

(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2017-103751  
(P2017-103751A)

(43) 公開日 平成29年6月8日(2017.6.8)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
HO4N	5/232	(2006.01)	HO4N	5/232	Z	2H020		
GO3B	37/00	(2006.01)	GO3B	37/00	C	2H059		
GO3B	17/00	(2006.01)	GO3B	17/00	M	5C122		
B64C	39/02	(2006.01)	B64C	39/02				
B64D	47/08	(2006.01)	B64D	47/08				

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L 外国語出願 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-175147 (P2016-175147)  
 (22) 出願日 平成28年9月8日 (2016.9.8)  
 (31) 優先権主張番号 1558420  
 (32) 優先日 平成27年9月10日 (2015.9.10)  
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

(71) 出願人 516096357  
 パロット ドローンズ  
 フランス共和国 75010 パリ, カイ  
 デ ジェマップ 174-178  
 (74) 代理人 230104019  
 弁護士 大野 聖二  
 (74) 代理人 100174137  
 弁理士 酒谷 誠一  
 (74) 代理人 100184181  
 弁理士 野本 裕史  
 (72) 発明者 アクセル バリー  
 フランス共和国 75019 パリ, アヴ  
 エニユ シモン ポリヴァル, 50

最終頁に続く

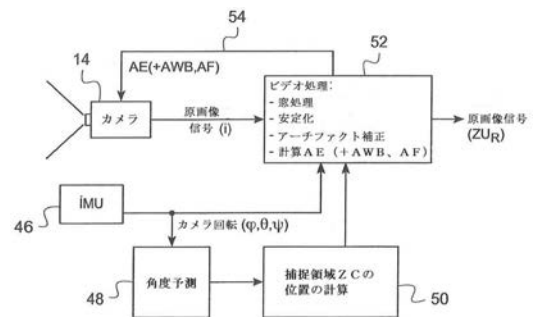
(54) 【発明の名称】 姿勢に依存しない制御パラメータ、特に自動露出制御を伴う前方視カメラを含むドローン

(57) 【要約】

【課題】 ドローンの特定の移動中に現れる特定の欠陥を排除することを目的とする。

【解決手段】 ドローンは、カメラ (14) と、ドローン角度を測定する慣性ユニット (46) と、慣性ユニットにより測定される角度変化の方向とは反対の方向で動的に変位される減少されたサイズの可動捕捉領域の画像データを配信する抽出モジュール (52) とを備える。補償手段 (52) が、現在のドローン姿勢データを入力として受けるとともに、捕捉領域内に含まれる画像データに応じて計算される、自動露出、ホワイトバランス、又は、自動焦点合わせなどの撮像パラメータの現在の値 (54) に動的に作用する。

【選択図】 図5



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ドローン(10)であって、  
 前記ドローン本体に結合したカメラ(14)であって、  
 前記ドローン本体に対して固定の方向を向く魚眼タイプの半球状視野レンズ、及び、  
 前記レンズにより形成される画像(I)を収集して原画像データを配信するデジタル  
 センサ、を備えるカメラ(14)と、  
 絶対地球座標系に対する前記ドローンの瞬間の姿勢を特徴付けるオイラー角(、  
 )を測定するようになっており、且つ現在のドローン姿勢データを出力として配信する  
 慣性ユニット(16)と、  
 前記センサの範囲にわたって形成される前記画像(I)内で、低減したサイズの捕捉領  
 域(ZC)の位置を規定するようになっている抽出手段(52)と、  
 現在のドローン姿勢データを入力として受け、且つ前記慣性ユニットにより測定される  
 角度の値の変化の方向とは反対の方向に前記画像(I)中の前記捕捉領域(ZC)の位置  
 及び方向を動的に変更するようになっている制御手段(48, 50, 52)と、  
 前記捕捉領域(ZC)から抽出されるユーザ領域(ZU<sub>B</sub>)の画像データを入力として  
 受け、且つ前記魚眼レンズによりもたらされる幾何学的歪みが補償される、対応する直線  
 化された画像データ(ZU<sub>R</sub>)を出力として配信する再投影手段(52)と、

を備え、

前記カメラ(14)は、

自動露出、ホワイトバランス、及び、自動焦点合わせのうちの少なくとも1つの撮像  
 パラメータの動的制御のための手段を更に含み、

当該ドローンは、

少なくとも1つの低減した解像度のサムネイルを前記捕捉領域(ZC)内で規定すると  
 ともに、前記サムネイル中に含まれる画像データに応じて前記撮像パラメータの現在の値  
 を配信(54)するようになっている解析手段と、

補償手段(52)であって、そのような手段は、前記慣性ユニットにより配信される現  
 在のドローン姿勢データを入力として受け、且つ前記ドローンの姿勢の瞬間の変化から実  
 質的に独立した値に前記撮像パラメータを維持するために、前記解析手段により配信され  
 る前記撮像パラメータの前記値の、前記ドローンの姿勢の瞬間の変化により引き起こされ  
 易い変化とは反対の方向に、これらの現在の姿勢データに応じて、前記解析手段と動的に  
 相互作用するようになっている補償手段(52)と、

を更に備えることを特徴とするドローン(10)。

## 【請求項 2】

前記解析手段は、前記捕捉領域(ZC)からくる前記サムネイル中に含まれる前記画像  
 データから、前記センサ上に前記レンズにより形成された画像の領域の外側(X)に位置  
 する前記原画像データを更に排除するようになっている、請求項1に記載のドローン。

## 【請求項 3】

前記補償手段は、前記抽出手段により配信される、前記捕捉領域(ZC)からくる前記  
 サムネイル中に含まれる画像データを入力(104)として受ける請求項1に記載のドロー  
 ン。

## 【請求項 4】

前記解析手段は、前記捕捉領域(ZC)にわたって分布する複数の関心領域ROI(R  
 OI<sub>1</sub>...ROI<sub>7</sub>)をそれぞれのROIごとに対応するサムネイルで各画像中において  
 動的に規定するとともに、それぞれの対応するサムネイルごとに前記撮像パラメータの現  
 在の値を配信するようになっている手段を備え、

前記補償手段は、現在のドローン姿勢データに応じて前記捕捉領域内のROIのサイズ  
 及び/又は位置の変更によって前記解析手段と動的に相互作用するようになっている手段  
 を備える、

請求項3に記載のドローン。

10

20

30

40

50

## 【請求項 5】

前記補償手段は、前記捕捉領域（ $ZC$ ）中に含まれる現在のユーザ領域（ $ZU_B$ ）の外側に位置するROIの規定をROIの規定から予め排除するようになっている手段を備える請求項4に記載のドローン。

