

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5536295号
(P5536295)

(45) 発行日 平成26年7月2日 (2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014.5.9)

(51) Int.Cl.
GO1S 5/14 (2006.01)

F I
GO1S 5/14

請求項の数 29 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2001-230 (P2001-230)	(73) 特許権者	398012616 ノキア コーポレイション フィンランド エフイーエンーO2150 エスプー ケイララーデンティエ 4
(22) 出願日	平成13年1月4日 (2001.1.4)	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(65) 公開番号	特開2001-215270 (P2001-215270A)	(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(43) 公開日	平成13年8月10日 (2001.8.10)	(74) 代理人	100141162 弁理士 森 啓
審査請求日	平成19年12月25日 (2007.12.25)	(74) 代理人	100141254 弁理士 榎原 正巳
審査番号	不服2012-26076 (P2012-26076/J1)		
審査請求日	平成24年12月28日 (2012.12.28)		
(31) 優先権主張番号	20000017		
(32) 優先日	平成12年1月4日 (2000.1.4)		
(33) 優先権主張国	フィンランド (FI)		
(31) 優先権主張番号	20000139		
(32) 優先日	平成12年1月24日 (2000.1.24)		
(33) 優先権主張国	フィンランド (FI)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受信機を測位する方法、測位システム及び電子装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

測位手段 (S、MS) で受信機 (MS) を衛星測位する方法において、衛星 (SV1 ~ SV4) によって送信されかつ各衛星 (SV1 ~ SV4) に対する個々のコードによって形成されたコード変調信号が受信されるような方法であって、その位置が実質的に分かっている、少なくとも一つの基準点 (BS) が選択され、前記少なくとも一つの基準点の位置及び衛星 (SV1 ~ SV4) の衛星位置データに関する情報が測位手段 (S、MS) に送信され、少なくとも衛星測位に用いられる衛星 (SV1 ~ SV4) のそれぞれに関する衛星位置データ及び前記少なくとも一つの基準点の位置が受信機の衛星測位に用いられ、前記基準点 (BS) の位置が、該受信機 (MS) の衛星測位において該受信機 (MS) のデフォルト位置として用いられることを特徴とする受信機を衛星測位する方法。

10

【請求項 2】

前記衛星 (SV1 ~ SV4) と前記基準点との間の第1の距離 (k_m) は、衛星測位で用いられる各衛星から受信した信号の送信の瞬間 (ハットマーク付き T_{ToT}^k) を決定することにより、かつ前記信号を受信する瞬間における推定時間データ (ハットマーク付き T_{GPS}) を決定することによって決定され、ここで該推定時間データ (ハットマーク付き T_{PS}) は、送信の瞬間 (ハットマーク付き T_{ToT}^k) に送信遅延を加えることによって取得され、

前記衛星 (SV1 ~ SV4) と前記基準点との間の第2の距離 (k_p) は、前記推定時間データ (ハットマーク付き T_{GPS}) 及び衛星位置データに基づき前記信号の送信の瞬間

20

における衛星測位に用いられる各衛星（SV1～SV4）の位置を決定することによって推定され、そして、

前記受信機（MS）の位置（オーバーライン付き、ハットマーク付き x_u ）、並びに推定GPS時間（ハットマーク付き T_{GPS} ）と実GPS時間（ T_{GPS} ）との間の差は、繰り返しによる最小2乗平均の方法を用いて前記第1の距離（ k_m ）及び前記第2の距離（ k_p ）に基づき計算される、

ことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記距離は、ある特定の精度で時間の単位で計算され、前記距離に対して計算された値（ハットマーク付き N_{ms}^k ）が該ある特定の精度に対応している二つの値の間にある場合には、前記距離に対して計算された前記値（ハットマーク付き N_{ms}^k ）は、前記精度に対応している前記値の一つに丸められることを特徴とする、請求項2に記載の方法。

10

【請求項4】

変調に用いられる前記コードは、チップのセットで形成され、前記チップのセットで変調される信号は、コード変調で繰り返されるコード・シーケンスを構成し、各衛星の個々のコードに対応している基準コード（ $ref(k)$ ）は、前記コード・シーケンス及びそのコード位相（ $chip^k$ ）における変化を決定するために受信機（MS）で用いられ、衛星測位の瞬間の前のコード・シーケンスにおける変化の後に受信したチップの数（ N_{chip}^k ）及びコード位相（ $chip^k$ ）は、前記受信機（MS）で決定され、前記信号の送信の瞬間（ハットマーク付き T_{TOT}^k ）は、以下の方法、

20

【数1】

$$\hat{T}_{TOT}^k = T_{GPS} - \hat{N}_{ms}^k - N_{chip}^k - \Delta chip^k.$$

で決定され、ここで、 T_{GPS} は衛星からの信号を受信する瞬間の真の時間、ハットマーク付き N_{ms}^k は各衛星と該受信機との間の距離のミリ秒での計算値、 N_{chip}^k は最後の繰り返し時間の変更の後に受信された全てのチップの数、 $chip^k$ は衛星測位の瞬間における計測されたコード位相、 k は衛星指数であることを特徴とする、請求項3に記載の方法。

30

【請求項5】

各衛星（SV1～SV4）と前記基準点との間の距離（ハットマーク付き N_{ms}^k ）の決定に用いられる精度は、1ミリ秒であるべく選択されることを特徴とする、請求項3又は4に記載の方法。

【請求項6】

その方法では、少なくとも一つの限界値（ r 、 h ）は、前記受信機（MS）と前記基準点（BS）との間の最大距離として設定され、前記受信機（MS）に対して決定された位置が前記基準点からの前記最大距離よりも更に遠くなるならば、どの計算距離値（ハットマーク付き N_{ms}^k ）の丸めが原因で前記最大距離が超えられたかが検査され、この距離値は、それを前記精度に対応している前記二つの値の他のものに丸めることによって変更されることを特徴とする、請求項3、4または5のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項7】

前記基準点は、移動通信ネットワークの基地局（BS）であり、かつ前記衛星（SV1～SV4）に関する基準点の位置及び衛星位置データに関する情報は、前記測位手段（S、MS）に送信されることを特徴とする、請求項1から6のいずれか一項に記載の方法。

【請求項8】

また、前記移動局（MS）から3つ以上の基地局（BS、BS'、BS''）への信号の

50

伝搬の時間が決定され、かつ前記伝搬時間のデータは、少なくとも3つの基地局（BS、BS'、BS''）への時間における距離（d、d'、d''）を決定するために前記受信機（MS）へ送信され、前記距離（d、d'、d''）に基づき計算された前記受信機の位置は、前記基準点として選択されることを特徴とする、請求項7に記載の方法。

【請求項9】

また、前記移動局（MS）から二つ以上の基地局（BS、BS'、BS''）への信号の到達の角度（ θ 、 θ' 、 θ'' ）が決定され、かつ前記到達の角度（ θ 、 θ' 、 θ'' ）のデータは、少なくとも3つの基地局（BS、BS'、BS''）からの前記受信機（MS）の方位を決定するために、前記測位手段（S、MS）へ送信され、前記方位に基づき決定された前記受信機（MS）の位置は、前記基準点として選択されることを特徴とする、請求項7に記載の方法。

10

【請求項10】

また、前記移動局（MS）から少なくとも一つの基地局（BS、BS'、BS''）への信号の伝搬の時間及び到達の角度（ θ 、 θ' 、 θ'' ）が決定され、かつ前記信号伝搬時間及び前記到達の角度（ θ 、 θ' 、 θ'' ）は、少なくとも一つの基地局（BS、BS'、BS''）からの前記受信機（MS）の前記方位及び距離（d、d'、d''）を決定するために、前記測位手段（S、MS）へ送信され、前記方位及び距離（d、d'、d''）に基づき決定された前記受信機（MS）の前記位置は、前記基準点として選択されることを特徴とする、請求項7に記載の方法。

【請求項11】

20

衛星測位において、少なくとも4つの衛星（SV1～SV4）から送信された信号が利用されることを特徴とする、請求項1から8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

用いられる前記衛星（SV1～SV4）は、GPSシステムの衛星であることを特徴とする、請求項1から11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】

用いられる前記測位手段（S、MS）は、計算用サーバ（S）であり、データ伝送接続は、前記計算用サーバ（S）と前記受信機（MS）との間に設定されることを特徴とする、請求項1から12のいずれか一項に記載の方法。

