

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5186873号  
(P5186873)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月1日(2013.2.1)

(51) Int.Cl. F I  
**GO 1 S 19/40 (2010.01)** GO 1 S 19/40

請求項の数 11 (全 29 頁)

|           |                              |           |                               |
|-----------|------------------------------|-----------|-------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-264207 (P2007-264207) | (73) 特許権者 | 000002369                     |
| (22) 出願日  | 平成19年10月10日(2007.10.10)      |           | セイコーエプソン株式会社                  |
| (65) 公開番号 | 特開2009-92540 (P2009-92540A)  |           | 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号              |
| (43) 公開日  | 平成21年4月30日(2009.4.30)        | (74) 代理人  | 100095728                     |
| 審査請求日     | 平成22年8月23日(2010.8.23)        |           | 弁理士 上柳 雅誉                     |
|           |                              | (74) 代理人  | 100107261                     |
|           |                              |           | 弁理士 須澤 修                      |
|           |                              | (74) 代理人  | 100127661                     |
|           |                              |           | 弁理士 宮坂 一彦                     |
|           |                              | (72) 発明者  | 水落 俊一                         |
|           |                              |           | 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 |
|           |                              | (72) 発明者  | 矢野 浩一郎                        |
|           |                              |           | 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 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測位方法、プログラム、測位装置及び電子機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星それぞれにおいて、当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差と、当該捕捉衛星の受信周波数の実測値と予測値との差とを観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置における測位方法であって、前記測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して前記距離相当値と前記受信周波数とを測定することと、

当該捕捉衛星信号それぞれについての前記受信周波数に関する第1の測定誤差を設定することと、

当該捕捉衛星信号それぞれの信号強度に基づいて前記距離相当値に関する第2の測定誤差の基準値を設定することと、

前記基準値が設定された第2の測定誤差を、当該捕捉衛星信号を前記捕捉処理した際の捕捉時諸量に基づいて変更することと、

前記第1の測定誤差と前記変更した第2の測定誤差とを用いて前記補正処理を実行することと、

を含む測位方法。

【請求項2】

前記捕捉処理では所定の関連処理及び関連値積算処理を行い、

10

20

前記第2の測定誤差を変更することは、前記相関値積算処理での積算時間に基づいて前記第2の測定誤差を変更することを少なくとも含む、

請求項1に記載の測位方法。

【請求項3】

前記捕捉処理では所定の相関処理及び相関値積算処理を行い、

前記第2の測定誤差を変更することは、前記相関値積算処理の処理結果である積算相関値が所定の低信頼値条件を満たす場合に前記第2の測定誤差を変更することを少なくとも含む、

請求項1に記載の測位方法。

【請求項4】

測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星それぞれにおいて、当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差と、当該捕捉衛星の受信周波数の実測値と予測値との差とを観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置における測位方法であって、  
当該捕捉衛星信号それぞれについての前記受信周波数に関する第1の測定誤差を設定することと、

当該捕捉衛星信号それぞれの信号強度に基づいて前記距離相当値に関する第2の測定誤差の基準値を設定することと、

前記基準値が設定された第2の測定誤差を、当該捕捉衛星に係る前記観測値に基づいて変更することと、

前記第1の測定誤差と前記変更した第2の測定誤差とを用いて前記補正処理を実行することと、

を含む測位方法。

【請求項5】

測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星それぞれにおいて、当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差と、当該捕捉衛星の受信周波数の実測値と予測値との差とを観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置における測位方法であって、  
当該捕捉衛星信号それぞれについての前記受信周波数に関する第1の測定誤差を設定することと、

当該捕捉衛星信号それぞれの信号強度に基づいて前記距離相当値に関する第2の測定誤差の基準値を設定することと、

前記基準値が設定された第2の測定誤差を、自測位装置を基準とした当該捕捉衛星の仰角に基づいて変更することと、

前記第1の測定誤差と前記変更した第2の測定誤差とを用いて前記補正処理を実行することと、

を含む測位方法。

【請求項6】

前記測位用衛星からの衛星信号の受信環境を判定することと、

前記仰角に基づく前記第2の測定誤差の変更量を、前記判定された受信環境に応じて変更することと、

を更に含む請求項5に記載の測位方法。

【請求項7】

測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星それぞれにおいて、当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差と、当該捕捉衛星の受信周波数の実測値と予測値との差とを観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置における測位方法であって、

10

20

30

40

50

前記測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して前記距離相当値と前記受信周波数とを測定することと、

前記捕捉処理で実行された相関処理の相関値に基づいて、捕捉衛星信号の信頼度を評価することと、

当該捕捉衛星信号それぞれについての前記受信周波数に関する第1の測定誤差を設定することと、

当該捕捉衛星信号それぞれの信号強度に基づいて前記距離相当値に関する第2の測定誤差の基準値を設定することと、

前記基準値が設定された第2の測定誤差を、前記評価された当該捕捉衛星信号の信頼度に基づいて変更することと、

前記第1の測定誤差と前記変更した第2の測定誤差とを用いて前記補正処理を実行することと、

を含む測位方法。

【請求項8】

前記測位用衛星からの衛星信号の受信環境を判定することと、

前記信頼度に基づく前記第2の測定誤差の変更量を、前記判定された受信環境に応じて変更することと、

を更に含む請求項7に記載の測位方法。

【請求項9】

請求項1～8の何れか一項に記載の測位方法を、測位装置に内蔵されたコンピュータに実行させるためのプログラム。

【請求項10】

測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星それぞれにおいて、当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差と、当該捕捉衛星の受信周波数の実測値と予測値との差とを観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置であって、

前記測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して前記距離相当値と前記受信周波数とを測定する捕捉部と、

当該捕捉衛星信号それぞれについての前記受信周波数に関する第1の測定誤差を設定する周波数測定誤差設定部と、

当該捕捉衛星信号それぞれの信号強度に基づいて前記距離相当値に関する第2の測定誤差の基準値を設定する距離相当値測定誤差基準値設定部と、

前記基準値が設定された第2の測定誤差を、当該捕捉衛星信号を前記捕捉部が捕捉処理した際の捕捉時諸量に基づいて変更する距離相当値測定誤差変更部と、

前記周波数測定誤差設定部からの前記第1の測定誤差と、前記距離相当値測定誤差変更部からの前記変更した第2の測定誤差とを用いて前記補正処理を実行する補正処理部と、

を備えた測位装置。

【請求項11】

請求項10に記載の測位装置を備えた電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測位方法、プログラム、測位装置及び電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

人工衛星を利用した測位システムとしては、GPS (Global Positioning System) 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た測位装置に利用されている。GPSでは、自機の位置を示す3次元の座標値と、時計誤差との4つのパラメータの値を、複数のGPS衛星の位置や各GPS衛星から自機までの擬似距離等の情

10

20

30

40

50

報に基づいて求める測位演算を行うことで、自機の現在位置を測位する。

【 0 0 0 3 】

しかし、測位用衛星からの衛星信号を用いた測位では、いわゆるマルチパスによる影響等、種々の誤差要因が存在しており、測位誤差の発生を回避することが困難であるため、測位誤差を低減させるための様々な技術が考案されている。その一例として、特許文献 1 には、カルマンフィルタを用いた測位処理に関する技術が開示されている。

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 3 3 7 1 5 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

カルマンフィルタは、測定誤差を含む観測値を利用して、時々刻々と変化する状態量を推定する確率理論に基づく推定方法である。カルマンフィルタを用いた測位処理では、例えば GPS 衛星と測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値とすることによって、測位装置の現在位置を推定する。

【 0 0 0 5 】

しかし、観測値に含まれる測定誤差を正確に知ることはできないため、従来は、測定誤差を固定値とするなどして計算を行っていた。しかし、この場合、測定誤差が真値から大きく外れているために、測位処理で得られた測位位置に位置飛びや位置遅れが発生し、測位精度が著しく低下するという問題があった。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述した課題に鑑みて為されたものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

以上の課題を解決するための第 1 の発明は、測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星毎に当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置における測位方法であって、前記測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して前記距離相当値を測定することと、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての前記補正処理で用いる測定誤差の初期値を設定することと、前記初期値が設定された測定誤差を、当該捕捉衛星からの衛星信号を前記捕捉処理した際の捕捉時諸量に基づいて変更することと、を含む測位方法である。

【 0 0 0 8 】

また、第 1 0 の発明として、測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星毎に当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置であって、前記測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して前記距離相当値を測定する捕捉部と、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての前記補正処理で用いる測定誤差の初期値を設定する測定誤差初期値設定部と、前記初期値が設定された測定誤差を、当該捕捉衛星からの衛星信号を前記捕捉部が捕捉処理した際の捕捉時諸量に基づいて変更する第 1 の変更部と、を備えた測位装置を構成してもよい。

【 0 0 0 9 】

この第 1 の発明等によれば、測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して距離相当値が測定される。そして、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての状態ベクトルの補正処理で用いる測定誤差の初期値が設定されるが、初期値が設定された測定誤差は、当該捕捉衛星からの衛星信号を捕捉処理した際の捕捉時諸量に基づいて変更される。

【 0 0 1 0 】

捕捉衛星信号の信号強度に基づいて、観測値に含まれる測定誤差の大凡の値を予想して初期値とした上で、捕捉時諸量に基づいて測定誤差の初期値を変更することで、測定誤差に適切な値を設定することが可能となり、ひいては、測位精度を向上させることが可能となる。

【 0 0 1 1 】

また、第2の発明として、第1の発明の測位方法における前記捕捉処理では所定の相関処理及び相関値積算処理を行い、前記測定誤差を変更することは、前記相関値積算処理での積算時間に基づいて前記測定誤差を変更することを少なくとも含む、測位方法を構成してもよい。

【 0 0 1 2 】

この第2の発明によれば、捕捉処理では所定の相関処理及び相関値積算処理が行われ、相関値積算処理での積算時間に基づいて測定誤差が変更される。一般的には、衛星信号の受信環境が悪いほど、相関値積算処理の処理結果である積算相関値のピークを判別することが困難であるため、相関値積算処理での積算時間を長くして衛星信号の捕捉処理が行われる。従って、例えば、積算時間が長いほど測定誤差をより大きくすることで、衛星信号の受信環境に応じた適切な測定誤差を設定することが可能となる。

【 0 0 1 3 】

また、第3の発明として、第1の測位方法における前記捕捉処理では所定の相関処理及び相関値積算処理を行い、前記測定誤差を変更することは、前記相関値積算処理の処理結果である積算相関値が所定の低信頼値条件を満たす場合に前記測定誤差を変更することを少なくとも含む、測位方法を構成してもよい。

