

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-505304

(P2007-505304A)

(43) 公表日 平成19年3月8日(2007.3.8)

(51) Int. Cl.

G O 1 C 15/00 (2006.01)

F I

G O 1 C 15/00 1 O 3 D

G O 1 C 15/00 1 O 3 A

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2006-525778 (P2006-525778)
 (86) (22) 出願日 平成16年9月10日 (2004.9.10)
 (85) 翻訳文提出日 平成18年3月10日 (2006.3.10)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2004/010157
 (87) 国際公開番号 W02005/026767
 (87) 国際公開日 平成17年3月24日 (2005.3.24)
 (31) 優先権主張番号 03020734.4
 (32) 優先日 平成15年9月12日 (2003.9.12)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 501116608
 ライカ ジオシステムズ アクチエンゲゼル
 シャフト
 スイス国 ヘルブルグ シーエイチー 9
 4 3 5 ヘインリッヒ・ウィルドーシュト
 ラッセ
 (74) 代理人 100060690
 弁理士 瀧野 秀雄
 (74) 代理人 100097858
 弁理士 越智 浩史
 (74) 代理人 100134832
 弁理士 瀧野 文雄

最終頁に続く

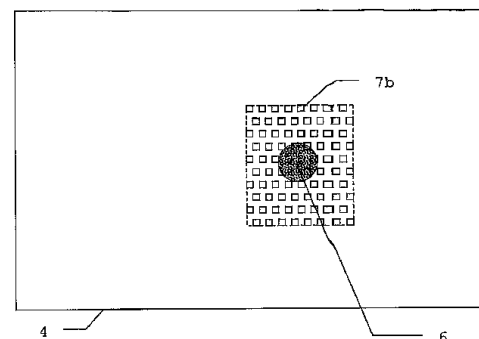
(54) 【発明の名称】 調査する目標物の方向の測定方法

(57) 【要約】

【課題】本発明は、目標物のパターン 6 の画像 4 を記録して、目標物への方向を測定する。

【解決手段】目標物の急速な位置変化に、測定の最適な安定性を実行するために、現在の画像センサの機能を用いて、得られるピクセルの一部のみを計算する。計算する画像情報の選択は、要求される測定精度および画像センサの時間動作に関する情報を使用する。本発明では、取得する情報の制限は、サブサンプリングとサブウィンドウの組合せを用いた画像 4 の一部領域 7 b の選択で行われる。画像 4 の一部領域 7 a に表示される画像のピクセルの一部を省略する。

【選択図】図 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

調査する目標物 2 の方向の測定方法で、
測地測定装置 1 が、

画像センサ 1 a と、調査する目標物 2 の少なくとも一部を検出する画像センサの視野 3 と、を備え、

測定方法が、

画像センサ 1 a で画像情報を有する画像 4 を記録する、

画像 4 は、目標物 2 に関連するパターン 6 を備え、画像 4 内のパターンの位置で、目標物 2 の方向の測定をする、

画像 4 内のパターン 6 の位置を測定する、

パターン 6 の位置から目標物 2 に関連する方向情報を得る、

画像センサ 1 a に関連する検出地点から目標物 2 への方向を測定する、

画像情報の一部のみを方向測定に選択および使用する、

ステップからなる方法において、

画像情報の一部が、所定の測定精度に関して最適化する方法で選択される、ことを特徴とする方法。

【請求項 2】

ピクセルの周期的な省略において、パターン 6 の位置の局所的な分解能が、所定の測定精度で目標物 2 の方向の測定が出来るように周期が選択される、ことを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

画像 4 の記録の時に、サブウィンドウが、画像センサ 1 a の一部領域 7 b の選択に実行され、サブサンプリングが、一部領域 7 b 内の特定のピクセル 5 a の省略として実行される、ことを特徴とする請求項 1 または 2 記載の方法。

【請求項 4】

方向情報の導出で、目標物 2 がセンサの視野 3 内に少なくとも一部位置することを確かめる確認が実行される、ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

サブサンプリングのパラメータの指定は、サブウィンドウのパラメータの指定前に実行される、ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 6】

サブウィンドウの場合、一部領域 7 b の選択は、次の変数 - 目標物のサイズ、目標物の距離、所望の測定精度、パターン 6 の大きさ、予測されるまたは測定する最大角加速度 - の少なくとも 1 つを基準にして行なわれる、ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 7】

サブサンプリングの場合、省略するピクセル 5 a の選択は、次の変数 - 目標物のサイズ、目標物の距離、所望の測定精度、パターン 6 の大きさ、予測されるまたは測定する最大角加速度 - の少なくとも 1 つを基準にして行なわれる、ことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 8】

サブサンプリングの場合、画像センサ 1 a の列および / または行を、特に画像センサ 1 a の一部長方形の領域 7 b で省略する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

