

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6698670号
(P6698670)

(45) 発行日 令和2年5月27日(2020.5.27)

(24) 登録日 令和2年5月1日(2020.5.1)

(51) Int. Cl.	F I	
B 6 4 C 13/18 (2006.01)	B 6 4 C	13/18 D
B 6 4 D 47/08 (2006.01)	B 6 4 D	47/08
G O 1 C 11/06 (2006.01)	G O 1 C	11/06
G O 6 T 1/00 (2006.01)	G O 6 T	1/00 4 0 0 A
G O 6 T 7/70 (2017.01)	G O 6 T	7/70 Z
請求項の数 10 (全 21 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2017-541636 (P2017-541636)
 (86) (22) 出願日 平成28年1月18日 (2016.1.18)
 (65) 公表番号 特表2018-511509 (P2018-511509A)
 (43) 公表日 平成30年4月26日 (2018.4.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/AU2016/050018
 (87) 国際公開番号 W02016/127205
 (87) 国際公開日 平成28年8月18日 (2016.8.18)
 審査請求日 平成30年7月5日 (2018.7.5)
 (31) 優先権主張番号 14/618,551
 (32) 優先日 平成27年2月10日 (2015.2.10)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(73) 特許権者 516382674
 ニアマップ オーストラリア ピーティ
 ーワイ リミテッド
 オーストラリア国 2000 ニューサウ
 スウェールズ シドニー アンダーウッ
 ドストリート 6-8 レベル6
 (74) 代理人 110002468
 特許業務法人後藤特許事務所
 (72) 発明者 アンドリュウ ミラン
 オーストラリア国 6019 ウェスタン
 オーストラリア スカボロー サックビル
 テラス 12

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コリドー捕捉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コリドーエリア内に完全に位置が示され、前記コリドーエリアの長さ及び方向を代表する線であって一直線でないコリドー経路により部分的に描き得、幅よりも大きな長さを有し横長でない前記コリドーエリアのオルソモザイクを作成する方法であって、

(a) 一次飛行ラインに沿って航空機を操縦する工程であって、前記一次飛行ラインが一連の一直線且つ実質的に水平な一次飛行ライン区分を備え、前記各一次飛行ライン区分は順次隣接する前記一次飛行ライン区分と揃えられず且つ前記各一次飛行ライン区分が前記コリドー経路の一部を近似する工程と、

(b) 飛行中、前記各一次飛行ライン区分に沿って、及び前記航空機に搭載された航空カメラシステムを介して、一連の一次像を捕捉する工程であって、前記各一次像が少なくとも部分的に、その後続と順々に重複する工程と、

(c) 二次飛行ラインに沿って前記航空機を操縦する工程であって、前記二次飛行ラインが一連の二次飛行ライン区分を備え、前記各二次飛行ライン区分が実質的に前記コリドー経路の一部分と平行且つ当該一部分から左右にオフセットする工程と、

(d) 飛行中、前記各二次飛行ライン区分に沿って、及び前記航空機に搭載された前記航空カメラシステムを介して、一連の二次像を捕捉する工程であって、前記二次像の少なくともいくつかの前記一次像の少なくともいくつかと重複する工程と、

(e) 複数の前記一次像及び二次像の内、共通の地上ポイントに対応する共通の地物を特定する工程と、

10

20

(f) バンドル調整を介して、及び前記共通の地上ポイントから、前記各一次像に関連付けられている外部標定及び前記各地上ポイントに関連付けられている3次元位置を推定する工程と、

(g) 前記外部標定の少なくともいくつか及び前記3次元位置の少なくともいくつかを使用して、前記一次像の少なくともいくつかをオルソ修正する工程と、

(h) 前記オルソ修正された一次像を結合して、前記オルソモザイクを作成する工程と、
を備える方法。

【請求項2】

請求項1に記載の方法であって、

前記航空機は、前記各一次飛行ライン区分及びその後続との間で周回旋回に沿って操縦され、前記旋回が180度より大きい角度を有する方法。

【請求項3】

請求項1に記載の方法であって、

前記航空機は、前記各二次飛行ライン区分とその後続との間の旋回に沿って操縦され、前記旋回が90度未満の角度を有する方法。

【請求項4】

請求項1乃至3のいずれか1項に記載の方法であって、

前記航空カメラシステムは、実質的に垂直画像を捕捉するための少なくとも1つの垂直カメラを備える方法。

【請求項5】

請求項4に記載の方法であって、

前記航空カメラシステムは、実質的に斜め画像を捕捉するための少なくとも1つの斜めカメラを備える方法。

【請求項6】

請求項5に記載の方法であって、

前記一次像及び二次像は、垂直画像及び斜め画像の両方を備える方法。

【請求項7】

請求項5に記載の方法であって、

前記一次像は、垂直画像を備え、前記二次像が斜め画像を備える方法。

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれか1項に記載の方法であって、

前記航空カメラシステムは、概要画像を捕捉するための少なくとも1つの概要カメラ、及び詳細画像を捕捉するための複数の詳細カメラを備え、前記各詳細画像が前記少なくとも1つの概要画像より高い解像度を有し、前記詳細画像の少なくともいくつかが前記概要画像のいくつかと重複し、前記一次像が前記概要画像及び前記詳細画像の両方を備える方法。

【請求項9】

請求項8に記載の方法であって、

前記二次像は、前記概要画像及び前記詳細画像の両方を備える方法。

【請求項10】

請求項1乃至9のいずれか1項に記載の方法であって、

前記二次飛行ラインは、曲線を描き、少なくとも部分的に、バンクした旋回を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、効率的で正確なコリドーオルソモザイクの作成に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

オルソモザイクと呼ばれる、正確にジオリファレンスされたオルソフォトのモザイクは、航空写真から自動的に作成でき、実際の地面の詳細を有益に示すため、従来の絵地図の代替手段として普及しつつある。

【0003】

航空写真からの正確なオルソモザイクの作成については、下記の文献に詳細に記載されている。例えば、GIS適用の写真測量の初歩 (Elements of Photogrammetry with Application in GIS)、第4版(ウォルフ他)、及び写真測量マニュアル、第6版(米国写真測量学会(ASPRS))を参照のこと。

【0004】

オルソモザイクの作成には、対象のエリアを包括し、写真の正確なバンドル調整、オルソ修正及びアライメントが可能となるように画像に十分な冗長性があるように、対象のエリアの重複する航空写真の系統的な捕捉が必要である。

【0005】

バンドル調整は、地上ポイントの冗長推定、及びカメラ姿勢が微調整される処理である。最新のバンドル調整については、「バンドル調整 - 近代的な合成」(トリッグス他)に詳細に記載されている。

【0006】

バンドル調整は、手動で識別された地上ポイントの位置において、あるいは、普及しつつあり、重複する写真間で自動的に一致させられ、自動的に識別された地物の位置において、作動してもよい。

【0007】

重複する航空写真は、一般的に、対象のエリアに渡る蛇行パターンで測量航空機を操縦することにより捕捉される。測量航空機は、航空カメラシステムを搭載し、蛇行飛行パターンは、カメラシステムにより捕捉される写真が飛行パターン内の飛行ラインに沿って、及び、隣接する飛行ライン間で、重複することを可能にする。

【0008】

鉄道線路、高速道路、電力線、河川、運河、海岸線及び他の狭く蛇行する地物を含むコリドーは、特に対象となることが多い。しかし、従来のエリアベースの航空測量技術は、コリドーの捕捉には次善の方法である。