【 0 0 1 4 】

この第3の発明によれば、捕捉処理では所定の相関処理及び相関値積算処理が行われ、相関値積算処理の処理結果である積算相関値が所定の低信頼値条件を満たす場合に測定誤差が変更される。積算相関値の信頼性が低い場合は、衛星信号の捕捉に失敗した可能性が高いため、この場合には例えば測定誤差を大きくするといった処理が好適である。

【 0 0 1 5 】

第4の発明は、測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星毎に当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置における測位方法であって、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての前記補正処理で用いる測定誤差の初期値を設定することと、前記初期値が設定された測定誤差を、当該捕捉衛星に係る前記観測値に基づいて変更することと、を含む測位方法である。

【 0 0 1 6 】

また、第11の発明として、測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星毎に当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置であって、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての前記補正処理で用いる測定誤差の初期値を設定する測定誤差初期値設定部と、前記初期値が設定された測定誤差を、当該捕捉衛星に係る前記観測値に基づいて変更する第2の変更部と、を備えた測位装置を構成してもよい。

【 0 0 1 7 】

この第4の発明等によれば、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて、当該捕捉衛星についての状態ベクトルの補正処理で用いる測定誤差の初期値が設定される。そして、当該初期値が設定された測定誤差が、当該捕捉衛星に係る観測値に基づいて変更される。観測値が大きいほど、捕捉衛星と自測位装置間の距離相当値の予測値が実測値からずれていることになるため、この場合には例えば測定誤差をより大きくするといった処理が好適である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 8 】

第5の発明は、測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星毎に当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置における測位方法であって、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての前記補正処理で用いる測定誤差の初期値を設定することと、前記初期値が設定された測定誤差を、自測位装置を基準とした当該捕捉衛星の仰角に基づいて変更することと、を含む測位方法である。

## 【 0 0 1 9 】

また、第12の発明として、測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星毎に当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置であって、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての前記補正処理で用いる測定誤差の初期値を設定する測定誤差初期値設定部と、前記初期値が設定された測定誤差を、自測位装置を基準とした当該捕捉衛星の仰角に基づいて変更する第3の変更部と、を備えた測位装置を構成してもよい。

## 【 0 0 2 0 】

この第5の発明等によれば、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての状態ベクトルの補正処理で用いる測定誤差の初期値が設定され、当該初期値が設定された測定誤差が、自測位装置を基準とした当該捕捉衛星の仰角に基づいて変更される。捕捉衛星の仰角が低いほど、当該捕捉衛星からの衛星信号はマルチパス等の影響を受け易いため、この場合には例えば測定誤差をより大きくするという処理が好適である。

## 【 0 0 2 1 】

また、第6の発明として、第5の発明の測位方法であって、前記測位用衛星からの衛星信号の受信環境を判定することと、前記仰角に基づく前記測定誤差の変更量を、前記判定された受信環境に応じて変更することと、を更に含む測位方法を構成してもよい。

## 【 0 0 2 2 】

この第6の発明によれば、測位用衛星からの衛星信号の受信環境が判定され、仰角に基づく測定誤差の変更量が、判定された受信環境に応じて変更される。例えば、衛星信号の受信環境が悪いほど、同一の仰角に対する測定誤差の加算量を大きくすることで、衛星信号の受信環境を考慮したより適切な測定誤差を設定することが可能となる。

## 【 0 0 2 3 】

第7の発明は、測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星毎に当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置における測位方法であって、前記測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して前記距離相当値を測定することと、前記捕捉処理で実行された相関処理の相関値に基づいて、捕捉衛星信号の信頼度を評価することと、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての前記補正処理で用いる測定誤差の初期値を設定することと、前記初期値が設定された測定誤差を、前記評価された当該捕捉衛星の捕捉衛星信号の信頼度に基づいて変更することと、を含む測位方法である。

## 【 0 0 2 4 】

また、第13の発明として、測位用衛星からの衛星信号を捕捉して、自測位装置の位置及び速度を成分とする状態ベクトルを予測する予測処理と、各捕捉衛星毎に当該捕捉衛星と自測位装置間の距離を示す距離相当値の実測値と予測値との差を観測値として前記状態ベクトルを補正する補正処理とを含むカルマンフィルタ処理を実行して、現在位置の測位を行う測位装置であって、前記測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して

10

20

30

40

50

前記距離相当値を測定する捕捉部と、前記捕捉処理で実行された相関処理の相関値に基づいて、捕捉衛星信号の信頼度を評価する信頼度評価部と、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての前記補正処理で用いる測定誤差の初期値を設定する測定誤差初期値設定部と、前記初期値が設定された測定誤差を、前記信頼度評価部により評価された当該捕捉衛星の捕捉衛星信号の信頼度に基づいて変更する第4の変更部と、を備えた測位装置を構成してもよい。

【0025】

この第7の発明等によれば、測位用衛星からの衛星信号を捕捉する捕捉処理を実行して距離相当値が測定されるとともに、捕捉処理で実行された相関処理の相関値に基づいて、捕捉衛星信号の信頼度が評価される。そして、捕捉衛星信号の信号強度に基づいて当該捕捉衛星についての状態ベクトルの補正処理で用いる測定誤差の初期値が設定され、当該初期値が設定された測定誤差が、評価された当該捕捉衛星の捕捉衛星信号の信頼度に基づいて変更される。捕捉衛星信号の信頼度が低いほど、測位精度が劣化する可能性が高いため、この場合には例えば測定誤差をより大きくするといった処理が好適である。

10

【0026】

また、第8の発明として、第7の発明の測位方法であって、前記測位用衛星からの衛星信号の受信環境を判定することと、前記信頼度に基づく前記測定誤差の変更量を、前記判定された受信環境に応じて変更することと、を更に含む測位方法を構成してもよい。

【0027】

この第8の発明によれば、測位用衛星からの衛星信号の受信環境が判定され、信頼度に基づく測定誤差の変更量が、判定された受信環境に応じて変更される。例えば、衛星信号の受信環境が悪いほど、同一の信頼度に対する測定誤差の加算量を大きくすることで、衛星信号の受信環境を考慮したより適切な測定誤差を設定することが可能となる。

20

【0028】

また、第9の発明として、第1～第8の何れかの発明の測位方法を、測位装置に内蔵されたコンピュータに実行させるためのプログラムを構成してもよいし、さらには、第14の発明として、第10～第13の何れかの発明の測位装置を備えた電子機器を構成してもよい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0029】

以下、図面を参照して、本発明に好適な実施形態を説明する。尚、以下では、測位装置を備えた電子機器として携帯型電話機を例に挙げ、測位システムとしてGPSを用いた場合について説明するが、本発明を適用可能な実施形態がこれに限定されるわけではない。

30

【0030】

1. 原理

携帯型電話機1は、測位用衛星であるGPS衛星から発信(送出)されている測位用信号としてのGPS衛星信号を受信し、受信したGPS衛星信号に重畳されているGPS衛星の軌道情報(エフェメリスデータやアルマナックデータ)等の航法メッセージに基づいて、GPS衛星の位置、移動方向、速度等の衛星情報を算出する。GPS衛星信号は、C/A(Coarse and Acquisition)コードと呼ばれるスペクトラム拡散変調された信号であり、1.57542 [GHz]を搬送波周波数とするL1帯の搬送波に重畳されている。

40

【0031】

尚、GPS衛星は、6つの周回軌道面それぞれに4機ずつ配置され、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。以下では、捕捉したGPS衛星信号を発信したGPS衛星を、他のGPS衛星と区別するために「捕捉衛星」と称する。

【0032】

また、携帯型電話機1は、内蔵している水晶時計により特定されるGPS衛星信号の受信時刻と、当該受信したGPS衛星信号のGPS衛星からの送信時刻との差に基づいて、捕捉衛星から自機までの電波伝搬時間を計算する。そして、計算した電波伝搬時間に光速

50

度を乗算することで、捕捉衛星から自機までの距離（疑似距離）を計算する。

【0033】

携帯型電話機1は、自機の位置を示す3次元の座標値と、時計誤差との4つのパラメータの値を、複数の捕捉衛星の衛星情報や各捕捉衛星から自機までの距離（疑似距離）等の情報に基づいて算出する測位演算を行うことで、自機の現在位置を測位する。

【0034】

本実施形態では、携帯型電話機1は、GPS起動後の1回目の測位では最小二乗法を用いた測位処理（以下、「LS（Least Square）測位処理」と称す。）を行い、2回目以降の測位ではカルマンフィルタを用いた測位処理（以下、「KF（Kalman Filter）測位処理」と称す。）を行って現在位置を測位する。LS測位処理は周知の処理であるため説明を省略し、ここでは本実施形態におけるKF測位処理について詳細に説明する。

10

【0035】

カルマンフィルタは、誤差を含む観測値を利用して、時々刻々と変化する状態量を推定する確率理論に基づく推定方法である。本実施形態では、携帯型電話機1の状態を状態ベクトル「X」で表し、状態ベクトル「X」と真値との誤差の共分散を誤差共分散行列「P」で表す。

【0036】

状態ベクトル「X」は、携帯型電話機1の3次元の位置ベクトル（x, y, z）、クロックバイアス（b）、3次元の速度ベクトル（u, v, w）及びクロックドリフト（d）を成分とする8次元のベクトルである。また、誤差共分散行列「P」は、状態ベクトル「X」の各成分の誤差の共分散を示す8×8の行列である。

20

【0037】

KF測位処理では、状態ベクトル「X」及び誤差共分散行列「P」の予測処理（Prediction）及び補正処理（Correction）を行う。以下説明においては、この計算処理上の時間経過（計算処理上の所定時間間隔）を表す単位を「1時刻」と称し、時刻1つ1つを進めながら、各時刻毎に携帯型電話機1の現在位置を測位する。

【0038】

図1は、本実施形態におけるKF測位処理の流れを示すフローチャートである。

まず、携帯型電話機1の速度を予測する速度予測処理を行う（ステップA1）。具体的には、式（1）及び式（2）に従って、現在の状態ベクトル「X」及び誤差共分散行列「P」の予測値を算出する。

30

【数1】

$$X_t^- = X_{t-1}^+ \cdots (1)$$

【数2】

$$P_t^- = \phi_t P_{t-1}^+ \phi_t^T + Q_{t-1} \cdots (2)$$

【0039】

ここで、各式における下付きの添え字「t」は時刻を示しており、上付きの添え字「-」は予測値、「+」は補正值、「T」は転置行列をそれぞれ示している。また、「 $\phi$ 」は、状態遷移行列と呼ばれる8×8の行列であり、「Q」は、プロセスノイズと呼ばれる8×8の行列である。状態遷移行列「 $\phi$ 」及びプロセスノイズ「Q」の行と列の並びは、状態ベクトル「X」の8次元の成分（x, y, z, b, u, v, w, d）にそれぞれ対応している。

