

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4970926号
(P4970926)

(45) 発行日 平成24年7月11日(2012.7.11)

(24) 登録日 平成24年4月13日(2012.4.13)

(51) Int.Cl.

F I

G O 8 G 1/16 (2006.01)

B 6 O R 21/00 (2006.01)

G O 6 T 1/00 (2006.01)

H O 4 N 5/225 (2006.01)

B 6 O R 1/00 (2006.01)

G O 8 G 1/16 C

B 6 O R 21/00 6 2 4 C

G O 6 T 1/00 3 3 O B

H O 4 N 5/225 C

B 6 O R 1/00 A

請求項の数 4 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2006-349746 (P2006-349746)
 (22) 出願日 平成18年12月26日(2006.12.26)
 (65) 公開番号 特開2007-213561 (P2007-213561A)
 (43) 公開日 平成19年8月23日(2007.8.23)
 審査請求日 平成19年9月28日(2007.9.28)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-7019 (P2006-7019)
 (32) 優先日 平成18年1月16日(2006.1.16)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005326
 本田技研工業株式会社
 東京都港区南青山二丁目1番1号
 (74) 代理人 100077805
 弁理士 佐藤 辰彦
 (74) 代理人 100081477
 弁理士 堀 進
 (74) 代理人 100099690
 弁理士 鷲 健志
 (74) 代理人 100109232
 弁理士 本間 賢一
 (74) 代理人 100125210
 弁理士 加賀谷 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両周辺監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両に搭載された単一の撮像手段により撮像された画像から、該車両周辺の監視対象物を検出する車両周辺監視装置において、

前記撮像手段により撮像された画像から、監視対象物の画像部分を抽出する監視対象物抽出手段と、

所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された同一の監視対象物の画像部分の大きさの変化率を算出する変化率算出手段と、

前記所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された同一の監視対象物の画像部分の位置変化量を算出する位置変化量算出手段と、

所定時点から前記所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された同一の監視対象物の画像部分について、前記変化率算出手段により算出された該画像部分の大きさの変化率が該画像部分の拡大を示すものであり、且つ、前記位置変化量算出手段により算出された該画像部分の位置変化量が所定の位置変化閾値以下であるときに、監視対象物と前記車両との接触可能性が高いと判断する接触判定手段とを備え、

前記監視対象物抽出手段は、前記撮像手段により撮像された画像から抽出する監視対象物の画像部分を、該撮像された画像を各画素の輝度に応じて2値化処理して生成した2値

10

20

画像から抽出したものとし、

前記変化率算出手段は、画像部分が同一の監視対象物の画像部分であることを、画像部分の面積の変化率に基づいて判定するとともに、前記大きさの変化率として画像部分の面積の変化率を用いることを特徴とする車両周辺監視装置。

【請求項 2】

前記変化率に基づいて、監視対象物が前記車両に到達するまでの時間である自車両到達時間を推定する到達時間推定手段を備え、

前記接触判定手段は、所定時点から前記所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された同一の監視対象物の画像部分について、前記変化率算出手段により算出された該画像部分の大きさの変化率が該画像部分の拡大を示すものであり、且つ、前記位置変化量算出手段により算出された該画像部分の位置変化量が所定の位置変化閾値以下であり、且つ、前記到達時間推定手段により推定された前記自車両到達時間が所定時間以下であるときに、監視対象物と前記車両との接触可能性が高いと判断することを特徴とする請求項 1 記載の車両周辺監視装置。

【請求項 3】

前記車両と監視対象物間の距離を検出する測距手段と、

前記車両と監視対象物間の距離に応じて、前記位置変化閾値を設定する位置変化閾値設定手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の車両周辺監視装置。

【請求項 4】

前記位置変化閾値設定手段は、前記所定時点から前記所定間隔をもって前記撮像手段により監視対象物が撮像されたときに、前記測距手段により検出した各撮像時における前記車両と監視対象物間の距離と、前記車両の車幅又は車高と、前記撮像手段の焦点距離とに基づいて、前記位置変化閾値を設定することを特徴とする請求項 3 記載の車両周辺監視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に搭載された撮像手段により得られる画像から、車両周辺に所在する監視対象物を検出して、車両周辺を監視する車両周辺監視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、車両に 2 台のカメラを搭載し、各カメラにより撮像された車両周囲の画像から抽出された同一の監視対象物の画像部分のずれ（視差）に基づいて、三角測量の原理により監視対象物と車両との距離を検出するようにした車両周辺監視装置が提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0003】

かかる従来の車両周辺監視装置によれば、車両周辺の監視対象物と車両との距離を算出して、該距離により監視対象物の位置の画像座標から実空間座標への変換処理を行い、実空間における監視対象物の移動ベクトルを求めて、監視対象物と車両の接触可能性を判定している。

【0004】

しかし、このように視差に基づいて監視対象物との距離を検出する場合には、2 台のカメラを備えることによるコストアップを伴うと共に、両カメラの光軸調節を厳密に行わなければならない等の面倒な設置作業が必要となるという不都合があった。

【特許文献 1】特開 2001 - 6096 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明は上記不都合を解消し、車両に単一の撮像手段を備えた簡易な構成により、車両周辺の監視対象物と車両の接触可能性を判定することができる車両周辺監視装置を提供す

10

20

30

40

50

ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は上記目的を達成するためになされたものであり、車両に搭載された単一の撮像手段により撮像された画像から、該車両周辺の監視対象物を検出する車両周辺監視装置の改良に関する。

【0009】

そして、本発明は、前記撮像手段により撮像された画像から、監視対象物の画像部分を抽出する監視対象物抽出手段と、所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された同一の監視対象物の画像部分の大きさの変化率を算出する変化率算出手段と、前記所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された同一の監視対象物の画像部分の位置変化量を算出する位置変化量算出手段と、所定時点から前記所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された同一の監視対象物の画像部分について、前記変化率算出手段により算出された該画像部分の大きさの変化率が該画像部分の拡大を示すものであり、且つ、前記位置変化量算出手段により算出された該画像部分の位置変化量が所定の位置変化閾値以下であるときに、監視対象物と前記車両との接触可能性が高いと判断する接触判定手段とを備え、前記監視対象物抽出手段は、前記撮像手段により撮像された画像から抽出する監視対象物の画像部分を、該撮像された画像を各画素の輝度に応じて2値化処理して生成した2値画像から抽出したものとし、前記変化率算出手段は、画像部分が同一の監視対象物の画像部分であることを、画像部分の面積の変化率に基づいて判定するとともに、前記大きさの変化率として画像部分の面積の変化率を用いることを特徴とする。

【0010】

かかる本発明によれば、前記所定時間間隔をもって車両周辺の監視対象物を複数回撮像した場合、各回の撮像画像における該監視対象物の画像部分の大きさの変化は、該監視対象物と車両との相対速度が高いほど大きくなる。そのため、前記接触判定手段は、前記変化率算出手段により算出された同一の監視対象物の画像部分の大きさの変化率から、監視対象物と車両間の相対的な位置の変化を推定して、監視対象物と車両の接触可能性を判断することができる。そして、本発明によれば、このように、単一の撮像手段による撮像画像から監視対象物と車両との接触可能性を判断することできるため、2台の撮像手段を用いる場合に比べて装置のコストダウンを図ることができ、また、車両への撮像手段の取付を容易なものとすることができる。