サブサンプリングの場合、ピクセル 5 a を規則的または確率的な順で省略する、ことを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 10】

プログラムコードを備えたコンピュータプログラムで、プログラムコードが機械的に読出

10

20

30

40

50

し可能な媒体に蓄積され、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項記載の方法を実行するためのプログラム。

【請求項 1 1】

アナログまたはデジタルコンピュータのデータ信号で、信号は、電磁波で具現され、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項記載の方法を実行するプログラムコードのセグメントを備えたデータ信号。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定する目標物の方向を測定する方法、およびコンピュータプログラムおよびデータ信号に関する。 10

【背景技術】

【0002】

多くの測地の課題または応用で、測定地点から目標物地点の方向を測定する必要がある。例えば、方位角および別の基準点への仰角またはコンパス方位で、この課題は、古典的な測地の作業である。

【0003】

測定する目標物地点または目標物を測定可能または調査可能とするために、目標物地点を空間で他の地点から区別する必要がある。例えば、目標物から能動的に放射線を放射させる。 20

【0004】

目標物地点を区別する他の方法として、目標物での反射率を増加することである。例えば、地点またはその地点の所定近傍に 1 つ以上の反射体または反転中心を持つコーナークューブを取付ける。

【0005】

目標物地点を区別する他の例として、既知の目標物の形、例えば固定した目標体、または目標物の縁 / 角 / 中心 / 重心に対して位置を定める。

【0006】

測定地点から、検出器の立体角成分または視野が、目標物地点を含み、センサで検出および記録されて、測定が可能となる。目標物地点が、測定する立体角成分内にある場合、画像がセンサ上でパターンとなり目標物地点の区別となる。目標物固有のパターンが、所定の方位または位置で、方向依存性を有し検出器上に焦点が合わされる。センサでのパターンの位置で、検出地点に対する目標物地点の方向の計算を行う。必要に応じて付加的な情報を含むことが可能である。 30

【0007】

方向測定に使用される画像の例として、目標物地点の焦点画像および位置感度検出器 (PSD) または画像センサ上の所定の領域である。検出器またはセンサは、対物レンズまたは回折光学系を使用する。別の方法に無限焦点画像がある。これは、センサ上の方向依存の位置を、受け取った目標物の光線に直接指定する。この例では、目標物地点で放射される発散放射線をセンサ上に焦点を合わせて、円対称を持つパターンを形成する。 40

【0008】

パターンの位置は、センサまたは計算機で測定し、検出地点に対する目標物地点の求める方向に変換する。必要に応じて、目標物の性質、目標物の距離および検出器の性質の付加的な情報を使用することが出来る。

【0009】

位置測定をする適切なセンサとして、個別センサとして位置感度検出器 (PSD) を、または個別センサのマトリックスとしての画像センサ、いわゆるピクセルまたは像点、を使用することが出来る。後者には利点がある。面倒な迷光が、個別のセンサまたは画像センサのピクセルに分配される。センサのダイナミクスおよび信号 / バックグラウンド比の使用は、ただ 1 つの個別センサの使用よりも利点が多い。 50

【 0 0 1 0 】

しかし、画像センサを利用する不利な点は、単一の個別センサの使用と比較して、ピクセルの読み出しそして計算に著しい時間を要する。例えば、640(480ピクセルのVGA画像センサは、個別センサの使用に比べて307,200倍の時間を必要とする。

【 0 0 1 1 】

目標物または目標物地点の方向測定に、2次元センサを使用すると、センサ信号の読み取りおよび処理に時間が増加する問題がある。増加する時間は、干渉する放射線に対する安定性の利点がある。従って比較的に低い測定頻度の方向測定となる。

【 0 0 1 2 】

方向測定は、利用により、2つの問題に分割できる。

10

【 0 0 1 3 】

静的な測定作業 - 目標物地点が動かない、又は、検出器に対して方向測定の要求精度および測定頻度に対して、無視できる方向変化を備えているものである。

【 0 0 1 4 】

動的な測定作業 - 目標物地点から検出器までの方向の変化が無視できない時。動的な測定作業で生ずる問題は、測定の計算中に目標物への方向の変化が大きすぎる場合である。この場合、目標物地点が、次の測定中に検出器の視野外となる。複数の測定が互いに続く場合、目標物地点から検出器の方向が、測定中に変化する。例えば、目標物地点のランダムまたは不本意な動きによる。このような変化は、繰り返されることもあり、方向測定に問題を引き起こす。特に、目標物地点が、検出器の視野から外れる場合である。

20

【 0 0 1 5 】

この場合、視野のトラッキング、自動的に行っても目標体のトラッキングは、更に難しくなる。好ましくない状況では、方向測定および目標物地点を検出する目的に基づくトラッキングは、実行できなくなる。この場合、測定を停止することになる。

