

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 5 月 6 日(06.05.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/068275 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 19/07 (2010.01) G01S 19/08 (2010.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/080657
- (22) 国際出願日: 2015 年 10 月 30 日(30.10.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-221755 2014 年 10 月 30 日(30.10.2014) JP
- (71) 出願人: 三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 齋藤 雅行(SAITO, Masayuki); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 宮 雅一(MIYA, Masakazu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 島嘉宏(SHIMA, Yoshihiro); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 曾根 久雄(SONE, Hisao); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機

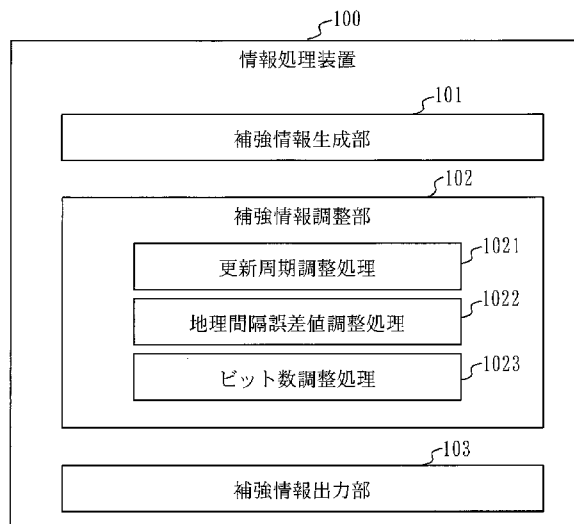
株式会社内 Tokyo (JP). 寺尾 和洋(TERAOKA, Kazuhiro); 〒1056132 東京都港区浜松町二丁目 4 番 1 号 三菱スペース・ソフトウェア株式会社内 Tokyo (JP). 藤田 征吾(FUJITA, Seigo); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 3 号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 溝井 章司, 外(MIZOI, Shoji et al.); 〒2470056 神奈川県鎌倉市大船二丁目 1 7 番 1 0 号 N T A 大船ビル 3 階 溝井国際特許事務所 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION PROCESSING APPARATUS AND POSITIONING APPARATUS

(54) 発明の名称: 情報処理装置及び測位装置



- 100 Information processing apparatus
101 Augmentation information generating unit
102 Augmentation information adjusting unit
1021 Update period adjusting process
1022 Geographic interval error value adjusting process
1023 Bit number adjusting process
103 Augmentation information output unit

(57) Abstract: An augmentation information adjusting unit (102) reduces an information amount of augmentation information by combining: an update period adjustment process (1021) for adjusting an update period of the augmentation information to an integer multiple of a predetermined update period; a geographic interval error value adjusting process (1022) for selecting a geographic interval error value for each geographic interval of an integer multiple of a predetermined geographic interval from among a plurality of geographic interval error values, each of which is an error for each predetermined geographic interval among a plurality of error values, and for thinning out the number of the geographic interval error values; and a bit number adjusting process (1023) for reducing the number of bits of error values for each error value. An augmentation information output unit (103) outputs, to an output destination, augmentation information obtained after the information amount is removed by the augmentation information adjusting unit (102).

(57) 要約: 補強情報調整部(102)は、補強情報の更新周期を既定の更新周期の整数倍にする更新周期調整処理(1021)と、複数の誤差値のうち既定の地理間隔ごとの誤差である複数の地理間隔誤差値の中から既定の地理間隔の整数倍の地理間隔ごとに地理間隔誤差値を選択して地理間隔誤差値の個数を間引く地理間隔誤差値調整処理(1022)と、誤差値ごとに、誤差値のビット数を削減するビット数調整処理

(1023)とを組み合わせ、補強情報の情報量を削減する。補強情報出力部(103)は、補強情報調整部(102)により情報量が削除された後の補強情報を出力先に出力する。



MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 情報処理装置及び測位装置

技術分野

[0001] 本発明は、衛星測位に関する。

背景技術

[0002] GPS (Global Positioning System) 等の衛星測位システム (GNSS: Global Navigation System) からのGNSS信号のコード情報を使用して位置を測位装置のみで単独で測定する単独測位方式では、GNSS信号に含まれる誤差により、メートルオーダーの測位精度が実現される。

単独測位方式に対して、補強情報を利用した測位方式では、センチメートル級の高精度測位が実現される。

この測位方式では、正確な座標が既知である電子基準点等の観測データを用いて、測位衛星に起因する誤差や大気状態に起因する誤差が測位衛星ごとに推定され、誤差補正量が補強情報として測位装置に提供される。

補強情報は、例えば、準天頂衛星からの送信又は無線LAN (Local Area Network) 通信網からの送信により測位装置に提供される。

測位装置では、単独測位の結果に補強情報の誤差補正量を用いた誤差補正を行うことで、センチメートル級の高精度測位を実現することができる。

補強情報を用いた高精度測位に関する技術として、例えば、特許文献1に記載の技術がある。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-16315号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 高精度の衛星測位を実現するためにはセンチメートル級の補強情報を利用することが望ましい。

一方で、センチメートル級の補強情報の送信には、2 k p b s (b i t s p e r s e c o n d) もの通信帯域が必要である。

準天頂衛星又は無線LAN網からは補強情報以外にも様々なサービスに用いられる情報が送信されており、補強情報の送信によって他の情報の通信帯域を圧迫してしまうという課題がある。

[0005] この発明は、上記のような課題を解決することを主な目的の一つとしており、通信帯域を圧迫することなく、高精度測位を実現することを主な目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明に係る情報処理装置は、

既定の更新周期で更新され、複数の誤差値が含まれる、衛星測位誤差の補正のための補強情報の情報量を削減する補強情報調整部と、

前記補強情報調整部により情報量が削除された後の補強情報を出力先に出力する補強情報出力部とを有する情報処理装置であって、

前記補強情報調整部は、

前記補強情報の更新周期を前記既定の更新周期の2以上の整数倍にする更新周期調整処理と、

前記複数の誤差値のうち、既定の複数のグリッド点の地理間隔ごとの誤差である複数の地理間隔誤差値の中から、緯度方向及び経度方向の各々で、前記既定の地理間隔の2以上の整数倍の地理間隔ごとに地理間隔誤差値を選択して地理間隔誤差値の個数を間引く地理間隔誤差値調整処理と、

搬送波に関する誤差値ごとに、削除後のビット数が削除前のビット数より小さくなるように最下位ビットから誤差値のビット数を削減するビット数調整処理と

を組み合わせ、前記補強情報の情報量を削減する。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、補強情報の情報量を削減することで、通信帯域を有効に利用することができる。

また、本発明では、高精度測位を実現できる補強情報を加工しているので、測位精度を比較的高く維持することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]実施の形態1に係る測位システムの構成例を示す図。

[図2]実施の形態1に係るグリッド点を示す図。

[図3]実施の形態1に係る情報処理装置の構成例を示す図。

[図4]実施の形態1に係る情報処理装置の動作例を示すフローチャート図。

[図5]実施の形態1に係るデシメータ級補強情報の生成処理の例を示すフローチャート図。

[図6]実施の形態1に係る更新周期調整処理の例を示す図。

[図7]実施の形態1に係る地理間隔誤差値調整処理の例を示す図。

[図8]実施の形態1に係るビット数調整処理の例を示す図。

[図9]実施の形態2に係る地理間隔誤差値調整処理の例を示す図。

[図10]実施の形態3に係る測位装置の構成例を示す図。

[図11]実施の形態3に係る測位装置の構成要素を説明する図。

[図12]実施の形態3に係る測位装置の中間データを説明する図。

[図13]実施の形態3に係る閾値テーブルの例を示す図。

[図14]実施の形態3に係るカルマンフィルタの処理フローを示す図。

[図15]実施の形態3に係るカルマンフィルタで用いられるベクトル及び行列を説明する図。

[図16]実施の形態3に係るプロセスノイズ調整部の動作例を説明する図。

[図17]実施の形態3に係る観測ノイズ計算部の動作例を説明する図。

[図18]実施の形態4に係る観測更新計算部の動作例を説明する図。

[図19]実施の形態1～4に係る情報処理装置及び測位装置のハードウェア構成例を示す図。

発明を実施するための形態

[0009] 実施の形態 1.

構成の説明

図 1 は、本実施の形態に係る測位システムの構成例を示す図である。

[0010] 図 1 において、情報処理装置 100 は、センチメートル級補強情報を生成し、生成したセンチメートル級補強情報をデグレードしてデシメートル級補強情報を生成する。

そして、情報処理装置 100 は、デシメートル級補強情報を、後述する準天頂衛星 200 や無線 LAN 網 800 に提供する。

なお、センチメートル級補強情報とは、GPS 衛星からの測位信号を用いた単独測位で生じる測位誤差を補正するための情報であり、補正後の測位精度としてセンチメートル級の測位精度が実現される補強情報である。

センチメートル級の測位精度とは、65%以上の確率で2～3センチメートル・オーダーの測位誤差に収まることを意味する。

また、デシメートル級補強情報とは、GPS 衛星からの測位信号を用いた単独測位で生じる測位誤差を補正するための情報であり、補正後の測位精度としてデシメートル級の測位精度が実現される補強情報である。

デシメートル級の測位精度とは、65%以上の確率で20～30センチメートル・オーダーの測位誤差に収まることを意味する。

[0011] 準天頂衛星 200 は、情報処理装置 100 で得られたデシメートル級補強情報 400 を送信装置 700 から受信し、受信したデシメートル級補強情報を地上に向けて送信する。

準天頂衛星 200 は、例えば、デシメートル級補強情報 400 を L1、L2、L5 のいずれかの周波数で送信する。

なお、本実施の形態では、準天頂衛星 200 からデシメートル級補強情報 400 を送信する例を説明するが、デシメートル級補強情報 400 を準天頂衛星 200 以外の衛星から送信するようにしてもよい。また、デシメートル級補強情報 400 を無線 LAN 環境を提供する無線 LAN 網 800 から送信するようにしてもよい。

[0012] GPS衛星300は、測位衛星であり、測位信号500を送信する。

GPS衛星300の代わりに、GLONASS、Galileo、Beidou等のGNSS衛星を用いてもよい。

また、GPS衛星300からデシメータ級補強情報400を送信するようにしてもよい。

[0013] 測位信号500には、観測データ501と放送暦502が含まれる。

観測データ501からは、測位点とGPS衛星300との間の疑似距離と、搬送波位相を導出することができる。

観測データ501から導出される疑似距離及び搬送波位相には、それぞれ誤差が含まれる。

測位装置600は、デシメータ級補強情報400を用いて、疑似距離及び搬送波位相に含まれる誤差を除去する。

放送暦502は、放送暦502の送信元のGPS衛星300の正確な衛星軌道が通知されるデータであり、エフェメリスともいう。

[0014] 測位装置600は、例えば、スマートフォン、携帯電話機、タブレット端末、カーナビゲーション装置である。

測位装置600は、GPS衛星300から送信される測位信号500を受信する。

また、測位装置600は、準天頂衛星200又は無線LAN網800から送信されるデシメータ級補強情報400を受信する。

測位装置600は、準天頂衛星200からデシメータ級補強情報400を受信する場合は、L1、L2、L5のいずれかの周波数に対応している必要がある。

測位装置600は、測位信号500（メートル級の測位誤差が含まれる）にデシメータ級補強情報400を適用して、デシメータ級の測位精度の測位結果を得ることができる。

[0015] 送信装置700は、情報処理装置100で生成されたデシメータ級補強情報400を準天頂衛星200に送信する。

[0016] ここで、センチメートル級補強情報に含まれる誤差値を説明する。

センチメートル級補強情報には、衛星時計誤差の値（以下、単に衛星時計誤差という）、衛星軌道誤差の値（以下、単に衛星軌道誤差という）、周波数間バイアス、電離層遅延誤差の値（以下、単に電離層遅延誤差という）、対流圏遅延誤差の値（以下、単に対流圏遅延誤差という）が含まれる。

衛星時計誤差、衛星軌道誤差、周波数間バイアスは、地域に依存しない誤差である。

電離層遅延誤差と対流圏遅延誤差は、地域に依存する誤差であり、グリッド点ごとに算出される。

グリッド点は、図2に示すように、緯度方向及び経度方向のそれぞれに約60km間隔で配置された仮想的な計測点である。

電離層遅延誤差と対流圏遅延誤差は、後述する地理間隔誤差値に該当する。

なお、センチメートル級補強情報は、既定の更新周期（具体的には、衛星時計誤差は5秒周期、その他の衛星軌道誤差、周波数間バイアス、電離層遅延誤差、対流圏遅延誤差は30秒周期）で更新される。

[0017] 図3は、本実施の形態に係る情報処理装置100の構成例を示す。

[0018] 図3において、補強情報生成部101は、センチメートル級補強情報を生成する。

補強情報生成部101によるセンチメートル級補強情報の生成方法は、任意のものでよい。

[0019] 補強情報調整部102は、補強情報生成部101により生成されたセンチメートル級補強情報の情報量を削減し、デシメートル級補強情報を生成する。

より具体的には、補強情報調整部102は、更新周期調整処理1021と、地理間隔誤差値調整処理1022と、ビット数調整処理1023とを組み合わせ、センチメートル級補強情報の情報量を削減する。

更新周期調整処理1021は、センチメートル級補強情報の更新周期を既定の更新周期の整数倍にする処理である。

本実施の形態では、更新周期調整処理 1021 の一例として、センチメートル級補強情報の更新周期を本来の 30 秒周期の 2 倍の 60 秒周期にする処理を説明する。なお、更新周期調整処理 1021 では、センチメートル級補強情報の更新周期を本来の更新周期の 2 以上の整数倍とすればよく、2 倍でなくてもよい。

地理間隔誤差値調整処理 1022 は、既定の地理間隔ごとの誤差である複数の地理間隔誤差値の中から前記既定の地理間隔の整数倍の地理間隔ごとに地理間隔誤差値を選択して地理間隔誤差値の個数を間引く処理である。

本実施の形態では、地理間隔誤差値調整処理 1022 の一例として、緯度方向及び経度方向の各々でグリッド点間隔である 60 km の 3 倍の 180 km ごとに電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差を抽出して、電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差の個数を間引く処理を説明する。なお、地理間隔誤差値調整処理 1022 では、本来のグリッド点間隔の 2 以上の整数倍の地理間隔ごとに電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差を抽出すればよく、3 倍でなくてもよい。

ビット数調整処理 1023 は、誤差値ごとに、誤差値のビット数を削減する処理である。

本実施の形態では、ビット数調整処理 1023 の一例として、搬送波に関する誤差値ごとに、削除後のビット数が削除前のビット数の 60 % から 80 % の間のいずれかのビット数になるように最下位ビットからビット数を削減する処理を説明する。なお、ビット数調整処理 1023 では、削除後のビット数が削除前のビット数よりも小さくなるように最下位ビットからビット数を削減すればよく、60 % から 80 % の間のビット数でなくてもよい。

[0020] 補強情報出力部 103 は、情報量が削除された後の補強情報であるセンチメートル級補強情報を出力先に出力する。

補強情報出力部 103 の出力先は、例えば、送信装置 700 のインタフェースや無線 LAN 網 800 のインタフェースである。

[0021] ***動作の説明***

次に、本実施の形態に係る情報処理装置 100 の動作例を説明する。

図 4 は、本実施の形態に係る情報処理装置 100 の動作例を示すフローチャート図である。

[0022] まず、S101において、補強情報生成部101がセンチメートル級補強情報を生成する。

次に、S102において、補強情報調整部102がセンチメートル級補強情報をデグレードして、デシメートル級補強情報を生成する。

最後に、S103において、補強情報出力部103が、補強情報調整部102により生成されたデシメートル級補強情報を出力先に出力する。

補強情報出力部103の出力先は、前述したように、例えば、送信装置700のインタフェースや無線LAN網800のインタフェースである。

[0023] 次に、図4に示したS102における動作の詳細を説明する。

図5は、S102の詳細を説明するフローチャート図である。

[0024] まず、S1021にて、補強情報調整部102は、更新周期調整処理を行う。

更新周期調整処理の詳細を、図6を参照して説明する。

[0025] 図6(a)は、センチメートル級補強情報のデータストリームを示す。

図6(a)に示すように、センチメートル級補強情報の更新周期は30秒である。

補強情報($t = 0$)は、準天頂衛星200又は無線LAN網800において、時刻 $t = 0$ から時刻 $t = 30$ の間に送信されるセンチメートル級補強情報である。

