

(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2017-16584  
(P2017-16584A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)	
<b>G06T</b>	<b>7/00</b>	<b>(2017.01)</b>	G06T	7/00	C	2F065	
<b>G06T</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	1/00	315	2F112	
<b>G08G</b>	<b>1/16</b>	<b>(2006.01)</b>	G06T	1/00	330B	5B057	
<b>GO1B</b>	<b>11/245</b>	<b>(2006.01)</b>	G08G	1/16	C	5H181	
<b>GO1C</b>	<b>3/06</b>	<b>(2006.01)</b>	GO1B	11/245	H	5L096	
			審査請求 未請求 請求項の数 10 O L			(全 22 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2015-135574 (P2015-135574)  
(22) 出願日 平成27年7月6日 (2015.7.6)

(71) 出願人 000006747  
株式会社リコー  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
(74) 代理人 100089118  
弁理士 酒井 宏明  
(72) 発明者 山田 佑  
東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
Fターム(参考) 2F065 AA04 AA53 CC11 CC16 DD03  
FF04 FF05 FF09 JJ03 JJ05  
JJ26 LL04 QQ04 QQ24 QQ27  
QQ29 QQ31 QQ33 QQ38 QQ43  
2F112 AC06 BA06 CA05 DA28 FA03  
FA08 FA35 FA38 FA41 GA01

最終頁に続く

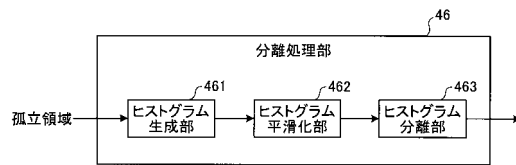
(54) 【発明の名称】 物体検出装置、物体検出方法及びプログラム

(57) 【要約】

【課題】 物体の検出精度を向上させることが可能な物体検出装置、物体検出方法及びプログラムを提供する。

【解決手段】 画素毎に視差情報又は距離情報を含んだ画像を入力する画像入力手段と、前記画像の一軸方向での画素位置と、当該画素位置での視差値と、当該視差値が出現する視差頻度とを対応付けた第1マップを生成する第1生成手段と、前記第1マップでの画素位置の単位を、実距離の単位に変換した第2マップを生成する第2生成手段と、前記第2マップにおいて、所定値以上の視差頻度を有する連結した画素群の領域を、物体が存在する孤立領域として検出する検出手段と、前記孤立領域を構成する各画素の視差頻度に基づいて、前記孤立領域を分割する分割手段と、を備える。

【選択図】 図13



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

画素毎に視差情報又は距離情報を含んだ画像を入力する画像入力手段と、

前記画像の一軸方向での画素位置と、当該画素位置での視差値と、当該視差値が出現する視差頻度とを対応付けた第 1 マップを生成する第 1 生成手段と、

前記第 1 マップでの画素位置の単位を、実距離の単位に変換した第 2 マップを生成する第 2 生成手段と、

前記第 2 マップにおいて、所定値以上の視差頻度を有する連結した画素群の領域を、物体が存在する孤立領域として検出する検出手段と、

前記孤立領域を構成する各画素の視差頻度に基づいて、前記孤立領域を分割する分割手段と、

を備える物体検出装置。

**【請求項 2】**

前記孤立領域を構成する各画素の視差頻度に基づいて、画素位置毎の視差頻度分布情報を生成する第 3 生成手段を更に備え、

前記分割手段は、前記視差頻度分布情報に基づいて、前記孤立領域を分割する請求項 1 に記載の物体検出装置。

**【請求項 3】**

前記第 3 生成手段は、前記孤立領域を構成する各画素の視差頻度の和を前記画素位置毎に算出したヒストグラムを、前記視差頻度分布情報として生成する請求項 2 に記載の物体検出装置。

**【請求項 4】**

前記第 3 生成手段は、前記孤立領域を構成する各画素の視差頻度の中央値を前記画素位置毎に算出したヒストグラムを、前記視差頻度分布情報として生成する請求項 2 に記載の物体検出装置。

**【請求項 5】**

前記分割手段は、前記ヒストグラムの谷に対応する画素位置で、前記孤立領域を分割する請求項 3 又は 4 に記載の物体検出装置。

**【請求項 6】**

前記分割手段は、前記ヒストグラムから検出した山のピーク値が所定の閾値に達しない場合、直前に検出した山の一部とする請求項 3 ~ 5 の何れか一項に記載の物体検出装置。

**【請求項 7】**

前記第 3 生成手段が生成したヒストグラムを平滑化する平滑化手段を更に備え、

前記分割手段は、前記平滑化手段で平滑化されたヒストグラムに基づき、前記孤立領域を分割する請求項 3 ~ 6 の何れか一項に記載の物体検出装置。

**【請求項 8】**

前記検出手段は、前記所定値以上の視差頻度を有する画素間の距離が 8 近傍内の場合に、連結した画素群と判断する請求項 1 に記載の物体検出装置。

**【請求項 9】**

画素毎に視差情報又は距離情報を含んだ画像を入力し、

前記画像の一軸方向での画素位置と、当該画素位置での視差値と、当該視差値が出現する視差頻度とを対応付けた第 1 マップを生成し、

前記第 1 マップでの画素位置の単位を、実距離の単位に変換した第 2 マップを生成し、

前記第 2 マップにおいて、所定値以上の視差頻度を有する連結した画素群の領域を、物体が存在する孤立領域として検出し、

前記孤立領域を構成する各画素の視差頻度に基づいて、前記孤立領域を分割する、ことを含む物体検出方法。

**【請求項 10】**

物体検出装置のコンピュータを、

画素毎に視差情報又は距離情報を含んだ画像を入力する画像入力手段と、

10

20

30

40

50

前記画像の一軸方向での画素位置と、当該画素位置での視差値と、当該視差値が出現する視差頻度とを対応付けた第1マップを生成する第1生成手段と、

前記第1マップでの画素位置の単位を、実距離の単位に変換した第2マップを生成する第2生成手段と、

前記第2マップにおいて、所定値以上の視差頻度を有する連結した画素群の領域を、物体が存在する孤立領域として検出する検出手段と、

前記孤立領域を構成する各画素の視差頻度に基づいて、前記孤立領域を分割する分割手段と、

して機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体検出装置、物体検出方法及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、情報処理技術や画像処理技術の発達により、人や自動車等の物体を高速に検出する技術が開発されている。また、この物体検出に係る技術を自動車の走行支援に適用することで、人や車両等への接近や衝突が予測される場合に、運転者への報知や自動ブレーキ等の衝突防止制御が行われている。例えば、特許文献1には、ステレオカメラで撮像された一对の濃淡画像から距離画像を生成し、当該距離画像に基づいて物体を検出する技術が開示されている。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかしながら、従来の技術では、複数の物体が密接して存在するような場合、それら複数の物体を一つの物体として検出してしまう可能性があった。

【0004】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、物体の検出精度を向上させることが可能な物体検出装置、物体検出方法及びプログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

30

【0005】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明は、画素毎に視差情報又は距離情報を含んだ画像を入力する画像入力手段と、前記画像の一軸方向での画素位置と、当該画素位置での視差値と、当該視差値が出現する視差頻度とを対応付けた第1マップを生成する第1生成手段と、前記第1マップでの画素位置の単位を、実距離の単位に変換した第2マップを生成する第2生成手段と、前記第2マップにおいて、所定値以上の視差頻度を有する連結した画素群の領域を、物体が存在する孤立領域として検出する検出手段と、前記孤立領域を構成する各画素の視差頻度に基づいて、前記孤立領域を分割する分割手段と、を備える。

【発明の効果】

40

【0006】

本発明によれば、物体の検出精度を向上させることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1は、実施形態に係る車両制御システムの概略構成を示す模式図である。

【図2】図2は、図1に示した撮像部及び画像解析部の概略構成を示す図である。

【図3】図3は、画像解析部の機能構成の一例を示す図である。

【図4】図4は、基準画像の一例を模式的に示す図である。

【図5】図5は、図4の基準画像に対応する視差画像を模式的に示す図である。

【図6】図6は、図5の視差画像に対応する第1Uマップを模式的に示す図である。

50

【図 7】図 7 は、図 6 の第 1 U マップに対応する第 2 U マップを模式的に示す図である。

【図 8】図 8 は、孤立領域検出部の動作を説明するための図である。

【図 9】図 9 は、孤立領域検出部の動作を説明するための図である。

【図 10】図 10 は、基準画像の他の例を模式的に示す図である。

【図 11】図 11 は、図 10 の基準画像に対応する第 2 U マップを模式的に示す図である。

【図 12】図 12 は、図 11 で示した画素群を拡大した図である。

【図 13】図 13 は、分離処理部の構成の一例を示す図である。

【図 14】図 14 は、分離処理部が行う処理の流れを示すフローチャートである。

【図 15】図 15 は、ヒストグラムの一列を模式的に示す図である。

【図 16】図 16 は、ヒストグラム分離部が行う処理の流れを示すフローチャートである。

【図 17】図 17 は、ヒストグラムの他の例を模式的に示す図である。

【図 18】図 18 は、分離処理部による分離後の孤立領域の一例を示す図である。

【図 19】図 19 は、対応領域検出部の動作を説明するための図である。

【図 20】図 20 は、基準画像の他の例を模式的に示す図である。

【図 21】図 21 は、図 20 の基準画像に対応する第 2 U マップを模式的に示す図である。

【図 22】図 22 は、図 21 で示した画素群を拡大した図である。

【図 23】図 23 は、変形例 1 に係る分離処理部の機能構成を示す図である。

【図 24】図 24 は、画像変換部の動作を説明するための図である。

【図 25】図 25 は、画像変換部による変換後の孤立領域の一例を示す図である。

【図 26】図 26 は、変形例 2 に係る分離処理部の機能構成を示す図である。

【図 27】図 27 は、変形例 3 に係る分離処理部の機能構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に添付図面を参照して、この発明に係る実施形態を詳細に説明する。なお、本実施形態では、本発明に係る物体検出装置、物体検出方法及びプログラムを、自動車の衝突防止機能の一部に適用した例について説明するが、適用先の装置や対象はこれに限定されないものとする。

