

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5423036号
(P5423036)

(45) 発行日 平成26年2月19日(2014.2.19)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int.Cl.		F I	
GO 1 S 19/42	(2010.01)	GO 1 S 19/42	
GO 1 S 19/25	(2010.01)	GO 1 S 19/25	
HO 4 W 64/00	(2009.01)	HO 4 W 64/00	1 2 0
		HO 4 W 64/00	1 7 1

請求項の数 3 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-35183 (P2009-35183)	(73) 特許権者	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(22) 出願日	平成21年2月18日(2009.2.18)	(74) 代理人	100124682 弁理士 黒田 泰
(65) 公開番号	特開2010-190723 (P2010-190723A)	(74) 代理人	100104710 弁理士 竹腰 昇
(43) 公開日	平成22年9月2日(2010.9.2)	(74) 代理人	100090479 弁理士 井上 一
審査請求日	平成24年1月27日(2012.1.27)	(72) 発明者	寺島 真秀 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	吉田 久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置算出方法及び位置算出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

衛星軌道情報に基づいて、位置算出時刻における測位用衛星の衛星位置、衛星移動速度及び衛星移動方向を含む衛星情報を算出することと、

前記測位用衛星から衛星信号を受信して擬似距離を算出することと、

複数の測位用衛星に係る、前記衛星情報と前記擬似距離とクロックバイアスとを用いて前記位置算出時刻に含まれる時刻誤差を求める算出式を連立させた連立方程式を立てることによって、前記時刻誤差を未知数から削除することと、

前記時刻誤差を未知数から削除した連立方程式を解くことによって、ユーザーの位置を算出することと、

を含む位置算出方法。

【請求項2】

前記算出式は、前記測位用衛星から前記ユーザーに向かう方向に対する当該測位用衛星の速度成分を更に用いて前記時刻誤差を求める式である、

請求項1に記載の位置算出方法。

【請求項3】

衛星軌道情報に基づいて、位置算出時刻における測位用衛星の衛星位置、衛星移動速度及び衛星移動方向を含む衛星情報を算出する衛星情報算出部と、

前記測位用衛星から衛星信号を受信して擬似距離を算出する擬似距離算出部と、

複数の測位用衛星に係る、前記衛星情報と前記擬似距離とクロックバイアスとを用いて

前記位置算出時刻に含まれる時刻誤差を求める算出式を連立された連立方程式を立てることによって、前記時刻誤差を未知数から削除し、前記時刻誤差を未知数から削除した連立方程式を解くことによって、ユーザーの位置を算出する位置算出部と、

を備えた位置算出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、位置算出方法及び位置算出装置に関する。

【背景技術】

【0002】

測位用信号を利用した位置算出装置としては、GPS (Global Positioning System) を用いた位置算出装置が広く知られており、携帯型電話機やカーナビゲーション装置等に内蔵されて利用されている。

【0003】

位置算出装置は、複数のGPS衛星の衛星位置、衛星速度及び衛星移動方向等の衛星情報やGPS衛星から自機までの擬似距離等の情報に基づいて、自機の位置を未知数として所定の位置算出計算を行うことで位置を算出する。また、位置算出装置に具備されているクロックのバイアスによって、算出される擬似距離には誤差が重畳している。このクロックバイアスを較正することは非常に困難であるため、このクロックバイアスも未知数として含めて位置算出計算を行うことが一般的である。

【0004】

クロックに関わる誤差には、クロックバイアスの他に、計時している時刻そのものに含まれる誤差(以下、「時刻誤差」と称す。)がある。擬似距離を算出する際に求める衛星の位置は、計時している時刻が基準となる。このため、時刻誤差によって衛星の位置がずれると擬似距離が不正確となり、算出される位置の正確性に影響を与える。例えば特許文献1には、時刻誤差を加味して位置を算出する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2004-518135号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

位置を正確に求めるためには、擬似距離を算出する際の衛星位置が正確である必要がある。具体的には、時刻誤差が10ミリ秒以下程度であることが要求される。そのため、受信したGPS衛星信号と同期を取ることによって時刻誤差の問題を解決するのが一般的であった。

【0007】

しかしながら、衛星信号の受信強度が大きい場合には問題ないが、位置算出装置が屋内等の環境に位置している場合には、受信信号の強度は弱く、GPS衛星信号と同期を取って正確な時刻情報を得ることができない。そのため、高精度の時刻を得ることができず、正確な位置算出を行うことが困難であるという問題があった。

【0008】

本発明は上述した課題に鑑みて為されたものであり、時刻誤差を求めることなく位置を算出することができる全く新しい位置算出手法を提案することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0009】

以上の課題を解決するための第1の形態は、衛星軌道情報に基づいて、位置算出時刻における測位用衛星の衛星位置、衛星移動速度及び衛星移動方向を含む衛星情報を算出することと、前記測位用衛星から衛星信号を受信して擬似距離を算出することと、複数の測位

10

20

30

40

50

用衛星に係る、前記衛星情報と前記擬似距離とを用いて前記位置算出時刻に含まれる時刻誤差を求める算出式に基づいて、前記ユーザーの位置を算出することと、を含む位置算出方法である。

【0010】

また、他の形態として、衛星軌道情報に基づいて、位置算出時刻における測位用衛星の衛星位置、衛星移動速度及び衛星移動方向を含む衛星情報を算出する衛星情報算出部と、前記測位用衛星から衛星信号を受信して擬似距離を算出する擬似距離算出部と、複数の測位用衛星に係る、前記衛星情報と前記擬似距離とを用いて前記位置算出時刻に含まれる時刻誤差を求める算出式に基づいて、前記ユーザーの位置を算出する位置算出部と、を備えた位置算出装置を構成してもよい。

10

【0011】

この第1の形態等によれば、衛星軌道情報に基づいて、位置算出時刻における測位用衛星の衛星位置、衛星移動速度及び衛星移動方向を含む衛星情報を算出する。また、測位用衛星から衛星信号を受信して擬似距離を算出する。そして、複数の測位用衛星に係る、衛星情報と擬似距離とを用いて位置算出時刻に含まれる時刻誤差を求める算出式に基づいて、ユーザーの位置を算出する。