補強情報($t = 30$)は、準天頂衛星200又は無線LAN網800において、時刻 $t = 30$ から時刻 $t = 60$ の間に送信されるセンチメートル級補強情報である。

時刻 $t = 60$ 以降についても同様である。

時刻 $t = 0$ から時刻 $t = 30$ までの30秒間では、計測タイミング T_0 ($T_0 < (t = 0)$) における、衛星時計誤差、衛星軌道誤差、周波数間バイ

アス、各グリッド点の電離層遅延誤差、各グリッド点の対流圏遅延誤差が、補強情報（ $t = 0$ ）として送信される。

次に、時刻 $t = 30$ から時刻 $t = 60$ までの 30 秒間では、新たな計測タイミング $T1$ （ $T1 < (t = 30)$ ）における、衛星時計誤差、衛星軌道誤差、周波数間バイアス、各グリッド点の電離層遅延誤差、各グリッド点の対流圏遅延誤差が補強情報（ $t = 30$ ）として送信される。

時刻 $t = 60$ 以降についても同様である。

なお、厳密には、衛星時刻誤差は、5 秒ごとに更新されるので、30 秒の間に、衛星時計誤差は 5 回送信されるが、補強情報全体としては、30 秒周期で更新されている。

[0026] 補強情報生成部 101 では、図 6（a）に示すように、30 秒単位のセンチメートル級補強情報を繰り返し生成し、補強情報調整部 102 に入力する。

補強情報調整部 102 は、図 6（b）に示すように、60 秒単位でセンチメートル級補強情報を選択する。

図 6（b）の例では、補強情報調整部 102 は、時刻 $t = 0$ から時刻 $t = 30$ の間の補強情報（ $t = 0$ ）を選択し、補強情報（ $t = 0$ ）を 60 秒かけて送信する。

つまり、補強情報調整部 102 は、補強情報（ $t = 0$ ）を、図 6（a）の送信レートの $1/2$ のレートで送信する。

補強情報調整部 102 は、次の時刻 $t = 30$ から時刻 $t = 60$ の間の補強情報（ $t = 30$ ）は選択しない。

また、補強情報調整部 102 は、時刻 $t = 60$ から時刻 $t = 90$ の間の補強情報（ $t = 60$ ）を選択し、補強情報（ $t = 60$ ）を 60 秒かけて送信する。

つまり、補強情報調整部 102 は、補強情報（ $t = 60$ ）を、図 6（a）の送信レートの $1/2$ のレートで送信する。

補強情報調整部 102 は、次の時刻 $t = 90$ から時刻 $t = 120$ の間の補強情報（ $t = 90$ ）は選択しない。

更新周期調整処理（S 1 0 2 1）で選択されたセンチメートル級補強情報のみがS 1 0 2 2以降の処理の対象となる。

図6（b）に示す方式で更新周期調整処理（S 1 0 2 1）が行われると、S 1 0 2 2の処理の対象となるセンチメートル級補強情報の個数は半減する。

[0027] 図5に戻り、S 1 0 2 2では、補強情報調整部1 0 2は、地理間隔誤差値調整処理を行う。

補強情報調整部1 0 2は、S 1 0 2 1で選択されたセンチメートル級補強情報ごとに地理間隔誤差値調整処理を行う。

地理間隔誤差値調整処理の詳細を、図7を参照して説明する。

[0028] 図7の各点は、グリッド点を示している。

S 1 0 2 1で選択された各センチメートル級補強情報には、全グリッド点の電離層遅延誤差、対流圏遅延誤差が含まれている。

S 1 0 2 2では、補強情報調整部1 0 2は、センチメートル級補強情報に含まれる全グリッド点の電離層遅延誤差、対流圏遅延誤差の中から、緯度方向及び経度方向において、3グリッド点間隔（1 8 0 k m）ごとに電離層遅延誤差、対流圏遅延誤差を選択して、電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差の個数を間引く。

間引いた結果、図7で黒く塗りつぶしているグリッド点に対応する電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差のみが選択され、S 1 0 2 3の処理の対象となる。

図7に示す方式で地理間隔誤差値調整処理（S 1 0 2 2）が行われると、S 1 0 2 3の処理の対象となる電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差の個数は、それぞれ1 / 9になる。

つまり、緯度方向の1 / 3、経度方向の1 / 3の乗算により、全体として1 / 9になる。

なお、図7の符号7 0 1及び符号7 0 2は、センチメートル級補強情報に含まれる電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差を表す。

測位装置6 0 0は、センチメートル級補強情報に含まれる電離層遅延誤差及

び対流圏遅延誤差（符号 701、符号 702）の線形補完により、センチメートル級補強情報に含まれないグリッド点の電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差の推定値（符号 703、符号 704）を算出することができる。

しかしながら、現実の電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差では、推定値（符号 703、符号 704）からの誤差（符号 705、符号 706）が存在する可能性がある。

補強情報調整部 102 は、このようなセンチメートル級補強情報に含まれていないグリッド点における推定値との誤差（符号 705、符号 706）によって生じる信頼度の低下を、後述するインテグリティ情報において通知する。

[0029] 図 5 に戻り、S1023 において、補強情報調整部 102 は、ビット数調整処理を行う。

ビット数調整処理の詳細を、図 8 を参照して説明する。

[0030] 図 8 において、符号 801 はセンチメートル級誤差値を示し、符号 802 はデシメートル級誤差値を示す。

センチメートル級誤差値 801 は、センチメートル級補強情報に含まれる各誤差値である。

デシメートル級誤差値 802 は、センチメートル級誤差値 801 のビット数を削減した後の誤差値である。

ビット数調整処理（S1023）では、補強情報調整部 102 は、搬送波に関する誤差値ごとに、デシメートル級誤差値 802 のビット数がセンチメートル級誤差値 801 のビット数の 60% から 80% の間のいずれかのビット数になるように最下位ビット（LSB: Least Significant Bit）からビット数を削減する。

例えば、センチメートル級誤差値 801 が 20 ビットであれば、補強情報調整部 102 は、デシメートル級誤差値 802 のビット数が 12 ビット～16 ビットの間のいずれかになるようにビット数を削除する。

補強情報調整部 102 は、S1021 で選択されたセンチメートル級補強情

報に含まれる衛星時計誤差、衛星軌道誤差、周波数間バイアスと、当該センチメートル級補強情報に含まれ、S 1 0 2 2で選択された電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差（図7の黒く塗りつぶしているグリッド点に対応する電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差）のビット数を削減する。

なお、補強情報調整部102は、ビット数を削除したことによる信頼性の低下を、後述するインテグリティ情報において通知する。

[0031] 以上のS 1 0 2 1～S 1 0 2 3により、センチメートル級補強情報の情報量が削除されて、デシメートル級補強情報となる。

センチメートル級補強情報の送信には2 K b p sの帯域が必要であるが、デシメートル級補強情報の送信では2 5 0 b p sレベルの帯域で足りる。

このように、デシメートル級補強情報に変換することで、1／8程度のデータ量にすることができる。

[0032] また、補強情報調整部102は、削減したビット数と、削減したグリッド点の情報を用いて、センチメートル級の補強情報で得られる補強情報の信頼性から、情報量を削減した時の補強情報の信頼性を計算することができる。

補強情報調整部102は、センチメートル級の補強情報の信頼性と、ビット削減による信頼性の低下分と、グリッド点を削減したことによる信頼性の低下分との根2乗和RSS（Root Sum Square）を取ることで、デシメートル級の補強情報の信頼度を求めることができる。

つまり、補強情報調整部102は、図7に示す誤差705と誤差706の根2乗和RSSを計算し、また、図8に示す削除したビット数分に相当する誤差の根2乗和RSSを計算して、デシメートル級の補強情報の信頼度を求める。

そして、補強情報調整部102は、この信頼度をインテグリティ情報として、補強情報に含める。

このように、補強情報調整部102は、地理間隔誤差値調整処理とビット数調整処理による測位精度の信頼度の低下を通知するインテグリティ情報を生成し、生成したインテグリティ情報をデシメートル級の補強情報に含める。

補強情報出力部 103 は、インテグリティ情報が含まれる補強情報を送信する。

このインテグリティ情報は、デシメータ級の補強情報を利用するユーザにとっては、補強情報から測位した結果の信頼度をリアルタイムに求めることが可能となり、移動体の制御には不可欠な情報である。

[0033] ***効果の説明***

以上のように、本実施の形態によれば、センチメータ級補強情報をデシメータ級補強情報にすることで、補強情報のデータ量を 1 / 8 程度に圧縮することができ、通信帯域を有効に利用することができる。

また、センチメータ級補強情報は 2 K b p s で送信する必要があるため、準天井衛星等から送信する際には、L 6 周波数を用いる必要がある。

デシメータ級補強情報では 2 5 0 b p s レベルでの送信が可能なので、準天井衛星等から送信する際にも、L 1、L 2、L 5 の周波数を利用することが可能である。

スマートフォン、携帯電話機、タブレット端末、カーナビゲーション装置では、L 1、L 2、L 5 周波数の対応機種が一般的になっており、これらの機器において、L 6 周波数用の回路等がなくても、デシメータ級という比較的高精度な測位を実現することができる。

[0034] 実施の形態 2.

実施の形態 1 では、電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差の数を間引きする方式を説明した。

本実施の形態では、電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差を間引きすることなく、デシメータ級補強情報を生成する方式を説明する。

[0035] ***構成の説明***

本実施の形態においても、測位システムの全体構成は図 1 に示すとおりであり、また、情報処理装置 100 の内部構成も図 3 に示すとおりである。

但し、本実施の形態では、補強情報調整部 102 の動作が異なる。

本実施の形態では、補強情報調整部 102 は、地理間隔誤差値調整処理 1

022として、複数の地理間隔誤差値を解析して、地理間隔誤差値の近似値を算出するための近似式に含まれる係数の係数値を地理間隔ごとに算出し、複数の地理間隔誤差値に代えて地理間隔ごとの係数値を補強情報に含ませる。

つまり、補強情報調整部102は、図5のS1021で選択されたセンチメートル級補強情報に含まれる複数の電離層遅延誤差を解析し、各グリッド点での電離層遅延誤差の近似値を算出するための近似式に含まれる係数の係数値をグリッド点ごとに算出する。

また、補強情報調整部102は、S1021で選択されたセンチメートル級補強情報に含まれる複数の対流圏遅延誤差を解析し、各グリッド点での対流圏遅延誤差の近似値を算出するための近似式に含まれる係数の係数値をグリッド点ごとに算出する。

そして、補強情報調整部102は、電離層遅延誤差の代わりに、算出したグリッド点ごとの係数値を、S1021で選択されたセンチメートル級補強情報に含める。

また、補強情報調整部102は、対流圏遅延誤差の代わりに、算出したグリッド点ごとの係数値を、S1021で選択されたセンチメートル級補強情報に含める。

[0036] なお、本実施の形態では、主に実施の形態1との差異を説明する。

以下で説明していない事項は、実施の形態1と同様である。

[0037] ***動作の説明***

本実施の形態においても、情報処理装置100の動作は、以下に示す点を除き図4及び図5に示すとおりである。

本実施の形態では、図5のS1022の処理が異なる。

図5を参照して、本実施の形態に係る補強情報調整部102の動作を説明する。

[0038] 図5において、S1021は、実施の形態1と同じである。

つまり、補強情報調整部102は、図6に例示するように、補強情報生成

部 1 0 1 から入力されたセンチメートル級補強情報から S 1 0 2 2 の処理の対象となるセンチメートル級補強情報を選択する。

[0039] S 1 0 2 2 では、補強情報調整部 1 0 2 は、S 1 0 2 1 で選択されたセンチメートル級補強情報に含まれる複数の電離層遅延誤差を解析し、各グリッド点での電離層遅延誤差の近似値を算出するための近似式に含まれる係数の係数値をグリッド点ごとに算出する。

また、補強情報調整部 1 0 2 は、S 1 0 2 1 で選択されたセンチメートル級補強情報に含まれる複数の対流圏遅延誤差を解析し、各グリッド点での対流圏遅延誤差の近似値を算出するための近似式に含まれる係数の係数値をグリッド点ごとに算出する。

そして、補強情報調整部 1 0 2 は、S 1 0 2 1 で選択されたセンチメートル級補強情報に含まれているグリッド点ごとの電離層遅延誤差の代わりに、算出したグリッド点ごとの係数値を、S 1 0 2 1 で選択されたセンチメートル級補強情報に含める。

また、補強情報調整部 1 0 2 は S 1 0 2 1 で選択されたセンチメートル級補強情報に含まれているグリッド点ごとの対流圏遅延誤差の代わりに、算出したグリッド点ごとの係数値を、S 1 0 2 1 で選択されたセンチメートル級補強情報に含める。

電子層遅延誤差の近似式及び対流圏遅延誤差の近似式は、予め測位装置 6 0 0 に通知されており、測位装置 6 0 0 は、準天頂衛星 2 0 0 又は無線 LAN 網 8 0 0 から受信したデシメートル級補強情報 4 0 0 に含まれる係数値を近似式に適用して、各グリッド点における電子層遅延誤差の近似値及び対流圏遅延誤差の近似値を得ることができる。

[0040] 図 9 は、本実施の形態に係る補強情報調整部 1 0 2 の動作を説明する図である。

図 9 において、各円 (○) は、各グリッド点における誤差値 (電離層遅延誤差、対流圏遅延誤差) を表している。

測位装置 6 0 0 は、近似式： $(x, y) = ax^2 + by^2 + cx + dy + e$

$x \cdot y + f$ を用いて、各グリッド点の誤差値の近似値を算出することができる。

当該近似式において、 x はグリッド点位置の緯度を示し、 y はグリッド点位置の経度を示し、 a 、 b 、 c 、 d 、 e は補強情報調整部 102 がグリッドごとに算出する係数値であり、 f は定数である。

なお、本近似式は、2 次の多項式の場合の例を示すものであるが、近似式は 2 次に限定するものでない。

補強情報調整部 102 は、グリッド点ごとの誤差値を解析して、例えば最小二乗法により、近似式の係数 a 、 b 、 c 、 d 、 e の値を算出する。

そして、補強情報調整部 102 は、S1021 で選択されたセンチメートル級補強情報に含まれているグリッド点ごとの電離層遅延誤差の代わりに、グリッド点ごとに、係数 a 、 b 、 c 、 d 、 e の値を、S1021 で選択されたセンチメートル級補強情報に含める。

また、補強情報調整部 102 は、S1021 で選択されたセンチメートル級補強情報に含まれているグリッド点ごとの対流圏遅延誤差の代わりに、グリッド点ごとに、係数 a 、 b 、 c 、 d 、 e の値を、S1021 で選択されたセンチメートル級補強情報に含める。

測位装置 600 は、近似式よりグリッド点ごとの電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差の推定値を算出することができるが、推定値と現実の電離層遅延誤差及び対流圏遅延誤差では、図 9 に示すように誤差が存在する。

図 9 では、作図上の理由から、数個のグリッド点についてのみ誤差を明記しているが、近似式のグラフと各円との乖離が誤差である。

補強情報調整部 102 は、近似式を用いることによる信頼性の低下を、後述するインテグリティ情報において通知する。

[0041] 次に、図 5 の S1023 では、補強情報調整部 102 は、S1022 の処理の後のセンチメートル級補強情報に含まれる誤差値ごとに、ビット数を削減する。

S1023 の処理は、実施の形態 1 で示したとおりである。

なお、補強情報調整部 102 は、S1022 においてセンチメートル級補強情報に含めた係数値（係数 a、b、c、d、e の値）に対しては、ビット数の削減は行わない。

