

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：車両周辺監視装置

技術分野

[0001] この発明は、車両に搭載された赤外線カメラにより取得した画像を用いて、前記車両の周辺を監視する車両周辺監視装置に関し、特に夜間や暗所等での走行時に適用して好適な車両周辺監視装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、特開2003-284057号公報（以下、JP2003-284057Aという。）に示すように、赤外線カメラにより捉えられた自車両周辺の画像（グレースケール画像とその2値化画像）から、自車両との接触の可能性のある歩行者等の対象物を検知し、検知した対象物を自車両の運転者に提供する車両周辺監視装置が知られている。

[0003] JP2003-284057Aに係る車両周辺監視装置では、左右一組の赤外線カメラ（ステレオカメラ）で撮像した自車両周辺の画像において温度が高い部分を前記対象物として検知すると共に、左右画像中の対象物の視差を求めることにより当該対象物までの距離を算出し、当該対象物の移動方向や当該対象物の位置から、自車両の走行に影響を与えそうな（接触の可能性のある）歩行者等の対象物を検出して警報を出力する（JP2003-284057Aの[0014]、[0018]）。

しかしながら、左右一組の赤外線カメラを用いる車両周辺監視装置は、高価であり、高級車の一部に採用されているのが実状である。

[0004] コストを低減するために、特許第4521642号公報（以下、JP4521642Bという。）に係る車両周辺監視装置では、車両に搭載された単一の赤外線カメラを用いて、所定時間間隔で車両周辺の対象物を少なくとも2回（2フレーム）撮像する。前回の画像の大きさ（サイズ）に比較して今回の撮像画像における対象物の画像の大きさ（サイズ）の変化は、対象物と車両周辺監視装置搭載車両との相対速度が高いほど大きくなる。そして、車

両の前方に存在する対象物は、当該対象物と車両との相対速度が高いほど、車両への到達時間が短くなる。このように、単一の赤外線カメラであっても所定時間間隔での同一の対象物の画像部分の大きさの変化率から、車両への到達時間、いわゆるTTC (Time To Contact or Time To Collision: 接触余裕時間) を推定することで車両の周辺を監視することができる (JP4521642Bの [0019]、[0020])。

発明の概要

- [0005] JP4521642Bに係る技術では、異なる時点で撮像された同一の対象物が、人であるのか車両であるのかを判別する際に、予め対象物、この場合、人及び車両のそれぞれに応じた局所領域で前記対象物を分割し、異なる時点で撮像された同一対象物に係る画像を同一大きさの画像とした上で、前記局所領域の相関度が閾値以上であるときに、前記人又は前記車両であると判定している。
- [0006] 上記したJP2003-284057A及びJP4521642Bの従来技術に係る車両周辺監視装置を搭載した車両は、夜間走行時に、運転者の目では見えにくい監視対象物として赤外線カメラにより検出した前方の歩行者を映像により表示することができる。
- [0007] 夜間等に人(歩行者)を判別する際、人の頭部は、露出しているので表面温度が高く、且つ丸みをおびているので赤外線カメラで取得した画像から前記頭部の形状を判別することが容易である。
- [0008] 一方、車両周辺監視装置を構成する赤外線カメラを搭載した車両により、夜間に他の車両(対向車)をその前側から撮影した場合、車幅方向両端のヘッドライトが判別し易く、また、夜間に他の車両(前走車)をその後ろ側から撮影した場合、車幅方向両端のテールライトが判別し易い。
- [0009] しかしながら、歩行者が並んでいる場合、赤外線カメラにより取得した画像により、並んでいる歩行者の頭部同士と、他の車両のヘッドライト(左右一組のヘッドライト)あるいはテールライト(左右一組のテールライト)と

、を区別することが困難であるという課題がある。

[0010] この発明は、このような課題を考慮してなされたものであって、少なくとも2人並んでいる歩行者と、ライトを点灯している車両とを精度よく区別することを可能とする車両周辺監視装置を提供することを目的とする。

[0011] この発明に係る車両周辺監視装置は、車両に搭載された赤外線カメラにより取得した画像を用いて前記車両の周辺の歩行者を監視する車両周辺監視装置において、前記画像から、略水平方向に存在する少なくとも2つの頭部候補を抽出する頭部候補抽出部と、抽出された少なくとも2つの前記頭部候補のうち、一方の頭部候補を含む周辺画像を基準画像として作成する基準画像作成部と、他方の頭部候補を含む周辺画像を比較画像とし、前記比較画像と前記基準画像の対称性にに基づき、少なくとも2つの前記頭部候補が歩行者同士であるのか車両であるのかを判定する対象物判定部と、を備えることを特徴とする。

[0012] この発明によれば、他方の頭部候補を含む周辺画像としての比較画像と、一方の頭部候補を含む周辺画像としての基準画像の対称性にに基づき、対称性が高ければ、歩行者同士であり、対称性が低ければ、車両であると精度よく区別することができる。

[0013] その理由は、概ね、歩行者の頭部は丸みを帯びた左右対称な形状を有していることから、実際の頭部を含む周辺画像同士（上記基準画像と上記比較画像）は対称性が高いのに対し、赤外線カメラにより歩行者の頭部と誤認識され易いライトを備える車両の前記ライトは左右非対称な形状になっている場合も多く、且つ、実際のライトを含む周辺画像同士（上記基準画像と上記比較画像）は、車両であることを考慮すれば、フェンダーやピラー等のライトに近接する部材の存在により非対称な画像として捉えられる場合も少なくないからである。

[0014] なお、前記基準画像作成部は、前記基準画像としては、前記一方の頭部候補を含む周辺画像を、前記一方の頭部候補のみからなる画像として作成し、前記対象物判定部は、前記比較画像としては、前記他方の頭部候補を含む周

辺画像を、前記他方の頭部候補のみからなる画像として作成し、前記他方の頭部候補のみからなる画像と前記一方の頭部候補のみからなる画像の対称性に基づき、少なくとも2つの前記頭部候補が歩行者同士であるのか車両であるのかを判定するようにしてもよい。

[0015] ここで、実際に頭部である頭部候補のみからなる画像は、頭部自体の画像又は頭部の外接四角形画像（「1」値からなる領域の頭部以外の部分は、「0」値であるので、結局、頭部のみの画像となる。）を意味し、実際にライトである頭部候補のみからなる画像は、ライト自体の画像又はライトの外接四角形画像（「1」値からなる領域のライト以外の部分は、「0」値であるので、結局、ライトのみの画像となる。）を意味する。

[0016] 上記のように、頭部は丸みをおびた左右対称に近い形状をしており、ライトは左右非対称の角形状のライトも少なからず存在することから、このような形状同士の比較の場合には、歩行者同士であるのか車両同士であるのかを精度よく区別することができる。

[0017] また、前記基準画像作成部は、抽出された少なくとも2つの前記頭部候補のうち、一方の頭部候補を含む周辺画像を基準画像として作成すると共に、前記基準画像を左右反転した反転画像を作成し、前記対象物判定部は、他方の頭部候補を含む周辺画像を比較画像とし、前記比較画像に対する前記基準画像及び前記反転画像のそれぞれの一致性に基づき、少なくとも2つの前記頭部候補が歩行者同士であるのか車両であるのかを判定するようにしてもよい。

[0018] この発明によれば、他方の頭部候補に係る比較画像と、一方の頭部候補に係る基準画像及び反転画像の一致性に基づき、一致性が高ければ、歩行者同士であり、一致性が低ければ、車両であると精度よく区別することができる。

[0019] その理由は、上述したように、歩行者は、概ね、頭部を左右に2分する垂直線に対して対象な形状を有しているのに対し、赤外線カメラにより歩行者の頭部と誤認識され易いライトを備える車両は、前記ライトを2分する垂直

