

明 細 書

発明の名称： 航法メッセージ認証型測位装置

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2014年2月6日に提出された日本国特許出願2014-21633号に基づくものであり、ここにその記載内容を参照により援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、衛星測位システムで用いられる人工衛星から受信する航法メッセージの認証を行う航法メッセージ認証型測位装置に関するものである。

背景技術

[0003] 従来、衛星測位システムで用いられる人工衛星から発信される航法メッセージを受信機によって受信し、位置を測位する技術が知られている。

[0004] しかしながら、近年では、人工衛星からの信号を複製するリピータや、人工衛星からの信号を擬似的に生成可能なシミュレータ等の開発により、悪意の行為者が位置情報の改竄やなりすましを行う虞がある。

[0005] これに対して、特許文献1には、受信機が受信した航法メッセージが、衛星測位システムで用いられる人工衛星からの正規の航法メッセージであるかの認証を行う技術が開示されている。特許文献1に開示の技術では、受信機は、認証センタのデータベースにアクセスし、人工衛星から受信した航法メッセージに含まれる衛星番号と衛星時刻から、対象とする人工衛星の認証に用いるデータを取得する。そして、受信機は、認証センタから取得したデータを用いて、受信した航法メッセージが、衛星測位システムで用いられる人工衛星からの正規の航法メッセージであるかの認証を行う。

[0006] 本願発明者らは、以下を見出した。

[0007] 特許文献1に開示の技術では、自装置で航法メッセージを受信できる人工衛星が複数ある場合に、その全ての人工衛星の航法メッセージについて、認証センタと通信を行って正規の航法メッセージであるかの認証を行う必要が

ある。通常、1つの地点において、測位に必要な数を超える人工衛星から航法メッセージが受信できる。よって、航法メッセージを受信できた全ての人工衛星について航法メッセージの認証を行うと、認証センタや自装置での通信や演算の処理負荷や認証にかかる時間が膨大になってしまう虞がある。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：日本国公開特許公報2013-130395号

発明の概要

[0009] 本開示は、上記従来の問題点に鑑みなされたものであって、その目的は、認証にかかる時間や処理負荷を低減しながらも、より精度の高い測位を行うことを可能にする航法メッセージ認証型測位装置を提供することにある。

[0010] 本開示の一例に係る航法メッセージ認証型測位装置は、衛星測位システムで用いられる人工衛星からの航法メッセージを受信する衛星受信機と、人工衛星から受信した航法メッセージに応じた認証用情報を、認証センタから取得する認証用情報取得部と、認証用情報取得部で取得した認証用情報を用いて、衛星受信機で受信した航法メッセージが正規のものであることの認証を行う認証部と、衛星受信機で複数の人工衛星から受信した航法メッセージをもとに航法メッセージ認証型測位装置（自装置）の位置を測位する測位部とを備える。航法メッセージ認証型測位装置は、衛星受信機が受信した航法メッセージについて、その航法メッセージの信号品質を評価できる信号品質評価値を特定する評価値特定部と、評価値特定部で特定した信号品質評価値をもとに、衛星受信機で航法メッセージを受信できた人工衛星のうち、発信された航法メッセージの信号品質が良好と評価できる人工衛星を選択する選択部とを備える。認証用情報取得部は、選択部で選択した人工衛星から受信した航法メッセージに応じた認証用情報に絞って取得し、認証部は、選択部で選択した人工衛星から衛星受信機で受信した航法メッセージが正規のものであることを、認証用情報取得部で取得した認証用情報を用いて認証を行い、測位部は、選択部で選択した人工衛星から受信した航法メッセージをもとに

自装置の位置を測位する。

[0011] これによれば、衛星受信機で航法メッセージを受信できた人工衛星のうち、選択部で選択した人工衛星に絞って、受信した航法メッセージに応じた認証用情報の取得を行ったり、受信した航法メッセージの認証を行ったりすればよくなる。よって、衛星受信機で航法メッセージを受信できた人工衛星の全てについて、受信した航法メッセージに応じた認証用情報の取得を行ったり、受信した航法メッセージの認証を行ったりする場合よりも、認証にかかる時間や処理負荷を低減できる。

[0012] また、評価値特定部で特定した信号品質評価値をもとに、発信された航法メッセージの信号品質が良好と評価できる人工衛星を選択部で選択し、選択した人工衛星から受信した航法メッセージをもとに測位部で自装置の位置を測位するので、信号品質が良好な航法メッセージを用いて測位できる可能性が高まる。その結果、認証にかかる時間や処理負荷を低減しながらも、より精度の高い測位を行うことが可能になる。

図面の簡単な説明

[0013] 本開示についての上記および他の目的、特徴や利点は、添付の図面を参照した下記の詳細な説明から、より明確になる。添付図面において

[図1]図1は、実施形態1における航法メッセージ認証システムの概略的な構成の一例を示す図であり、

[図2]図2は、認証センタの概略的な構成の一例を示すブロック図であり、

[図3]図3は、第1車載機の概略的な構成の一例を示すブロック図であり、

[図4]図4は、実施形態1における第1車載機での第1認証対象衛星選択処理の流れの一例を示すフローチャートであり、

[図5]図5は、選択済衛星リストの一例を示す図であり、

[図6]図6は、実施形態1における第1車載機での認証関連処理の流れの一例を示すフローチャートであり、

[図7]図7は、実施形態1における第1車載機での測位処理の流れの一例を示すフローチャートであり、

[図8]図8は、実施形態1における第1車載機でのNMA関連情報送信処理の流れの一例を示すフローチャートであり、

[図9]図9は、NMA関連情報の一例を示す図であり、

[図10]図10は、第2車載機の概略的な構成の一例を示すブロック図であり、

[図11]図11は、実施形態1における第2車載機での第2認証対象衛星選択処理の流れの一例を示すフローチャートであり、

[図12]図12は、変形例1における第1車載機での第1認証対象衛星選択処理の流れの一例を示すフローチャートであり、

[図13]図13は、変形例2における第1車載機での第1認証対象衛星選択処理の流れの一例を示すフローチャートであり、

[図14]図14は、変形例3における第1車載機での第1認証対象衛星選択処理の流れの一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本開示の実施形態について図面を用いて説明する。

[0015] (実施形態1)

図1に示すように、実施形態1における航法メッセージ認証システム1は、モニタステーション110、認証センタ120、マスタコントロールステーション130、第1車載機200、及び第2車載機300を含む。第1車載機200を用いる車両を車両A、第2車載機300を用いる車両を車両Bとする。第1車載機200及び第2車載機300が本開示の航法メッセージ認証型測位装置に相当する。

[0016] <航法メッセージ認証システム1の概略構成>

モニタステーション110は、衛星測位システムの一つであるGPSが備えるGPS衛星2a～2fが発信するGPS電波を受信する。GPS衛星2a～2fが本開示の人工衛星に相当する。以降では、GPS衛星2a～2fの個々を区別しない場合にはGPS衛星2と表現する。周知のように、GPS電波には航法メッセージが含まれている。モニタステーション110は、

受信したGPS電波を復調して航法メッセージを抽出し、認証センタ120へ送る。複数のGPS衛星2からGPS電波を受信した場合には、それぞれのGPS電波から航法メッセージを抽出して、認証センタ120へ送る。

[0017] 航法メッセージには、周知のようにエフェメリスデータやアルマナックデータが含まれる。アルマナックデータには、航法メッセージの発信元のGPS衛星2に限らない、軌道上の全てのGPS衛星2についての軌道情報が含まれ、この軌道情報と航法メッセージの発信時刻とから、全てのGPS衛星2の衛星位置が算出できる。また、エフェメリスデータには、航法メッセージの発信元のGPS衛星2についての軌道情報が含まれ、この軌道情報と航法メッセージの発信時刻とから、この航法メッセージの発信元のGPS衛星2のより精度の高い衛星位置が算出できる。

