

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5090321号
(P5090321)

(45) 発行日 平成24年12月5日(2012.12.5)

(24) 登録日 平成24年9月21日(2012.9.21)

(51) Int.Cl. F I
G08G 1/16 (2006.01) G08G 1/16 C
G06T 1/00 (2006.01) G06T 1/00 330A

請求項の数 5 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2008-304587 (P2008-304587)	(73) 特許権者	509186579 日立オートモティブシステムズ株式会社 茨城県ひたちなか市高場2520番地
(22) 出願日	平成20年11月28日(2008.11.28)	(74) 代理人	100091096 弁理士 平木 祐輔
(65) 公開番号	特開2010-128919 (P2010-128919A)	(72) 発明者	緒方 健人 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
(43) 公開日	平成22年6月10日(2010.6.10)	(72) 発明者	土屋 和利 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内
審査請求日	平成22年12月8日(2010.12.8)	(72) 発明者	坂本 博史 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体検知装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像内から予め設定された物体を検知する物体検知装置であって、
前記画像内で前記物体を検知するための検知処理領域を選定する検知処理領域選定部と、
該検知処理領域選定部により選定された前記検知処理領域を複数の部分領域に分割する領域分割部と、
前記複数の部分領域に対して各々設定され前記物体の部分を検知するためのテンプレートを用いて、前記各部分領域とのマッチング率をそれぞれ算出するマッチング率算出部と
該マッチング率算出部により算出した各マッチング率に基づいて前記画像内に前記物体が存在するか否かを判定する物体存在判定部と、を有し、
 前記検知処理領域選定部は、前記画像内において上下方向に複数の検知処理領域を選定し、
 前記領域分割部は、前記検知処理領域を上下方向に分割して前記複数の部分領域とし、
 前記物体存在判定部は、前記複数の検知処理領域にて互いに上下方向に位置が異なる部分領域のマッチング率を用いて、前記画像内に前記物体とは上下方向の長さが異なる他の物体が存在するか否かを判定することを特徴とする物体検知装置。

【請求項2】

画像内から予め設定された物体を検知する物体検知装置であって、

前記画像内で前記物体を検知するための検知処理領域を選定する検知処理領域選定部と、
該検知処理領域選定部により選定された前記検知処理領域を複数の部分領域に分割する領域分割部と、

前記複数の部分領域に対して各々設定され前記物体の部分を検知するためのテンプレートを用いて、前記各部分領域とのマッチング率をそれぞれ算出するマッチング率算出部と

該マッチング率算出部により算出した各マッチング率に基づいて前記画像内に前記物体が存在するか否かを判定する物体存在判定部と、

自車がロービームの状態で行っているか否かを判定するロービーム判定部と、を有し

10

前記領域分割部は、前記検知処理領域を上部分領域と下部分領域に分割し、
 前記物体存在判定部は、前記ロービーム判定部によってロービーム状態と判定されているときは前記上部分領域に対して予め設定されている上部判定閾値と、前記下部分領域に対して予め設定されている下部判定閾値を調整して物体判定を行うことを特徴とする物体検知装置。

【請求項 3】

前記物体存在判定部は、前記ロービーム判定部によってロービーム状態と判定されているときは前記上部判定閾値を非ロービーム状態のときよりも低い値に変更して物体判定を行うことを特徴とする請求項 2 に記載の物体検知装置。

20

【請求項 4】

前記物体存在判定部は、前記ロービーム判定部によってロービーム状態と判定されているときは前記下部判定閾値を非ロービーム状態のときよりも高い値に変更して物体判定を行うことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の物体検知装置。

【請求項 5】

画像内から予め設定された物体を検知する物体検知装置であって、
前記画像内で前記物体を検知するための検知処理領域を選定する検知処理領域選定部と、
該検知処理領域選定部により選定された前記検知処理領域を複数の部分領域に分割する領域分割部と、

30

前記複数の部分領域に対して各々設定され前記物体の部分を検知するためのテンプレートを用いて、前記各部分領域とのマッチング率をそれぞれ算出するマッチング率算出部と

該マッチング率算出部により算出した各マッチング率に基づいて前記画像内に前記物体が存在するか否かを判定する物体存在判定部と、

前記物体の位置を検出する物体位置検出部と、を有し、
 前記領域分割部は、前記物体位置検出部からの検出信号に基づいて前記物体の横移動速度を算出し、該横移動速度が予め設定された速度閾値を超えている場合には、前記検知処理領域を左右方向に分割して左部分領域と右部分領域とし、

前記物体存在判定部は、前記左部分領域と右部分領域のうち、前記物体の移動方向前側に位置する部分領域に対して予め設定されている第一の閾値を、前記横移動速度が前記速度閾値以下のときよりも低い値に変更して物体判定を行うことを特徴とする物体検知装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像内から所定の物体をテンプレートマッチングにより検知する物体検知装置に関する。

【背景技術】

【0002】

50

交通事故による死傷者数を低減するため、事故を未然に防ぐ予防安全システムの開発が進められている。予防安全システムは、事故の発生する可能性が高い状況下で作動するシステムであり、例えば、自車前方の障害物と衝突する可能性が生じたときには警報によって運転者に注意を促し、衝突が避けられない状況になったときには自動ブレーキによって乗員の被害を軽減するプリクラッシュ・セーフティ・システム等が実用化されている。

【0003】

上記システムにおいて歩行者等の障害物を検知する方法として、例えば、カメラで自車前方を撮像し、撮像された画像中から、あらかじめ記憶している障害物のテンプレートと類似したパターンを検出する方法がある。

【0004】

例えば特許文献1には、自車前方を撮像した画像から、車道端近傍の歩行者を検出する方法が記載されている。この方法によれば、車道検出手段により検出した車道端近傍で歩行者テンプレートとのテンプレートマッチングを行い、テンプレートとのマッチングの度合いを示す相関値（以下、マッチング率と表す）が閾値以上の場合は歩行者が存在すると判定することで、運転者にとって注意が必要な歩行者を効率よく検出することができる。

【0005】

【特許文献1】特開2005-316607号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、テンプレートマッチングは、テンプレート全体でのマッチングの度合いだけを見ており、局所的な分布では見ていないため、検知率の向上と誤検知の排除を両立する閾値の決定が難しいという課題がある。

【0007】

例えば歩行者を検出する場合、歩行者の検知性能を高めるため閾値を下げると、テンプレートと一部だけ類似しているようなパターンを誤検知しやすくなってしまふ。また、逆に誤検知を低減するため閾値を上げると、例えば子供など身長が低くマッチング率が低い歩行者が検出できなくなってしまう。

【0008】

本発明は上記問題に着目してなされたもので、その目的とするところは、検知率向上と誤検知の排除を両立する物体検知装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するための手段である本発明の物体検知装置は、画像内に選定された検知処理領域を複数の部分領域に分割して、各部分領域とテンプレートとのマッチング率をそれぞれ算出し、各マッチング率に基づいて画像内に物体が存在するか否かを判定する。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、画像内に選定された検知処理領域を複数の部分領域に分割して、各部分領域とテンプレートとのマッチング率をそれぞれ算出し、各マッチング率に基づいて物体の存在を判定するので、テンプレートと一部だけが類似しているようなパターンの誤検知を低減することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。図1は、本実施の形態における物体検知装置1000のブロック図である。

【0012】

物体検知装置1000は、画像内から予め設定された物体を検知するためのものであり、本実施の形態では、自動車に搭載されるカメラ装置内に組み込まれ、自車の周囲を撮像

10

20

30

40

50

した画像内から歩行者 11 を検知するように構成されている。

【 0 0 1 3 】

物体検知装置 1 0 0 0 は、図 1 に示すように、画像取得装置 1 1 0 0、記憶装置 1 2 0 0、処理回路 1 3 0 0 から構成される。画像取得装置 1 1 0 0 は、自車の前方を撮像可能な位置に取り付けられた単眼カメラを備えており、CCD や CMOS などの撮像素子を用いて、自車前方を撮影した前方画像としてデジタル値の信号に変換する機能を有している。

【 0 0 1 4 】

デジタル値の信号は、デジタル値のまま処理回路 1 3 0 0 内の RAM 上に画像情報 $IMG SRC [x] [y]$ として直接書き込まれてもよいし、アナログ信号に変換し処理回路 1 3 0 0 で再度デジタル信号へ変換し画像 $IMG SRC [x] [y]$ として RAM 上に書き込まれてもよい。なお、画像 $IMG SRC [x] [y]$ は 2 次元配列であり、 x 、 y はそれぞれ画像の座標を示す。

【 0 0 1 5 】

記憶装置 1 2 0 0 は、例えばハードディスクや ROM によって構成されており、所定のデータが格納されて、処理回路 1 3 0 0 からアクセスが可能な装置である。記憶装置 1 2 0 0 には、物体が有する部分を検知するテンプレートと判定閾値の情報が記憶されている。

