

明 細 書

発明の名称：位置情報処理システム、及び位置情報処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、衛星信号を用いた位置情報処理システム、及び位置情報処理装置に関する。

背景技術

[0002] 近年では、GPS（Global Positioning System）衛星から送信される信号を用いて位置情報を取得する測位技術が広く利用されている。また、この測位技術を用いて、例えば都市部を移動する車両の利用者に対して課金をするなどして、都市部の混雑緩和を図る等の応用も考えられている。

[0003] 一方、このように、位置情報の利用場面が広がるなか、位置情報を改ざんすることで、不正が行われることが懸念されている。そこで、特許文献1、2には、準天頂衛星（QZSS）をGPS衛星とともに用いて、これら衛星が送信する信号を用いて得られる位置情報の改ざんを防止する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第5400529号公報

特許文献2：特許第5667967号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 位置情報の応用利用の側面のうちには、例えば、移動体の所定期間に亘る移動の軌跡を記録する場合など一定の期間に亘って位置情報を継続的に記録しておかなければならない場合もある。このような応用の場面では一般的に、位置情報とは別途取得された情報（例えば移動体の運転者を認証した情報等）を位置情報とともに記録しておく必要がある。このような情報を継続的に記録する場合、一般的に情報量が膨大になり、記憶デバイスの記憶容量を

圧迫する懸念がある。

[0006] また一方で、近年では偽のGPS衛星信号を発信して、位置情報の記録を改ざんする技術が開発されている。

[0007] 本発明の一態様は、上記実情に鑑みて為されたもので、その目的の一つは、位置情報を効率的に記録できる位置情報処理システム及び位置情報処理装置を提供することである。

[0008] また、本発明のある態様は、偽のGPS衛星信号が用いられる場合であっても、位置情報の改ざんを防止できる位置情報処理システム及び位置情報処理装置を提供することを、その目的の一つとする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記従来例の問題点を解決する本発明の一態様は、位置情報処理装置を備える。この位置情報処理装置は、衛星信号を用いて得られる位置情報を含む、時刻とともに変化し得る複数種類の情報を逐次的に繰り返し受け入れる受入手段と、前記受け入れた複数種類の情報を、時刻情報とともに互いに関連付けて記録する記録手段と、を含み、前記記録手段は、前記繰り返し受け入れた情報のうち、予測の基礎となる情報を選択し、当該予測の基礎となる情報と、予測の基礎となる情報から所定の方法で予測不能と判断された情報とを選択的に記録する。

[0010] また上記従来例の問題点を解決する本発明の一態様は、位置情報処理装置を備える。この位置情報処理装置は、衛星信号を用いて得られる位置情報を含む、時刻とともに変化し得る複数種類の情報を逐次的に繰り返し受け入れる受入手段と、前記受け入れた複数種類の情報を、時刻情報とともに互いに関連付けて記録する記録手段と、を含み、前記受入手段は、前記位置情報の演算の基礎となった衛星信号に係る情報を記録し、認証処理に供し、前記記録手段は、複数の互いに異なる位置に係る情報が得られたときには、当該得られた互いに異なる位置を表す情報を記録する。

発明の効果

[0011] 本発明の一態様によると、位置情報を効率的に記録できる。

[0012] また本発明の別の形態によると、位置情報の改ざんを防止できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施の形態に係る位置情報処理システムの例を表す概略構成図である。

[図2]本発明の実施の形態に係る位置情報処理の例を表す構成ブロック図である。

[図3]本発明の実施の形態に係る位置情報処理の例を表す機能ブロック図である。

[図4]本発明の実施の形態に係る位置情報処理による情報の記録処理の例を表す説明図である。

[図5]本発明の実施の形態に係る位置情報処理による偽信号の検出処理例を表すフローチャート図である。

[図6]本発明の実施の形態に係る位置情報処理が処理する、偽信号を含む信号に基づく検出処理例を表す説明図である。

[図7]本発明の実施の形態に係る位置情報処理による、偽信号の存在有無を調べる処理例を表す説明図である。

発明を実施するための形態

[0014] 本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。本発明の実施の形態に係る位置情報処理システム1は、図1に例示するように、GPS衛星2及び準天頂衛星(QZSS)3からの信号(ナビゲーションメッセージ等)を受信し、これらの信号に基づいて位置情報を得る。また本実施の形態の例に係る位置情報処理システム1は、移動体上に配置される位置情報処理装置10と、一般的に、移動体から離れた位置に配されるセンタ側装置20とを含んで構成される。

[0015] またここではGPS衛星2と準天頂衛星3とを例としているが、本実施の形態はこれに限られず、全地球航法衛星システムとしてもGPSのほか、GLONASSやGalileo、北斗などの信号が用いられてもよいし、衛星航法補強システム(SBAS:Satellite Based Augmentation System)として、準天

頂衛星（Q Z S S）のほか、ヨーロッパのEGNOS、米国のWAAS、インドのGAGAN、ロシアのSDCM、日本のMSASの信号が用いられてもよい。

[0016] 本実施の形態の例では、このセンタ側装置20が、時刻に応じて変化する所定の暗号化情報（暗号コード）を準天頂衛星3にアップリンクし、準天頂衛星3に対して、この暗号化情報をナビゲーションメッセージ等とともに送出させてもよい。この動作は、特許第5667967号公報（特許文献2）等に掲載されているものと同様であるので、ここでの詳しい説明を省略する。

[0017] また、位置情報処理装置10は、図2に例示するように、衛星信号受信部11と、信号処理部12と、制御部13、記憶部14と、インタフェース部15と、送受信部16とを含んで構成されている。

