

(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2012-19552
(P2012-19552A)

(43) 公開日 平成24年1月26日(2012.1.26)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード(参考)	
HO4N	7/18	(2006.01)	HO4N	7/18	J	5B057
B6OR	1/00	(2006.01)	B6OR	1/00	A	5C054
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	330B	

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2011-215994 (P2011-215994)	(71) 出願人	00005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成23年9月30日(2011.9.30)	(74) 代理人	100099254 弁理士 役 昌明
(62) 分割の表示	特願2001-244275 (P2001-244275) の分割	(74) 代理人	100108729 弁理士 林 絃樹
原出願日	平成13年8月10日(2001.8.10)	(72) 発明者	石井 浩史 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2001-93721 (P2001-93721)	(72) 発明者	水澤 和史 神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内
(32) 優先日	平成13年3月28日(2001.3.28)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

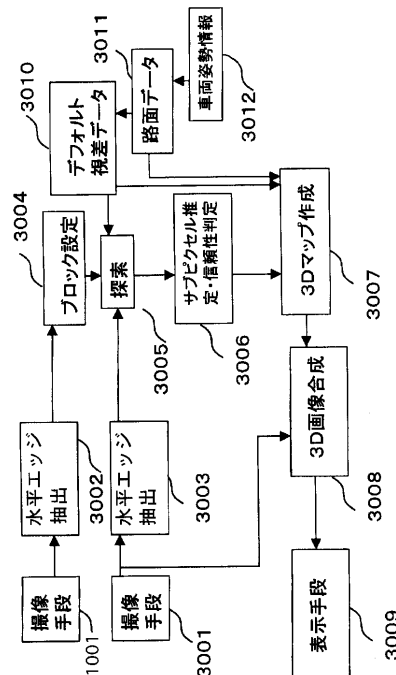
(54) 【発明の名称】 運転支援装置

(57) 【要約】

【課題】 運転者が障害物の周囲状況を直感的にかつより正確に確認でき、運転者の負担を軽減することができる運転支援装置を提供する。

【解決手段】 移動体に設置された複数の撮像手段1001、3001と、撮像手段3001で撮像された画像を、路面モデルを基に撮像手段1001、3001の位置より上方の仮想視点または上方から直交投影の画像に変換する変換手段3008と、複数の撮像手段1001、3001の撮像画像間の視差を基に路面以外の3次元情報を検出する3Dマップ作成手段3007と、前記検出された3次元情報を基に前記視点変換された画像中の像の歪みを補正する3D画像合成手段3008と、前記歪み補正された画像を表示する表示手段3009とを具備する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像手段により撮像された路面を含む複数の画像から視差データを算出する算出手段と、前記撮像手段の入力画像から検出した視差と前記視差データとに基づいて、前記路面を含む画像における所定の位置が路面に存在するか路面より上に存在するか判定し、前記路面より上に存在する位置について前記撮像手段からの距離値を求め、前記路面より上に存在する位置に挟まれた領域を抽出する抽出手段と、前記領域を挟む前記路面より上に存在する位置の距離値を線形補間した値を、前記撮像手段から前記領域までの領域距離値とする設定手段と、を備える運転支援装置。

【請求項 2】

前記抽出手段は、前記路面を含む画像における前記所定の位置のエッジが、前記視差データに一致する場合は前記所定の位置が路面に存在すると判定し、前記視差データに一致しない場合は前記所定の位置が路面より上に存在すると判定する、請求項 1 に記載の運転支援装置。

【請求項 3】

前記抽出手段は、前記路面に存在する位置について、前記視差データに基づいて、前記撮像手段から前記路面に存在する位置までの 3 D 距離値を設定する、請求項 1 に記載の運転支援装置。

【請求項 4】

前記領域距離値と前記 3 D 距離値とに基づいて、上方の仮想視点からの画像を合成する合成手段を、さらに、備える、請求項 3 に記載の運転支援装置。

【請求項 5】

前記合成手段において合成された画像を表示する表示手段を、さらに、備える、請求項 4 に記載の運転支援装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の運転に関して、車両周辺の状況を車両に取り付けられた撮像手段で撮像し、車両内に表示することによって、運転を支援する運転支援装置に係わり、撮像手段で撮像した画像から、車両の周囲の傷害物との距離を、画面上で把握しやすく画像を合成し、運転者に表示することによって、運転を支援する運転支援装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来車両に取り付けられた撮像手段を用いた運転支援装置において、車両と周囲との距離を画面上で把握しやすくするための方法として、合成画像の視点位置を変更する技術がある。これは例えば特開昭58-110334号公報に開示されている。この従来装置の場合、車両の周囲の撮像画像が 3 次元的に地面を写していると仮定して、例えば上空から見下ろしたような新しい視点からの合成画像を作成している。その場合、車両と他の物体との距離は画面上の距離に比例することになるので、直感的に距離が把握しやすくなる。なお、このような運転支援装置は、移動体画像表示システムと呼ばれることもあるが、本明細書では運転支援装置ということにする。

【0003】

まず、図 3 1 を用いて、前記従来例の動作を説明する。図 3 1 (a) は実際の撮像手段と仮想視点と路面の位置関係を説明するための概略図である。この図において、車両に取り付けられた撮像手段 1001 は、車両後方の主に路面を下向きの角度で撮像している。ここで撮像手段 1001 の画像のある画素の方向 1002 が 3 次元的路面の点 1003 を写していると仮定すると、上空の仮想の視点（仮想カメラ）1004 で見た場合の位置は、仮想カメラ 1004 の画像の画面中の 1005 の方向の画素に対応することが判る。図 3 1 (b) は、実際の駐車場で車両と後方カメラと駐車場の周囲の状況を示したものである。撮像手段 1001 は、駐車場の視野範囲 1006 の画像を撮像する。ここでは特に前記ある画素の方向 1002 は、路面上の白線

10

20

30

40

50

のコーナーの点1003を写している。図3 1(c)は、実際に撮像手段1001から得られる画像である。路面上の白線のコーナーの点1003は、上空の仮想の視点1004で見た方向1005の画素に対応するように位置を変換され合成される。図3 1(d)は合成された画像である。この図において、点1003は路面上に位置するので、車両からの相対位置関係が正確に再現される。また他の駐車区画の白線もすべて路面上に位置するので、合成画像上で車両からの相対位置関係が正確に再現される。

【0004】

運転者はこの合成画像を見ることによって、車両と周囲の関係を正確に把握することができる。

【0005】

しかしながら、この従来技術は次のような課題を有している。図3 2を用いて、その従来例の課題を説明する。

【0006】

図3 2(a)は、前述の図3 1(a)の場合において、路面以外に位置する物体、例えば車のバンパーなどが映る場合について説明するものである。この場合撮像手段1001から方向1002に撮像される点は、3次元的に路面より上に位置する点(車のバンパー)2001となっている。しかしながら、仮想の視点1004から合成する場合は路面を仮定しているので、方向1002を延長して路面に接する点2002上に存在するものとして画像合成が行われる。

【0007】

図3 2(b)は、実際の車両と後方カメラと、後方の車両のバンパーの位置の点2001を示したものである。図3 2(c)は、撮像手段1001の撮像画像である。撮像画像上では、バンパーの位置の点2001と、その方向1002を延長して路面に接する点2002は、当然同一点上に重なって見える。しかしながら、図3 2(d)に示されている合成画像では、点2002は点2001より遠方に合成される。さらに後方の車両の他の部分も2003に示されているように路面に接触しているタイヤの部分以外は、実際よりも遠方に存在するように合成され、大きく歪んだものとなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

特開昭58-110334号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

このように、従来技術では、視点変換に地面しか仮定していないため、実際に3次元的に地面に位置しないもの、例えば他の車両や障害物が、合成画像上で歪んでしまう。

【0010】

さらに、運転支援装置としてこれを利用するとき、他の車のバンパーなどが実際よりも遠くに位置するように表示されてしまうために、この画像を見て十分な距離があると認識して運転すると、実際の障害物には距離が十分ではなく、その結果接触しやすくなる。このため、上述の位置ずれおよび画像の歪みを除去することが実用上の大きな課題である。

【0011】

このような上方からの視点変換画像の歪みの対策としては、特開平7-186833号公報に開示されている例がある。この例では、画面全体で同一色の抽出を行い、その領域の膨張と収縮により道路面と非道路面領域とを分離し、道路面については上方からの変換画像を合成し、非道路面については、その領域の入力画像を視点変換は行わずに拡大縮小のみを行い、前記変換画像上に貼り付けるという作業を行う。このため、道路より上に位置する障害物も歪むことなく画像の合成ができる。

【0012】

しかしながら、この例では、以下の(1)~(3)に記載したような課題が残る。

【0013】

10

20

30

40

50

(1) 色情報により道路、非道路領域の分離を行うため、道路面でテクスチャの大きく変わる部分や、ビルなど道路とよく似た色をした部分などでは、分離が不正確になってしまう。

【0014】

(2) バンパーなど地面から離れた障害物は、やはり実際よりも遠方まで道路であるように合成される。

【0015】

(3) 道路面は上方の視点からの画像に変換され、障害物は入力画像のままなので、合成画像が不自然であり、運転者が周囲情報を直感的に把握し易いとは限らない。

【0016】

また、この例の(1)の課題について、ステレオ画像を用いて道路面と非道路面を分離する技術が特開平7-334679号公報に開示されている。この例では、左右のカメラからの画像を道路面上に投影した位置で一致するように関連づけ、この2つの画像信号が閾値内で類似する部分を道路領域とし、それ以外を非道路領域として分離するというものである。

【0017】

ただしこの例によっても、以下の(1)~(3)に記載した課題が残る。

(1) バンパーなど地面から離れた障害物は、やはり実際よりも遠方まで道路であるように認識される。

【0018】

(2) 左右配置のステレオカメラのため垂直エッジの部分は認識しやすいが、エッジの無い部分や、水平エッジの部分は認識ができない。特にバンパーなど地面から離れた障害物の道路との境界は、画面上水平エッジとなりやすい。

【0019】

(3) この例の中では上方からの視点変換については述べられていないが、障害物の変換画像上での歪み補正については効果がない。

【0020】

本発明は、このような従来の運転支援装置が有する課題を解決するためになされたもので、その目的は、運転者が障害物の周囲状況を直感的に、かつ、より正確に確認でき、運転者の負担を軽減することができる運転支援装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0021】

本発明の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段と、前記撮像手段で撮像された1つ以上の画像を、路面モデルを基に前記撮像手段より上方の仮想視点で見た画像または上方から直交投影した画像に変換する変換手段と、前記撮像手段の撮像画像間の視差を基に路面以外の3次元情報を検出する検出手段と、前記検出された3次元情報を基に前記視点変換された画像中の像の歪みを補正する歪み補正手段と、前記歪み補正された画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする。この構成により、撮像手段の撮像画像間の視差を基に路面以外の3次元情報を検出し、その3次元情報を基に、前記変換された画像の歪みを補正し、その補正された画像を表示することとなる。

【0022】

また、本発明の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段と、前記撮像手段で撮像された1つ以上の画像を、路面モデルを基に前記撮像手段の位置より上方の仮想視点で見た画像または上方から直交投影した画像に変換する変換手段と、前記撮像手段の撮像画像間の視差が路面モデル上の視差と一致しない領域を障害物領域として検出する障害物領域検出手段とを備えたことを特徴とする。この構成により、撮像手段の撮像画像間の視差と路面モデルの視差とを用いて路面以外の領域を障害物領域として検出することとなる。

【0023】

さらに、本発明の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段と、前記撮像手段で撮像された1つ以上の画像を、路面モデルを基に前記撮像手段の位置より上方の仮想視点で見た画像または上方から直交投影した画像に変換する変換手段と、前記変換された画像間

10

20

30

40

50

で一致しない領域を障害物領域として検出する障害物領域検出手段と、前記変換された画像中に前記障害物領域をオーバーレイ合成するオーバーレイ手段と、前記合成された画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする。この構成により、変換された画像の間で一致しない領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を前記変換された画像中にオーバーレイ合成し、表示することとなる。

【0024】

そして、本発明の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段と、前記撮像手段で撮像された1つ以上の画像を、路面モデルを基に前記撮像手段からの距離と角度とを座標とした中間画像に変換する中間画像変換手段と、前記変換された画像間で一致しない領域を検出し、さらに前記領域内の2つの画像を比較して、実際の距離を推定し、この推定された距離を用いて前記変換された画像中の前記領域の距離位置を修正し、この修正された領域を障害物領域として出力する障害物領域検出手段と、前記変換された画像に前記障害物領域をオーバーレイ合成するオーバーレイ手段と、前記合成された画像を路面の通常座標画像に変換する変換手段と、前記変換された画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする。この構成により、撮像手段からの距離と角度とを座標とした中間画像間における一致しない領域の実際の距離を推定して位置を修正し、その修正された領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を中間画像中に合成し、この合成画像を通常座標画像に変換し、表示することとなる。

10

【0025】

また、本発明の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像を、路面モデルを基に前記撮像手段の位置より上方の仮想視点で見た画像または上方から直交投影した画像に変換する変換手段と、前記変換された画像を表示する表示手段とを備えた運転支援装置であって、前記変換手段において、前記撮像手段の画面の各画素の路面モデル上の面積および路面への角度を基に強度を求め、この強度を基に画素の明るさおよび色づけに変化を持たせることを特徴とする。この構成により、撮像手段の画面の各画素の路面モデル上の面積および路面への角度を基に画素の明るさおよび色づけを変化させることとなる。

