信電力の平均値である「－９５ｄＢｍ」と、アンテナ２２１Ａ－２、アンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２の受信電力の平均値である「－１００ｄＢｍ」とを比較する。
【０１９１】
そして、位置推定部３２５は、位置関係を推定する処理対象としてより適切である（即ち、信頼性が高い）通信部２２０を選定する。例えば、位置推定部３２５は、受信電力の平均値がより大きいアンテナ２２１－１を有する通信部２２０－１と、携帯機１００が備える通信部１２０との間で送受信された信号に基づき、携帯機１００と車載器２００－１との位置関係を推定してもよい。
【０１９２】
また、位置推定部３２５は、複数の車載器２００の各々で４以上のアンテナのうち３つのアンテナを信頼性パラメータに基づき選定してもよい。そして、位置推定部３２５は、選定された３つのアンテナの各々が受信した信号に基づき算出された信頼性パラメータを比較してもよい。そして、位置推定部３２５は、比較の結果に基づき位置関係を推定する処理対象としてより適切である信号を受信した車載器２００と、携帯機１００との間で送受信された信号に基づき、携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定してもよい。
【０１９３】
図１３は、第３の実施例に係るシステム１の他の制御例を説明するための説明図である。例えば、車載器２００－１が備える通信部２２０－１のアンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１、アンテナ２２１Ｃ－１およびアンテナ２２１Ｄ－１は、携帯機１００が備える通信部１２０のアンテナ１２１からＦｉｎａｌ信号を受信する。ここで、アンテナ２２１Ａ－１の受信電力は「－８９ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｂ－１の受信電力は「－８９ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｃ－１の受信電力は「－８９ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｄ－１の受信電力は「－１０５ｄＢｍ」であったと仮定する。この場合、位置推定部３２５は、受信電力の大きい順に、アンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１およびアンテナ２２１Ｃ－１を選定してもよい。
【０１９４】
また、車載器２００－２が備える通信部２２０－２のアンテナ２２１Ａ－２、アンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２は携帯機１００が備える通信部１２０のアンテナ１２１からＦｉｎａｌ信号を受信する。ここで、アンテナ２２１Ａ－２の受信電力は「－１０５ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｂ－２の受信電力は「－９０ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｃ－２の受信電力は「－９０ｄＢｍ」であり、アンテナ２２１Ｄ－２の受信電力は「－９０ｄＢｍ」であったと仮定する。この場合、位置推定部３２５は、受信電力の大きい順に、アンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２を選定してもよい。
【０１９５】
また、複数の車載器２００の各々がＮ個（４≦Ｎ）のアンテナを有していた場合、位置

推定部３２５は、複数の車載器２００の各々でＮ個のアンテナのうちＭ個（３≦Ｍ≦Ｎ）のアンテナを信頼性パラメータに基づき選定してもよい。

【０１９６】

続いて、位置推定部３２５は、車載器２００－１および車載器２００－２の各々で選定された３つのアンテナの各々が受信した信号に基づき算出された信頼性パラメータを比較する。

【０１９７】

比較方法を各アンテナ２２１の信頼性パラメータ平均値同士とした場合、位置推定部３２５は、車載器２００－１が有するアンテナ２２１Ａ－１、アンテナ２２１Ｂ－１およびアンテナ２２１Ｃ－１の方が車載器２００－２のアンテナ２２１Ｂ－２、アンテナ２２１Ｃ－２およびアンテナ２２１Ｄ－２と比べて平均受信電力が大きく、位置関係を推定する処理対象としてより適切である信号を送受信したという比較結果を取得する。

【０１９８】

そして、位置推定部３２５は、より位置関係推定を推定する処理対象として適切である信号を送受信した車載器２００－１と、携帯機１００との間で送受信された信号に基づき、携帯機１００と、車載器２００－１との位置関係を推定する処理を実行する。なお、携帯機１００と車載器２００－１との位置関係とは、第１の実施例および第２の実施例と同様、信号の到来角であってもよいし、携帯機１００の二次元位置または三次元位置であってもよい。