[0018] 衛星信号受信部11は、GPS衛星2及び準天頂衛星（Q Z S S）3が送出する信号を受信し、当該受信した信号を信号処理部12に出力する。信号処理部12は、衛星信号受信部11が受信した信号（RF信号）を、中間周波の信号（IF信号）に変換してAGC（Auto Gain Control）を用いて可変利得増幅器等で増幅し、さらにA/D変換によりデジタル信号に変換して制御部13に出力する。またこの信号処理部12は、

（1）GPS衛星2が送出する信号を模した偽信号を、偽信号発信機（いわゆるスプーファ（Spoofer））が発信しているときや、

（2）GPS衛星2が送出する信号に干渉する信号が発信されているとき、または

（3）妨害信号（ジャミング）が発信されているとき

等の場合には、この偽信号等を含んだIF信号（デジタル化したもの）を制御部13に出力することとなる。

[0019] 制御部13は、プログラム制御可能なCPUまたはDSP（Digital Signal Processor）等であり、入力された信号に基づいて、所定のタイミングごとに繰り返して位置情報を演算する。この演算の処理は、広く知られているので、ここでの詳しい説明を省略する。

- [0020] 制御部 13 は、記憶部 14 に格納されたプログラムに従って動作し、付随情報の取得処理、位置情報及び付随情報の記録処理、並びに、偽信号等の検出処理を実行する。これらの各処理の内容については後に詳しく述べる。記憶部 14 は、半導体記録素子等であり、制御部 13 から入力される指示に従い、位置情報や付随情報等の情報を記録する。また、この記憶部 14 はメモリ素子を含んで構成され、制御部 13 によって実行されるプログラムを保持する。さらにこの記憶部 14 は、制御部 13 のワークメモリとしても動作する。
- [0021] インタフェース部 15 は、付随情報を収集する各種の機器に接続され、これら各種の機器が出力する情報を制御部 13 に出力する。ここで付随情報を収集する機器には、例えば利用者を認証する認証機器、移動体（車両や船体、あるいは荷台等）の重量を計測する計測機器、撮像した画像情報を出力する撮像機器等がある。
- [0022] 本実施の形態の一例では、この付随情報を収集する機器は、ユーザを特定するためのバイOMETリックセンサを含む。この機器はバイOMETリックセンサが検出した生体データをデジタルの情報に変換して、制御部 13 に出力する。このバイOMETリックセンサは、顔認証、指紋認証、静脈認証、虹彩認証など、どのタイプのものでもよい。また、車を運転するドライバーや船の船長を特定する方法としては運転席にドライバーの顔を追尾するカメラを設置するとともに、ハンドルや舵に指紋センサや静脈センサを設け、これらカメラ及びセンサが逐次的に出力する情報を時間的に同期させて関連付け、この関連付けされた情報を制御部 13 に出力してもよい。このようにすると、より確度の高いユーザ認証ができる。
- [0023] また、この付随情報を収集する機器は、ユーザ以外の所定の対象物の検出情報を、付随情報として収集し、制御部 13 に出力してもよい。ここで対象物とは、ユーザが使用している車、船等の移動体のみならず、これらの移動体を用いてユーザが受け取った、もしくは受け渡した物も含む。例えば、漁船の場合、ユーザである船長が、漁で得た魚なども対象物の例に含まれる。

漁船の場合、収穫した魚の種類をカメラで特定するとともに、漁獲量は重さもしくは収穫魚の保管スペースの体積占有率を計測して、これらの情報を関連付けた情報を用いることができる。

[0024] 送受信部 16 は、例えば無線通信装置等であり、制御部 13 から入力される指示に従い、センタ側装置 20 と通信を行う。この送受信部 16 は、センタ側装置 20 に対して、制御部 13 から入力された指示に従って情報を送出する。またこの送受信部 16 は、センタ側装置 20 が位置情報処理装置 10 宛に送出した信号を受信し、この信号に含まれる情報をデコードして取得し、制御部 13 に出力する。この送受信部 16 はまた、有線接続にて、センタ側装置 20 との間で通信を行ってもよい。

[0025] 次に制御部 13 の動作について説明する。本実施の形態では、この制御部 13 は、図 3 (a) に例示するように、付随情報受入部 31 と、位置情報受入部 32 と、逐次情報生成処理部 33 と、内挿処理部 34 と、記録情報生成部 35 と、出力部 36 とを機能的に含んで構成されている。この制御部 13 や記憶部 14 は、ワンチップで構成されてもよいし、複数の IC 等を含んで構成されてもよい。

[0026] ここで付随情報受入部 31 は、インタフェース部 15 を介して付随情報を収集する機器（複数ある場合はそれぞれの機器）から入力される付随情報を、逐次情報生成処理部 33 に出力する。位置情報受入部 32 は、信号処理部 12 から受け入れた信号に基づき、広く知られた方法で位置情報を生成する。ここで付随情報は、例えばユーザの認証情報と積み荷の荷重の情報と、などといったように、複数の種類があってもよい。

[0027] 逐次情報生成処理部 33 は、付随情報受入部 31 が受け入れた付随情報と、位置情報受入部 32 が受け入れた位置情報とを含む逐次情報を生成する。具体的に、この逐次情報生成処理部 33 は、所定のタイミングごとに繰り返し時刻情報を発行する。ここでは、 Δt 秒ごとに定期的に繰り返し時刻情報を発行するものとする。そして逐次情報生成処理部 33 は、この発行した時刻情報に対して、その時刻情報を発行したタイミングの直前に受け入れた付

