

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6270102号  
(P6270102)

(45) 発行日 平成30年1月31日(2018.1.31)

(24) 登録日 平成30年1月12日(2018.1.12)

(51) Int.Cl. F I  
**GO8G 1/16 (2006.01)** GO8G 1/16 C  
**GO1C 21/00 (2006.01)** GO1C 21/00  
**GO6T 7/60 (2017.01)** GO6T 7/60 200J

請求項の数 17 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2013-169682 (P2013-169682)	(73) 特許権者	000006747 株式会社リコー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号
(22) 出願日	平成25年8月19日(2013.8.19)	(74) 代理人	100098626 弁理士 黒田 壽
(65) 公開番号	特開2014-96135 (P2014-96135A)	(72) 発明者	関 海克 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式 会社リコー内
(43) 公開日	平成26年5月22日(2014.5.22)		
審査請求日	平成28年7月22日(2016.7.22)	審査官	高田 元樹
(31) 優先権主張番号	特願2012-224734 (P2012-224734)		
(32) 優先日	平成24年10月10日(2012.10.10)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動面境界線認識装置、これを用いた移動体機器制御システム、移動面境界線認識方法及び移動面境界線認識用プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識装置において、

2つの前記撮像手段を有するステレオ撮像手段と、

前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像に基づいて前記移動体の前方の視差値を算出して視差画像を取得する視差画像計算手段と、

前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像のいずれか一方の撮像画像から輝度画像を取得する輝度画像取得手段と、

前記移動体の前方の画像で、前記移動体から近い路面部分が写っている第1画像領域と、前記移動体から遠い路面部分が写っている第2画像領域とを区画する区画線を設定する区画線設定手段と、

前記第1画像領域の画像部に対して直線近似を行って前記境界線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識手段と、

前記第2画像領域の画像部に対して曲線近似を行って前記境界線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識手段と

を備え、

前記区画線設定手段は、前記視差画像計算手段によって視差値を算出することで取得した前記視差画像に基づいて、前記移動体の位置から所定の距離に相当する画面上の水平仮

想線を前記区画線と設定するものであり、

前記所定の距離は、前記輝度画像取得手段によって取得した前記輝度画像から抽出した前記境界線のエッジの部分と、前記境界線を抽出するために近似した直線の前記境界線の画像部との間の水平方向の長さに基づいて定められることを特徴とする移動面境界線認識装置。

【請求項2】

請求項1記載の移動面境界線認識装置において、

移動面の種類に関する移動面種類情報を入力する移動面種類情報入力手段を備え、前記区画線設定手段は、該移動面種類情報入力手段によって入力された前記移動面種類情報に基づいて前記区画線を設定することを特徴とする移動面境界線認識装置。

10

【請求項3】

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識装置において、

前記移動体の前方の画像で前記移動体から近い路面部分が写っている第1画像領域と前記移動体から遠い路面部分が写っている第2画像領域とを区画する区画線を設定する区画線設定手段と、

前記第1画像領域の画像部に対して直線近似を行って前記境界線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識手段と、

前記第2画像領域の画像部に対して曲線近似を行って前記境界線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識手段と、

20

移動面の種類に関する移動面種類情報を入力する移動面種類情報入力手段とを備え、

前記区画線設定手段は、該移動面種類情報入力手段によって入力された前記移動面種類情報に基づいて前記区画線を設定することを特徴とする移動面境界線認識装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれかに記載の移動面境界線認識装置において、

前記境界線曲線部認識手段は、前記境界線直線部認識手段によって認識された前記境界線の画像部の直線部に続く仮想の延長線を基準にして、前記第2画像領域で前記境界線の画像部の曲線部の候補を探索する探索範囲を設定することを特徴とする移動面境界線認識装置。

30

【請求項5】

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識装置において、

前記移動体の前方の画像で、前記移動体から近い路面部分が写っている第1画像領域と、前記移動体から遠い路面部分が写っている第2画像領域とを区画する区画線を設定する区画線設定手段と、

前記第1画像領域の画像部に対して直線近似を行って前記境界線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識手段と、

40

前記第2画像領域の画像部に対して曲線近似を行って前記境界線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識手段とを備え、

前記境界線曲線部認識手段は、前記境界線直線部認識手段によって認識された前記境界線の画像部の直線部に続く仮想の延長線を基準にして、前記第2画像領域で前記境界線の画像部の曲線部の候補を探索する探索範囲を設定することを特徴とする移動面境界線認識装置。

【請求項6】

請求項5記載の移動面境界線認識装置において、

前記境界線曲線部認識手段は、前記第2画像領域内で抽出された輝度画像のエッジに対して曲線近似を行うことを特徴とする移動面境界線認識装置。

50

## 【請求項 7】

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識装置において、

2つの前記撮像手段を有するステレオ撮像手段と、

前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像に基づいて前記移動体の前方の視差値を算出して視差画像を取得する視差画像計算手段と、

前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像のいずれか一方の撮像画像から輝度画像を取得する輝度画像取得手段と、

前記移動体の前方の画像で前記移動体から近い路面部分が写っている第1画像領域と前記移動体から遠い路面部分が写っている第2画像領域とを区画する区画線を設定する区画線設定手段と、

前記第1画像領域の画像部に対して直線近似を行って前記境界線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識手段と、

前記第2画像領域の画像部に対して曲線近似を行って前記境界線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識手段と、

前記ステレオ撮像手段によって取得したステレオ画像のいずれか一方の撮像画像から抽出した前記境界線のエッジの部分と前記境界線を抽出するために近似した前記境界線の画像部の直線部との差分に基づいた視差閾値を記憶する記憶手段と

を備え、

前記区画線設定手段は、前記記憶手段によって記憶された前記視差閾値に基づいて、前記移動体の位置から所定の距離に相当する画面上の水平仮想線を前記区画線と設定することを特徴とする移動面境界線認識装置。

## 【請求項 8】

請求項7記載の移動面境界線認識装置において、

前記記憶手段は、前記ステレオ撮像手段によって取得したステレオ画像のいずれか一方の複数の画像の各々から前記境界線を抽出するために近似した複数の直線の前記境界線の画像部に基づいた前記第1画像領域に含まれる移動面境界線候補領域を示す情報を記憶し、前記境界線直線部認識手段は、前記記憶手段によって記憶された情報によって示される前記移動面境界線候補領域内の前記境界線の画像部に対して直線近似を行うことを特徴とする移動面境界線認識装置。

## 【請求項 9】

請求項8記載の移動面境界線認識装置において、

前記記憶手段は、移動面の種類ごとに予め複数のメモリテーブルを有し、該複数のメモリテーブルには、移動面の種類ごとのサンプル画像から取得した視差閾値と、前記区画線の位置を設定する画面上の区画点の座標とが記憶されていることを特徴とする移動面境界線認識装置。

## 【請求項 10】

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識装置において、

移動面の種類に関する移動面種類情報を入力する移動面種類情報入力手段と、

該移動面種類情報入力手段によって入力された前記移動面種類情報に基づいて、前記移動体の前方の画像で前記移動体から近い路面部分が写っている第1画像領域と前記移動体から遠い路面部分が写っている第2画像領域とを区画する区画線を設定する区画線設定手段と、

前記第1画像領域の画像部に対して直線近似を行って前記境界線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識手段と、

前記第2画像領域の画像部に対して曲線近似を行って前記境界線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識手段と

10

20

30

40

50

を備え、

前記移動面種類情報入力手段には、カーナビゲーションによって取得した自車の位置情報と地図データとに基づいて判別された移動面の種類が入力されることを特徴とする移動面境界線認識装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 記載の移動面境界線認識装置において、

前記移動面種類情報入力手段には、GPS によって自車の位置情報を取得し、前記 GPS によって取得した自車の位置情報と、前記カーナビゲーションによって取得した自車の位置情報及び地図データとに基づいて判別された移動面の種類が入力されることを特徴とする移動面境界線認識装置。

10

【請求項 1 2】

請求項 1 ~ 1 1 のいずれかに記載の移動面境界線認識装置において、

2 つの前記撮像手段を有するステレオ撮像手段と、

前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像に基づいて前記移動体の前方の視差値を算出して視差画像を取得する視差画像計算手段とを備え、

前記区画線設定手段は、前記視差画像計算手段によって視差値を算出することで取得した前記視差画像に基づいて、前記移動体の位置から所定の距離に相当する画面上の水平仮想線を前記区画線と設定することを特徴とする移動面境界線認識装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれかに記載の移動面境界線認識装置において、

前記境界線直線部認識手段によって認識された前記境界線の画像部の直線部と、前記境界線曲線部認識手段によって認識された前記境界線の画像部の曲線部とを互いにつなげて合成する境界線合成手段と、合成した全体の線部を前記境界線の画像部として出力する境界線画像部出力手段とを有することを特徴とする移動面境界線認識装置。

20

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 3 のいずれかに記載の移動面境界線認識装置において、

前記境界線直線部認識手段は、前記第 1 画像領域内で抽出された輝度画像のエッジに対して直線近似を行うことを特徴とする移動面境界線認識装置。

【請求項 1 5】

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識手段と、該移動面境界線認識手段の認識結果に基づいて、前記移動体に搭載された所定の機器を制御する移動体機器制御手段とを備えた移動体機器制御システムにおいて、

30

前記移動面境界線認識手段として、請求項 1 ~ 1 4 のいずれかに記載の移動面境界線認識装置を用いたことを特徴とする移動体機器制御システム。

【請求項 1 6】

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識方法において、

2 つの前記撮像手段を有するステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像に基づいて前記移動体の前方の視差値を算出して視差画像を取得する視差画像計算工程と、

40

前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像のいずれか一方の撮像画像から輝度画像を取得する輝度画像取得工程と、

