

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4119256号
(P4119256)

(45) 発行日 平成20年7月16日 (2008. 7. 16)

(24) 登録日 平成20年5月2日 (2008. 5. 2)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 S 5/14 (2006.01)

G O 1 S 5/14

請求項の数 9 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2002-569959 (P2002-569959)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成14年3月1日 (2002. 3. 1)		クァアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2004-526149 (P2004-526149A)		Q U A L C O M M I N C O R P O R A T E D
(43) 公表日	平成16年8月26日 (2004. 8. 26)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2
(86) 国際出願番号	PCT/US2002/006213		1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W02002/071095		ハウス・ドライブ 5 7 7 5
(87) 国際公開日	平成14年9月12日 (2002. 9. 12)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成17年3月1日 (2005. 3. 1)		弁理士 鈴江 武彦
(31) 優先権主張番号	60/273, 570	(74) 代理人	100091351
(32) 優先日	平成13年3月5日 (2001. 3. 5)		弁理士 河野 哲
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100088683
(31) 優先権主張番号	09/878, 934		弁理士 中村 誠
(32) 優先日	平成13年6月11日 (2001. 6. 11)	(74) 代理人	100109830
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 初期粗位置推定値に基づいて改良された位置推定値を供給する方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

受信器装置の位置を決定するためのコンピュータプログラムプロダクトにおいて、
(a) 複数の送信器の位置の初期推定値に一部基づいて前記受信器装置の粗位置推定値を受信するコンピュータ読み出し可能な命令；

(b) 前記送信器のための修正された位置推定値を受信するためのコンピュータ読み出し可能な命令；

(c) 下記を具備する反復アルゴリズムによって粗位置推定値を修正するためのコンピュータ読み出し可能な命令；

(1) 変数が前記粗位置推定値に等しくなるように、現在のより正確な位置ロケーション推定値を表す前記変数の値を初期化する；

(2) 前記受信器装置が前記現在のより正確な位置ロケーションに位置していたなら、かつ前記送信器が前記複数の送信器の相対的により正確なロケーションに位置していたなら、前記受信器装置によって測定されたであろう擬似距離測定値に等しい擬似距離測定値を決定する；

(3) 前記受信器装置が前記現在のより正確な位置ロケーションに位置していたなら、かつ前記送信器が前記複数の送信器の位置の初期推定値により示される位置に位置していたなら、前記受信器装置が計算したであろう擬似距離測定値に基づいて位置

【数 1】

$$\bar{u}' = [x'_u \ y'_u \ z'_u \ b'_u]$$

を決定するために、最小 2 乗平均を計算する；

(4) 幾何学マトリクス H_a

【数 2】

$$H_a = \begin{bmatrix} \frac{x'_u - x_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{y'_u - y_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{z'_u - z_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & -1 \\ \frac{x'_u - x_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{y'_u - y_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{z'_u - z_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x'_u - x_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{y'_u - y_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{z'_u - z_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & -1 \end{bmatrix}$$

および幾何学マトリクス H_e

【数 3】

$$H_e = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{y_u^e - y_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{z_u^e - z_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & -1 \\ \frac{x_u^e - x_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{y_u^e - y_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{z_u^e - z_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x_u^e - x_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{y_u^e - y_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{z_u^e - z_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & -1 \end{bmatrix}$$

を定義する；

(5) 最終幾何学マトリクス H_t

10

20

30

40

【数 4】

$$\mathbf{H}_t = (\mathbf{H}_a^T \cdot \mathbf{R}^{-1} \cdot \mathbf{H}_a)^{-1} \cdot \mathbf{H}_a^T \cdot \mathbf{H}_e$$

を発生する；

(6) 前記最終幾何学マトリクスから更新ベクトル

【数 5】

10

$$\mathbf{d}\bar{\mathbf{u}} = (\mathbf{H}_t^T \cdot \mathbf{R}^{-1} \cdot \mathbf{H}_t)^{-1} \cdot \mathbf{H}_t^T \cdot (\bar{\mathbf{u}}_a - \bar{\mathbf{u}}')$$

を計算する；

および

(7) 前記現在のより正確な位置ロケーションの古い値に前記更新されたベクトルを加算することにより前記現在のより正確な位置のための新しい値を得る；

(d) 前記受信器装置のための修正された位置推定値を初期化する；

20

(e) 前記受信器装置のための前記修正された位置推定値および前記送信器のための初期位置推定値および修正された位置推定値に基づいて更新ベクトルを計算するためのコンピューター読み出し可能な命令；

(f) 前記更新されたベクトルに基づいて、前記受信器装置のための前記修正された位置推定値を更新するためのコンピューター読み出し可能な命令；

(g) 前記計算と更新を複数回繰り返すためのコンピューター読み出し可能な命令；および

(h) 前記コンピューター読み出し可能な命令を記憶するように構成されたデータ記憶媒体。

【請求項 2】

30

下記を具備する位置識別装置；

(A) 複数の送信器の位置の初期推定値に一部基づいて受信器装置のための粗位置推定値を受信するように構成された通信ポート；

および

(B) 前記通信ポートと動作可能に接続され、下記を実行するように構成されたプロセッサ；

(1) 前記受信器装置のロケーションの粗位置推定値を受信する、前記推定値は複数の送信器の位置の初期推定値を用いて計算される；

(2) 前記複数の送信器の相対的により正確なロケーションを供給する情報を受信する；

40

そして

(3) 下記を具備する反復アルゴリズムを用いて前記粗位置推定値を修正する；

(a) 変数が前記粗位置推定値に等しくなるように、現在のより正確な位置ロケーション推定値を表す変数の値を初期化する；

(b) 前記受信装置が前記現在のより正確な位置ロケーションに位置していたなら、かつ前記送信器が前記複数の送信器の前記相対的により正確なロケーションに位置していたなら、前記受信器装置により測定されたであろう擬似距離測定値に等しい擬似距離測定値を決定する；

(c) 前記受信器装置が前記現在のより正確な位置ロケーションに位置していたなら、かつ前記送信器が前記複数の送信器の位置の前記初期推定値により示される位置に位置

50

していたなら、前記受信器装置が計算したであろう前記擬似距離測定値に基づいて、前記位置

【数 6】

$$\bar{u}' = [x'_u \ y'_u \ z'_u \ b'_u]$$

を決定するために最小 2 乗平均を計算する；

(d) 幾何学マトリクス H_a

10

【数 7】

$$H_a = \begin{bmatrix} \frac{x'_u - x_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{y'_u - y_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{z'_u - z_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & -1 \\ \frac{x'_u - x_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{y'_u - y_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{z'_u - z_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x'_u - x_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{y'_u - y_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{z'_u - z_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & -1 \end{bmatrix}$$

20

および幾何学マトリクス H_e

【数 8】

30

$$H_e = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{y_u^e - y_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{z_u^e - z_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & -1 \\ \frac{x_u^e - x_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{y_u^e - y_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{z_u^e - z_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x_u^e - x_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{y_u^e - y_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{z_u^e - z_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & -1 \end{bmatrix}$$

40

を定義する；

(e) 最終幾何学マトリクス H_t

【数 9】

$$H_t = (H_a^T \cdot R^{-1} \cdot H_a)^{-1} \cdot H_a^T \cdot H_e$$

を発生する；

(f) 前記最終幾何学マトリクス H_t から更新ベクトル

【数 10】

10

$$d\bar{u} = (H_t^T \cdot R^{-1} \cdot H_t)^{-1} \cdot H_t^T \cdot (\bar{u}_a - \bar{u}')$$