[0018] 認証センタ120は、航法メッセージと暗号キーであるHマトリクスとからパリティデータを作成する。そして、このパリティデータを含む信号をマスタコントロールステーション130に送る。また、第1車載機200や第2車載機300との間で通信も行う。この認証センタ120の詳細な説明は図2を用いて後に行う。

[0019] マスタコントロールステーション130は、認証センタ120から受信したパリティデータを準天頂衛星（以下、QZS衛星）3に送信する。QZS衛星3は、パリティデータを含んだ航法メッセージを地上に向けて放送する。

[0020] 第1車載機200は、航法メッセージ認証型（NMA：Navigation Message Authentication）車載機である。第1車載機200は、認証センタ120と通信を行い、GPS衛星2から受信した航法メッセージが正規の航法メッセージであることの認証を行う。認証の詳細な説明については、図6を用いて後に行う。また、第1車載機200は、この認証を行う対象とするGPS衛星2を予め選択する処理を行う。

[0021] 他にも、第1車載機200は、複数のGPS衛星2から受信した航法メッセージを用いて自機器の現在位置を測位する。現在位置の測位には、最低で

も3つのGPS衛星2から受信した航法メッセージを用いる。さらに、第1車載機200は、認証が成立した航法メッセージの発信元のGPS衛星2についての情報（以下、NMA関連情報）を、無線通信によって外部に送信する。第1車載機200の詳細な説明は、図3を用いて後に行う。

[0022] 第2車載機300も第1車載機200と同様に、航法メッセージ認証型車載機である。第2車載機300でも、第1車載機200と同様に、前述の認証や測位を行う。また、第2車載機300では、第1車載機200から送信されるNMA関連情報を受信し、このNMA関連情報も利用して、認証を行う対象とするGPS衛星2を予め選択する処理を行う。第2車載機300の詳細な説明は、図10を用いて後に行う。

[0023] <認証センタ120の詳細構成>

図2に示すように、認証センタ120は、制御部122、データ記憶部124、通信部126を備える。

[0024] 制御部122は、CPU、ROM、RAM等を備えたコンピュータであり、データ記憶部124、通信部126を制御する。また、CPUが、RAMの一時記憶機能を利用しつつROMに記憶されているプログラムを実行することで、RANDメッセージ生成部1221、SEED値生成部1222、Hマトリクス計算部1223、パリティ計算部1224、信号加工部1225として機能する。なお、これら、各部1221～1225の機能は、特許文献1に開示されている機能と同じでよい。

[0025] RANDメッセージ生成部1221は、モニタステーション110から取得する航法メッセージから、RANDメッセージを作成する。RANDメッセージは、航法メッセージのビット列の中から、TOW (time of week) のビット列のデータとエフェメリスデータのうちのクロック補正パラメータであるTOC、AF0、AF1とが順番に並んでいる。TOW、TOC、AF0、AF1が信号の発信時刻を特定するデータである。さらに、その後に、アンチスプーフフラグであるASFlag、衛星番号であるPRN (Pseudo Random Noise) IDが追加されている。

- [0026] TOWとPRN IDを含んでいるRANDは、どのGPS衛星がいつ発信したかを示すデータであると言える。また、TOWが6秒ごとに変化し、また、PRN IDを含んでいるので、モニタステーション110が受信したGPS衛星2ごと、かつ、6秒ごとにRANDを生成することになる。
- [0027] SEED値生成部1222は、PCクロックを入力として乱数を発生させることで、SEED値を生成する。
- [0028] Hマトリクス計算部1223は、SEED値生成部1222が生成したSEED値を使い、このSEED値に一对一に対応するHマトリクスを計算する。Hマトリクスとしては、周知のハッシュ関数を用いればよく、例えばLDPC (Low Density Parity Check) 符号化を行うためのパリティ検査行列を用いればよい。さらに、パリティ検査行列から決定される生成行列を用いてもよい。
- [0029] パリティ計算部1224は、RANDメッセージ生成部1221が生成したRANDメッセージと、Hマトリクス計算部1223が計算したHマトリクスに基づいて、パリティデータを計算する。
- [0030] 信号加工部1225は、パリティ計算部1224が計算したパリティデータ、及びその計算に使用したRANDメッセージを、QZS衛星3から発信させる航法メッセージに挿入する。そして、挿入済みの航法メッセージをマスタコントロールステーション130に送る。
- [0031] さらに、信号加工部1225は、信号の挿入に合わせて、パリティ計算部1224が計算したパリティデータ、パリティデータの計算に用いたRANDメッセージ、Hマトリクス、Hマトリクスの計算に用いたSEED値を対応付けて、データ記憶部124に記憶する。
- [0032] この信号加工部1225は、RANDメッセージ生成部1221がRANDメッセージを生成するごとに、RANDメッセージとパリティデータをQZS衛星3に送信させる航法メッセージに挿入する。よって、RANDメッセージ生成部1221、SEED値生成部1222、Hマトリクス計算部1223、パリティ計算部1224も、RANDメッセージ生成部1221が

R A N Dメッセージを生成するごとに、処理を実行する。

[0033] Hマトリクス選択部1226は、第1車載機200から送信されてきたP R N I D、T O W、公開キーを通信部126で受信した場合に、データ記憶部124に記憶されているHマトリクスから、受信したP R N I D、T O Wに対応するHマトリクスを選択する。そして、選択したHマトリクスを公開鍵で暗号化し、暗号化したHマトリクスを第1車載機200へ返信する。

[0034] <第1車載機200の詳細構成>

Q Z S衛星3が放送した航法メッセージは、第1車載機200の通信部210が備える受信部211に受信される。図3に示すように、この第1車載機200は、通信部210、制御部220、衛星受信機230を備える。

[0035] 通信部210は、受信部211と送信部212とを備える。通信部210は、狭域通信機能と広域通信機能を備えている。狭域通信機能は、例えば、通信距離が数百メートルである。広域通信機能は、例えば、通信距離が数キロメートルであり、公衆通信回線網の基地局と通信を行うことにより、公衆通信回線網の通信圏内にある他の通信機器と通信することができる。狭域通信機能により、第2車載機300の通信部310といわゆる車車間通信を行い、広域通信機能により、認証センタ120の通信部126との間で通信を行う。

[0036] 衛星受信機230は、G P S衛星2、Q Z S衛星3が発信する電波を一定周期で受信する。

[0037] 制御部220は、C P U、R O M、R A M等を備えたコンピュータであり、通信部210、衛星受信機230を制御する。また、C P Uが、R A Mの一時記憶機能を利用しつつR O Mに記憶されているプログラムを実行することで、図4に示す第1認証対象衛星選択処理や図6に示す認証関連処理や図7に示す測位処理や図8に示すN M A関連情報送信処理等の各種処理を実行する。

[0038] 概略として、認証関連処理は、衛星受信機230で受信した信号がG P S衛星2から受信した正規の航法メッセージであることの認証に関連する処理

である。第1認証対象衛星選択処理は、衛星受信機230で航法メッセージを受信できるGPS衛星2のうちから、上述の認証関連処理を行う対象とするGPS衛星2を選択する処理である。測位処理は、第1認証対象衛星選択処理によって選択された複数のGPS衛星2から衛星受信機230で受信する航法メッセージをもとに自装置の現在位置を測位する処理である。NMA関連情報送信処理は、第1認証対象衛星選択処理によって選択されたGPS衛星2を識別できる識別情報と、そのGPS衛星2からの航法メッセージについて認証が成立済みか否かを示す認証情報とを含むNMA関連情報を送信する処理である。