前記移動体の前方の画像で、前記移動体から近い路面部分が写っている第 1 画像領域と、前記移動体から遠い路面部分が写っている第 2 画像領域とを区画する区画線を設定する区画線設定工程と、

前記第 1 画像領域の画像部に対して直線近似を行って前記境界線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識工程と、

前記第 2 画像領域の画像部に対して曲線近似を行って前記境界線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識工程と

50

を有し、

前記区画線設定工程は、前記視差画像計算工程において視差値を算出することで取得した前記視差画像に基づいて、前記移動体の位置から所定の距離に相当する画面上の水平仮想線を前記区画線と設定する工程であり、前記所定の距離は、前記輝度画像取得工程において取得した前記輝度画像から抽出した前記境界線のエッジの部分と、前記境界線を抽出するために近似した直線の前記境界線の画像部との間の水平方向の長さに基づいて定められることを特徴とする移動面境界線認識方法。

【請求項 17】

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する工程をコンピュータによって実行させるための移動面境界線認識用プログラムにおいて、

2つの前記撮像手段を有するステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像に基づいて前記移動体の前方の視差値を算出して視差画像を取得する視差画像計算工程と、

前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像のいずれか一方の撮像画像から輝度画像を取得する輝度画像取得工程と、

前記移動体の前方の画像で、前記移動体から近い路面部分が写っている第1画像領域と、前記移動体から遠い路面部分が写っている第2画像領域とを区画する区画線を設定する区画線設定工程と、

前記第1画像領域の画像部に対して直線近似を行って前記境界線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識工程と、

前記第2画像領域の画像部に対して曲線近似を行って前記境界線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識工程とをコンピュータによって実行させ、

前記区画線設定工程では、前記視差画像計算工程において視差値を算出することで取得した前記視差画像に基づいて、前記移動体の位置から所定の距離に相当する画面上の水平仮想線を前記区画線と設定させ、前記所定の距離は、前記輝度画像取得工程において取得した前記輝度画像から抽出した前記境界線のエッジの部分と、前記境界線を抽出するために近似した直線の前記境界線の画像部との間の水平方向の長さに基づいて定められることを特徴とする移動面境界線認識用プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、移動体の前方を撮像手段により撮像した撮像画像に基づいて移動体の移動面における境界線を認識する移動面境界線認識装置、移動面境界線認識方法及び移動面境界線認識用プログラムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、自車両（移動体）の前方を撮影した撮像画像に基づいて対象物を認識する対象物認識装置は、例えば、車両の運転者の運転負荷を軽減させるための、ACC（Adaptive Cruise Control）等の運転者支援システムなどに利用されている。この運転者支援システムは、自車両が障害物等に衝突することを回避したり、衝突時の衝撃を軽減したりするための自動ブレーキ機能や警報機能を有する。更には、先行車両との車間距離を維持するための自車速度調整機能、自車が走行している走行車線を区画する路面（移動面）上の路面白線（境界線）を認識して路面白線を越えて走行車線からの逸脱防止を支援する機能などの様々な機能を実現する。

【0003】

特許文献1には路面上の白線を認識する車線認識装置が開示されている。この特許文献1の車線認識装置では、ステレオ撮像手段によって自車両の前方の景観を撮像し、ステレオ撮像手段により撮像して得た一画面に相当する画像を複数の区画（画像領域）に分割する。各区画は、ステレオ画像に基づいて算出した距離情報に基づいて自車の位置から一定の距離間隔ごとに設定した各区画線に相当する画面の水平仮想線によって分割されている

10

20

30

40

50

。そして、各区画内の輝度画像に基づいて、路面白線の端部に相当する輝度エッジを抽出し、抽出した輝度エッジに対して直線近似を行って路面白線画像部（境界線画像部）を認識している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献1の車線認識装置では、路面上の白線を撮像して得られた画像の各区画内の輝度エッジを抽出し、抽出した輝度エッジに対して直線近似を行って路面白線画像部を認識している。このため、路面上でカーブしている曲線の路面白線を認識する場合でも、認識した各区画内の直線近似した結果の近似直線を順に連結した折れ線状の路面白線画像部として認識している。このように認識された折れ線状の白線画像部は、実際の曲線の路面白線画像部とのズレが大きく、車線の認識精度が下がってしまう。これでは、運転者支援システムに利用することは難しい。

10

【0005】

本発明は以上の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は以下のとおりである。境界線画像部と認識結果の境界線画像部とのズレを小さくでき、移動面上の境界線の認識精度を向上させることができる、移動面境界線認識装置、これを用いた移動体機器制御システム、移動面境界線認識方法及び移動面境界線認識用プログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

上記目的を達成するために、請求項1の発明は、移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される前記移動体の前方の画像から前記移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識装置において、2つの前記撮像手段を有するステレオ撮像手段と、前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像に基づいて前記移動体の前方の視差値を算出して視差画像を取得する視差画像計算手段と、前記ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像のいずれか一方の撮像画像から輝度画像を取得する輝度画像取得手段と、前記移動体の前方の画像で、前記移動体から近い路面部分が写っている第1画像領域と、前記移動体から遠い路面部分が写っている第2画像領域とを区画する区画線を設定する区画線設定手段と、前記第1画像領域の画像部に対して直線近似を行って前記境界線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識手段と、前記第2画像領域の画像部に対して曲線近似を行って前記境界線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識手段とを備え、前記区画線設定手段は、前記視差画像計算手段によって視差値を算出することで取得した前記視差画像に基づいて、前記移動体の位置から所定の距離に相当する画面上の水平仮想線を前記区画線と設定するものであり、前記所定の距離は、前記輝度画像取得手段によって取得した前記輝度画像から抽出した前記境界線のエッジの部分と、前記境界線を抽出するために近似した直線の前記境界線の画像部との間の水平方向の長さに基づいて定められることを特徴とするものである。

30

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、境界線画像と認識結果の境界線画像部とのズレが小さくでき、移動面上の境界線の認識精度を向上させることができる、という特有益な効果が得られる。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】車載機器制御システムの概略構成を示す模式図である。

【図2】同車載機器制御システムを構成する撮像ユニット及び画像解析ユニットの概略構成を示す模式図である。

【図3】同撮像ユニットの撮像部における画像センサを光透過方向に対して直交する方向から見たときの模式拡大図である。

【図4】実施例1の路面白線認識装置の構成を示すブロック図である。

【図5】実施例1における路面白線直線部候補領域テーブルを示す図である。

50

【図 6】実施例 1 の路面白線認識装置の動作を示すフローチャートである。

【図 7】( a ) は左のカメラレンズと画像センサからステレオ画像、( b ) は右のカメラレンズと画像センサからステレオ画像を示す図である。

【図 8】測距演算の原理を説明する図である。

【図 9】輝度画像上における直線近似及び曲線近似を説明する図である。

【図 10】順次行う曲線近似を説明する図である。

【図 11】認識結果の画像を示す図である。

【図 12】路面白線直線部候補領域テーブルを作成する工程を示すフローチャートである。

【図 13】輝度画像上のエッジ抽出処理結果を示す図である。

10

【図 14】輝度画像上の路面白線直線部の例を示す図である。

【図 15】実施例 2 の路面白線認識装置の構成を示すブロック図である。

【図 16】実施例 2 における路面白線直線部候補領域テーブルを示す図である。

【図 17】実施例 2 の路面白線認識装置の動作を示すフローチャートである。

【図 18】道路種類情報出力装置の一例を示すブロック図である。

【図 19】ステレオカメラのハードウェア構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明に係る移動面境界線認識装置としての路面白線認識装置を、移動体機器制御システムとしての車載機器制御システムに用いた一実施形態について説明する。なお、本発明に係る移動面境界線認識装置は、移動体機器制御システムに限らず、例えば撮像画像に基づいて物体検出を行う物体検出装置を搭載したその他のシステムにも適用できる。

20

【0010】

図 1 は車載機器制御システムの概略構成を示す模式図である。

図 1 に示す車載機器制御システムは、走行する自車両 100 の進行方向前方領域を撮像領域として撮像する撮像手段としての撮像ユニット 101 が設けられている。この撮像ユニット 101 は、例えば、自車両 100 のフロントガラス 103 のルームミラー（図示せず）付近に設置される。撮像ユニット 101 の撮像によって得られる撮像画像データ等の各種データは、画像処理手段としての画像解析ユニット 102 に入力される。画像解析ユニット 102 は、撮像ユニット 101 から送信されてくるデータを解析して、自車両 100 の前方に存在する他車両の位置、方角、距離を算出したり、撮像領域内に存在する路面上の白線等の車線境界線等を検出したりする。他車両の検出では、視差画像に基づいて路面上の対象物を車両として検出する。

30

【0011】

また、画像解析ユニット 102 の算出結果は、移動体機器制御手段としての車両走行制御ユニット 104 にも送られる。車両走行制御ユニット 104 は、画像解析ユニット 102 が検出した歩行者や走行車両等の認識対象物の検出結果に基づいて、自車両 100 が障害物に衝突しそうな場合等に、自車両 100 の運転者へ警告を報知したり、自車両のハンドルやブレーキを制御するなどの走行支援制御を行ったりする。

【0012】

40

図 2 は、撮像ユニット 101 及び画像解析ユニット 102 の概略構成を示す模式図である。

撮像ユニット 101 は、第 1 撮像部 110 A、第 2 撮像部 110 B を備えたステレオカメラであり、第 1 撮像部 110 A、第 2 撮像部 110 B の構成は同一のものである。第 1 撮像部 110 A、第 2 撮像部 110 B は、それぞれ、第 1 撮像レンズ 111 A、第 2 撮像レンズ 111 B と、撮像素子が 2 次元配置された第 1 画像センサ 112 A、第 2 画像センサ 112 B と、第 1 画像センサ 112 A、第 2 画像センサ 112 B が設けられた第 1 センサ基板 113 A、第 2 センサ基板 113 B と、第 1 センサ基板 113 A、第 2 センサ基板 113 B から出力されるアナログ電気信号（第 1 画像センサ 112 A、第 2 画像センサ 112 B 上の各受光素子が受光した受光量）をデジタル電気信号に変換した撮像画像データ