を計算する；

および

(g) 前記現在のより正確な位置ロケーションの古い値に前記更新されたベクトルを加算することにより、前記現在のより正確な位置ロケーションのための新しい値を得る。

【請求項 3】

さらに下記を具備する請求項 2 の位置識別装置；

20

(a) 前記プロセッサに動作可能に接続され、複数のタイムインスタンスにおいて前記送信器のための位置推定値を示す複数の情報のセットを記憶するように構成されたメモリ、前記送信器のために前記修正された位置推定値は前記情報のセットの 1 つから派生する。

【請求項 4】

前記通信ポートは、前記送信器からの信号が測定される特定の時刻を示す情報を受信するように、および前記受信器装置のための前記粗位置推定値を派生するために使用されるようにさらに構成される、請求項 2 の位置識別装置。

【請求項 5】

受信器装置の位置を決定するための方法において、

30

(a) 前記受信器装置の前記位置の粗位置推定値を受信することであって、前記推定値は、複数の送信器の前記位置の初期推定値を用いて計算されることと、

(b) 前記複数の送信器の相対的により正確なロケーションを供給する情報を受信することと、

および

(c) 下記を具備する反復アルゴリズムを用いて前記粗位置推定値を修正すること：

(1) 変数が前記粗位置推定値に等しくなるように、現在のより正確な位置ロケーション推定値を表す前記変数の値を初期化することと、

(2) 前記受信器装置が前記現在のより正確な位置ロケーションに位置していたならかつ前記送信器が前記複数の送信器の前記相対的により正確なロケーションに位置していたなら、前記受信器装置によって測定されたであろう擬似距離測定値に等しい擬似距離測定値を決定することと、

40

(3) 前記受信器装置が前記現在のより正確な位置ロケーションに位置していたならかつ前記送信器が前記複数の送信器の前記位置の前記初期推定値により示される前記位置に位置していたなら、前記受信器装置が計算したであろう擬似距離測定値に基づいて位置

【数 1 1】

$$\bar{u}' = [x'_u \ y'_u \ z'_u \ b'_u]$$

10

を決定するために最小 2 乗平均を計算することと、

(4) 幾何学マトリクス H_a

【数 1 2】

$$H_a = \begin{bmatrix} \frac{x'_u - x_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{y'_u - y_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{z'_u - z_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & -1 \\ \frac{x'_u - x_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{y'_u - y_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{z'_u - z_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x'_u - x_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{y'_u - y_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{z'_u - z_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & -1 \end{bmatrix}$$

30

および幾何学マトリクス H_e

【数 1 3】

$$H_e = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{y_u^e - y_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{z_u^e - z_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} - 1 \\ \frac{x_u^e - x_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{y_u^e - y_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{z_u^e - z_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} - 1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x_u^e - x_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{y_u^e - y_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{z_u^e - z_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} - 1 \end{bmatrix} \quad 10$$

を定義することと、

(5) 最終幾何学マトリクス H_t

【数 1 4】

20

$$H_t = (H_a^T \cdot R^{-1} \cdot H_a)^{-1} \cdot H_a^T \cdot H_e$$

を発生することと、

(6) 前記最終幾何学マトリクス H_t から更新ベクトル

【数 1 5】

30

$$d\bar{u} = (H_t^T \cdot R^{-1} \cdot H_t)^{-1} \cdot H_t^T \cdot (\bar{u}_a - \bar{u}')$$

を計算することと、

および

(7) 前記現在のより正確な位置ロケーションの古い値に前記更新されたベクトルを加算することにより、前記現在のより正確な位置ロケーションのための新しい値を得ることと、

を備えた方法。

40

【請求項 6】

ステップ(c)は、前記更新ベクトルの大きさが特定の閾値内に入るまで反復される、請求項 5 の方法。

【請求項 7】

複数の送信器の前記位置の前記初期推定値は、暦データにもとづく、請求項 6 の方法。

【請求項 8】

前記複数の送信器の相対的により正確な位置を供給する前記情報は、天文暦データである、請求項 6 の方法。

【請求項 9】

前記測定が前記受信器装置においてなされた時間の不確実性を補償するために、前記受

50

信器装置の前記位置推定は、5以上の測定値に基づく、請求項5の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は一般に装置の位置に関し、特に初期粗位置推定値に基づいて装置の位置の改良された（すなわち、より正確な）推定値を供給するための技術に関する。

【0002】

関連技術

この出願は、この出願の譲受人に譲渡された、2001年3月5日に出願された米国仮出願シリアル番号60/273,570の優先権を請求する。

10

【背景技術】

【0003】

位置を見つける共通の手段は、既知の位置における複数のソースから送信された信号が位置を見つける装置内の受信器に到達するのに要求される時間量を決定することである。既知の位置の複数の送信器から信号を供給する1つのシステムは、良く知られている全地球測位システム（GPS）である。GPSシステム内の衛星はGPSマスタプランに従って正確な軌道に載置される。GPS衛星の位置は、多数の異なる情報セットにより識別可能である。そのうちのいくつかは他よりもより正確である。

【0004】

GPS衛星は「暦」と呼ばれる情報のセットを送信する。暦は「星座」内の衛星の位置に関するより正確でない情報を含む。地上局は、軌道内の変化を観察するためにGPS衛星を連続的に監視する。衛星位置が測定されると、その情報が中継されて衛星に戻される。衛星は「天文暦」と呼ばれるもう一つの情報セットを送信する。天文暦は衛星軌道のより精度の高いバージョンを含む。各衛星は暦情報を全ての衛星に対して送信するが、天文暦情報を自身に対してのみ送信する。

20

【0005】

GPS受信器は多数の衛星の各々が一時に空のどこに位置するかを示す暦を受信しおよび/または記憶することができる。GPS衛星のロケーションのより正確な判定は、天文暦およびこの情報が入手可能な日時に基づいて行なうことができる。

【0006】

暦と天文暦は共に限られた時間量に対して有効である。暦情報は、暦が送信されてからほぼ1週間、約3キロメートルまで正確であると考えられる。天文暦は、ほぼ2時間で約1メートルの精度で、衛星軌道に関する情報を供給する。暦と天文暦両方における誤差は、情報が古くなるにつれ大きくなる。従って、時間的に適当な間隔で更新された情報を受信しない限り、暦と天文暦が古くなるにつれこの情報に基づく衛星の位置はだんだん正確でなくなる。

30

【0007】

衛星の位置に関する正確な情報なしに、衛星から送信された信号の受信に基づいて決定されたかもしれない、装置の推定された位置は不正確かもしれない。正確な情報は、衛星からまたは代替ソースから（連続的にまたは必要に応じて）更新を受信することにより得ることができる。代替ソースは、無線通信システムにおける基地局または位置決定機器（PDE）であってよい。いずれも、GPS衛星から必要な情報を受信することができるGPS受信器を持つことができる。しかしながら、規則的な間隔で情報を得るための装置を設置するには、高価なリソースを消費するであろう。特に、情報を送信し、受信するために電力が必要であり、情報を遠隔ソースから装置に送信するのに帯域が必要である。

40

【0008】

それゆえ、最小のリソースの消費で装置の位置を正確に決定するための技術の必要性がある。この必要性は、位置決定が時間に対して移動する送信器（例えばGPS衛星）に基づくとき、およびそのような送信器の正確な位置が、送信器または、衛星およびその位置が決定される装置から離れたソースから更新値を受信するときのみわかる時特に重大であ