線に対して非対象な形状になっている場合が多いからである。

[0020] この場合、前記基準画像作成部は、前記周辺画像には、前記頭部候補の他に、他の特徴部分を含むように、前記基準画像を作成することで、より精度よく区別することができる。

[0021] この場合において、前記他の特徴部分は、前記頭部候補に対して、前記頭部候補の左右方向どちらかにオフセットした略垂直方向のエッジ部分とすると、より確実に精度よく歩行者同士と車両とを区別することができる。

なお、前記対象物判定部は、少なくとも2つの前記頭部候補が前記歩行者同士であるか前記車両の左右に装着されたライトであるかを判定する。

[0022] この発明によれば、少なくとも2人並んでいる歩行者と、ライトを点灯している車両と、を精度よく区別することができる。その結果、車両を歩行者であると誤検知する頻度を低くすることができる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]この発明の一実施形態に係る車両周辺監視装置の構成を示すブロック図である。

[図2]図1に示す車両周辺監視装置が搭載された車両の模式図である。

[図3]車両周辺監視装置の画像処理ユニットによる動作を説明するフローチャートである。

[図4]並んだ歩行者の2値画像の模式図である。

[図5]車両の2値画像の模式図である。

[図6]図3のフローチャート中、対象物判定処理の詳細な動作を説明するフローチャートである。

[図7]一方の歩行者を基準とした他方の歩行者の一致度算出の説明図である。

[図8]車両の一方のライト側を基準とした他方のライト側の一致度算出の説明図である。

[図9]変形例に係る車両周辺監視装置が搭載された車両の模式図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、この発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0025] 図1は、この発明の一実施形態に係る車両周辺監視装置10の構成を示すブロック図である。図2は、図1に示す車両周辺監視装置10が搭載された車両（自車両ともいう。）12の模式図である。

[0026] 図1及び図2において、車両周辺監視装置10は、該車両周辺監視装置10を制御する画像処理ユニット14と、この画像処理ユニット14に接続される単一（単眼）の赤外線カメラ16（撮像装置）と、車両12の車速 V_s を検出する車速センサ18と、運転者によるブレーキペダルの操作量（ブレーキ操作量） B_r を検出するブレーキセンサ20と、車両12のヨーレート Y_r を検出するヨーレートセンサ22と、音声で警報等を発するためのスピーカ24と、赤外線カメラ16により撮影された画像を表示し、接触の危険性が高い歩行者等の対象物（移動対象物、監視対象物）を車両12の運転者に認識させるためのHUD（Head Up Display）26a等を含む画像表示装置26と、を備える。

[0027] 画像表示装置26としては、HUD（ヘッドアップディスプレイ）26aに限らず、車両12に搭載されたナビゲーションシステムの地図等を表示するディスプレイや、メータユニット内等に設けられた燃費等を表示するディスプレイ（マルチインフォメーションディスプレイ）を利用することができる。

[0028] 画像処理ユニット14は、車両12の周辺の赤外線画像と車両の走行状態を示す信号（ここでは、車速 V_s 、ブレーキ操作量 B_r 及びヨーレート Y_r ）とから、車両前方の歩行者等の監視対象物を検出し、当該監視対象物との接触の可能性が高いと判断したときにスピーカ24から警報（例えば、ピッ、ピッ、…となる音）を発すると共に、HUD26a上にグレースケール表示される撮像画像の中の監視対象物を、黄色や赤色等の目立つ色枠で囲って強調表示する。このようにして、運転者の注意を喚起する。

[0029] ここで、画像処理ユニット14は、入力アナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路等の入力回路と、デジタル化した画像信号を記憶する画像メモリ（記憶部14m）と、各種演算処理を行うCPU（中央処理装置

) 14cと、CPU14cが演算途中のデータを記憶するために使用するRAM(Random Access Memory)やCPU14cが実行するプログラムやテーブル、マップ及びテンプレート{歩行者(人体)形状テンプレート等}を記憶するROM(Read Only Memory)等の記憶部14mと、クロック(時計部)及びタイマ(計時部)と、スピーカ24の駆動信号と画像表示装置26の表示信号等を出力する出力回路等を備えており、赤外線カメラ16、ヨーレートセンサ22、車速センサ18、及びブレーキセンサ20の各出力信号は、デジタル信号に変換されてCPU14cに入力されるように構成されている。

[0030] 画像処理ユニット14のCPU14cは、これらデジタル信号を取り込み、テーブル、マップ、及びテンプレート等を参照しながらプログラムを実行することで、各種機能手段(機能部ともいう。)として機能し、スピーカ24及び画像表示装置26に駆動信号(音声信号や表示信号)を送出する。これらの機能は、ハードウェアにより実現することもできる。

[0031] この実施形態において、画像処理ユニット14は、それぞれ詳細を後述する頭部候補抽出部101、基準画像作成部102、対象物判定部103、接触可能性判定部106、及び注意喚起出力生成判定部108等の前記機能部を有する。

[0032] なお、画像処理ユニット14は、基本的には、赤外線カメラ16により撮像して取得した画像と、記憶部14mに記憶されている人体形状、動物形状、車両形状、及び電柱を含む支柱等の人工構造物形状等の模式的なテンプレートと比較して物体を認識(区別)する物体認識(物体区別)処理(物体検知処理)プログラムを実行する。

[0033] 図2に示すように、赤外線カメラ16は、車両12の前部バンパー部に、光軸が車軸と平行に配置されており、撮像対象(物体)の温度が高いほど、その出力信号(撮像信号)レベルが高くなる(輝度が増加する)特性を有している。

また、HUD26aは、車両12のフロントウインドシールド上、運転者

の前方視界を妨げない位置に表示画面が表示されるように設けられている。

[0034] ここで、画像処理ユニット14は、赤外線カメラ16から出力される映像信号を、数十ms、例えば、1秒/30フレーム [ms] のフレームクロック間隔・周期毎にデジタルデータに変換して記憶部14m (画像メモリ) に取り込み、記憶部14mに取り込んだ車両前方の画像に対して各種演算処理を行う上述した機能を有する。

[0035] 頭部候補抽出部101は、記憶部14mに取り込んだ車両前方の前記画像から歩行者及び車両 (他車両) 等の監視対象物の画像部分を抽出し、抽出した画像部分に基づき、略水平方向に存在する少なくとも2つの頭部候補を抽出する。

[0036] 基準画像作成部102は、頭部候補抽出部101により抽出された少なくとも2つの前記頭部候補のうち、一方の頭部候補の周辺画像を基準画像として作成すると共に、前記基準画像を左右反転した反転画像を作成する。

[0037] 対象物判定部103は、少なくとも2つの前記頭部候補のうち、他方の頭部候補の周辺画像を比較画像とし、前記比較画像に対する一方の前記頭部候補から作成された前記基準画像及び前記反転画像のそれぞれの一致性に基づき、少なくとも2つの前記頭部候補が歩行者同士であるのか車両であるのかを判定する。

[0038] 注意喚起出力生成判定部108は、前記フレームクロック間隔・周期 (所定時間間隔) をもって撮像された画像間における同一の監視対象物の画像部分の大きさの変化率Rateを算出し、さらに前記変化率Rateを用いて監視対象物が車両12に到達するまでの時間Tを推定すると共に、監視対象物の実空間における位置を算出し、監視対象物の実空間における移動ベクトルを算出する。

[0039] 監視対象物が車両12に到達するまでの時間 (接触余裕時間ともいう。) TTC、換言すれば、車両12が監視対象物に接触するまでの時間TTCは、前記変化率Rate (画像から求める。) と、所定時間間隔である撮像間隔 (フレームクロック周期) dT (既知) とから、公知の要領にて、次の (