【請求項14】

30

用いられる前記測位手段（S、MS）は、前記受信機（MS）であることを特徴とする、請求項1から12のいずれか一項に記載の方法。

【請求項15】

少なくとも測位手段（S、MS）と衛星（SV1～SV4）から送信されたコード変調信号を受信する手段（1、2a-2d）を含んでいる受信機（MS）とを備えている衛星測位システムにおいて、前記コード変調信号が、各衛星（SV1～SV4）に対する個々のコードによって形成されている衛星測位システムであって、前記測位手段（S、MS）は、その位置が実質的に分かっている、少なくとも一つの選択された基準点（BS）に関する位置データを受信する手段（S、10、11）と、前記衛星（SV1～SV4）の衛星位置データを受信する手段（S、10、11）と、少なくとも前記衛星位置データ及び前記少なくとも一つの基準点（BS）の位置に基づき前記受信機の位置を決定する手段（S、3）と、を備え、前記基準点（BS）の位置が、該受信機（MS）の衛星測位において該受信機（MS）のデフォルト位置として用いられることを特徴とする衛星測位システム。

40

【請求項16】

前記衛星測位で用いる前記衛星から受信した信号の送信の瞬間（ハットマーク付き $T_{k,T}^{o_T}$ ）を決定する手段（3、4）と、

前記信号を受信する瞬間における推定時間データ（ハットマーク付き T_{GPS} ）を決定する手段（3、10、11）と、ここで該推定時間データ（ハットマーク付き T_{GPS} ）は、送信の瞬間（ハットマーク付き $T_{k,TOT}^{k_{TOT}}$ ）に送信遅延を加えることによって取得され、

50

前記信号送信瞬間（ハットマーク付き T_{ToT}^k ）及び推定時間データ（ハットマーク付き T_{GPS} ）に基づき前記衛星（ $SV1 \sim SV4$ ）と前記基準点との間の第1の距離（ k_m ）を決定する手段（3）と、

前記推定時間データ（ハットマーク付き T_{GPS} ）及び衛星位置データに基づき前記信号の送信の瞬間において前記衛星測位に用いられる各衛星（ $SV1 \sim SV4$ ）の位置を決定することによって前記衛星（ $SV1 \sim SV4$ ）と前記基準点との間の第2の距離（ k_p ）を推定する手段（3）と、

繰り返しによる最小2乗平均の方法を用いて前記第1の距離（ k_m ）及び第2の距離（ k_p ）に基づき前記受信機（MS）の位置（オーバーライン付き、ハットマーク付き x_u ）並びに推定GPS時間（ハットマーク付き T_{GPS} ）と実GPS時間（ T_{GPS} ）との間の差を計算する手段（3）と、

を更に備えていることを特徴とする、請求項15に記載の衛星測位システム。

【請求項17】

前記距離が、ある特定の精度で時間の単位で計算され、前記距離に対して計算された値（ハットマーク付き N_{ms}^k ）が該ある特定の精度に対応している二つの値の間にある場合には、前記距離に対して計算された前記値（ハットマーク付き N_{ms}^k ）は、前記精度に対応している前記二つの値の一つに丸められることを特徴とする、請求項16に記載の衛星測位システム。

【請求項18】

変調に用いられるコードが、チップのセットで形成され、コード変調で繰り返される前記チップのセットで変調される信号で、コード・シーケンスが構成され、前記受信機（MS）は、基準コードを形成する手段（16）、前記基準コードに基づき衛星測位の瞬間の前のコード・シーケンスにおける変化の後に受信したチップの数（ N_{chip}^k ）及びコード位相（ $chip^k$ ）を決定する手段を備え、前記衛星測位の瞬間の前のコード位相の変化の後に受信したチップの数（ N_{chip}^k ）及びコード位相（ $chip^k$ ）は、前記受信機（MS）で決定されるように構成され、前記信号の送信の瞬間（ハットマーク付き T_{ToT}^k ）は、以下の方法、

【数2】

$$\hat{T}_{ToT}^k = T_{GPS} - \hat{N}_{ms}^k - N_{chip}^k - \Delta chip^k.$$

で決定され、ここで、 T_{GPS} は衛星からの信号を受信する瞬間の真の時間、ハットマーク付き N_{ms}^k は各衛星と該受信機との間の距離のミリ秒での計算値、 N_{chip}^k は最後の繰り返し時間の変更の後に受信された全てのチップの数、 $chip^k$ は衛星測位の瞬間における計測されたコード位相、 k は衛星指数であることを特徴とする、請求項17に記載の衛星測位システム。

【請求項19】

各衛星（ $SV1 \sim SV4$ ）と前記基準点との間の距離（ハットマーク付き N_{ms}^k ）の決定に用いられる精度が、1ミリ秒であるべく選択されることを特徴とする、請求項17又は18に記載の衛星測位システム。

【請求項20】

少なくとも一つの限界値（ r 、 h ）が、前記受信機（MS）と前記基準点（BS）との間の最大距離として前記測位手段（S、MS）において設定され、前記測位手段（S、MS）は、前記決定された距離を前記限界値（ r 、 h ）と比較する手段（3、7）と、前記受信機（MS）に対して決定された前記位置が前記基準点からの前記最大距離よりも更に

遠くなるならば、どの計算距離値（ハットマーク付き N_{ms}^k ）の丸めが原因で前記最大距離が超えられたかを検査する手段（３、７）と、を備え、この距離値は、それを前記精度に対応している前記二つの値の他のものに丸めることによって変更されるように構成されることを特徴とする、請求項１７、１８または１９のいずれか一項に記載の衛星測位システム。

【請求項２１】

前記基準点が、移動通信ネットワークの基地局（ＢＳ）であり、かつ前記衛星（ＳＶ１～ＳＶ４）に関する前記基準点の位置及び衛星位置データに関する情報は、前記基地局（ＢＳ）を介して前記測位手段（Ｓ、ＭＳ）に送信されることを特徴とする、請求項１５から２０のいずれか一項に記載の衛星測位システム。

10

【請求項２２】

前記測位手段（Ｓ、ＭＳ）が、また、その伝搬時間データが、前記受信機（ＭＳ）と少なくとも３つの基地局（ＢＳ、ＢＳ'、ＢＳ''）との間の時間における距離（ d 、 d' 、 d'' ）を決定するために計測される、伝搬時間データを受信する手段と、前記伝搬時間データに基づき前記受信機（ＭＳ）の位置を決定する手段と、を備え、前記基準点は、前記距離（ d 、 d' 、 d'' ）に基づき計算された前記受信機の位置であるべく選択されることを特徴とする、請求項２１に記載の衛星測位システム。

【請求項２３】

少なくとも４つの衛星（ＳＶ１～ＳＶ４）から送信された信号が前記衛星測位に用いられることを特徴とする、請求項１５から２２のいずれか一項に記載の衛星測位システム。

20

【請求項２４】

前記受信信号が、ＧＰＳシステムの衛星によって送信された信号であることを特徴とする、請求項１５から２３のいずれか一項に記載の衛星測位システム。

【請求項２５】

移動局機能を実行する手段として、アンテナ（１０）；無線部（１１）；コーデック（１４ａ）、スピーカ（１４ｂ）、及び／若しくはマイクロホン（１４ｃ）を含むオーディオ手段；ディスプレイ（１２）；並びに／又はキーパッド（１３）を備えていることを特徴とする、請求項１５から２４のいずれか一項に記載の衛星測位システム。

【請求項２６】

前記測位手段（Ｓ、ＭＳ）が、計算用サーバ（Ｓ）を備え、前記計算用サーバ（Ｓ）と前記受信機（ＭＳ）との間にデータ伝送接続が設定されることを特徴とする、請求項１５から２５のいずれか一項に記載の衛星測位システム。

30

【請求項２７】

前記測位手段（Ｓ、ＭＳ）が、前記受信機（ＭＳ）に構成されることを特徴とする、請求項１５から２５のいずれか一項に記載の衛星測位システム。

【請求項２８】

測位手段を有する衛星測位システムで用いられるように構成された電子装置（ＭＳ）において、衛星（ＳＶ１～ＳＶ４）によって送信されたコード変調信号を受信する手段（１、２ａ～２ｄ）を少なくとも備え、前記コード変調信号は、各衛星（ＳＶ１～ＳＶ４）に対して個々のコードで形成されている、電子装置（ＭＳ）であって、

40

基準コードに基づき衛星測位の瞬間の前のコード・シーケンスにおける変更の後で受信したチップの数（ N_{chip}^k ）及びコード位相（ $chip^k$ ）を決定する手段（１０、１１）と、前記チップ数のデータ及び前記コード位相のデータを前記測位手段へ送信する手段と、を備え、その位置が実質的に分かっている基準点（ＢＳ）の位置が、該電子装置（ＭＳ）の衛星測位において該電子装置（ＭＳ）のデフォルト位置として用いられることを特徴とする電子装置。