50

る。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0009】

送信器の位置に関する正確でない情報（例えば、GPS衛星のための古い暦または古い天文暦）を用いて派生されたかもしれない、初期粗位置推定値に基づいて受信器装置の位置を正確に決定するための技術がここに開示される。開示された装置と方法の一実施の形態において、受信器装置の粗位置推定値に対する訂正は、（１）相対的により正確な送信器の位置を供給する情報、および（２）粗位置推定値を派生するために使用される相対的に正確でない送信器の位置（例えば、古い暦および／または天文暦）を供給する情報の知識に基づいて行なわれる。訂正は、種々のアルゴリズムに基づいて行なうことができ、そのうちのひとつは、以下に詳細に記載する繰り返しアルゴリズムである。

10

【0010】

開示された方法および装置の一実施の形態に従って、装置のための粗位置推定値が受信される。粗位置推定値は、GPS衛星のような、複数の送信器の位置の初期（正確でない）推定値に基づいて派生されたかもしれない。その送信器のための訂正された（より正確な）位置推定値も受信される。その装置のための訂正された位置推定値が次に（例えば粗位置推定値）に初期化される。次に、その装置のための初期の訂正された位置推定値およびその送信器のための初期の訂正された位置推定値に基づいて更新ベクトルが計算される。次に、その装置のための訂正された位置推定値が更新されたベクトルに基づいて更新される。更新ベクトルの計算および装置の訂正された位置推定値の更新は、装置の実際の位置のますます正確な推定値を得るために何度も（例えば更新ベクトルの大きさが特定のしきい値内に入るまで）繰返すことができる。

20

【0011】

開示された方法および装置の一実施の形態に従って、更新ベクトルは以下のステップを実行することにより計算される。（１）装置のための訂正された位置推定値および送信器のための訂正された位置推定値に基づいて測定値のセットを計算する。（２）測定値のセットおよび送信器のための初期位置推定値に基づいて、装置のための中間位置推定値を派生する。（３）送信器のための初期位置推定値および装置のための中間位置推定値に基づいて第１の幾何学マトリクスを決定する。（４）送信器のための訂正された位置推定値および装置のための訂正された位置推定値に基づいて第２の幾何学マトリクスを決定する。および（５）装置のための中間位置推定値および訂正された位置推定値および第１および第２の幾何学マトリクスに基づいて更新ベクトルを計算する。これらのステップは以下に詳細に記載する。

30

【0012】

開示された方法および装置はさらに以下にさらに詳細に記載するように、他の観点、実施の形態、および特徴を提供する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図１はこの発明の種々の観点を実施することができるシステムの簡単化された説明図である。その位置が決定される受信器装置１１０は、アンテナを介して複数の送信器１３０a - １３０d（参照番号「１３０」を用いて集合的に呼ぶ）から送信された信号を受信する。受信器装置１１０はさらに位置識別装置１２０と通信する。位置識別装置１２０は、以下にさらに詳細に記載するように、受信器装置の位置を決定する手助けをする。

40

【0014】

一実施の形態において、受信器装置１１０は複数の送信器１３０から信号を受信することができる携帯電話である。しかしながら、受信器装置１１０は基準時間に対して受信した信号の到着時刻を決定することができる何らかの装置であってよい。例えば受信器装置１１０は無線モデムを有するコンピューター端末、スタンドアロンGPS受信器、地上の送信器からの信号を受信することができる受信器、または他のいずれかの受信器であっ

50

てよい。送信器 130 は、知られているまたは確定することができる位置を有するいずれかのタイプの送信器であってよい。一実施の形態において、送信器 130 は全地球測位 (GPS) システムの衛星である。開示した方法と装置の代わりの実施の形態において、送信器 130 は地上の送信器 (例えば、無線通信システムの基地局) または、GPS と地上送信器の組合せであってよい。

【0015】

受信器装置 110 は受信された信号および受信された信号が送信された送信器 130 の位置を示す情報に基づいてその位置を推定する。いろいろな要因により、受信器装置 110 は、送信器 130 の実際の位置に関する現在のまたは正確な情報を持ってないかもしれない。そのような場合に、その位置の受信器装置 110 により作られた位置推定値は粗であり、所望の精度を有してないかもしれない。正確でない送信器の位置を用いて作られた初期粗位置推定値はその後ここに記載する技術を用いて「訂正」され、受信器装置のより正確な位置推定値を供給することができる。

10

【0016】

送信器 130 は受信器装置 110 の位置を決定するために基準点として使用することができる。3つの送信器 130 からの距離を正確に測定することにより、受信器装置 110 はその位置を「三角測量」する。受信器装置 110 は、信号が送信器 130 から受信器装置 110 に移動するのに必要な時間を測定することにより距離を決定する。信号が送信器 130 から送信される時刻を知り、信号が (その内部クロックに基づいて) 受信器装置 110 により受信される時刻を観察することにより、信号の移動時間を決定することができる。しかしながら、送信と受信の間の正確な時間量は一般的に、例えば、送信器 130 と受信装置 110 における2つのクロックにおけるオフセットにより決定することができない。従って、一般的に「基準」時間と信号が受信された時間との間の差に基づいて「擬似距離」が計算される。基準時間が作られるすべての擬似距離測定値に共通である限り、基準時間はいずれの時間であってもよい (または、擬似距離測定値は使用される基準時間内の差を補償するために調節することができる)。

20

【0017】

図 1A において、送信器 130 a 乃至 130 d は正確でない (例えば最新でない) 情報に基づいて受信器装置 110 により推定された位置に示される。これらの位置は、送信器 130 の実際の位置と異なるかもしれない。送信器 130 が GPS 衛星のような衛星である場合に、衛星の位置は、暦および天文暦により識別可能である。

30

【0018】

現在の天文暦情報および日時が利用可能なら、GPS 衛星の位置の正確な決定を行なうことができる。しかしながら、天文暦情報は限られた時間量 (例えば2時間) に対して有効である。現在の暦情報と日時が利用可能なら、GPS 衛星位置の正確でない決定を行なうことができる。しかしながら、暦もまた、限られた時間量 (例えば1週間) に対して有効である。

【0019】

発明の観点は、初期粗位置推定値に基づいて受信器装置の位置を正確に決定するための技術を提供する。この初期粗位置推定値は、送信器の位置に関するより正確でない情報 (例えば GPS 衛星のための古い暦または古い天文暦) を用いて得られたかもしれない。初期推定値は、完全に時代遅れの暦または天文暦情報に基づいて作られたかもしれないと理解されるべきである。

40

【0020】

送信器の擬似距離および位置は受信器装置の位置を決定するために使用されるので、送信器の位置における誤差または不正確は受信器装置のための位置推定値における誤差または不正確になる。それゆえ、「粗」位置推定値は、送信器 130 までの擬似距離に基づいて受信器装置のために派生される。送信器の位置は相対的に悪い精度で知ることができる。

【0021】

50

開示された方法および装置の一実施の形態に従って、受信器装置の粗位置推定値に対する訂正は、以下に基づいて行なわれる。(1)送信器130の位置に関するより正確な情報および(2)粗位置推定値を派生するために使用される送信器130の位置の推定値における誤差量に関する情報。訂正を行なうための技術は以下にさらに詳細に記載される。一実施の形態において、訂正は、受信器装置110に対して遠隔に位置するかもしれない位置識別装置120において行なわれる。しかしながら、開示された方法および装置の他の実施の形態において、位置識別装置120は受信器装置110と同一場所に配置することができる。

【0022】

図2は、開示された方法および装置の一実施の形態に従う受信器装置110と位置識別装置120の簡単化されたブロック図である。受信器装置110は、携帯電話や無線モデムを有したコンピュータのような無線通信システムにおける遠隔端末の構成要素であってよい。あるいは、受信器装置110は、スタンドアローンGPS受信器のようなスタンドアローン位置決定ユニットであってもよい。

