

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4263613号

(P4263613)

(45) 発行日 平成21年5月13日(2009.5.13)

(24) 登録日 平成21年2月20日(2009.2.20)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 1 S 5/14 (2006.01)
 G 0 1 S 5/14 5 2 2
 G 0 1 S 5/14 5 3 1

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-552010 (P2003-552010)	(73) 特許権者	398012616
(86) (22) 出願日	平成14年12月6日(2002.12.6)		ノキア コーポレイション
(65) 公表番号	特表2005-512104 (P2005-512104A)		フィンランド エフイーエンーO 2 1 5 O
(43) 公表日	平成17年4月28日(2005.4.28)		エスプー ケイララーデンティエ 4
(86) 国際出願番号	PCT/IB2002/005183	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開番号	W02003/051070		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開日	平成15年6月19日(2003.6.19)	(74) 代理人	100092624
審査請求日	平成17年12月6日(2005.12.6)		弁理士 鶴田 準一
(31) 優先権主張番号	10/016,140	(74) 代理人	100102819
(32) 優先日	平成13年12月12日(2001.12.12)		弁理士 島田 哲郎
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100108383
			弁理士 下道 晶久
		(74) 代理人	100082898
			弁理士 西山 雅也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セルラー通信システムを測位システムに同期させる装置、システムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) セルラー通信システムにより提供されるセルラーフレームを伝達するダウンリンクフレーム信号の一部に応答するセルラーモジュール(11)と、

b) 予め定められた時間基準に従って時が刻まれる測位システムのビーコン(27)からの測距信号に応答するメインモジュール(12)とを有する、セルラー通信システムを測位システムに同期させる装置(10)であって、

前記セルラーモジュール(11)は、前記ダウンリンクフレーム信号の一部の到着を示すトリガ信号を提供すると共に、該トリガ信号が提供された瞬間を予め定められた時間基準に従う時間値に関連付ける情報を示す信号に応答し、

前記メインモジュールは、前記セルラーモジュール(11)により前記トリガ信号が提供された瞬間を予め定められた時間基準に従う時間値に関連付ける前記情報を示す前記信号を提供し、

前記トリガ信号の送信と受信との間の遅延が無視できるかまたは判定できるように構成された前記セルラーモジュール(11)と前記メインモジュール(12)との間の接続部(29)を介して、前記トリガ信号が提供され、

前記トリガ信号が前記セルラーモジュール(11)により前記メインモジュール(12)に提供された瞬間を予め定められた時間基準に従う時間値に関連付けるための情報を、前記セルラーモジュール(11)が前記セルラー通信システムの基地局に提供するようになっていることを特徴とする、セルラー通信システムを測位システムに同期させる装置。

10

20

【請求項 2】

前記メインモジュール（12）は、前記トリガ信号が前記メインモジュール（12）により受信された瞬間についての位置も提供し、前記セルラーモジュール（11）はその位置に応答し、その位置を前記サーバの基地局に提供することを特徴とする請求項1記載の装置。

【請求項 3】

請求項1記載の装置を有しており、前記測距信号を提供する前記測位システムのビーコン（27）をさらに有すると共に、前記トリガ信号が提供された瞬間を予め定められた時間基準に従う時間値に関連付けるための前記情報を受信する前記基地局も有するシステム。

10

【請求項 4】

測位システムと通信すると共にセルラー通信システムと通信する測距受信装置（10）から、前記セルラー通信システムの基地局が前記測位システムに従う時間に同期することができるようにするために使用される情報を前記基地局に提供させるような、セルラー通信システムを測位システムに同期させる方法であって、前記測距受信装置は、前記セルラー通信システムと通信するように構成されたセルラーモジュール（11）を有すると共に前記測位システムと通信するように構成されたメインモジュール（12）を有しており、

前記方法は、

a) 前記セルラーモジュール（11）がタイムスタンプ付きフレームの一部を検出し、前記セルラーモジュール（11）を前記メインモジュール（12）に結合させると共に信号を印加することと該信号を受信することとの間の遅延が無視できるかまたは判定できるように構成される接続部に対してトリガ信号を与えるステップ（32）と、

20

b) 前記メインモジュール（12）へのアクセスが可能なローカルクロック（20）を用いて前記トリガ信号が受信された瞬間の時刻に関連付けることができるような瞬間の時刻についての時間値を生成するナビゲーション解を実行することに基づいて、前記メインモジュール（12）が前記トリガ信号を受信した瞬間についての前記測位システムに従う時間値を、前記メインモジュール（12）が前記セルラーモジュール（11）に送るステップ（40）とを有することを特徴とする、セルラー通信システムを測位システムに同期させる方法。

【請求項 5】

30

トリガ信号が到着した時点についての前記ローカルクロック（18）に従う時間値を保持するために、前記ローカルクロック（18）と前記トリガ信号によりラッチ可能なタイミングレジスタ（19）とを使用することに基づいて、前記ナビゲーション解が得られた時刻と前記トリガ信号が前記メインモジュール（12）に到着した時刻との時間差を前記メインモジュール（12）が判定するステップ（37）をさらに有することを特徴とする請求項4記載の方法。

【請求項 6】

前記メインモジュール（12）が、前記セルラーモジュール（11）に時間値を送るステップ（40）において、前記メインモジュール（12）が前記測距受信装置の位置に関する情報を示す信号も前記セルラーモジュール（11）に送ることを特徴とする請求項4記載の方法。

