

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6701253号
(P6701253)

(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8日(2020.5.8)

(51) Int. Cl.		F I			
GO1C	3/06	(2006.01)	GO1C	3/06	110V
GO1B	11/22	(2006.01)	GO1B	11/22	H
GO6T	7/593	(2017.01)	GO6T	7/593	
GO6T	7/00	(2017.01)	GO6T	7/00	650A

請求項の数 4 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2018-54906 (P2018-54906)	(73) 特許権者	000005348
(22) 出願日	平成30年3月22日 (2018. 3. 22)		株式会社SUBARU
(65) 公開番号	特開2019-168821 (P2019-168821A)		東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号
(43) 公開日	令和1年10月3日 (2019. 10. 3)	(74) 代理人	110000936
審査請求日	平成30年11月2日 (2018. 11. 2)		特許業務法人青海特許事務所
		(72) 発明者	大久保 淑実
			東京都渋谷区恵比寿一丁目20番8号 株式会社SUBARU内
		審査官	佐田 宏史
		(56) 参考文献	特開2015-073185 (JP, A)
)
			特開2011-254170 (JP, A)
)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車外環境認識装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータが、
位置を異にする複数の撮像装置において所定の第1露光時間で撮像した複数の第1輝度画像を取得する第1輝度画像取得部と、

前記複数の撮像装置において前記第1露光時間より短い第2露光時間で撮像した複数の第2輝度画像を取得する第2輝度画像取得部と、

前記複数の第1輝度画像をパターンマッチングして第1距離画像を生成する第1距離画像生成部と、

前記複数の第2輝度画像をパターンマッチングして第2距離画像を生成する第2距離画像生成部と、

前記第1距離画像の任意のブロック、および、前記任意のブロックに対応する前記第2距離画像のブロックのうち、距離の信頼度が高いブロックを抽出して合成画像を生成する合成画像生成部、

として機能し、

前記ブロックとの距離が距離閾値以下であるブロック数が所定数以上である場合、前記ブロックとの距離が距離閾値以下であるブロック数が所定数未満である場合と比べ、前記距離の信頼度が高い車外環境認識装置。

【請求項2】

コンピュータが、

10

20

位置を異にする複数の撮像装置において所定の第1露光時間で撮像した複数の第1輝度画像を取得する第1輝度画像取得部と、

前記複数の撮像装置において前記第1露光時間より短い第2露光時間で撮像した複数の第2輝度画像を取得する第2輝度画像取得部と、

前記複数の第1輝度画像をパターンマッチングして第1距離画像を生成する第1距離画像生成部と、

前記複数の第2輝度画像をパターンマッチングして第2距離画像を生成する第2距離画像生成部と、

前記第1距離画像の任意のブロック、および、前記任意のブロックに対応する前記第2距離画像のブロックのうち、距離の信頼度が高いブロックを抽出して合成画像を生成する合成画像生成部、

として機能し、

前記ブロックの輝度差累積が所定値以上である場合、前記ブロックの輝度差累積が所定値未満である場合と比べ、前記距離の信頼度が高い車外環境認識装置。

10

【請求項3】

コンピュータが、

位置を異にする複数の撮像装置において所定の第1露光時間で撮像した複数の第1輝度画像を取得する第1輝度画像取得部と、

前記複数の撮像装置において前記第1露光時間より短い第2露光時間で撮像した複数の第2輝度画像を取得する第2輝度画像取得部と、

前記複数の第1輝度画像をパターンマッチングして第1距離画像を生成する第1距離画像生成部と、

前記複数の第2輝度画像をパターンマッチングして第2距離画像を生成する第2距離画像生成部と、

前記第1距離画像の任意のブロック、および、前記任意のブロックに対応する前記第2距離画像のブロックのうち、前記ブロックの輝度差累積が高いブロックを抽出して合成画像を生成する合成画像生成部、

として機能する車外環境認識装置。

20

【請求項4】

前記合成画像生成部は、前記ブロックの輝度差累積が同値の場合、前記第2距離画像のブロックを抽出する請求項3に記載の車外環境認識装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自車両の進行方向に存在する立体物を特定する車外環境認識装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自車両の前方に位置する車両等の立体物を検出し、先行車両との衝突を回避したり（衝突回避制御）、先行車両との車間距離を安全な距離に保つように制御する（クルーズコントロール）技術が知られている（例えば、特許文献1）。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特許第3349060号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記のような衝突回避制御やクルーズコントロールを実現するためには、車両前方の車外環境を、露光を調整することで適切に取得し、自車両の進行方向に存在する立体物が先行車両等の特定物であるか否か特定しなければならない。しかし、いくら露光を調整した

50

としても、撮像装置で取得された画像においては、日向が白飛びしたり、日陰が黒つぶれしたりして、一部の画像が適切に特定できない場合がある。

【0005】

このように明るい画像と暗い画像のどちらの階調も有効に取得するため、より広いダイナミックレンジを表現可能なHDR (High Dynamic Range) 合成を採用することができる。しかし、撮像装置が一つ(単眼)の場合には、HDR合成が有効に機能するが、複数の撮像装置(複眼)を要するステレオマッチングにおいて、複数の撮像装置それぞれで独立してHDR合成を実行すると、却ってミスマッチ率が高くなる場合がある。