【 0 0 1 6 】

従って、方向に急激な変化がある方向測定の安定性の最適化は利点がある。しかし方向測定の所定の精度に達する必要がある。

【 0 0 1 7 】

特別な方向測定の場合、検出器の視野角以上の測定精度を必要とする。測定作業は、目標物地点がセンサの視野角内に在るのを判定または確認することからなる。これは目標物地点のトラッキングで十分である。

30

【 0 0 1 8 】

高い測定頻度は、必要に応じて、方向の急速な変化に高い規制の許容範囲が必要である。従って、この特別なケースに適している。

【 0 0 1 9 】

高い測定頻度は、静的な測定作業の場合にも適している。迅速な測定の場合、適用する時間内で複数の個別測定が得られて、測定精度が上げられる。さらに短くて強い妨害が、空気の乱流で測定中に発生する。これは迅速な測定で防げる。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

40

【 0 0 2 0 】

本発明の目的は、方向の変化に対して方向測定を安定化し、要求される測定精度を維持する方法を提供する。

【 0 0 2 1 】

本発明の更なる目的は、方向測定に基づくトラッキングを可能とする。測定する目標物が、比較的の高い角速度または角加速度を備えている場合である。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 2 2 】

これらの目的は、請求項1または従属項の特徴で実施または展開できる。

【 0 0 2 3 】

50

本発明は、目標物地点の方向を測定する方法に関する。画像センサまたは個別センサの列は、迷光に対して安定しているため使用する。

【0024】

特殊な画像センサの場合、例えばCMOS画像センサは、個別の像点またはピクセルに直接アクセスが可能となる。このような画像センサは、計算されたセンサの画像領域を制限(例えば正方形)することが出来る。いわゆる、「サブウィンドウ」である。読み出すピクセル数の減少に伴い、ピクセルデータの読み出しおよび処理時間の短縮となる。

【0025】

次に、このようなセンサでは、タイムゲインが可能となる。いわゆる「サブサンプリング」である。これは例えば、画像センサの配置で、2列目毎(3列目毎、4列目毎)だけの及び/又は2行目毎(3行目毎、4行目毎)だけの読み出しである。 10

【0026】

本発明では、方向の変化に対する方向測定の安定性の最適化は、「サブサンプリング」および「サブウィンドウ」の組合せの選択で実行される。最適化は、要求される測定精度およびセンサのタイミングの基準に基づく。この目的のために、要求される測定精度および画像センサの時間動作の情報が使用される。最適化は、1つ以上の二次的な条件の指定、例えば測定頻度の制限で実行される。

【0027】

サブサンプリングとサブウィンドウを組合わせて、ある量のピクセルを、検出器で検出された画像の一部領域内で選択する。その一部領域の外側のピクセルは考慮しない。一部領域を選択するパラメータ及びその一部領域内のピクセルを選択するパラメータを最適化する。一方、必要な測定精度は維持する。 20

【0028】

本発明の方法は、純粋なサブウィンドウまたは純粋なサブサンプリング以上の利点を備えている。これは、時間の関数でのサブウィンドウの最適化、すなわち高い測定頻度を実行するのは、検出の領域を最大限に減らすことを意味する。ところが、全体の検出領域の計算のため、純粋なサブサンプリングは、評価するピクセル最小数に関して、本発明による方法より実質的に大きくなる。その結果、同じ測定精度の低い測定頻度または同じ測定頻度で低い測定精度となる。

【0029】

以下、N番目毎の列(またはN番目毎の行)の読み出しを、N層列サブサンプリング(N層行サブサンプリング)と呼ぶ。 30

【0030】

どちらの場合も、画像センサで記録される画像情報の部分のみが使用される。最も簡単な場合、内容が読み出されるピクセルの部分の選択からなる。しかし複数のピクセルの集合体、例えば、ピクセルの上部構造を与える組合わせを形成するのも可能である。

【0031】

実際の方向測定の上流のステップで、画像記録および画像計算の条件またはパラメータを確立する。目標物のサイズ、距離および/または所望の測定精度に基づき、列サブサンプリングおよび行サブサンプリングで、どれで実行、又は、それを実行するかどうかを決定する。パターン位置、これは目標物地点の方向の計算をするものであるが、サブサンプリングで十分に精度良く測定される。これは、焦点が合った画像のパターンが、複雑な目標物地点の状況で形成されている時である。センサの測定マークの画像位置を十分に正確に抽出する。ただし画像が、マーキングの複雑さに依存する比較的多数のピクセル数を含む場合に限る。簡単なパターンの測定精度の評価の例を以下に記載する。記載は、センサの行方向のみにしている。列方向の場合の処理は、同様に実行される。 40

【0032】

パターンは、センサ N_T の水平(行)方向で認識される位置を含んでいる。これらは、典型的に明-暗または暗-明の変化である。認識される位置は、パターンの縁に位置する、すなわちパターンの模様の部分ではない。 50

