

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-189372

(P2006-189372A)

(43) 公開日 平成18年7月20日(2006.7.20)

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

G O 1 C 11/08 (2006.01)
B 6 4 G 1/66 (2006.01)

G O 1 C 11/08
B 6 4 G 1/66

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-2632 (P2005-2632)
(22) 出願日 平成17年1月7日(2005.1.7)

(71) 出願人 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(74) 代理人 100057874
弁理士 曾我 道照
(74) 代理人 100110423
弁理士 曾我 道治
(74) 代理人 100084010
弁理士 古川 秀利
(74) 代理人 100094695
弁理士 鈴木 憲七
(74) 代理人 100111648
弁理士 梶並 順

最終頁に続く

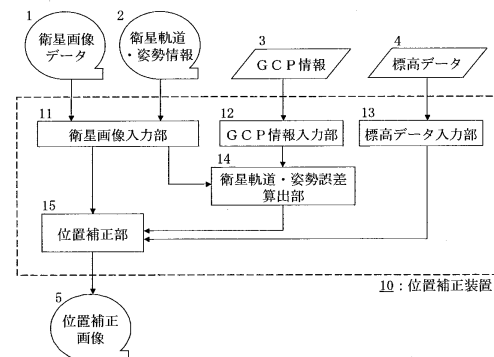
(54) 【発明の名称】 衛星画像の位置補正装置

(57) 【要約】

【課題】 G C P 情報が使用できない衛星画像に対して、衛星の位置情報および姿勢情報の誤差を算出し、算出した誤差を使用して位置補正を行う衛星画像の位置補正装置を得る。

【解決手段】 衛星画像及び衛星軌道・姿勢情報を取り込む衛星画像入力部 1 1 と、 G C P 情報を取り込む G C P 情報入力部と、位置補正すべき衛星画像と G C P 情報との比較に基づいて、衛星軌道・姿勢情報の誤差量を算出する衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 と、誤差量に基づいて衛星軌道・姿勢情報を修正して衛星画像の位置補正を行う位置補正部 1 5 とを備え、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、位置補正すべき衛星画像が G C P 情報を利用して誤差量を算出できない場合には、位置補正すべき衛星画像と同一の衛星軌道周期上で撮像された 1 以上の新たな衛星画像を取り込み、位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報の誤差量を算出する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

衛星画像及び前記衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を取り込む衛星画像入力部と、
衛星画像の中の位置を特定するための特徴的な地形である G C P 情報を取り込む G C P 情報入力部と、
前記衛星画像入力部から位置補正すべき衛星画像及び前記位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を取り込み、前記 G C P 情報入力部から前記位置補正すべき衛星画像に対応した G C P 情報を取り込み、前記位置補正すべき衛星画像と前記 G C P 情報との比較に基づいて、前記位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報の誤差量を算出する衛星軌道・姿勢誤差算出部と、
前記衛星画像入力部から前記位置補正すべき衛星画像及び前記位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を取り込み、前記衛星軌道・姿勢誤差算出部から前記誤差量を取り込み、前記誤差量に基づいて前記位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を修正して前記位置補正すべき衛星画像の位置補正を行う位置補正部と
を備えた衛星画像の位置補正装置において、
前記衛星軌道・姿勢誤差算出部は、前記衛星画像入力部から取り込んだ前記位置補正すべき衛星画像が、G C P 情報を利用して前記位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報の誤差量を算出できない場合には、前記衛星画像入力部を介して前記位置補正すべき衛星画像と同一の衛星軌道周期上で撮像された 1 以上の新たな衛星画像を取り込み、前記新たな衛星画像と、前記新たな衛星画像に対応して前記 G C P 情報入力部から取り込んだ G C P 情報との比較に基づいて、前記位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報の誤差量を算出することを特徴とする衛星画像の位置補正装置。