[0039] <第1認証対象衛星選択処理>

ここで、第1車載機200の制御部220での第1認証対象衛星選択処理について、図4に示すフローチャートを用いて説明を行う。図4のフローチャートは、GPS衛星2から衛星受信機230で受信した航法メッセージが、衛星受信機230から出力された場合に開始する構成とすればよい。

[0040] 衛星受信機230では、衛星受信機230から制御部220へ逐次行われる出力の1周期内に、複数のGPS衛星2の航法メッセージを衛星受信機230で受信し、その複数の航法メッセージを出力することになる。ここでは、第1車載機200の現在位置において観測可能な全てのGPS衛星2の航法メッセージを、上述の1周期内に衛星受信機230で受信し、その複数の航法メッセージが制御部220へ出力される場合を例に挙げて以降の説明を行う。

[0041] まず、ステップS1では、衛星受信機230から出力されてくる、現在位置において観測可能な全てのGPS衛星2の航法メッセージを取得する。以降では、現在位置において観測可能な全てのGPS衛星2を、単に全観測GPS衛星2と呼ぶ。

[0042] ステップS2では、全観測GPS衛星2について、以降のステップS3～ステップS7の処理（以下、選択関連処理）を開始する。ここでは、全観測GPS衛星2の数が*i*個だったものとして、1番目のGPS衛星2から順番

に、 i 番目のGPS衛星2まで選択関連処理を繰り返す。S2では、現在の順番が $x = 1$ であるものとして選択関連処理を開始する。全観測GPS衛星2の順番の付け方は、PRN IDの大きさ順でもよいし、他の基準によるものであってもよいし、ランダムに決定されるものであってもよい。

[0043] ステップS3では、 x 番目のGPS衛星2からS1で取得した航法メッセージの信号対雑音比（以下、SN比）を特定する。一例としては、衛星受信機230が有するSN比検出回路で検出した値を、S1で取得した航法メッセージのSN比と特定する構成とすればよい。周知の通り、SN比は、信号に対するノイズの比を対数で表したものであって、値が大きいほど信号品質が良好であることを示す。よって、SN比が本開示の信号品質評価値に相当し、S3が本開示の評価値特定部に相当する。

[0044] ステップS4では、S3で特定したSN比が閾値以上か否かを判定する。ここで言うところの閾値とは、測位結果に誤差を与える可能性が小さいと言える程度に信号品質が良好と言えるSN比であればよく、任意に設定可能な値である。そして、S3で特定したSN比が閾値以上と判定した場合（S4でYES）には、ステップS5に移る。一方、閾値未満と判定した場合（S4でNO）には、ステップS6に移る。

[0045] ステップS5では、S3で特定したSN比が閾値以上と判定されたGPS衛星2を、認証関連処理を行う対象とするGPS衛星2として選択し、S6に移る。よって、S5が本開示の選択部に相当する。

[0046] S6では、全観測GPS衛星2について選択関連処理が完了した場合、すなわち、 $x = i$ となった場合（S6でYES）には、S8に移る。一方、 $x = i$ となっていない場合（S6でNO）には、S7に移る。

[0047] S7では、 $x + 1$ 番目のGPS衛星2を新たな選択関連処理の対象とし、S4に戻って処理を繰り返す。

[0048] 全観測GPS衛星2について選択関連処理が完了した場合（つまり、 $x = i$ となった場合）のS8では、S5で選択されたGPS衛星2のリスト（以下、選択済衛星リスト）を作成して、制御部220のメモリに保存し、図4

の処理を終了する。メモリに保存される選択済衛星リストは、新たに第1認証対象衛星選択処理が行われるごとに、逐次更新されてゆく。

[0049] 例えば選択済衛星リストは、S5で選択された全てのGPS衛星2のPRN IDが羅列されたリストとすればよい。また、S5で選択されたGPS衛星2についての、S3で特定したSN比（つまり、信号品質評価値）も、そのGPS衛星2のPRN IDと紐付けてメモリに保存することが好ましい。

[0050] 一例として、選択済衛星リストには、図5に示すように、信号品質評価値としてのSN比と、GPS衛星2のPRN IDとが対応付けられている構成とすればよい。図5に示す例では、GPS衛星2a～GPS衛星2fが全観測GPS衛星2であって、第1認証対象衛星選択処理によって、PRN IDが1であるGPS衛星2a、PRN IDが5であるGPS衛星2b、PRN IDが10であるGPS衛星2c、PRN IDが24であるGPS衛星2eが選択されたものとする。

[0051] <認証関連処理>

続いて、第1車載機200の制御部220での認証関連処理について、図6に示すフローチャートを用いて説明を行う。図6のフローチャートは、図4に示す第1認証対象衛星選択処理によって、認証関連処理を行う対象とするGPS衛星2が選択されたときに開始する構成とすればよい。

[0052] ここで、衛星受信機230は、GPS衛星2からの信号を複製するリピータや、GPS衛星2からの信号を擬似的に生成可能なシミュレータからの信号を、GPS電波に含まれる航法メッセージと誤って受信している場合もあるものとする。

[0053] まず、S21では、図4に示す第1認証対象衛星選択処理によって選択されたGPS衛星2から受信したGPS電波に含まれる航法メッセージを、衛星受信機230から取得する。

[0054] S22では、QZS衛星3から受信した航法メッセージを、受信部211から取得する。S23では、S21で取得した航法メッセージから、PRN ID、TOWを抽出する。

- [0055] S 2 4 では、S 2 3 で抽出した P R N I D と T O W を公開鍵とともに、送信部 2 1 2 から認証センタ 1 2 0 へ送信する。前述したように、認証センタ 1 2 0 は、この P R N I D と T O W とにより定まる H マトリクスを、公開鍵により暗号化して第 1 車載機 2 0 0 へ送信する。第 1 車載機 2 0 0 から認証センタ 1 2 0 に送信した P R N I D と T O W とにより定まる H マトリクスが、本開示の認証用情報に相当する。
- [0056] S 2 5 では、認証センタ 1 2 0 から送信された H マトリクスを受信部 2 1 1 から取得する。よって、この S 2 5 が本開示の認証用情報取得部に相当する。S 2 6 では、S 2 5 で取得した、暗号化された H マトリクスを秘密鍵で復号する。
- [0057] S 2 7 では、G P S 衛星 2 から受信した G P S 電波に含まれる航法メッセージのうち、S 2 4 で送信した P R N I D と同じ P R N I D を含んでいる航法メッセージから、R A N D メッセージを作成する。
- [0058] S 2 8 では、S 2 7 で作成した R A N D メッセージと、S 2 6 で復号した H マトリクスとに基づいて、比較パリティデータを作成する。S 2 9 では、S 2 8 で作成した比較パリティデータと、S 2 3 で抽出したパリティデータとが一致するか否かを判断する。
- [0059] S 2 6 で復号した H マトリクスは、認証センタ 1 2 0 がパリティデータの作成に使用した H マトリクスと同じである。そして、認証センタ 1 2 0 のパリティ計算部 1 2 2 4 は、この H マトリクスと R A N D メッセージとに基づいてパリティデータを計算している。
- [0060] よって、S 2 8 で作成した比較パリティデータが、S 2 3 で抽出したパリティデータと一致する場合、S 2 7 で作成した R A N D メッセージが、認証センタ 1 2 0 が作成した R A N D メッセージと同じであると考えることができる。
- [0061] そこで、S 2 8 で作成した比較パリティデータと、S 2 3 で抽出したパリティデータとが一致する場合（S 2 9 で Y E S）には、S 3 0 に進み、認証成立とする。一方、2 つのパリティデータが一致しない場合（S 2 9 で N O