随情報と、位置情報と、など、複数の種類の情報を関連付けた逐次情報を生成して出力する。

[0028] 内挿処理部34は、逐次情報生成処理部33が過去に出力した逐次情報 R_i ($i = 1, 2, \dots$ 、当初の出力から時刻 $\Delta t \times i$ だけ経過した時点での出力)を直近 N 回 (N は2以上の整数であり、実験的に適宜定めておく)分 (R_j から R_{j+N} まで)だけ保持する。内挿処理部34は、予め定められた内挿関数 (例えばスプライン関数)を用いて、直近 N 回分の逐次情報のうち最先のもの (R_j)に含まれる位置情報や付随情報の値と、逐次情報 R_{j+N} (上記 R_j の出力から $\Delta t \times N$ だけ後)に含まれる、対応する位置情報や付随情報の値とを用いて逐次情報 R_{j+1} , $R_{j+2} \dots R_{j+N-1}$ に含まれる、対応する位置情報や付随情報の値を予測する。そして内挿処理部34は、当該予測した値と実際に入力された値とを比較する。

[0029] 例えば、内挿処理部34は、逐次情報 R_j ($j = 1, 2, \dots$)に含まれる位置情報または付随情報のそれぞれを $Q_j(t)$ として、直近 N 回分の逐次情報のうち、逐次情報 R_{j+1} , $R_{j+2} \dots R_{j+N-1}$ に含まれる各時点での情報 Q_{j+1} , $Q_{j+2} \dots Q_{j+N-1}$ を内挿関数を用いて予測する。そしてこの予測によって得られる値 Q'_{j+1} , $Q'_{j+2} \dots Q'_{j+N-1}$ と、対応する時点での対応する種類の情報が表す値 Q_{j+1} , $Q_{j+2} \dots Q_{j+N-1}$ とを比較 (例えばその差を演算)する。内挿処理部34は、この処理を、逐次情報 R に含まれる、各種類の情報 Q について行う。なお内挿関数は、情報の種類ごとに異なる関数を用いてもよい。

[0030] 内挿処理部34は、ここでの比較の結果、予測の値が、逐次情報生成処理部33が出力した値から予め定められた誤差範囲にあるか否かを、保持している直近 N 回分の逐次情報ごとに判断し、その判断結果を、保持している逐次情報ごとに記録する。

[0031] 記録情報生成部35は、内挿処理部34が保持する逐次情報のうち、最も過去に保持されたものから順に、内挿処理部34が記録した判断結果を参照し、予測の値が、逐次情報生成処理部33から出力された値からの誤差範囲にないと判断された時点の情報を含む逐次情報が見いだされたときには、内

挿の演算に用いた逐次情報 R_j , R_{j+N} と、予測の値が、逐次情報生成処理部 33 から出力された値からの誤差範囲にないと判断された時点の情報を含む逐次情報 R_{j+n} (n は $1 \leq n \leq N-1$ なる整数) とを記録の対象として、出力部 36 に出力する。

[0032] そして記録情報生成部 35 は、保持している逐次情報 R_j , R_{j+1} , $\dots$ R_{j+N-1} , R_{j+N} を削除し、新たに、逐次情報 R が N 回分保持されるまで待つて、内挿処理部 34 に判断結果を生成させる処理を行わせる。このように本実施の形態では、予測の基礎となる情報と、当該予測の基礎となる情報から所定の方法で予測不能と判断された情報とを選択的に記録することで、記録する情報量を低減する。

[0033] 記録情報生成部 35 は、また、予測の値が、逐次情報生成処理部 33 から出力された値からの誤差範囲にないと判断された時点の情報を含む逐次情報が見いだされなかった場合、つまり、最も過去に保持された逐次情報 R_j と、最後に保持された逐次情報 R_{j+N} とから、この間に出力された逐次情報 R_{j+1} , $\dots$ R_{j+N-1} に含まれる各種の情報が、所定の内挿関数により予め定めた誤差範囲の中で予測できた場合には、最も過去に保持された逐次情報 R_j と、最後に保持された逐次情報 R_{j+N} とを記録の対象として出力部 36 に出力する。そして記録情報生成部 35 は、保持している逐次情報 R_j , R_{j+1} , $\dots$ R_{j+N-1} , R_{j+N} を削除し、新たに、逐次情報 R が N 回分保持されるまで待つて、内挿処理部 34 に判断結果を生成させる処理を行わせる。出力部 36 は、記録情報生成部 35 が出力する逐次情報を記憶部 14 に蓄積して記憶させる。

[0034] さらに、この記録情報生成部 35 は、記録しない逐次情報（例えば前後の逐次情報に基づく内挿演算により予測可能とされた情報のみを含む逐次情報）については、当該逐次情報に代えて、当該逐次情報を記録すべき時点を表す時刻情報に関連付けて、予測の方法を特定する予測方法特定情報（例えば予測に用いた内挿関数を特定する情報や、予測に用いた逐次情報を特定する情報等）を含む情報を、逐次情報に代えて出力してもよい。

[0035] すなわちこの例では、記録情報生成部 35 は、予測の基礎となった逐次情

報と、当該予測の基礎となる逐次情報から所定の方法で予測不能と判断された逐次情報については、逐次情報そのもの（便宜的に、実情報と呼ぶ）を、それらが入力された各時点を表す時刻情報に関連付けて出力する。また記録情報生成部35は、当該予測の基礎となる逐次情報から所定の方法で予測可能と判断された逐次情報が入力された時点を表す時刻情報には、当該逐次情報を予測するための予測方法特定情報を関連付けて出力する。つまり、ここで記録情報生成部35が出力する情報は、実情報と、予測方法特定情報とが合成された合成情報となっている。