【 0 0 3 3 】

目標物のサイズおよび距離から、センサ上のサイズまたはパターンの計算が出来る。認識できるパターンの位置が、ピクセルのグリッドに向いていない場合、実際の応用での制限にはならないが、パターンの縁のピクセル数を予測して、 N_T を決める。パターンの位置測定エラー E_P には次の比例関係が成立する。ここで G は、2つのピクセル間のインセンシティブギャップ (insensitive gap) である。この目的のために信号ノイズから来るエラーを考慮する必要がある。

【 0 0 3 4 】

【 数 1 】

$$E_P \propto \frac{G}{\sqrt{N_T}}$$

10

【 0 0 3 5 】

サブサンプリング無しで、 G は、隣接するピクセルの感度ある領域間の距離である。フーリング係数が $G > 0$ で 1 より小さい。サブサンプリングの場合、読み出されないまたは読み出されるピクセル間にあるピクセル領域を、このピクセルのスペーシングに加える。サブサンプリングは、 N_T を減少させる。

【 0 0 3 6 】

式 (1) の比例係数は、理論的に導くまたは簡単なパターンの測定の基準に基づき求めることが出来る。

20

【 0 0 3 7 】

N 層サブサンプリングは、最大 N で決める。この N は、方向測定の所望の測定精度を確定する。

【 0 0 3 8 】

サブウィンドウの理想的な選択は、以前選択したサブサンプリングを考慮する必要がある。最適化にパターンのサイズを含むと利点がある。目標物の距離からそのサイズを推定できる。

【 0 0 3 9 】

視野サイズを調整する。これにより、二つの方向測定間で生ずる目標物地点の最大角加速度を許容できるようにする。すなわち視野サイズが選択できる。これは、角加速度に関

30

【 0 0 4 0 】

「測地調査」または「測地利用」とは、空間基準を備えるデータの測定または検査を含む測定を意図している。測地装置または測地デバイスの使用に関わる全ての適用も意図している。これは、特にセオドライトおよびトータルステーションに適用する。つまり電子式角度測定器および電気光学式テレメータなどのスタジア測量器である。本発明は、特殊な応用に利用可能である。軍事目的の領域または工業の構造、プロセス、機械の位置、ガイダンスのモニタである。

【 0 0 4 1 】

以下に、模式的に示す図を参照しながら、本発明の方法を詳細に説明する。

40

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 4 2 】

図 1 は、本発明による調査の方法の可能な使用を示す。測地測定装置 1 のトータルステーションで、建築現場で基準地点を探す。測量スタッフに認識できる目標物 2 として反射体を備える基準地点を、建築現場で調査する。測定装置 1 に一体化した画像センサ 1 a は、センサ視野 3 を備えている。目標物 2 は、この視野内に存在する。この目標物 2 の方向を測定する。この図では、センサの視野 3 は、例として長方形であるが、他の形でも良い。

【 0 0 4 3 】

図 2 は、画像センサによるパターン 6 を持つ画像 4 の記録のダイアグラムである。画像

50

センサが記録する画像 4 は、調査する目標物 2 を登録している。この画像 4 は、ピクセルの配列 5 によるセンサで記録され、電子的に計算される信号に変換される。配列 5 上のパターン 6 は、調査する目標物 2 に対応する。パターン 6 及びそれに関連するピクセルは、明から暗への変化の基準で識別される。しかし配列 5 の全てのピクセル 5 a の読出しには所定の時間を要する。この時間が、画像処理の可能な頻度を決める。目標物 2 の方向測定には、画像 4 または配列 5 でのパターン 6 の方位を十分知る必要がある。これにより、配列 5 の全てのピクセル 5 a を必要としない。CCD カメラの場合、完全な読み出しがいつも実行される。他の設計、例えば CMOS カメラの場合、個別のピクセル 5 a を選択的に読み出すことが出来る。方向測定に要求される画像内容を調整する使用が実現できる。

【0044】

10

図 3 は、サブウィンドウによる画像情報の選択のダイアグラムである。画像 4 で検出される目標物のパターン 6 が、画像センサの密接するピクセル部分で記録される。この部分が画像 4 の一部領域 7 a としての窓を確定する。センサの視野で確定する画像の一部のみで計算される。一部領域 7 a にある全てのピクセルで計算を行う。使用するピクセルの縮小は、記録の途中では、ハードウェア手段に基づき、記録するピクセルの部分のみを使用することにより、または、パターンの位置の測定において、原理的に可能な画像情報部分のみを読み出すことにより実行される。