【0018】

さらに、本発明によれば、前記所定時点から前記所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された監視対象物の画像部分について、前記変化率算出手段により算出された該画像部分の大きさの変化率が該画像部分の拡大を示すものであるときは、前記車両と該監視対象物が近付いて、前記車両と該監視対象物間の距離が短くなっていると判断することができる。そして、前記位置変化量算出手段により算出された前記位置変化量が前記閾値以下であるときには、前記車両に向かって監視対象物が近付いていると判断することができる。そのため、この場合に、前記接触判定手段は、監視対象物と車両との接触可能性が高いと判定することができる。

【0019】

また、前記変化率に基づいて、監視対象物が前記車両に到達するまでの時間である自車両到達時間を推定する到達時間推定手段を備え、前記接触判定手段は、所定時点から前記所定時間間隔をもって前記撮像手段により撮像された複数の画像から、前記監視対象物抽出手段により抽出された同一の監視対象物の画像部分について、前記変化率算出手段により算出された該画像部分の大きさの変化率が該画像部分の拡大を示すものであり、且つ、

前記位置変化量算出手段により算出された該画像部分の位置変化量が所定の位置変化閾値以下であり、且つ、前記到達時間推定手段により推定された前記自車両到達時間が所定時間以下であるときに、監視対象物と前記車両との接触可能性が高いと判断することを特徴とする。

【0020】

かかる本発明によれば、前記接触判定手段は、前記自車両到達時間が前記所定時間以下であり、前記車両と監視対象物との接触までの緊急性が高い場合に限定して、監視対象物と前記車両との接触可能性が高いと判断することができる。

【0021】

また、前記車両と監視対象物間の距離を検出する測距手段と、前記車両と監視対象物間の距離に応じて、前記閾値を設定する閾値設定手段とを備えたことを特徴とする。

10

【0022】

かかる本発明によれば、前記車両と監視対象物間の距離が短くなるほど、実空間上での監視対象物の位置の変化に対する画像上での該監視対象物の画像部分の位置の変化が大きくなる。そのため、前記閾値設定手段により、前記車両と監視対象物間の距離に応じて前記位置変化閾値を設定することによって、接触可能性判断の精度を高めることができる。

【0023】

また、前記位置変化閾値設定手段は、前記所定時点から前記所定間隔をもって前記撮像手段により監視対象物が撮像されたときに、前記測距手段により検出した各撮像時における前記車両と監視対象物間の距離と、前記車両の車幅又は車高と、前記撮像手段の焦点距離とに基づいて、前記位置変化閾値を設定することを特徴とする。

20

【0024】

かかる本発明によれば、詳細は後述するが、前記測距手段により検出した各撮像時における前記車両と監視対象物間の距離と、前記車両の車幅又は車高と、前記撮像手段の焦点距離とに基づいて、監視対象物の実空間上の移動状況と前記車両の大きさを反映した前記位置変化閾値を設定することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

本発明の実施の形態の一例について、図1～図10を参照して説明する。図1は本発明の車両周囲監視装置の構成図、図2は図1に示した車両周囲監視装置の車両への取り付け態様の説明図、図3は監視対象物の画像部分の大きさの変化を示した説明図、図4は図1に示した画像処理ユニットの第2の実施の形態における処理手順を示したフローチャート、図5は監視対象物の時間間追跡の説明図、図6は実空間における監視対象物の移動ベクトルの推定処理の説明図、図7は監視対象物の画像の大きさの変化率を画像間の相間演算により算出する方法の説明図、図8は図1に示した画像処理ユニットの第3の実施の形態における処理手順を示したフローチャート、図9は位置変化量を用いた接触判別処理の説明図、図10は位置変化閾値の設定処理の説明図である。

30

【0028】

図1を参照して、本発明の車両周囲監視装置は、画像処理ユニット1と、遠赤外線を検出可能な赤外線カメラ2（本発明の撮像手段に相当する）と、車両のヨーレートを検出するヨーレートセンサ3と、車両の走行速度を検出する車速センサ4と、運転者によるブレーキの操作量を検出するブレーキセンサ5と、赤外線カメラ2により得られる画像から車両前方の監視対象物（動物等）を検出し、該監視対象物と車両が接触する可能性が高い場合に警報を出力する画像処理ユニット1と、音声により警報を行うためのスピーカ6と、赤外線カメラ2により得られた画像を表示すると共に、接触の可能性が高い監視対象物を運転者に視認させる表示を行うためのヘッドアップディスプレイ（以下、HUDという）7とを備えている。

40

【0029】

図2を参照して、赤外線カメラ2は、車両10の前部に配置され、撮像物の温度が高い程出力レベルが高くなる（輝度が大きくなる）特性を有している。また、HUD7は、車

50

両 10 のフロントウィンドウの運転者側の前方位置に画面 7 a が表示されるように設けられている。

【 0 0 3 0 】

また、画像処理ユニット 1 は、赤外線カメラ 2 から出力されるアナログの映像信号をデジタルデータに変換して画像メモリに取り込み、該画像メモリ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機能を有し、図 1 を参照して、該画像から監視対象物の画像部分を抽出する監視対象物抽出手段 20、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 を算出する変化率算出手段 21、該変化率 Rate を用いて監視対象物が車両 10 に到達するまでの時間（本発明の自車両到達時間に相当する）T を推定する到達時間推定手段 22、監視対象物の実空間における位置を算出する実空間位置算出手段 23、監視対象物の実空間における移動ベクトルを算出する移動ベクトル算出手段 24、該移動ベクトルに基づいて監視対象物と車両 10 との接触可能性を判定する接触判定手段 25、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位置変化量 x , y を算出する位置変化量算出手段 26、及び位置変化量 x , y から接触の可能性を判別するための位置変化閾値 Thx , Thy を設定する位置変化閾値設定手段 27 を備えている。

【 0 0 3 1 】

〔第 1 の実施の形態〕本発明の第 1 の実施の形態における画像処理ユニット 1 による監視対象物が自車両 10 に到達するまでの時間の推定方法について、図 3 を参照して説明する。図 3 中、Im1 は撮像時点 t_{11} における赤外線カメラ 2 の撮像画像であり、Im2 は該時点 t_{11} から dT （本発明の所定時間間隔に相当する）経過した時点 t_{10} における赤外線カメラ 2 の撮像画像である。

【 0 0 3 2 】

Im1 においては監視対象物として歩行者の画像部分 31 が撮像されており、Im2 においては同一の歩行者の画像部分 30 が撮像されている。図 3 は歩行者が車両 10 に向かって歩いてきている状況を示しており、Im1 の撮像時点 t_{11} よりも Im2 の撮像時点 t_{10} の方が、歩行者が車両に接近しているため、Im1 における歩行者の画像部分 31 の幅 w_{11} よりも Im2 における歩行者の画像部分 30 の幅 w_{10} の方が、大きくなっている。

【 0 0 3 3 】

この場合、変化率 Rate と監視対象物が車両 10 に到達するまでの時間 T は、以下の式（1）の関係にある。そのため、到達時間推定手段 22 は、以下の式（2）により、変化率 Rate から自車両到達時間 T を算出することができる。