[0036] 本実施の形態の以上の例によると、位置情報処理装置10は逐次得られる実際の情報（例えば実際の位置データやユーザの認証情報等の付随情報等の実情報）に対して、所定の時間帯のうちにバッファされた実情報群から、その時間帯の間に得られた情報を内挿により予測する演算（例えば、スプライン関数で軌跡をフィットする演算）を行う。そして位置情報処理装置10は実情報と内挿して得られた予測情報とを比較し、予測情報と実情報との差が所定の範囲に入っているか否かを判定する。

[0037] 位置情報処理装置10は予測情報が実情報から上記所定の範囲内に入っている場合、その時間帯の実情報を記録することなく、予測方法を特定する予測方法特定情報（例えば内挿関数を特定する情報等）を記録する。あるいは位置情報処理装置10は、内挿関数が予め定められている場合、内挿関数を特定する情報も記録する必要がないので、予測方法特定情報を記録しなくてもよい。この場合、予測ができた時点には何らの情報も記録されないか、または他の情報（予測できた情報）が関連付けられていない時刻情報のみが記録されてもよい）。また、予測情報が実情報から上記所定の範囲内に入っていない場合は、位置情報処理装置10は、当該実情報を記録する。

[0038] 本実施の形態の位置情報処理装置10の動作について、図4を参照しつつ説明する。図4は、逐次情報生成処理部33が時刻t1からt17までに出力する逐次情報の例を示す。図4では、位置データ、ユーザの認証情報、積み荷の重量情報の3種類の時系列の情報が記録の対象となっている例が示さ

れている。

[0039] 図4 (a)において縦軸は、各情報の値を表すものとする。なお、図示及び説明を簡略にするため、各情報を1次元の値としているが、実際の情報はベクトル情報などであってもよい。また図4 (a)では、実際に衛星信号や計測によって得られた値が、離散的な点で示されている。

[0040] 位置情報処理装置10は、これら各種の情報のそれぞれを、所定の内挿関数により近似する(情報の種類ごとに内挿関数は異ならせる)。具体的に、位置データ及び積み荷の重量情報についてはスプライン関数により近似が行われ、ユーザの認証情報については0次近似(情報が変化しないものと仮定した近似)が行われるものとする。この近似の結果を図4 (a)においてそれぞれ破線の曲線(または破線の直線)にて示している。

[0041] 図4 (b)は、近似の結果から、対応する時点における対応する種類の情報の実際の値との差(実測値に近似値が適合している度合い、従って差だけでなく、比の「1」からの相違、ベクトル間の距離の大きさ等であってもよい)を示す。

[0042] 図4に示すように、移動体の移動にともなって、位置データは逐次的に変化するが、この逐次的に変化する移動経路を所定の内挿関数で近似し、その内挿関数から得られた予測情報と実情報との比較結果との相関値(ここでは差とする)が予め定めたしきい値を上回る(相関が低い)時点での情報(図4の時刻 t_7 , t_8 の時点の情報)を記録の対象とする。

[0043] また、ユーザの認証情報や積み荷の重量の情報についても同様の処理を行い、例えばユーザの認証情報と、内挿関数から得られた対応する時刻での予測情報とが予め定めた相関値より低い(差が大きい)時点の情報(図4の t_{15} , t_{16})の情報を記録の対象とする。このように、記録の対象とした三種類の情報のうち、少なくとも一つが、前後の情報から予測できない情報となっている時点の情報を記録の対象とし、予測の基礎として必要な情報のほか、この方法で記録の対象として選択した情報のみを記録することで、記録する情報量を低減する。

- [0044] なお、漁船が漁港から出港している時点では、加速度が大きく変化することが多く、単純な近似曲線では再現できない。このため予測された補間データに係る情報（予測方法特定情報等）でなく、実際のデータ（実情報）が記録される。これにより出港時の軌跡が比較的正確に記録される。また漁場に近接するまでは比較的直線的に移動軌跡が変化するので、補間が可能となつて、補間データに係る情報が記録される。このことで記録するデータ量を低減できる。
- [0045] また、漁場近傍では、魚群の位置に移動するため漁船の動きは、複雑になり、補間ができなくなって実情報が記録されるようになる。漁が開始されると、仮に位置が変化しない状態となつても、積み荷量が増加するため、こちらも補間ができなくなり、実情報が記録されることとなる。その後、漁が終了して、港へ帰港するまでは比較的単調な航路を取るため、補間データと実情報との相関値は高くなり、補間データに係る情報が記録されることとなる。また漁港に戻って、積み荷が下ろされる間は、ユーザの認証情報や積み荷の重量が大きく変化することとなり、実情報が記録される。
- [0046] このように記録された逐次情報は、後にユーザからの指示により、あるいは、所定の条件（センタ側装置20との通信が可能となった、などの条件）で、センタ側装置20、あるいは予め定めた装置（予め認証された装置）宛に送出される。そしてこの逐次情報を受信した装置では、実情報が記録されている時点では、実情報に基づいて、実情報に含まれる各種の情報が再生される。
- [0047] また、補間データに係る情報（実情報がないと記録されている部分）が記録されている時点では、その補間データに係る情報の直前、直後に記録されている実情報（あるいは補間データに係る情報によって、予測の基礎となる情報として特定される実情報）と、予め定められた内挿関数（あるいは、補間データに係る情報として記録された情報で特定される内挿関数）に基づいて予測値を生成し、各時点における、位置情報の履歴や各位置情報に関連付けられたユーザの認証情報や積み荷の重量の情報等、付随情報を再生する。