20

【0026】

さらに、本発明の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段と、前記撮像手段で撮像された1つ以上の画像を、路面モデルおよび円筒モデルを基に前記撮像手段からの距離または高さおよび角度を座標とした中間画像に変換する中間画像変換手段と、前記変換された画像間で一致しない領域を検出し、さらに前記領域内の2つの画像を比較して、実際の距離を推定し、この推定された距離を用いて前記変換された画像中の前記領域の距離位置を修正し、この修正された領域を障害物領域として出力する障害物領域検出手段と、前記変換された画像に前記障害物領域をオーバーレイ合成するオーバーレイ手段と、前記合成された画像を路面の通常座標画像に変換する変換手段と、前記変換された画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする。この構成により、撮像手段からの距離または高さおよび角度を座標とした中間画像における一致しない領域の実際の距離を推定して位置を修正し、その修正された領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を中間画像中に合成し、この合成画像を通常座標画像に変換し、表示することとなる。

30

40

【0027】

そして、本発明の運転支援装置は、移動体に設置された複数の撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像を、前記撮像手段間を結ぶ直線を軸とした軸対称な面を投影面とした中間画像に変換する中間画像変換手段と、前記変換された画像間で一致しない領域を検出し、さらに前記領域内の2つの画像を比較して、実際の距離を推定し、この推定された距離を用いて前記変換された画像中の前記領域の距離位置を修正し、この修正された領域を障害物領域として出力する障害物領域検出手段と、前記変換された画像に前記障害物領域をオーバーレイ合成するオーバーレイ手段と、前記合成された画像を路面の通常座標画像に変換する変換手段と、前記変換された画像を表示する表示手段とを備えたことを特徴とする。この構成により、撮像手段間を結ぶ直線を軸とした軸対称な面を投影面とした中間

50

画像における一致しない領域の実際の距離を推定して位置を修正し、その修正された領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を中間画像中に合成し、この合成画像を通常座標画像に変換し、表示することとなる。

【0028】

また、本発明の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段と、前記撮像手段で撮像された画像を前記撮像手段の位置とは異なる仮想視点で見た視点変換画像に変換する変換手段と、前記変換手段により変換された画像を表示する表示手段とを備え、前記撮像手段は、所定の視差を有する複数の画像を撮像し、前記表示手段は前記視差に基づいて補正された画像を表示することを特徴とする。この構成により、複数の撮像画像の視差に基づいて視点変換画像を補正し、表示することとなる。

10

【発明の効果】

【0029】

以上説明したように、本発明は、撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点で見た画像または上方から直交投影した画像に変換し、かつ路面以外の3次元情報を検出し、その3次元情報を基に前記変換された画像の歪みを補正し、その補正された画像を表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示することができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

【0030】

また、本発明は、撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点で見た画像または上方から直交投影した画像に変換し、かつ複数の撮像画像間の視差と路面モデルの視差とを用いて路面以外の領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を前記変換画像信号に合成し、表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示することができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

20

【0031】

さらに、本発明は、撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点で見た画像または上方から直交投影した画像に変換し、かつ変換された画像の間で一致しない領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を前記変換画像信号に合成し、表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示することができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

30

【0032】

そして、本発明の運転支援装置は、撮像手段で撮像された画像を前記撮像画像を撮像手段からの距離と角度とを座標とした中間画像に変換し、その中間画像間における一致しない領域の実際の距離を推定して位置を修正し、その修正された領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を中間画像中に合成し、この合成画像を通常座標画像に変換し、表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示することができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

【0033】

また、本発明は、撮像画像を上方の仮想視点で見た画像または上方から直交投影した画像に変換し、かつ変換画像上で距離や歪みの大きい障害物の領域を判り易く提示することにより、画像中の信頼性の高い部分と低い部分とを提示することができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

40

【0034】

さらに、本発明は、撮像手段で撮像された画像を前記撮像画像を撮像手段からの距離または高さおよび角度を座標とした中間画像に変換し、その中間画像間における一致しない領域の実際の距離を推定して位置を修正し、その修正された領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を中間画像中に合成し、この合成画像を通常座標画像に変換し、表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示することができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

【0035】

50

そして、本発明は、撮像手段で撮像された画像を前記撮像手段間を結ぶ直線を軸とした軸対称な面を投影面とした中間画像に変換し、その中間画像間における一致しない領域の実際の距離を推定して位置を修正し、その修正された領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を中間画像中に合成し、この合成画像を通常座標画像に変換し、表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示することができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

【0036】

また、本発明は、所定の視差を有する複数の画像を撮像し、複数の撮像画像の視差に基づいて視点変換画像を補正し、表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示することができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

10

【0037】

以上述べたように、本発明は、運転者の負担を軽減し、正確で安全な運転を促すことができるという優れた効果を有する運転支援装置を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明の第1の実施の形態の運転支援装置の構成を示すブロック図、
 【図2】本発明の第1の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図3】本発明の第1の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図4】本発明の第1の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図5】本発明の第1の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図6】本発明の第1の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図7】本発明の第2の実施の形態の運転支援装置の構成を示すブロック図、
 【図8】本発明の第2の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図9】本発明の第2の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図10】本発明の第2の実施の形態の運転支援装置の効果の例を示す図、
 【図11】本発明の第2の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図12】本発明の第2の実施の形態の運転支援装置の変形例の構成を示すブロック図、
 【図13】本発明の第3の実施の形態の運転支援装置の構成を示すブロック図、
 【図14】本発明の第3の実施の形態の運転支援装置の変形例の構成を示すブロック図、
 【図15】本発明の第3の実施の形態の運転支援装置の動作を説明するための概略図、
 【図16】本発明の第3の実施の形態の運転支援装置およびその変形例の動作を説明するための概略図、

20

30

【図17】本発明の第3の実施の形態の運転支援装置の変形例の動作を説明するための概略図、

【図18】本発明の第4の実施の形態の運転支援装置の構成を示すブロック図、

【図19】本発明の第4の実施の形態による運転支援装置の変形例の構成を示すブロック図、

【図20】本発明の第4の実施の形態の運転支援装置およびその変形例の動作を説明するための概略図、

40

【図21】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置の構成を示すブロック図、

【図22】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置の動作を示す概略図、

【図23】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置の動作を示す概略図、

【図24】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置の動作を示す概略図、

【図25】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置の動作を示す概略図、

【図26】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置の動作を示す概略図、

【図27】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置における探索処理を説明するためのフローチャート、

【図28】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置の変形例を示す概略図、

【図29】本発明の第5の実施の形態の運転支援装置の別の変形例を示す概略図、

50

【図30】本発明の第1～第5の実施の形態のステレオカメラの構成方法の変形例を示す図、

【図31】従来の運転支援装置の動作を示す概略図、

【図32】従来の運転支援装置の課題を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0040】

(第1の実施の形態)

本発明の第1の実施の形態の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点からの画像に変換し、かつ複数の撮像手段で撮像された画像間の視差を基に路面以外の3次元情報を検出し、その3次元情報を基に前記変換された画像の歪みを補正し、その補正された画像を表示することにより、運転者が車両周囲の障害物の位置関係と周囲状況を直感的かつ正確に確認できるようにしたものである。

10

【0041】

図1は、本発明の第1の実施の形態の運転支援装置のブロック図であり、図2～図6は、その運転支援装置の動作を説明するための概略図である。

【0042】

図1に示されているように、本発明の第1の実施の形態の運転支援装置は、2つの撮像手段1001、3001と、それぞれ撮像手段1001、3001で撮像された画像の水平エッジを抽出する水平エッジ抽出手段3002、3003と、水平エッジ抽出手段3002の出力を用いて視差探索のためのブロックの設定を行うブロック設定手段3004と、水平エッジ抽出手段3003の出力と、ブロック設定手段3004の出力と、後述するデフォルト視差データ3010とを基にブロックの探索を行う探索手段3005と、探索手段3005の出力から、各ブロックについてサブピクセル精度の視差と信頼性判定結果を出力するサブピクセル推定・信頼性判定手段3006と、サブピクセル推定・信頼性判定手段3006の出力と、デフォルト視差データ3010と、後述する路面データ3011とを基に撮像手段3001からの画像画面上に3Dマップを作成する3Dマップ作成手段3007と、撮像手段3001からの画像とその画面上の3Dマップとを基に、上方の仮想視点からの画像を合成する3D画像合成手段3008と、3D画像合成手段3008の出力を表示する表示手段3009とを具備する。

20

30

【0043】

また、本発明の第1の実施の形態の運転支援装置は、デフォルト視差データ手段3010と、路面データ手段3011と、車両姿勢情報手段3012とを具備する。

【0044】

2つの撮像手段1001と撮像手段3001は、図2(a)に示されているような位置に設置されている。ここでは地面に垂直な方向の直線4001上に10cmの間隔をあけた位置に設置され、それぞれの地面からの高さは、100cmと110cmである。それぞれの視線方向4003は、水平から地面に向かって40度の角度で下向きである。2つの撮像手段の視線は平行である。また2つの撮像手段の視野範囲4002は、垂直方向(仰角方向)に90度である。

40

【0045】

図1に示されているこの2つの撮像手段1001、3001からの入力画像としては、それぞれ図2(b)、図2(c)に示されているように、水平方向は殆ど同一で垂直方向に位置が変化した画像が得られる。撮像手段3001は撮像手段1001よりも高い位置に配置されているため、撮像手段3001からの入力画像では、無限遠方の水平線4004の画面上の位置は同じだが、より近くに位置する点(例えば、路面上に位置する白線のある点4005や、車のバンパー上のある点4006)は画面上、図2(b)の画像より下に位置する。そして、この垂直方向の位置の変化は、2つの画像を重ねた図2(d)に示されているように、垂直方向の視差4007や4008となる。ここで4007は路面上に位置する白線の視差であり、4008は路面より上に位置する車のバンパーの視差である。

50

【 0 0 4 6 】

図 1 に示されている水平エッジ抽出手段3002、3003では、この 2 つの撮像画像について下記の式 [1] に示されている操作で水平エッジの抽出を行う。ここで、L は画像の輝度信号、x,y は水平、垂直の画素位置である。

【 0 0 4 7 】

$L'(x,y) = 2 * L(x,y) - L(x,y-1) - L(x,y+1) \dots$ 式 [1]

【 0 0 4 8 】

この操作により、例えば、図 2 (b) の画像は図 3 (a) のように、画面上水平方向に近いパンパーや白線のエッジ (4009, 4010) が強調され、また画面上垂直方向に近いエッジ (4011, 4012) は弱められる。

【 0 0 4 9 】

図 1 のブロック設定手段3004では、水平エッジ強調手段3002、3003で水平エッジが強調された画像について、視差探索のためのブロックの設定が行われる。図 3 (b) はそのブロック設定を説明するためのもので、垂直方向に 2 画素おきの走査線4013にしたがって、式 [1] に示した $L'(x,y)$ の極大点と極小点を求め、その点を中心とした縦横 5 × 5 画素のブロック4014を設定する。図 3 (b) に示されているように、このブロックは画面の水平エッジ上に重なりを持って複数配置される。

【 0 0 5 0 】

次に、図 1 の路面データ3011に基づいたデフォルト視差データ3010について説明する。これは図 3 (c) に示されているように、2 つの撮像手段1001、3001が共に路面を写していると仮定したときに生じる視差を予め計算したものである。図 3 (c) 中、路面上の点4015の視差は角度で4016と計算される。図 3 (d) は画面上での、このデフォルト視差データを示すものである。無限遠方の水平線4004の位置のデフォルト視差4017は 0 であるが、それから近づく (画面上、下に下がる) に従って、4018、4019とデフォルト視差は大きくなる。それからさらに下がると、今度は撮像手段1001、3001の視線方向が垂直方向に近くなるので、4020に示されているようにデフォルト視差は小さくなる。

【 0 0 5 1 】

路面より上に位置する物体は、このデフォルト視差より大きな視差を生じるので、図 1 の探索手段3005では、このデフォルト視差を探索の初期値としてさらに大きい視差の方向に探索を行う。

【 0 0 5 2 】

探索視差の上限は次のようにして決定する。図 4 (a) に示されているように、車両からの距離が 5 0 c m でかつ地面から垂直な壁4021と、撮像手段1001、3001の真下から 6 0 度の角度を持つ壁4022とを仮定したときの視差を概算する。このときの視差4023の画面中の値を探索視差の上限とする。

【 0 0 5 3 】

探索手段3005は、前記探索の初期値から上限までの間で、ブロック設定手段3004で設定された 5 × 5 画素の信号 $L'(x+j,y+i)$ について、撮像手段3001からの画像信号 $L3'$ に対して下記の式 [2] に示されている相関値 F が最大となる視差 D Y を探索する。

【 0 0 5 4 】

$F = \sum_i \sum_j L'(x+j,y+i) * L3'(x+j,y+i + D Y) \dots$ 式 [2]
:($i=-2 \sim 2, j=-2 \sim 2$)

【 0 0 5 5 】

サブピクセル推定・信頼性判定手段3006では、さらに前記探索手段3005で求められた視差 D Y と相関値について解析する。

【 0 0 5 6 】

まず、相関値 F と、ブロック信号 $L'(x+j,y+i)$ の自己相関値 $S S = \sum_i \sum_j L'(x+j,y+i) * L'(x+j,y+i) \dots$ 式 [3]
:($i=-2 \sim 2, j=-2 \sim 2$)の比 F / S が閾値が 0 . 7 5 以上のときは信頼性ありと判定し、0 . 7 5 未満のときは信頼性なしと判定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 7 】