## 【請求項 6】

前記補償手段は、前記捕捉領域の内側で規定される現在のユーザ領域（ $ZU_B$ ）とROIとのだいたい大きな度合いの重なり合いの関数である固有の重み値を各ROIに割り当てる（106）ようになっている手段を備え、この値は、現在のユーザ領域内に完全に含まれるROIに関しては最大であり、現在のユーザ領域の内側及び外側の両方に延在する重なり合うROIに関してはより低い、請求項5に記載のドローン。

10

## 【請求項 7】

前記補償手段は、ROIのだいたい大きな表面の関数である固有の重み値を各ROIに割り当てるようになっている手段を備える請求項5に記載のドローン。

## 【請求項 8】

前記解析手段は、前記捕捉領域（ $ZC$ ）にわたって均一な所定の態様で分布する関心領域ROI（ $ROI(i, j)$ ）のグリッド（ $GR$ ）をそれぞれのROIごとに対応するサムネイルで各画像中において規定し、且つそれぞれの対応するサムネイルごとに前記撮像パラメータの現在の値を配信するようになっている手段を備え、

前記補償手段は、前記捕捉領域（ $ZC$ ）の内側で規定される現在のユーザ領域（ $ZU_B$ ）とROIとの重なり合いの度合いの関数である固有の重み値を各ROIに割り当てる（106）ことによって前記解析手段と動的に相互作用するようになっている手段を備え、この値は、現在のユーザ領域内に含まれるROIに関しては最大であり、現在のユーザ領域の外側のROIに関しては最小であり、現在のユーザ領域の内側及び外側の両方に延在する重なり合うROIに関しては中間である、

20

請求項3に記載のドローン。

## 【請求項 9】

前記補償手段は、前記再投影手段によって配信される前記魚眼レンズによりもたらされる幾何学的歪みが補償された直線化された画像データ（ $ZU_R$ ）を入力（206）として受ける請求項1に記載のドローン。

## 【請求項 10】

前記解析手段は、直線化された画像（ $ZU_R$ ）にわたって分布する複数の関心領域ROIをそれぞれのROIごとに対応するサムネイルで各画像中において動的に規定するとともに、それぞれの対応するサムネイルごとに前記撮像パラメータの現在の値を配信するようになっている手段を備え、

30

前記補償手段は、現在のドローン姿勢データに応じた前記直線化された画像（ $ZU_R$ ）内のROIのサイズ及び/又は位置の変更によって前記解析手段と動的に相互作用するようになっている手段を備える、

請求項9に記載のドローン。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本発明は、以下において「ドローン」と呼ばれる遠隔操縦移動装置、特に飛行ドローン又はUAV（無人航空機）などの電動飛行車両に搭載されるカメラによって捕えられたデジタル画像の処理に関する。

## 【0002】

しかしながら、本発明は、飛行装置によって収集される画像に限定されず、本発明は、遠隔操作者の制御下で地上を移動する転動装置又は水域上を移動する浮動装置にも適用され、用語「ドローン」は、その最も一般的な意味で理解されなければならない。

本発明は、好適には、クアドリコプタなどの回転翼ドローンのフロントカメラにより収集される画像に適用される。

50

## 【背景技術】

## 【0003】

フランスのパリにある Parrot SA の AR . Drone 2 . 0 又は Bebob Drone がそのようなクアドリコプタの典型的な例である。これらのドローンには、一連のセンサ（加速度計、3軸ジャイロメータ、高度計）と、ドローンが向かうシーンの画像を捕えるフロントカメラと、上空を飛行した地上の画像を捕える垂直視カメラとが設けられる。そのようなドローンには、ドローンを所定の姿勢及び速度で操縦するべく差別化された態様で制御され得るそれぞれのモータにより駆動される複数のロータが設けられる。そのようなドローンの様々な態様は、特に、国際公開第2010/061099号パンフレット、欧州特許出願公開第2364757号明細書、欧州特許出願公開第2613213号明細書、又は、欧州特許出願公開第2613214号明細書（Parrot SA）に記載される。

10

## 【0004】

2014年10月6日付けからインターネットで公開された「The New Parrot Bebob Drone: Built for Stabilized Aerial Video」と題される Timothy McDougal の論文（XP055233862）は、特に、画像安定化・制御システムと関連付けられる魚眼レンズを備えるドローンである前述の Bebob Drone 装置について記載する。

## 【0005】

フロントビデオカメラは、ドローンの「没入モード」操縦、すなわち、ユーザがあたかも自分自身でドローンに乗っているかのような同じ態様でカメラの画像を使用する操縦のために使用され得る。また、フロントビデオカメラは、ドローンが向かうシーンの一連の画像を捕える役目を果たしてもよい。そのため、ユーザは、カメラ又はカムコーダーと同じ態様でドローンを使用でき、このカメラ又はカムコーダーは、手で保持されるのではなく、ドローンによって支持される。取得される画像は、記録された後にブロードキャストされ、オンラインでビデオシーケンスホスティングウェブサイトに入れ、他のインターネットユーザへ送られ、ソーシャルネットワーク等で共有され得る。

20

## 【0006】

これらの画像が記録されて通信されるようになっている場合には、これらの画像に想定し得る欠陥、特にドローンの挙動により引き起こされる欠陥が殆どないようにすることが望ましい。すなわち、確かに、ドローンの前方、後方、又は、脇への任意の直線変位は、ドローンの傾動を伴い、そのため、実際にはユーザに対して表示される最終画像中に様々な時機を失したアーチファクトをもたらすカメラにより取得される画像のずれ、回転、振動...といった望ましくない対応をする影響を伴う。

30

## 【0007】

これらの欠陥は、「没入操縦」形態において許容できる場合がある。その一方で、記録されてその後レンダリングされるシーケンスを捕えるために事態がドローンを移動ビデオカメラとして使用できるようになっている場合には、これらの欠陥が極めて厄介であり、そのため、これらの欠陥を最小限まで減らすことが望ましい。

## 【0008】

前述の Bebob Drone の場合、後者は、約180°の視野をカバーする魚眼タイプの半球状視野レンズを備えるカメラを実装するが、その捕えられる視野の一部分だけが使用され、この部分は、従来カメラにより捕えられる角度セクターにほぼ対応する。

40

## 【0009】

その目的のため、センサの表面で形成される半球状画像全体の中で特定の窓（以下、「捕捉領域」）が選択される。この窓は、回転移動及び並進移動することができるとともに、慣性ユニットにより決定されるドローンの動きに応じてこれらの動きに対して反対方向に恒久的に変位される。無論、魚眼レンズにより取得される画像は、従来カメラと同じ振動動作及び回転動作を受けるが、画像領域の変位は、これらの移動を補償し、したがってドローン移動に対して安定させられる画像を生み出すために、フィードバック制御され