【0009】

図 1 は、本実施形態に係る車両制御システムの概略構成を示す模式図である。車両制御システム 1 は、移動体である自動車等の自車両 M に搭載され、撮像部 10 と、画像解析部 20 と、車両制御部 30 とを備える。

【0010】

撮像部 10 は、自車両 M の前方領域を撮像領域として撮像する。撮像部 10 は、例えば、自車両 M のフロントガラス FG のルームミラー（図示せず）付近に設置される。撮像部 10 の撮像によって得られる画像データは、画像解析部 20 に入力される。画像解析部 20 は、撮像部 10 から送信される画像データを解析して、自車両 M の前方に存在する人や他車両等の物体を検出する。画像解析部 20 の検出結果は、車両制御部 30 に出力される。

【0011】

車両制御部 30 は、自車両 M に設けられた各種のセンサ（図示せず）から得られる車両情報に基づき、自車両 M の走行を支援するための制御を行う。車両情報は、例えば、車速や加速度、舵角、ヨーレート等を含む。また、車両制御部 30 は、画像解析部 20 から送信される検出結果に基づき、衝突を回避するための制御を行う。係る制御としては、例えば、自車両 M の運転者に物体の接近を報知する警告報知や、自動ブレーキ制御等が挙げられる。

【0012】

図 2 は、撮像部 10 及び画像解析部 20 の概略構成を示す模式図である。撮像部 10 は

10

20

30

40

50

、ステレオカメラであり、水平方向（左右方向）に設置された２台のカメラ１１を有する。各カメラ１１は、レンズ１２、画像センサ１３及び画像センサ制御部１４を備える。

【００１３】

画像センサ１３は、ＣＣＤやＣＭＯＳ等のイメージセンサである。画像センサ１３は、レンズ１２により結像される画像を画像データとして順次取得する。画像センサ制御部１４は、画像解析部２０（ＣＰＵ２１、ＦＰＧＡ２２）からシリアルバスＬ１を介して入力される露光制御値等の各種指示データに基づき、画像センサ１３の動作を制御する。また、画像センサ制御部１４は、画像センサ１３で取得された画像データを、データバスＬ２を介して、画像解析部２０のＲＡＭ２４に転送する。これにより、画像解析部２０のＲＡＭ２４には、視差情報を含む左右一対の画像データが順次記憶されることになる。

10

【００１４】

なお、後段の画像解析部２０では、画像データに含まれる輝度信号に基づき画像の解析を行う。そこで、カメラ１１の各々は、画像データとして輝度信号を画像解析部２０に出力する構成としてもよい。また、画像センサ１３がカラーイメージセンサの場合、例えば、画像センサ制御部１４が、下記変換式（１）に基づいてＲＧＢ信号から輝度信号（Ｙ）を取得することで、当該輝度信号を画像解析部２０に出力する構成としてもよい。以下、輝度信号で構成される画像データを輝度画像という。

$$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad \dots \quad (1)$$

【００１５】

画像解析部２０は、ＣＰＵ２１、ＦＰＧＡ２２、ＲＯＭ２３、ＲＡＭ２４、シリアルＩＦ２５及びデータＩＦ２６等を備える。ＣＰＵ２１は、画像解析部２０の動作を統括的に制御する。ＦＰＧＡ２２は、ＲＡＭ２４に保存された画像データに対し所定の処理を施す。例えば、ＦＰＧＡ２２は、ガンマ補正やゆがみ補正（左右画像の平行化）、後述する視差画像の生成等、リアルタイム性が要求される画像処理を実行する。また、カラーの画像データが撮像部１０から入力される場合、ＦＰＧＡ２２が、上記変換式（１）に基づいてＲＧＢ信号から輝度信号（輝度画像）を取得する構成としてもよい。

20

【００１６】

ＲＯＭ２３は、ＣＰＵ２１が実行可能な各種のプログラムや設定データを記憶する。例えば、ＲＯＭ２３は、後述するオブジェクトタイプテーブル等を記憶する。ＲＡＭ２４は、ワークエリアとして機能する。例えば、ＲＡＭ２４は、各種の画像データ（輝度画像、視差画像等）や、後述する第１Ｕマップ（第１マップに対応）、第２Ｕマップ（第２マップに対応）等を一時記憶する。

30

【００１７】

シリアルＩＦ２５及びデータＩＦ２６は、車両制御部３０（図１参照）とＣＰＵ２１との間のデータ授受を制御する。ＣＰＵ２１は、自車両Ｍの車両情報を、データＩＦ２６を介して車両制御部３０から取得する。また、ＣＰＵ２１は、画像データから得られる各種の検出データを、シリアルＩＦ２５やデータＩＦ２６を介して、車両制御部３０に出力する。

【００１８】

次に、画像解析部２０が備える機能構成について説明する。本実施形態において、画像解析部２０は、物体検出装置として機能する。

40

【００１９】

図３は、画像解析部２０の機能構成の一例を示す図である。図３に示すように、画像解析部２０は、平行化画像生成部４１、視差画像生成部４２、第１Ｕマップ生成部４３、第２Ｕマップ生成部４４、孤立領域検出部４５、分離処理部４６、対応領域検出部４７、オブジェクトタイプ分類部４８及び３次元位置決定部４９等を備える。なお、画像解析部２０の各機能部は、ＣＰＵ２１とＲＯＭ２３に記憶されたプログラムとの協働により実現されるソフトウェア構成としてもよい。また、画像解析部２０の各機能部は、ＦＰＧＡ２２や専用のハードウェア等により実現されるハードウェア構成としてもよい。

【００２０】

50

平行化画像生成部 4 1 は、撮像部 1 0 から入力される左右一対の画像データ（輝度画像）毎に、平行化処理を実行する。平行化処理では、左右のカメラ 1 1 における光学系の歪みや相対的な位置関係に基づいて、各カメラ 1 1 から出力される左右一対の輝度画像を、平行化ステレオ画像となるように変換する。ここで、平行化ステレオ画像は、2 つのピンホールカメラが平行に取り付けられたときに得られる理想的なステレオ画像を意味する。

#### 【 0 0 2 1 】

なお、平行化処理の方法は特に問わず、公知の技術を用いることができる。例えば、平行化画像生成部 4 1 は、 $x = f(x, y)$ 、 $y = g(x, y)$  という多項式を用いて各画素での歪み量を計算する。そして、平行化画像生成部 4 1 は、その計算結果を用いて、各カメラ 1 1 から出力される輝度画像の各画素を変換することで、平行化ステレオ画像を生成する。多項式は、例えば、 $x$ （画像の横方向位置）、 $y$ （画像の縦方向位置）に関する 5 次多項式に基づく。

10

#### 【 0 0 2 2 】

視差画像生成部 4 2 は、平行化処理後の一対の輝度画像から左右の視差値を検出する。ここで視差値とは、輝度画像の一方を基準画像、他方を比較画像とし、撮像領域内の同一地点に対応した基準画像上の画像部分に対する比較画像上の画像部分の位置ズレ量を表すものである。

#### 【 0 0 2 3 】

例えば、視差画像生成部 4 2 は、基準画像の或る行について、一の注目画素を中心とした複数画素（例えば 1 6 画素  $\times$  1 画素）からなるブロックを定義する。一方、視差画像生成部 4 2 は、比較画像における同じ行において、定義した基準画像のブロックと同じサイズのブロックを 1 画素ずつ横ライン方向へずらす。また、視差画像生成部 4 2 は、基準画像で定義したブロックの画素値の特徴を示す特徴量と、比較画像における各ブロックの画素値の特徴を示す特徴量との相関を示す相関値を、それぞれ算出する。そして、視差画像生成部 4 2 は、算出した相関値に基づき、比較画像における各ブロックの中で最も基準画像のブロックと相関があった比較画像のブロックを選定するマッチング処理を行う。その後、視差画像生成部 4 2 は、基準画像のブロックの注目画素と、マッチング処理で選定された比較画像のブロックの対応画素との位置ズレ量を視差値  $d$  として算出する。視差画像生成部 4 2 は、このような視差値  $d$  を算出する処理を基準画像の全域又は特定の一領域について行う。

20

30

#### 【 0 0 2 4 】

マッチング処理に用いるブロックの特徴量としては、例えば、ブロック内の各画素の値（輝度値）を用いることができる。また、相関値としては、例えば、基準画像のブロック内の各画素の値（輝度値）と、これらの画素にそれぞれ対応する比較画像のブロック内の各画素の値（輝度値）との差分の絶対値の総和を用いることができる。この場合、総和値が最小となるブロックが、最も相関を有するものとなる。

#### 【 0 0 2 5 】

マッチング処理の方法は特に問わないものとする。例えば S S D（Sum of Squared Difference）、Z S S D（Zero-mean Sum of Squared Difference）、S A D（Sum of Absolute Difference）、Z S A D（Zero-mean Sum of Absolute Difference）等の方法を用いることができる。なお、マッチング処理では画素単位での視差値しか算出できないので、1 画素未満のサブピクセルレベルの視差値が必要な場合には推定値を用いる必要がある。サブピクセルレベルの視差値を推定する推定方法としては、例えば、等角直線方式、二次曲線方式等を利用することができる。また、このサブピクセルレベルの推定視差値には誤差が発生するので、この推定誤差を減少させる E E C（推定誤差補正）等を用いてもよい。

40

#### 【 0 0 2 6 】

また、視差画像生成部 4 2 は、基準画像上の各画像部分（画素）について検出される視差値を、それぞれの画像部分の画素値として表した視差画像を生成する。ここで、視差画像を構成する各画素の画素位置は、点（ $u$ 、 $v$ ）で表される。なお、 $u$  は横座標、 $v$  は縦

50

座標である。また、点 (  $u$ 、 $v$  ) における画素の画素値は、 $d(u, v)$  で表され、該点 (  $u$ 、 $v$  ) における視差値 ( 視差情報 ) を表す。なお、視差画像の生成方法については、公知の技術を用いることが可能である。