【0012】

時刻誤差はクロックバイアスではなく、位置算出装置が計時している時刻そのものに含まれる誤差であり、測位用衛星に依らずに一定である。この性質に基づいて、複数の測位用衛星に係る時刻誤差の算出式を用いることで、ユーザーの位置を算出することが可能となる。特許文献1の技術においては時刻誤差を未知数として求める必要があった。それに対して、第1の形態等においては時刻誤差を未知数として求めることなくユーザーの位置を算出することが可能となるため、特許文献1の技術と比較して未知数が少ない演算となり、特許文献1の技術よりも演算量を低減させることが可能となる。

20

【0013】

また、第2の形態として、第1の形態の位置算出方法であって、前記ユーザーの位置を算出することは、前記複数の測位用衛星に係る前記算出式を連立させることによって、前記時刻誤差を未知数から削除することを含む位置算出方法を構成してもよい。

【0014】

この第2の形態によれば、複数の測位用衛星に係る時刻誤差の算出式を連立させることによって時刻誤差を未知数から削除するため、時刻誤差を求めることなくユーザーの位置を算出することが可能となる。

30

【0015】

また、第3の形態として、第1又は第2の形態の位置算出方法であって、前記算出式は、前記測位用衛星から前記ユーザーに向かう方向に対する当該測位用衛星の速度成分を更に用いて前記時刻誤差を求める式である位置算出方法を構成してもよい。

【0016】

この第3の形態によれば、測位用衛星からユーザーに向かう方向に対する当該測位用衛星の速度成分を更に用いた時刻誤差の算出式を用いてユーザーの位置を算出する。測位用衛星は移動しているため、時刻誤差が存在すると、ユーザーが想定している測位用衛星の位置と実際の測位用衛星の位置とはずれることになる。すなわち、ユーザーの位置と測位用衛星の見かけ上の位置（位置算出装置が計時している時刻から求めた測位用衛星の位置）とを結ぶ幾何学的な距離と、ユーザーが実際に観測する擬似距離とは乖離した値となる。このことを考慮して、測位用衛星からユーザーに向かう方向に対する測位用衛星の速度成分を時刻誤差の算出式に加味することにしたものである。

40

【0017】

また、第4の形態として、第1～第3の何れかの形態の位置算出方法であって、前記算出式は、未知数であるクロックバイアスを更に用いて前記時刻誤差を求める式である位置算出方法を構成してもよい。

【0018】

50

この第4の形態によれば、未知数であるクロックバイアスを更に用いた時刻誤差の算出式を用いてユーザーの位置を算出する。時刻誤差とは別に、クロックには、バイアスによる誤差成分が存在するため、これを時刻誤差の算出式に加味することにしたものである。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】位置算出の原理の説明図。

【図2】携帯型電話機の機能構成を示すブロック図。

【図3】ROMに格納されたデータの一例を示す図。

【図4】RAMに格納されるデータの一例を示す図。

【図5】メジャメントデータのデータ構成の一例を示す図。

【図6】衛星データのデータ構成の一例を示す図。

【図7】メイン処理の流れを示すフローチャート。

【図8】位置算出処理の流れを示すフローチャート。

【図9】位置算出処理の流れを示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、図面を参照して、位置算出装置を備えた電子機器の一種である携帯型電話機1に本発明を適用した場合の実施形態について説明する。携帯型電話機1は、ユーザーによって携帯されて移動する。このため、本実施形態では、携帯型電話機1がユーザーと同視できるものとして説明する。尚、本発明を適用可能な実施形態が以下説明する実施形態に限定されるわけではない。

【0021】

1. 原理

携帯型電話機1は、ユーザーが通話やメールの送受信等を行うための電子機器であり、通話やメールの送受信といった携帯型電話機としての本来の機能の他、位置を算出する機能をなす位置算出装置を具備している。携帯型電話機1は、複数のGPS衛星から発信されているGPS衛星信号に基づいて位置を算出し、算出した位置をプロットしたナビゲーション画面を表示部に表示させる。

【0022】

GPS衛星は、測位用衛星の一種であり、6つの地球周回軌道面それぞれに4機以上ずつ配置され、原則、地球上のどこからでも常時4機以上の衛星が幾何学的配置のもとで観測できるように運用されている。GPS衛星は、アルマナックやエフェメリス等の航法データをGPS衛星信号に含めて発信している。GPS衛星信号は、衛星毎に異なる拡散符号の一種であるPRN(Pseudo Random Noise)コードで直接スペクトラム拡散方式により変調された1.57542[GHz]の通信信号である。PRNコードは、コード長1023チップを1PNフレームとする繰返し周期1msの擬似ランダム雑音符号である。

【0023】

図1は、本実施形態における位置算出の原理を説明するための図である。本実施形態における位置算出方法では、携帯型電話機1に搭載されているクロックが計時している時刻に内在する時刻誤差「 t 」が最も重要な誤差の1つである。このため、図1は、分かり易くするために、時刻誤差「 t 」に着目した図とし、クロックバイアス「 b 」による誤差成分については図示を省略している。

【0024】

地球中心を原点Oとする地球基準座標系を考え、原点Oを基準とした場合の携帯型電話機1の位置を3次元のベクトル「 r_u 」で表す。携帯型電話機1の位置は未知であるため、ベクトル「 r_u 」の3次元の位置成分は未知数である。ベクトル「 r_u 」で表される携帯型電話機1の位置をAとする。また、携帯型電話機1の移動速度及び移動方向を移動速度ベクトル「 s_u 」で表す。