信頼性ありと判定されたブロックについては、図 4 (b)に示されているように、1 画素単位の視差 $D Y$ の周囲の相関値 F を用いて 2 次式で補間した曲線 4024 の最大点 4025 を求め、この位置をサブピクセル精度の視差 $D Y'$ とする。

【 0 0 5 8 】

サブピクセル推定・信頼性判定手段 3006 では、各ブロックについてこのサブピクセル精度の視差 $D Y'$ と信頼性判定結果を出力する。

【 0 0 5 9 】

3 D マップ作成手段 3007 では、サブピクセル推定・信頼性判定手段 3006 の出力である各ブロックについてのサブピクセル精度の視差 $D Y'$ および信頼性判定結果と、路面データ 3001 と、デフォルト視差データ 3010 とを基に撮像手段 3001 からの画像画面上に 3 D マップを作成する。

10

【 0 0 6 0 】

まず、図 4 (c)に示されているように、信頼性ありと判定された各ブロックを検出した視差 $D Y'$ で動かした位置 4026 には、撮像手段 3001 からの画像の水平エッジが存在する。またこのとき、図 4 (d)に示されているように、検出視差 $D Y'$ がデフォルト視差データ 3010 に一致する水平エッジ 4027 は路面上に存在すると判定され、一致しない水平エッジ 4028 は路面より上に存在すると判定される。路面より上に存在すると判定されたエッジは、検出視差 $D Y'$ の値によって撮像手段 3001 からの距離が求められる。

【 0 0 6 1 】

この判定と距離とを基に、図 5 (a)に示されているように画面全体について 3 D マップが作成される。まず走査線 4032 に示されているように、画面を下方から垂直に走査し、領域 4029 のように水平エッジを有しないか、有していても路面上に存在すると判定されたエッジしかない場合、その領域は路面に存在すると判定され、路面データ 3011 の値を基に 3 D 距離が与えられる。一方、路面より上に存在すると判定されたエッジに挟まれた領域 4030 では、その 2 つのエッジの距離を線形補間した値が与えられる。路面より上に存在すると判定されたエッジより上の領域 4031 ではそのエッジの距離のデータが与えられる。

20

【 0 0 6 2 】

3 D 画像合成手段 3008 は、撮像手段 3001 からの画像とその画面上の 3 D マップとを基に、上方の仮想視点からの画像を合成する。したがって図 5 (b)に示されているように、バンパーなどの路面より上に存在する点 4033 でも、路面上の位置 4034 ではなく正確な 3 D 位置をもとに仮想視点で見た画面上の位置が決定できるので、図 5 (c)に示されているように、路面上の位置 4034 ではなく正確な位置 4033 に画像が合成される。一方、車両の陰などになった部分は、領域 4035 に示されているように斜線で表示される。

30

【 0 0 6 3 】

また、このとき図 5 (d)の領域 4036 に示されているように、路面より上に存在する領域を半透明の赤い幕や点滅等で強調することも可能である。

【 0 0 6 4 】

表示手段 3009 には、この合成画像が表示され、運転者は車両周囲の障害物の位置を直感的かつ正確に把握することができる。

40

【 0 0 6 5 】

なお、図 1 に示されている車両姿勢情報手段 3012 は、車両に荷物を積んだ場合や、車両の加速等に伴う姿勢の変化情報を出力する。路面データ手段 3011 は、この情報に対応して図 6 に示されているように、撮像手段 1001、3001 に対する平時の路面位置データ 4037 に対し、変化した路面位置データ 4038 を計算する。この変化した路面位置データは、それ以降のデフォルト視差データ手段 3010 や 3 D マップ作成手段 3007 の処理に反映される。このことによって、車両に荷物を積んだ場合や、車両の加速等に伴って姿勢が変化場合でも正確な画像が合成され、運転者は、この画像を見ることで、常に車両周囲の障害物の位置を直感的かつ正確に把握することができる。

【 0 0 6 6 】

50

ここで、第1の実施の形態では、2つの撮像手段1001、3001を垂直方向に10cmの間隔をあけて設置することにより、その視差によって障害物の合成画像上の歪みを補正することができたが、このとき、視差に微量の誤差が含まれていても、2つの撮像手段の間隔が垂直方向なので、障害物までの距離には誤差の影響が生じても、その障害物の方向には影響は殆ど表れないという利点がある。これは車両を運転する上で大変重要な利点である。

【0067】

また、この2つの撮像手段1001、3001を垂直方向に間隔をあけて配置することで、その後の視差検出処理を水平エッジ抽出手段で検出されたエッジ部分に限定することができ、その処理量を大幅に削減できる。車両のバンパーなど、路面から浮いている部分は殆ど画面上で水平エッジを持っているので、その限定された処理でも障害物を漏らすことなく検出できるという利点がある。

10

【0068】

このように、本発明の第1の実施の形態によれば、移動体に設置された撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点からの画像に変換し、かつ複数の撮像手段で撮像された画像間の視差を基に路面以外の3次元情報を検出し、その3次元情報を基に前記変換された画像の歪みを補正し、その補正された画像を表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く、かつ正確に提示する。したがって、運転者は、表示された画像を見ることで、車両周囲の障害物の位置関係と周囲状況を直感的かつ正確に確認することができる。

20

【0069】

(第2の実施の形態)

本発明の第2の実施の形態の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段で撮像された画像を上方から直交投影した画像に変換し、かつ複数の撮像手段で撮像された画像間の視差と路面モデルの視差とを用いて路面以外の領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を前記変換画像信号に合成し、表示することにより、運転者が車両周囲の障害物の位置関係と周囲状況を直感的かつ正確に確認することができるようにしたものである。

【0070】

図7は、本発明の第2の実施の形態の運転支援装置のブロック図であり、図8～図11はその動作を説明するための概略図である。また、図12は、本発明の第2の実施の形態の運転支援装置の変形例のブロック図である。図7と図12のブロック図中、図1と同じ符号が付されたブロック要素は図1のブロック要素と同じ構成および機能を有する。

30

【0071】

本発明の第2の実施の形態の運転支援装置は、画像投影手段3013、障害物エッジ距離手段3014、障害物領域手段3015、およびオーバーレイ手段3016を備えており、3Dマップ作成手段および3D画像合成手段を備えていない点において第1の実施の形態の運転支援装置と異なる。

【0072】

まず路面投影手段3013は、図1の3D画像合成手段3008とは異なり、路面データ手段3011のデータを基に、撮像手段3001からの入力画像を図8(a)に示されているように、路面に投影した位置に存在するように合成する。このとき視点は第1の実施の形態のような仮想の視点ではなく、図8(a)の視点6001に示されているように、真上からの直交投影で得られる画像を合成する。このとき得られる合成画像は、図8(b)に示されているように、従来例と同様、路面より上に位置する車両のバンパーの点6002などが、より遠くの点6003に存在するような歪んだ画像となる。

40

【0073】

障害物エッジ距離手段3014は、第1の実施の形態の3Dマップ作成手段3007と同様に、図8(c)に示されている2つの画像の水平エッジについて、サブピクセル推定・信頼性判定手段3006から得られるその視差から、路面より上に存在するエッジを障害物エッジとし

50

て検出し、撮像手段3001からの距離を算出する。図8(c)の走査線6006に示されているように、画面を下方から垂直方向に走査し、その垂直ラインについて、障害物ラインが存在した場合、その距離の最小値が、その垂直ライン毎に記憶され、出力される。

【0074】

障害物領域手段3015は、図8(d)に示されているように、障害物エッジ距離手段3014の出力の、垂直ライン毎の障害物ラインの距離の最小値を路面に投影した位置6008と、それ以遠の領域6009とを障害物領域として合成する。

【0075】

オーバーレイ手段3016は、合成画像と別の層(レイヤー)に運転者への指示を書き込み、図9(a)に示されているように、図8(b)、図8(d)の合成画像を重ね合わせて合成する。このとき障害物領域6009は、画像上半透明の赤い膜として図8(b)の車両の存在する領域に合成される。

【0076】

表示手段3009には、このオーバーレイ手段3016の出力が表示される。運転者は、この合成画像を見ることで、路面上の白線の位置を正確に把握することができ、また他の車両などの障害物までの自車両からの距離と方向を正確に把握することができるので、従来例と比較しても大幅に安全かつ正確に車両を運転することができる。

【0077】

この第2の実施の形態では、第1の実施の形態に比較して、撮像手段3001からの入力画像をリアルタイムに変化する3Dマップに合わせて合成しなくても良く、予め定められた路面モデルへの投影変換だけで良いので、実回路での実現が容易であるという利点がある。

【0078】

また障害物エッジ距離手段3014、障害物領域手段3015の動作も、3Dマップ作成手段3007に比較して、垂直ライン毎の障害物ラインの距離の最小値だけを解析するので、その処理が比較的簡単であるという利点がある。

【0079】

これらのことより、第2の実施の形態では、第1の実施の形態に比較して、実回路での実現が大幅に容易であるという利点があり、かつ第1の実施の形態と同様に、運転者が表示画像を見ることで、路面上の白線を正確に把握することができ、また他の車両などの障害物までの自車両からの距離と方向を正確に把握することができるので、従来例と比較しても大幅に安全かつ正確に車両を運転することができるという効果が得られる。

【0080】

なお、図9(b)に示されているように、障害物領域6009ではなく、障害物ラインの距離の最小値を路面に投影した位置6008だけを境界線として表示しても良い。この場合でも、運転者は障害物までの距離と方向を正確に把握することができるので、安全かつ正確に車両を運転することができるという効果が得られる。

【0081】

図10(a)~(c)は、実際の撮像画像での図9(b)の効果を示す例である。図10(a)は、駐車操作中の車の後方カメラから撮像される画像である。ここでは、広角な範囲を撮像するために魚眼レンズを用いている。画像には、これから駐車しようとするスペースと、その左側にトラック、右側に乗用車が映っている。図10(b)は図10(a)の撮像画像を用いて従来例によって合成された画像である。合成画像の中央から右にかけて、上方から見た駐車場の状況と、左に自車両を示すCGが合成されている。ここでは、路面にある白線は正確な位置に合成されるので、運転者は自車両と駐車スペースとの関係を正確に把握できる。しかしながら、地面より上にあるものは、実際より遠くにあるように合成される。ここでは、トラックと自車両との間には十分な余裕があるように合成されているが、実際には接触の危険がある。図10(c)は、本実施の形態での合成例で、障害物までの距離を白線で表示している。この白線によって実際のトラックまでの距離が一目で分かり、これ以上後退すると接触の危険があることを運転者に認知させることができる。

10

20

30

40

50

【0082】

また、図9(c)は、前記障害物ラインについて、距離の最小値だけではなく、そのラインの路面からの高さを記憶しておき、路面からの高さに応じて、前記表示する境界線の色と太さを変えた例である。ここでは、例えば高さが10cm以下のものを黄色で細く表示し、10~15cmのものを赤く細く、20cm以上のものを赤く太く表示する。このようにすることで、路面が少し傾斜していた場合など、路面モデルと実際のモデルとのずれのため検出される白線6012は黄色く細く表示され、高さ15cm以下の低い縁石6011などは赤く細く表示され、他の車両など障害物を示す境界線6010は赤く太く表示される。このことで、運転者は重要な障害物を最優先に注意することができ、路面の荒れなどによるノイズの影響を最小限に抑えることができる。

10

【0083】

さらに、図9(c)においてある程度以上の高さのある領域(障害物に相当)の境界線6010を、合成画像の表示画面上で点滅させて、運転者にさらなる注意を向けさせても良い。

【0084】

また、図9(d)に示されているように、ある程度以上の高さのある領域の境界線6010についての最近傍点を通る自車両からの距離方向に垂直な線6013とそこまでの距離の値を数値6014で表示させて、運転者に実際の距離の値を認知させても良い。

【0085】

さらに、2つの撮像手段は図11(a)に示されているように、必ずしも上下方向に直線上に位置しなくても良い。この図のような配置の場合、後方の車両がかなり接近した場合、そのバンパーの点7001が上方の撮像手段3001からは死角で見えないが、このとき、この部分の路面の画像は、図12のブロック図における路面投影手段7013に示されているように、撮像手段1001からの画像を用いて従来と同様に路面投影で合成することができる。

20

【0086】

この場合、従来と同様に、バンパー位置の実際と合成画像とのずれが生じるが、バンパー位置が撮像手段1001から見て十分下の方向7002に位置するので、その位置ずれは小さい。

【0087】

また、路面投影の合成画像に用いる上方の撮像手段3001として1024×768画素の高解像度のカラーカメラを用い、視差検出用の下方の撮像手段1001として640×480画素の白黒カメラを用いても良い。この場合、下方の撮像手段1001のコストを抑えることができ、かつ合成画像は高解像度なカラー画像を得ることができる。

30

【0088】

また、図11(b)に示されているように、上方の撮像手段3001は遠方を高解像度に映すようにし、下方の撮像手段1001は近辺を高解像度に映すようにすると共に、図12のブロック図における路面投影手段7013に示されているように、路面合成の際、遠方を撮像手段3001からの画像信号を用い、近辺を撮像手段1001からの画像信号を用いるようにしても良い。