1) 式により求めることができる。

$$TTC = dT \times Rate / (1 - Rate) \quad \dots (1)$$

[0040] なお、変化率 $Rate$ は、監視対象物の前回の撮像時の画像中の監視対象物の幅又は長さ $W0$ (それぞれ画素数で記憶しておけばよい。) と、今回の撮像時の画像中の同一監視対象物の幅又は長さ $W1$ (画素数) との比 ($Rate = W0 / W1$) で求めることができる。

[0041] また、監視対象物までの距離 Z は、前記 (1) 式の両辺に車速 Vs を乗じた次の (2) 式により求めることができる。なお、車速 Vs は、より正確には、監視対象物と車両 12 間の相対速度とされる。監視対象物が停止している場合には、相対速度は、車速 Vs に等しい。

$$Z = Rate \times Vs \times dT / (1 - Rate) \quad \dots (2)$$

[0042] さらに、注意喚起出力生成判定部 108 は、算出した前記接触余裕時間 TTC と、所定時間間隔をもって撮像された前記画像間における同一の監視対象物の画像部分の位置変化量 Δx (水平方向), Δy (垂直方向) を算出し、算出した位置変化量 (移動ベクトル) Δx , Δy と、に基づいて監視対象物と車両 12 との接触可能性を判定する。

[0043] 基本的には以上のように構成され、且つ動作するこの実施形態に係る車両周辺監視装置 10 の詳細な動作について、図 3 のフローチャートを参照しながら説明する。

[0044] まず、ステップ $S1$ において、画像処理ユニット 14 は、車速センサ 18 により検出される車速 Vs 等から車両 12 の走行状態 (走行中か停車中) を判定し、停車中 (ステップ $S1$: NO) である場合には、処理を停止する。

[0045] 走行中 (ステップ $S1$: YES) である場合、ステップ $S2$ において、画像処理ユニット 14 は、赤外線カメラ 16 によりフレーム毎に撮像された車両前方の所定画角範囲のフレーム毎の出力信号である赤外線画像を取得し、A/D 変換したグレースケール画像を画像メモリ (記憶部 14 m) に格納すると共に、格納したグレースケール画像の 2 値化処理を行う。

[0046] 2 値化処理を行って、歩行者の頭部候補、歩行者の腕を含む胴体候補、及

び脚候補を検出（抽出）することができる。そして、脚候補の下端を結んだ略水平線を道路面との接地点とすることができる。なお、異なる閾値で2値化処理を行うことで、頭部候補と、胴体候補等頭部候補以外の人体部分と、背景（環境温度）に分けた3値化も可能である。

[0047] 人の頭部は、表面温度が高く丸みを帯びた形状をしているので、赤外線カメラ16により取得したグレースケール画像の2値化画像から頭部候補を容易に抽出することができる。

[0048] ここでは、例として、第1輝度閾値 T_{h1} より明るい高輝度領域 R_2 （単に、領域 R_2 ともいう。）を「2」とし、第1輝度閾値 T_{h1} より暗く第2輝度閾値 T_{h2} （ $T_{h2} < T_{h1}$ ）より明るい領域 R_1 を「1」とする2値化処理を行い、さらに、第2輝度閾値 T_{h2} より暗い領域 R_0 を「0」する2値化処理を行って、全体として3値化画像への変換処理を行い、変換した3値化画像を前記フレームに対応させてフレーム毎に記憶部14mに格納する。

[0049] 図4は、記憶部14mに格納された画像を示している。この2値化処理に基づく3値化処理では、輝度閾値の選び方によるが、並んでいる歩行者 P_a 、 P_b （人体、人）の場合には、最も高輝度の頭部50a、50bは、ハッチングした形状で示す領域 R_2 とされ、次に高輝度の腕を含む胴体52a、52bと脚54a、54bとは白抜きで形状を示す領域 R_1 とされ、環境温度に対応する最も低輝度の背景は領域 R_0 とされる。なお、脚54a、54bの下端により歩行者 P_a 、 P_b の道路面56との接地点を検出することができる。歩行者 P_a 、 P_b の接地点同士は、それぞれ上下にずれていてもこの発明を実施することができる。

[0050] なお、歩行者 P_a 、 P_b 、頭部50a、50b、胴体52a、52b、及び脚54a、54bは、後述するステップS4にて、そのように判定（同定）される前は、それぞれ候補であるので、歩行者候補 P_a 、 P_b 、頭部候補50a、50b、胴体候補52a、52b、及び脚候補54a、54bという。

[0051] 次に、ステップS 3にて、検出された歩行者候補P a、P bの頭部候補5 0 a、5 0 bは、道路面5 6からの高さ範囲が所定高さ範囲内にあり、且つ頭部候補5 0 a、5 0 b間の距離が所定距離範囲内にあるので、並んでいる歩行者候補P C Xと推定されてそれぞれランレングスデータとされラベル付けされて記憶される（ラベリング処理がなされる）。この場合、処理対象画像として、歩行者候補P C X（歩行者候補P aと歩行者候補P bとからなる。）の外接四角形を含む、余裕を見たより大きな四角形状の画像が記憶される。そして、歩行者候補P C Xの外接四角形を含むより大きな四角形状の画像は、必要に応じて、画像処理がし易いように、フレーム毎に同一大きさの画像に変換される。

[0052] 一方、図5に示すように、ステップS 2の2値化処理にて、車両C a rの場合には、それぞれ点灯しているヘッドライト（対向車）又はテールライト（前走車）等の左右両端側にあるライト7 0 a、7 0 bと、車両C a rのフロントグリル（対向車）又は排気管部（前走車）等の中央下部7 2と、左右のタイヤ7 4 a、7 4 bとは、形状にハッチングした高輝度領域R 2とされる。

その他の車体部分は、環境温度によるが、環境温度が車体部分より低い場合には、白抜きで形状を示す領域R 1とされ、背景は領域R 0とされる。

なお、タイヤ7 4 a、7 4 bの接地点により道路面5 6を検出することができる。

[0053] 実際上は、2値化処理にて、水平方向に並ぶ2つの高輝度領域のライト7 0 a、7 0 bを検出したとき、ライト7 0 a、7 0 bの上方では、所定面積の水平方向に延びる四角形のマスク範囲を上下に移動させ、このマスク内のグレースケール画像から同値が連続する部分をルーフ（及びルーフエッジ）として検出することができ、ライト7 0 a、7 0 bの側方では、垂直方向に延びる四角形のマスク範囲内のグレースケール画像から同値が連続する部分をピラー（ピラーエッジ）やフェンダー（フェンダーエッジ）として検出（抽出）することができる。

[0054] このようにして検出されたライト70a、70bは道路面56からの高さが前記頭部50a、50bと誤検知する可能性の有る所定高さ範囲にあり、且つライト70a、70b間の距離が所定距離範囲間にあるので、ライト70a、70bは、頭部候補とされ（ステップS4にて、ライト70a、70bと判定される前には、ライト70a、70bを頭部候補70a、70bともいう。）、並んで歩行している歩行者候補PCYと推定されてランレングスデータとされラベル付けされて記憶される。

[0055] すなわち、ステップS3のラベリング処理がなされる。この場合において、1枚の画像としては、歩行者候補PCYの外接四角形を含むより大きな四角形状の画像が処理対象画像として記録される。この場合にも、歩行者候補PCYの外接四角形を含むより大きな四角形状の画像が、処理がし易いように、フレーム毎に同一大きさの処理対象画像に変換される。

[0056] ステップS2及びステップS3の頭部候補抽出部101による処理により、頭部候補50a、50bを備え並んでいる歩行者候補PCX（図4）、又は頭部候補70a、70bを備え並んでいる歩行者候補PCY（図5）が検出される。