【請求項２９】

受信機（ＭＳ）を衛星測位するための測位手段（Ｓ、ＭＳ）を少なくとも備えている計算用サーバ（Ｓ）において、前記受信機（ＭＳ）は、衛星（ＳＶ１～ＳＶ４）から送信されたコード変調信号を受信する手段（１、２ａ～２ｄ）を備え、前記コード変調信号は、

50

各衛星（SV1～SV4）に対する個々のコードで形成されている計算用サーバであって、前記測位手段（S、MS）は、また、その位置が実質的に分かっている少なくとも一つの選択された基準点（BS）の位置データを受信する手段（S、10、11）と、前記衛星（SV1～SV4）の衛星位置データを受信する手段（S、10、11）と、少なくとも前記衛星位置データ及び少なくとも前記一つの基準点（BS）の位置に基づき前記受信機を衛星測位する手段（S、3）と、を備え、前記基準点（BS）の位置が、該受信機（MS）の衛星測位において該受信機（MS）のデフォルト位置として用いられることを特徴とする計算用サーバ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【表2】

（注）以下の記載の文中に現われる〔イ〕～〔ト〕は下記の記号を表わす

ものとする。

〔イ〕… \hat{T}_{ToT}^k

〔ロ〕… \hat{T}_{GPS}

〔ハ〕… $\bar{\hat{x}}_u$

〔ニ〕… \hat{N}_{ms}^k

20

〔ホ〕… $[\cdot]$

〔ヘ〕… \bar{x}_{SV}^k

〔ト〕… $\Delta\bar{\hat{x}}_u$

【技術分野】

【0002】

本発明は、添付した特許請求の範囲の請求項1の前提部分に示すような測位を実行する方法、添付した特許請求の範囲の請求項15の前提部分に示すような測位システム、添付した特許請求の範囲の請求項28の前提部分に示すような電子装置、並びに特許請求の範囲の請求項29の前提部分に示すような、計算用サーバに関する。

30

【背景技術】

【0003】

一つの知られた測位システムは、その内の最大12個が受信機で同時に視ることができる、20個の衛星よりも多くを現在カバーする、GPSシステム（全世界測位システム）である。これらの衛星は、例えば、衛星軌道情報データ並びに衛星の時間に関するデータを送信する。測位に用いられる受信機は、測位システムの数個の衛星から受信機に同時に送信される信号の伝搬の時間を計算することによってその位置を通常推測する。測位に対して、受信機は、位置を計算することができるために少なくとも4つの可視衛星の信号を典型的には受信しなければならない。

40

【0004】

GPSシステムで動作している各衛星は、1575.42MHzの搬送周波数で通称L1信号を送信する。また、この周波数は、 $f_0 = 10.23\text{MHz}$ とすると、 $154f_0$ としても示される。更に、衛星は、1227.6MHz、即ち $120f_0$ の搬送周波数でL2信号を送信する。衛星では、これらの信号は、少なくとも一つの擬似シーケンスで変調される。この擬似シーケンスは、各衛星に対して異なる。変調の結果として、コード変調広帯域信号が生成される。使用される変調技術は、送信に用いる搬送周波数は、実質的に同じであるが、異なる衛星によって送信された信号を受信機に分離させることを可能にする。この変調技術は、符号分割多元接続（CDMA）と呼ばれている。各衛星では、L1

50

信号を変調するために用いられる擬似シーケンスは、例えば、ゴールド(Gold)・コードが用いられるような、通称C/Aコード(粗(coarse)/捕捉(acquisition)コード)である。各GPS衛星は、個々のC/Aコードを用いて信号を送信する。コードは、1023ビットの二つの2進シーケンスの排他的論理和演算として形成される。最初の2進シーケンスG1は、多項式 $X^{10} + X^3 + 1$ で形成されかつ第2の2進シーケンスG2は、遅れが各衛星によって異なるように多項式 $X^{10} + X^9 + X^8 + X^6 + X^3 + X^2 + 1$ を遅らせることによって形成される。この構成は、異なるC/Aコードを類似するコード発生器で形成できるようにすることを可能にする。その結果、C/Aコードは、GPSシステムのチップ・レートが1.023MHzであるような2進コードである。C/Aコードは、1023チップを備えており、コードの繰り返し時間(epoch)は1ミリ秒である。L1信号の搬送周波数は、50ビット/秒のビット・レートでナビゲーション情報により更に変調される。ナビゲーション情報は、衛星の健康状態(health)、その軌道、時間データ等に関する情報を備えている。

10

【0005】

衛星は、それらの動作中それらの装置の状態を監視する。衛星は、装置においてたぶん発生した故障を検出しかつ報告するために例えば通称ウォッチ・ドッグ機能を用いることができる。故障及び機能障害は、瞬間的でありうるかまたは長い期間続きうる。健康状態データに基づき、故障のあるものは、たぶん補償されうるか、または故障した衛星により送信された情報は、完全に無視することができる。更に、4つよりも多い衛星の信号を受信することができるような状況では、異なる衛星から受信した情報は、異なって重み付けできる。そこで、信頼できないように思える衛星によってたぶんもたらされる計測における誤りを最小化することが可能である。

20

【0006】

衛星からの信号を検出しかつ衛星を識別するために、受信機は、信号で送信されるべきデータを受信しかつ復調することができるように、一度に受信機が各衛星の信号を探索しかつこの信号に同期されることを試みるような、同期化を実行しなければならない。

【0007】

測位受信機は、例えば、受信機がオンにされかつ受信機が長期間にわたり衛星から信号を受信することができないような状況にある場合にも、同期化を実行しなければならない。そのような状況は、例えば携帯装置において容易に発生しうる、なぜならば装置が移動しかつ装置のアンテナが衛星に関して最適な方向に常には向いていないので、装置に入力する信号の強度を弱めるからである。また、都市圏では、ビルディング(建造物)が受信されるべき信号に影響を及ぼし、そして更に、異なる伝搬経路、例えば衛星から直接(見通し内)及びビルディングからの反射を介して送信信号が受信機に入力するような、通称マルチパス伝搬が発生しうる。このマルチパス伝搬は、同じ信号が異なる位相を有するいくつかの信号として受信されるということをもたらし。

30

【0008】

測位構成は、二つの主要機能を有する。

1. 受信機と異なるGPS衛星との間の擬似レンジ(pseudorange)を計算する機能。
2. 計算された擬似距離及び衛星の位置データを用いることにより受信機の位置を決定する機能。その時における衛星の位置データは、衛星から受信した衛星軌道情報及び時間修正データに基づき計算することができる。

40

【0009】

時間が受信機において正確には分からないので、衛星までの距離は、擬似距離と称される。そこで、位置及び時間の決定は、十分な精度が時間及び位置に関して達成されるまで繰り返される。時間は、絶対精度で分からないので、位置及び時間は、例えば各新しい繰り返しに対して一組の式を線形化することによって決定されなければならない。

【0010】

擬似レンジは、異なる衛星からの信号の逆相対伝搬遅延差を計測することによって計算することができる。受信機が受信信号と同期化された後、信号で送信された情報を決定す

50

ることができる。

【0011】

ほとんど全ての既知のGPS受信機は、コードの捕捉及び同期保持(tracking)に対して相関方法を用いる。基準コード $ref(k)$ 、即ち、異なる衛星の擬似シーケンスは、測位受信機に記憶されるか又は局所的に発生される。受信信号は、中間周波数への変換(ダウンコンバージョン)の対象となり、その後で受信機は、受信信号に記憶された擬似シーケンスを乗算する。乗算の結果として形成された信号は、積分されるか又はロー・パス・フィルタリングされ、ここにおいて結果は、受信信号が衛星から送信された信号を含んでいるかどうかに関する情報である。受信機で実行されるべき乗算は、毎回、受信機に記憶された擬似シーケンスの位相がシフトされるような方法で繰り返される。正しい位相は、相関結果が最大である場合には、正しい位相が見出されるような方法で相関結果から導き出されるのが好ましい。そこで、受信機は、受信信号と正確に同期化される。

10

【0012】

コードの捕捉の後に、周波数の微調整及び位相同期が続く。また、この相関結果は、GPS信号で送信された情報も示す。

【0013】

上記捕捉及び周波数調整処理は、受信機で受信される衛星の各信号に対して実行されなければならない。一部の受信機では、多数の受信チャネルが存在しうるし、その目的は、一度に各受信チャネルを一つの衛星の信号に同期化させかつ衛星によって送信された情報を見出すことである。