10

20

30

【請求項 2】

請求項 1 に記載の衛星画像の位置補正装置において、
前記位置補正部は、前記位置補正すべき衛星画像と同一の衛星軌道周期上で撮像された任意の衛星画像を前記衛星画像入力部を介してさらに取り込み、前記衛星軌道・姿勢誤差算出部から取り込んだ前記誤差量に基づいて前記位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を修正して前記任意の衛星画像の位置補正を行うことを特徴とする衛星画像の位置補正装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の衛星画像の位置補正装置において、
地形の位置に対応した標高を特定するための標高データを取り込む標高データ入力部をさらに備え、
前記位置補正部は、さらに前記標高データ入力部から取り込んだ前記標高データに基づいて標高差を加味した衛星画像の位置補正を行う
ことを特徴とする衛星画像の位置補正装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、人工衛星により撮像された画像に対して、人工衛星の軌道情報および姿勢情報の誤差が原因で発生する位置誤差を補正する衛星画像の位置補正装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在、人工衛星により地上を撮像した衛星画像が種々の用途で使用されている。人工衛星により撮像された画像データは、地上設備に送信され再生される。この際、画像の位置は、人工衛星の軌道情報および姿勢情報を使用して計算される。軌道情報および姿勢情報は、一定周期で人工衛星の位置および姿勢を保持している情報であり、これらの情報に基

40

50

づいて、人工衛星から送信される画像データが撮像された時刻の人工衛星の位置および姿勢を補間計算で算出することにより、画像の位置を決定している。

【0003】

しかし、人工衛星の軌道情報および姿勢情報は、誤差を含む場合があり、これらの情報の誤差が再生した衛星画像の位置誤差の原因になる。

【0004】

衛星画像の位置誤差を補正する手段として、GCP (Ground Control Point) を使用して画像の位置を補正する方法が広くとられている。GCPとは、緯度経度などの水平位置および高度が正確な値で判明しており、かつ画像上で視認可能な特徴的な地形である基準点のことである。この基準点と衛星画像の対応する地点とを対比することにより、位置情報の誤差を算出して位置補正を行うことができる。

10

【0005】

具体的には、ある衛星画像における複数のGCP情報から衛星の位置および姿勢の条件式を立て、衛星の位置情報および姿勢情報の誤差を算出し、画像の位置を計算し直すこととなる。

【0006】

しかし、撮像対象地域の正確な地図が入手不可能であるためにGCP情報が入手できない場合、あるいはGCP情報はあるものの、雲などで目標となる地点を判別することが難しいために衛星画像からGCP地点を認識できない場合などにおいては、GCPを使用した位置補正が不可能であった。

20

【0007】

これを解決する方法としては、GCP情報の代わりに、事前に撮像された位置情報が正確であるサンプル地物衛星画像を使用し、マッチング処理により衛星画像の軌道誤差を算出するものがある（例えば、特許文献1参照）。この方法は、衛星軌道の同一周期上で他の地域から算出した位置誤差量を位置情報に足しこむことで、特徴物がない地域の画像の補正を実現する。

【0008】

このように、衛星画像の緯度経度方向などの水平方向の誤差を算出し、それを補正するように衛星画像の位置を平行移動もしくは画像を変形させることにより、GCPを使用した位置補正が不可能な衛星画像に対しても、単純な計算で位置補正が行える利点がある。

30

【0009】

【特許文献1】特開2003-269957号公報（第1頁、図1）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、従来技術には次のような課題がある。サンプル地物衛星画像を使用した従来の方法による位置補正は、計算が単純である反面、地形の標高を考慮した処理ができないため、標高差による倒れこみが生じる。すなわち、この従来の方法は、衛星の位置情報や姿勢情報を補正せず、衛星画像の位置誤差を算出して衛星画像を平行移動する。このため、地形の高低差がある地域では誤差が大きくなり、また、オルソ補正に応用することができない。

40

【0011】

さらに、従来の方法は、位置補正を行う画像に対し、衛星軌道の同一周期上の画像から算出した誤差量をもとに誤差を補正する。しかしながら、同一周期間に衛星の軌道情報および姿勢情報の誤差が大きく変化する場合には、正確に位置補正することができない。