）には、S 3 1に進み、認証不成立とする。よって、このS 2 9～S 3 1が本開示の認証部に相当する。S 3 0、S 3 1の後、S 3 2に進む。

[0062] S 3 2では、図4に示す第1認証対象衛星選択処理によって選択された全てのGPS衛星2の航法メッセージについて、認証成立か不成立かの判断が完了した場合（S 3 2でYES）には、図6の処理を終了する。一方、1つでも認証成立か不成立かの判断が完了していない場合（S 3 2でNO）には、S 2 2に戻って処理を繰り返す。

[0063] なお、第1認証対象衛星選択処理によって選択された全てのGPS衛星2の航法メッセージについて、認証を行う必要はなく、後述する測位処理に必要な分のGPS衛星2に絞ったり、後述する測位処理に必要な分のGPS衛星2の少なくとも1つについて行う構成としたりしてもよい。

[0064] <測位処理>

続いて、第1車載機200の制御部220での測位処理について、図7に示すフローチャートを用いて説明を行う。図7のフローチャートは、図4に示す第1認証対象衛星選択処理によって、認証関連処理を行う対象とするGPS衛星2が選択されたときに開始する構成とすればよい。

[0065] S 4 1では、図4に示す第1認証対象衛星選択処理によって選択されたGPS衛星2から、測位に必要な数のGPS衛星2を選択する。測位に必要な数は4としてもよいし、3としてもよい。また、測位に必要な数のGPS衛星2を選択する場合には、選択済衛星リスト（図5参照）のPRN ID順に選択してもよいし、前述の信号品質評価値としてのSN比が大きいものから順に選択してもよい。信号品質評価値の良好なものから順に選択する構成とする場合には、このS 4 1も本開示の選択部に相当する。

[0066] S 4 2では、S 4 1で選択したGPS衛星2から受信した航法メッセージを用いて、周知の方法によって第1車載機200の現在位置を算出し、図7の処理を終了する。よって、このS 4 2が本開示の測位部に相当する。

[0067] なお、測位処理では、前述の認証関連処理で認証が成立した航法メッセージのみを用いて測位を行う構成としてもよいし、前述の認証関連処理を実行

する前に測位を行う構成としてもよい。前述の認証関連処理を実行する前に測位を行う構成とした場合には、測位に用いた航法メッセージについて認証が不成立のものが含まれていた場合に、認証が成立したもののみを用いて測位をやり直したり、測位結果を用いないようにしたり、測位結果の信頼度が低いこと示した上で用いたりする構成とすればよい。

[0068] <NMA関連情報送信処理>

続いて、第1車載機200の制御部220でのNMA関連情報送信処理について、図8に示すフローチャートを用いて説明を行う。図8で示すNMA関連情報送信処理と、図6で示す認証関連処理とは並行に行われ、認証関連処理における認証が、第1認証対象衛星選択処理によって選択された全てのGPS衛星2について完了していない場合でも、図8のフローチャートが開始されるものとする。また、図8のフローチャートは、例えば一定の周期で開始する構成とすればよい。

[0069] 図8のフローチャートで示すNMA関連情報送信処理では、第1認証対象衛星選択処理によって選択されたGPS衛星2を識別できる識別情報と、そのGPS衛星2からの航法メッセージについて認証が成立済みか否かを示す認証情報とを含むNMA関連情報を送信する。第1車載機200から送信するNMA関連情報は、第2車載機300において、認証関連処理を行う対象とするGPS衛星2を選択するのに用いられる。

[0070] まず、S51では、図4で示す第1認証対象衛星選択処理で作成した選択済衛星リストに含まれる各GPS衛星2について、図6で示す認証関連処理で認証が成立しているか否かを判定する。

[0071] S52では、選択済衛星リストに含まれる各GPS衛星2のPRN IDと、S51で判定した各GPS衛星2の認証が成立しているか否かについての情報（以下、認証情報）とを含むNMA関連情報を、送信部212の狭域通信機能によって送信させ、処理を終了する。よって、PRN IDが本開示の識別情報に相当し、送信部212が本開示の送信部に相当する。

[0072] ここで、図9を用いて、NMA関連情報の一例について説明を行う。NM

A関連情報は、図9に示すように、GPS衛星2のPRN IDと、そのPRN IDが示すGPS衛星2の認証が成立しているか否かを示す情報とが対応付けられている構成とすればよい。GPS衛星2の認証が成立しているか否かを示す情報は、例えば、図9に示すように、認証成立であるか（図中の「成立」）、認証不成立若しくは未認証であるか（図中の「未」）の2つの状態を表す2値のフラグとすればよい。他にも、認証成立と認証不成立と未認証との3つの状態を表す情報としてもよい。

[0073] 送信部212から送信されたNMA関連情報は、本実施形態では第2車載機300で受信されるものとして以降の説明を行う。

[0074] <第2車載機300の詳細構成>

続いて、図10を用いて、NMA関連情報を受信する側の第2車載機300についての説明を行う。第2車載機300は、図10に示すように、通信部310、制御部320、衛星受信機330を備える。通信部310は、第1車載機200が備える通信部210と無線通信を行う。

[0075] 通信部310は、受信部311と送信部312とを備える。通信部310は、前述した通信部210と同様に、狭域通信機能及び広域通信機能を備えている。衛星受信機330は、衛星受信機230と同様に、GPS衛星2、QZS衛星3が発信する電波を一定周期で受信する。

[0076] 制御部320は、CPU、ROM、RAM等を備えたコンピュータであり、通信部310、衛星受信機330を制御する。また、CPUが、RAMの一時記憶機能を利用しつつROMに記憶されているプログラムを実行することで、図11に示す第2認証対象衛星選択処理や図5に示すのと同様な認証関連処理や図6に示すのと同様な測位処理や図7に示すのと同様なNMA関連情報送信処理等の各種処理を実行する。

[0077] 概略として、第2認証対象衛星選択処理は、第1車載機200から受信するNMA関連情報も利用して、衛星受信機330で航法メッセージを受信できるGPS衛星2のうちから、認証関連処理を行う対象とするGPS衛星2を選択する処理である。

[0078] また、制御部320は、第1車載機200から受信部311で受信したNMA関連情報を取得し、メモリに保存する。よって、受信部311が本開示の受信部に相当する。メモリに保存するNMA関連情報は、例えば送信元の第1車載機200ごとに扱い、同じ第1車載機200から新たなNMA関連情報を受信した場合には、この新たな関連情報に更新する構成とすればよい。

[0079] <第2認証対象衛星選択処理>

ここで、第2車載機300の制御部320での第2認証対象衛星選択処理について、図11に示すフローチャートを用いて説明を行う。図11のフローチャートは、第1車載機200から受信したNMA関連情報をメモリに保存済みである状態において、GPS衛星2から衛星受信機330で受信した航法メッセージが、衛星受信機330から出力された場合に開始する構成とすればよい。

[0080] まず、S61では、衛星受信機330から出力されてくる、現在位置において観測可能な全てのGPS衛星2（つまり、全観測GPS衛星2）の航法メッセージを取得する。

[0081] S62では、第1車載機200から受信したNMA関連情報から、航法メッセージの認証が成立済みのGPS衛星2のPRN IDを抽出する。一例としては、NMA関連情報から、認証成立を示す認証情報と対応付けられたPRN IDを抽出する構成とすればよい。ここでは、認証が成立済みのGPS衛星2の数がk個だったものとして、1番目の認証成立済のGPS衛星2のPRN ID（以下、PRN[1]）からk番目の認証成立済のGPS衛星2のPRN ID（以下、PRN[k]）までを抽出する。