【 0 0 3 4 】

【数 1】

$$\begin{aligned} Rate &= \frac{w_{11}(\text{前回})}{w_{10}(\text{今回})} = \frac{f \cdot W / Z_1}{f \cdot W / Z_0} \\ &= \frac{Z_0}{Z_1} = \frac{Z_0}{Z_0 + Vs \cdot dT} \\ &= \frac{Vs \cdot T}{Vs \cdot T + Vs \cdot dT} \\ &= \frac{1}{1 + dT / T} \quad \dots\dots(1) \end{aligned}$$

【 0 0 3 5 】

但し、 w_{10} ：監視対象物の今回の撮像時（撮像時点 t_{10} ）の画像部分の幅、 w_{11} ：監視対象物の前回の撮像時（撮像時点 t_{11} ）の画像部分の幅、 f ： $f = F$ （赤外線カメラの焦点距離 / p （撮像画像の画素ピッチ）、 W ：実空間における監視対象物の幅、 Z_0 ：今回の撮像時（撮像時点 t_{10} ）における車両 10 から監視対象物までの距離、 Z_1 ：前回の撮

像時（撮像時点 t_{11} ）における車両 10 から監視対象物までの距離、 V_s ：車両と監視対象物間の相対速度、 dT ：撮像間隔、 T ：自車両到達時間。

【0036】

【数2】

$$T = \frac{dT \cdot \text{Rate}}{1 - \text{Rate}} \quad \cdots \cdots (2)$$

【0037】

但し、 T ：自車両到達時間、 dT ：撮像間隔、 Rate ：変化率。

【0038】

〔第2の実施の形態〕次に、本発明の第2の実施の形態における画像処理処理ユニット1による監視対象物と自車両10との接触判定処理の実行手順について、図4に示したフローチャートに従って説明する。画像処理ユニット1は、先ずSTEP1で赤外線カメラ2から出力される映像信号を入力し、STEP2で該映像信号をデジタルの諧調（輝度）データに変換したグレースケール画像を画像メモリに取り込む。次のSTEP3で、画像処理ユニット1は、グレースケール画像の各画素について、輝度が所定の閾値以上である画素を「1」（白）とし、輝度が閾値よりも小さい画素を「0」（黒）とする2値化処理を行って2値画像を取得する。

【0039】

続くSTEP4～STEP6は監視対象物抽出手段20による処理である。監視対象物抽出手段20は、STEP4で2値画像中の白の各領域のランレングスデータを算出し、STEP5で水平方向に重なる部分がある領域を1つの対象物としてラベルを付するラベリング処理を行う。そして、次のSTEP6で、画像処理ユニット1は、ラベルが付された領域の中から監視対象物に対応すると判断される領域（本発明の監視対象物の画像部分に相当する）を抽出し、STEP7で、抽出された領域の重心 G 、面積 S 、及び外接四角形の縦横比（ ASPECT ）を算出する。次のSTEP8は変化率算出手段21による処理である。

【0040】

変化率算出手段21は、図5に示したように、前回（撮像時点 t_{21} ）の撮像画像の2値画像 I_{m3} と、今回（撮像時点 t_{20} ）の撮像画像の2値画像 I_{m4} 間で、同一の監視対象物に対応した領域を追跡する処理を行う。具体的には、以下の(a)～(c)の要件を満たす領域を、同一の監視対象物に対応した領域であると判定する追跡処理を行う。

【0041】

(a) 前回（撮像時点 t_{21} ）の撮像画像の2値画像 I_{m3} における監視対象物に対応した領域41の重心位置座標を（ x_{21} , y_{21} ）とし、今回（撮像時点 t_{20} ）の撮像画像の2値画像における監視対象物に対応した領域40の重心位置座標を（ x_{20} , y_{20} ）としたときに、以下の式（3）及び式（4）の関係を満たすこと。

【0042】

【数3】

$$|x_{20} - x_{21}| < \Delta x \quad \cdots \cdots (3)$$

【0043】

但し、 x ： x 方向（水平方向）の画像上の移動量の許容値。

【0044】

【数4】

$$|y_{20} - y_{21}| < \Delta y \quad \cdots \cdots (4)$$

【0045】

但し、 y ： y 方向（垂直方向）の画像上の移動量の許容値。

【 0 0 4 6 】

(b) 前回（撮像時点 t_{21} ）の撮像画像の 2 値画像 I_{m3} における監視対象物に対応した領域 4 1 の面積を S_{21} とし、今回（撮像時点 t_{20} ）の撮像画像の 2 値画像 I_{m4} における監視対象物に対応した領域 4 0 の面積を S_{20} としたときに、以下の式（5）の関係を満たすこと。

【 0 0 4 7 】

【数 5】

$$\frac{S_{20}}{S_{21}} < 1 \pm \Delta S \quad \cdots \cdots (5)$$

10

【 0 0 4 8 】

但し、 S ：面積変化の許容値。

【 0 0 4 9 】

(c) 前回（撮像時点 t_{21} ）の撮像画像の 2 値画像 I_{m3} における監視対象物に対応した領域 4 1 の縦横比を AS_{21} とし、今回（撮像時点 t_{20} ）の撮像画像の 2 値画像 I_{m4} における監視対象物に対応した領域 4 0 の縦横比を AS_{20} としたときに、以下の式（6）の関係を満たすこと。

【 0 0 5 0 】

【数 6】

$$\frac{AS_{20}}{AS_{21}} < 1 \pm \Delta AS \quad \cdots \cdots (6)$$

20

【 0 0 5 1 】

但し、 AS ：縦横比変化の許容値。

【 0 0 5 2 】

変化率算出手段 2 1 は、前回（撮像時点 t_{21} ）の撮像画像の 2 値画像 I_{m3} における監視対象物に対応した領域 4 1 と、今回（撮像時点 t_{20} ）の撮像画像の 2 値画像 I_{m4} における監視対象物に対応した領域 4 0 について、上記(a)～(c)の関係が成立したときに、領域 4 1 と領域 4 0 は同一の監視対象物に対応したものであると判断する。そして、変化率算出手段 2 1 は、上記式（1）により、抽出領域 4 1 の幅 w_{21} を抽出領域 4 0 の幅 w_{20} で除して、変化率 $Rate$ を算出する。

30

【 0 0 5 3 】

次の STEP 9 は到達時間推定手段 2 2 による処理であり、到達時間推定手段 2 2 は、上記式（2）により、変化率 $Rate$ を用いて自車両到達時間 T を算出する。また、STEP 10 は実空間位置算出手段 2 3 による処理であり、実空間位置算出手段 2 3 は、上記式（1）による以下の式（7）において、自車両 1 0 と監視対象物間の相対速度 V_s （＝車両の走行速度 V_j + 監視対象物の移動速度 V_d ）を、自車両 1 0 の速度 V_j が監視対象物の移動速度 V_d よりも十分に高いとみなして、自車両 1 0 の走行速度 V_j に置き換えて変形した以下の式（8）により、今回の監視対象物までの距離 Z_0 を算出する。