【0012】

本発明は上述のような課題を解決するためになされたもので、GCP情報が使用できない衛星画像に対して、衛星の位置情報および姿勢情報の誤差を算出し、算出した誤差を使用して位置補正をおこなう衛星画像の位置補正装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 1 3 】

本発明に係る衛星画像の位置補正装置は、衛星画像及び衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を取り込む衛星画像入力部と、衛星画像の中の位置を特定するための特徴的な地形である G C P 情報を取り込む G C P 情報入力部と、衛星画像入力部から位置補正すべき衛星画像及び位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を取り込み、G C P 情報入力部から位置補正すべき衛星画像に対応した G C P 情報を取り込み、位置補正すべき衛星画像と G C P 情報との比較に基づいて、位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報の誤差量を算出する衛星軌道・姿勢誤差算出部と、衛星画像入力部から位置補正すべき衛星画像及び位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を取り込み、衛星軌道・姿勢誤差算出部から誤差量を取り込み、誤差量に基づいて位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を修正して位置補正すべき衛星画像の位置補正を行う位置補正部とを備えた衛星画像の位置補正装置において、衛星軌道・姿勢誤差算出部は、衛星画像入力部から取り込んだ位置補正すべき衛星画像が、G C P 情報を利用して位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報の誤差量を算出できない場合には、衛星画像入力部を介して位置補正すべき衛星画像と同一の衛星軌道周期上で撮像された 1 以上の新たな衛星画像を取り込み、新たな衛星画像と、新たな衛星画像に対応して G C P 情報入力部から取り込んだ G C P 情報との比較に基づいて、位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報の誤差量を算出するものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、同一軌道周期に撮像された G C P 情報が使用可能なその他の衛星画像を用いて衛星の位置情報および姿勢情報の誤差を算出することにより、G C P 情報が使用できない衛星画像に対しても、算出した衛星の位置情報および姿勢情報の誤差を使用して位置補正をおこなう衛星画像の位置補正装置を得ることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 5 】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る衛星画像の位置補正装置の全体構成図である。図 1 における位置補正装置 1 0 は、衛星画像入力部 1 1、G C P 情報入力部 1 2、標高データ入力部 1 3、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4、位置補正部 1 5 で構成される。また、位置補正装置 1 0 は、外部から衛星画像データ 1、衛星軌道・姿勢情報 2、G C P 情報 3、標高データ 4 を入力情報あるいは入力データとして取り込むとともに、位置補正画像 5 を外部に出力する。

【 0 0 1 6 】

まず始めに、外部の入出力データについて説明する。衛星画像データ 1 は、C D - R O M、磁気テープ等の記録媒体にて提供される衛星画像である。衛星軌道・姿勢情報 2 は、衛星画像を取り込む際の人工衛星の軌道情報および姿勢情報であり、衛星画像と同様に C D - R O M、磁気テープ等の記録媒体にて提供される。

【 0 0 1 7 】

G C P 情報 3 は、衛星画像に対応する G C P 情報であり、外部のデータベース等にあらかじめ記憶されている。標高データは、衛星画像として撮像される地形に対応する標高データであり、外部のデータベース等にあらかじめ記憶されている。また、位置補正画像 5 は、位置補正装置 1 0 により位置補正された衛星画像であり、必要に応じて外部のデータベース等に記憶させておくことが可能である。

【 0 0 1 8 】

次に、位置補正装置 1 0 の各構成要素について説明する。衛星画像入力部 1 1 は、衛星画像データ 1、およびその衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報 2 を取り込む。さらに、衛星画像入力部 1 1 は、取り込んだ衛星画像及び衛星軌道・姿勢情報の中から位置補正すべき衛星画像及びその位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 および位置補正部 1 5 に出力する。また、衛星画像入力部 1 1 は

、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 からの要求に応じて、位置補正すべき衛星画像以外の新たな衛星画像データを取り込み、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 に出力する。

