

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4863922号
(P4863922)

(45) 発行日 平成24年1月25日 (2012. 1. 25)

(24) 登録日 平成23年11月18日 (2011. 11. 18)

(51) Int. Cl.

F I

G O 6 T 1/00 (2006. 01)

G O 6 T 1/00 3 3 0 A

G O 6 T 3/00 (2006. 01)

G O 6 T 3/00 2 0 0

B 6 O R 1/00 (2006. 01)

B 6 O R 1/00 A

H O 4 N 7/18 (2006. 01)

H O 4 N 7/18 J

G O 8 G 1/16 (2006. 01)

G O 8 G 1/16 C

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2007-109206 (P2007-109206)
 (22) 出願日 平成19年4月18日 (2007. 4. 18)
 (65) 公開番号 特開2008-269139 (P2008-269139A)
 (43) 公開日 平成20年11月6日 (2008. 11. 6)
 審査請求日 平成22年2月15日 (2010. 2. 15)

(73) 特許権者 000001889
 三洋電機株式会社
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
 (74) 代理人 100085501
 弁理士 佐野 静夫
 (74) 代理人 100128842
 弁理士 井上 温
 (74) 代理人 100129562
 弁理士 山本 昌則
 (72) 発明者 本郷 仁志
 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
 洋電機株式会社内

審査官 ▲広▼島 明芳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 運転支援システム並びに車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

車両に設置され、前記車両の周辺を撮影するカメラを備え、

所定のパラメータ導出指示を受けて、2つの特徴点を含む、第1及び第2地点での前記カメラの撮影画像を夫々第1及び第2校正用画像として取得する運転支援システムであって、

実空間において前記2つの特徴点は前記車両の進行方向における車体中心線に対して対称位置に配置され、前記第1及び第2地点は前記車両の移動によって互いに異なり、

当該運転支援システムは、

前記第1及び第2校正用画像に含まれる合計4つの特徴点の画像上の位置を検出する特徴点位置検出手段と、

前記4つの特徴点の各位置に基づいて画像変換パラメータを導出する画像変換パラメータ導出手段と、

前記カメラの各撮影画像を前記画像変換パラメータに従って画像変換して出力画像を生成し、該出力画像を表す映像信号を表示装置に出力する画像変換手段と、を備えたことを特徴とする運転支援システム。

【請求項 2】

前記画像変換パラメータ導出手段は、前記出力画像において前記車体中心線と画像中心線とが一致するように、前記画像変換パラメータを導出することを特徴とする請求項1に記載の運転支援システム。

10

20

【請求項 3】

前記パラメータ導出指示を受けた後、前記カメラに第 1 及び第 2 校正用画像の候補としての候補画像を撮影させて各候補画像内に互いに異なる第 1 及び第 2 領域を定義し、前記第 1 領域から前記 2 つの特徴点が抽出された前記候補画像を前記第 1 校正用画像として取り扱う一方、前記第 2 領域から前記 2 つの特徴点が抽出された前記候補画像を前記第 2 校正用画像として取り扱う

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の運転支援システム。

【請求項 4】

前記第 1 及び第 2 校正用画像間において共通の第 1 及び第 2 車線が、互いに平行に前記車両が配置された路面上に形成されており、各特徴点は各車線の端点であり、

前記特徴点位置検出手段は、第 1 及び第 2 校正用画像の夫々における前記第 1 車線の一端点と第 1 及び第 2 校正用画像の夫々における前記第 2 車線の一端点を検出することにより、合計 4 つの特徴点の位置を検出する

ことを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 の何れかに記載の運転支援システム。

【請求項 5】

前記第 1 若しくは第 2 校正用画像又は前記画像変換パラメータが導出された後の前記カメラの撮影画像を検証用入力画像とし、前記検証用入力画像から前記画像変換パラメータの正常又は異常を判別する検証手段を更に備え、

前記検証用入力画像には前記第 1 及び第 2 車線が描画され、

前記検証手段は、前記検証用入力画像を前記画像変換パラメータに従って画像変換することにより得られた検証用変換画像から前記第 1 及び第 2 車線を抽出し、前記検証用変換画像上における前記第 1 及び第 2 車線間の対称性に基づいて前記画像変換パラメータの正常又は異常を判別する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の運転支援システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、車両の運転を支援するための運転支援システムに関する。また、本発明は、それらを利用した車両に関する。

【背景技術】**【0002】**

車両後部に取り付けた車載カメラの映像を運転席に装備した表示装置に表示することで運転者の視界を支援するシステムが多く開発されている。この種のシステムにおいて、車両の構造又はデザイン上の制約或いはカメラの取り付け誤差に起因し、カメラが車両後部中央からずれた位置に取り付けられたり（図 3（b）参照）、カメラの光軸方向が車両進行方向からずれたりすることがある（図 3（a）参照）。

【0003】

カメラが車両後部中央からずれると、表示画面上で映像中心と車両中心の間にずれが生じ、光軸方向が車両進行方向からずれると、表示画面上で映像が傾いたように表示される（映像中心と車両中心の間のずれも生じる）。運転者は、このようなずれや傾きのある映像を見ながらの運転に違和感を覚えるため、十分な視界支援がなされない。

【0004】

このような問題に対応するべく、車両中央からずれた位置にカメラが取り付けられている場合に生じる画像の偏りを補正する手法が、下記特許文献 1 に開示されている。この手法では、車両中央が画像の中心に位置するように且つ車両両端が画像の端部に位置するように、画像のラスタ毎のオフセット量に基づいて左右に分けたラスタデータを伸縮するようにしている。

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 - 129988 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】**【0006】**

しかしながら、特許文献1に記載の手法の如く、左右に分けたラスタデータを伸縮すると左右の画像が不均一となり、画像が不自然となってしまふ。また、この手法は、カメラの光軸方向と消失点（無限遠点）方向とが一致している状態で有効に機能するものであるため、光軸方向が車両進行方向とずれている場合には対応できない。更に、補正を行うためのパラメータの調整が容易ではないため、カメラの取り付け位置や取り付け角度を変更した時に再調整作業が煩雑となるという問題もある。

【0007】

そこで本発明は、カメラの多様な設置に対応して良好な視界支援を実現する運転支援システムを提供することを目的とする。また本発明は、それを利用した車両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】**【0008】**

本発明に係る第1の運転支援システムは、車両に設置され、前記車両の周辺を撮影するカメラを備え、所定のパラメータ導出指示を受けて、2つの特徴点を含む、第1及び第2地点での前記カメラの撮影画像を夫々第1及び第2校正用画像として取得する運転支援システムであって、実空間において前記2つの特徴点は前記車両の進行方向における車体中心線に対して対称位置に配置され、前記第1及び第2地点は前記車両の移動によって互いに異なり、当該運転支援システムは、前記第1及び第2校正用画像に含まれる合計4つの特徴点の画像上の位置を検出する特徴点位置検出手段と、前記4つの特徴点の各位置に基づいて画像変換パラメータを導出する画像変換パラメータ導出手段と、前記カメラの各撮影画像を前記画像変換パラメータに従って画像変換して出力画像を生成し、該出力画像を表す映像信号を表示装置に出力する画像変換手段と、を備えたことを特徴とする。

【0009】

これにより、カメラの設置位置ずれや光軸方向ずれ等があっても、それらのずれの影響を排除或いは抑制した画像を表示することが可能となる。つまり、カメラの多様な設置に対応した、良好な視界支援を実現することが可能となる。

【0010】

つまり例えば、前記画像変換パラメータ導出手段は、前記出力画像において前記車体中心線と画像中心線とが一致するように、前記画像変換パラメータを導出するとよい。

【0011】

具体的には例えば、前記パラメータ導出指示を受けた後、前記カメラに第1及び第2校正用画像の候補としての候補画像を撮影させて各候補画像内に互いに異なる第1及び第2領域を定義し、前記第1領域から前記2つの特徴点が抽出された前記候補画像を前記第1校正用画像として取り扱う一方、前記第2領域から前記2つの特徴点が抽出された前記候補画像を前記第2校正用画像として取り扱う。

【0012】

また具体的には例えば、前記第1及び第2校正用画像間において共通の第1及び第2車線が、互いに平行に前記車両が配置された路面上に形成されており、各特徴点は各車線の端点であり、前記特徴点位置検出手段は、第1及び第2校正用画像の夫々における前記第1車線の一端点と第1及び第2校正用画像の夫々における前記第2車線の一端点を検出することにより、合計4つの特徴点の位置を検出する。

【0013】

また例えば、前記第1若しくは第2校正用画像又は前記画像変換パラメータが導出された後の前記カメラの撮影画像を検証用入力画像とし、前記検証用入力画像から前記画像変換パラメータの正常又は異常を判別する検証手段を更に備え、前記検証用入力画像には前記第1及び第2車線が描画され、前記検証手段は、前記検証用入力画像を前記画像変換パラメータに従って画像変換することにより得られた検証用変換画像から前記第1及び第2車線を抽出し、前記検証用変換画像上における前記第1及び第2車線間の対称性に基づい

10

20

30

40

50

て前記画像変換パラメータの正常又は異常を判別する。

【0014】

これにより、導出した画像変換パラメータの正常／異常を判別でき、その結果をユーザに知らしめることが可能となる。異常であれば、再度、画像変換パラメータの導出をやり直すといった対応が可能となり、有益である。

【0015】

本発明に係る第2の運転支援システムは、車両に設置され、前記車両の周辺を撮影するカメラを備え、所定のパラメータ導出指示を受けて、4つの特徴点を含む前記カメラの撮影画像を校正用画像として取得する運転支援システムであって、調整用指標と共に前記校正用画像を表示装置に表示させ、前記表示装置の表示画面上における前記調整用指標の表示位置と各特徴点の表示位置とを対応させるために外部から与えられた位置調整指令に従って前記調整用指標の表示位置を調整する調整手段と、その調整後の前記調整用指標の表示位置から前記校正用画像上における前記4つの特徴点の位置を検出する特徴点位置検出手段と、前記4つの特徴点の各位置に基づいて画像変換パラメータを導出する画像変換パラメータ導出手段と、前記カメラの各撮影画像を前記画像変換パラメータに従って画像変換して出力画像を生成し、該出力画像を表す映像信号を表示装置に出力する画像変換手段と、を備え、前記画像変換パラメータ導出手段は、前記出力画像において、前記車両の進行方向における車体中心線と画像中心線とが一致するように、前記画像変換パラメータを導出することを特徴とする。

