

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013年10月31日(31.10.2013)



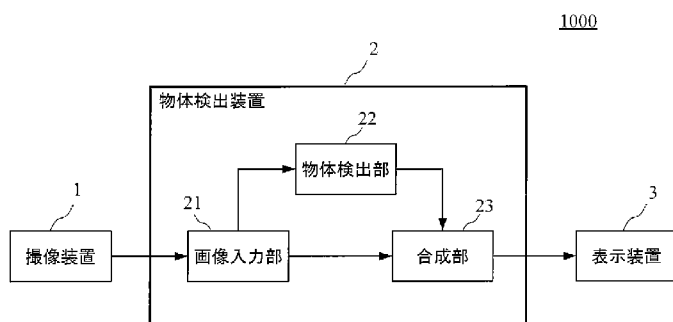
(10) 国際公開番号
WO 2013/161417 A1

- (51) 国際特許分類:
G06T 7/60 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/056931
 - (22) 国際出願日: 2013年3月13日(13.03.2013)
 - (25) 国際出願の言語: 日本語
 - (26) 国際公開の言語: 日本語
 - (30) 優先権データ:
特願 2012-102158 2012年4月27日(27.04.2012) JP
 - (71) 出願人: 株式会社メガチップス(MEGACHIPS CORPORATION) [JP/JP]; 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原一丁目1番1号 Osaka (JP).
 - (72) 発明者: 長谷川 弘(HASEGAWA Hiromu); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原一丁目1番1号 株式会社メガチップス内 Osaka (JP).
 - (74) 代理人: 上羽 秀敏, 外(UEBA Hidetoshi et al.); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番16号 アクア堂島西館 インテリクス国際特許事務所 Osaka (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OBJECT DETECTION DEVICE AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 物体検出装置およびプログラム

FIG. 1



- 1 Imaging device
- 2 Object detection device
- 3 Display device
- 21 Image input unit
- 22 Object detection unit
- 23 Synthesis unit

(57) Abstract: The problem addressed by the present invention is to detect important information of an object by means of a low amount of computation. An object detection unit (22) generates an edge image from a color image. The object detection unit (22) evaluates the symmetry of an image contained in the edge image taking into consideration the pixel position of pixels of note. The object detection unit (22) identifies pixels at the center of symmetry of an object having symmetry. The object detection unit (22) detects the object width for each pixel at the center of symmetry. The object detection unit (22) identifies the width in the vertical direction of the object from the width in the vertical direction of the pixels at the center of symmetry, and identifies the width in the horizontal direction of the object from the object width identified for each pixel at the center of symmetry.

(57) 要約: 少ない演算量で物体の重要な情報を検出することを課題とする。物体検出部(22)は、カラー画像からエッジ画像を生成する。物体検出部(22)は、エッジ画像に含まれる画

像の対称性を、注目画素の画素位置を考慮して、評価する。物体検出部(22)は、対称性を有する物体の対称中心画素を特定する。物体検出部(22)は、対称中心画素ごとに物体幅を検出する。物体検出部(22)は、対称中心画素の垂直方向の幅から物体の垂直方向の幅を特定し、対称中心画素ごとに特定された物体幅から物体の水平方向の幅を特定する。



WO 2013/161417 A1

明 細 書

発明の名称：物体検出装置およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像に含まれる対称性のある物体の検出装置および検出方法に関する。

背景技術

[0002] 物体の対称性を利用した画像処理技術が存在する。下記特許文献1では、注目画素の左右の相関を計算することにより、注目画素の左右の画像領域の相関を評価する。そして、相関の最も高くなる注目画素を対称性のある物体の中央位置として検出している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-267257号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 物体の検出技術は様々な分野で利用され、その用途が広い。物体の検出情報を利用するアプリケーションにとって、物体の位置のみならず、物体の大きさも重要な情報となる。

[0005] しかしながら、画像中に含まれる物体の位置と大きさの両方の情報を、処理負荷を大きくすることなく、精度良く取得することは困難であった。

[0006] そこで、本発明は上記課題に鑑み、少ない演算量で物体の重要な情報（例えば、物体の位置と大きさについての情報）を検出する技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、第1の発明は、画像入力部と、画像特徴量抽出部と、対称性評価部と、を備える物体検出装置である。

[0008] 画像入力部は、画像を入力する。

[0009] 画像特徴量抽出部は、画像から所定の画像特徴量を抽出して特徴量抽出画像を生成する。

[0010] 対称性評価部は、特徴量抽出画像に対して、処理対象である注目画素ごとに、画像上の第1方向についての対称性を評価するための領域である対称性評価領域を第1方向と直交する第2方向の所定の軸である中心軸を中心として対称となるように設定し、対称性評価領域の大きさを変化させながら、対称性評価領域に含まれ、中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値に対して、画素群の中心軸からの距離に基づく重み付けを行った値を導出することで、第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得する。

[0011] これにより、この物体検出装置では、中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値に対して、画素群の中心軸からの距離に基づく重み付けを行った値に基づいて、対称性評価値を取得するので、第1方向の対称性の評価を高い精度で行うことができる。

[0012] したがって、この物体検出装置により取得された対称性評価値を用いることで、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0013] なお、「対称性評価領域」の第2方向（第1方向と直交する方向）の幅は、1画素分の幅であってもよいし、また、複数画素分の幅であってもよい。

[0014] また、「中心軸について対称となる位置に存在する画素群」とは、画像上において、

(1) 中心軸から、互いに逆方向に、等距離離れた2つ画素（例えば、第1方向を水平方向とすると、中心軸から水平方向左に距離 k だけ離れた画素 P_1 および中心軸から水平方向右に距離 k だけ離れた画素 P_2 の合計2つの画素）や、

(2) 中心軸から、互いに逆方向に、等距離離れた複数の画素（例えば、第1方向を水平方向とすると、中心軸から水平方向左に距離 k だけ離れた n 個の画素群および中心軸から水平方向右に距離 k だけ離れた n 個の画素群）を

含む概念である。

[0015] また、「画像特徴量の相関値」とは、画像特徴量の相関の程度を示す値であり、例えば、特徴量抽出画像上の2つの画素の画素値の相関が高い場合（例えば、当該2つの画素値の差が小さい場合や当該2つの画素値の比が「1」に近い場合）に、相関が高いことを示す値をとるものである。

[0016] 第2の発明は、第1の発明であって、対称性評価部は、対称性評価値が第1方向についての対称性が最大であることを示す値である場合の対称性評価領域の大きさに基づいて、第1方向に関する対称幅を決定する。

[0017] この物体検出装置では、入力画像の画像特徴量を抽出した画像に対して、第1方向についての対称性を評価するために、対称性評価領域の大きさ（例えば、第1方向の幅）を変化させながら対称性の評価を行う。したがって、この物体検出装置では、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の大きさ（例えば、第1方向の幅）も同時に取得することができる。つまり、この物体検出装置では、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。

[0018] したがって、この物体検出装置では、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0019] 第3の発明は、第1の発明であって、対称性評価部は、特徴量抽出画像上の画素値が0または正の値をとり、画像特徴量が大きい程、大きな値をとるものとし、特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値以上の所定の値を P_{max} とし、特徴量抽出画像上の座標 (i, j) の注目画素の画素値を P_i とし、注目画素から第1方向の一方向である第1探索方向（例えば、第1方向を水平方向としたとき、第1探索方向は水平方向左方向である。）に k 画素（ k は自然数）離れた画素の画素値を P_{i-k} とし、注目画素から第1方向の第1探索方向と逆方向である第2探索方向（例えば、第1方向を水平方向としたとき、第2探索方向は水平方向右方向である。）に k 画素離れた画素の画素値を P_{i+k} とし、対称性評価領域の第1方向の幅を $2w+1$ とし

、所定の閾値を Th とし、注目画素からの距離 k についての重み付け関数を $c(k)$ とするとき、対称性評価領域の第 1 方向の幅 $2w + 1$ (w は自然数) を変化させながら、下記 (数式 1) に基づいて、注目画素の対称性評価値を算出する。

[0020] [数1]

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{(P_{max} - f_i(k)) * c(k)\}$$

$$f_i(k) = \begin{cases} |P_{i-k} - P_{i+k}| & \text{if } (P_{i-k} > Th) \text{ or } (P_{i+k} > Th) \\ P_{max} & \text{else} \end{cases}$$

.....(1)

[0021] これにより、この物体検出装置では、(数式 1) により、中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値 ($P_{max} - f_i(k)$) に対して、画素群の中心軸からの距離に基づく重み付け ($c(k)$ による重み付け) を行った値に基づいて、対称性評価値を取得するので、第 1 方向の対称性の評価を高い精度で行うことができる。

[0022] したがって、この物体検出装置により取得された対称性評価値を用いることで、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0023] なお、上記 (数式 1) に相当する処理において、 $SYM_w(i, j)$ が取り得る範囲を調整するために、ゲイン調整 (係数調整) や、正規化処理や、所定の値でのクリップ処理等を行うようにしてもよい (上記 (数式 1) を修正した処理を行ってもよい)。

[0024] また、 P_{max} の値は、特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値であってもよいし、当該最大値以上の所定の値であってもよい。

[0025] 第 4 の発明は、第 3 の発明であって、対称性評価部は、 $SYM_w(i, j)$ の最大値 $max\ SYM$ を取得するとともに、 $SYM_w(i, j)$ が最大値となるときに対称性評価領域の第 1 方向の幅 $2w + 1$ に基づいて、対称幅を決定

する。

[0026] これにより、この物体検出装置では、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の大きさ（例えば、第1方向の幅）も同時に取得することができる。つまり、この物体検出装置では、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。

[0027] したがって、この物体検出装置では、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0028] 第5の発明は、第1または第2の発明であって、対称性評価部は、対称性評価領域に含まれ、中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値に対して、画素群の中心軸からの距離および画素群の画像特徴量に基づく重み付けを行った値を導出することで、第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得することで、第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得する。

[0029] これにより、この物体検出装置では、対称性評価領域に含まれる画素の画像特徴量および画像上の位置の両方に基づいて、第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得することができる。

[0030] 第6の発明は、第5の発明であって、対称性評価部は、特徴量抽出画像上の画素値が0または正の値をとり、画像特徴量が大きい程、大きな値をとるものとし、特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値以上の所定の値を P_{max} とし、特徴量抽出画像上の座標 (i, j) の注目画素の画素値を P_i とし、注目画素から第1方向の一方向である第1探索方向に k 画素 (k は自然数) 離れた画素の画素値を P_{i-k} とし、注目画素から第1方向の第1探索方向と逆方向である第2探索方向に k 画素離れた画素の画素値を P_{i+k} とし、対称性評価領域の第1方向の幅を $2w+1$ とし、所定の閾値を Th とし、注目画素からの距離 k についての重み付け関数を $c(k)$ とするとき、対称性評価領域の第1方向の幅 $2w+1$ (w は自然数) を変化させながら、下記 (数式2) に基づいて、注目画素の対称性評価値を算出する。

[0031] [数2]

$$\begin{aligned}
 SYM_w(i, j) = & \\
 \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{ & (P_{\max} - |P_{i-k} - P_{i+k}|) * P_{i-k} * P_{i+k} * c(k) \} \\
 & \dots\dots\dots(2)
 \end{aligned}$$

[0032] これにより、この物体検出装置では、(数式2)により、中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値 ($P_{\max} - |P_{i-k} - P_{i+k}|$) に対して、画素群の画像特徴量 ($P_{i-k} \times P_{i+k}$)、および、画素群の中心軸からの距離 ($c(k)$) による重み付けを行った値に基づいて、対称性評価値を取得するので、第1方向の対称性の評価を高い精度で行うことができる。

[0033] したがって、この物体検出装置により取得された対称性評価値を用いることで、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0034] なお、 P_{\max} の値は、特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値であってもよいし、当該最大値以上の所定の値であってもよい。

[0035] 第7の発明は、第6の発明であって、対称性評価部は、 $SYM_w(i, j)$ の最大値 $\max SYM$ を取得するとともに、 $SYM_w(i, j)$ が最大値となるときに対称性評価領域の第1方向の幅 $2w+1$ に基づいて、対称幅を決定する。

[0036] これにより、この物体検出装置では、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の大きさ(例えば、第1方向の幅)も同時に取得することができる。つまり、この物体検出装置では、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。