【 0 0 1 9 】

G C P 情報入力部 1 2 は、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 からの要求に応じて、外部の G C P 情報 3 から必要な G C P 情報を取り込み、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 に出力する。標高データ入力部 1 3 は、位置補正部 1 5 からの要求に応じて、外部の標高データ 4 から必要な標高データを取り込み、位置補正部 1 5 に出力する。

【 0 0 2 0 】

衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、衛星画像入力部 1 1 から位置補正すべき衛星画像及び位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を取り込むとともに、対応する G C P 情報を、G C P 情報入力部 1 2 を介して取り込む。さらに、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、衛星画像と G C P 情報とを対比することにより、衛星画像の位置情報の誤差を算出して、衛星軌道・姿勢誤差を算出する。

10

【 0 0 2 1 】

また、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、位置補正すべき衛星画像に対応する G C P 情報が入手できない場合、あるいは対応する G C P 情報は入手できたものの、衛星画像の中から G C P 地点を認識できない場合には、衛星画像入力部 1 1 に対して、位置補正すべき衛星画像以外の衛星画像データを取り込むための要求を行い、新たな衛星画像を取得する。

【 0 0 2 2 】

ここで、新たに取得する衛星画像は、先に取り込んだ位置補正すべき衛星画像と同一軌道周期に撮像された衛星画像であり、位置補正すべき衛星画像の撮像時刻の前後に撮像された画像に相当する。

20

【 0 0 2 3 】

衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、衛星画像入力部 1 1 から新たな衛星画像を取り込むとともに、対応する G C P 情報を、G C P 情報入力部 1 2 を介して取り込む。さらに、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、新たな衛星画像と G C P 情報とを対比することにより、新たな衛星画像の位置情報の誤差を算出して、衛星軌道・姿勢誤差を算出する。

【 0 0 2 4 】

このようにして、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、位置補正すべき衛星画像から衛星軌道・姿勢誤差を算出し、位置補正すべき衛星画像だけでは衛星軌道・姿勢誤差を算出できなかった場合には、その他の衛星画像に基づいて衛星軌道・姿勢誤差を算出し、算出した衛星軌道・姿勢誤差を位置補正部 1 5 に出力する。

30

【 0 0 2 5 】

位置補正部 1 5 は、衛星画像入力部 1 1 から位置補正すべき衛星画像及び位置補正すべき衛星画像に対応する衛星軌道・姿勢情報を取り込むとともに、対応する衛星軌道・姿勢誤差を衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 から取り込む。そして、位置補正部 1 5 は、衛星軌道・姿勢誤差に基づいて衛星軌道・姿勢情報を修正し、位置補正すべき衛星画像の位置補正を行う。

【 0 0 2 6 】

次に、本発明の実施の形態 1 に係る衛星画像の位置補正装置の動作概要を、図 2 を用いて説明する。図 2 は、本発明の実施の形態 1 における衛星画像の位置補正装置の全体の動作概念図である。図 2 において、衛星画像 G 1 は、本来撮像したい地域において得られた衛星画像であり、位置補正すべき衛星画像であるが、G C P が使用できないものを示している。一方、衛星画像 G 2、G 3 は、衛星画像 G 1 と同じ衛星軌道上で、衛星画像 G 1 の前後で撮像された衛星画像であり、G C P が使用可能な地域の衛星画像であるものを示している。

40

【 0 0 2 7 】

本来、位置補正すべきものは、衛星画像 G 1 のみであるが、G C P が使用できないため、G C P を用いた補正を行うために、衛星画像 G 1 の撮像時に合わせて撮像された衛星画

50

像 G 2、G 3 を利用する。ここで、人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 1 は、衛星画像 G 1、G 2 および G 3 を撮像した際の同一周期上の人工衛星の軌道情報および姿勢情報を示している。