【0025】

また、携帯型電話機1に搭載されているクロックが計時している時刻であって、位置算

10

20

30

40

50

出を行う際の時刻（以下、「位置算出時刻」と称す。）における j 番目の GPS 衛星 SV_j の衛星位置を、3次元のベクトル「 r_j 」で表す。ベクトル「 r_j 」の3次元の位置成分は、エフェメリス等の衛星軌道情報と位置算出時刻とを用いて算出することができるため既知である。但し、注意しなければならないのは、位置算出時刻には時刻誤差「 t 」が内在しているため、ベクトル「 r_j 」で表される衛星位置は、GPS 衛星 SV_j の推測される位置（以下、「見かけ上の衛星位置」と称す。）であって真の衛星位置ではない。この見かけ上の衛星位置を B とする。

【0026】

GPS 衛星 SV_j は、図1において点線で表される衛星軌道に沿って移動している。GPS 衛星 SV_j の衛星速度及び衛星移動方向を衛星移動速度ベクトル「 s_j 」で表す。この場合、GPS 衛星 SV_j の真の位置は、ベクトル「 r_j 」で表される見かけ上の衛星位置 B から衛星移動方向に「 $|s_j| \cdot t$ 」だけ離れた位置 C である。

10

【0027】

携帯型電話機1は、GPS 衛星 SV_j から受信したGPS 衛星信号のPRNコードの位相（以下、「コード位相」と称す。）を検出することによって、携帯型電話機1とGPS 衛星 SV_j 間の擬似距離を算出することができる。このコード位相から算出することができる擬似距離のことを、観測される擬似距離という意味で「観測擬似距離」と称し、「 r_j 」で表す。図1では「 $AC = r_j$ 」である。

【0028】

携帯型電話機1の位置 A とGPS 衛星 SV_j の見かけ上の衛星位置 B との間の距離は「 $|r_j - r_u|$ 」で表すことができる。すなわち「 $AB = |r_j - r_u|$ 」である。この「 $|r_j - r_u|$ 」で表される距離は、見かけ上の衛星位置 B に基づいて算出される予想される擬似距離であるため、観測擬似距離と区別して「予想擬似距離」と称する。携帯型電話機1の位置 A は未知であるため、予想擬似距離の値は未知である。

20

【0029】

図1において、線分 AB 上に、 $AC = AD$ となるような位置 D を定める。この場合、線分 BD の長さは、時刻誤差「 t 」に起因する擬似距離の誤差成分となる。この擬似距離の誤差成分を「 E_j 」で表す。すなわち「 $BD = E_j$ 」である。この場合、図1において、 $AB - BD = AC$ の関係より、次式(1)が成立する。

【数1】

$$|\vec{r}_j - \vec{r}_u| - E_j = \rho_j \cdots (1)$$

30

【0030】

誤差成分「 E_j 」は、GPS 衛星 SV_j から携帯型電話機1に向かう方向（視線方向と逆方向）に、GPS 衛星 SV_j が時刻誤差「 t 」の間に進んだ距離（視線方向の距離）であると仮定することができる。より詳細には、視線方向と逆方向の単位ベクトル「 U_j 」と、携帯型電話機1とGPS 衛星 SV_j の相対速度ベクトル「 V_j 」とを用いて、誤差成分「 E_j 」を次式(2)のように表すことができる。

【数2】

$$E_j = \vec{U}_j \cdot \vec{V}_j \cdot \Delta t \cdots (2)$$

40

すなわち、単位ベクトル「 U_j 」と相対速度ベクトル「 V_j 」との内積（相対速度の視線方向成分）に時刻誤差「 t 」を乗算することで得られる視線方向の距離が、誤差成分「 E_j 」となる。

【0031】

ここまで時刻誤差「 t 」による誤差成分のみに着目して説明したが、実際には、クロックのバイアスに起因する誤差成分についても考慮しなければならない。クロックバイアスが存在するため、携帯型電話機1の真の位置は、図1に示した位置ベクトル「 r_u 」で表される位置ではない。このクロックバイアスによる誤差分を距離に換算して予想擬似距

50

離に加える。これにより、次式(3)が成立する。

【数3】

$$\left| \vec{r}_j - \vec{r}_u \right| - E_j + c \cdot b_u = \rho_j \cdots (3)$$

但し、「 b_u 」はクロックバイアスであり、「 c 」は光速度である。

【0032】

この式に補正項を加え、式を整理すると、次式(4)が導かれる。

【数4】

$$\left| \vec{r}_j - \vec{r}_u \right| - \rho_j + c \cdot b_u + q_j = E_j \cdots (4)$$

10

【0033】

ここで、式(4)において「 q_j 」で表される補正項は、 j 番目のGPS衛星についての電離層遅延補正、対流圏遅延補正、GPS衛星が有するクロックのクロック誤差補正、地球の自転による影響補正等の合計を意味する。この補正項を擬似距離に加算するのは、上述した電離層遅延、対流圏遅延、GPS衛星が有するクロックのクロック誤差補正、地球の自転による影響等を補正し、正確な擬似距離を求めるという理由によるものである。

【0034】

式(2)を「 t 」について解き、式(4)を代入すると、次式(5)が導かれる。

【数5】

$$\Delta t = \frac{E_j}{\vec{U}_j \cdot \vec{V}_j} = \frac{\left| \vec{r}_j - \vec{r}_u \right| - \rho_j + c \cdot b_u + q_j}{\vec{U}_j \cdot \vec{V}_j} \cdots (5)$$

20

【0035】

時刻誤差「 t 」は、位置算出装置の時刻の誤差であるため、GPS衛星に依らずに一定である。すなわち、 j 番目のGPS衛星について算出される時刻誤差「 t 」と、 k 番目のGPS衛星について算出される時刻誤差「 t 」とは等しく、次式(6)が成立する。

【数6】

$$\frac{\left| \vec{r}_j - \vec{r}_u \right| - \rho_j + c \cdot b_u + q_j}{\vec{U}_j \cdot \vec{V}_j} = \frac{\left| \vec{r}_k - \vec{r}_u \right| - \rho_k + c \cdot b_u + q_k}{\vec{U}_k \cdot \vec{V}_k} \cdots (6)$$