【0089】

このように、本発明の第2の実施の形態によれば、移動体に設置された撮像手段で撮像された画像を上方から直交投影した画像に変換し、かつ複数の撮像手段で撮像された画像間の視差と路面モデルの視差とを用いて路面以外の領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を前記変換画像信号に合成し、表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示する。したがって、運転者は、表示された画像を見ることで、車両周囲の障害物の位置関係と周囲状況を直感的かつ正確に確認することができる。

40

【0090】

(第3の実施の形態)

本発明の第3の実施の形態の運転支援装置では、移動体に設置された複数の撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点からの画像に変換し、かつ変換された画像間で一致しな

50

い領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を前記変換画像信号に合成し、表示することにより、運転者が車両周囲の障害物の位置関係と周囲状況を直感的かつ正確に確認することができるようにしたものである。

【0091】

図13は、本発明の第3の実施の形態の運転支援装置のブロック図、図14はその変形例のブロック図、図15～図17は、それらの動作を説明するための概略図である。図13および図14において、図7と同じ符号が付されたブロック要素は図7のブロック要素と同じ構成および機能を有する。

【0092】

本実施の形態では、図15(a)に示されているように、前記第1、2の実施の形態と同様に、垂直方向に所定の間隔をあけて設置された2つの撮像手段1001、3001から画像を入力する。この2つの入力画像は、それぞれ路面投影手段8001、8002において、路面データ手段3011のデータを基に、路面に投影された位置に仮想視点1004からの画像が合成される。

10

【0093】

このとき、路面より上に位置する後方の車両のバンパーの点9001は、上方の撮像手段3001からは、路面上に投影すると9002の方向に見え、下方の撮像手段1001からは、より遠方の9003の方向に見える。したがって、それぞれ合成される画像では、図15(b)、図15(c)に示されているように、路面上の白線は、同じ位置に合成されるが、路面より上に位置する後方の車両のバンパーの点9001などは異なる位置に合成される。

20

【0094】

障害物領域検出手段8003は、この2つの合成画像の差を取り、一定以上の差のある領域を障害物領域として検出する。このとき検出される領域は、図15(d)に示されているように、路面より上に位置して、かつ元の撮像画像上で水平エッジを有する部分が、領域9004、領域9005のように検出される。

【0095】

オーバーレイ手段8004では、この図16(a)に示されているように、図15(b)の画像に、図15(d)に示されている障害物領域を重ね合わせて合成する。このとき障害物領域9004、9005は画像上半透明の赤い膜として、図15(d)で車両の存在する領域に合成される。

【0096】

表示手段3009にはこのオーバーレイ手段8004の出力が表示される。運転者は、この合成画像を見ることで、従来例とは異なり、路面上の白線と障害物の区別を正確に把握することができる。また他の車両などの障害物までの自車両からの距離は正確ではないが、その方向は正確に把握することができるので、従来例と比較しても安全に車両を運転することができる。

30

【0097】

さらに、この第3の実施の形態のパリエーションを図14、図16(b)～(d)、および図17(a)～図17(d)を用いて説明する。まず撮像手段1001、3001からの撮像画像は、それぞれレンズ歪み補正・距離・方向画像手段8005、8006で、それぞれ図16(b)に示されているように路面に投影したときの撮像手段からの距離Rと方向で展開される座標上の画像に変換される。このとき撮像画像にレンズ歪みや取り付け角による歪みなどが含まれていた場合、この歪み量を予め計測しておき、変換時に同時に補正する。距離Rと方向で展開される座標上の画像は、それぞれ図16(c)、図16(d)に示されているようになる。ここで、撮像手段3001からの画像が図16(c)、撮像手段1001からの画像が図16(d)で、路面上の白線などは同じ位置に合成されるが、バンパーなどのエッジ位置は16(d)の方が遠くに合成される。

40

【0098】

エッジ比較手段8007では、このエッジ位置を図16(c)、図16(d)の走査線9008に従って比較する。走査線9008上の画像のエッジを示したものが図17(a)である。そして、この図において、図16(c)に対応するエッジ信号が9009、図16(d)に対応するエッジ信号

50

が9010である。ここで走査線に従ってエッジ信号9009のエッジ9011を検出したとき、これと同じ位置にエッジ信号9010上のエッジ9012が存在するとき、これは路面上のエッジなので無視する。一方、エッジ信号9009のエッジ9013を検出し、かつこれと同じ位置にエッジ信号9010上のエッジが存在しないとき、次に検出されるエッジ9014までの距離 d を検出し、このときのエッジ9013までの距離 $R1$ と、エッジ9013からエッジ9014までの距離 d を距離推定手段8008へ出力する。

【 0 0 9 9 】

距離推定手段8008では、エッジ9013までの距離 $R1$ と、エッジ9013からエッジ9014までの距離 d を基に実際の距離を推定する。図 1 7 (b) はその関係を示したものである。ここで、撮像手段1001の高さを $H1$ 、撮像手段1001から撮像手段3001までの高さの差を Hd とし、前記入力 of $R1$ と d とから、実際の点の高さ H と距離 R' の関係は簡単な比例により下記 2 つの関係式 [4]、[5] が求まる。

【 0 1 0 0 】

$$H * R1 = (H1 + Hd) * (R1 - R') \dots \text{式 [4]}$$

【 0 1 0 1 】

$$H * (R1 + d) = H1 * (R1 + d - R') \dots \text{式 [5]}$$

【 0 1 0 2 】

これらの関係式より、実際の点の高さ H と距離 R' は下記式 [6]、[7] のように推定される。

【 0 1 0 3 】

$$R' = R1 * (R1 + d) * Hd / \{ R1 * Hd + d * (H1 + Hd) \} \dots \text{式 [6]}$$

【 0 1 0 4 】

$$H = H1 * (H1 + Hd) * d / \{ Hd * R1 + (H1 + Hd) * d \} \dots \text{式 [7]}$$

【 0 1 0 5 】

この推定された高さ H と距離 R' を障害物領域手段8009へ出力する。障害物領域手段8009は、この高さ H が閾値以上のときの距離 R' が入力されたとき、図 1 7 (c) に示されているように、走査線9008上の距離 R' のところに線を引き、それより遠方を障害物領域と決定する。

【 0 1 0 6 】

オーバーレイ手段8004では、図 1 7 (c) に示されているように、撮像手段3001からの変換画像である図 1 6 (c) の上に、この障害物領域をオーバーレイ合成する。

【 0 1 0 7 】

距離・方向・路面変換手段8010は、このオーバーレイ合成された画像の距離・方向展開された座標を通常の上方から見た路面の画像に変換し、表示手段3009へ出力する。

【 0 1 0 8 】

表示手段3009に表示される画像は、図 1 7 (d) に示されているように、バンパーのような地面から離れた障害物でも実際の距離 $R1$ の位置に障害物領域として表示されるので、運転者はこれを見ることで、安全に運転することができる。

【 0 1 0 9 】

この実施の形態には以下の (1) ~ (4) に記載したような利点がある。

(1) 一度、距離・方向に展開した座標上に画像を変換するとき、カメラのレンズの歪みやカメラ取り付け角などの歪みを補正することができる。

【 0 1 1 0 】

(2) 2 つの入力画像同士で直接視差を検出するときは、これらの歪みを別途考慮する必要があるが、本実施の形態では、これを省略することができる。

【 0 1 1 1 】

(3) 2 つの撮像手段の視野角等が異なる場合も、同様にこの操作によってその違いの影響を吸収できる。

【 0 1 1 2 】

(4) 路面投影した後でエッジなどを比較する場合は、距離方向にエッジ比較を行う必要

10

20

30

40

50

があるが、路面投影画像では距離方向は一定ではないので、実際のハードでのメモリアクセスが煩雑になり、また障害物領域を決定するときも距離方向が一定でないので同様に実際のハードでのメモリアクセスが煩雑になる。しかし、ここでは、画像を一度、距離・方向に展開した座標上に画像を変換した状態で、エッジ比較と障害物領域決定を行っている。この変換画像上では距離方向を座標軸としているので、上述の操作が実際のハードで非常に簡単に実現できる。

【 0 1 1 3 】

このように、本発明の第 3 の実施の形態によれば、移動体に設置された複数の撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点からの画像に変換し、かつ変換された画像間で一致しない領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を前記変換画像信号に合成し、表示することにより、障害物までの距離と方向をより判り易く正確に提示する。したがって、運転者は、表示された画像を見ることで、車両周囲の障害物の位置関係と周囲状況を直感的かつ正確に確認することができる。

10

【 0 1 1 4 】

(第 4 の実施の形態)

本発明の第 4 の実施の形態の運転支援装置は、移動体に設置された撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点からの画像に変換し、かつその変換画像において正確で歪みの少ない部分を明るく合成し、歪みが大きく距離が不正確な部分が暗く合成することにより、運転者が画像中の信頼性の高い部分と低い部分とを直観的に把握できるようにしたものである。

20

【 0 1 1 5 】

図 1 8 は、本発明の第 4 の実施の形態による運転支援装置のブロック図であり、図 1 9 は、その変形例のブロック図である。また、図 2 0 は、それらの動作を説明するための概略図である。図 1 8 および図 1 9 において、図 7 と同じ符号が付されたブロック要素は図 7 のブロック要素と同じ構成および機能を有する。

【 0 1 1 6 】

本実施の形態では、図 1 8 に示されているように 1 つの撮像手段 1001 から画像を入力する。そして、この入力画像を基に、画像投影手段 10001 において、路面データ手段 3011 のデータで路面に投影された位置に画像が合成されるが、このとき強度算出手段 10002 は、撮像手段 1001 のカメラパラメータ 10003 と路面データ手段 3011 のデータとの関係から路面へ投影する強度を算出し、決定する。

30

【 0 1 1 7 】

図 2 0 (a) に示されているように、撮像手段 10001 から 1 画素あたり一定の光線 11001 を仮定する。ここで、路面投影するときの強度 K を、その 1 画素が路面を投影する面積 A と、光線の路面への角度 θ から下記の式 [8] のように計算する。

【 0 1 1 8 】

簡単に式 [8] を説明すると、面積 A が大きいほど強度は減り、また路面への角度が垂直なほど強度は大きくなる。また強度は 1 . 0 でクリップされる。

【 0 1 1 9 】

$K' = \frac{K_0}{S} \cdot \sin(\theta)$... 式 [8]

40

if ($K' > 1 . 0$) $K = 1 . 0$ else $K = K'$ ここで、 K_0 は増幅強度で定数

【 0 1 2 0 】

この強度の算出により、図 2 0 (a) に示されているように、撮像手段 1001 の近辺の路面は、その強度が大きく、遠方は強度が小さくなる。この強度の値に従って合成された画像は、図 2 0 (b) に示されているように、撮像手段 1001 から一定の近辺の路面までは、強度 K が 1 . 0 であるので一定の明るさに合成され、そこから遠方に行くに従って、だんだん暗くなるように合成される。

【 0 1 2 1 】

撮像手段 1001 からの入力画像をこの強度に従って合成した画像は、図 2 0 (c) のように、歪みが大きく距離の誤差も大きい遠方の部分が暗く合成される。

50

【0122】

運転者は、この合成画像を見ることで、従来例とは異なり、誤差が少なく正確な近辺の部分の合成画像をはっきり見ることができ、誤差と歪みの多い遠方については暗く合成されているので、その明るさに応じた確かさしか有しない情報であることが直感的に認識できる。したがって、障害物までの距離を正確に把握することはできないが、合成画像中の部分部分の信頼度を直感的に把握でき、従来例と比較しても安全に車両を運転することができる。

【0123】

図19に示されている変形例は、図18を複数の撮像手段を有するように拡張したものである。各撮像手段1001...10007の撮像画像は、それぞれのカメラパラメータ10003...10004と路面データ3011との関係から、強度算出手段10002...10005でそれぞれの路面投影への強度が算出・決定され、その強度に従って画像投影手段10001、10006で画像が合成される。

10

【0124】

これらの路面投影合成された画像をさらに合成手段10007で1つの画像に合成する。このとき、それぞれの路面投影の強度に従った重みづけで合成が行われ、表示手段3009に表示される。表示される画像は、例えば図20(d)に示されているように、3つの撮像手段からの画像が1つの路面投影画像に合成されたものである。

【0125】

このとき車両後方中央の撮像手段は高解像度なもので、左右の撮像手段は補助的なものとして低解像度なものを用いている。したがって、左右の撮像手段の投影する領域は1画素あたりの面積が大きいので、かなり近辺の領域しか明るく合成しない。一方、中央の撮像手段の投影する領域は1画素あたりの面積が比較的小さいので、遠方まで明るく合成できる。そして、両方の投影画像が重なる領域11002では、強度の大きい中央の撮像手段の投影画像が大きく重みづけられて合成されるので、より信頼性の高い画像が合成される。

20

【0126】

運転者は、この合成画像を見ることで、複数の撮像手段からの合成画像であっても、画像中の部分部分の信頼度を直感的に把握でき、従来例と比較しても安全に車両を運転することができる。

【0127】

このように、本発明の第4の実施の形態によれば、移動体に設置された撮像手段で撮像された画像を上方の仮想視点からの画像に変換し、かつその変換画像において正確で歪みの少ない部分を明るく合成し、歪みが大きく距離が不正確な部分が暗く合成することにより、運転者が画像中の信頼性の高い部分と低い部分を直感的に把握できるようにした。これにより、信頼性の低い部分の方向に車両を速く動かすといった危険な運転が防止され、その結果、より安全な運転を促すことができる。