[0037] したがって、この物体検出装置では、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0038] 第8の発明は、第1または第2の発明であって、対称性評価部は、特徴量

抽出画像上の画素値が0または正の値をとり、画像特徴量が大きい程、大きな値をとるものとし、特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値以上の所定の値を P_{max} とし、特徴量抽出画像上の座標 (i, j) の注目画素の画素値を P_i とし、注目画素から第1方向の一方向である第1探索方向に k 画素 (k は自然数) 離れた画素の画素値を P_{i-k} とし、注目画素から第1方向の第1探索方向と逆方向である第2探索方向に k 画素離れた画素の画素値を P_{i+k} とし、対称性評価領域の第1方向の幅を $2w+1$ とし、対称性評価領域の第2方向の幅を $2n+1$ とし、所定の閾値を Th とし、注目画素からの距離 k についての重み付け関数を $c(k)$ とするとき、対称性評価領域の第1方向の幅 $2w+1$ (w は自然数) を変化させながら、下記 (数式3) または (数式4) に基づいて、注目画素の対称性評価値を算出する。

[0039] [数3]

$$\begin{aligned}
 & SYM_w(i, j) = \\
 & \frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} \left[\frac{1}{w} * \sum_{k=1}^w \{ (P_{max} - f_i(k)) * c(k) \} \right. \\
 & \left. f_i(k) = \begin{cases} |P_{i-k} - P_{i+k}| & \text{if } (P_{i-k} > Th) \text{ or } (P_{i+k} > Th) \\ P_{max} & \text{else} \end{cases} \right] \\
 & \dots\dots\dots(3)
 \end{aligned}$$

[0040] [数4]

$$\begin{aligned}
 & SYM_w(i, j) = \\
 & \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \left[(P_{max} - \frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} f_i(k)) * c(k) \right] \dots\dots\dots(4)
 \end{aligned}$$

[0041] なお、 P_{max} の値は、特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値であってもよいし、当該最大値以上の所定の値であってもよい。

[0042] 第9の発明は、第8の発明であって、対称性評価部は、 $SYM_w(i, j)$ の最大値 $max\ SYM$ を取得するとともに、 $SYM_w(i, j)$ が最大値となるときの対称性評価領域の第1方向の幅 $2w+1$ に基づいて、対称幅を決定

する。

[0043] これにより、この物体検出装置では、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の大きさ（例えば、第1方向の幅）も同時に取得することができる。つまり、この物体検出装置では、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。

[0044] したがって、この物体検出装置では、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0045] 第10の発明は、第1または第2の発明であって、対称性評価部は、特徴量抽出画像上の画素値が0または正の値をとり、画像特徴量が大きい程、大きな値をとるものとし、特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値以上の所定の値を P_{max} とし、特徴量抽出画像上の座標 (i, j) の注目画素の画素値を P_i とし、注目画素から第1方向の一方向である第1探索方向に k 画素 (k は自然数) 離れた画素の画素値を P_{i-k} とし、注目画素から第1方向の第1探索方向と逆方向である第2探索方向に k 画素離れた画素の画素値を P_{i+k} とし、対称性評価領域の第1方向の幅を $2w+1$ とし、対称性評価領域の第2方向の幅を $2n+1$ とし、所定の閾値を Th とし、注目画素からの距離 k についての重み付け関数を $c(k)$ とするとき、対称性評価領域の第1方向の幅 $2w+1$ (w は自然数) を変化させながら、下記 (数式5) または (数式6) に基づいて、注目画素の対称性評価値を算出する。

[0046] [数5]

$$\begin{aligned}
SYM_w(i, j) = & \\
& \frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} \left[\frac{1}{w} * \sum_{k=1}^w \{ (P_{max} - |P_{i-k,m} - P_{i+k,m}|) \right. \\
& * P_{i-k,m} * P_{i+k,m} * c(k) \}] \dots\dots\dots (5)
\end{aligned}$$

[0047]

[数6]

$$\begin{aligned}
 SYM_w(i, j) = & \\
 \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w & [(P \max - \frac{1}{2n+1} | \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i-k,m} - \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i+k,m} |) * (\frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i-k,m}) \\
 * (\frac{1}{2n+1} & \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i+k,m}) * c(k)] \dots\dots\dots(6)
 \end{aligned}$$

[0048] なお、P m a xの値は、特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値であつてもよいし、当該最大値以上の所定の値であつてもよい。

[0049] 第11の発明は、第10の発明であつて、対称性評価部は、SYM_w(i、j)の最大値max SYMを取得するとともに、SYM_w(i、j)が最大値となるときに対称性評価領域の第1方向の幅2w+1に基づいて、対称幅を決定する。

[0050] これにより、この物体検出装置では、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の大きさ(例えば、第1方向の幅)も同時に取得することができる。つまり、この物体検出装置では、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。

[0051] したがつて、この物体検出装置では、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0052] 第12の発明は、第3、第4、第6から第10のいずれかの発明であつて、重み付け関数c(k)は、kについての単調増加関数である。

[0053] これにより、この物体検出装置では、注目画素からの距離が大きい程、大きな重み付けを行い、対称性評価値を算出する。したがつて、この物体検出装置では、対称軸から離れた位置に存在する対称性の高い領域(物体)を精度良く、検出することができる。

[0054] なお、「単調増加関数」とは、厳密な単調増加関数に限定されず、例えば、一部単調でない区間kについて一定となるがあつてもよく(例えば、一部に不変区間(一定値をとる区間)があつてもよい)、大局的にみたときに増加する関数(例えば、平滑化处理(LPF処理等)を行ったときに単調増加関

数になる関数)を含む概念である。

[0055] 第13の発明は、第3、第4、第6から第10のいずれかの発明であって、重み付け関数を $c(k)$ は、 k についての単調減少関数である。

[0056] これにより、この物体検出装置では、注目画素からの距離が小さい程、大きな重み付けを行い、対称性評価値を算出する。したがって、この物体検出装置では、対称軸近傍に存在する対称性の高い領域(物体)を精度良く、検出することができる。

[0057] なお、「単調減少関数」とは、厳密な単調減少関数に限定されず、例えば、一部単調でない区間 k について一定となるがあってもよく(例えば、一部に不変区間(一定値をとる区間)があってもよい)、大局的にみたときに減少する関数(例えば、平滑化处理(LPF処理等)を行ったときに単調減少関数になる関数)を含む概念である。

[0058] 第14の発明は、第1から第13までのいずれかの発明であって、対称性評価部は、画像の第1方向の画素数を H (H は自然数)とすると、

(1) 注目画素の第1方向の位置を示す列 i が $(H/2)$ 以下の場合、対称性評価領域の第1方向の幅の半分である w を、 $1 \leq w \leq (i-1)$ の範囲で変化させて、対称性評価値を算出し、

(2) 注目画素の第1方向の位置を示す列 i が $(H/2)$ より大きい場合、対称性評価領域の第1方向の幅の半分である w を、 $1 \leq w \leq (H-i)$ の範囲で変化させて、対称性評価値を算出する。

[0059] これにより、この物体検出装置では、対称性評価領域が、注目画素を中心にした左右対称な領域であることが保証されるとともに、注目画素を中心にした左右対称な領域のうち最大の領域を用いて対称性評価値を算出することができる。

[0060] 第15の発明は、第1から第14の発明であって、画像特徴量は、画像のエッジ強度である。

[0061] この物体検出装置では、画像のエッジ成分を考慮して対称性の高い物体を検出することができるので、物体の輪郭(外枠)についての対称性の高い物

体を、精度良く検出することができる。

[0062] 第16の発明は、第1から第14の発明であって、画像特徴量は、画像の特定の色成分の強度である。

[0063] この物体検出装置では、画像の特定色成分（例えば、赤色成分）を考慮して対称性の高い物体を検出することができるので、特定の色について、対称性の高い物体を、精度良く検出することができる。

[0064] 第17の発明は、画像入力ステップと、画像特徴量抽出ステップと、対称性評価ステップと、を備える物体検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムである。

[0065] 画像入力ステップは、画像を入力する。

[0066] 画像特徴量抽出ステップは、画像から所定の画像特徴量を抽出して特徴量抽出画像を生成する。

[0067] 対称性評価ステップは、特徴量抽出画像に対して、処理対象である注目画素ごとに、画像上の第1方向についての対称性を評価するための領域である対称性評価領域を第1方向と直交する第2方向の所定の軸である中心軸を中心として対称となるように設定し、対称性評価領域の大きさを変化させながら、対称性評価領域に含まれ、中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値に対して、画素群の中心軸からの距離に基づく重み付けを行った値を導出することで、第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得する。

[0068] これにより、第1の発明と同様の効果を奏する物体検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを実現することができる。

発明の効果

[0069] 本発明によれば、入力画像上の物体の対称性を利用し、物体の位置と大きさを検出することで、少ない演算量で物体に関する重要な情報（例えば、物体の位置と大きさについての情報）を検出する技術を実現することができる。

図面の簡単な説明

- [0070] [図1]第1実施形態に係る物体検出システム1000のブロック図。
- [図2]第1実施形態に係る物体検出部22のブロック図。
- [図3]第1実施形態に係る物体検出システム1000において実行される物体検出処理の各段階において取得される画像の一例を示す図。
- [図4A]対称性を有する物体を含む入力画像101を示す図。
- [図4B]入力画像101から輝度成分を抽出して生成された輝度画像102を示す図。
- [図4C]輝度画像102から生成されたエッジ画像103を示す図。
- [図4D]対称性評価マップ画像104を示す図。
- [図4E]対称幅マップ画像105を示す図。
- [図4F]対称中心マップ画像106を示す図。
- [図4G]領域枠130が合成された合成画像（出力画像）107を示す図。
- [図5]注目画素 P_i の左右に配置された画素を示す図。
- [図6]対称幅 w_a を取得する方法を説明するための図。
- [図7]対称性評価マップ画像104の水平方向の変化（一例）を示す図。
- [図8]対称幅 w_a を取得する方法を説明するための図。
- [図9]第1実施形態の第1変形例における高対称性物体の検出領域を示す図。
- [図10]重み付け関数 $c(k)$ の例を示す図。
- [図11A]第2実施形態に係る物体検出システムにおいて実行される物体検出処理の各段階において取得される画像の一例を示す図。
- [図11B]入力画像101から C_r 成分を抽出して生成された C_r 成分画像202を示す図。
- [図11C]特徴量抽出画像（R成分画像（ C_r 成分強調画像））203を示す図。
- 。
- [図11D]対称性評価マップ画像204を示す図。
- [図11E]対称幅マップ画像205を示す図。
- [図11F]対称中心マップ画像206を示す図。
- [図11G]領域枠230が合成された合成画像（出力画像）207を示す図。

[図12]第2実施形態の第1変形例における、(a)入力画像301、(b)特徴量抽出画像(R成分(Cr成分)抽出画像)302、および(c)出力画像(合成画像)303を示す図。

発明を実施するための形態

[0071] [第1実施形態]

第1実施形態について、図面を参照しながら、以下、説明する。

[0072] <1. 1:物体検出システムの構成>

図1は、第1実施形態に係る物体検出システム1000を示すブロック図である。物体検出システム1000は、撮像装置1と、物体検出装置2と、表示装置3とを備えている。

[0073] 撮像装置1は、被写体からの光を集光する光学系(不図示)と、当該光学系により集光された被写体光を光電変換により画像信号(電気信号)として取得する撮像素子(たとえばCCDイメージセンサやCMOSイメージセンサ)(不図示)とを備えている。撮像装置1は、撮像素子により撮像した画像(画像信号)を、物体検出装置2に出力する。

[0074] 物体検出装置2は、撮像装置1から出力される画像信号を入力とし、入力された画像信号により形成される画像中に含まれる対称性を有する物体を検出し、検出した結果を示す画像(画像信号)を表示装置3に出力する。

[0075] たとえば、物体検出装置2は車両に搭載される。撮像装置1が車両の前部に装備される場合には、撮像装置1は、車両の前方の画像(シーン)を撮像する。あるいは、撮像装置1は車両の後部に装備され、車両の後方の画像(シーン)を撮像する。