【 0 0 2 7 】

第 1 U マップ生成部 4 3 は、視差画像生成部 4 2 が生成した視差画像に基づき、視差画像の一軸方向での画素位置と、当該画素位置での視差値と、当該視差値が出現する視差頻度とを対応付けた第 1 U マップを生成する。具体的に、第 1 U マップ生成部 4 3 は、視差画像における  $u$  方向位置と、視差値  $d$  と、視差頻度とを、3次元の各軸方向に設定することで、2次元ヒストグラムを生成する。この2次元ヒストグラムを、第 1 U マップと呼ぶ。なお、第 1 U マップは、一般的に  $U - D i s p a r i t y$  マップと呼ばれるデータに対応する。

10

【 0 0 2 8 】

第 2 U マップ生成部 4 4 は、第 1 U マップの  $u$  軸を、視差画像の画素単位から実際の距離の単位に変換した第 2 U マップを生成する。画素単位から実距離の単位への変換方法は、特に問わないものとする。

【 0 0 2 9 】

ここで、図 4 ~ 図 7 を参照して、視差画像、第 1 U マップ及び第 2 U マップについて説明する。図 4 は、基準画像 ( 輝度画像 ) の一例を模式的に示す図である。図 5 は、図 4 の基準画像に対応する視差画像を模式的に示す図である。この視差画像では、基準画像の横軸が  $u$  方向位置に対応し、基準画像の縦軸が  $v$  方向位置に対応する。図 6 は、図 5 の視差画像に対応する第 1 U マップを模式的に示す図である。この第 1 U マップでは、横軸が視差画像における  $u$  方向位置に対応し、縦軸が視差値  $d$  に対応する。また、図 7 は、図 6 の第 1 U マップに対応する第 2 U マップを模式的に示す図である。この第 2 U マップでは、横軸が視差画像における  $u$  方向位置を実距離に変換した位置  $r u$  に対応し、縦軸が視差値  $d$  に対応する。なお、図 6、図 7 の縦軸では、下方に向かうほど視差値  $d$  が大きくなる。

20

【 0 0 3 0 】

図 4 に示す画像例では、路面の左右両側にガードレール A 1 1、A 1 2 が存在する。また、ガードレール A 1 1、A 1 2 の間に、他車両として、先行車両 A 1 3 と対向車両 A 1 4 とがそれぞれ 1 台ずつ存在する。また、図 4 の基準画像と図示しない比較画像との関係から、図 5 に示す視差画像が得られる。この視差画像では、画素群 B 1 1、画素群 B 1 2 が、基準画像でのガードレール A 1 1、A 1 2 に対応する。また、画素群 B 1 3 が、基準画像での先行車両 A 1 3 に対応し、画素群 B 1 4 が、基準画像での対向車両 A 1 4 に対応する。なお、視差画像では、視差値  $d$  は画素値として表される。

30

【 0 0 3 1 】

また、第 1 U マップでは、図 6 に示すように、ガードレール A 1 1、A 1 2 ( 画素群 B 1 1、B 1 2 )、に対応する高頻度の画素群 C 1 1、C 1 2 が、左右両端部から中央に向かって伸びるような略直線状に分布する。また、先行車両 A 1 3 ( 画素群 B 1 3 ) 及び対向車両 A 1 4 ( 画素群 B 1 4 ) に対応する高頻度の画素群 C 1 3、C 1 4 は、画素群 C 1 1 と画素群 C 1 2 との間で、略  $u$  軸方向に平行に伸びる線分の状態で分布する。なお、先行車両 A 1 3 の背面部分又は対向車両 A 1 4 の前面部分以外に、これらの車両の側面部分が映し出されているような状況にあっては、同じ他車両を映し出している画像領域内において視差が生じる。このような場合、図 6 に示すように、他車両に対応する高頻度の画素群は、略  $u$  軸方向に伸びる線分と略  $u$  軸方向に対して傾斜した線分とが連結した状態の分布を示す。

40

【 0 0 3 2 】

また、図 6 の第 1 U マップから生成される第 2 U マップは、図 7 のように表される。この第 2 U マップでは、被写体との距離に応じて視差値  $d$  を間引きした、間引き視差という単位を縦軸に用いた例を示している。なお、視差値  $d$  の間引き量は、近距離に存在する物体ほど大きくすることが好ましい。近距離の場合は物体が大きく写るため、視差情報 ( 視差値  $d$  の個数 ) が多く距離の分解能も大きいので大きく間引くことができる。

50

## 【 0 0 3 3 】

図 7 の第 2 U マップにおいて、ガードレール A 1 1、A 1 2 (画素群 C 1 1、C 1 2) に対応する高頻度の画素群 D 1 1、D 1 2 は、左右両端部において垂直に延びるような略直線状に分布する。また、先行車両 A 1 3 (画素群 C 1 3) 及び対向車両 A 1 4 (画素群 C 1 4) に対応する高頻度の画素群 D 1 3、D 1 4 は、画素群 D 1 1 と画素群 D 1 2 との間で、略 L 字状の線分の状態で分布する。ここで、略 L 字状を構成する線分のうち、r u 軸方向の線分は、先行車両 A 1 3 の背面部分又は対向車両 A 1 4 の前面部分に対応する。また、略 L 字状を構成する線分のうち、d 軸方向の線分は、先行車両 A 1 3 及び対向車両 A 1 4 の側面部分に対応する。

## 【 0 0 3 4 】

図 3 に戻り、孤立領域検出部 4 5 は、第 2 U マップ上において、視差頻度が周囲より高い領域を孤立領域として検出する。具体的に、孤立領域検出部 4 5 は、視差頻度が所定値 (閾値) 以上の一の画素 (以下、有効画素という) について、当該有効画素を中心とする 8 近傍に他の有効画素が存在するか否かを判定する。ここで、有効画素か否かを判別するための閾値は特に問わないものとするが、孤立領域の検出結果等に基づき、孤立領域の検出を適正に行うことが可能な値を採用することが好ましい。例えば、閾値は、撮像領域の環境や、物体を測定する測定モード等の条件に応じて切り替える構成してもよい。なお、有効画素は、図 7 で示した画素群 D 1 3 等を構成する各画素に対応するものである。

## 【 0 0 3 5 】

他の有効画素が 8 近傍に存在する場合、孤立領域検出部 4 5 は、中心の有効画素と他の有効画素とが連結した画素群と判断する。また、孤立領域検出部 4 5 は、第 2 U マップ上の各有効画素について上記処理を実行することで、各有効画素を一又は複数の画素群にグルーピングする。そして、孤立領域検出部 4 5 は、各画素群に外接する矩形の領域を孤立領域としてそれぞれ検出する。

## 【 0 0 3 6 】

ここで、図 8、図 9 を参照して、孤立領域検出部 4 5 の動作について説明する。図 8、図 9 は、孤立領域検出部 4 5 の動作を説明するための図であり、有色で表した各画素は、第 2 U マップ上での有効画素を示している。

## 【 0 0 3 7 】

例えば、図 8 の場合、孤立領域検出部 4 5 は、上記した 8 近傍のルールに基づき、複数の有効画素を、画素群 D 1 と画素群 D 2 とにそれぞれグルーピングする。そして、孤立領域検出部 4 5 は、画素群 D 1、D 2 にそれぞれ外接する矩形の領域を、孤立領域 E 1、E 2 としてそれぞれ検出する。また、図 9 の場合、孤立領域検出部 4 5 は、上記した 8 近傍のルールに基づき、複数の有効画素を、一の画素群 D 3 にグルーピングする。そして、孤立領域検出部 4 5 は、画素群 D 3 に外接する矩形の領域を孤立領域 E 3 として検出する。

## 【 0 0 3 8 】

なお、孤立領域検出部 4 5 は、孤立領域の検出に先駆けて、第 2 U マップに含まれるノイズの除去や、孤立領域の検出を容易化するための処理を施してもよい。例えば、孤立領域検出部 4 5 は、平滑化フィルタ等を用いることで第 2 U マップを平滑化する処理を施してもよい。また、孤立領域検出部 4 5 は、閾値の値に基づいて第 2 U マップに二値化処理を施してもよい。また、グルーピング後の画素群の大きさ (幅や高さ、画素数等) が所定値以下のものを、検出対象から除外する構成としてもよい。

## 【 0 0 3 9 】

ところで、撮像領域内において複数の物体 (オブジェクト) が並んで存在するような場合、図 9 に示したように、各の物体に対応する画素群 (有効画素) が接続された状態で表されることがある。

## 【 0 0 4 0 】

例えば、図 1 0 に示すように、道路の中央で人 A 2 1、A 2 2 が並んでいる状態を撮像した基準画像からは、図 1 1 に示すように、人 A 2 1、A 2 2 に対応する画素群 D 2 3 が

10

20

30

40

50

表された第2 Uマップが得られる。ここで、図10は、基準画像の他の例を模式的に示す図である。また、図11は、図10の基準画像に対応する第2 Uマップを模式的に示す図である。

【0041】

図10では人A21と人A22とが密接して並んでいるため、当該人A21、A22に対応する第2 Uマップ上での有効画素は、一塊の画素群D23として表される。この場合、孤立領域検出部45は、図12に示すように、画素群D23を一塊の画素群としてグルーピングする。また、孤立領域検出部45は、画素群D23に外接する矩形の領域を孤立領域E23として検出する。なお、図12は、図11で示した画素群D23部分の拡大図であり、画素の濃度が濃くなるほど視差頻度が高いことを示している。

10

【0042】

このように、複数の物体が隣接して存在するような場合、孤立領域検出部45では、個々の物体の孤立領域を検出できない可能性がある。また、個々の物体の孤立領域を検出することができない場合、孤立領域を大きく見積もることになるため、物体の本来の大きさを特定することができず、物体の識別精度が低下することとなる。

【0043】

そこで、本実施形態の分離処理部46では、複数の物体分の画素群で構成される一の孤立領域を、物体毎の孤立領域に分割するための処理を実行する。以下、分離処理部46について説明する。

【0044】

図13は、分離処理部46の構成の一例を示す図である。図13に示すように、分離処理部46は、ヒストグラム生成部461、ヒストグラム平滑化部462及びヒストグラム分離部463等の機能部を備える。また、分離処理部46は、各機能部と協働して図14に示す処理を実行することで、孤立領域検出部45で検出された孤立領域を、物体毎の孤立領域に分割する。ここで、図14は、分離処理部46が行う処理の流れを示すフローチャートである。