【0045】

図 4 は、サブサンプリングによる画像情報の選択のダイアグラムを示す。ここではピクセル 5 a を、所定の配列により使用から取り除いている。ピクセル 5 b の部分の内容のみが使用される。この例では、各行の 1 つおきのピクセル 5 b が使用される。1 つおきの行の内容は、全く無視している。使用されるピクセル 5 b は、行ごとに互いにオフセットしている。画像 4 に検出される目標物のパターン 6 は、画像センサのピクセル 5 b の部分で記録される。この部分は、センサの視野で確定される全体の画像 4 をカバーする。得られるピクセル 5 a を完全に使用していない。全てのピクセル 5 a を使用する場合と比較して、これは粗いグリッドの記録で、縮小したフィリング係数を備える画像センサに対応する。図示するピクセル 5 a の選択は、一例に過ぎない。本発明によれば、更に広い配列が使用できる。特に、行毎のオフセット無し（列および / または行のサブサンプリング）の選択方法で使用でき、または非周期の順または集合体の選択方法も使用できる。

20

【0046】

30

図 5 は、本発明によるサブウィンドウとサブサンプリングの組合わせによる画像情報の選択を示す。この場合、図 3 および図 4 に示す手法を組合わせている。画像 4 の一部領域 7 b のみを、パターン 6 の位置測定に使用する。この一部領域 7 b には、全てのピクセルを使用しないで、ピクセルの選択を配列に対して行う。この画像情報の選択は、2 段階のアプローチからなる。第一に、画像の一部領域 7 b だけを使用する。第二として、この領域内の全てのピクセルを使用しない。本発明によれば、サブウィンドウおよびサブサンプリングの他の組合わせも可能である。特に、異なる内部選択を備えた複数の一部領域の使用も可能である。これら部分領域が重なっていても良い。

【0047】

図 6 は、センサの最適画像の分解能の計算を説明する。センサは、図 2 ~ 5 に示す正方形のピクセルおよび両方のセンサ方向に同じ速度要求を備えている。この手順は、長方形のピクセルおよび / または異なる速度要求を包括的に含むことが出来る。

40

【0048】

画像分解能を N_p (N_p ピクセルとする。方向測定の必要時間 T_M は、係数 C_n の 2 次多項式で決まる。

【0049】

【数 2】

$$T_M = C_2 N_p^2 + C_1 N_p + C_0$$

50

【 0 0 5 0 】

パターン 6 は、 N_P (N_P ピクセルを備えたセンサ領域にある。この例では、パターンの範囲は半径 R_M の円としている。測定作業で連続した方向測定を確保したい場合、パターン 6 が、測定時間 T_M 中に、感度の有る領域から離れることを禁止している。従って、センサ上のパターン 6 の最大速度は、(数 3) で与えられる。最適なサブウィンドウは、速度を最大化して (数 4) で与えられる。

【 0 0 5 1 】

【 数 3 】

$$V_{Max} = \frac{D}{T_M} = \frac{\frac{N_P}{2} - R_M}{C_2 N_P^2 + C_1 N_P + C_0} \quad 10$$

【 0 0 5 2 】

【 数 4 】

$$N_{P,Opt} = \frac{2R_M C_2 + \sqrt{4R_M^2 C_2^2 + C_2 C_0 + 2R_M C_2 C_1}}{C_2}$$

【 0 0 5 3 】

20

画像分解能 $N_{P,Opt}$ ($N_{P,Opt}$ を選択すると、連続測定するセンサにパターンの最大限の速度を与える。パターン 6 が測定中にセンサ上を距離 D 移動した場合、測定は、パターン 6 の初期の中心の方位で尚も実行可能である。検出器の視野を次の測定の調整前に行なう。 $N_{P,Opt}$ の値が、センサ方向のピクセル数を越す場合、つまり $N_{P,Opt}$ (その行のピクセル数、可能なサブサンプリングを考慮して、センサをサブウィンドウ無しでこの方向に調整する。この例では、可能な行のサブサンプリングを与える行、可能な列のサブサンプリングを与える全てのピクセルを計算している。これは、 $C_2 = 0$ の場合の手順でもある。

【 0 0 5 4 】

使用する領域の連続した調整のみを実行する場合、パターン 6 の位置を比較的粗く測定するのも可能である。許容できる測定エラーが、検出器の視野の半分に相当する場合である。ただし、パターンの中心が、センサの視野内に位置する場合に限る。パターン 6 の一部領域のみが、計算するセンサ領域に有ることを意味する。この場合、センサ上のパターン 6 の可能な最大速度は、(数 5) で与えられる。従って、計算される画像領域の最適な分解能 $N_{P,Opt}$ ($N_{P,Opt}$ は、(数 6) となる。

【 0 0 5 5 】

【 数 5 】

$$V_{Max} = \frac{\frac{N_P}{2}}{T_M} \quad 40$$

【 0 0 5 6 】

【 数 6 】

$$N_{P,Opt} = \sqrt{\frac{C_0}{C_2}}$$

【 0 0 5 7 】

センサ方向で、 $N_{P,Opt}$ が、計算するピクセル数よりも多い場合、サブサンプリングを考慮して、全てのピクセルを計算する。 $C_2 = 0$ の場合、同様のことが、2つのセンサ方向に該当する。