【発明の概要】

【0009】

第1の態様において、本発明は、以下の方法を提供する。コリドーエリア内に完全に位置が示され、前記コリドーエリアの長さ及び方向を代表する線であって一直線でないコリドー経路により描き得、幅よりも大きな長さを有し横長でない前記コリドーエリアのオルソモザイクを作成する方法は、一次飛行ラインに沿って航空機を操縦する工程であって、前記一次飛行ラインが一連の一直線且つ実質的に水平な一次飛行ライン区分を備え、前記各一次飛行ライン区分は順次隣接する一次飛行ライン区分と揃えられず且つ前記各一次飛行ライン区分が前記コリドー経路の少なくとも一部を近似する工程と、飛行中、前記各一次飛行ライン区分に沿って、及び前記航空機に搭載された航空カメラシステムを介して、一連の一次像を捕捉する工程であって、前記各一次像が少なくとも部分的に、その後続と順々に重複する工程と、二次飛行ラインに沿って前記航空機を操縦する工程であって、前記二次飛行ラインが一連の二次飛行ライン区分を備え、前記各二次飛行ライン区分が実質的に少なくとも前記コリドー経路の一部分と平行且つ当該一部分から左右にオフセットする工程と、飛行中、前記各二次飛行ライン区分に沿って、及び前記航空機に搭載された前記航空カメラシステムを介して、一連の二次像を捕捉する工程であって、前記二次像の少なくともいくつかが前記一次像の少なくともいくつかと重複する工程と、複数の前記一次像及び二次像の内、共通の地上ポイントに対応する共通の地物を特定する工程と、バンドル調整を介して、及び前記共通の地上ポイントから、前記各一次像に関連付けられている外部標定及び前記各地上ポイントに関連付けられている3次元位置を推定する工程と、前

10

20

30

40

50

記外部標定の少なくともいくつか及び前記3次元位置の少なくともいくつかを使用して、前記一次像の少なくともいくつかをオルソ修正する工程と、前記オルソ修正された一次像を結合して、前記オルソモザイクを作成する工程と、を備える。

【0010】

前記航空機は、前記各一次飛行ライン区分及びその後続との間で周回旋回に沿って操縦されてもよく、前記旋回が180度より大きい角度を有する。

【0011】

前記航空機は、前記各二次飛行ライン区分とその後続との間で旋回に沿って操縦されてもよく、前記旋回が90度未満の角度を有する。

10

【0012】

前記航空カメラシステムは、実質的に垂直画像を捕捉するために少なくとも1つの垂直カメラを備えてもよい。

【0013】

前記航空カメラシステムは、実質的に斜め画像を捕捉するために少なくとも1つの斜めカメラを備えてもよい。

【0014】

前記一次像及び二次像は、垂直画像及び斜め画像の両方を備えてもよい。

【0015】

前記一次像は、垂直画像を備えてもよく、前記二次像が斜め画像を備えてもよい。

20

【0016】

前記航空カメラシステムは、概要画像を捕捉するために少なくとも1つの概要カメラ、及び詳細画像を捕捉するために複数の詳細カメラを備えてもよく、前記各詳細画像が少なくとも1つの概要画像より高い解像度を有し、前記詳細画像の少なくともいくつかは前記概要画像のいくつかと重複してもよく、前記一次像が前記概要画像及び前記詳細画像の両方を備えてもよい。

【0017】

前記二次像は、前記概要画像及び前記詳細画像の両方を備えてもよい。

【0018】

前記二次飛行ラインは、曲線を描き、少なくとも部分的に、バンクした旋回を含んでもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】図1は、対象のコリドー経路を示す。

【図2】図2は、ポリラインにより近似されたコリドー経路、及び多角形により近似されたコリドーエリアを示す。

【図3】図3は、対象の交差エリアに結合されたコリドーを示す。

【図4】図4は、エリアベースの航空測量の蛇行飛行パターンを示す。

【図5】図5は、航空カメラシステムの帯幅をその画角及び地表面からの高度に関連付ける図及び数式を示す。

40

【図6】図6は、対象のコリドーエリアを一連の測量経路区分でカバーするための方法を示す。

【図7】図7は、対象のコリドーエリアを一連の測量経路区分でカバーするための他の方法を示す。

【図8】図8は、対象の交差エリアをカバーするためのより広い測量経路区分の使用を示す。

【図9】図9は、2組の飛行ラインを使用してカバーされる対象のコリドーエリアを示す。

【図10】図10は、より広い帯幅を持つより少ない数の飛行ラインを使用してカバーされる対象のコリドーエリアを示す。

50

【図 1 1】図 1 1 は、コリドールの一次画像を捕捉するための一次飛行ライン、及び正確な目標のためコリドールの二次画像を捕捉するための二次飛行ラインの使用を示す。

【図 1 2】図 1 2 は、水平飛行中のコリドールの垂直画像を捕捉する測量航空機を示す。

【図 1 3】図 1 3 は、バンクして飛行中のコリドールの垂直画像を捕捉する測量航空機を示す。

【図 1 4】図 1 4 は、コリドールの垂直及び斜め画像の両方を捕捉する測量航空機を示す。

【図 1 5】図 1 5 は、コリドール経路をカバーするバンク旋回での飛行経路を示す。

【図 1 6】図 1 6 は、バンクした航空機の垂直撮像オフセットを、その高度、バンク角、速度及び旋回半径に関連づける図及び数式を示す。

【図 1 7】図 1 7 は、デュアル解像度 V5 - 300 ハイパーカメラ (Hyper Camera) 航空カメラシステムを示す。

10

【図 1 8】図 1 8 は、デュアル解像度航空カメラシステムの概要視野及び重複する詳細視野を示す。

【図 1 9】図 1 9 は、デュアル解像度航空カメラシステムを搭載しているセスナ 208 航空機の正面図、及び合成概要及び集合詳細視野を示す。

【図 2 0】図 2 0 は、デュアル解像度航空カメラシステムを搭載しているセスナ 208 航空機の側面図、及び合成概要及び集合詳細視野を示す。

【図 2 1】図 2 1 は、デュアル解像度航空カメラシステムの 3 つの連続ショットの重複する視野を示す。

【図 2 2】図 2 2 は、隣接する飛行ラインにおけるデュアル解像度航空カメラシステムのショットの重複する視野を示す。

20

【図 2 3】図 2 3 は、ハイパーカメラ等の航空カメラシステム用の電力・制御システムの構成図を示す。

【図 2 4】図 2 4 は、航空写真から効率的にオルソモザイクを作成するためのプロセスフローを示す。

【図 2 5】図 2 5 は、デュアル解像度航空写真から効率的にオルソモザイクを作成するためのプロセスフローを示す。

【発明を実施するための形態】

【0020】

対象のコリドールエリア (以下、単に「コリドール」) は、一般的に、図 1 に示されるように、任意の経路 100 に沿った細長い土地で構成される。コリドールは、鉄道線路又は河川等、物理的構成物をたどってもよい。コリドールの長さは、一般的に、コリドールの幅よりも長い。

30

【0021】

コリドールの幅は、一般に、経路に沿って変化してもよいが、多くのコリドールには固定幅が適用される。本明細書では例示の目的のため、通常、固定幅のコリドールのみを示す。

【0022】

コリドールは、連続的でも不連続でもよく、コリドールは、ループや分岐点等の多数のより小さい経路を備えてもよい。本明細書では例示の目的のため、連続的な分岐していないコリドールのみを示す。

40

【0023】

図 2 に示されるように、コリドール経路は、連続する頂点 104 間の一連の直線の区分で構成される、ポリライン 102 により近似されてもよい。ポリラインは、経路からポリラインへの最大鉛直距離が定義された許容範囲内にあるように構成される。所望のコリドール幅に対して、ポリライン頂点 104 は、コリドールを囲む多角形 106 の頂点を得るために経路と垂直にオフセットされることができる。許容範囲、従って頂点の数を調整することにより、ポリライン及び多角形は、任意の精度でコリドール経路及びコリドールエリアを近似させることができる。所望のコリドール幅は、一般的に、ポリライン許容範囲を考慮して、すなわち、多角形 106 が所望のコリドールエリアを囲むことができるように拡大される。

【0024】

50

経路を介して明示的に定義されるよりもむしろ、コリドーは、また、1以上の形状（例えば、多角形）を介して直接定義されてもよい。

【0025】

コリドーは、高速道路に隣接する町等、コリドー境界線により完全に囲まれていない対象のエリア108と交差してもよい。コリドー測量エリアは、続いて、図3に示されるように、コリドー境界線の結合体、及び対象のエリアの境界線により定義されてもよい。