40

【0040】

本実施形態では、次式（3）で表される状態遷移行列「 $\phi$ 」を用いて計算を行う。

【数 3】

$$\phi = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & dt & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & dt & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & dt & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & dt \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \dots (3)$$

10

但し、「 $dt$ 」は、前回のKF測位処理時の時刻と現在(今回)の時刻との時刻差である。

【0041】

20

式(1)からわかるように、速度予測処理では、1時刻前の状態ベクトル「 $X$ 」の補正値を現在の状態ベクトル「 $X$ 」の予測値とする。すなわち、携帯型電話機1の現在の速度が、1時刻前に求められた速度と同一であると予測する。速度予測処理を行った後、予測速度を補正する速度補正処理を行う(ステップA3)。

【0042】

図2は、速度補正処理の流れを示すフローチャートである。

速度補正処理では、各捕捉衛星について、ループAの処理を繰り返し実行する(ステップB1~B19)。ループAでは、先ず当該捕捉衛星の位置、移動方向及び速度の情報(衛星情報)と、状態ベクトル「 $X$ 」の予測値から得られる携帯型電話機1の位置、移動方向及び速度の情報(以下、包括的に「自機情報」と称す。)とに基づいて、携帯型電話機1から当該捕捉衛星への視線方向を示す視線方向行列「 $H$ 」を算出する(ステップB3)

30

【0043】

次いで、当該捕捉衛星からのGPS衛星信号を受信した受信周波数を取得して、受信周波数に関する実測値(以下、受信したGPS衛星信号に関する実測値のことを「メジャメント実測値」と称す。)とする(ステップB5)。GPS衛星信号の周波数は、1.57542[GHz]に規定されているが、GPS衛星と携帯型電話機1との相対的な移動方向・移動速度の変化に応じて携帯型電話機1での受信周波数が変化する。この周波数偏移がいわゆるドップラー周波数であり、受信周波数はドップラー周波数による偏移後の周波数である。

40

【0044】

また、当該捕捉衛星の衛星情報と自機情報とに基づいて、当該GPS衛星信号の受信周波数を予測して、受信周波数に関する予測値(以下、メジャメント実測値を予測した値のことを「メジャメント予測値」と称す。)とする(ステップB7)。そして、受信周波数に関して、ステップB5で取得したメジャメント実測値と、ステップB7で算出したメジャメント予測値との差を算出して、当該捕捉衛星の観測値「 $Z$ 」とする(ステップB9)

【0045】

GPS衛星信号の受信周波数の実測値と予測値との差をカルマンフィルタの入力値とすることで、状態ベクトル「 $X$ 」の3次元の速度ベクトル( $u, v, w$ )及びクロックドリ

50

フト (d) の変化量を求めることができる。尚、この場合、状態ベクトル「X」の3次元の位置ベクトル (x, y, z) 及びクロックバイアス (b) の変化量は「0」である。

【0046】

その後、カルマンフィルタの入力値となる観測値「Z」の測定誤差を示す行列として、所定の測定誤差行列「R」を設定する (ステップB11)。具体的には、速度補正処理で用いる観測値「Z」の測定誤差の値 (「速度R値」と称す。) として所定値を設定した測定誤差行列「R」を設定する。

【0047】

次いで、速度予測処理で算出された誤差共分散行列「P」の予測値と、視線方向行列「H」と、測定誤差行列「R」とを用いて、次式 (4) に従ってカルマンゲイン「K」を算出する (ステップB13)。

【数4】

$$K_t = P_t^- H_t^T (H_t P_t^- H_t^T + R_t)^{-1} \quad \dots (4)$$

【0048】

そして、カルマンゲイン「K」と、観測値「Z」と、視線方向行列「H」とを用いて、次式 (5) に従って状態ベクトルの差分「X」を算出する (ステップB15)。

【数5】

$$\Delta X_t = \Delta X_t^- + K_t (Z_t - H_t \Delta X_t^-) \quad \dots (5)$$

【0049】

また、カルマンゲイン「K」と、視線方向行列「H」と、誤差共分散行列「P」の予測値とを用いて、次式 (6) に従って誤差共分散行列「P」を補正する (ステップB17)。

【数6】

$$P_t^+ = (I - K_t H_t) P_t^- \quad \dots (6)$$

但し、「I」は単位行列である。

【0050】

ステップB3～B17の処理を全捕捉衛星について順次行い、状態ベクトルの差分「X」及び誤差共分散行列「P」を更新していく。そして、次式 (7) に従って、速度予測処理で算出された状態ベクトル「X」の予測値に、状態ベクトルの差分「X」を加算して状態ベクトル「X」を補正することで、携帯型電話機1の速度を決定する (ステップB21)。

【数7】

$$X_t^+ = X_t^- + \Delta X_t \quad \dots (7)$$

【0051】

ステップB21で得られた状態ベクトル「X」は、3次元の速度ベクトル (u, v, w) 及びクロックドリフト (d) が、それぞれ予測値から補正されたものとなっている。これは、上述したように、GPS衛星信号の受信周波数に関するメジャメント実測値とメジャメント予測値との差を観測値「Z」として、状態ベクトルの差分「X」を算出したことによるものである。補正後の状態ベクトル「X」の3次元の速度ベクトル (u, v, w) で表される速度が、現在の時刻の速度となる。

【0052】

図1のKF測位処理に戻って、速度補正処理を行った後、携帯型電話機1の位置を予測

10

20

30

40

50

する位置予測処理を行う（ステップA5）。具体的には、次式（8）に従って、速度補正処理で得られた状態ベクトル「X」の補正值に状態遷移行列「 $\phi$ 」を乗算することで、状態ベクトル「X」の予測値を算出する。

【数8】

$$X_t^- = \phi X_t^+ \dots (8)$$

【0053】

式（3）からわかるように、状態遷移行列「 $\phi$ 」のうち、3次元の速度ベクトル（ $u$ ， $v$ ， $w$ ）に対応する $3 \times 3$ の行列部分の対角成分は、前回の時刻と現在の時刻との時刻差「 $dt$ 」となっている。従って、状態ベクトル「X」の補正值に状態遷移行列「 $\phi$ 」を乗算した場合、その位置成分に着目すると、1時刻前の測位位置に予測移動距離が加算されることになり、携帯型電話機1の現在の予測位置が算出される。位置予測処理を行った後、予測位置を補正する位置補正処理を行う（ステップA7）。

10

【0054】

図3は、位置補正処理の流れを示すフローチャートである。

位置補正処理の流れは速度補正処理の流れとほぼ同一であるため、異なる部分を中心に説明する。位置補正処理では、当該捕捉衛星から受信したGPS衛星信号のコード位相を取得してコード位相に関するメジャメント実測値とし（ステップC5）、当該GPS衛星信号のコード位相を予測してコード位相に関するメジャメント予測値とする（ステップC7）。そして、このコード位相に関するメジャメント実測値とメジャメント予測値との差を算出して、カルマンフィルタの入力値である観測値「Z」とする（ステップC9）。

20

【0055】

ここで、コード位相とは、GPS衛星信号に変調されているC/Aコードの位相のことであり、当該GPS衛星と携帯型電話機1間の距離を示す距離相当値である。観念的には、GPS衛星と携帯型電話機1との間には、C/Aコードが連続的に並んでいると考えることができるが、GPS衛星から携帯型電話機1までの距離がC/Aコードの長さの整数倍になるとは限らない。この場合、C/Aコードの長さの整数倍に端数部分を加えた長さがGPS衛星と携帯型電話機1間の距離になるが、この端数部分に相当する位相がコード位相である。

30

【0056】

尚、コード位相は距離に換算して表すことも可能であるため、コード位相に関するメジャメント実測値とメジャメント予測値との差を観測値「Z」として位置補正処理を行うことは、捕捉衛星と携帯型電話機1間の距離（C/Aコードの長さの整数倍に端数部分を加えた長さ）の実測値と予測値との差を観測値「Z」として位置補正処理を行うことと等価である。このため、コード位相は、捕捉衛星と携帯型電話機1間の距離に相当する値といえる。

【0057】

GPS衛星信号のコード位相に関するメジャメント実測値とメジャメント予測値との差をカルマンフィルタの入力値とすることで、状態ベクトル「X」の3次元の位置ベクトル（ $x$ ， $y$ ， $z$ ）及びクロックバイアス（ $b$ ）の変化量を求めることができる。尚、この場合、3次元の速度ベクトル（ $u$ ， $v$ ， $w$ ）及びクロックドリフト（ $d$ ）の変化量は「0」である。

40

【0058】

また、位置補正処理では、ステップC10において、位置補正処理で用いる観測値「Z」の測定誤差の値（以下、「位置R値」と称す。）を決定する処理である位置R値決定処理を行う。

【0059】

位置R値決定処理は、当該捕捉衛星から受信したGPS衛星信号の信号強度に基づいて設定した位置R値の初期値（以下、「基準位置R値」と称す。）を、（1）当該GPS衛

50

星信号を捕捉処理した際の諸量（以下、「捕捉時諸量」と称す。）、（２）ステップＣ９で算出した観測値「Ｚ」、（３）当該捕捉衛星の仰角、（４）当該ＧＰＳ衛星信号の信頼度等に基づいて変更することで位置Ｒ値を決定する処理であり、本実施形態における特徴的な処理の１つである。この位置Ｒ値の決定に係る処理については、詳細に後述する。

#### 【００６０】

ステップＣ３～Ｃ１７の処理を全捕捉衛星について順次行い、状態ベクトルの差分「 $X$ 」及び誤差共分散行列「 $P$ 」を更新していく。そして、式（７）に従って、位置予測処理で算出された状態ベクトル「 $X$ 」の予測値に、状態ベクトルの差分「 $X$ 」を加算して状態ベクトル「 $X$ 」を補正することで、携帯型電話機１の測位位置を決定する（ステップＣ２１）。

10

#### 【００６１】

ステップＣ２１で得られた状態ベクトル「 $X$ 」は、３次元の位置ベクトル（ $x, y, z$ ）及びクロックバイアス（ $b$ ）が、それぞれ予測値から補正されたものとなっている。これは、上述したように、ＧＰＳ衛星信号のコード位相の実測値と予測値との差を観測値「 $Z$ 」として、状態ベクトルの差分「 $X$ 」を算出したことによるものである。補正後の状態ベクトル「 $X$ 」の３次元の位置ベクトル（ $x, y, z$ ）で表される位置が、最終的に求めた現在の時刻における測位位置となる。