【0006】

例えば、ダイナミックレンジを一旦広げて(例えば256 1024)、圧縮する(例えば、1024 256)際に、ノイズ特性に基づきそれぞれの画像で個別に階調を調整してしまうと、左右の画像の同期がとれず、同一の立体物の部位同士がマッチングしなくなってしまう。

【0007】

本発明は、このような課題に鑑み、ステレオマッチングを行う場合でも広いダイナミックレンジで立体物を特定することが可能な車外環境認識装置を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の車外環境認識装置は、コンピュータが、位置を異にする複数の撮像装置において所定の第1露光時間で撮像した複数の第1輝度画像を取得する第1輝度画像取得部と、複数の撮像装置において第1露光時間より短い第2露光時間で撮像した複数の第2輝度画像を取得する第2輝度画像取得部と、複数の第1輝度画像をパターンマッチングして第1距離画像を生成する第1距離画像生成部と、複数の第2輝度画像をパターンマッチングして第2距離画像を生成する第2距離画像生成部と、第1距離画像の任意のブロック、および、任意のブロックに対応する第2距離画像のブロックのうち、距離の信頼度が高いブロックを抽出して合成画像を生成する合成画像生成部、として機能し、ブロックとの距離が距離閾値以下であるブロック数が所定数以上である場合、ブロックとの距離が距離閾値以下であるブロック数が所定数未満である場合と比べ、距離の信頼度が高い。

【0011】

上記課題を解決するために、本発明の他の車外環境認識装置は、コンピュータが、位置を異にする複数の撮像装置において所定の第1露光時間で撮像した複数の第1輝度画像を取得する第1輝度画像取得部と、複数の撮像装置において第1露光時間より短い第2露光時間で撮像した複数の第2輝度画像を取得する第2輝度画像取得部と、複数の第1輝度画像をパターンマッチングして第1距離画像を生成する第1距離画像生成部と、複数の第2輝度画像をパターンマッチングして第2距離画像を生成する第2距離画像生成部と、第1距離画像の任意のブロック、および、任意のブロックに対応する第2距離画像のブロックのうち、距離の信頼度が高いブロックを抽出して合成画像を生成する合成画像生成部、として機能し、ブロックの輝度差累積が所定値以上である場合、ブロックの輝度差累積が所定値未満である場合と比べ、距離の信頼度が高い。

【0012】

上記課題を解決するために、本発明の他の車外環境認識装置は、コンピュータが、位置を異にする複数の撮像装置において所定の第1露光時間で撮像した複数の第1輝度画像を取得する第1輝度画像取得部と、複数の撮像装置において第1露光時間より短い第2露光時間で撮像した複数の第2輝度画像を取得する第2輝度画像取得部と、複数の第1輝度画像をパターンマッチングして第1距離画像を生成する第1距離画像生成部と、複数の第2輝度画像をパターンマッチングして第2距離画像を生成する第2距離画像生成部と、第1距離画像の任意のブロック、および、任意のブロックに対応する第2距離画像のブロックのうち、ブロックの輝度差累積が高いブロックを抽出して合成画像を生成する合成画像生

10

20

30

40

50

成部、として機能する。

【 0 0 1 3 】

合成画像生成部は、ブロックの輝度差累積が同値の場合、第 2 距離画像のブロックを抽出するとしてもよい。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、ステレオマッチングを行う場合でも広いダイナミックレンジで立体物を特定することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 5 】

【 図 1 】 車外環境認識システムの接続関係を示したブロック図である。

【 図 2 】 露光時間と画像との関係を示した説明図である。

【 図 3 】 車外環境認識装置の概略的な機能を示した機能ブロック図である。

【 図 4 】 車外環境認識処理の流れを示すフローチャートである。

【 図 5 】 第 1 輝度画像を示した説明図である。

【 図 6 】 第 2 輝度画像を示した説明図である。

【 図 7 】 第 1 距離画像の生成態様を示した説明図である。

【 図 8 】 第 2 距離画像の生成態様を示した説明図である。

【 図 9 】 合成画像の生成態様を示した説明図である。

【 図 1 0 】 距離有無判定処理の流れを示したフローチャートである。

【 図 1 1 】 信頼度が高いブロックを抽出する条件を示した説明図である。

【 図 1 2 】 輝度差累積判定処理の流れを示したフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 6 】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値などは、発明の理解を容易とするための例示にすぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、また本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

【 0 0 1 7 】

(車外環境認識システム 1 0 0)

図 1 は、車外環境認識システム 1 0 0 の接続関係を示したブロック図である。車外環境認識システム 1 0 0 は、撮像装置 1 1 0 と、車外環境認識装置 1 2 0 と、車両制御装置 (E C U : Engine Control Unit) 1 3 0 とを含んで構成される。