[0076] 表示装置(モニタ)3は、例えば、車両の運転席に装備される。表示装置3は、ナビゲーションシステム用のモニタと兼用してもよい。

[0077] 図1に示すように、物体検出装置2は、画像入力部21と、物体検出部22と、合成部23とを備えている。

[0078] 画像入力部21は、撮像装置1から出力される画像(画像信号)を入力する。たとえば、撮像装置1がRGBベイア配列の色フィルタを備えたCCD

イメージセンサを用いる撮像装置である場合、画像入力部 2 1 には、例えば、R 成分信号、G 成分信号および B 成分信号を含む画素信号列が入力される。画像入力部 2 1 は、入力された画像信号を、必要に応じて、所定の形式に変換し、変換した画像信号（変換されない場合は、無変換の画像信号）を物体検出部 2 2 に出力する。また、画像入力部 2 1 は、入力された画像信号を、合成部 2 3 に出力する。

[0079] なお、「所定の形式への変換」とは、例えば、色空間の変換（例えば、R G B 色空間から Y C b C r 色空間への変換）である。画像入力部 2 1 は、入力された R G B 色空間の画像信号（R 成分信号、G 成分信号および B 成分信号）を、必要に応じて、例えば、Y C b C r 色空間の信号（Y 成分信号、C b 成分信号および C r 成分信号）に変換する。

[0080] なお、以下では、説明便宜のため、画像入力部 2 1 において、入力された R G B 色空間の画像信号（R 成分信号、G 成分信号および B 成分信号）が、Y C b C r 色空間の信号（Y 成分信号、C b 成分信号および C r 成分信号）に変換される場合を例に説明する。

[0081] 物体検出部 2 2 は、画像入力部 2 1 から出力される画像（画像信号）を入力とし、入力された画像に対して所定の画像処理を実行し、画像（画像信号により形成される画像（例えば、フレーム画像））に含まれる対称性を有する物体を検出する（対称性を有する物体に相当する画像領域を特定する）。そして、物体検出部 2 2 は、検出結果（例えば、対称性を有する物体に相当する画像領域を特定するための情報）を合成部 2 3 に出力する。

[0082] 物体検出部 2 2 は、図 2 に示すように、画像特徴量抽出部 2 2 1 と、対称性評価部 2 2 2 と、中心検出部 2 2 3 と、物体領域検出部 2 2 4 と、を備える。

[0083] 画像特徴量抽出部 2 2 1 は、画像入力部 2 1 から出力される画像から画像特徴量を算出（抽出）する。具体的には、画像特徴量抽出部 2 2 1 は、例えば、画像入力部 2 1 から出力される Y 成分信号（輝度成分信号）により形成される Y 成分画像（輝度成分画像）から、S o b e l フィルタ等を用いた微

分演算処理により、エッジ成分を画像特徴量として抽出する。そして、画像特徴量抽出部 221 は、抽出したエッジ成分を各画素の画素値とする画像（特徴量抽出画像）を画像特徴量抽出画像として、対称性評価部 222 および物体領域検出部 224 に出力する。

[0084] なお、以下では、説明便宜のため、特徴量抽出画像の各画素の画素値は、抽出対象の画像特徴量の程度が大きい程、大きな値をとるものとして、説明する。

[0085] 対称性評価部 222 は、画像特徴量抽出部 221 が抽出した画像（特徴量抽出画像）を入力とする。そして、対称性評価部 222 は、当該特徴量抽出画像から、各画素において、画像上の所定の方向（例えば、水平方向）の対称性を評価（判定）するとともに対称性の高い画像領域の幅（上記所定の方向（例えば、水平方向）の幅）を決定（推定）する。そして、対称性評価部 222 は、画素ごとに、当該画素（処理対象画素）を特定する情報（例えば、画素の座標）と、評価（判定）した対称性の度合いを示す値（または当該値と相関のある値）と、を対応付けた対称性評価マップデータを取得する。

[0086] さらに、対称性評価部 222 は、画素ごとに、当該画素（処理対象画素）を特定する情報（例えば、画素の座標）と、決定（推定）した対称性の高い画像領域の幅（上記所定の方向（例えば、水平方向）の幅）を示す値（または当該値と相関のある値）と、を対応づけた対称幅マップデータを取得する。

[0087] そして、対称性評価部 222 は、取得した対称性評価マップデータを中心検出部 223 に出力する。また、対称性評価部 222 は、取得した対称幅マップデータを物体領域検出部 224 に出力する。

[0088] 中心検出部 223 は、対称性評価部 222 により取得された対称性評価マップデータを入力とする。中心検出部 223 は、対称性評価マップデータを 2 次元画像（対称性評価値を各画素の画素値としてマッピングし生成した画像）としたとき、当該画像上の所定の方向（例えば、水平方向）において極大値（または極大値付近の値）をとる画素または画素領域を特定し、特定し

た画素または画素領域に基づいて、対称性の高い物体の中心軸の位置を決定（推定）する。そして、中心検出部 223 は、決定（推定）した対称性の高い物体の中心軸の（画像上の）位置に関する情報を物体領域検出部 224 に出力する。

[0089] 物体領域検出部 224 は、対称性評価部 222 により取得された対称幅マップデータと、中心検出部 223 から出力される対称性の高い物体の中心軸の（画像上の）位置に関する情報と、を入力とする。物体領域検出部 224 は、対称幅マップデータと、対称性の高い物体の中心軸の（画像上の）位置に関する情報と、に基づいて、対称性の高い物体を検出し、検出した対称性の高い物体の画像上の領域を特定する。そして、物体領域検出部 224 は、特定した対称性の高い物体の画像上の領域についての情報を合成部 23 に出力する。

[0090] 合成部 23 は、画像入力部 21 から出力される画像と、物体検出部 22 の物体領域検出部 224 から出力される検出した対称性の高い物体の画像上の領域を特定する情報と、を入力とする。合成部 23 は、物体領域検出部 224 から出力される検出した対称性の高い物体の画像上の領域を特定する情報に基づいて、画像入力部 21 から出力される画像上に、対称性の高い物体に相当する画像領域を明示する画像を生成（合成）する。合成部 23 は、例えば、画像入力部 21 から出力される画像上に、対称性の高い物体に相当する画像領域を明示する四角い枠が表示されるように画像を生成（合成）する。そして、合成部 23 は、合成した画像を表示装置 3 に出力する。

[0091] 表示装置 3 は、物体検出装置 2 の合成部 23 から出力される画像を入力とし、当該画像を表示する。

[0092] < 1. 2 : 物体検出システムの動作 >

以上のように構成された物体検出システム 1000 の動作について、図面を用いながら、以下、説明する。

[0093] 図 3 は、物体検出システム 1000 において実行される物体検出処理の各段階において取得される画像の一例を示した図である。

- [0094] 図4 Aは、撮像装置1により撮像され、物体検出装置2に入力される撮像画像101を示す図である。
- [0095] 撮像画像101は、図4 Aに示すように、被写体として車両110を含む。車両110は、左右のテールランプ111L・111Rを備えている。左右のテールランプ111L・111Rは、車両110の車幅方向に関する中心軸112に対して左右対称に配置されている。
- [0096] 以下では、撮像装置1において、図4 Aに示した撮像画像101が取得され、撮像画像101が物体検出装置2で処理される場合を例に説明する。
- [0097] 撮像装置1で取得された撮像画像101（撮像画像101を形成する画像信号）は、物体検出装置2の画像入力部21に入力される。なお、撮像画像101は、R成分信号、G成分信号およびB成分信号により形成される画像であるものとする。
- [0098] 画像入力部21は、入力された撮像画像に対して、色空間変換処理を行う。具体的には、画像入力部21は、RGB色空間を、例えば、YCbCr色空間に変換する処理を行い、撮像画像101を形成する、R成分信号、G成分信号およびB成分信号を、Y成分信号、Cb成分信号、および、Cr成分信号に変換する。
- [0099] そして、画像入力部21は、Y成分信号（輝度信号）により形成されるY画像（輝度画像）を、物体検出部22の画像特徴量抽出部221に出力する。また、画像入力部21は、入力された撮像画像を合成部23に出力する。
- [0100] 図4 Bに、画像入力部21により取得されたY画像（輝度画像）102を示す。
- [0101] なお、画像入力部21での色空間の変換処理は、上記に限定されることなく、例えば、RGB色空間を、Lab色空間やYPbPr色空間等の他の色空間に変換するものであってもよい。
- [0102] あるいは、RGB色空間のG信号を利用して輝度画像102を生成してもよい。R・B成分を有する画素については補間処理によりG信号を生成すればよい。

- [0103] なお、色空間処理は、フレームメモリ等の画像信号を記憶することができるメモリ（不図示）を用いて実行してもよい。
- [0104] 画像特徴量抽出部221は、画像入力部21により取得されたY画像（輝度画像）102に対して、画像特徴量を算出（抽出）する処理を実行する。なお、本実施形態では、画像特徴量として、輝度のエッジ成分に相関のある物理量を利用する。
- [0105] つまり、本実施形態では、画像特徴量抽出部221は、輝度画像102に対してエッジ検出処理を実行し、特徴量抽出画像（エッジ画像）103を生成する。
- [0106] 図4Cは、画像特徴量抽出部221により取得された特徴量抽出画像（エッジ画像）103を示す図である。画像特徴量抽出部221は、輝度画像102に、例えば、微分演算処理（例えば、Sobelフィルタを用いたフィルタ処理）を施すことで特徴量抽出画像（エッジ画像）103を生成する。
- [0107] 次に、対称性評価部222は、画像特徴量抽出部221により取得されたエッジ画像103の対称性を評価する。以下、対称性の評価方法について説明する。
- [0108] （1. 2. 1：対称性の評価方法）
- 対称性評価部222は、図5に示す注目画素 P_i に関して対称性を評価する。注目画素 P_i は、エッジ画像103に含まれる画素である。注目画素 P_i は、エッジ画像103における座標（ i 、 j ）の画素を示している。以下の説明において、画素 P_x という表記は、エッジ画像103における座標（ x 、 j ）の画素を示す。つまり、画素 P_x という表記は、水平方向に x 列目で、垂直方向に j 行目の画素を示している。また、数式においては、 P_x は、画素 P_x における画素値を示すものとする。本実施形態においては、 P_x は0～255の範囲の値をとる。なお、 P_x は、画像特徴量（本実施形態ではエッジ成分量）が大きい程（注目している画像特徴量の度合いが強い程）、大きな値をとるものとする。
- [0109] 図5には、画素の注目画素 P_i の左側に位置する w 個の画素（ $P_{i-w} \sim P_{i-1}$ ）を示している。

1)、および、注目画素 P_i の右側に位置する w 個 (w は自然数) の画素 ($P_{i+1} \sim P_{i+w}$) が描かれている。この $2w+1$ 個の画素 ($P_{i-w} \sim P_{i+w}$) の対称性を評価する演算式を下記 (数式 7) に示す。

[0110] [数7]

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{(255 - f_i(k)) * k\}$$

$$f_i(k) = \left\{ \begin{array}{ll} |P_{i-k} - P_{i+k}| & \text{if } (P_{i-k} > Th) \text{ or } (P_{i+k} > Th) \\ 255 & \text{else} \end{array} \right\}$$

.....(7)

[0111] (数式 7) において、 $SYM_w(i, j)$ は、対称性の評価値 (対称性評価値) を示す。(数式 7) において、 k は、 $1 \sim w$ までの値をとる整数である。また、(数式 7) において、上記 Th は、所定の閾値である。

[0112] 関数 $f_i(k)$ は、

- (1) $P_{i-k} > Th$ または $P_{i+k} > Th$ の場合、 $|P_{i-k} - P_{i+k}|$ であり、
- (2) それ以外の場合 (すなわち、 $P_{i-k} \leq Th$ かつ $P_{i+k} \leq Th$ の場合)、
「255」 (P_x の取り得る最大値) である。

[0113] したがって、 $SYM_w(i, j)$ は、 P_{i-k} および P_{i+k} が両方とも閾値 Th 以下の場合、 $(255 - f_i(k)) = 0$ なので「0」となる。つまり、上記 (数式 7) により、画像特徴量の小さい画素 (特徴量抽出画像 (エッジ画像) 103 において、画素値 (画像特徴量に相当) が小さい画素) については、対称性評価の対象から除外されることになる。