[0057] 次いで、ステップS4において、歩行者候補PCX及び歩行者候補PCYに対する対象物判定処理、すなわち、歩行者候補PCX及び歩行者候補PCYが、実際に並んで歩行している歩行者Pa、Pb同士であるのか、又はライト70a、70bを備える車両Carであるのかの判定がなされる。

図6は、ステップS4の対象物判定処理の詳細フローチャートを示している。

まず、ステップS4aにて基準画像作成部102により基準画像作成処理を行う。

[0058] 図7に示すように、この基準画像作成処理では、歩行者候補PCXを構成する歩行者候補Pa、Pbのうちのいずれか一方、この実施形態では左側の歩行者候補Paの頭部候補50aと、他の特徴部分である胴体候補52aの垂直方向の一部のエッジ58と、を含む所定範囲の周辺画像を基準画像（基

準マスク) M_{pr} として作成する(切り出す)と共に、この基準画像 M_{pr} を左右反転した基準画像である頭部候補 $50a'$ とエッジ $58'$ とからなる反転画像(反転マスク) M_{pi} を作成する。

- [0059] なお、基準画像 M_{pr} は、歩行者候補 P_a ($50a$ 、 $52a$ 、 $54a$)、 P_b ($50b$ 、 $52b$ 、 $54b$)全体を、高輝度領域「1」として抽出し、背景を「0」とする2値画像から作成することもできる。
- [0060] 次に、ステップ $S4b$ にて、対象物判定部103による歩行者候補 P_CX が2人並んだ歩行者同士であるのか車両であるのかの切り分け処理(判定処理、一致度(類似度)算出処理)がなされる。
- [0061] このステップ $S4b$ では、図7に示すように、他の歩行者候補 P_b の頭部候補 $50b$ を含む周辺画像を比較画像 M_{pc} とする。比較画像 M_{pc} は、前記基準画像 M_{pr} 及び反転画像 M_{pi} の大きさと、同一の大きさに設定している。
- [0062] そして、他の歩行者候補 P_b の頭部候補 $50b$ を含めた、基準画像 M_{pr} の領域よりも広い領域を探索範囲(走査範囲)60とし、この探索範囲60内において、例えば、左上から左下まで、基準画像 M_{pr} 及び反転画像 M_{pi} を1画素ずつずらしながら(走査しながら)比較計算し、各比較計算位置において、比較画像 M_{pc} と基準画像 M_{pr} の一致度を算出すると共に、比較画像 M_{pc} と反転画像 M_{pi} の一致度を算出する。一致度は、例えば、各走査位置において、比較画像 M_{pc} と基準画像 M_{pr} (グレースケール画像同士、2値画像同士、又は3値画像同士)の対応する画素の画素値の差の自乗の総和、及び比較画像 M_{pc} と反転画像 M_{pi} (グレースケール画像同士、2値画像同士、又は3値画像同士)の対応する画素の画素値の差の自乗の総和、あるいは前記総和の逆数を計算する。
- [0063] 図7に示した歩行者候補 P_CX の場合には、歩行者候補 P_a と歩行者候補 P_b との頭部候補 $50a$ 、 $50b$ の形状は極めて類似しており、且つ歩行者候補 P_a 、 P_b は、頭部候補 $50a$ 、 $50b$ をそれぞれ左右に2分する垂直線に対して対象な形状を有しているので、左側の歩行者候補 P_a で作成され

た基準画像M p r及び反転画像M p iと、右側の歩行者候補P bから切り出される比較画像M p cとの一致度が、両方とも、極めて高くなる位置（比較位置又は走査位置）が存在する。

[0064] この場合、ステップS 4 bの判定にて、基準画像M p r及び反転画像M p iの両方に対して、探索範囲6 0内で一致度（類似度）が閾値より高くなる（大きくなる）比較位置が存在するので（ステップS 4 b：YES）、ステップS 4 cにて、歩行者候補P C Xを並んでいる歩行者P a、P bと判定する。

一方、上記のステップS 4 aでは、略同時に、基準画像作成部1 0 2により、実際には車両C a rである歩行者候補P C Yに対しても基準画像作成処理を行う。

[0065] 図8に示すように、この基準画像作成処理では、歩行者候補P C Yを構成する頭部候補7 0 a、7 0 bのうちのいずれか一方、この実施形態では左側の頭部候補7 0 aと、他の特徴部分である車両C a rのリアフェンダー（この場合、左側のリアフェンダー）の垂直方向の一部のエッジ6 2と、を含む所定範囲の周辺画像を基準画像（基準マスク）M c rとして作成する（切り出す）と共に、この基準画像M c rを左右反転した基準画像である頭部候補7 0 a' とエッジ6 2' とからなる反転画像（反転マスク）M c iを作成する。

[0066] なお、歩行者候補P C Yの場合、2値画像により基準画像M c rを作成する場合には、上述したように、例えば、頭部候補7 0 a、7 0 bを検出したときに、その水平方向左側又は右側の所定範囲にフェンダーに対応する垂直方向に延びる長い直線状を呈する部分をグレースケール画像から抽出して作成すればよい。

[0067] 次いで、ステップS 4 bにて、歩行者候補P C Xに対して行った処理と同様に、対象物判定部1 0 3による歩行者候補P C Yが2人並んだ歩行者同士であるのか車両であるのかの切り分け処理（判定処理、一致度（類似度）算出処理）がなされる。

- [0068] このステップS4bでは、図8に示すように、他の頭部候補70bを含む周辺画像を比較画像Mccとする。比較画像Mccは、前記基準画像Mcr及び反転画像Mciの大きさと、同一の大きさに設定している。
- [0069] そして、他の頭部候補70bを含めた、基準画像Mcrの領域よりも広い領域を探索範囲（走査範囲）70とし、この探索範囲66内において、例えば、左上から左下まで、基準画像Mcr及び反転画像Mciを1画素ずつずらしながら（走査しながら）比較計算し、各比較計算位置において、比較画像Mccと基準画像Mcrの一致度を算出すると共に、比較画像Mccと反転画像Mciの一致度を算出する。一致度は、上述したように、例えば、各走査位置において、比較画像Mccと基準画像Mcr（グレースケール画像同士、2値画像同士、又は3値画像同士）、又は比較画像Mccと反転画像Mci（グレースケール画像同士、2値画像同士、又は3値画像同士）の対応する画素の画素値の差の自乗の総和、あるいは前記総和の逆数を計算する。
- [0070] 図8に示した歩行者候補PCYの場合には、頭部候補70aと頭部候補70bの形状が、それほどには類似していなく、且つ、基準画像Mcrにおける頭部候補70aとエッジ62との関係が、比較画像Mccでは成立しないので、探索範囲66内で、反転画像Mciと比較画像Mccとの間では一致度がきわめて高くなる位置（比較位置又は走査位置）が存在するが、基準画像Mcrと比較画像Mccとの間では、探索範囲66のどの位置であっても、一致度が、そこまでは高くない。
- [0071] よって、ステップS4bの判定にて、基準画像Mcr及び反転画像Mciのいずれか一方に対してのみしか、探索範囲60内で一致度（類似度）が閾値より高くなる（大きくなる）比較位置が存在しないので（ステップS4b:NO）、ステップS4dにて、歩行者候補PCYを正しく車両Carと判定することができる。
- [0072] このようにして、ステップS4a～S4dからなるステップS4の対象物判定処理を終了した後、図3のステップS5にて、ステップS4c、4dの

判定結果に基づき、車両C a rと判定された歩行者候補P C Yは、並んだ歩行者ではないとみなして、以降の処理対象から除外する（ステップS 5 : N O）。

[0073] ステップS 5にて、歩行者P a、P bと判定された（ステップS 5 : Y E S）歩行者候補P C Xに対し、ステップS 6にて、接触可能性判定部1 0 6により、ステップS 4で検知した歩行者候補P C Xを有する歩行者P a、P bと車両（自車両）1 2との接触可能性について判定する。