[0042] 以上の S1021～S1023 により、センチメートル級補強情報の情報量が削除されて、デシメートル級補強情報となる。

本実施の形態に係る方式によっても、デシメートル級補強情報に変換することで、センチメートル級補強情報に比べて、 $1/8$ 程度のデータ量にすることができる。

[0043] また、補強情報調整部 102 は、削減したビット数と、地理間隔誤差値の近似式を用いて、センチメートル級の補強情報で得られる補強情報の信頼性から、情報量を削減した時の補強情報の信頼性を計算することができる。

補強情報調整部 102 は、センチメートル級の補強情報の信頼性と、ビット削減による信頼性の低下分と、近似式を用いたことによる信頼性の低下分との根 2 乗和 RSS (Root Sum Square) を取ることにより、デシメートル級の補強情報の信頼度を求めることができる。

つまり、補強情報調整部 102 は、図 9 に示す各誤差の根 2 乗和 RSS を計算し、また、図 8 に示す削除したビット数分に相当する誤差の根 2 乗和 RSS を計算して、デシメートル級の補強情報の信頼度を求める。

そして、補強情報調整部 102 は、この信頼度をインテグリティ情報として、補強情報に含める。

このように、補強情報調整部 102 は、地理間隔誤差値調整処理とビット数調整処理による測位精度の信頼度の低下を通知するインテグリティ情報を生成し、生成したインテグリティ情報をデシメートル級の補強情報に含める。

補強情報出力部 103 は、インテグリティ情報が含まれる補強情報を送信する。

このインテグリティ情報は、デシメートル級の補強情報を利用するユーザにとっては、補強情報から測位した結果の信頼度をリアルタイムに求めることを可能にするため、移動体の制御には不可欠な情報である。

[0044] ***効果の説明***

本実施の形態でも、センチメートル級補強情報をデシメートル級補強情報にすることで、補強情報のデータ量を1/8程度に圧縮することができ、通信帯域を有効に利用することができる。

また、スマートフォン、携帯電話機、タブレット端末、カーナビゲーション装置等において、L6周波数用の回路等がなくても、デシメートル級という比較的高精度な測位を実現することができる。

[0045] なお、実施の形態1及び2では、デシメートル級補強情報生成の処理を、図5において、更新周期調整処理S1021、地理間隔誤差値調整処理S1022、およびビット数調整処理S1023の順に行う旨を説明したが、この順で処理する必要はなく、異なる順序、例えば、地理間隔誤差値調整処理S1022の後に更新周期調整処理S1021を行い、ビット調整処理S1023を行ってもよい。

[0046] 実施の形態3.

本実施の形態では、図1に示す測位装置600の詳細を説明する。

なお、本実施の形態では、測位装置600はデシメートル級補強情報400を受信し、デシメートル級補強情報400を用いて衛星測位を行う例を説明するが、デシメートル級補強情報400はセンチメートル級補強情報を受信可能であれば、センチメートル級補強情報を受信して、センチメートル級補強情報を用いて衛星測位を行うようにしてもよい。

構成の説明

図10は、本実施の形態に係る測位装置600の構成例を示す。

また、図10に示す各構成要素の概略説明を図11に示し、中間データの概略説明を図12に示す。

[0047] 概略位置及び衛星位置計算部601は、GPS衛星300から、観測データ501及び放送暦502を受信し、測位点の概略位置と各GPS衛星300の位置を算出する。

概略位置及び衛星位置計算部601の算出結果が、概略位置751と衛星

位置 7 5 2 である。

概略位置 7 5 1 は、単独測位によって算出されたメートルオーダーの精度の測位点位置である。

衛星位置 7 5 2 は、測位装置 6 0 0 が観測データを受信した各 G P S 衛星 3 0 0 の位置である。

[0048] 補正データ作成部 6 0 2 は、準天頂衛星 2 0 0 からデシメータ級補強情報 4 0 0 を受信し、また、概略位置 7 5 1、衛星位置 7 5 2 を取得し、デシメータ級補強情報 4 0 0、概略位置 7 5 1、衛星位置 7 5 2 から補正データ 7 5 3 を算出する。

補正データ 7 5 3 には、測位点で各 G P S 衛星 3 0 0 から受信した観測データ 5 0 1 に含まれると予想される誤差が示される。

[0049] 観測データ選別部 6 0 3 は、品質が劣化していると予想される観測データ 5 0 1 を除去する。

より具体的には、観測データ選別部 6 0 3 は、観測データ 5 0 1 の送信元の測位衛星である G P S 衛星 3 0 0 の仰角と観測データ 5 0 1 の受信信号強度とに基づいて、複数の観測データ 5 0 1の中から、測位計算に用いられる観測データ 5 0 1 を選択する。

例えば、観測データ選別部 6 0 3 は、複数の仰角範囲が示され、仰角範囲ごとに、受信信号強度の閾値が定義されている閾値テーブルを有している。

そして、観測データ選別部 6 0 3 は、閾値テーブルを参照し、観測データ 5 0 1 の受信信号強度が、送信元の G P S 衛星 3 0 0 の仰角に対応する仰角範囲に対して定義されている受信信号強度の閾値以上である場合に、当該観測データ 5 0 1 を選択する。

[0050] 観測データ誤差補正部 6 0 4 は、二重差計算を行って、観測データの二重差データ 7 5 4 を出力する。

二重差データ 7 5 4 には、従衛星の観測データ（補正データ 7 5 3 を使って補正済みの観測データ）から主衛星の観測データ（補正データ 7 5 3 を使って補正済みの観測データ）を差し引いた量が示される。

[0051] 時間外挿計算部 605 は、時間外挿計算を行って、前のエポックの状態量 $X^{\wedge}(t - \Delta t)$ から現在エポックの状態量 $X(t)$ を推定する。

より具体的には、時間外挿計算部 605 は、後述のプロセスノイズ調整部 611 により調整されたプロセスノイズを用いて、状態量 $X(t)$ を推定する。

なお、図 10 に示している「 X 」の真上に「 $\wedge$ 」が位置している表記と、「 X 」の右上に「 $\wedge$ 」が位置している表記（「 $X^{\wedge}$ 」）は同じ意味である。

また、「 $\wedge$ 」は、後述する観測更新計算部 608 により更新された後の状態量であることを意味する。

なお、状態量 $X(t)$ は、測位装置 600 の位置及び速度である。

[0052] 幾何学距離計算部 606 は、衛星位置 752 から、GPS 衛星 300 から測位点までの幾何学距離 755 を計算する。

[0053] 残差計算部 607 は、二重差データ 754 と幾何学距離 755 から二重差残差 756 を計算する。

[0054] 観測更新計算部 608 は、状態量 $X(t)$ の推定誤差が最も小さくなるように状態量 $X(t)$ を更新する。

より具体的には、観測更新計算部 608 は、後述の観測ノイズ計算部 612 により算出された観測ノイズを用いて、状態量 $X(t)$ を更新する。

観測更新計算部 608 により更新された後の状態量 $X(t)$ を状態量 $X^{\wedge}(t)$ と表記する。

[0055] なお、図 10 において破線で囲んでいる範囲は、測位計算部 609 という。

測位計算部 609 は、プロセスノイズ調整部 611 により調整されたプロセスノイズと観測ノイズ計算部 612 により算出された観測ノイズとを用いて、測位計算を行う。

[0056] キャリアスムージング処理部 610 は、観測データ 501（疑似距離と搬送波位相）に対してキャリアスムージング処理を行う。

[0057] プロセスノイズ調整部 611 は、測位装置 600 が配置されている移動体

の種別に応じて、測位計算部 609（より具体的には時間外挿計算部 605）での測位計算に用いられるプロセスノイズを調整する。

例えば、プロセスノイズ調整部 611 は、測位装置 600 が配置されている移動体が車両、列車、船舶のいずれかであれば、デフォルト値よりも小さい高度方向のプロセスノイズを選択する。

[0058] 観測ノイズ計算部 612 は、補強情報に含まれるインテグリティ情報を用いて、測位計算に用いられる観測ノイズを算出する。

インテグリティ情報とは、測位信号の「確からしさ」を伝えるための情報であり、測位結果を安全に利用できるかを判断する際に使用される。

[0059] ***動作の説明***

本実施の形態では、主に、観測データ選別部 603、時間外挿計算部 605、観測更新計算部 608、プロセスノイズ調整部 611 及び観測ノイズ計算部 612 の動作を説明する。

[0060] 観測データ選別部 603 は、キャリアスムージング処理部 610 によりキャリアスムージング処理が行われた後の観測データ 501 の中から、観測データ誤差補正部 604 以降の処理の対象となる観測データ 501 を選択する。

観測データ選別部 603 は、観測データ 501 の送信元の GPS 衛星 300 の仰角と観測データ 501 の受信信号強度とに基づいて、複数の観測データ 501 の中から、観測データ誤差補正部 604 以降の処理の対象となる観測データ 501 を選択する。

これまでも測位装置において、測位計算に用いられる観測データを受信信号強度に基づいて選別することが行われており、これまでは GPS 衛星 300 と測位装置との間の仰角に関わりなく一律に共通の受信信号強度の閾値を適用していた。

衛星仰角と受信信号強度の間には相関があり、一般に、衛星仰角が大きくなれば、観測データの受信信号強度は強くなる。

例えば、ある GPS 衛星 300 の観測データの受信信号強度が他の GPS

衛星300が同等の仰角にある場合の受信信号強度に比べて大きく落ち込んでいる場合は、当該GPS衛星300の受信信号強度が一律の閾値を超えていても、当該GPS衛星300の観測データの品質はあまりよくないと推定される。

このため、本実施の形態では、観測データ選別部603は、測位装置600とGPS衛星300との間の仰角と観測データの受信信号強度の相関を参考して、測位計算に用いられる観測データ501を選択する。

[0061] 観測データ選別部603は、例えば、図13に示す閾値テーブルを保持している。

図13の閾値テーブルには、複数の仰角範囲が示され、仰角範囲ごとに、受信信号強度の閾値が定義されている。

すなわち、図13では、仰角範囲として、例えば、10度－20度の範囲、20度－30度の範囲が記述されている。

なお、図13の10度－20度とは、10.1度－20.0度を意味し、20度－30度とは、20.1度－30.0度を意味する。

図13の閾値テーブルは、複数のGPS衛星300について、衛星仰角と観測データの受信信号強度との相関を解析して生成されたものである。

観測データ選別部603は、概略位置及び衛星位置計算部601により計算された衛星位置752から、観測データ501の送信元のGPS衛星300の衛星仰角を算出する。

そして、観測データ選別部603は、図13の閾値テーブルを参照し、キャリアスムージング処理の後の複数の観測データ501のうち、算出した衛星仰角に対応する仰角範囲に対して定義されている受信信号強度の閾値以上の受信信号強度の観測データ501を選択する。

観測データ選別部603は、選択した観測データ501のみを観測データ誤差補正部604に出力する。

測位計算部609による測位計算のためには、観測データ選別部603は、観測データ501を4つ以上選択する必要がある。

[0062] 次に、時間外挿計算部605及び観測更新計算部608を実現するカルマンフィルタについて説明する。

図14は、カルマンフィルタの処理フローを示す。

また、図15は、カルマンフィルタの処理に用いられる変数の説明を示す。

[0063] 時間外挿計算部605では、図14に示すカルマンフィルタの時間外挿計算が行われる。

また、観測更新計算部608では、図14に示すカルマンフィルタの観測更新計算が行われる。

時間外挿計算と観測更新計算で1つのループを構成し、時間外挿計算と観測更新計算で構成されるループが繰り返し実行される。

カルマンフィルタは、繰り返される各ループにおいて、推定する状態量（状態量 X ）の誤差分散（誤差分散行列 $P_{ij} = E \langle x_i x_j \rangle$ 、 $E \langle a \rangle$ は a の分散）の対角成分が最小になるように状態量を推定する。

[0064] カルマンフィルタにおける処理を順を追って説明する。

時間外挿計算では、前の時刻の状態量（ $x^{(-)}$ ）と誤差分散行列（ $P^{(-)}$ ）から、採用する運動モデルに従って決定される遷移行列 F によって次の時刻の状態量（ $x^{(+)}$ ）と誤差共分散行列（ $P^{(+)}$ ）が推定される。

この時、運動モデルと実際の現象との間の予想される誤差であるプロセスノイズ Q が誤差共分散行列（ $P^{(-)}$ ）に加算される。

このプロセスノイズ Q も採用する運動モデルと設計によって決定される。

推定された状態量（ $x^{(+)}$ ）から、状態量と観測の関係を表わす観測モデル（ $y^- = f(x)$ ）により推定される観測量相当量 y^- が求められる（ y^- は、「 y 」の真上に「 $-$ 」が位置していることを表す、以下も同様）。

観測更新計算では、実際の観測量との差である残差（ $dz = y - y^-$ ）が求められ、図14の式で表わされるカルマンゲイン K を使用して残差が状態量の差に変換（ $dx = K \cdot dz$ ）され、状態量が更新される。

観測更新計算で使用する観測行列は観測モデルを表現した行列であり、次式で求められる。

[0065] [数1]

$$dz = \mathbf{H} \cdot dx \left(dz = \mathbf{y} - \bar{\mathbf{y}} = f(\hat{\mathbf{x}}) - f(\mathbf{x}) = \nabla_{\mathbf{x}} f \cdot dx = \mathbf{H} \cdot dx \right)$$

[0066] また、カルマンゲインKの式で分母に含まれるRは観測量に含まれると予想される観測ノイズを示す。

[0067] プロセスノイズ調整部611は、時間外挿計算部605に提供するプロセスノイズを調整する。

図16は、デフォルトのプロセスノイズと、プロセスノイズ調整部611による調整後のプロセスノイズとを示す。

デフォルトのプロセスノイズ Q_3 は、図16(a)に示すように、X成分（東西方向）、Y成分（南北方向）、Z成分（高度方向）は相互に同等で異方向性がない。

しかしながら、車、列車、船舶などは、高度方向の変化の仕方が緩やかである。

このため、測位装置600が配置されている移動体が車両、列車、船舶であれば、高度方向のプロセスノイズは、デフォルト値より小さくすることが望ましい。

そこで、本実施の形態では、プロセスノイズ調整部611は、移動体が車両、列車、船舶のいずれかであれば（測位装置600が車両、列車、船舶のいずれかに搭載されている場合は）、高度方向のプロセスノイズの値として、 $f_{\perp}$ ($0 < f_{\perp} \ll 1$) を選択する。

そして、プロセスノイズ調整部611は、 $f_{\perp}$ が含まれるプロセスノイズ $Q_{\perp}$ を時間外挿計算部605に出力し、時間外挿計算部605は $Q_{\perp}$ を用いて図14に示す時間外挿計算を行う。

一方、測位装置600が配置されている移動体がユーザ（人間）である場合、つまり、ユーザが測位装置600を携帯して徒歩にて移動している場合

(測位装置 600 が車両、列車、船舶に搭載されていない場合) は、プロセスノイズ調整部 611 はデフォルトのプロセスノイズ Q_3 を時間外挿計算部 605 に出力し、時間外挿計算部 605 は Q_3 を用いて図 14 に示す時間外挿計算を行う。

また、測位装置 600 が配置されている移動体が飛行機であれば、プロセスノイズ調整部 611 はデフォルトのプロセスノイズ Q_3 を時間外挿計算部 605 に出力し、時間外挿計算部 605 は Q_3 を用いて図 14 に示す時間外挿計算を行う。

なお、測位装置 600 が配置されている移動体の種別が、車両又は列車又は船舶であるのか、ユーザ（人間）又は飛行機であるのかは、例えば、ユーザが測位装置 600 に移動体の種別を入力するようにする。

また、図 16 において、 $T_{ecef \rightarrow enu}$ は $ecef$ 座標系を enu 座標系に変換する行列である。

また、 Q_3 及び $Q_{\perp}$ は、 enu 座標系の行列（プロセスノイズ）であり、 $f_{\perp}$ は、移動体が車両、列車、船舶のいずれかである場合の高度方向のプロセスノイズの値である。