【 0 0 1 8 】

撮像装置 1 1 0 は、C C D (Charge-Coupled Device) や C M O S (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) 等の撮像素子を含んで構成され、自車両 1 の前方の車外環境を撮像し、少なくとも輝度の情報が含まれる輝度画像 (カラー画像やモノクロ画像) を生成することができる。また、撮像装置 1 1 0 は、自車両 1 の進行方向側において 2 つの撮像装置 1 1 0 それぞれの光軸が略平行になるように、略水平方向に離隔して配置される。撮像装置 1 1 0 は、自車両 1 の前方の検出領域に存在する立体物を撮像した輝度画像を、例えば 1 / 6 0 秒のフレーム毎 (6 0 f p s) に連続して生成する。ここで、撮像装置 1 1 0 によって認識する立体物は、自転車、歩行者、車両、信号機、道路標識、ガードレール、建物といった独立して存在する物のみならず、自転車の車輪等、その一部として特定できる物も含む。

【 0 0 1 9 】

また、車外環境認識装置 1 2 0 は、2 つの撮像装置 1 1 0 それぞれから輝度画像を取得し、所謂パターンマッチングを用いて、視差、および、任意のブロックの画像内の位置を示す画像位置を含む視差情報を有する距離画像を生成する。かかるパターンマッチングお

10

20

30

40

50

よび距離画像については、後程、詳述する。

【 0 0 2 0 】

また、車外環境認識装置 1 2 0 は、輝度画像に基づき輝度値（カラー値）、および、距離画像に基づいて算出された、自車両 1 との相対距離を含む実空間における三次元空間の位置情報を用いて、まず路面を特定し、特定した路面上に位置し、カラー値が等しく三次元の位置情報が近いブロック同士を立体物としてグループ化して、自車両 1 の前方の検出領域における立体物がいずれの特定物（例えば、先行車両や自転車）に対応するかを特定する。

【 0 0 2 1 】

また、車外環境認識装置 1 2 0 は、このように特定物を特定すると、特定物との衝突を回避したり（衝突回避制御）、先行車両との車間距離を安全な距離に保つように自車両 1 を制御する（クルーズコントロール）。なお、上記相対距離は、距離画像におけるブロック毎の視差情報を、所謂ステレオ法を用いて三次元の位置情報に変換することで求められる。ここで、ステレオ法は、三角測量法を用いることで、立体物の視差からその立体物の撮像装置 1 1 0 に対する相対距離を導出する方法である。このように、二次元の視差情報から三次元の位置情報を得る手法をステレオマッチングということもある。

【 0 0 2 2 】

車両制御装置 1 3 0 は、ステアリングホイール 1 3 2、アクセルペダル 1 3 4、ブレーキペダル 1 3 6 を通じて運転手の操作入力を受け付け、操舵機構 1 4 2、駆動機構 1 4 4、制動機構 1 4 6 に伝達することで自車両 1 を制御する。また、車両制御装置 1 3 0 は、車外環境認識装置 1 2 0 の指示に従い、操舵機構 1 4 2、駆動機構 1 4 4、制動機構 1 4 6 を制御する。

【 0 0 2 3 】

上述したように、車外環境認識システム 1 0 0 では、2 つの撮像装置 1 1 0 それぞれから輝度画像に基づき、ステレオマッチングを行うことで先行車両等の立体物の三次元位置を特定している。しかし、撮像装置 1 1 0 で撮像された画像によっては、日向が白飛びしたり、日陰が黒つぶれしたりして、一部の画像を取得できず、そこに位置するはずの立体物を適切に特定できない場合がある。

【 0 0 2 4 】

図 2 は、露光時間と画像との関係を示した説明図である。例えば、走行中、トンネルに入った場合、露光時間を長く設定することで、図 2 (a) のように、トンネル内の領域 2 0 0 における道路や立体物を適切に取得できる。しかし、トンネルの出口より先の領域 2 0 2 では日光が強く白飛びしている。そうすると、図 2 (a) の領域 2 0 2 の情報を得ることができない。

【 0 0 2 5 】

ここで、図 2 (a) の領域 2 0 2 の情報を得るべく、露光時間を短く設定すると、図 2 (b) のように、トンネルの出口より先の領域 2 0 2 における道路や立体物を適切に取得できる。一方で、図 2 (a) では取得できていたトンネル内の領域 2 0 0 が黒つぶれして情報を得ることができなくなる。

【 0 0 2 6 】

このように明るい画像と暗い画像のどちらの階調も有効に取得するため、より広いダイナミックレンジを表現可能な HDR 合成を採用することができる。しかし、複数の撮像装置 1 1 0 を要するステレオマッチングにおいて、複数の撮像装置 1 1 0 それぞれで独立して HDR 合成を実行すると、却ってミスマッチ率が高くなる場合がある。そこで、本実施形態では、撮像態様を改良し、ステレオマッチングを行う場合でも広いダイナミックレンジで立体物を特定する。

【 0 0 2 7 】

(車外環境認識装置 1 2 0)

図 3 は、車外環境認識装置 1 2 0 の概略的な機能を示した機能ブロック図である。図 3 に示すように、車外環境認識装置 1 2 0 は、I / F 部 1 5 0 と、データ保持部 1 5 2 と、