#### 【００６２】

##### ２．機能構成

図４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、ＴＣＸＯ（Temperature Compensated Crystal Oscillator）４０と、ホストＣＰＵ（Central Processing Unit）５０と、操作部６０と、表示部７０と、携帯電話用アンテナ８０と、携帯電話用無線通信回路部９０と、ＲＯＭ（Read Only Memory）１００と、ＲＡＭ（Random Access Memory）１１０とを備えて構成される。

20

#### 【００６３】

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。

#### 【００６４】

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の現在位置を測位する測位部であり、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。

30

#### 【００６５】

ＲＦ受信回路部２１は、高周波信号（ＲＦ信号）の回路ブロックであり、ＴＣＸＯ４０により生成された発振信号を分周或いは逡倍することで、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。

40

#### 【００６６】

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して測位演算を行う回路部である。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３２と、測位演算部３３とを備えて構成される。

#### 【００６７】

尚、メジャメント取得演算部３２と、測位演算部３３とは、それぞれ別のＬＳＩとして

50

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。また、本実施形態においては現在位置の測位演算そのものは測位演算部33で実行することとして説明するが、測位演算部33で実行する処理全てをホストCPU50で実行することとしてもよいのは勿論である。

**【0068】**

メジャメント取得演算部32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衛星信号の捕捉・追尾を行う回路部であり、相関演算部321を備えて構成されている。メジャメント取得演算部32は、捕捉・追尾した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、メジャメント実測値として測位演算部33に出力する。

10

**【0069】**

相関演算部321は、受信信号に含まれるC/Aコードとレプリカコードとの相関を、例えばFFT演算を用いて算出するコヒーレント処理（相関処理）を行い、このコヒーレント処理の結果である相関値を積算して積算相関値を算出するインコヒーレント処理（相関値積算処理）を行うことで、GPS衛星信号を捕捉する。レプリカコードは、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（Pseudo Random Noise）コードの一種であるC/Aコードを模擬した信号である。C/Aコードは、1023チップで構成されている。

**【0070】**

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C/A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、算出された積算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。

20

**【0071】**

また、相関演算部321は、上述したコヒーレント処理及びインコヒーレント処理を、レプリカコードの発生信号の周波数と、C/Aコードとレプリカコードとを相関演算する際の位相と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C/Aコードとレプリカコードとの相関演算時の位相が一致した場合に、積算相関値が最大となる。

30

**【0072】**

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コード位相の範囲をサーチ範囲として設定し、このサーチ範囲内で、C/A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、周波数についてはGPS衛星信号の搬送波周波数である1.57542 [GHz]を中心とする所定の周波数掃引範囲、コード位相についてはC/Aコードのチップ長である1023チップのコード位相範囲内に定められる。

**【0073】**

メジャメント取得演算部32は、メジャメント実測値とは別に、当該捕捉衛星からのGPS衛星信号を捕捉処理した際の捕捉時諸量を、測位演算部33に出力する。捕捉時諸量には、相関演算部321のインコヒーレント処理による積算時間（以下、「積算時間」と称す。）と、GPS衛星信号のメジャメント実測値を取得した時刻から現在までの経過時間（以下、「メジャメント取得基準時刻経過時間」と称す。）と、コヒーレント処理及びインコヒーレント処理における周波数の掃引間隔（以下、「周波数掃引間隔」と称す。）と、積算相関値のピークの有無（以下、「積算相関値ピーク有無」と称す。）とが含まれる。

40

**【0074】**

相関演算部321は、強い信号強度のGPS衛星信号を受信することができる環境（強電界環境）では、積算時間を短くしてインコヒーレント処理を行うが、中程度や弱い信号強度のGPS衛星信号しか受信することができない環境（中電界環境や弱電界環境）では

50

、積算時間を長くしてインコヒーレント処理を行う。これは、積算時間を長くすることによって、積算相関値のピークの判別を容易にするためである。

【 0 0 7 5 】

尚、本実施形態では、GPS衛星信号の受信環境として、「弱電界環境」、「中電界環境」、「強電界環境」の3種類が存在するものとして説明する。受信環境は、例えば捕捉されたGPS衛星信号の信号強度や衛星配置の指標値であるPDOP (Position Dilution Of Precision) 値に基づいて判定することが可能であるが、その詳細については公知であるため、説明を省略する。

【 0 0 7 6 】

また、周波数掃引間隔が狭いほど、高い精度でGPS衛星信号を捕捉することが可能であるが、GPS衛星信号の捕捉に要する時間は長くなる。相関演算部321は、強電界環境では、最初は広い周波数掃引間隔(例えば「4Hz」)で相関演算を行うが、徐々に周波数掃引間隔を狭くしていき、最終的には非常に狭い周波数掃引間隔(例えば「0.2Hz」)で相関演算を行う。すなわち、最初のうちはGPS衛星信号の周波数を荒く探索するが、徐々に精細な周波数の探索に切り替えていく。また、中電界環境や弱電界環境では、例えば50 [Hz]といった非常に広い周波数掃引間隔で相関演算を行う。

【 0 0 7 7 】

図5は、積算相関値のピーク有無の判定方法を説明するための図である。図5では、横軸をコード位相CP、縦軸を積算相関値Pとし、ある周波数におけるコード位相と積算相関値との対応関係を模式的に示している。

【 0 0 7 8 】

相関演算部321は、相関値を積算するが、回路的(メモリ容量的)に積算可能な値に限りがあるため、この限界値を超える積算はできない。図5は、この積算限界値Pを超え積算を実行した場合の一例である。積算限界値Pを超えた部分は積算限界値Pとなっている。この結果、最大の積算相関値(積算限界値P)をとるコード位相CPは複数存在することとなり、ピークの判定ができない。そこで、メジャメント取得演算部32は、相関演算部321により演算された最大の積算相関値が、積算限界値Pに達している場合にはピーク無しと判定し、達していなければピーク有りとして判定することでピークの有無を判定する。

【 0 0 7 9 】

また、メジャメント取得演算部32は、メジャメント実測値、捕捉時諸量とは別に、捕捉衛星のGPS衛星信号の信頼度を評価し、評価した信頼度を測位演算部33に出力する。具体的には、相関演算部321による相関演算の結果に基づいて信頼度指標XPR(以下、単に「XPR」と称す。)を算出し、当該XPRを5段階の評価レベルに分類する。そして、XPRと評価レベルとを対応付けた捕捉衛星信号信頼度情報を、測位演算部33に出力する。

【 0 0 8 0 】

図6は、XPRの算出方法を説明するための図である。図6では、図5と同様に、横軸をコード位相CP、縦軸を積算相関値Pとし、ある周波数におけるコード位相と積算相関値との対応関係を模式的に示している。

【 0 0 8 1 】

メジャメント取得演算部32は、相関演算部321の相関演算により得られた積算相関値の最大値「P<sub>1</sub>」と、当該積算相関値が最大となったコード位相CP<sub>1</sub>から1/2チップ離れたコード位相における積算相関値のうち、値が小さい方の積算相関値「P<sub>2</sub>」とを取得する。そして、次式(9)に従ってXPRを算出する。

$$XPR = (P_1 - P_2) / P_1 \quad \dots (9)$$

【 0 0 8 2 】

測位演算部33は、メジャメント取得演算部32から入力したメジャメント実測値に基づいて携帯型電話機1の現在位置を測位する測位演算を行う。また、メジャメント取得演算部32から入力したGPS衛星信号の捕捉時諸量及び捕捉衛星信号信頼度情報や、算出

10

20

30

40

50

したカルマンフィルタの観測値「Z」及び捕捉衛星の仰角等の情報に基づいて、KF測位処理に用いる位置R値を決定する処理を行う。

【0083】

図7は、ROM35に格納されたデータの一例を示す図である。ROM35には、測位演算部33により読み出され、ベースバンド処理(図20参照)として実行されるベースバンド処理プログラム351と、基準位置R値設定用データ352と、XPR評価用データ353と、XPR評価対応位置R値変更用データ354と、捕捉時所用時間対応位置R値変更用データ355と、観測値対応位置R値変更用データ356と、仰角対応位置R値変更用データ357とが記憶されている。

【0084】

また、ベースバンド処理プログラム351には、LS測位処理として実行されるLS測位プログラム3511と、KF測位処理(図1~図3参照)として実行されるKF測位プログラム3512と、位置R値決定処理(図21参照)として実行される位置R値決定プログラム3513とがサブルーチンとして含まれている。

【0085】

ベースバンド処理とは、測位演算部33が、1回目の測位ではLS測位処理を行って携帯型電話機1の現在位置を測位し、2回目以降の測位ではKF測位処理を行って携帯型電話機1の現在位置を測位して出力する処理である。ベースバンド処理については、フローチャートを用いて詳細に後述する。

【0086】

LS測位処理とは、測位演算部33が、複数の捕捉衛星について最小二乗法を用いた測位演算を行うことで、携帯型電話機1の現在位置を測位する処理である。LS測位処理については公知の処理内容であるため、詳細な説明を省略する。

【0087】

KF測位処理とは、測位演算部33が、複数の捕捉衛星についてカルマンフィルタを用いた測位演算を行うことで、携帯型電話機1の現在位置を測位する処理である。KF測位処理については、図1~図3を参照して説明した通りである。

【0088】

位置R値決定処理とは、測位演算部33が、捕捉衛星から受信したGPS衛星信号の信号強度に基づいて基準位置R値を設定し、当該基準位置R値を、GPS衛星信号の捕捉時諸量、カルマンフィルタの観測値「Z」、捕捉衛星の仰角、捕捉衛星信号信頼度情報等に基づいて変更することで位置R値を決定する処理である。位置R値決定処理については、フローチャートを用いて詳細に後述する。

【0089】

図9は、基準位置R値設定用データ352のデータ構成例を示す図である。基準位置R値設定用データ352には、捕捉されたGPS衛星信号の信号強度が含まれる範囲を定めた信号強度3521と、基準位置R値3523とが対応付けて記憶されている。例えば、信号強度が「-140dBm~-142dBm」の範囲に含まれる場合の基準位置R値は「50m」である。

【0090】

位置R値決定処理において、測位演算部33は、基準位置R値設定用データ352を参照し、当該捕捉衛星から受信したGPS衛星信号の信号強度が含まれる範囲に対応する基準位置R値を読み出すことで、基準位置R値を設定する。