40

【請求項 7】

前記メインモジュール（12）が、前記ナビゲーション解が得られた時刻と前記トリガ信号が前記メインモジュール（12）に到着した時刻との時間差を用いて、前記トリガ信号が前記メインモジュール（12）により受信された時点についての位置に対応するように位置判定を調整するステップ（38）をさらに有することを特徴とする請求項5記載の方法。

【請求項 8】

前記トリガ信号が提供された瞬間を前記測位システムに従う時間値に関連付けるための情報を、前記セルラーモジュール（11）が前記基地局に提供するステップ（40）をさ

50

らに有することを特徴とする請求項5記載の方法。

【請求項9】

前記メインモジュール(12)が、前記トリガ信号が前記メインモジュール(12)により受信された瞬間についての位置も提供し、前記セルラーモジュール(11)が前記位置に応答し、前記位置を前記基地局に提供するステップ(38、40)をさらに有することを特徴とする請求項7記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願との相互参照

出願番号09/777, 521を有する、2001年2月5日に提出された米国出願であって、「セルラー信号バーストを用いたGPS時間同期のための方法、装置およびシステム」と称する代理人事件整理番号WFVA/NC944-001.042/32546の米国出願が、関連出願として参照される。

【0002】

上記出願は本譲受人に譲渡されており、参考のため本明細書に取り入れられている。

【0003】

発明の分野

本発明は、全地球測位システム(GPS:Global Positioning System)を用いたナビゲーションに関し、特に、補助機能を有するGPSを提供すると共に、特に弱いGPS信号の条件下でGPS時間回復を提供するためのシステムに関する。

【背景技術】

【0004】

全地球測位システム(GPS)受信装置の動作は、GPS時間に関して正確な値を有する受信装置に基づいている。(受信装置から1つまたは2つ以上のGPS衛星までの)距離は送信時刻と受信時刻との差に光の速度を乗じたものとして簡単に決定されるので、もしそのような正確な値が無ければ、上記受信装置により算出される距離は不正確である。したがって、GPSナビゲーションは、いわゆる協定世界時(UTC:Coordinated Universal Version)の近似バージョンであるGPSシステム時間に同期化されたクロックを有するGPSの全ての要素(衛星およびGPS地上固定受信装置の両方を含む)に依存する。GPS(より具体的には、GPS地上監視ネットワーク)は、GPSシステム時間と比較して衛星クロックのバイアスおよびオフセットを補償するための補正データを各々の衛星(高精度のローカルクロックを使用する衛星)にばらまく。各々の衛星は、自分が放送するナビゲーションメッセージによって上記補正データを提供する。それゆえに、全ての衛星が同期化される。また一方で、GPS受信装置は、このGPS受信装置の位置の解の一部として自分のローカルクロックのオフセットを決定する。しかしながら、このようにした場合、GPSローカルクロックが顕著に同期外れの状態になっているときは、GPS受信装置の位置の算出に要する時間が長くなる。したがって、一般に、GPS受信装置のクロックをGPSシステム時間に同期化させる手段を提供することが有利である。

【0005】

GPS信号が顕著に弱い状態では、GPS受信装置はGPS時間を独力で決定することができない。このような状態のときには、位置測定を実行するために正確なGPS時間を回復させなければならず、さもなければ位置測定を停止させなければならない。位置測定を停止させなければならなくなるのを避けるためには、GPS時間回復を補助しなければならない。GPS受信装置のGPS時間回復を補助する方法はいろいろあり、その一つは、GSMネットワーク等のセルラーネットワークから正確なGPS時間を配信することである。

【0006】

残念なことではあるが、セルラー通信自体はナビゲーションツールではなく、したがって、セルラー通信を提供するために普遍的な同期化された時間は不要である。それゆえに

10

20

30

40

50

、標準的なGSMネットワーク（および第3世代の広帯域符号分割多元接続（Wideband Code Division Multiple Access）・ネットワーク）は、いかなる普遍的な時間基準にも同期化されない。たびたび必要になる唯一の時間同期化はタイムスロット同期化である。この場合、移動局は、自分に割り当てられたタイムスロットの中に自分自身の送信を保持すると共に基地局からの自分宛てのメッセージを受け取るために、自分自身を特定の基地局スケジュールに同期化させる。それゆえに、このような同期化は、普遍的ではなくて（移動局と基地局との間で）相対的である（かつ、相対的でありさえすればよい）。このようなセルラーネットワークから普遍的な時間を引き出せるようにするには、新しい設備と新しいメッセージとが必要である。

【0007】

GPS/GSMタイミング関係（マッピング）を提供する装置があり、それは位置測定ユニット（LMU：Location Measurement Unit）と呼ばれている。ここで、LMUは、移動局への通信信号バーストに対しGPSシステム時間でもってタイムスタンプを押すように構成されたGPS受信装置であって、セルラー基地局に設けられた特殊なGPS受信装置であると考えることができるものである。LMUは、基地局からの通信信号バーストに対しGPS時間でもってタイムスタンプを押す。さらに、LMUは、弱いGPS信号の条件下でGPS時間を確立する（すなわち、GPSシステム時間に同期化させる）ために必要とされる助けをGPS受信装置（LMUから提供される情報を利用するように構成されたGPS受信装置）に提供する。ここで、LMUは、いわゆる基準時間情報要素を提供する。この基準時間情報要素において、LMUは、どのGSM信号フレーム、タイムスロットおよびビットが時間基準ポイントとして使用されるべきかを示し、これに従って、例えば移動局はGSMシステム遅延を取り除くことができ、それゆえに正確なGPS時間を回復させることができる。