[0074] すなわち、上述したように、接触可能性は、歩行者P a、P bに対する、上述した（1）式の各接触余裕時間T T Cと歩行者P a、P bの各移動ベクトルとを考慮し（距離Zも考慮してもよい。）、さらに、ブレーキセンサ2 0、車速センサ1 8、及びヨーレートセンサ2 2の各出力であるブレーキ操作量B r、車速V s、ヨーレートY rと、に基づき、車両1 2が歩行者P a、P bに接触する可能性があるかどうかを判定し、接触する可能性があるとして判定した場合（ステップS 6 : Y E S）には、ステップS 7において、注意喚起出力生成判定部1 0 8は、注意喚起出力を生成し、運転者の注意を喚起する（運転者に情報を提供する）。具体的には、グレースケール画像中の歩行者を目立つ色の枠等により強調表示してH U D 2 6 aに表示すると共に、スピーカ2 4を通じて警報を発生し、車両1 2の運転者に注意を喚起する。

[0075] ここでは、注意喚起出力生成判定部1 0 8はH U D 2 6 aの表示上で、歩行者P a、P bを、赤色又は黄色等の上述した目立つ色の枠で囲んで注意喚起を促す出力を生成する。

[実施形態のまとめ及び変形例]

[0076] 以上説明したように、上述した実施形態に係る車両周辺監視装置1 0は、車両1 2に搭載された単一の赤外線カメラ1 6により取得したグレースケール画像を用いて車両1 2の周辺の歩行者P a、P bを監視する。

[0077] 頭部候補抽出部1 0 1は、グレースケール画像から、略水平方向に存在する少なくとも2つの頭部候補5 0 a、5 0 bと2つの頭部候補7 0 a、7 0 bを抽出する。

[0078] 次に、基準画像作成部102は、少なくとも2つの頭部候補50a、50bを有する歩行者候補PCXのうち、一方の頭部候補50aの周辺画像を基準画像Mprとして作成すると共に、基準画像Mprを左右反転した反転画像Mpiを作成する。また、基準画像作成部102は、少なくとも2つの頭部候補70a、70bを有する歩行者候補PCYのうち、一方の頭部候補70aの周辺画像を基準画像Mcrとして作成すると共に、基準画像Mcrを左右反転した反転画像Mciを作成する。

[0079] そして、対象物判定部103は、他方の頭部候補50bの周辺画像を比較画像Mpcとし、比較画像Mpcに対する基準画像Mpr及び反転画像Mpiのそれぞれの一致性に基づき、少なくとも2つの頭部候補50a、50bが歩行者Pa、Pb同士であるのか車両Carであるのかを判定する。

[0080] また、対象物判定部103は、他方の頭部候補70bの周辺画像を比較画像Mccとし、比較画像Mccに対する基準画像Mcr及び反転画像Mciのそれぞれの一致性に基づき、少なくとも2つの頭部候補70a、70bが歩行者Pa、Pb同士であるのか車両Carであるのかを判定する。

[0081] この場合、他方の頭部候補50bに係る比較画像Mpcと、一方の頭部候補50aに係る基準画像Mpr及び反転画像Mpiの一致性に基づき、一致性が、閾値以上高ければ、歩行者Pa、Pb同士であり、一致性が低ければ、車両Carであると精度よく区別することができる。

[0082] 同様に、他方の頭部候補70bに係る比較画像Mccと、一方の頭部候補70aに係る基準画像Mcr及び反転画像Mciの一致性に基づき、一致性が、閾値以上高ければ、歩行者Pa、Pb同士であり、一致性が低ければ、車両Carであると精度よく区別することができる。

よって、車両Carを、並んで歩行する歩行者Pa、Pbと誤検知する頻度を低くすることができる。

[0083] なお、上述した実施形態では、基準画像作成部102は、少なくとも2つの頭部候補50a、50b（70a、70b）を有する歩行者候補PCX（PCY）のうち、一方の頭部候補50a（70a）の周辺画像を基準画像M

$p_r (M_c r)$ として作成すると共に、基準画像 $M_p r (M_c r)$ を左右反転した反転画像（左右反転画像） $M_p i (M_c i)$ を作成するようにしているがこれに限らず、基準画像作成部 102 は、一方の頭部候補 50 a (70 a) を含む周辺画像を基準画像 $M_p r (M_c r)$ として作成するのに止め、対象物判定部 103 は、他方の頭部候補 50 b (70 b) を含む周辺画像を比較画像 $M_p c (M_c c)$ とし、前記比較画像 $M_p c (M_c c)$ と前記基準画像 $M_p r (M_c r)$ の対称性に基づき、少なくとも 2 つの歩行者候補 $P_C X (P_C Y)$ が歩行者 P_a 、 P_b 同士であるのか車両 $C_a r$ であるのかを判定するようにしてもよい。

[0084] このように、基準画像 $M_p r (M_c r)$ の左右反転画像 $M_p i (M_c i)$ を作成しない場合であっても、頭部は丸みをおびた左右対称に近い形状をしており、ライトは左右非対称の角形状のライトも少なからず存在することから、このような形状同士（一方の頭部候補が左右対称、他方の頭部候補が左右非対称）の比較の場合には、歩行者 P_a 、 P_b 同士であるのか車両 $C_a r$ であるのかを、対称性を判断することのみで区別することができる。

[0085] この意味からは、さらに他の変形例として、基準画像作成部 102 は、基準画像 $M_p r (M_c r)$ を、一方の頭部候補 50 a (70 a) を含む周辺画像とするのではなく、前記一方の頭部候補 50 a (70 a) のみからなる画像として作成し、対象物判定部 103 は、前記比較画像 $M_p c (M_c c)$ を、他方の頭部候補 50 b (70 b) を含む周辺画像とするのではなく、他方の頭部候補 50 b (70 b) のみからなる画像とし、他方の頭部候補 50 b (70 b) のみからなる画像と前記一方の頭部候補 50 a (70 a) のみからなる画像の対称性に基づき、歩行者 P_a 、 P_b 同士であるのか車両 $C_a r$ であるのかを判定するようにしても、一定の区別が可能である。

[0086] なお、頭部候補 50 a のみからなる画像は、例えば、図 7 において、頭部 50 a 自体の画像又は頭部 50 a の外接四角形画像（「1」値からなる領域の頭部 50 a 以外の部分は、「0」値であるので、結局、頭部 50 a のみの画像となる。）を意味し、図 8 において、頭部候補 70 a のみからなる画像

は、ライト70a自体の画像又はライト70aの外接四角形画像（「1」値からなる領域のライト70a以外の部分は、「0」値であるので、結局、ライト70aのみの画像となる。）を意味する。

[0087] この場合において、基準画像作成部102は、前記周辺画像である基準画像Mpr（Mcr）には、頭部候補50a（70a）と、他の特徴部分としてのエッジ（輪郭）58（62）を含むようにすることで、より精度よく、歩行者Pa、Pbと車両Carとを区別することができる。エッジ58（62）は、頭部候補50a（70a）に対して、頭部候補50a（70a）の左右方向どちらかにオフセットした略垂直方向のエッジ部分とすれば、歩行者Paの胴体52aの縦エッジ、車両Carのフェンダーエッジあるいはピラーエッジを選択することができる。

なお、この発明は、上述の実施形態に限らず、この明細書の記載内容に基づき、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