30

【0128】

なお、以上説明した第4の実施の形態では、算出された強度にしたがって画像の明るさのみを変化させたが、それ以外にも色づけなどを変化させても良い。また強度の小さな部分について灰色や白色を混ぜることで、霧のような効果を出すこともでき、この場合でも運転者が強度の少ない方向へ車を速く移動させることを防止できるので、安全な運転を促すことができる。

40

【0129】

(第5の実施の形態)

本発明の第5の実施の形態運転支援装置は、撮像手段で撮像された画像を撮像手段からの距離または高さを座標とした中間画像に変換し、その中間画像間における一致しない領域の実際の距離を推定して位置を修正し、その修正された領域を障害物領域として検出し、その障害物領域を示す信号を中間画像中に合成し、この合成画像を通常座標画像に変換し、表示することにより、運転者が車両周囲の障害物の位置関係と周囲状況を直感的かつ正確に確認することができるようにしたものである。

50

【 0 1 3 0 】

図 2 1 は本発明の第 5 の実施の形態による運転支援装置のブロック図であり、図 2 2 ~ 2 6 はその動作を説明するための図であり、図 2 7 は探索処理を説明するためのフローチャートである。図 2 1 において、図 7 と同じ符号が付されたブロック要素は図 7 のブロック要素と同じ構成および機能を有する。

【 0 1 3 1 】

本実施の形態では、撮像手段 1001、3001 は魚眼レンズを有し、その撮像画像はレンズ歪み補正・距離 - 高さ・方向画像手段 13005、13006 にそれぞれ入力される。レンズ歪み補正・距離 - 高さ・方向画像手段 13005、13006 では、入力画像は図 2 2 (1) に示されているように、撮像手段からの所定の距離 R_{max} までは路面に投影し、それ以遠は円筒に投影したと仮定し、図 2 2 (b) に示されているように、このときの路面上の距離 R または円筒上の高さ H と方向とで展開される座標の変換画像に変換される。

10

【 0 1 3 2 】

このとき撮像画像にレンズ歪みや取り付け角による歪みなどが含まれていた場合、この歪み量を予め計測しておき変換時に同時に補正する。例えば、図 2 3 (a)、(b) に示されている撮像画像図は、それぞれ同図 (c)、(d) に示されているようになる。ここでは、前記路面上の所定の距離 $R_{max} = 300 \text{ cm}$ であり、また、図 2 2 (a) に示されている $R_{min} = 0 \text{ cm}$ 、 $H_{max} = 200 \text{ cm}$ である。

【 0 1 3 3 】

エッジ抽出手段 13007 では、前記それぞれの変換画像について垂直方向に 5 画素離れた信号の差分をとる操作により、水平エッジを抽出する。図 2 4 (a)、(b) にそれぞれレンズ歪み補正・距離 - 高さ・方向画像手段 13005、13006 の出力の変換画像の水平エッジが抽出された画像の様子を示す。ここで、図 2 4 (a) が上方の撮像手段 3001 からのものであり、図 2 4 (b) が他方のものである。図の中で破線 14007 で示されているように、垂直に近い斜めのエッジは弱められ、太い実線 14008 で示されているように、水平エッジは強調される。

20

【 0 1 3 4 】

水平ブロックマッチング・距離推定手段 13008 は、このエッジ位置を走査線 14001 に従って走査し、エッジの極大点 14002 を検出すると、その極大点を中心とした縦横 10 画素の範囲のブロック 14003 の画像信号を記憶する。

30

【 0 1 3 5 】

次に、図 2 4 (b) に示されているエッジ画像について、前記走査線 14001 と同じ水平位置の走査線 14004 上で、図 2 1 に示されている探索範囲データ手段 13012 に従った範囲で、前記記憶したブロック 14003 と最も類似したデータを持つブロック 14006 を検出する。このとき、ブロック 14006 の中心点 14005 と前記エッジの極大点 14002 の垂直位置との差を変換画像上での視差データとして距離が推定される。

【 0 1 3 6 】

このときの、探索範囲データ手段 13012 と、水平ブロックマッチング・距離推定手段 13008 の動作を、図 2 7 のフロー図を基にしてさらに詳しく説明する。探索範囲データ手段 13012 には、ブロック 14003 の中心位置 14002 の垂直位置に対応したデータが格納されている。図 2 5 (a) の点 14013 に示されているように、上方の撮像手段 3001 から見た点 14002 の位置が路面に対応している場合（点 14002 の位置が、図 2 4 (a) の R_{max} より下の場合）、路面上の点 14013 と撮像手段からの距離 50 cm の点 14014 とをそれぞれ下方の撮像手段 1001 で見たときの変換画像上（図 2 5 (b)）での垂直位置 14015、14016 が探索範囲データ手段 13012 に記憶されている（ただし、このとき、路面上の点 14013 を下方の撮像手段 1001 で見たときの垂直位置 14015 は、両画像とも路面を仮定して変換画像を合成しているので点 14002 の垂直位置と同じになる。）。

40

【 0 1 3 7 】

また、図 2 5 (a) に示されているように、上方の撮像手段 3001 から見た点 14002 の位置が円筒に対応している場合（点 14002 の位置が、図 2 4 (a) の R_{max} より上の場合）、無限遠点

50

14017と円筒上の点14018と撮像手段からの距離50cmの点14019とをそれぞれ下方の撮像手段1001で見たときの変換画像上での垂直位置14020、14021、14022が探索範囲データ手段13012に記憶されている(ただし、このときも、円筒上の点14018を下方の撮像手段1001で見たときの垂直位置14021は、両画像とも円筒を仮定して変換画像を合成しているので点14002の垂直位置と同じになる。)。

【0138】

これらの探索範囲データを元に、図27に示されているフローに従って、探索処理が行われる。

【0139】

まず、点14002の位置が路面に対応するか円筒に対応するかを判断する(ステップS1)。

10

【0140】

そして、路面に対応すると判断した場合(ステップS1でYES)、まず垂直位置14015でブロックの信号の差の絶対値の集計(SAD)を求め(ステップS2)、そのSAD値が閾値THよりも小さい場合(ステップS3でYES)、ブロックデータが一致したと判断し、この場合、点14002の水平エッジは路面上のエッジであるとの判断出力を行って処理を終わる(ステップS4)。前記SAD値が閾値THよりも大きい場合(ステップS3でNO)、垂直位置14015から14016の範囲でSAD値が最小となる位置を探索する(ステップS5)。最小となったSAD値が閾値THよりも小さい場合(ステップS6でYES)、その位置と点14002の垂直位置との差を視差データとして距離と路面からの高さが求まるので、それを出力して処理を終わる(ステップS7)。最小となったSAD値が閾値THよりも大きい場合(ステップS6でNO)、一致する水平エッジが存在しないとの判断出力を行って処理を終わる(ステップS8)。

20

【0141】

円筒に対応すると判断した場合(ステップS1でNO)、まず垂直位置14020から14021までの範囲でSAD値の最小値を求め(ステップS9)、そのSAD値の最小値が閾値THよりも小さい場合(ステップS10でYES)、ブロックデータが一致したと判断し、この場合、点14002の水平エッジは円筒までの距離Rmaxより遠方であるとの判断出力を行って処理を終わる(ステップS11)。前記SAD値が閾値THよりも大きい場合(ステップS10でNO)、垂直位置14021から14022の範囲でSAD値が最小となる位置を探索する(ステップS12)。最小となったSAD値が閾値THよりも小さい場合(ステップS13でYES)、その位置と14002の垂直位置との差を視差データとして距離と路面からの高さが求まるので、それを出力して処理を終わる(ステップS14)。最小となったSAD値が閾値THよりも大きい場合(ステップS13でNO)、一致する水平エッジが存在しないとの判断出力を行って処理を終わる(ステップS15)。

30

【0142】

以上の処理フローによって、障害物と関係ない、路面上や遠方の水平エッジは、少ない処理で判断・除去でき、障害物に關係するエッジのみ多くの処理が発生するので、全体的に非常に少ない処理で、障害物に關係するエッジの距離と高さが算出できる。

【0143】

障害物境界手段13009では、図27に示されているように、距離と高さが検出された水平エッジについて、その高さが20cm以上のものを障害物のエッジと判断し、図25(c)に示されているように、距離R'の場所に線を引き、その結果、水平エッジの集合は障害物境界を示す線14023となる。

40

【0144】

画像投影手段13010では、別途撮像手段3001の画像を基に直接上方仮想視点から見た画像が合成され、オーバーレイ手段13004では、図25(c)に示されているように、画像投影手段13010から画像の上に、この障害物をオーバーレイ合成する。

【0145】

このオーバーレイ合成された画像が、表示手段3009に表示される。表示される画像は、

50

図 2 5 (c) に示されているように、バンパーのように地面から離れた障害物が存在しても実際の距離の位置に障害物境界の線が表示されるので、運転者はこれを見ることで安全に運転することができる。

【 0 1 4 6 】

この実施の形態には以下の (1) ~ (8) に記載したような利点がある。

(1) 一度、距離・方向に展開した座標上に画像を変換するとき、撮像手段のレンズの歪みや撮像手段の取り付け角などの歪みを補正することができる。

【 0 1 4 7 】

(2) 2 つの入力画像同士で直接視差を検出するときは、これらの歪みを別途勘案する必要があるが、これを省くことができる。

10

【 0 1 4 8 】

(3) 2 つの撮像手段の視野角等が異なる場合も、同様にこの操作によってその違いの影響を吸収することができる。

【 0 1 4 9 】

(4) また、図 2 2 (a) に示されているように、路面に加えて円筒を仮定した変換画像を用いることで、撮像手段に対し高い位置にあるため路面投影画像では現れないような障害物も検出でき、表示画像上にその障害物境界線を表示することができる。

【 0 1 5 0 】

(5) 図 2 7 に示されている処理フローによって、障害物と関係ない、路面上や遠方の水平エッジは、少ない処理で判断・除去でき、障害物に関するエッジのみ多くの処理が発生するので、全体的に非常に少ない処理で、障害物に関するエッジの距離と高さが算出できる。

20

【 0 1 5 1 】

(6) 探索範囲データ手段 13012 を設けることで、必要な範囲だけ探索できるので、全体的に非常に少ない処理で、障害物に関するエッジの距離と高さが算出できる。

【 0 1 5 2 】

(7) 図 2 2 (a) に示されているように、路面に加えて円筒を仮定した変換画像を用いることで、探索範囲データは水平エッジ 14002 の垂直位置のみで決定され、水平位置には依存しないので、そのメモリ量を非常に少なくすることができる。

【 0 1 5 3 】

例えば、従来のように魚眼レンズを有する撮像手段の画像をそのまま用いてステレオマッチングを行う場合、その探索範囲は図 2 6 に示されているように、画面の垂直位置と水平位置に依存した曲線 14024、14025 になってしまう。この曲線のデータを記憶するためには非常に多くのメモリを必要とする。本実施の形態では、このメモリを非常に少なくすることができ、かつ単純な構成で実現できる。

30

【 0 1 5 4 】

(8) 従来ステレオマッチングでは、この曲線の位置は、厳密には画素単位以下の精度を必要とするが、実際の探索における SAD 値の算出においては、画素単位の位置精度でしか求めることができないので、この量子化ノイズが悪影響を及ぼす。本実施の形態では、その悪影響も回避することができる。

40

【 0 1 5 5 】

図 2 8 (a) ~ (c) は、第 5 の実施の形態のパリエーションを説明するものである。図 2 2 (a)、(b) に示されている路面と円筒の投影面の代わりに、図 2 8 (a)、(b) に示されているように上方の撮像手段 3001 の位置を中心とした球面を投影面としてもよい。また、図 2 8 (c) に示されているように、変換画像の横軸は必ずしも角度 でなくてもよく、関数 $F()$ で圧縮したものでよい。

【 0 1 5 6 】

図 2 9 (a) は、第 5 の実施の形態の別のパリエーションを説明するものである。ここで、上方の撮像手段 3001 の解像度は 640×480 画素のものとし、ステレオマッチングにしか使用しない下方の撮像手段 1001 は 320×480 画素とする。このことで、表示用の

50

合成画像は高解像度で、かつ障害物境界は必要十分な精度で検出でき、撮像手段の構成を安価なものにできる。

【 0 1 5 7 】

図 2 9 (b) は、第 5 の実施の形態のさらに別のバリエーションを説明するものである。撮像手段 3001、1001 の同じ軸上に撮像手段 18001 を加え、障害物と検知されたエッジについて、さらに撮像手段 18001 の画像をもって検証することによって、ノイズを低減できるようにした。

【 0 1 5 8 】

図 2 9 (c) は、第 5 の実施の形態のさらに別のバリエーションを説明するものである。撮像手段 3001、1001 の軸上とは別位置に撮像手段 18002 を加えることによって、水平エッジ以外の垂直エッジも使用して障害物を検知することができるようにした。

10

【 0 1 5 9 】

図 3 0 (a) ~ (c) は、第 1 ~ 第 5 の実施の形態において、上下 2 つのカメラで構成していたステレオ画像の撮像を 1 つのカメラで構成したものである。図 3 0 (a) は、レンズ 1904 の前に複数の鏡 1901 ~ 1903 を配置することにより、1 つの撮像面 1905 上の左右に、それぞれ視差のあるステレオ画像を得るものである。また、図 3 0 (b) は、2 つの凸面鏡 1906、1907 をカメラ 1908 で撮像することによって、実質上、上下に視差のある画像を得るものである。そして、図 3 0 (c) は、図 3 0 (b) のカメラ 1908 で撮像される画像を示すもので、画面 1909 には、上に位置する凸面鏡 1907 で写した画像 1910 と、下に位置する凸面鏡 1906 で写した画像 1911 とが表示される。