【０１９９】

また、位置推定部３２５は、複数の車載器２００の各々が有する４以上のアンテナのうち、受信した信号に基づく信頼性パラメータが規定の基準を満たしたアンテナを複数の車載器２００の各々から選定してもよい。例えば、位置推定部３２５は、複数の車載器２００の各々が有する４以上のアンテナのうち、受信した信号に基づく信頼性パラメータが所定値であったアンテナを複数の車載器２００の各々から選定してもよい。より具体的には、例えば、信頼性パラメータが受信電力であり、所定値が－９０ｄＢｍであった場合、位置推定部３２５は、４以上のアンテナのうち、受信した信号の受信電力が－９０ｄＢｍ以上であったアンテナを選定してもよい。そして、位置推定部３２５は、複数の車載器２００の各々で選定されたアンテナの信頼性パラメータを比較してもよい。

【０２００】

（動作処理例）

図１４は、第３の実施例に係るシステム１の動作処理例を説明するための説明図である。以下の説明では、信頼性パラメータの値が小さいほど送受信された信号の信頼性が高い場合に関する動作処理を説明する。まず、携帯機１００が備える通信部１２０は、Ｐｏｌｌ信号を送信し、車載器２００－１が備える通信部２２０－１と、車載器２００－２が備える通信部２２０－２はＰｏｌｌ信号を受信する（Ｓ４０１）。

【０２０１】

続いて、通信部２２０－１および通信部２２０－２は、Ｐｏｌｌ信号に対する応答として、Ｒｅｓｐ信号を送信し、通信部１２０は、Ｒｅｓｐ信号を受信する（Ｓ４０３）。

【０２０２】

そして、通信部１２０は、Ｒｅｓｐ信号に対する応答として、Ｆｉｎａｌ信号を送信し、通信部２２０－１および通信部２２０－２は、Ｆｉｎａｌ信号を受信する（Ｓ４０５）。ここで、通信部２２０－１および通信部２２０－２は、送受信した信号に関する各種情報を制御装置３００が備える通信部３１０に送信する。

【０２０３】

続いて、位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００－１との間で送受信された信号に基づき、第１の測距値を算出し、携帯機１００と車載器２００－２との間で送受信された信号に基づき、第２の測距値を算出する（Ｓ４０７）。

【０２０４】

続いて、パラメータ算出部３２１は、車載器２００－１が受信した信号に基づき、第１

の信頼性パラメータを算出し、車載器２００－２が受信した信号に基づき、第２の信頼性パラメータを算出する（Ｓ４０９）。

【０２０５】

そして、制御部３２０は、車載器２００―１が受信した信号に基づく信頼性パラメータの方が、車載器２００－２が受信した信号に基づく信頼性パラメータよりも大きいか否かを判定する（Ｓ４１３）。車載器２００―１が受信した信号に基づく信頼性パラメータの方が大きい場合（Ｓ４１３：Ｙｅｓ）、制御部３２０は処理をＳ４１５に進め、車載器２００―２が受信した信号に基づく信頼性パラメータの方が大きい場合（Ｓ４１３：Ｎｏ）、制御部３２０は処理をＳ４１９に進める。

【０２０６】

車載器２００―１が受信した信号に基づく信頼性パラメータの方が大きい場合（Ｓ４１３：Ｙｅｓ）、位置推定部３２５は、車載器２００－２が備える通信部２２０―２が送受信した信号に基づき、信号の到来角を推定する（Ｓ４１５）。

【０２０７】

そして、位置推定部３２５は、推定した信号の到来角および第２の測距値に基づき、携帯機１００の三次元位置を推定する（Ｓ４１７）。

【０２０８】

車載器２００―２が受信した信号に基づく信頼性パラメータの方が大きい場合（Ｓ４１３：Ｎｏ）、位置推定部３２５は、車載器２００－１が備える通信部２２０―１が送受信した信号に基づき、信号の到来角を推定する（Ｓ４１９）。

【０２０９】

そして、位置推定部３２５は、推定した信号の到来角および第２の測距値に基づき、携帯機１００の三次元位置を推定する（Ｓ４２１）。

【０２１０】

そして、制御部３２０は、推定された携帯機１００の三次元位置が所定の基準を満たすか否かを判定する（Ｓ４２３）。所定の基準を満たす場合（Ｓ４２３：Ｙｅｓ）、制御部３２０は処理をＳ４２５に進め、所定の基準を満たさない場合（Ｓ４２３：Ｎｏ）、制御部３２０は処理を終了する。

【０２１１】

所定の基準を満たす場合（Ｓ４２３：Ｙｅｓ）、制御部３２０は、動作装置４００の一例であるエンジンの始動または停止に係る動作制御を行い（Ｓ４２５）、制御部３２０は処理を終了する。