50

る。

【0010】

捕捉領域の画像、より正確には、捕捉領域の画像の有用部分（以下、「有用領域」）は、その後、魚眼レンズによりもたらされる幾何学的歪みを補償するための再投影プロセス、すなわち、レンズにより曲げられた直線の直線化された画像の中心と外周との間の均一な拡大の再設定などに晒される。得られた最終画像（「直線化された有用領域」）は、その後、スクリーン上に表示されるべくユーザへ送信され、記録されるなどする。

【0011】

したがって、特定領域（捕捉領域）の捕えられたシーン全体からの抽出によって「仮想カメラ」が規定され、特定領域は、さもなければユーザに対して表示される最終画像中で観察される振動を消滅させ、その後、画像直線化プロセスの適用によって幾何学的な歪みも他の歪みも伴わないシーンの表示を得るために、初期の画像において、ドローンの移動と反対の方向に動的に回転変位及び並進変位される。

10

【0012】

この技術は、2015年10月21日に公開された欧州特許出願公開第2933775号明細書（Parrot）に記載される。

【0013】

また、同等の技術が、2007年12月15日 - 18日に行われたロボット工学及びバイオメトリクスに関する2007 IEEE国際会議の議事録におけるMiyauchi Rらの論文「Development of Omni-Directional Image Stabilization System Using Camera Posture Information」の920 - 925頁にも記載され、この論文は、「魚眼」タイプの半球状視野レンズ、すなわち、約180°の視野をカバーする半球状視野レンズを備えるカメラにより捕えられる画像に対してそのようなEIS（Electronic Image Stabilization）技術を適用することを提案する。生の画像は、取得されて、（魚眼歪みを補償するために）直線化プロセスに晒された後、カメラを支持するロボットの移動に応じて動的な窓処理のプロセスに晒される。補償は、センサが安定化画像に対応する副部分のみを送信することに対して補償がなされるように移動と反対の方向での取得領域への捕捉領域の並進によって行われる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0014】

【特許文献1】国際公開第2010/061099号パンフレット

【特許文献2】欧州特許出願公開第2364757号明細書

【特許文献3】欧州特許出願公開第2613213号明細書

【特許文献4】欧州特許出願公開第2613214号明細書

【特許文献5】欧州特許出願公開第2933775号明細書

【非特許文献】

【0015】

【非特許文献1】「The New Parrot Bebop Drone: Built for Stabilized Aerial Video」と題されるTimothy McDougalの論文（XP055233862）

40

【非特許文献2】Miyauchi Rらの論文「Development of Omni-Directional Image Stabilization System Using Camera Posture Information」の920 - 925頁

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

本発明は、ドローンの特定の移動中に現れる特定の欠陥を排除することを目的とする。

【0017】

この欠陥は、カメラの特定数の動作パラメータ、すなわち、自動露出（AE、画像の異なるポイントの輝度の解析に基づく）のアルゴリズム、自動ホワイトバランス（AWB、画像の異なるポイントの比色分析に基づく）のアルゴリズム、又は、自動焦点合わせ（A

50

F、画像の異なるポイントのコントラストの解析に基づく)のアルゴリズムなどの画像解析アルゴリズムにより自動的に調整されるパラメータの動的な制御に関連する。

【0018】

A Eアルゴリズム及びA W Bアルゴリズムの例は米国特許出願公開第2015/0222816号明細書において見出され、また、A Fアルゴリズムの例は米国特許出願公開第2013/0021520号明細書において見出され得る。

【0019】

以下の説明では、典型的な特定のケースとして、露出の自動制御が挙げられるが、本発明は、このパラメータの制御に限定されず、また、理解されるように、ホワイトバランス及び焦点合わせなど、画像の解析に基づいて他のパラメータの自動制御に適用されてもよい。

10

【0020】

自動露出(A E)アルゴリズムの原理は、センサに関して、同じ目標輝度をもって任意のシーンを捕えることができるようにする組{露出時間、ゲイン}を選択することである。この選択は、サブサンプリング又はデシメーションにより得られる以下で「サムネイル」と呼ばれる画像の低解像度バージョン(例えば64×48ピクセル)の解析に基づいて行われ、それにより、輝度ヒストグラム及び場合により他のパラメータが抽出され、そのような異なる開始データは、以下、画像の「統計量」という一般的な用語により参照される。

【0021】

センサにより収集される画像全体から抽出される捕捉領域の前述のケースにおいて、これは、自動露出の制御のパラメータを計算するのに役立つ統計量をもたらす捕捉領域のコンテンツである。

20

【0022】

しかし、先に説明されたように、この捕捉領域は、ユーザに対して表示される最終有用領域よりも大きく、それにより、自動露出アルゴリズムは、ユーザが見えないシーンの要素、すなわち、捕捉領域の内側に位置するが有用領域の外側に位置する要素に基づいて決定を行うことができる。

【0023】

ここで、正確に露出されることが望ましいシーンは、ユーザによって見えるシーン(有用領域)であり、それとは異なる捕捉領域ではない。

30

【0024】

空の部分と地面の部分とを備える画像の例では、空と地面との間の割合が、カメラの傾きにしがたがって、そのため、ドローンの姿勢にしがたがって変化する。そのようにしてドローンがホバリング飛行姿勢から下方へ傾けられた姿勢(この傾きは前方直線変位をもたらす)へと移行する場合、地面へ向けて傾けられるカメラは(それがドローン本体に連結されるため)かなり高い割合の地面を捕える。地面が更に暗くなるにつれて、自動露出アルゴリズムの制御は、この輝度変化を露出時間及び/又はゲインの増大によって補償するようになる。

【0025】

しかしながら、初期画像における捕捉領域の変位とそこから有用領域を抽出するように行われる再投影とに起因して、ユーザは常に同じシーンを見る。しかし、このシーンは、自動露出の補正作用に起因して一時的に過度に露出され、露出過度は、ドローンがその初期姿勢へ戻るときに消失し、そうでなければ、ユーザにより見える画像の輪郭が変化する。

40

【課題を解決するための手段】

【0026】

本発明が解決しようとするのがそのような問題である。

その目的のため、本発明は、特にM i y a u c h iらの前述した論文からそれ自体知られる態様で、

50

- ドローン本体に結合したカメラ(14)であって、ドローン本体に対して固定の方向を向く魚眼タイプの半球状視野レンズ、及び、レンズにより形成される画像を収集して原画像データを配信するデジタルセンサを備えるカメラと、