【0016】

これにより、カメラの設置位置ずれや光軸方向ずれ等があっても、それらのずれの影響を排除或いは抑制した画像を表示することが可能となる。

【0017】

本発明に係る第3の運転支援システムは、車両に設置され、前記車両の周辺を撮影するカメラを備え、所定のパラメータ導出指示を受けて、4つの特徴点を含む前記カメラの撮影画像を校正用画像として取得する運転支援システムであって、前記校正用画像に含まれる前記4つの特徴点の画像上の位置を検出する特徴点位置検出手段と、前記4つの特徴点の各位置に基づいて画像変換パラメータを導出する画像変換パラメータ導出手段と、前記カメラの各撮影画像を前記画像変換パラメータに従って画像変換して出力画像を生成し、該出力画像を表す映像信号を表示装置に出力する画像変換手段と、を備え、前記画像変換パラメータ導出手段は、前記出力画像において、前記車両の進行方向における車体中心線と画像中心線とが一致するように、前記画像変換パラメータを導出することを特徴とする。

【0018】

これにより、カメラの設置位置ずれや光軸方向ずれ等があっても、それらのずれの影響を排除或いは抑制した画像を表示することが可能となる。

【0019】

具体的には例えば、上記第2又は第3の運転支援システムにおいて、前記4つの特徴点は第1、第2、第3及び第4特徴点から成り、実空間において第1及び第2特徴点を結ぶ直線及び第3及び第4特徴点を結ぶ直線は前記車体中心線と平行であり、実空間においてそれらの直線の中心を通る線と前記車体中心線とが重なるような状態で、前記校正用画像は取得される。

【0020】

また例えば、上記第2又は第3の運転支援システムにおいて、各特徴点は、前記車両が配置された路面上に形成された互いに平行な2本の車線の各端点である。

【0021】

本発明に係る車両は、上記の何れかに記載の運転支援システムが設置されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、カメラの多様な設置に対応して良好な視界支援を実現することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明の意義ないし効果は、以下に示す実施の形態の説明により更に明らかとなる。ただし、以下の実施の形態は、あくまでも本発明の一つの実施形態であって、本発明ないし各構成要件の用語の意義は、以下の実施の形態に記載されたものに制限されるものではない。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 4 】

以下、本発明の実施の形態につき、図面を参照して具体的に説明する。参照される各図において、同一の部分には同一の符号を付し、同一の部分に関する重複する説明を原則として省略する。後に第 1 ～ 第 3 実施例を説明するが、まず、各実施例に共通する事項又は各実施例にて参照される事項について説明する。

【 0 0 2 5 】

図 1 (a) は、自動車である車両 1 0 0 を上方から見た平面図である。図 1 (b) は、車両 1 0 0 を側方から見た平面図である。車両 1 0 0 は、路面上に配置されているものとする。車両 1 0 0 の後部には、車両 1 0 0 後方の安全確認を支援するためのカメラ 1 が設置されている。カメラ 1 は、車両 1 0 0 の後方側に視野を有するように車両 1 0 0 に設置される。符号 1 0 5 が付された破線扇型領域は、カメラ 1 の撮影領域 (視野) を表している。カメラ 1 の視野に車両 1 0 0 付近の後方側路面が含まれるように、カメラ 1 は後方下向きに設置される。尚、車両 1 0 0 として普通乗用車を例示しているが、車両 1 0 0 は、普通乗用車以外 (トラックなど) であってもよい。また、路面は水平面上にあるものとする。

【 0 0 2 6 】

今、車両 1 0 0 を基準にし、実空間 (実際の空間) において、仮想軸である X_c 軸及び Y_c 軸を定義する。 X_c 軸及び Y_c 軸は、路面上の軸であり、 X_c 軸と Y_c 軸は互いに直交する。 X_c 軸及び Y_c 軸から成る二次元座標系において、 X_c 軸は車両 1 0 0 の進行方向に平行であり、車両 1 0 0 の車体中心線は X_c 軸上にのる。説明の便宜上、車両 1 0 0 の進行方向とは、車両 1 0 0 の直進時における進行方向を意味するものとする。また、車体中心線とは、車両 1 0 0 の進行方向に平行な、車体の中心線を意味するものとする。より具体的には、車体中心線とは、車両 1 0 0 の右端を通り且つ X_c 軸に平行な仮想線 1 1 1 と車両 1 0 0 の左端を通り且つ X_c 軸に平行な仮想線 1 1 2 との間の中心を通る線である。また、車両 1 0 0 の前端を通り且つ Y_c 軸に平行な仮想線 1 1 3 と車両 1 0 0 の後端を通り且つ Y_c 軸に平行な仮想線 1 1 4 との間の中心を通る線は Y_c 軸上にのる。仮想線 1 1 1 ～ 1 1 4 は、路面上の仮想線であるとする。

【 0 0 2 7 】

尚、車両 1 0 0 の右端とは車両 1 0 0 の車体の右端と同義であり、車両 1 0 0 の左端等についても同様である。

【 0 0 2 8 】

図 2 に、本発明の実施形態に係る視界支援システムの概略ブロック図を示す。視界支援システムは、カメラ 1、画像処理装置 2、表示装置 3 及び操作部 4 を備える。カメラ 1 は、車両 1 0 0 の周辺に位置する被写体 (路面を含む) を撮影し、撮影によって得られた画像を表す信号を画像処理装置 2 に送る。画像処理装置 2 は、送られてきた画像に対して座標変換を伴う画像変換を施し、表示装置 3 に対する出力画像を生成する。この出力画像を表す映像信号は表示装置 3 に与えられ、表示装置 3 は、該出力画像を映像として表示する。操作部 4 は、ユーザからの操作を受け付け、その操作内容に応じた信号を画像処理装置 2 に伝達する。視界支援システムを、車両 1 0 0 の運転を支援する運転支援システムとも呼ぶこともできる。

【 0 0 2 9 】

カメラ 1 として、例えば C C D (Charge Coupled Devices) を用いたカメラや、C M O

10

20

30

40

50

S (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサを用いたカメラが用いられる。画像処理装置 2 は、例えば集積回路から形成される。表示装置 3 は、液晶ディスプレイパネル等から形成される。カーナビゲーションシステムなどに含まれる表示装置及び操作部を、視界支援システムにおける表示装置 3 及び操作部 4 として流用しても良い。また、画像処理装置 2 は、カーナビゲーションシステムの一部として組み込まれうる。画像処理装置 2、表示装置 3 及び操作部 4 は、例えば、車両 100 の運転席付近に設置される。

【0030】

理想的には、カメラ 1 は、正確に車両後方を向けて車両後部中央に配置される。つまり、理想的には、カメラ 1 の光軸が X_c 軸を含む鉛直面上にのるように、カメラ 1 は車両 100 に設置される。このような理想的なカメラ 1 の設置状態を「理想設置状態」という。しかしながら、車両 100 の構造又はデザイン上の制約或いはカメラ 1 の取り付け誤差に起因して、図 3 (a) に示す如くカメラ 1 の光軸が X_c 軸を含む鉛直面と平行とならなかったり、図 3 (b) に示す如くカメラ 1 の光軸が X_c 軸を含む鉛直面に平行であっても該光軸が該鉛直面上にのらなかったりすることが多い。

【0031】

説明の便宜上、カメラ 1 の光軸が X_c 軸を含む鉛直面（換言すれば車両 100 の進行方向）に平行としないことを「カメラ方向ずれ」と呼び、カメラ 1 の光軸が X_c 軸を含む鉛直面上にのらないことを「カメラ位置オフセット」と呼ぶ。カメラ方向ずれやカメラ位置オフセットが生じると、カメラ 1 によって撮影された画像が車両 100 の進行方向に対して傾いたり、該画像の中心が車両 100 の中心からずれたりする。本実施形態に係る視界支援システムは、このような画像の傾きやずれを補償した画像を生成及び表示する機能を備える。

【0032】

<< 第 1 実施例 >>

本発明の第 1 実施例について説明する。図 4 は、第 1 実施例に係る視界支援システムの構成ブロック図である。図 4 の画像処理装置 2 は、符号 11 ~ 14 にて参照される各部位を備える。

【0033】

レンズ歪み補正部 11 は、カメラ 1 の撮影によって得られた画像に対してレンズ歪み補正を行い、レンズ歪み補正後の画像を画像変換部 12 及び端点検出部 13 に出力する。レンズ歪み補正部 11 から出力されるレンズ歪み補正後の画像を、以下「入力画像」と呼ぶ。尚、レンズ歪みがない或いは無視できる程度に少ないカメラを、カメラ 1 として利用する場合は、レンズ歪み補正部 11 を省略することが可能である。この場合、カメラ 1 の撮影によって得られた画像を、直接、入力画像として画像変換部 12 及び端点検出部 13 に送ればよい。

【0034】

画像変換部 12 は、画像変換パラメータ算出部 14 にて算出された画像変換パラメータを用いた画像変換を介して、入力画像から出力画像を生成し、その出力画像を表す映像信号を表示装置 3 に送る。

【0035】

後述の説明から理解されるが、表示装置 3 に対する出力画像（及び後述する変換画像）は、入力画像を、理想設置状態にて車両 100 に設置された仮想カメラの視点から見た画像に変換したものである。また、路面に対する、この仮想カメラの光軸の傾きは、実際のカメラ 1 のそれと同じ（或いは略同じ）である。つまり、入力画像を路面に投影するような変換（即ち、鳥瞰図画像への変換）は行われない。端点検出部 13 及び画像変換パラメータ算出部 14 の機能については、後述の説明から明らかとなる。

【0036】

図 5 を参照して画像変換パラメータの導出手順を説明する。図 5 は、この導出手順を表すフローチャートである。まず、ステップ S10 において、車両 100 周辺の校正環境が

10

20

30

40

50

以下のように整備される。図 6 は、整備されるべき校正環境を表す、上方から見た車両 100 周辺の平面図である。但し、以下の構成環境は理想的なものであり、実際には誤差が含まれることになる。