【0091】

図10は、XPR評価用データ353のデータ構成例を示す図である、XPR評価用データ353には、XPRが含まれる範囲を定めたXPR3531と、5段階の評価レベル3533とが対応付けて記憶されている。例えば、XPRが「0.3~0.5」の範囲に含まれる場合の評価レベルは「C」である。

【0092】

メジャメント取得演算部32は、XPR評価用データ353を参照し、式(9)に従っ

10

20

30

40

50

て算出した X P R が含まれる範囲に対応する評価レベルを読み出す。そして、算出した X P R と読み出した評価レベルとを対応付けた捕捉衛星信号信頼度情報を、測位演算部 3 3 に出力する。

【 0 0 9 3 】

図 1 1 は、X P R 評価対応位置 R 値変更用データ 3 5 4 のデータ構成例を示す図である。X P R 評価対応位置 R 値変更用データ 3 5 4 には、G P S 衛星信号の受信環境それぞれについて、X P R 評価用データ 3 5 3 に定義されている評価レベル 3 5 3 3 別に、位置 R 値への加算量（以下、「位置 R 値加算量」と称す。）が記憶されている。例えば、受信環境が「弱電界環境」であり、評価レベルが「E」である場合の位置 R 値加算量は「1 2 0」である。

10

【 0 0 9 4 】

位置 R 値決定処理において、測位演算部 3 3 は、G P S 衛星信号の受信環境に応じて、弱電界環境用位置 R 値変更処理、中電界環境用位置 R 値変更処理、強電界環境用位置 R 値変更処理の何れかの処理を行う。この際、X P R 評価対応位置 R 値変更用データ 3 5 4 を参照し、当該受信環境及び捕捉衛星信号信頼度情報に含まれる評価レベルに対応する位置 R 値加算量を読み出して位置 R 値に加算することによって、位置 R 値を変更する。

【 0 0 9 5 】

図 1 2 は、捕捉時所用時間対応位置 R 値変更用データ 3 5 5 のデータ内容を説明するための図である。同図では、横軸を捕捉時所用時間、縦軸を位置 R 値加算量とし、捕捉時所用時間と位置 R 値加算量との対応関係を定性的に示している。

20

【 0 0 9 6 】

捕捉時所用時間は、メジャメント取得演算部 3 2 から入力した捕捉時諸量に含まれる積算時間とメジャメント取得基準時刻経過時間との和で表される時間である。捕捉時所用時間対応位置 R 値変更用データ 3 5 5 には、捕捉時所用時間が長くなるほど位置 R 値に大きな値が加算されるように、捕捉時所用時間と位置 R 値加算量との対応関係が定められている。

【 0 0 9 7 】

位置 R 値決定処理において、測位演算部 3 3 は、メジャメント取得演算部 3 2 から入力した捕捉時諸量に含まれる積算時間とメジャメント取得基準時刻経過時間とを合算して捕捉時所用時間を算出する。そして、捕捉時所用時間対応位置 R 値変更用データ 3 5 5 を参照し、算出した捕捉時所用時間に対応する位置 R 値加算量を読み出して位置 R 値に加算することによって、位置 R 値を変更する。

30

【 0 0 9 8 】

図 1 3 は、観測値対応位置 R 値変更用データ 3 5 6 のデータ内容を説明するための図である。同図では、横軸をカルマンフィルタの観測値「Z」、縦軸を位置 R 値加算量とし、観測値「Z」と位置 R 値加算量との対応関係を定性的に示している。

【 0 0 9 9 】

観測値対応位置 R 値変更用データ 3 5 6 には、観測値「Z」が大きくなるほど位置 R 値に大きな値が加算されるように、観測値「Z」と位置 R 値加算量との対応関係が定められている。具体的には、位置 R 値加算量は、観測値「Z」の 2 乗で与えられる。

40

【 0 1 0 0 】

位置 R 値決定処理において、測位演算部 3 3 は、観測値対応位置 R 値変更用データ 3 5 6 を参照し、位置補正処理（図 3）のステップ C 9 で算出した観測値「Z」に対応する位置 R 値加算量を読み出す。そして、読み出した位置 R 値加算量を位置 R 値に加算することによって、位置 R 値を変更する。

【 0 1 0 1 】

図 1 4 は、仰角対応位置 R 値変更用データ 3 5 7 のデータ内容を説明するための図である。同図では、横軸を捕捉衛星の仰角、縦軸を位置 R 値加算量とし、各受信環境における仰角と位置 R 値加算量との対応関係を定性的に示している。

【 0 1 0 2 】

50

何れの受信環境においても、仰角が「90°」に近づくにつれて位置R値加算量が「0」に近づくことには変わりはないが、受信環境毎に直線の傾きが異なっている。具体的には、仰角が「0°」である場合の位置R値加算量は、弱電界環境の場合が最も大きく、強電界環境の場合が最も小さい。

【0103】

位置R値決定処理において、測位演算部33は、GPS衛星信号の受信環境に応じて、弱電界環境用位置R値変更処理、中電界環境用位置R値変更処理及び強電界環境用位置R値変更処理の何れかの処理を行う。この際、仰角対応位置R値変更用データ357を参照し、当該受信環境及び当該捕捉衛星の仰角に対応する位置R値加算量を読み出して位置R値に加算することによって、位置R値を変更する。

10

【0104】

図8は、RAM37に格納されるデータの一例を示す図である。RAM37には、KFパラメータデータ371と、捕捉衛星別メジャメントデータ372と、捕捉衛星別捕捉時諸量データ373と、捕捉衛星別捕捉衛星信号信頼度情報データ374と、捕捉衛星別仰角データ375と、測位履歴データ376とが記憶される。

【0105】

KFパラメータデータ371は、KF測位処理において用いられるカルマンフィルタの各種パラメータの値が記憶されたデータであり、KF測位処理において測位演算部33により随時更新される。

【0106】

20

図15は、捕捉衛星別メジャメントデータ372のデータ構成例を示す図である。捕捉衛星別メジャメントデータ372には、捕捉衛星3721と、メジャメント実測値3723と、メジャメント予測値3725とが対応付けて記憶される。捕捉衛星3721には、当該捕捉衛星の番号が記憶され、メジャメント実測値3723及びメジャメント予測値3725には、当該捕捉衛星から受信したGPS衛星信号の受信周波数やコード位相の実測値及び予測値がそれぞれ記憶される。

【0107】

例えば、捕捉衛星「S1」についてのメジャメント実測値は、受信周波数が「S F r e q 1」、コード位相が「S C P 1」であり、メジャメント予測値は、受信周波数が「E F r e q 1」、コード位相が「E C P 1」である。KF測位処理では、測位演算部33は、メジャメント実測値とメジャメント予測値との差を観測値「Z」として、速度補正処理及び位置補正処理を行う。

30

【0108】

図16は、捕捉衛星別捕捉時諸量データ373のデータ構成例を示す図である。捕捉衛星別捕捉時諸量データ373には、捕捉衛星3731と、捕捉時諸量3733とが対応付けて記憶される。また、捕捉時諸量3733には、積算時間及びメジャメント取得基準時刻経過時間となる捕捉時所用時間と、周波数掃引間隔と、積算相関値ピーク有無とが記憶される。

【0109】

例えば、捕捉衛星「S3」の積算時間は「2.0秒」、メジャメント取得基準時刻経過時間は「0秒」、周波数掃引間隔は「50Hz」、積算相関値ピーク有無は「無し」である。捕捉衛星別捕捉時諸量データ373は、測位演算部33がメジャメント取得演算部32から捕捉時諸量を入力することで随時更新される。

40

【0110】

図17は、捕捉衛星別捕捉衛星信号信頼度情報データ374のデータ構成例を示す図である。捕捉衛星別捕捉衛星信号信頼度情報データ374には、捕捉衛星3741と、捕捉衛星信号信頼度情報3743とが対応付けて記憶される。また、捕捉衛星信号信頼度情報3743には、XPRと評価レベルとが記憶される。

【0111】

例えば、捕捉衛星「S3」のXPRは「0.78」であり、評価レベルは「A」である

50

。捕捉衛星別捕捉衛星信号信頼度情報データ374は、測位演算部33がメジャメント取得部32から捕捉衛星信号信頼度情報を入力することで随時更新される。

【0112】

図18は、捕捉衛星別仰角データ375のデータ構成例を示す図である。捕捉衛星別仰角データ375には、捕捉衛星3751と、当該捕捉衛星の仰角3753とが対応付けて記憶される。例えば、捕捉衛星「S3」の仰角は「35°」である。捕捉衛星別仰角データ375は、測位演算部33により仰角が算出されることで随時更新される。

【0113】

図19は、測位履歴データ376のデータ構成例を示す図である。測位履歴データ376には、測位位置が決定された時刻3761と、その測位位置3763とが対応付けて測位された新しい順に記憶されていく。測位履歴データ376のうち、最も新しい時刻3761に対応する測位位置3763を「最新測位位置」と称する。例えば、図19における最新測位位置は時刻「t1」における測位位置(X1, Y1, Z1)である。測位履歴データ376は、測位演算部33により測位処理が行われることで随時更新される。

10

【0114】

TCXO40は、所定の発振周波数で発振信号を生成する温度補償型水晶発振器であり、生成した発振信号をRF受信回路部21及びベースバンド処理回路部30に出力する。

【0115】

ホストCPU50は、ROM100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。ホストCPU50は、測位演算部33から入力した最新測位位置をプロットしたナビゲーション画面を、表示部70に表示させる。

20

【0116】

操作部60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CPU50に出力する。この操作部60の操作により、通話要求やメールの送受信要求等の各種指示入力が行なわれる。

【0117】

表示部70は、LCD(Liquid Crystal Display)等により構成され、ホストCPU50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70には、ナビゲーション画面や時刻情報等が表示される。

30

【0118】

携帯電話用アンテナ80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。

【0119】

携帯電話用無線通信回路部90は、RF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。

【0120】

ROM100は、ホストCPU50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、ナビゲーション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。

40

【0121】

RAM110は、ホストCPU50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。

【0122】

3. 処理の流れ

図20は、測位演算部33によりROM35に記憶されているベースバンド処理プログラム351が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ベースバンド処理の流れを示すフローチャートである。

50

## 【 0 1 2 3 】

ベースバンド処理は、RF受信回路部21によるGPS衛星信号の受信と併せて、測位演算部33が、操作部60に測位開始指示の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り、各種アプリケーションの実行といった各種の処理と並行して行われる処理である。尚、携帯型電話機1の電源のON/OFFとGPSの起動/停止とを連動させ、携帯型電話機1の電源投入操作を検出した場合に処理の実行を開始させることにしてもよい。原則として、測位演算は「1秒」毎に行われるものとする。