【 0 0 1 6 】

本実施の形態では、歩行者 11 の上部（頭部と肩部を含む）を検知するための第一のテンプレート 1 2 1 0、歩行者 11 の中部（腰部を含む）を検知するための第二のテンプレート 1 2 2 0、歩行者 11 の下部（脚部を含む）を検知するための第三のテンプレート 1 2 3 0、第一のテンプレート 1 2 1 0 に対応する第一の判定閾値 1 2 1 1、第二のテンプレート 1 2 2 0 に対応する第二の判定閾値 1 2 2 1、第三のテンプレート 1 2 3 0 に対応する第三の判定閾値 1 2 3 1 が記憶されている。

【 0 0 1 7 】

処理回路 1 3 0 0 は、CPU やメモリ、I/O 等を有するコンピュータによって構成されており、所定の処理がプログラミングされて、あらかじめ定められた周期で繰り返し処理を実行する。処理回路 1 3 0 0 は、検知処理領域選定部 1 3 1 1 と、領域分割部 1 3 2 1 と、マッチング率算出部 1 3 3 1 と、物体存在判定部 1 3 4 1 と、物体位置検出部 1 3 1 0 と、ロービーム判定部 1 3 4 0 を有する。

【 0 0 1 8 】

物体位置検出部 1 3 1 0 は、自車に搭載されたミリ波レーダやレーザーレーダ等の自車周辺の物体を検出するレーダ（図示せず）からの検出信号を取得して、自車前方に存在する物体 10 の物体位置 21 を検出する。例えば図 3 に示すように、レーダから自車周辺の歩行者 11 や道路標識 12 等の物体 10 の物体位置（相対距離 $P Y [b]$ 、横位置 $P X [b]$ 、横幅 $W D [b]$ ）を取得する。ここで、 $[b]$ は複数の物体 10 を検知している場合の ID 番号である。

【 0 0 1 9 】

これらの物体 10 の位置情報は、レーダの信号を物体検知装置 1 0 0 0 に直接入力することによって取得しても良いし、レーダと LAN (Local Area Network) を用いた通信を行うことによって取得しても良い。

【 0 0 2 0 】

検知処理領域選定部 1 3 1 1 は、画像 20 内で物体 10 を検知するための検知処理領域 $W [i]$ を選定するものであり、画像取得装置 1 1 0 0 からの画像情報（ $IMG SRC [x] [y]$ ）と、物体位置検出部 1 3 1 0 からの物体情報とに基づいて検知処理領域 $W [i]$ を選定する。

【 0 0 2 1 】

そして、その選定した検知処理領域 $W [i]$ の座標情報（横方向の始点座標 $S X [i]$ 、横方向の終点座標 $E X [i]$ 、縦方向の始点座標 $S Y [i]$ 、縦方向の終点座標 $E Y [$

10

20

30

40

50

i])を領域分割部1321に出力する。ここで、 $[i]$ は複数の検知処理領域 W を選定している場合のID番号である。

【0022】

物体位置検出部1310を備えていない場合には、検知したい歩行者の位置を全て探索するように、座標情報(横方向の始点座標 $SX[i]$ 、横方向の終点座標 $EX[i]$ 、縦方向の始点座標 $SY[i]$ 、縦方向の終点座標 $EY[i]$)を設定する。例えば自転車先端から所定の距離から所定の距離まで、かつ車両中心から所定の幅の範囲内にて1メートル間隔で探索するように設定してもよいし、自転車の速度から自転車が T 秒後に到達する距離で、自転車中心から所定の幅の範囲内にて1メートル間隔で探索するように設定してもよい。

【0023】

領域分割部1321は、検知処理領域 W を複数の部分領域に分割するものであり、テンプレートに応じて分割する処理を行う。例えば図6及び図7に示すように、検知処理領域 W の座標情報($SX[i]$ 、 $EX[i]$ 、 $SY[i]$ 、 $EY[i]$)、および第一のテンプレート1210、第二のテンプレート1220、第三のテンプレート1230の情報に基づいて検知処理領域 $W[i]$ を縦方向(上下方向)に3つの部分領域に分割し、検知処理領域 $W[i]$ 内で第一のテンプレート1210の位置に対応する第一の部分領域 $w1[i]$ 、第二のテンプレート1220の位置に対応する第二の部分領域 $w2[i]$ 、第三のテンプレート1230の位置に対応する第三の部分領域 $w3[i]$ の各座標情報を演算する。

【0024】

そして、第一の部分領域 $w1[i]$ の座標情報($SX1[i]$ 、 $EX1[i]$ 、 $SY1[i]$ 、 $EY1[i]$)、第二の部分領域 $w2[i]$ の座標情報($SX2[i]$ 、 $EX2[i]$ 、 $SY2[i]$ 、 $EY2[i]$)、第三の部分領域 $w3[i]$ の座標情報($SX3[i]$ 、 $EX3[i]$ 、 $SY3[i]$ 、 $EY3[i]$)をマッチング率算出部1331に出力する。

【0025】

マッチング率算出部1331は、これらの各部分領域 $W1[i] \sim W3[i]$ と、対応する各テンプレート1210~1230とのマッチング率をそれぞれ算出する。ここでは、第一の部分領域 $w1[i]$ の座標情報($SX1[i]$ 、 $EX1[i]$ 、 $SY1[i]$ 、 $EY1[i]$)、第二の部分領域 $w2[i]$ の座標情報($SX2[i]$ 、 $EX2[i]$ 、 $SY2[i]$ 、 $EY2[i]$)、第三の部分領域 $w3[i]$ の座標情報($SX3[i]$ 、 $EX3[i]$ 、 $SY3[i]$ 、 $EY3[i]$)、画像情報 $IMGSRC[x][y]$ 、第一のテンプレート1210、第二のテンプレート1220、第三のテンプレート1230の情報を入力する。

【0026】

そして、第一の部分領域 $w1[i]$ と第一のテンプレート1210とのマッチング率である第1のマッチング率($MATCH1[i]$)、第二の部分領域 $w2[i]$ と第二のテンプレート1220とのマッチング率である第2のマッチング率($MATCH2[i]$)、第三の部分領域 $w3[i]$ と第三のテンプレート1230とのマッチング率である第3のマッチング率($MATCH3[i]$)をそれぞれ演算し、物体存在判定部1341に出力する。

【0027】

物体存在判定部1341は、マッチング率算出部1331の算出結果に基づいて物体が存在するか否かを判定する処理を行う。本実施の形態では、第一のマッチング率 $MATCH1[i]$ 、第二のマッチング率 $MATCH2[i]$ 、第三のマッチング率 $MATCH3[i]$ と、第一の閾値1211、第二の閾値1221、第三の閾値1231と、ロービーム判定部1340の判定結果 $LBST$ に基づいて、物体10の存在の有無を判定する。

【0028】

ロービーム判定部1340は、自転車がロービーム(前照灯が点灯中で且つ下向き)の状態で行っているか否かを判定する。そして、ロービームの状態である場合は「1」、そ

10

20

30

40

50

れ以外であれば「0」を判定結果LBSTに代入して物体存在判定部1341に出力する。ロービームの判定には、前照灯の点灯スイッチ、およびハイビームのON・OFFを切り替えるスイッチの信号を処理回路1300に直接入力することによって判定しても良いし、LAN(Local Area Network)を用いた通信を行うことによって判定しても良い。

【0029】

また、画像取得装置1100で取得した画像の濃淡を用いて判定しても良い。例えば、ロービームの状態では、画像30上でロービームの範囲内が明るく、範囲外が暗く写ることから、カメラ画像全体の下半分の平均輝度値とカメラ画像の上半分の平均輝度値との差が、一定の閾値以上であるかによって、ロービームの状態であるか否かを判定することができる。

10

【0030】

つぎに、図2を用いて、記憶装置1200の第一のテンプレート1210、第二のテンプレート1220、第三のテンプレート1230について説明する。図2は、第一のテンプレート1210、第二のテンプレート1220、第三のテンプレート1230の一例を示す模式図である。

【0031】

この例では、歩行者11の全身を検知するためのテンプレート1201を上下方向に三つに分割して、歩行者11の上部(頭部及び肩部)11Aを検知するための第一のテンプレート1210、歩行者11の中部(腰部)11Bを検知するための第二のテンプレート1220、歩行者11の下部11C(脚部)を検知するための第三のテンプレート1230としている。

20

【0032】

第一のテンプレート1210は、歩行者11の上部11A、中部11B、下部11Cの何処の位置に対応するものであるかという情報として、歩行者11の基準幅PW及び基準高さPH内における、テンプレート1210とのマッチング率を算出する相対位置の情報(PSX1、PSY1、PEX1、PEY1)を有している。