【0023】

位置識別装置120は、無線通信システムにおける基地局トランシーバサブシステム(BTS)、基地局コントローラ(BSC)、携帯電話システム向け交換機(MSC)の一構成要素であってもよいし、あるいは、無線通信システムのこれらの要素の1つに接続する装置であってもよい。例えば、位置識別装置120は無線通信システムにおける位置決定機器(PDE)であってもよい。あるいは、位置識別装置120は遠隔端末あるいは受信器装置110を含むその他の装置の一構成要素であり、同一場所に配置してもよい。あるいは、位置識別装置120はスタンドアローンな構成要素であってもよい。

【0024】

簡単のために、受信器装置110と位置識別装置120は直接接続されるものとして図2に示される。しかしながら、1つ以上のさらなるエレメント(例えば、BTS、BSC、等)を受信器装置110と位置識別装置120との間に接続することができる。位置識別装置120と受信器装置110もまた同一場所に配置してもよい。このことは、測定が行なわれた時送信器130の位置についての正確な情報が入手できないが、いつかこれから先入手可能であるシステムにあてはまる。受信器装置110のための粗位置推定値は、擬似距離(または実際の距離)を測定すると直ちに派生することができる。粗位置推定値は、送信器130のより正確な位置に関する情報が入手できるようになるまで記憶しておくことができる。その後で受信器装置のためのより正確な位置推定値を派生することができる。

【0025】

図2に示す実施の形態において、受信器装置110は、受信器210、処理回路212、メモリ214、および通信ポート216を含み、さらにアンテナ208に接続する。アンテナ208は(図1Aに示す)送信器130からの信号を受信し、受信した信号を受信器210に接続する。受信器210は、受信した信号を処理して、位置決定のために使用される情報を派生させるのに必要な回路(例えば、無線周波数(RF)処理回路および/または他の受信回路)を含む。そのような情報はタイミング情報等を含んでいても良い。情報は処理回路212に供給され、処理回路212は位置決定計算を実行する。そのような計算は、送信器130までの擬似距離を派生させるための計算を含んでいても良い。あるいはまたはさらに、その計算は、受信器装置110の初期粗推定値を派生させるのに必要な計算を含んでいても良い。粗位置推定値は、送信器130の位置推定値における大きな誤差により相対的に大きな誤差を持つかもしれない。

【0026】

受信器装置110は、通信ポート216を介して、計算結果および他の関連情報を位置識別装置120に供給する。関連情報は、受信された信号が測定された時刻、計算を行うために使用される情報(例えば、送信器130の位置を推定するために使用される特定の暦)および恐らく他の情報を含んでいてもよい。通信ポート216は、位置識別装置12

10

20

30

40

50

0 にインターフェースを供給する。無線通信システムの遠隔端末内に配置された受信器装置の場合、通信ポート 2 1 6 は無線リンクを介して通信をサポートすることができる。

【 0 0 2 7 】

図 2 に示す実施の形態において、位置識別装置 1 2 0 は通信ポート 2 2 0、処理回路 2 2 2、およびメモリ 2 2 4 を含む。通信ポート 2 2 0 は受信器装置 1 1 0 から計算結果と関連情報を受信し、この情報を処理回路 2 2 2 に転送する。処理回路 2 2 2 は計算結果と関連情報を受信し、さらに、その計算を行なうために受信器装置 1 1 0 により使用された「正確でない情報」のコピーを受信する。正確でない情報は、暦（および暦が有効であった時間）、天文暦（および天文暦が有効であった時間）および / または受信器装置 1 1 0 が送信器 1 3 0 の位置を推定するために使用したかもしれない何らかの他の情報であってよい。

10

【 0 0 2 8 】

正確でない情報は、例えば関連情報の一部として計算結果とともに受信器装置 1 1 0 により供給されるようにしてもよい。ある実施の形態において、正確でない情報は明白に供給されなくてもよく、そして使用された情報を推定するために他のインジケータを使用してもよい。例えば、暦または天文暦が有効である時間、受信された信号が受信器装置 1 1 0 において測定された時間、あるいは（関連情報の一部として送ってもよい）その他の情報は、位置識別装置 1 2 0 が、粗位置推定値を派生させるために使用された送信器の位置推定値を正しく推定することを可能にさせるのに十分であるかもしれない。その他の実施の形態において、位置識別装置 1 2 0 は、粗位置推定値を派生するために使用される情報を受信器装置 1 1 0 に送信することを担うことができる。これらの実施の形態の場合、受信器装置 1 1 0 が位置識別装置 1 2 0 にどの情報を使用したかを知らせる必要は無いであろう。

20

【 0 0 2 9 】

ある実施の形態において、処理回路 2 1 2 は別個の通信ポートの必要性なくして位置識別装置 1 2 0 と直接通信することができる。これは、位置識別装置 1 2 0 と受信器装置 1 1 0 が同一場所に配置される場合にあってはまる、あるいは位置識別装置と受信器装置が同一場所に配置されていない、ある他の場合でも可能である。

【 0 0 3 0 】

一実施の形態において、位置識別装置 1 2 0 は受信器装置 1 1 0 から計算結果を受信する前に正確でない情報を受信する。いくつかの実施の形態において、受信器装置 1 1 0 により使用される正確でない情報は受信器装置 1 1 0 以外のソース（例えば、簡単のために図 2 に示していない通信リンクを介して）によって位置識別装置 1 2 0 に供給してもよい。例えば、正確でない情報は、送信器 1 3 0 から位置識別装置 1 2 0 により直接受信してもよい。あるいは、正確でない情報は、無線通信システム内の基地局の構成要素のように、図 1 A に示す構成要素のいずれからも区別されるソースから位置識別装置 1 2 0 によって受信するようにしてもよい。

30

【 0 0 3 1 】

一実施の形態において、位置識別装置 1 2 0 は複数のセットの情報（例えばいくつかのバージョンの暦）を持つようにしてもよい。そのうちのいずれかが位置決定計算を実行するために受信器装置 1 1 0 により使用されたかもしれない。この場合、受信器装置 1 1 0 は、位置識別装置 1 2 0 により入手可能な情報の中からどの情報が、位置決定計算を実行するために受信器装置 1 1 0 により特に使用されたかを示すために、さらなる情報を位置識別装置 1 2 0 に供給する必要があるかもしれない。

40

【 0 0 3 2 】

図 3 は受信器装置により以前に派生された粗位置推定値に基づいて受信器装置 1 1 0 のためのより正確な位置推定値を派生させるために位置識別装置 1 2 0 により実行されるプロセスを図解するフロー図である。ステップ 3 1 2 において、位置識別装置 1 2 0 は最初に受信器装置 1 1 0 から位置決定計算の結果（例えば、粗位置推定値

【数 1 6】

$$\bar{u}^a$$

【 0 0 3 3】

)を受信する。ステップ 3 1 4 において、位置識別装置 1 2 0 は、粗位置推定値を派生するために使用された送信器 1 3 0 の初期位置推定値

【数 1 7】

10

$$\bar{s}_i^a$$

【 0 0 3 4】

(すなわち、正確でない送信器の位置推定値)を示す情報も受信する。この情報は、粗位置推定値を派生するために使用された暦または天文暦のバージョンを示すことができる。受信器装置により決定される、送信器のための初期位置推定値は正確でなく、位置決定計算を行うとき、送信器が位置している場所を受信器装置 1 1 0 が推測する位置に相当する。一実施の形態において、ステップ 3 1 4 においても、位置識別装置 1 2 0 はさらに擬似距離測定が行なわれる時間を受信する。