【0008】

代表的なGPS受信装置の位置決め精度に関していえば、GPS時間は受信装置において約 $10\mu\text{s}$ （マイクロ秒）以内に収まることが公知になっていなければならない。このような精度は、時間同期化のためにLMUに基づくシステムを用いて達成することは困難であるが、共同出願の米国出願第09/777,521号（2001年2月5日出願されており、参考のため本明細書に取り入れられている）は解決策を提供する。この出願以前の従来の技術によれば、GPS受信装置は、GPSコンポーネントに加えて、LMUメッセージに応答するセルラーコンポーネントを備えることによってLMUの補助を利用するようになっている（指示された信号フレーム、タイムスロットおよびビットにおける実際のトリガを受け取ることを含む）（図1を参照）。上記の2つのコンポーネントは、ソフトウェアメッセージング層を介して通信する。しかしながら、ソフトウェアメッセージング層を介してメッセージを送るときに顕著なランダム遅延が発生する。すなわち、LMU時間同期化情報を提供するのみのタスク以外の種々のタスクのためにソフトウェアメッセージング層を使用することから生じる内部遅延が発生する。（ランダム遅延は、GPS受信装置により使用されるバスの内部で発生する。すなわち、専用のソフトウェアメッセージング・アーキテクチャを使用して一つのソフトウェアモジュールから他のソフトウェアモジュールへメッセージを伝達するバスの内部で発生する。このような遅延の持続時間は数十ミリ秒であり得る。）米国出願第09/777,521号は、GPSコンポーネントとセルラーコンポーネントとの間の特定のハードウェア接続部（図1を参照）を提供する。このハードウェア接続部は、タイムスタンプ付きフレームの正確な到着時刻をGPSコンポーネントに知らせるために使用される。この場合、タイムスタンプ付きフレームは、別のフレームによりセルラーコンポーネントに伝えられてからソフトウェアメッセージング層を介してGPSコンポーネントに伝達されるようなGPS時間に従う値を有している瞬間の時刻を示すタイムスタンプ付きフレームの正確な到着時刻をGPSコンポーネントに知らせるために使用される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0009】

このように、LMUは、特にGPS信号が弱い状態のときに、GPSコンポーネントをGPS時間に同期化するために使用される。しかしながら、多くの場所で、基地局はLMUを具備していない。このような状況下で、良好な信号の状態で作動しているために自分自身をGPS時間に同期化させることができるようなGPSコンポーネントおよびセルラーコンポーネントの両方を有するGPS受信装置が、信号の状態があまり良くなくてLMUからのサービスを利用できない場所で動作している（同じくセルラーコンポーネントおよびGPSコンポーネントの両方を有している）他のGPS受信装置にGPS時間を伝達することができるならば、それは有利なことであろう。

【課題を解決するための手段】

10

【0010】

したがって、本発明の第1の態様においては、ダウンリンクフレーム信号の一部にตอบสนองするセルラーモジュールと、予め定められた時間基準に従って時が刻まれる測位システムのビーコンからの測距信号にตอบสนองするメインモジュールとを有する装置が提供される。

この装置の特徴は次のとおりである。すなわち、セルラーモジュールは、ダウンリンクフレーム信号の一部の到着を示すトリガ信号を提供すると共に、当該トリガ信号が提供された瞬間を予め定められた時間基準に従う時間値に関連付ける情報を示す信号にตอบสนองし、メインモジュールは、セルラーモジュールによりトリガ信号が提供された瞬間を予め定められた時間基準に従う時間値に関連付ける情報を示す信号を提供し、当該トリガ信号の送信と受信との間の遅延が上記装置により知られるように構成されたセルラーモジュールとメインモジュールとの間の接続部を介して、当該トリガ信号が提供される。

20

【0011】

本発明の第1の態様によれば、上記装置は、メインモジュールがタイミングレジスタとローカルクロックとを有することをさらに特徴とする。ここで、タイミングレジスタは、トリガ信号にตอบสนองしてローカルクロックを読み取りローカルトリガ時間を決定すると共に、リセットされるまで、あるいはセルラーモジュールによって別のトリガ信号が発せられるまで当該ローカルトリガ時間を保持する。上記装置は、メインモジュールがメインプロセッサを有することをさらに特徴とする。このメインプロセッサは、測距信号と、タイミングレジスタに記憶されている値と、ローカルクロックにより示されているローカル時間とにตอบสนองして、ナビゲーション解が決定された瞬間の時刻についての時間値である予備時間値を含むナビゲーション解を予め定められた時間基準に従って決定すると共に、タイミングレジスタがトリガされたときとナビゲーション解が決定されたときとのローカルクロックに従う時間の差だけ予備時間値を調整し、これによって、タイミングレジスタがトリガされた瞬間についての予め定められた時間基準に従う時間値を提供する。

30

【0012】

本発明の第1の態様によれば、上記装置は、この装置がタイムスロットカウンタをさらに有し、当該タイムスロットカウンタが新しいタイムスロットを示すときにトリガパルスが提供されることをさらに特徴とすることもできる。

【0013】

本発明の第1の態様によれば、上記装置は、この装置がデータビットカウンタをさらに有し、データビットカウンタが新しいデータビットを示すときにトリガパルスが提供されることをさらに特徴とすることもできる。

40

【0014】

本発明の第1の態様によれば、上記装置は、メインモジュールがGPS受信装置として動作するための機能性を提供する全地球測位システム（GPS）モジュールであることをさらに特徴とすることもできる。