[0068] 観測ノイズ計算部 612 は、観測更新計算部 608 に提供される観測ノイズを算出する。

図 17 は、従来の観測ノイズと、観測ノイズ計算部 612 による観測ノイズとを示す。

仰角が低いほどビルや山などの障害物の影響を衛星信号が受ける可能性が高く、また、信号遅延の原因となる大気や電離層を通過する距離も長くなるため、従来は、図 17 (a) に示されるように、低仰角の衛星信号の観測ノイズを大きくしている。

観測ノイズの値が大きい衛星からの観測データは、観測更新計算部 608 における観測更新計算において低い重みづけが設定され、結果として、測位結果に反映される割合が低くなる。

補強情報にはインテグリティ情報が含まれる。

インテグリティ情報では、品質が低いと考えられる衛星からの観測データに対して高い値が設定されており、品質が高いと考えられる衛星からの観測データに対して低い値が設定されている。

前述のように、低仰角の衛星からの観測データは品質が低い可能性が高く、品質が低いと考えられる低仰角の衛星からの観測データは測位結果に反映される割合を低くすることが望ましい。

本実施の形態に係る観測ノイズ計算部612は、観測ノイズの計算にインテグリティ情報を用いることで、観測ノイズをより適切に設定する。

より具体的には、観測ノイズ計算部612は、図17(b)に示すように、観測ノイズの計算式に、対象のGPS衛星のインテグリティ情報の値を反映させる。

観測ノイズ計算部612は、図17(b)に示す式で計算した観測ノイズ σ_i の行列である観測ノイズRを観測更新計算部608に出力し、観測更新計算部608は観測ノイズRを用いて図14に示す観測更新計算を行う。

なお、図17において、 i は衛星番号であり、 σ_i は衛星 i の観測ノイズであり、 σ_{pr} は設計定数である。

また、 n は測位装置600が捕捉した衛星数であり、 $e l_i$ は衛星 i の仰角である。

また、 l_i は衛星 i のインテグリティ情報である。

観測ノイズ計算部612は、概略位置及び衛星位置計算部601により計算された衛星位置752から、衛星 i の衛星仰角を算出する。

[0069] ***効果の説明***

以上、本実施の形態によれば、観測データ選別部603が衛星仰角を参照して測位計算に用いる観測データを選択するため、品質のよい観測データをより正確に選択することができる。

また、本実施の形態によれば、プロセスノイズ調整部611が移動体の種別に応じたプロセスノイズを選択するため、移動体の種別に適したプロセスノイズを用いることで測位精度を向上させることができる。

また、本実施の形態によれば、観測ノイズ計算部 612 がインテグリティ情報を用いて観測ノイズを算出するため、高品質の観測データの重みづけを重くし、低品質の観測データの重みづけを軽くすることで測位精度を向上させることができる。

そして、これらの効果により、デシメータ級の補強情報を用いることによる測位精度の低下を補うことができる。

[0070] 実施の形態 4.

本実施の形態では、測位装置 600 の別の形態を説明する。

構成の説明

本実施の形態でも、測位装置 600 の構成例は図 10 に示す通りである。

但し、本実施の形態では、観測データ選別部 603 は、衛星仰角と受信信号強度とに基づいて n ($n \geq 5$) 個の観測データを選択した場合に、 n の観測データの中から m ($m \geq 4$ かつ $m < n$) 個の観測データを選択する動作を繰り返す。そして、観測データ選別部 603 は、それぞれが m 個の観測データで構成される k ($k \geq 4$ かつ $k \leq n$) 個のデータセットであって、各データセットにおける m 個の観測データの組合せが異なる k 個のデータセットを生成する。

また、本実施の形態では、測位計算部 609 において、観測更新計算部 608 が、データセットごとに、データセットを構成する m 個の観測データに対して観測更新計算を行い、各データセットの観測更新計算前の残差（二重差残差）の分散値と、各データセットの観測更新計算後の残差（二重差残差）の分散値とに基づき、 k 個のデータセットの中からいずれかのデータセットを選択する。

より具体的には、観測更新計算部 608 は、観測更新計算後の残差の分散値が最小のデータセットを抽出し、抽出した抽出データセットの観測更新計算後の残差の分散値と、観測更新計算後の残差の分散値が二番目に小さいデータセットの更新計算後の残差の分散値とを比較する。

分散値間に有意な差異が存在する場合に、観測更新計算部 608 は、抽出

データセットの観測更新計算前の残差の分散値が閾値以下であるか否かを判断し、抽出データセットの観測更新計算前の残差の分散値が閾値以下である場合に、抽出データセットを選択する。

そして、観測更新計算部608は、選択した抽出データセットにおける残差（二重差残差）を、状態量 $\hat{X}(t)$ として扱う。

プロセスノイズ調整部611及び観測ノイズ計算部612の動作は、実施の形態3に示したものと同一である。

また、実施の形態3では、概略位置及び衛星位置計算部601、補正データ作成部602、観測データ誤差補正部604、時間外挿計算部605、幾何学距離計算部606及び残差計算部607は、観測データ選別部603により選択された4つ以上の観測データを処理の対象としていたが、本実施の形態では、それぞれがm個の観測データで構成されるk個のデータセットを処理の対象とする。

但し、処理の対象がk個のデータセットとなった以外は、概略位置及び衛星位置計算部601、補正データ作成部602、観測データ誤差補正部604、時間外挿計算部605、幾何学距離計算部606及び残差計算部607の動作は、実施の形態3に示したものと同一である。

つまり、概略位置及び衛星位置計算部601、補正データ作成部602、観測データ誤差補正部604、時間外挿計算部605、幾何学距離計算部606及び残差計算部607は、各データセットに対して、実施の形態3と同じ処理を行う。

[0071] ***動作の説明***

次に、図18を参照して、本実施の形態に係る測位装置600の動作例を説明する。

本実施の形態では、観測データ選別部603及び観測更新計算部608の動作が実施の形態3と異なっているので、ここでは、主に観測データ選別部603及び観測更新計算部608の動作例を説明する。

[0072] 図18の例では、 $n=6$ 、 $m=5$ 、 $k=6$ である。

つまり、図18では、観測データ選別部603が、衛星仰角と受信信号強度に基づいて、6個のGPS衛星300からの6個の観測データを選択した場合を例としている。

観測データ選別部603は、6個の観測データのうち5個の観測データを選択してデータセットを生成する。

ここでは、最初に生成されたデータセットをデータセット#1と称する。

図18の例では、データセット#1は、衛星1の観測データ、衛星2の観測データ、衛星3の観測データ、衛星4の観測データ、衛星5の観測データで構成される。

観測データ選別部603は、生成したデータセット#1を観測データ誤差補正部604に出力する。

観測データ誤差補正部604は、データセット#1に対して、実施の形態3と同様に、二重差計算を行って二重差データ754を生成する。

また、残差計算部607は、データセット#1から生成された二重差データ754と幾何学距離755から、実施の形態3と同様に、二重差残差756を計算する。

観測更新計算部608は、データセット#1についての二重差残差756の観測更新計算を行う。

観測更新計算部608は、また、データセット#1についての観測更新計算前の二重差残差756の分散と、データセット#1についての観測更新計算後の二重差残差756の分散を算出する。

ここまでのループ1回目の処理である。

次に、ループ2回目の処理として、観測データ選別部603が6個の観測データのうちデータセット#1とは異なる組合せで5個の観測データを選択して新たなデータセットを生成する。

ここでは、ループ2回目に生成されたデータセットをデータセット#2と称する。

図18の例では、データセット#2は、衛星1の観測データ、衛星2の観

測データ、衛星3の観測データ、衛星4の観測データ、衛星6の観測データで構成される。

データセット#2に対しても、データセット#1と同じ処理が行われ、観測更新計算部608では、データセット#2についての観測更新計算前の二重差残差756の分散と、データセット#2についての観測更新計算後の二重差残差756の分散を算出する。

ここまでのループ2回目の処理である。

以降、同様にして、ループ3回目～ループ6回目の処理が行われ、観測データ選別部603によりデータセット#3～データセット#6が生成され、観測更新計算部608によりデータセット#3～データセット#6の各々に対して、観測更新計算前の二重差残差756の分散と観測更新計算後の二重差残差756の分散が算出される。

図18では、作図スペースの制約から、データセット#5及びデータセット#6の図示を省略しているが、データセット#5は、衛星1の観測データ、衛星3の観測データ、衛星4の観測データ、衛星5の観測データ、衛星6の観測データで構成され、データセット#6は、衛星2の観測データ、衛星3の観測データ、衛星4の観測データ、衛星5の観測データ、衛星6の観測データで構成される。

また、図18において、観測更新前残差とは、観測更新計算部608による観測更新計算前の二重差残差を意味し、観測更新後残差とは、観測更新計算部608による観測更新計算後の二重差残差を意味する。

また、観測更新前残差及び観測更新後残差において、ループ1の残差の分散とは、データセット#1での残差の分散である。

ループ2以降についても同様である。

[0073] ループ6回目の処理が終了して、観測更新前と観測更新後のそれぞれについて、ループ1～ループ6の残差の分散が得られると、観測更新計算部608は、観測更新後において、分散が最小のデータセットと、分散が2番目に小さいデータセットを抽出する。

ここでは、データセット#2の分散が最小であり、データセット#3の分散が2番目に小さかったと仮定する。

観測更新計算部608は、データセット#2の分散とデータセット#3の分散との間に有意な差異が存在するか否かを判定する。

例えば、分散の差異についての閾値（差異閾値）を用意し、データセット#2の分散とデータセット#3の分散との間の差異が、差異閾値を超えている場合は、観測更新計算部608は、有意な差異が存在すると判定するようにしてもよい。

データセット#2の分散とデータセット#3の分散との間に有意な差異が存在する場合は、観測更新計算部608は、データセット#2の観測更新前の分散が十分小さいか否かを判定する。

例えば、観測更新前の分散についての閾値（観測更新前分散閾値）を用意し、観測更新計算部608は、データセット#2の観測更新前の分散が観測更新前分散閾値以下であれば、観測更新前の分散が十分小さいと判定する。

観測更新前の分散が十分小さい場合は、観測更新計算部608は、データセット#2を選択し、データセット#2の観測更新後の二重差残差756を図10の状態量 $X^{\wedge}(t)$ として扱う。

[0074] ***効果の説明***

以上、本実施の形態により、より高精度の測位結果が得られる観測データの組合せを得ることができる。

[0075] なお、以上では、プロセスノイズ調整部611及び観測ノイズ計算部612の動作は実施の形態3と同様としたが、プロセスノイズ調整部611及び観測ノイズ計算部612の動作は実施の形態3と同様でなくてもよい。

つまり、プロセスノイズ調整部611は、測位装置600が配置されている移動体の種別に関わらず、図16(a)に示すデフォルトのプロセスノイズ Q_3 を時間外挿計算部605に出力するようにしてもよい。

また、観測ノイズ計算部612は、インテグリティ情報を用いずに、図17(a)に示す式にて、観測ノイズ σ_i を計算するようにしてもよい。

更には、以上では、観測データ選別部 603 は、実施の形態 3 と同様に、衛星仰角ごとの受信信号強度の閾値を用いて n 個の観測データを選択することを説明したが、衛星仰角に関わらない一律の受信信号強度の閾値を用いて n 個の観測データを選択するようにしてもよい。

[0076] また、実施の形態 3 及び 4 では、デシメータ級補強情報 400 を受信する測位装置 600 の動作例として説明したが、センチメータ級補強情報を受信する測位装置が同様の動作を行うようにしてもよい。

すなわち、センチメータ級補強情報を受信する測位装置において、衛星仰角と観測データの受信信号強度とに基づいて、複数の観測データの中から、測位計算に用いられる観測データを選択するようにしてもよい。

また、センチメータ級補強情報に含まれるインテグリティ情報を用いて、観測ノイズを算出するようにしてもよい。

また、センチメータ級補強情報を受信する測位装置において、移動体の種別に応じてプロセスノイズを調整するようにしてもよい。

また、センチメータ級補強情報を受信する測位装置において、 n 個の観測データから k 個のデータセットを生成し、各データセットの観測更新計算前の残差の分散値と、各データセットの観測更新計算後の残差の分散値とに基づき、 k 個のデータセットの中からいずれかのデータセットを選択するようにしてもよい。

[0077] また、実施の形態 3 及び 4 では、測位装置 600 がデシメータ級補強情報 400 を準天頂衛星 200 から受信する例を説明したが、デシメータ級補強情報 400 を準天頂衛星 200 以外の衛星から受信するようにしてもよく、または無線 LAN 環境を提供する無線 LAN 網 800 から受信するようにしてもよい。

具体的には、測位装置 600 がデシメータ級補強情報 400 を準天頂衛星 200 以外の衛星から受信する場合には、測位装置 600 が当該衛星からの信号を受信するための受信機を備えるとともに、当該受信機が受信したデシメータ級補強情報 400 を補正データ作成部 602 に入力すればよい。

また、測位装置600がデシメータ級補強情報400を無線LAN網800から受信する場合には、測位装置600が無線LAN受信機を備えるとともに、当該無線LAN受信機が受信したデシメータ級補強情報400を補正データ作成部602に入力すればよい。

[0078] 最後に、実施の形態1～4に示した情報処理装置100及び測位装置600のハードウェア構成例を図19を参照して説明する。

情報処理装置100及び測位装置600はコンピュータであり、情報処理装置100及び測位装置600の各要素をプログラムで実現することができる。

情報処理装置100及び測位装置600のハードウェア構成としては、バスに、演算装置901、外部記憶装置902、主記憶装置903、通信装置904、入出力装置905が接続されている。

[0079] 演算装置901は、プログラムを実行するCPU (Central Processing Unit) である。

外部記憶装置902は、例えばROM (Read Only Memory) やフラッシュメモリ、ハードディスク装置である。

主記憶装置903は、RAM (Random Access Memory) である。

測位装置600では、通信装置904は、GPS衛星からの観測データ及び放送暦を受信し、また、準天頂衛星又は無線LAN網からの補強情報を受信する。

また、測位装置600では、通信装置904には、AD (アナログーデジタル) 変換機能が含まれている。

入出力装置905は、例えばタッチパネル式のディスプレイ装置等である。

[0080] プログラムは、通常は外部記憶装置902に記憶されており、主記憶装置903にロードされた状態で、順次演算装置901に読み込まれ、実行される。

プログラムは、図3及び図10に示す「～部」として説明している機能を実現するプログラムである。

更に、外部記憶装置902にはオペレーティングシステム（OS）も記憶されており、OSの少なくとも一部が主記憶装置903にロードされ、演算装置901はOSを実行しながら、図3及び図10に示す「～部」の機能を実現するプログラムを実行する。

また、実施の形態1～4の説明において、「～の補正」、「～の生成」、「～の作成」、「～の計算」、「～の算出」、「～の調整」、「～の判断」、「～の判定」、「～の更新」、「～の推定」、「～の抽出」、「～の選択」、「～の受信」等として説明している処理の結果を示す情報やデータや信号値や変数値が主記憶装置903にファイルとして記憶されている。

[0081] なお、図19の構成は、あくまでも情報処理装置100及び測位装置600のハードウェア構成の一例を示すものであり、情報処理装置100及び測位装置600のハードウェア構成は図19に記載の構成に限らず、他の構成であってもよい。

[0082] 以上、本発明の実施の形態について説明したが、これらの実施の形態のうち、2つ以上を組み合わせる実施しても構わない。

あるいは、これらの実施の形態のうち、1つを部分的に実施しても構わない。

あるいは、これらの実施の形態のうち、2つ以上を部分的に組み合わせる実施しても構わない。

なお、本発明は、これらの実施の形態に限定されるものではなく、必要に応じて種々の変更が可能である。

符号の説明

[0083] 100 情報処理装置、101 補強情報生成部、102 補強情報調整部、103 補強情報出力部、200 準天頂衛星、300 GPS衛星、400 デシメータ級補強情報、500 測位信号、600 測位装置、601 概略位置及び衛星位置計算部、602 補正データ作成部、603