[0082] S63では、全観測GPS衛星2について、以降のS64～S72の処理（以下、選択関連処理）を開始する。ここでは、第1認証対象衛星選択処理のS2と同様に、全観測GPS衛星2の数がi個だったものとして、全観測GPS衛星2のうちの1番目のGPS衛星2から順番に、i番目のGPS衛星2まで選択関連処理を繰り返す。S63では、全観測GPS衛星2のうち

での現在の順番が $x = 1$ として選択関連処理を開始する。

[0083] S 6 4 では、前述の S 3 と同様にして、 x 番目の GPS 衛星 2 から S 6 1 で取得した航法メッセージの SN 比を特定する。よって、S 6 4 も本開示の評価値特定部に相当する。

[0084] S 6 5 では、前述の S 4 と同様にして、S 6 4 で特定した SN 比が閾値以上か否かを判定する。そして、S 6 4 で特定した SN 比が閾値以上と判定した場合（S 6 5 で YES）には、S 6 6 に移る。一方、閾値未満と判定した場合（S 6 5 で NO）には、S 7 1 に移る。

[0085] S 6 6 では、S 6 2 で抽出した全 PRN ID について、選択関連処理の現在の対象としている GPS 衛星 2 の PRN ID に該当するものがあるか判定する処理（以下、該当判定処理）を開始する。ここでは、PRN [1] から順番に PRN [k] まで該当判定処理を繰り返す。S 6 6 では、認証成立済の GPS 衛星 2 の PRN ID の現在の順番が $y = 1$ であるものとして該当判定処理を開始する。

[0086] S 6 7 では、現在の順番における認証成立済の GPS 衛星 2 の PRN ID と、選択関連処理の現在の対象としている GPS 衛星 2 の PRN ID とが一致すると判定した場合（図 11 で PRN [y] = x が YES）には、S 6 8 に移る。一方、一致しないと判定した場合（図 11 で PRN [y] = x が NO）には、S 6 9 に移る。

[0087] S 6 7 で一致すると判定される場合とは、選択関連処理の現在の対象としている GPS 衛星 2 について、第 1 車載機 200 で航法メッセージの認証が成立済みであると判定される場合と言い換えることができる。

[0088] S 6 8 では、S 6 4 で特定した SN 比が閾値以上と判定され、且つ、第 1 車載機 200 で航法メッセージの認証が成立済みと S 6 7 において判定された GPS 衛星 2 を、認証関連処理を行う対象とする GPS 衛星 2 として選択し、S 7 1 に移る。よって、S 6 8 が本開示の選択部に相当する。

[0089] S 6 9 では、S 6 2 で抽出した全 PRN ID について選択関連処理が完了した場合、すなわち、 $y = k$ となった場合（S 6 9 で YES）には、S 7 1

に移る。一方、 $y = k$ となっていない場合（S 6 9 で N O）には、S 7 0 に移る。

[0090] S 7 0 では、 $y + 1$ 番目の認証成立済の G P S 衛星 2 の P R N I D を新たな該当判定処理の対象とし、S 6 7 に戻って処理を繰り返す。

[0091] S 7 1 では、全観測 G P S 衛星 2 について選択関連処理が完了した場合、すなわち、 $x = i$ となった場合（S 7 1 で Y E S）には、S 7 3 に移る。一方、 $x = i$ となっていない場合（S 7 1 で N O）には、S 7 2 に移る。

[0092] S 7 2 では、 $x + 1$ 番目の G P S 衛星 2 を新たな選択関連処理の対象とし、S 6 4 に戻って処理を繰り返す。

[0093] 全観測 G P S 衛星 2 について選択関連処理が完了した場合（つまり、 $x = i$ となった場合）の S 7 3 では、前述の S 8 と同様にして、S 6 8 で選択された全ての G P S 衛星 2 の選択済衛星リストを作成して、制御部 2 2 0 のメモリに保存し、図 1 1 の処理を終了する。メモリに保存される選択済衛星リストは、新たに第 2 認証対象衛星選択処理が行われるごとに、逐次更新されてゆく。

[0094] なお、第 2 認証対象衛星選択処理では、第 1 車載機 2 0 0 で認証成立済の G P S 衛星 2 を優先して選択する構成であれば、第 1 車載機 2 0 0 で認証成立済の G P S 衛星 2 に絞って選択を行う構成に限らない。例えば、第 1 車載機 2 0 0 で未認証の G P S 衛星 2 であっても、S N 比が閾値以上なら選択し、測位処理では、第 1 車載機 2 0 0 で認証成立済の G P S 衛星 2 の航法メッセージを優先的に用いる構成とすればよい。また、この場合であっても、N M A 関連情報のうちの認証情報が、未認証と認証不成立とを区別可能な情報である場合には、S N 比が閾値以上であっても、認証不成立であった G P S 衛星 2 は選択しないようにすることが好ましい。

[0095] 第 2 車載機 3 0 0 では、第 2 認証対象衛星選択処理で選択された G P S 衛星 2 の航法メッセージについて、図 5 に示すのと同様な認証関連処理を行ったり、図 6 に示すのと同様な測位処理を行ったりする。また、第 2 車載機 3 0 0 では、図 7 に示すのと同様な N M A 関連情報送信処理により、第 2 車載

機 3 0 0 で認証が成立した航法メッセージの発信元の G P S 衛星 2 についての N M A 関連情報を、無線通信によって外部に送信する構成としてもよい。

[0096] <実施形態 1 のまとめ>

実施形態 1 によれば、第 1 車載機 2 0 0 は、衛星受信機 2 3 0 で航法メッセージを受信できた G P S 衛星 2 のうち、第 1 認証対象衛星選択処理で選択した G P S 衛星 2 に絞って、受信した航法メッセージについての認証関連処理を行う。よって、衛星受信機 2 3 0 で航法メッセージを受信できた G P S 衛星 2 の全てについて認証関連処理を行う場合よりも、認証にかかる時間や第 1 車載機 2 0 0 及び認証センタ 1 2 0 での処理負荷を低減できる。

[0097] また、第 1 認証対象衛星選択処理では、航法メッセージの信号品質が良好と言える程度の S N 比が得られた G P S 衛星 2 を選択するので、選択した G P S 衛星 2 から受信した航法メッセージをもとに測位処理を行うことによって、信号品質が良好な航法メッセージを用いて測位できる。その結果、第 1 車載機 2 0 0 において、認証にかかる時間や処理負荷を低減しながらも、より精度の高い測位を行うことが可能になる。

[0098] さらに、実施形態 1 によれば、第 2 車載機 3 0 0 でも、衛星受信機 3 3 0 で航法メッセージを受信できた G P S 衛星 2 のうち、第 2 認証対象衛星選択処理で選択した G P S 衛星 2 に絞って認証関連処理を行うので、認証にかかる時間や第 2 車載機 3 0 0 及び認証センタ 1 2 0 での処理負荷を低減できる。

[0099] 第 2 認証対象衛星選択処理では、第 1 車載機 2 0 0 から送信される N M A 関連情報をもとに、第 1 車載機 2 0 0 で認証が成立した G P S 衛星 2 を優先して選択するので、第 2 車載機 3 0 0 でも認証が成立する確度の高い G P S 衛星 2 を優先して選択することが可能になる。その結果、第 2 車載機 3 0 0 で認証が不成立となる G P S 衛星 2 を選択しないようにできる可能性が高まり、無駄な認証を行う手間を減らすことが可能になる。

[0100] さらに、第 2 認証対象衛星選択処理でも、航法メッセージの信号品質が良好と言える程度の S N 比が得られた G P S 衛星 2 を選択するので、選択した