【0028】

衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、衛星画像入力部 1 1 を介して、衛星画像 G 1 および人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 1 を読み込む。ところが、衛星画像 G 1 は、G C P が使用できないため、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、新たな衛星画像として衛星画像 G 1 と同一周期上で撮像された衛星画像 G 2、G 3 をさらに読み込む。そして、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、G C P 情報入力部 1 2 を介して、衛星画像 G 2、G 3 で撮像されている範囲の G C P 情報を読み込む。

10

【0029】

これにより、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、衛星画像 G 2、G 3 および衛星画像 G 2、G 3 に対応する G C P 情報を使用して、人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 1 の誤差量を算出できる。そして、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、算出した人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 1 の誤差量を位置補正部 1 5 に出力する。

【0030】

次に、位置補正部 1 5 は、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 で算出された誤差量により人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 1 を補正し、補正後の人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 2 を算出する。さらに、位置補正部 1 5 は、補正後の人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 2 を使用して、衛星画像入力部 1 1 から読み込んだ衛星画像 G 1 の位置を算出し直し、位置補正された衛星画像 G 4 を得ることとなる。

20

【0031】

次に、本発明の実施の形態 1 に係る衛星画像の位置補正装置の一連の動作を、図 3 ~ 図 5 のフローチャートを用いて説明する。

【0032】

図 3 は、本発明の実施の形態 1 の位置補正装置による全体処理のフローチャートである。ステップ S 3 0 1 において、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、衛星画像 G 1 が G C P を使用できないため、G C P 使用可能な衛星画像 G 2、G 3 と G C P 情報とを使用して、人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 1 の誤差量を算出する。

【0033】

次に、ステップ S 3 0 2 において、位置補正部 1 5 は、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 により算出された誤差量により人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 1 を補正し、補正後の人工衛星の軌道情報および姿勢情報 J 2 を算出する。さらに、位置補正部 1 5 は、補正後の衛星の軌道情報および姿勢情報 J 2 を使用して、G C P が使用できない地域の位置情報を算出し直すことで衛星画像 G 1 の位置補正を行い、補正後の衛星画像 G 4 を出力する。

30

【0034】

図 4 は、本発明の実施の形態 1 における衛星軌道・姿勢誤差算出処理に関するフローチャートであり、図 3 のステップ S 3 0 1 における処理の詳細を示したものである。

【0035】

ステップ S 4 0 1 において、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、衛星画像入力部 1 1 から位置補正すべき衛星画像および衛星軌道・姿勢情報を取り込み、対応する G C P 情報を、G C P 情報入力部 1 2 を介して入力する。この G C P 情報は、衛星画像の中から判別可能な特徴的な地形と、その正確な位置とを備えた情報であり、特徴的な地形としては、例えば交差点などがあげられる。従って、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、衛星画像上の対応する地形のライン・ピクセル座標値と、その地点の正確な位置情報とが対応付けられた G C P 情報を、G C P 情報入力部 1 2 を介して得ることとなる。

40

【0036】

なお、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、位置補正すべき衛星画像に対応する G C P 情報が入手できない場合には、衛星画像入力部 1 1 に対して、位置補正すべき衛星画像以外

50

の衛星画像データを取り込むための要求を行い、新たな衛星画像を取得するとともに、対応する G C P 情報を取得することとなる。

【 0 0 3 7 】

次に、ステップ S 4 0 2 において、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、入力されたすべての G C P 情報のそれぞれについて、衛星の視線ベクトルから条件式を立てる。図 6 は、本発明の実施の形態 1 における G C P を使用した衛星の軌道情報および姿勢情報を算出する原理の説明図であり、図 6 を用いてこの条件式について説明する。

【 0 0 3 8 】

まず始めに、ある G C P 情報について、その点を撮像したときの衛星から G C P 点へのベクトルを、地球中心の座標系上で $v_1(\rightarrow)$ と想定する。ここで、表記 $(\rightarrow)$ は、ベクトルを意味し、図 6 に示されたように v の上にベクトルを示す「 $\rightarrow$ 」が付されていることを示している。以下の説明における $v_2(\rightarrow)$ も同様である。