【０２１２】

以上、第３の実施例に係るシステム１の動作処理例を説明した。なお、車載器２００が複数機あった場合の動作処理は係る例に限定されない。例えば、携帯機１００が備える通信部１２０と、車載器２００－１が備える通信部２２０－１と間でＰｏｌｌ信号、Ｒｅｓｐ信号、Ｆｉｎａｌ信号が送受信された後に、通信部１２０と、車載器２００－２が備える通信部２２０―２との間でＰｏｌｌ信号、Ｒｅｓｐ信号、Ｆｉｎａｌ信号が送受信されてもよい。また、位置推定部３２５は、携帯機１００と車載器２００－１との間で送受信された信号に基づき、携帯機１００の第１の三次元位置を推定し、携帯機１００と車載器２００－２との間で送受信された信号に基づき、携帯機１００の第２の三次元位置を推定し、その後に、制御部３２０は、信頼性パラメータを比較してもよい。例えば、制御部３２０は、車載器２００―１の方が車載器２００－２よりも信頼性の高い信号を送受信したと判定した場合、第１の三次元位置を携帯機１００の三次元位置として確定してもよい。

【０２１３】

以上で説明した第３の実施例に係る制御によれば、制御装置３００は、マルチパスの影響がより小さい車載器２００を選定することで、より高い精度で携帯機１００と車載器２００との位置関係を推定し得る。

【０２１４】

第１の実施例、第２の実施例および第３の実施例に関する詳細を説明したが、本実施形

態に係る制御装置３０は、上述した第１の実施例を、第２の実施例または第３の実施例のいずれか一方と組み合わせた制御を行ってもよい。

【０２１５】

第１の実施例と第２の実施例を組み合わせた場合、例えば、位置推定部３２５は、車載器２００－１が有するアンテナペアのアンテナ間位相差に信頼性パラメータに基づく重みパラメータによる重み付け平均を行う。そして、位置推定部３２５は重み付け平均が行われたアンテナ間位相差に基づき、信号の到来角および携帯機１００の暫定三次元位置を推定する。更に、位置推定部３２５は、車載器２００－２においても同様の処理により、信号の到来角および携帯機１００の暫定三次元位置を推定する。そして、位置推定部３２５は、推定された２つの携帯機１００の暫定三次元位置に対して信頼性パラメータに基づく重み付け平均を行い、携帯機１００の三次元位置を推定してもよい。

【０２１６】

第１の実施例と第３の実施例を組み合わせた場合、例えば、位置推定部３２５は、車載器２００－１および車載器２００－２の各々の信頼性パラメータを比較し、当該比較の結果に応じて、携帯機１００との位置関係を推定する車載器２００を選定する。次に、位置推定部３２５は、選定された車載器２００が有するアンテナペアのアンテナ間位相差に対して信頼性パラメータに基づく重みパラメータによる重み付け平均を行う。そして、位置推定部３２５は重み付け平均が行われたアンテナ間位相差に基づき、信号の到来角および携帯機１００の三次元位置を推定してもよい。

【０２１７】

以上説明した本実施形態に係る第１の実施例と、第２の実施例または第３の実施例のいずれか一方と組合せた制御によれば、制御装置３０は、携帯機１００と車載器２００との位置関係をより高い精度で推定し得る。

【０２１８】

＜＜４．補足＞＞

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【０２１９】

例えば、本発明書において説明した各装置による一連の処理は、ソフトウェア、ハードウェア、およびソフトウェアとハードウェアとの組み合わせのいずれかを用いて実現されてもよい。ソフトウェアを構成するプログラムは、例えば、各装置の内部または外部に設けられる記録媒体（非一時的な媒体：non-transitory media）に予め格納される。そして、各プログラムは、例えば、コンピュータによる実行時にＲＡＭに読み込まれ、ＣＰＵなどのプロセッサにより実行される。上記記録媒体は、例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、フラッシュメモリなどである。また、上記のコンピュータプログラムは、記録媒体を用いずに、例えばネットワークを介して配信されてもよい。

【０２２０】

また、本実施形態に係るシステム１の動作の処理におけるステップは、必ずしも説明図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い。例えば、システム１の動作の処理における各ステップは、説明図として記載した順序と異なる順序で処理されてもよく、並列的に処理されてもよい。