G P S 衛星 2 から受信した航法メッセージをもとに測位処理を行うことによって、より精度の高い測位を行うことが可能になる。

[0101] また、第 1 車載機 2 0 0 での第 1 認証対象衛星選択処理で選択された G P S 衛星 2 は、信号品質が良好な可能性が高い G P S 衛星 2 だが、第 1 車載機 2 0 0 の近辺に位置する第 2 車載機 3 0 0 にとっても同様である可能性が高い。これは、両者のおかれる状況が似ている可能性が高いためである。

[0102] 実施形態 1 の構成によれば、N M A 関連情報は車車間通信によって第 1 車載機 2 0 0 から受信するので、N M A 関連情報を受信する第 2 車載機 3 0 0 と送信元の第 1 車載機 2 0 0 との距離は比較的近いと言える。従って、第 2 車載機は、N M A 関連情報をもとに、第 1 車載機 2 0 0 で認証が成立した G P S 衛星 2 を優先して選択することで、航法メッセージの信号品質が良好な G P S 衛星 2 を優先して選択することが可能になる。その結果、第 2 車載機 3 0 0 では、認証にかかる時間や処理負荷をより低減しながら、さらに精度の高い測位を行うことが可能になる。

[0103] 本実施形態において、第 2 車載機 3 0 0 は航法メッセージ認証型測位装置に相当し、第 1 車載機 2 0 0 は他の航法メッセージ認証型測位装置に相当する。

[0104] <変形例 1>

実施形態 1 では、第 1 車載機 2 0 0 での第 1 認証対象衛星選択処理において、S N 比が閾値以上と判定された G P S 衛星 2 を全て選択する構成について説明したが、必ずしもこれに限らない。例えば、発信された航法メッセージの信号品質がより良好と評価できる G P S 衛星 2 から順に所定の複数個の G P S 衛星 2 を選択する構成（以下、変形例 1）としてもよい。

[0105] ここで、変形例 1 における航法メッセージ認証システム 1 について、図面を用いて説明を行う。なお、説明の便宜上、前述の実施形態の説明に用いた図に示した部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0106] 変形例 1 における航法メッセージ認証システム 1 は、第 1 認証対象衛星選

択処理の一部が異なる点を除けば、実施形態 1 における航法メッセージ認証システム 1 と同様である。

[0107] <変形例 1 における第 1 認証対象衛星選択処理>

ここで、変形例 1 における第 1 車載機 200 の制御部 220 での第 1 認証対象衛星選択処理について、図 12 に示すフローチャートを用いて説明を行う。図 12 のフローチャートも、図 4 のフローチャートと同様に、GPS 衛星 2 から衛星受信機 230 で受信した航法メッセージが、衛星受信機 230 から出力された場合に開始する構成とすればよい。

[0108] まず、S81～S87 までの処理は、前述の S1～S7 と同様である。よって、S83 も本開示の評価値特定部に相当し、S85 も本開示の選択部に相当する。

[0109] S88 では、S85 で選択された全ての GPS 衛星 2 について、制御部 220 のメモリに保存されている選択済衛星リストに含まれる SN 比が大きいものから順に所定数に絞るようにさらに選択を行う。よって、S88 も本開示の選択部に相当する。所定数は、測位処理に必要な GPS 衛星 2 の数とすればよく、例えば 4 とすればよい。

[0110] S89 では、S88 で選択された GPS 衛星 2 の選択済衛星リストを作成して、制御部 220 のメモリに保存し、図 12 の処理を終了する。メモリに保存される選択済衛星リストは、新たに第 1 認証対象衛星選択処理が行われるごとに、逐次更新されてゆく。

[0111] <変形例 1 のまとめ>

変形例 1 によっても、実施形態 1 と同様に、第 1 車載機 200 において、認証にかかる時間や処理負荷を低減しながらも、より精度の高い測位を行うことが可能になる。また、変形例 1 によれば、より大きい SN 比が得られた順に所定数の GPS 衛星 2 に絞り込んで選択するので、信号品質が特に良好な航法メッセージを用いて測位できる。その結果、第 1 車載機 200 において、認証にかかる時間や処理負荷をさらに低減しながら、さらに精度の高い測位を行うことが可能になる。

[0112] <変形例 2>

第 1 車載機 200 での第 1 認証対象衛星選択処理において、S/N 比が閾値以上と判定された GPS 衛星 2 を選択する構成について説明したが、必ずしもこれに限らない。例えば、GPS 衛星 2 の仰角を選択の条件として GPS 衛星 2 を選択する構成（以下、変形例 2）としてもよい。

[0113] ここで、変形例 2 における航法メッセージ認証システム 1 について、図面を用いて説明を行う。なお、説明の便宜上、前述の実施形態の説明に用いた図に示した部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0114] 変形例 2 における航法メッセージ認証システム 1 は、第 1 認証対象衛星選択処理の一部が異なる点を除けば、実施形態 1 における航法メッセージ認証システム 1 と同様である。

[0115] <変形例 2 における第 1 認証対象衛星選択処理>

ここで、変形例 2 における第 1 車載機 200 の制御部 220 での第 1 認証対象衛星選択処理について、図 13 に示すフローチャートを用いて説明を行う。図 13 のフローチャートは、図 4 のフローチャートから S3、S4 の処理のみを入れ替えたものであって、S3、S4 の処理と入れ替えた S3a、S4a の処理の部分を抜き出して示している。

[0116] まず、S2 に続く S3a では、x 番目の GPS 衛星 2 から S1 で取得した航法メッセージに含まれる軌道情報とその航法メッセージの発信時刻とから x 番目の GPS 衛星 2 の衛星位置を算出する。そして、算出した衛星位置と第 1 車載機 200 の現在位置とから、x 番目の GPS 衛星 2 の仰角を特定する。

[0117] 軌道情報は、エフェメリスデータでもアルマナックデータであってもよいが、精度の観点からはエフェメリスデータが好ましい。また、第 1 車載機 200 の現在位置は、前回の測位からの移動距離が所定距離（例えば 100 m）未満であれば、前回の測位で得られた値を用いる構成とすればよい。他にも、前回の測位で得られた位置を基点として自律航法によって推定した位置

を用いる構成としてもよい。

[0118] 仰角は、GPS衛星2と第1車載機200の現在位置とを結ぶ直線が、現在位置を基準とする地平面に対してなす角度であり、仰角が小さいほど測定誤差が大きくなることが知られている。言い換えれば、仰角が大きいほど信号品質が良好な航法メッセージが得られることを示す。よって、仰角が本開示の信号品質評価値に相当し、S3aが本開示の評価値特定部に相当する。

[0119] S4aでは、S3aで特定した仰角が閾値以上か否かを判定する。ここで言うところの閾値とは、測位結果に誤差を与える可能性が小さいと言える程度に良好な信号品質が得られると言える仰角であればよく、任意に設定可能な値である。そして、S3aで特定した仰角が閾値以上と判定した場合（S4aでYES）には、S5に移る。一方、閾値未満と判定した場合（S4aでNO）には、S6に移る。

[0120] 変形例2におけるS5では、S3aで特定した仰角が閾値以上と判定されたGPS衛星2を、認証関連処理を行う対象とするGPS衛星2として選択し、S6に移ることになる。また、変形例2におけるS8では、S5で選択された全てのGPS衛星2のPRN IDとS3aで特定した仰角（つまり、信号品質評価値）とを紐付けた選択済衛星リストをメモリに保存することになる。

[0121] <変形例2のまとめ>

変形例2によっても、第1認証対象衛星選択処理では、得られる航法メッセージの信号品質が良好と言える程度の仰角であるGPS衛星2を選択するので、選択したGPS衛星2から受信した航法メッセージをもとに測位処理を行うことによって、信号品質が良好な航法メッセージを用いて測位できる。

[0122] <変形例3>

第1車載機200での第1認証対象衛星選択処理において、SN比が閾値以上と判定されたGPS衛星2を選択する構成について説明したが、必ずしもこれに限らない。例えば、GPS衛星2と第1車載機200との幾何距離