- 絶対地球座標系に対するドローンの瞬間の姿勢を特徴付けるオイラー角を測定するようになっており、且つ現在のドローン姿勢データを出力として配信する慣性ユニットと、

- センサの範囲にわたって形成される前記画像内で、低減したサイズの捕捉領域の位置を規定するようになっており抽出手段と、

- 現在のドローン姿勢データを入力として受け、且つ慣性ユニットにより測定される角度の値の変化の方向とは反対の方向に前記画像中の捕捉領域の位置及び方向を動的に変更するようになっており制御手段と、

- 捕捉領域から抽出されるユーザ領域の画像データを入力として受け、且つ魚眼レンズによりもたらされる幾何学的歪みが補償される、対応する直線化された画像データを出力として配信する再投影手段と、

を備えるドローンを提案する。

#### 【0027】

本発明の特徴として、カメラは、自動露出、ホワイトバランス、及び、自動焦点合わせのうちの少なくとも1つの撮像パラメータの動的制御のための手段を更に備え、ドローンは、

- 少なくとも1つの低減した解像度のサムネイルを捕捉領域内で規定するとともに、前記サムネイル中に含まれる画像データに応じて前記撮像パラメータの現在の値を配信するようになっており解析手段と、

- 補償手段であって、そのような手段は、慣性ユニットにより配信される現在のドローン姿勢データを入力として受け、且つ解析手段により配信される撮像パラメータの前記値の、ドローンの姿勢の瞬間の変化により引き起こされ易い変化とは反対の方向に、これらの現在の姿勢データに応じて、解析手段と動的に相互作用するようになっており、補償手段と、

を更に備える。

#### 【0028】

そのようにして、撮像パラメータは、ドローンの姿勢の瞬間の変化に実質的に依存しない値を維持する。

好適には、解析手段は、更に、捕捉領域からくるサムネイル中に含まれる前記画像データから、センサ上にレンズにより形成された画像の領域の外側に位置する原画像データを排除するようになっており。

#### 【0029】

第1の実施形態によれば、補償手段は、抽出手段により配信される、捕捉領域からくるサムネイル中に含まれる画像データを入力として受け、また、解析手段は、捕捉領域にわたって分布する複数の関心領域ROIをそれぞれのROIごとに対応するサムネイルで各画像中において動的に規定するとともに、それぞれの対応するサムネイルごとに前記撮像パラメータの現在の値を配信するようになっており手段を備える。このとき、補償手段は、現在のドローン姿勢データに応じた捕捉領域内のROIのサイズ及び/又は位置の変更によって解析手段と動的に相互作用するようになっており手段を備える。

#### 【0030】

好適には、補償手段は、捕捉領域中に含まれる現在のユーザ領域の外側に位置するROIの規定をROIの規定から予め排除するようになっており手段を備える。

#### 【0031】

補償手段は、捕捉領域の内側で規定される現在のユーザ領域とROIとのだいたい大きな度合いの重なり合いの関数である固有の重み値を各ROIに割り当てるようになっており手段を備え、この値は、現在のユーザ領域内に完全に含まれるROIに関しては最大であり、現在のユーザ領域の内側及び外側の両方に延在する重なり合うROIに関してはより低い。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 2 】

補償手段は、ROIの大きい大きな表面の関数である固有の重み値を各ROIに割り当てるようになっている手段を備えてもよい。

## 【 0 0 3 3 】

第2の実施形態によれば、補償手段は、抽出手段により配信される、捕捉領域からくるサムネイルに含まれる画像データを入力として受け、また、解析手段は、捕捉領域にわたって均一な所定の態様で分布する関心領域ROIのグリッドをそれぞれのROIごとに対応するサムネイルで規定し、且つそれぞれの対応するサムネイルごとに前記撮像パラメータの現在の値を配信するようになっている手段を備える。補償手段は、捕捉領域の内側で規定される現在のユーザ領域とROIとの重なり合いの度合いの関数である固有の重み値を各ROIに割り当てることによって解析手段と動的に相互作用するようになっている手段を備え、この値は、現在のユーザ領域内に含まれるROIに関しては最大であり、現在のユーザ領域の外側のROIに関しては最小であり、現在のユーザ領域の内側及び外側の両方に延在する重なり合うROIに関しては中間である。

10

## 【 0 0 3 4 】

第3の実施形態によれば、補償手段は、再投影手段によって配信される魚眼レンズによりもたらされる幾何学的歪みが補償された直線化された画像データを入力として受ける。

この場合、解析手段は、直線化された画像にわたって分布する複数の関心領域ROIをそれぞれのROIごとに対応するサムネイルで各画像中において動的に規定するとともに、それぞれの対応するサムネイルごとに前記撮像パラメータの現在の値を配信するようになっている手段を備える。このとき、補償手段は、現在のドローン姿勢データに応じた直線化された画像内のROIのサイズ及び/又は位置の変更によって解析手段と動的に相互作用するようになっている手段を備える。

20

## 【 0 0 3 5 】

ここで、図の全体にわたって同じ参照符号が同一の要素又は機能的に同様の要素を示す添付図面を参照して、本発明の実施の一例について説明する。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 3 6 】

【 図 1 】ドローン及びドローンの遠隔操縦を可能にする関連する遠隔制御装置を示す全体図である。

30

【 図 2 a 】例えば加速段階中のドローンの前傾により引き起こされるカメラの観察方向の変化を示す。

【 図 2 b 】例えば加速段階中のドローンの前傾により引き起こされるカメラの観察方向の変化を示す。

【 図 3 】直線化された画像をもたらしするためにドローンカメラのセンサで形成される画像に適用される歪みの補正及び窓処理の一連のステップを(a1) - (a3)において示し、また、カメラが地面へ向けて傾けられた状態でドローン姿勢が変更されるときに対応するステップを(b1) - (b3)において示す。

【 図 4 】図3の捕捉領域(a2)及び(b2)の解析によりそれぞれ得られる輝度ヒストグラムを(a)及び(b)において示す。

40

【 図 5 】本発明の実施に関与する様々なモジュールをブロック図として示す。

【 図 6 】本発明の第1及び第2の実施形態における本発明の実施の主要な一連のステップを説明するフロー図である。

【 図 7 】本発明の第1の実施形態に係る捕捉領域の解析領域をこの捕捉領域の内側で自動的に規定される関心領域に基づいて示す。

【 図 8 】本発明の第2の実施形態に係る捕捉領域の解析領域をこの捕捉領域内でのグリッドの形成に基づいて示す。

【 図 9 】本発明の第3の実施形態における本発明の実施の主要な一連のステップを説明するフロー図である。

【 発明を実施するための形態 】

50

## 【0037】

ここで、本発明の実施の例について説明する。

## 【0038】

図1において、参照符号10はドローンを全体的に示し、このドローンは、例えば、フランスのパリにあるParrot SAのモデルBebop Droneなどのクアドリコプタである。このドローンは4つの同一平面内ロータ12を含み、これらのロータのモータは、組み込まれたナビゲーション及び姿勢制御システムによって互いに独立に操縦される。ドローンには、ドローンが向かうシーンの画像を得ることができるようにする前方視カメラ14が設けられる。