30

【0036】

この関係を利用して、本実施形態では、複数のGPS衛星の中から基準衛星を1つ決定する。基準衛星は、例えば、受信したGPS衛星信号の信号強度が最も大きな衛星としてもよいし、仰角が最も高い衛星としてもよい。また、単純に番号が最も小さい衛星としてもよい。

【0037】

そして、当該基準衛星についての時刻誤差「 t 」の算出式と、残余の衛星についての時刻誤差「 t 」の算出式とを連立させた連立方程式を規定する。そして、この連立方程式を解くことで、携帯型電話機1の位置を算出する。尚、実際には、ニュートン法等の手法を用いた収束演算を行うことで、携帯型電話機1の位置を近似的に求めることになる。これにより、時刻誤差の項をキャンセルして、時刻誤差を求めることなく携帯型電話機1の位置を算出することが可能となる。

40

【0038】

2. 機能構成

図2は、携帯型電話機1の機能構成を示すブロック図である。携帯型電話機1は、GPSアンテナ10と、GPS受信部20と、ホストCPU(Central Processing Unit)4

50

0 と、操作部 5 0 と、表示部 6 0 と、携帯電話用アンテナ 6 5 と、携帯電話用無線通信回路部 7 0 と、ROM (Read Only Memory) 8 0 と、RAM (Random Access Memory) 9 0 とを備えて構成される。

【0039】

GPSアンテナ10は、GPS衛星から発信されているGPS衛星信号を含むRF (Radio Frequency) 信号を受信するアンテナであり、受信した信号をGPS受信部20に出力する。

【0040】

GPS受信部20は、GPSアンテナ10から出力された信号に基づいて携帯型電話機1の位置を計測する位置算出回路であり、いわゆるGPS受信機に相当する機能ブロックである。GPS受信部20は、RF (Radio Frequency) 受信回路部21と、ベースバンド処理回路部30とを備えて構成される。尚、RF受信回路部21と、ベースバンド処理回路部30とは、それぞれ別のLSI (Large Scale Integration) として製造することも、1チップとして製造することも可能である。

10

【0041】

RF受信回路部21は、RF信号の処理回路ブロックであり、所定の発振信号を分周あるいは通倍することで、RF信号乗算用の発振信号を生成する。そして、生成した発振信号を、GPSアンテナ10から出力されたRF信号に乗算することで、RF信号を中間周波数の信号(以下、「IF (Intermediate Frequency) 信号」と称す。)にダウンコンバートし、IF信号を増幅等した後、A/D変換器でデジタル信号に変換して、ベースバンド処理回路部30に出力する。

20

【0042】

ベースバンド処理回路部30は、RF受信回路部21から出力されたIF信号に対して相関処理等を行ってGPS衛星信号を捕捉・抽出し、データを復号して航法メッセージや時刻情報等を取り出す回路部である。ベースバンド処理回路部30は、演算制御部31と、ROM35と、RAM37と、時計部39とを備えて構成される。また、演算制御部31は、メジャメント取得演算部33を備えて構成される。

【0043】

メジャメント取得演算部33は、RF受信回路部21から出力された受信信号(IF信号)からGPS衛星信号を捕捉する回路部であり、相関演算部331を備えて構成されている。メジャメント取得演算部33は、捕捉したGPS衛星信号の受信周波数やコード位相等の情報を取得し、メジャメント観測値としてホストCPU40に出力する。

30

【0044】

相関演算部331は、受信信号に含まれるPRNコードとレプリカコードとの相関を、例えばFFT (Fast Fourier transform) 演算を用いて算出し積算する相関演算処理を行って、GPS衛星信号を捕捉する。レプリカコードとは、擬似的に発生させた捕捉しようとするGPS衛星信号に含まれるPRNコードを模擬した信号である。

【0045】

捕捉しようとするGPS衛星信号が間違いなければ、そのGPS衛星信号に含まれるPRNコードとレプリカコードとは一致し(捕捉成功)、間違っていれば一致しない(捕捉失敗)。そのため、算出された相関値のピークを判定することによってGPS衛星信号の捕捉が成功したか否かを判定でき、レプリカコードを次々に変更して、同じ受信信号との相関演算を行うことで、GPS衛星信号を捕捉することが可能となる。

40

【0046】

また、相関演算部331は、上述した相関演算処理を、レプリカコードの発生信号の周波数及び位相を変更しつつ行っている。レプリカコードの発生信号の周波数と受信信号の周波数とが一致し、且つ、PRNコードとレプリカコードとの位相が一致した場合に、相関値が最大となる。

【0047】

より具体的には、捕捉対象のGPS衛星信号に応じた所定の周波数及び位相の範囲をサ

50

一チ範囲として設定する。そして、このサーチ範囲内で、P R Nコードの開始位置（コード位相）を検出するための位相方向の相関演算と、周波数を検出するための周波数方向の相関演算とを行う。サーチ範囲は、例えば、周波数についてはG P S衛星信号の搬送波周波数である1 . 5 7 5 4 2 [G H z]を中心とする所定の周波数掃引範囲、位相についてはP R Nコードのチップ長である1 0 2 3チップのコード位相範囲内に定められる。

【 0 0 4 8 】

時計部39は、時刻を計時するクロックであり、計時時刻をホストC P U 4 0に出力する。ホストC P U 4 0は、時計部39から出力される計時時刻を用いて位置を算出する。また、ホストC P U 4 0は、基地局からアシスト情報として取得した参照時刻、又は、位置算出計算を行うことで得られたクロックバイアス及び時刻誤差に基づいて、時計部39

10

【 0 0 4 9 】

ホストC P U 4 0は、R O M 8 0に記憶されているシステムプログラム等の各種プログラムに従って携帯型電話機1の各部を統括的に制御するプロセッサである。また、ホストC P U 4 0は、位置算出処理を行って携帯型電話機1の位置を計測して表示部60に表示させる出力位置を決定し、当該出力位置をプロットしたナビゲーション画面を生成して表示部60に表示させる。