(Geometric Distance) と擬似距離との差を選択の条件としてGPS衛星2を選択する構成（以下、変形例3）としてもよい。

[0123] ここで、変形例3における航法メッセージ認証システム1について、図面を用いて説明を行う。なお、説明の便宜上、前述の実施形態の説明に用いた図に示した部材と同一の機能を有する部材については、同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0124] 変形例3における航法メッセージ認証システム1は、第1認証対象衛星選択処理の一部が異なる点を除けば、実施形態1における航法メッセージ認証システム1と同様である。

[0125] <変形例3における第1認証対象衛星選択処理>

ここで、変形例2における第1車載機200の制御部220での第1認証対象衛星選択処理について、図14に示すフローチャートを用いて説明を行う。図14のフローチャートは、図4のフローチャートからS3、S4の処理のみを入れ替えたものであって、S3、S4の処理と入れ替えたS3b、S4bの処理の部分を抜き出して示している。

[0126] まず、S2に続くS3bでは、x番目のGPS衛星2からS1で取得した航法メッセージに含まれる軌道情報とその航法メッセージの発信時刻とからx番目のGPS衛星2の衛星位置を算出する。そして、算出した衛星位置と第1車載機200の現在位置とから、x番目のGPS衛星2と第1車載機200との幾何距離を算出する。

[0127] 軌道情報は、エフェメリスデータでもアルマナックデータであってもよいが、精度の観点からはエフェメリスデータが好ましい。また、第1車載機200の現在位置は、前回の測位からの移動距離が所定距離（例えば100m）未満であれば、前回の測位で得られた値を用いる構成とすればよい。他にも、前回の測位で得られた位置を基点として自律航法によって推定した位置を用いる構成としてもよい。

[0128] また、S3bでは、x番目のGPS衛星2からS1で取得した航法メッセージに含まれる発信時刻と、その航法メッセージを第1車載機200で受信

した受信時刻とから定まる擬似距離を算出する。言うまでもないが、擬似距離とは、GPS衛星2からの発信時刻と第1車載機200での受信時刻とから決まる伝搬時間に光速を積算して算出される、GPS衛星2と第1車載機200との距離である。

[0129] そして、S3bでは、x番目のGPS衛星2と第1車載機200との間の幾何距離と擬似距離との差（以下、距離差分）を特定する。擬似距離は伝搬時間から定まる距離であるので、マルチパスの影響によって幾何距離との差が生じる。マルチパスが生じると、信号品質が低下するので、上述の距離差分が小さいほど、信号品質が良好だと言える。よって、距離差分が本開示の信号品質評価値に相当し、S3bが本開示の評価値特定部に相当する。

[0130] S4bでは、S3bで特定した距離差分が閾値以下か否かを判定する。ここで言うところの閾値とは、測位結果に誤差を与える可能性が小さいと言える程度に良好な信号品質が得られると言える距離差分であればよく、任意に設定可能な値である。そして、S3bで特定した距離差分が閾値以下と判定した場合（S4bでYES）には、S5に移る。一方、閾値より大きいと判定した場合（S4bでNO）には、S6に移る。

[0131] 変形例3におけるS5では、S3bで特定した距離差分が閾値以下と判定されたGPS衛星2を、認証関連処理を行う対象とするGPS衛星2として選択し、S6に移ることになる。また、変形例3におけるS8では、S5で選択された全てのGPS衛星2のPRN IDとS3bで特定した距離差分（つまり、信号品質評価値）とを紐付けた選択済衛星リストをメモリに保存することになる。

[0132] <変形例3のまとめ>

変形例3によっても、第1認証対象衛星選択処理では、得られる航法メッセージの信号品質が良好と言える程度の距離差分となるGPS衛星2を選択するので、選択したGPS衛星2から受信した航法メッセージをもとに測位処理を行うことによって、信号品質が良好な航法メッセージを用いて測位できる。

[0133] <変形例 4>

変形例 2 や変形例 3 では、S N 比に替えて、仰角や幾何距離と擬似距離との距離差分を、G P S 衛星 2 を選択するための条件として用いる構成を示したが、必ずしもこれに限らない。例えば、これらの条件を複数組み合わせる G P S 衛星 2 を選択する構成としてもよい。例えば、全ての条件を組み合わせる場合、選択済衛星リストには、S 5 で選択された全ての G P S 衛星 2 の P R N I D と、その G P S 衛星 2 についての S N 比、仰角、及び幾何距離と擬似距離との距離差分とを紐付けられることになる。

[0134] <変形例 5>

なお、発信された航法メッセージの信号品質がより良好と評価できる G P S 衛星 2 から順に所定の複数個の G P S 衛星 2 を選択する変形例 1 の構成と、変形例 2 ～ 4 の構成とを組み合わせた構成としてもよい。

[0135] 例えば、変形例 1 と変形例 4 とを組み合わせる場合には、S N 比、仰角、幾何距離と擬似距離との距離差分といった信号品質評価値のうちの、いずれかの信号品質評価値を最優先して G P S 衛星 2 の順位付けをして、上位の所定数の G P S 衛星 2 を選択する構成とすればよい。

[0136] 他にも、S N 比、仰角、幾何距離と擬似距離との距離差分といった信号品質評価値にそれぞれ重み付けを施し、各パラメータから総合的に信号品質を評価する関数などを用いてもよい。すなわち、S N 比、仰角、幾何距離と擬似距離との距離差分を変数として、S N 比が大きいほど、仰角が大きいほど、距離差分が小さいほど、出力値が大きくなる関数を設計して、当該関数の出力値が大きい上位の所定数の G P S 衛星 2 を選択する構成としてもよい。

[0137] <変形例 6>

変形例 1 ～ 5 の構成は、第 2 車載機 3 0 0 での第 2 認証対象衛星選択処理に適用する構成としてもよい。

[0138] <変形例 7>

前述の実施形態では、第 1 車載機 2 0 0 は、車車間通信によって N M A 関連情報を第 2 車載機 3 0 0 に送信する構成を示したが、必ずしもこれに限ら

ない。例えば、路側機を中継することで、路車間通信によってNMA関連情報を第1車載機200から第2車載機300に送信する構成としてもよい。他にも、公衆通信回線網を利用して、NMA関連情報を第1車載機200から第2車載機300に送信する構成としてもよい。

[0139] <変形例8>

前述の実施形態では、GPS衛星2から受信した航法メッセージのみを測位に用いた場合の例を挙げて説明を行ったが、QZS衛星3から受信した航法メッセージを測位に用いる構成としてもよい。この場合、QZS衛星3から受信した航法メッセージの認証についても、GPS衛星2の場合と同様に行う構成とすればよい。

[0140] 変形例8の一例としては、QZS衛星3からモニタステーション110で受信した航法メッセージからRANDメッセージを生成し、このRANDメッセージをもとに認証センタ120でパリティデータを作成する。そして、作成したパリティデータをマスタコントロールステーション130に送り、そのパリティデータをマスタコントロールステーション130からQZS衛星3に送信する。QZS衛星3は、そのパリティデータを含んだ航法メッセージを地上に向けて放送する。

[0141] 第1車載機200や実施形態2以降の第2車載機300は、QZS衛星3から受信した航法メッセージからRANDメッセージを作成し、このRANDメッセージと認証センタ120から取得するHマトリクスとから比較パリティデータを作成する。そして、作成した比較パリティデータと、QZS衛星3から受信したパリティデータとを比較することで認証を行う構成とすればよい。