【0015】

本発明の第1の態様によれば、上記装置は、トリガ信号が提供された瞬間を予め定められた時間基準に従う時間値に関連付けるための情報を、セルラーモジュールがサーバの基地局に提供することをさらに特徴とすることもできる。さらに、メインモジュールは、ト

50

リガ信号がメインモジュールにより受信された瞬間についての位置を提供することができ、セルラーモジュールはその位置に応答し、その位置をサーバの基地局（serving base station）に提供することができる。

【0016】

本発明の第1の態様によれば、セルラーフレームを受信するための本発明の第1の態様に係る装置を有し、かつ、セルラーフレームを提供するセルラー基地局をさらに有するシステムが提供される。

【0017】

本発明の第1の態様によれば、測位システムのビーコンから測距信号を受信するための本発明の第1の態様に係る装置を有し、当該測距信号を提供する測位システムのビーコンをさらに有するシステムが提供される。

10

【0018】

本発明の第2の態様において、測位システムと共に使用可能であってセルラーモジュールとメインモジュールとを有する測距受信装置から、サーバの基地局が測位システムに従う時間に同期することができるようにするために使用される情報をサーバの基地局に提供させる方法が提示される。この方法は、セルラーモジュールがタイムスタンプ付きフレームの一部を検出し、信号を印加することと当該信号を受信することとの間の遅延が無視できるかまたは判定できるようにするためにセルラーモジュールをメインモジュールに結合させる接続部に対してトリガ信号を与えるステップと、メインモジュールへのアクセスが可能なローカルクロックを用いてトリガ信号が受信された瞬間の時刻に関連付けることができるような瞬間の時刻についての時間値を生成するナビゲーション解を実行することに基づいて、メインモジュールがトリガ信号を受信した瞬間についての測位システムに従う時間値を、メインモジュールがセルラーモジュールに送るステップと有することを特徴とする。

20

【0019】

本発明の第2の態様によれば、上記方法は、トリガ信号が到着した時点についてのローカルクロックに従う時間値を保持するために、ローカルクロックとトリガ信号によりラッチ可能なタイミングレジスタとを使用することに基づいて、ナビゲーション解が得られた時刻とトリガ信号がメインモジュールに到着した時刻との時間差をメインモジュールが判定するステップを有することをさらに特徴とすることができる。

30

【0020】

本発明の第2の態様によれば、上記方法は、メインモジュールがセルラーモジュールに時間値を送るステップにおいて、上記メインモジュールが測距受信装置の位置に関する情報を示す信号もセルラーモジュールに送ることをさらに特徴とすることができる。

【0021】

本発明は、モバイル装置においてタイムスタンプを行うことを可能にするので、当該モバイル装置はLMUの機能を果たすことになる。それゆえに、独立したLMUを持つ必要がなくなる。さらに、本発明の精度は、通常のLMUにより提供される精度よりも改善されている。本発明により提供される精度は、例えば、1～2 μs（マイクロ秒）の範囲に収まる。

40

【0022】

上記のような本発明の目的、特徴および利点、ならびにその他の目的、特徴および利点は、添付の図面と関連して提示されている以下の詳細な記述を考察することによって明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

図1を参照すると、本発明に係る全地球測位システム（GPS）受信装置10は、セルラーモジュール11（必ずしも完全なセルラー通信能力を提供するものではない）およびGPSモジュール12を有するものとして示されている。セルラーモジュールは、セルラーアンテナ14を通してセルラー通信信号に応答する。GPSモジュールは、測位システ

50

ムのビーコン27（GPS衛星等であって、場合によっては地上に設置されるビーコンである）により放送された後にGPSアンテナ15を介して受信されるGPS測距信号（ナビゲーションデータを含む）に応答するために標準のGPSハードウェア21を有する。セルラーモジュールは、セルラー通信信号を処理して、上記したように位置測定ユニット（LMU）メッセージ等から時間同期化情報を抽出する。セルラー通信信号は、セルラーモジュールがある一つのフレームを他のフレームから区別できるようにするためのデリミッタ（delimiters）（ヘッダおよびフッタ）を含む複数のフレームにより構成されたデータからなる。セルラーモジュールは、ダウンリンクフレーム（基地局からセルラーモジュールに送信された）をカウントするためのフレームカウンタ20を有する。フレームカウンタはフレームエッジも検出する。このフレームエッジは、例えば周波数の復元に使用される。フレームエッジを検出または識別するときに、フレームカウンタは、新しいフレームが受信された瞬間の表示を提供する。GSMセルラー通信では、対応するエッジ検出器と共にタイムスロットカウンタおよびビットカウンタが設けられていることもある。

10

【0024】

GPS受信装置10は、ソフトウェアメッセージ通信層16を有している。このソフトウェアメッセージ通信層16によって、セルラーモジュールおよびGPSモジュールはメッセージを伝達することができるが、このようにして伝達されるメッセージは、転送中にランダム遅延が発生する。この原因として、ソフトウェアメッセージ通信層を介して他のメッセージトラフィック（例えば、GPSモジュールの種々のコンポーネント間のメッセージトラフィック）が伝達されることが考えられる。