【0037】

車両 100 は、駐車場における 1 つの駐車区画内に配置される。車両 100 が駐車される駐車区画は、路面上に描かれた白線 L1 と L2 によって他の駐車区画と分けられている。路面上において、白線 L1 と L2 は互いに平行であって且つ同じ長さを有する線分となっており、 X_C 軸と白線 L1 及び L2 とが平行になるように車両 100 は配置される。実空間において白線 L1 及び L2 は一般的に 10 cm 程度の Y_C 軸方向の幅を有しており、 X_C 軸方向に伸びる白線 L1 及び L2 の中心線を、夫々、中心線 161 及び 162 と呼ぶ。中心線 161 及び 162 は、 X_C 軸に平行となる。更に、 X_C 軸と中心線 161 との距離と X_C 軸と中心線 162 との距離が一致するように、車両 100 を着目した駐車区画内の中央に配置する。符号 163 及び 164 は、着目した駐車区画の後端路面に固定された縁石を表している。

10

【0038】

また、符号 P1 は車両 100 の後方側の白線 L1 の端点を表し、符号 P2 は車両 100 の後方側の白線 L2 の端点を表す。符号 P3 は車両 100 の前方側の白線 L1 の端点を表し、符号 P4 は車両 100 の前方側の白線 L2 の端点を表す。端点 P1 及び P3 は中心線 161 上に位置し、端点 P2 及び P4 は中心線 162 上に位置するものとする。このように、実空間において、白線 L1 の端点と白線 L2 の端点は X_C 軸（車両 100 の車体中心線）に対して対称位置に配置されている。また、端点 P1 と P2 を通る直線及び端点 P3 と P4 を通る直線は、 X_C 軸に直交するものとする。

20

【0039】

尚、中心線 161 上の点を P1 と捉える必要は必ずしもなく、中心線 161 からずれた点を P1 と捉えることも可能である。厳密には、白線 L1 の外形は長方形であり、例えば、その長方形の頂点を P1 と捉えることも可能である（P2 ~ P4 についても同様）。即ち例えば、図 7 に示す如く、白線 L1 の外形である長方形の 4 頂点の内、車両 100 の後方側であって且つ車両 100 に近い方に位置する頂点を頂点 171a とし、車両 100 の後方側であって且つ車両 100 に遠い方に位置する頂点を頂点 171b とする。更に、白線 L2 の外形である長方形の 4 頂点の内、車両 100 の後方側であって且つ車両 100 に近い方に位置する頂点を頂点 172a とし、車両 100 の後方側であって且つ車両 100 に遠い方に位置する頂点を頂点 172b とする。この場合において、角 171a 及び 172a を夫々端点 P1 及び P2 として捉えるようにしてもよいし、或いは、角 171b 及び 172b を夫々端点 P1 及び P2 として捉えるようにしてもよい。端点 P3 及び P4 についても同様である。

30

【0040】

第 1 実施例では、4 つの端点 P1 ~ P4 の内、2 つの端点 P1 及び P2 をカメラ 1 の視野内に収めることを想定し、2 つの端点 P1 及び P2 に着目する。従って、以下の第 1（及び第 2）実施例の記述において、単に「白線 L1 の端点」及び「白線 L2 の端点」といった場合、それらは夫々「端点 P1」及び「端点 P2」を意味するものとする。

40

【0041】

ステップ S10 において上述の如く校正環境が整備された後、ユーザは、画像変換パラメータの導出を指示するための所定の指示操作を操作部 4 に対して施す。この指示操作が操作部 4 に対して施されると、操作部 4 から或いは操作部 4 に接続された制御部（不図示）から所定の指令信号が画像処理装置 2 に送られる。

【0042】

ステップ S11 では、この指令信号が画像処理装置 2 に入力されたか否かが判断される。この指令信号が画像処理装置 2 に入力されていない場合はステップ S11 の処理が繰り返し実行され、この指令信号が画像処理装置 2 に入力された場合はステップ S12 に移行する。

50

【 0 0 4 3 】

ステップ S 1 2 では、端点検出部 1 3 が、レンズ歪み補正部 1 1 によるレンズ歪み補正を介した、現時点のカメラ 1 の撮影画像に基づく入力画像を読み込む。端点検出部 1 3 は、図 8 に示す如く、入力画像内の所定位置に互いに異なる第 1 検出領域と第 2 検出領域を定義する。図 8 において、符号 2 0 0 が付された矩形領域内画像は、端点検出部 1 3 に与えられる入力画像を表し、符号 2 0 1 及び 2 0 2 が付された波線矩形領域は、夫々、第 1 検出領域及び第 2 検出領域を表している。第 1 及び第 2 検出領域は、互いに重複する領域を有さず、入力画像の垂直方向に並んで配置されている。入力画像の左上隅を入力画像の原点 O とする。第 1 検出領域は、第 2 検出領域よりも原点 O に近い位置に配置されている。

10

【 0 0 4 4 】

入力画像において、下方側に位置する第 1 検出領域には車両 1 0 0 から比較的近い路面の画像が描画され、上方側に位置する第 2 検出領域には車両 1 0 0 から比較的遠い路面の画像が描画される。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 1 2 に続くステップ S 1 3 において、端点検出部 1 3 は、ステップ S 1 2 にて読み込んだ入力画像の第 1 検出領域内の画像から白線 L 1 及び L 2 を検出し、更に白線 L 1 及び L 2 の端点（図 6 における端点 P 1 及び P 2）を抽出する。画像内における白線を検出する手法及び白線の端点を検出する手法は公知であり、端点検出部 1 3 は、公知の如何なる手法をも採用可能である。例えば、特開昭 6 3 - 1 4 2 4 7 8 号公報、特開平 7 - 7 8 2 3 4 号公報又は国際公開番号 W O 0 0 / 7 3 7 3 号に記載された手法を用いればよい。例えば、入力画像に対してエッジ抽出処理を行った後、そのエッジ抽出結果に対して更にハフ変換などを利用した直線抽出処理を実施し、得られた直線の端点を白線の端点として抽出する。

20

【 0 0 4 6 】

ステップ S 1 3 に続くステップ S 1 4 では、ステップ S 1 3 において入力画像の第 1 検出領域内の画像から白線 L 1 及び L 2 の端点を検出できたか否かを判断し、2つの端点を検出できなかった場合はステップ S 1 2 に戻ってステップ S 1 2 ~ S 1 4 の処理を繰り返す一方、2つの端点を検出できた場合はステップ S 1 5 に移行する。

【 0 0 4 7 】

ステップ S 1 3 において2つの端点を検出できた入力画像を、特に「第 1 校正用画像」とも呼ぶ。図 9 (a) に、この第 1 校正用画像を示す。図 9 (a) において、符号 2 1 0 が付された矩形領域内画像は、第 1 校正用画像を表している。符号 L 1 a 及び L 2 a は夫々第 1 校正用画像上における白線 L 1 及び L 2 を表し、点 P 1 a 及び P 2 a は夫々第 1 校正用画像上における端点 P 1 及び P 2 を表す。上述の処理から明らかなように、ステップ S 1 2 にて読み込まれる入力画像は、第 1 校正用画像の候補と呼べる。

30

【 0 0 4 8 】

ステップ S 1 5 では、端点検出部 1 3 が、レンズ歪み補正部 1 1 によるレンズ歪み補正を介した、現時点のカメラ 1 の撮影画像に基づく入力画像を読み込む。ところで、ステップ S 1 2 ~ S 1 7 の処理の実行時において、ユーザは、ステップ S 1 における車両 1 0 0 の位置を基準として車両 1 0 0 を前進させる。つまり、ステップ S 1 2 ~ S 1 7 の処理の実行時において、X_c軸と中心線 1 6 1 との距離と X_c軸と中心線 1 6 2 との距離とが一致している状態及び中心線 1 6 1 及び 1 6 2 が X_c軸と平行となっている状態を保ちつつ、ユーザは車両 1 0 0 を前方方向に走行させる（図 6 参照）。従って、ステップ S 1 2 の実行時における車両 1 0 0 及びカメラ 1 の実空間上の位置（第 1 地点）とステップ S 1 5 の実行時における車両 1 0 0 及びカメラ 1 の実空間上の位置（第 2 地点）とは異なる。

40

【 0 0 4 9 】

ステップ S 1 5 に続くステップ S 1 6 において、端点検出部 1 3 は、ステップ S 1 5 にて読み込んだ入力画像の第 2 検出領域内の画像から白線 L 1 及び L 2 を検出し、更に白線 L 1 及び L 2 の端点（図 6 における端点 P 1 及び P 2）を抽出する。白線 L 1 及び L 2 の

50

検出手法及び端点の抽出手法は、ステップS 1 3におけるそれと同様である。ステップS 1 2 ~ S 1 7の処理の実行時において車両1 0 0は前進しているため、ステップS 1 5にて読み込んだ入力画像における白線L 1及びL 2の端点は、ステップS 1 2におけるそれらと比して入力画像の上方側にシフトするはずである。従って、ステップS 1 5にて読み込んだ入力画像の第2検出領域内に白線L 1及びL 2の端点は存在しうる。

【0050】

尚、ステップS 1 2の実行時とステップS 1 5の実行時との間で車両1 0 0が移動していなければ、ステップS 1 5以降の処理は無意味となる。従って、車両1 0 0の走行速度を特定可能な車速パルスなどの車両移動情報に基づいて車両1 0 0の移動状態を検出し、該移動状態を参照して図5の処理を実行するようにしてもよい。例えば、ステップS 1 3にて2つの端点が検出された後、車両1 0 0の或る程度の移動が確認されるまでステップS 1 5に移行しないようにしてもよい。また、異なる時間の撮影に基づく入力画像間の差分に基づいて、車両1 0 0の移動状態を検出することも可能である。

【0051】

ステップS 1 6に続くステップS 1 7では、ステップS 1 6において入力画像の第2検出領域内の画像から白線L 1及びL 2の端点を検出できたか否かを判断し、2つの端点を検出できなかった場合はステップS 1 5に戻ってステップS 1 5 ~ S 1 7の処理を繰り返す一方、2つの端点を検出できた場合はステップS 1 8に移行する。