50

を生成して出力する第1信号処理部114A、第2信号処理部114Bとから構成されている。撮像ユニット101からは、輝度画像データが出力される。

【0013】

また、撮像ユニット101は、FPGA(Field-Programmable Gate Array)等からなる処理ハードウェア部120を備えている。この処理ハードウェア部120は、第1撮像部110A、第2撮像部110Bから出力される輝度画像データから視差画像を得るために、第1撮像部110A、第2撮像部110Bでそれぞれ撮像した撮像画像間の対応画像部分の視差値を演算する視差演算部121を備えている。ここでいう視差値とは、第1撮像部110A、第2撮像部110Bでそれぞれ撮像した撮像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、当該画像部分の視差値として算出したものである。三角測量の原理を利用することで、この視差値から当該画像部分に対応した撮像領域内の当該同一地点までの距離を算出することができる。

10

【0014】

一方、画像解析ユニット102は、撮像ユニット101から出力される輝度画像データ及び視差画像データを記憶するメモリ130と、認識対象物の認識処理や視差計算制御などを行うソフトウェアを内蔵したMPU(Micro Processing Unit)140とを備えている。MPU140は、メモリ130に格納された輝度画像データ及び視差画像データを用いて本実施形態に係る路面白線の認識処理を実行する。

【0015】

図3は、第1画像センサ112A、第2画像センサ112Bとを光透過方向に対して直交する方向から見たときの模式拡大図である。

20

第1画像センサ112A、第2画像センサ112Bは、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)などを用いたイメージセンサであり、その撮像素子(受光素子)にはフォトダイオード112aを用いている。フォトダイオード112aは、撮像素子ごとに2次元的にアレイ配置されており、フォトダイオード112aの集光効率を上げるために、各フォトダイオード112aの入射側にはマイクロレンズ112bが設けられている。第1画像センサ112A、第2画像センサ112Bがワイヤボンディングなどの手法によりPWB(printed wiring board)に接合されて第1センサ基板113A、第2センサ基板113Bが形成されている。

30

【0016】

次に、本発明の特徴部分である、移動面境界線認識装置としての路面白線認識装置について説明する。

(実施例1)

次に、上記実施形態における路面白線認識装置の一実施例(以下、本実施例を「実施例1」という。)について説明する。

図4は、実施例1の路面白線認識装置の構成を示すブロック図である。図4に示す実施例1の路面白線認識装置は、図2における処理ハードウェア部120及び画像解析ユニット102によって実現される。同図において、実施例1の路面白線認識装置200は、ステレオ画像入力部201、輝度画像入力部202、視差画像計算部203、認識候補領域設定部204、路面白線直線部候補領域記憶部205、区画線設定部206、路面白線直線部認識部207、路面白線曲線部認識部208、路面白線合成処理部209及び路面白線認識結果出力部210を有している。ステレオ画像入力部201では、図2の撮像レンズ及び画像センサを有する第1撮像部110A、第2撮像部110Bを備えるステレオカメラ(不図示)からステレオ画像が入力される。輝度画像入力部202では、ステレオ画像の左画像又は右画像から取得した輝度画像がステレオ画像入力部201から入力される。入力されたステレオ画像や輝度画像は、ステレオカメラのメモリに保存される。視差計算手段としての視差画像計算部203は、図2の処理ハードウェア部120における視差演算部121に相当し、ステレオ画像入力部201に入力されたステレオ画像を用いて、撮影対象が左右画像での結像位置の差である視差値を計算する。

40

50



## 【 0 0 1 7 】

認識候補領域設定部 2 0 4 では、視差画像計算部 2 0 3 で計算された視差値を有する画素データで作成される視差画像上において、所定の視差閾値を用いて自車両の位置から所定の距離に相当する画面上の水平仮想線を区画線と設定し、この区画線を用いて画像領域としての 2 つの認識候補領域に分割する。記憶手段としての路面白線直線部候補領域記憶部 2 0 5 では、図 5 に示すように、上記所定の視差閾値  $TH$  と、左側路面白線の路面白線直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点 A、点 B、点 C、点 D の頂点座標と、右側路面白線の路面白線直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点 E、点 F、点 G、点 H の頂点座標とがメモリテーブル上に記憶されている。区画線設定手段としての区画線設定部 2 0 6 では、視差画像上で、路面白線直線部候補領域記憶部 2 0 5 に記憶されている視差閾値  $TH$  を用いて上記区画線を設定する。境界線直線部認識手段としての路面白線直線部認識部 2 0 7 では、認識候補領域設定部 2 0 4 によって設定された自車両に近い認識候補領域内の輝度画像上で、路面白線画像部における直線部の認識を行う。路面白線曲線部認識手段としての路面白線曲線部認識部 2 0 8 では、自車両から遠い認識候補領域内の輝度画像上で、路面白線画像部における曲線部の認識を行う。路面白線合成処理部 2 0 9 では、路面白線直線部認識部 2 0 7 の認識結果の路面白線画像部における直線部と、路面白線曲線部認識部 2 0 8 の認識結果である路面白線画像部における曲線部とを連結させて互いを合成し、路面白線認識結果を作成する。路面白線認識結果出力部 2 1 0 は路面白線認識結果を出力する。

10

## 【 0 0 1 8 】

次に、実施例 1 の路面白線認識装置の動作について当該動作フローを示す図 6 に従って説明する。図 7 は図 2 のステレオカメラで撮像した自車両の前方のステレオ画像であり、図 7 ( a ) は図 2 の第 1 撮像部 1 1 0 A で撮像した左画像であり、図 7 ( b ) は図 2 の第 1 撮像部 1 1 0 B で撮像した右画像である。図 4 のステレオ画像入力部 2 0 1 には、自車両の前方を撮像したステレオ画像が入力される ( ステップ S 1 0 1 ) 。具体的には、自車両に搭載されたステレオカメラから、例えば図 7 に示すようなステレオ画像が入力される。ステレオ画像において同じ被写体が左右の上記画像センサで異なる結像位置に結像されている。そして、図 4 の輝度画像入力部 2 0 2 によって、ステレオ画像のうち、図 7 ( a ) の左画像もしくは図 7 ( b ) の右画像のいずれかの撮像画像から取得した輝度画像が入力される ( ステップ S 1 0 2 ) 。なお、入力されたステレオ画像や輝度画像は、ステレオカメラのメモリに保存される。視差画像計算部 2 0 3 によって、ステレオ画像入力部 2 0 1 に入力されたステレオ画像を用いて、対象画像における左右画像の各結像位置の差である視差を計算する ( ステップ S 1 0 3 ) 。具体的には、左右の撮像レンズによって結像されたステレオ画像の同じ部分について、ブロックマッチング法によって視差値を画素値とした視差画像を求める。ブロックマッチング法とは、左右画像をブロックで分割し、左右画像でのブロックの類似度が一番大きいとき、ブロックがブロックマッチングした部分から視差値を求める方法である。例えば、 $1280 \times 960$  画素の画像に対して  $5 \times 5$  サイズのブロックで分割する。分割した各ブロックごとで視差値を求める。なお、ブロックのサイズの最適値は、実験等で設定する。視差値の求める方法としては、図 8 に示すように、三角測量の原理を利用し、被写体上にある O 点に対する左右画像での結像位置と結像中心との距離  $l_1$ 、 $l_2$  を求め、視差値  $d$  は、 $d = l_1 + l_2$  と計算される。以上により画素ごとに視差値を計算し視差値を画素値とした視差画像を作成する。

20

30

40

## 【 0 0 1 9 】

次に、区画線設定部 2 0 6 では、路面白線直線部候補領域記憶部 2 0 5 から視差閾値  $TH$  を読み出し、視差画像上で視差閾値  $TH$  以上の視差値の画素を検出する。視差閾値  $TH$  以上の視差値の画素のうち視差画像上での上端部にある複数の画素を仮想水平線と結び、その仮想水平線を区画線として設定する。認識候補領域設定部 2 0 4 では、上記区画線を境にして、図 9 に示す輝度画像上の全体の画像領域を 2 つに分け、輝度画像の区画線より下部分を第 1 路面白線候補領域 4 0 1 とし、区画線より上部分を第 2 路面白線候補領域 4 0 2 と設定する。更には、路面白線直線部候補領域記憶部 2 0 5 に記憶されている

50

左側路面白線の直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点A、点Bの頂点座標と、右側路面白線の直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点E、点Fの頂点座標と、上記設定した区画線とに基づいて、輝度画像上の点A点B、点E点Fの座標を求める。さらに、路面白線直線部候補領域記憶部205に記憶されている左側路面白線の直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点C、点Dの頂点座標と、右側路面白線の直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点G、点Hの頂点座標とに基づいて、輝度画像上の点C点D、点G点Hの座標を求める。図9(a)に示すように、求めた点A、点B、点C、点Dで囲まれた画像領域の第1路面白線直線部候補領域403を設定し、かつ求めた点E、点F、点G、点Hで囲まれた画像領域の第2路面白線直線部候補領域404を設定する。(ステップS104)。第1路面白線直線部候補領域403及び第2路面白線直線部候補領域404の画像の2値化処理を行って輝度エッジを求め、輝度エッジに対してHough変換処理の直線近似を行うことにより、左側路面白線の第1路面白線直線部405及び右側路面白線の第2路面白線直線部406を認識する(ステップS105)。