【0033】

第二のテンプレート1220も同様に、歩行者11の基準幅PW及び基準高さPH内における、テンプレート1220とのマッチング率を算出する相対位置(PSX2、PSY2、PEX2、PEY2)を含む。そして、第三のテンプレート1230も同様に、歩行者11の基準幅PW及び基準高さPH内における、テンプレート1230とのマッチング率を算出する相対位置(PSX3、PSY3、PEX3、PEY3)を含む。

30

【0034】

つぎに、図3～図5を用いて、検知処理領域選定部1311における処理の内容について説明する。図3は、物体位置を設定する例を示す模式図、図4は、検知処理領域を設定する例を示す模式図、図5は、検知処理領域を設定する他の例を示す模式図である。

【0035】

検知処理領域選定部1311は、画像IMGSRC[x][y]内で歩行者11を検知する検知処理領域W[i]を選定し、そのx座標(横方向)の始点SX[i]および終点EX[i]、y座標上(縦方向)の始点SY[i]および終点EY[i]を求める。検知処理領域W[i]が複数ある場合はSX[i]、EX[i]、SY[i]、EY[i]を配列とし、すべての検知処理領域W[i]の座標を出力する。

40

【0036】

検知処理領域選定部1311は、物体位置検出部1310を用いても良いし、用いなくても良い。まず、物体位置検出部1310を用いて検知処理領域W[i]を設定する場合について、図3及び図4を用いて詳細に説明する。

【0037】

検知処理領域選定部1311は、物体位置検出部1310が検出した物体10の相対距離PY[b]、横位置PX[b]および横幅WD[b]から、図3に示すように、画像20上に

50

おける物体 10 の物体位置 21 を算出する。物体 10 の物体位置 21 は、物体 10 の周囲を囲む矩形領域で示され、その四隅の座標位置 (x 座標 (横方向) の始点 $B S X [b]$ 、終点 $B E X [b]$ 、y 座標 (縦方向) の始点 $B S Y [b]$ 、終点 $B E Y [b]$) で規定される。

【 0 0 3 8 】

なお、画像 20 上の座標と実世界の位置関係に対応付けるカメラ幾何パラメータを、カメラキャリブレーション等の方法によってあらかじめ算出しておき、物体 11 の高さを、例えば 180 [cm] などあらかじめ仮定しておくことにより、画像 20 上での位置を一意に決定することができる。

【 0 0 3 9 】

また、画像取得装置 1100 の取り付けの誤差やレーダとの通信遅れ等の理由により、物体位置検出部 1310 で検出した物体 10 の画像 20 上における位置と、画像 20 に写っている同じ物体 10 の画像 20 上での位置の違いが生じる場合がある。

【 0 0 4 0 】

従って、画像 20 上での物体位置 21 ($B S X [b]$ 、 $B E X [b]$ 、 $B S Y [b]$ 、 $B E Y [b]$) から、補正を加えた物体位置 22 ($B S X 2 [b]$ 、 $B E X 2 [b]$ 、 $B S Y 2 [b]$ 、 $B E Y 2 [b]$) を算出する。物体位置 21 の補正は、物体位置 21 の領域を所定の量だけ拡大したり、移動させたりすることによって行われる。

【 0 0 4 1 】

つぎに、図 4 に示すように、補正後の物体位置 22 ($B S X 2 [b]$ 、 $B E X 2 [b]$ 、 $B S Y 2 [b]$ 、 $B E Y 2 [b]$) 内をラスト走査するように、検知処理領域 $W [i]$ ($S X [i]$ 、 $E X [i]$ 、 $S Y [i]$ 、 $E Y [i]$) を設定する。本実施の形態では、物体位置 22 の左上端部を原点とし、上方から下方に 1 ドットずつ移動させる動作と、下端まで移動した後に右側に 1 ドットだけ移動させる動作を繰り返して、物体位置 22 ($B S X 2 [b]$ 、 $B E X 2 [b]$ 、 $B S Y 2 [b]$ 、 $B E Y 2 [b]$) 内を漏れなく探索するように、複数の検知処理領域 $W [i]$ が設定される。

【 0 0 4 2 】

検知処理領域 $W [i]$ の大きさ (歩行者想定幅 $S W$ 、歩行者想定高さ $S H$) は、物体位置検出部 1310 が検出した物体 10 との相対距離 $P Y [b]$ により決まる。また、歩行者想定幅 $S W$ 、歩行者想定高さ $S H$ は、前述の歩行者基準幅 $P W$ 、歩行者基準高さ $P H$ と同じである必要はないが、 $P W : P H = S W : S H$ の関係が必要とされる。

【 0 0 4 3 】

図 3 には、2 つの物体 10 (歩行者 11 と道路標識 12) の物体位置 21、21 と、各物体位置 21、21 をそれぞれ補正した物体位置 22、22 とを検出した例が示されている。図 3 では、物体 10 の画像 20 上における物体位置 21 ($B S X [b]$ 、 $B E X [b]$ 、 $B S Y [b]$ 、 $B E Y [b]$) を実線で示し、補正を加えた物体位置 22 ($B S X 2 [b]$ 、 $B E X 2 [b]$ 、 $B S Y 2 [b]$ 、 $B E Y 2 [b]$) を破線で示している。補正後の物体位置 22 は、本実施の形態では、物体位置 21 の上下左右に一定のマージンを有している。

【 0 0 4 4 】

例えば図 3 に示す例では、道路標識 12 の物体位置 21 ($B S X [0]$ 、 $B E X [0]$ 、 $B S Y [0]$ 、 $B E Y [0]$) と、補正後の物体位置 22 ($B S X 2 [0]$ 、 $B E X 2 [0]$ 、 $B S Y 2 [0]$ 、 $B E Y 2 [0]$) が算出され、また、歩行者 11 の物体位置 22 ($B S X [1]$ 、 $B E X [1]$ 、 $B S Y [1]$ 、 $B E Y [1]$) と、補正後の物体位置 22 ($B S X 2 [1]$ 、 $B E X 2 [1]$ 、 $B S Y 2 [1]$ 、 $B E Y 2 [1]$) が算出される。

【 0 0 4 5 】

図 4 には、物体位置 22 ($B S X 2 [b]$ 、 $B E X 2 [b]$ 、 $B S Y 2 [b]$ 、 $B E Y 2 [b]$) 内に検知処理領域 $W [i]$ ($S X [i]$ 、 $E X [i]$ 、 $S Y [i]$ 、 $E Y [i]$) が設定された状態が示されている。

【 0 0 4 6 】

例えば、道路標識 12 の物体位置 22 内における最初の検知処理領域 $W [0]$ ($S X [0]$ 、 $S Y [0]$ 、 $E X [0]$ 、 $E Y [0]$) は物体位置 22 内の左上に設定され、最後の検知

10

20

30

40

50

処理領域 $W[i]$ ($SX[i]$ 、 $SY[i]$ 、 $EX[i]$ 、 $EY[i]$) は物体位置 2 2 内の右下に設定される。また、歩行者 1 1 の物体位置 2 2 内における最初の検知処理領域 $W[i+1]$ ($SX[i+1]$ 、 $SY[i+1]$ 、 $EX[i+1]$ 、 $EY[i+1]$) は物体位置 2 2 内の左上に設定され、最後の検知処理領域 W (図示せず) は物体位置 2 2 内の右下に設定される。

【0047】

次に、物体位置検出部 1310 を用いずに検知処理領域 W を設定する場合について、図 5 を用いて説明する。物体位置検出部 1310 を用いない場合の検知処理領域 W の選定方法は、例えば、検知処理領域 W の大きさを変化させながら画像 20 全体を探索するように設定する方法や、特定の位置、特定の大きさのみに限定して検知処理領域 W を設定する方法がある。検知処理領域 W を特定の位置に限定して設定する場合は、例えば自車速を用いて自車が T 秒後に進んでいる距離に限定して設定する方法がある。

10

【0048】

図 5 は、自車速を用いて、自車が 1.0 秒後に進んでいる位置を探索する場合の例である。検知処理領域 W の大きさ (歩行者想定幅 SW 、歩行者想定高さ SH)、および y 座標を算出した位置とカメラ幾何パラメータから求め、画像 20 上で横方向に 1 画素毎ずらしながら検知処理領域 W を設定している。なお、歩行者想定幅 SW 、歩行者想定高さ SH は、前述の歩行者基準幅 PW 、歩行者基準高さ PH と同じである必要はないが、 $PW : PH = SW : SH$ の関係が必要とされる。

【0049】

20

検知処理領域 W の大きさおよび y 座標位置の決定方法であるが、画像 20 上の座標と実世界の位置関係に対応付けるカメラ幾何パラメータをカメラキャリブレーション等の方法によってあらかじめ算出しておくことで、歩行者 1 1 を検出したい距離から逆算することができる。