【 0 0 5 8 】

50

次の図で、画像センサ上のパターンの位置から所望の方向情報の計算を説明する。

【0059】

図7は、パターンの地点qの画像座標を目標物地点Qの検出目標物の極角に変換する変換モデルを示す。この変換モデルで、目標物地点の位置または方向を、パターンの位置から得ることが原理的に可能である。

【0060】

センサの視野内の任意の目標物地点Qの極角を、画像センサで検出されるパターンまたは画像4の位置の基準に基づいて、すなわち、画像座標の基準に基づいて決めるために、パターンとしてセンサの視野内に有る目標物またはパターンの対応点qの目標物地点Qの画像化の数学的記述を知る必要がある。画像座標系 x, y, z の点を目標物座標系 X, Y, Z への変換を図7を参照して説明する。Z軸は、天頂方向を指示し、測地測定装置の垂直軸を表し、X軸は、傾斜軸となる。

10

【0061】

限られた精度を備える簡単な変換が、次の仮定で可能となる。軸のシステムおよび基本設計が、セオドライトに対応する測地装置を出発点として使用する。

- ・ 画像センサ上の視野内に検出された目標物焦点の投影中心81が、垂直軸と傾斜軸の交差する点である。
- ・ 傾斜軸は、垂直軸に直角である。
- ・ 光軸82およびセオドライトの軸83は、投影中心81で交差する。

【0062】

光軸82は、光学ユニットを通る軸で定める。従って実質的には、その軸はレンズの中心を通る。セオドライト軸83は、垂直軸および傾斜軸での回転角度に対する軸として定める。この意味は、セオドライト軸83と2つの方位測定地点の場合の画像センサとの交差する点が、調査する目標物の目標物地点Qになる。これが光学セオドライトの十字線に対して照準軸に対応する。

20

【0063】

しかし、この仮定から開始する必要は無く、変換を適宜拡張しても良い。例えば、軸のエラー、特に軸のオフセットまたは軸のスキューを変換に含めても良い。これはさらに変換精度を高め、最高の精度クラスの測地測定装置に適している。

【0064】

計算は、上の座標系の目標物地点Qの焦点に限定される。その座標系は、水平で、原点は投影中心81で、画像4の画像面に焦点を合わせる。任意の座標系への変換は、既知のヘルマート(Helmert)変換でスケール1の変移および回転で実行される。

30

【0065】

記録された画像座標の目標物座標への変換の変換モデルは、次の式で与えられる。

【0066】

【数7】

$$\mathbf{r}_Q = \mathbf{r}_P + \mathbf{T}_0 \cdot \left(\frac{1}{m} \cdot \mathbf{T}_{Hz, v} \cdot \mathbf{R}_{Inc} \cdot \mathbf{r}_Q \right)$$

40

【0067】

ここで、

- r_Q 座標系(X, Y, Z)の点Qの目標物のベクトル84、
- r_q パターンの点qのベクトル、すなわち画像4の目標物地点Qのコピーで、画像座標系 x, y, z で測定されている。
- x および y 成分は、記録画像座標9で決める。
- z 成分は、チャンバ定数 c に対応する。
- この定数は、投影中心81から画像センサ、つまり画像4の距離として定める。

50

チャンパ定数は、光学ユニットの集束レンズの位置、
すなわち焦点を合わせた目標物の距離で変化する。

r_p 画像の原点ベクトルで、光軸 8 2 と画像面 4 の交差する点を記述する。
 m 画像スケール。
 R_{inc} 回転マトリクスで、傾斜させたセオドライト面および水平面に関連する。
 $T_{Hz, V}$ 変換マトリクスで、水平角度 H、垂直角度 V および軸エラーの訂正に
基づいてセオドライト軸 8 3 の方向を記述する。
 T_0 光学歪をモデルするマトリクス。

【0068】

図 7 は、上位座標系 X, Y, Z から画像座標系 x, y, z への目標物地点 r_q の変換を示す。測定した傾斜の角度、水平角度 H、垂直角度 V および軸補正により、目標物地点ベクトル r_q を画像センサの系に写像することが可能となる。光軸 8 2 のセオドライト軸 8 3 からの偏りおよび光学歪を、適切な変換と校正で補正する。

10

【0069】

Brown または Bayer に帰属する従来技術である写真測量法が適している。狭い角度系の場合、補正は、簡単にアフィン変換で表せる。

【0070】

画像センサのパターンの位置を、方向情報に変換する他の例は、無限焦点配置である。ここで画像センサは、対物レンズの焦点面に取り付ける。十分に小さい広がり of ビームを目標物地点から放射させると、それから生ずるパターン、多くは円形の位置が、対物レン