【 0 0 3 9 】

このとき、G C P が感知されたセンサの画素位置を割り出し、衛星の構造からその画素の向きを求める。このベクトルを、衛星のセンサの位置、およびセンサの方向から決定する座標系上で考える。この座標系をセンサ座標系と呼ぶ。図中の $v_2(\rightarrow)$ がこのセンサ座標系により表されたセンサの画素の向きである。図 6 に示したように、 $v_1(\rightarrow)$ と $v_2(\rightarrow)$ は、方向が同一であるため下式 (1) が成立する。

【 0 0 4 0 】

【数 1】

$$\vec{v}_2 = k\vec{v}_1 \quad (k: \text{定数}) \quad (1)$$

【 0 0 4 1 】

このとき、衛星の姿勢情報から、 $v_1(\rightarrow)$ と $v_2(\rightarrow)$ を定義する座標間の変換行列 M が算出できる。地球固定座標系で G C P を撮像した時点の衛星の位置を (X, Y, Z) とし、G C P の位置を同座標系上で (X_g, Y_g, Z_g) とすると、下式 (2) が成立する。

【 0 0 4 2 】

【数 2】

$$\vec{v}_2 = kM \begin{pmatrix} X_g - X \\ Y_g - Y \\ Z_g - Z \end{pmatrix} \quad (2)$$

【 0 0 4 3 】

$v_2(\rightarrow)$ の各成分は、衛星の構造から逆算できるため、固定値である。また、G C P の位置 (X_g, Y_g, Z_g) は、正確な情報であると考えて固定値とする。衛星の位置 (X, Y, Z) および姿勢角から求めた行列 M を変数とし、条件式を立てる。k を消去すると、下式 (3) となる。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

【数 3】

$$\begin{aligned} x_2 &= z_2 \left[\frac{m_{11}(X_g - X) + m_{12}(Y_g - Y) + m_{13}(Z_g - Z)}{m_{31}(X_g - X) + m_{32}(Y_g - Y) + m_{33}(Z_g - Z)} \right] \\ y_2 &= z_2 \left[\frac{m_{21}(X_g - X) + m_{22}(Y_g - Y) + m_{23}(Z_g - Z)}{m_{31}(X_g - X) + m_{32}(Y_g - Y) + m_{33}(Z_g - Z)} \right] \end{aligned} \quad (3)$$

ただし $\vec{v}_2 = \begin{pmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{pmatrix}, M = \begin{pmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{pmatrix}$ とした場合

10

【0045】

GCP 1 点につき、上式 (3) の条件式が成立する。これを共線条件式と呼ぶ。これを、GCP の数だけ立てる。このようにして、GCP の数に対応した条件式を求めることができる。

【0046】

次に、ステップ S 4 0 3 において、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、ステップ S 4 0 2 で立てた条件式を使用して、衛星の位置 (X、Y、Z) および行列 M を算出し、衛星の軌道情報および姿勢情報の誤差量を算出する。誤差量は、一般に時間の関数となるが、誤差を定数とした場合、GCP 6 点以上で衛星の位置情報と姿勢情報の誤差が算出できる。

20

【0047】

GCP の数が 6 点以上ではあるが比較的少ない場合には、特定の座標値または姿勢角のみ誤差を含むものと仮定して誤差を算出する。また、GCP の数が 6 点以上で比較的多い場合には、条件式の二乗誤差が最小となる誤差量を求めるか、または誤差を時間の多項式関数とする。このような一連の処理により、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 は、GCP 情報に基づいて衛星の位置情報と姿勢情報の誤差を算出できる。

【0048】

次に、図 5 は、本発明の実施の形態 1 における位置補正処理に関するフローチャートであり、図 3 のステップ S 3 0 2 における処理の詳細を示したものである。

30

【0049】

ステップ S 5 0 1 において、位置補正部 1 5 は、位置補正すべき衛星画像の中から位置情報を算出する地点を決め、それが撮像された時刻とセンサの画素を求める。例えば、画像の 4 隅の位置を算出する場合、撮像時刻は、画像全体の撮像開始と終了の時刻であり、位置補正部 1 5 は、それぞれの時刻についてセンサ両端の画素の位置を求める。