10

20

30

40

50

中央制御部 154 とを含んで構成される。

【0028】

I/F部 150 は、撮像装置 110、および、車両制御装置 130 との双方向の情報交換を行うためのインターフェースである。データ保持部 152 は、RAM、フラッシュメモリ、HDD 等で構成され、以下に示す各機能部の処理に必要な様々な情報を保持する。

【0029】

中央制御部 154 は、中央処理装置 (CPU)、プログラム等が格納された ROM、ワークエリアとしての RAM 等を含む半導体集積回路で構成され、システムバス 156 を通じて、I/F部 150、データ保持部 152 等を制御する。また、本実施形態において、中央制御部 154 は、第 1 輝度画像取得部 160、第 2 輝度画像取得部 162、第 1 距離画像生成部 164、第 2 距離画像生成部 166、合成画像生成部 168、立体物特定部 170 としても機能する。以下、本実施形態に特徴的な、距離画像 (合成画像) の生成処理について、当該中央制御部 154 の各機能部の動作も踏まえて詳述する。

10

【0030】

(車外環境認識処理)

図 4 は、車外環境認識処理の流れを示すフローチャートである。車外環境認識処理では、第 1 輝度画像取得部 160 により、2 つの撮像装置 110 において所定の第 1 露光時間で撮像した 2 つの第 1 輝度画像を取得する第 1 輝度画像取得処理 (S200) が実行され、第 2 輝度画像取得部 162 により、2 つの撮像装置 110 において第 1 露光時間より短い第 2 露光時間で撮像した 2 つの第 2 輝度画像を取得する第 2 輝度画像取得処理 (S202) が実行される。

20

【0031】

次に、第 1 距離画像生成部 164 により、複数の第 1 輝度画像をパターンマッチングして第 1 距離画像を生成する第 1 距離画像生成処理 (S204) が実行され、第 2 距離画像生成部 166 により、複数の第 2 輝度画像をパターンマッチングして第 2 距離画像を生成する第 2 距離画像生成処理 (S206) が実行される。

【0032】

続いて、合成画像生成部 168 により、第 1 距離画像の任意のブロック、および、この任意のブロックに対応する第 2 距離画像のブロックの 2 つのブロックのうち、距離の信頼度が高いブロックを抽出して合成画像を生成する合成画像生成処理 (S208) が実行される。そして、立体物特定部 170 により、合成画像に基づいて立体物を特定する立体物特定処理 (S210) が実行される。以下、各処理を詳述する。

30

【0033】

(第 1 輝度画像取得処理 S200)

第 1 輝度画像取得部 160 は、2 つの撮像装置 110 それぞれの露光時間 (撮像素子がレンズを通して光に晒される時間) を、車外環境の比較的暗い部分 (例えば、日陰) が黒つぶれすることなく、そのエッジを取得することができる所定の第 1 露光時間 (長露光時間) に設定し、撮像された 2 つの第 1 輝度画像を取得する。

【0034】

図 5 は、第 1 輝度画像を示した説明図である。図 5 (a) は、略水平方向に離隔して配置された撮像装置 110 のうち、左側に配置された撮像装置 110 で取得された第 1 輝度画像 210 であり、図 5 (b) は、右側に配置された撮像装置 110 で取得された第 1 輝度画像 212 である。ここでは、比較的長い露光時間で撮像しているので、トンネルの出口より先の領域 202 では日光が強く白飛びしているものの、トンネル内の領域 200 の画像は適切に取得されている。

40

【0035】

(第 2 輝度画像取得処理 S202)

第 2 輝度画像取得部 162 は、2 つの撮像装置 110 それぞれの露光時間を、車外環境の比較的明るい部分 (例えば、日向) が白飛びすることなく、そのエッジを取得することができる所定の第 2 露光時間 (短露光時間) に設定し、撮像された複数の第 2 輝度画像を

50

取得する。かかる第2露光時間は、露出を抑えるため、第1露光時間より短い。また、第1輝度画像取得部160と第2輝度画像取得部162との撮像間隔は、画像間の同時性を担保するため、極短時間であることが望ましい。

【0036】

図6は、第2輝度画像を示した説明図である。図6(a)は、略水平方向に離隔して配置された撮像装置110のうち、左側に配置された撮像装置110で取得された第2輝度画像220であり、図6(b)は、右側に配置された撮像装置110で取得された第2輝度画像222である。ここでは、比較的短い露光時間で撮像しているので、トンネル内の領域200が黒つぶれしているものの、トンネルの出口より先の領域202の画像は適切に取得される。

10

【0037】

(第1距離画像生成処理S204)

第1距離画像生成部164は、第1輝度画像取得部160が取得した2つの第1輝度画像210、212を用い、パターンマッチングによって視差情報を有する1の第1距離画像を生成する。

【0038】

図7は、第1距離画像の生成態様を示した説明図である。第1距離画像生成部164は、例えば、図7(a)に示された第1輝度画像210と、図7(b)に示された第1輝度画像212とのパターンマッチングを行う。