[0048] そしてここで実情報または補間データに係る情報に基づいて再生された情報により、移動体に関する記録を得ることができ、例えば漁船においては、定められた漁場で漁が行われたことの認証を行うことができ、車両では、定められた地域において、定められた運転者により走行されたこと等の認証を行うことが可能となる。

[0049] [偽信号の検出]

また、本実施の形態において制御部13は、衛星からの信号を偽った偽信号の検出を行ってもよいので、そのための処理について以下説明する。本実施の形態では、制御部13が、次の処理を実行する。なお、ここでの制御部13は、図3(b)に例示するように、内挿処理部34と、記録情報生成部35とを機能的に含まないものでもよい。すなわち、この場合の制御部13は、内挿処理部34と、記録情報生成部35との処理を必ずしも行わなくてもよく、これらの動作を行わない場合（機能的に図3(b)に例示する構成を備える場合）は、制御部13は、逐次情報生成処理部33が逐次的に出力した情報（実情報）をそれぞれ記憶部14に蓄積して記録していく。

[0050] 本実施の形態の偽信号を検出する制御部13は、衛星信号受信部11が受信した信号（RF信号）を中間周波の信号へ変換した後の信号（IF信号）を受け入れる。

[0051] そして制御部13は、図5に例示するように、このIF信号（デジタル化後の信号）について10ミリ秒の間、レプリカ信号とのFFT演算を行うコヒーレント積算増進（Coherent Integration）の処理を行い、衛星信号の検出処理を実行する（S1）。レプリカ信号は、制御部13が擬似的に発生させた、捕捉しようとするGPS衛星2の信号に含まれるPRN（Pseudo Random Noise）の一種であるC/A（Coarse/Acquisition）信号を模擬した信号である。この動作は、現在、広く行われている衛星信号の検出処理と同様であるので、ここでの詳しい説明を省略する。

[0052] 制御部13は、FFT演算の結果の信号（相関値の行列となる）に複数のピークが存在するか否か（所定のしきい値を超えるコード位相とドップラ周

波数との組があるか否か)を調べる。図6は、相関値の行列を図示したものであり、高さ方向(Z)の軸が強度(パワー)を示し、奥行き方向(Y)がコード位相、左右方向(X)がドップラ周波数を示す。

[0053] 一般に、GPS衛星2等の補足においてはこの相関値の行列から最も高いピークを検出することとなる。スプーファが存在しない場合、このピークは一つ(衛星信号が一つ)となるので(図6(a))、コード位相と、搬送波周波数とが推定できることとなる。

[0054] しかしながら、スプーファが存在する場合、一つのPRN ID(衛星を識別する情報)に対応して、複数のピークが相関値行列内に現れる(衛星信号が複数検出される)こととなる(図6(b))。本実施の形態において特徴的なことの一つは、制御部13が、最も高いピークに対応するコード位相と搬送波周波数とを検出するだけでなく、所定のしきい値を超えるパワーとなっている(ピークとなっている)コード位相とドップラ周波数との組の情報を複数あるときには、複数検出することである。

[0055] この目的のため、本実施の形態の例では、制御部13は、PRN IDごとに複数チャンネルの信号処理を並行して行う。制御部13は、処理S1にて検出した衛星信号が複数であるか否かを調べる(S2)。ここで検出した信号が単数であれば(処理S2:No)、当該一つの衛星信号から位置情報を求め、当該位置情報を記録の対象として出力する(S3)。

[0056] このように衛星信号が一つである場合は、

(1)正しい衛星信号が受信できている場合、のほか、

(2)アンテナ線が引き抜かれ、アンテナに直接スプーファの信号が供給されている場合、が考えられる。

[0057] そこで本実施の形態の一例では、アンテナ線が引き抜かれた場合に、位置情報処理装置10が機能しなくなるよう、耐タンパ性を有する装置としておくことが好適である。このような目的のため、本実施の形態の一例では、位置情報処理装置10は、アンテナ線に、引き抜かれたか否かを検出する検出ライン(信号線等)を並行して配し、この検出ラインが断絶したときには、

故障したこととして警報を発するなどの動作を行うようにしておいてもよい。

[0058] 図5の説明に戻り、処理S2において、検出した信号が複数であれば（処理S2：Yes）、制御部13は、検出した複数のコード位相とドップラ周波数との組の情報を用い、各組に含まれるコード位相とドップラ周波数とに基づき、それぞれ対応するコード位相を用いて拡散符号である参照信号（いわゆるC/A参照信号）を生成する。制御部13は、また、対応する搬送波周波数の情報を出力する（S4）。

[0059] 制御部13は、入力されたIF信号（デジタル化後の信号）を、処理S2にて検出したピークの数（あるいは処理可能なチャンネル数の上限値のいずれか小さい数）だけ分配（複製）し、それぞれ互いに異なるチャンネルの信号とする（S5）。制御部13は、処理S4で得た複数の参照信号と、対応する搬送波周波数とをそれぞれのチャンネルの信号に乘じ、ローパスフィルタを介して出力して、処理S4で得た複数の参照信号（及び搬送波周波数）ごとに対応するナビゲーションメッセージを取り出す（S6）。