20

【0025】

フレームカウンタが新しいセルラー通信信号のダウンリンクフレーム（特に、新しいフレームエッジ）の到着を示す毎に、トリガパルスが生成され、特定のハードウェア経路29を介してGPSモジュールに伝達される。このハードウェア経路では、実質的に遅延がないか、あるいは既知の遅延、したがって考慮に入れることが可能な遅延が生ずる。すなわち、上記のハードウェア経路は、実質的にランダム遅延無しでトリガパルスを提供する。ここではタイミングレジスタと称されるレジスタ19が（UTC時間ではなくて）、内部時間、すなわち、GPS受信装置の発振器／ローカルクロック18により示される時間を記憶することができるように、上記トリガパルスが、GPSモジュール内のレジスタ19をラッチするために使用される。（GPS受信装置のローカルクロック18は、通常、GPSハードウェアの一部としての内部カウンタとして実現される。上記のラッチの結果として、ローカルクロックの現在値が上記レジスタに記憶されるか、または上記内部カウンタがリセットされる。ローカルクロック18は、実際には、GPSモジュールの一部であってもよいしそうでなくてもよいが、たとえGPSメインモジュールの一部ではないとしても、上記ローカルクロックは、GPSメインモジュールのコンポーネントにアクセスすることが可能である。）

30

【0026】

図1をなお参照する。同時係属出願であって共同出願の米国出願第09／777, 521号において説明されているように、LMUが存在しかつ信号が弱い状態であって、基地局24（図示されていないLMUに対してホストとして機能する）がGPS受信装置10を補助することが有利である場合、セルラーモジュール11のトリガモジュール16によってトリガパルスが生成されたときに、当該トリガパルスが生成されて特定のハードウェア経路29を介してGPSモジュール12のタイミングレジスタ19に提供されると、対応するフレーム番号（または代替的に、後述するように、タイムスロットまたはビット番号）が、ソフトウェアメッセージ通信層16を介してGPSハードウェア21に送信される。GPSハードウェアは、もし（後述する手続きによって）GPS時間に既に設定されているならば、トリガパルスを用いてローカルクロックを安定化させクロックのドリフトに対抗することによって、同期化された状態に保持される。しかしながら、GPSモジュールにてGPS時間を開始させるために、すなわち、GPS受信装置の電源がオン状態になるときに、セルラーモデルは、付近の基地局のLMU22から受け取ったタイムスタン

40

50

プを使用する。このタイムスタンプは、指示されているGPS時間が、指示されるフレーム番号、タイムスロットおよびビット番号の受信と関連付けられるべきであることを明示する。タイムスタンプ中の参照符が付与されているフレームは、既に送信されたフレーム（放送されたかまたは1対1対応でGPS受信装置に送信された）である。タイムスタンプは、フレーム、タイムスロット、およびビットに関連するGPS時間を含む。（しかしながら、タイムスタンプは、伝播遅延を含まない。LMUにおいて、LMUが配置されているサーバの基地局からGPS受信装置がどれだけ離れているかを知る方法はない。エア・インターフェースでの伝播遅延は種々の方法で補正される。例えば、GSMでは、セルラシステムにより遂行されるようないわゆるタイミング進み（TA:Timing Advance）測定を用いて、伝播遅延が補正されることがしばしばある。TAは、受信装置とサーバの基地局との間での往復伝送遅延をもとに測定される。）

10

【0027】

米国出願第09/777,521号でも説明されているように、セルラーモジュール11がタイムスタンプ（値）を入手すると、セルラーモジュールは、ここでタイムマークメッセージ（タイムスタンプメッセージではなくて）と称されるものを作成することができる。タイムマークメッセージは、なお受信されるべきフレームと関連付けられるべきGPS時間を示す。タイムマークメッセージにて示されているフレームが受信されると、直ちにトリガパルスが特定のハードウェア経路29に沿ってGPSモジュールに送られ、フレーム番号およびタイムマークメッセージが、ソフトウェアメッセージ通信層を介してGPSモジュールに伝達される。トリガパルスがGPSモジュールに到達したときに、ローカルクロック18にて表示されている時刻がタイミングレジスタ19に書き込まれる。

20

【0028】

セルラーモジュールは、通信チャネルが開かれる前に伝播遅延補正を測定する。伝播遅延の測定は、通信チャネルを開く動作に関連するハンドオーバープロセスの一部である。したがって、伝播遅延は常にセルラーモジュールに知られている。

【0029】

あるGPS受信装置（図1のようになっており、それゆえにセルラー基地局と通信することができる）にとっては信号の状態が良好で、GPS時間を位置判定の副産物として（すなわち、いわゆる位置・速度・時間（PVT:Position-Velocity-Time）解の出力として）判定することができるけれども、同じ受信可能区域内の（あるいは他の受信可能区域内の）他のGPS受信装置にとっては信号状態が悪くなくて、これらの他のGPS受信装置をGPS時間に同期化させるために利用可能なLMUがない場合に、本発明により解決されるような問題が存在する。本発明の概念は、（良好な信号状態を有するので）GPS時間に同期化することができるGPS受信装置10に、自分が受信した測距信号に基づいてPVT解を実行させて自分自身をGPS時間に同期化させ（少なくともPVT解が適用される瞬間において）、その後、上記と同様に、基地局から以前に提供されたタイムスタンプ付きフレームについての実際の（より正確な）GPS時間値を（自分のセルラーモジュール11を通して）サーバの基地局に知らせることである。換言すれば、基地局は（タイムスタンプ付き）フレーム（フレームエッジで発生するような可能性あるタイムスタンプ）を提供すると共にタイムスタンプ値を提供しまたはタイムスタンプ値を提供せず、図1のように構成されて後述するように動作するGPS受信装置は、タイムスタンプ付きフレーム（トリガするフレーム）がGPS受信装置に到着した瞬間についてのGPS時間値を基地局に知らせるメッセージを基地局に返送する。（基地局が、タイムスタンプ値を持たないタイムスタンプ付きフレーム、すなわち、そのタイムスタンプ付きフレームのエッジの到着についての時間値を他のフレームが提供しないようなタイムスタンプ付きフレームを供給する場合、当該タイムスタンプ付きフレームは、単に基準ポイントとして、すなわち、本発明により時間値が提供されるべき瞬間の時刻として機能する。）タイムスタンプ付きフレームが基地局により送信された時点と、それが受信された時点との間の時間差は、複数の異なる方法で考慮することができるが（例えば、基地局に自分がGPS受信装置のために測定するタイミング進みに基づいて伝播遅延を厳密に調べさせることにより