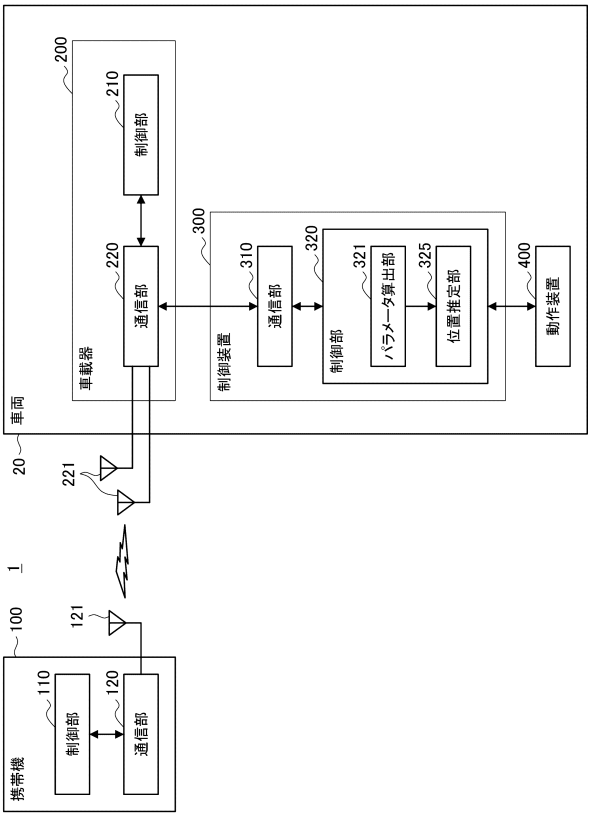
【符号の説明】

【０２２１】

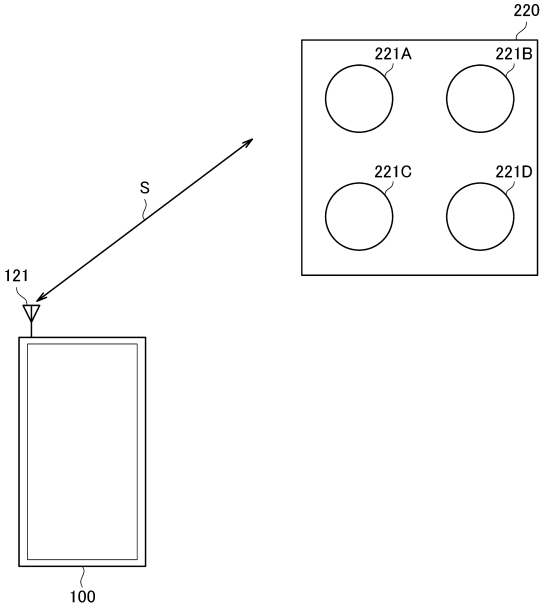
１：システム、１００：携帯機、１１０：制御部、１２０：通信部、１２１：アンテナ、２０：車両、２００：車載器、２１０：制御部、２２０：通信部、２２１：アンテナ、３００：制御装置、３１０：通信部、３２０：制御部、３２１：パラメータ算出部、３２５：位置推定部、４００：動作装置

【図面】

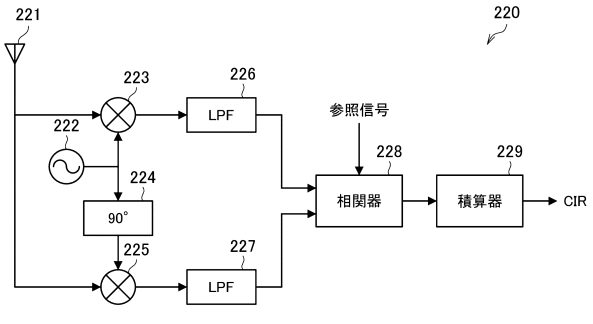
【図１】


車両
20
車載器
200
制御部
210
通信部
220
221
1
携帯機
100
121
制御部
110
通信部
120
制御装置
300
通信部
310
制御部
320
パラメータ算出部
321
位置推定部
325
動作装置
400