20

【 0 0 3 5】

ステップ 3 1 6 において、位置識別装置 1 2 0 は送信器 1 3 0 のロケーションのより正確な推定値

【数 1 8】

$$\bar{s}_i^e$$

30

【 0 0 3 6】

を決定する。これらのより正確な送信器位置推定値は、擬似距離測定が受信器装置 1 1 0 により行なわれた時間に対してより正確な暦および/または天文暦に基づいて作ることができる。一実施の形態において、位置識別装置 1 2 0 はGPS星座の衛星により送信された暦および天文暦の通信記録を維持する。そのような通信記録は、以下にさらに詳細に記載するように、受信器装置 1 1 0 から受信した粗位置推定値を訂正するために最も正確な暦および天文暦を位置識別装置 1 2 0 が使用可能にする。

【 0 0 3 7】

位置識別装置 1 2 0 が送信器 1 3 0 のための初期のより正確でない位置推定値およびより正確な位置推定値に関する情報を有すると、次に、位置識別装置 1 2 0 は、ステップ 3 1 8 において、以下に記載するアルゴリズムに従って受信器装置 1 1 0 のための粗位置推定値を訂正する。

40

【 0 0 3 8】

図 1 B は、受信器装置 1 1 0 に入手可能な情報に基づいて送信器 1 3 0 の位置の誤差を図解する図である。図 1 B は、送信器の実際の位置のより正確な推定値を表す位置における送信器 1 3 2 a 乃至 1 3 2 d を示す。図 1 B はまた送信器の位置のより正確でない推定値を表す位置における送信器 1 3 0 a 乃至 1 3 0 d も示す。(破線で示される)送信器 1 3 2 と(実線で示される)送信器 1 3 0 は同じ送信器のための 2 つの位置推定値に対応する。しかしながら、各送信器の位置は、送信器の位置がより正確な情報またはより正確でない情報を用いて(すなわち、擬似距離測定が行なわれた時間に対して正確であるまたは

50

正確でない暦および天文暦を用いて)決定されたかどうかに応じて異なることに気付く。送信器130の位置は、受信器装置110のための粗位置推定値を派生するために位置決定計算を実行するために受信器装置110により使用された。

【0039】

位置識別装置120は受信器装置のためのより正確な位置推定値を供給するために受信器装置110からの粗位置推定値に関して訂正を実行する。粗位置推定値に関する訂正は、「線形化」アルゴリズム、「繰り返し」アルゴリズムあるいはその他を含む種々のアルゴリズムに基づいて実行することができる。線形化アルゴリズムは、この出願の譲受人に譲渡され、2001年1月30日に出願された米国特許出願シリアル番号第09/773,207号(発明の名称:「粗位置推定値を用いて位置を決定するための方法および装置」)に詳細に記載されている。

10

【0040】

繰り返しアルゴリズムは以下に基づいて受信器装置110のための粗位置推定値に関して訂正を行なうために使用することができる。(1)受信器装置110のための粗位置推定値を派生させるために使用される送信器130(例えばGPS衛星)の位置の正確でない推定値の知識、および(2)擬似距離測定が行なわれた時刻における送信器130の実際の位置のより正確な推定値の知識。より正確な送信器の位置推定値は、擬似距離測定が行なわれた特定の時刻の知識に基づいて決定することができる。

【0041】

送信器130の位置のより正確な推定値が入手できないとき位置または時刻において粗位置推定値が作られることが理解されなければならない。いつおよびどこで、送信器130の位置のより正確な推定値が入手可能になるかに応じて、訂正は一般的に後の時刻または別の位置またはその両方で行なわれるであろう。

20

【0042】

開示された方法および装置の一実施の形態において、位置標定解(すなわち、受信器装置110のための計算された位置)および送信器位置推定値のセットとの間に1対1のマッピングがあると、仮定される。この仮定は、わずか4つの擬似距離測定値がある場合に容易に満足される。

【0043】

明確にするために、繰り返しアルゴリズムは、送信器130がGPS衛星である場合に特に記載される。しかしながら、繰り返しアルゴリズムは、また、正確でない送信器位置情報が特定の時刻または場所において入手可能であり、より正確な送信器位置情報が多少、後の時刻および/または他の位置において入手可能である何らかのタイプの送信器を用いて使用することができる。

30

【0044】

暦情報およびクロックバイアスに基づいて派生された*i*番目の衛星のための位置

【数19】

$$\vec{s}_i^a$$

40

【0045】

は以下のように表すことができる。

【数 2 0】

$$\vec{s}_i^a = [x_{si}^a, y_{si}^a, z_{si}^a] \text{ および } b_{si}^a$$

【0 0 4 6】

クロックバイアスは、受信器装置 1 1 0 内の局部クロックにより示される時刻と送信器 1 3 0 内のクロックにより示される時刻との差として定義される。位置

【数 2 1】

$$\vec{s}_i^a$$

【0 0 4 7】

は、位置

【数 2 2】

20

$$\vec{s}_i^a$$

【0 0 4 8】

を派生させるために受信器装置 1 1 0 により使用される暦の不正確さによる相対的に大きな誤差を一般的に持つであろう。

【0 0 4 9】

天文暦情報およびクロックバイアスに基づいて i 番目の衛星のために計算された位置

【数 2 3】

30

$$\vec{s}_i^e$$

【0 0 5 0】

は以下のように表すことができる。

【数 2 4】

40

$$\vec{s}_i^e = [x_{si}^e, y_{si}^e, z_{si}^e] \text{ および } b_{si}^e$$

【0 0 5 1】

位置

【数 2 5】

$$\bar{s}_i^e$$

【0 0 5 2】

はより正確な天文暦情報の使用により相対的に小さな誤差を一般的に持つであろう。相対的に正確でない暦情報を用いて受信器装置 1 1 0 により派生される粗位置推定値

【数 2 6】

10

$$\bar{u}^a$$

【0 0 5 3】

は以下のように表すことができる。

【数 2 7】

20

$$\bar{u}^a = [x_u^a, y_u^a, z_u^a, b_u^a]$$

【0 0 5 4】

相対的により正確な送信器位置推定値を用いて受信器装置 1 1 0 により派生される受信器装置 1 1 0 のより正確な位置推定値

【数 2 8】

30

$$\bar{u}^e$$

【0 0 5 5】

は以下のように表すことができる。

【数 2 9】

40

$$\bar{u}^e = [x_u^e, y_u^e, z_u^e, b_u^e]$$

【0 0 5 6】

50

最初に、より正確な情報は入手することができない。それゆえ、より正確な位置推定値
【数 3 0】

$$\bar{u}^e$$

【 0 0 5 7 】

の値は

【数 3 1】

10

$$\bar{u}^a$$

【 0 0 5 8 】

に設定することができる。位置推定値

【数 3 2】

20

$$\bar{u}^e$$

【 0 0 5 9 】

はその後、より多くの情報が得られるので更新される。

【 0 0 6 0 】

各衛星に相関する距離推定値は以下の式に基づいて得ることができる。

【数 3 3】

30

$$m_i = \sqrt{(x_u^e - x_{si}^e)^2 + (y_u^e - y_{si}^e)^2 + (z_u^e - z_{si}^e)^2} - (b_u^e - b_{si}^e) \text{ 式 (1)}$$

【 0 0 6 1 】

これらの距離推定値は必須的に、より正確な情報により示される位置に位置する送信器から信号を受信する、位置

【数 3 4】

40

$$\bar{u}^e$$

【 0 0 6 2 】

に位置する受信装置により決定されたであろう擬似距離測定値である。式 (1) の測定値、 m_i は、クロックバイアスを考慮に入れて、受信器装置 1 1 0 のより正確な位置推定値