#### 【0020】

次に、図4の路面白線曲線部認識部208では、図9(a)に示すように、輝度画像上で、路面白線直線部認識部207で認識した第1路面白線直線部405の延長線である第1延長線407、第2路面白線直線部406の延長線である第2延長線408の近傍付近で、輝度エッジの抽出処理を行う。抽出した輝度エッジに対して多項式近似で曲線近似の処理を行って(ステップS106)。この多項式近似は、曲線を示すデータの変動に応じて次数が増え、複雑な曲線近似に適している近似方法である。路面白線曲線部認識を詳細に説明すると、図9(b)に示すように、第1路面白線直線部405から延びて区画線と交差した点H1と、点H1から延び所定の距離にある探索点の点H2とを結ぶ仮想の第1延長線407を設定する。また、第2路面白線直線部406から延びて区画線と交差した点H3と、点H3から延び所定の距離にある探索点の点H4とを結ぶ仮想の第2延長線408を設定する。さらに、点H1を頂点としての仮想の第1延長線407に対してなす角度である所定の探索角度 $\theta_0$ を定め、かつ点H3を頂点としての仮想の第2延長線408に対してなす所定の探索角度 $\theta_0$ を定める。これらの所定の探索点及び所定の探索角度に基づいて起点としての点H1からの第1探索範囲409、かつ起点としての点H3からの第2探索範囲410を設定する。これらの探索範囲は、図9中点線で囲んで示されている。そして、これらの第1探索範囲409及び第2探索範囲410において、多項式近似で曲線の候補画素を探索して、各候補画素を繋げて第1路面白線曲線部411及び第2路面白線曲線部412を認識する。

#### 【0021】

次の路面白線曲線部の認識では、第1路面白線曲線部411及び第2路面白線曲線部412が第1探索範囲409の範囲枠及び第2探索範囲410の範囲枠に交差する点H5、H6を探索する。図10に示すように、それらの点H5、点H6を起点として、所定の探索全角度 $\theta_1$ による第3探索範囲413及び第4探索範囲414を設定する。その探索範囲内の輝度エッジに対して多項式近似を用いた曲線近似を行い路面白線曲線部の候補画素を探索する。探索した各候補画素を繋げて路面白線曲線部をそれぞれ認識する。このように認識された路面白線曲線部の探索範囲との交差する画素の点を起点として探索全角度を設定して探索範囲を順次設定してその探索範囲内で曲線近似を行い、図9の第2路面白線候補領域402において路面白線曲線部を認識する。曲線近似は、直線部または曲線部の終点を起点としての探索角度による探索範囲を設定してその探索範囲内でのエッジ抽出による曲線近似を用いた。その他の曲線近似の仕方としては、直線部または曲線部の終点を起点としてその終点を少なくとも含む矩形の探索範囲内でのエッジ抽出による曲線近似を行う。この矩形の各頂点の一つを起点として上記曲線探索と同様に繰り返す。図4の路面白線合成処理部209によって、認識した路面白線直線部と路面白線曲線部とを互いにつないで合成する(ステップS107)。図4の路面白線認識結果出力部210によって、図11に示すような第1路面白線501、第2路面白線502の認識結果を出力する(ステップS108)。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

なお、路面白線曲線部を認識するとき、探索範囲にノイズの点や複数曲線が存在する場合、路面白線曲線部の抽出の精度が落ちてしまう。孤立ノイズの点を使うと、多項式近似を用いるときの近似式の誤差が増える。そのため、孤立した点を見つけてその点を削除する。

## 【 0 0 2 3 】

ここで、平均視差値と第1路面白線直線部候補領域403及び第2路面白線直線部候補領域404との学習方法について、図9を用いて説明する。事前入力した路面白線を含む輝度画像から白線直線部において、第1路面白線直線部405の端部の点H1と、第2路面白線直線部406の端部の点H3との視差値の平均を求める。その視差値の平均を視差閾値として図5示す路面白線直線部候補領域テーブルに保存する。第1路面白線直線部候補領域403及び第2路面白線直線部候補領域404も事前入力した白線直線を含む画像から白線直線部を入力し、入力した直線座標の平均値の第1路面白線直線部候補領域403及び第2路面白線直線部候補領域404の頂点座標を図5に示す路面白線直線部候補領域テーブルに保存する。ただし、視差閾値 TH の位置と、点Aと点Bとを結ぶ直線、点Eと点Fとを結ぶ直線の高さが異なるとき、どちらかの位置の低い位置の視差値を視差閾値とする。

## 【 0 0 2 4 】

次に、図5に示す路面白線直線部候補領域テーブルを作成する方法について、路面白線直線部候補領域テーブルを作成する工程を示す図12に従って説明する。

はじめに、学習用路面白線画像を撮影したステレオ画像を入力する(ステップS301)。左右のいずれかの画像における輝度画像において輝度エッジを抽出する(ステップS302)。抽出した輝度エッジに対して直線近似を行って直線部を近似する(ステップS303)。そして、近似して得られた直線の上端部における平均の視差値を算出する(ステップS304)。この算出した平均の視差値を視差閾値とする。そして、左側路面白線の路面白線直線部候補領域及び右側路面白線の路面白線直線部候補領域を設定する(ステップS305、S306)。設定した左側路面白線の路面白線直線部候補領域を定めるための点A、点B、点C、点Dの頂点座標、右側路面白線の路面白線直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点E、点F、点G、点Hの頂点座標を下記の路面白線直線部候補領域の設定方法により設定し、これらの頂点座標及び視差閾値を記憶した路面白線直線部候補領域テーブルを作成する(ステップS307)。

## 【 0 0 2 5 】

次に、路面白線直線部候補領域を設定する方法について説明する。ここで用いるエッジ抽出フィルターリング処理の一例として、輪郭を検出する Sobel フィルターリング処理を用いる。図13はエッジ抽出処理結果を示す図である。図13中の実線は左側路面白線の直線候補線を示し、点線は左側路面白線の近似直線を示す。抽出した輝度エッジからサンプル画像の輝度画像上で左側路面白線の直線部を直線近似する。直線部を直線近似するために直線近似の一つである Hough 変換を用いる。抽出した点線の左側路面白線の直線部と、候補点を結んだ実線の直線候補線との間では、水平方向の距離の平均二乗法(RMSE: Root Mean Square Error)を行う。そして、任意に設定した閾値 TH 以下であれば、この学習サンプルの路面左側における路線白線の直線部とする。

## 【 0 0 2 6 】

ここで、下記の式(1)のように RMSE を計算する。

## 【 数 1 】

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{li})^2} \quad (1)$$

$x_i$  は高さ  $y$  の実線の直線候補上の  $x$  座標値であり、 $x_{li}$  は近似直線の高さ  $y$  での  $x$  座標値である。高さ  $y$  を変えながら、実線の直線候補線 AC の長さを変化させながら、上記の式(1)を計算する。そして、下記の式(2)を満足するとき、直線 CB は近似直線

10

20

30

40

50

とする。

$$R M S E \quad T H \quad (2)$$

直線CBはこの学習サンプルの左側の路面白線の直線部とする。同様に、右側路面白線の直線部を抽出する。閾値THは設定パラメータであり、例としては7画素を設定する。閾値THの調整により、直線部の長さを調整できる。閾値THを小さくすれば、直線の長さは短くなる。閾値THを大きく設定すれば、直線部の長さは長くなる。図14は複数の学習サンプルにおける路面白線の画像サンプルから計算した左側直線部の結果を示す図である。各学習サンプルの直線と直線候補のRMS Eは上記の式(2)の条件により抽出した直線部である。そして、図13に示すように、抽出した直線部の両端の点A、点Cの座標を定める。直線部の上端部の点Aが対応する視差画像上の視差値を  $i$  とする。以上の処理を路面白線の  $n$  ( $n$ は正の整数)個の画像サンプルに対して行い、路面右側の路面白線候補から直線部をそれぞれ抽出し、得られた左右の各学習サンプルの路面白線画像サンプルの白線直線部の各直線における高い頂点座標、視差値  $i$  の平均の視差値 を下記の式(3)のように求める。

【数2】

$$\Delta = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \Delta i \quad (3)$$

平均の視差値  $\Delta$  での場所で水平の仮想線を引く。各学習サンプルにおける路面白線画像で計算した直線部候補の一番左直線との交差点を点A ( $x_{h_{min}}, y_h$ ) と一番右側の直線の高い頂点を点B ( $x_{h_{max}}, y_h$ ) を得られる。それぞれの直線の下部分の頂点、画面の枠との交差点を点C、点Dとする。同じように右側の直線部における平均の視差値  $\Delta$  での頂点の点E、点Fを求める。それぞれ右側直線と画面の交差点を点G、点Hとする。このように求めた点A、点B、点C、点Dの座標値を、左側路面白線の路面白線直線部候補領域を定めるための点A、点B、点C、点Dの頂点座標として、図5の路面白線直線部候補領域テーブルに保存する。また、求めた点E、点B、点C、点Dの座標値を、右側路面白線の路面白線直線部候補領域を定めるための点E、点F、点G、点Hの頂点座標として、図5の路面白線直線部候補領域テーブルに保存する。更に、平均の視差値を視差閾値 THとして、図5の路面白線直線部候補領域テーブルに保存する。

【0027】

(実施例2)