## 【 0 1 2 4 】

また、特に説明しないが、以下のベースバンド処理の実行中は、GPSアンテナ10によるRF信号の受信や、RF受信回路部21によるIF信号へのダウンコンバート、メジヤメント取得演算部32によるメジヤメント実測値や捕捉時諸量、捕捉衛星信号信頼度情報の取得・算出等が随時行われている状態にあるものとする。

10

## 【 0 1 2 5 】

先ず、測位演算部33は、測位が1回目であるか否かを判定し(ステップS1)、1回目であると判定した場合は(ステップS1; Yes)、ROM35に記憶されているLS測位プログラム3511を読み出して実行することで、LS測位処理を行う(ステップS3)。

## 【 0 1 2 6 】

LS測位処理では、測位演算部33は、複数の捕捉衛星について最小二乗法を用いた測位演算を行うことで、携帯型電話機1の現在位置を測位する。そして、時刻3761と、測位位置3763とを対応付けて、RAM37の測位履歴データ376に記憶させる。

20

## 【 0 1 2 7 】

次いで、測位演算部33は、カルマンフィルタの初期設定を行う(ステップS5)。具体的には、LS測位処理で得られた測位位置を、カルマンフィルタの状態ベクトル「X」の位置成分に設定する。また、状態ベクトル「X」の他の成分や誤差共分散行列「P」の各成分に所定値を設定して、RAM37のKFパラメータデータ371に記憶させる。

## 【 0 1 2 8 】

次いで、測位演算部33は、RAM37の測位履歴データ376に記憶されている最新測位位置をホストCPU50に出力する(ステップS7)。そして、操作部60に対してユーザによる測位終了指示がなされたか否かを判定し(ステップS9)、なされなかったと判定した場合は(ステップS9; No)、ステップS1に戻る。また、測位終了指示がなされたと判定した場合は(ステップS9; Yes)、ベースバンド処理を終了する。

30

## 【 0 1 2 9 】

一方、ステップS1において測位が2回目以降であると判定した場合は(ステップS1; No)、測位演算部33は、ROM35に記憶されているKF測位プログラム3512を読み出して実行することで、KF測位処理を行う(ステップS11)。そして、測位演算部33は、ステップS7へと処理を移行する。

## 【 0 1 3 0 】

KF測位処理では、測位演算部33は、図1～図3のフローチャートに従って処理を実行する。この際、図3の位置補正処理のステップC10において、測位演算部33は、ROM35に記憶されている位置R値決定プログラム3513を読み出して実行することで、位置R値決定処理を行う。

40

## 【 0 1 3 1 】

図21は、位置R値決定処理の流れを示すフローチャートである。

先ず、測位演算部33は、ROM35に記憶されている基準位置R値設定用テーブル352を参照して、当該捕捉衛星のGPS衛星信号の信号強度3521に対応する基準位置R値3523を求め、位置R値の初期値として設定する(ステップT1)。

## 【 0 1 3 2 】

次いで、測位演算部33は、捕捉時諸量に基づく位置R値変更処理を行う(ステップT3)。具体的には、RAM37の捕捉衛星別捕捉時諸量データ373に記憶されている当

50

該捕捉衛星の捕捉時諸量 3733 の積算時間とメジャメント取得基準時刻経過時間とを合算して捕捉時所用時間を算出する。そして、ROM 35 に記憶されている捕捉時所用時間対応位置 R 値変更用データ 355 を参照し、算出した捕捉時所用時間に対応する位置 R 値加算量を読み出して基準位置 R 値に加算することで、位置 R 値を変更する。

【0133】

また、測位演算部 33 は、受信環境が強電界環境である場合に、当該捕捉衛星の捕捉時諸量 3733 の周波数掃引間隔が「0.8 Hz」以上であるか、若しくは、積算相関値ピーク有無が「無し」であるか否かを判定する。そして、当該条件を満たすと判定した場合は、位置 R 値に「50」を加算する。

【0134】

次いで、測位演算部 33 は、観測値「Z」に基づく位置 R 値変更処理を行う（ステップ T5）。具体的には、ROM 35 に記憶されている観測値対応位置 R 値変更用データ 356 を参照し、RAM 37 の KF パラメータデータ 371 に記憶されている当該捕捉衛星のコード位相に関する観測値「Z」に対応する位置 R 値加算量を読み出す。そして、読み出した位置 R 値加算量を位置 R 値に加算することで、位置 R 値を変更する。

【0135】

その後、測位演算部 33 は、位置予測処理（図 1 のステップ A5）で得られた携帯型電話機 1 の予測位置を基準とする当該捕捉衛星の仰角を算出して、RAM 37 の捕捉衛星別仰角データ 375 に記憶させる（ステップ T7）。

【0136】

次いで、測位演算部 33 は、GPS 衛星信号の受信環境が「弱電界環境」であり、且つ、速度補正処理（図 1 のステップ A3、図 2）で得られた携帯型電話機 1 の速度が「2 m/s」未満であるか否かを判定し（ステップ T9）、当該条件を満たすと判定した場合は（ステップ T9；Yes）、弱電界環境用位置 R 値変更処理を行う（ステップ T11）。

【0137】

具体的には、ROM 35 に記憶されている XPR 評価対応位置 R 値変更用データ 354 を参照し、受信環境が弱電界環境であって、RAM 37 の捕捉衛星別捕捉衛星信号信頼度情報データ 374 に記憶されている捕捉衛星信号信頼度情報 3743 の評価レベルに対応する位置 R 値加算量を読み出す。そして、読み出した位置 R 値加算量を位置 R 値に加算することで、位置 R 値を変更する。

【0138】

また、測位演算部 33 は、ROM 35 に記憶されている仰角対応位置 R 値変更用データ 357 を参照し、受信環境が弱電界環境であって、ステップ T7 で算出した仰角に対応する位置 R 値加算量を読み出す。そして、読み出した位置 R 値加算量を位置 R 値に加算することで、位置 R 値を変更する。

【0139】

一方、ステップ T9 において条件を満たさないと判定した場合は（ステップ T9；No）、測位演算部 33 は、GPS 衛星信号の受信環境が「強電界環境」であるか否かを判定し（ステップ T13）、「強電界環境」であると判定した場合は（ステップ T13；Yes）、強電界環境用位置 R 値変更処理を行う（ステップ T15）。また、ステップ T13 において「強電界環境」ではないと判定した場合は（ステップ T13；No）、中電界環境用位置 R 値変更処理を行う（ステップ T17）。

【0140】

強電界環境用位置 R 値変更処理及び中電界環境用位置 R 値変更処理では、測位演算部 33 は、ROM 35 に記憶されている XPR 評価対応位置 R 値変更用データ 354 及び仰角対応位置 R 値変更用データ 357 のうち、受信環境が、強電界環境用位置 R 値変更処理であれば「強電界環境」、中電界環境用位置 R 値変更処理であれば「中電界環境」である位置 R 値加算量の中から、当該捕捉衛星の評価レベル及び仰角に対応する位置 R 値加算量を読み出して位置 R 値に加算することで、位置 R 値を変更する。

【0141】

10

20

30

40

50

ステップT11、T15、T17の何れかの処理を行った後、測位演算部33は、携帯型電話機1が停止状態であるか否かを判定する(ステップT19)。具体的には、速度補正処理(図1のステップA3、図2)で得られた携帯型電話機1の速度が「1m/s」未満である場合に、携帯型電話機が停止状態であると判定する。

【0142】

そして、停止状態であると判定した場合は(ステップT19; Yes)、測位演算部33は、位置R値が「10」未満であるか否かを判定し(ステップT21)、「10」未満であると判定した場合は(ステップT21; Yes)、位置R値を「10」に設定する(ステップT23)。

【0143】

携帯型電話機1が停止していると判定した場合に、位置R値が小さ過ぎると、位置の補正が強くなる結果、携帯型電話機1の動き出し時における測位位置の追従性が悪くなる。このため、携帯型電話機1が停止していると判定した場合の位置R値の最低値を「10」にすることで、測位位置の追従性の向上を図っている。

【0144】

一方、ステップT19において停止状態ではないと判定した場合(ステップT19; No)、又は、ステップT21において位置R値が「10」以上であると判定した場合は(ステップT21; No)、測位演算部33は、ステップT25へと処理を移行する。

【0145】

次いで、測位演算部33は、位置R値が「1」未満であるか否かを判定し(ステップT25)、「1」以上であると判定した場合は(ステップT25; No)、ステップT29へと処理を移行し、「1」未満であると判定した場合は(ステップT25; Yes)、位置R値を「1」に設定する(ステップT27)。位置R値の最低値を「1」としたのは、位置の補正が弱くなることによって、測位位置に位置飛びが発生することを防止するためである。

【0146】

その後、測位演算部33は、前回出力した測位位置がKF測位処理による測位位置であるか否かを判定し(ステップT29)、KF測位処理による測位位置ではないと判定した場合は(ステップT29; No)、位置R値が「10」未満であるか否かを判定する(ステップT31)。

【0147】

そして、位置R値が「10」未満であると判定した場合は(ステップT31; Yes)、測位演算部33は、位置R値を「10」に設定して(ステップT33)、位置R値決定処理を終了する。LS測位処理からKF測位処理に移行した直後は、測位位置の追従性を良くするために、位置R値の最低値を「10」にしている。

【0148】

また、ステップT29においてKF測位処理による測位位置であると判定した場合(ステップT29; Yes)、又は、ステップT31において位置R値が「10」以上であると判定した場合は(ステップT31; No)、測位演算部33は、位置R値決定処理を終了する。

【0149】

#### 4. 実験結果

図22は、従来の処理で測位を行った場合の実験結果の一例を示す図であり、図23は、本実施形態の処理で測位を行った場合の実験結果の一例を示す図である。携帯型電話機1を携行したユーザが、図中左下から歩行開始し、予め定められた道路上を周回して同じ位置に戻ってきた場合の各時刻における測位位置を太い実線で結んだ結果を示している。

【0150】

図22と図23とから明らかな通り、本実施形態の処理によってより正確な測位位置が算出されていることがわかる。例えば、従来の処理では、破線で示した部分P1において測位位置が大きく変動しており、測位位置の軌跡が道路上に適切に描かれていないことが

10

20

30

40

50

わかる。一方、本実施形態の処理では、同じ部分 P 1 において測位位置の軌跡が道路上にあることがわかる。これは、図 2 1 の位置 R 値決定処理のステップ T 3 における捕捉時諸量に基づく位置 R 値変更処理と、ステップ T 1 1 における弱電界環境用位置 R 値変更処理とにおいて位置 R 値が変更されたことで、測位精度が改善されたことによるものである。