[0142] <変形例9>

前述の実施形態で説明した航法メッセージ認証型の認証方法はあくまで一例であり、認証機関へのアクセスが必要な認証方法であれば、他の認証方法を用いる構成としてもよい。

[0143] <変形例10>

前述の実施形態では、車両で用いられる第1車載機200及び第2車載機300を例に挙げて説明を行ったが、必ずしもこれに限らない。例えば、第1車載機200や第2車載機300と同様の航法メッセージ受信装置を、ユーザに携帯される携帯端末等に適用する構成としてもよい。

[0144] 本開示の一例に係る航法メッセージ認証型測位装置によれば、衛星受信機で航法メッセージを受信できた人工衛星のうち、選択部で選択した人工衛星に絞って、受信した航法メッセージに応じた認証用情報の取得を行ったり、受信した航法メッセージの認証を行ったりすればよくなる。よって、衛星受信機で航法メッセージを受信できた人工衛星の全てについて、受信した航法メッセージに応じた認証用情報の取得を行ったり、受信した航法メッセージの認証を行ったりする場合よりも、認証にかかる時間や処理負荷を低減できる。

[0145] また、評価値特定部で特定した信号品質評価値をもとに、発信された航法メッセージの信号品質が良好と評価できる人工衛星を選択部で選択し、選択した人工衛星から受信した航法メッセージをもとに測位部で航法メッセージ認証型測位装置の位置を測位するので、信号品質が良好な航法メッセージを用いて測位できる可能性が高まる。その結果、認証にかかる時間や処理負荷を低減しながらも、より精度の高い測位を行うことが可能になる。

[0146] この出願に記載されるフローチャート、あるいは、フローチャートの処理は、複数のステップ（あるいはセクションと言及される）から構成され、各ステップは、たとえば、S1と表現される。さらに、各ステップは、複数のサブステップに分割されることができ、一方、複数のステップが合わさって一つのステップにすることも可能である。さらに、このように構成される各ステップは、デバイス、モジュール、ミーンズとして言及されることができ。

[0147] なお、本開示は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、本開示に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本開示の技

術的範囲に含まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 衛星測位システムで用いられる人工衛星からの航法メッセージを受信する衛星受信機（２３０、３３０）と、
- 前記人工衛星から受信した航法メッセージに応じた認証用情報を、認証センタから取得する認証用情報取得部（Ｓ２５）と、
- 前記認証用情報取得部（Ｓ２５）で取得した前記認証用情報を用いて、前記衛星受信機（２３０、３３０）で受信した前記航法メッセージが正規のものであることの認証を行う認証部（Ｓ２９～Ｓ３１）と、
- 、
- 前記衛星受信機（２３０、３３０）で複数の前記人工衛星から受信した前記航法メッセージをもとに航法メッセージ認証型測位装置の位置を測位する測位部（Ｓ４２）とを備える航法メッセージ認証型測位装置（２００、３００）であって、
- 前記衛星受信機（２３０、３３０）が受信した前記航法メッセージについて、前記航法メッセージの信号品質を評価できる信号品質評価値を特定する評価値特定部（Ｓ３、Ｓ３ａ、Ｓ３ｂ、Ｓ６４、Ｓ８３）と、
- 前記評価値特定部（Ｓ３、Ｓ３ａ、Ｓ３ｂ、Ｓ６４、Ｓ８３）で特定した前記信号品質評価値をもとに、前記衛星受信機（２３０、３３０）で前記航法メッセージを受信できた前記人工衛星のうち、発信された前記航法メッセージの信号品質が良好と評価できる人工衛星を選択する選択部（Ｓ５、Ｓ４１、Ｓ６８、Ｓ８５、Ｓ８８）とを備え、
- 前記認証用情報取得部（Ｓ２５）は、前記選択部（Ｓ５、Ｓ４１、Ｓ６８、Ｓ８５、Ｓ８８）で選択した前記人工衛星から受信した前記航法メッセージに応じた前記認証用情報に絞って取得し、
- 前記認証部（Ｓ２９～Ｓ３１）は、前記選択部（Ｓ５、Ｓ４１、Ｓ６８、Ｓ８５、Ｓ８８）で選択した前記人工衛星から前記衛星受信機（２３０、３３０）で受信した前記航法メッセージが正規のものであ

ることを、前記認証用情報取得部（Ｓ２５）で取得した前記認証用情報を用いて認証を行い、

前記測位部（Ｓ４２）は、前記選択部（Ｓ５、Ｓ４１、Ｓ６８、Ｓ８５、Ｓ８８）で選択した前記人工衛星から受信した前記航法メッセージをもとに航法メッセージ認証型測位装置（２００、３００）の位置を測位する航法メッセージ認証型測位装置。

[請求項２] 請求項１において、

前記選択部（Ｓ８５、Ｓ８８）は、前記評価値特定部（Ｓ８３）で特定した前記信号品質評価値をもとに、前記衛星受信機（２３０、３３０）で前記航法メッセージを受信できた前記人工衛星のうち、発信された前記航法メッセージの信号品質がより良好と評価できる人工衛星から順に所定の複数個の人工衛星を選択する航法メッセージ認証型測位装置。

[請求項３] 請求項１又は２において、

前記評価値特定部（Ｓ３、Ｓ８３）は、前記衛星受信機（２３０、３３０）が受信した前記航法メッセージの信号対雑音比を、前記信号品質評価値として特定する航法メッセージ認証型測位装置。

[請求項４] 請求項１～３のいずれか１項において、

前記評価値特定部（Ｓ３ａ）は、前記衛星受信機（２３０、３３０）が受信した前記航法メッセージに含まれる前記人工衛星の軌道情報を用いて求められる、前記人工衛星の仰角を、前記信号品質評価値として特定する航法メッセージ認証型測位装置。

[請求項５] 請求項１～４のいずれか１項において、

前記評価値特定部（Ｓ３ｂ）は、前記衛星受信機（２３０、３３０）が受信した前記航法メッセージに含まれる前記人工衛星の軌道情報を用いて求められる、前記人工衛星と航法メッセージ認証型測位装置（２００、３００）との幾何距離と、前記衛星受信機（２３０、３３０）が受信した前記航法メッセージの伝搬時間から定まる、前記人工

衛星と航法メッセージ認証型測位装置（２００、３００）との擬似距離との差を、前記信号品質評価値として特定する航法メッセージ認証型測位装置。

[請求項6] 請求項１～５のいずれか１項において、

前記選択部（Ｓ５、Ｓ４１）で選択した前記人工衛星を識別できる識別情報と、前記選択部（Ｓ５、Ｓ４１）で選択した前記人工衛星についての、前記認証部（Ｓ２９～Ｓ３１）で認証が成立済みか否かを示す認証情報とを含む情報を、航法メッセージ認証型測位装置（２００）の外部に送信する送信部（２１２）を備える航法メッセージ認証型測位装置。

[請求項7] 請求項１～６のいずれか１項において、

航法メッセージ認証型測位装置（３００）とは異なる、他の航法メッセージ認証型測位装置（２００）から送信されてくる、前記他の航法メッセージ認証型測位装置（２００）の前記選択部（Ｓ５、Ｓ４１）で選択した前記人工衛星を識別できる識別情報と、前記選択部（Ｓ５、Ｓ４１）で選択した前記人工衛星についての、前記他の航法メッセージ認証型測位装置（２００）の前記認証部（Ｓ２９～Ｓ３１）で認証が成立済みか否かを示す認証情報とを含む情報を受信する受信部（３１１）と、

前記航法メッセージ認証型測位装置（３００）の前記選択部（Ｓ６８）は、前記受信部（３１１）で受信した前記識別情報と前記認証情報とをともに、前記他の航法メッセージ認証型測位装置（２００）において前記航法メッセージの認証が成立済みの前記人工衛星を優先的に選択する航法メッセージ認証型測位装置。