【0039】

具体的に、2つの第1輝度画像210、212のうち、一方の輝度画像から任意に抽出したブロック(例えば、水平4画素×垂直4画素の配列)に対応するブロックを他方の輝度画像から検索し(パターンマッチング)、視差、および、任意のブロックの画像内の位置を示す画像位置を含む視差情報を導出する。ここで、水平は、撮像した画像の画像横方向を示し、垂直は、撮像した画像の画像縦方向を示す。このパターンマッチングとしては、一対の画像間において、任意のブロック単位で輝度(Y)を比較することが考えられる。例えば、輝度の差分をとるSAD(Sum of Absolute Difference)、差分を2乗して用いるSSD(Sum of Squared intensity Difference)や、各画素の輝度から平均値を引いた分散値の類似度をとるNCC(Normalized Cross Correlation)等の手法がある。

20

【0040】

車外環境認識装置120は、このようなブロック単位の視差導出処理を検出領域(例えば、600画素×200画素)に映し出されている全てのブロックについて行う。ここでは、ブロックを4画素×4画素としているが、ブロック内の画素数は任意に設定することができる。こうして、図7(c)のような第1距離画像214が生成される。

30

【0041】

ここでは、図7(a)、図7(b)に示した第1輝度画像210、212においてトンネル内の領域200の画像が適切に取得されているので、図7(c)の第1距離画像214においても、トンネル内の領域200の視差情報が適切に導出される。ただし、第1輝度画像210、212においてトンネルの出口より先の領域202の画像は白飛びしているので、その領域202のパターンマッチングでは距離の信頼度が低くなる。

40

【0042】

(第2距離画像生成処理S206)

第2距離画像生成部166は、第2輝度画像取得部162が取得した2つの第2輝度画像を用い、パターンマッチングによって視差情報を有する1の第2距離画像を生成する。

【0043】

図8は、第2距離画像の生成態様を示した説明図である。第2距離画像生成部166は、例えば、図8(a)に示された第2輝度画像220と、図8(b)に示された第2輝度画像222のパターンマッチングを行う。そうすると、図8(c)のような第2距離画像224が生成される。

【0044】

50

ここでは、図8(a)、図8(b)に示した第2輝度画像220、222においてトンネルの出口より先の領域202の画像が適切に取得されているので、図8(c)の第2距離画像224においても、トンネル内の領域200の視差情報が適切に導出される。なお、第2輝度画像220、222においてトンネル内の領域200の画像は黒つぶれしているので、その領域200のパターンマッチングでは距離の信頼度が低くなる。

【0045】

(合成画像生成処理S208)

合成画像生成部168は、第1距離画像214および第2距離画像224を用い、第1距離画像214の任意のブロック、および、この任意のブロックに対応する第2距離画像224のブロックの2つのブロックのうち、距離の信頼度が高いブロックを抽出して1の合成画像を生成する。

10

【0046】

図9は、合成画像の生成態様を示した説明図であり、図10は、距離有無判定処理の流れを示したフローチャートであり、図11は、信頼度が高いブロックを抽出する条件を示した説明図であり、図12は、輝度差累積判定処理の流れを示したフローチャートである。

【0047】

合成画像生成部168は、例えば、図9(a)に示された第1距離画像214から任意のブロック230を抽出する。次に、合成画像生成部168は、図9(b)に示された第2距離画像224から、第1距離画像214の任意のブロック230に対応する(画像中で同一の位置にある)ブロック232を抽出する。かかる2つのブロック230、232それぞれについて、以下の3つのパラメータの信頼度を判定し、全てのパラメータについて信頼度が高いと判定されれば、そのブロックを「距離有り」と特定する。なお、パラメータの信頼度の条件を1つでも満たしていなければ、「距離無し」と判定する。

20

【0048】

ここでは、まず、ブロックが視差を有する場合、ブロックに視差が無い場合と比べ、距離の信頼度が高いと判定する。したがって、図10に示すように、合成画像生成部168は、抽出した2つのブロック230、232の一方に対し、ブロックが視差を有するか否かを判定する(S300)。その結果、合成画像生成部168は、抽出したブロックが視差を有する場合(S300におけるYES)、次のパラメータを判定し、視差が無い場合(S300におけるNO)、次のパラメータを判定することなく、「距離無し」と判定する(S302)。

30

【0049】

次に、ブロックとの距離が距離閾値以下であるブロック数が所定数以上である場合、ブロックとの距離が距離閾値以下であるブロック数が所定数未満である場合と比べ、距離の信頼度が高いと判定する。したがって、合成画像生成部168は、まず、ブロックと、水平距離x、(道路表面からの)高さyおよび相対距離zが所定の距離閾値以下であるブロック同士をグループ化する(S304)。そして、合成画像生成部168は、グループ化したブロック群のブロック数(面積)が所定数以上であるか否かを判定する(S306)。その結果、合成画像生成部168は、ブロック数が所定数以上であれば(S306におけるYES)、次のパラメータを判定し、ブロック数が所定数未満であれば(S306におけるNO)、次のパラメータを判定することなく、「距離無し」と判定する(S302)。