観測データ選別部、604 観測データ誤差補正部、605 時間外挿計算部、606 幾何学距離計算部、607 残差計算部、608 観測更新計算部、609 測位計算部、610 キャリアスムージング処理部、611 プロセスノイズ調整部、612 観測ノイズ計算部、700 送信装置、800 無線LAN網、1021 更新周期調整処理、1022 地理間隔誤差値調整処理、1023 ビット数調整処理。

請求の範囲

[請求項1]

既定の更新周期で更新され、複数の誤差値が含まれる、衛星測位誤差の補正のための補強情報の情報量を削減する補強情報調整部と、

前記補強情報調整部により情報量が削除された後の補強情報を出力先に出力する補強情報出力部とを有する情報処理装置であって、

前記補強情報調整部は、

前記補強情報の更新周期を前記既定の更新周期の2以上の整数倍にする更新周期調整処理と、

前記複数の誤差値のうち、既定の複数のグリッド点の地理間隔ごとの誤差である複数の地理間隔誤差値の中から、緯度方向及び経度方向の各々で、前記既定の地理間隔の2以上の整数倍の地理間隔ごとに地理間隔誤差値を選択して地理間隔誤差値の個数を間引く地理間隔誤差値調整処理と、

搬送波に関する誤差値ごとに、削除後のビット数が削除前のビット数より小さくなるように最下位ビットから誤差値のビット数を削減するビット数調整処理と

を組み合わせ、前記補強情報の情報量を削減する情報処理装置。

[請求項2]

前記補強情報調整部は、

前記更新周期調整処理として、

前記補強情報の更新周期を前記既定の更新周期の2倍にする処理を行い、

前記地理間隔誤差値調整処理として、

前記複数の地理間隔誤差値の中から緯度方向及び経度方向の各々で前記既定の地理間隔の3倍の地理間隔ごとに地理間隔誤差値を選択して地理間隔誤差値の個数を間引く処理を行い、

前記ビット数調整処理として、

搬送波に関する誤差値ごとに、削除後のビット数が削除前のビット数の60%から80%の間のいずれかのビット数になるように最下位

ビットからビット数を削減する処理を行う請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項3]

前記補強情報調整部は、

前記地理間隔誤差値調整処理として、

複数の電離層遅延誤差値の中から、前記緯度方向及び前記経度方向の各々で、前記既定の地理間隔の 3 倍の地理間隔ごとに電離層遅延誤差値を選択して電離層遅延誤差値の個数を間引く処理と、

複数の対流圏遅延誤差値の中から、前記緯度方向及び前記経度方向の各々で、前記既定の地理間隔の 3 倍の地理間隔ごとに対流圏遅延誤差値を選択して対流圏誤差値の個数を間引く処理とを行う請求項 1 に記載の情報処理装置。

[請求項4]

既定の更新周期で更新され、複数の誤差値が含まれる、衛星測位誤差の補正のための補強情報の情報量を削減する補強情報調整部と、

前記補強情報調整部により情報量が削除された後の補強情報を出力先に出力する補強情報出力部とを有する情報処理装置であって、

前記補強情報調整部は、

前記補強情報の更新周期を前記既定の更新周期の 2 以上の整数倍にする更新周期調整処理と、

前記複数の誤差値のうち、既定の複数のグリッド点の地理間隔ごとの誤差である複数の地理間隔誤差値を解析して、地理間隔誤差値の近似値を算出するための近似式に含まれる係数の係数値を地理間隔ごとに算出し、前記複数の地理間隔誤差値に代えて地理間隔ごとの係数値を前記補強情報に含ませる地理間隔誤差値調整処理と、

搬送波に関する誤差値ごとに、削除後のビット数が削除前のビット数より小さくなるように最下位ビットから誤差値のビット数を削減するビット数調整処理と

を組み合わせ、前記補強情報の情報量を削減する情報処理装置。

[請求項5]

前記補強情報調整部は、

前記更新周期調整処理として、

前記補強情報の更新周期を前記既定の更新周期の2倍にする処理を行い、

前記ビット数調整処理として、

搬送波に関する誤差値ごとに、削除後のビット数が削除前のビット数の60%から80%の間のいずれかのビット数になるように最下位ビットからビット数を削減する処理を行う請求項4に記載の情報処理装置。

[請求項6]

前記補強情報調整部は、

前記地理間隔誤差値調整処理として、

複数の電離層遅延誤差値を解析して、電離層遅延誤差値の近似値を算出するための近似式に含まれる係数の係数値を地理間隔ごとに算出し、前記複数の電離層遅延誤差値に代えて地理間隔ごとの係数値を前記補強情報に含ませる処理と、

複数の対流圏遅延誤差値を解析して、対流圏遅延誤差値の近似値を算出するための近似式に含まれる係数の係数値を地理間隔ごとに算出し、前記複数の対流圏遅延誤差値に代えて地理間隔ごとの係数値を前記補強情報に含ませる処理とを行う請求項3に記載の情報処理装置。

[請求項7]

前記補強情報調整部は、

センチメートル級の測位誤差が実現される補強情報の情報量を削減して、デシメートル級の測位誤差が実現される補強情報に変換する請求項1又は4に記載の情報処理装置。

[請求項8]

前記補強情報調整部は、

前記地理間隔誤差値調整処理と前記ビット数調整処理による測位精度の信頼度の低下を通知するインテグリティ情報を生成し、生成したインテグリティ情報を、情報量が削除された後の補強情報に含め、

前記補強情報出力部は、

前記インテグリティ情報が含まれる、情報量が削除された後の補強

情報を前記出力先に出力する請求項 1 又は 4 に記載の情報処理装置。

[請求項9] 衛星測位誤差の補正のための補強情報に含まれるインテグリティ情報を用いて、測位計算に用いられる観測ノイズを算出する観測ノイズ計算部と、

前記観測ノイズ計算部により算出された観測ノイズを用いて、測位計算を行う測位計算部とを有する測位装置。

[請求項10] 前記測位装置は、更に、

前記測位装置が配置されている移動体の種別に応じて、前記測位計算部での測位計算に用いられるプロセスノイズを調整するプロセスノイズ調整部を有する請求項 9 に記載の測位装置。

[請求項11] 前記プロセスノイズ調整部は、

前記移動体が車両、列車、船舶のいずれかであれば、デフォルト値よりも小さい高度方向のプロセスノイズを選択する請求項 10 に記載の測位装置。

[請求項12] 前記測位装置は、更に、

測位衛星から送信された n ($n \geq 5$) 個の観測データの中から m ($m \geq 4$ かつ $m < n$) 個の観測データを選択する動作を繰り返し、それぞれが m 個の観測データで構成される k ($k \geq 4$ かつ $k \leq n$) 個のデータセットであって、各データセットにおける m 個の観測データの組合せが異なる k 個のデータセットを生成する観測データ選別部を有し、

前記測位計算部は、

前記測位計算の一部として、データセットごとに、データセットを構成する m 個の観測データに対して観測更新計算を行い、各データセットの観測更新計算前の残差の分散値と、各データセットの観測更新計算後の残差の分散値とに基づき、前記 k 個のデータセットの中からいずれかのデータセットを選択する請求項 9 に記載の測位装置。

[請求項13] 測位衛星から送信された n ($n \geq 5$) 個の観測データの中から m ($m \geq 4$ かつ $m < n$) 個の観測データを選択する動作を繰り返し、それぞれが m 個の観測データで構成される k ($k \geq 4$ かつ $k \leq n$) 個のデータセットであって、各データセットにおける m 個の観測データの組合せが異なる k 個のデータセットを生成する観測データ選別部を有し、

$m \geq 4$ かつ $m < n$) 個の観測データを選択する動作を繰り返し、それぞれが m 個の観測データで構成される k ($k \geq 4$ かつ $k \leq n$) 個のデータセットであって、各データセットにおける m 個の観測データの組合せが異なる k 個のデータセットを生成する観測データ選別部と、

測位計算の一部として、データセットごとに、データセットを構成する m 個の観測データに対して観測更新計算を行い、各データセットの観測更新計算前の残差の分散値と、各データセットの観測更新計算後の残差の分散値とに基づき、前記 k 個のデータセットの中からいずれかのデータセットを選択する測位計算部とを有する測位装置。

[請求項14]

前記測位計算部は、

観測更新計算後の残差の分散値が最小のデータセットを抽出し、

抽出した抽出データセットの観測更新計算前の残差の分散値が閾値以下であるか否かを判断し、

前記抽出データセットの観測更新計算前の残差の分散値が閾値以下である場合に、前記抽出データセットを選択する請求項 1 3 に記載の測位装置。

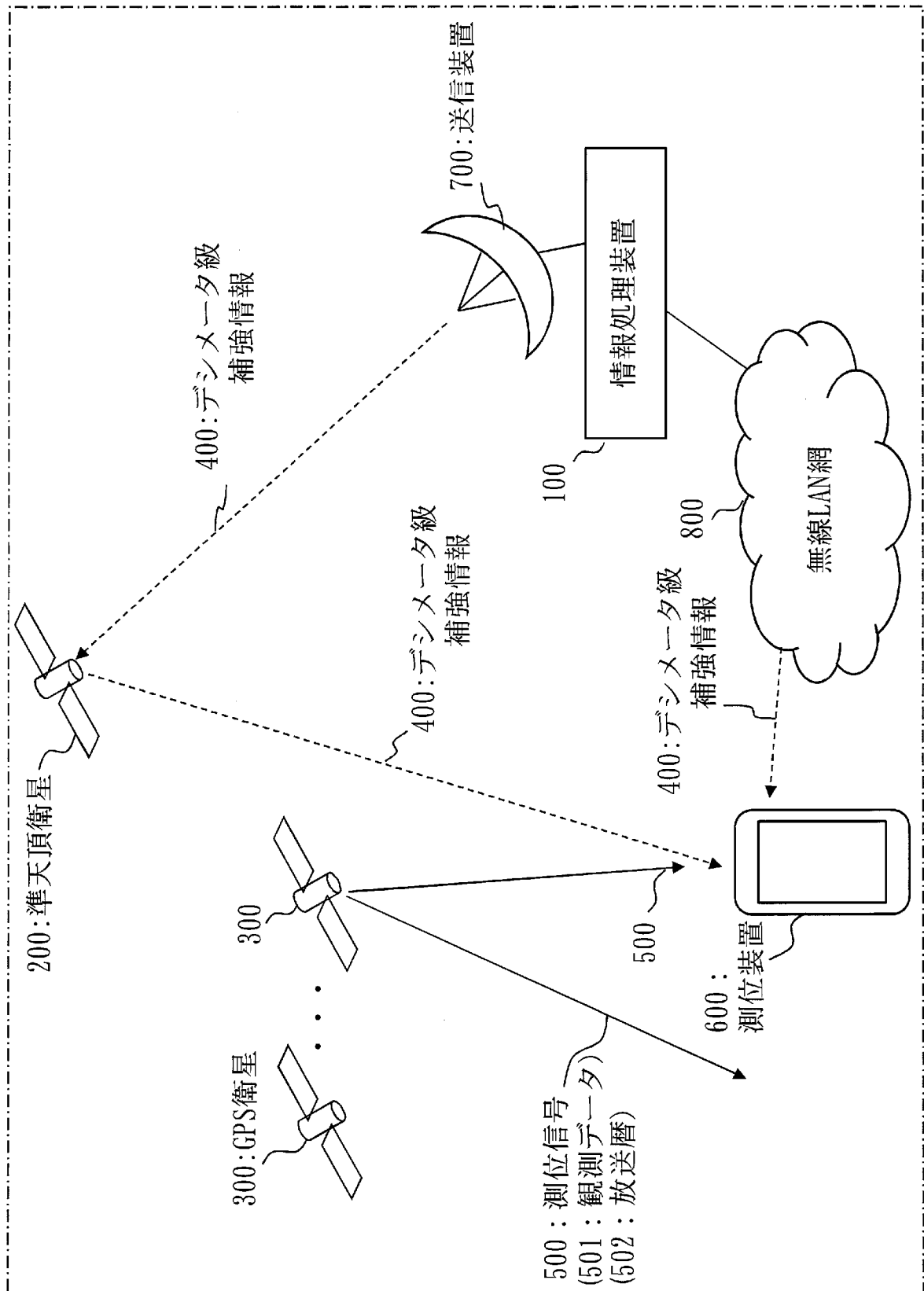
[請求項15]

前記測位計算部は、

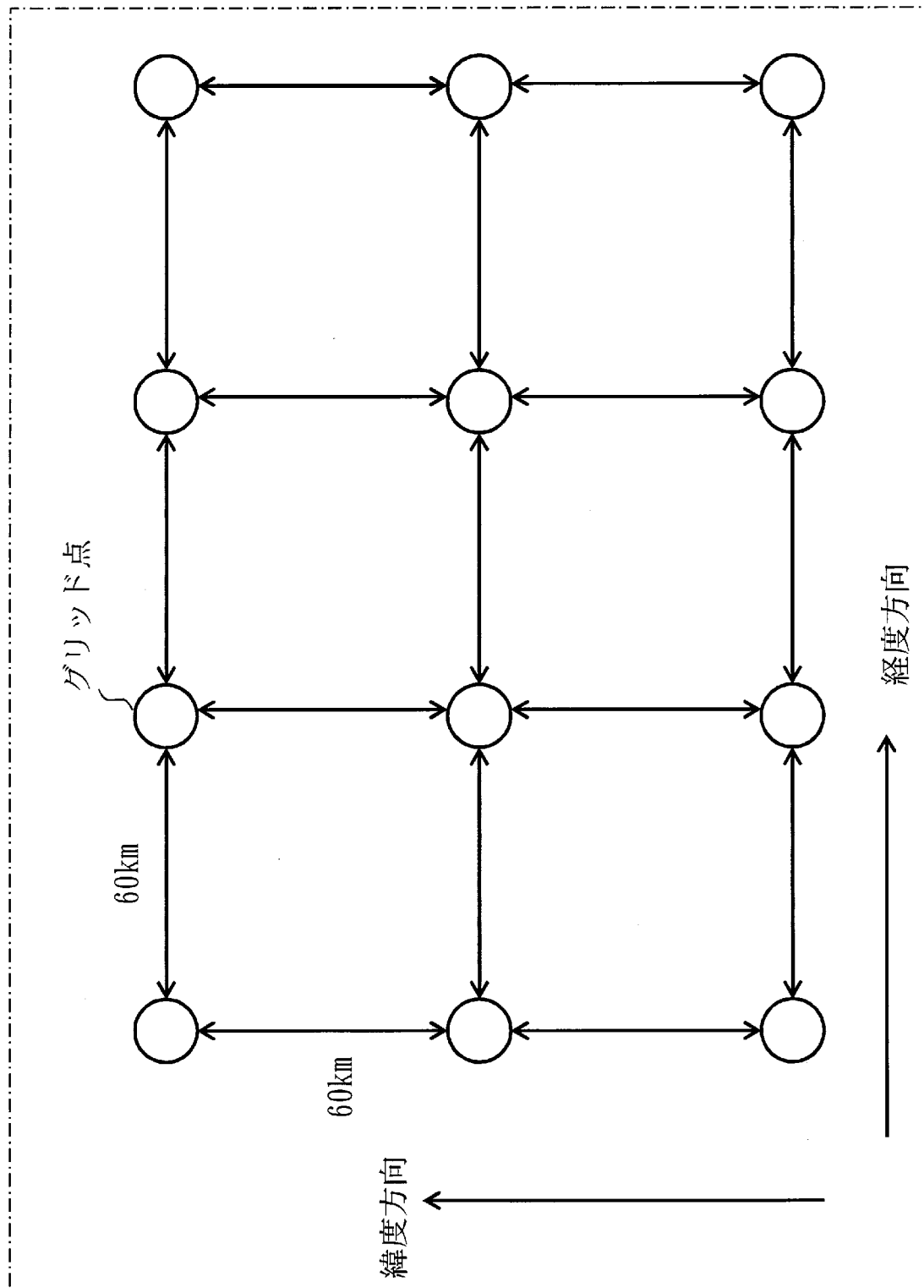
前記抽出データセットの観測更新計算後の残差の分散値と、観測更新計算後の残差の分散値が二番目に小さいデータセットの更新計算後の残差の分散値とを比較し、