【0050】

図 5 で示す例の場合、画像 20 の横の大きさ (画像横サイズ) を $IMG SIZE X$ とすると、画像始点 SX 、 SY 、画像終点 EX 、 EY には、それぞれ (画像横サイズ $IMG SIZE X$ - 歩行者想定幅 SW) 個のデータが入る。検知処理領域 W の位置は、画像 20 の左端 ($SX[0]$ 、 $SY[0]$ 、 $EX[0]$ 、 $EY[0]$) から、右端 ($SX[IMG SIZE X - W]$ 、 $SY[IMG SIZE X - W]$ 、 $EX[IMG SIZE X - W]$ 、 $EY[IMG SIZE X - W]$) に向かって移動される。

30

【0051】

つぎに、図 6 を用いて、領域分割部 1321 による処理の内容について説明する。図 6 は、ある検知処理領域 $W[i]$ を複数の部分領域 $w[i]$ に分割する一例を示す図、図 7 は、分割する他の例を示す図である。

【0052】

処理領域分割部 1321 は、検知処理領域 W (横方向 $SX[i]$ 、 $EX[i]$ 、縦方向 $SY[i]$ 、 $EY[i]$) の歩行者想定幅 $SW[i]$ ($= EX[i] - SX[i]$)、歩行者想定高さ $SH[i]$ ($= EY[i] - SY[i]$) と、第一のテンプレート 1210 の歩行者基準幅 PW 、歩行者基準高さ PH および相対領域位置 ($PSX1$ 、 $PSY1$ 、 $PEX1$ 、 $PEY1$) から、以下の式 (1) ~ 式 (4) を用いて、第一の部分領域 $w1[i]$ ($SX1[i]$ 、 $EX1[i]$ 、 $SY1[i]$ 、 $EY1[i]$) を算出する。

40

【0053】

$$SX1[i] = SX[i] + (PSX1) (SW[i] / PW) \quad \dots (1)$$

$$SY1[i] = SY[i] + (PSY1) (SW[i] / PW) \quad \dots (2)$$

$$EX1[i] = SX[i] + (PEX1) (SW[i] / PW) \quad \dots (3)$$

$$EY1[i] = SY[i] + (PEY1) (SW[i] / PW) \quad \dots (4)$$

そして、第二の部分領域 $w2[i]$ ($SX2[i]$ 、 $EX2[i]$ 、 $SY2[i]$ 、 $EY2[i]$)、および第三の部分領域 $w3[i]$ ($SX3[i]$ 、 $EX3[i]$ 、 $SY3[i]$ 、 $EY3[i]$) も同様に算出する。

50

【 0 0 5 4 】

テンプレートは、図 6 に示す例の場合、歩行者 1 1 の全身に対応するテンプレート 1 2 0 1 を上中下に 3 分割して形成されており、第一のテンプレート 1 2 1 0 が歩行者 1 1 の上部 1 1 A に対応し、第二のテンプレート 1 2 2 0 が歩行者 1 1 の中部 1 1 B に対応し、第三のテンプレート 1 2 3 0 が歩行者 1 1 の下部 1 1 C に対応している。そして、これら 3 つのテンプレートを合成すると隙間のない歩行者用のテンプレート 1 2 0 1 となる。この場合、検知処理領域 $W[i]$ はすべて第一の部分領域 $w_1[i]$ 、第二の部分領域 $w_2[i]$ 、第三の部分領域 $w_3[i]$ のいずれかに分類される。

【 0 0 5 5 】

図 7 は、歩行者 1 1 の頭部や脚部など、特定の部位だけを見るテンプレートを用いる例である。この場合、第一のテンプレート 1 2 1 0 が頭部のみ、第二のテンプレート 1 2 2 0 が腰部、第三のテンプレート 1 2 3 0 が脚部のみのテンプレートであり、3 つのテンプレート 1 2 1 0 ~ 1 2 3 0 を合成しても隙間が空く。この場合、検知処理領域 $W[i]$ 内には、第一の領域 $w_1[i]$ 、第二の領域 $w_2[i]$ 、第三の領域 $w_3[i]$ のいずれにも分類されない領域が発生する。

10

【 0 0 5 6 】

つぎに、図 8 を用いて、処理回路 1 3 0 0 のマッチング率算出部 1 3 3 1 について説明する。図 8 は、マッチング率算出部 1 3 3 1 の処理内容を説明するフローチャートである。まず、ステップ S_301 において、画像 $IMG SRC[x][y]$ から、第一の領域 $w_1(SX1[i], EX1[i], SY1[i], EY1[i])$ 内の画像を切り出し、

20

第一の領域 w_1 の画像 $IMG MC 1[i][x][y]$ を生成する。

【 0 0 5 7 】

同様に、ステップ S_302 において、画像 $IMG SRC[x][y]$ から、第二の領域 $w_2(SX2[i], EX2[i], SY2[i], EY2[i])$ 内の画像を切り出し、第二の領域 w_2 の画像 $IMG MC 2[i][x][y]$ を生成する。

【 0 0 5 8 】

そして、ステップ S_303 において、画像 $IMG SRC[x][y]$ から、第三の領域 $w_3(SX3[i], EX3[i], SY3[i], EY3[i])$ 内の画像を切り出し、第三の領域 w_3 の画像 $IMG MC 3[i][x][y]$ を生成する。

【 0 0 5 9 】

つぎに、ステップ S_304 において、第一の領域 w_1 の画像 $IMG MC 1[i][x][y]$ と第一のテンプレート 1 2 1 0 の大きさが同じになるようにサイズ調整を行う。サイズ調整は、第一の領域 w_1 の計算に用いた歩行者想定幅 $SW[i]$ 、歩行者想定高さ $SH[i]$ と、第一のテンプレート 1 2 2 0 の歩行者基準幅 PW 、歩行者基準高さ PH を用いて行う。

30

【 0 0 6 0 】

第一の領域の画像 $IMG MC 1[i][x][y]$ が、第一のテンプレート 1 2 2 0 と同じ大きさになるように、画像サイズを横方向に $PW/SW[i]$ 倍、縦方向に $PH/SH[i]$ 倍に拡大・縮小してもよいし、逆に第一のテンプレート 1 2 2 0 が第一の領域の画像 $IMG MC 1[i][x][y]$ と同じ大きさになるように、テンプレートの大きさを横方向に $SW[i]/PW$ 倍、縦方向に $SH[i]/PH$ 倍に拡大・縮小してもよい。

40

【 0 0 6 1 】

同様に、ステップ S_305 において、第二の領域 w_2 の画像 $IMG MC 2[i][x][y]$ と第二のテンプレート 1 2 2 0 の大きさが同じになるようにサイズ調整を行う。そして、ステップ S_306 において、第三の領域 w_3 の画像 $IMG MC 3[i][x][y]$ と第三のテンプレート 1 2 3 0 の大きさが同じになるようにサイズ調整を行う。

【 0 0 6 2 】

そして、ステップ S_307 において、大きさが調整された第一の領域 w_1 のサイズ正規化画像 $IMG MC 1[i][x][y]$ と第一のテンプレート 1 2 1 0 との間のマッチング率である第一のマッチング率 $MATCH 1[i]$ を算出する。マッチング率の算出方法

50

については後述する。

【0063】

同様に、ステップS308において、大きさが調整された第二の領域 w_2 のサイズ正規化画像 $IMGMC2[i][x][y]$ と第二のテンプレート1220との間の第二のマッチング率 $MATCH2[i]$ を算出し、ステップS309において、大きさが調整された第三の領域 w_3 のサイズ正規化画像 $IMGMC3[i][x][y]$ と第三のテンプレート1230との間の第三のマッチング率 $MATCH3[i]$ を算出する。

【0064】

つぎに、図9、10、11を用いて、ステップS307～ステップS309におけるマッチング率の算出方法について以下に詳細に説明する。まず、画像のパターンを用いて歩行者11を検知する方法について説明する。歩行者11を検知する方法としては、歩行者パターンの代表となるテンプレートを複数用意しておき、差分累積演算あるいは正規化相関係数演算を行って一致度を求める方法や、ニューラルネットワークなどの識別器を用いてパターン認識を行う方法が挙げられる。

10

【0065】

いずれの方法をとるとしても、あらかじめ歩行者11か否かを決定する指標となるソースのデータベースが必要となる。様々な歩行者11のパターンをデータベースとして蓄えておき、そこから代表となるテンプレートを作成し、あるいは識別器を生成する。実環境では様々な服装、姿勢、体型の歩行者が存在し、さらにそれぞれ照明や天候などの条件が異なったりすることから、大量のデータベースを用意して、誤判定を少なくすることが必要となる。