【 0 0 5 0 】

操作部50は、例えばタッチパネルやボタンスイッチ等により構成される入力装置であり、押下されたキーやボタンの信号をホストC P U 4 0に出力する。この操作部50の操作により、通話要求やメール送受信要求、ナビゲーション画面の表示要求等の各種指示入力がなされる。

20

【 0 0 5 1 】

表示部60は、L C D (Liquid Crystal Display)等により構成され、ホストC P U 4 0から入力される表示信号に基づいた各種表示を行う表示装置である。表示部60には、ナビゲーション画面や時刻情報等が表示される。

【 0 0 5 2 】

携帯電話用アンテナ65は、携帯型電話機1の通信サービス事業者が設置した無線基地局との間で携帯電話用無線信号の送受信を行うアンテナである。

【 0 0 5 3 】

携帯電話用無線通信回路部70は、R F変換回路、ベースバンド処理回路等によって構成される携帯電話の通信回路部であり、携帯電話用無線信号の変調・復調等を行うことで、通話やメールの送受信等を実現する。

30

【 0 0 5 4 】

R O M 8 0は、読み取り専用の不揮発性の記憶装置であり、ホストC P U 4 0が携帯型電話機1を制御するためのシステムプログラムや、位置算出機能を実現するための各種プログラムやデータ等を記憶している。

【 0 0 5 5 】

R A M 9 0は、読み書き可能な揮発性の記憶装置であり、ホストC P U 4 0により実行されるシステムプログラム、各種処理プログラム、各種処理の処理中データ、処理結果などを一時的に記憶するワークエリアを形成している。

40

【 0 0 5 6 】

3 . データ構成

図3は、R O M 8 0に格納されたデータの一例を示す図である。R O M 8 0には、ホストC P U 4 0により読み出され、メイン処理（図7参照）として実行されるメインプログラム801が記憶されている。また、メインプログラム801には、位置算出処理（図8及び図9参照）として実行される位置算出プログラム8011がサブルーチンとして含まれている。

【 0 0 5 7 】

メイン処理では、ホストC P U 4 0は、携帯型電話機1の本来の機能である通話やメー

50

ルの送受信のための処理を行う他、携帯型電話機 1 の位置を算出する処理を行う。メイン処理については、フローチャートを用いて詳細に後述する。

【 0 0 5 8 】

位置算出処理とは、ホスト CPU 4 0 が、上述した原理に基づいて位置算出計算を行って携帯型電話機 1 の位置を算出し、算出位置をプロットしたナビゲーション画面を生成して表示部 6 0 に表示させる処理である。位置算出処理についても、フローチャートを用いて詳細に後述する。

【 0 0 5 9 】

図 4 は、RAM 9 0 に格納されるデータの一例を示す図である。RAM 9 0 には、アシストデータ 9 0 1 と、初期位置 9 0 3 と、位置算出時刻 9 0 5 と、メジャメントデータ 9 0 7 と、衛星データ 9 0 9 とが記憶される。

10

【 0 0 6 0 】

アシストデータ 9 0 1 は、携帯型電話機 1 の電源投入後の初回の位置算出の場合に、携帯型電話機 1 の基地局から取得する位置算出用のアシスト情報が記憶されたデータであり、参照位置 9 0 1 1 と、参照時刻 9 0 1 3 と、衛星軌道情報 9 0 1 5 とがこれに含まれる。

【 0 0 6 1 】

参照位置 9 0 1 1 は、電源投入後の初回の位置算出において携帯型電話機 1 が初期位置として参照する位置である。参照位置 9 0 1 1 は、例えば基地局の設置位置とすることができる。

20

【 0 0 6 2 】

参照時刻 9 0 1 3 は、電源投入後の初回の位置算出において携帯型電話機 1 が初期時刻として参照する時刻である。参照時刻 9 0 1 3 は、例えば基地局の時計が計時している時刻とすることができる。

【 0 0 6 3 】

衛星軌道情報 9 0 1 5 は、全ての GPS 衛星の概略の衛星軌道のデータであるアルマナックや、各 GPS 衛星それぞれについての詳細な衛星軌道のデータであるエフェメリスである。

【 0 0 6 4 】

初期位置 9 0 3 は、ホスト CPU 4 0 が位置算出計算を行う際に使用する計算上の初期位置である。電源投入後の初回の位置算出では、基地局から取得した参照位置 9 0 1 1 を初期位置 9 0 3 として計算を行い、2 回目以降の位置算出では、前回の位置算出計算により得られた算出位置を初期位置 9 0 3 として計算を行う。

30

【 0 0 6 5 】

位置算出時刻 9 0 5 は、ホスト CPU 4 0 が位置算出計算を行う際に使用する時刻であり、時計部 3 9 から出力される計時時刻である。

【 0 0 6 6 】

図 5 は、メジャメントデータ 9 0 7 のデータ構成の一例を示す図である。メジャメントデータ 9 0 7 には、各衛星 9 0 7 1 それぞれについて、当該衛星から受信した GPS 衛星信号の受信周波数及びコード位相が、メジャメント観測値 9 0 7 3 として対応付けて記憶されている。例えば、衛星「S 1」についてのメジャメント観測値は、受信周波数が「f 1」であり、コード位相が「CP 1」である。

40

【 0 0 6 7 】

図 6 は、衛星データ 9 0 9 のデータ構成の一例を示す図である。衛星データ 9 0 9 には、各衛星 9 0 9 1 それぞれについて、当該衛星の衛星位置、衛星移動速度及び衛星移動方向が、衛星情報 9 0 9 3 として対応付けて記憶されている。例えば、衛星「S 1」についての衛星情報は、衛星位置が「(X s 1, Y s 1, Z s 1)」、衛星移動速度が「V 1」、衛星移動方向が「(V x 1, V y 1, V z 1)」である。

【 0 0 6 8 】

4 . 処理の流れ

50

図7は、ROM80に記憶されているメインプログラム801がホストCPU40により読み出されて実行されることで、携帯型電話機1において実行されるメイン処理の流れを示すフローチャートである。