【数 3 5】

$$\bar{u}^e$$

【0 0 6 3】

と送信器 1 3 0 のより正確な位置推定値

【数 3 6】

10

$$\bar{s}_i^e$$

【0 0 6 4】

との間の距離である。各衛星に対して計算された m_i の距離値に基づいて、受信器装置 1 1 0 が位置

【数 3 7】

20

$$\bar{u}^e$$

【0 0 6 5】

に位置し、送信器 1 3 0 が送信器 1 3 0 のための正確でない位置推定値

【数 3 8】

$$\bar{s}_i^a$$

30

【0 0 6 6】

によって示される位置（すなわち、暦情報により示される位置）に位置すると仮定したならば受信器装置 1 1 0 が計算したであろう位置

【数 3 9】

$$\bar{u}' = [x'_u \ y'_u \ z'_u \ b'_u]$$

40

【0 0 6 7】

を計算するために最小二乗平均（L M S）計算を実行することができる。位置推定値

【数 4 0】

$$\bar{u}'$$

【0 0 6 8】

および

50

【数 4 1】

$$\bar{u}^e$$

【0 0 6 9】

と

【数 4 2】

10

$$\bar{u}^a$$

【0 0 7 0】

との間の部分派生式の知識に基づいて、更新ベクトル

【数 4 3】

$$d\bar{u}$$

20

【0 0 7 1】

を決定することができる。

【0 0 7 2】

正確でない送信器の位置推定値

【数 4 4】

$$\bar{s}_i^a$$

30

【0 0 7 3】

(例えば暦から派生された衛星の位置)および以前の L M S 計算から派生された対応する位置

【数 4 5】

$$\bar{u}'$$

40

【0 0 7 4】

に対する幾何学マトリクス H_a は以下のように定義することができる。

【数 4 6】

$$H_a = \begin{bmatrix} \frac{x'_u - x_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{y'_u - y_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & \frac{z'_u - z_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} & -1 \\ \frac{x'_u - x_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{y'_u - y_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & \frac{z'_u - z_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} & -1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x'_u - x_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{y'_u - y_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & \frac{z'_u - z_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} & -1 \end{bmatrix} \quad \text{式 (2)} \quad 10$$

【 0 0 7 5 】

20

同様に、より正確な送信位置推定値

【数 4 7】

$$\bar{s}_i^e$$

【 0 0 7 6 】

(例えば天文暦から派生された衛星の位置)およびより正確な受信器装置位置推定値

【数 4 8】

30

$$\bar{u}^e$$

【 0 0 7 7 】

は以下のように定義することができる。

【数 4 9】

$$H_e = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} \frac{y_u^e - y_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} \frac{z_u^e - z_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} - 1 \\ \frac{x_u^e - x_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} \frac{y_u^e - y_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} \frac{z_u^e - z_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} - 1 \\ M & M & M & M \\ \frac{x_u^e - x_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} \frac{y_u^e - y_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} \frac{z_u^e - z_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} - 1 \end{bmatrix} \quad \text{式(3)}$$

10

【0 0 7 8】

最終的な幾何学マトリクス H_t は以下のように表すことができる。

【数 5 0】

20

$$H_t = (H_a^T \cdot R^{-1} \cdot H_a)^{-1} \cdot H_a^T \cdot H_e \quad \text{式(4)}$$

【0 0 7 9】

但し、 R は測定値の分散行列である、すなわち

【数 5 1】

$$R = E[\bar{m} \cdot \bar{m}^T]$$

30

【0 0 8 0】

但し $E[\]$ はブラケット内の量の統計的期待値を計算することを表し、

【数 5 2】

$$\bar{m}$$

40

【0 0 8 1】

は、式(1)において、決定された測定値のベクトルである。従って、更新ベクトル

【数 5 3】

$$d\bar{u}$$

50

【 0 0 8 2 】

は以下のように表すことができる。

【 数 5 4 】

$$d\bar{u} = (H_t^T \cdot R^{-1} \cdot H_t)^{-1} \cdot H_t^T \cdot (\bar{u}_a - \bar{u}') \quad \text{式 (5)}$$

【 0 0 8 3 】

より正確な送信器位置推定値

10

【 数 5 5 】

$$\bar{s}_i^e$$

【 0 0 8 4 】

(例えば、天文暦から派生された衛星位置)を用いて得た受信器装置の位置のより正確な推定値

【 数 5 6 】

20

$$\bar{u}^e$$

【 0 0 8 5 】

は以下のように表すことができる。

【 数 5 7 】

30

$$\bar{u}^e = \bar{u}^a + d\bar{u}$$

【 0 0 8 6 】

式(1)乃至(6)は受信器装置110のためのますます正確な位置推定値を派生するために何度も反復的に適用することができる。

【 0 0 8 7 】

図4はこの発明の実施形態に従って、繰り返しアルゴリズムのための実行された処理のフロー図である。送信器130の正確でない位置推定値

40

【 数 5 8 】

$$\bar{s}_i^a$$

【 0 0 8 8 】

に基づいて受信器装置110により派生された粗位置推定値

【数 5 9】

$$\bar{u}^a$$

【0 0 8 9】

は（図 3 に定義されるように）最初に受信される。ステップ 4 1 2 において、受信器装置 1 1 0 のためのより正確な位置推定値

【数 6 0】

10

$$\bar{u}^e$$

【0 0 9 0】

は粗位置推定値

【数 6 1】

$$\bar{u}^a$$

20

【0 0 9 1】

に初期化される。次に、ステップ 4 1 4 において擬似距離測定値 m_i が決定される。これらの測定値は位置推定値

【数 6 2】

$$\bar{u}^e$$

30

【0 0 9 2】

が解であったなら得られたであろう測定値である。測定値 m_i は式（1）に基づいて派生することができ、粗位置推定値

【数 6 3】

$$\bar{u}^a$$

40

【0 0 9 3】

を派生するために以前に使用されたすべての送信器のために決定することができる。

【0 0 9 4】

ステップ 4 1 6 において、LMS 計算はステップ 4 1 4 において、決定された測定値 m_i および正確でない送信器位置推定値

【数 6 4】

$$\bar{s}_i^a$$

【0 0 9 5】

に基づいて実行される。L M S 計算は技術的に知られた方法で達成することができる。L M S 計算から結果として得られる解は

【数 6 5】

10

$$\bar{u}'$$

【0 0 9 6】

として示され、これは、位置

【数 6 6】

$$\bar{u}^e$$

20

【0 0 9 7】

にあったなら、受信器装置 1 1 0 が得たであろう解である。

【0 0 9 8】

ステップ 4 1 8 において、次に、式 (2)、(3) および (4) に従って、幾何学マトリクス H_t が計算される。ステップ 4 2 0 において、更新ベクトル

【数 6 7】

30

$$d\bar{u}$$

【0 0 9 9】

は、幾何学マトリクス H_t および位置推定値の差

【数 6 8】

$$\bar{u}^a - \bar{u}'$$

40

【0 1 0 0】

および式 (5) に従って決定することができる。ステップ 4 2 2 において、次に、より正確な位置推定値

【数 6 9】

$$\bar{u}^e$$

【 0 1 0 1】

は更新ベクトル

【数 7 0】

10

$$d\bar{u}$$

【 0 1 0 2】

を用いて更新される。

【 0 1 0 3】

ステップ 4 2 4 において、更新ベクトル

【数 7 1】

20

$$d\bar{u}$$

【 0 1 0 4】

が特定のしきい値（例えば、

【数 7 2】

$$|d\bar{u}| < 1$$

30

【 0 1 0 5】

）未満か否か判断される。更新ベクトル

【数 7 3】

$$d\bar{u}$$

【 0 1 0 6】

40

の大きさがしきい値未満でないなら、プロセスはステップ 4 1 4 に戻り、送信器の測定値 m_i は最近更新された受信器のためのより正確な位置推定値

【数 7 4】

$$\bar{u}^e$$

【 0 1 0 7】

に基づいて再び決定される。ステップ 4 1 4 乃至 4 2 4 は更新ベクトル

50

【数 7 5】

$\bar{d}u$

【0 1 0 8】

の大きさがしきい値未満であるまで必要な回数反復される。しきい値が満足されると、位置推定値

【数 7 6】

10

\bar{u}^e

【0 1 0 9】

は受信器装置のためのより正確な位置推定値として戻される。次に処理は終了する。

【0 1 1 0】

ここに記載する技術は、送信器のための正確でない位置推定値に基づいて派生されたかもしれない、受信器装置のための粗位置推定値に基づいて受信器装置の位置を正確に決定することを可能にする。このようにして、送信器の位置を記述している情報（例えば暦）は、まれに受信器装置にロードすることができ、これは、リソースの保存を可能にするこ