【0026】

図4に示されるように、従来の広範な測量エリア110を捕捉する場合、測量航空機は、一般的に、蛇行飛行パターンをたどる。飛行計画は、横のオフセットにより分けられた、多数の平行な飛行ライン112で構成される。各飛行ラインは、開始及び終了位置及び高度を特定する。航空機は、始点から終点まで一直線に飛ぶ。飛行ラインの終わりで、航空機は、180度の旋回114を行い、次の飛行ラインの開始及び終了位置により指定された水平間隔を空けた平行な経路に沿って戻る。

【0027】

飛行ラインの位置及び数は、観測境界線、飛行高度、地面の標高、カメラシステム視野、及び所望の前側重複及び側面重複を含む、多数のパラメータから計算される。

【0028】

従来の航空測量飛行計画は、以下の文献に詳細に記載されている。例えば、米国特許番号6711475（マーフィ）を参照のこと。本内容は参照することにより本明細書中に組み込まれる。

【0029】

飛行ラインの位置及び数の計算におけるさらなる要因は、観測境界線における偶発距離である。偶発距離は、捕捉エリアの拡大のために観測境界線に追加される。これにより、観測端近くでの航空機のピッチ、偏揺れ又は横揺れにおける乱流又は変化を原因とする不均一な画像捕捉を考慮し、観測エリア内の包括を実現する。

【0030】

図5は、航空カメラシステム350を搭載する測量航空機230を示す。図及び数式は、その視野が地面150と交差する、航空カメラシステム350の帯幅（ w ）258を、その画角（ベータ）250及び地表面からの高度（ a ）254と関連付ける。

【0031】

コリドー捕捉のため、飛行計画生成は、従来の観測捕捉用の飛行ライン計算方法に、費用最小化処理を使用してコリドー観測エリアに多数の測量経路区分を合わせる追加処理を組み合わせる。

【0032】

まず、従来の観測飛行計画計算は、コリドー観測の幅を捕捉するために必要な平行飛行ラインの最小数を決定するために利用される。飛行計画計算は、包括画像を確保するために、コリドー幅に追加される偶発距離を含む。高高度観測又は狭いコリドー経路に対しては、コリドー幅がカメラシステムの帯幅258内に含まれていれば、単一の飛行ラインでコリドー幅を完全に捕捉することを可能としてもよい。より低高度観測又はより広いコリドーに対しては、コリドー幅を完全に捕捉するために多数の飛行ラインが必要とされてもよい。

【0033】

飛行計画処理は、カメラシステムの帯幅258及び所要の横の重複に基づき、一連の隣接する飛行ラインに対する集合帯幅を計算する。コリドー観測幅に追加される偶発性は、コリドー飛行計画用の有効帯幅を判断するために集合帯幅から差し引かれる。

【0034】

第二に、コリドー観測エリアは、多数の直線状の測量経路区分に細分割される。各経路区分の幅は、集合帯幅により決定される。各経路区分の長さ及び方位は、コリドー経路の方向及び変動により決定される。鉄道線路等の延長された一直線の区分を持つコリドー経路に対しては、観測は、少ない数の長い経路区分に細分割されてもよい。河川等の蛇行し

10

20

30

40

50

たコリドー観測経路に対しては、観測は、より多数の短い経路区分への細分割を必要としてもよい。経路区分は、任意の方向に配向してもよいし、任意の角度で交差してもよい。

【 0 0 3 5 】

測量航空機は、1つの経路区分の終点から次の経路区分の始点まで飛行するために、周回旋回を行う必要があるかもしれないため、航空機により飛行される経路区分の数は最小であるのが望ましい。

【 0 0 3 6 】

観測を経路区分に細分するための方法は、多数存在する。図6に示される、簡単な方法では、コリドーの一端から開始し、コリドー経路の方向に経路区分120を作成する。経路区分は、観測境界線がもはや有効帯122内に含まれない場合、終了する。このポイントで、新しい経路区分120がコリドー経路の方向におけるこのポイントで開始され、コリドーの端に到達するまで処理が繰り返される。

10

【 0 0 3 7 】

図7に示される他の方法では、経路区分120の数を削減するために費用最小化を使用する。経路区分120をコリドー経路100から垂直にオフセットされるポイントで開始し、経路区分の方位を変更することにより、一般的に、上記の簡単な方法に比べてより長い経路区分を実現できる。この最小化処理により、経路区分ごとの最適な経路開始位置及び方位が判明する。

【 0 0 3 8 】

他の方法では、経路区分120の長さを最大にするために費用最小化を使用する。この方法によれば、コリドー経路に対する最長の可能な経路区分が判明する。この方法によれば、続いて、次の最長経路区分が判明する。処理は、コリドー全体が経路区分内に含まれるまで続く。

20

【 0 0 3 9 】

他の方法は、コリドーポリライン102の直線区分から直接、経路区分120を導き出す。

【 0 0 4 0 】

コリドー観測エリア106の包括を実現するためには、任意の角度での経路区分の交差、及び観測境界線に適用される偶発性に起因して各経路区分の始点及び終点を調整する必要がある。各経路区分の長さが偶発値により増加することで、隣接する経路区分間の重複を増加させ、コリドー観測端近くのエリアが経路区分交点における画像により完全に捕捉されることを可能とする。

30

【 0 0 4 1 】

経路区分ごとの飛行ラインの数は、飛行計画計算により計算される飛行ラインの最小数に制限されない。飛行ラインの数が増加することにより、有効帯幅が増加し、これにより、一般に観測画像を捕捉するために必要な経路区分の数は減少する。

【 0 0 4 2 】

飛行ラインの数を増加させることは、経路分割により、蛇行する河川を捕捉する場合など、多数の短い経路区分を作成する場合にも有効である。

【 0 0 4 3 】

飛行ラインの数を増加させることは、また、コリドー観測経路の幅が一定でない場合に有効であり、これにより、細かいコリドー区分をより少ない飛行ラインで捕捉すること、及びより広いコリドー区分を多数の飛行ラインで捕捉することが可能になる。

40

【 0 0 4 4 】

飛行ラインの数を増加させることは、また、例えば、より広い経路区分124が対象の交差エリア108を捕捉するために使用される、図8に示されるような、高速道路に隣接する町など、対象の交差エリア108に結合されるコリドー観測経路を捕捉する場合に有効である。

【 0 0 4 5 】

飛行計画は、航空機が全ての経路区分の全ての飛行ラインを捕捉するように飛行するた

50

めの経路を描くために生成される。

【0046】

図9は、コリドーエリア106をカバーするために使用される2組の平行な飛行ライン区分128を示す。ここで、経路区分120(図示略)は、コリドー経路ポリライン102の直線区分から直接導き出される。

【0047】

まず、飛行計画作成処理は、飛行ライン区分128の順序リストを作成する。経路区分120が多数の飛行ラインを含む場合、各経路区分120内の飛行ライン区分128は、各区分120を完了させるために、連続して飛行されてもよい。代わりに、飛行計画が、コリドーに沿った一方向に経路区分120ごとに1つの飛行ライン区分128を指定し、続いて各経路区分120などにおける第2飛行ライン区分128を飛行する復路があり、コリドー幅が完全に捕捉されるまでコリドーの長さが、複数回飛行されてもよい。

10

【0048】

第二に、連続した飛行ライン区分128間の経路が作成される。これにより、1つの飛行ライン区分128の終点から次の飛行ライン区分128の始点まで飛行するためにパイロットがたどるべき経路が指定される。パイロットは、また、連続する飛行ライン区分128間を自由に飛行することが認められてもよい。連続した飛行ライン区分128は任意の角度で交差してもよいため、所要の旋回は、少ない姿勢の変更で実現されてもよいし、航空機が自身を次の飛行ライン区分128に揃えるため360度まで旋回する周回126で実現されてもよい。連続した飛行ライン区分128は、交差してもよいし、距離で分けられてもよい。

20

【0049】

航空カメラシステム350の帯幅258は、視野角度250が増加するにつれて、及び高度254が増加するにつれて、増加する。図10は、図9よりも高い高度の操作及び/又はより広い角度の撮像を想定する、すなわち、より広い集合帯幅136を持つ、コリドーエリア106をカバーするために使用される2組のより小さい平行な飛行ライン区分128を示す。

【0050】

観測エリアの完全な航空オルソモザイクを作成するために、観測境界線内の全てのポイントがカメラシステムにより捕捉されなければならない。これは、一般に、隣接する捕捉画像間の航空機の偏揺れ、ピッチ及び横揺れにおける変動を考慮する重複の使用を通して実現される。