【0069】

メイン処理は、ホストCPU40が、操作部50を介してユーザーにより電源投入操作がなされたことを検出した場合に実行を開始する処理である。また、特に説明しないが、以下のメイン処理の実行中は、GPSアンテナ10によるRF信号の受信や、RF受信回路部20によるRF信号のIF信号へのダウンコンバージョンが行われ、IF信号がベースバンド処理回路部30に随時出力される状態にあるものとする。また、メジヤメント取得演算部33により、GPS衛星信号の受信周波数及びコード位相の算出が随時行われるものとする。

10

【0070】

先ず、ホストCPU40は、操作部50を介してユーザーによりなされた指示操作を判定し(ステップA1)、指示操作が通話指示操作であると判定した場合は(ステップA1;通話指示操作)、通話処理を行う(ステップA3)。具体的には、携帯電話用無線通信回路部70に無線基地局との間の基地局通信を行わせ、携帯型電話機1と他機との間の通話を実現する。

【0071】

また、ステップA1において指示操作がメール送受信指示操作であると判定した場合は(ステップA1;メール送受信指示操作)、ホストCPU40は、メール送受信処理を行う(ステップA5)。具体的には、携帯電話用無線通信回路部70に基地局通信を行わせ、携帯型電話機1と他機との間のメールの送受信を実現する。

20

【0072】

また、ステップA1において指示操作が位置算出指示操作であると判定した場合は(ステップA1;位置算出指示操作)、ホストCPU40は、ROM80から位置算出プログラム8011を読み出して実行することで、位置算出処理を行う(ステップA7)。

【0073】

図8及び図9は、位置算出処理の流れを示すフローチャートである。

先ず、ホストCPU40は、携帯型電話機1の電源投入後の初回の位置算出であるか否かを判定し(ステップB1)、初回の位置算出ではないと判定した場合は(ステップB1;No)、ステップB9へと処理を移行する。

30

【0074】

また、初回の位置算出であると判定した場合は(ステップB1;Yes)、ホストCPU40は、基地局から参照位置9011、参照時刻9013及び衛星軌道情報9015をアシスト情報として取得し、RAM90にアシストデータ901として記憶させる(ステップB3)。

【0075】

そして、ホストCPU40は、参照位置9011を初期位置903としてRAM90に記憶させるとともに(ステップB5)、参照時刻9013を用いてベースバンド処理回路部30に設けられている時計部39の時刻を較正する(ステップB7)。

40

【0076】

その後、ホストCPU40は、捕捉対象衛星判定処理を行う(ステップB9)。具体的には、時計部39が計時している時刻である位置算出時刻905において、初期位置903の天空に位置するGPS衛星を衛星軌道情報9015を用いて判定して、捕捉対象衛星とする。

【0077】

次いで、ホストCPU40は、ステップB9で判定した各捕捉対象衛星それぞれについて、ループAの処理を実行する(ステップB11~B25)。ループAの処理では、ホストCPU40は、当該捕捉対象衛星をベースバンド処理回路部30に設けられている演算制御部31に捕捉させる衛星捕捉処理を行う(ステップB13)。

50

【 0 0 7 8 】

その後、ホストCPU40は、メジャメント取得演算部33から当該捕捉対象衛星のメジャメント観測値9073を取得し、当該捕捉対象衛星の番号9071と対応付けてRAM90にメジャメントデータ907として記憶させる(ステップB15)。

【 0 0 7 9 】

そして、ホストCPU40は、RAM90に記憶されている衛星軌道情報9015及び位置算出時刻905を用いて、当該捕捉対象衛星の衛星位置、衛星速度及び衛星移動方向を算出して衛星情報9093とし、当該捕捉対象衛星の番号9091と対応付けてRAM90に衛星データ909として記憶させる(ステップB17)。

【 0 0 8 0 】

次に、ホストCPU40は、初期位置903と当該捕捉対象衛星の衛星位置とを用いて、当該捕捉対象衛星と携帯型電話機1間の予想擬似距離を算出する(ステップB19)。また、ホストCPU40は、メジャメントデータ907に記憶されている当該捕捉対象衛星のメジャメント観測値のコード位相を用いて、当該捕捉対象衛星と携帯型電話機1間の観測擬似距離を算出する(ステップB21)。

【 0 0 8 1 】

尚、上述した原理説明において予想擬似距離は携帯型電話機1の位置AとGPS衛星SVjの見かけ上の衛星位置Bとの間の距離としたが、携帯型電話機1の位置Aは未知数であるため、このままでは予想擬似距離を算出することができない。そこで、本実施形態では、初期位置903と当該捕捉対象衛星の見かけ上の衛星位置との間の距離を予想擬似距離として算出する。そして、当該予想擬似距離を用いた時刻誤差の算出式を連立させ、収束計算を実行することによって、未知数である携帯型電話機1の位置を算出している。

【 0 0 8 2 】

その後、ホストCPU40は、初期位置903から当該捕捉対象衛星の衛星位置に向かう視線方向の単位ベクトルを算出するとともに、携帯型電話機1と当該捕捉対象衛星の相対速度ベクトルを算出する(ステップB23)。そして、ホストCPU40は、次の捕捉対象衛星へと処理を移行する。

【 0 0 8 3 】

全ての捕捉対象衛星についてステップB13～B23の処理を行った後、ホストCPU40は、ループAの処理を終了する(ステップB25)。その後、ホストCPU40は、捕捉対象衛星の中から基準衛星を1つ決定する(ステップB27)。

【 0 0 8 4 】

次いで、ホストCPU40は、基準衛星についての時刻誤差の算出式と、残余の捕捉対象衛星についての時刻誤差の算出式とを連立させて、最小二乗法を用いて収束計算を実行する(ステップB29)。そして、ホストCPU40は、収束計算で求められた算出位置でRAM90の初期位置903を更新する(ステップB31)。また、収束計算で求められたクロックバイアス及び時刻誤差を用いて時計部39の計時時刻を較正する(ステップB33)。