20

【0071】

図における方法の工程、建造物、および装置は、純粹に模式的に示したものである。ダイアグラムから、画像記録または画像処理の関係または詳細を導くものではない。ピクセルで例として示す点は、画像センサ内で、さらに複雑な構造または多数のピクセルも意味している。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図 1】調査する方法の使用を示すダイアグラムである。

【図 2】画像センサによるパターンを備えた画像の記録のダイアグラムを示す。

30

【図 3】画像情報をサブウィンドウで選択するダイアグラムを示す。

【図 4】画像情報をサブサンプリングで選択するダイアグラムを示す。

【図 5】本発明のサブウィンドウおよびサブサンプリングの組合わせで画像情報を選択するダイアグラムを示す。

【図 6】動的な測定作業の場合の条件のダイアグラムを示す。

【図 7】パターンの位置から方向情報を導く座標変換モデルのダイアグラムを示す。

【 図 1 】

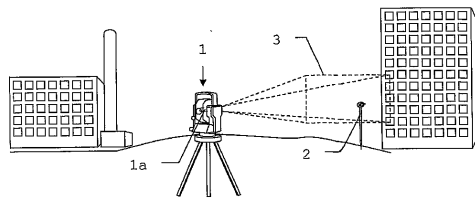


Fig. 1

【 図 2 】

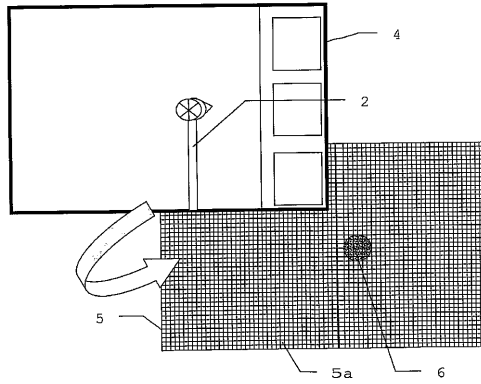


Fig. 2

【 図 3 】

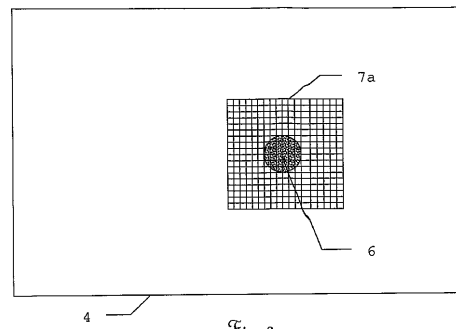


Fig. 3

【 図 4 】

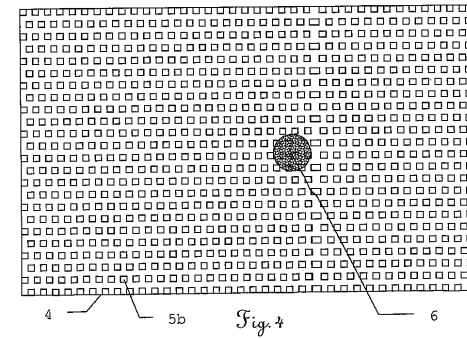


Fig. 4

【 図 5 】

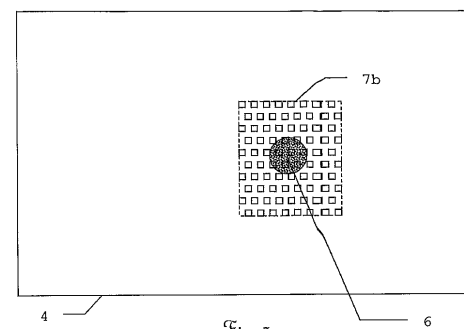


Fig. 5

【 図 7 】

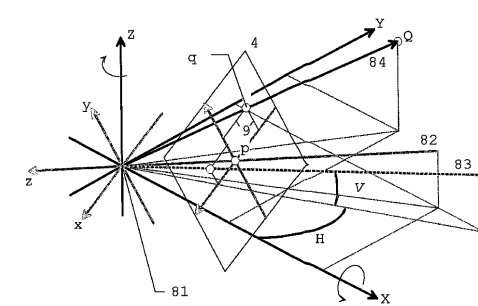


Fig. 7

【 図 6 】

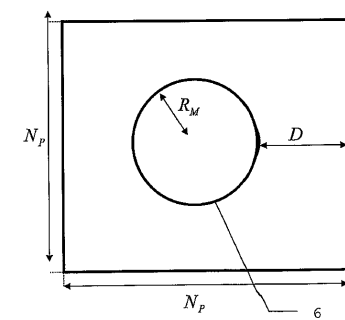


Fig. 6

【手続補正書】

【提出日】平成17年2月4日(2005.2.4)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【請求項1】