30

【0051】

重複は、また、既存のオルソモザイク又は観測地物とのオルソモザイクのアライメントを向上するために使用される。アライメントは、地面の同一ポイントを多数の角度から撮像し、カメラシステムの位置及び方位のより正確な計算を可能にすることで向上する。

【0052】

概して、特定の方向における重複を増加させることにより、同一方向のオルソモザイク・アライメントが向上する。前側重複を増加させることにより、飛行経路の方向におけるアライメントが向上する。側面重複を増加させることにより、飛行経路に垂直な方向におけるアライメントが向上する。

40

【0053】

経路区分ごとに単一飛行ラインで捕捉されるコリドーの場合、前方向のみに重複が存在する。側面重複がなければ、地物とのオルソモザイクのミスアラインメントが生じるかもしれない。ミスアラインメント・エラー・ベクトルは、一般に、この場合はコリドー経路に垂直な方向である。

【0054】

概して、測量経路区分120ごとの最小の2つ以上の平行な飛行ライン区分128は、地物に対し正確なアライメントでのオルソモザイクの生成を可能にするために捕捉されるべきである。

50

【 0 0 5 5 】

狭い幅のコリドー観測経路に対する、経路区分 1 2 0 ごとの 2 つの平行な飛行ライン区分 1 2 8 の捕捉は、結果としてコリドー観測境界線の外側のかなりのエリアの捕捉となってもよい。

【 0 0 5 6 】

以下の方法は、正確なアライメントで狭いコリドー観測経路の画像を捕捉する処理を最適化する。この方法は、異なる計画特性を持ち、一次及び二次飛行ラインと呼ばれる、2 つの飛行ラインを使用する。

【 0 0 5 7 】

一次飛行ラインは、オルソモザイク生成及びコリドー観測経路の所要の包括を目的として捕捉される。

10

【 0 0 5 8 】

二次飛行ラインは、一次飛行ラインとの側面重複を目的として捕捉され、一次飛行ラインと平行に、及び一次飛行ラインから左右にオフセットされて飛行される。連続的な側面重複は、オルソモザイク・アライメントを実現させるためには必要とされない。アライメントは、各二次飛行ラインがそれに平行な一次飛行ラインの長さの大部分と重複すれば、実現される。

【 0 0 5 9 】

一次及び二次飛行ライン用の飛行計画は、まず、単一飛行ライン構成でコリドー観測経路を計画することにより生成される。単一次飛行ラインは、一般に、コリドー経路 1 0 0 (又はコリドー経路ポリライン 1 0 2) をたどる。第二に、一次飛行ライン区分に平行で一次飛行ラインから左右にオフセットされる二次飛行ライン区分が、飛行計画に追加される。

20

【 0 0 6 0 】

二次飛行ラインは包括を必要としないため、飛行計画は、二次飛行ライン区分に渡ってコリドーの長さを「自由に飛行すること」を可能にし、そこでは航空機が 1 つの飛行ライン区分から直接次に旋回する。これにより、全ての二次飛行ライン区分の長さを完全に捕捉することが必要とされる周回 1 2 6 なしで、二次飛行ラインを捕捉することが可能になる。二次飛行ラインは、また、以下でさらに説明されるようなバンク旋回で、曲線飛行経路に沿って飛行することもできる。

30

【 0 0 6 1 】

図 1 1 は、コリドーエリア 1 0 6 をカバーするために使用される一連の一次飛行ライン区分 1 3 0 を備える一次飛行ライン、及び正確性を目的とした重複を提供するために使用される一連の二次飛行ライン区分 1 3 2 を備える二次飛行ラインを示す。一次飛行ライン区分 1 3 0 は、一般的に、周回 1 2 6 により接合される。二次飛行ライン区分 1 3 2 は、一般的に、自由に飛行されてもよい旋回 1 3 4 により接合される。

【 0 0 6 2 】

以下でより詳細に説明されるように、デュアル解像度航空カメラシステム 3 5 2 を使用する場合、カメラシステムは、概要画像が飛行ライン間の最大重複を提供するように、二次飛行ラインに沿って概要画像を捕捉するようにのみ構成されてもよい。

40

【 0 0 6 3 】

二次飛行ラインは、例えば、都合がよければ数日後又数週間後に、一次飛行ラインの後かなりの時間がたってから捕捉されてもよい。これにより、位置間で航空機を操縦させながら、長いコリドーの捕捉が可能になる。

【 0 0 6 4 】

デュアル解像度航空カメラシステム 3 5 2 を使用する場合、二次飛行ラインは、概要及び詳細カメラの両方で捕捉でき、これにより、オルソモザイクを二次飛行ラインの視野内で生成できる。これにより、コリドー経路区分交点におけるより狭いオルソモザイク以外の二次飛行ライン重複のエリアにおけるより広いオルソモザイクが作成される。

【 0 0 6 5 】

50

コリドーを捕捉するためのさらなる方法は、例えば、垂直画像、左斜め画像及び/又は右斜め画像を捕捉する多数のカメラを通して実現される、広い横の視野を持つカメラシステムを含む航空機で利用できる。垂直及び斜め画像の両方を捕捉する航空カメラシステムは、米国特許番号 8 4 9 7 9 0 5 及び 8 6 7 5 0 6 8 (ニクソン) に記載されており、その内容は相互参照により本明細書中に組み込まれる。

【 0 0 6 6 】

飛行計画は、1つの飛行ラインから次へ旋回する周回 1 2 6 を使用せず、連続する飛行ライン区分 1 2 8 間の旋回を使用して飛行ラインに沿った飛行経路を描く。旋回するように航空機をバンクさせ、航空機は、1つの区分から次へ直接飛行経路をたどる。飛行ライン区分は、バンク角が斜めカメラの視野の限界より小さくなるように計画される。

10

【 0 0 6 7 】

オルソモザイク生成処理は、天底点に最も近い画像を使用する。水平に飛行する場合、垂直に向いているカメラは、図 1 2 に示されるように、一番下にある。航空機がバンクしているとき、図 1 3 に示されるように、左又は右斜め画像は、一番下に最接近し、オルソモザイク生成に使用される。

【 0 0 6 8 】

数値標高モデル (DEM) は、オルソモザイク生成処理の共通の副産物である。DEM は、観測エリア内の全てのポイントの標高を計算することにより作成されてもよい。ポイントにおける標高は、ポイントを含む多数の画像にポイントを位置づけることにより計算されてもよい。ポイントが3つ以上の画像に存在する場合、その標高は、カメラの内部及び外部標定を使用して三角測量されてもよい。

20

【 0 0 6 9 】

ポイントの標高は、各ポイントが異なる角度から多数の画像で捕捉される場合、より正確に計算され得る。これは、前側及び側面重複を使用することにより実現される。

【 0 0 7 0 】

一次及び二次飛行ラインでのコリドー捕捉の場合、観測エリアの一部のみが側面重複で捕捉される画像を含んでもよい。

【 0 0 7 1 】

側面重複を含む画像エリアを増加させる方法は、二次飛行ラインから斜め画像を捕捉することである。斜め画像は、図 1 4 に示されるように、一次飛行ライン画像の中心に向けられる画像システムにより捕捉される。

30

【 0 0 7 2 】

それと共に、二次飛行ラインから捕捉される画像は、コリドー観測エリアの斜めのオルソモザイクを生成するために使用されてもよい。

【 0 0 7 3 】

コリドーを捕捉するためのさらなる方法は、図 1 5 に示されるように、コリドー経路 1 0 0 に基づく曲線飛行経路 1 5 4 を使用する。

【 0 0 7 4 】

曲線飛行経路は、航空機のバンクにより誘発されるオフセット (d) 1 5 8 を考慮に入れるために、任意のポイントでコリドー経路 1 0 0 の曲率中心へ向けてオフセットされ得る。図 1 6 の図及び数式に示されるように、オフセット (d) 1 5 8 は、地表面からの高度 (a) 2 5 4、バンク角 (シータ) 1 5 6、航空機速度 (v)、バンク半径 (r)、及び重力 (g) に関連している。始めにバンク半径 (r) が (任意のポイントにおける) コリドー経路 1 0 0 の半径であると仮定すれば、最終バンク半径 (r) 及びバンク角 (シータ) 1 5 6 は、繰り返しによって到達しうる。