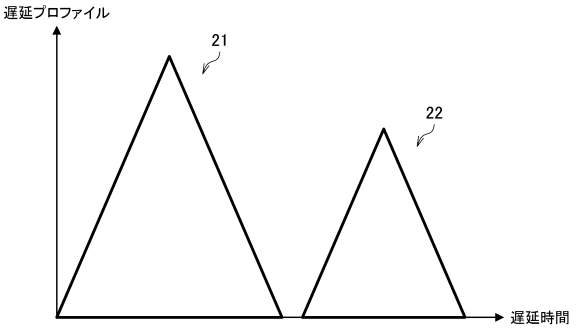
【図２】


220
221A
221B
221C
221D
S
121
100

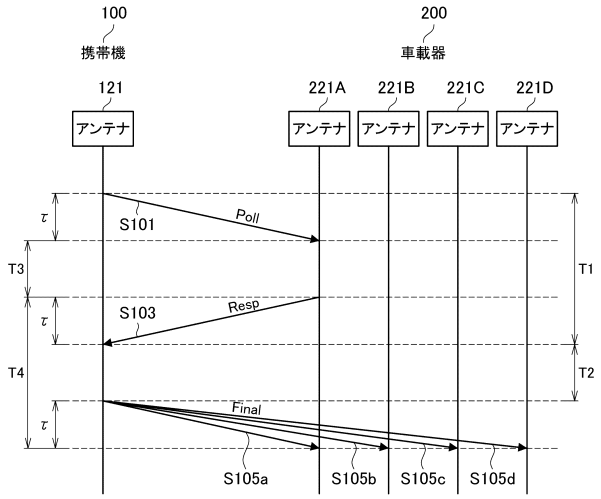
【図３】


221
220
223
226
LPF
222
参照信号
228
229
224
90°
相関器
積算器
CIR
225
227
LPF

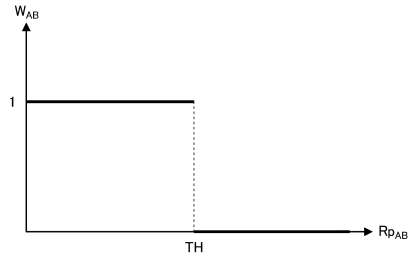
【図４】


遅延プロファイル
21
22
遅延時間

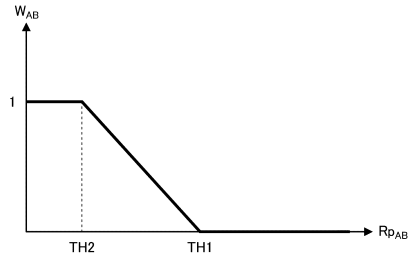
【図５】



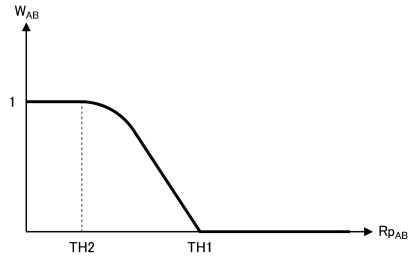
【図６Ａ】



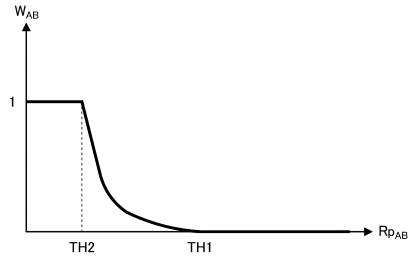
【図６Ｂ】



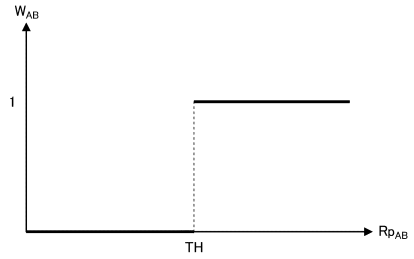
【図６Ｃ】



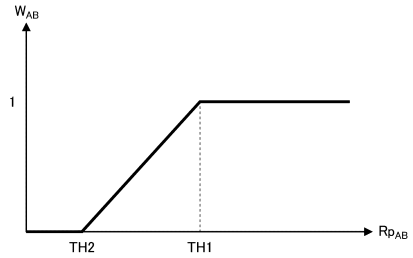
【図６Ｄ】



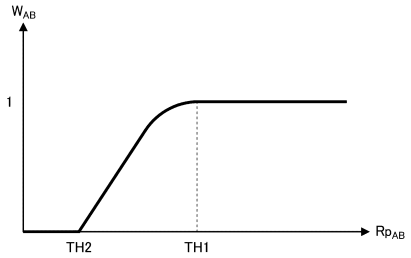
【図７Ａ】



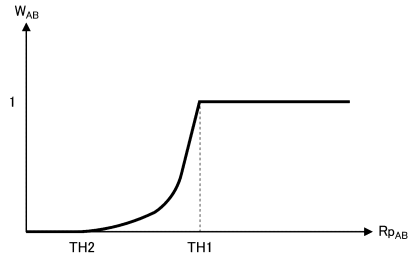
【図７Ｂ】