【 0 0 5 4 】

【数 7】

$$Rate = \frac{Z_0}{Z_0 + V_s \cdot dT} \quad \cdots \cdots (7)$$

40

【 0 0 5 5 】

但し、 $Rate$ ：変化率、 Z_0 ：今回の監視対象物までの距離、 V_s ：車両と監視対象物間の相対速度、 dT ：撮像間隔。

【 0 0 5 6 】

【数 8】

$$Z_0 = \frac{Rate \cdot V_j \cdot dT}{1 - Rate} \quad \dots\dots(8)$$

【 0 0 5 7 】

但し、 Z_0 ：今回の監視対象物までの距離、Rate：変化率、 V_j ：車両の走行速度、 dT ：撮像間隔。

【 0 0 5 8 】

また、実空間位置算出手段 2 3 は、前回の撮像時における監視対象物までの距離 Z_1 を、以下の式 (9) により算出する。

10

【 0 0 5 9 】

【数 9】

$$Z_1 = Z_0 + V_j \cdot dT \quad \dots\dots(9)$$

【 0 0 6 0 】

但し、 Z_1 ：前回の撮像時における監視対象物までの距離、 Z_0 ：今回の撮像時における監視対象物までの距離、 V_j ：車両の走行速度、 dT ：撮像間隔。

【 0 0 6 1 】

上記式 (8) と式 (9) により、実空間位置算出手段 2 3 は、今回の撮像時における車両 1 0 から監視対象物までの距離 Z_0 と、前回の撮像時における車両 1 0 から監視対象物までの距離 Z_1 とを算出する。そして、続く S T E P 1 1 で、実空間位置算出手段 2 3 は、今回及び前回の 2 値画像における監視対象物に対応した領域の位置から、今回及び前回の撮像時における監視対象物の実空間位置を算出する。

20

【 0 0 6 2 】

ここで、図 6 (a) は、2 値画像 I_{m5} 上の今回の監視対象物の抽出位置 $P_{i_0}(x_{10}, y_{10})$ と、前回の監視対象物の抽出位置 $P_{i_1}(x_{11}, y_{11})$ を示しており、縦軸 y が画像の垂直方向に設定され、横軸 x が画像の水平方向に設定されている。

【 0 0 6 3 】

また、図 6 (b) は実空間上の監視対象物の移動状況を示しており、 Z 軸が車両 1 0 の進行方向に設定され、 X 軸が Z 軸と直交する方向に設定されている。そして、図中 $P_{r_0}(X_{10}, Y_{10}, Z_{10})$ は今回の撮像時における監視対象物の位置を示し、 $P_{r_1}(X_{11}, Y_{11}, Z_{11})$ は前回の撮像時における監視対象物の位置を示している。また、 V_m は、 P_{r_0} と P_{r_1} から推定した監視対象物の移動ベクトルである。

30

【 0 0 6 4 】

実空間位置算出手段 2 3 は、S T E P 1 1 で、以下の式 (1 0) により今回の撮像時における監視対象物の実空間座標 $P_{r_0}(X_{10}, Y_{10}, Z_{10})$ を算出し、以下の式 (1 1) により前回の撮像時における監視対象物の実空間座標 $P_{r_1}(X_{11}, Y_{11}, Z_{11})$ を算出する。

【 0 0 6 5 】

【数 1 0】

40

$$\begin{cases} X_{10} = \frac{x_{10} \cdot Z_0}{f} \\ Y_{10} = \frac{y_{10} \cdot Z_0}{f} \end{cases} \quad \dots\dots(10)$$

【 0 0 6 6 】

但し、 X_{10} 、 Y_{10} ：今回の撮像時における監視対象物の実空間座標値、 x_{10} 、 y_{10} ：今回の撮像画像の 2 値画像における監視対象物に対応した領域の画像座標値、 Z_0 ：今回の撮像時における車両から監視対象物までの距離、 f ： $f = F$ (赤外線カメラの焦点距離)

50

/ p (撮像画像の画素ピッチ)。

【 0 0 6 7 】

【 数 1 1 】

$$\begin{cases} X_{11} = \frac{x_{11} \cdot Z_1}{f} \\ Y_{11} = \frac{y_{11} \cdot Z_1}{f} \end{cases} \dots\dots(11)$$

【 0 0 6 8 】

但し、 X_{11} 、 Y_{11} ：前回の撮像時における監視対象物の実空間座標値、 x_{11} 、 y_{11} ：前回の撮像画像の2値画像における監視対象物に対応した領域の画像座標値、 Z_1 ：前回の撮像時における車両から監視対象物までの距離、 f ： $f = F$ (赤外線カメラの焦点距離) / p (撮像画像の画素ピッチ)。

【 0 0 6 9 】

また、次のSTEP12で、実空間位置算出手段23は、車両10が回頭することによる画像上の位置ずれを、ヨーレートセンサ3の検出信号YRから認識される回頭角に基づいて補正する回頭角補正を行う。具体的には、前回の撮像時から今回の撮像時までの間における車両10の回頭角が r であったときに、以下の式(12)により実空間座標値を補正する。

【 0 0 7 0 】

【 数 1 2 】

$$\begin{bmatrix} X_r \\ Y_r \\ Z_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 & -\sin \theta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \theta & 0 & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix} \dots\dots(12)$$

【 0 0 7 1 】

但し、 X_r 、 Y_r 、 Z_r ：回頭角補正後の実空間座標値、 r ：回頭角、 X_o 、 Y_o 、 Z_o ：回頭角補正前の実空間座標値。

【 0 0 7 2 】

続くSTEP13は移動ベクトル算出手段24による処理であり、移動ベクトル算出手段24は、図6(b)に示したように、同一の監視対象物についての前回の撮像時の実空間位置Pr_1と今回の撮像時の実空間位置Pr_0から、監視対象物と自車両10との相対移動ベクトルに対応する近似直線Vmを求める。なお、過去の複数時点における監視対象物の実空間位置を用いて、相対移動ベクトルを求めるようにしてもよい。また、近似直線の具体的な算出処理は、前掲した特開2001-6096号公報に記載された手法による。

【 0 0 7 3 】

このように、監視対象物の自車両10に対する相対移動軌跡を近似する近似直線を算出して相対移動ベクトルを求め、該移動ベクトルとZ軸との交差の有無を判断することにより、位置検出誤差の影響を軽減して監視対象物との接触の可能性をより正確に予測することができる。

【 0 0 7 4 】

続くSTEP14～STEP15及びSTEP20は、接触判定手段25による処理であり、接触判定手段25は、STEP14で以下の式(13)によりZ方向(車両10の進行方向)の相対速度Vsを算出し、以下の式(14)及び式(15)により監視対象物との接触可能性を判別する。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

【数 1 3】

$$V_s = \frac{Z_{11} - Z_{10}}{dT} \dots\dots(13)$$

【0 0 7 6】

但し、 V_s ：監視対象物と車両間の相対速度、 Z_{11} ：前回の撮像時におけるZ方向の実空間座標値、 Z_{10} ：今回の撮像時におけるZ方向の実空間座標値、 dT ：撮像間隔。