40

【 0 0 7 5 】

曲線飛行経路 1 5 4 を飛行する場合でも、コリドーが急旋回を含んでいれば、パイロットは、従来通り周回 1 2 6 を実行できる。

【 0 0 7 6 】

任意の適切な航空カメラシステム 3 5 0 は、コリドー捕捉に利用されてもよい。

50

【 0 0 7 7 】

正確なバンドル調整のための十分な冗長性は、一般的に、少なくとも60%の縦の(前側)重複、すなわち飛行ラインに沿った連続する写真間、及び少なくとも40%の横の(側面)重複、すなわち隣接する飛行ラインにおける写真間の選択を指示する。これは、よく60/40重複と呼ばれる。

【 0 0 7 8 】

選択される重複により、所要の飛行時間及び捕捉される(及び、続いて処理される)写真の数の両方が判断される。高度な重複は、そのため、飛行時間及び加工時間の両方の観点から高価であり、重複の実際の選択は、費用とオルソモザイク精度間の妥協を表す。

【 0 0 7 9 】

デュアル解像度又は多重解像度カメラシステム352の使用は、精度を妥協すること無く、重複を減らす強力な方法を提供する。多重解像度航空写真の捕捉及び加工については、米国特許番号8497905及び8675068(ニクソン)に記載されており、その内容は相互参照により本明細書中に組み込まれる。多重解像度写真のセットは、オルソモザイク詳細がより高い解像度の詳細写真から導かれるのに対して、オルソモザイク精度がより低い解像度の概要写真間の重複から導かれることを可能にする。

【 0 0 8 0 】

米国特許番号8497905及び8675068(ニクソン)は、多重解像度の垂直及び斜め航空画像システムを備える小型航空機に装着可能な外部カメラ脚の一群を説明している。米国特許出願番号14/310523(ターリントン)及び14/478380(ラプスタン)は、その内容が参照により本明細書中に組み込まれるが、標準カメラ穴を有する航空機への配備に適した多重解像度航空カメラシステムのハイパーカメラ(トレードマーク)群を説明している。

【 0 0 8 1 】

図17は、デュアル解像度V5-300ハイパーカメラ航空カメラシステム352を示す。デュアル解像度V5-300ハイパーカメラ航空カメラシステム352は、標準(例えば、20インチ径)カメラ穴212を有する標準的な測量航空機の操縦席又はキャビンに配置可能な、1つの広角概要カメラ及び5つの狭角詳細カメラを備える。

【 0 0 8 2 】

図18は、グラウンド層上のハイパーカメラ装置の詳細カメラ及び概要カメラの3次元の視野160及び170の投影を示す。図18は、詳細視野160がどのように飛行220の方向に垂直な方向に重複するかを示す。

【 0 0 8 3 】

図19は、デュアル解像度航空カメラシステムを搭載するセスナ208測量航空機230の正面図を示し、カメラシステム352の横の概要視野172及びカメラシステム352の横の集合詳細視野182を示す。横の集合詳細視野182は、5つの個別の重複する横の詳細視野162の集合である。

【 0 0 8 4 】

図20は、ハイパーカメラを搭載するセスナ208測量航空機230の側面図を示し、カメラシステム352の縦の概要視野174及びカメラシステム352の縦の詳細視野164を示す。

【 0 0 8 5 】

図17は、飛行220の方向における重複する概要視野170及び3つの連続ショットの集合詳細視野180を示す。集合詳細視野180は、5つの個別の重複する詳細視野160の集合である。図に示される(すなわち、縦の重複により黙示される)カメラの撮影速度において、概要視野170が縦方向に約85%重複するのに対して、集合詳細視野180は、縦方向に約20%重複する。

【 0 0 8 6 】

図18は、隣接する飛行ラインからの、すなわち逆方向220で飛行する、2つのショットの重複概要視野170及び集合詳細視野180を示す。図に示される飛行ライン間隔

10

20

30

40

50

において、概要視野 170 が左右に約 40% 重複するのに対して、集合詳細視野 180 は、左右に 20% 及び 25% 間で重複する。

【0087】

既に記載されているように、従来の単一解像度航空測量は、一般的に、60/40 重複、すなわち、60% 前側（又は縦に）重複、及び 40% 側面（又は横に）重複、で操作されている。図 21 及び 22 に示されるように操作される多重解像度ハイパーカメラによれば、概要写真が 85/40 重複より良く捕捉され、詳細写真が一般的に、20/20 重複以下のみで捕捉される。

【0088】

図 23 は、デュアル解像度ハイパーカメラシステム 352 のような、航空カメラシステム 350 用の電力・制御システムの構成図を示す。カメラ 340 は、一連のアナログ・デジタル・コンバータ 308 (ADC) を介してコンピュータ 300 により制御される。

10

【0089】

コンピュータ 300 は、1 以上の全地球的航法衛星システム (GNSS) 受信機 304 を使用して、リアルタイムで測量航空機 230 の位置及び速度をモニタする。GNSS 受信機は、全地球測位システム (GPS)、グロナス (GLONASS)、ガリレオ (Galileo) 及び北斗 (Beidou) を含む、様々な宇宙ベースの衛星ナビゲーションシステムと互換性があってもよい。

【0090】

コンピュータ 300 は、記憶された飛行計画及び航空機のリアルタイムの位置及び速度に従って、ADC 308 を介してカメラ 340 に正確に時間を決められた撮影信号を提供し、カメラ露出をトリガする。カメラ 340 がオートフォーカス機構を組み込んでいれば、コンピュータ 300 もそのような各カメラにフォーカス信号を提供し、露出に先立ってオートフォーカスをトリガする。

20

【0091】

コンピュータ 300 は、同じ速度でカメラ 340 のシャッターを切ってもよい。あるいは、コンピュータ 300 は、詳細カメラとは異なる速度、すなわちより高い速度又はより低い速度のどちらかでデュアル解像度システムの概要カメラのシャッターを切ってもよく、それにより、連続する詳細写真間の重複とは無関係の、連続する概要写真間の異なる重複、すなわちより高い重複又はより低い重複のどちらかを実現する。コンピュータ 300 は、カメラのシャッターを同時に切ってもよいし、例えば、写真の異なるアライメントを縦に実現するため、又はピークの消費電力を減少させるため、撮影のタイミングをずらしてもよい。

30

【0092】

飛行計画によれば、観測を構成する各飛行ライン、及び必要な重複が連続するショット間で確実に維持されるために必要な各飛行ラインに沿った名目カメラ撮影速度が説明される。撮影速度は、航空機の下地の地形の標高に敏感である、すなわち、地形が高くなるほど、必要となる撮影速度も高くなる。撮影速度は、航空機の実際の対地速度に従ってコンピュータ 300 により調整され、風及び航空機のパイロットの操作に起因して、その名目速度とは異なってもよい。

40

【0093】

コンピュータ 300 は、また、飛行計画及びリアルタイム GNSS 位置を使用して、パイロットディスプレイ 302 を介して各飛行ラインに沿ってパイロットを誘導する。

【0094】

図 23 に示されるように、GNSS 受信機からの位置データは、慣性計測装置 306 (IMU) からの方位情報により任意に増加される。これにより、コンピュータ 300 は、パイロットがどのくらい綿密に飛行計画に沿っているか、パイロットに改善されたフィードバックを提供することができる。IMU 306 がない場合、GNSS 受信機は、コンピュータ 300 に直接接続される。

【0095】

50

コンピュータは、各ショットのGNSS位置（及び、IMU306がある場合は、任意にIMU方位）を記憶する。これは、正確なオルソモザイクを作り出すため、写真のその後の処理で使用される。

【0096】

IMU306により報告される方位に応答する、1以上のオプションの角運動補償（AMC）装置330は、飛行中の航空機の横揺れ、縦揺れ又は偏揺れにも拘わらず、長時間一定の指示方向を維持できるようにカメラの方位を修正する。これにより、連続するショット間及び隣接する飛行ライン間の重複を最小化できる一方、捕捉された写真が隙間ないモザイク写真を作成するために使用できるようになる。