40

【0050】

続いて、ブロックの輝度差累積(DCDX)が所定値以上である場合、ブロックの輝度差累積が所定値未満である場合と比べ、距離の信頼度が高いと判定する。したがって、合成画像生成部168は、まず、ブロックの輝度差累積を計算する(S308)。かかる輝度差累積は、水平方向(x方向)の輝度差を累積したものであり、以下のようにして求めることができる。例えば、ブロックが、水平4画素×垂直4画素の16画素であるとする。まず、輝度差累積は0に設定される。そして、16画素全てについて、左右いずれか一

50

方の画素（例えば、右の画素）との輝度の差分を求め、その値が、所定の輝度閾値以上であれば、輝度差累積に1ポイントを加える。したがって、輝度差累積の値は、ブロックの画素数が上限となり、0～16ポイントで表される。そして、ポイントが高ければ高いほど、輝度差が大きい、すなわち、エッジが強いと判断される。

【0051】

次に、合成画像生成部168は、輝度差累積が所定値（例えば1）以上であるか否か判定する（S310）。その結果、合成画像生成部168は、抽出したブロックの輝度差累積が所定値以上であれば（S310におけるYES）、「距離有り」と判定し（S312）、輝度差累積が所定値未満であれば（S310におけるNO）、「距離無し」と判定する（S302）。

10

【0052】

続いて、合成画像生成部168は、このような距離有無判定処理を、抽出した2つのブロック230、232のいずれに対しても行ったか否か判定する（S314）。その結果、距離有無判定処理をいずれに対しても行っていけば（S314におけるYES）、合成画像生成部168は、距離有無判定を終了し、まだ、一方に対して行っていなければ（S314におけるNO）、合成画像生成部168は、他方のブロックに対し、ステップS300から処理を繰り返す。

【0053】

このように、抽出した2つのブロック230、232について距離有無判定が終了すると、合成画像生成部168は、図11のマトリクスに従って、抽出した2つのブロック230、232のうち、信頼度が高い一方のブロックを抽出する。

20

【0054】

具体的に、合成画像生成部168は、図11(b)、図11(c)に示すように、2つのブロック230、232について、一方のブロックが「距離有り」の判定であり、他方のブロックが「距離無し」であれば、「距離有り」のブロックの方が、「距離無し」のブロックより距離の信頼度が高いとして、「距離有り」の判定を受けたブロックを抽出する。また、合成画像生成部168は、図11(d)に示すように、いずれのブロックも「距離無し」の判定であれば、いずれのブロックも抽出せず、そのブロックを距離情報なしと設定する。

【0055】

30

また、合成画像生成部168は、図11(a)に示すように、いずれのブロックも「距離有り」の判定であれば、輝度差累積に基づき、図12に示す輝度差累積判定処理を行う。まず、合成画像生成部168は、「距離有り」と判定された2つのブロックの輝度差累積を参照し、輝度差累積の値が同値であるか否か判定し（S350）、輝度差累積の値が同値でなければ（S350におけるNO）、輝度差累積が高いブロックの方が、輝度差累積が低いブロックより距離の信頼度が高いとして、輝度差累積の値が大きいブロックを抽出する（S352）。

【0056】

また、輝度差累積の値が同値であれば（S350におけるYES）、露光時間が短い第2距離画像224のブロックを優先して抽出する（S354）。ここで、輝度差累積が同値である場合に、第2距離画像224を強制的に抽出する理由は、露光時間は長ければ長いほど、不要な光が拡散したり、ノイズとして取得されるとともに、長時間の車両の移動により、画像がぶれやすいからである。

40

【0057】

なお、ここでは、輝度差累積の値が同値であれば、第2距離画像224のブロックを抽出する例を挙げて説明したが、かかる場合に限らず、2つのブロックが「距離有り」と判定されれば、輝度差累積の値に限らず、第2距離画像224のブロックを抽出するとしてもよい。

【0058】

このようにして、合成画像生成部168は、例えば、図9(a)の第1距離画像214

50

のブロック230と、図9(b)の第2距離画像224のブロック232とを比較し、一方のブロック(例えば、ここではブロック230)を抽出する。こうして、図9(c)の合成画像234が生成される。

【0059】

次に、合成画像生成部168は、合成画像234における検出領域内のブロック毎の視差情報を、上述したステレオ法を用いて、水平距離 x 、高さ y および相対距離 z を含む三次元の位置情報に変換する。

【0060】

ここで、視差情報が、合成画像234における各ブロックの視差を示すのに対し、三次元の位置情報は、実空間における各ブロックの相対距離の情報を示す。また、視差情報が画素単位ではなくブロック単位、即ち複数の画素単位で導出されている場合、その視差情報はブロックに属する全ての画素の視差情報とみなして、画素単位の計算を実行することができる。かかる三次元の位置情報への変換については、特開2013-109391号公報等、既存の技術を参照できるので、ここでは、その詳細な説明を省略する。

【0061】

(立体物特定処理S210)

立体物特定部170は、合成画像生成部168が生成した合成画像234に基づいて立体物を特定する。具体的に、立体物特定部170は、まず、合成画像234中の視差情報に基づき、水平距離 x 、高さ y および相対距離 z が所定の距離閾値以下である場合に、そのブロック同士をグループ化して立体物とする。そして、グループ化した立体物がいずれの特定物に対応するか特定する。例えば、立体物特定部170は、立体物が、車両らしい大きさ、形状、相対速度であり、かつ、後方の所定の位置にブレーキランプやハイマウントストップランプ等の発光源が確認された場合、その立体物を先行車両と特定する。