[0088] 例えば、図9に示すように、車両12Aに搭載された左右一組の赤外線カメラ16R、16Lを備える車両周辺監視装置を用いてもよい。いわゆるステレオカメラとしての赤外線カメラ16R、16Lは、車両12Aの前部バンパー部に、車両12Aの車幅方向中心部に対して略対称な位置に配置されており、2つの赤外線カメラ16R、16Lの光軸が互いに平行であって、かつ両者の路面からの高さが等しくなるように固定されている。この左右一組の赤外線カメラ16R、16Lを備える車両周辺監視装置では、公知のように、左右一組の赤外線カメラ16R、16Lにより取得した自車両12A周辺の画像において温度が高い部分を対象物にすると共に、左右画像中の同一対象物の視差等を用いて三角測量の原理により前記対象物までの距離を算出し、前記対象物の移動方向（移動ベクトル）や前記対象物の位置から、車両（自車両）12Aの走行に影響を与えそうな対象物（接触の可能性のある対象物）を検出して注意喚起出力を出力する。

請求の範囲

[請求項1]

車両（12）に搭載された赤外線カメラ（16）により取得した画像を用いて前記車両（12）の周辺の歩行者（Pa, Pb）を監視する車両周辺監視装置（10）において、

前記画像から、略水平方向に存在する少なくとも2つの頭部候補（50a, 50b）又は（70a, 70b）を抽出する頭部候補抽出部（101）と、

抽出された少なくとも2つの前記頭部候補（50a, 50b）又は（70a, 70b）のうち、一方の頭部候補（50a又は70a）を含む周辺画像を基準画像（Mpr又はMcr）として作成する基準画像作成部（102）と、

他方の頭部候補（50b又は70b）を含む周辺画像を比較画像（Mpc又はMcc）とし、前記比較画像（Mpc又はMcc）と前記基準画像（Mpr又はMcr）の対称性に基づき、少なくとも2つの前記頭部候補（50a, 50b）又は（70a, 70b）が歩行者（Pa, Pb）同士であるのか車両（Car）であるのかを判定する対象物判定部（103）と、

を備えることを特徴とする車両周辺監視装置（10）。

[請求項2]

請求項1に記載の車両周辺監視装置（10）において、

前記基準画像作成部（102）は、

前記基準画像（Mpr又はMcr）として、前記一方の頭部候補（50a又は70a）を含む周辺画像を、前記一方の頭部候補（50a又は70a）のみからなる画像として作成し、

前記対象物判定部（103）は、

前記比較画像（Mpc又はMcc）として、前記他方の頭部候補（50b又は70b）を含む周辺画像を、前記他方の頭部候補（50b又は70b）のみからなる画像とし、前記他方の頭部候補（50b又は70b）のみからなる画像と前記一方の頭部候補（50a又は70

a)のみからなる画像の対称性に基づき、少なくとも2つの前記頭部候補（50a, 50b）又は（70a, 70b）が歩行者（Pa, Pb）同士であるのか車両（Car）であるのかを判定することを特徴とする車両周辺監視装置（10）。

[請求項3]

請求項1又は2に記載の車両周辺監視装置（10）において、前記基準画像作成部（102）は、

抽出された少なくとも2つの前記頭部候補（50a, 50b）又は（70a, 70b）のうち、一方の頭部候補（50a又は70a）を含む周辺画像を基準画像（Mpr又はMcr）として作成すると共に、前記基準画像（Mpr又はMcr）を左右反転した反転画像（Mpi又はMci）を作成し、

前記対象物判定部（103）は、

他方の頭部候補（50b又は70b）を含む周辺画像を比較画像（Mpc又はMcc）とし、前記比較画像（Mpc又はMcc）に対する前記基準画像（Mpr又はMcr）及び前記反転画像（Mpi又はMci）のそれぞれの一致性に基づき、少なくとも2つの前記頭部候補（50a, 50b）又は（70a, 70b）が歩行者（Pa, Pb）同士であるのか車両（Car）であるのかを判定することを特徴とする車両周辺監視装置（10）。

[請求項4]

請求項1又は3に記載の車両周辺監視装置（10）において、前記基準画像作成部（102）は、

前記周辺画像には、前記頭部候補（50a, 50b）又は（70a, 70b）の他に、他の特徴部分を含むように、前記基準画像（Mpr又はMcr）を作成する

ことを特徴とする車両周辺監視装置（10）。

[請求項5]

請求項4に記載の車両周辺監視装置（10）において、

前記他の特徴部分は、前記頭部候補（50a, 50b）又は（70a, 70b）に対して、前記頭部候補（50a, 50b）又は

(70 a, 70 b) の左右方向どちらかにオフセットした略垂直方向のエッジ (58 又は 62) 部分とする

ことを特徴とする車両周辺監視装置 (10)。

[請求項6]

請求項1～5のいずれか1項に記載の車両周辺監視装置 (10) において、

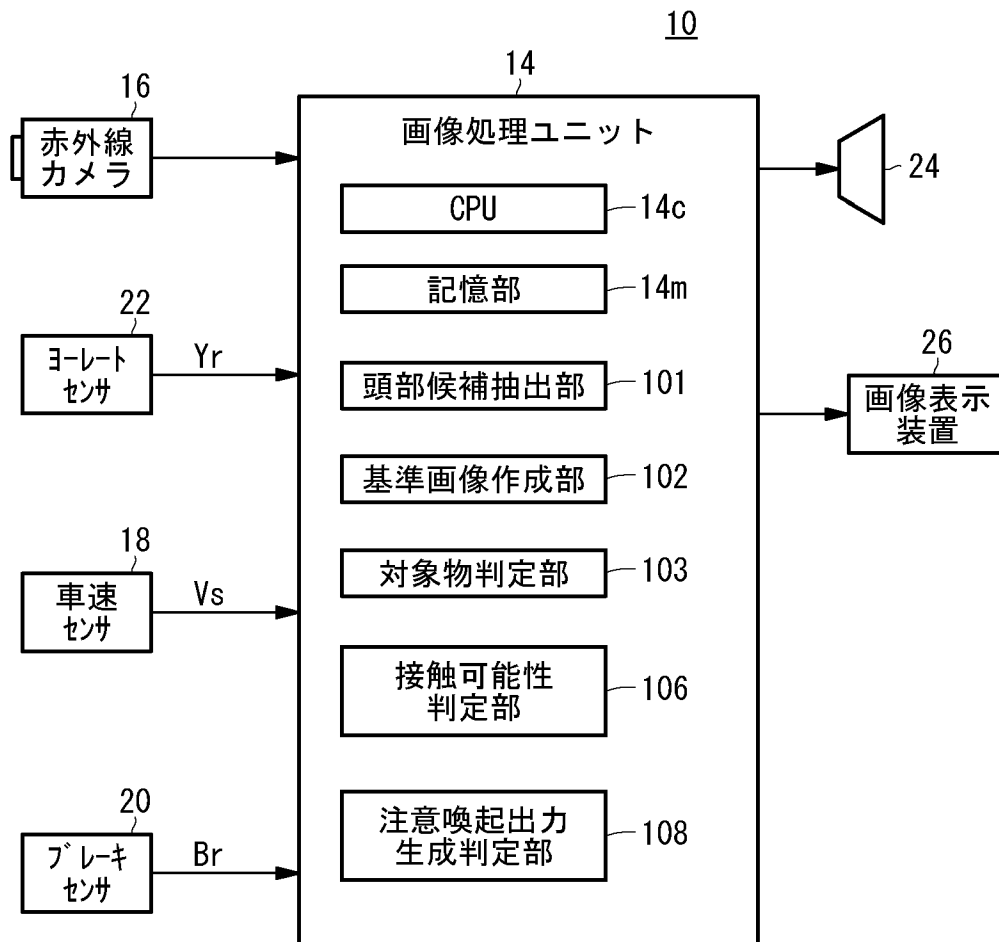
前記対象物判定部 (103) は、

少なくとも2つの前記頭部候補 ((50 a, 50 b) 又は (70 a, 70 b)) が前記歩行者 (P a, P b) 同士であるか前記車両 (C a r) の左右に装着されたライト (70 a, 70 b) であるかを判定する