20

【 0 1 6 0 】

ここで、凸面鏡 1906、1907 の曲率を調節することによって、撮像範囲と撮像画像の解像度を調節することができる（垂直方向と水平方向を独立に調節することもできる）。

【 0 1 6 1 】

また、図 3 0 (b) では、凸面鏡 1906 と 1907 で撮像される角度の範囲はほぼ同じであるが、凸面鏡 1906 は凸面鏡 1907 に比較して曲率が大きく、小さな鏡で同じ範囲を撮像できるようになっており、このため、画面 1909 で画像 1911 は画像 1910 より小さく写っている。その結果、画像 1910 は高解像度であり、画像 1911 は比較的 low 解像度となる。画像 1911 は、視点変換の合成画像用に用いられ、画像 1910 はステレオ解析のみに用いられる。

30

【 0 1 6 2 】

つまり、この合成によって、前述した図 2 9 の第 5 の実施の形態の別のバリエーションで説明したものと同様に、表示用の合成画像は高解像度で、かつ障害物領域は必要十分な精度で検出でき、カメラおよび画像処理装置を安価なものにできる。

【 0 1 6 3 】

以上図 3 0 (a) ~ (c) を用いて説明したように、第 1 ~ 第 5 の実施の形態において、上下 2 つのカメラで構成していたステレオ画像の撮像を凸面鏡や反射鏡を用いて、1 つのカメラで構成してもよい。

【 0 1 6 4 】

なお、上述した第 1 ~ 第 5 の実施の形態においては、本発明の運転支援装置は、主として、後方の画像を生成するものであるとして説明したが、これに限るものではなく、前方や側方での画像を生成するものとしても良い。

40

【 0 1 6 5 】

また、上述した第 1 の実施の形態においては路面モデルを用いた仮想視点による画像合成を基にした例を説明し、第 2 の実施の形態においては路面モデルを用いた上方からの直交投影による画像合成を基にした例を説明したが、これはそれぞれ他方のものを基にしても良く、その場合でも本発明の運転支援装置の効果は変わりなく得られる。

【 0 1 6 6 】

さらに、本実施の形態の運転支援装置の各手段の機能の全部または一部をコンピュータに実行させるプログラムを用いて実現できる。

【 産業上の利用可能性 】

50

【 0 1 6 7 】

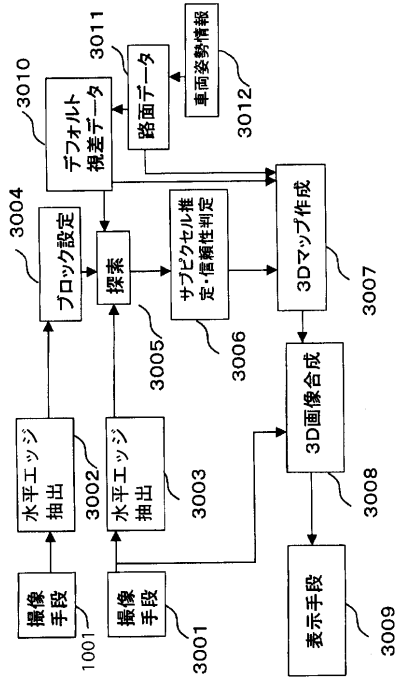
本発明の運転支援装置は、自動車の運転を支援する装置として最適である。

【 符号の説明 】

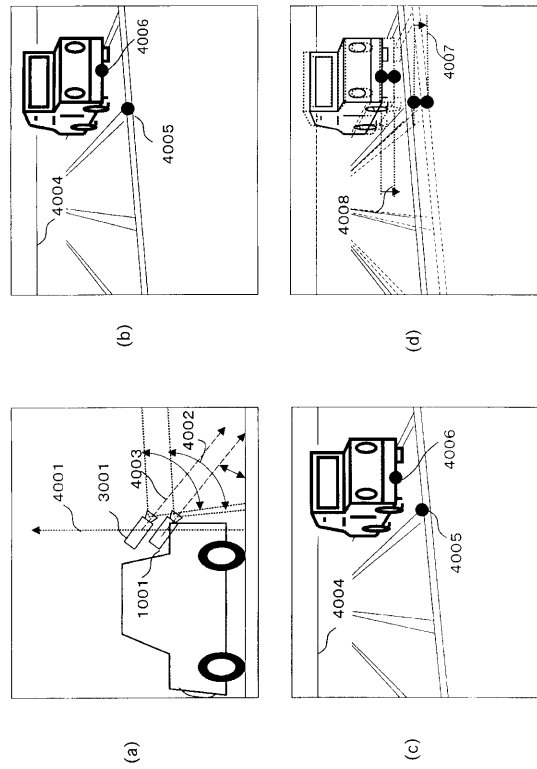
【 0 1 6 8 】

1001	撮像手段	
3001	撮像手段	
3002	水平エッジ抽出手段	
3003	水平エッジ抽出手段	
3004	ブロック設定手段	
3005	探索手段	10
3006	サブピクセル推定・信頼性判定手段	
3007	3Dマップ作成手段	
3008	3D画像合成手段	
3009	表示手段	
3010	デフォルト視差データ手段	
3011	路面データ手段	
3012	車両姿勢情報手段	
3013	画像投影手段	
3014	障害物エッジ距離手段	
3015	障害物領域手段	20
3016	オーバーレイ手段	
7013	画像投影手段	
8001	画像投影手段	
8002	画像投影手段	
8003	障害物領域検出手段	
8004	オーバーレイ手段	
8005	レンズ歪み補正・距離・方向画像手段	
8006	レンズ歪み補正・距離・方向画像手段	
8007	エッジ比較手段	
8008	距離推定手段	30
8009	障害物領域手段	
8010	距離・方向・路面変換手段	
10001	画像投影手段	
10002	強度算出手段	
10005	強度算出手段	
10006	画像投影手段	
10007	撮像手段	
13004	オーバーレイ手段	
13005	レンズ歪み補正・距離・高さ・方向画像手段	
13006	レンズ歪み補正・距離・高さ・方向画像手段	40
13007	エッジ抽出手段	
13008	ブロックマッチング・距離推定手段	
13009	障害物境界手段	
13012	探索範囲データ手段	