20

【0 1 1 1】

ここに記載した技術はまた、アナログモードで動作する受信器装置の位置を決定するために有利に使用することができる。これは、十分な精度で知られていない測定値のタイムスタンプ（例えば 5 m s e c 以上のタイムスタンプエラー）で特徴づけられる。

【0 1 1 2】

この発明の観点に従って、5 以上の送信器（例えば G P S 衛星）のための測定値は、x、y、z およびクロックバイアス並びにタイムスタンプエラーを解くために使用することができる。上述した訂正アルゴリズムは受信器装置により報告されるタイムスタンプが正確でない場合に適用可能である。

30

【0 1 1 3】

上述した繰り返しアルゴリズムは 5 つ以上の測定値に基づいて位置決定計算に対して実施することができる。式（1）乃至（6）において、上述した計算および図 4 に示したフロー図は上述した方法で適用することができる。しかしながら、4 つの測定値に対して通常使用される L M S アルゴリズムの代わりに、解（すなわち、受信器装置のための位置推定値）を派生させるために動作するために修正された L M S アルゴリズムが実施される。式（2）および（3）にそれぞれ示す幾何学マトリクス H_a および H_e のための 4 次元の代わりに、これらのマトリクスは使用される測定値の数に対応する次元を有するであろう。

【0 1 1 4】

5 つの測定値が位置決定計算に対して使用されるとき、幾何学マトリクス H_a 、 H_e は以下のように表すことができる。

40

【数 7 7】

$$H_{a,5} = \begin{bmatrix} \frac{x'_u - x_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} \frac{y'_u - y_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} \frac{z'_u - z_{s1}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_1^a|} - 1 \frac{\partial p_{s1}^a}{\partial t} \\ \frac{x'_u - x_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} \frac{y'_u - y_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} \frac{z'_u - z_{s2}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_2^a|} - 1 \frac{\partial p_{s2}^a}{\partial t} \\ M & M & M & M \\ \frac{x'_u - x_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} \frac{y'_u - y_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} \frac{z'_u - z_{sn}^a}{|\bar{u}' - \bar{s}_n^a|} - 1 \frac{\partial p_{sn}^a}{\partial t} \end{bmatrix} \quad 10$$

【 0 1 1 5】

上述のマトリクス $H_{a,5}$ の最初の 4 つの列は式 (2) に示したのと同じ列であり、5 番
目列は、タイムスタンプに対する各送信器の擬似距離測定値の部分導関数 20

【数 7 8】

$$\frac{\partial p_{si}^a}{\partial t}$$

【 0 1 1 6】

から構成される。この i 番目の送信器に対する部分導関数は、以下のように表すことがで
きる。

【数 7 9】

$$\frac{\partial p_{si}^a}{\partial t} = \frac{\frac{\partial x_{si}^a}{\partial t} \bigg|_{t=t_k} (x_{si}^a(t_k) - x_u^a) + \frac{\partial y_{si}^a}{\partial t} \bigg|_{t=t_k} (y_{si}^a(t_k) - y_u^a) + \frac{\partial z_{si}^a}{\partial t} \bigg|_{t=t_k} (z_{si}^a(t_k) - z_u^a)}{\sqrt{(x_{si}^a(t_k) - x_u^a)^2 + (y_{si}^a(t_k) - y_u^a)^2 + (z_{si}^a(t_k) - z_u^a)^2}} \quad 40$$

【 0 1 1 7】

50

同様に、5つの測定値に対する幾何学マトリクスは以下のように表すことができる。
【数80】

$$H_{e,5} = \begin{bmatrix} \frac{x_u^e - x_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{y_u^e - y_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & \frac{z_u^e - z_{s1}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_1^e|} & -1 & \frac{\partial p_{s1}^e}{\partial t} \\ \frac{x_u^e - x_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{y_u^e - y_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & \frac{z_u^e - z_{s2}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_2^e|} & -1 & \frac{\partial p_{s1}^e}{\partial t} \\ M & M & M & M & \\ \frac{x_u^e - x_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{y_u^e - y_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & \frac{z_u^e - z_{sn}^e}{|\bar{u}^e - \bar{s}_n^e|} & -1 & \frac{\partial p_{s1}^e}{\partial t} \end{bmatrix} \quad 10$$

20

【0118】

この場合もやはり、上記マトリクス $H_{e,5}$ の最初の4つの列は式(3)の列と同じであり、5番目の列はタイムスタンプに対する各送信器の擬似距離測定値の部分導関数

【数81】

$$\frac{\partial p_{s1}^e}{\partial t}$$

【0119】

から構成される。i番目の送信器の部分導関数は以下のように表すことができる。

【数82】

$$\frac{\partial p_{si}^e}{\partial t} = \frac{\left. \frac{\partial x_{si}^e}{\partial t} \right|_{t=t_k} (x_{si}^e(t_k) - x_u^e) + \left. \frac{\partial y_{si}^e}{\partial t} \right|_{t=t_k} (y_{si}^e(t_k) - y_u^e) + \left. \frac{\partial z_{si}^e}{\partial t} \right|_{t=t_k} (z_{si}^e(t_k) - z_u^e)}{\sqrt{(x_{si}^e(t_k) - x_u^e)^2 + (y_{si}^e(t_k) - y_u^e)^2 + (z_{si}^e(t_k) - z_u^e)^2}} \quad 40$$

【0120】

50

従って、測定時間に対する各衛星の座標の部分導関数（例えば、
【数 8 3】

$$\frac{\partial x_{si}^a}{\partial t}, \frac{\partial y_{si}^a}{\partial t}, \text{および} \frac{\partial z_{si}^a}{\partial t}$$

【0121】

）は暦または天文暦から派生することができる。これは、部分導関数が時間の関数として衛星の軌道を記載したためである。上の式から、各繰り返しにおいて、衛星の位置は測定時間 t の新しい値に基づいて再計算される。測定時間 t は、値が各繰り返しにおいて再評価される未知数の 1 つである測定時間誤差から得ることができる。

10

【0122】

アナログモードのための位置決定計算は、この出願の譲受人に譲渡された、1999年3月29日に出版された米国特許出願シリアル番号第09/280,337（発明の名称：「アナログモードで動作するGPSを備えた無線装置の位置を見つけるための方法および装置」(METHOD AND APPARATUS FOR LOCATING GPS EQUIPPED WIRELESS DEVICES OPERATING IN ANALOG MODE)）にさらに詳細に記載されている。

【0123】

20

図2において、処理回路212および222はそれぞれメモリ214および224内に記憶されたプログラム命令を実行することにより、それぞれ初期粗位置推定値および受信器装置110のためのより正確な位置推定値を派生させることができる。処理回路212および214は各々デジタルシグナルプロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、プロセッサ、マイクロプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラマブル論理装置、他の電子装置、またはここに記載した機能を実行するように設計されたこれらの組合せのいずれかとして実現してもよい。処理回路212および222はプログラム命令およびデータを記憶するために使用されるメモリ212または224を含んでもよい。