20

【0066】

このとき、前者のテンプレートを用意する方法の場合、判定漏れを防ぐようにするとテンプレートの数が膨大となり、現実的ではない。そこで、本実施の形態では後者の識別器を用いて判定する方法を採用する。識別器の大きさはソースのデータベースの大きさに依存しない。なお、識別器を生成するためのデータベースを教師データと呼ぶ。

【0067】

本実施形態における識別器を用いて歩行者11か否かを判定する方法を、図9、8を用いて説明する。

【0068】

まず、第一のマッチング率算出方法について説明する。図9は、本実施形態における、第一のマッチング率算出の方法を示すブロック図である。ここでは、図8のステップS304において、第一の領域の画像 $IMGMT1[i][x][y]$ は横方向に $PW/SW[i]$ 倍、縦方向に $PH/SH[i]$ 倍に拡大・縮小され、第一のサイズ正規化画像 $IMGMT1N[i][x][y]$ に変換されている場合について説明する。

30

【0069】

本実施の形態では、第一の識別器41を用いて第一のマッチング率 $MATCH1[i]$ を算出する。第一の識別器41は、画像内の所定の箇所に設置された複数の小領域 $TP1R[n]$ 内における濃淡勾配の方向と強さに基づいてマッチング率を算出する。

【0070】

まず、入力画像 $IMGMT1N[i][x][y]$ が入力されると、例えばソーベルフィルタなどのフィルタリング処理部411によりフィルタリング処理が行われ、濃淡勾配の強さを表すエッジ強度画像 $IMGMAG1[x][y]$ および濃淡勾配の方向を表すエッジ方向画像 $IMGDIR1[x][y]$ がそれぞれ出力される。そして、局所エッジ強度算出部412により、各画像の所定箇所に設置された小領域 $TP1R[n]$ 内で、算出された濃淡勾配の強さと方向を用いて局所エッジ強度 $TP1M[n]$ を算出する。

40

【0071】

具体的には、小領域 $TP1R[n]$ に含まれるエッジ方向画像 $IMGDIR1[x][y]$ の値を参照し、その方向が小領域 $TP1R[n]$ ごとに定められた所定の方向と同一であったときに、対応する位置のエッジ強度画像 $IMGMAG1[x][y]$ の値を合計

50

する。本実施の形態の場合、小領域 $TP1R[n]$ を 20 個設置しているため、局所エッジ強度 $TP1M[0] \sim TP1M[19]$ の 20 個の値を得る。

【0072】

つぎに、局所エッジ判断部 413 において、各局所エッジ強度を、対応する閾値 $TP1TH[0] \sim TP1TH[19]$ で閾値処理し、「1」か「0」の 2 値に変換する。そして、重み付け部 414 で重み $TP1W[0] \sim TP1W[19]$ を乗じ、合計部 415 へ出力する。合計部 415 は、重み付け部 414 から入力された 20 個の値を合計し、第一のマッチング率 $MATCH[i]$ として出力する。

【0073】

なお、本実施の形態における第一のテンプレート 1210 は、識別器 41 内の各局所エッジ強度 $TP1M[0] \sim TP1M[19]$ を算出する小領域 $TP1R[n]$ の個数、位置、大きさ、濃淡勾配の方向、局所エッジ判断部 413 における局所エッジ強度の閾値 $TP1TH[0] \sim TP1TH[19]$ 、重み付け部 414 の重み $TP1W[0] \sim TP1W[19]$ であり、これらのパラメータは、識別器 41 への入力画像 $IMGMC1N[i][x][y]$ が歩行者であった場合には「1」を、歩行者ではなかった場合には「0」を出力するように、教師データを用いて調整される。この供試データを用いた調整には、AdaBoost などの機械学習の手段を用いてもよいし、手動で行ってもよい。

【0074】

例えば、NPD 個の歩行者 11 の教師データ、および NBG 個非歩行者の教師データから、AdaBoost を用いて第一のテンプレート 1210 を決定する手順は以下の通りとなる。なお、以下、局所エッジの算出に必要な、位置、大きさ、濃淡勾配の方向の情報を持つ小領域を $cTP1R[m]$ と表す。ここで、 m は局所エッジの ID 番号である。

【0075】

まず位置、大きさ、判定する濃淡勾配の方向が異なる小領域 $cTP1R[m]$ を複数（例えば、100 万通り）用意し、それぞれ局所エッジ強度の値を全ての教師データから算出し、閾値 $cTP1TH[m]$ を決定する。閾値 $cTP1TH[m]$ は、歩行者 11 の教師データと非歩行者の教師データを最も分類することができる値を選択する。

【0076】

つぎに、歩行者 11 の教師データひとつひとつに $wPD[nPD] = 1 / 2NPD$ の重みを与え、非歩行者の教師データひとつひとつに $wBG[nBG] = 1 / 2NBG$ の重みを与える。ここで、 nPD は歩行者の教師データの ID 番号、 nBG は非歩行者の教師データの ID 番号である。

【0077】

そして、 $k = 1$ として、以下、繰り返し処理を行う。まず、歩行者・非歩行者全ての教師データの重みの合計が 1 となるように、重みを正規化する。つぎに、各局所エッジの誤検知率 $cER[m]$ を計算する。誤検知率 $cER[m]$ は、小領域 $TP1R[m]$ において、歩行者 11 の教師データの局所エッジ強度 $cTP1M[m][nPD]$ を閾値 $cTP1TH[m]$ で閾値処理した結果が非歩行者となったもの、もしくは非歩行者の教師データの局所エッジ強度 $cTP1M[m][nBG]$ を閾値 $cTP1TH[m]$ で閾値処理した結果が歩行者 11 となったもの、すなわち閾値処理した結果が実際と異なる教師データの重みの合計である。

【0078】

全ての局所エッジの誤検知率 $cER[m]$ を算出後、誤検知率が最小となる局所エッジの ID $mMin$ を選択し、小領域 $TP1R[k] = cTP1R[mMin]$ 、閾値 $TP1TH[k] = cTP1TH[mMin]$ とする。

【0079】

つぎに、各教師データの重みを更新する。更新は、小領域 $TP1R[k]$ において、歩行者 11 の教師データの局所エッジ強度 $TP1M[k][nPD]$ を閾値 $TP1TH[k]$ で閾値処理した結果が歩行者 11 となったもの、もしくは非歩行者の教師データの局所エッジ強度 $TP1M[k][nBG]$ を閾値 $TP1TH[k]$ で閾値処理した結果が非歩

10

20

30

40

50

行者となったもの、すなわち閾値処理した結果が正解の教師データの重みに、係数 $B T [k] = c E R [m M i n] / (1 - c E R [m M i n])$ を乗じて行う。

【 0 0 8 0 】

$k = k + 1$ とし、 k が予め設定した値（例えば、20）になるまで繰り返す。繰り返し処理の終了後に得られる小領域 $T P 1 R [k]$ 、閾値 $T P 1 T H [k]$ が $A d a B o o s t$ により自動調整された識別器 4 1 である。なお、重み $T P 1 W [k] = 1 / B T [k]$ である。

【 0 0 8 1 】

つぎに、第二のマッチング率算出方法について説明する。図 10 は、本実施形態における、第二のマッチング率算出の方法を示すブロック図である。ここでは、図 8 に示すステップ S 3 0 5 において、第二の領域 $w 2$ の画像 $I M G M T 2 [i] [x] [y]$ が横方向に $P W / S W [i]$ 倍、縦方向に $P H / S H [i]$ 倍に拡大・縮小され、第二のサイズ正規化画像 $I M G M T 2 N [i] [x] [y]$ に変換されているものとする。本実施の形態では第二の識別器 4 2 を用いて第二のマッチング率 $M A T C H 2 [i]$ を算出する。

【 0 0 8 2 】

第二の識別器 4 2 は、第一の識別器 4 1 と同様に、フィルタリング処理部 4 2 1、局所エッジ強度算出部 4 2 2、局所エッジ判断部 4 2 3、重み付け部 4 2 4、合計部 4 2 5 を有する。なお、第二の識別器 4 2 は歩行者 1 1 の中部 1 1 B の識別器であり、処理内容は第一の識別器 4 1 と同様であるため、説明は省略する。

【 0 0 8 3 】

さらに、第三のマッチング率算出方法について説明する。図 11 は、本実施形態における、第三のマッチング率算出の方法を示すブロック図である。ここでは、図 8 に示すステップ S 3 0 6 において、第三の領域 $w 3$ の画像 $I M G M T 3 [i] [x] [y]$ が横方向に $P W / S W [i]$ 倍、縦方向に $P H / S H [i]$ 倍に拡大・縮小され、第三のサイズ正規化画像 $I M G M T 3 N [i] [x] [y]$ に変換されているものとする。本実施の形態では第三の識別器 4 3 を用いて第三のマッチング率 $M A T C H 3 [i]$ を算出する。