[0114] 画素 P_{i-k} と画素 P_{i+k} は、注目画素 P_i を中心として左右対称の位置にある画素である。画素 P_{i-k} と画素 P_{i+k} の画素値が等しく、かつ、 $P_{i-k} > Th$ または $P_{i+k} > Th$ のとき、その差分 $|P_{i-k} - P_{i+k}|$ は最小値 0 となるので、 $f_i(k) = 0$ となる。したがって、 $(255 - f_i(k))$ は、最大値 255 となる。

[0115] そして、 $(255 - f_i(k))$ は、注目画素 (i, j) からの距離 k (注目画素 (i, j) から画素 $(i, j+k)$ (または画素 $(i, j-k)$) ま

での画素数（画像上の距離に相当））を乗算されることで、水平方向の位置情報（注目画素からの距離情報）で重み付けされる。つまり、注目画素から水平方向に離れる程、対称性の評価についての重み付けが大きくなる。したがって、注目画素を中心として、注目画素から左右に離れた領域に高い（左右）対称性（注目している画像特徴量（本実施形態ではエッジ成分量）についての対称性）を有する領域がある場合、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ が大きな値となる。

[0116] 対称性評価部 222 は、注目画素 P_i に関して、 w を変化させて、 w について $SYM_w(i, j)$ を算出する。そして、対称性評価部 222 は、下記（数式 8）に示すように、注目画素 P_i について $SYM_w(i, j)$ の最大値 $\max SYM$ を算出する。

[0117] [数 8]

$$\begin{aligned} \max SYM = \\ \max(SYM_1(i, j), SYM_2(i, j), \dots, SYM_{N-1}(i, j), SYM_N(i, j)) \\ \dots\dots\dots(8) \end{aligned}$$

[0118] （数式 8）において、 N は w の最大値である。エッジ画像 103 の水平方向の画素数を H とすると、注目画素の水平方向の位置を示す列 i が $(H/2)$ 以下の場合には、 N は $(i-1)$ である。注目画素の水平方向の位置を示す列 i が $(H/2)$ より大きい場合には、 N は $(H-i)$ である。

[0119] また、（数式 8）において $\max()$ は、要素の最大値を取得する関数である。つまり、（数式 8）により、 $\max SYM$ には、 $SYM_1(i, j) \sim SYM_N(i, j)$ のうちの最大値が入る。

[0120] また、対称性評価部 222 は、最大値 $\max SYM$ を与える w を、対称幅 w_a として取得する。つまり、 $SYM_w(i, j)$ は、 $w = w_a$ のとき、最大値 $\max SYM$ をとる。対称幅 w_a を用いて、 $\max SYM$ は、下式のように表すことができる。

[0121] $\max SYM = SYM_{w_a}(i, j)$

ここで、図 6 を用いて、上記（数式 7）および（数式 8）に相当する処理

について、説明する。図6 (a) ~ (f) は、特徴量抽出画像の一例を示しており、軸C 1を対称軸とする左右対称な物体を撮像した画像の特徴量抽出画像を模式的に示した図である。また、図6 (a) ~ (f) において、領域R 1は、(数式7) の算出対称となる領域を示している。なお、説明便宜上、図6 (a) ~ (f) において、白い部分に含まれる画素の画像特徴量(画素値) P_x は「255」であり、それ以外の黒い部分に含まれる画素の画像特徴量 P_x は「0」であるものとする。

[0122] また、図6 (a) ~ (f) において、領域R 1に含まれる画像特徴量(画素値) P_x が「255」である画素の割合 r_w は、以下であるものとする。

[0123] また、(1) 領域R 1の中で、画像特徴量(画素値) P_x が「255」である画素群の領域と、注目画素位置(図6の軸C 1の位置) との間の領域に含まれる画像特徴量(画素値) P_x が「0」である画素の割合を r_{b0} とし、(2) 領域R 1の中で、画像特徴量(画素値) P_x が「255」である画素群の領域より外側の領域に含まれる画像特徴量(画素値) P_x が「0」である画素の割合を r_{b1} とする。なお、 $r_w + r_{b0} + r_{b1} = 1$ である。

[0124] また、図6 (a) ~ (f) において、 w の値は、以下のものとする。

[0125] 図6 (a) の場合： $r_w = 0.0$ 、 $r_{b0} = 1.0$ 、 $r_{b1} = 0.0$ 、 $w = 10$

図6 (b) の場合： $r_w = 0.2$ 、 $r_{b0} = 0.8$ 、 $r_{b1} = 0.0$ 、 $w = 20$

図6 (c) の場合： $r_w = 0.4$ 、 $r_{b0} = 0.6$ 、 $r_{b1} = 0.0$ 、 $w = 30$

図6 (d) の場合： $r_w = 0.6$ 、 $r_{b0} = 0.4$ 、 $r_{b1} = 0.0$ 、 $w = 40$

図6 (e) の場合： $r_w = 0.4$ 、 $r_{b0} = 0.3$ 、 $r_{b1} = 0.3$ 、 $w = 50$

図6 (f) の場合： $r_w = 0.3$ 、 $r_{b0} = 0.2$ 、 $r_{b1} = 0.5$ 、 $w = 60$

図6 (a) の場合、算出対称領域 R 1 に含まれる画素の画像特徴量 (画素値) は、すべて「0」であるので、(数式7) より、 $SYM_w(i, j) = 0$ となる。

[0126] 図6 (b) の場合、算出対称領域 R 1 において、画像特徴量 (画素値) が「255」である画素の割合は、「0.2」であるので、(数式2) より、

$$\begin{aligned} &SYM_w(i, j) \\ &= [0.5 \times w^2 - 0.5 \times \{(1 - rw) \times w\}^2] \times 255 \\ &/ w \\ &= 72 \times 255 / 20 \\ &= 918 \end{aligned}$$

となる。

[0127] 図6 (c) の場合、算出対称領域 R 1 において、画像特徴量 (画素値) が「255」である画素の割合は、「0.4」であるので、(数式7) より、

$$\begin{aligned} &SYM_w(i, j) \\ &= [0.5 \times w^2 - 0.5 \times \{(1 - rw) \times w\}^2] \times 255 \\ &/ w \\ &= 288 \times 255 / 30 \\ &= 2448 \end{aligned}$$

となる。

[0128] 図6 (d) の場合、算出対称領域 R 1 において、画像特徴量 (画素値) が「255」である画素の割合は、「0.6」であるので、(数式7) より、

$$\begin{aligned} &SYM_w(i, j) \\ &= [0.5 \times w^2 - 0.5 \times \{(1 - rw) \times w\}^2] \times 255 \\ &/ w \\ &= 672 \times 255 / 40 \\ &= 4284 \end{aligned}$$

となる。

[0129] 図6 (e) の場合、算出対称領域 R 1 において、画像特徴量 (画素値) が

「255」である画素の割合は、「0.4」であるので、(数式7)より、

$$\begin{aligned} \text{SYM}_w(i, j) &= [0.5 \times rw \times w \times \{rb0 \times w + (rb0 + rw) \times w\}] \times \\ &255 / w \\ &= 500 \times 255 / 50 \\ &= 2550 \end{aligned}$$

となる。

[0130] 図6(f)の場合、算出対称領域R1において、画像特徴量(画素値)が「255」である画素の割合は、「0.3」であるので、(数式7)より、

$$\begin{aligned} \text{SYM}_w(i, j) &= [0.5 \times rw \times w \times \{rb0 \times w + (rb0 + rw) \times w\}] \times \\ &255 / w \\ &= 378 \times 255 / 60 \\ &= 1606.5 \end{aligned}$$

となる。

[0131] このように、図6に示す特徴量抽出画像では、領域R1を、図6(a)から(d)に示すように拡大させていくと、位置による重み付け係数kが増加し、かつ、画素値が「255」である画素の割合が増加するため、対称性評価値である $\text{SYM}_w(i, j)$ 単調増加する。

[0132] さらに、領域R1を、図6(d)から(f)に示すように拡大させていくと、画素値が「255」である画素の割合が減少するため、対称性評価値である $\text{SYM}_w(i, j)$ の値は、単調減少する。

[0133] つまり、対称性評価値 $\text{SYM}_w(i, j)$ は、図6(d)のときに、最大値をとる。すなわち、図6(d)の場合に、 $\text{SYM}_w(i, j)$ が最大値をとるので、図6(d)の場合の $\text{SYM}_w(i, j)$ ($=672 \times 255$)が $\max \text{SYM}$ となり、このときのw(図6(d)の場合のw)が w_a となる。したがって、対称性評価部222は、図6に示した特徴量抽出画像を処理対象とする場合、図6(d)の場合の $\text{SYM}_w(i, j)$ ($=672 \times 255$)をm

$a \times \text{SYM}$ として取得し、このときの w （図6（d）の場合の w ）を w_a として取得する。

[0134] 対称性評価部222は、対称性を評価する対象となる全ての画素について、（数式7）および（数式8）に相当する処理を行い、

（1）処理対象画素と、当該画素に対応する maxSYM の値（または、 maxSYM の値と相関のある値）と、を対応づけた対称性評価マップデータと、

（2）処理対象画素と、 w_a の値（最大値 maxSYM をとるときの w の値）（または、 w_a の値と相関のある値）と、を対応づけた対称幅マップデータと、

を生成（取得）する。

[0135] 図4Dは、対称性評価マップデータから導出した対称性評価マップ画像104である。対称性評価マップ画像104は、各画素の画素値を、対応する maxSYM の値（または、 maxSYM の値と相関のある値）とする画像である。

[0136] また、図4Eは、対称幅マップデータから導出した対称幅マップ画像105である。対称幅マップ画像105は、各画素の画素値を、対応する w_a の値（最大値 maxSYM をとるときの w の値）（または、 w_a の値と相関のある値）とする画像である。

[0137] なお、本実施形態において、対称性評価部222は、対称性を評価する対象画素（評価画素）としてエッジ画像103の全ての画素を利用している。つまり、エッジ画像103に含まれる全ての画素について、対称性評価部222は、 $\text{SYM}_w(i, j)$ を算出するとともに、 maxSYM を算出している。

[0138] しかし、演算量を減らすために、あるいは、処理速度を向上させるために、対称性評価部222は、エッジ画像103に含まれる一部の画素を用いて（画素を間引いて）、上記同様の処理を行うことで、対称性評価マップデータおよび対称幅マップデータを取得するようにしてもよい。対称性評価部2

22は、たとえば、対称性の評価対象とする画素（評価画素）として水平（あるいは垂直）方向の奇数ラインのみ、あるいは偶数ラインのみを利用してよい。あるいは、3ライン間隔で評価画素を選択するなど、評価画素の数を少なくしてもよい。

[0139] 対称性評価マップデータは、各評価画素について、その評価画素について算出された $maxSYM$ の値（または、 $maxSYM$ の値と相関のある値）を成分とするマップデータである。各評価画素について、その評価画素について算出された $maxSYM$ の値（または、 $maxSYM$ の値と相関のある値）を画素値とする画像と考えてもよい。図4Dは、対称性評価マップデータを画像（対称性評価マップ画像104）として描画している。なお、対称性評価部222は、各評価画素について算出された $maxSYM$ の値（または、 $maxSYM$ の値と相関のある値）を取得すればよく、必ずしも、図4Dに示すような画像（対称性評価マップ画像104）として取得しなくてもよい。つまり、対称性評価部222は、各評価画素と、その $maxSYM$ の値とを関連づけたデータを取得すればよい。

[0140] 本実施形態においては、評価画素としてエッジ画像103の全ての画素が利用されているので、対称性評価マップ画像104は、エッジ画像103の全画素の画素値を $maxSYM$ の値（または、 $maxSYM$ の値と相関のある値）に置き換えたグレースケールの画像である。

[0141] なお、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ は、上記（数式7）により算出する場合、 w の値により取り得る範囲が変化するデータであり、 $maxSYM$ の値をそのまま画素値とする対称性評価マップ画像104を取得するようにしてもよいが、例えば、ダイナミックレンジ変換を行い、対称性評価マップ画像104を取得するようにしてもよい。つまり、例えば、1フレーム分の入力画像に対して算出された $maxSYM$ の値の最小値から最大値で決定される範囲が、例えば、0～255の範囲（8ビットの範囲）となるように、ダイナミックレンジ調整を行っても良い（あるいは、正規化処理や所定の値でのクリップ処理やゲイン調整処理に相当する処理等を行ってもよい。）。