30

40

50

）、これらの方法のいずれも本発明の主題ではない。ここで説明の目的上、伝播遅延は無視できると仮定している。

【0030】

本発明を理解するために図1を再び参照すると、GPS受信装置10が動作する方法について幾つかの制限事項を理解する必要がある。第1に、ダウンリンクフレームのフレームエッジがフレームカウンタ20のロールオーバーにより検出される。このことは、自分自身を到来するデータフレーム（基地局24により送信された）に同期化させることになる。これによって、GPSモジュールはフレームカウンタの動作を何ら統制しない。トリガはセルラーモジュール11からGPSモジュール12に対して行われ、その逆には決して行われない。アップリンクデータフレーム（すなわち、例えばセルラーコンポーネント11から基地局24へ伝達される音声データ）は、（セルラートランシーバ25の）セルラー送信装置およびプロトコルスタック（protocol stack）（セルラープロセッサ22において実現されている）における遅延が不明であるので、正確にはGPSタイムスタンプ付けがなされ得ない。GPSモジュール12内のタイミングレジスタ19は、特定のハードウェア（外部の）接続部を介してトリガされることが可能であり、そして、そのようにトリガされると、GPSローカルクロック（発振器）18の現在の読みを記憶する。フレームエッジはGPSのPVT算出とは同期化されない。換言すれば、基地局からのフレームエッジがGPS受信装置（セルラーモジュール11）に到着した瞬間では、GPSモジュールにPVTの算出を実行させることはできず、それゆえに、フレームエッジ時間と称してよいものは、GPSのPVT算出時間と称してよいものとは異なる。

【0031】

上記のような制限の結果として得られる幾つかの検討結果を述べることができる。第1に、ダウンリンクデータフレームのみにタイムスタンプ付けを行うことが可能である。第2に、データフレームに対しGPS時間でもってタイムスタンプ付けを実行するために、GPSモジュールはフレキシブルでなければならない、すなわち、GPSモジュールは、PVT解が適用される瞬間にトリガを提供するようにトリガモジュールを制御する代わりに、トリガが受信された瞬間の時刻についてのGPS時間を提供しなければならない。第3に、フレームエッジはGPSのPVT算出と同期化されないので、フレームエッジ（フレーム番号）がタイムスタンプ付けされる瞬間の時刻と（最新の）PVT算出が適用される瞬間の時刻との間の時間差を測定する方法がなければならない。

【0032】

したがって、本発明が提供するものは、上記のような制限と、上記のような検討結果とが与えられた場合に、セルラー電話においてGPS時間でもってデータフレームにタイムスタンプ付けする方法である。

【0033】

図2と図1を参照する。本発明により提供される方法は次のとおりである。最初のステップ31において、（ダウンリンク）フレームがローカルクロック（図示されていない）に従って基地局24から送信される。次のステップ32において、セルラーモジュール11のフレームカウンタ20は、送信された（ダウンリンク）フレームのフレームエッジを検出し、セルラーモジュールをGPSモジュール12に結合させる特定のハードウェア接続部29に対してトリガを与える。このようなトリガ信号は、セルラーモジュールへのフレーム（エッジ）の到着をGPSモジュールに知らせ、次のステップ33において、GPSモジュールのタイミングレジスタ19にローカルクロック18の現在の読みを記録させる。次のステップ34において、GPSモジュールは、（最小二乗アルゴリズム等のような種々の公知のアルゴリズムのいずれか、または拡張カルマンフィルタ（extended Kalman filter）等のナビゲーションフィルタを用いて）PVT解を実行する。次のステップ35において、PVT解が適用されるローカルクロックに従う時刻（すなわち、PVT解が提供された時刻）がGPSプロセッサ21により記録される。次のステップ36において、GPSプロセッサはタイミングレジスタにより保持された時刻を読み取るが、この時刻は、ローカルクロック時間に従って、PVT解を得る直前に到着したフレームエッジの到

着の瞬間を示す。

【0034】

次のステップ37において、GPSプロセッサは、PVT解が得られた時刻とフレームエッジが到着してタイミグレジスタをトリガした時刻との差を判定する。(GPSローカルクロック/発振器18は代表的に50MHzの発振器であって、式 $(1/50 \times 10^6) \times c$ から決定されるような僅か6mのいわゆるジッタを与え、ここでcは光の速度である。) 次のステップ38において、トリガに対応するGPS時間を得て(既知のフレーム番号を有するフレームについての)フレームエッジが到着する瞬間をGPS時間に関連付けるために、PVT解の副産物として得られたGPS時間は、PVT解が提供された時刻とトリガがGPSモジュールに到着した時刻との時間差について補正される。次の(選択自由な)ステップ39において、連続する複数のフレームエッジについてのGPS時間の値を得るために上記ステップが周期的に反復される。このときに、基地局またはGPS受信装置は、フレーム送信のタイミングを決定するために用いられる基地局クロック(図示されていない)についてのクロックドリフトを推定することができる。次のステップ40において、GPSモジュールは、自分がトリガを受け取った瞬間についてのGPS時間を(後述するように、選択自由ではあるが、対応する位置判定と共に)セルラーモジュールに送り、セルラーモジュールはその情報をアップリンクフレームで基地局に送る。