20

【0045】

まず、ヒストグラム生成部461は、分離処理部46で検出された孤立領域毎に、視差頻度の分布を示すヒストグラムを、視差頻度分布情報として生成する(ステップS11)。具体的に、ヒストグラム生成部461は、孤立領域に含まれる各画素(有効画素)の視差頻度に基づき、当該孤立領域の横軸方向の各位置( $r_u$ )をピンとしたヒストグラムを生成する。ここで、ヒストグラムの生成方法は特に問わないものとする。例えば、ヒストグラム生成部461は、孤立領域の縦軸( $d$ 軸)方向について視差頻度を積算することで、各位置 $r_u$ をピンとしたヒストグラムを生成する。また、他の生成方法としては、ヒストグラム生成部461は、孤立領域の縦軸( $d$ 軸)方向について視差頻度の中央値をとることで、各位置 $r_u$ をピンとしたヒストグラムを生成する。なお、本実施形態では、視差頻度を積算する前者の生成方法を用いるものとする。

30

【0046】

ヒストグラム平滑化部462は、ヒストグラム生成部461が生成したヒストグラムを平滑化する処理を施す(ステップS12)。ここで、平滑化は公知の技術を用いるものとする。なお、ヒストグラム平滑化部462は、ヒストグラムの全体を一度に平滑化する構成としてもよい。また、後述するヒストグラム分離処理において処理対象のピンが選択される毎に、周辺のピンの視差頻度に基づき処理対象のピンを平滑化する構成としてもよい。

40

【0047】

例えば、図12に示した孤立領域E23についてヒストグラムを生成すると、その結果は図15に示すものとなる。図15は、ヒストグラムの一例を示す図であり、ヒストグラム平滑化部462による平滑化後の状態を示している。また、横軸は孤立領域での横軸方向位置( $r_u$ )に対応し、縦軸は視差頻度の積算値に対応する。

【0048】

50

図14に戻り、ヒストグラム分離部463は、ヒストグラム平滑化部462で平滑化されたヒストグラムに対し、孤立領域を分離するための処理を施す(ステップS13)。以下、ヒストグラム分離部463がステップS13で行う処理について説明する。

【0049】

図16は、ヒストグラム分離部463が実行する処理の流れを示すフローチャートである。まず、ヒストグラム分離部463は、ヒストグラムを分割する際の指標値となる、最大値MAX及び第1閾値TH1の値を0に初期化する(ステップS21)。次いで、ヒストグラム分離部463は、位置ruが最小のピン(ヒストグラム)を最初の処理対象に設定する(ステップS22)。

【0050】

続いて、ヒストグラム分離部463は、処理対象のピンの視差頻度(積算値)が最大値MAXを上回るか否かを判定する(ステップS23)。視差頻度が最大値MAXを上回る場合(ステップS23; Yes)、ヒストグラム分離部463は、その視差頻度に基づき、最大値MAX及び第1閾値TH1を更新する(ステップS24)。具体的に、ヒストグラム分離部463は、最大値MAXを視差頻度の値に更新する。また、ヒストグラム分離部463は、更新後の最大値MAXに所定の比率を乗算することで、新たな第1閾値TH1を算出する。

【0051】

ここで、比率の値は特に問わず、例えば0.8等の任意の値を設定することができる。なお、比率の値は、孤立領域の分離結果等に基づき、適正な分離を行うことが可能な値を採用することが好ましい。また、比率の値は、撮像領域の環境や各種の条件に応じて切り替える構成としてもよい。

【0052】

次いで、ヒストグラム分離部463は、処理対象のピンにラベル番号を付与し(ステップS25)、ステップS31に移行する。ここで、付与されるラベル番号は、例えば“1”であり、後述するステップS31でインクリメントが行われるまで、同一のラベル番号が付与されるものとする(ステップS28も同様)。

【0053】

一方、ステップS23において、視差頻度が最大値MAX以下と判定した場合(ステップS23; No)、ヒストグラム分離部463は、当該視差頻度が第1閾値TH1を上回るか否かを判定する(ステップS26)。視差頻度が第1閾値TH1を上回る場合(ステップS26; Yes)、ヒストグラム分離部463は、ステップS25に移行することでラベル番号の付与を行う。また、視差頻度が第1閾値TH1以下の場合(ステップS26; No)、ヒストグラム分離部463は、処理対象のピンに隣接する他のピンの視差頻度と比較し、処理対象のピンの視差頻度が最小か否かを判定する(ステップS27)。

【0054】

ステップS27において、視差頻度が最小とならない場合(ステップS27; No)、ヒストグラム分離部463は、ステップS25に移行することでラベル番号の付与を行う。また、視差頻度が最小となった場合(ステップS27; Yes)、ヒストグラム分離部463は、処理対象のピンにラベル番号を付与した後(ステップS28)、そのラベル番号をインクリメントする(ステップS29)。次いで、ヒストグラム分離部463は、最大値MAX及び第1閾値TH1の値を0に初期化した後(ステップS30)、ステップS31に移行する。

【0055】

続くステップS31において、ヒストグラム分離部463は、末尾のピンまで処理したか否かを判定する(ステップS31)。未処理のピンが存在する場合(ステップS31; No)、ヒストグラム分離部463は、次のピンを処理対象に設定した後(ステップS32)、ステップS23に戻る。また、末尾のピンまで処理した場合(ステップS31; Yes)、ヒストグラム分離部463は、次のステップS33に移行する。

【0056】

10

20

30

40

50

ここで、図 15 のヒストグラムを参照して、ステップ S 2 1 ~ S 3 1 の処理について説明する。なお、図 15 では、左端のピンを位置  $r_u$  が最小のピンとして説明を進めるが、第 2 U マップ内での孤立領域の配置位置等に応じて、右端のピンを位置  $r_u$  が最小のピンとしてもよい。

【 0 0 5 7 】

ヒストグラム分離部 4 6 3 は、左端のピン ( 1 ) から右端のピン ( 1 6 ) にかけてステップ S 2 1 ~ S 3 1 の処理を順次実行する。ここで、ピン ( 1 ) からピン ( 5 ) にかけては視差頻度が増加するため、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、最大値 M A X 及び第 1 閾値 T H 1 を順次更新する。また、視差頻度はピン ( 5 ) でピークを迎えるため、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、ピン ( 5 ) 以降、最大値 M A X 及び第 1 閾値 T H 1 の更新を停止する。そして、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、ピン ( 8 ) で視差頻度の最小値 ( 谷 ) を検出するまで、ピン ( 1 ) からピン ( 8 ) にかけて、同一のラベル番号 “ 1 ” を順次付与する。

10

【 0 0 5 8 】

続いて、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、ラベル番号を “ 2 ” にインクリメントし、最大値 M A X 及び第 1 閾値 T H 1 を初期化する。続くピン ( 9 ) からピン ( 1 1 ) にかけて視差頻度が増加するため、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、最大値 M A X 及び第 1 閾値 T H 1 を順次更新する。また、視差頻度はピン ( 1 1 ) でピークを迎えるため、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、ピン ( 1 1 ) 以降、最大値 M A X 及び第 1 閾値 T H 1 の更新を停止する。そして、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、ピン ( 1 6 ) で視差頻度の最小値 ( 谷 ) を検出するまで、ピン ( 9 ) から末尾のピン ( 1 6 ) にかけて、同一のラベル番号 “ 2 ” を順次付与する。

20

【 0 0 5 9 】

上記の処理により同一のラベル番号が付与されたピンのグループは、ヒストグラムの山を形成する。例えば、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、図 15 のヒストグラムについて、ピン ( 1 ) ~ ピン ( 8 ) の山と、ピン ( 9 ) ~ ピン ( 1 6 ) の山とを検出する。

【 0 0 6 0 】

図 1 6 に戻り、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、続くステップ S 3 3 において、最後に検出された山 ( ヒストグラム ) の最大値が、予め定められた第 2 閾値 T H 2 を上回っているか否かを判定する ( ステップ S 3 3 ) 。第 2 閾値 T H 2 を上回っていると判定した場合 ( ステップ S 3 3 ; Y e s ) 、ヒストグラム分離部 4 6 3 は本処理を終了し、図 1 4 のステップ S 1 4 に移行する。また、第 2 閾値 T H 2 以下と判定した場合 ( ステップ S 3 3 ; N o ) 、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、最後の山の各ピンに付与したラベル番号をデクリメントし ( ステップ S 3 4 ) 、図 1 4 のステップ S 1 4 に移行する。

30

【 0 0 6 1 】

ここで、図 1 7 を参照して、ステップ S 3 3 、 S 3 4 の処理について説明する。図 1 7 は、ヒストグラムの他の例を示す図である。図 1 7 に示すように、視差頻度の最小値 ( ピン ( 1 4 ) ) が出現した直後に小規模な山 ( ピン ( 1 5 ) 、 ( 1 6 ) ) が出現する場合がある。この場合、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、上記したステップ S 2 1 ~ S 3 1 の処理により、ピン ( 1 5 ) 及びピン ( 1 6 ) に対し、他のグループとは異なるラベル番号 “ 3 ” を付与することになる。

40

【 0 0 6 2 】

しかしながら、図 1 7 のヒストグラムの場合、ラベル番号 “ 3 ” が付与されたグループは独立したグループでなく、ラベル番号 “ 2 ” が付与された直前のグループの一部と考えることが適正である。そこで、ヒストグラム分離部 4 6 3 は、最後のグループの山の最大値 ( ピーク値 ) が第 2 閾値 T H 2 以下となる場合、直前のグループに付与したラベル番号に振りなおすことで、グループ分けの誤りを訂正する。これにより、孤立領域が不用意に分割されてしまうことを防ぐことができるため、孤立領域の大きさをより適切に見積もることができる。