分散値間に有意な差異が存在する場合に、前記抽出データセットの観測更新計算前の残差の分散値が閾値以下であるか否かを判断する請求項 1 4 に記載の測位装置。

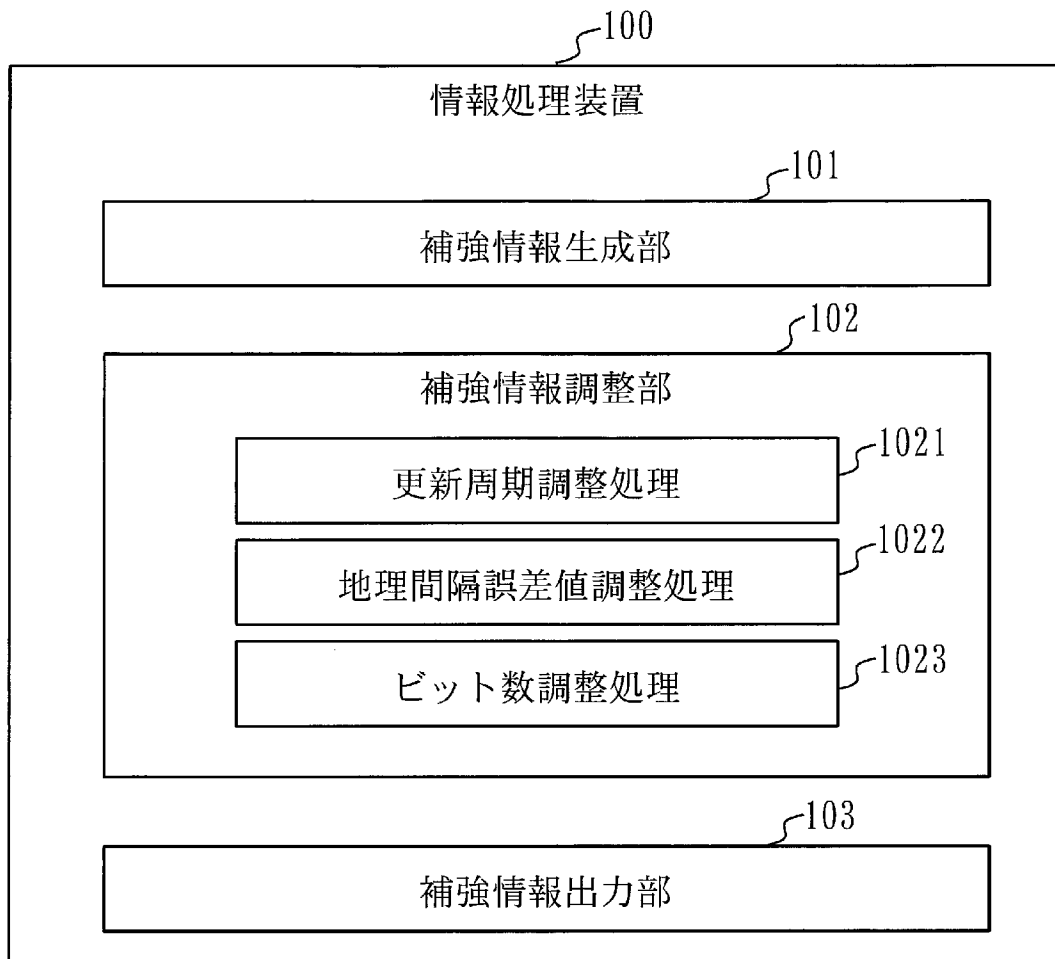
[図1]



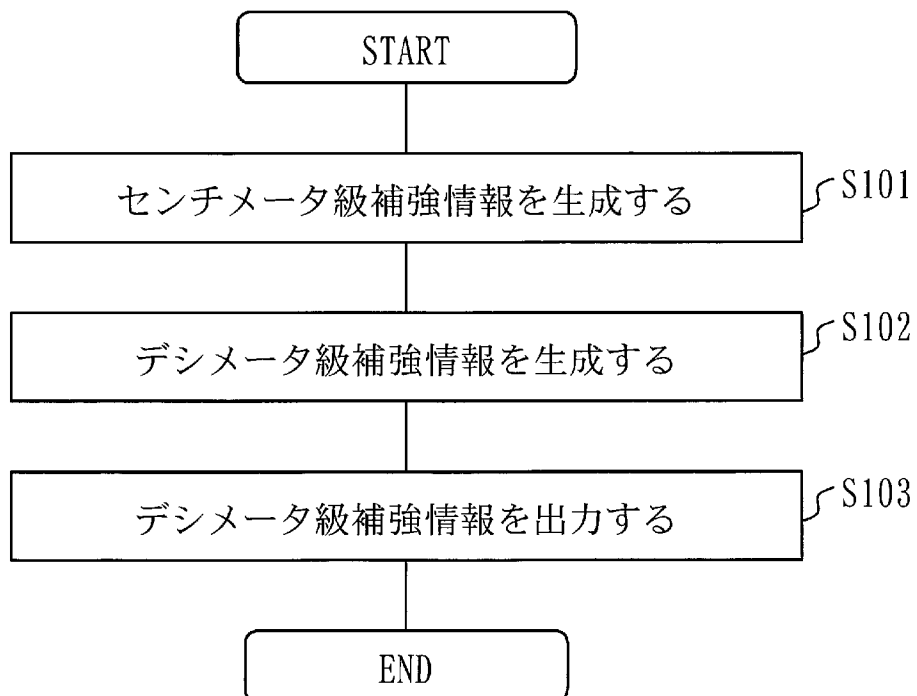
[図2]



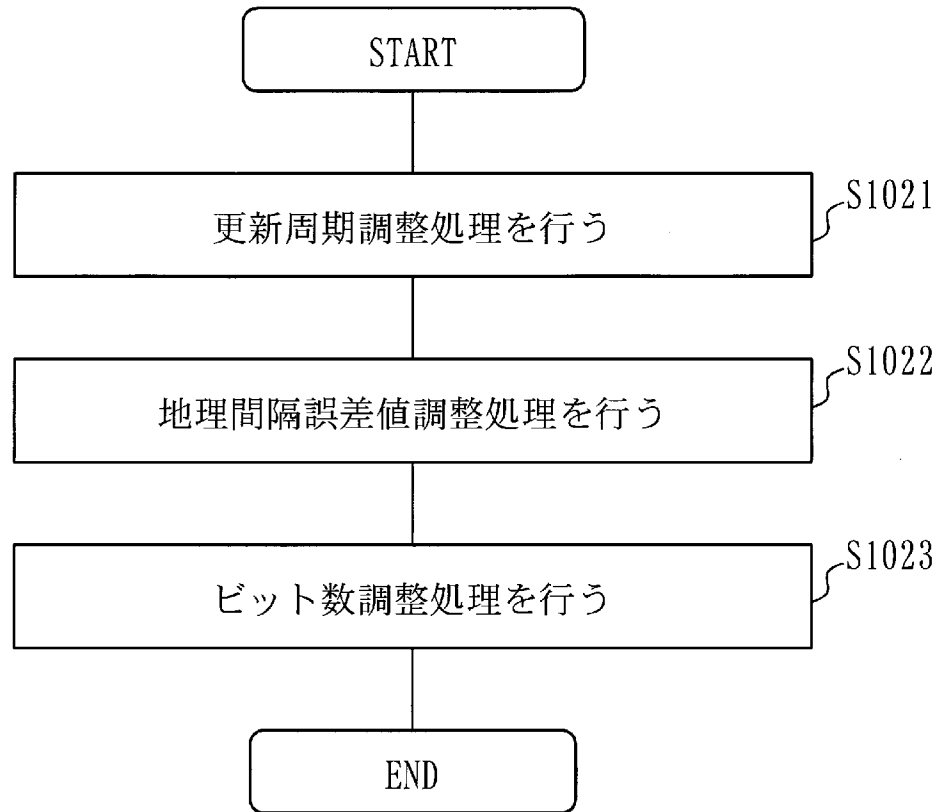
[図3]



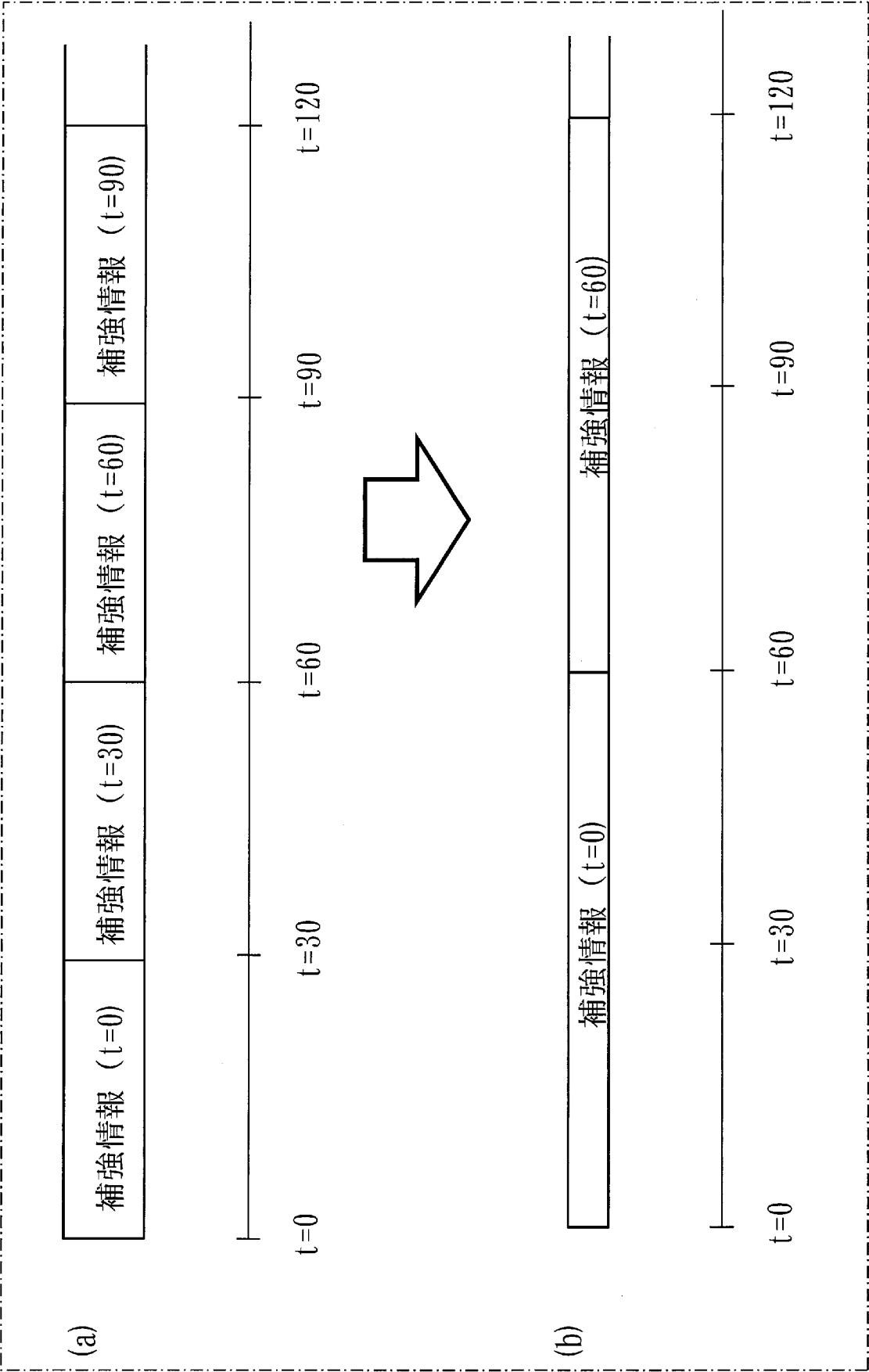
[図4]



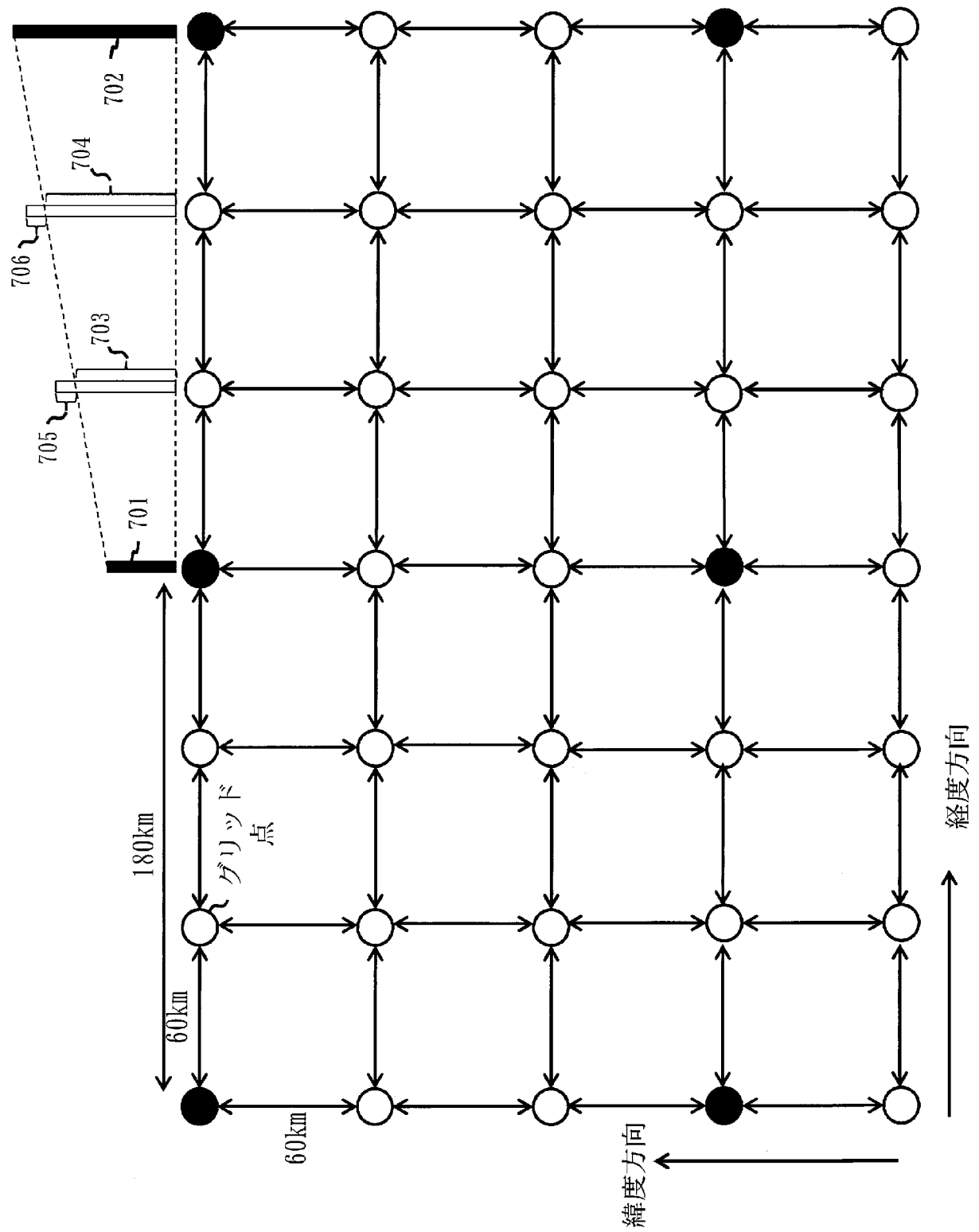
[図5]