【0062】

以上、説明したように、本実施形態では、露光時間を異にして複数(ここでは2)の距離画像の組み合わせを撮像し、露光時間毎にパターンマッチングを行って距離画像を生成し、その後、距離の信頼度に基づいて、複数の距離画像を合成し、1の合成画像を生成している。したがって、ステレオマッチングを行う場合でも広いダイナミックレンジで立体物を特定することが可能となる。

【0063】

また、コンピュータを車外環境認識装置120として機能させるプログラムや、当該プログラムを記録した、コンピュータで読み取り可能なフレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD、DVD、BD等の記憶媒体も提供される。ここで、プログラムは、任意の言語や記述方法にて記述されたデータ処理手段をいう。

【0064】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0065】

例えば、上述した実施形態では、第1露光時間と第2露光時間の2つの異なる露光時間で撮像する例を挙げて説明したが、かかる場合に限らず、3つ以上の露光時間それぞれに対して2つの輝度画像を生成し、それらをパターンマッチングして3つ以上の距離画像を生成し、その後、距離の信頼度に応じて、複数の距離画像を合成するとしてもよい。かかる構成により、露光時間を細分化することができ、より精度の高い距離画像(合成画像)を実現することが可能となる。

【0066】

なお、本明細書の車外環境認識処理の各工程は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に処理する必要はなく、並列的あるいはサブルーチンによる処理を含んでもよい。

10

20

30

40

50

【産業上の利用可能性】

【0067】

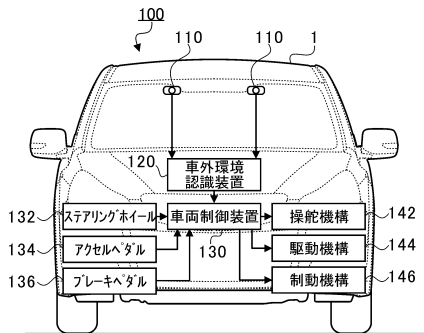
本発明は、自車両の進行方向に存在する立体物を特定する車外環境認識装置に利用することができる。

【符号の説明】

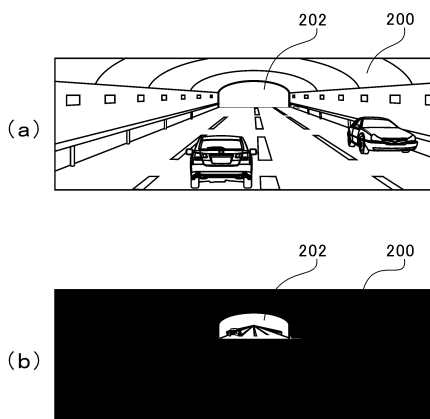
【0068】

- 1 自車両
- 110 撮像装置
- 120 車外環境認識装置
- 160 第1輝度画像取得部
- 162 第2輝度画像取得部
- 164 第1距離画像生成部
- 166 第2距離画像生成部
- 168 合成画像生成部
- 170 立体物特定部
- 214 第1距離画像
- 224 第2距離画像
- 234 合成画像