次に、実施形態における路面白線認識装置の一実施例(以下、本実施例を「実施例2」という。)について説明する。

図15は、実施例2の路面白線認識装置の構成を示す図である。同図に示す実施例2の路面白線認識装置200は、図4に示す実施例1の路面白線認識装置と異なる構成要素として、道路種類情報入力部211及び路面白線直線部候補領域記憶部212を備えている。実施例2の路面白線認識装置200では、道路の種類、例えば高速道路、市街地道路、山道、急カーブなどの道に適した近似処理を行い、移動面上の路面白線をより正確に認識するものである。道路種類情報入力部211では、操作者によって手入力する装置や外部情報に基づく道路種類出力装置から、道路の種類情報が入力される。路面白線直線部候補領域記憶部212には、図16(a)~(d)に示すように、道路種類毎に、左側路面白線の路面白線直線部候補領域を定めるための点A、点B、点C、点Dの頂点座標、右側路面白線の路面白線直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点E、点F、点G、点Hの頂点座標、及び区画線の位置を定めるための視差閾値が、それぞれ記憶されている。

【0028】

次に、実施例2の路面白線認識装置の動作について当該動作フローを示す図17に従って説明する。

図15のステレオ画像入力部201には、自車両の前方を撮像したステレオ画像が入力される(ステップS301)。ステレオ画像において同じ被写体が左右の上記画像センサで異なる結像位置に結像されている。そして、輝度画像入力部202によって、ステレオ

10

20

30

40

50

画像のうち、左画像もしくは右画像のいずれかの撮像画像から取得した輝度画像が入力される(ステップS302)。なお、入力されたステレオ画像や輝度画像は、ステレオカメラのメモリに保存される。視差画像計算部203によって、ステレオ画像入力部201に入力されたステレオ画像を用いて、対象画像における左右画像の各結像位置の差である視差を計算する(ステップS303)。次に、道路種類情報入力部211に入力された道路の種類情報を取得する(ステップS304)。その取得した道路の種類情報に応じて、路面白線直線部候補領域記憶部205の図16(a)~(d)に示す路面白線認識候補領域テーブルを選択する。選択した路面白線認識候補領域テーブルに記憶されている左側路面白線の路面白線直線部候補領域を定めるための点A、点B、点C、点Dの頂点座標、右側路面白線の路面白線直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点E、点F、点G、点Hの頂点座標、及び区画線の位置を定めるための視差閾値を読み出す。

10

#### 【0029】

区画線設定部206では、読み出した視差閾値  $TH$  以上の視差値の画素を視差画像上で検出する。視差閾値  $TH$  以上の視差値の画素のうち視差画像上での上端部にある複数の画素を仮想水平線で結び、その仮想水平線を区画線として設定する。認識候補領域設定部204によって、上記区画線を境にして、輝度画像上の全体の画像領域を2つに分け、図9に示すように輝度画像の区画線より下部分を第1路面白線候補領域401とし、区画線より上部分を第2路面白線候補領域402と設定する(ステップS305)。更に、左側路面白線の直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点A、点Bの頂点座標と、右側路面白線の直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点E、点Fの頂点座標と、上記設定した区画線とに基づいて、輝度画像上の点A点B、点E点Fの座標を求める。路面白線直線部候補領域記憶部205に記憶されている左側路面白線の直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点C、点Dの頂点座標と、右側路面白線の直線部候補領域を輝度画像上で定めるための点G、点Hの頂点座標とに基づいて、輝度画像上の点C点D、点G点Hの座標を求める。図9(a)に示すように、求めた点A、点B、点C、点Dで囲まれた画像領域の第1路面白線直線部候補領域403を設定し、かつ求めた点E、点F、点G、点Hで囲まれた画像領域の第2路面白線直線部候補領域404を設定する。第1路面白線直線部候補領域403及び第2路面白線直線部候補領域404の画像の2値化処理を行って輝度エッジを求め、輝度エッジに対してHough変換処理の直線近似を行うことにより、左側路面白線の第1路面白線直線部405及び右側路面白線の第2路面白線直線部406を認識する(ステップS306)。次に、路面白線曲線部認識部208によって、路面白線直線部認識部207で認識した路面白線直線部の図9の第1延長線407及び第2延長線408の近傍付近で、エッジ抽出処理を行う。エッジ抽出した結果を用いて、多項式近似で曲線近似を行う(ステップS307)。路面白線合成処理部209によって、認識した路面白線直線部と路面白線曲線部とをつないで合成する(ステップS308)。路面白線認識結果出力部210によって、図11に示すような第1路面白線501、第2路面白線502の認識結果を出力する(ステップS309)。以上により、実施例2によれば、走行している道路に適した近似処理を行い、移動面上の白線画像部を正確に認識することができる。

20

30

#### 【0030】

なお、図16(a)~(d)に示す、高速道路、市街地道路、山道、急カーブなどの道路の種類毎に路面白線直線部候補領域テーブルは、図12に示す上記作成工程と同様に作成される。道路種類ごとの学習用路面白線画像を撮影し、それぞれのサンプル画像を用いて、各道路種類毎の路面白線直線部候補領域テーブルは作成される。また、例えば高速道路でも直線部分の多い高速道路、あるいは曲線部分の多い高速道路がある。そのため、高速道路用の中に、複数種類の路面白線直線部候補領域テーブルを作成してもよい。

40

#### 【0031】

図18は、道路種類情報出力装置の一例を示すブロック図である。同図において、道路種類情報出力装置600は、カーナビゲーションデータ入力部601、GPSデータ入力部602、道路種類判別部603及び道路種類情報出力部604を含んで構成されている

50

。カーナビゲーションデータ入力部601は、記憶媒体、加速度センサ、ジャイロ、車速度検出手段、ハンドル角検知センサ及び主制御部を含んで構成するカーナビゲーションからの自車の位置データを道路種類判別部603に出力する。なお、カーナビゲーションにおいて、CD-ROM、HDDなどの記憶媒体には地図データが記憶され、加速度センサは車の曲がって走行した際の曲がり曲率半径を検出する。ジャイロは車両の上下動を検出し、車速度検出手段は車輪の回転信号に基づいて車速度を検出する。ハンドル角検知センサは曲がり曲率半径を検出する。カーナビゲーションデータ入力部601は、曲率半径、上下動、車速度などのデータに基づいて自車の位置を検出し、検出した自車の位置を地図データに照合させて地図上の自車の位置データを道路種類判別部603に出力する。GPSデータ入力部602は、GPS(Global Positioning System(全地球測位システム))の位置データを取得する。そのGPSの位置データにより、加速度センサ、ジャイロ、車輪の回転に伴う車速信号などの情報から取得している自車の位置データを、より精度良くすることができる。その自車の位置データを道路種類判別部603に出力する。道路種類判別部603では、入力された地図上の自車の位置データに基づいて地図上で自車が走行している道路の種類を判別する。判別の結果に基づいて高速道路情報604-1、市街地道路情報604-2、山道情報604-3、急カーブ情報604-4の道路種類情報を道路種類情報出力部604を介して図12の道路種類情報入力部211に出力する。そして、道路種類判別部603で判別した道路種類情報を用いて、その道路種類情報に対応する路面白線直線部候補領域テーブルから、直線視差値及び左右の白線直線部候補領域の頂点座標を読み込み、直線近似による直線部抽出処理を行う。

10

20

#### 【0032】

次に、上述した路面白線を認識するために車載ステレオカメラ撮像装置の一例であるステレオカメラのハードウェア構成について説明する。図19はステレオカメラのハードウェア構成を示すブロック図である。図19に示すように、被写体光は、図2の第1撮像レンズ111A、第2撮像レンズ111Bに相当するステレオカメラの左右の第1撮像レンズ701、第2撮像レンズ702を通して、図2の第1画像センサ112A、第2画像センサ112Bに相当する第1CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)703、第2CMOS704に入射される。第1CMOS703と第2CMOS704は、撮像面に結像された光学像を電気信号に変換して、アナログの画像データとして出力する。そして、図2の第1信号処理部114A、第2信号処理部114Bは、第1CDS(Correlated Double Sampling:相関2重サンプリング)回路705、第2CDS回路706、第1A/D変換器707、第2A/D変換器708、第1画像処理回路709、第2画像処理回路710をそれぞれ含んで構成されている。図2の処理ハードウェア部120及びMPU140は、CPU(Central Processing Unit)711、SDRAM(Synchronous DRAM)712、圧縮伸張回路713、ROM(Read Only Memory)716、RAM(Random Access Memory)717及びタイミング信号発生器718を含んで構成されている。第1CMOS703と第2CMOS704から出力されたアナログの画像データは、第1CDS回路705、第2CDS回路706によりノイズ成分を除去され、第1A/D変換器707、第2A/D変換器708によりデジタル値に変換された後、第1画像処理回路709、第2画像処理回路710に対して出力される。第1画像処理回路709、第2画像処理回路710は、画像データを一時格納するSDRAM712を用いて、YCrCb変換処理や、ホワイトバランス制御処理、コントラスト補正処理、エッジ強調処理、色変換処理などの各種画像処理を行う。なお、ホワイトバランス処理は、画像情報の色濃さを調整し、コントラスト補正処理は、画像情報のコントラストを調整する画像処理である。エッジ強調処理は、画像情報のシャープネスを調整し、色変換処理は、画像情報の色合いを調整する画像処理である。

30

40

#### 【0033】

また、信号処理、画像処理が施された画像情報は、圧縮伸張回路713を介して、メモリカード714に記録される。圧縮伸張回路713は、第1画像処理回路709、第2画像処理回路710から出力される画像情報を圧縮してメモリカード714に出力すると共

50

に、メモリカード714から読み出した画像情報を伸張して第1画像処理回路709、第2画像処理回路710に出力する回路である。また、第1CMOS703、第2CMOS704、第1CDS回路705、第2CDS回路706、及び第1A/D変換器707、第2A/D変換器708は、タイミング信号を発生するタイミング信号発生器718を介してCPU711によって、タイミングが制御されている。