【 0 0 8 5 】

そして、ホストCPU40は、算出位置をプロットしたナビゲーション画面を生成して表示部60に表示させる(ステップB35)。その後、ホストCPU40は、操作部50を介してユーザーにより位置算出終了指示操作がなされたか否かを判定し(ステップB37)、なされなかったと判定した場合は(ステップB37; No)、ステップB9に戻る。また、位置算出終了指示操作がなされたと判定した場合は(ステップB37; Yes)、位置算出処理を終了する。

【 0 0 8 6 】

図7のメイン処理に戻って、ステップA3～A7の何れかの処理を行った後、ホストCPU40は、操作部50を介してユーザーにより電源切断指示操作がなされたか否かを判定し(ステップA9)、なされなかったと判定した場合は(ステップA9; No)、ステ

10

20

30

40

50

ップ A 1 に戻る。また、電源切断指示操作がなされたと判定した場合は (ステップ A 9 ; Yes)、メイン処理を終了する。

【 0 0 8 7 】

5 . 作用効果

位置算出装置を具備した携帯型電話機 1 は、衛星軌道情報に基づいて、位置算出時刻における G P S 衛星の衛星位置、衛星移動速度及び衛星移動方向を含む衛星情報を算出する。また、G P S 衛星から G P S 衛星信号を受信して擬似距離を算出する。そして、複数の G P S 衛星に係る、衛星情報と擬似距離とを用いて位置算出時刻に含まれる時刻誤差を求める算出式に基づいて、携帯型電話機 1 の位置を算出する。この際、複数の測位用衛星に係る時刻誤差の算出式を連立させることで、時刻誤差を未知数から削除する。

10

【 0 0 8 8 】

時刻誤差は携帯型電話機 1 の計時時刻に含まれる誤差であり、G P S 衛星に依らずに一定である。そのため、基準とする G P S 衛星について定式化される時刻誤差の算出式と、残余の G P S 衛星について定式化される時刻誤差の算出式とを連立させることで、時刻誤差を未知数から削除し、時刻誤差を求めることなく携帯型電話機 1 の位置を算出することが可能となる。また、本実施形態の手法では、従来手法と比べて未知数が少ない演算となるため、従来手法よりも演算量を低減させることができる。

【 0 0 8 9 】

また、本実施形態では、携帯型電話機 1 の時計部 3 9 のクロックバイアスに起因する擬似距離の誤差成分を時刻誤差の算出式に加味するとともに、G P S 衛星から携帯型電話機 1 に向かう方向に対する当該 G P S 衛星の速度成分に起因する擬似距離の誤差成分を時刻誤差の算出式に加味することとしている。これにより、想定される誤差成分を適切に考慮して、携帯型電話機 1 の位置を正確に求めることが可能となる。

20

【 0 0 9 0 】

6 . 変形例

6 - 1 . 電子機器

本発明は、携帯型電話機の他にも、位置算出装置を備えた電子機器であれば何れの電子機器にも適用可能である。例えば、ノート型パソコンや P D A (Personal Digital Assistant)、カーナビゲーション装置、携帯型ナビゲーション装置等についても同様に適用可能である。

30

【 0 0 9 1 】

6 - 2 . 衛星位置算出システム

上述した実施形態では、衛星位置算出システムとして G P S を例に挙げて説明したが、W A A S (Wide Area Augmentation System)、Q Z S S (Quasi Zenith Satellite System)、G L O N A S S (GLObal NAVigation Satellite System)、G A L I L E O 等の他の衛星位置算出システムであってもよい。

【 0 0 9 2 】

6 - 3 . 処理の分化

ホスト C P U 4 0 が実行する処理の一部又は全部を、ベースバンド処理回路部 3 0 の演算制御部 3 1 が行う構成としてもよい。例えば、演算制御部 3 1 は、メジャメント取得演算部 3 3 により演算されたメジャメント観測値 (受信周波数及びコード位相) を用いて位置算出処理を行って算出位置を求め、ホスト C P U 4 0 に出力する。そして、ホスト C P U 4 0 は、演算制御部 3 1 から入力した出力位置を各種アプリケーションに利用する。

40

【 0 0 9 3 】

6 - 4 . 時計部

上述した実施形態では、ベースバンド処理回路部 3 0 に時計部 3 9 を設けるものとして説明したが、ベースバンド処理回路部 3 0 とは別に時計部を独立して設けることとしてもよい。また、演算制御部 3 1 が、回路動作のクロック信号に基づいて時刻を計時することで、時計部としての機能を発揮するようにしてもよい。