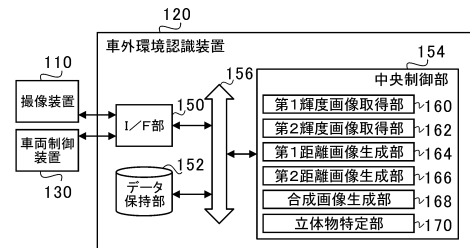
【図1】



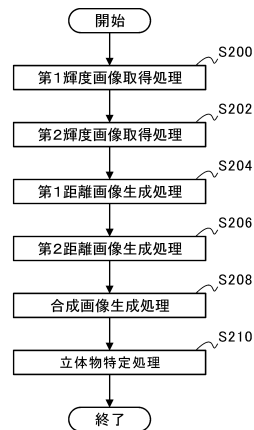
【図2】



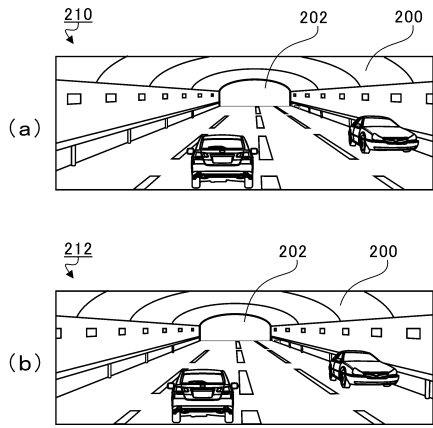
【図3】



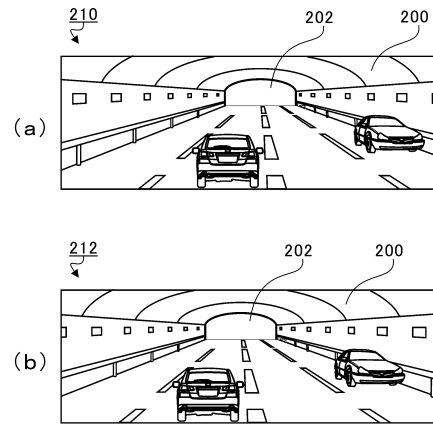
【図4】



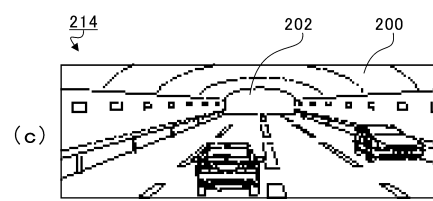
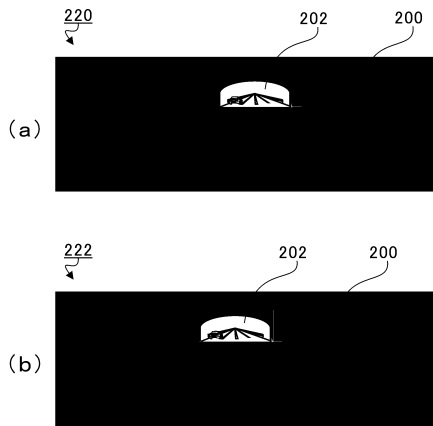
【 図 5 】



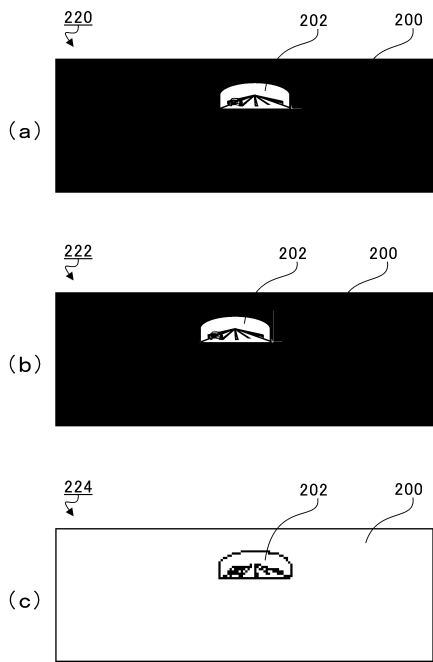
【 図 7 】



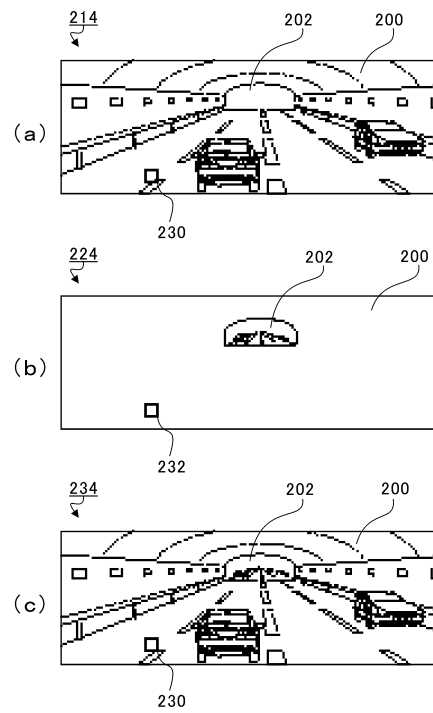
【 図 6 】



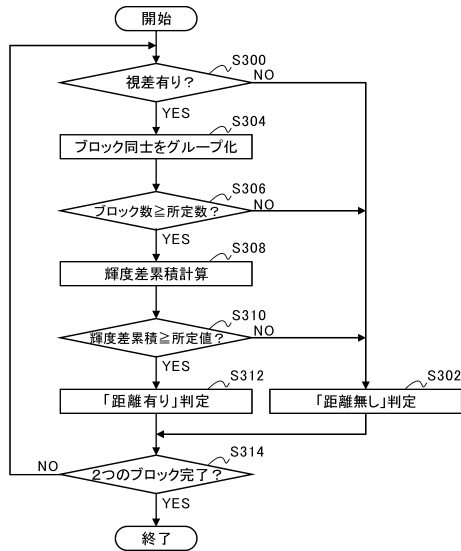
【 図 8 】



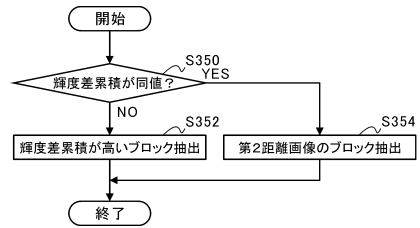
【 図 9 】



【図10】



【図12】



【図11】

		第1距離画像	
		「距離有り」	「距離無し」
第2距離画像	「距離有り」	(a) 輝度差累積 判定処理	(b) 第2距離画像
	「距離無し」	(c) 第1距離画像	(d) 距離情報なし

フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 1 C 3 / 0 6

G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0

G 0 6 T 1 / 0 0 , 7 / 0 0 - 7 / 9 0

H 0 4 N 7 / 1 8