調査する目標物2の方向の測定方法で、

測地測定装置1が、

画像センサ1aと、調査する目標物2の少なくとも一部を検出する画像センサの視野3と、を備え、

測定方法が、

画像センサ1aで画像情報を有する画像4を記録する、

画像4は、目標物2に関連するパターン6を備え、画像4内のパターンの位置で、目標物2の方向の測定をする、

画像4内のパターン6の位置を測定する、

パターン6の位置から目標物2に関連する方向情報を得る、

画像センサ1aに関連する検出地点から目標物2への方向を測定する、

画像情報の一部のみを方向測定に選択および使用する、

ステップからなる方法において、

画像情報の一部が、所定の測定精度を維持する最適化で選択される、ことを特徴とする方法。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP2004/010157

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01S3/784 G01C15/00

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)

IPC 7 G01S G01C

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 661 519 A (TOPCON CORP) 5 July 1995 (1995-07-05) abstract; figure 2 column 1, line 6 - column 2, line 37	1,6,7, 9-11
Y	WO 02/069268 A (SHIMONI YAIR ;ELOP ELECTROOPTICS IND LTD (IL)) 6 September 2002 (2002-09-06) abstract page 3, line 11 - page 4, line 22 page 5, line 14 - line 25 page 7, line 16 - line 23	1,6,10, 11
Y	EP 0 474 307 A (PHILIPS ELECTRONICS UK LTD ;KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 11 March 1992 (1992-03-11) column 8, line 33 - line 45 column 12, line 22 - line 38	7,9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in 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 document 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.

8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 December 2004

Date of mailing of the international search report

29/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Zaccà, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/010157

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0661519	A	05-07-1995	JP 7198383 A	01-08-1995
			CN 1110399 A , B	18-10-1995
			DE 69419889 D1	09-09-1999
			DE 69419889 T2	20-04-2000
			DE 69430397 D1	16-05-2002
			DE 69430397 T2	26-09-2002
			EP 0661519 A1	05-07-1995
			EP 0874218 A1	28-10-1998
			US 6137569 A	24-10-2000
WO 02069268	A	06-09-2002	WO 02069268 A2	06-09-2002
			US 2004146183 A1	29-07-2004
EP 0474307	A	11-03-1992	DE 69132156 D1	08-06-2000
			DE 69132156 T2	14-12-2000
			EP 0474307 A2	11-03-1992
			JP 3207461 B2	10-09-2001
			JP 4281688 A	07-10-1992
			US 5625715 A	29-04-1997
			US 5280530 A	18-01-1994

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2004/010157

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G01S3/784 G01C15/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G01S G01C		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 661 519 A (TOPCON CORP) 5. Juli 1995 (1995-07-05) Zusammenfassung; Abbildung 2 Spalte 1, Zeile 6 - Spalte 2, Zeile 37	1,6,7, 9-11
Y	WO 02/069268 A (SHIMONI YAIR ;ELOP ELECTROOPTICS IND LTD (IL)) 6. September 2002 (2002-09-06) Zusammenfassung Seite 3, Zeile 11 - Seite 4, Zeile 22 Seite 5, Zeile 14 - Zeile 25 Seite 7, Zeile 16 - Zeile 23	1,6,10, 11
Y	EP 0 474 307 A (PHILIPS ELECTRONICS UK LTD ;KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 11. März 1992 (1992-03-11) Spalte 8, Zeile 33 - Zeile 45 Spalte 12, Zeile 22 - Zeile 38	7,9
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *G* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 22. Dezember 2004		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 29/12/2004
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5816 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Zaccà, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/010157

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0661519 A	05-07-1995	JP 7198383 A	01-08-1995
		CN 1110399 A ,B	18-10-1995
		DE 69419889 D1	09-09-1999
		DE 69419889 T2	20-04-2000
		DE 69430397 D1	16-05-2002
		DE 69430397 T2	26-09-2002
		EP 0661519 A1	05-07-1995
		EP 0874218 A1	28-10-1998
		US 6137569 A	24-10-2000
WO 02069268 A	06-09-2002	WO 02069268 A2	06-09-2002
		US 2004146183 A1	29-07-2004
EP 0474307 A	11-03-1992	DE 69132156 D1	08-06-2000
		DE 69132156 T2	14-12-2000
		EP 0474307 A2	11-03-1992
		JP 3207461 B2	10-09-2001
		JP 4281688 A	07-10-1992
		US 5625715 A	29-04-1997
		US 5280530 A	18-01-1994

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 キルシュナー、ホルガー

スイス国 ツェーハー - 9 4 3 5 ヘールブルグ、レンデルナッハシュトラッセ 2 5

(72)発明者 グラフ、ローランド

スイス国 ツェーハー - 9 0 3 3 ウンテレゲン、ミットラーホフ 3 0