【0 0 7 7】

【数 1 4】

$$\frac{Z_{10}}{V_s} \leq Tl \dots\dots(14)$$

10

【0 0 7 8】

但し、 Z_{10} ：今回の撮像時における監視対象物のZ方向の実空間座標値、 V_s ：監視対象物と車両間の相対速度、 Tl ：余裕時間閾値。

【0 0 7 9】

【数 1 5】

$$|Y_{10}| \leq Hl \dots\dots(15)$$

20

【0 0 8 0】

但し、 Y_{10} ：今回の撮像時における監視対象物のY方向（高さ方向）の実空間座標値、 Hl ：高さ閾値。

【0 0 8 1】

なお、上記式（14）における Tl は、接触の可能性を予測接触時刻よりも Tl 時間だけ以前に判定することを意図したものであり、例えば2～5秒程度に設定される。また、上記式（15）における Hl は、高さ方向の範囲を規定するものであり、例えば車両10の車高の2倍程度に設定される。

【0 0 8 2】

接触判定手段25は、上記式（14）及び式（15）の関係が成立するときは、接触の可能性があると判断し、上記式（14）及び式（15）のいずれかが不成立であるときには、接触の可能性がないと判断する。接触の可能性があると判断したときは、次のSTEP15からSTEP20に進み、接触判定手段25は、スピーカ6により警報音を発すると共にHuD7により警報表示をしてSTEP1に戻る。一方、接触の可能性がないと判断したときには、STEP16からSTEP1に進み、スピーカ6による警報音の出力とHuD7による警報表示は行われない。

30

【0 0 8 3】

なお、本実施の形態において、変化率算出手段21は、図5に示した2値画像間の同一監視対象物の時間追跡処理により変化率Rateを算出したが、図7に示した監視対象物の画像部分の相間演算により変化率Rateを算出するようにしてもよい。図7を参照して、 $Im6$ は前回の撮像時におけるグレースケール画像であり、51は監視対象物の画像部分を示している。また、 $Im7$ は今回の撮像時におけるグレースケール画像であり、50は監視対象物の画像部分を示している。

40

【0 0 8 4】

そして、変化率算出手段21は、今回のグレースケール画像 $Im7$ における監視対象物の画像部分50の大きさをアフィン変換により縮小（監視対象物が自車両に近づいている場合）又は拡大（監視対象物が自車両から遠ざかっている場合）して、前回の撮像時における監視対象物の画像部分51との相間度を算出する。具体的には、図示したように、画像部分50を1.5倍した画像60、1.25倍した画像61、1.0倍した画像62、0.75倍した画像63、0.5倍した画像64と、画像部分51との相間度を算出する。

50

そして、変化率算出手段 21 は、相間度が最も高くなったときの画像部分 50 の倍率を変化率 Rate として決定する。

【0085】

なお、本第 2 の実施の形態においては、図 4 の STEP 14 で監視対象物の実空間における移動ベクトルを求めて、上記式 (14)、式 (15) により監視対象物と自車両 10 との接触可能性を判定したが、上記式 (14) に変えて、STEP 9 で上記式 (2) により算出した自車両到達時間 T を用いて、監視対象物と自車両 10 との接触可能性を判定するようにしてもよい。

【0086】

また、図 4 の STEP 9 で推定した自車両到達時間 T を用いて、直接的に自車両の周辺を監視するようにしてもよい。例えば、自車両到達時間 T が所定の下限時間以下となったときに、運転者に対して警報を発するようにしてもよい。

【0087】

[第 3 の実施の形態] 次に、本発明の第 3 の実施の形態における画像処理ユニット 1 による監視対象物と自車両 10 との接触判定処理の実行手順について、図 8 に示したフローチャートに従って説明する。図 8 の STEP 30 ~ STEP 37 は上述した図 4 の STEP 1 ~ STEP 8 と同様の処理であり、STEP 37 で、変化率算出手段 21 により変化率 Rate が算出される。

【0088】

続く STEP 38 は位置変化量算出手段 26 による処理であり、位置変化量算出手段 26 は、STEP 37 の時間間追跡で用いられた複数の画像における同一の監視対象物の画像部分の位置変化量 x (水平方向)、 y (垂直方向) を算出する。次の STEP 39 ~ STEP 40 及び STEP 50 は、接触判定手段 25 による処理であり、接触判定手段 25 は、STEP 39 で以下の条件 1 及び条件 2 が共に成立するか否かにより、自車両 10 と監視対象物との接触可能性の有無を判別する。

【0089】

条件 1: 同一の監視対象物についての画像部分の面積が、前回の撮像画像よりも今回の撮像画像の方が大きい。すなわち、監視対象物と自車両 10 が近付いている。接触判定手段 25 は、この条件 1 が成立するか否かを以下の式 (16) により判断する。

【0090】

【数 16】

$$Rate = \frac{s0(\text{前回の面積})}{s1(\text{今回の面積})} < 1 \quad \cdots \cdots (16)$$

【0091】

条件 2: 変化率 Rate を求めたときの撮像画像間における同一の監視対象物の画像部分の位置がほとんど変化していない。すなわち、時間が経過したにも拘らず画像上では該画像部分が静止している。接触判定手段 25 は、この条件 2 が成立するか否かを以下の式 (17)、式 (18) により判断する。

【0092】

【数 17】

$$\Delta x = |x_0 - x_1| < Thx \quad \cdots \cdots (17)$$

【0093】

【数 18】

$$\Delta y = |y_0 - y_1| < Thy \quad \cdots \cdots (18)$$

【0094】

但し、 (x_0, y_0) : 今回の撮像画像における監視対象物の画像部分の重心位置、 Thx

10

20

30

40

50

：x方向の位置変化閾値、 (x_1, y_1) ：前回の撮像画像における同一の監視対象物の画像部分の重心位置、 T_{hy} ：y方向の位置変化閾値。

【0095】

ここで、図9(a)、図9(b)を参照して、上記条件2について説明する。図9(a)は、自車両10に対して、監視対象物70が自車両10の進行方向(Z方向)の相対速度 V_s 、進行方向と直交する方向(X方向)の進入速度 V_d で接近している状況を示している。そして、 t_{31} の時点(前回の撮像時)における監視対象物70の実空間位置が (X_{31}, Z_{31}) 、 t_{31} から dT (撮像間隔)が経過した t_{30} の時点(今回の撮像時)における監視対象物70の実空間位置が (X_{30}, Z_{30}) となっている。

【0096】

10

図9(a)において、自車両10からは監視対象物70が以下の式(19)で表される方向に見える。そして、自車両10と接触する監視対象物70は、時間が経過しても一定となる。

【0097】

【数19】

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{V_d}{V_s} \right) \cdots \cdots (19)$$

【0098】

が一定であることから、以下の式(20)が成立する。

20

【0099】

【数20】

$$\frac{V_d \cdot \Delta T}{V_s \cdot \Delta T} = \frac{X_{31}}{Z_{31}} = \frac{X_{30}}{Z_{30}} \cdots \cdots (20)$$

【0100】

但し、 T ：経過時間。

【0101】

図9(b)は図9(a)の状況を、以下の式(21)、式(22)の透視変換により画像 I_{m8} に表したものである。図9(b)中、80は t_{31} の時点の監視対象物70の画像部分であり、81は t_{30} の時点の監視対象物70の画像部分である。