【 0 0 6 3 】

なお、第 2 閾値 T H 2 の値は特に問わないものとする。例えば、第 2 閾値 T H 2 は、固

50

定値としてもよいし、直前のグループの最大値  $MAX$  に所定の比率  $\alpha$  を乗算することで導出してよい（但し  $\alpha > 1$ ）。また、第2閾値  $TH2$  や比率  $\alpha$  の値は、孤立領域の分離結果等に基づき、適正な分離を行うことが可能な値を採用することが好ましい。また、第2閾値  $TH2$  や比率  $\alpha$  の値は、撮像領域の環境や各種の条件に応じて切り替える構成してもよい。また、本実施形態では、末尾のグループにステップ  $S33$ 、 $S34$  の処理を施す構成としたが、これに限らず、新たなグループ（ヒストグラムの山）を検出する度に、当該グループに処理を施す構成としてもよい。

#### 【0064】

図14に戻り、分離処理部46は、ステップ  $S13$  で各孤立領域のヒストグラムに付与されたラベル番号に基づき、孤立領域を分割するための処理を行う（ステップ  $S14$ ）。例えば、図12の孤立領域  $E23$  は、図15のヒストグラムに付与されたラベル番号に基づき、図18に示すように、ピン(8)、(9)間を分離位置とした二つの孤立領域  $E21$  と  $E22$  とに分割される。なお、全てのヒストグラム（ピン）に同一のラベル番号が付された孤立領域については、分割の対象外となる。

10

#### 【0065】

ここで、孤立領域の幅（第2Uマップ上でのU軸方向長さ）は、その孤立領域が表す物体の幅に対応する。また、矩形領域の高さは、その孤立領域が表す物体の奥行きに対応する。一方、物体の高さについては、この段階では不明である。

#### 【0066】

そこで、対応領域検出部47は、物体の高さを得るため、孤立領域に対応する視差画像上での対応領域を検出する。なお、分離処理部46で複数の孤立領域に分割された場合、対応領域検出部47は、分割後の各孤立領域について対応領域の検出を行うものとする。

20

#### 【0067】

図19は、対応領域検出部47の動作を説明するための図であり、図5に示した視差画像に対応する。まず、対応領域検出部47は、第2Uマップ上での孤立領域の幅、すなわち  $ru$  軸方向座標が  $rumin$  から  $rumax$  までの範囲に対応する検出幅  $W1$ 、 $W2$  について、視差画像の  $v$  軸方向に走査する。次いで、対応領域検出部47は、第2Uマップ上での孤立領域の高さ、すなわち  $d$  軸方向の座標が  $dmin$  から  $dmax$  までの範囲の値を視差値  $d$  とする画素を、上記検出幅の中から候補画素として抽出する。

#### 【0068】

対応領域検出部47は、このようにして抽出した候補画素群の中で、検出幅  $W1$ 、 $W2$  に対して所定の数以上の候補画素が存在する横方向のラインを、オブジェクト候補ラインとして決定する。次に、対応領域検出部47は、視差画像を  $V$  軸方向に走査して、ある注目しているオブジェクト候補ラインの周囲に他のオブジェクト候補ラインが所定の密度以上で存在している場合、その注目しているオブジェクト候補ラインをオブジェクトラインとして判定する。

30

#### 【0069】

対応領域検出部47は、各孤立領域に対応する各検出幅について、オブジェクトラインを探索する。そして、対応領域検出部47は、各孤立領域について検出したオブジェクトライン群の外接矩形を、当該孤立領域に対応する視差画像上での領域（オブジェクト領域） $F13$ 、 $F14$  として決定する。

40

#### 【0070】

オブジェクトタイプ分類部48は、対応領域検出部47で検出されたオブジェクト領域の特性に基づき、このオブジェクト領域に表された物体の種別（オブジェクトタイプ）を分類する。

#### 【0071】

具体的に、オブジェクトタイプ分類部48は、下記式(1)に基づき、オブジェクト領域の高さ  $(yomax - yomin)$  から、そのオブジェクト領域に表された物体の高さ  $Ho$  を算出する。ここで、「 $zo$ 」は、オブジェクト領域内の最小視差値  $dmin$  から計算される、当該オブジェクト領域に対応するオブジェクトと自車両との間の距離である

50

。また、「f」はカメラの焦点距離である。

$$H_o = z_o \times (y_{o\max} - y_{o\min}) / f \quad \dots (1)$$

【0072】

また、オブジェクトタイプ分類部48は、下記式(2)に基づき、オブジェクト領域の幅( $x_{o\max} - x_{o\min}$ )から、そのオブジェクト領域に表された物体の幅 $W_o$ を算出する。

$$W_o = z_o \times (x_{o\max} - x_{o\min}) / f \quad \dots (2)$$

【0073】

さらに、オブジェクトタイプ分類部48は、下記の式(3)に基づき、オブジェクト領域内での最大視差値 $d_{\max}$ と最小視差値 $d_{\min}$ とから、そのオブジェクト領域に表された物体の奥行き $D_o$ を算出する。ここで、「offset」は無遠の物体を撮影したときの視差値である。

$$D_o = BF \times (1 / (d_{\min} - \text{offset}) - 1 / (d_{\max} - \text{offset})) \quad \dots (3)$$

【0074】

オブジェクトタイプ分類部48は、オブジェクト領域(孤立領域)の各々について、その領域に表された物体の種別を分類(特定)する。具体的に、オブジェクトタイプ分類部48は、各オブジェクト領域の幅 $W_o$ 、高さ $H_o$ 、奥行き $D_o$ を特徴量として取得すると、予め用意した各オブジェクトタイプの特徴量と比較することで該当するオブジェクトタイプを特定する。ここで、オブジェクトタイプとしては、例えば、歩行者(子供)や歩行者(大人)、オートバイや自転車、普通自動車や大型自動車等が挙げられる。これらオブジェクトタイプの特徴量(幅 $W_o$ 、高さ $H_o$ 、奥行き $D_o$ )は、例えば、テーブル(オブジェクトタイプテーブル)等のデータ形式でROM23に記憶される。

【0075】

3次元位置決定部49は、対応領域検出部47で検出された各オブジェクト領域に対応する物体の3次元位置を特定する。ここで、3次元位置は、実空間上での存在位置を意味する。本実施形態では、カメラ11に対する相対的な横方向位置 $X_o$ 及び高さ方向位置 $Y_o$ を、3次元位置とする。

【0076】

具体的に、3次元位置決定部49は、視差画像上における画像中心座標( $i\_centerX$ ,  $i\_centerY$ )と、各オブジェクト領域の中心座標( $r\_centerX$ ,  $r\_centerY$ )とを取得する。そして、3次元位置決定部49は、下記式(4)及び式(5)に基づき、撮像部10(ステレオカメラ)に対する相対的な横方向位置 $X_o$ 及び高さ方向位置 $Y_o$ を算出する。なお、「Z」は、視差値 $d$ から計算される距離( $Z = BF / (d - \text{offset})$ )である。ここで、「BF」は、撮像部10の基線長と焦点距離を乗じた値であり、「offset」は無遠の物体を撮影したときの視差値である。また、「f」は撮像部10の焦点距離である。

$$X_o = Z \times (r\_centerX - i\_centerX) / f \quad \dots (4)$$

$$Y_o = Z \times (r\_centerY - i\_centerY) / f \quad \dots (5)$$

【0077】

画像解析部20は、オブジェクト領域の各々について、オブジェクトタイプ分類部48及び3次元位置決定部49で取得されたオブジェクトタイプと3次元位置とを組とし、車両制御部30に出力する。

【0078】

そして、車両制御部30では、画像解析部20から入力されるオブジェクトタイプと3次元位置との組に基づき衝突回避制御を行う。例えば、車両制御部30は、図示しない表示装置や音声出力装置を介して、物体のオブジェクトタイプや自車両Mとの位置関係を運転者に報知する。また、例えば、車両制御部30は、物体との衝突が予測される場合、ブレーキを掛けることで自車両Mを減速させる。

【0079】

10

20

30

40

50

以上のように、本実施形態によれば、孤立領域検出部 4 5 で検出された孤立領域を、当該孤立領域を構成する各画素の視差頻度に基づいて分割する。これにより、物体の大きさをより適切に見積もることができるため、物体の検出精度を向上させることができる。また、本実施形態によれば、物体の大きさが適切に見積もられた孤立領域に基づき、オブジェクトタイプを分類することができるため、オブジェクトタイプの分類精度を向上させることができる。

【 0 0 8 0 】

[ 変形例 1 ]

次に、上記実施形態の変形例（変形例 1）について説明する。上記実施形態では、孤立領域を検出するため、第 1 Uマップの横軸を実際の距離の単位に変換した第 2 Uマップを生成する構成を説明した。しかしながら、この第 1 Uマップから第 2 Uマップへの変換では、物体を表す画素領域の形状が変形することが知られている。係る変形は、特に遠方で且つ画角端で顕著となる。

10

【 0 0 8 1 】

例えば、図 2 0 のように、遠方で且つ画角端に存在する人 A 3 1、A 3 2 を撮像した場合、この基準画像に基づき生成される第 2 Uマップは図 2 1 のようになる。ここで、図 2 0 は、基準画像の他の例を模式的に示す図である。また、図 2 1 は、図 2 0 の基準画像に対応する第 2 Uマップを模式的に示す図である。なお、図 2 0 は、図 1 0 に示した場面（場所）と同様である。

【 0 0 8 2 】

図 2 0 の状態の場合、人 A 3 1 と人 A 3 2 とが密接して並んでいるため、当該人 A 3 1、A 3 2 に対応する第 2 Uマップ上での有効画素は、一塊の画素群 D 3 3 として表される。ここで、道路の中央に存在する人 A 2 1、A 2 2 を撮像した基準画像から得られる画素群 D 2 3（図 1 1 参照）と、図 2 1 の画素群 D 3 3 とを比較すると、画素群 D 3 3 の形状は画素群 D 2 3 の形状と比較し傾斜（変形）していることが分かる。

20

【 0 0 8 3 】

また、図 2 1 の場合、孤立領域検出部 4 5 は、図 2 2 に示すように、傾斜した画素群 D 3 3 を一塊の画素群としてグルーピングし、この画素群 D 3 3 に外接する矩形の領域を孤立領域 E 3 3 として検出する。なお、図 2 2 は、図 2 1 で示した画素群 D 3 3 部分の拡大図であり、画素の濃度が濃くなるほど視差頻度が高いことを示している。