20

【0014】

測位受信機は、衛星によって送信された情報を受信しかつ受信情報に基づき測位を実行する。測位を実行するために、受信機は、 x 、 y 、 z 座標及び時間データを見出すことができるように、少なくとも4つの異なる衛星によって送信された信号を受信しなければならない。受信ナビゲーション情報は、メモリに記憶され、この記憶された情報の、例えばそれら衛星の衛星軌道情報データを用いることができる。

【0015】

特に移動受信機の測位を調整するために通称差動測位DGPSが開発されている。そこで、測位受信機は、前記4つの衛星から信号を受信しかつまた様々な誤差を除去するために基準受信機による測位も用いる。基準受信機は、典型的には静止しており、かつその位置が分かっている。

30

【0016】

図1及び図2は、原理図、4つの衛星SV1, SV2, SV3, SV4によって送信された信号による測位及び測位受信機MSにおける基準受信機BSを示す。GPSシステムでは、衛星は、衛星軌道情報データ及び時間データを送信し、これに基づき測位受信機が一度に衛星の位置を決定するために計算を行うことができる。これらの衛星軌道情報データ及び時間データは、サブフレームに更に分割されるフレームで送信される。図3(a)は、そのようなフレーム構成FRの例を示す。GPSシステムでは、各フレームは、300ビットを備えている5つのサブフレームに分割される1500ビットを備えている。1ビットの送信は、20ミリ秒かかるので、各サブフレームの送信は、6秒かかり、そしてフレーム全体は、30秒で送信される。サブフレームは、1から5まで番号付けされる。各サブフレーム1では、例えば時間データが送信され、サブフレームの送信の瞬間及びGPSシステムの時間に関する衛星クロックの偏差に関する情報を知らせる。

40

【0017】

サブフレーム2及び3は、衛星軌道情報データの送信に用いられる。サブフレーム4は、世界時データ(UTC、協定世界時)のような、他のシステム情報を含む。サブフレーム5は、全ての衛星の暦データの送信に向けられる。これらのサブフレーム及びフレームのユニットは、25フレーム、即ち125サブフレームを備えているGPSナビゲーション・メッセージと称される。そこで、ナビゲーション・メッセージの長さは、12分30秒である。

50

【 0 0 1 8 】

G P Sシステムでは、時間は、週の始めから秒で計測される。G P Sシステムでは、週の始めの瞬間は、土曜日と日曜日との間の真夜中である。送信される各サブフレームは、サブフレームが送信されたときにG P S週の瞬間に関する情報を含む。そこで、時間データは、ある一定のビットの送信の瞬間、即ち、G P Sシステムでは、サブフレームにおける最後のビットの送信の瞬間を示す。衛星では、時間は、高精度原子クロノメーターで計測される。これにもかかわらず、各衛星の動作は、G P Sシステムの制御センター（図示されていない）で制御され、そして例えば、時間比較は、衛星におけるクロノメーター誤差を検出しかつこの情報を衛星に送信するために実行される。

【 0 0 1 9 】

受信機では、受信信号の送信の瞬間〔イ〕は、例えば以下の用法で決定することができる。

【数 3】

$$\hat{T}_{TOT}^k = TOW^k + N_{bit}^k + N_{ms}^k + N_{chip}^k + \Delta chip^k \quad (1)$$

ここで、

TOW^k = 最後に受信したサブフレームに含まれる時間データ（週の時間）、

N_{bit}^k = 時間データに対応するビットの最後のビット、即ち、時間データを含んでいる最後に受信したサブフレームの最後のビットの後で受信したビットの数に対応する、ミリ秒での、時間、

N_{ms}^k = 最後に受信したビットの受信から経過した、ミリ秒での、時間、

N_{chip}^k = 最後の繰り返し時間の変更の後に受信した全てのチップの数（0 から 1 0 2 2 ）

、

$chip^k$ = 測位の瞬間における計測されたコード位相及び

k = 衛星指数（satellite index）。

【 0 0 2 0 】

添付した図 3（b）は、測位の瞬間に受信する信号の送信の瞬間を推定するために用いる、この式、及びその異なる項を示す。例えば、一つのコード・シーケンスが 1 0 2 3 のチップを備えており、それらを正確に示すことはあまり意味が無いので、図 3（b）が実際の状況に関して簡略化されていることは、明らかである。測位の瞬間は、基準 S M で示される一点鎖線によって示されている。

【 0 0 2 1 】

受信機の局所発振器で形成された、受信機の局所基準時間がこれらの値に基づき G P S 時間に結合されるので、監視されるべき各信号に対する受信信号の送信の時間を計算することは、重要である。更に、各衛星が同じ瞬間に実質的に同じチップを送信するので、異なる衛星から受信した信号の異なる伝搬時間は、これらの計測値から導き出すことができる。異なる衛星のタイミングにおいて多少の差が存在しうるが、既に上述したように、これらは、監視され、かつ誤差情報が G P S ナビゲーション・メッセージで送信される。

【 0 0 2 2 】

良好な受信条件下でかつ有利な衛星の位置が用いられる場合には、ユーザの位置及び時間誤差を非常に正確に解決することができる。良好な衛星の位置は、測位に用いられるべき衛星が、受信機から見て、それらが明らかに異なる方向に位置決めされる、即ち、異なる衛星から送信される信号が受信機に入力するような立体角が、互いに明らかに異なるような方法で選択されるということを意味する。

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 2 3 】

しかしながら、受信信号が弱いような状況では、ナビゲーション・メッセージに含まれる受信情報を必ずしも利用することができない。そこで、搬送周波数信号に対して実行さ

10

20

30

40

50

れる唯一の使用可能な計測は、チップの数及びコード位相である。しかしながら、受信機が適当な衛星軌道情報データを有しておらずかつ利用可能な基準クロノメーターがないならば、位置は、チップの数及びコード位相に基づいてだけでは計算することができない。更に、古い衛星軌道情報データは、衛星に対する十分に正確な位置を与えず、測位の精度が損なわれる。最悪の場合には、受信機は、利用可能なナビゲーション・データがなく、それは式(1)による信号送信時間の計算を行うことができないしかつ測位が失敗するということを意味する。対応する方法では、基準クロノメーターの欠如は、利用可能な衛星軌道情報データが存在しても、従来技術の方法でGPS時間を推定することを不可能にする。これは、測位を実行するために、受信信号が衛星から送信された別のソースから衛星軌道情報データを検索しなければならないということの意味する。

10

【0024】

本発明の目的は、信号強度があまりにも弱いのでナビゲーション情報を受信することができないような場合にも受信機を測位するための改良された方法を提供することである。また、本発明の目的は、測位受信機を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明は、測位受信機が通信する移動通信ネットワークのような、通信ネットワークが測位に用いられるというアイデアに基づくものである。そこで、基地局のような、ある一定のアクセス・ポイントの周辺に測位受信機があるということを考慮に入れることができる。更に、この基地局の位置が分かっている。そこで、この基地局は、測位受信機にとって測位に必要である情報を送信するために用いることができる。本発明による方法は、特許請求の範囲の請求項1の特徴部分に記載されていることを特徴とする。本発明による測位システムは、特許請求の範囲の請求項15の特徴部分に記載されていることを特徴とする。本発明による電子装置は、特許請求の範囲の請求項28の特徴部分に記載されていることを特徴とする。本発明による計算用サーバは、特許請求の範囲の請求項29の特徴部分に記載されていることを特徴とする。

20

【0026】

本発明は、従来技術の方法及び測位装置と比較した場合に重要な利点を達成するために用いることができる。本発明の方法を適用することにより、ナビゲーション情報を適切に又は全く受信できない場合にも測位を実行することができる。更に、本発明の好ましい実施例による方法では、測位における起こりうる丸めの誤差の影響を測位に対応すべく検出しかつ修正することができる。

30

【0027】

本発明の好ましい実施例による方法では、測位に必要なアルゴリズムが通信ネットワークと通信している計算用サーバで主に実行され、計算処理は、従来技術の解決策におけるよりも相当速く実行することができる。

【0028】

更に、本発明の好ましい実施例によるネットワーク・ベースの実現は、ネットワーク支援型受信機に関してなお更なる利点を有する。測位計算処理が受信機の代わりに通信ネットワークで実行される場合には、通信ネットワークは、受信機に、衛星軌道情報データのような、測位に用いられる支援データを送信する必要がない。そこで、データ送信の低減された必要性は、また、通信ネットワークの負荷をも低減する。