- [0142] このように、 $SYM_w(i, j)$ が $0 \sim 255$ の値をとるように調整した場合、対称性評価マップ画像 104 の各成分は、それぞれ $0 \sim 255$ の値を取り得る。図 4 D において、白に近い色は $SYM_w(i, j)$ の値が大きい (255 に近い) ことを示している。つまり、図 4 D において、白っぽい領域は対称性が高く評価された領域であり、対称となる物体の中心付近を示している。一方、図 4 D において、黒っぽい領域は対称性が低い領域である。なお、上記ダイナミックレンジ変換は一例であり、 $SYM_w(i, j)$ を、 $0 \sim 255$ の範囲以外の範囲にダイナミックレンジ変換するようにしてもよい。
- [0143] また、対称性評価部 222 は、対称性を評価する対象となる全ての評価画素について、対称幅マップデータを生成 (取得) する。
- [0144] 対称幅マップデータは、各評価画素について $max\ SYM$ を与える対称幅 w_a を成分とするマップデータである。各評価画素について、対称幅 w_a を画素値とする画像と考えるもよい。図 4 E は、対称幅マップデータを画像 (対称幅マップ画像 105) として描画している。本実施形態においては、評価画素としてエッジ画像 103 の全ての画素が利用されているので、対称幅マップ画像 105 は、エッジ画像 103 の全画素を対称幅 w_a に置き換えたグレースケールの画像である。
- [0145] 上述したように、本実施形態においては、対称幅 w_a は 1 から N までの値を取り得る。したがって、対称幅マップ画像 105 の各成分は、それぞれ $1 \sim N$ の値を取り得る。 N の値は画素位置によって異なる。図 3 E において、色が白に近い領域は、対称幅 w_a が大きい領域を示している。図 3 E において、色が黒に近い領域は、対称幅 w_a が小さい領域を示している。
- [0146] 続いて、中心検出部 223 は、対称性評価部 222 が生成した対称性評価マップデータ (対称性評価マップ画像 104) を参照し、対称中心マップデータ (対称中心マップ画像 106) を生成する。中心検出部 223 は、対称性評価マップ画像 104 の水平方向の各ラインについて、 $max\ SYM$ の極大点を与える画素 (または、極大点付近の画素群) を決定 (推定) する。

- [0147] 図7は、対称性評価マップ画像104の水平方向の変化を示す図である。具体的には、図7は、対称性評価マップ画像104の水平方向の1ラインについてmaxSYMの変化を表す図である。
- [0148] 図7では、水平方向位置を示す列(i座標)が、330~332である3つの画素(i=330の画素、i=331の画素、および、i=332の画素)において、画素値、すなわち、対称性の評価値(maxSYMの値)が極大となっている。したがって、中心検出部223は、図7に示す水平方向の1ラインについて、i=330の画素、i=331の画素、および、i=332の画素の3つの画素が対称性の評価値(maxSYMの値)の極大点(極大点付近領域)であると判定する。
- [0149] 同様にして、中心検出部223は、水平方向の全てのラインについて極大点(極大点付近領域)を与える領域(画素または画素群)を特定(推定)する。なお、中心検出部223により特定(推定)された領域を「対称中心画素領域」という。
- [0150] 図4Fは、中心検出部223により特定(推定)された対称中心画素領域を明示した対称中心マップ画像106である。対称中心マップ画像106は、例えば、対称中心画素領域に含まれると判定された画素に、成分(画素値)「1」を設定し、対称中心画素領域に含まれないと判定された画素に、成分(画素値)「0」を設定することで取得された画像と見ることができる。図4Fにおいて、白色の部分が対称中心画素領域として特定された画素を示している。
- [0151] なお、処理対象画素(注目画素)が対称中心画素領域に含まれる否かの判定は、例えば、以下の処理とともに行うようにしてもよい。
- (1) 対称性評価マップ画像104の各画素において、画素値を予め設定された閾値と比較し、閾値を上回る場合にのみ、極大点の候補とする。
 - (2) 対称性評価マップ画像104の水平方向に平滑化処理(処理対象の水平ラインに対して平滑化処理)を行ってから、極大点の位置(水平方向の位置)を特定する。

- [0152] これにより、細かな変動により生まれる極大点を排除することができる。
その結果、精度の良い対称中心マップ画像を取得することができる。
- [0153] 続いて、物体領域検出部 224 は、入力画像に含まれる対称性を有する物体の水平方向の幅および垂直方向の幅を検出する。
- [0154] 物体領域検出部 224 は、対称中心マップデータ（対称中心マップ画像 106）および対称幅マップデータ（対称幅マップ画像 105）を利用して、物体の水平方向の幅を検出する。
- [0155] 具体的には、物体領域検出部 224 は、例えば、以下の（１）～（５）の処理により、物体の水平方向の幅を検出する。なお、説明便宜上、対称中心マップ画像 106 において、最初に、画素値「１」の画素を含む水平ラインが j 行目のラインであるものとして、説明する。
- （１）対称中心マップ画像 106 は、対称性を有する物体の中心軸を構成する画素に画素値「１」が与えられている。したがって、物体領域検出部 224 は、対称中心マップ画像 106 において画素値「１」を有する画素を抽出し、その抽出された画素の対称幅を対称幅マップ画像 105 から取得する。
- （１Ａ）：
- 画素値「１」の画素が水平方向に単独で（水平方向に連続せずに）検出された場合、物体領域検出部 224 は、抽出された画素値「１」の画素（当該画素の座標を (i, j) とする。）の対称幅 $W(i, j)$ を、対称幅マップデータから抽出する。
- （１Ｂ）：
- 画素値「１」の画素が水平方向に連続して検出された場合、当該複数の画素（水平方向に連続して存在する画素）の対称幅の平均値を対称幅とする。例えば、画素 $(i-1, j)$ 、画素 (i, j) および画素 $(i+1, j)$ の３つの画素の画素値が「１」である場合において、それぞれの対称幅を、 $W(i-1, j)$ 、 $W(i, j)$ および $W(i+1, j)$ とすると、
 $W(i, j) = \text{AVRG}(W(i-1, j), W(i, j), W(i+1, j))$

あるいは、

$$W(i, j) = \text{MAX}(W(i-1, j), W(i, j), W(i+1, j))$$

としてもよい。なお、AVRG()は、要素の平均値をとる関数であり、MAX()は、要素の最大値をとる関数である。

[0156] また、j行目の水平ラインにおいて、上記(1A)または(1B)により算出された対称幅 $W(i, j)$ を $W(i_0, j)$ と表記する。

(2) 次に、j+1行目の水平ラインにおいて、上記(1)で抽出した画素と水平方向の位置がほぼ等しく(例えば、座標位置 $(i-a, j+1)$ ～座標位置 $(i+a, j+1)$ の範囲に含まれる画素。aは、所定の閾値(水平方向がほぼ等しいか否かの判断を行うための値))、かつ、その画素値が「1」である画素がある場合、処理(1)と同様に、当該画素の対称幅を、対称幅マップデータから抽出する。

[0157] j+1行目の水平ラインにおいて、画素値が「1」である画素位置(水平方向の画素値「1」の画素が連続して複数ある場合は、当該画素群の中心位置の画素)を $(i_1, j+1)$ とすると、物体領域検出部224は、処理(1)と同様にして、画素 $(i_1, j+1)$ の対称幅 $W(i_1, j)$ を算出する。

(3) j+2行目以降の水平ラインについても、上記と同様の処理を繰り返す。

[0158] なお、上記(1)で抽出した画素と水平方向の位置がほぼ等しい(例えば、座標位置 $(i-a, j+1)$ ～座標位置 $(i+a, j+1)$ の範囲に含まれる画素。aは、所定の閾値(水平方向がほぼ等しいか否かの判断を行うための値))範囲に、画素値「1」の画素が出現しなくなるまで、上記処理を繰り返す。

(4) 物体領域検出部224は、上記(1)～(3)の処理で算出した対称幅の最大値 $max W$ を求める。つまり、物体領域検出部224は、下記(数式9)に相当する処理を実行することで、対称幅の最大値 $max W$ を求める。

[0159] なお、(数式9)では、上記(1)で抽出した画素と水平方向の位置がほぼ等しい(例えば、座標位置 $(i-a, j+1)$ ~座標位置 $(i+a, j+1)$)の範囲に含まれる画素。 a は、所定の閾値(水平方向がほぼ等しいか否かの判断を行うための値)範囲に、画素値「1」の画素が出現する水平ラインが j 行目から $j+m-1$ 行目までであるとしている。

[0160] [数9]

$$\begin{aligned} \max W = \\ \max(W(i_0, j), W(i_1, j+1), \dots, W(i_{m-2}, j+m-2), W(i_{m-1}, j+m-1)) \\ \dots\dots\dots(9) \end{aligned}$$

[0161] (5)そして、物体領域検出部224は、算出した対称幅の最大値 $\max W$ を、物体幅(物体の水平方向の中心からの片方の端までの距離)として検出する。図4Fでは、 $j+k-1$ 行目の水平ラインにおいて、対称幅が最大となる場合について例示している。つまり、 $\max W = W(i_{k-1}, j+k-1)$ である場合を例示している。

[0162] 物体領域検出部224は、対称中心画素領域の垂直方向の幅(長さ)を利用して、物体の垂直方向の幅を検出する。つまり、物体領域検出部224は、垂直方向に連続して配列された対称中心画素の上端を物体の上端として特定し、垂直方向に連続して配列された対称中心画素の下端を物体の下端として特定する。

[0163] 図4Fに示すように、物体領域検出部224は、例えば、垂直方向に連続して配列された対称中心画素の上端が、 j 行目の水平ライン位置に存在し、垂直方向に連続して配列された対称中心画素の下端が、 $j+m-1$ 行目の水平ライン位置に存在し、 $\max W (=W(i_{k-1}, j+k-1))$ をとる水平ラインの画素の中心位置が $(i_{k-1}, j+k-1)$ であるとき、左上の頂点の座標が $(i_{k-1} - \max W, j)$ であり、右下の頂点の座標が $(i_{k-1} + \max W, j+m-1)$ である四角形で囲まれる領域R1を、対称性が高い物体に相当する画像領域であると判定(特定)する。

[0164] そして、物体領域検出部224は、特定した物体(対称性の高い物体)の

画像領域を示す情報（例えば、上記領域 R 1 を特定するための情報（例えば、矩形領域の座標情報等））を合成部 2 3 に出力する。

[0165] なお、上記において、物体領域検出部 2 2 4 は、対称性の高い物体の画像領域を矩形領域により特定する場合について説明しているが、これに限定されることはない。例えば、物体領域検出部 2 2 4 は、水平ラインごとに、対称幅マップデータから抽出される対称幅に基づいて、対称性の高い物体の画像領域を特定するようにしてもよい。つまり、この場合、水平ラインごとに、対称中心画素（対称中心画素領域に含まれる画素）から左右に対称幅に相当する長さの領域が、対称性の高い物体の画像領域として特定される。このため、最終的に検出される対称性の高い物体の画像領域は、当該対称性の高い物体の形状と略一致する形となる（例えば、図 4 A の車両 1 1 0 の外枠の形状と略一致する形となる）。

[0166] 合成部 2 3 は、物体領域検出部 2 2 4 から出力される検出した対称性の高い物体の画像上の領域を特定する情報に基づいて、画像入力部 2 1 から出力される画像（入力画像 1 0 1）上に、対称性の高い物体に相当する画像領域を明示する画像を生成（合成）する。合成部 2 3 は、例えば、画像入力部 2 1 から出力される画像上に、対称性の高い物体に相当する画像領域を明示する四角い枠が表示されるように画像を生成（合成）する。そして、合成部 2 3 は、合成した画像を表示装置 3 に出力する。

[0167] 表示装置 3 は、物体検出装置 2 の合成部 2 3 から出力された、対称性の高い物体に相当する画像領域が明示された画像を表示する。図 3 G は、対称性を有する物体である車両 1 1 0 の領域を示す領域枠 1 3 0 が入力画像 1 0 1 に合成された合成画像 1 0 7 を示している。なお、水平方向ラインごとに物体幅が決定された場合には、領域枠は矩形ではなく、物体の外形に沿うような形状（車両 1 1 0 の外枠の形状と略一致する形状）となる。

[0168] 以上のように、本実施形態の物体検出システム 1 0 0 0 では、入力画像（撮像画像）の画像特徴量を抽出した画像に対して、所定の方向（水平方向）についての対称性を評価するために、幅（所定方向（水平方向）の幅）を変