#### 【0034】

更に、第1画像処理回路709、第2画像処理回路710、圧縮伸張回路713、メモリカード714も、CPU711によって制御されている。撮像装置において、CPU711は路面白線認識用プログラムに従って各種演算処理を行い、画像処理プログラムなどを格納した読み出し専用メモリであるROM716および各種の処理過程で利用するワークエリア、各種データ格納エリアなどを有する読み出し書き込み自在のメモリであるRAM717などを内蔵し、これらがバスライン719によって相互接続されている。車載ステレオカメラで実行される視差計算、輝度画像による認識候補領域を設定し、路面白線直線部を認識し、かつ路面白線曲線部を認識する。路面白線直線部と路面白線曲線部とを互いにつないで合成し、路面白線認識を行う処理機能を含むモジュール構成となっている。そして、実際のハードウェアとしてはCPU(プロセッサ)が、ROM716から画像処理プログラムを読み出して実行することにより上記各部が主記憶装置上にロードされ、路面白線認識結果を出力する。

10

#### 【0035】

以上に説明したものは一例であり、本発明は、次の態様毎に特有の効果を奏する。

20

#### (態様1)

移動面上を移動する移動体としての自車両100に搭載された撮像手段によって取得される自車両100の前方の画像から自車両100が移動する移動面上の境界線としての路面白線を認識する移動面境界線認識装置において、自車両100の前方の画像で、自車両100から近い路面部分が写っている第1画像領域としての第1路面白線候補領域401と、自車両100から遠い路面部分が写っている第2画像領域としての第2路面白線候補領域402とを区画する区画線を設定する区画線設定手段としての区画線設定部206と、第1路面白線候補領域401の画像部に対して直線近似を行って路面白線の画像部の直線部を認識する境界線直線部認識手段としての路面白線直線部認識部207と、第2路面白線候補領域402の画像部に対して曲線近似を行って路面白線の画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識手段としての路面白線曲線部認識部208とを備える。

30

これによれば、上記実施形態について説明したように、自車両100が路面上の路面白線の直線部に沿って走行している場合は、自車両100から近い路面部分が映される画像領域では路面白線の直線部が直線状に映し出される。自車両100が路面上の路面白線の曲線部に沿って走行している場合でも、自車両100から近い路面部分が映される画像領域では、路面白線の曲線部は直線状に映し出され。一方、自車両100から遠い路面部分が映される画像領域では、路面白線の曲線部が曲線状に映し出される。区画線設定部206によって、自車両100から近い路面部分が映される画像領域である第1路面白線候補領域401と、自車両100から遠い路面部分が映される画像領域である第2路面白線候補領域402とを区画する区画線を設定する。第1路面白線候補領域401では、路面白線直線部認識部207によって直線近似を行って路面上の路面白線の直線部又は曲線部に対応する路面白線画像部を認識できる。第2路面白線候補領域402では、路面白線曲線部認識部208によって曲線近似を行って、路面上の路面白線の曲線部に対応する路面白線画像部を認識できる。よって、路面白線画像と認識結果の路面白線画像部とのズレが小さくでき、路面上の路面白線の認識精度を向上させることができる。

40

#### (態様2)

(態様1)において、2つの撮像手段を有するステレオ撮像手段としての撮像ユニット101と、ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像に基づいて自車両100の前方の視差画像を取得する視差画像取得手段としての視差画像計算部203とを備え、区画線設定手段としての区画線設定部206は、視差画像計算部203によって視差値を算出

50

することで取得した視差画像に基づいて、自車両100の位置から所定の距離に相当する画面上の水平仮想線を区画線と設定する。これによれば、上記実施形態の実施例1について説明したように、設定した区画線に基づいて第1路面白線候補領域401と第2路面白線候補領域402とを区画することができる。これにより、第1路面白線候補領域401では直線近似を行い路面上の路面白線の直線部を認識でき、第2路面白線候補領域402では曲線近似を行い路面上の路面白線の曲線部を認識できる。

(態様3)

(態様1)又は(態様2)において、道路の種類に関する道路種類情報を入力する移動面種類情報入力手段としての道路種類情報入力部211を備え、区画線設定手段としての区画線設定部206は、道路種類情報入力部211によって入力された道路種類情報に基づいて区画線を設定する。これによれば、上記実施形態の実施例2について説明したように、自車両が走行している道路の種類に応じて区画線を設定する。これにより、走行している道路に適した近似処理を行い、路面上の白線画像部を正確に認識することができる。

10

(態様4)

(態様2)において、ステレオ撮像手段によって撮像したステレオ画像のいずれか一方の撮像画像から輝度画像を取得する輝度画像取得手段としての輝度画像入力部202を備え、区画線設定手段としての区画線設定部206は、輝度画像入力部202によって取得した輝度画像から抽出した路面白線のエッジの部分と路面白線を抽出するために近似した直線の路面白線の画像部との差分に基づいて、区画線を設定する。これによれば、上記実施形態の実施例1について説明したように、輝度画像から抽出した路面白線のエッジの部分と路面白線を抽出するために近似した直線の路面白線画像部との差分に基づいて設定された区画線によって、第1路面白線候補領域401と第2路面白線候補領域402とに設定する。これにより、第1路面白線候補領域401で行う直線近似により路面白線の直線部と、第2路面白線候補領域402で行う曲線近似により路面白線の曲線部とを精度高く認識することができる。

20

(態様5)

(態様1)～(態様4)のいずれかにおいて、境界線直線部認識手段としての路面白線直線部認識部207によって認識された路面白線画像部の直線部と、境界線曲線部認識手段としての路面白線曲線部認識部208によって認識された路面白線の画像部の曲線部とを互いにつなげて合成する境界線合成手段としての路面白線合成処理部209と、合成した全体の線部を路面白線の画像部として出力する境界線画像部出力手段としての路面白線認識結果出力部210を有する。これによれば、上記実施形態について説明したように、路面白線の直線部と曲線部とを連結して、認識結果の路面白線画像部を路面白線画像に類似した画像にすることで認識結果を解りやすくすることができる。

30

(態様6)

(態様1)～(態様5)のいずれかにおいて、境界線直線部認識手段としての路面白線直線部認識部207は、第1画像領域としての第1路面白線候補領域401内で抽出された輝度画像の輝度エッジに対して直線近似を行う。これによれば、上記実施形態について説明したように、自車両100から近い路面部分が映される第1認識候補領域の直線状に映し出される画像部を精度高く認識することができる。

40

(態様7)

(態様1)～(態様5)のいずれかにおいて、境界線曲線部認識手段としての路面白線曲線部認識部208は、境界線直線部認識手段としての路面白線直線部認識部207によって認識された路面白線の画像部の直線部に続く仮想の延長線を基準にして、第2画像領域としての第2路面白線候補領域402で路面白線の画像部の曲線部の候補を探索する探索範囲を設定する。これによれば、上記実施形態の実施例1について説明したように、第2路面白線候補領域で路面白線画像部の曲線部を探索し易くなって、路面白線曲線部を精度高く認識することができる。

(態様8)

(態様7)において、境界線曲線部認識手段としての路面白線曲線部認識部208は、

50



第2画像領域としての第2路面白線候補領域402内で抽出された輝度画像のエッジに対して曲線近似を行う。これによれば、上記実施形態の実施例1について説明したように、自車両100から遠い路面部分が映される第2認識候補領域の曲線状に映し出される画像部を精度高く認識することができる。

(態様9)

(態様2)において、ステレオ撮像手段としての撮像ユニット101によって取得したステレオ画像のいずれか一方の撮像画像から抽出した路面白線のエッジの部分と路面白線を抽出するために近似した路面白線の直線部との差分に基づいた閾値を記憶する記憶手段としての路面白線直線部候補領域記憶部205を有し、認識候補領域設定手段としての認識候補領域設定部204は、路面白線直線部候補領域記憶部205に記憶されている閾値

10

に基づいて第1路面白線候補領域401と第2路面白線候補領域402とに設定する。これによれば、上記実施形態について説明したように、第1路面白線候補領域401と第2路面白線候補領域402とを正確に設定できるため、路面白線直線部及び路面白線曲線部を精度高く認識することができる。

(態様10)

(態様9)において、記憶手段としての路面白線直線部候補領域記憶部205は、ステレオ撮像手段としての撮像ユニット101によって取得したステレオ画像のいずれ一方の複数の画像の各々から路面白線を抽出するために近似した複数の直線部に基づいた第1認識候補領域に含まれる路面候補領域を示す情報を記憶し、境界線直線部認識手段としての路面白線直線部認識部207は、路面白線直線部候補領域記憶部205に記憶されている

20

情報によって路面候補領域内に対して直線部の近似による路面白線の認識を行う。これによれば、上記実施形態について説明したように、第1路面白線候補領域401と第2路面白線候補領域402とに設定することで路面白線の直線部、曲線部を精度高く認識することができる。

(態様11)

(態様10)において、記憶手段としての路面白線直線部候補領域記憶部212は、道路の種類ごとに予め複数のメモリテーブルを有し、該複数のメモリテーブルには道路の種類ごとのサンプル画像から取得した区画線の位置を設定する画面上の区画点の座標が記憶されている。これによれば、上記実施形態の実施例2について説明したように、自車両100が走行している道路の種類に応じてテーブルを読み出して、そのテーブルに記憶されている画面上の区画点の座標に基づいて区画線の位置を変える。これにより、走行している道路に適した近似処理を行い、路面上の路面白線画像部を正確に認識することができる。

30

(態様12)

(態様3)において、移動面種類情報入力手段としての道路種類情報入力部211には、カーナビゲーションによって取得した自車の位置情報と地図データとに基づいて判別された道路の種類が入力される。これによれば、上記実施形態の実施例2について説明したように、カーナビゲーションデータ入力部601に入力された自車両の位置を地図データに照合させ、地図上の自車両の位置データを道路種類判別部603に出力する。道路種類判別部603では、入力された地図上の自車両の位置データに基づいて、地図上で自車両が走行している道路の種類を判別する。よって、走行している道路に適した近似処理を行い、路面上の境界線画像部を正確に認識することができる。