10

【0035】

再び図1を参照する。測距受信装置10と、セルラーコンポーネント11に貢献する基地局との間での伝播遅延を算出するために、測距コンポーネント(12)(図1)により判定されたPVT解を用いることを本発明が包含することも理解されなければならない。好ましくは、GPSプロセッサ21は、GPSモジュール12によりトリガが受信された瞬間の時刻に対応するように測距受信装置10の位置を調整する。その後、図1および図2に示されているように、受信装置は、基地局がGPS時間に同期化できるようにセルラーコンポーネントが基地局に返送するタイムマークと共に、(トリガ時間に合わせて調整された)PVT解から判定された位置をアップリンクフレームで基地局に返送することもできる。この受信装置から返送されたタイムマークおよびPVT解から判定された位置は、(数百メートルの位置に対応する数マイクロ秒以内の割合で比較的悪い精度を提供するようなタイミング進み手続きを介して、基地局が伝播遅延を算出する代わりに)基地局から測距受信装置のセルラーコンポーネント11に送られた信号についての伝播遅延を基地局が算出するときに当該基地局により使用されるようになっている。

20

30

【0036】

本発明が作用するためには、基地局がタイムスタンプ付きフレームのためにタイムスタンプを提供する必要はないということが理解されなければならない。本発明を使用するように構成されるGPS受信装置は、PVT解に到達したタイムスタンプ付きフレーム(エッジ)についてタイムスタンプ値を使用せずに(そのフレーム番号により識別される)任意のフレームのフレームエッジの到着のGPS時間を提供することもできる。通常の動作モードでは、前述したように、本発明に従って動作するGPS受信装置は、良好な信号状態のときに動作するので、セルラーネットワークによる補助に頼らずに正確なPVT解を容易に決定する。しかしながら、一般に、本発明に従って動作するGPS受信装置は、基地局により提供されるタイムスタンプ値に対する補正と同等のものを提供するが、この補正は、タイムスタンプ付きフレームの到着についてのより正確なGPS時間を提供する。換言すれば、図1を再び参照すると、一般に、GPS受信装置10は、トリガフレームについて推定されたGPS時間(すなわち、トリガフレームがGPS受信装置に到着してセルラーモジュール11により受信される時間の見積もり)を伝達するタイムスタンプ値フレームと、トリガフレーム(タイムスタンプ付きフレーム)との両方を受け取る。その後、GPS受信装置は、前述したようにタイムスタンプ付きフレームについてのより正確なGPS時間を判定し、さらに、補正を基地局24に返送して實際上「やあ基地局、私がGPS時間をX時に受け取るであろうと君が言ったフレームエッジを、君は私に送ったけれども、君が言った時間は正しい時間よりY秒遅れているよ。」と言う。

40

50

【0037】

G P Sに追加装置として設けなければならない（セルラー信号）フレームカウンタ（または、タイムスロットカウンタ、ビットカウンタ、あるいは、C D M Aシステムではチップカウンタ、あるいはその他の類似の装置）を使用することは、本発明を実施するための一つの方法にすぎず、この方法は、実現可能な最高の精度を有する必要のない幾つかのアプリケーションのための好ましい実施態様である。G S Mセルラー通信の場合、フレームカウンタを使用して216.68Hzの周波数でトリガパルスを生成することができる。タイムスロットカウンタを使用してタイムスロットレートでトリガパルスを生成することも可能である（1フレームあたりに8個のタイムスロットがある）。タイムスロットレートを使用することにより、1733.4Hzの周波数でトリガパルスが与えられる。もっと高い周波数でトリガパルスを生成することも可能であり、1タイムスロットあたりに156.25ビットのビットレートを使用することにより、270844.17Hzの周波数でトリガパルスが得られる（すなわち、フレームカウンタの代わりにデータビットカウンタを使用すれば、G S Mセルラー通信信号の場合、270844.17Hzの周波数でトリガパルスが得られる）。G S M以外の他のセルラーシステムでは、当然のことながら、データレートおよびデータ構造が異なっている。したがって、本発明はG S Mセルラー通信に限定されるように意図されたものではない。

10

【0038】

本発明を実施するために、代表的なG P S受信装置は、少なくとも上記の機能性を有するセルラーモジュールと、トリガパルスを提供するためのハードウェアと、クロックレジスタに関連するハードウェアとを包含するように変更されなければならないであろう。

20

【0039】

G P S受信装置がG P S時間を回復させるのを補助すること以外に、絶対時間基準の用途は他にもある。（上記のように）G P S時間に対するセルラー基地局クロックのドリフトを測定し、隣り合う基地局間の時間差を測定するためにも絶対時間を使用することができる。例えば、拡張観察時間差（E-O T D：Enhanced Observed Time Difference）および到着時間（T O A：Time of Arrival）測位方法を含むネットワークに基づいた測位方法において、上記のような測定が必要とされる。

【0040】

基地局がトリガのためのG P S時間の初期見積もりを提供する場合には、セルラーモジュール11がタイムマークメッセージを作成する必要はないということに注意しなければならない。このセルラーモジュールは、あるアプリケーションにおいて、「1022番目のフレームでレジスタがトリガされた」というメッセージのみを他の所定のエンティティ（entity）に送る。このような他の所定のエンティティは、G P S受信装置の外部にあってもよく、あるいはG P Sモジュールであってもよく、そして、このような他の所定のエンティティはタイムマークを算出する。