化させながら対称性の評価を行う。したがって、本実施形態の物体検出システム1000では、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の所定方向（水平方向）の幅も同時に取得することができる。つまり、本実施形態の物体検出システム1000では、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。

[0169] また、本実施形態の物体検出システム1000では、所定の方向（水平方向）についての対称性の評価データを用いて、対称性の高い物体の中心軸を検出することができる。したがって、本実施形態の物体検出システム1000では、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0170] さらに、本実施形態の物体検出システム1000では、注目画素（物体の中心軸（対称軸））からの距離による重み付けを行った対称性評価値を取得し、当該対称性評価値を用いた処理を行うので、中心軸（対称軸）から離れた位置に存在する対称性の高い物体を精度よく検出することができる。

[0171] ≪第1変形例≫

次に、本実施形態の第1変形例について説明する。

[0172] 本変形例の物体検出システムおよび物体検出装置は、第1実施形態の物体検出システム1000および物体検出装置2と、それぞれ、同様の構成を有している。

[0173] 本変形例の物体検出装置では、対称性評価部222は、上記（数式1）の代わりに、下記（数式10）または（数式11）による処理を行う。それ以外については、本変形例は、第1実施形態と同様である。

[0174]

[数10]

$$\begin{aligned}
 SYM_w(i, j) &= \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{(255 - f_i(k)) * (w - k)\} \\
 f_i(k) &= \left\{ \begin{array}{ll} |P_{i-k} - P_{i+k}| & \text{if } (P_{i-k} > Th) \text{ or } (P_{i+k} > Th) \\ 255 & \text{else} \end{array} \right\} \\
 & \dots\dots\dots (10)
 \end{aligned}$$

[0175] 対称性評価部222は、特徴量抽出画像（エッジ画像）103に対して、上記（数式10）による処理を行う。（数式10）では、（w-k）により重み付けを行っている。つまり、特徴量抽出画像（エッジ画像）103上において、注目画素に近い位置に存在する領域ほど、強い重み付けがなされる。その結果、注目画素に近い領域であって、かつ、左右対称性の高い領域において、対称性評価値SYM_w（i、j）は、大きな値となる。

[0176] また、対称性評価部222は、特徴量抽出画像（エッジ画像）103に対して、下記（数式11）による処理を行ってもよい。（数式11）では、k ≥ a0（a0は、a0 ≤ wを満たす所定の値）の区間において単調減少となる関数c（k）により重み付けを行っている。つまり、特徴量抽出画像（エッジ画像）103上において、注目画素に近い位置に存在する領域ほど、強い重み付けがなされる。その結果、注目画素に近い領域であって、かつ、左右対称性の高い領域において、対称性評価値SYM_w（i、j）は、大きな値となる。

[0177]

[数11]

$$\begin{aligned}
 SYM_w(i, j) &= \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{(255 - f_i(k)) * c(k)\} \\
 f_i(k) &= \begin{cases} |P_{i-k} - P_{i+k}| & \text{if } (P_{i-k} > Th) \text{ or } (P_{i+k} > Th) \\ 255 & \text{else} \end{cases} \\
 c(k) &= \begin{cases} \frac{-w}{w - a0} (k - a0) + w & \text{if } (k < a0) \\ & \text{else} \end{cases} \\
 &\dots (11)
 \end{aligned}$$

[0178] ここで、図8を用いて、(数式11)に相当する処理について、説明する。図8は、特徴量抽出画像の一例を模式的に示す図であり、白い部分の領域に含まれる画素は、その画素値(画像特徴量)が取り得る最大値(例えば、「255」(8ビットデータ))であり、黒い部分に含まれる画素は、その画素値(画像特徴量)が取り得る最小値(例えば、「0」(8ビットデータ))であるものとする。また、(数式11)の値a0は、図8に示すように(図8に示した)w1より若干大きな値をとるものとする。

[0179] 注目画素の水平方向の位置(i座標)が軸C2上である場合、図8(a)に示すように、領域R2の水平方向の幅w1のとき、対称性評価値SYM_w(i, j)は最大値をとる。つまり、領域BCが軸C2付近において左右対称性が高いため、領域BCでのc(k)による重み付けが大きいため、図8(a)に示す領域R2の水平方向の幅w1がw_a(対称性評価値SYM_w(i, j)が最大値をとるときの対称幅w)となる。

[0180] 一方、図8(b)に示すように、領域R2の水平方向の幅がw2のとき、wがa0より大きい領域についての重み付けc(k)は、wについて単調減少となるため、領域BLおよびBRについての重み付けc(k)の値は、小さな値となる。したがって、領域R2の水平方向の幅がw2のとき、対称性評価値SYM_w(i, j)は、水平方向の幅w1のときの対称性評価値SYM

$w(i, j)$ よりも小さな値となる。

[0181] このように、本変形例の物体検出システムの対称性評価部 222 は、(数式 11) に相当する処理を行い、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ を取得するとともに、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ が最大となるときの対称幅 w_a を取得する。

[0182] なお、対称軸(中心軸)近傍において、左右対称領域を検出する場合、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ の最大値をとる w が複数存在する場合、最大の w を w_a とするようによい。例えば、対称軸(中心軸)近傍において、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ の最大値をとる w が連続している場合、 w の値が最大であるときの対称幅が、対称軸近傍に存在する対称性の高い物体の幅と近い値である可能性が高いと考えられる。したがって、対称軸(中心軸)近傍において、左右対称領域を検出する場合、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ の最大値をとる w が複数存在する場合、最大の w を w_a とすればよい。

[0183] そして、中心検出部 223 および物体領域検出部 224 において、第 1 実施形態と同様の処理を行うことで、対称軸近傍において左右対称性の高い物体(領域)を、適切に検出することができる。例えば、特徴量抽出画像が図 9 に示す画像である場合、本変形例の物体検出システムにより、対称軸近傍において左右対称性の高い物体(領域) BC を、検出領域 $DA1$ として、適切に検出することができる。

[0184] なお、画像上の距離による重み付け関数 $c(k)$ は、上記(数式 11)で示した関数に限定されることはなく、任意の関数に設定してもよい。

[0185] 例えば、画像上の距離による重み付け関数 $c(k)$ を、図 10(a)、(b)に示すように単調減少関数(一部 k について $c(k)$ が一定値をとる区間がある場合等を含む。)としてもよい。重み付け関数 $c(k)$ を単調減少関数に設定した場合、対称軸付近に高い対称性を有する物体を検出することができる。なお、図 10(a)は、本変形例の(数式 11)の処理に対応する。

[0186] 一方、画像上の距離による重み付け関数 $c(k)$ を、図 10 (c)、(d) に示すように単調増加関数（一部 k について $c(k)$ が一定値をとる区間がある場合等を含む。）としてもよい。重み付け関数 $c(k)$ を単調増加関数に設定した場合、対称軸から離れた領域に高い対称性を有する物体を検出することができる。なお、図 10 (a) は、第 1 実施形態の（数式 7）の処理（ $c(k) = k$ とした場合の処理）に対応する。

[0187] なお、画像上の距離による重み付け関数 $c(k)$ は、上記に限定されるものではなく、例えば、指数関数、シグモイド関数等を用いた関数や、折れ線による関数等により、画像上の距離による重み付け関数 $c(k)$ を設定してもよい。

[0188] 以上のように、本変形例の物体検出システムでは、画像上の距離による重み付け関数 $c(k)$ を、単調減少関数（一部単調でない部分を含んでもよい）に設定することで、対称軸付近の対称性の高い物体を適切に検出することができる。

[0189] [第 2 実施形態]

次に、第 2 実施形態について、説明する。

[0190] 本実施形態の物体検出システムの構成は、第 1 実施形態と同様である。以下では、本実施形態において、第 1 実施形態と相違する点について、説明する。なお、上記実施形態と同様の部分については、上記実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0191] 第 1 実施形態では、画像特徴量抽出部 221 は、物体の画像特徴量としてエッジ成分を利用した。そして、画像特徴量として抽出したエッジ成分に基づき、対称性の評価を行った。

[0192] 第 2 実施形態では、画像特徴量抽出部 221 は、物体の画像特徴量として特定の色成分を利用する。たとえば、画像特徴量抽出部 221 は、画像特徴量として赤色成分を抽出する。

[0193] 以下、本実施形態の物体検出システムの動作について、説明する。

[0194] 図 11 A は、本実施形態の物体検出システムにおいて実行される物体検出

処理の各段階において取得される画像の一例を示した図である。

- [0195] なお、本実施形態においても、撮像装置 1 において、図 4 A に示した撮像画像 1 0 1 が取得され、撮像画像 1 0 1 が物体検出装置 2 で処理される場合を例に説明する。
- [0196] 画像入力部 2 1 は、撮像装置 1 から入力された RGB 色空間の画像信号（R 成分信号、G 成分信号および B 成分信号）を、YCbCr 色空間の信号（Y 成分信号、Cb 成分信号および Cr 成分信号）に変換する。そして、画像入力部 2 1 は、Cr 成分信号（Cr 成分画像 2 0 2）を画像特徴量抽出部 2 2 1 に出力する。
- [0197] 画像特徴量抽出部 2 2 1 は、画像入力部 2 1 により取得された Cr 成分画像（色差赤色成分画像）2 0 2 に対して、画像特徴量を抽出する処理を実行する。なお、本実施形態では、画像特徴量として、Cr 成分に相関のある物理量を利用する。
- [0198] つまり、本実施形態では、画像特徴量抽出部 2 2 1 は、Cr 成分画像 2 0 2 に対して Cr 成分強調処理（エンハンス処理）を実行し、特徴量抽出画像（R 成分画像（Cr 成分強調画像））2 0 3 を生成する。
- [0199] この後の処理は第 1 実施形態と同様である。第 1 実施形態におけるエッジ画像を R 成分画像に置き換えた上で、同様の処理を実行し、対称性のある物体を検出する。
- [0200] つまり、対称性評価部 2 2 2 は、第 1 実施形態と同様の処理を、図 1 1 C に示す特徴量抽出画像（R 成分画像（Cr 成分強調画像））2 0 3 に対して実行し、対称性評価マップデータ（図 1 1 D に示す対称性評価マップ画像 2 0 4 に対応。）および対称幅マップデータ（図 1 1 E に示す対称幅マップ画像 2 0 5 に対応。）を取得する。
- [0201] そして、中心検出部 2 2 3 は、第 1 実施形態と同様の処理を、対称性評価マップデータ（図 1 1 D に示す対称性評価マップ画像 2 0 4 に対応。）に対して実行し、対称中心マップデータ（図 1 1 F に示す対称中心マップ画像 2 0 6 に対応。）を取得する。

- [0202] 物体領域検出部 224 は、第 1 実施形態と同様の処理を、対称中心マップデータ（図 11F に示す対称中心マップ画像 206 に対応。）および対称幅マップデータ（対称幅マップ画像 205）を利用して、物体の水平方向の幅を検出し、さらに、物体の垂直方向の幅を検出する。
- [0203] 合成部 23 は、第 1 実施形態と同様に、物体領域検出部 224 から出力される検出した対称性の高い物体の画像上の領域を特定する情報に基づいて、画像入力部 21 から出力される画像（入力画像 101）上に、対称性の高い物体に相当する画像領域を明示する画像を生成（合成）する。
- [0204] そして、合成部 23 により生成（合成）された画像は、表示装置 3 により表示される。図 11G に合成部 23 により取得された画像（出力画像 207）の一例を示す。図 11G に示すように、左右対称の位置に赤色の画像領域（画像領域 230）を有する領域が適切に検出されている。
- [0205] 図 11G は、第 2 実施形態において表示装置 3 に表示された合成画像 207 を示す図である。第 1 実施形態においては、エッジ成分により物体の対称性を評価したので、車両の全体が物体の大きさとして抽出されている。これに対して、第 2 実施形態においては、車両のテールランプの赤色を中心に物体の対称性が評価されたので、テールランプを含む領域（画像領域 230）が抽出されていることが分かる。
- [0206] 以上のように、本実施形態の物体検出システムでは、入力画像（撮像画像）の画像特徴量を抽出した画像（特定の色成分を抽出した画像）に対して、所定の方向（水平方向）についての対称性を評価するために、幅（所定方向（水平方向）の幅）を変化させながら対称性の評価を行う。したがって、本実施形態の物体検出システムでは、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の所定方向（水平方向）の幅も同時に取得することができる。つまり、本実施形態の物体検出システムでは、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。
- [0207] また、本実施形態の物体検出システムでは、所定の方向（水平方向）につ