40

【0029】

ある状況では、第1の測位(TTF、タイム・トゥ・ファースト・フィックス(time to first fix))は、例えば、測位受信機のオンをした後で、ネットワーク支援の実現におけるよりもネットワーク・ベースの実現において、より速くすることができるが、その理由は、ネットワーク・ベースの実現において、測位受信機は、測定したチップ及びコード位相測定結果を計算用サーバに送信することが必要なだけである。これらの測定結果の送信は、通信ネットワークから測位受信機までの支援データの送信よりもかなり少ないビットしか必要としない。特に、通信ネットワークがロードされるならば、支援データが

50

ネットワークで遅延される場合には、ネットワーク支援型方法の測位を遅延させることができる。代わりに、ネットワーク・ベースの実現において、サーバが測位受信機からチップ及びコード位相測定値を受信した直後に測位を実質的に計算することができる。これは、実質的に有利である。特に緊急事態において、受信機の計算された位置が実質的に直ぐに分かりかつ測位受信機からのそれを待つ必要がない。

【 0 0 3 0 】

更に、ネットワーク・ベースの実現は、最新の衛星軌道情報データを用いることとしてたぶん D G P S 修正でさえも用いることが常に可能であるという利点を有する。

【 0 0 3 1 】

以下、添付した図面を参照して本発明を詳細に説明する。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 2 】

図 5 の測位受信機において、第 1 のアンテナ 1 を介して受信すべき信号は、変換器ブロック 2 a - 2 d において中間周波数又は直接ベースバンド周波数に変換されるのが好ましい。図 5 の受信機 M S は、それぞれが個別の変換器ブロック 2 a - 2 d を有している、4 つの受信チャンネルを備えているが、ここに示されたものとは異なる数のチャンネルが存在するという事は、明らかである。

変換器ブロック 2 a - 2 d において中間周波数又は直接ベースバンド周波数に変換された信号は、90 度の位相差を有する I 及び Q 成分として知られる、2 つの成分を備えている。中間周波数に変換されたこれらのアナログ信号成分は、デジタル化される。デジタル化において、信号成分の各チップから少なくとも一つのサンプルが取られる。即ち、GPS システムでは、少なくとも 1, 0 2 3, 0 0 0 のサンプルが一秒間に取られる。更に、デジタル信号の I 及び Q 成分は、第 1 の数値制御型発振器 5 (N C O) によって形成された信号で乗算される。第 1 の数値制御型発振器 5 のこの信号は、ドップラー効果による周波数偏差又は受信機 (図示されていない) の局所発振器における周波数誤差を修正することを意図する。変換器ブロック 2 a - 2 d で発生された信号は、参照記号 Q (a) , I (a) - Q (d) , I (d) で図 5 に示されかつデジタル信号処理装置 3 に導かれるのが好ましい。また、一度に受信されるべき衛星のコード変調に用いられるコードに対応している基準コード r e f (k) もブロック 1 6 において発生される。受信機 M S は、同期化の後の動作において用いられるべき、各受信チャンネルで受信すべき衛星の信号のコード位相及び周波数偏差を見出すために例えばこの基準コード r e f (k) を用いる傾向がある。

20

30

【 0 0 3 3 】

制御ブロック 7 は、例えば、必要に応じて、それによって数値制御型発振器 5 の周波数が調整される、コード位相検出器 9 を制御するために用いられる。この説明では同期化は、詳細に検討されていないが、そのようなことは従来技術で知られている。受信チャンネルがどの衛星 S V 1、S V 2、S V 3、S V 4 の信号とも同期化された後、検出を開始することが可能でありかつ必要に応じて、信号で送信されたナビゲーション情報の記憶を開始することができる。デジタル信号処理装置 3 は、メモリ 4 に好ましくはナビゲーション情報を記憶する。本発明の第 1 の好ましい実施例による方法では、このナビゲーション情報は、検出及び記憶される必要がないが、しかし測位受信機 M S は、衛星から受信した信号のチップ及びコード位相を決定しなければならない。

40

【 0 0 3 4 】

また、測位受信機 M S は、第 2 のアンテナ 1 0、無線部 1 1 のような、移動局、コーデック 1 4 a、スピーカ 1 4 b、及びマイクロホン 1 4 c、のようなオーディオ手段、ディスプレイ 1 2、及びキーパッド 1 3 の動作を実行する手段を備えている。

【 0 0 3 5 】

チップ及びコード位相の決定は、全ての受信チャンネルに対して実質的に同時に実行されるのが好ましく、信号を受信する瞬間は、各受信チャンネルで実質的に同じである。測位受信機 M S は、好ましくは、計算用サーバがチップ及びコード位相情報を要求する場合には

50

、決定の後、又はユーザによって入力された、測位コマンド等による起動によるかのいずれかで通信ネットワークへ基地局BSを介して衛星の決定されたチップ及びコード位相情報を送信する。

【0036】

測位を実行することを望む場合には、必要なナビゲーション情報が計算用サーバSで利用可能であるかを計算用サーバSで検査するのが好ましい。ナビゲーション情報が無いか又は充分ではないならば、計算用サーバSは、要求されたナビゲーション情報のどれがその時に計算用サーバSで利用可能ではないのかを検査するのが好ましい。

【0037】

欠落情報が測位受信機MSのチップ及びコード位相情報であるならば、計算用サーバSは、測位受信機MSにチップ及びコード位相情報を送信することを要求する。これは、更に測位受信機MSへ要求を送信する基地局へ、例えば移動交換センターMSCを介して、計算用サーバSが通信ネットワークに要求を送信するような方法で、例えば、実行することができる。

【0038】

欠落情報が衛星の衛星軌道情報データであるか又は衛星の位置及び/又は時間に関する他の情報であるならば、計算用サーバSは、通信ネットワークに欠落情報を送信することを要求する。この情報は、例えば、衛星測位システムに対する制御センター（図示されていない）から送信することができる。

【0039】

計算用サーバSで利用可能なナビゲーション情報が十分ある場合には、受信信号の送信の瞬間は、式1に基づき計算されるのが好ましい。しかしながら、十分にナビゲーション情報が受信されないならば、本発明の好ましい実施例による方法では、受信信号の送信の瞬間は、受信信号のコード位相の変更の後で受信したチップの数 N_{chip}^k 及びコード位相 $chip^k$ 、並びに計算用サーバSにおけるナビゲーション情報に基づき決定される。

【0040】

原則として、位置は、いくつかの異なる方法によって計算することができるが、ここでは一つの方法だけ、最小2乗平均（LMS）法を示す。簡単のために、衛星SV1、SV2、SV3、SV4クロック・バイアスの除去、電離層補正（ionosphere correction）、等のような基本的動作は、ここでは無視される。更に、先の測位データは、受信機では利用可能ではなくかつ全ての計測は、同じ瞬間に実行される、即ち、サンプリングは、各受信チャンネルで同じ瞬間に並行して実行されると想定される。受信信号は、メモリに記憶され、それらの更なる処理は、異なる時に実行することができる。

【0041】

以下、本発明の第1の好ましい実施例による方法の動作を、図1、図3（b）及び図4を参照して説明する。この段階では、基準クロック15は、比較的正確でかつ周波数安定であると想定される。この基準クロックは、例えば、受信機MSの実時間クロック（RTC）によって形成されるか、又は外部クロック（図示されていない）によっても形成することができるか、又は時間データは、移動通信ネットワークのような、外部ネットワークから取得することができる。

【0042】

式（1）によれば、送信時間TOTの決定は、5つの要素を備え、その最後の二つだけ、即ちコード位相の変更後に受信したチップの数 N_{chip}^k 及びコード位相 $chip^k$ を受信される信号の強度が低いような状況で決定することができる。これら二つのパラメータは、同じコードが1コード位相の間隔（＝1ミリ秒）で繰り返されるので、異なる衛星SV1、SV2、SV3、SV4の信号におけるチップ・レベルでの差（＜1ミリ秒）を計測するためにだけ用いることができる。各衛星と受信機との間の距離は、かなりの程度まで変化することができるので、異なる衛星から受信する信号の伝搬時間は、かなり異なり、10ミリ秒よりもさらに大きい。そこで、チップ・レベルでの差の決定は、十分ではない。1ミリ秒の時間は、信号が光の速度で約300kmの距離を実質的に伝搬していることを