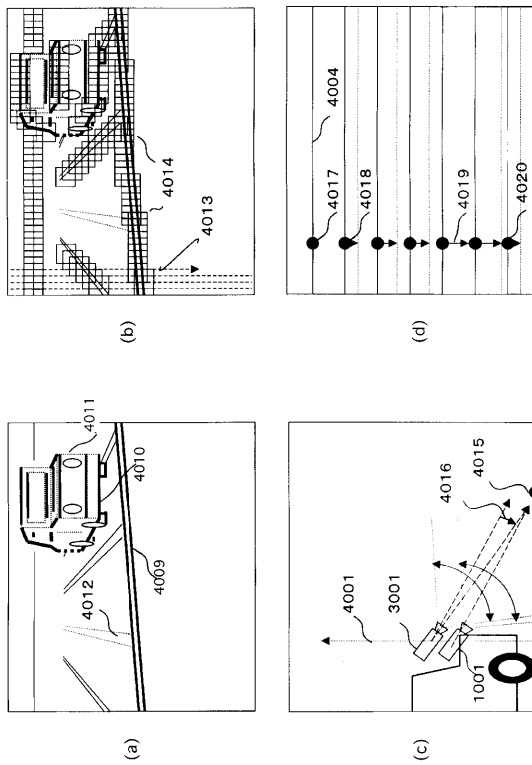
【図1】



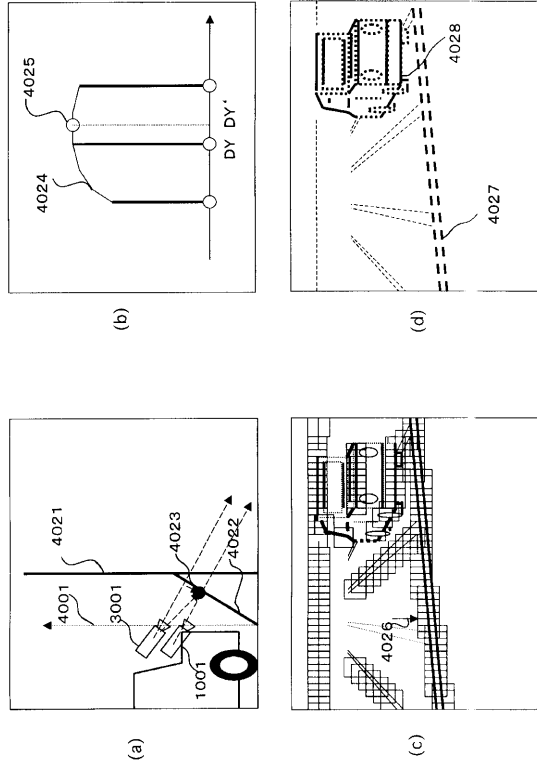
【図2】



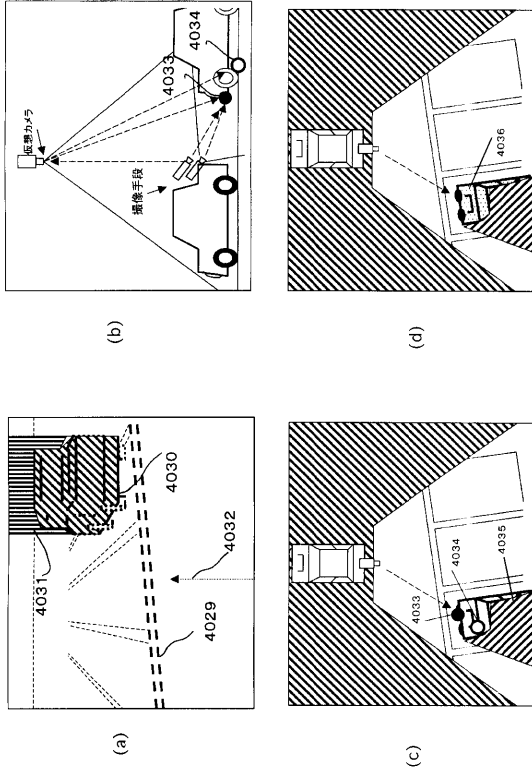
【図3】



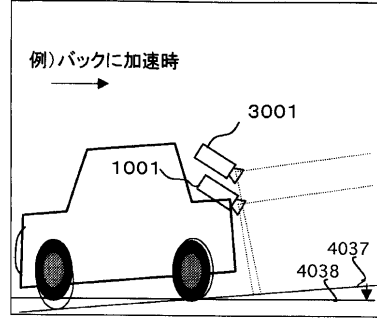
【図4】



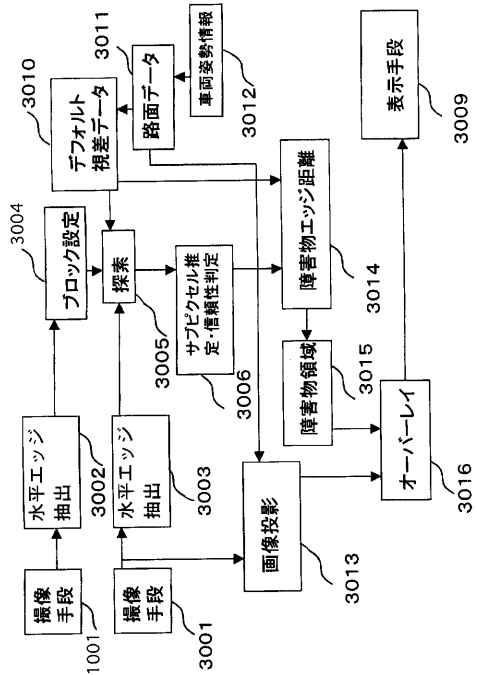
【図5】



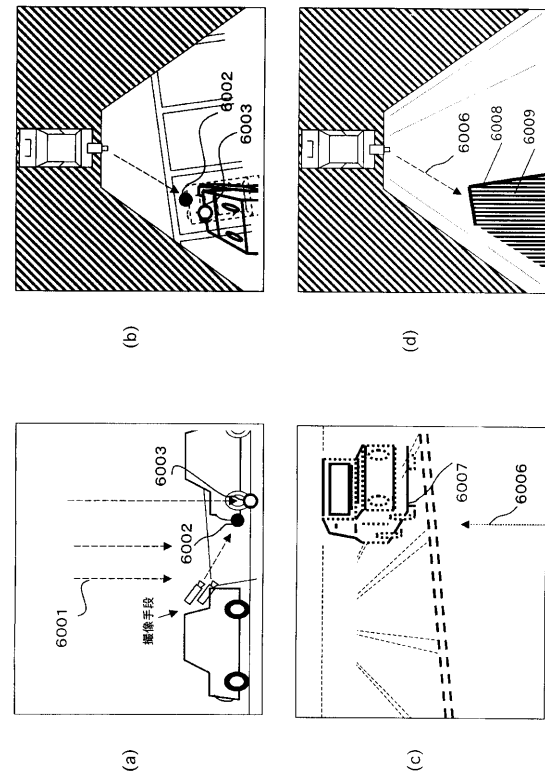
【図6】



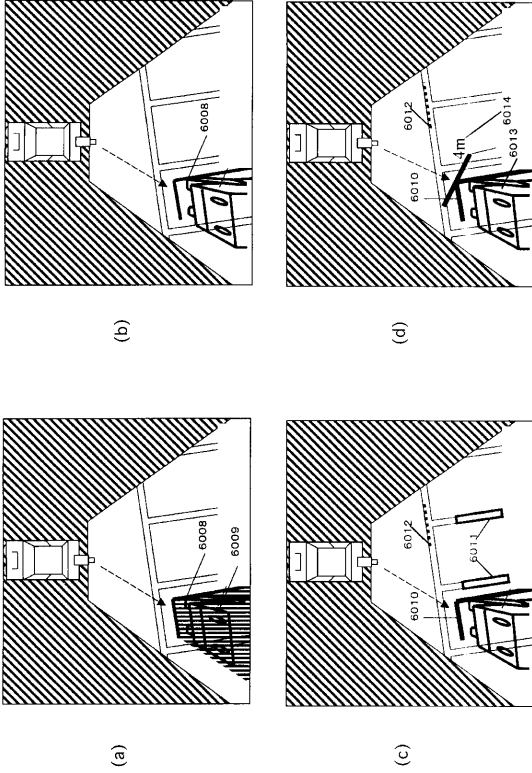
【図7】



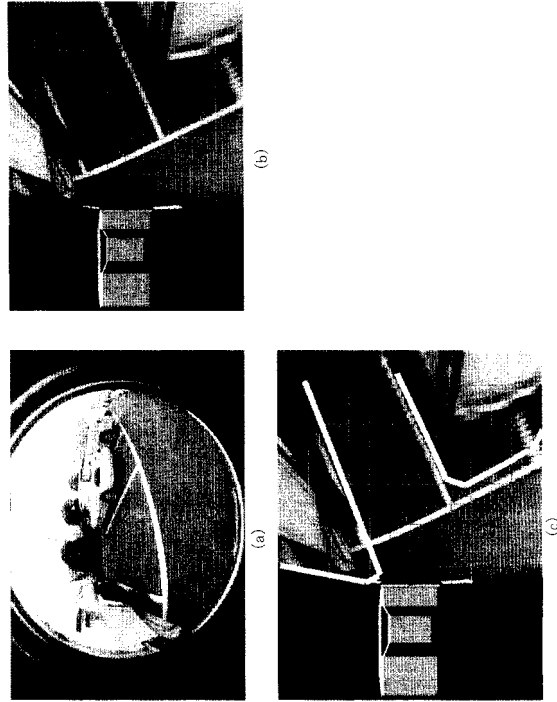
【図8】



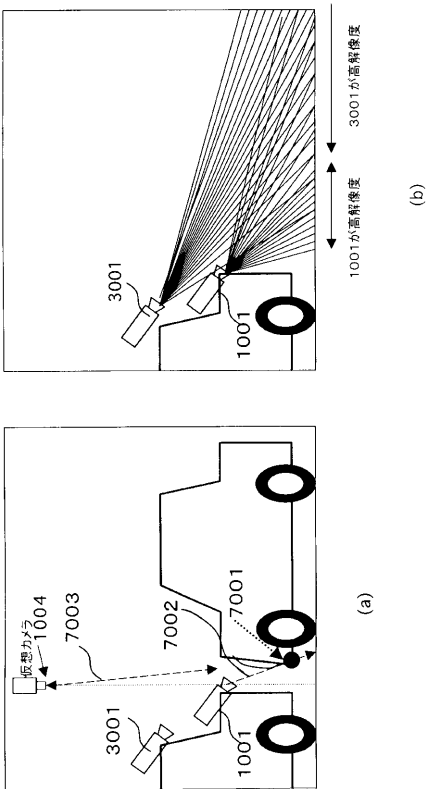
【図9】



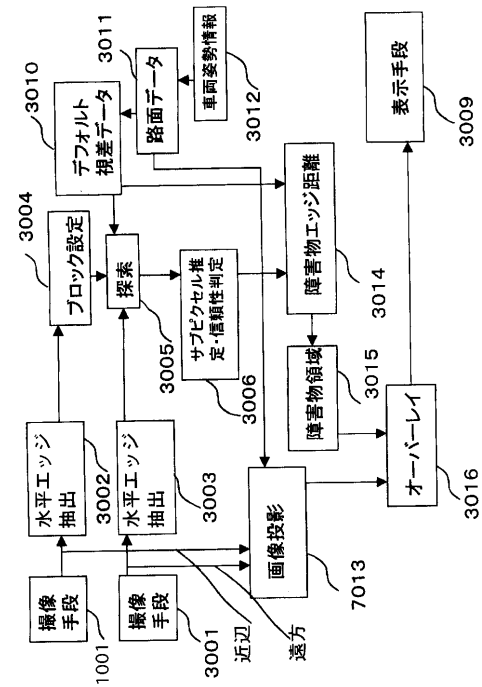
【図10】



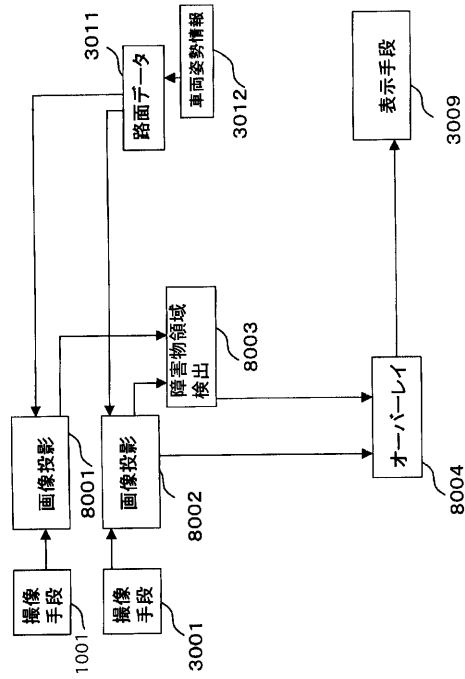
【図11】



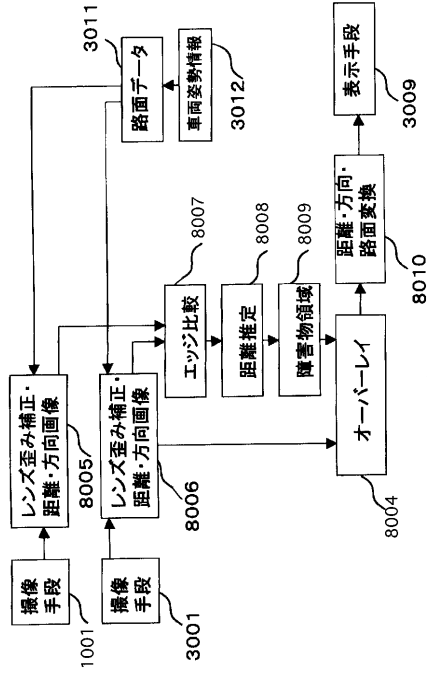
【図12】



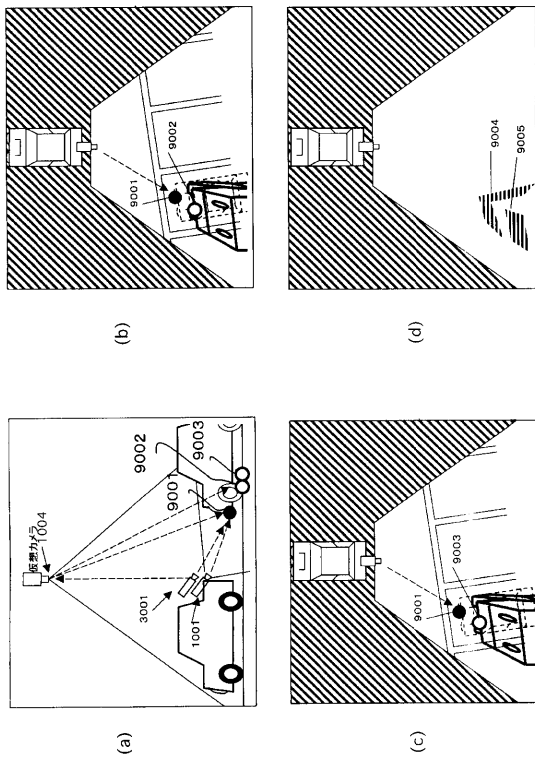
【 図 1 3 】



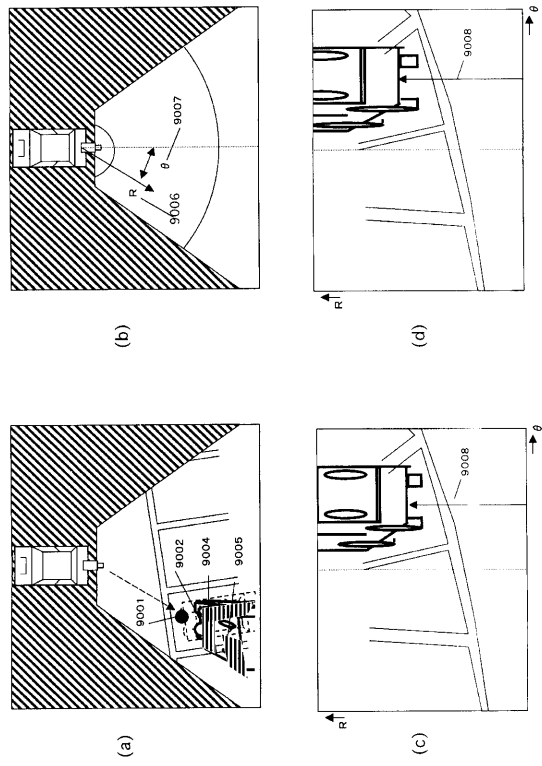
【 図 1 4 】



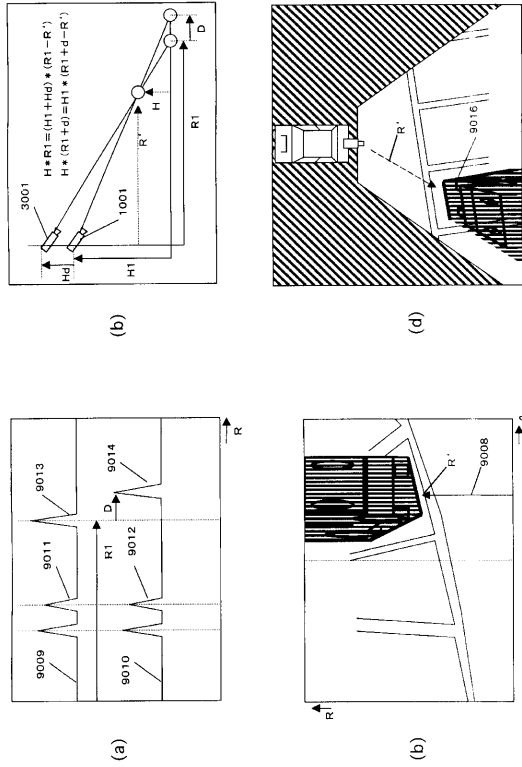
【 図 1 5 】



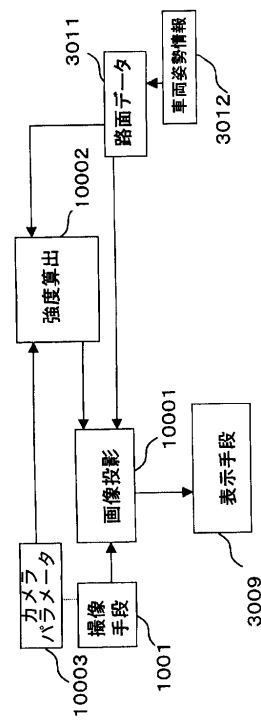
【 図 1 6 】



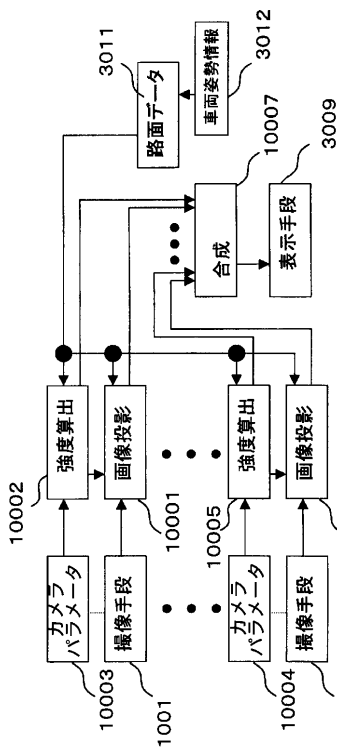
【 図 1 7 】