【0097】

AMC330は、カメラ340が搭載された、2つ又は3つの回転軸（すなわち、横揺れ及びピッチ、又は横揺れ、ピッチ及び偏揺れ）を持つプラットフォームで構成されてもよい。市販のAMCプラットフォームは、ライカ・ジオシステムズのPAVシリーズを含む。

【0098】

代わりに、AMC330は、各カメラ（又はカメラ群）の光路に1以上のビームステアリング機構を備えてもよく、それにより、カメラの指示方向はビームステアリングにより修正される。

【0099】

角運動補償は、飛行高度が増加する、及び/又は地面サンプリング距離（GSD）が減少するにつれて、次第に重要になる。

【0100】

航空機の前進運動に起因するモーションブラーは、航空機の数にカメラの露出時間を乗じたものに相当する。一旦モーションブラーがGSDのかなりの割合になる（又はGSDを超える）と、前進運動補償（FMC）機構が提供され、モーションブラーの減少又は排除に役立つようになる。FMCは、（画像センサ、又は中間ミラー、又はカメラ自体を移動させることにより）カメラの光軸を平行移動又は回転させることを含む、又は画像センサの画素の隣接するラインの時間遅延積分（TDI）による、さまざまな方法で提供され得る。FMCは、AMC装置を介して提供することができる。

【0101】

各カメラ340は、そのショットをローカルに、例えば、着脱自在なフラッシュメモリに保管してもよい。これにより、カメラシステムにおける集中記憶装置、及びカメラと集中記憶装置間の広帯域データ通信チャンネルが不要になる。代わりに、カメラシステムは、集中記憶装置（図示略）を組み込んでもよい。

【0102】

各ショットのGNSS位置は、各カメラ340に送られてもよく、それにより、カメラはそのGNSS位置を有する各写真をタグ付けできる。

【0103】

カメラ340は、バッテリー装置320により充電される。バッテリー装置320は、全ての連結要素に必要な電圧よりも多い電圧、例えば24V～28Vを提供し、各連結要素の電圧要求は、DC-DCコンバータ326を介して提供される。例えば、Nikon D800カメラは、10V未満を必要とする。追加のDC-DCコンバータ326は、また、適切な電圧を提供し、コンピュータ300、パイロットディスプレイ302、GNSS受信機304、IMU306、及びAMC330を充電する。明確にするために、これらの電力接続は図23では省略される。

【0104】

バッテリー装置320は、2つの12V又は14Vバッテリー、もしくは単一の24V又は28Vバッテリーを含む。バッテリー装置320は、適切な補助電源322と共に、航空機からトリクル充電されることが可能な充電回路を含み、それにより、何時でも充電されたままであることができる。バッテリー装置320は、また、地上動力装置324（GPU）か

10

20

30

40

50

ら地上で充電されてもよい。

【0105】

A D C 3 0 8 及び D C - D C コンバータ 3 2 6 は、カメラ制御装置 3 1 0 (C C U) に収容されてもよい。カメラ制御装置 3 1 0 (C C U) は、さらに、コンピュータ 3 0 0 による A D C の制御を可能にする U S B インタフェースを含んでもよい。

【0106】

カメラ 3 4 0 に電力を供給する D C - D C コンバータ 3 2 6 は、C C U 3 1 0 内に、又は分電箱 1 5 0 内のカメラの近くに配置されてもよい。

【0107】

カメラシステム 3 5 0 により捕捉された写真は、途切れなく縫い合わせられてオルソモザイクにするためのものであり、図 2 4 は、1 以上の詳細カメラ 3 4 0 により捕捉された詳細写真 4 0 0 から効率よくオルソモザイクを作成するためのプロセスフローを示す。

10

【0108】

カメラシステム 3 5 0 がデュアル解像度 (又は多重解像度) カメラシステム 3 5 2 であれば、図 2 5 に示されるように、プロセスフローは、また、1 以上の概要カメラ 3 4 0 からの概要写真 4 0 2 を使用する。

【0109】

処理は、4 つの主要ステップで構成される。(1) 地物は、写真 4 0 0 (及び、任意に 4 0 2) のそれぞれで自動的に認識され、写真間で一致させられる (ステップ 4 1 0) 。バンドル調整が使用され、各写真に関連付けられているカメラ姿勢 (3 次元の位置及び方位) 及びカメラ校正 (焦点距離及び偏位など) と同様に、各地物の現実の 3 次元位置の初期推定を繰り返して微調整する (ステップ 4 1 2) 。各詳細写真 4 0 0 は、そのカメラ姿勢及び地形標高データに従ってオルソ修正される (ステップ 4 1 4) 。そして、オルソ修正された写真 (オルソフォト) は混合され、最終的なオルソモザイク 4 0 4 を形成する (ステップ 4 1 6) 。

20

【0110】

単一解像度システムにおいては、オルソモザイク 4 0 4 の精度は、従来の詳細写真 4 0 0 間の高い重複から導き出し、オルソモザイク 4 0 4 の詳細も詳細写真 4 0 0 から導き出す。

【0111】

デュアル解像度システムにおいては、オルソモザイク 4 0 4 の詳細はより高い解像度の詳細写真 4 0 0 から導き出す一方、オルソモザイク 4 0 4 の精度は、より低い解像度の概要写真 4 0 2 間の高い重複から導き出す。

30

【0112】

オルソモザイクは、一般的に、任意のズームレベルに高速アクセスするために異なる (バイナリー) ズームレベルがその中に予め計算されている画像ピラミッドとして記憶される。ピラミッド内のより低いズームレベルは、低域フィルタリング及びサブサンプリングにより、より高いズームレベルから生成され、よって、ピラミッド全体が詳細解像度のオルソモザイクから生成されてもよい。代替手段として、より低いズームレベルは、概要写真 4 0 2 から作成されたオルソモザイクから生成されてもよく、その場合、概要写真 4 0 2 は、また、詳細写真 4 0 0 に関して上述したように、オルソ修正され、混合される。

40

【0113】

各写真のカメラ姿勢の初期推定は、続いてバンドル調整処理により微調整され (ステップ 4 1 2) 、可能な場合は、その I M U 由来の方位と同様に、各写真の G N S S 位置から導かれる。

【0114】

詳細写真 4 0 0 のオルソ修正 (ステップ 4 1 4) に使用された地形データは、バンドル調整 (ステップ 4 1 2) から得られた 3 D 地物位置に基づいてもよいし、(L i D A R 航空測量から等) 他の所から供給された地形データであってもよい。

【0115】

50

自動的に認識された地物は、手動で識別された地上ポイントで増加されてもよく、地上ポイントの各々は、正確に観測された現実の位置（及び、その後、地上制御ポイントと呼ばれる位置）を有してもよい。

【 0 1 1 6 】

本発明は、多数の好適な実施形態を参照して説明されている。本発明の多数の代替実施形態が存在すること、及び本発明の適用範囲は添付の請求項により制限されるのみであることは、当技術分野における通常の技術者であれば理解するであろう。

【 0 1 1 7 】

本明細書及び続く請求項を通して、文脈上他の意味に解すべき場合を除き、「備える（comprise）」という言葉、および「含む（comprises）」又は「含み（comprising）」の
10
ようなバリエーションは、述べられたもの（Integer）又はステップもしくはもの
又はステップのグループを含み、他のもの又はステップもしくはもの又はステップのグル
ープの排除でないことを意図していることは理解されるであろう。

【 0 1 1 8 】

本明細書における任意の事前の公表（又はそこから導かれた情報）、又は任意の既知の
事柄への参照は、事前の公表（又はそこから導かれた情報）又は既知の事柄が本明細書に
関わる努力傾注分野における共通の一般知識の一部を形成するという提言の承認、又は解、
又は何らかの形式であるのではなく、そのように捉えられるべきでもない。