[0060] 制御部13は、ここで取り出した複数のナビゲーションメッセージのそれぞれから位置情報（GPS衛星2等、衛星信号に基づく位置情報と、スプーファの偽信号に基づく位置情報とを含む）を、逐次情報生成処理部33としての処理にて互いに、共通の時刻情報や、他の装置から供給される付随情報に関連付けて記録しておく（S7）。制御部13は、位置情報及び付随情報の記録終了の指示があるまで、この図5に例示した処理を繰り返して実行する。

[0061] また制御部13は、センタ側装置20との間で通信が可能となったか否かを繰り返し調べる。そしてセンタ側装置20との間で通信が可能となったときには、例えば特許第5400529号公報（特許文献1）に開示されている方法を用いて、記録されている、上記複数のナビゲーションメッセージに基づく位置情報（GPS衛星2等、衛星信号に基づく位置情報と、スプーファの偽信号に基づく位置情報とを含む）のそれぞれの認証処理を実行する。

そして、認証された位置情報を、真の位置情報（GPS衛星2等、衛星信号に基づく位置情報）として、関連付けられている他の位置情報（スプーファの偽信号に基づく位置情報）を除去して、除去後の逐次情報を外部に出力する。

[0062] [インコヒーレント合成]

また制御部13は、複数の異なるタイミングでコヒーレント積算増進した信号を、互いに加算して合成し、信号強度を強めるインコヒーレント合成をさらに行ってから、図5の処理S1以下の処理を実行してもよい。本実施の形態のように、スプーファの信号が受信される可能性を考慮する場合、一般にGPS衛星2等からの衛星信号はスプーファの信号に比して微弱であることが想定されるので、このような合成処理を行うことが好適である。

[0063] [位置情報の認証の別の例]

またここまでの説明では、位置情報をセンタ側装置20に送信して認証していたが、本実施の形態はこの例に限られない。

[0064] 本発明の実施の形態の一例では、センタ側装置20が、予め公開鍵暗号の秘密鍵と公開鍵ペアを生成しておく。そして予め定めた方法で生成されるレファランス認証ナビゲーションデータ（RANDメッセージ）のハッシュ値（ハッシュ関数は予め定めておく）を求め、このハッシュ値を生成した秘密鍵で暗号化しておく。ここでレファランス認証ナビゲーションデータ（RANDメッセージ）は、特許第5667967号公報（特許文献2）に開示されたもので、GPS衛星2から送信されたL1C/A信号のビット列の中から、信号の発生時刻を特定するTime of Weekのビット列データとエフェメリスデータ（天体位置座標）であるTOC、Af0、Af1を抽出し、アンチスプーフフラグであるAS flag（Anti-Spoof flag）及び衛星特定番号であるPRN（Pseudo Range Noise）IDを追加したものである。従ってRANDメッセージは頻繁に時間変化することとなるので、センタ側装置20は、比較的頻繁にこのRANDメッセージを更新して生成し、ハッシュ値を演算して暗号化情報（暗号コード）を生成する。

- [0065] センタ側装置20は、このRANDメッセージのハッシュ値を暗号化した暗号化情報を、QZSS3にアップリンクする。QZSS3は、このアップリンクされた暗号化情報を、所定のタイミングで送出する。QZSS3は、例えばこの暗号化情報を、L6信号を用いて送出することとしてもよい。L6信号は、2000bpsの伝送速度の信号であり、比較的頻繁に時間変化する暗号化情報を逐次送出できる。
- [0066] 位置情報処理装置10は、センタ側装置20から公開鍵を取得しておく。この公開鍵の取得は、インターネット経由、あるいは無線LANシステム経由、通信衛星経由、あるいはQZSS3経由（センタ側装置20から公開鍵をQZSS3にアップリンクし、QZSS3が当該公開鍵を送出する）により行われる。なお、L6信号は2チャンネルあるので、各チャンネルで同じ暗号化情報を送出するようにしてもよいし、一方のチャンネルで、ここで述べた公開鍵を送出するようにしてもよい。
- [0067] 位置情報処理装置10は、GPS衛星2から受信した信号またはスプーファが出力する信号（いずれかが不明な信号）を順次選択し、選択した信号を用いて、センタ側装置20と同様の方法でRANDメッセージを生成し、センタ側装置20と同じ方法でこのハッシュ値（比較用ハッシュ値と呼ぶ）を演算する。また位置情報処理装置10は、QZSS3から受信した暗号化情報を、公開鍵で復号して、センタ側装置20からアップリンクされたRANDメッセージのハッシュ値を得る。そして位置情報処理装置10は、ここで得られたハッシュ値と、上記比較用ハッシュ値とを比較して、これらが一致していれば、RANDメッセージのハッシュ値と一致した比較用ハッシュ値の生成の元として選択した信号が、GPS衛星2から送信された信号であると判断する。また、得られたハッシュ値と比較用ハッシュ値とが一致しなければ、位置情報処理装置10は、比較用ハッシュ値の生成の元として選択した信号が、スプーファが出力した信号と判断する。
- [0068] 位置情報処理装置10は、このように、複数のチャンネルで、GPS衛星2から受信した信号またはスプーファが出力する信号のそれぞれに基づく、

デジタル化後の中間周波の信号（デジタル化された I F 信号）を記録する。
また、位置情報処理装置 10 は、上記の方法で G P S 衛星 2 から送信された信号であると判断した信号に基づいて生成された位置情報を選択して、最も確からしい情報（最尤情報）として記録、あるいは出力する。このようにすることでリアルタイムに判断を行うことが可能となる。