## 【0039】

また、ドローンは下方を向く垂直視カメラ（図示せず）も含み、この垂直視カメラは、上空を飛行した陸地の一連の画像を捕えるようになっているとともに、特に、地面に対するドローンの速度を評価するために使用される。慣性センサ（加速度計及びジャイロメータ）がドローンの角速度及び姿勢角、すなわち、固定された地球座標系における水平面に対するドローンの傾きを表わすオイラー角（ピッチ、ロール、及びヨー）を特定の精度で測定できるようにする。ドローンの下側に配置される超音波テレメータが地面に対する高度の測定値を更に与える。

## 【0040】

ドローン10は、タッチスクリーン18を備える遠隔制御装置16によって操縦され、タッチスクリーン18は、ユーザの指20をタッチスクリーン18上に単に接触させるだけで操縦コマンドの起動を可能にする特定数の記号を重ね合わせ、搭載されるフロントカメラ14の画像を表示する。特にカメラ14により捕えられる画像の送信のためのドローン10から装置16への及び操縦コマンドの送信のための装置16からドローン10へのデータの双方向のやりとりのために、装置16には、ドローンとの例えばWi-Fi（IEEE 802.11）ローカルネットワークタイプの無線リンクのための手段が設けられる。

## 【0041】

また、遠隔制御装置16には傾斜センサも設けられ、該傾斜センサは、ロール軸及びピッチ軸周りの対応する傾斜を装置に与えることによってドローン姿勢を制御できるようにし、ここで、ドローン10の水平速度の2つの縦方向成分及び横方向成分が2つのそれぞれのピッチ軸及びロール軸周りの傾斜と密接に関連付けられることが理解されるべきである。ドローンの操縦は、

- a) ドローンを前方又は後方に移動させるためのピッチ軸22周りの回転、
  - b) ドローンを右又は左にずらすためのロール軸24周りの回転、
  - c) ドローンの主軸を右又は左に回動させるためのヨー軸26周りの回転、及び、
  - d) ドローンの高度をそれぞれ下げる又は上げるためのガス制御を変更することによる下向き又は上向きの並進、
- によってドローンを進めることにある。

## 【0042】

これらの操縦コマンドがユーザによって遠隔制御装置16から印加されると、ピッチ軸22及びロール軸24周りで回動するというコマンドa)及びb)は、装置16のその縦軸28及びその横軸30の周りの傾動によってそれぞれ得られる。すなわち、例えば、ドローンを前方に移動させるためには、軸28周りで遠隔制御装置を傾動させることにより遠隔制御装置16を前方に傾けるだけで済み、ドローンを右の脇に移動させるためには、遠隔制御装置を軸30周りで右に向かって傾動させることにより遠隔制御装置16を傾けるだけで済み、以下同様である。コマンドc)及びd)は、それら自体、タッチスクリーン18の対応する特定の領域に対するユーザの指20の接触によって適用される動作によりもたらされる。

## 【0043】

また、ドローンは、ホバリング飛行安定化の自動・自律システムも有し、このシステム

10

20

30

40

50

は、特に、ユーザが自分の指を装置のタッチスクリーンから離すと直ぐに、或いは、離陸段階の終了時に自動的に、或いは、装置とドローンとの間の無線リンクの中断の場合に、起動される。

【 0 0 4 4 】

図 2 a は、ドローンが上昇状態で静止しているときのドローンの姿勢を横から概略的に示す。

【 0 0 4 5 】

従来のタイプのフロントカメラ 1 4 によりカバーされる視野、例えば、 $54^\circ$  の視野をカバーし且つその視軸 が水平線を中心として位置付けられるカメラによってカバーされる視野が 3 6 で図式化される。

10

【 0 0 4 6 】

図 2 b に示されるように、ドローンが意図的にゼロ以外の水平速度で前方に移動する場合、ドローンの軸 2 6 は、垂線 V に対して角度 (ピッチ角) だけ前方に傾けられる。矢印 3 8 により図式化されるこの前方への傾斜は、水平線 H Z の平面に対するカメラの軸の矢印 4 0 により図式化される同じ値の傾斜を伴う。したがって、ドローンの進行、すなわち、ドローンの加速、減速等にわたって、軸 は、水平線 H Z の方向を中心に恒久的に振動し、それにより、恒久的な上下方向の振動動作が画像にもたらされることになることが理解される。

【 0 0 4 7 】

同様に、ドローンが右又は左の脇に移動する場合には、この移動がロール軸 2 4 周りの回転によって達成され、それにより、カメラにより捕えられるシーンの一方向又は他の方向の回転が画像にもたらされることになる。

20

【 0 0 4 8 】

これらの欠点を補償するため、前述した欧州特許出願公開第 2 9 3 3 7 7 5 号明細書 (2015 年 10 月 21 日公開) で説明されるように、図 2 a において 4 2 で図式化するように約  $180^\circ$  の視野をカバーする魚眼タイプの半球状視野レンズを有するカメラを設けることが提案されてきた。この魚眼レンズが設けられるカメラによって捕えられる画像は、勿論、従来のカメラと同じ振動動作及び回転動作に晒されるが、このカメラにより捕えられる視野の一部分のみが、従来のカメラにより捕えられる角度セクター 3 6 に対応する特定の窓を選択することによって使用され、その部分は、さもなければ画像中で観察される振動を消滅させるべく、慣性中心により決定されるドローンの移動とは反対の方向に半球状画像中で動的に変位される。

30

【 0 0 4 9 】

したがって、ドローンが垂線 V に対してピッチ角 だけ下方に急降下する (矢印 3 8 ) 図 2 b に示される場合には、捕捉窓が同じ値の角度だけ上方に変位され (矢印 4 4 )、そのため、画像領域に対応する視野をカバーする「仮想カメラ」のセクター 3 6 の中心軸が元の水平線 H Z へ向けて戻される。

【 0 0 5 0 】

ここで、図 3 を参照して、本発明の課題について説明する。

【 0 0 5 1 】

図 3 は、魚眼レンズが設けられるビデオカメラのセンサにより収集されるシーンの一例を (a 1) に示す。

40

【 0 0 5 2 】

図示のように、このシーンの画像 I は、センサの平坦な表面上で直線化される、魚眼レンズの半球状又は準半球状のカバレッジに固有の非常に激しい幾何学的歪みを含む。

魚眼レンズによりもたらされるこの画像 I の一部分だけが使用される。この一部分は、i) 「仮想カメラ」が向く方向と、i i) 仮想カメラの視野の方向 (図 2 a 及び図 2 b に 3 6 で図式化される) と、i i i) その幅 / 高さ比率とに応じて決定される。それにより、魚眼レンズによってもたらされる幾何学的歪みの補償後の「仮想カメラ」の視野に対応する生の「有用領域」Z U<sub>B</sub> を包含する生のピクセルデータを含む「捕捉領域」Z C が規