【0052】

ステップS 1 6において2つの端点を検出できた入力画像を、特に「第2校正用画像」とも呼ぶ。図9(b)に、この第2校正用画像を示す。図9(b)において、符号2 1 1が付された矩形領域内画像は、第2校正用画像を表している。符合L 1 b及びL 2 bは夫々第2校正用画像上における白線L 1及びL 2を表し、点P 1 b及びP 2 bは夫々第2校正用画像上における端点P 1及びP 2を表す。上述の処理から明らかなように、ステップS 1 5にて読み込まれる入力画像は、第2校正用画像の候補と呼べる。

【0053】

端点検出部1 3は、ステップS 1 3及びS 1 6で検出された各端点の、第1及び第2校正用画像上における座標値を特定し、その座標値を画像変換パラメータ算出部1 4に送る。ステップS 1 8において、画像変換パラメータ算出部1 4は、各端点を特徴点として捉え、端点検出部1 3から受けた各特徴点(各端点)の座標値に基づき、画像変換パラメータを算出する。

【0054】

第1及び第2校正用画像を含む入力画像は、算出された画像変換パラメータによって画像変換(換言すれば座標変換)することができる。この画像変換後の入力画像を「変換画像」と呼ぶことにする。後にも説明するが、この変換画像から切り出された矩形画像が、画像変換部1 2の出力画像となる。

【0055】

図10(a)は、図9(a)及び(b)に示される第1及び第2校正用画像上における各端点を、1つの画像面に配置した仮想入力画像である。「カメラ方向ずれ」や「カメラ位置オフセット」に起因し、画像上において、画像中心線2 3 1と車両1 0 0の車体中心線2 3 2が合致していないことが分かる。画像変換パラメータ算出部1 4は、画像変換パラメータに基づく画像変換によってこの仮想入力画像から図10(b)に示される仮想出力画像が得られるように、画像変換パラメータを算出する。

【0056】

図11及び図12を参照しつつ、ステップS 1 8の処理内容をより具体的に説明する。図11において、符号2 3 0が付された矩形画像は入力画像を表し、符号2 3 1が付された四角形画像は変換画像を表し、符号2 3 2が付された矩形画像は出力画像を表す。入力画像における各点の座標を(x, y)にて表し、変換画像における各点の座標を(X, Y)にて表す。x及びXは画像の水平方向の座標値であり、y及びYは画像の垂直方向の座標値である。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

変換画像 2 3 1 の外形を形成する四角形の 4 頂点の座標値を、 (S_a, S_b) 、 (S_c, S_d) 、 (S_e, S_f) 及び (S_g, S_h) とする。そうすると、入力画像における座標 (x, y) と変換画像における座標 (X, Y) との関係は、下記式 (1 a) 及び (1 b) によって表される。

【 0 0 5 8 】

【 数 1 】

$$X = (xy)S_a + x(1-y)S_c + (1-x)yS_e + (1-x)yS_g \quad \cdots (1 a)$$

$$Y = (xy)S_b + x(1-y)S_d + (1-x)yS_f + (1-x)yS_h \quad \cdots (1 b)$$

10

【 0 0 5 9 】

今、ステップ S 1 3 にて検出された第 1 校正用画像上の端点 P 1 a 及び P 2 a の座標値を夫々 (x_1, y_1) 及び (x_2, y_2) とし、ステップ S 1 6 にて検出された第 2 校正用画像上の端点 P 1 b 及び P 2 b の座標値を夫々 (x_3, y_3) 及び (x_4, y_4) とする (図 9 (a) 及び (b) 参照)。画像変換パラメータ算出部 1 4 は、 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、 (x_3, y_3) 及び (x_4, y_4) を、入力画像上の 4 つの特徴点の座標値として取り扱う。また、画像変換パラメータ算出部 1 4 が予め認識している既知情報に従いつつ、入力画像上の 4 つの特徴点に対応する変換画像上の 4 つの特徴点の座標値を定める。定められた 4 つの座標値を (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) 及び (X_4, Y_4) とする。

20

【 0 0 6 0 】

座標値 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) 及び (X_4, Y_4) を予め固定的に定めておくようにしてもよいが、それらを、座標値 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、 (x_3, y_3) 及び (x_4, y_4) に応じて設定するようにしてもよい。但し、最終的に図 1 2 に対応するような出力画像を得るべく、 $Y_1 = Y_2$ 且つ $Y_3 = Y_4$ 且つ $(X_2 - X_1) / 2 = (X_4 - X_3) / 2$ 、が成立するように、変換画像上における 4 つの特徴点の座標値は設定される。また更に、出力画像は鳥瞰図画像ではないため、 $X_1 - X_3 < 0$ 且つ $X_2 - X_4 > 0$ 、とされる。鳥瞰図画像とは、入力画像を車両上空から見たように座標変換して得られる画像であり、鳥瞰図画像は、入力画像を撮像面と平行でない路面に投影することにより得られる。

30

【 0 0 6 1 】

特徴点ごとに、 (x, y) 及び (X, Y) として座標値 (x_i, y_i) 及び (X_i, Y_i) を上記式 (1 a) 及び (1 b) に代入すれば、式 (1 a) 及び (1 b) における S_a 、 S_b 、 S_c 、 S_d 、 S_e 、 S_f 、 S_g 及び S_h の各値が求まり、一旦、それらの値が求まれば、入力画像上の任意の点を変換画像上の点に座標変換することが可能である (ここで、 i は 1 ~ 4 の各整数)。 S_a 、 S_b 、 S_c 、 S_d 、 S_e 、 S_f 、 S_g 及び S_h の各値が、算出されるべき画像変換パラメータに相当する。

【 0 0 6 2 】

図 1 1 に示す如く、変換画像の外形は通常矩形とならず、図 4 の表示装置 3 に表示されるべき出力画像は、変換画像から切り出した矩形領域内の画像とされる。尚、変換画像の外形が矩形となっている場合などにおいて、切り出し処理を介して出力画像を形成するのではなく、変換画像をそのまま出力画像として表示装置 3 に出力することも可能ではある。

40

【 0 0 6 3 】

変換画像から切り出される矩形領域の位置及びサイズは、変換画像上における 4 つの特徴点の位置から特定する。例えば、変換画像上における 4 つの特徴点の座標値に従って矩形領域の位置及びサイズが一意に定まるように、矩形領域の設定法を予め定めておく。この際、出力画像を左右に二分する、画像の垂直方向に伸びる画像中心線 (図 1 2 における線 2 5 1) の水平方向の座標値を、 $(X_2 - X_1) / 2 (= (X_4 - X_3) / 2)$ に合致させる。これにより、出力画像において、垂直方向の画像中心線と車両 1 0 0 の車体中心線と

50

が合致するようになる。出力画像における車体中心線とは、実空間で定義される車体中心線を出力画像の画像面に配置したときに出力画像上に現れる仮想線を意味する。尚、切り出される矩形領域のサイズが最大化されるように、変換画像の画像形状に応じて矩形領域の位置及びサイズを決定するようにしても良い。

【 0 0 6 4 】

図 1 3 は、図 4 の視界支援システムの全体の動作手順を表すフローチャートである。ステップ S 1 の校正処理では、図 5 のステップ S 1 0 ~ S 1 8 の各処理が実施され、画像変換パラメータが算出される。ステップ S 2 ~ S 4 は、視界支援システムの実稼動時の動作に対応し、ステップ S 1 の校正処理の後、ステップ S 2 ~ S 4 の各処理は繰り返し実行される。

10

【 0 0 6 5 】

即ち、ステップ S 1 の校正処理の後、ステップ S 2 において、画像変換部 1 2 が、レンズ歪み補正部 1 1 によるレンズ歪み補正を介した、現時点のカメラ 1 の撮影画像に基づく入力画像を読み込む。続くステップ S 3 において、画像変換部 1 2 は、読み込んだ入力画像をステップ S 1 にて算出された画像変換パラメータに基づいて画像変換し、切り出し処理を介して出力画像を生成する。出力画像を表す映像信号は表示装置 3 に送られ、ステップ S 4 において、表示装置 3 は出力画像を映像として表示する。ステップ S 4 の処理の後、ステップ S 2 に戻る。

【 0 0 6 6 】

尚、実際には例えば、ステップ S 1 の後、画像変換パラメータの算出結果及び変換画像からの出力画像の切り出し方に従って、入力画像の各画素の座標値と出力画像の各画素の座標値との対応関係を示すテーブルデータを作成し、これを図示されないメモリ上のルックアップテーブル (L U T) に格納しておく。そして、このテーブルデータを用いて、順次、入力画像を出力画像に変換するようにする。勿論、入力画像が与えられる度に上記式 (1 a) 及び (1 b) に従う演算を実行することによって、出力画像を得るようにしてもよい。

20

【 0 0 6 7 】

図 1 4 に、画像変換パラメータの導出後の入力画像、変換画像及び出力画像の例を示す。図 1 4 は、図 6 に示す状態から車両 1 0 0 を前進させた時の撮影を想定している。入力画像 2 7 0、変換画像 2 7 1 及び出力画像 2 7 2 において、斜線が付された領域が白線 L 1 及び L 2 が描画された領域である (図 6 には示されている縁石 1 6 3 等の図示を省略) 。

30

【 0 0 6 8 】

「カメラ方向ずれ」や「カメラ位置オフセット」に起因して、入力画像 2 7 0 では、垂直方向の画像中心線と車両 1 0 0 の車体中心線とがずれたり、傾いたりする。このため、車両 1 0 0 の中央が駐車区画の中央に合致するように車両 1 0 0 が駐車区画に正対しているのにも拘らず、入力画像 2 7 0 では 2 本の白線がずれたように現れるが、出力画像 2 7 2 では、これが補正されている。つまり、出力画像 2 7 2 では、垂直方向の画像中心線と車両 1 0 0 の車体中心線 (画像上の車体中心線) とが合致し、「カメラ方向ずれ」や「カメラ位置オフセット」の影響が排除されている。このため、車両進行方向に合致した違和感のない画像が表示され、運転者の視界が良好に支援される。

40

【 0 0 6 9 】

また、車両 1 0 0 に対するカメラ 1 の取り付け位置や取り付け角度は変更されることも多いが、そのような変更があった場合でも、図 5 の各処理を実行するだけで適切な画像変換パラメータを容易に取得し直すことができる。

【 0 0 7 0 】

また、入力画像を路面に投影した鳥瞰図画像を表示するシステムでは、車両遠方領域の表示が困難となるが、本実施例 (及び後述する他の各実施例) においては、このような投影を行うわけではないので、車両遠方領域の表示も可能となり車両遠方領域の視界も支援される。