30

【0102】

なお、実空間上のY方向(自車両10の高さ方向)とZ方向との関係も、X方向とZ方向と同様であり、透視変換により、 t_{30} の時点における監視対象物70の実空間位置 Y_{30} に対する画像上の位置 y_{30} と、 t_{31} の時点における監視対象物70の実空間位置 Y_{31} に対する画像上の位置 y_{31} を求めることができる。

【0103】

【数21】

$$x_{30} = f \frac{X_{30}}{Z_{30}} \cdots \cdots (21)$$

40

【0104】

【数22】

$$x_{31} = f \frac{X_{31}}{Z_{31}} \cdots \cdots (22)$$

【0105】

但し、 f ： $f = F$ (赤外線カメラの焦点距離)/ p (撮像画像の画素ピッチ)。

【0106】

上記式(21)、式(22)の右辺の X_{30}/Z_{30} と X_{31}/Z_{31} は上記式(20)より等

50

しいため、 $x_{30} = x_{31}$ となる。同様に、Y方向についても $y_{30} = y_{31}$ となる。そのため、図9(a)に示した自車両10と監視対象物70が接触する状況にあるときは、図9(b)に示したように、画像上では監視対象物70の今回の画像部分80及び前回の画像部分81の重心位置が等しくなることがわかる。上記条件2は、この状況を自車両10と監視対象物の接触可能性の判断条件としたものである。

【0107】

上記条件1及び条件2による場合には、複数の撮像画像における同一の監視対象物の画像部分について、変化率Rate及び位置変化量 x , y を算出するという簡易な演算処理により、自車両10と監視対象物との接触可能性の有無を判断することができる。そのため、上述した第1の実施の形態において必要であった自車両10と監視対象物との距離の算出や、移動ベクトル推定の処理は不要である。

10

【0108】

そして、接触判定手段25は、上記条件1及び上記条件2が共に成立して接触の可能性があると判断したときはSTEP40からSTEP50に分岐して、スピーカ6により警報音を発すると共にHUD7により警報表示をしてSTEP30に戻る。一方、上記条件1と上記条件2のうちの少なくともいずれか一方が成立せず、接触の可能性がないと判断したときにはSTEP40からSTEP30に進み、スピーカ6による警報音の出力とHUD7による警報表示は行われない。

【0109】

なお、上記条件2の上記式(17)における位置変化閾値Thx及び上記式(18)における位置変化閾値Thyは、自車両10の車幅及び車高に基づく固定値としてもよいが、位置変化閾値設定手段27により、自車両10と監視対象物間の距離に応じて設定するようにしてもよい。以下、図10(a)、図10(b)を参照して、自車両10と監視対象物間の距離に応じて、位置変化閾値Thx及びThyを設定する処理について説明する。

20

【0110】

ここで、自車両10と監視対象物間の距離は、上述した第1の実施の形態における上記式(8)、式(9)により算出してもよく、レーダ等を用いた測距センサ(本発明の測距手段に相当する)により検出してもよい。

【0111】

図10(a)は、自車両10の位置を原点とした実空間上の2次元座標で、監視対象物の位置の推移を示したものであり、縦軸がZ(自車両10の進行方向)に設定され、横軸がX(Z軸と直交する方向、自車両の幅方向)に設定されている。また、Yは自車両10の車高方向(Z-X平面と直交する方向)である。

30

【0112】

図10(a)中、2aは自車両10の車幅であり、Pr_2(X_{40} , Y_{40} , Z_{40})は監視対象物の今回の撮像時の実空間上の座標、Pr_3(X_{41} , Y_{41} , Z_{41})は監視対象物の前回の撮像時の実空間上の座標である。また、図10(b)は、図10(a)の監視対象物の実空間上の座標Pr_2(X_{40} , Y_{40} , Z_{40})、Pr_3(X_{41} , Y_{41} , Z_{41})にそれぞれ対応する画像Im9上の座標Pi_2(x_{40} , y_{40})、Pi_3(x_{41} , y_{41})を示している。図10(a)において、Pr_2とPr_3を通る直線V1は、以下の式(23)で表される。

40

【0113】

【数23】

$$X = \frac{X_{40} - X_{41}}{Z_{40} - Z_{41}}(Z - Z_{41}) + X_{41} \quad \cdots \cdots (23)$$

【0114】

そして、直線V1が $-a \sim a$ の範囲でX軸と交わるとき、すなわち、上記式(23)で $Z = 0$ としたときに $|X| < a$ の条件が満たされるときには、自車両10が監視対象物と接触する。そこで、上記式(23)に $Z = 0$ を代入すると、この条件は以下の式(24)で表される。

50

【 0 1 1 5 】

【 数 2 4 】

$$\left| \frac{X_{41} \cdot Z_{40} - X_{40} \cdot Z_{41}}{Z_{40} - Z_{41}} \right| < a \quad \dots\dots(24)$$

【 0 1 1 6 】

但し、a：自車両の幅の1/2。

【 0 1 1 7 】

上記式(24)の X_{40} 、 X_{41} を以下の式(25)、式(26)による逆透視変換により 10
、画像上の水平座標 x_{40} 、 x_{41} に変換すると、以下の式(27)が得られる。

【 0 1 1 8 】

【 数 2 5 】

$$X_{40} = \frac{x_{40} \cdot Z_{40}}{f} \dots\dots(25)$$

【 0 1 1 9 】

但し、f：f = F（赤外線カメラの焦点距離）/ p（撮像画像の画素ピッチ）。

【 0 1 2 0 】

20

【 数 2 6 】

$$X_{41} = \frac{x_{41} \cdot Z_{41}}{f} \dots\dots(26)$$

【 0 1 2 1 】

【 数 2 7 】

$$\left| \frac{\frac{x_{41} \cdot Z_{41}}{f} Z_{40} - \frac{x_{40} \cdot Z_{40}}{f} Z_{41}}{Z_{40} - Z_{41}} \right| < a \quad \dots\dots(27)$$

30

【 0 1 2 2 】

上記式(27)を整理すると、以下の式(28)が得られる。そこで、位置変化量算出
手段26は、以下の式(28)の右辺を上記条件2の位置変化閾値Thxとする。

【 0 1 2 3 】

【 数 2 8 】

$$|x_{41} - x_{40}| < f \cdot a \cdot \left(\frac{1}{Z_{41}} - \frac{1}{Z_{40}} \right) \quad \dots\dots(28)$$

40

【 0 1 2 4 】

但し、f：f = F（赤外線カメラの焦点距離）/ p（撮像画像の画素ピッチ）、a：自
車両の車幅の1/2。

【 0 1 2 5 】

また、自車両10の車高を2bとすると、上述したX方向についての接触可能性と同様
に、Y方向についても以下の式(29)の右辺を上記条件2の位置変化閾値Thyとして設
定することができる。

【 0 1 2 6 】

50

【数 2 9】

$$|y_{41} - y_{40}| < f \cdot b \cdot \left(\frac{1}{Z_{41}} - \frac{1}{Z_{40}} \right) \cdots \cdots (29)$$