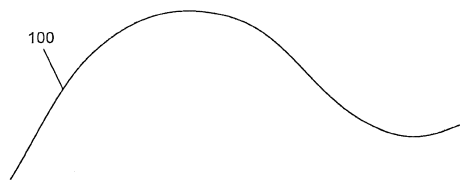
【 符号の説明 】

【 0 1 1 9 】

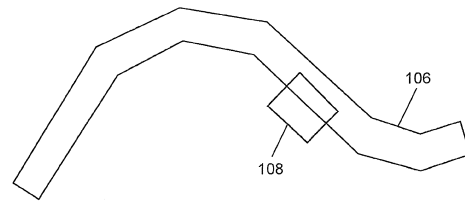
1 0 0	コリドー経路	
1 0 2	ポリライン近似コリドー経路	
1 0 4	ポリライン頂点	
1 0 6	多角形近似コリドー形状	
1 0 8	対象の交差エリア	
1 1 0	対象のエリアベースのエリア	
1 1 2	飛行ライン	
1 1 4	連続する飛行ライン間のターンアラウンド	
1 2 0	測量経路区分	
1 2 2	測量経路区分帯	30
1 2 4	対象の交差エリア用のより広い測量経路区分帯	
1 2 6	連続する飛行ライン区分間の周回	
1 2 8	飛行ライン区分	
1 3 0	一次飛行ライン区分	
1 3 2	二次飛行ライン区分	
1 3 4	連続する飛行ライン区分間のなだらかな旋回	
1 3 6	集合帯	
1 4 0	垂直撮像視野	
1 4 2	斜め撮像視野	
1 5 0	地面	40
1 5 2	地面のコリドー中心線	
1 5 4	曲線飛行経路	
1 5 6	バンク角	
1 5 8	バンクオフセット	
1 6 0	詳細視野	
1 6 4	縦の詳細視野	
1 7 0	概要視野	
1 7 2	横の概要視野	
1 7 4	縦の概要視野	
1 8 0	集合詳細視野	50

1 8 2	横の集合詳細視野	
2 1 2	航空機の床のカメラ穴	
2 2 0	飛行方向	
2 3 0	航空測量航空機	
3 0 0	コンピュータ	
3 0 2	パイロットディスプレイ	
3 0 4	慣性計測装置 (I M U)	
3 0 6	全地球的航法衛星システム (G N S S) 受信機	
3 0 8	アナログ・デジタル・コンバータ (A D C)	
3 1 0	カメラ制御装置 (C C U)	10
3 2 0	バッテリー装置	
3 2 2	航空機補助電源	
3 2 4	地上動力装置 (G P U)	
3 2 6	D C - D C コンバータ	
3 3 0	角運動補償 (A M C) 装置	
3 4 0	カメラ	
3 5 0	航空カメラシステム	
3 5 2	デュアル解像度航空カメラシステム	
4 0 0	詳細写真	
4 0 2	概要写真	20
4 0 4	オルソモザイク	
4 1 0	地物一致ステップ	
4 1 2	姿勢・位置求解ステップ	
4 1 4	写真オルソ修正ステップ	
4 1 6	オルソフォト混合ステップ	