【0050】

ここで、位置補正部 1 5 は、地形の高低差による倒れこみを補正しない場合は、4 隅や画像上の任意の点について位置情報を算出し、それを使用して画像をアフィン変換などで位置補正する。オルソ補正 (標高データを用いて地形の高低差による倒れこみを補正する処理) を行う場合には、位置補正部 1 5 は、標高データ入力部 1 3 を介して読み込んだ標高データに基づいて、各スキャン時間、各画素について位置情報を算出し、画像を作成する。

40

【0051】

さらに、ステップ S 5 0 2 において、位置補正部 1 5 は、ステップ S 5 0 1 で決めた時刻について、衛星の位置および姿勢を算出する。まず、衛星の軌道情報および姿勢情報から、撮像時刻の衛星の軌道情報および姿勢情報を使用して、誤差補正前の衛星の位置および姿勢角を求める。そして、位置補正部 1 5 は、衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 によって算出された誤差量を足しこんで、補正後の衛星の位置・姿勢角を得る。

【0052】

50

最終的に、ステップ S 5 0 3 において、位置補正部 1 5 は、ステップ S 5 0 2 で算出した誤差を修正した軌道情報・姿勢情報を使用して、位置補正すべき衛星画像の位置情報を算出する。

【 0 0 5 3 】

位置情報算出の概念図は、先に説明した図 6 を用いて説明することができる。まず、ステップ S 5 0 2 で求めた衛星姿勢に対し画素の取り付け角度をあわせて、画素の向いている方向を求めたものが、 v_2 (→) に相当する。

【 0 0 5 4 】

衛星の位置を起点に画素の向きの方に直線を引き (図 6 における v_1 (→) に相当)、地表面との交点を G C P 点として求める。求めた交点が、その画素の補正された位置になる。オルソ補正を行わない場合には、標高 0 m の地表面を考える。オルソ補正を行う場合には、位置補正部 1 5 は、標高データ入力部 1 3 を介して標高データを取り込むことにより、標高を加味した地表面を求めることができる。

【 0 0 5 5 】

実施の形態 1 によれば、同一軌道周期に撮像された G C P 情報が使用可能なその他の衛星画像を用いることにより、衛星の位置情報および姿勢情報の誤差を算出でき、算出した誤差を使用して、G C P 情報が使用できない衛星画像に対する正確な位置補正をおこなうことができる。さらに標高データを活用することにより、オルソ補正を行うことも可能である。

【 0 0 5 6 】

なお、上述の実施の形態においては、位置補正すべき衛星画像の位置補正を行う場合を説明したが、これに限定されない。衛星軌道・姿勢誤差算出部 1 4 により算出された誤差量により補正された人工衛星の軌道情報および姿勢情報を用いることにより、同一周期上で撮像された任意の衛星画像に対して位置補正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 7 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係る衛星画像の位置補正装置の全体構成図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 における衛星画像の位置補正装置の全体の動作概念図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 の位置補正装置による全体処理のフローチャートである。

【図 4】本発明の実施の形態 1 における衛星軌道・姿勢誤差算出処理に関するフローチャートである。

【図 5】本発明の実施の形態 1 における位置補正処理に関するフローチャートである。

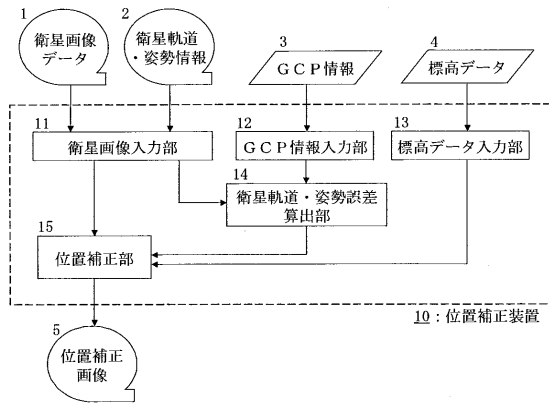
【図 6】本発明の実施の形態 1 における G C P を使用した衛星の軌道情報および姿勢情報を算出する原理の説明図である。