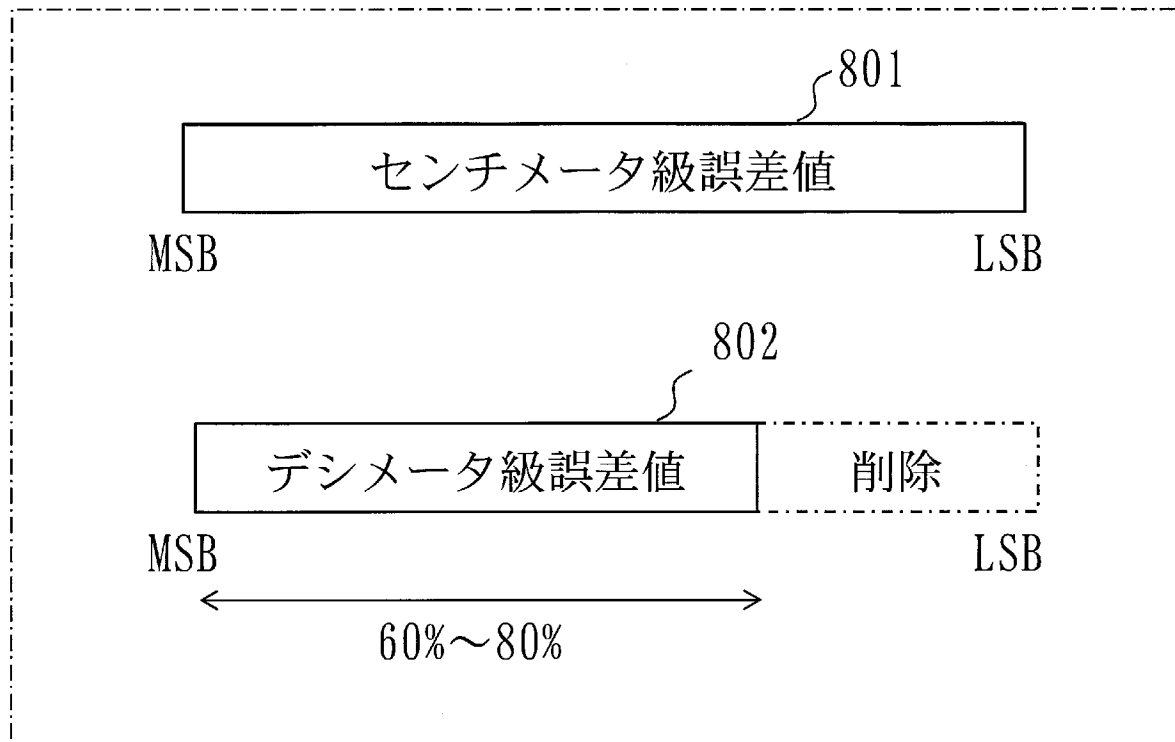
[図6]



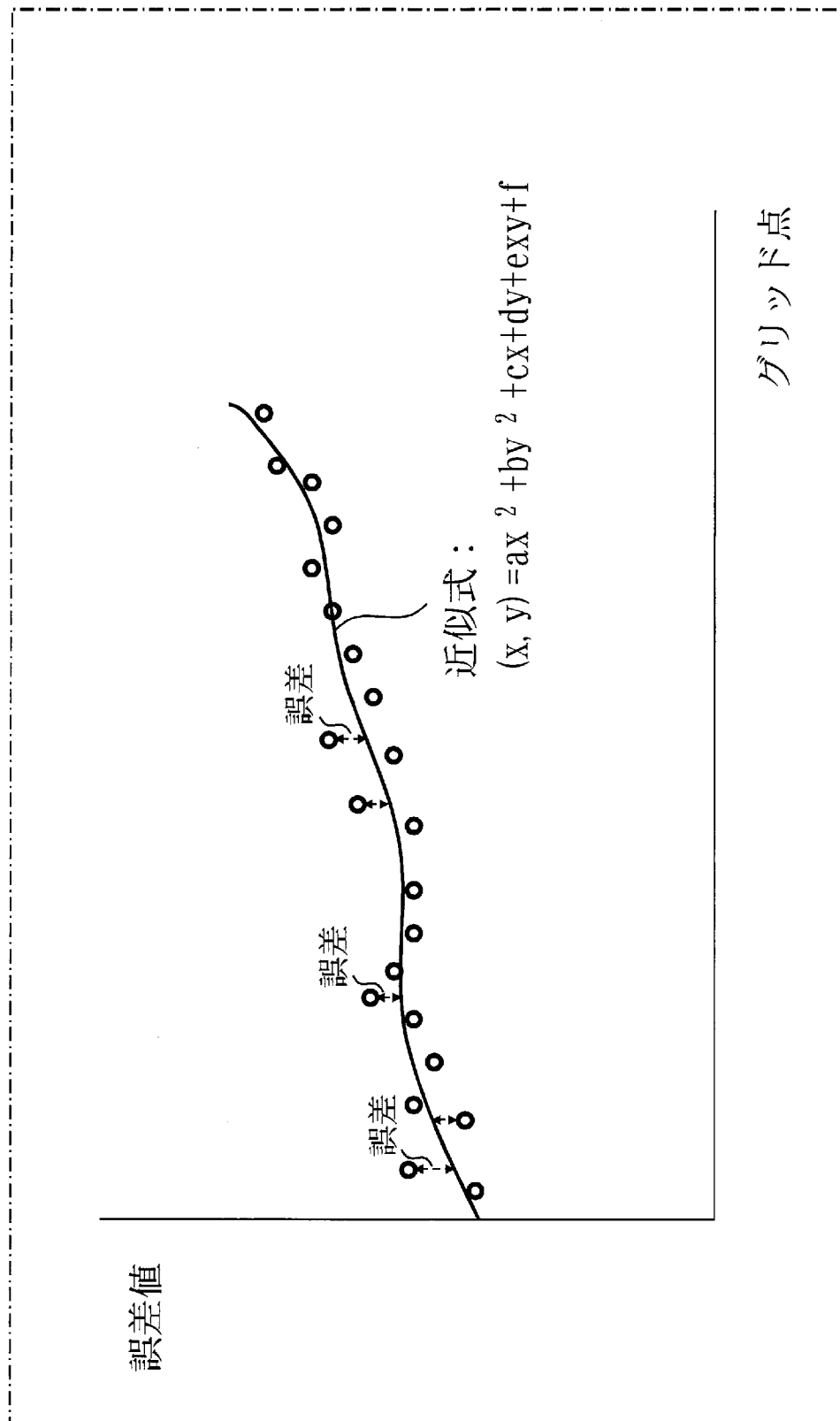
[図7]



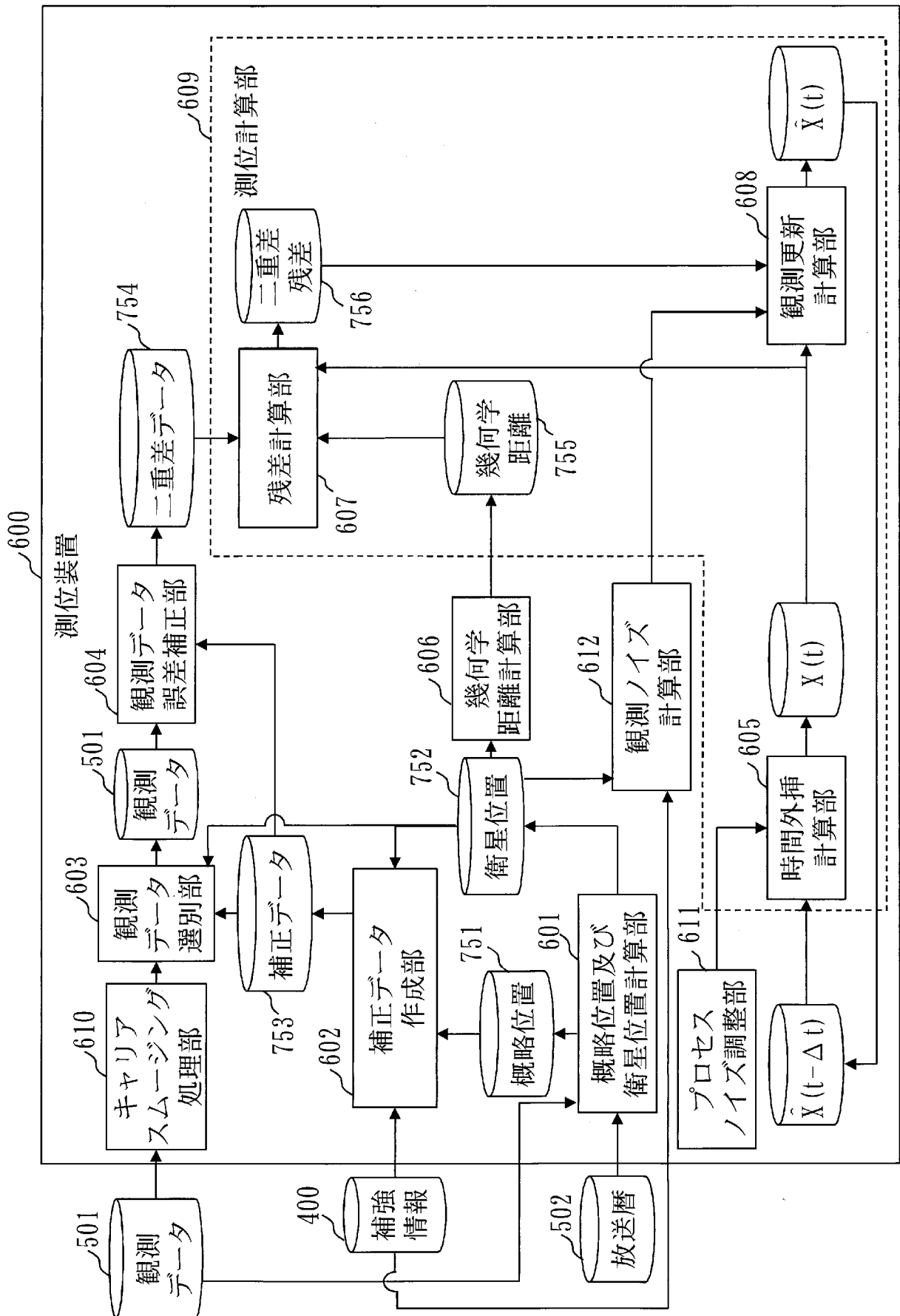
[図8]



[図9]



[図10]



[図11]

No	構成要素	説明
601	概略位置及び 衛星位置計算部	測位点の概略位置と各衛星の位置を算出する
602	補正データ作成部	補強情報、概略位置、衛星位置から補正データを 作成する
603	観測データ選別部	品質が劣化していると予想される観測データを除去する
604	観測データ 誤差補正部	観測データの二重差データを算出する
605	時間外挿計算部	前の時刻の状態量 $\hat{X}(t-\Delta t)$ から現時刻の状態量 $X(t)$ を推定する $\hat{X}(t-\Delta t) = \Phi \cdot X(t)$
606	幾何学距離計算部	幾何学距離を計算する
607	残差計算部	二重差データと幾何学距離から二重差残差を計算する
608	観測更新計算部	状態量の推定誤差が最も小さくなるように状態量を更新する
610	キャリアスムージング処理部	疑似距離のキャリアスムージングを行う
611	プロセスノイズ調整部	移動体の種別に応じたプロセスノイズを算出する
612	観測ノイズ計算部	インテグリティ情報を用いて観測ノイズを算出する

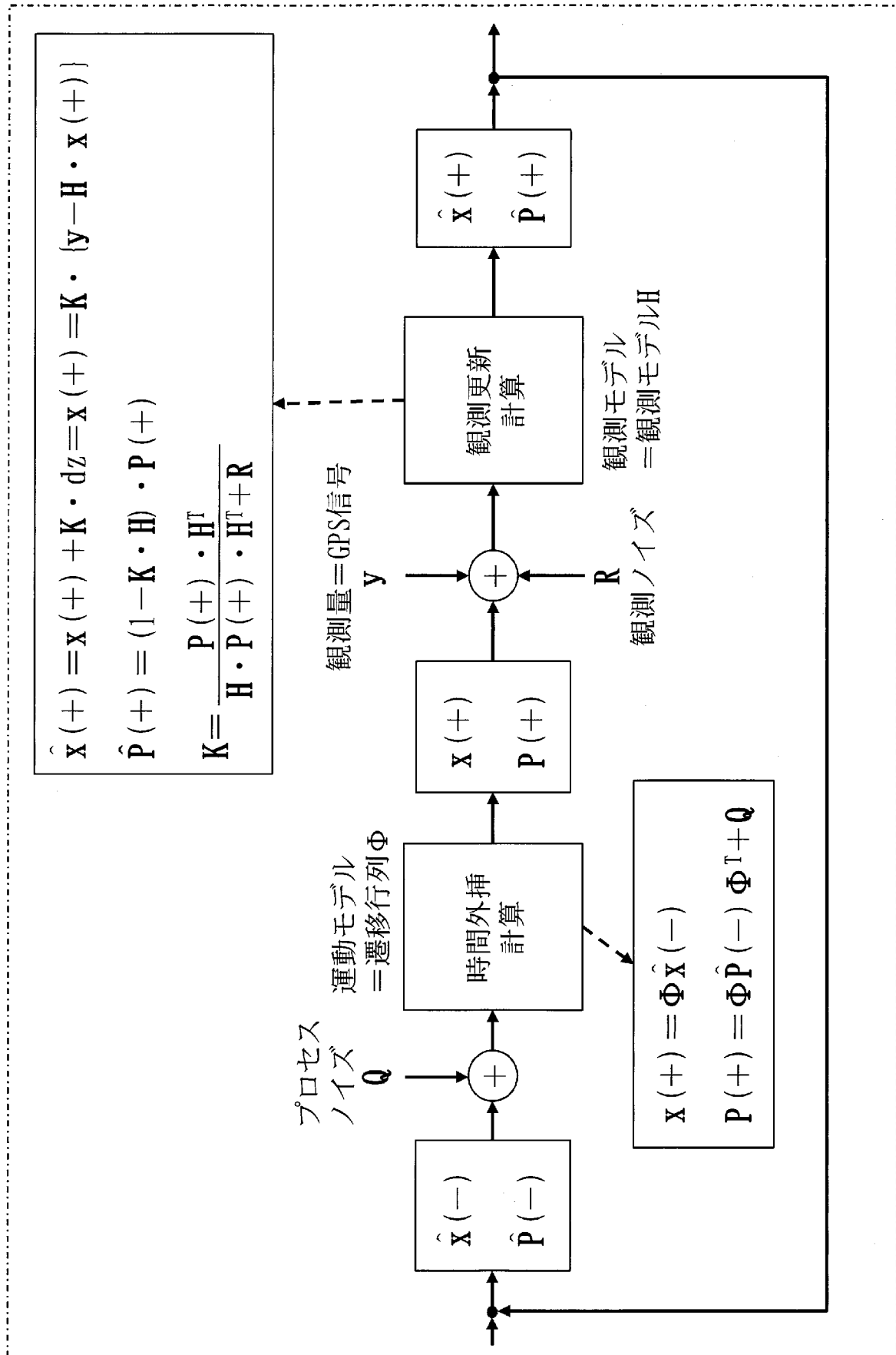
[図12]

No	中間データ	説明
151	概略位置	単独測位によって算出するmオードーの精度の測位点位置
152	衛星位置	観測データを送信した各衛星の位置
153	補正データ	測位点で各衛星から受信した観測データに含まれると 予想される誤差
154	二重差データ	従衛星の観測データから主衛星の観測データを差し引いた量
155	幾何学距離	測位点の位置と衛星位置から計算される両者の間の距離
156	二重差残差	残差 (i) = 二重差データ - 状態量から計算される二重差量

[図13]

閾値テーブル	
仰角範囲 (度)	受信信号強度閾値 (dB)
10-20	36
20-30	40
30-40	42
40-50	45
50-60	48
・	・
・	・
・	・

[図14]



[図15]

記号	名称	説明	補足
X	状態量ベクトル	位置・速度など推定する量	(-)は前のエポック、(+)は現エポック
P	誤差共分散行列	状態量の推定誤差の共分散行列	ハット無し・有りは観測更新前後を示す
Q	プロセスノイズ行列	運動モデルの誤差	設計値
Φ	遷移行列	状態量の時間遷移を表す行列	採用した運動モデルから決まる
Y	観測量ベクトル	観測データ=GPS信号	
R	観測ノイズ行列	観測データのノイズを表す行列	設計値
H	観測行列	状態量と観測量の関係を表す行列	採用した観測モデルから決まる