いての対称性の評価データを用いて、対称性の高い物体の中心軸を検出することができる。したがって、本実施形態の物体検出システムでは、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。さらに、本実施形態の物体検出システムでは、特定の色成分について抽出した画像を用いて処理を行うので、特定の色成分を多く含む対称性の高い物体を精度良く検出することができる。

[0208] さらに、本実施形態の物体検出システムでは、注目画素（物体の中心軸（対称軸））からの距離による重み付けを行った対称性評価値を取得し、当該対称性評価値を用いた処理を行うので、中心軸（対称軸）から離れた位置に存在する、特定の色成分についての対称性の高い物体を精度よく検出することができる。

[0209] なお、第1実施形態と第2実施形態の両方を組み合わせてもよい。エッジ画像に対して物体の垂直方向および水平方向の幅および位置を特定する。さらに、特定の色成分画像を利用して物体の垂直方向および水平方向の幅および位置を特定する。そして、それらの平均値をとることで物体の位置および大きさを特定することができる。あるいは、エッジ画像に基づいて求められた値と色成分に基づいて求められた値のいずれかに重みづけを行って物体の位置および大きさを特定してもよい。

[0210] また、上記では、赤色成分に注目して処理を行う場合について説明したが、これに限定されることはなく、他の色成分（例えば、緑色成分や青色成分）に注目して処理を行い、所定の色についての対称性の高い物体を検出するようにしてもよい。

[0211] また、画像特徴量を抽出するための色空間変換は、本実施形態で説明したものに限定されることはなく、特定の色成分の信号を抽出するために、他の色空間変換を行い、所望の色成分信号（色成分画像）を抽出するようにしてもよい。

[0212] ≪第1変形例≫

次に、本実施形態の第1変形例について説明する。

- [0213] 本変形例の物体検出システムおよび物体検出装置は、第1実施形態の物体検出システムおよび物体検出装置と、それぞれ、同様の構成を有している。
- [0214] 本変形例の物体検出装置では、第1実施形態の変形例と同様に、対称性評価部222は、(数式1)の代わりに、(数式10)または(数式11)による処理を行う。本変形例の物体検出装置では、第2実施形態と同様に、画像特徴量抽出部221は、物体の画像特徴量として特定の色成分を利用する。たとえば、画像特徴量抽出部221は、画像特徴量として赤色成分を抽出する。
- [0215] ここで、本変形例の物体検出システムにおいて、図12に示す画像が入力された場合について、説明する。
- [0216] 図12(a)は、オートバイを背後から撮像した画像301である。撮像画像(入力画像)301において、オートバイのテールランプ311は、赤色であるものとする。
- [0217] 図12(a)に示す画像が本変形例の物体検出装置に入力された場合、物体検出部22の画像特徴量抽出部221は、図12(b)に示す特徴量抽出画像(R成分(C_r成分)抽出画像)302を取得する。図12(b)に示した特徴量抽出画像(R成分(C_r成分)抽出画像)302において、オートバイのテールランプ311に相当する領域は、軸C3近傍に存在しており、かつ、オートバイのテールランプ311に相当する領域の画素の画素値(画像特徴量(赤色分量))が大きい。このため、対称性評価部222により算出される対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ は、注目画素の水平方向の位置(i座標)が対称軸付近である場合に、最大値をとることとなる。そして、そのときの対称幅が図12(b)に示した w_3 となる。つまり、 w_a (対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ が最大値をとるときの対称幅 w)が w_3 となる。
- [0218] そして、本変形例の中心検出部223および物体領域検出部224において、前述の実施形態と同様に、処理が実行されることで、図12(c)に示す出力画像が取得される。図12(c)の出力画像では、赤色で、かつ、対称軸近傍における左右対称性が高い領域(物体)(オートバイのテールラン

プ部分)が、適切に検出されている。

[0219] 以上のように、本変形例の物体検出システムでは、対称性評価部222により、(数式10)または(数式11)による処理が実行されることで、特定の色成分(本変形例では赤色成分)の対称軸近傍において対称性が高い領域(物体)を適切に検出することができる。

[0220] なお、第1実施形態の変形例で説明したのと同様に、本変形例においても、画像上の距離による重み付け関数 $c(k)$ は、(数式11)で示した関数に限定されることはなく、任意の関数(例えば、図10に示したグラフに相当する関数)に設定されるものであってもよい。

[0221] [第3実施形態]

次に、第3実施形態について、説明する。

[0222] 本実施形態の物体検出システムの構成は、第1実施形態と同様である。以下では、本実施形態において、第1実施形態と相違する点について、説明する。なお、上記実施形態と同様の部分については、上記実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0223] 本実施形態の対称性評価部222は、(数式7)の代わりに、下記(数式12)に相当する処理を実行する。

[0224] [数12]

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{(255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|) * P_{i-k} * P_{i+k}\} \dots\dots\dots(12)$$

[0225] 前述の実施形態と同様に、(数式12)において、 $SYM_w(i, j)$ は、対称性の評価値を示す。(数式12)において、 k は、1~ w までの値をとる整数である。

[0226] 画素 P_{i-k} と画素 P_{i+k} は、注目画素 P_i を中心として左右対称の位置にある画素である。画素 P_{i-k} と画素 P_{i+k} の画素値が等しいとき、その差分 $|P_{i-k} - P_{i+k}|$ は最小値0となる。このとき、 $(255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|)$ は、最大値255となる。

- [0227] そして、 $(255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|)$ は、 P_{i-k} および P_{i+k} を乗算されることで、注目画素 P_i から左右に k 画素離れた画素の画像特徴量で重み付けされる。これにより、画像特徴量が小さい画素を対称性の評価から除外することができる。つまり、例えば、特徴量抽出画像をエッジ画像 103 としたとき、エッジ画像 103 において、エッジではない部分の P_{i-k} および P_{i+k} は、「0」に近い値をとるので、エッジでない部分では、 $(255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|) \times P_{i-k} \times P_{i+k}$ は、「0」に近い値をとることになる。
- [0228] つまり、(数式 12) においては、注目している画像特徴量 (例えば、エッジ成分量や特定の色成分量 (例えば、赤色成分量)) についての対称性が高いほど $SYM_w(i, j)$ は、大きな値をとる。
- [0229] 本実施形態の対称性評価部 222 は、前述の実施形態と同様に、(数式 8) に相当する処理を行い、最大値 $max\ SYM$ を与える w を、対称幅 w_a として取得する。
- [0230] そして、本実施形態の中心検出部 223、物体領域検出部 224、および、合成部 23 は、前述と同様の処理を行う。
- [0231] このように、本実施形態の物体検出システムでは、入力画像 (撮像画像) の画像特徴量を抽出した画像に対して、所定の方向 (水平方向) についての対称性を評価するために、幅 (所定方向 (水平方向) の幅) を変化させながら対称性の評価を行う。したがって、本実施形態の物体検出システムでは、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の所定方向 (水平方向) の幅も同時に取得することができる。つまり、本実施形態の物体検出システムでは、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。
- [0232] また、本実施形態の物体検出システムでは、所定の方向 (水平方向) についての対称性の評価データを用いて、対称性の高い物体の中心軸を検出することができる。したがって、本実施形態の物体検出システムでは、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。
- [0233] なお、本実施形態の物体検出システムにおいて、画像特徴量抽出部 221

は、例えば、画像特徴量をエッジ成分として、入力画像のエッジ成分を抽出したエッジ画像を取得するものであってもよい。この場合、本実施形態の物体検出システムでは、図3と同様の処理結果（類似の処理結果）を取得することができる。

[0234] また、本実施形態の物体検出システムにおいて、画像特徴量抽出部221は、例えば、画像特徴量を特定の色成分（例えば、赤色成分（R成分やCr成分等））として、入力画像の特定の色成分を抽出した画像（例えば、赤色成分画像（R成分画像やCr成分画像等））を取得するものであってもよい。この場合、本実施形態の物体検出システムでは、図11Aと同様の処理結果（類似の処理結果）を取得することができる。

[0235] [第4実施形態]

次に、第4実施形態について、説明する。

[0236] 本実施形態の物体検出システムの構成は、前述の実施形態と同様である。以下では、本実施形態において、前述の実施形態と相違する点について、説明する。なお、前述の実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0237] 本実施形態の対称性評価部222は、（数式7）の代わりに、下記（数式13）に相当する処理を実行する。

[0238] [数13]

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{(255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|) * P_{i-k} * P_{i+k} * k\} \dots\dots(13)$$

[0239] 前述の実施形態と同様に、（数式13）において、SYM_w（i、j）は、対称性の評価値を示す。（数式13）において、kは、1～wまでの値をとる整数である。

[0240] 画素P_{i-k}と画素P_{i+k}は、注目画素P_iを中心として左右対称の位置にある画素である。画素P_{i-k}と画素P_{i+k}の画素値が等しいとき、その差分|P_{i-k} - P_{i+k}|は最小値0となる。このとき、（255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|

) は、最大値 255 となる。

[0241] そして、 $(255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|)$ は、 P_{i-k} および P_{i+k} を乗算されることで、注目画素 P_i から左右に k 画素離れた画素の画像特徴量で重み付けされる。これにより、画像特徴量が小さい画素を対称性の評価から除外することができる。つまり、例えば、特徴量抽出画像をエッジ画像 103 としたとき、エッジ画像 103 において、エッジではない部分の P_{i-k} および P_{i+k} は、「0」に近い値をとるので、エッジでない部分では、 $(255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|) \times P_{i-k} \times P_{i+k}$ は、「0」に近い値をとることになる。

[0242] つまり、(数式 13) においては、注目している画像特徴量 (例えば、エッジ成分量や特定の色成分量 (例えば、赤色成分量)) についての対称性が高いほど $SYM_w(i, j)$ は、大きな値をとる。

[0243] さらに、(数式 13) では、注目画素 (i, j) からの距離 k (注目画素 (i, j) から画素 $(i, j+k)$ (または画素 $(i, j-k)$) までの画素数 (画像上の距離に相当)) を乗ずることで、水平方向の位置情報 (注目画素からの距離情報) による重み付けを行う。つまり、注目画素から水平方向に離れる程、対称性の評価についての重み付けが大きくなる。したがって、注目画素を中心として、注目画素から左右に離れた領域に高い (左右) 対称性 (注目している画像特徴量 (本実施形態ではエッジ成分量)) についての対称性) を有する領域がある場合、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ が大きな値となる。

[0244] つまり、対称性評価部 222 は、(数式 13) による処理を実行することで、画像特徴量 (P_{i-k} および P_{i+k}) および水平方向の位置情報 (注目画素からの距離情報) による重み付けを行った対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ を取得することができる。

[0245] 本実施形態の対称性評価部 222 は、前述の実施形態と同様に、(数式 13) に相当する処理を行い、最大値 $max\ SYM$ を与える w を、対称幅 w_a として取得する。

[0246] そして、本実施形態の中心検出部 223、物体領域検出部 224、および

、合成部 23 は、前述と同様の処理を行う。

[0247] このように、本実施形態の物体検出システムでは、入力画像（撮像画像）の画像特徴量を抽出した画像に対して、所定の方向（水平方向）についての対称性を評価するために、幅（所定方向（水平方向）の幅）を変化させながら対称性の評価を行う。したがって、本実施形態の物体検出システムでは、所定の画像領域の対称性が高いと判定した場合、対称性が高いと判定した画像領域の所定方向（水平方向）の幅も同時に取得することができる。つまり、本実施形態の物体検出システムでは、画像に含まれる物体の対称性を利用して、物体の位置と大きさを同時に抽出することが可能である。

[0248] また、本実施形態の物体検出システムでは、所定の方向（水平方向）についての対称性の評価データを用いて、対称性の高い物体の中心軸を検出することができる。したがって、本実施形態の物体検出システムでは、少ない演算量で、精度良く、対称性の高い物体の検出を行うことができる。