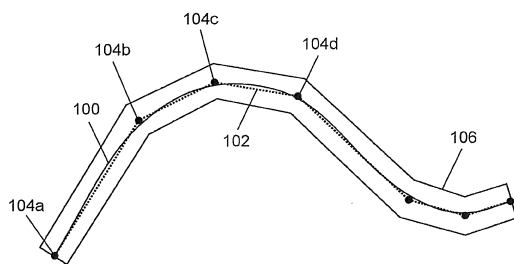
【図1】



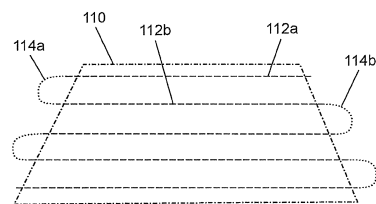
【図3】



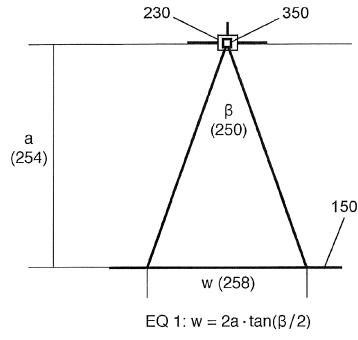
【図2】



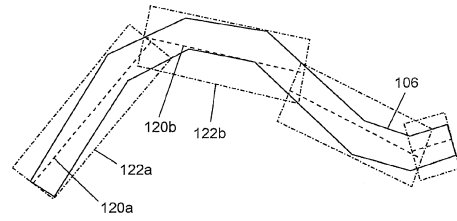
【図4】



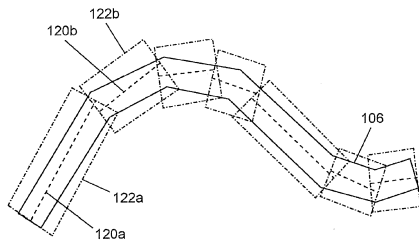
【 図 5 】



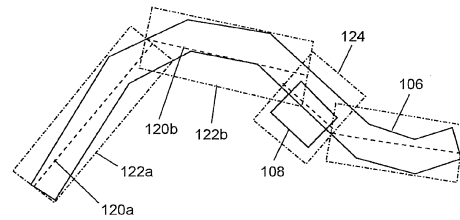
【 図 7 】



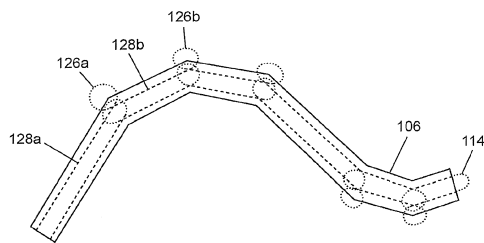
【 図 6 】



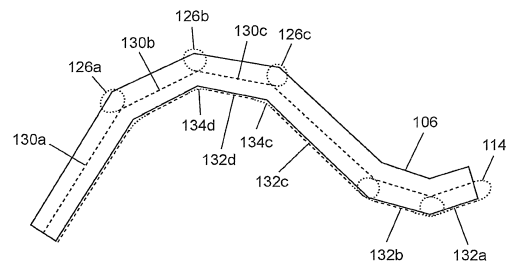
【 図 8 】



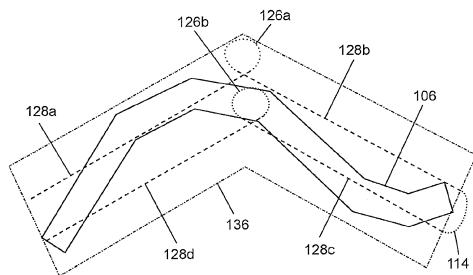
【 図 9 】



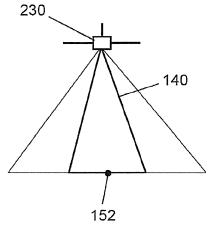
【 図 1 1 】



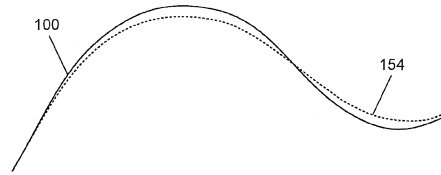
【 図 1 0 】



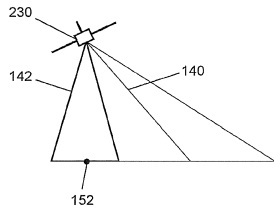
【 図 1 2 】



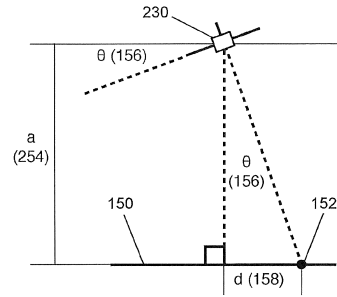
【 図 1 5 】



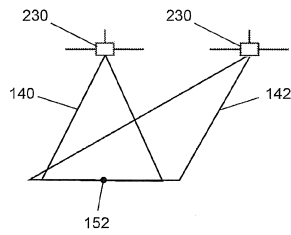
【 図 1 3 】



【 図 1 6 】

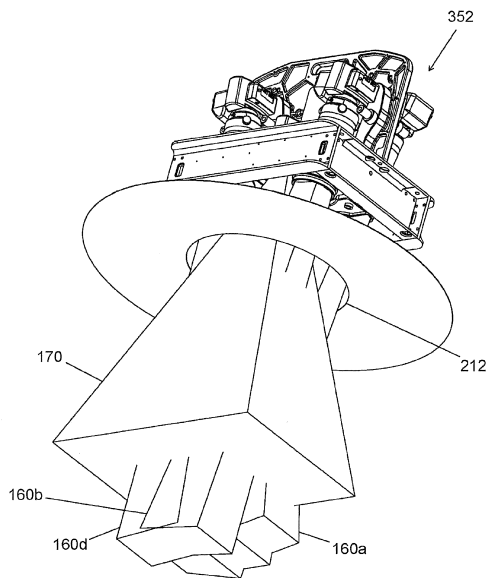


【 図 1 4 】

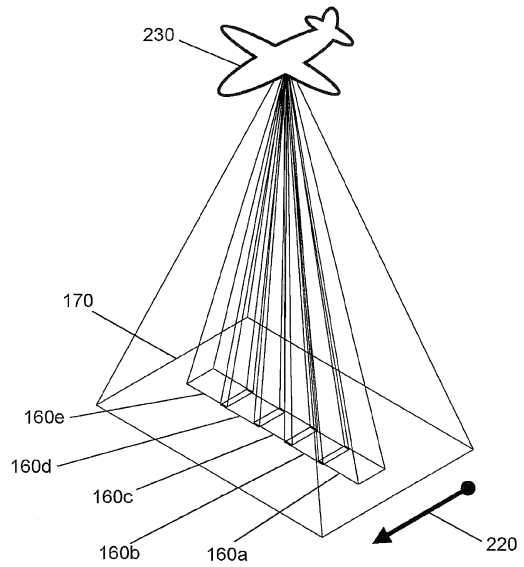


EQ 2: $\tan(\theta) = v^2/rg$
 EQ 3: $d/a = \tan(\theta)$
 EQ 4: $d = av^2/rg$

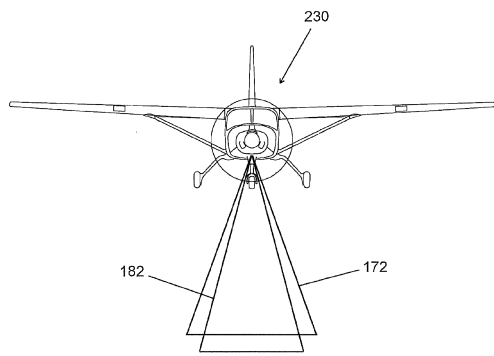
【 図 1 7 】



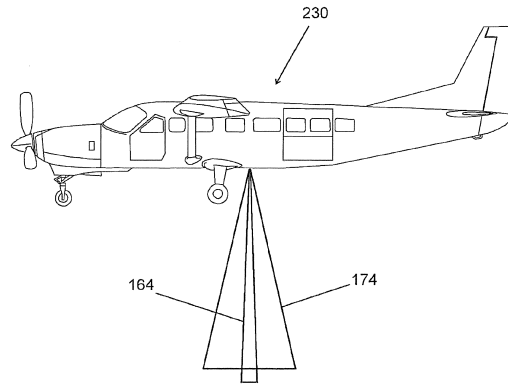
【 図 1 8 】



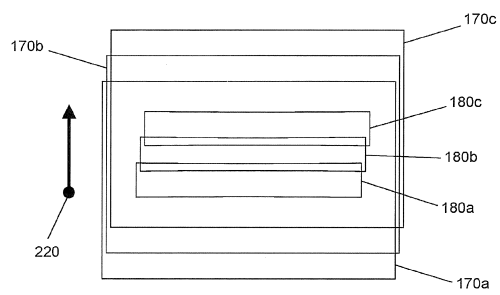
【図19】



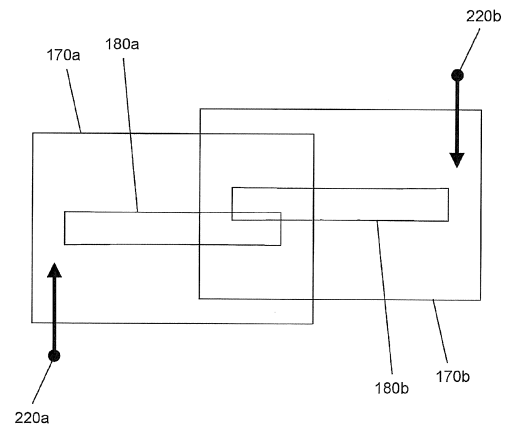
【図20】



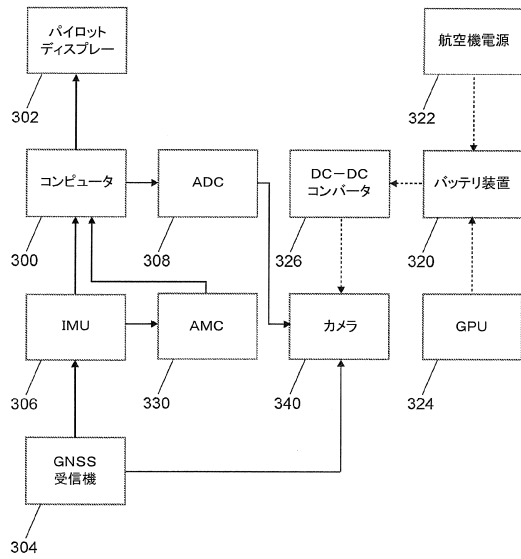
【図21】



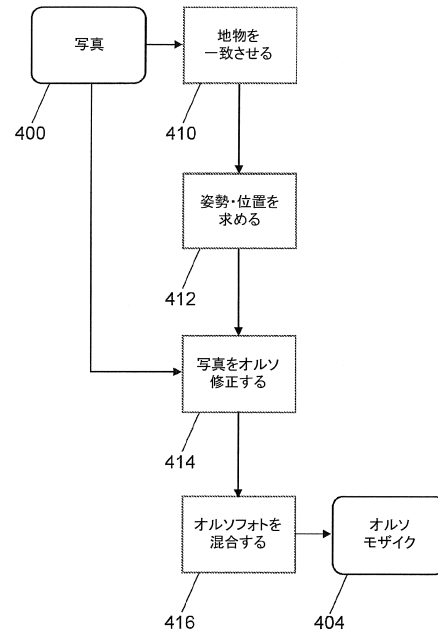
【図22】



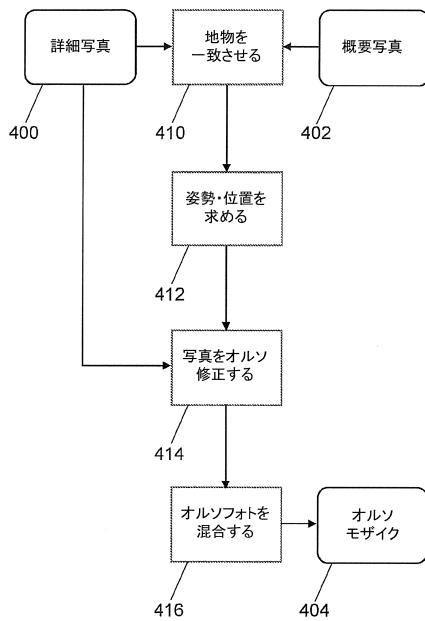
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 T 7/00 (2017.01) G 0 6 T 7/00 6 4 0

(72)発明者 ラッセル アラン ロジャース
オーストラリア国 6 1 4 9 ウェスタンオーストラリア ブルクリーク パスロード 5 2

(72)発明者 ポール ラブスタン
オーストラリア国 2 0 4 6 ニューサウスウェールズ ロッドポイント デュークアベニュー
1 3

審査官 志水 裕司

(56)参考文献 特表2013-505457(JP,A)
特開2006-027331(JP,A)
特開2008-186145(JP,A)
特表2011-523033(JP,A)
特開2014-006148(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 6 4 C 1 3 / 1 8
B 6 4 D 4 7 / 0 8
G 0 1 C 1 1 / 0 0
G 0 6 T 1 / 0 0
G 0 6 T 3 / 0 0
G 0 6 T 7 / 0 0