30

【0041】

G P Sモジュール12が（ローカル）クロック18を有するような好ましい実施態様に関して本発明を例示し説明したけれども、他のアプリケーションでは、（ローカル）時間を提供するためにG P Sモジュールにより使用されるクロックはG P Sモジュールの外部に配置されることにも注意しなければならない。例えば、あるアプリケーションでは、セルラーモジュール等の他のエンティティが当該クロックを共有する。G P Sモジュールにより使用されるクロックはG P S受信装置の外部にあってもよい。

40

【0042】

G P Sモジュール以外のモジュールにより使用されるクロックをセットするための基礎を提供する際に本発明が有用であることにも注意すべきである。何らかのバージョンの世界時を必要とする任意のアプリケーション、特に、G P S受信装置以外の他の測距受信装置のアプリケーションにより使用されるクロックをセットするためにも、本発明が有用であることが理解されなければならない。上記の他の測距受信装置は、例えばロシア全地球ナビゲーション衛星システム（G L O N A S S：Russian Global Navigation Satellite

50

System) における測位システム用の測距受信装置を含む。

【0043】

発明の範囲

これまで述べたような構成は、本発明の原理を適用した例を例示するものにすぎないことが理解されなければならない。当業者は、本発明の範囲を逸脱することなく他の多数の変更された構成および代替的な構成を考え出すことができ、添付の特許請求の範囲は上記のような変更された構成および代替的な構成を含むべく意図されている。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】 本発明に従って、特定のハードウェア接続部を間に有するセルラーコンポーネントおよびGPSコンポーネントの両方を具備するGPS受信装置を簡略化して示す図である。

【図2】 図1のGPSコンポーネントがGPS時間に同期化し、その後にGPS時間をセルラーコンポーネントに伝達し、これによって、その後に、図1のように構成された他のGPS受信装置にGPS時間を伝達することができるようにする方法を説明するためのフローチャートである。

10

【図1】

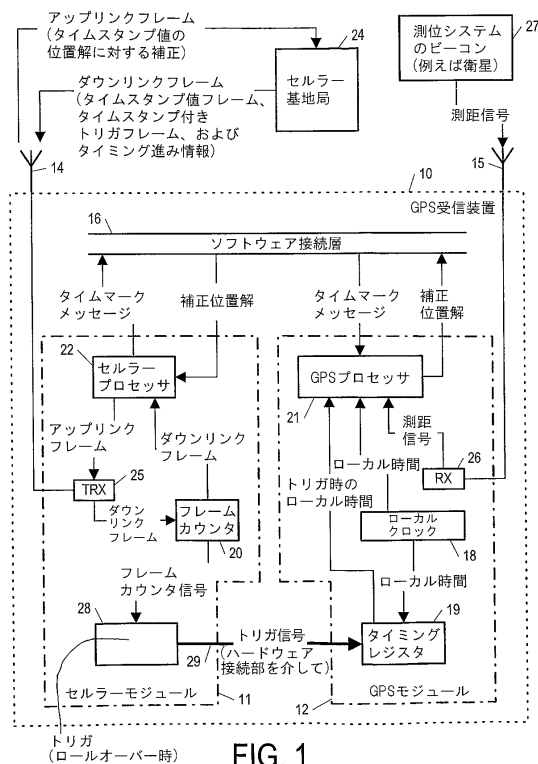


FIG. 1

【図2】

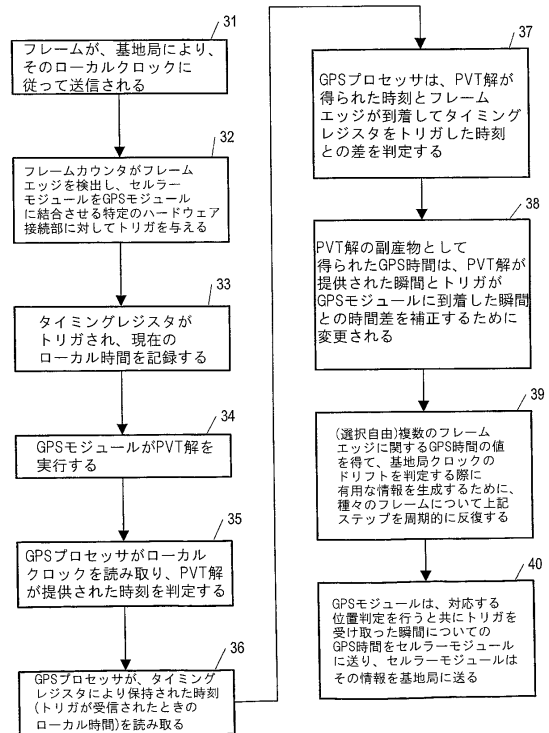


FIG. 2

フロントページの続き

(72)発明者 シュルヤリンネ, ヤリ
フィンランド国, エフイーエン-33500 タンペレ, イリオピストンカツ 45 コー 11
5

(72)発明者 バリオ, ハッリ
フィンランド国, エフイーエン-37550 レンパーラ, ランタマエンティエ 8

審査官 石井 哲

(56)参考文献 特開2002-318276 (JP, A)
特表2001-516985 (JP, A)
国際公開第02/067439 (WO, A1)
国際公開第01/075470 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 5/00-5/14

H04B 7/24-7/26

H04Q 7/00-7/38