【符号の説明】

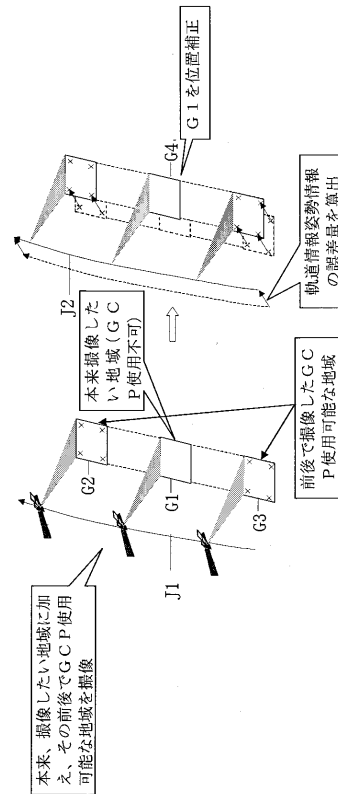
【 0 0 5 8 】

1 0 位置補正装置、 1 1 衛星画像入力部、 1 2 G C P 情報入力部、 1 3 標高データ入力部、 1 4 衛星軌道・姿勢誤差算出部、 1 5 位置補正部。

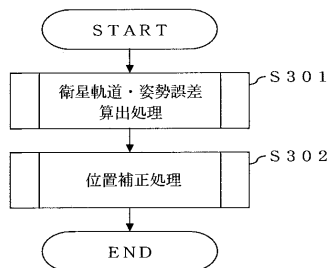
【図 1】



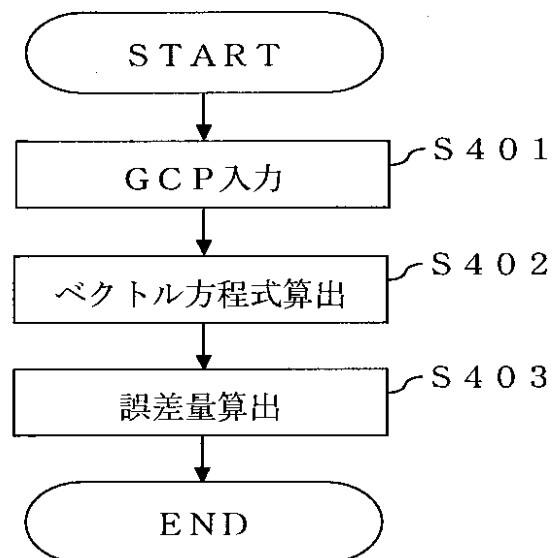
【図 2】



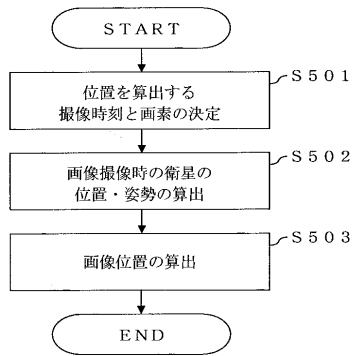
【図 3】



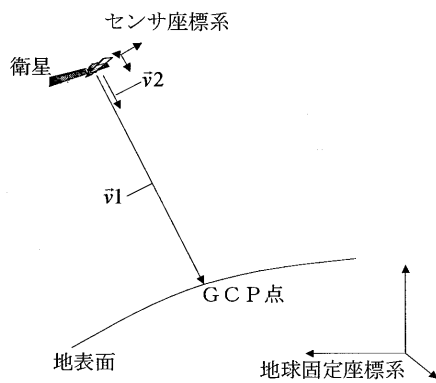
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊藤 良二
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 河端 享介
東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会社内