[図16]

デフォルトのプロセスノイズの例Φ

$$\bar{\mathbf{x}}(t) = (\bar{\mathbf{p}} \quad \bar{\mathbf{v}}) = (x \quad y \quad z \quad v_x \quad v_y \quad v_z)$$

$$\Phi(t) = \sigma_v^2 \begin{pmatrix} \frac{(dt)^3}{3} Q_3 & \frac{(dt)^2}{2} Q_3 \\ \frac{(dt)^2}{2} Q_3 & (dt) Q_3 \end{pmatrix}$$

(a)

$$Q_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{matrix} \cdots \text{東西方向} \\ \cdots \text{南北方向} \\ \cdots \text{高度方向} \end{matrix} \Rightarrow X, Y, Z \text{成分は相互に同等で異方性が無い}$$



車両、列車、船舶などは高度方向の変化の仕方が緩やかである。
そこでプロセスノイズ調整部では以下のプロセスノイズを選択する。

$$\Phi(t) = \sigma_v^2 \begin{pmatrix} \frac{(dt)^3}{3} (T_{ecef}^{enu})^{-1} Q_{\perp} T_{ecef}^{enu} & \frac{(dt)^2}{2} (T_{ecef}^{enu})^{-1} Q_{\perp} T_{ecef}^{enu} \\ \frac{(dt)^2}{2} (T_{ecef}^{enu})^{-1} Q_{\perp} T_{ecef}^{enu} & (dt) (T_{ecef}^{enu})^{-1} Q_{\perp} T_{ecef}^{enu} \end{pmatrix}$$

(b)

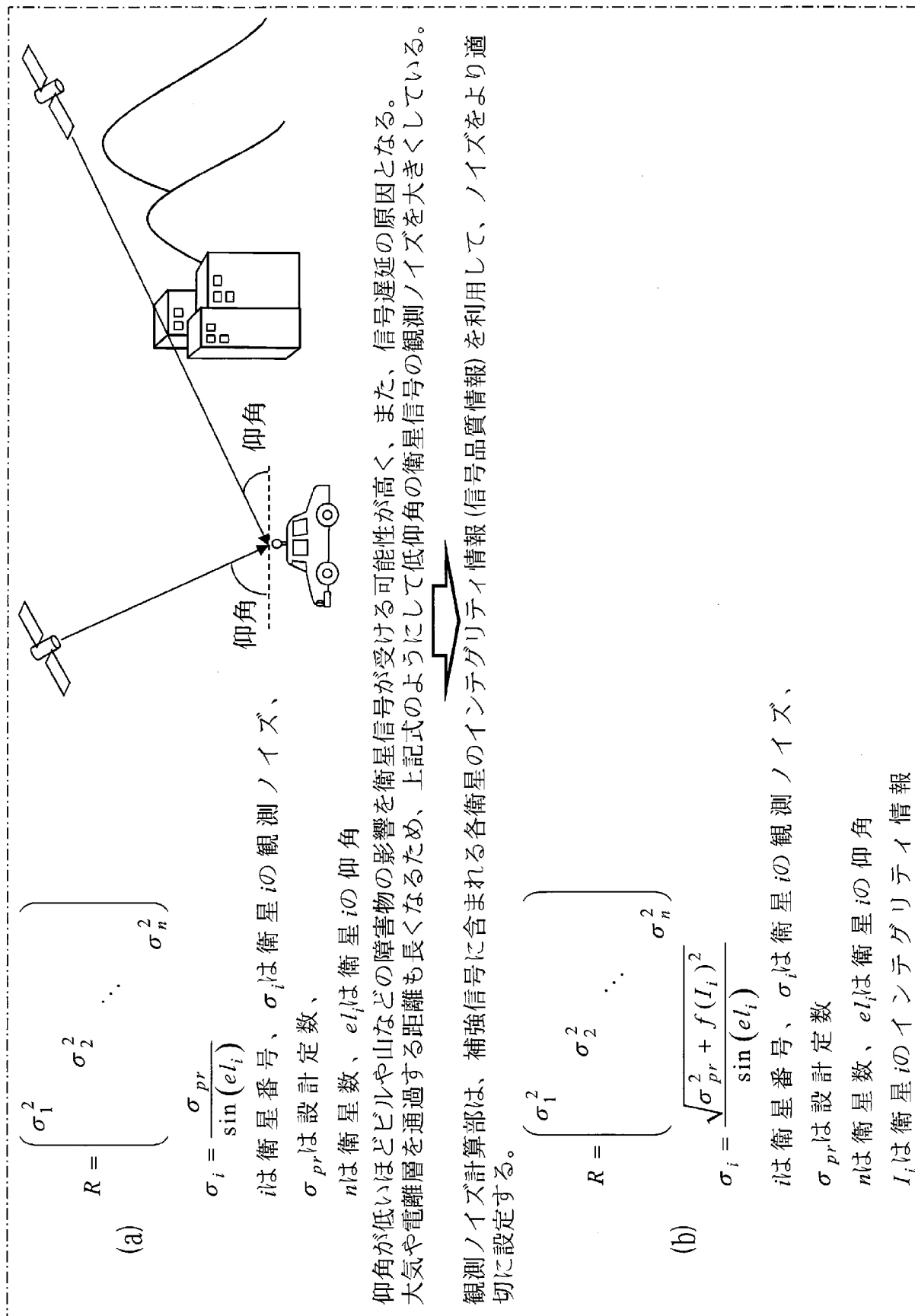
$$Q_{\perp} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & f_{\perp} \end{pmatrix} \begin{matrix} \cdots \text{東西方向} \\ \cdots \text{南北方向} \\ \cdots \text{高度方向} \end{matrix}$$

T_{ecef}^{enu} はecef座標系をenu座標系(e = 東方向、 n = 北方向、 u = 高度上方向)に交換する行列

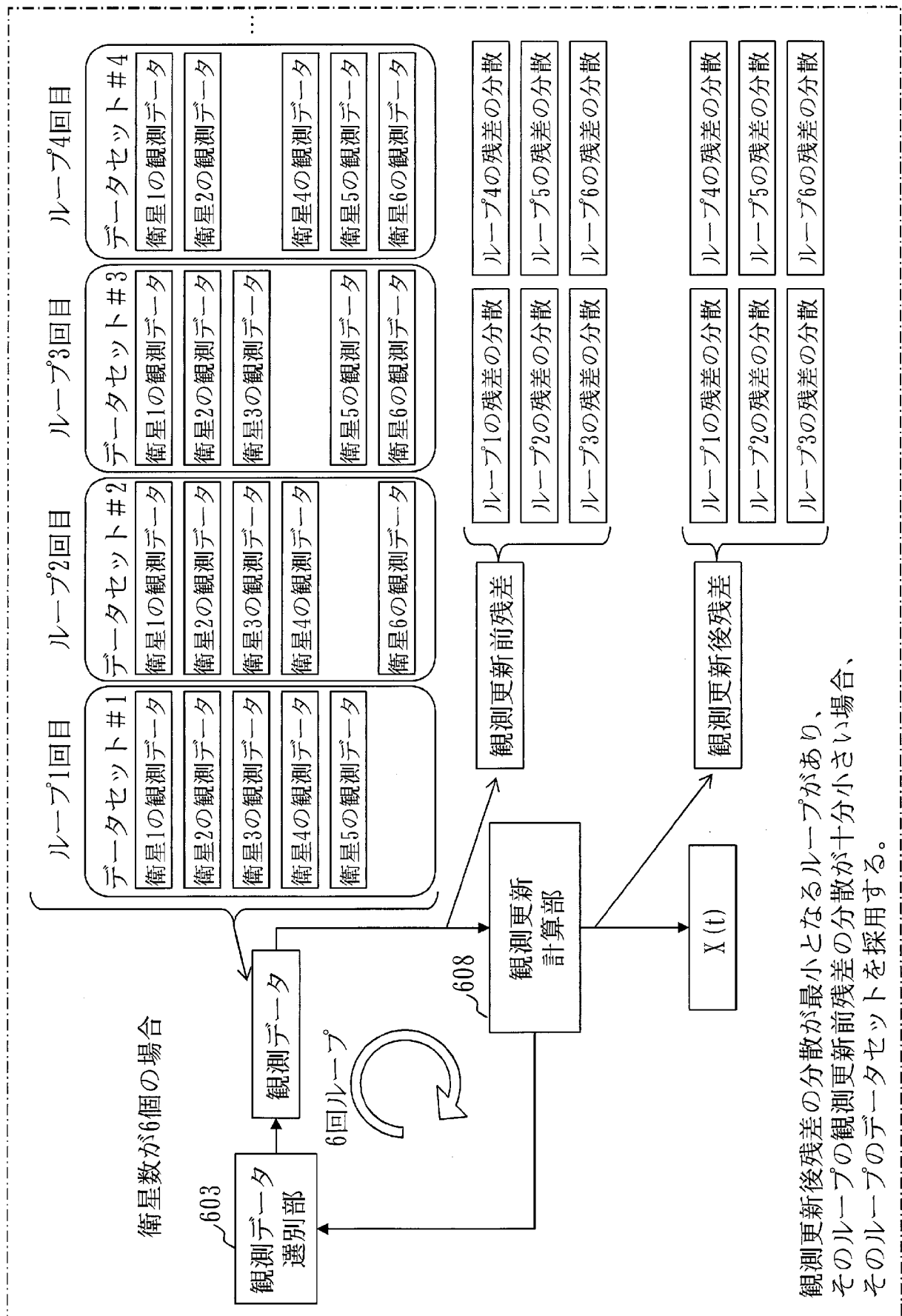
$Q_{\perp}$ はenu座標系の行列

$f_{\perp}$ は車両、列車、船舶などの場合は $0 < f_{\perp} \ll 1$

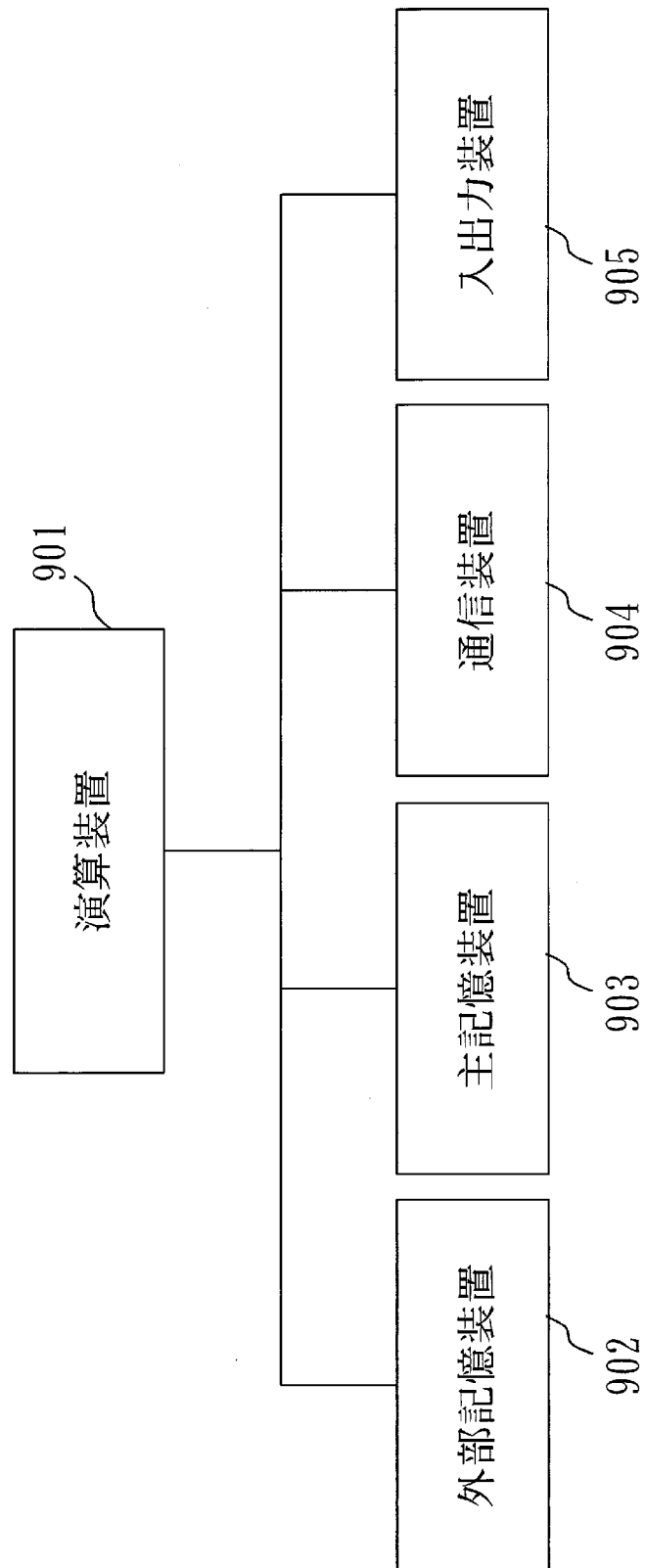
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/080657

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S19/07(2010.01)i, G01S19/08(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S19/00-19/55

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2007-093513 A (Mitsubishi Electric Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), paragraphs [0006] to [0019]; fig. 1 to 19 (Family: none)	1-8 9-15
Y A	JP 2004-138562 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 13 May 2004 (13.05.2004), paragraphs [0030], [0047], [0048] (Family: none)	1-8 9-15
Y A	JP 2007-171082 A (NEC Toshiba Space Systems, Ltd.), 05 July 2007 (05.07.2007), paragraph [0005] (Family: none)	1-8 9-15

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20 January 2016 (20.01.16)

Date of mailing of the international search report
02 February 2016 (02.02.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/080657

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2012-085202 A (Honda Motor Co., Ltd.), 26 April 2012 (26.04.2012), paragraphs [0037] to [0039] (Family: none)	1-8 9-15
X Y A	JP 2008-524596 A (Raytheon Co.), 10 July 2008 (10.07.2008), paragraphs [0003], [0004] & US 2006/0132358 A1 paragraphs [0004], [0005] & WO 2006/086071 A2 & EP 1825290 A2 & DE 602005021398 D & AT 468542 T & AU 2005327114 A & ES 2344659 T	9-11 8 12-15
A	JP 2011-179894 A (Furuno Electric Co., Ltd.), 15 September 2011 (15.09.2011), paragraphs [0030] to [0033] (Family: none)	12-15
A	US 6324473 B1 (Ralph ESCHENBACH), 27 November 2001 (27.11.2001), entire text; all drawings & US 6529830 B1 & US 6741935 B1	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S19/07(2010.01)i, G01S19/08(2010.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S19/00-19/55

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2007-093513 A（三菱電機株式会社）2007.04.12, 【0006】 －【0019】、【図1】－【図19】（ファミリーなし）	1-8 9-15
Y A	JP 2004-138562 A（松下電工株式会社）2004.05.13, 【0030】、 【0047】、【0048】（ファミリーなし）	1-8 9-15
Y A	JP 2007-171082 A（NEC東芝スペースシステム株式会社） 2007.07.05, 【0005】（ファミリーなし）	1-8 9-15

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20.01.2016

国際調査報告の発送日

02.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

三田村 陽平

2S

4001

電話番号 03-3581-1101 内線 3258

C (続き) . 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2012-085202 A (本田技研工業株式会社) 2012. 04. 26, 【0037】－【0039】 (ファミリーなし)	1-8 9-15
X Y A	JP 2008-524596 A (レイセオン・カンパニー) 2008. 07. 10, 【0003】、【0004】 & US 2006/0132358 A1, [0004], [0005] & WO 2006/086071 A2 & EP 1825290 A2 & DE 602005021398 D & AT 468542 T & AU 2005327114 A & ES 2344659 T	9-11 8 12-15
A	JP 2011-179894 A (古野電気株式会社) 2011. 09. 15, 【0030】－【0033】 (ファミリーなし)	12-15
A	US 6324473 B1 (Ralph ESCHENBACH) 2001. 11. 27, 全文、全図 & US 6529830 B1 & US 6741935 B1	1-15