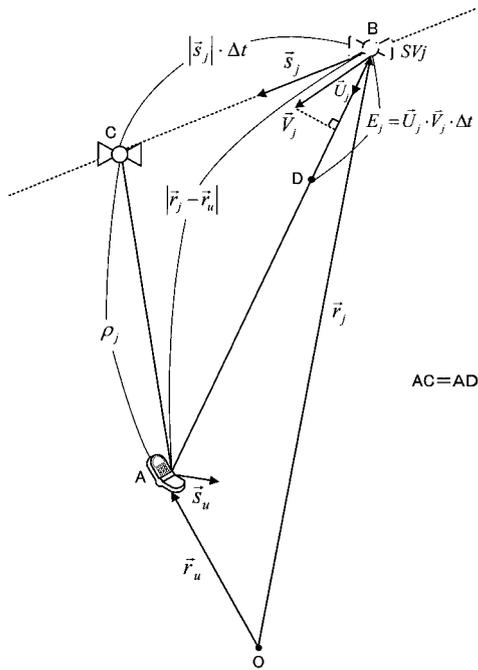
【 符号の説明 】

50

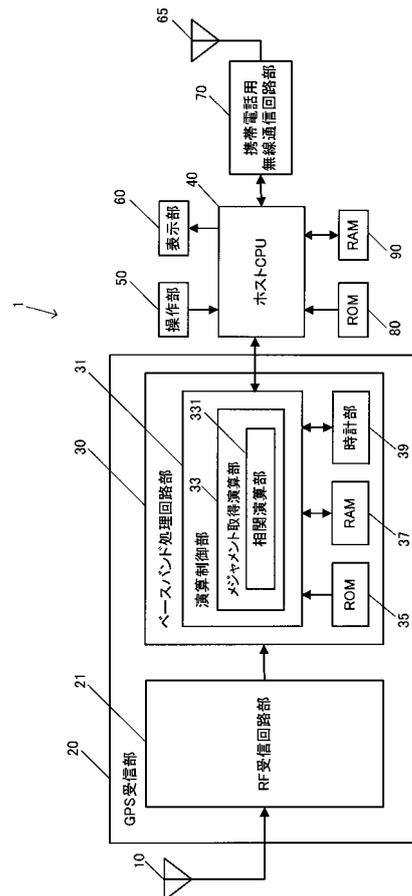
【 0 0 9 4 】

- 1 携帯型電話機、 10 GPSアンテナ、 20 GPS受信部、
- 21 RF受信回路部、 30 ベースバンド処理回路部、 31 演算制御部、
- 33 メジヤメント取得演算部、 35 ROM、 37 RAM、 39 時計部、
- 40 ホストCPU、 50 操作部、 60 表示部、 65 携帯電話用アンテナ、
- 70 携帯電話用無線通信回路部、 80 ROM、 90 RAM

【 図 1 】



【 図 2 】



【図3】

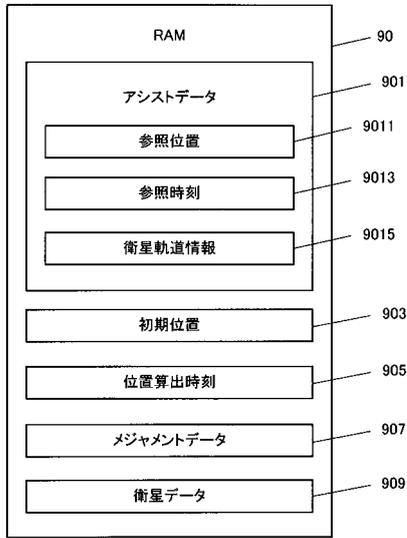


【図5】

907

衛星	メジャメント観測値	
	受信周波数	コード位相
S1	f1	CP1
S2	f2	CP2
S3	f3	CP3
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

【図4】

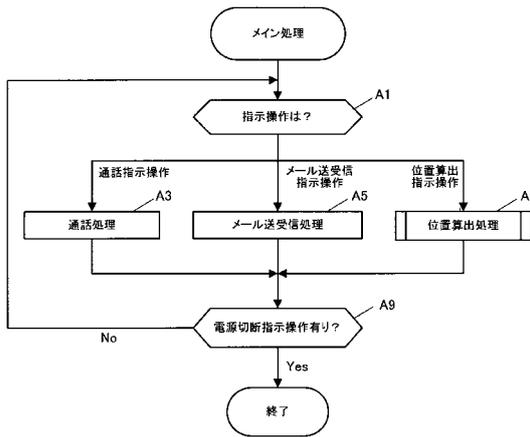


【図6】

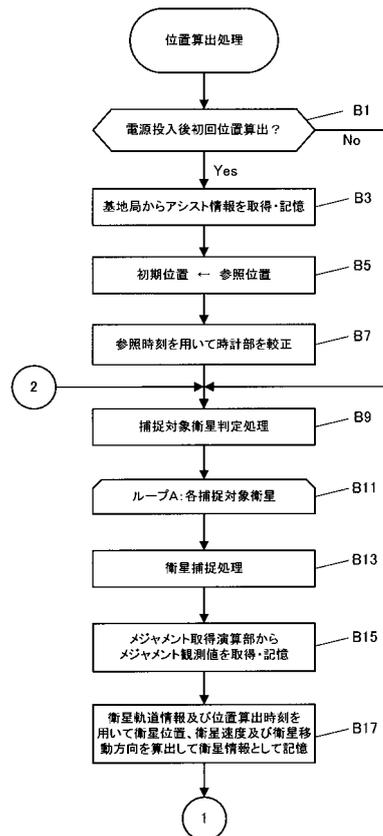
909

衛星	衛星情報		
	衛星位置	衛星移動速度	衛星移動方向
S1	(Xs1, Ys1, Zs1)	V1	(Vx1, Vy1, Vz1)
S2	(Xs2, Ys2, Zs2)	V2	(Vx2, Vy2, Vz2)
S3	(Xs3, Ys3, Zs3)	V3	(Vx3, Vy3, Vz3)
⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮

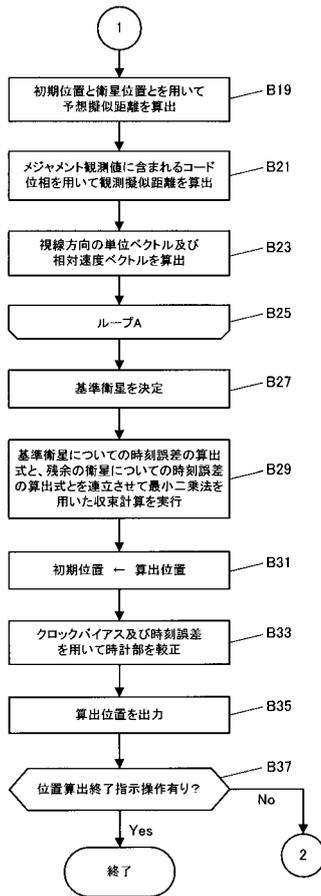
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-82819(JP,A)
特開2007-187455(JP,A)
特開2008-309797(JP,A)
特開2008-58146(JP,A)
特開2006-71286(JP,A)
特開2008-175721(JP,A)
特開2002-357652(JP,A)
特開2006-189320(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 19/00~19/55、
5/00~5/14
H04W 4/00~99/00
H04B 7/24~7/26
G01C 21/00