30

【 0 0 8 4 】

このように、孤立領域内の画素群に変形が生じている場合、ヒストグラム生成部 4 6 1 が生成するヒストグラムも影響を受けることになる。例えば、図 2 2 の孤立領域 E 3 3 についてヒストグラムを生成すると、ヒストグラム生成部 4 6 1 は、孤立領域 E 3 3 の縦軸方向について視差頻度の加算等を行う。このとき、ヒストグラム生成部 4 6 1 は、孤立領域 E 3 3 の中央部周辺において、異なる物体に係る視差頻度を混合することになるため、物体間の境界は不鮮明となる。このように生成されたヒストグラムでは、個々の物体について孤立領域を分離することが困難となる可能性がある。

【 0 0 8 5 】

そこで、変形例 1 では、孤立領域（画素群）に生じた変形を補正することで、孤立領域の分離を容易に行うことが可能な構成について説明する。以下、本変形例に係る分離処理部 4 6 A の構成について説明する。分離処理部 4 6 A は、上記実施形態の分離処理部 4 6 に対応するものである。なお、上記実施形態と同様の構成については、同一の符号を付し説明を省略する。

40

【 0 0 8 6 】

図 2 3 は、変形例 1 に係る分離処理部 4 6 A の構成を模式的に示す図である。図 2 3 に示すように、分離処理部 4 6 A は、画像変換部 5 1 1、ヒストグラム生成部 4 6 1、ヒストグラム平滑化部 4 6 2 及びヒストグラム分離部 4 6 3 等の機能部を備える。

【 0 0 8 7 】

画像変換部 5 1 1 には、孤立領域検出部 4 5 で検出された孤立領域と、各孤立領域の位

50

置情報（画素位置、座標等）とが入力される。なお、位置情報は、孤立領域検出部 4 5 から入力される構成としてもよいし、CPU 2 1 から入力される構成としてもよい。画像変換部 5 1 1 は、孤立領域の各々について、当該孤立領域内で画素位置を変換し、変換後の孤立領域をヒストグラム生成部 4 6 1 に出力する。以下図 2 4 を参照しながら、画像変換部 5 1 1 の動作について説明する。

【0088】

図 2 4 は、画像変換部 5 1 1 の動作を説明するための図である。ここで、図 2 4 は、第 2 U マップを表しており、横軸が位置  $r_u$  に対応し、縦軸が視差値  $d$  に対応する。また、図 2 4 中に示す孤立領域は、図 2 2 に示した孤立領域 E 3 3 に対応する。なお、第 2 U マップの中央を走る縦軸方向の破線は、撮像部 1 0 のカメラ位置（カメラ中心）を示している。

10

【0089】

まず、画像変換部 5 1 1 は、孤立領域 E 3 3 内において、変換処理の基準となる基準位置（視差値  $d$ ）を設定する。ここで、基準位置は、特に問わないものとするが、図 2 4 に示すように、孤立領域 E 3 3 の中心位置に対応する視差値  $d$  とすることが好ましい。

【0090】

次いで、画像変換部 5 1 1 は、孤立領域 E 3 3 を構成する各画素の横軸方向の画素位置  $x_{org}$ （単位：ピクセル）を、下記式（6）に基づき、新たな画素位置  $x_{new}$ （単位：ピクセル）に変換する。ここで、 $dist_1$  は、基準位置と撮像部 1 0（自車両 M）との間の距離（単位：mm）である。また、 $dist_2$  は、処理対象の画素と撮像部 1 0（自車両 M）との間の距離（単位：mm）である。なお、 $dist_1$  及び  $dist_2$  は、第 2 U マップ上での距離としてもよいし、視差値  $d$  により導出される実際の距離としてもよい。

20

$$x_{new} = (dist_2 / dist_1) \times x_{org} \quad \dots (6)$$

【0091】

例えば、図 2 4 に示すように、孤立領域 E 3 3 の中心を基準位置とした場合、当該基準位置より視差値  $d$  の大きい画素、つまり基準位置より下の画素は、上記式（6）により横軸のプラス方向（右方向）に移動する。また、基準位置より視差値  $d$  の小さい画素、つまり基準位置より上の画素は、上記式（6）により横軸のマイナス方向（左方向）に移動する。その結果、孤立領域 E 3 3 内での傾斜した画素群 D 3 3 は（図 2 2 参照）は、図 2 5 に示すように、当該傾斜が補正された画素群 D 3 3 a に変換される。

30

【0092】

このように、本変形例の分離処理部 4 6 A では、遠方且つ画角端で検出された孤立領域であっても、孤立領域に含まれる画素群の形状を補正することができるため、孤立領域の分離を容易に行うことができる。

【0093】

なお、画像変換部 5 1 1 は、孤立領域検出部 4 5 で検出された孤立領域の全てを処理する構成としてもよいし、選択的に処理する構成としてもよい。後者の構成の場合、画像変換部 5 1 1 は、第 2 U マップ上における孤立領域の位置情報に基づき、変形の生じる位置に存在する孤立領域を処理の対象とする。例えば、画像変換部 5 1 1 は、図 2 1 に示した領域 G 1 に存在する孤立領域に上記の変換処理を施し、変換処理後の孤立領域をヒストグラム生成部 4 6 1 に出力する。また、画像変換部 5 1 1 は、図 2 1 に示した領域 G 2 に存在する孤立領域を処理の対象から除外し、当該孤立領域をそのままヒストグラム生成部 4 6 1 に出力する。これにより、変形の発生する孤立領域のみを処理の対象とすることができるため、処理の効率化を図ることができる。

40

【0094】

[変形例 2]

上記変形例 1 では、画像変換部 5 1 1 が、処理対象の孤立領域を選択し、変換処理を施す構成を説明した。変形例 2 では、画像変換部 5 1 1 とは異なる独立した機能部が孤立領域の選択を行う構成について説明する。以下、本変形例に係る分離処理部 4 6 B の構成について説明する。分離処理部 4 6 B は、上記実施形態の分離処理部 4 6 に対応するもので

50

ある。なお、上記実施形態及び変形例と同様の構成については、同一の符号を付与し説明を省略する。

【0095】

図26は、変形例2に係る分離処理部46Bの構成を模式的に示す図である。図26に示すように、分離処理部46Bは、画像変換部511、選択部512、ヒストグラム生成部461、ヒストグラム平滑化部462及びヒストグラム分離部463等の機能部を備える。なお、画像変換部511は、変形例1で説明した選択機能を備えてもよいし、備えなくてもよい。

【0096】

ここで、選択部512には、孤立領域検出部45で検出された孤立領域と、画像変換部511で変換された孤立領域と、各孤立領域の位置情報とが入力される。選択部512は、各孤立領域の位置情報に基づき、入力された孤立領域の中からヒストグラム分離部463に出力する孤立領域を選択する。具体的に、選択部512は、変形が生じる領域の孤立領域については、画像変換部511で変換された孤立領域を選択し、変形が生じない領域の孤立領域については、孤立領域検出部45で検出された孤立領域を選択する。なお、選択の基準となる領域は、例えば、図21に示した領域G1、G2を用いてもよい。

10

【0097】

このように、本変形例の分離処理部46Bでは、遠方且つ画角端で検出された孤立領域であっても、孤立領域に含まれる画素群の形状を補正することができるため、変形例1と同様、孤立領域の分離を容易に行うことができる。

20

【0098】

[変形例3]

上記変形例1、2では、画像変換部511で孤立領域に変換処理を施した後、この変化処理後の孤立領域に基づいてヒストグラムを生成する構成を説明した。変形例3では、画像変換部511を用いずに、ヒストグラムの生成を行う構成について説明する。以下、本変形例に係る分離処理部46Cの構成について説明する。分離処理部46Cは、上記実施形態の分離処理部46に対応するものである。なお、上記実施形態及び変形例と同様の構成については、同一の符号を付与し説明を省略する。

【0099】

図27は、変形例3に係る分離処理部46Cの構成を模式的に示す図である。図27に示すように、分離処理部46Cは、投票位置決定部513、ヒストグラム生成部514、ヒストグラム平滑化部462及びヒストグラム分離部463等の機能部を備える。

30

【0100】

投票位置決定部513には、孤立領域検出部45で検出された孤立領域と、各孤立領域の位置情報とが入力される。投票位置決定部513は、孤立領域の各々について、当該孤立領域のエリア内に存在する各画素（有効画素）の投票位置を決定する。ここで、投票位置は、その有効画素の視差頻度に係るヒストグラムのピンの位置、つまり第2Uマップの横座標の位置を指定するものである。なお、投票位置決定部513は、上記式(6)に基づき算出した画素位置 $x_{new}$ を、投票位置として決定するものとする。

【0101】

また、投票位置決定部513は、孤立領域毎に、有効画素の視差頻度と当該有効画素の投票位置とを対応付け、ヒストグラム生成部514に出力する。

40

【0102】

ヒストグラム生成部514は、投票位置決定部513から入力される有効画素の視差頻度と投票位置とに基づき、孤立領域毎にヒストグラムを生成する。ここで、ヒストグラム生成部514が生成するヒストグラムは、孤立領域に生じた変形の補正後の結果を反映したものとなる。そのため、ヒストグラム分離部463では、ヒストグラム生成部514が生成したヒストグラムから、孤立領域の分離を容易に行うことができる。

【0103】

このように、本変形例の分離処理部46Cでは、遠方且つ画角端で検出された孤立領域

50

であっても、補正後の結果を反映したヒストグラムを生成することができるため、上記変形例と同様、孤立領域の分離を容易に行うことができる。

【0104】

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【0105】

例えば、上記実施形態では、撮像部10としてステレオカメラを用いる形態を説明したが、これに限らないものとする。例えば、撮像部10として、被写体との距離（奥行き）を示す距離情報を画素毎に含む画像データ（距離画像）を取得可能な、単眼の距離画像カメラを用いる構成としてもよい。また、レーザ等の測距手段と、通常の単眼カメラとを組み合わせることで、距離画像を取得可能な構成としてもよい。これらの構成を採用した場合、被写体との距離は、視差値 $d$ の逆数に比例するため、距離画像に基づき、視差画像や第1Uマップ、第2Uマップ等を生成することができる。