50

定される。

【 0 0 5 3 】

センサ上に形成される画像 I の全てのピクセルを捕えることが有用ではなく、捕捉領域 Z C に対応するこれらのピクセルの一部のみ、例えば、その解像度が一般に 14 メガピクセル (4608 × 3288 ピクセル) であるセンサによりもたらされる HD 品質 (1920 × 1080 ピクセル) の画像 I から抽出される約 2 メガピクセルの窓 Z C を捕えることが有用であることに留意されたい。そのため、捕捉領域 Z C の実際に必要とされるピクセルデータのみが転送され、そのピクセルデータは、その後、特定の困難を伴うことなく 30 フレーム / 秒のリズムでリフレッシュされてもよい。したがって、高い画像流量を維持しつつ高解像度センサを選択できる。

10

【 0 0 5 4 】

図 3 のビュー ( a 2 ) 及び ( a 3 ) は、幾何学的歪みが補償された最終画像を得るために捕捉領域 Z C のピクセルデータに関して行われる処理工程を示す。すなわち、捕捉領域 Z C (ビュー ( a 2 )) から転送されるピクセルデータに基づいて、アルゴリズムは、生の有用領域 Z U<sub>B</sub> のピクセルデータを抽出して、それに対して三角形メッシュ法 (それ自体知られる技術) を適用した後、各三角形を伸長させることにより画像を直線化して、修正されたピクセルデータを伴う直線化された有用画像 Z U<sub>R</sub> (ビュー ( a 3 )) を与える。魚眼画像の激しく湾曲された水平線は、その後、それらを直線状にして幾何学的歪みのない自然視に対応する画像をもたらすように補正される。

20

【 0 0 5 5 】

図 3 のビュー ( b 1 ) - ( b 3 ) は形態がビュー ( a 1 ) - ( a 3 ) に類似しており、この場合、ドローンの姿勢は、ドローンの前傾 (ドローンのピッチ軸周りの回転)、例えばホバリング飛行における静止形態からの切り換えにしたがう傾斜、前方へ移動する形態 (ドローンの直線速度はなお一層大きくなり、その傾きが強くなる) に起因して変更される。

【 0 0 5 6 】

( b 1 ) に示されるように、ドローンのこの下向きの傾斜を補償するために、捕捉領域 Z C は、画像の上端へ向けて、したがってドローンの傾斜とは反対の方向に移動される。生の有用領域 Z U<sub>B</sub> の相対位置が (標的のシーンの追従を可能にするべく) 捕捉領域 Z C の内側でほぼ同じままであれば、このとき、捕捉領域は、一方で、空 C よりもかなり大きな地面 S の部分を含む。すなわち、ビュー ( a 2 ) とビュー ( b 2 ) とを比較すれば、初期形態 (ビュー ( a 2 )) では、空 / 地面割合が約 50 / 50 % であるのに対し、変更された形態 (ビュー ( b 2 )) では、空 / 地面割合が約 25 / 75 % であることが分かる。また、捕捉領域が上方へ大きく変位されるため、捕捉領域は、センサ上に魚眼レンズにより形成される円形画像の領域の外側に位置する領域 X を含む場合がある。

30

【 0 0 5 7 】

一方で、直線化された有用領域 (ビュー ( b 3 )) の最終画像 Z U<sub>R</sub> は、ドローンの前方への傾斜前だったもの (ビュー ( a 3 )) とほぼ同一である。

【 0 0 5 8 】

図 4 は、捕捉領域 Z C からくるサムネイルのピクセルの輝度の解析によって得られるヒストグラムを、ビュー ( a 2 ) の場合には ( a ) に、ビュー ( b 2 ) の場合には ( b ) にそれぞれ示す。

40

【 0 0 5 9 】

この図において分かるように、ドローンの前方への傾斜は、領域 Z C の画像中の地面 / 空比率の増大に起因して、平均値 M の左側へ向かうオフセットを伴って、輝度ヒストグラムの大きな変化をもたらすことになる。

【 0 0 6 0 】

自動露出アルゴリズムは、平均値 M のこの変化を、露出時間の増大及び / 又はカメラ感度の増大により自動的に補償される画像の暗化として解釈する。

【 0 0 6 1 】

50

そのようにして得られる最終画像 ( a 3 ) 及び ( b 3 ) ( 直線化された有用領域  $Z U_R$  の画像 ) はそれぞれ、それらがシーンの同じフレーミングをユーザに対して表示するが、それらの露出設定によって互いに異なり、ビュー ( b 3 ) の画像はビュー ( a 3 ) のそれよりもはっきりしている。

【 0 0 6 2 】

本発明は、この欠陥を補正するという目的を有する。

【 0 0 6 3 】

図 5 は、本発明の実施に関与する様々なモジュールをブロック図として示す。

【 0 0 6 4 】

ドローンのフロントカメラ 1 4 は、画像 I に対応する生の画像信号を配信する。ドローン本体に機械的に連結されるこのカメラは、ドローン本体に連結され、したがってカメラに連結される慣性ユニット ( I M U ) 1 2 により測定される角度変位に晒される。カメラの回転は、固定された地球座標系に対するドローンの傾斜を三次元で表わすピッチ角、ロール角、及び、ヨー角 ( オイラー角 ) によって与えられる。これらのデータは、画像 I 中における捕捉領域 Z C の位置の計算のモジュールを操作する角度予測モジュール 4 8 に印加される。ビデオ処理モジュール 5 2 が、生の画像信号 I を入力として受けるとともに、モジュール 5 0 により計算される捕捉領域 Z C の位置に応じた窓処理、画像安定化、有用領域の抽出及び直線化の様々な作業を行って、ユーザへ送信されるべき、場合により表示されて記録されるべき有用画像信号  $Z U_R$  をユーザへ出力として配信する。

【 0 0 6 5 】

また、モジュール 5 2 は、カメラ動作パラメータの制御 ( 戻り 5 4 により図式化される )、特に自動露出 ( A E ) の制御、ホワイトバランス A W B の制御、及び、自動焦点合わせ A F の制御も行う。また、モジュール 5 2 は、本発明によれば、後述するように、これらのカメラ動作パラメータの自動計算に関する前述の欠陥の補正も確保する。