50

【 0 0 7 1 】

以下に、第 1 実施例に係る上述の手法の変形手法を幾つか例示する。

【 0 0 7 2 】

上記式 (1 a) 及び (1 b) に基づく画像変換パラメータによる画像変換は非線形変換に相当するが、ホモグラフィ行列を用いた画像変換またはアフィン変換を行うようにしても良い。例として、ホモグラフィ行列を用いた画像変換を説明する。このホモグラフィ行列を H で表す。 H は、3 行 3 列の行列であり、その行列の各要素を $h_1 \sim h_9$ で表す。更に、 $h_9 = 1$ であるとする ($h_9 = 1$ 、となるように行列を正規化する)。そうすると、座標 (x, y) と座標 (X, Y) との関係は、下記式 (2) によって表され、また、下記式 (3 a) 及び (3 b) によって表すこともできる。

10

【 0 0 7 3 】

【 数 2 】

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{pmatrix} = H \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ h_4 & h_5 & h_6 \\ h_7 & h_8 & h_9 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots (2)$$

$$= \begin{pmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ h_4 & h_5 & h_6 \\ h_7 & h_8 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix}$$

20

【 数 3 】

$$X = \frac{h_1 x + h_2 y + h_3}{h_7 x + h_8 y + h_9} \quad \dots (3 a)$$

$$Y = \frac{h_4 x + h_5 y + h_6}{h_7 x + h_8 y + h_9} \quad \dots (3 b)$$

30

【 0 0 7 4 】

入力画像と変換画像との間で 4 つの特徴点の座標値対応関係が分かれば、 H は一意に定まる。4 点の座標値対応関係に基づきホモグラフィ行列 H (射影変換行列) を求める手法として、公知の手法を用いればよい。例えば、特開 2 0 0 4 - 3 4 2 0 6 7 号公報に記載の手法 (特に、段落 [0 0 5 9] ~ [0 0 6 9] に記載の手法を参照) を用いればよい。つまり、座標値 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、 (x_3, y_3) 及び (x_4, y_4) が、夫々、座標値 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) 及び (X_4, Y_4) に変換されるように、ホモグラフィ行列 H の要素 $h_1 \sim h_8$ を求める。実際には、この変換の誤差 (特開 2 0 0 4 - 3 4 2 0 6 7 号公報における評価関数) が最小化されるように要素 $h_1 \sim h_8$ を求める。

40

【 0 0 7 5 】

一旦、ホモグラフィ行列 H が求めれば、上記式 (3 a) 及び (3 b) に従って入力画像上の任意の点を変換画像上の点に変換することが可能である。このホモグラフィ行列 H を画像変換パラメータとして利用することにより、入力画像から変換画像 (及び出力画像) を生成することができる。

【 0 0 7 6 】

また、図 5 を参照して説明した上述の画像変換パラメータの算出法では、ステップ S 1 0 の後、車両 1 0 0 を前進させることを想定しているが、勿論、車両 1 0 0 を後退させるようにしても同様の処理が可能である。勿論、前進を後退に変更するに伴って、上述の処

50

理内容の一部が適切に変更される。

【 0 0 7 7 】

また、図 5 を参照して説明した上述の画像変換パラメータの算出法では、白線の端点 P 1 及び P 2 (図 6 参照) を特徴点として捉えるようにしているが、図 4 の画像処理装置 2 が画像上で検出可能な第 1 及び第 2 のマーカ (不図示) を利用し、各マーカを特徴点として取り扱って画像変換パラメータを導出するようにしてもよい。マーカを利用した方が、より安定して良好な画像変換パラメータを算出できる。エッジ抽出処理などを利用することにより、画像上のマーカを検出することができる。例えば、第 1 及び第 2 のマーカを夫々端点 P 1 及び P 2 と同じ位置に配置しておく (この場合、路面に白線が描かれている必要はない) 。その上で、図 5 を参照して説明した上述の手法と同様の処理を行えば、端点 P 1 及び P 2 を特徴点として利用する場合と同様の画像変換パラメータが得られる (端点 P 1 及び P 2 が第 1 及び第 2 のマーカに置き換わるだけである) 。

10

【 0 0 7 8 】

< < 第 2 実施例 > >

次に、本発明の第 2 実施例について説明する。図 1 5 は、第 2 実施例に係る視界支援システムの構成ブロック図である。図 1 5 の視界支援システムは、カメラ 1、画像処理装置 2 a、表示装置 3 及び操作部 4 を備え、画像処理装置 2 a は、符号 1 1 ~ 1 5 にて参照される各部位を備える。つまり、第 2 実施例に係る視界支援システムは、第 1 実施例に係るそれに対して画像変換検証部 1 5 を追加した構成を有し、画像変換検証部 1 5 が追加されている点を除いて両視界支援システムは同様である。従って、以下、画像変換検証部 1 5 の機能のみを説明する。第 1 実施例に記載した事項は、矛盾なき限り、第 2 実施例にも適用される。

20

【 0 0 7 9 】

図 1 6 は、第 2 実施例に係る、画像変換パラメータの導出手順を表すフローチャートである。図 1 6 の導出手順はステップ S 1 0 ~ S 2 3 の各処理から形成され、ステップ S 1 0 ~ S 1 8 の各処理は、図 5 のそれらと同様である。第 2 実施例では、ステップ S 1 8 の処理の後、ステップ S 1 9 に移行する。

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 9 では、検証用入力画像を設定する。具体的には、第 1 校正用画像又は第 2 校正用画像を検証用入力画像とする。ステップ S 1 8 の処理後における入力画像を検証用入力画像とすることも可能である。但し、この場合、そのステップ S 1 8 の処理後における入力画像の撮影時において、第 1 又は第 2 校正用画像の撮影時と同様、 X_c 軸と中心線 1 6 1 との距離と X_c 軸と中心線 1 6 2 との距離が一致し且つ中心線 1 6 1 及び 1 6 2 が X_c 軸と平行となっているものとする (図 6 参照) 。そして、検証用入力画像には、白線 L 1 及び L 2 が描画されているものとする。

30

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 9 に続くステップ S 2 0 において、画像変換検証部 1 5 (又は画像変換部 1 2) は、検証用入力画像をステップ S 1 8 で算出した画像変換パラメータに従って画像変換し変換画像を生成する。ここで生成された変換画像を、検証用変換画像と呼ぶ。

【 0 0 8 2 】

検証用変換画像が得られた後、ステップ S 2 1 に移行する。ステップ S 2 1 において、画像変換検証部 1 5 は、検証用変換画像内から白線 L 1 及び L 2 を検出する。例えば、検証用変換画像に対してエッジ抽出処理を行った後、そのエッジ抽出結果に対して更にハフ変換などを利用した直線抽出処理を実施し、得られた 2 つの直線を、検証用変換画像内における白線 L 1 及び L 2 とする。そして、画像変換検証部 1 5 は、その 2 つの直線 (即ち、白線 L 1 及び L 2) が検証用変換画像において左右対称となっているか否かを判別する。

40

【 0 0 8 3 】

図 1 7 を参照して、この判別手法を例示する。図 1 7 に、検証用変換画像 3 0 0 を示す。検証用変換画像 3 0 0 内において、符号 3 0 1 及び 3 0 2 が付された各直線が、検証用

50

変換画像 300 内から検出された白線 L1 及び L2 である。尚、図 17 では、便宜上、検証用変換画像 300 の外形を長方形とし、白線 L1 及び L2 の全体が検証用変換画像 300 内に描画されている場合を取り扱っている。

【0084】

画像変換検証部 15 は、検証用変換画像の垂直ラインに対する直線 301 及び 302 の傾きを検出する。直線 301 及び 302 の傾き角度を、夫々 θ_1 及び θ_2 で表す。直線 301 上の異なる 2 点の座標値から傾き角度 θ_1 を算出可能である（傾き角度 θ_2 についても同様）。検証用変換画像の垂直ラインから時計周り方向に見た直線 301 の傾き角度を θ_1 とし、検証用変換画像の垂直ラインから反時計周り方向に見た直線 302 の傾き角度を θ_2 とする。従って、 $0^\circ < \theta_1 < 90^\circ$ 且つ $0^\circ < \theta_2 < 90^\circ$ である。

10

【0085】

そして、画像変換検証部 15 は、 θ_1 と θ_2 を対比し、 θ_1 と θ_2 の差が所定の基準角度未満である場合に、検証用変換画像内における白線 L1 及び L2（即ち、直線 301 及び 302）が左右対称であると判断し、故にステップ S18 にて算出された画像変換パラメータが正常であると判断する（ステップ S22）。この場合、図 16 における画像変換パラメータの算出は正常に終了し、以後、図 13 のステップ S2 ~ S4 の各処理が実施される。

【0086】

一方、 θ_1 と θ_2 の差が上記基準角度以上である場合、検証用変換画像内における白線 L1 及び L2（即ち、直線 301 及び 302）が左右対称でないと判断し、故にステップ S18 にて算出された画像変換パラメータが異常であると判断する（ステップ S23）。この場合、例えば、算出された画像変換パラメータが不適切であることに対応する報知を表示装置 3 などを用いてユーザに報知する。

20

【0087】

画像変換検証部 15 を設けることにより、算出した画像変換パラメータが適切であるかを判断でき、その結果をユーザに知らしめることができる。算出した画像変換パラメータが不適切であることを知ったユーザは、適切な画像変換パラメータを得るべく、再度、校正処理を実行するといった対応が可能である。

【0088】

<< 第 3 実施例 >>

30

次に、本発明の第 3 実施例について説明する。図 18 は、第 3 実施例に係る視界支援システムの構成ブロック図である。図 18 の視界支援システムは、カメラ 1、画像処理装置 2b、表示装置 3 及び操作部 4 を備え、画像処理装置 2b は、符号 11、12、14、15、21 及び 22 にて参照される各部位を備える。

【0089】

レンズ歪み補正部 11、画像変換部 12、画像変換パラメータ算出部 14 及び画像変換検証部 15 の各機能は、第 1 又は第 2 実施例で述べたものと同様である。