40

(態様13)

(態様12)において、移動面種類情報入力手段としての道路種類情報入力部211には、GPSによって自車の位置情報を取得し、GPSによって取得した自車の位置情報と、カーナビゲーションによって取得した自車の位置情報及び地図データとに基づいて判別された道路の種類が入力される。これによれば、上記実施形態の実施例2について説明したように、検出した自車両の位置を地図データに照合させて地図上の自車両の位置データを道路種類判別部603に出力する。GPSデータ入力部602は、GPSの位置データを取得し、その位置データに基づいて自立航法における自車の位置データを精度良くして

50

道路種類判別部 6 0 3 に出力する。道路種類判別部 6 0 3 では、入力された地図上の自車両の位置データに基づいて、地図上で自車両が走行している道路の種類を判別する。これにより、自車両が走行している道路の種類判別が、より一層精度良く、かつ自動で行うことができる。

( 態 様 1 4 )

移動面上を移動する移動体に搭載された撮像手段によって取得される移動体の前方の画像から移動体が移動する移動面上の境界線を認識する移動面境界線認識手段と、該移動面境界線認識手段の認識結果に基づいて、移動体に搭載された所定の機器を制御する移動体機器制御手段とを備えた移動体機器制御システムにおいて、移動面境界線認識手段として、請求項 1 ~ 1 3 のいずれかに記載の移動面境界線認識装置を用いた。これによれば、上記実施形態について説明したように、移動体に搭載された所定の機器を高精度に制御することができる。

10

( 態 様 1 5 )

移動体の前方の画像で、移動体から近い路面部分が写っている第 1 画像領域としての第 1 路面白線候補領域 4 0 1 と、移動体から遠い路面部分が写っている第 2 画像領域としての第 2 路面白線候補領域 4 0 2 とを区画する区画線を設定する区画線設定工程と、第 1 路面白線候補領域 4 0 1 の画像部に対して直線近似を行って境界線画像部の直線部を認識する境界線直線部認識工程と、第 2 路面白線候補領域 4 0 2 の画像部に対して曲線近似を行って境界線画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識工程とを有する。これによれば、上記実施形態について説明したように、路面白線画像と認識結果の路面白線画像部とのズレが小さくでき、路面上の路面白線の認識精度を向上させることができる。

20

( 態 様 1 6 )

移動体の前方の画像で、移動体から近い路面部分が写っている第 1 画像領域としての第 1 路面白線候補領域 4 0 1 と、移動体から遠い路面部分が写っている第 2 画像領域としての第 2 路面白線候補領域 4 0 2 とを区画する区画線を設定する区画線設定工程と、第 1 路面白線候補領域 4 0 1 の画像部に対して直線近似を行って境界線画像部の直線部を認識する境界線直線部認識工程と、第 2 路面白線候補領域 4 0 2 の画像部に対して曲線近似を行って境界線画像部の曲線部を認識する境界線曲線部認識工程とをコンピュータによって実行させる。これによれば、上記実施形態について説明したように、路面白線画像と認識結果の路面白線画像部とのズレが小さくでき、路面上の路面白線の認識精度を向上させることができる。このプログラムは、C D - R O M 等の記録媒体に記録された状態で配布したり、入手したりすることができる。また、このプログラムを乗せ、所定の送信装置により送信された信号を、公衆電話回線や専用線、その他の通信網等の伝送媒体を介して配信したり、受信したりすることでも、配布、入手が可能である。この配信の際、伝送媒体中には、コンピュータプログラムの少なくとも一部が伝送されていけばよい。すなわち、コンピュータプログラムを構成するすべてのデータが、一時に伝送媒体上に存在している必要はない。このプログラムを乗せた信号とは、コンピュータプログラムを含む所定の搬送波に具現化されたコンピュータデータ信号である。また、所定の送信装置からコンピュータプログラムを送信する送信方法には、プログラムを構成するデータを連続的に送信する場合も、断続的に送信する場合も含まれる。

30

40

【符号の説明】

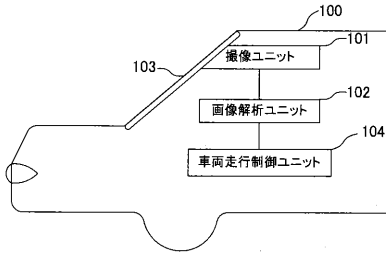
【 0 0 3 6 】

- 2 0 0 路面白線認識装置
- 2 0 1 ステレオ画像入力部
- 2 0 2 輝度画像入力部
- 2 0 3 視差画像計算部
- 2 0 4 認識候補領域設定部
- 2 0 5 路面白線直線部候補領域記憶部
- 2 0 6 区画線設定部
- 2 0 7 路面白線直線部認識部

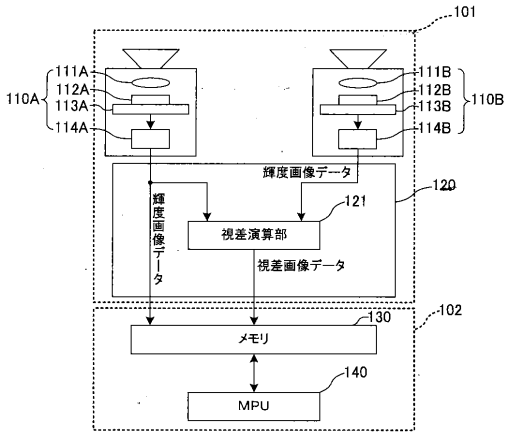
50

2 0 8	路面白線曲線部認識部	
2 0 9	路面白線合成処理部	
2 1 0	路面白線認識結果出力部	
2 1 1	道路種類情報入力部	
2 1 2	路面白線直線部候補領域記憶部	
4 0 1	第1路面白線候補領域	
4 0 2	第2路面白線候補領域	
4 0 3	第1路面白線直線部候補領域	
4 0 4	第2路面白線直線部候補領域	
4 0 5	第1路面白線直線部	10
4 0 6	第2路面白線直線部	
4 0 7	第1延長線	
4 0 8	第2延長線	
4 0 9	第1探索範囲	
4 1 0	第2探索範囲	
4 1 1	第1路面白線曲線部	
4 1 2	第2路面白線曲線部	
4 1 3	第3探索範囲	
4 1 4	第4探索範囲	
5 0 1	第1路面白線	20
5 0 2	第2路面白線	
6 0 0	道路種類情報出力装置	
6 0 1	カーナビゲーションデータ入力部	
6 0 2	G P S データ入力部	
6 0 3	道路種類判別部	
6 0 4	道路種類情報出力部	
	【先行技術文献】	
	【特許文献】	
	【0037】	
	【特許文献1】特許第3352655号公報	30

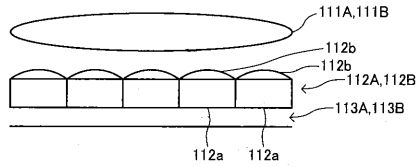
【図1】



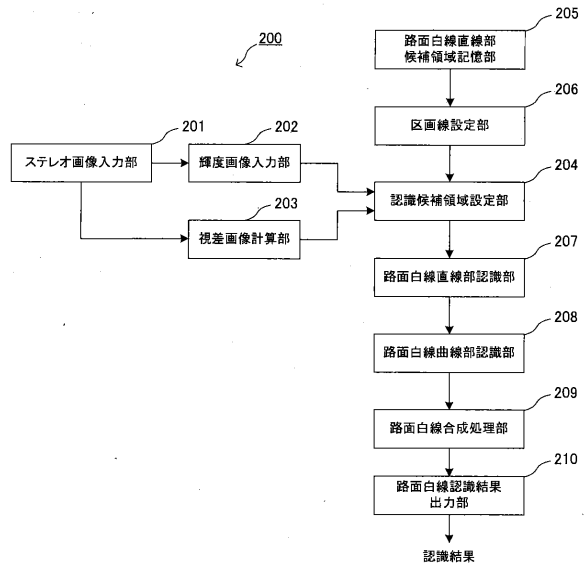
【図2】



【図3】



【図4】

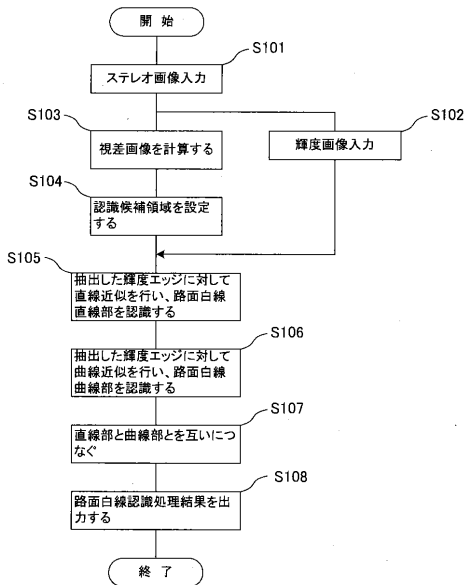


【図5】

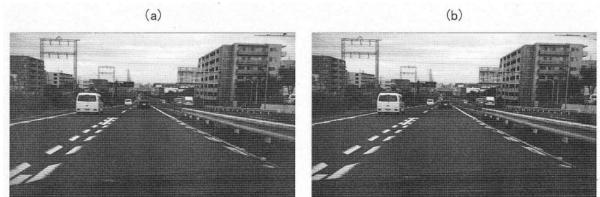
路面白線直線部候補領域テーブル

直線視差閾値	$\Delta TH$			
左側領域座標	$A(x, y)$	$B(x, y)$	$C(x, y)$	$D(x, y)$
右側領域座標	$E(x, y)$	$F(x, y)$	$G(x, y)$	$H(x, y)$