【0124】

30

開示した方法および装置は、当業者がこの発明を製作または使用可能にするために提供される。これらの実施の形態に対する種々の変形例は当業者には容易に明白であり、ここに定義される包括的原理は、この発明の精神と範囲を逸脱することなく他の実施の形態に適用可能である。従って、この発明は、ここに示した実施の形態に限定されることを意図したものではなく、開示された原理および新規な特徴に一致する最も広い範囲が許容されるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0125】

【図1A】[1014] 図1Aはこの発明の種々の観点を実施することができるシステムの簡単化された説明図である。

40

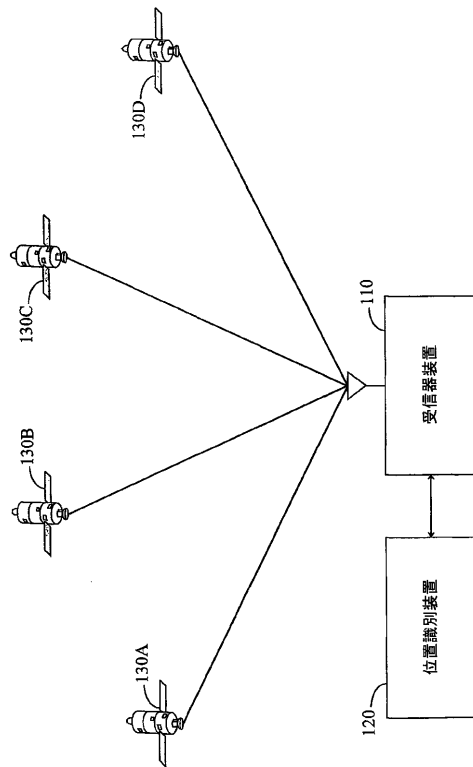
【図1B】[1015] 図1Bは、受信器装置に入手可能な情報に基づいて送信器のロケーションにおける誤差を図解する図である。

【図2】[1016] 図2はこの発明の実施の形態に従う受信器装置および位置識別装置の簡単化されたブロック図である。

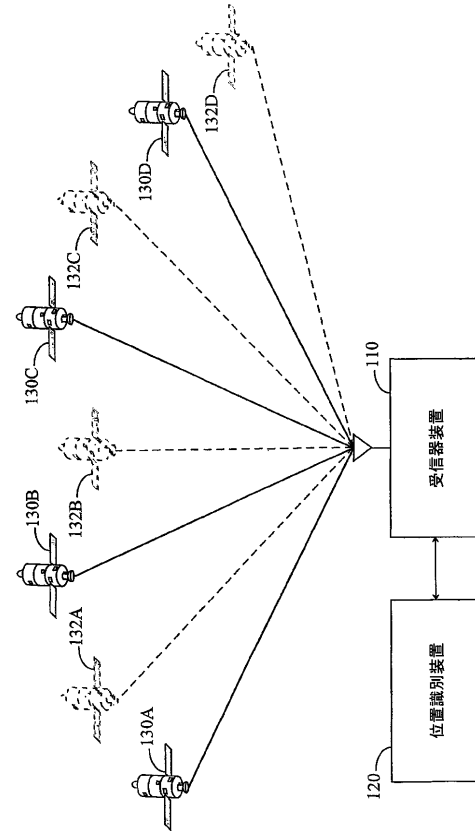
【図3】[1017] 図3は、受信器装置により以前に派生された粗位置推定値に基づいて受信器装置のためのより正確な位置推定値を派生するために、位置識別装置により実行されるプロセスを説明するフロー図である。

【図4】[1018] 図4はこの発明の実施の形態に従う繰り返しアルゴリズムのために実行される処理のフロー図である。

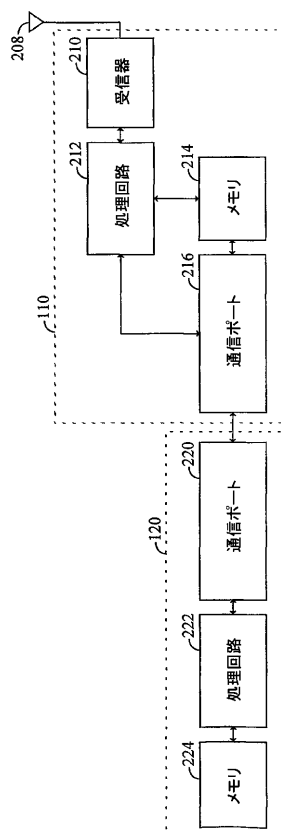
【図 1 A】



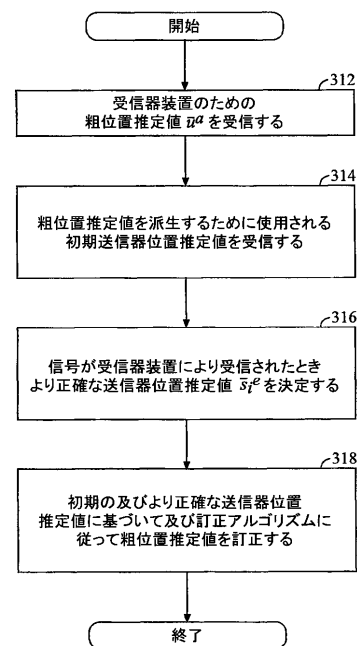
【図 1 B】



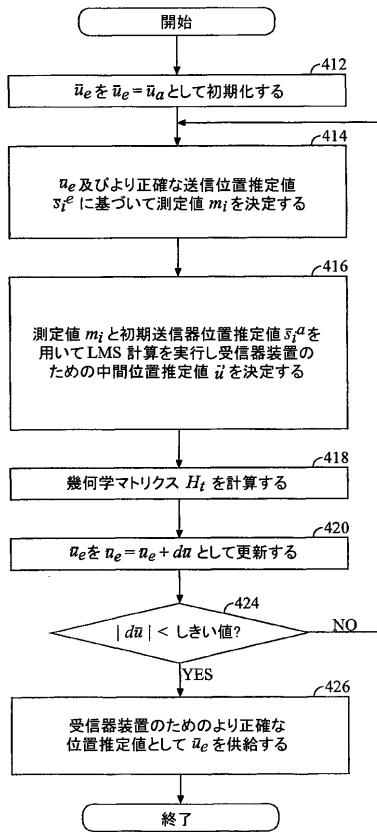
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 ガール、ピーター

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、ナンバー 6、イースター・ウェイ 9 5 1 5

(72)発明者 バヤノス、アルキノース

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 0 9、サン・ディエゴ、ダイヤモンド・ストリート 1 0 3 7

審査官 有家 秀郎

(56)参考文献 特開平 0 6 - 0 3 4 7 4 0 (J P , A)

特開平 1 0 - 2 5 3 7 3 7 (J P , A)

特開平 0 9 - 1 1 9 9 7 3 (J P , A)

特開平 0 7 - 0 0 5 2 4 1 (J P , A)

特開平 0 6 - 2 0 1 8 1 2 (J P , A)

特開平 0 5 - 1 8 0 9 2 5 (J P , A)

特開 2 0 0 0 - 2 7 5 3 2 0 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 0 6 6 3 5 8 (J P , A)

特開 2 0 0 1 - 2 0 8 8 2 5 (J P , A)

特表 2 0 0 4 - 5 3 5 5 5 0 (J P , A)

国際公開第 9 9 / 0 3 1 5 2 4 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G01S 5/00-5/14