【 0 0 6 6 】

図 6 は、本発明の第 1 及び第 2 の実施形態における本発明の実施の主要な一連のステップを説明するフロー図である。

このフロー図 1 0 0 は、カメラによる原画像 I の収集の初期ステップ ( ブロック 1 0 2 ) を備え、その後、慣性ユニット I M U により配信されるドローン姿勢データに応じた捕捉領域 Z C のこの原画像からの抽出のステップ ( ブロック 1 0 4 ) が続く。

【 0 0 6 7 】

以下のステップ ( ブロック 1 0 6 )、すなわち、本発明の特徴は、カメラ制御パラメータ、特に自動露出パラメータの配信のための図 7 及び図 8 に関連して以下で詳しく明らかにされる態様での捕捉領域の画像データの解析にある。

【 0 0 6 8 】

捕捉領域 Z C のコンテンツは、その後、ユーザへ配信される最終直線化された画像に対応する直線化された有用領域  $Z U_R$  を与えるために、生の有用領域  $Z U_B$  の抽出及びこの生の有用領域  $Z U_B$  の再投影の処理 ( ブロック 1 0 8 ) を受ける。

【 0 0 6 9 】

ここで、図 7 及び図 8 を参照して、ブロック 1 0 6 により行われるデータ解析の 2 つの想定し得る実施態様について更に詳しく説明する。

ところで、この解析が、再投影ステップ ( ブロック 1 0 8 ) の前に ( ブロック 1 0 4 よりも下流側で ) 捕捉領域 Z C に最初に含まれる画像からくるサムネイルに基づいて、したがって画像の変形されたバージョンに基づいて行われることに留意されたい。

【 0 0 7 0 】

図 7 は、本発明の第 1 の実施形態に係る捕捉領域の解析の領域を示し、そのような解析は、捕捉領域からくるサムネイルの内側で自動的に規定される関心領域 R O I に基づいて行われる。

【 0 0 7 1 】

この実施形態において、画像解析装置は、解析されるべき画像中の小さいサイズの領域

10

20

30

40

50

の幾何学的な選択物である複数の関心領域  $ROI$  を（更に詳しく説明されないそれ自体知られた技術にしたがって）規定し、これらのそれぞれの領域ごとに輝度ヒストグラムが定められる。自動露出アルゴリズムは、異なる  $ROI$  に対応するヒストグラムを解析して比較し、それに応じて、それら自体同様に知られる解析の技術にしたがって、露出のレベルを調整する。

【0072】

本発明の特徴として、 $ROI$  は、生の有用領域  $ZU_B$  の内側に全体的に或いは部分的に位置するように捕捉領域からくるサムネイル内に分布する。すなわち、 $ROI$  規定アルゴリズムが生有用領域  $ZU_B$  の外側で  $ROI$  を生成する場合、これらの  $ROI$  は、自動露出制御のためのその後の解析から排除される。いかなる場合でも、レンズによりセンサ上に形成される画像の領域（図3のビュー（b1）及び（b2）の領域  $X$ ）の外側に位置するピクセルデータは、解析から排除される。言い換えると、画像円の外側に位置するピクセルは、自動露出の計算において無視される。

10

【0073】

また、関心領域のそれぞれ  $ROI_1, \dots, ROI_n$  には、捕捉領域の内側で規定される生のユーザ有用領域  $ZU_B$  と関連する  $ROI$  とのほしい大きい度合いの重なり合いを考慮に入れる重み値が割り当てられる。すなわち、重みは、領域  $ZU_B$  内に完全に含まれる  $ROI$  に関しては最大であり、領域  $ZU_B$  の完全に外側に位置する  $ROI$ （それらを解析から排除するようになる）に関してはゼロであり、領域  $ZU_B$  内に部分的に含まれる  $ROI$  に関しては中間（領域  $ZU_B$  の内側に位置する  $ROI$  の表面積の割合が高ければ高いほど重みが高くなる）である。

20

【0074】

図8は第2の実施形態を示し、この実施形態において、 $ROI$  は、もはや動的に規定されず、サイズの変化を伴うが捕捉領域  $ZC$  からくるサムネイル中に規則正しいグリッドとして規定され、この場合、グリッド  $GR$  は、そのそれぞれの基本正方形又は基本長方形  $ROI(I, j)$  が、図7に関連して明らかにされた第1の実施形態における場合と同様の態様で、そのほしい領域  $ZU_B$  と重なり合う特徴に応じた可変重みによって影響される。

【0075】

図9は、本発明の第3の実施形態における本発明の実施の主要な一連のステップを説明するフロー図である。

30

この第3の実施形態において、画像データ解析は、重み付けが各関心領域に適用される画像の変形された初期バージョン（捕捉領域  $ZC$  及び生の有用領域  $ZU_B$ ）からくるサムネイルに関して行われず、再投影ステップ後の直線化された画像からくるサムネイルに関して行われる。

【0076】

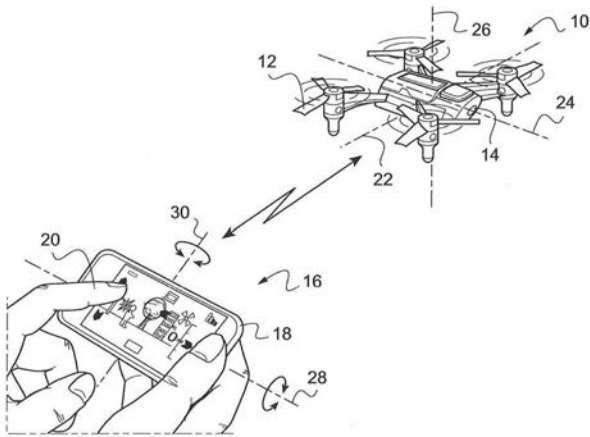
フロー図200において、ブロック202（画像収集）、ブロック204（捕捉領域  $ZC$  の抽出）、及び、ブロック206（ユーザ領域の抽出及び再投影）は、図6のそれぞれのブロック102, 104, 108と同様である。

【0077】

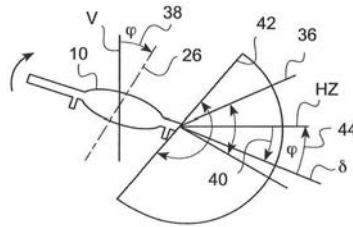
一方、カメラ自動露出パラメータの制御のためのデータ解析ステップ（ブロック208）は、ブロック206よりも下流側で、すなわち、画像の直線化バージョンに関して行われる。このとき、自動露出は、従来のように作用し（ $ROI$  の自動規定等）、生の有用領域  $ZU_B$  に対するこの  $ROI$  の位置を反映する重み値を各  $ROI$  に適用することを要しない。