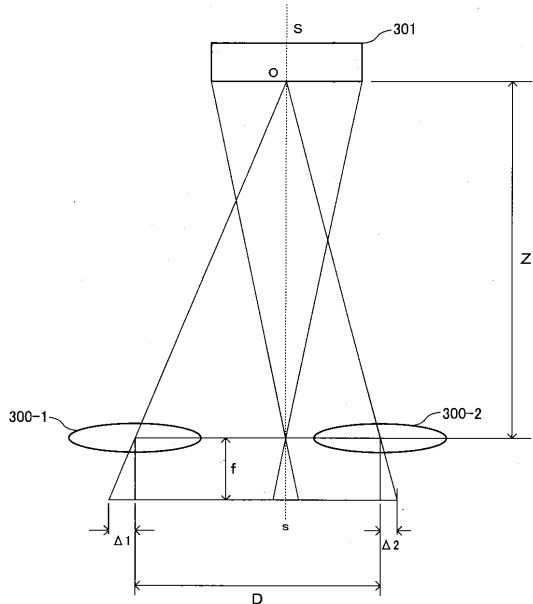
【図6】



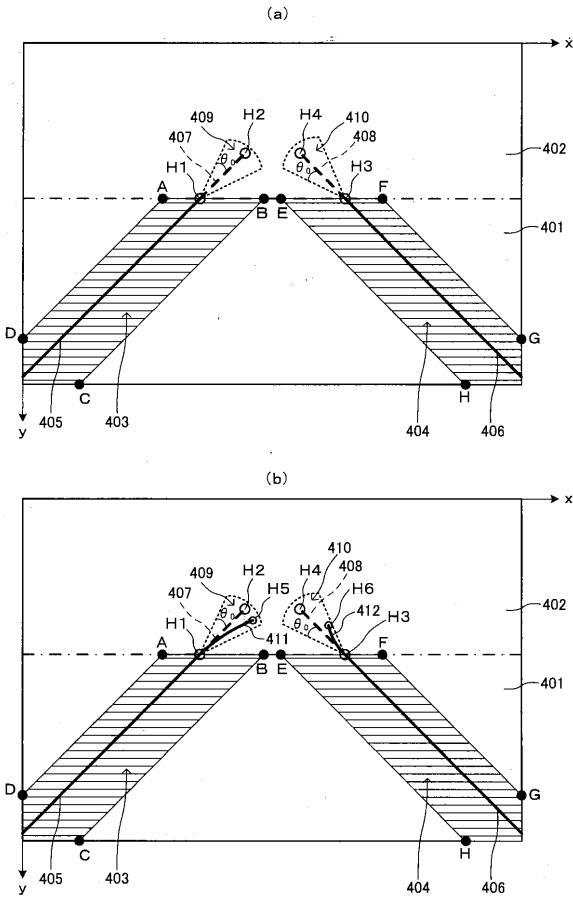
【図7】



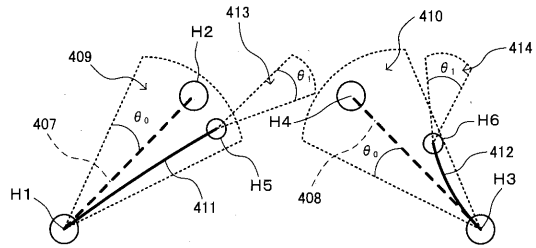
【図8】



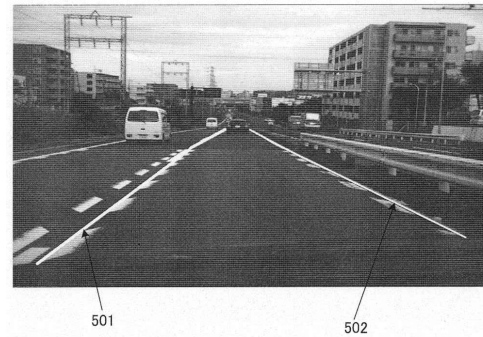
【図9】



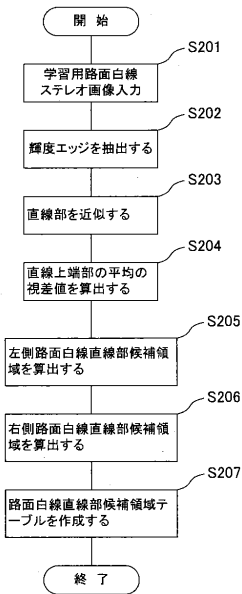
【図10】



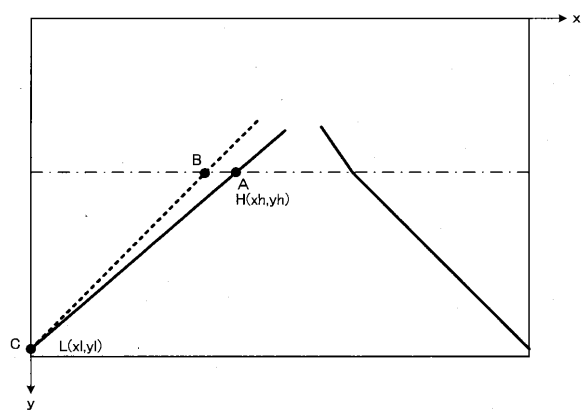
【図11】



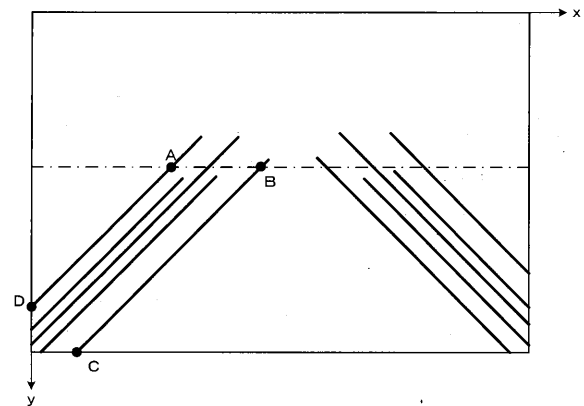
【図12】



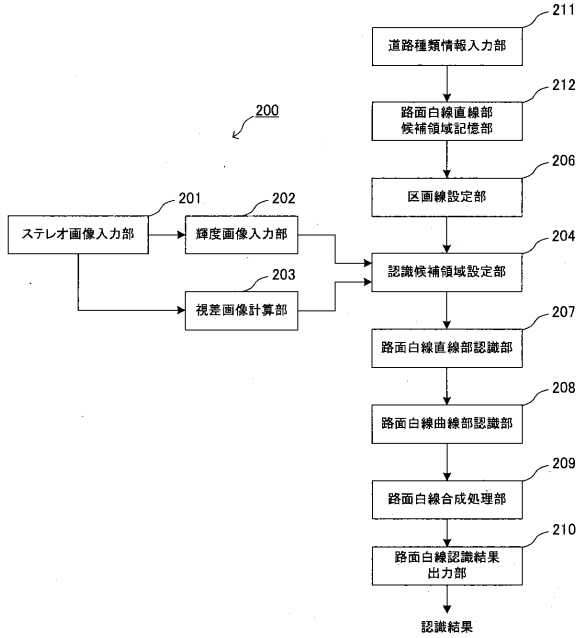
【図13】



【図14】



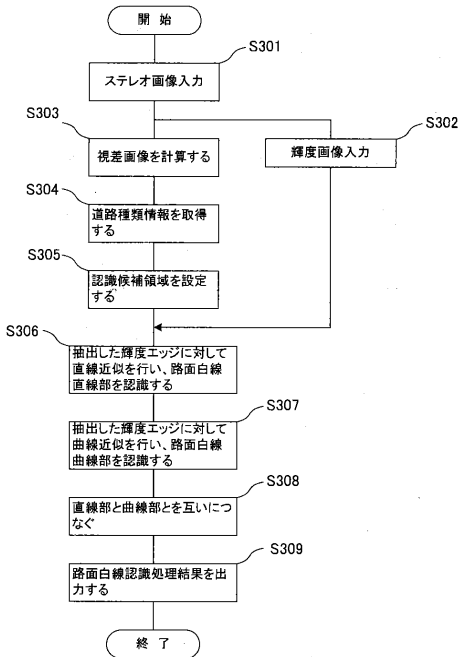
【図15】



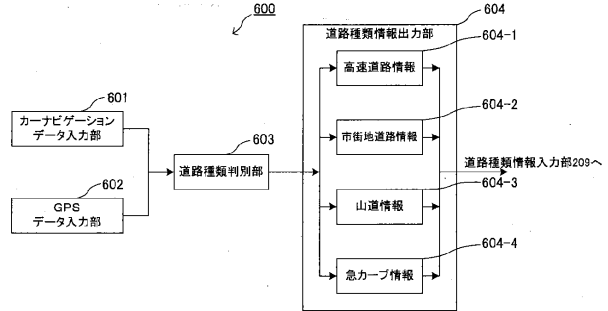
【図16】



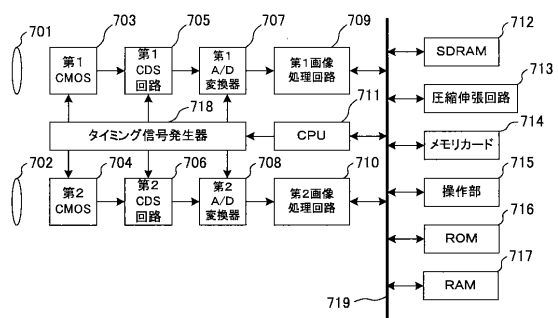
【図17】



【図18】



【図19】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2010-211283(JP,A)  
特開2008-059323(JP,A)  
特開平09-035198(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/00-99/00  
G01C 21/00  
G06T 7/60