【0106】

また、上記実施形態では、視差頻度分布情報としてヒストグラムの画像を用いて説明したが、これは説明を容易にするために例として示したものである。画像解析部20で孤立領域の分離を行う際、ヒストグラム生成部461は、実際にヒストグラムを画像として生成する必要はない。例えば、ヒストグラム生成部461は、例えばヒストグラムを表す数値情報を、視差頻度分布情報として生成してもよい。

【符号の説明】

【0107】

- 1 車両制御システム
- 10 撮像部
- 20 画像解析部
- 30 車両制御部
- 41 平行化画像生成部
- 42 視差画像生成部
- 43 第1Uマップ生成部
- 44 第2Uマップ生成部
- 45 孤立領域検出部
- 46、46A、46B、46C 分離処理部
- 47 対応領域検出部
- 48 オブジェクトタイプ分類部
- 49 3次元位置決定部
- 461 ヒストグラム生成部
- 462 ヒストグラム平滑化部
- 463 ヒストグラム分離部
- 511 画像変換部
- 512 選択部
- 513 投票位置決定部
- 514 ヒストグラム生成部

【先行技術文献】

【特許文献】

【0108】

【特許文献1】特開2014-096005号公報

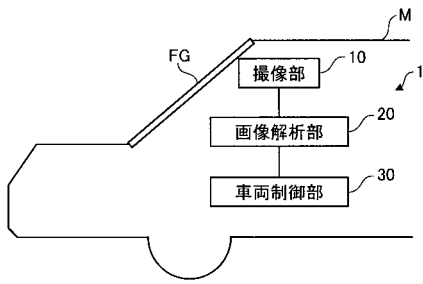
10

20

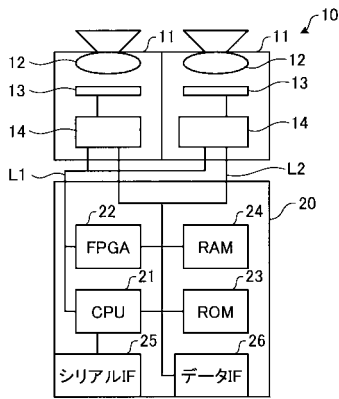
30

40

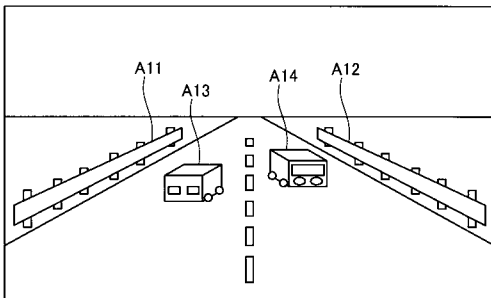
【 図 1 】



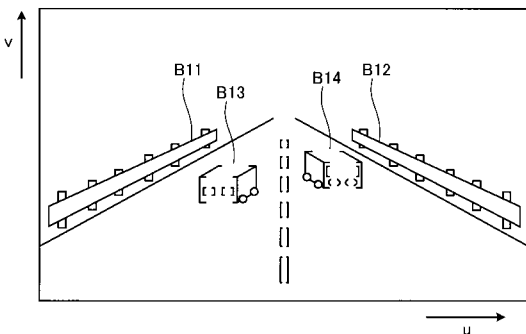
【 図 2 】



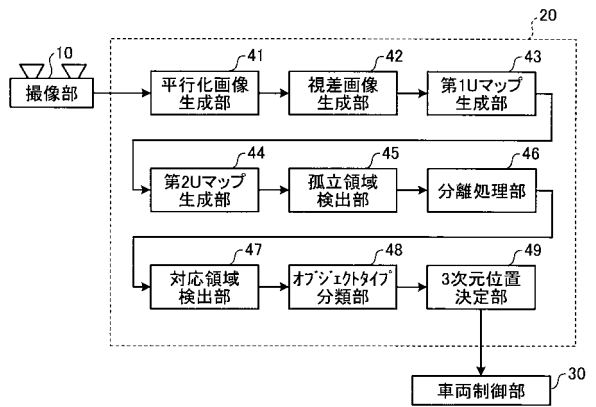
【 図 4 】



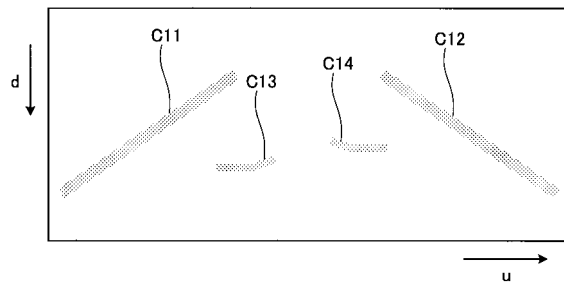
【 図 5 】



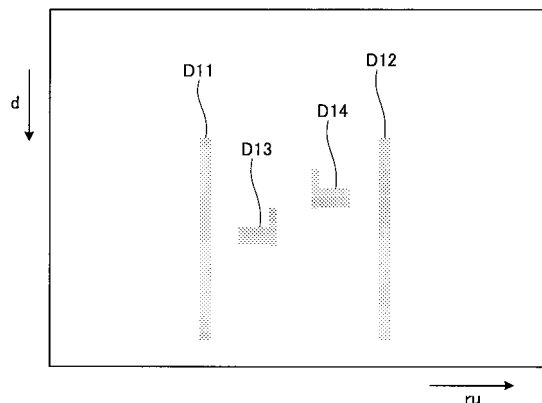
【 図 3 】



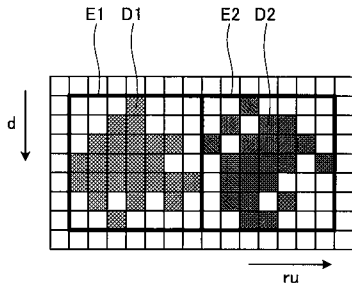
【 図 6 】



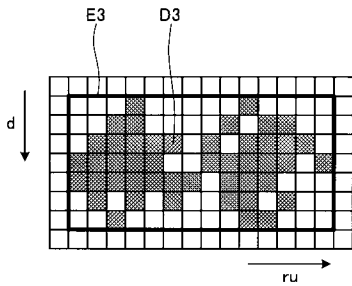
【 図 7 】



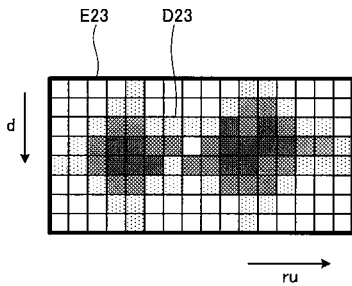
【 図 8 】



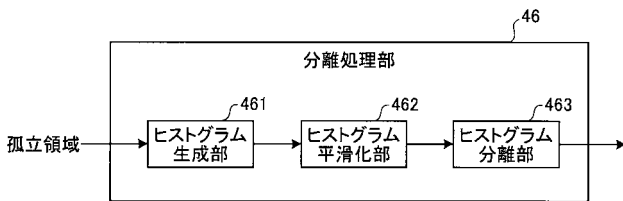
【 図 9 】



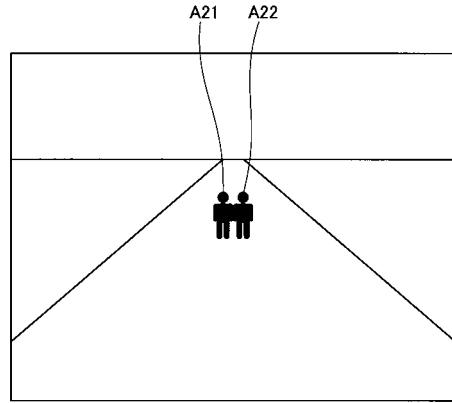
【 図 1 2 】