【0090】

図 19 を参照して、本実施例に係る画像変換パラメータの導出手順を説明する。図 19 は、この導出手順を表すフローチャートである。まず、ステップ S30 において、車両 100 周辺の校正環境が以下のように整備される。図 20 は、整備されるべき校正環境を表す、上方から見た車両 100 周辺の平面図である。但し、以下の構成環境は理想的なものであり、実際には誤差が含まれることになる。

40

【0091】

ステップ S30 において整備されるべき校正環境は、第 1 実施例のステップ S10 におけるそれと類似している。ステップ S30 では、ステップ S10 において整備されるべき校正環境を基準として車両 100 を前進させ、カメラ 1 の視野内に白線 L1 及び L2 の夫々の両端点が含まれるようにする。それ以外は、ステップ S10 と同様である。従って、 X_C 軸と中心線 161 との距離と X_C 軸と中心線 162 との距離は一致し且つ中心線 161 及び 162 は X_C 軸と平行となる。

50

【 0 0 9 2 】

ステップ S 3 0 にて校正環境が整備されると、車両 1 0 0 から遠い側の白線 L 1 及び L 2 の各端点は P 1 及び P 2 となり、車両 1 0 0 に近い側の白線 L 1 及び L 2 の各端点は P 3 及び P 4 となる。また、ステップ S 3 0 以降の画像変換パラメータの算出過程において、車両 1 0 0 は静止しているものとする。

【 0 0 9 3 】

ステップ S 3 0 において上述の如く校正環境が整備された後、ユーザは、画像変換パラメータの導出を指示するための所定の指示操作を操作部 4 に対して施す。この指示操作が操作部 4 に対して施されると、操作部 4 から或いは操作部 4 に接続された制御部（不図示）から所定の指令信号が画像処理装置 2 b に送られる。

10

【 0 0 9 4 】

ステップ S 3 1 では、この指令信号が画像処理装置 2 b に入力されたか否かが判断される。この指令信号が画像処理装置 2 b に入力されていない場合はステップ S 3 1 の処理が繰り返し実行され、この指令信号が画像処理装置 2 b に入力された場合はステップ S 3 2 に移行する。

【 0 0 9 5 】

ステップ S 3 2 では、調整用画像生成部 2 1 が、レンズ歪み補正部 1 1 によるレンズ歪み補正を介した、現時点のカメラ 1 の撮影画像に基づく入力画像を読み込む。ここで読み込んだ入力画像を校正用画像と呼ぶ。そして、ステップ S 3 3 において、調整用画像生成部 2 1 は、この校正用画像に 2 本のガイドラインを重畳した画像を生成する。この画像を、調整用画像と呼ぶ。更に、調整用画像を表す映像信号を表示装置 3 に出力する。これにより、調整用画像が表示装置 3 の表示画面上に表示される。その後、ステップ S 3 4 に移行し、ガイドライン調整処理が行われる。

20

【 0 0 9 6 】

図 2 1 (a) 及び (b) に、表示される調整用画像の例を示す。図 2 1 (a) における符号 4 0 0 はガイドライン調整前の調整用画像を表し、図 2 1 (b) における符号 4 0 1 はガイドライン調整後の調整用画像を表す。図 2 1 (a) 及び (b) において、符号 4 1 1 及び 4 1 2 が付された斜線領域は調整用画像上の白線 L 1 及び L 2 の描画領域である。調整用画像上において、白線 L 1 及び L 2 の全体が描画されている。調整用画像上に描画された符号 4 2 1 及び 4 2 2 が付された各線分は、調整用画像上のガイドラインである。ユーザが、操作部 4 に対して所定操作を施すことによりガイドライン調整信号が調整用画像生成部 2 1 に伝達される。調整用画像生成部 2 1 は、そのガイドライン調整信号に従って、ガイドライン 4 2 1 の端点 4 3 1 及び 4 3 3 とガイドライン 4 2 2 の端点 4 3 2 及び 4 3 4 の表示位置を個別に変更する。

30

【 0 0 9 7 】

上記所定操作に応じたガイドラインの端点の表示位置の変更が、ステップ S 3 4 にて実行されるガイドライン調整処理である。ガイドライン調整処理は画像処理装置 2 b に調整終了信号が伝達されるまで実施される（ステップ S 3 5）。ユーザは、図 2 1 (b) に示す如く、表示画面上においてガイドライン 4 2 1 の端点 4 3 1 及び 4 3 3 の表示位置が白線 4 1 1 の両端点（即ち、表示画面上における白線 L 1 の端点 P 1 及び P 3）の表示位置と一致するように且つガイドライン 4 2 2 の端点 4 3 2 及び 4 3 4 の表示位置が白線 4 1 2 の両端点（即ち、表示画面上における白線 L 2 の端点 P 2 及び P 4）の表示位置と一致するように、操作部 4 を操作する。この操作が完了すると、ユーザは操作部 4 に対して所定の調整終了操作を施し、これによって調整終了信号が画像処理装置 2 b に伝達されて、ステップ S 3 6 に移行する。

40

【 0 0 9 8 】

ステップ S 3 6 において、特徴点検出部 2 2 は、画像処理装置 2 b に調整終了信号を伝達された時点における端点 4 3 1 ~ 4 3 4 の表示位置から、その時点における端点 4 3 1 ~ 4 3 4 の、校正用画像上の座標値を特定する。この 4 つの端点 4 3 1 ~ 4 3 4 が校正用画像上の特徴点であり、ステップ S 3 6 にて特定された、端点 4 3 1 及び 4 3 2 の座標値

50

を夫々 (x_3, y_3) 及び (x_4, y_4) とし、端点433及び434の座標値を夫々 (x_1, y_1) 及び (x_2, y_2) とする。これらの座標値は、特徴点の座標値として画像変換パラメータ算出部14に送られ、ステップS37に移行する。

【0099】

ステップS37では、画像変換パラメータ算出部14が、校正用画像上の4つの特徴点の座標値 (x_1, y_1) 、 (x_2, y_2) 、 (x_3, y_3) 及び (x_4, y_4) と、既知情報に基づく座標値 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) 及び (X_4, Y_4) と、に基づいて画像変換パラメータを算出する。この算出法及び座標値 (X_1, Y_1) 、 (X_2, Y_2) 、 (X_3, Y_3) 及び (X_4, Y_4) の定め方は、第1実施例で説明したそれらと同じである(図12等参照)。入力画像を画像変換パラメータに従って画像変換することにより変換画像が得られ、この変換画像から矩形領域を切り出すことによって出力画像が生成されるが、矩形領域の切り出し方も第1実施例と同様とされる。これにより、第1実施例と同様、出力画像において、垂直方向の画像中心線と車両100の車体中心線(図12における線251)とが合致することになる。尚、第1実施例でも述べたが、変換画像をそのまま出力画像として表示装置3に出力することも可能ではある。

【0100】

ステップS37の後、ステップS19に移行する。ステップS19～S23の各処理は、第2実施例におけるそれらと同じである。本実施例において、ステップS19にて設定される検出用入力画像は上記の校正用画像となる。また、ステップS37の処理後における入力画像を検証用入力画像とすることも可能である。但し、検証用入力画像は、ステップS30にて整備されるべき校正環境の条件を満たした上で撮影されるものとする。

【0101】

ステップS19に続くステップS20において、画像変換検証部15(又は画像変換部12)は、検証用入力画像をステップS37で算出した画像変換パラメータに従って画像変換し検証用変換画像を生成する。画像変換検証部15は、検証用変換画像内から白線L1及びL2を検出し、白線L1及びL2が検証用変換画像において左右対称となっているか否かを判別する(ステップS21)。そして、白線L1及びL2の対称性に基づきステップS37にて算出された画像変換パラメータの正常又は異常を判別する。その判別結果は、表示装置3などを用いてユーザに報知される。

【0102】

図18の視界支援システムの全体の動作手順は、第1実施例において図13を参照して説明したそれと同様である。但し、本実施例では、図13のステップS1の校正処理が、図19のステップS30～S37及びS19～S23の各処理にて形成される。

【0103】

本実施例のように視界支援システムを構成しても、校正処理後の出力画像において、垂直方向の画像中心線と車両100の車体中心線(画像上の車体中心線)とが合致するようになり、「カメラ方向ずれ」や「カメラ位置オフセット」の影響が排除される。その他の点においても、第1及び第2実施例と同様の効果が得られる。

【0104】

以下に、第3実施例に係る上述の手法の変形手法を幾つか例示する。

【0105】

図20等を参照して説明した上述の画像変換パラメータの算出法では、白線の端点P1～P4を特徴点として捉えるようにしているが、図18の画像処理装置2bが画像上で検出可能な第1～第4のマーカ(不図示)を利用し、各マーカを特徴点として取り扱って画像変換パラメータを導出するようにしてもよい。例えば、第1～第4のマーカを夫々端点P1～P4と同じ位置に配置しておく(この場合、路面に白線が描かれている必要はない)。その上で、図19を参照して説明した上述の手法と同様の処理を行えば、端点P1～P4を特徴点として利用する場合と同様の画像変換パラメータが得られる(端点P1～P4が第1～第4のマーカに置き換わるだけである)。

【0106】

10

20

30

40

50

また、図 18 の特徴点検出部 22 に白線検出機能を持たせるようにしてもよい。この場合、調整用画像生成部 21 を省略可能であり、調整用画像生成部 21 を利用した図 19 の処理の一部も省略可能である。つまり、この場合、特徴点検出部 22 に、校正用画像内に存在する白線 L1 及び L2 を検出させ、更に、校正用画像上における白線 L1 及び L2 の夫々の両端点の座標値（合計 4 つの座標値）を検出させる。そして、検出した各座標値を、特徴点の座標値として画像変換パラメータ算出部 14 に送れば、ガイドライン調整処理を必要とすることなく、上述のガイドラインを利用する場合と同様の画像変換パラメータが得ることができる。但し、ガイドラインを利用した方が画像変換パラメータの算出精度が安定する。

【0107】

10

勿論、ガイドラインを利用しない手法は、上述の第 1 ～ 第 4 のマーカを利用して画像変換パラメータを導出する場合にも適用できる。この場合、特徴点検出部 22 に、エッジ抽出処理などを用いて校正用画像内に存在する第 1 ～ 第 4 のマーカを検出させ、更に、校正用画像上における各マーカの座標値（合計 4 つの座標値）を検出させる。そして、検出した各座標値を、特徴点の座標値として画像変換パラメータ算出部 14 に送れば、上述のガイドラインを利用する場合と同様の画像変換パラメータを得ることができる。尚、周知の如く、特徴点の個数は 4 以上であればよい。即ち、4 以上の任意の個数の特徴点の座標値に基づいて上述のガイドラインを利用する場合と同様の画像変換パラメータを得ることができる。