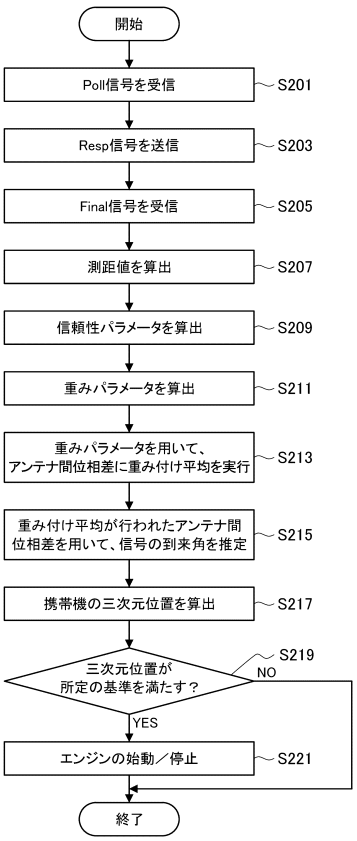
【図７Ｃ】



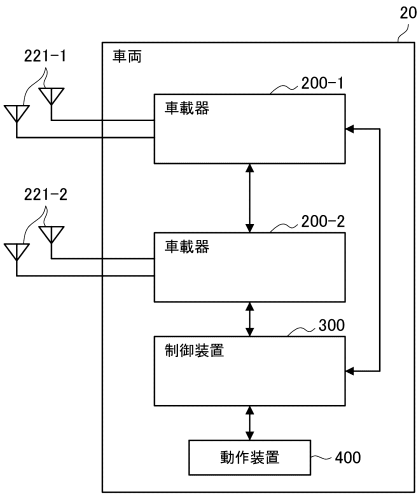
【図７Ｄ】



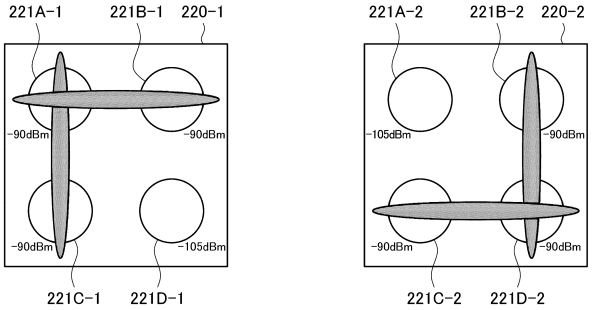
【図８】



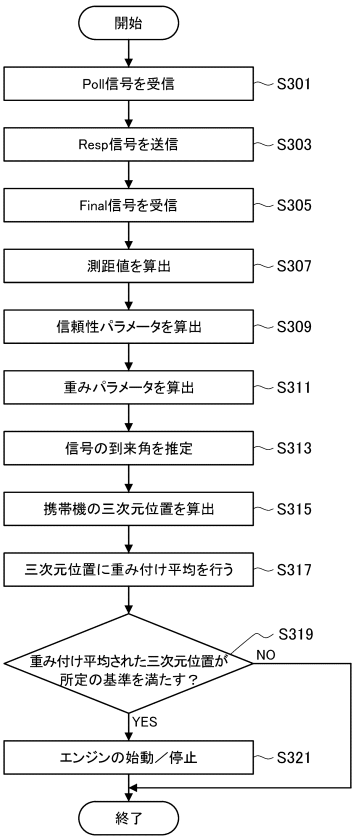
【図９】



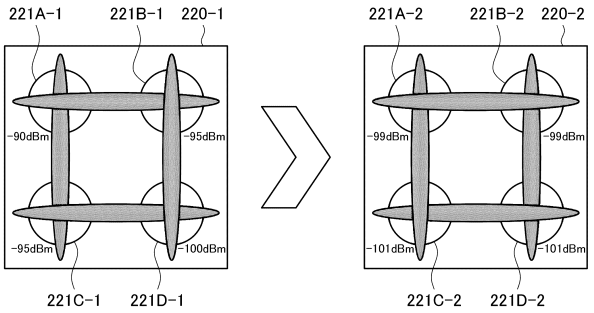
【図１０】



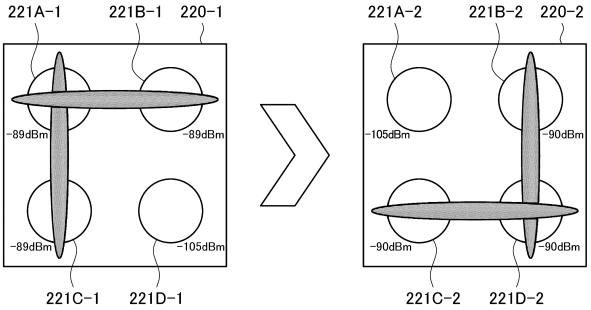
【図１１】



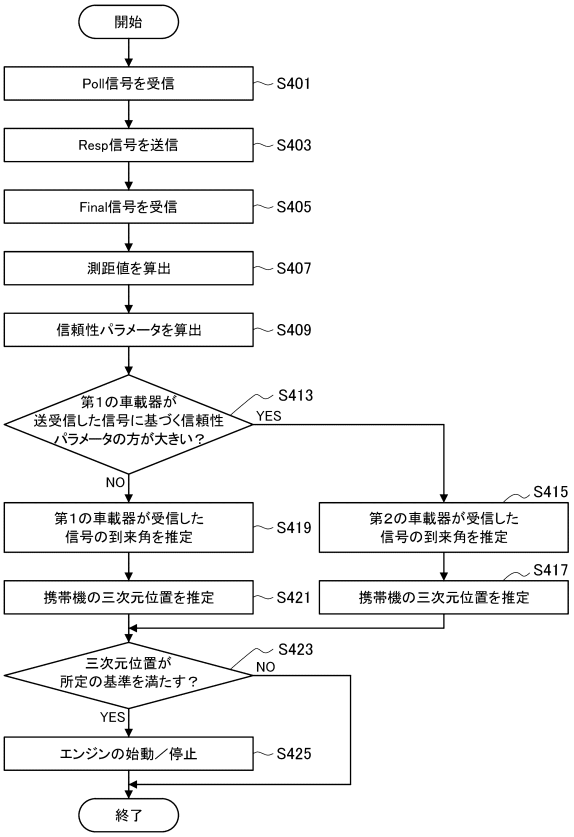
【図１２】



【図１３】


221A-1
221B-1
220-1
-89dBm
-89dBm
-89dBm
-105dBm
221C-1
221D-1
221A-2
221B-2
220-2
-105dBm
-90dBm
-90dBm
-90dBm
221C-2
221D-2

【図１４】


開始
Poll信号を受信
S401
Resp信号を送信
S403
Final信号を受信
S405
測距値を算出
S407
信頼性パラメータを算出
S409
第1の車載器が送受信した信号に基づく信頼性パラメータの方が大きい？
S413
YES
NO
第1の車載器が受信した信号の到来角を推定
S419
第2の車載器が受信した信号の到来角を推定
S415
携帯機の三次元位置を推定
S421
携帯機の三次元位置を推定
S417
三次元位置が所定の基準を満たす？
S423
NO
YES
エンジンの始動／停止
S425
終了

フロントページの続き

愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目２６０番地 株式会社東海理化電機製作所内
(72)発明者 森 惠
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目２６０番地 株式会社東海理化電機製作所内
(72)発明者 片岡 研人
愛知県丹羽郡大口町豊田三丁目２６０番地 株式会社東海理化電機製作所内

審査官 藤田 都志行

(56)参考文献
特開２０１０－０４３９９６（ＪＰ，Ａ）
特開２０２０－１９０４６９（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０２１／０２５８０８５（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１５－１２５００１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０１Ｓ ３／００－ ３／７４
Ｇ０１Ｓ ５／００－ ５／１４
Ｇ０１Ｓ １１／０２－１１／１０
Ｇ０１Ｓ １３／７４－１３／８４
Ｈ０４Ｂ １／７１６３