【 0 0 8 4 】

第三の識別器 4 3 は、第一の識別器 4 1 及び第二の識別器 4 2 と同様に、フィルタリング処理部 4 3 1、局所エッジ強度算出部 4 3 2、局所エッジ判断部 4 3 3、重み付け部 4 3 4、合計部 4 3 5 を有する。なお、第三の識別器 4 3 は歩行者 1 1 の下部 1 1 C の識別器であり、処理内容は第一の識別器 4 1 と同様であるため、説明は省略する。

【 0 0 8 5 】

物体存在判定部 1 3 4 1 は、マッチング率算出部 1 3 3 1 により算出した第一のマッチング率 $M A T C H 1 [i]$ と、記憶装置 1 2 0 0 内の第一の閾値 1 2 1 1 との比較、第二のマッチング率 $M A T C H 2 [i]$ と第二の閾値 1 2 2 1 との比較、第三のマッチング率 $M A T C H 3 [i]$ と第三の閾値 1 2 3 1 との比較を行う。

【 0 0 8 6 】

そして、第一のマッチング率 $M A T C H 1 [i]$ が第一の閾値 1 2 1 1 以上であり、かつ第二のマッチング率 $M A T C H 2 [i]$ が第二の閾値 1 2 2 1 以上であり、さらに第三のマッチング率 $M A T C H 3 [i]$ が第三の閾値 1 2 3 1 以上である場合に、歩行者 1 1 が存在すると判定し、少なくとも一つのマッチング率が閾値を下回る場合には、歩行者 1 1 が存在しないと判定する。

【 0 0 8 7 】

上記の方法によれば、マッチングの度合いを局所的な分布で見ることができるので、歩行者の上半身のみ類似しているパターン、または歩行者の下半身のみ類似しているパターンを、歩行者として誤検知するのを排除することができる。

【 0 0 8 8 】

つぎに、本装置によって、例えば子供等の身長が低い歩行者 1 3 を検出する方法について、図 12 を用いて説明する。図 12 は、低身長歩行者からマッチング率を算出する方法を説明する図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 9 】

物体存在判定部 1 3 4 1 は、検知処理領域選定部 1 3 1 1 によって、検知処理領域 W の大きさ（歩行者想定幅 S W、歩行者想定高さ S H）を変えずに、検知処理領域 W を縦方向に探索する設定とすることによって、画像内に歩行者 1 1 とは上下方向の長さが異なる他の物体である低身長歩行者 1 3 を検知することができる。

【 0 0 9 0 】

具体的には、第一のマッチング率 M A T C H 1 [i]、第二のマッチング率 M A T C H 2 [i]、第三のマッチング率 M A T C H 3 [i] を配列として記憶し、前述の判定と同時に、互いに上下方向に位置が異なる部分領域の第一のマッチング率 M A T C H 1 [i]、第二のマッチング率 M A T C H 2 [j]、第三のマッチング率 M A T C H 3 [k] を用いて、身長が低い歩行者 1 3 を検知する。

10

【 0 0 9 1 】

図 1 2 (b) ~ (d) には、検知処理領域 W [i 2 c] (S X [i 2 c]、S Y [i 2 c]、E X [i 2 c]、E Y [i c])、検知処理領域 W [i c] (S X [i c]、S Y [i c]、E X [i c]、E Y [i c])、検知処理領域 W [i] (S X [i]、S Y [i]、E X [i]、E Y [i]) における各部分領域のマッチング率が示されている。

【 0 0 9 2 】

図 1 2 に示すように、第一のテンプレート 1 2 1 0、第二のテンプレート 1 2 2 0、第三のテンプレート 1 2 3 0 が対象とする歩行者 1 1 (図 3 を参照) よりも身長が低い低身長歩行者 1 3 の近傍でマッチング率を算出する。

20

【 0 0 9 3 】

その結果、低身長歩行者 1 3 を検知処理領域 W 検知処理領域 W [i 2 c] の下で捉える時は、図 1 2 (b) に示すように、第三のテンプレート 1 2 3 0 とのマッチング率 M A T C H 3 [i - 2 c] が高い値となる。そして、低身長歩行者 1 3 を検知処理領域 W [i c] の中央で捉える時は、図 1 2 (c) に示すように、第二のテンプレート 1 2 2 0 とのマッチング率 M A T C H 2 [i - c] が高い値となる。そして、低身長歩行者 1 3 を検知処理領域 W [i] の上で捉える時は、図 1 2 (d) に示すように、第一のテンプレート 1 2 1 0 とのマッチング率 M A T C H 1 [i] が高い値となる。

【 0 0 9 4 】

30

従って、検知処理領域 W の大きさ（歩行者想定幅 S W、歩行者想定高さ S H）を変えずに画像上で上から下へ縦方向に探索するように検知処理領域 W が設定されている場合、第一のテンプレート 1 2 1 0、第二のテンプレート 1 2 2 0、第三のテンプレート 1 2 3 0 での検知を想定している歩行者（大人）1 1 の身長を P H E [m] とし、検知したい低身長歩行者（子供）1 3 の身長を C H E [m] とする。そして、 $c = (P H E - C H E) \times S H / (2 \times P H E)$ を算出し、検知処理領域 W [i] (S X [i]、S Y [i]、E X [i]、E Y [i]) における第一のマッチング率 M A T C H 1 [i]、検知処理領域 W [i c] (S X [i c]、S Y [i c]、E X [i c]、E Y [i c]) における第二のマッチング率 M A T C H 2 [i - c]、および検知処理領域 W [i 2 c] (S X [i 2 c]、S Y [i 2 c]、E X [i 2 c]、E Y [i 2 c]) における第三のマッチング率 M A T C H 3 [i - 2 c] を用いて物体存在判定を行うことにより、低身長歩行者 1 3 の存在を検知することができる。

40

【 0 0 9 5 】

従って、用意しているテンプレートが想定している歩行者（大人）1 1 よりも身長が低い低身長歩行者（子供）1 3 を、低身長歩行者専用のテンプレートを用意することなく検知することができる。同様に、テンプレートが想定している歩行者（大人）よりも身長が高い長身の歩行者についても、同様に特別なテンプレートを用意することなく、検知することができる。

【 0 0 9 6 】

物体存在判定部 1 3 4 1 は、ロービーム判定結果 L B S T を用いて、周囲が暗くロービ

50

ームの状態では歩行者を検知する場合と、そうでない場合でマッチング率の判定閾値を変化させることができる。

【0097】

自車の前照灯が下向きであるロービームのときに、マッチング率の判定閾値を変化させる方法について、図13を用いて説明する。図13(a)は、昼間に撮影した画像20内の歩行者11のマッチング率を算出した例であり、図13(b)は、夜間にロービームの状態では撮影した画像20内の歩行者11のマッチング率を算出した例である。

【0098】

図13(b)に示すように、夜間にロービームの状態では走行すると、自車前方の歩行者11は、照射範囲H内に存在する足元(脚部)のみが明るく映し出される。従って、この画像20のままでマッチング率を算出すると、上部部分領域である部分領域w1、w2は、部分領域w1と第一のテンプレート1210とのマッチング率MATCH1[i]、及び部分領域w2と第二のテンプレート1220とのマッチング率MATCH2[i]が低くなってしまふ。

【0099】

従って、このような場合に、物体存在判定部1341は、ロービーム判定部1340からのロービーム判定結果LBS Tを用いて、例えば第一の閾値(上部判定閾値)1211に係数「0.5」を、第二の閾値(上部判定閾値)1221に係数「0.7」を乗じて、第一の閾値1211と第二の閾値1221を非ロービーム状態のときよりも低い値に変更する。そして、第三の閾値(下部判定閾値)1231に係数「1.2」を乗じて、第三の閾値1231を非ロービーム状態のときよりも高い値に変更して物体存在判定を行う。

【0100】

また、物体存在判定部1341は、物体位置検出部1310を用いて測定した物体10の位置情報に応じてマッチング率の閾値を変化させてもよい。例として、物体10が横方向へ移動しているかどうかに応じてマッチング率の閾値を変化させる方法について、図14を用いて説明する。

【0101】

図14は、横方向に移動している歩行者11の例を示す。検知処理領域選定部1311で説明したように、歩行者11が横移動している場合、物体検知装置1000内における通信遅れや取り付け誤差等によって、物体位置検出部1310で取得した画像20上での物体位置(BSX[b]、BSY[b]、BEX[b]、BEY[b])は、画像20上の歩行者11の位置とずれてしまふ。

【0102】

特に、物体10が横方向に移動している場合、検知処理領域Wを設定する範囲である(BSX2[b]、BSY2[b]、BEX2[b]、BEY2[b])にも含まれないことが発生しうる。