10

20

30

40

50

意味する。対応して、１チップ（約１マイクロ秒＝１ミリ秒／１０２３）は、約３００メートルを意味する。

【００４３】

そのような状況では、異なる受信チャネルでのミリ秒での差は、衛星ＳＶ１、ＳＶ２、ＳＶ３、ＳＶ４と受信機ＭＳとの間の距離に基づき決定されなければならない。一般的な場合には、しかしながら、受信機ＭＳの推定位置は、必ずしも分からない。その代り、図１及び２のシステムでは、受信機ＭＳの位置を、基地局ＢＳのような、選択された基準点の位置により推定することができる。そこで、基準点の位置に関する情報、衛星ＳＶ１、ＳＶ２、ＳＶ３、ＳＶ４の衛星軌道情報データ、及び時間データを、基地局ＢＳから計算用サーバＳへ送信することができる。ＧＳＭ移動通信システムでは、移動局と移動局が一度に通信する基地局との距離は、通常、約３０ｋｍよりも長くはない。そこで、受信機ＭＳは、基地局ＢＳの位置からこの３０ｋｍの半径内にあると想定することができる。そこで、基地局に衛星から送信される信号の伝搬時間（図４において参照記号Ｄ１で示される）と、衛星から測位受信機までの伝搬時間（図４において参照記号Ｄ２で示される）とは、約１００マイクロ秒よりも多くは変わらない。測位受信機ＭＳと基地局ＢＳとの間の距離は、伝搬時間の点からみて、基地局ＢＳの有効範囲においてあまり変わらないが、ここでは測位受信機において及び基地局ＢＳにおいて同じ衛星の信号を受信する瞬間に１ミリ秒よりも小さい差が存在するということが想定されうる。これは、添付した図４に示される。そこで、距離は、以下のように１ミリ秒の精度で計算することができる。

【数４】

$$\hat{N}_{ms}^k = \left\lfloor \frac{\|\bar{x}_{sv}^k - \tilde{x}_u\|}{c} \right\rfloor \times 1000ms \quad (2)$$

ここでマーキング〔ホ〕は、最も近い整数に丸めることを示し、かつ変数の上の線は、それがベクトルであるということを示す。そこで、基地局ＢＳと測位受信機ＭＳとの両方の点からみて同じ結果が得られる。ＧＰＳ時間の推定値〔ロ〕は、基地局ＢＳから計算用サーバＳへ送信される。このＧＰＳ時間データが非常に正確であるならば、衛星の位置を非常に正確に計算することも可能であり、必ずしも分からないが、主に測位受信機ＭＳと基地局ＢＳとの間の距離により誤差が、測位において生じうる。

【００４４】

式２による距離〔二〕のミリ秒での計算が全ての受信チャネルに対して実行された後、信号の送信の瞬間を以下の式に基づき推定することができる。

【数５】

$$\hat{T}_{ToT}^k = T_{GPS} - \hat{N}_{ms}^k - N_{chip}^k - \Delta chip^k \quad (3)$$

【００４５】

どの衛星からの信号の送信の瞬間の測定値でも、基準時間として選択することができる。この後、信号を受信する瞬間における衛星時間、即ちＧＰＳ時間〔ロ〕は、推定伝送遅延、即ち、衛星から受信機までの信号伝搬時間を、基準時間として選択された測定に基づき取得した送信時間ＴｏＴに加えることによって推定することができる。送信遅延に通常用いる推定値は、７０ミリ秒である。

【数 6】

$$\hat{T}_{GPS} = \hat{T}_{ToT}^k + 0.070 \quad (4)$$

【 0 0 4 6 】

G P S 時間の予備決定後、測定された擬似距離は、G P S 時間の推定から計算された信号送信瞬間を減らすことによりかつ以下の方法で結果を光の速度と乗算することにより決定することができる。

10

【数 7】

$$\rho_m^k = (\hat{T}_{GPS} - \hat{T}_{ToT}^k) c \quad (5)$$

【 0 0 4 7 】

ここで c は、真空中の光の速度を表し、上付き文字 k は、その信号から計測値が導かれる衛星（即ち、1 から 4）を表し、そして下付き文字 m は、問題の擬似距離が推定されるのではなく、測定されることを表す。

20

【 0 0 4 8 】

推定擬似距離は、ユーザの受信機の位置〔八〕並びに推定された送信の瞬間における衛星の位置〔へ〕（〔ロ〕）に関して計算される。ユーザのデフォルト位置として移動局がその時に通信する基地局の位置が選択される。衛星の位置は、それ自体知られた式により時間の関数として計算される。ここでは、簡単のために、これらの推定擬似距離は、推定擬似距離が、推定 G P S 時間及びユーザの推定位置だけに基づくということを表すために、以下の式で表される。

【数 8】

$$\rho_p^k = f(\hat{T}_{GPS}, \bar{x}_u) \quad (6)$$

30

式（6）では、項 f は、（強い）非線形関数を表し、下付き文字 p は、それが問題の推定であるということを表し、そして〔八〕は、変数の上の線が、それがベクトルであるということを示すような、ユーザの推定位置を表す。

【 0 0 4 9 】

ユーザの位置〔八〕並びに、推定 G P S 時間と実 G P S 時間との間の差は、例えば繰り返しにより最小 2 乗平均の方法によって計算することができる。この方法は、それ自体知られている。最小 2 乗平均の方法では、以下の式の組が解かれる。

40

【数 9】

$$\rho_m^k = \|\bar{x}_{SV}^k - \bar{x}_u\| + ct_u, \quad k = 1 \dots M \quad (7)$$

【 0 0 5 0 】

目的は、M 回の測定に最も適する位置データ〔八〕及び時間誤差 t_u を見つけること

50

である。この式の組の答は、それ自体線形である。

【数 1 0】

$$\begin{bmatrix} \Delta \hat{x}_u \\ \Delta t_u \end{bmatrix} = (H^T H)^{-1} H^T \Delta \bar{\rho} \quad (8)$$

ここで、

【数 1 1】

10

$$\Delta \bar{\rho} = \bar{\rho}_m^k - \bar{\rho}_p^k, \quad k = 1 \dots M \quad (9)$$

〔ト〕は、位置補正ベクトル、

t_u は、時間誤差補正、及び

Hは、点〔ハ〕における推定擬似距離の線形化されたヤコビアン行列である。

【0 0 5 1】

最小二乗平均の方法によって与えられる解は、平方誤差の和 (the sum of squared errors; SSE) の点からみて最適である。この平方誤差の和は、以下の式で推定することができる。

20

【数 1 2】

$$SSE \equiv \left(\Delta \bar{\rho} - H \begin{bmatrix} \Delta \hat{x}_u \\ \Delta t_u \end{bmatrix} \right)^T \left(\Delta \bar{\rho} - H \begin{bmatrix} \Delta \hat{x}_u \\ \Delta t_u \end{bmatrix} \right) \quad (10)$$

【0 0 5 2】

項を再構成しかつ項に対して多少異なる表示を用いることにより、式(7)は、以下のよう

30

【数 1 3】

$$\rho_m^k(T_{GPS}) = \left\| \bar{x}_{SV}^k(\hat{T}_{GPS}) - \bar{x}_u \right\| + ct_u, \quad k = 1 \dots M \quad (11)$$

【0 0 5 3】

括弧は、項が括弧で表されるパラメータに基づくということを示す。そのような表示を用いて、測定擬似距離はGPS時間の関数であり、残りは推定GPS時間の関数であるということが明らかに理解できる。そこで、測定に基づき推定GPS時間と真のGPS時間との間の時間差を計算することができ、そこでまた、受信機を実GPS時間に同期させることもできる。受信機の時間誤差は、以下の式による時間差としてここでは表すことができる。

40

【数 1 4】

$$\Delta t_u \equiv \Delta T = T_{GPS} - \hat{T}_{GPS} \quad (12)$$

50

ここで t_u は、推定（又は計算）クロノメーター誤差でありそして T は、推定時間（ τ ）と真の GPS 時間 T_{GPS} との間の実クロノメーター誤差である。

【0054】

ここで、この時間差は、推定 GPS 時間を補正するために計算用サーバ S で利用することができ、その後、特に計算時間差がかなり大きいような状況においてより良い測位を取得するために衛星の位置を再計算することができる。