[0069] また、ここで Q Z S S 3 は、暗号化情報を、L 5 s 信号を用いて送出してもよい。L 5 s 信号は強度が大きいので、位置情報処理装置 10 が屋内やトンネル内などの環境にあっても受信可能な場合がある。これにより屋内から屋外への移動等の追跡も可能となる。

[0070] なお、暗号化情報は必ずしも Q Z S S 3 を経由して位置情報処理装置 10 に送信される必要はない。例えば暗号化情報は、マイクロ衛星、小型衛星、スペースシャトル等の再使用可能な有人宇宙船、通信衛星等のほか、宇宙空間を経由しなくても、飛行船、バルーン、ドローン等、無線にて情報を中継可能な装置を搭載可能なものであれば、どのような移動体を経由して位置情報処理装置 10 宛に送信されても構わない。

[0071] [サニティ・チェック]

さらに本実施の形態の位置情報処理装置 10 は、信号の強度の情報に基づいて、受け入れた信号が G P S 衛星 2 から送信された信号だけであるか、複数の信号を含むか否か（つまり、偽信号の存在の有無）を調べる、いわゆるサニティ・チェックを行ってもよい。

[0072] 具体的に位置情報処理装置 10 は、増幅され、デジタル化後の中間周波の信号（デジタル化後の I F 信号）の各出力値の出現頻度情報（ヒストグラム）を生成する。

[0073] 各 G P S 衛星 2 からの信号として受け入れた信号が、当該 G P S 衛星 2 から送信された信号である場合は、デジタル化前の I F 信号を増幅する際に用いられる A G C（Auto Gain Control：不図示）のゲインが飽和することはないので、このヒストグラムは、図 7（a）に例示するように、中央値「0」を中心として正規分布状に分散する。なお、図 7 では、中間周波の信号が 4

ビットのデジタル信号として表現され、その値が－８から＋７までをとり得る場合を例示している。

[0074] 一方、受け入れた信号にGPS衛星２から送信された信号以外の信号（スプーファが出力する信号や、外部から到来する、GPS衛星２から送信される信号と干渉する信号、またはジャミング信号等）が含まれる場合、入力信号が想定される信号よりも強くなるので（一般にスプーファは、GPS衛星から受信される信号より強い信号を出力することで機器を誤作動させるものであるため）、デジタル化前のIF信号を増幅する際に用いられるAGCのゲインが飽和し、位置情報処理装置１０が生成する上記ヒストグラムは、図７（ｂ）または図７（ｃ）に例示するように、取り得る値のすべてでほぼ同数となるか、中央値でもっとも小さくなって凹状の分布となってしまう、正規分布状にならない。

[0075] 位置情報処理装置１０は、信号が受信されているGPS衛星２のそれぞれのIF信号について、上述のようにサニティ・チェックを行い、その結果を表す情報（IF信号がクリーン（GPS衛星２から送信される信号以外の信号が含まれない）であるか、ダーティ（GPS衛星２から送信される信号以外の信号が含まれ得る）であるかを表す情報）を、リアルタイムに生成し、逐次情報とともに記憶部１４に記録する。

[0076] このようにすることで、逐次情報を記録する各時点ごとに、当該逐次情報に含まれる位置情報がダーティなIF信号に基づいて生成されたものであるか否かを併せて記録できる。またこの記録に基づき、少なくとも一つのGPS衛星２について、当該GPS衛星２から受信されたと判断されるIF信号が複数ある場合、つまり、当該GPS衛星２から受信された信号がダーティである場合は、ダーティなIF信号に基づいて生成された位置情報（上述の処理により、互いに異なる複数の位置情報が得られて記録されている）のうち、ダーティである記録を識別でき、また、当該ダーティである記録に含まれる複数の位置情報についてそれぞれ認証処理を行い、認証された位置情報だけを選択して出力する等の処理を実行できる。

[0077] または位置情報処理装置 10 は、既に述べたように、コヒーレント積算増進の結果（インコヒーレント合成を行う場合は、インコヒーレント合成の結果）の信号に、複数のピークがあるか否かによって、受け入れた信号が、各 GPS 衛星 2 からそれぞれ一つずつの信号が受信されている状態であるか、いずれか少なくとも一つの GPS 衛星 2 から複数の信号を受信していると判断される状態か否かを調べてもよい。

[0078] この場合、位置情報処理装置 10 は、ある特定の GPS 衛星 2 の信号に対応するコヒーレント積算増進の結果（インコヒーレント合成を行う場合は、インコヒーレント合成の結果）の信号に、複数のピークがある場合に、受け入れた信号が、当該特定の GPS 衛星 2 から送信された信号だけでなく、複数の信号を含む（一つの衛星から複数の信号が送信されていると判断される）ものとして、IF 信号がダーティ（GPS 衛星 2 から送信される信号以外の信号が含まれ得る）であることを表す情報を逐次情報とともに記憶部 14 に記録する。この場合の逐次情報の記録の処理では、既に述べたように、取り出した複数のナビゲーションメッセージのそれぞれから位置情報（GPS 衛星 2 等、衛星信号に基づく位置情報と、スプーファの偽信号に基づく位置情報とを含む）を、共通の時刻情報や、他の装置から供給される付随情報に関連付けて記録することになる。

[0079] また、位置情報処理装置 10 は、既に述べたように、コヒーレント積算増進の結果（インコヒーレント合成を行う場合は、インコヒーレント合成の結果）の信号に、複数のピークがなければ、受け入れた信号が GPS 衛星 2 から送信された信号だけであるとして、IF 信号がクリーン（GPS 衛星 2 から送信される信号以外の信号が含まれない）であることを表す情報を逐次情報とともに記憶部 14 に記録する。