ことを特徴とする車両周辺監視装置 (10)。

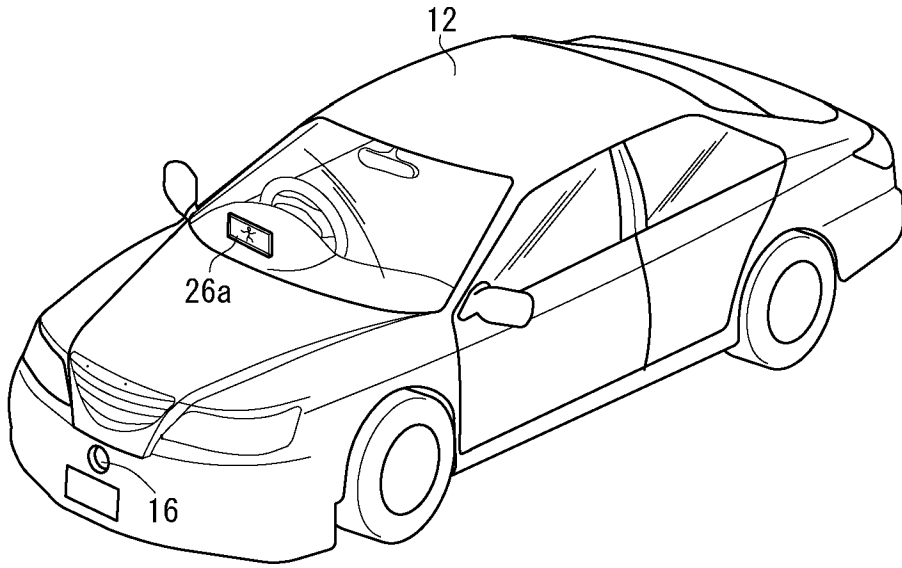
[図1]

FIG. 1



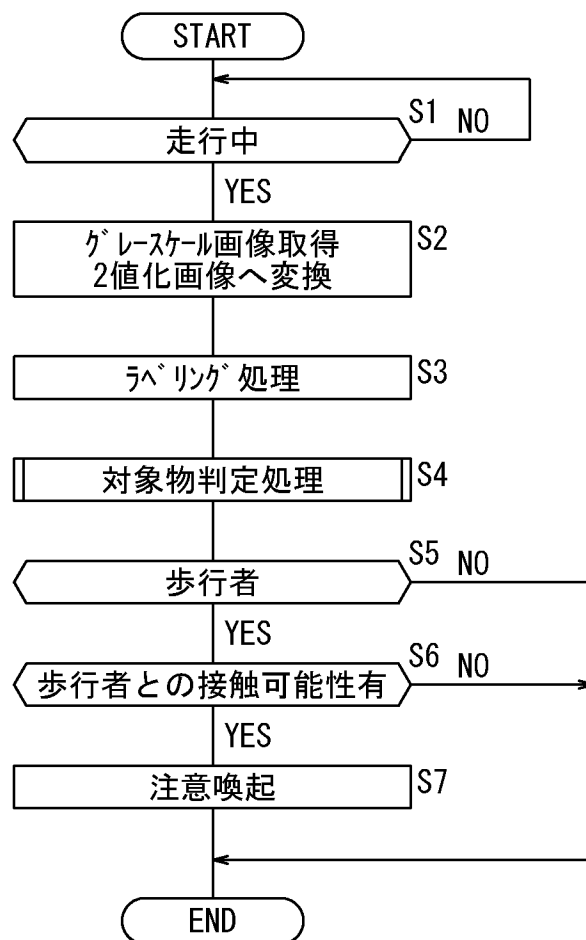
[図2]

FIG. 2



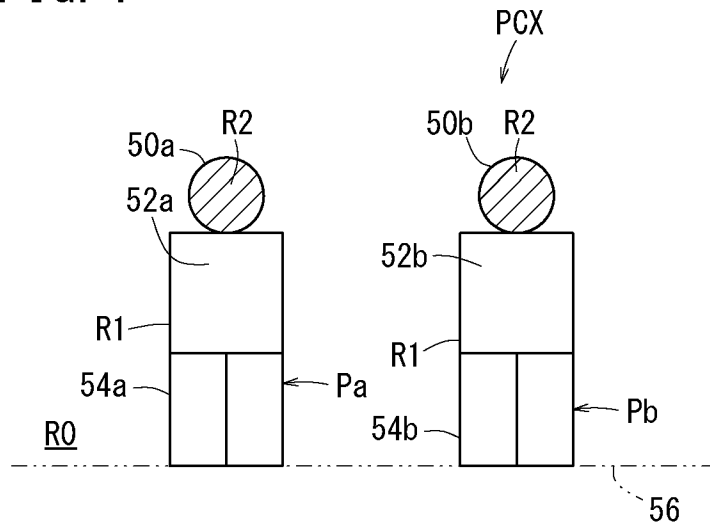
[図3]

FIG. 3



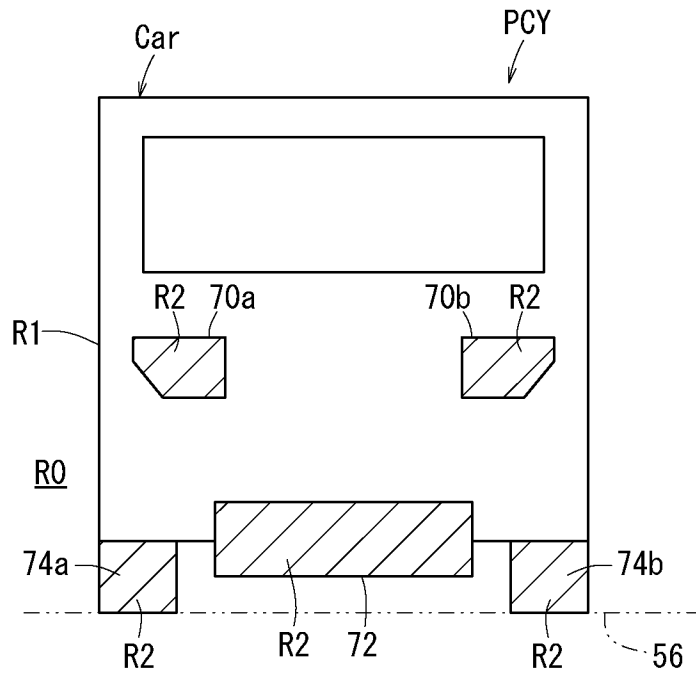
[図4]

FIG. 4



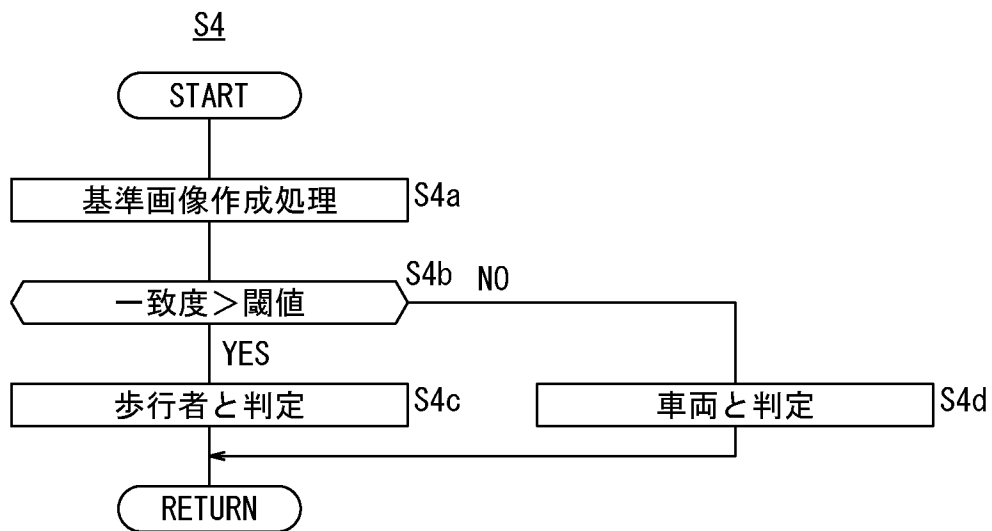
[図5]