【 0 1 5 1 】

また、従来手法では、破線で示した部分 P 2 において測位位置が道路上に直線的な軌跡を描いていないが、本実施形態の手法では、ほぼ直線的な軌跡を描いている。これは、図 2 1 の位置 R 値決定処理のステップ T 3 における捕捉時諸量に基づく位置 R 値変更処理と、ステップ T 1 5 における強電界環境用位置 R 値変更処理とにおいて位置 R 値が変更されたことで、測位精度が改善されたことによるものである。

10

【 0 1 5 2 】

#### 5 . 作用効果

本実施形態によれば、GPS 衛星からの GPS 衛星信号を捕捉する捕捉処理が実行されて、当該 GPS 衛星信号のコード位相が測定される。そして、捕捉した GPS 衛星信号の信号強度に基づいて、当該捕捉衛星についての状態ベクトル「X」の位置補正処理で用いる測定誤差としての位置 R 値の初期値が設定され、当該初期値が設定された位置 R 値が、当該捕捉衛星からの GPS 衛星信号を捕捉処理した際の捕捉時諸量に基づいて変更される。

【 0 1 5 3 】

ここで、捕捉時諸量には、相関演算部 3 2 1 がインコヒーレント処理を行った際の積算時間（積算時間）と、メジャメント実測値を取得した時刻から現在までの経過時間（メジャメント取得基準時刻経過時間）と、コヒーレント処理及びインコヒーレント処理を行う際の周波数の掃引間隔（周波数掃引間隔）と、インコヒーレント処理で得られた積算相関値のピークの有無（ピーク有無）とが含まれる。

20

【 0 1 5 4 】

捕捉した GPS 衛星信号の信号強度に基づいて、観測値「Z」に含まれる測定誤差である位置 R 値の大凡の値を予想して初期値とした上で、上述した捕捉時諸量に基づいて位置 R 値の初期値を変更することで、位置 R 値に適切な値を設定することが可能となり、ひいては、測位精度を向上させることが可能となる。

【 0 1 5 5 】

また、本実施形態では、カルマンフィルタの観測値「Z」に基づいて、位置 R 値を変更することにしている。観測値「Z」が大きいほど、捕捉した GPS 衛星信号のコード位相の実測値と予測値との差が大きくなり、位置補正処理により得られた測位位置は精度の低いものとなる。しかし、観測値「Z」が大きいほど位置 R 値に大きな値を加算することで、位置 R 値に適切な値が設定され、位置補正が適切に行われるようになる。

30

【 0 1 5 6 】

さらに、本実施形態では、捕捉衛星の仰角と、XPR から決定される GPS 衛星信号の評価レベルとに基づいて、位置 R 値を変更する処理が行われる。そして、この場合の位置 R 値の加算量が、GPS 衛星信号の受信環境に応じて可変される。具体的には、受信環境が弱電界環境である場合は、同一の仰角及び評価レベルに対する位置 R 値の加算量を大きくし、受信環境が強電界環境である場合は、同一の仰角及び評価レベルに対する位置 R 値の加算量を小さくする。

40

【 0 1 5 7 】

このように、GPS 衛星信号の受信環境に応じて位置 R 値の変更量を可変することで、GPS 衛星信号の受信環境を考慮したより適切な位置 R 値を設定することができ、測位精度をより一層向上させることが可能となる。

【 0 1 5 8 】

#### 6 . 変形例

##### 6 - 1 . 電子機器

本発明は、測位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

50

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等についても同様に適用可能である。

【 0 1 5 9 】

6 - 2 . 衛星測位システム

上述した実施形態では、衛星測位システムとして 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 ( G L O b a l N A V i g a t i o n S a t e l l i t e S y s t e m )、G A L I L E O 等の他の衛星測位システムであってもよい。

【 0 1 6 0 】

6 - 3 . 処理の分化

測位演算部 3 3 が実行する処理の一部又は全部を、ホスト C P U 5 0 が実行することにしてもよい。例えば、ホスト C P U 5 0 が位置 R 値決定処理を行い、決定された位置 R 値を用いて、測位演算部 3 3 が測位処理を行うようにする。また、L S 測位処理及び K F 測位処理も含めて、測位演算部 3 3 が実行する処理全てをホスト C P U 5 0 が実行することにしてもよい。

10

【 0 1 6 1 】

6 - 4 . 評価レベルの決定

上述した実施形態では、X P R の算出及び評価レベルの決定をメジャメント取得演算部 3 2 が行うものとして説明したが、メジャメント取得演算部 3 2 が算出した X P R に基づいて、測位演算部 3 3 が評価レベルを決定することにしてもよい。

20

【 0 1 6 2 】

6 - 5 . 捕捉衛星信号の信頼度に基づく位置 R 値の変更

上述した実施形態では、X P R から決定した評価レベルに基づいて位置 R 値を変更するものとして説明したが、評価レベルを用いずに、X P R に基づいて直接位置 R 値を変更することにしてもよい。この場合は、X P R と位置 R 値加算量との対応関係を定めた X P R 対応位置 R 値変更用データを R O M 3 5 に格納しておき、当該 X P R 対応位置 R 値変更用データから読み出した位置 R 値加算量を位置 R 値に加算することで、位置 R 値を変更するようにする。

【 0 1 6 3 】

6 - 6 . 位置 R 値の加減算

また、上述した実施形態では、基準位置 R 値に値を加算していくことで位置 R 値を変更するものとして説明したが、加算の他に、基準位置 R 値から値を減算していくことで位置 R 値を変更することにしてもよい。この場合は、R O M 3 5 に格納されている位置 R 値変更用データそれぞれについて、位置 R 値加算量の代わりに位置 R 値加減算量を定めておき、基準位置 R 値に位置 R 値加算量を加算又は基準位置 R 値から位置 R 値減算量を減算していくことによって、位置 R 値を変更する。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 6 4 】

【 図 1 】 K F 測位処理の流れを示すフローチャート。

【 図 2 】 速度補正処理の流れを示すフローチャート。

【 図 3 】 位置補正処理の流れを示すフローチャート。

【 図 4 】 携帯型電話機の機能構成を示すブロック図。

【 図 5 】 積算相関値のピーク有無の判定方法の説明図。

【 図 6 】 X P R の算出方法の説明図。

【 図 7 】 R O M に格納されたデータの一例を示す図。

【 図 8 】 R A M に格納されたデータの一例を示す図。

【 図 9 】 基準位置 R 値設定用データのデータ構成例を示す図。

【 図 1 0 】 X P R 評価用データのデータ構成例を示す図。

【 図 1 1 】 X P R 評価対応位置 R 値変更用データのデータ構成例を示す図。

【 図 1 2 】 捕捉時所用時間対応位置 R 値変更用データのデータ内容を示す図。

40

50

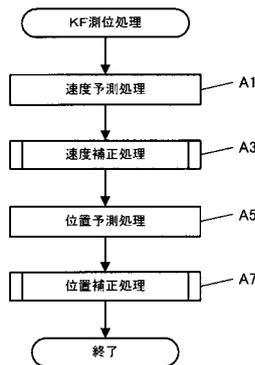
- 【図13】観測値対応位置R値変更用データのデータ内容を示す図。
- 【図14】仰角対応位置R値変更用データのデータ内容を示す図。
- 【図15】捕捉衛星別メジャメントデータのデータ構成例を示す図。
- 【図16】捕捉衛星別捕捉時諸量データのデータ構成例を示す図。
- 【図17】捕捉衛星別捕捉衛星信号信頼度情報データのデータ構成例を示す図。
- 【図18】捕捉衛星別仰角データのデータ構成例を示す図。
- 【図19】測位履歴データのデータ構成例を示す図。
- 【図20】ベースバンド処理の流れを示すフローチャート。
- 【図21】位置R値決定処理の流れを示すフローチャート。
- 【図22】従来の測位処理による実験結果の一例を示す図。
- 【図23】本実施形態の測位処理による実験結果の一例を示す図。

【符号の説明】

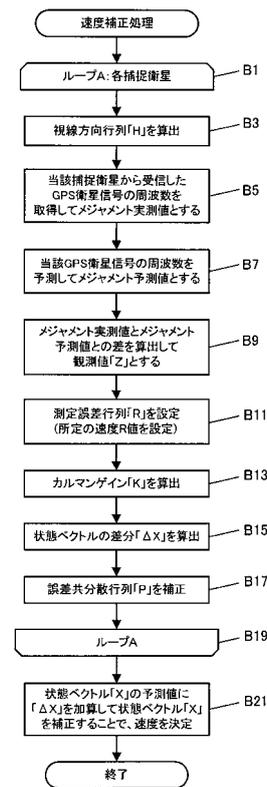
【0165】

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、 32 メジャメント取得演算部、 33 測位演算部、 35 ROM、 37 RAM、 40 TCXO、 50 ホストCPU、 60 操作部、 70 表示部、 80 携帯電話用アンテナ、 90 携帯電話用無線通信回路部、 100 ROM、 110 RAM