[0080] なお、ここでは IF 信号がクリーン（GPS 衛星 2 から送信される信号以外の信号が含まれない）であると判断した場合に、その旨を表す情報を逐次情報とともに記録することとしたが、本実施の形態の一例では、IF 信号がダーティである場合に限り、その旨を表す情報を逐次情報とともに記録し、

クリーンである場合は、逐次情報のみを記録することとしてもよい。

[0081] また、本実施の形態の例に係る位置情報処理装置 10 は、車両や航空機など、他の移動体においても利用できる。

符号の説明

[0082] 1 位置情報処理システム、2 GPS衛星、3 QZSS、10 位置情報処理装置、11 衛星信号受信部、12 信号処理部、13 制御部、14 記憶部、15 インタフェース部、16 送受信部、20 センタ側装置、31 付随情報受入部、32 位置情報受入部、33 逐次情報生成処理部、34 内挿処理部、35 記録情報生成部、36 出力部。

請求の範囲

- [請求項1] 位置情報処理装置と、センタ側装置とを含む位置情報処理システムであって、
- 前記位置情報処理装置は、少なくとも、
- 衛星信号を用いて得られる位置情報を含む、時刻とともに変化し得る複数種類の情報を含む逐次情報を、繰り返し受け入れる受入手段と、
- 、
- 前記受け入れた逐次情報のうちから、所定の条件に基づいて、受け入れた時点ごとに記録を行うか否かを判断し、記録を行うと判断した時点での前記複数種類の情報を含む逐次情報を選択する選択手段と、
- 前記選択された逐次情報を、時刻情報とともに互いに関連付けて記録する記録手段と、
- を含み、
- 前記選択手段は、前記繰り返し受け入れた情報のうち、予測の基礎となる時点の逐次情報を選択し、当該予測の基礎となる情報を含む逐次情報と、前記予測の基礎となる情報に基づく所定の予測処理により、予測不能と判断された情報を含む逐次情報とを、記録を行う情報として選択し、
- 前記センタ側装置は、前記位置情報処理装置から記録された情報を受け入れて、当該情報に含まれる位置情報を認証する位置情報処理システム。
- [請求項2] 請求項1記載の位置情報処理システムであって、
- 前記衛星信号を用いて得られる情報には、位置情報と暗号コードとを含み、
- 前記記録手段は、記録を行うと判断した時点での、前記位置情報と暗号コードとを含む前記逐次情報を記録する位置情報処理システム。
- [請求項3] 衛星信号を用いて得られる位置情報を含む、時刻とともに変化し得る複数種類の記録対象の情報を含む逐次情報を、繰り返し受け入れる

受入手段と、

前記受け入れた逐次情報のうちから、所定の条件に基づいて、受け入れた時点ごとに記録を行うか否かを判断し、記録を行うと判断した時点での前記複数種類の情報を含む逐次情報を選択する選択手段と、

前記選択された逐次情報を、時刻情報とともに互いに関連付けて記録する記録手段と、

を含み、

前記選択手段は、前記繰り返し受け入れた情報のうち、予測の基礎となる時点の逐次情報を選択し、当該予測の基礎となる情報を含む逐次情報と、前記予測の基礎となる情報に基づく所定の予測処理により、予測不能と判断された情報を含む逐次情報とを、記録を行う情報として選択する位置情報処理装置。

[請求項4]

請求項3に記載の位置情報処理装置であって、

前記記録手段は、前記繰り返し受け入れた逐次情報のうち、選択されなかった逐次情報については、前記選択手段による予測処理を特定する情報を記録対象の情報として生成し、前記選択された逐次情報と、当該生成した記録対象の情報とを含む合成情報を生成して記録する位置情報処理装置。

[請求項5]

衛星信号を用いて得られる位置情報を含む、時刻とともに変化し得る複数種類の情報を含む逐次情報を、繰り返し受け入れる受入手段と、

前記受け入れた逐次情報を、時刻情報とともに互いに関連付けて記録する記録手段と、

を含み、

前記受入手段は、前記位置情報の演算の基礎となった衛星信号に係る情報を記録して、認証処理に供し、

前記記録手段は、複数の互いに異なる位置に係る位置情報が得られたときには、当該得られた互いに異なる位置を表す位置情報を記録す

る位置情報処理装置。

[請求項6]

請求項5に記載の位置情報処理装置であって、

前記記録手段が、複数の互いに異なる位置に係る位置情報を記録しているときには、その中から確からしい情報を選択して出力する選択出力手段をさらに有する位置情報処理装置。

[請求項7]

衛星信号を受信する受信手段と、

前記受信した衛星信号を用いて得られる位置情報を含む、時刻とともに変化し得る複数種類の情報を含む逐次情報を、繰り返し受け入れる受入手段であって、前記受信手段が一つの衛星から複数の信号を受信していると判断されるときには、当該複数の信号に基づいて得られる、互いに異なる位置を表す位置情報を含む逐次情報を、繰り返し受け入れる受入手段と、

前記受け入れた逐次情報を、時刻情報とともに互いに関連付けて記録する記録手段であって、前記受信手段が、複数の信号を受信したか否かを調べ、複数の信号を受信しているときには、前記逐次情報に、受信した信号に衛星信号以外の信号が含まれる得ることを表す情報を関連付けて記録する記録手段と、

を有する位置情報処理装置。