FIG. 5



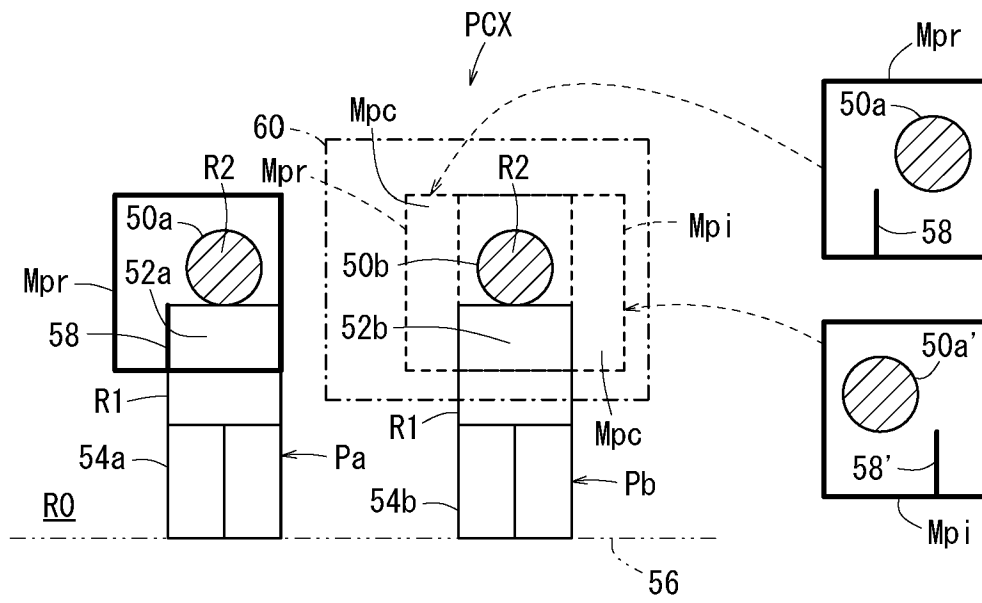
[図6]

FIG. 6



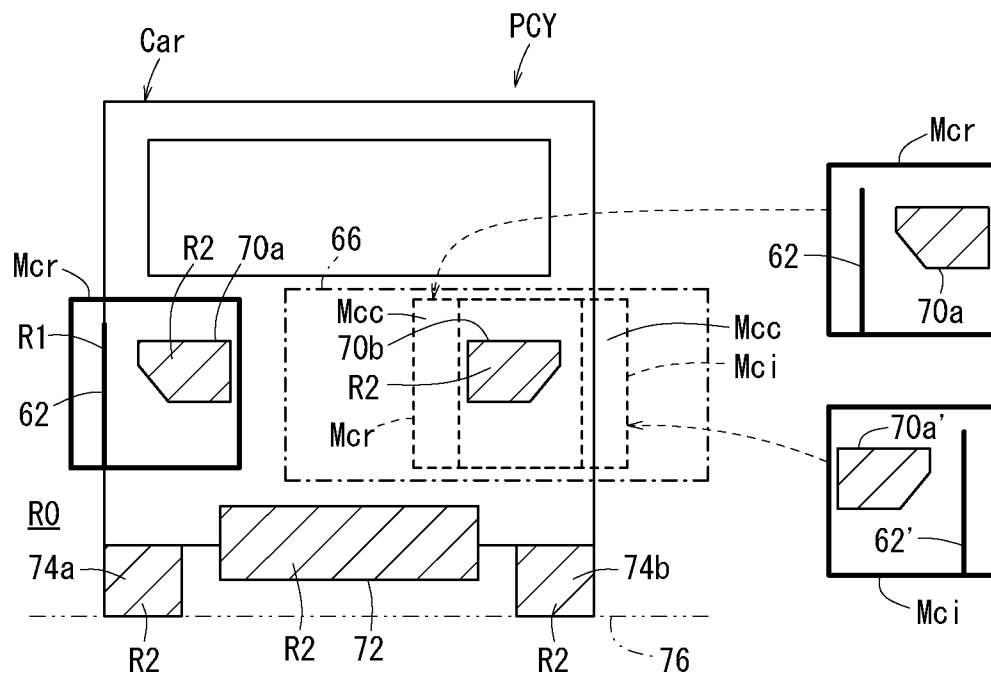
[図7]

FIG. 7



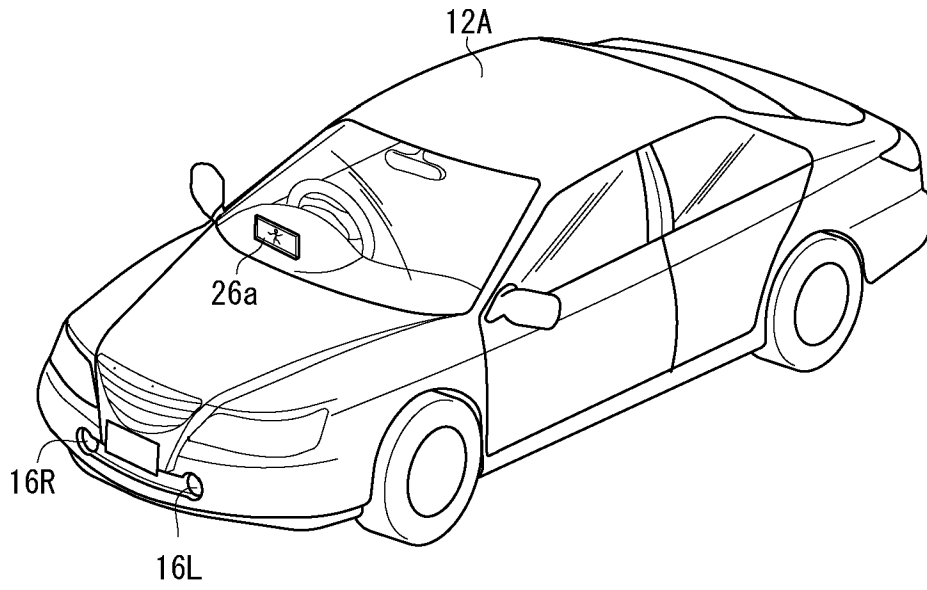
[図8]

FIG. 8



[図9]

FIG. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/050312

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G08G1/16(2006.01) i, G06T1/00(2006.01) i, G06T7/60(2006.01) i, H04N7/18(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G08G1/16, G06T1/00, G06T7/60, H04N7/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-37476 A (Honda Motor Co., Ltd.), 19 February 2009 (19.02.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2004-348645 A (Honda Motor Co., Ltd.), 09 December 2004 (09.12.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
18 February, 2013 (18.02.13)

Date of mailing of the international search report
05 March, 2013 (05.03.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G08G1/16(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T7/60(2006.01)i, H04N7/18(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G08G1/16, G06T1/00, G06T7/60, H04N7/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2013年
 日本国実用新案登録公報 1996-2013年
 日本国登録実用新案公報 1994-2013年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-37476 A (本田技研工業株式会社) 2009.02.19, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2004-348645 A (本田技研工業株式会社) 2004.12.09, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 18.02.2013	国際調査報告の発送日 05.03.2013
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 根本 徳子	3H	3121
	電話番号 03-3581-1101 内線 3316		