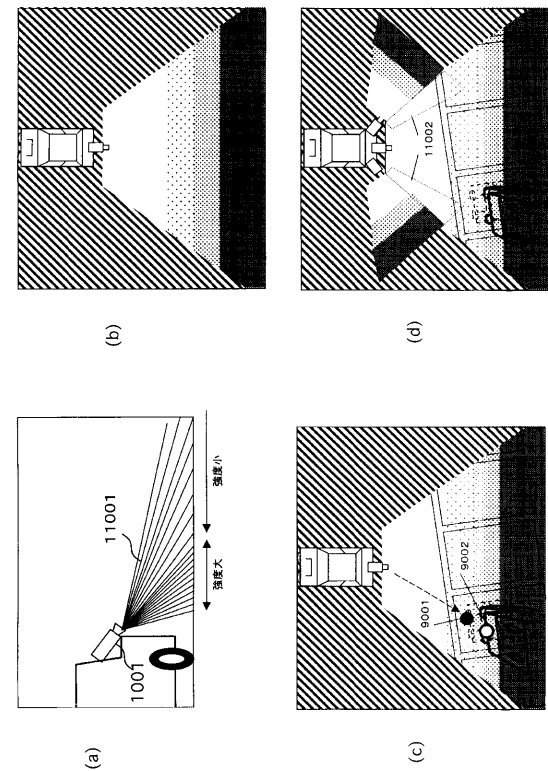
【 図 1 8 】



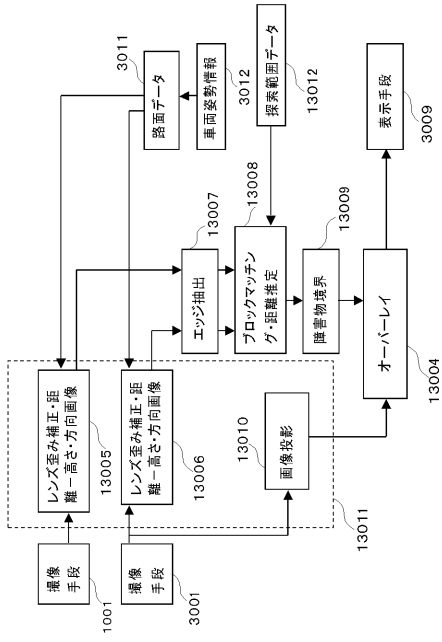
【 図 1 9 】



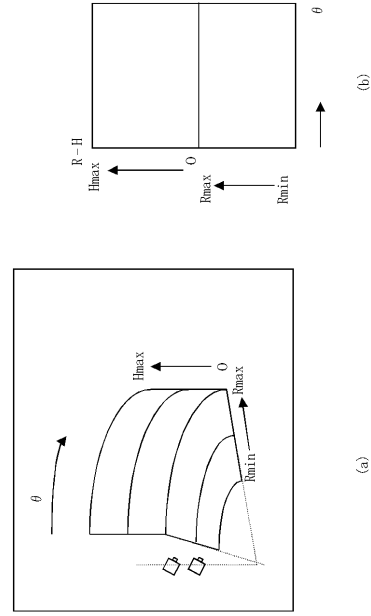
【 図 2 0 】



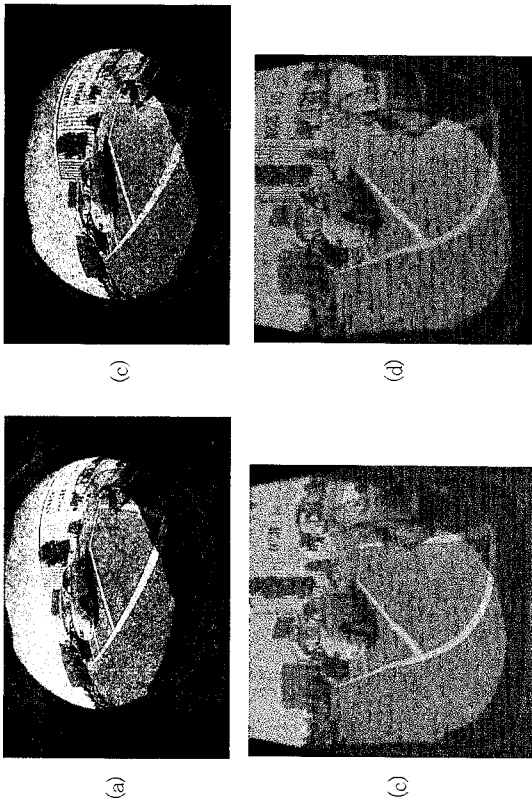
【図 2 1】



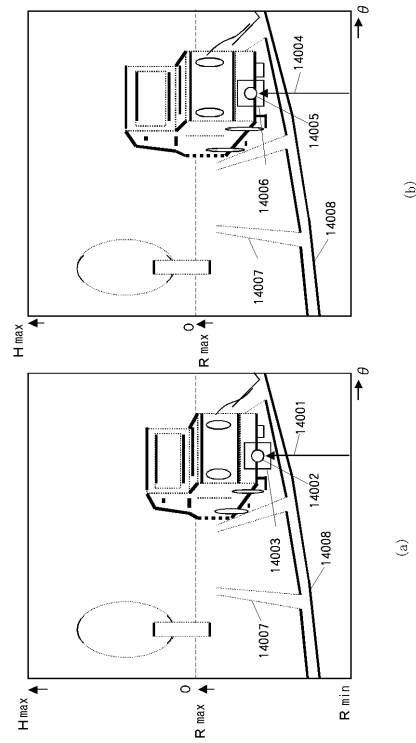
【図 2 2】



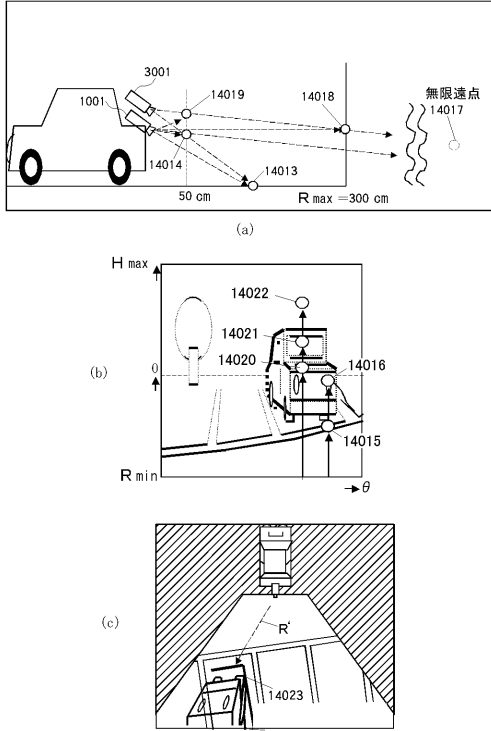
【図 2 3】



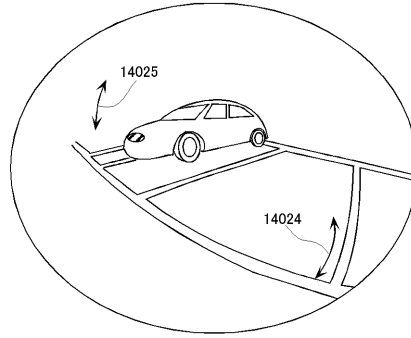
【図 2 4】



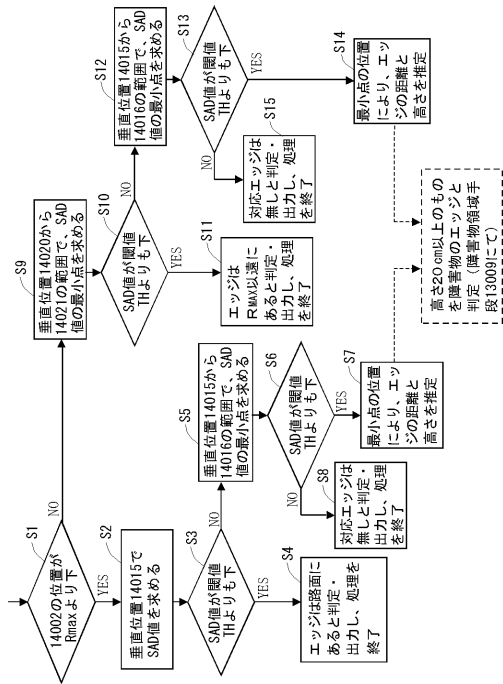
【図 25】



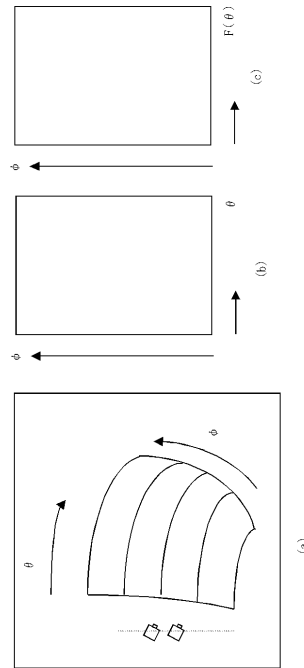
【図 26】



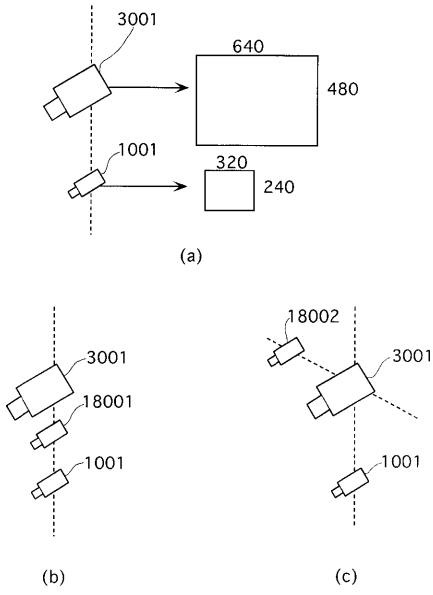
【図 27】



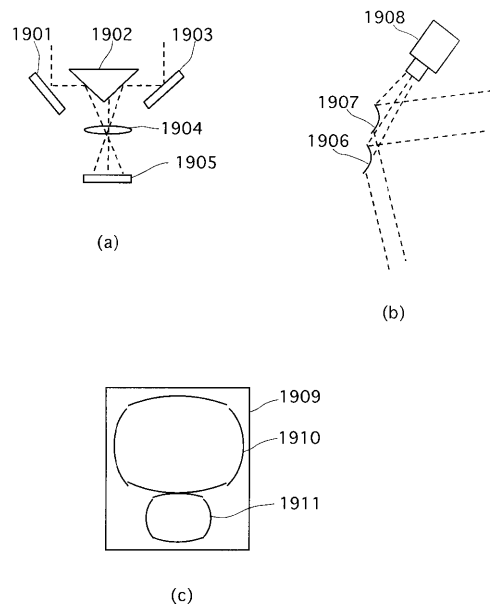
【図 28】



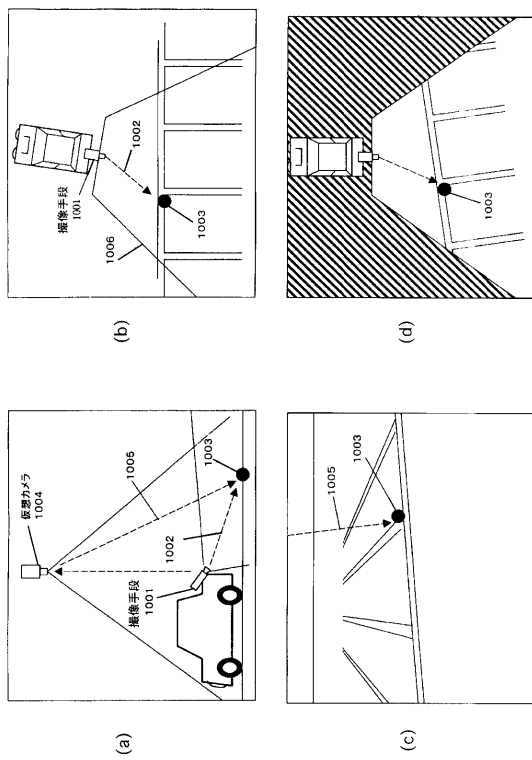
【図 29】



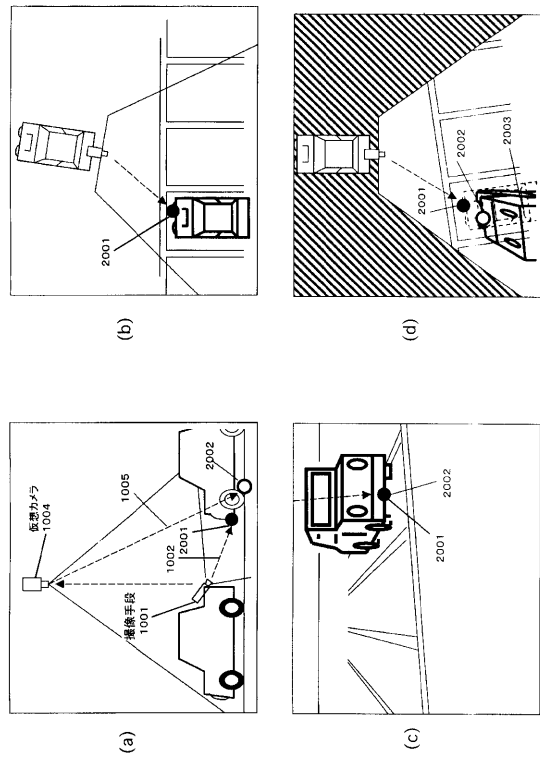
【図 30】



【図 31】



【図 32】



フロントページの続き

(72)発明者 岡田 毅

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 松下通信工業株式会社内

Fターム(参考) 5B057 AA16 CA08 CA13 CA16 CB08 CB12 CB16 CE08 DA16 DC02

DC16

5C054 CC02 DA08 EA05 FC15 FD03 FE14 HA30