【0 1 2 7】

但し、 f : $f = F$ (赤外線カメラの焦点距離) / p (撮像画像の画素ピッチ)、 b : 自車両の車高の $1/2$ 。

【0 1 2 8】

このように、位置変化閾値設定手段 27 により自車両 10 と監視対象物間の距離に基づいて位置変化閾値 Thx 、 Thy を設定することによって、図 10 (a) に示した直線 VI による監視対象物の移動軌跡を想定して自車両 10 と監視対象物との接触可能性を判断することができるため、接触判定手段 25 による接触判定の精度を高めることができる。

【0 1 2 9】

[第 4 の実施の形態] 次に、本発明の第 4 の実施の形態における画像処理ユニット 1 による監視対象物と自車両 10 との接触判定処理の実行手順について説明する。第 4 の実施の形態は、前記第 3 の実施の形態における条件 1 及び条件 2 に、以下の条件 3 を追加して、監視対象物と自車両 10 との接触可能性を判定するものである。

【0 1 3 0】

条件 3: 監視対象物が自車両 10 に到達するまでの時間 (自車両到達時間) T が、所定時間以下であること。接触判定手段 25 は、この条件 3 が成立するか否かを以下の式 (30) により判断する。

【0 1 3 1】

【数 3 0】

$$Rate \leq \frac{1}{1 + \frac{dT}{T}} \cdots \cdots (30)$$

【0 1 3 2】

但し、 $Rate$: 上記式 (16) により算出した監視対象物の画像部分の面積の変化率、 dT : 撮像間隔、 T : 自車両到達時間 (前記所定時間を代入する)。

【0 1 3 3】

このように、前記条件 3 を加えて監視対象物と自車両 10 との接触可能性を判定することにより、接触判定手段 25 は、自車両 10 に到達するまでの時間 T が所定時間以下である緊急性の高い監視対象物に限定して、接触可能性が高いと判断することができる。

【0 1 3 4】

なお、本実施の形態においては、本発明の撮像手段として赤外線カメラ 2 を用いたが、可視光のみを検出可能な通常のビデオカメラを用いてもよい。

【0 1 3 5】

また、本実施の形態においては、車両前方を撮像する構成を示したが、車両の後方や側方等、他の方向を撮像して監視対象物との接触可能性を判断するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0 1 3 6】

【図 1】本発明の車両周囲監視装置の構成図。

【図 2】図 1 に示した車両周囲監視装置の車両への取り付け態様の説明図。

【図 3】監視対象物の画像部分の大きさの変化を示した説明図。

【図 4】本発明の第 2 の実施の形態における処理手順を示したフローチャート。

【図 5】監視対象物の時間間追跡の説明図。

【図 6】実空間における監視対象物の移動ベクトルの推定処理の説明図。

【図 7】監視対象物の画像の大きさの変化率を画像間の相間演算により算出する方法の説

明図。

【図 8】本発明の第 3 の実施の形態における処理手順を示したフローチャート。

【図 9】位置変化量を用いた接触判定処理の説明図。

【図 10】位置変化閾値の設定処理の説明図。

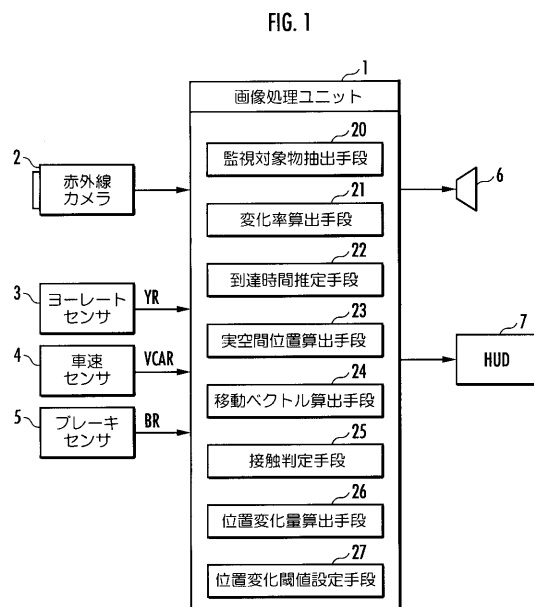
【符号の説明】

【 0 1 3 7 】

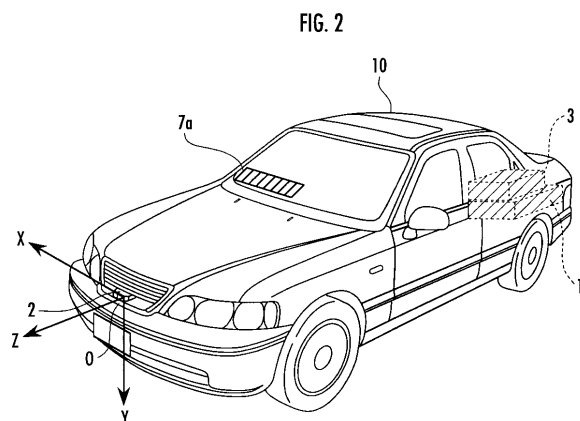
1 ... 画像処理ユニット、2 ... 赤外線カメラ（撮像手段）、3 ... ヨーレートセンサ、4 ... 車速センサ、5 ... ブレーキセンサ、6 ... スピーカ、7 ... HUD、20 ... 監視対象物抽出手段、21 ... 変化率算出手段、22 ... 到達時間推定手段、23 ... 実空間位置算出手段、24 ... 移動ベクトル算出手段、25 ... 接触判定手段、26 ... 位置変化量算出手段、27 ... 位置変化閾値設定手段