【0103】

この場合、第一のテンプレート1210を歩行者11の右半身のテンプレートとし、第二のテンプレート1220を歩行者11の左半身のテンプレートとすると、歩行者11が右側に移動している場合は右半身11Rが検知処理領域Wに入らないため右半身のテンプレート1210に関する第一のマッチング率MATCH1[i]が小さくなり、左側に移動している場合は左半身が検知処理領域Wに入らないため左半身のテンプレート1220に関する第二のマッチング率MATCH2[i]が小さくなる。

【0104】

従って、物体位置検出部1310から得られる物体10の横位置PX[b]から横移動速度VX[b]を算出し、その絶対値が所定の速度閾値を超えた場合は横移動していると判定し、VX[b]の符号から右側に歩いていると判定された場合は右側のテンプレートである第一のテンプレート1210に関する第一の閾値1211が小さくなるような係数を乗じ、また、左側に歩いていると判定された場合は左側のテンプレートである第二のテンプレート1220に関する第二の閾値1221が小さくなるような係数を乗じ、第一の

10

20

30

40

50

閾値 1 2 1 1 および第二の閾値 1 2 2 1 を調整して物体存在判定を行う。係数は、例えば 0 . 8 など一定の値でもよいし、例えば横方向の速度が 0 から横方向の速度の閾値まで 1 . 0 で、速度が高くなるほど値が 0 に近づくような関数を用いてもよい。

【 0 1 0 5 】

上記した物体検知装置 1 0 0 0 によれば、歩行者 1 1 を検知する検知処理領域 W を上下方向に区画して部分領域 w 1、w 2、w 3 の 3 つに分割する。そして、歩行者 1 1 の上部 1 1 A を検知する第一のテンプレート 1 2 1 0、歩行者 1 1 の中部 1 1 B を検知する第二のテンプレート 1 2 2 0、および歩行者 1 1 の脚部 1 1 C を検知する第三のテンプレート 1 2 3 0 を用いて、各部分領域 w 1、w 2、w 3 とのマッチング率 M A T C H 1、M A T C H 2、M A T C H 3 を算出する。そして、各マッチング率 M A T C H 1、M A T C H 2、M A T C H 3 がそれぞれの判定閾値 1 2 1 1、1 2 2 1、1 2 3 1 よりも大きいか否かを判断し、各マッチング率 M A T C H 1、M A T C H 2、M A T C H 3 が各判定閾値 1 2 1 1、1 2 2 1、1 2 3 1 よりも大きいときは歩行者 1 1 であると判定する。従って、歩行者 1 1 の上半身にのみ類似しているパターン、または歩行者 1 1 の下半身にのみ類似しているパターンに対する誤検知を排除することができる。

10

【 0 1 0 6 】

また、物体検知装置 1 0 0 0 によれば、歩行者 1 1 を検知する場合、別々の位置で算出した第一のテンプレート 1 2 1 0 とのマッチング率 M A T C H 1 と、第二のテンプレート 1 2 2 0 とのマッチング率 M A T C H 2 と、第三のテンプレート 1 2 3 0 とのマッチング率 M A T C H 3 を様々に組み合わせることができる。

20

【 0 1 0 7 】

例えば、検知処理領域 W を縦方向へ探索するように設定し、第一のマッチング率 M A T C H 1 [i]、第二のマッチング率 M A T C H 2 [i]、第三のマッチング率 M A T C H 3 [i] を配列として記憶し、異なる縦位置で算出した第一のマッチング率 M A T C H 1 [i]、第二のマッチング率 M A T C H 2 [j]、第三のマッチング率 M A T C H 3 [k] を組み合わせることができる。従って、大人よりも身長が低い子供を、子供専用のテンプレートを用意することなく、大人用のテンプレートのみで簡単且つ適切に検知することができる。

【 0 1 0 8 】

さらに、ロービーム判定部 1 3 4 0 の結果によって第一の閾値 1 2 1 1、第二の閾値 1 2 2 1、第三の閾値 1 2 3 1 に係数を乗じ、ロービーム状態とロービーム状態以外のときで判定閾値を変化させることによって、ロービームにより歩行者 1 1 の脚部のみが明るく見えている場合でも歩行者 1 1 を適切に検知することができる。

30

【 0 1 0 9 】

また、第一のテンプレート 1 2 1 0 を歩行者 1 1 の右半身を検知するテンプレートとして、第二のテンプレート 1 2 2 0 を歩行者 1 1 の左半身を検知するテンプレートとして、物体位置検出部 1 3 1 0 の情報を用いて物体 1 0 が横移動していると判定した場合に、第一の閾値 1 2 1 1 および第二の閾値 1 2 2 1 に係数を乗じ、横移動時と横移動時でないときとで判定閾値を変化させることによって、通信遅れ等により物体位置検出部 1 3 1 0 で検出した位置が画像 2 0 上の位置より遅れていても歩行者 1 1 を適切に検知することができる。

40

【 0 1 1 0 】

なお、歩行者 1 1 の検知に用いる識別器 4 1、4 2、4 3 は、本実施例で取り上げた方法に限定されない。正規化相関を用いたテンプレートマッチング、ニューラルネットワーク識別器、サポートベクターマシン識別器、ベイズ識別器などを用いてもよい。また、テンプレートの数は本実施例の 3 つに限定されず、2 つのテンプレートでも、4 つ以上のテンプレートでもよい。さらに、物体存在判定部 1 3 4 1 で説明したように、処理回路 1 3 0 0 は、物体位置検出部 1 3 1 0 またはロービーム判定部 1 3 4 0 を用いない形態でも使用可能である。

【 0 1 1 1 】

50

本発明は、上述の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。例えば、上述の実施の形態では、検知対象の物体10として歩行者11の場合を例に説明したが、例えば先行車両などの他の物体でもよい。また、上述の実施の形態では、検知処理領域Wを3つの部分領域w1、w2、w3に分解して歩行者11を検出する場合を例に説明したが、部分領域は複数であればよく、例えば2つ、あるいは4つ以上であってもよい。