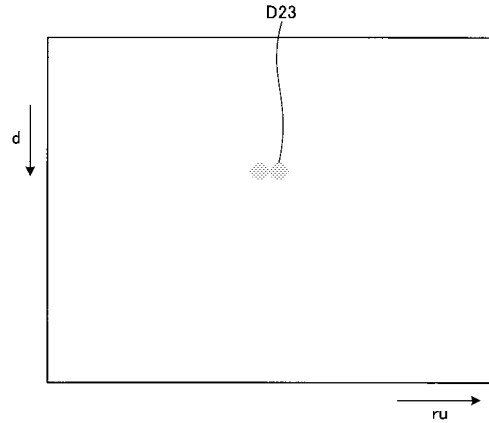
【 図 1 3 】



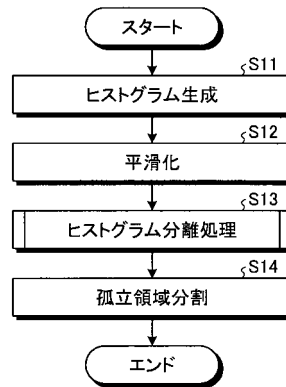
【 図 1 0 】



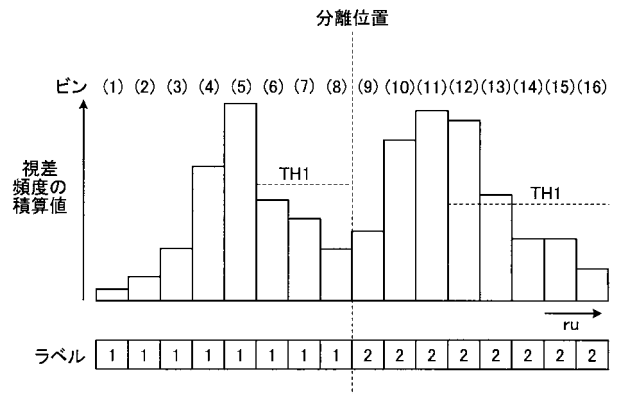
【 図 1 1 】



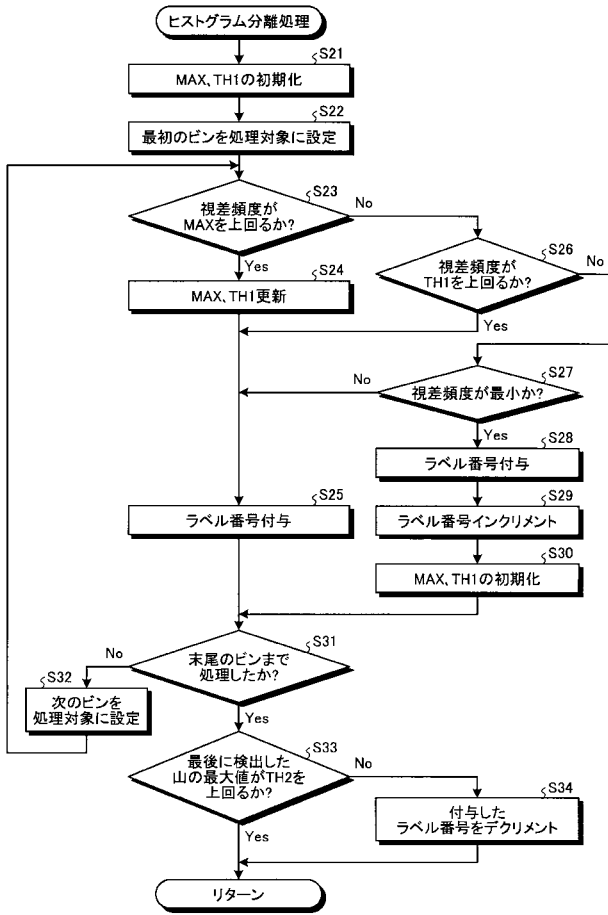
【 図 1 4 】



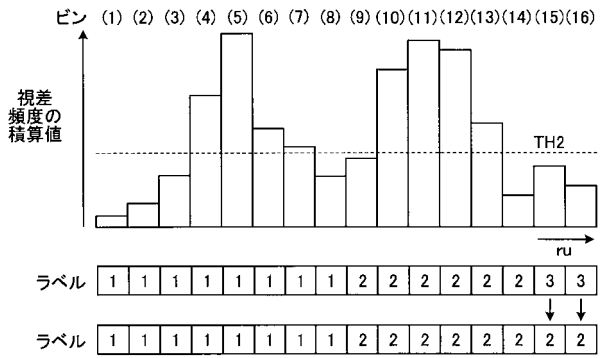
【 図 1 5 】



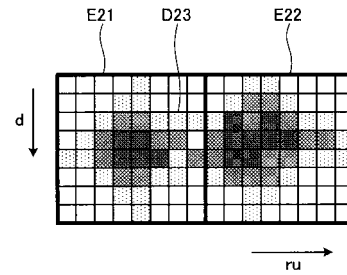
【 図 1 6 】



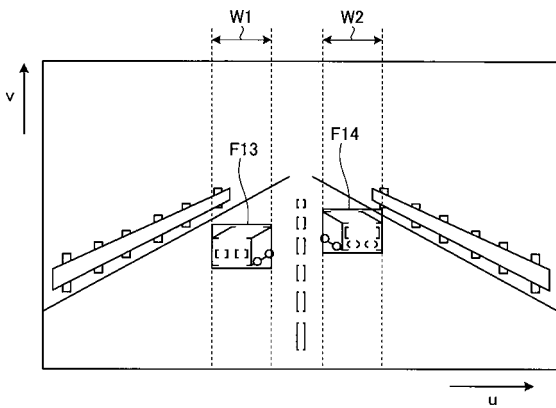
【 図 1 7 】



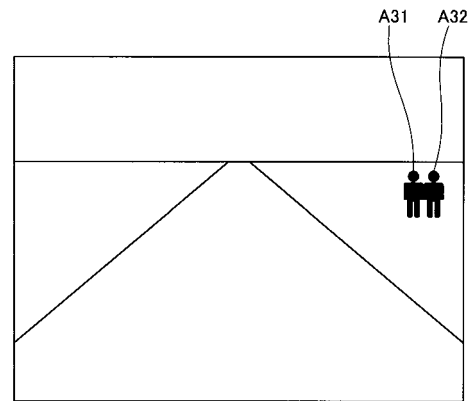
【 図 1 8 】



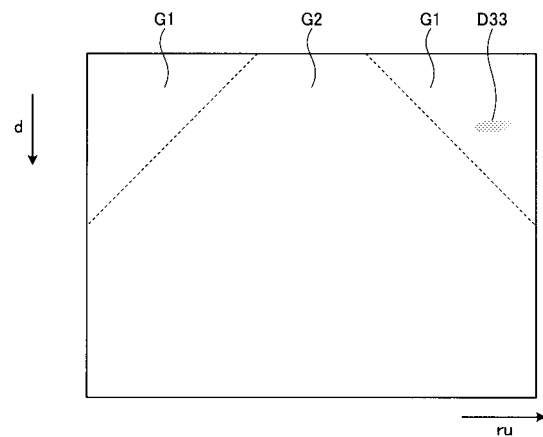
【 図 1 9 】



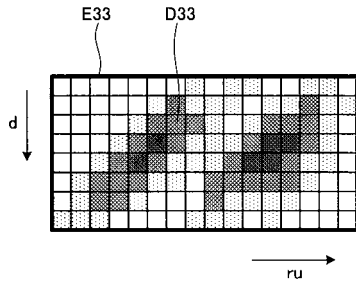
【 図 2 0 】



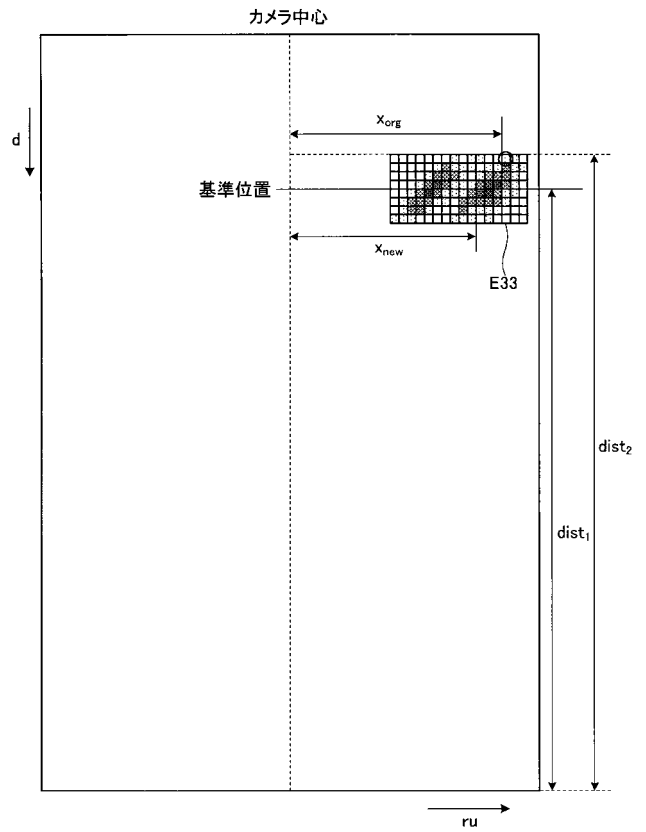
【 図 2 1 】



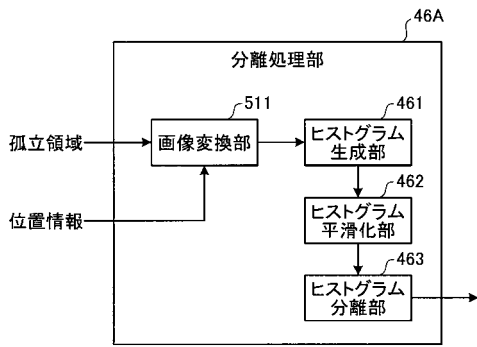
【 図 2 2 】



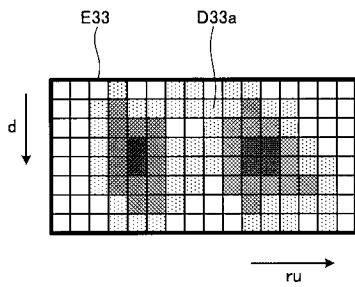
【 図 2 4 】



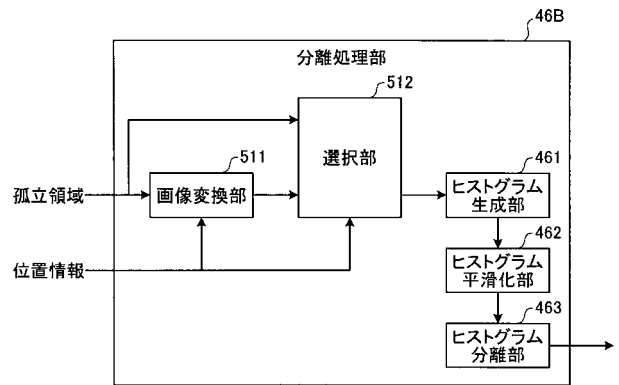
【 図 2 3 】



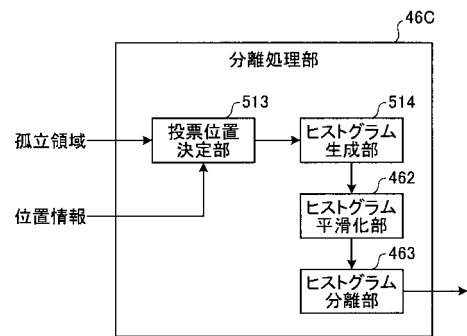
【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



【 図 2 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I			テーマコード(参考)
<b>G 0 1 B 11/00 (2006.01)</b>	G 0 1 C	3/06	1 1 0 V	
	G 0 1 C	3/06	1 4 0	
	G 0 1 B	11/00	H	

Fターム(参考) 5B057 AA16 BA02 CC01 CF03 DA08 DA15 DA20 DB03 DB06 DB09  
 DC19  
 5H181 AA01 CC04 LL01 LL04 LL06 LL09  
 5L096 AA06 AA09 BA04 BA20 CA05 DA03 FA35 FA66