10

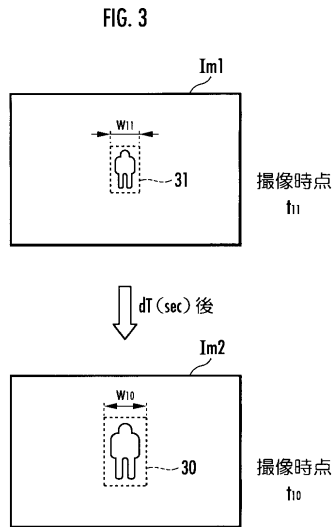
【図 1】



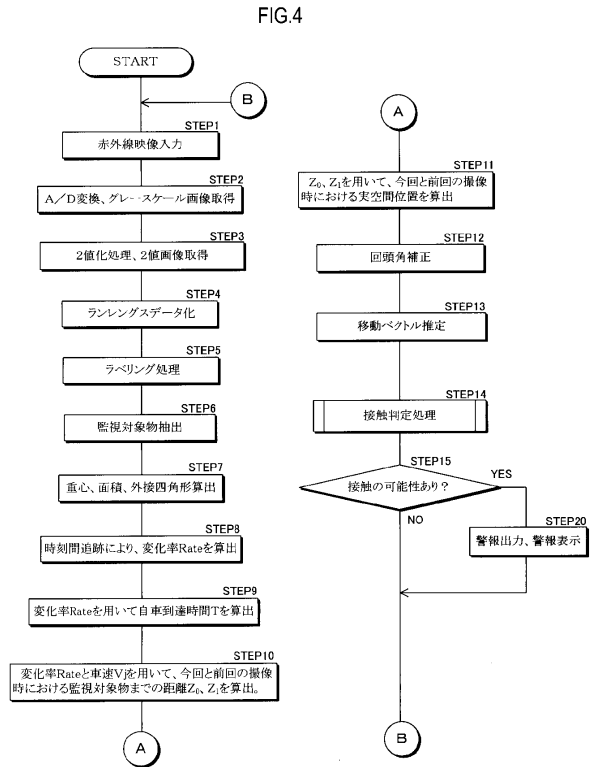
【図 2】



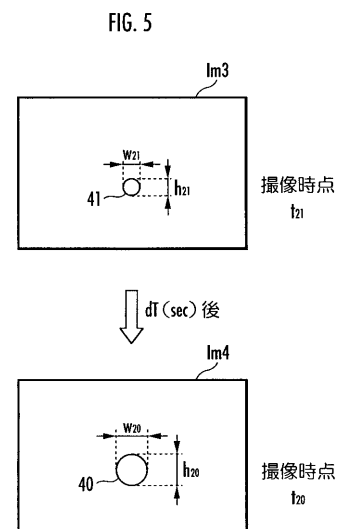
【図 3】



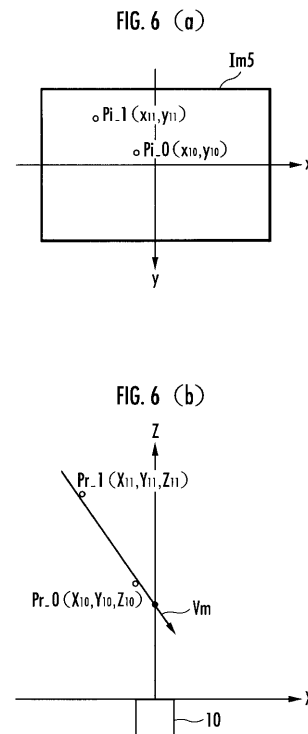
【図 4】



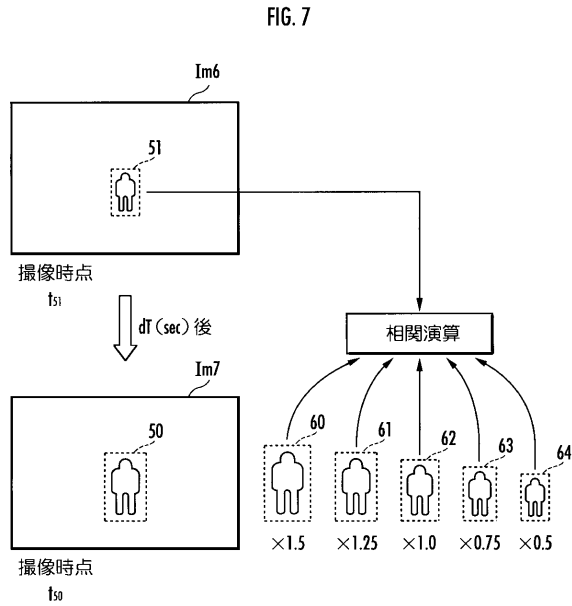
【図 5】



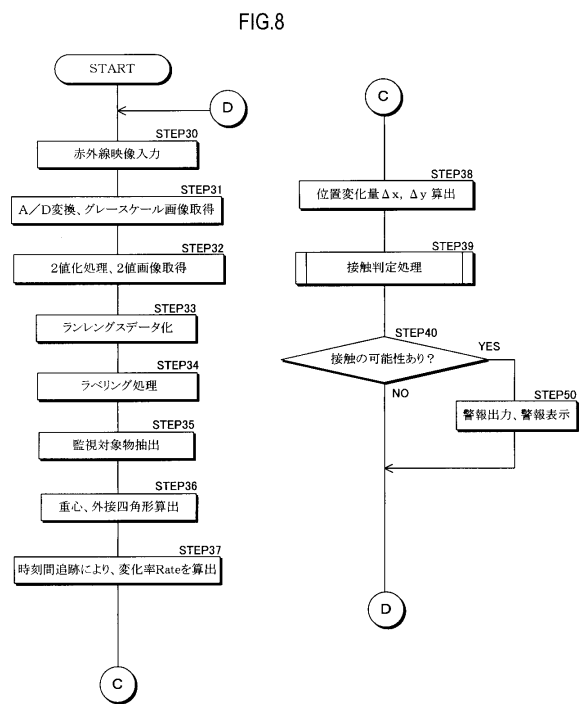
【図 6】



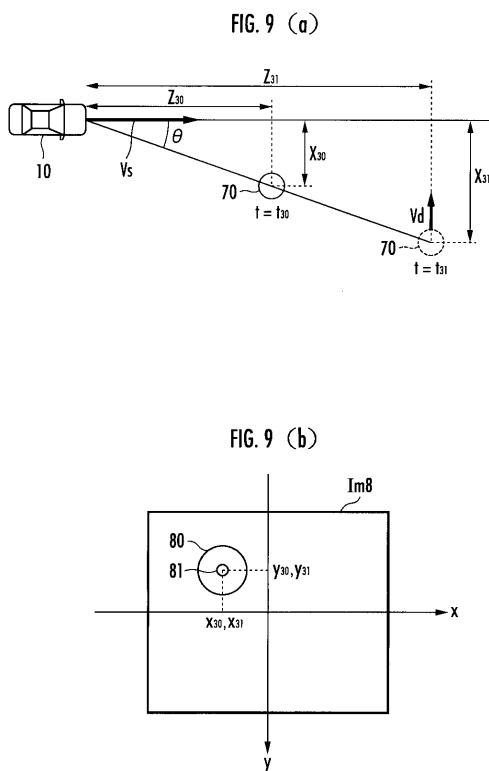
【図 7】



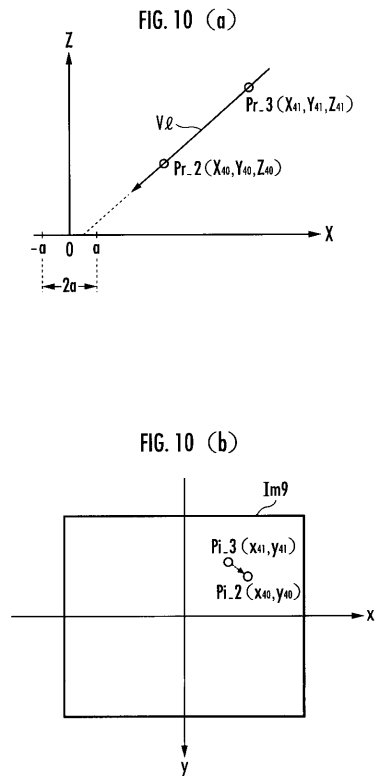
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 R 11/02 (2006.01) B 6 0 R 11/02 C

(72)発明者 長岡 伸治
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)発明者 辻 孝之
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

審査官 神山 貴行

(56)参考文献 特開2006-004188(JP,A)
特開2004-112144(JP,A)
特開2005-101758(JP,A)
特開2001-006096(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 0 8 G 1 / 1 6
B 6 0 R 2 1 / 0 0
G 0 6 T 1 / 0 0
H 0 4 N 5 / 2 2 5
B 6 0 R 1 / 0 0
B 6 0 R 1 1 / 0 2