40

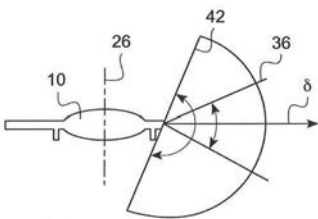
【図1】



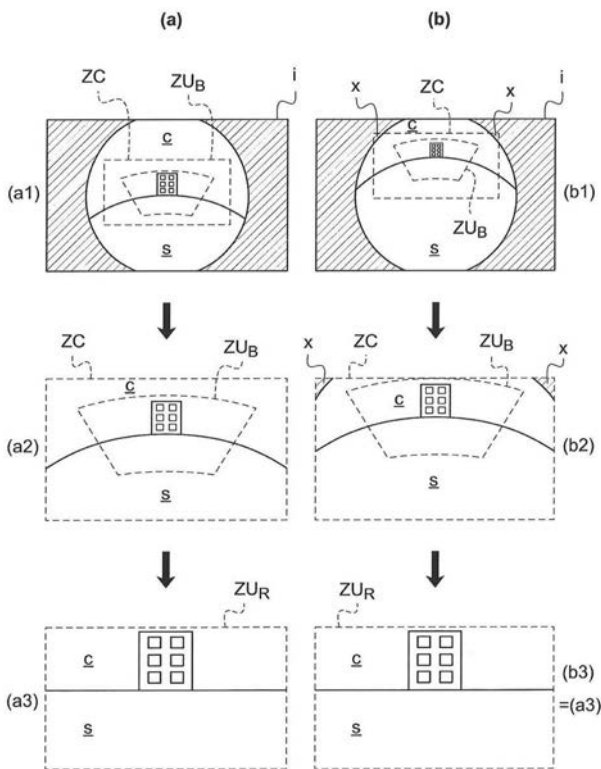
【図2b】



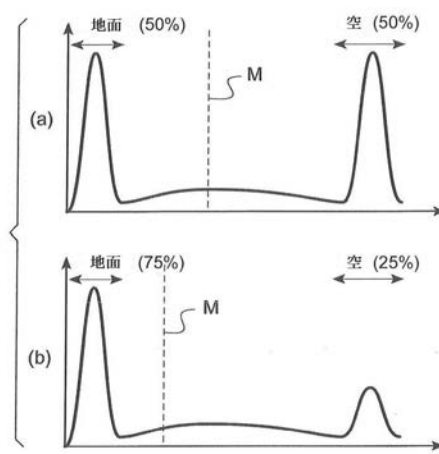
【図2a】



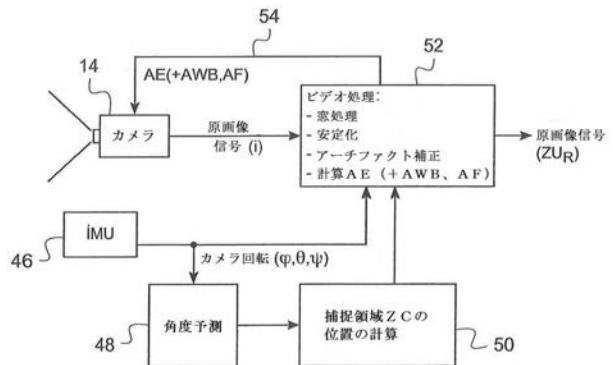
【図3】



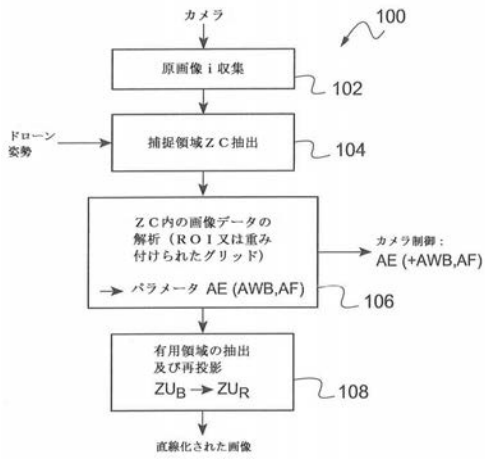
【図4】



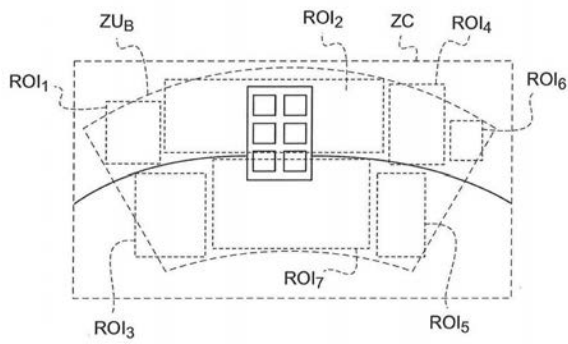
【図5】



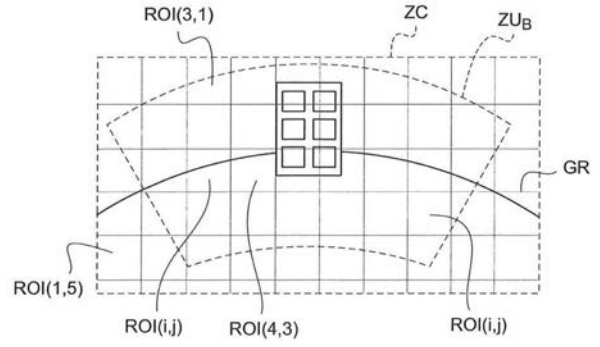
【 図 6 】



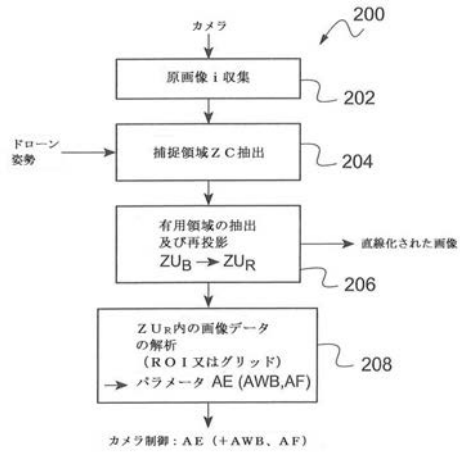
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
G 0 3 B 15/00 (2006.01) G 0 3 B 15/00 U

(72) 発明者 ベノワ ポション

フランス共和国 9 4 3 0 0 バンセンヌ, アレー ニセフォール ニエプス 8

F ターム (参考) 2H020 MD17 ME33 ME35

2H059 CA02

5C122 DA30 EA41 FB06 FD01 FF01 FG14 FH06 FH10 FH11 HA76

HB01 HB05

【外国語明細書】  
2017103751000001.pdf