【図面の簡単な説明】

【0112】

【図1】本実施の形態における物体検知装置のブロック図。

【図2】第一のテンプレート～第三のテンプレートを示す模式図。

10

【図3】物体位置を設定する例を示す模式図。

【図4】処理領域を設定する例を示す模式図。

【図5】処理領域を設定する他の例を示す模式図。

【図6】処理領域を複数の部分領域に分割する例を示す模式図。

【図7】処理領域を複数の部分領域に分割する他の例を示す模式図。

【図8】マッチング率算出部の処理内容を示すフローチャート。

【図9】第一のテンプレートを用いた歩行者の判定方法を示すブロック図。

【図10】第二のテンプレートを用いた歩行者の判定方法を示すブロック図。

【図11】第三のテンプレートを用いた歩行者の判定方法を示すブロック図。

【図12】低身長歩行者を判定する方法を説明する図。

20

【図13】ロービームの状態で歩行者を検知する例を説明する図。

【図14】自転車前方で横方向に移動している歩行者を検知する例を説明する図。

【符号の説明】

【0113】

1000 物体検知装置

1100 画像取得装置

1200 記憶装置

1210 第一のテンプレート

1211 第一の閾値

1220 第二のテンプレート

1221 第二の閾値

1230 第三のテンプレート

1221 第三の閾値

1300 処理回路

1310 物体位置検出部

1311 処理領域選定部

1321 領域分割部

1331 マッチング率算出部

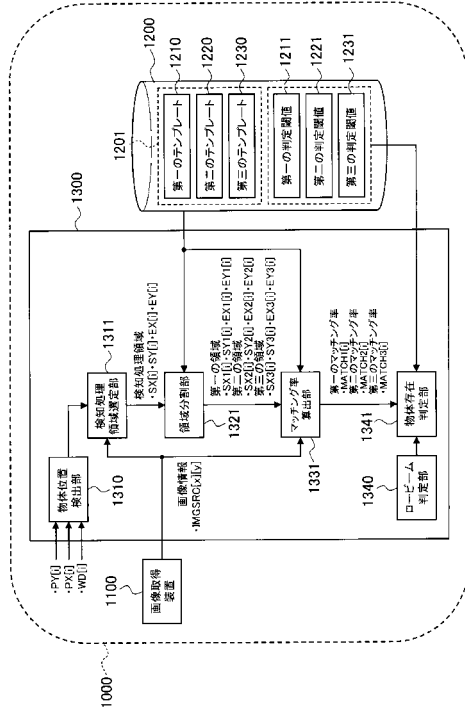
1340 ロービーム判定部

1341 物体存在判定部

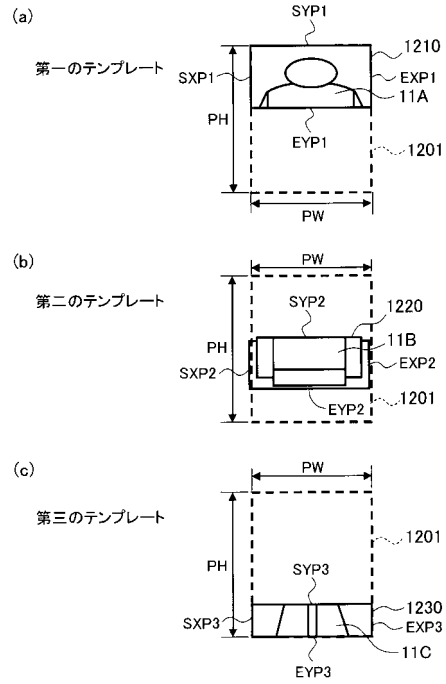
30

40

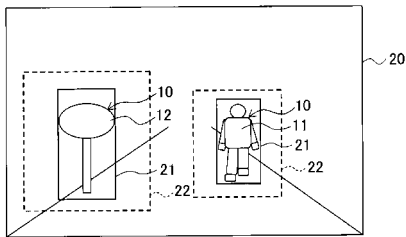
【図1】



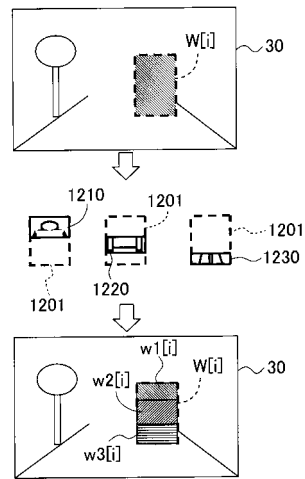
【図2】



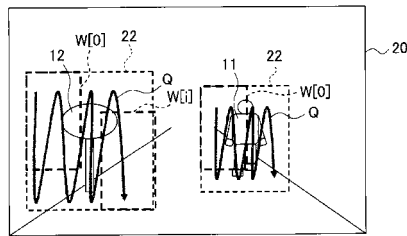
【図3】



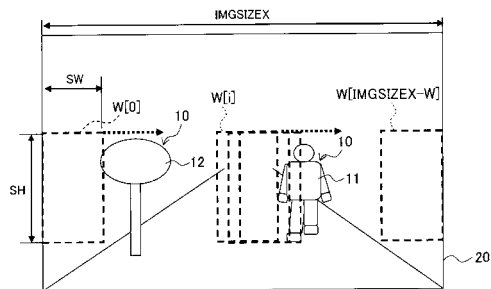
【図6】



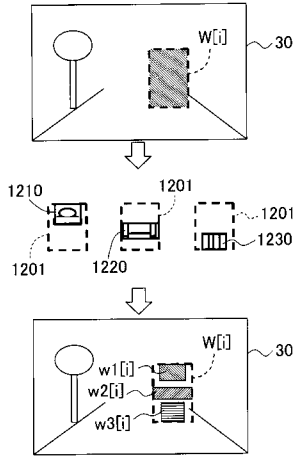
【図4】



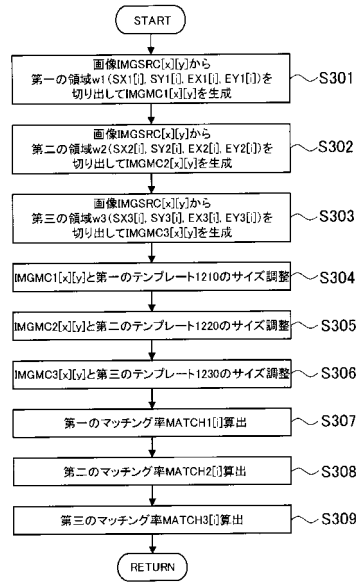
【図5】



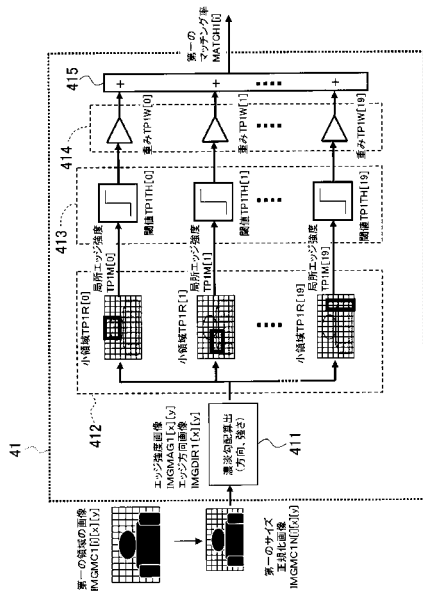
【図7】



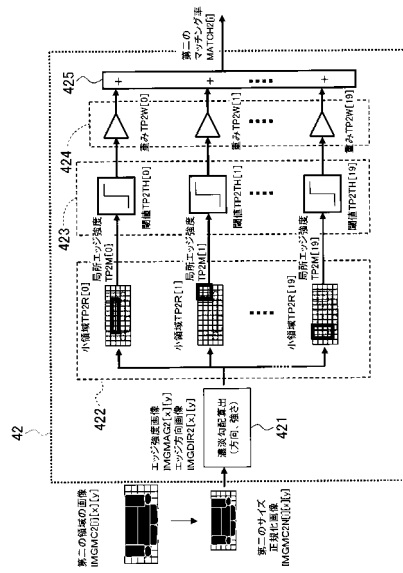
【図8】



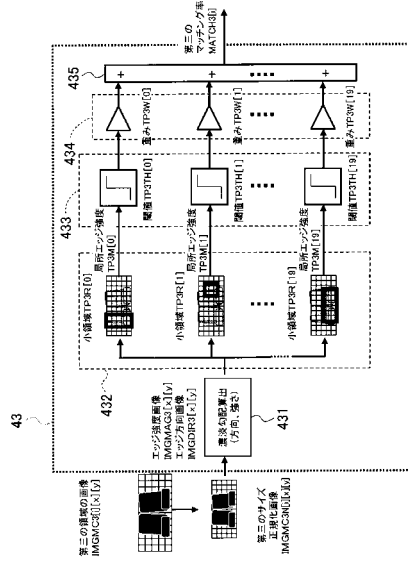
【図9】



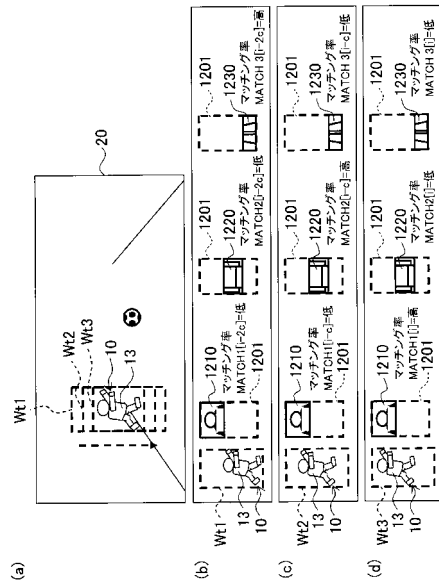
【図10】



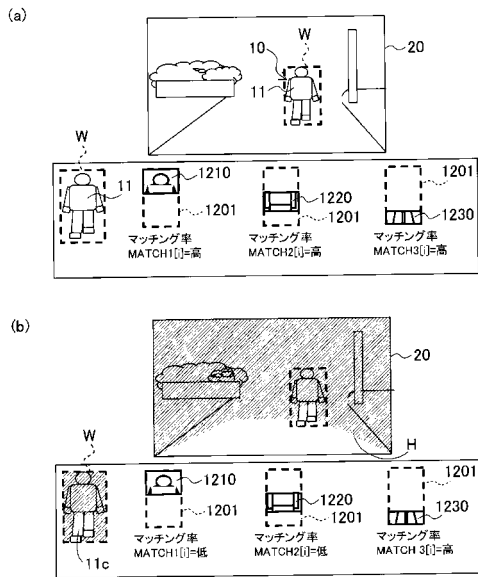
【 図 1 1 】



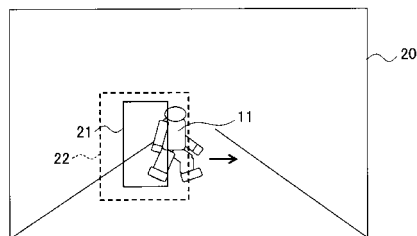
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

審査官 東 勝之

- (56)参考文献 特開2008-021034(JP,A)
特開2008-015771(JP,A)
特開2008-181423(JP,A)
特開2005-316607(JP,A)
特開2008-123113(JP,A)
特開2000-185610(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G	1/16
G06T	1/00
B60R	21/00