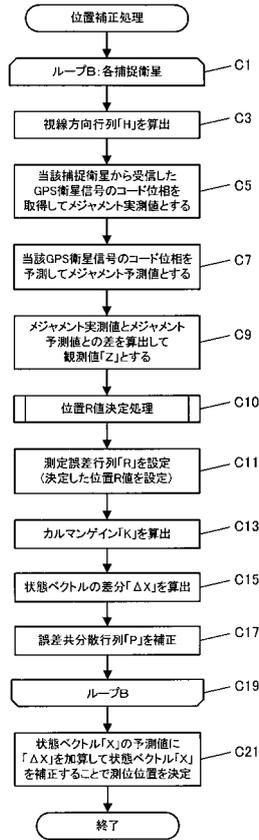
【図1】



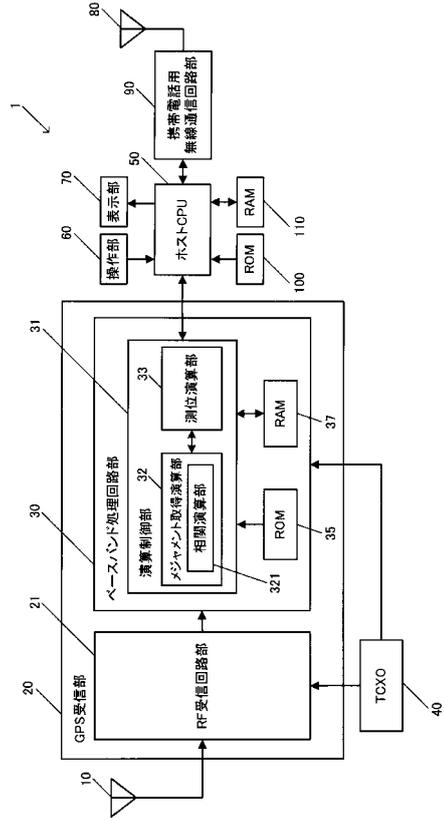
【図2】



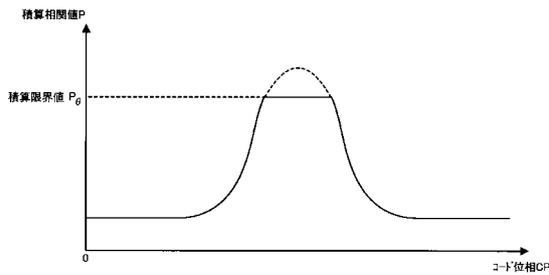
【図3】



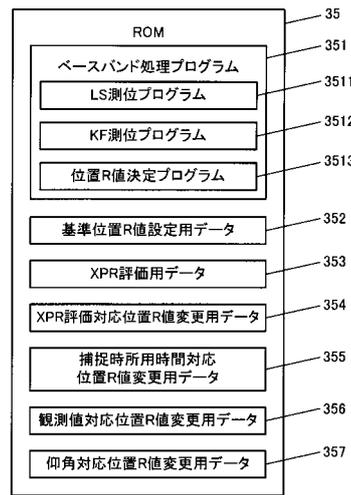
【図4】



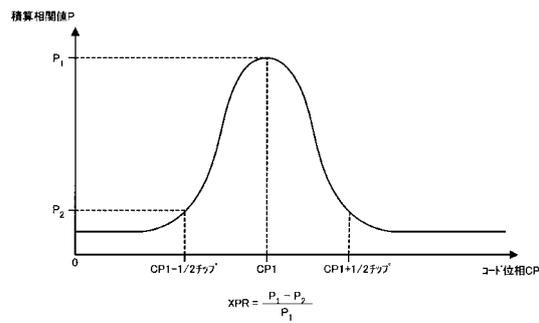
【図5】



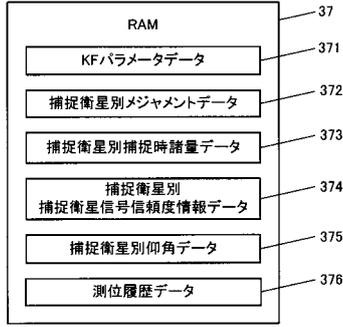
【図7】



【図6】



【図8】



【図10】

| XPR     | 評価レベル |
|---------|-------|
| ~0.1    | E     |
| 0.1~0.3 | D     |
| 0.3~0.5 | C     |
| 0.5~0.7 | B     |
| 0.7~    | A     |

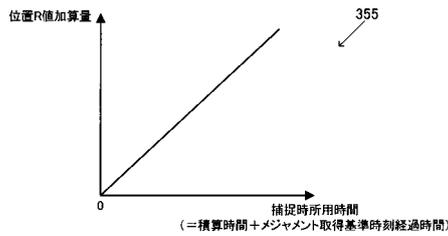
【図9】

| 信号強度[dBm] | 基準位置R値[m] |
|-----------|-----------|
| -130~-135 | 10        |
| -135~-140 | 25        |
| -140~-142 | 50        |
| -142~-145 | 100       |
| -145~-150 | 150       |
| -150~-155 | 200       |
| -155~-160 | 300       |

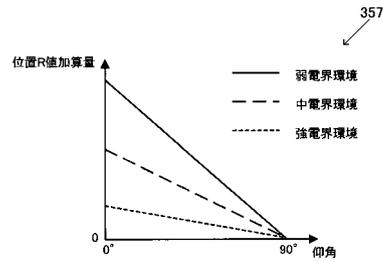
【図11】

|       | A | B   | C   | D   | E    |
|-------|---|-----|-----|-----|------|
| 弱電界環境 | 0 | +20 | +40 | +60 | +120 |
| 中電界環境 | 0 | +10 | +20 | +30 | +60  |
| 強電界環境 | 0 | +5  | +10 | +15 | +30  |

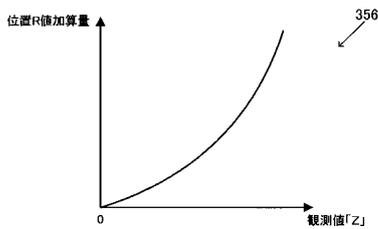
【図12】



【図14】



【図13】



【図15】

| 捕捉衛星 | メジャメント実測値     | メジャメント予測値     |
|------|---------------|---------------|
| S1   | (SFreq1,SCP1) | (EFreq1,ECP1) |
| S2   | (SFreq2,SCP2) | (EFreq2,ECP2) |
| S3   | (SFreq3,SCP3) | (EFreq3,ECP3) |
| S4   | (SFreq4,SCP4) | (EFreq4,ECP4) |
| .    | .             | .             |
| .    | .             | .             |

【図16】

|      |      |         |                   |             |      |             |
|------|------|---------|-------------------|-------------|------|-------------|
| 3731 | 捕捉衛星 | 捕捉時諸量   |                   |             | 3733 | 捕捉衛星信号信頼度情報 |
|      |      | 捕捉時間[s] | システム取得基準時刻経過時間[s] | 周波数掃引間隔[Hz] |      |             |
|      | S1   | 1.0     | 0.5               | 4.0         | 有り   |             |
|      | S2   | 1.0     | 0.5               | 0.2         | 有り   |             |
|      | S3   | 2.0     | 0                 | 50          | 無し   |             |
|      | S4   | 4.0     | 2.0               | 50          | 有り   |             |
|      | ...  | ...     | ...               | ...         | ...  | ...         |

【図17】

|      |             |       |
|------|-------------|-------|
| 3741 | 捕捉衛星信号信頼度情報 |       |
|      | XPR         | 評価レベル |
| S1   | 0.62        | B     |
| S2   | 0.71        | A     |
| S3   | 0.78        | A     |
| S4   | 0.45        | C     |
| ...  | ...         | ...   |
| ...  | ...         | ...   |

【図18】

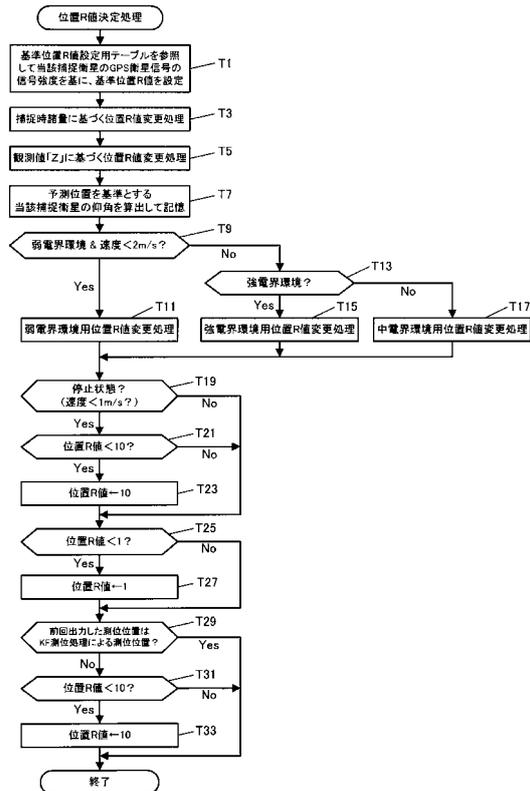
|      |      |
|------|------|
| 3751 | 3753 |
| 捕捉衛星 | 仰角   |
| S1   | 65°  |
| S2   | 48°  |
| S3   | 35°  |
| S4   | 52°  |
| ...  | ...  |
| ...  | ...  |

【図19】

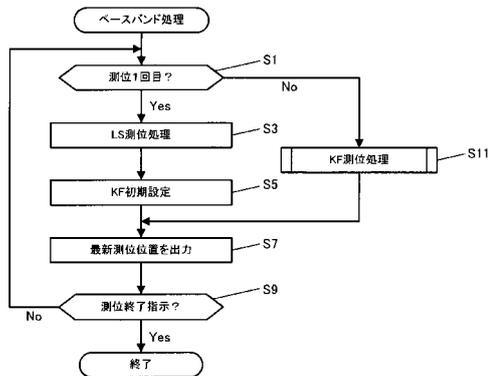
|      |     |            |
|------|-----|------------|
| 3761 | 時刻  | 測位位置       |
|      | t1  | (X1,Y1,Z1) |
|      | t2  | (X2,Y2,Z2) |
|      | t3  | (X3,Y3,Z3) |
|      | ... | ...        |

最新測位位置

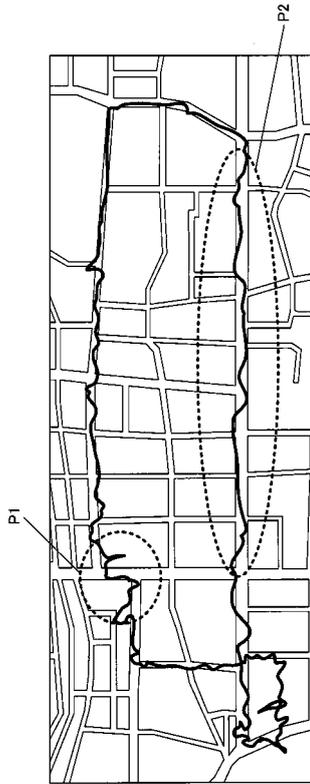
【図21】



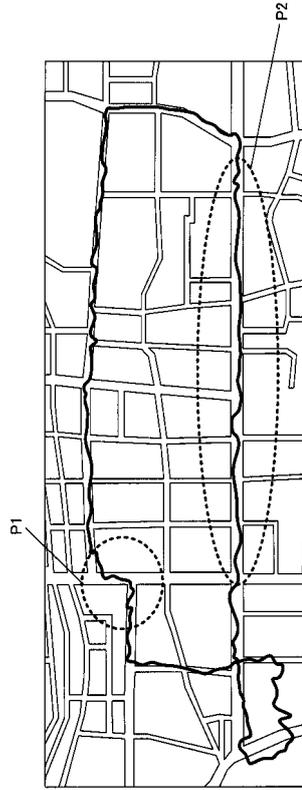
【図20】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】



---

フロントページの続き

審査官 山下 雅人

- (56)参考文献 特開2005 - 221374 (JP, A)  
特開2005 - 326283 (JP, A)  
特開2000 - 028380 (JP, A)  
特開平07 - 294269 (JP, A)  
特開2007 - 248271 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00 - 19/55  
G01C 21/00 - 25/04