【0108】

20

また、図 18 の画像変換検証部 15 を省略し、図 19 の校正処理からステップ S19 ～ S23 の各処理を省略することも可能である。

【0109】

<<変形等>>

或る実施例に説明した事項は、矛盾なき限り、他の実施例にも適用することができる。この適用の際、適宜、符号の相違（符号 2 と 2a と 2b の相違など）はないものとして解釈される。上述の実施形態の変形例または注釈事項として、以下に、注釈 1 ～ 注釈 4 を記す。各注釈に記載した内容は、矛盾なき限り、任意に組み合わせることが可能である。

【0110】

[注釈 1]

30

典型的な例として、路面上に白色にて形成された車線（即ち、白線）を利用して画像変換パラメータを導出する手法を上述したが、車線は必ずしも白線に分類されるものである必要はない。即ち、白線の代わりに、白色以外で形成された車線を利用して画像変換パラメータを導出するようにしてもよい。

【0111】

[注釈 2]

第 3 実施例において、表示画面上の白線の端点の表示位置を指定するための調整用指標としてガイドラインを用いる例を示したが、何らかのユーザ指令によって、表示画面上の白線の端点の表示位置を指定できる限り、任意の形態の調整用指標を用いることができる。

40

【0112】

[注釈 3]

図 4、図 15 又は図 18 の画像処理装置 2、2a 又は 2b の機能は、ハードウェア、ソフトウェア、またはハードウェアとソフトウェアの組み合わせによって実現可能である。画像処理装置 2、2a 又は 2b にて実現される機能の全部または一部を、プログラムとして記述し、該プログラムをコンピュータ上で実行することによって、その機能の全部または一部を実現するようにしてもよい。

【0113】

[注釈 4]

例えば、以下のように考えることができる。上述の各実施例において、運転支援システ

50

ムは、カメラ 1 と画像処理装置 (2、2 a 又は 2 b) を含み、更に表示装置 3 及び / 又は操作部 4 を含みうる。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 1 4 】

【図 1】本発明の実施形態に係る視界支援システムが適用された車両を上方から見た平面図 (a) と車両を側方から見た平面図 (b) である。

【図 2】本発明の実施形態に係る視界支援システムの概略ブロック図である。

【図 3】車両に対するカメラの取り付け状態例を示す図である。

【図 4】本発明の第 1 実施例に係る視界支援システムの構成ブロック図である。

【図 5】本発明の第 1 実施例に係る、画像変換パラメータの導出手順を表すフローチャートである。 10

【図 6】本発明の第 1 実施例に係り、整備されるべき校正環境を表す、上方から見た車両周辺の平面図である。

【図 7】白線の端点の解釈手法に関する変形例を説明するための図である。

【図 8】図 4 の端点検出部にて定義される、入力画像内の領域分割状態を示す図である。

【図 9】本発明の第 1 実施例に係り、画像変換パラメータの導出の際に用いられる第 1 及び第 2 校正用画像を表す図である。

【図 10】図 9 の第 1 及び第 2 校正用画像上における各端点を、1 つの画像面に配置した仮想入力画像 (a) と、それに対応する仮想出力画像 (b) を表す図である。 20