【0055】

上記式 2 で表されるような、距離の計算は、ある場合に、丸め誤差をもたらさう。例えば、丸めの前のミリ秒における計算距離が次の整数に近くかつ受信機 MS が基地局 BS に近いならば、これは、ほぼ 1 ミリ秒の誤差を結果としてもたらさう。これは、受信機と衛星との間の距離の計算において 300 km もの誤差を生じる結果となりえて、受信機の測位をかなりの程度ゆがめることになる。ある場合には、この誤差は、受信機が数十キロメートルの高さにあるか又は地球の深い位置にあるということを示す、受信機の位置に対して計算された高さデータで検出することができる。このように、誤差は、容易に検出することができる。しかしながら、これが常にそうであるとは限らない。本発明の好ましい実施例による方法は、その位置がかなりの精度で分かっている基地局 BS に受信機 MS が近いという情報を利用する。そこで、受信機 MS に対して計算される位置データ内に限界を設けることができる。この限界は、地球表面の方向において、例えば、基地局にその中心がありかつ約 30 km の半径を有している円である。対応する方法において、適切な限界値は、高さ方向に設定することができる。計算が前記限界の外側である受信機 MS に対する位置データを生じるならば、丸めにより誤差がもたらされたということを想定することができる。この後、どの衛星（単数又は複数）でこの誤差が発生したかということが計算用サーバ S で決定される。これは、式 2 で計算された値の残りを検査することによって実行することができる。

【0056】

この方法は、丸めによってもたらされた起こり得る誤差を敏速に検出しかつ必要な補正動作を実行するために用いることができる。丸め誤差を検出するための別の方法は、式 9 で計算された誤差値を検査することであり、かつどれかの値が他の値とは明らかに異なる（かなり高い）ならば、誤差は、その値に対応する衛星の距離の計算における丸めによってたぶん生じている。

【0057】

この後、測位情報を測位受信機 MS に送信することができ、そこで位置をユーザに表示することができる。例えば、緊急呼出しの場合には、測位情報は、この情報が測位受信機に送信されていなかったとしても、通信ネットワークで、例えば移動交換センター MSC において実質的に直ぐに入手可能である。これは、正確な位置への援助の転送をスピードアップする。

【0058】

従って、計算用サーバ S 又は通信ネットワークに配置された対応する装置で全ての要求される計算を実現することは、ネットワーク・ベース測位の基本的考えである。そこで、受信機 MS の機能は、衛星の信号を測定することが主でありかつある場合にはそれらを前処理することである。この後、受信機 MS は、実際の位置を計算するために計算用サーバ S に信号を送信する。

【0059】

ネットワーク・ベースの測位では、受信機 MS は、最小でも、チップ及びコード位相の測定を行いつサーバにネットワークを介してそれらを送信するために必要な装置だけを備えている。この場合には、受信機 MS は、必ずしも時間データさえも必要としない。

【0060】

本発明の第 2 の好ましい実施例による方法では、測位に必要な計算は、測位受信機 MS で実行される。そこで、本発明の第 1 の好ましい実施例による方法に対する最も基本的な違いは、例えば、GPS 時間データ及び衛星軌道情報データが計算用サーバ S の代わりに

測位受信機 M S に送信されるということである。

【 0 0 6 1 】

測位受信機 M S の受信チャンネルが衛星 S V 1、S V 2、S V 3、S V 4 の信号に同期化された後、必要に応じて、信号で送信されたナビゲーション情報の検出及び記憶を開始することができる。デジタル信号処理装置 3 は、メモリ 4 に好ましくはナビゲーション情報を記憶する。

【 0 0 6 2 】

検出及び記憶は、全ての受信チャンネルに対して実質的に同時に実行されるのが好ましく、受信した信号を受信する瞬間は、各受信チャンネルにおいて実質的に同じである。測位を実行することを希望する場合には、必要なナビゲーション情報が受信されたかどうか、デジタル信号処理装置 3 において検査されるのが好ましく、十分なナビゲーション情報がメモリ 5 に記憶されているならば、受信信号の送信の瞬間が式 1 に基づき計算されるのが好ましい。しかしながら、十分なナビゲーション情報が受信されていないならば、本発明のこの第 2 の好ましい実施例による方法では、受信信号の送信の瞬間は、本発明による方法の第 1 の好ましい実施例の説明に関して上述したように、受信信号のコード位相の変更の後で受信したチップの数 N_{chip}^k 及びコード位相 $chip^k$ 、並びに基地局を介して送信されかつ測位受信機 M S で受信されたナビゲーション情報に基づき計算される。

【 0 0 6 3 】

受信機 M S で用いられる基準クロノメーターが正確であるということが上記で想定されている。しかしながら、実際のアプリケーションでは、受信機の実時間クロック R T C の精度は、変化しうる。対応する方法では、移動通信ネットワークの基地局 B S から送信されかつ受信機 M S で受信されるべき時間データは、かなりの程度遅延することができる。しかしながら、この遅延は、受信機に分からないしかつ、更には、遅延は、時間データの送信の異なる時間で変化しうる。また、受信機がナビゲーション・メッセージで送信された情報を復号することができないならば、受信機は、G P S 時間に関する情報を取得することができない。間違った G P S 時間の推定は、測位においてかなりの誤差をもたらしうる。G P S 時間データの効果及び除去は、ここに参考文献として採り入れられる、出願人による平行特許出願に詳細に記述されている。

【 0 0 6 4 】

上述した例では、基地局 B S は、基準点として用いられた。しかしながら、また、その位置がある精度で分かっている別の点を基準点として選択できるということは、明らかである。そこで、この基準点は、測位における受信機に対するデフォルト位置として用いられる。

【 0 0 6 5 】

また、本発明は、例えば、衛星による測位に加えて移動通信システムを利用するようなシステムにも適用することができる。そこで、基地局から受信機への信号の伝搬時間を決定すべく移動通信システムの伝搬時間測定機能を用いることによって、G P S 測位よりも典型的には多少劣っている精度で受信機 M S の位置を決定するために、その位置が分かっている移動通信システムの 3 つ以上の基地局 B S、B S'、B S'' を用いることができる。伝搬時間測定により、時間で異なる基地局からの受信機 M S の距離を決定することができ、そこで移動局 M S の位置を決定することができる。

【 0 0 6 6 】

別の代替は、移動局 M S から二つ以上の基地局 B S、B S'、B S'' への信号の到達の角度 (A O A)、'、' を決定しかつ受信機 M S へ信号の決定された到達の角度に関するこの情報を送信することである。そこで、少なくとも二つの基地局 B S、B S'、B S'' から見た受信機 M S の方位は、信号のこれらの到達の角度に基づき決定され、そこで選択されるべき前記基準点は、その方位に基づき計算されるような受信機の位置でありうる。

【 0 0 6 7 】

更に別の代替は、例えば、移動局 M S から少なくとも一つの基地局 B S、B S'、B S

10

20

30

40

50

、' 'への信号の伝搬時間及び到達の角度、'、' 'の両方を決定しかつ計算用サーバS又は受信機MSのような、計算用装置へ信号の決定された伝搬時間及び到達の角度のデータを送信することである。そこで、信号の伝搬時間及び到達の角度に基づき少なくとも一つの基地局BS、BS'、BS''に関する移動局MSの方位及び距離d、d'、d''を決定することができ、そこで選択されるべき前記基準点は、距離d、d'、d''及び到達の角度に基づき計算された受信機の位置でありうる。

【0068】

この構成は、例えば、受信機MSで衛星から送信された信号を受信することができないか、又は信号の強度があまりにも低いので測定がチップ・レベルで行うことができない場合に利用することができる。そこで、衛星測位を再びできるような状況において、選択されるべき基準点は、例えば前記基地局に基づき決定された受信機の位置でありうる。

10

【発明の効果】

【0069】

上記に示した計算を実行するために、本発明の第1の好ましい実施例による方法では、計算用サーバSのアプリケーション・ソフトウェアは、それ自体知られた方法で必要なプログラム・コマンドが供給される。

【0070】

計算用サーバSは、例えば移動交換センターMSCに関して構成することができ、そこで通信ネットワーク、この場合には移動通信ネットワークと計算用サーバSとの間のデータ伝送は、移動交換センターMSCを介して実行される。また、計算用サーバSをそれ自体知られた方法で通信ネットワークと通信すべく結合することができるということは、明らかである。