【図 11】入力画像と変形画像と出力画像の対応関係を示す図である。

【図 12】画像変換パラメータの導出の際に想定される、仮想的な出力画像を示す図である。

【図 13】図 4 の視界支援システムの全体の動作手順を表すフローチャートである。

【図 14】図 4 の視界支援システムにおける、入力画像、変換画像及び出力画像の例を示す図である。

【図 15】本発明の第 2 実施例に係る視界支援システムの構成ブロック図である。

【図 16】本発明の第 2 実施例に係る、画像変換パラメータの導出手順を表すフローチャートである。

【図 17】本発明の第 2 実施例に係る検証用変換画像を示す図である。

【図 18】本発明の第 3 実施例に係る視界支援システムの構成ブロック図である。 30

【図 19】本発明の第 3 実施例に係る、画像変換パラメータの導出手順を表すフローチャートである。

【図 20】本発明の第 3 実施例に係り、整備されるべき校正環境を表す、上方から見た車両周辺の平面図である。

【図 21】本発明の第 3 実施例に係り、表示装置に表示される調整用画像を示す図である。

【符号の説明】

【 0 1 1 5 】

1 カメラ

2、2 a、2 b 画像処理装置 40

3 表示装置

4 操作部

1 1 レンズ歪み補正部

1 2 画像変換部

1 3 端点検出部

1 4 画像変換パラメータ算出部

1 5 画像変換検証部

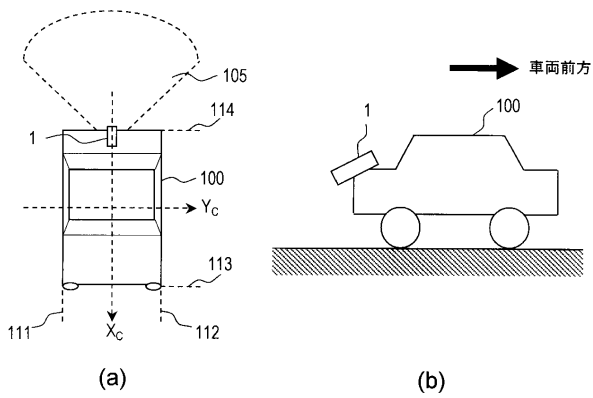
2 1 調整用画像生成部

2 2 特徴点検出部

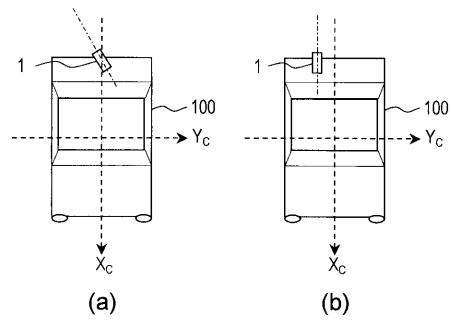
L 1、L 2 白線 50

P 1 ~ P 4 端点
1 0 0 車両

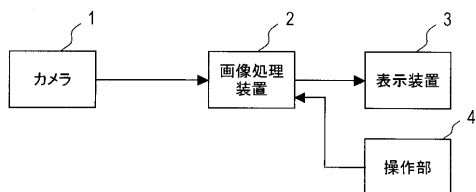
【図 1】



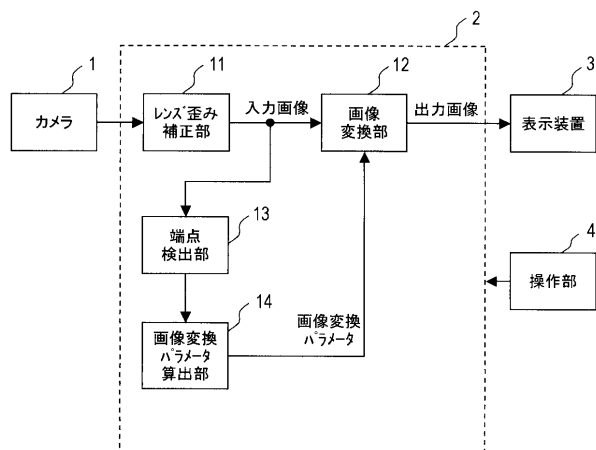
【図 3】



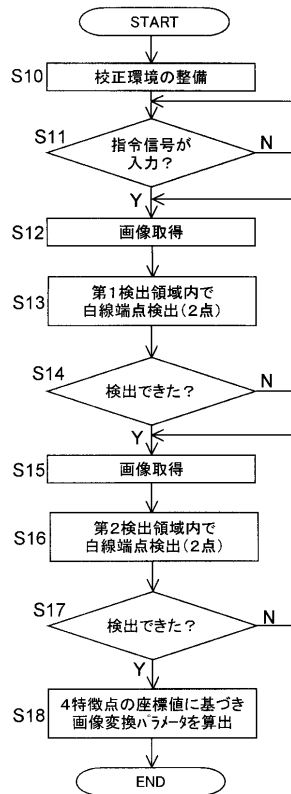
【図 2】



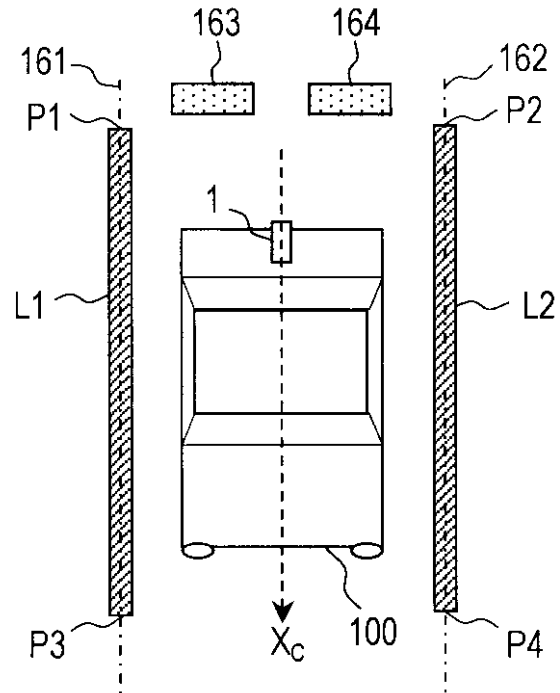
【図 4】



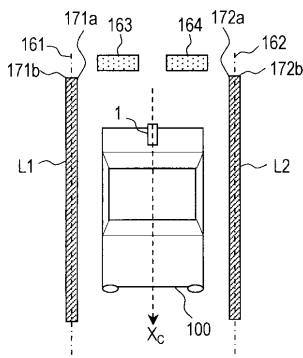
【図 5】



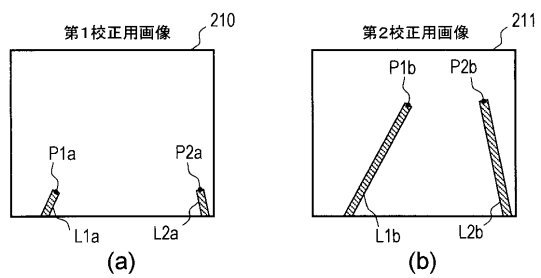
【図 6】



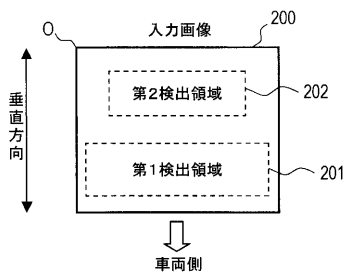
【図 7】



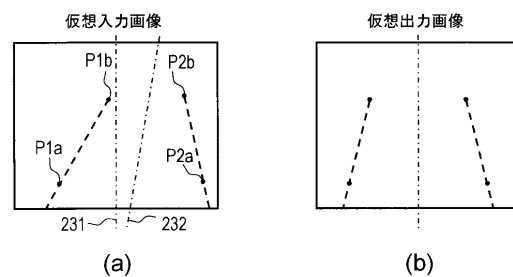
【図 9】



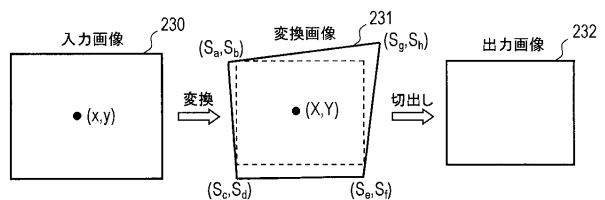
【図 8】



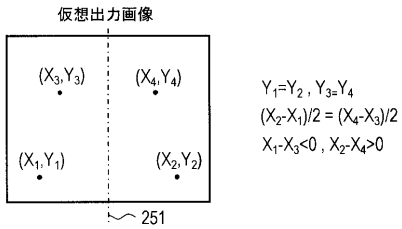
【図 10】



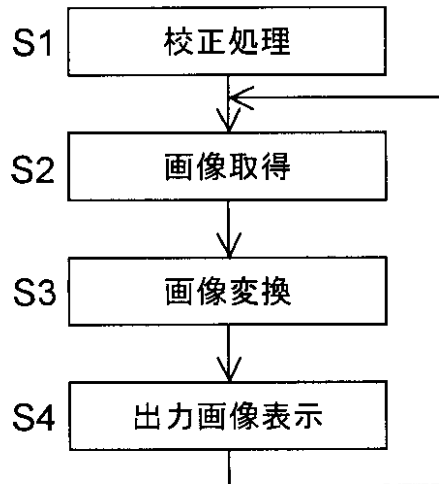
【図 11】



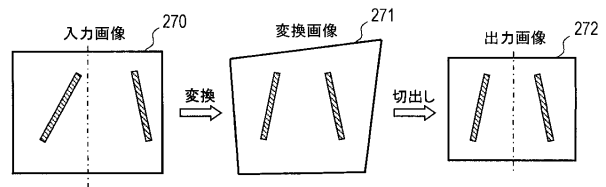
【図 1 2】



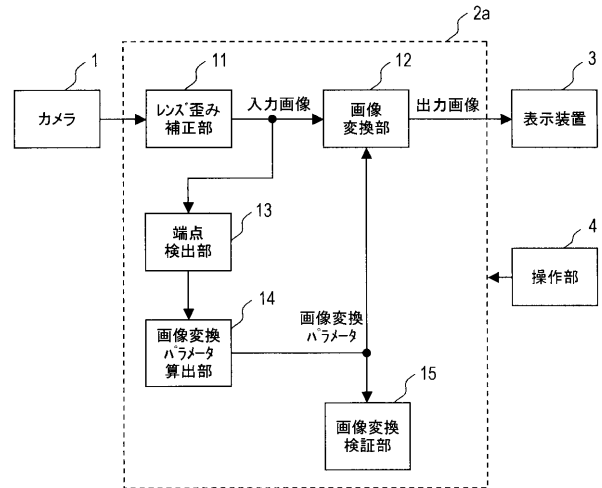
【図 1 3】



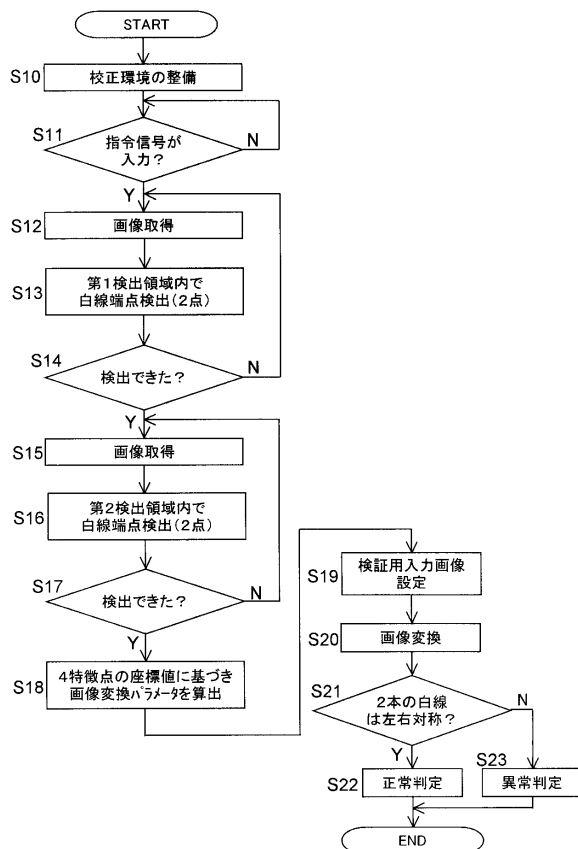
【図 1 4】



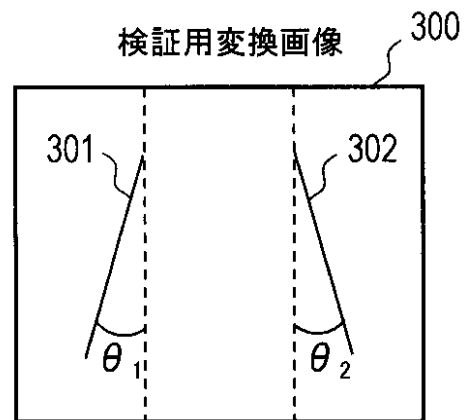
【図 1 5】



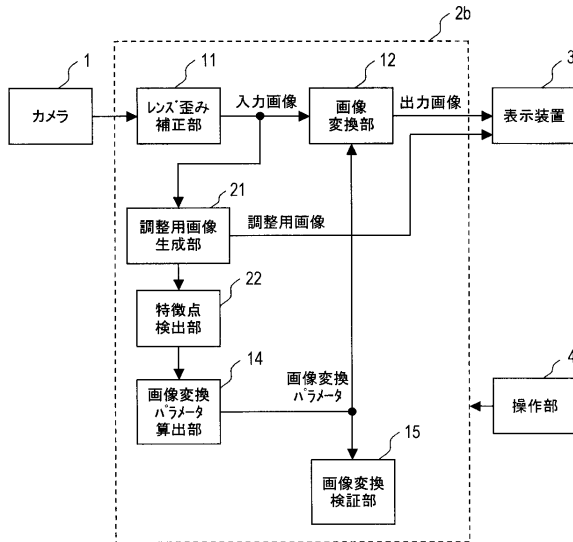
【図 1 6】



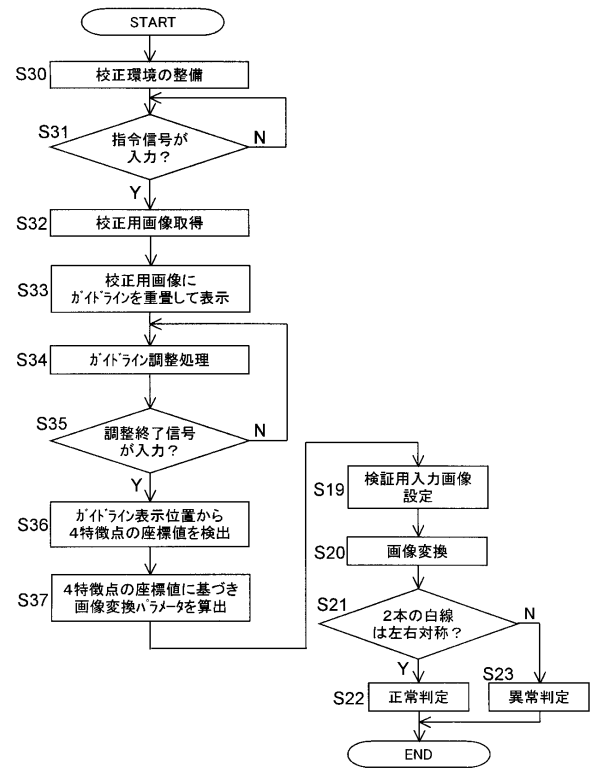
【図 1 7】



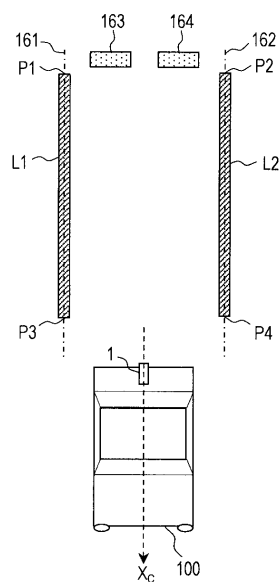
【図18】



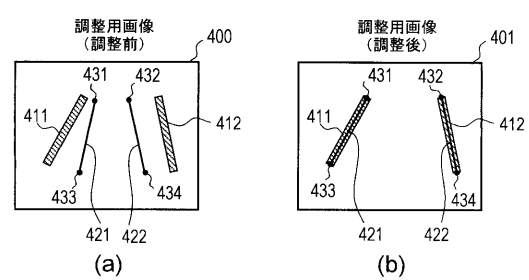
【図19】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 1 3 5 7 6 5 (J P , A)
特開平 1 0 - 0 4 0 4 9 9 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 2 5 9 3 5 7 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 7 4 3 6 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 T	1 / 0 0	-	3 / 4 0
H 0 4 N	7 / 1 8		
B 6 0 R	1 / 0 0		
G 0 8 G	1 / 1 6		