20

【0071】

本発明の第2の好ましい実施例による方法では、前述した計算は、ディジタル信号処理装置3及び/又は制御ブロック7で実行されるのが好ましい。この目的のために、アプリケーション・ソフトウェアは、それ自体知られた方法で必要なプログラム・コマンドが供給される。計算の結果、そして必要な起こり得る中間結果は、メモリ4、8に記憶される。測位の後、測位受信機の決定された位置は、好ましくは、例えば座標フォーマットでディスプレイ12に表示することができる。また、その時にユーザの測位受信機MSが配置されているエリアに関するマップ情報は、ディスプレイ12に表示することができる。このマップ情報は、例えば好ましくは決定された位置データが測位受信機MSの移動局機能から例えば移動交換センター(図示されていない)へ処理のためにそれらを更に送信する基地局BSへ送信されるような方法で移動通信ネットワークを介してロードすることができる。必要ならば、移動通信ネットワークは、問題のエリアのマップ情報を含んでいるサーバ(図示されていない)に、例えばインターネット・ネットワークを介してコンタクトする。この後、マップ情報は、移動通信ネットワークを介して基地局BSへそして更に測位受信機MSへ送信される。

30

【0072】

本発明は、測位受信機MSに関して前述したが、本発明は、電子装置を測位する手段を有している、他の形式の電子装置においても適用することができるということは、明らかである。そこで、電子装置を測位するこれらの手段は、本発明の好ましい実施例による測位受信機MSを備えている。

40

【0073】

また、本発明は、移動通信ネットワーク以外の他の無線データ伝送ネットワークに関しても適用することができる。そこで、測位受信機の周辺における既知の点の位置は、無線データ伝送ネットワークを介して受信することができる。

【0074】

本発明は、前記した実施例だけに限定されるものではなく、特許請求の範囲内で変更することができるということは、明らかである。

【図面の簡単な説明】

50

【図 1】 4つの衛星及び基準受信機によって送信された信号による通信ネットワークにおける測位を、簡略化した原理図で示す図である。

【図 2】 4つの衛星及び基準受信機によって送信された信号による測位受信機における測位を、簡略化した原理図で示す図である。

【図 3】 (a) は GPS システムで用いられるフレーム構成の例を示す図であり、(b) は測位の瞬間に受信した信号の送信の瞬間を推定するために用いられる、従来技術の式、及びその個々の項を示す図である。

【図 4】 時間平面における衛星、測位受信機、及び基地局間の距離を示す図である。

【図 5】 本発明による方法を適用することができる受信機を簡略化したブロック図で示す図である。

10

【符号の説明】

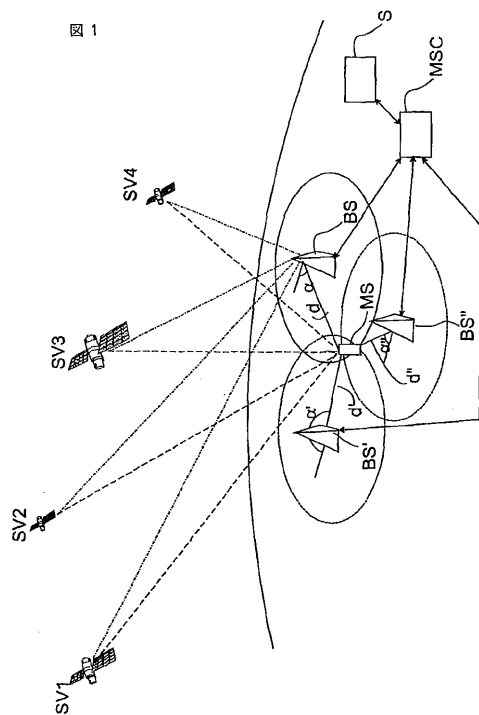
S ... 計算用サーバ

M S ... 受信機

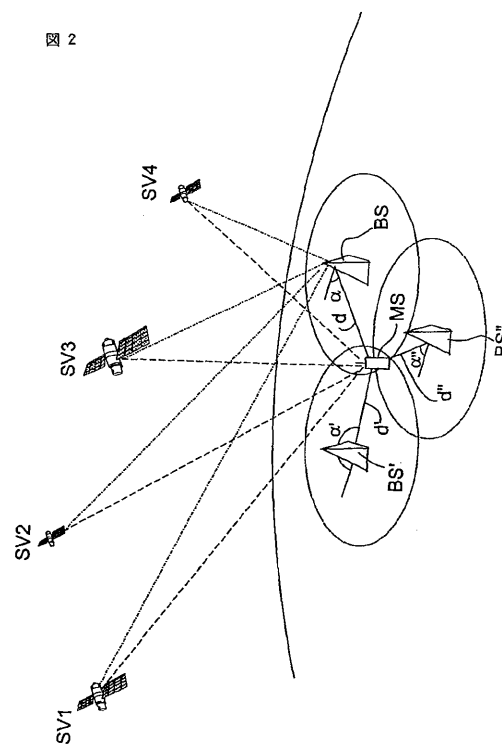
B S ... 基地局

S V 1 ~ S V 4 ... 衛星

【図 1】

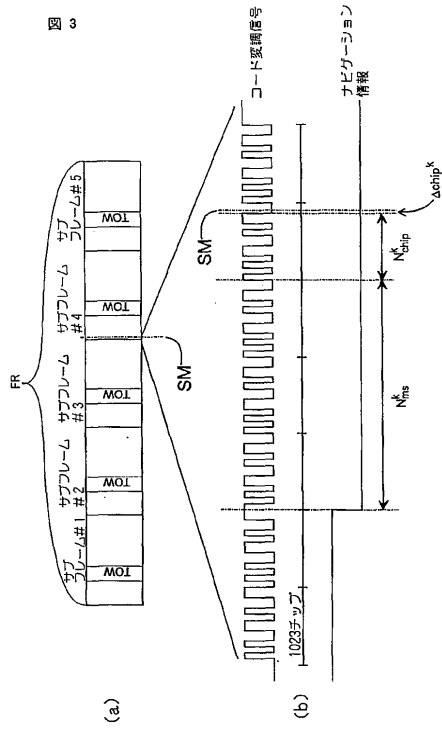


【図 2】



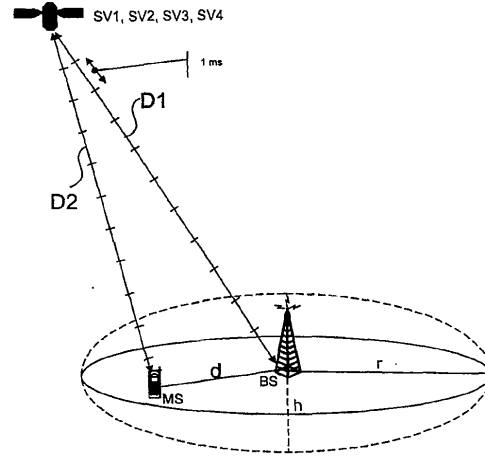
【図 3】

図 3



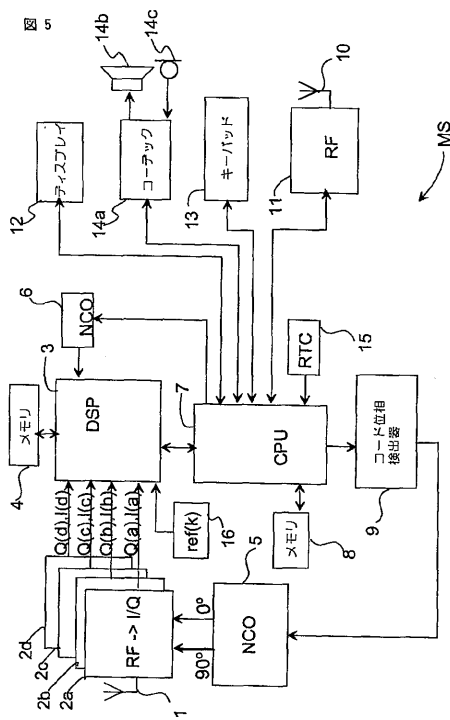
【図 4】

図 4



【図 5】

図 5



フロントページの続き

- (72)発明者 ハリ バリオ
フィンランド国, エフイーエン - 3 7 5 5 0 レンパーラー, ランタマエンティエ 8
- (72)発明者 ヤリ シルヤーリン
フィンランド国, エフイーエン - 3 3 5 0 0 タンペレ, イリオピストンカトゥ 4 5 コー 1
1 5

合議体

審判長 飯野 茂

審判官 関根 洋之

審判官 森 竜介

- (56)参考文献 国際公開第 9 9 / 1 9 7 4 3 (W O , A 1)
特表 2 0 0 1 - 5 2 0 3 8 8 (J P , A)
国際公開第 9 9 / 5 6 1 4 5 (W O , A 1)
特表 2 0 0 2 - 5 1 3 1 5 9 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 7 4 1 4 2 (J P , A)
特開昭 6 2 - 1 6 3 9 8 7 (J P , A)
特開平 9 - 2 8 8 1 6 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01S5/00-5/14

G01S19/00-19/55