[0249] さらに、本実施形態の物体検出システムでは、注目画素（物体の中心軸（対称軸））からの距離による重み付けを行った対称性評価値を取得し、当該対称性評価値を用いた処理を行うので、中心軸（対称軸）から離れた位置に存在する対称性の高い物体を精度よく検出することができる。

[0250] なお、本実施形態の物体検出システムにおいて、画像特徴量抽出部 221 は、例えば、画像特徴量をエッジ成分として、入力画像のエッジ成分を抽出したエッジ画像を取得するものであってもよい。この場合、本実施形態の物体検出システムでは、図 3 と同様の処理結果（類似の処理結果）を取得することができる。

[0251] また、本実施形態の物体検出システムにおいて、画像特徴量抽出部 221 は、例えば、画像特徴量を特定の色成分（例えば、赤色成分（R 成分や C_r 成分等））として、入力画像の特定の色成分を抽出した画像（例えば、赤色成分画像（R 成分画像や C_r 成分画像等））を取得するものであってもよい。この場合、本実施形態の物体検出システムでは、図 11A と同様の処理結果（類似の処理結果）を取得することができる。

[0252] ≪第1変形例≫

次に、第4実施形態の第1変形例について、説明する。

[0253] 本変形の物体検出システムの構成は、前述の実施形態と同様である。以下では、本実施形態において、前述の実施形態と相違する点について、説明する。なお、前述の実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0254] 本変形例の対称性評価部222は、(数式13)の代わりに、下記(数式14)に相当する処理を実行する。つまり、(数式13)では、画素位置(距離)についての重み付けがkであったが、(数式14)では、画素位置(距離)についての重み付けが、kについての任意の関数c(k)となっている。

[0255] [数14]

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{(255 - |P_{i-k} - P_{i+k}|) * P_{i-k} * P_{i+k} * c(k)\} \dots\dots\dots(14)$$

[0256] 本変形例において、関数c(k)を所定の関数(例えば、図10に示した関数)に設定することで、対称軸から所定の距離だけ離れた領域における対称性評価値の重み付けを所望のものに変化させることができる。

[0257] 例えば、中心軸(対称軸)付近に高い対称性を有する領域を検出したい場合、

$$c(k) = w - k$$

または、下記(数式15)に設定すればよい、

[0258] [数15]

$$c(k) = \left\{ \begin{array}{ll} w & \text{if } (k < a0) \\ \frac{-w}{w-a0}(k-a0) + w & \text{else} \end{array} \right\} \dots\dots\dots(15)$$

[0259] 以上のように、本変形例の物体検出システムでは、対称性評価部222に

より、(数式14)による処理が実行されることで、所定の領域(対称軸から所定の距離だけ離れた領域)において、対称性が高い領域(物体)を適切に検出することができる。

[0260] なお、第1実施形態の変形例で説明したのと同様に、本変形例においても、画像上の距離による重み付け関数 $c(k)$ は、上記で示した関数に限定されることはなく、任意の関数(例えば、図10に示したグラフに相当する関数)に設定されるものであってもよい。

[0261] [第5実施形態]

次に、第5実施形態について、説明する。

[0262] 本実施形態の物体検出システムの構成は、前述の実施形態と同様である。以下では、本実施形態において、前述の実施形態と相違する点について、説明する。なお、前述の実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0263] 本実施形態の対称性評価部222は、(数式14)の代わりに、下記(数式16)に相当する処理を実行する。つまり、(数式14)では、対称性評価値を算出するための画像上の領域が水平ライン1ライン分からなる領域であった。それに対して、(数式16)では、対称性評価値を算出するための画像上の領域が水平ライン $(2n+1)$ ライン分(注目画素が存在する水平ラインを中心とした $(2n+1)$ 個の水平ライン)(n は自然数)からなる領域である。

[0264] つまり、本実施形態の対称性評価部222は、(数式16)により、 $(2n+1)$ 個の水平ラインについて、それぞれ、対称性評価値を算出し、算出した各水平ラインの対称性評価値を積算し、積算した値を水平ライン数で除算することで、平均値を取得する。そして、対称性評価部222は、取得した平均値を、注目画素 (i, j) の対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ とする。

[0265]

[数16]

$$\begin{aligned}
 & SYM_w(i, j) = \\
 & \frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} \left[\frac{1}{w} * \sum_{k=1}^w \{ (255 - |P_{i-k,m} - P_{i+k,m}|) * P_{i-k,m} * P_{i+k,m} * c(k) \} \right] \\
 & \dots\dots\dots(16)
 \end{aligned}$$

[0266] なお、(数式16)において、c(k)は任意の関数である。

[0267] 例えば、画像上において、中心軸(対称軸)から離れた位置に存在する、対称性の高い領域を検出する場合、

$$c(k) = k$$

と設定すればよい。なお、関数c(k)を、図10(d)に示すような関数に設定してもよい。

[0268] また、例えば、画像上において、中心軸(対称軸)近傍に存在する、対称性の高い領域を検出する場合、

$$c(k) = w - k$$

と設定すればよい。なお、関数c(k)を、図10(a)、(b)に示すような関数に設定してもよい。

[0269] なお、対称性評価部222は、(数式16)に示すように、対称性評価値を算出する対象領域の垂直方向の幅を、注目画素が含まれる水平ライン、注目画素が含まれる水平ラインの上に位置するnラインおよび下に位置するnラインの合計(2n+1)ライン分に相当する幅として、対称性評価値を算出するが、注目画素が画像上端付近または下端付近であり、かつ、注目画素が含まれる水平ラインの上下にnライン分ずつ確保できない場合、対称性評価値を算出する対象領域の垂直方向の幅を変化させてもよい。例えば、注目画素が画像上端付近であり、注目画素が含まれる水平ラインの上に、(画像上端まで)n-1ライン分(n-1<nとする)存在している場合、(j-n-1)ラインから(j+n)ラインまでの合計(n-1+n+1)ライン分の領域を、対称性評価値を算出する対象領域としてもよい。

[0270] 本実施形態の対称性評価部222は、前述の実施形態と同様に、(数式1

6) に相当する処理を行い、最大値 $\max SYM$ を与える w を、対称幅 w_a として取得する。

[0271] そして、本実施形態の中心検出部 223、物体領域検出部 224、および、合成部 23 は、前述と同様の処理を行う。

[0272] このように、本実施形態の物体検出システムでは、本実施形態の対称性評価部 222 は、(数式 16) により、 $(2n + 1)$ 個の水平ラインについて、それぞれ、対称性評価値を算出し、算出した各水平ラインの対称性評価値を積算し、積算した値を水平ライン数で除算することで取得した平均値により、注目画素 (i, j) の対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ を算出する。つまり、本実施形態の物体検出システムでは、垂直方向に所定の幅を有する画像領域を対称性評価の対象とするので、垂直方向に高い相関性を有する対称領域(例えば、対称軸(中心軸)と平行な辺を有する四角形の物体等)を精度良く検出することができる。

[0273] なお、対称性評価部 222 は、(数式 16) の代わりに、(数式 17) を用いて、対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ を算出してもよい。なお、 $c(k)$ については、(数式 16) と同様である。

[0274] [数17]

$$\begin{aligned}
 SYM_w(i, j) = & \\
 \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w [& (255 - \frac{1}{2n+1} | \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i-k,m} - \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i+k,m} |) * (\frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i-k,m}) \\
 * (\frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} & P_{i+k,m}) * c(k)] \dots\dots\dots(17)
 \end{aligned}$$

[0275] つまり、(数式 16) の処理では、対称性評価部 222 は、まず、水平方向において対称性評価を行い、次に、垂直方向に積算して、平均値を求めることで、注目画素 (i, j) の対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ を算出する。

[0276] 一方、(数式 17) の処理では、対称性評価部 222 は、まず、各項の垂直方向の積算処理(平均値算出処理)を行い、次に、水平方向において対称性評価を行うことで、注目画素 (i, j) の対称性評価値 $SYM_w(i, j)$ を算出する。

[0277] 対称性評価部 2 2 2 が (数式 1 7) による処理を行うことで、(数式 1 6) の処理と同様の処理結果を取得することができる。

[0278] <<第 1 変形例>>

次に、第 5 実施形態の第 1 変形例について、説明する。

[0279] 本変形の物体検出システムの構成は、前述の実施形態と同様である。以下では、本実施形態において、前述の実施形態と相違する点について、説明する。なお、前述の実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0280] 本変形例の対称性評価部 2 2 2 は、(数式 1 6) の代わりに、下記 (数式 1 4) に相当する処理を実行する。つまり、(数式 1 6) では、垂直方向の重み付けが、全ての水平ラインにおいて、「1」(重み付けなし)であったが、(数式 1 4) では、垂直方向の重み付け関数 d (m) により、水平ラインごとに、関数 d (m) で決定される重み付け処理がなされる。なお、c (k) については、(数式 1 6) と同様である。

[0281] [数18]

$$\begin{aligned}
 SYM_w(i, j) = & \\
 \frac{1}{2n + 1} \sum_{m=j-n}^{j+n} [d(m) * \frac{1}{W} \sum_{k=1}^w \{ & (255 - |P_{i-k,m} - P_{i+k,m}|) \\
 * P_{i-k,m} * P_{i+k,m} * c(k) \}] & \dots\dots\dots(18)
 \end{aligned}$$

[0282] 例えば、

$$d(m) = n + 1 - |m - j|$$

や

$$d(m) = c_1 \times \exp(-c_2 \times (m - j)^2)$$

(c 1 は、d (m) の最大値を決定するための係数。c 2 は垂直方向のレンジ調整用の係数。)

とすることで、注目画素 (i, j) が存在する水平ラインでの重み付けを大きくし、注目画素 (i, j) が存在する水平ラインから離れる程、重み付けを小さくすることができる。

[0283] これにより、注目画素 (i , j) が存在する水平ライン付近において、左右対称性が高い領域が存在する場合に、対称性評価値が高くなるようにすることができる。

[0284] なお、対称性評価部 2 2 2 は、(数式 1 4) の代わりに、(数式 1 9) を用いて、対称性評価値 SYM_w (i , j) を算出してもよい。なお、c (k) については、(数式 1 4) と同様である。

[0285] [数19]

$$\begin{aligned}
 SYM_w(i, j) = & \\
 & \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w [(255 - \frac{1}{2n+1} | \sum_{m=j-n}^{j+n} d(m) * P_{i-k, m} - \sum_{m=j-n}^{j+n} d(m) * P_{i+k, m} |)] * \{ \frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} (d(m) * P_{i-k, m}) \} \\
 & * \{ \frac{1}{2n+1} \sum_{m=j-n}^{j+n} (d(m) * P_{i+k, m}) \} * c(k)] \quad \dots\dots\dots(19)
 \end{aligned}$$

[0286] つまり、(数式 1 4) の処理では、対称性評価部 2 2 2 は、まず、水平方向において対称性評価を行い、次に、垂直方向に積算して、平均値を求めることで、注目画素 (i , j) の対称性評価値 SYM_w (i , j) を算出する。

[0287] 一方、(数式 1 5) の処理では、対称性評価部 2 2 2 は、まず、各項の垂直方向の積算処理 (平均値算出処理) を行い、次に、水平方向において対称性評価を行うことで、注目画素 (i , j) の対称性評価値 SYM_w (i , j) を算出する。

[0288] 対称性評価部 2 2 2 が (数式 1 5) による処理を行うことで、(数式 1 8) の処理と同様の処理結果を取得することができる。

[0289] [他の実施形態]

上述の実施形態および変形例の一部または全部を組み合わせてもよい。

[0290] 上述の実施形態においては、水平方向に関して対称性を有する物体を検出した。同様に、垂直方向に関して対称性を有する物体を検出してもよい。つまり、上述の実施形態における水平方向の処理と垂直方向の処理を逆にして、上述の実施形態の処理を実行することで、垂直方向に関して対称性を有する物体を検出してもよい。

[0291] また、上述の実施形態の物体検出装置 2 において、各機能部の全部または

一部が、共有のメモリ（例えば、フレームメモリ）を用いて、処理を行うようにしてもよい。

[0292] また、上述の実施形態の物体検出システムにおいて、撮像装置が、所定のフレームレート（例えば、15 fps）でカラー画像を撮像する場合であれば、上記共有のメモリは、物体検出装置が当該所定のフレームレート（例えば、15 fps）のカラー画像を処理できるだけのメモリ容量を有するメモリとすることが好ましい。

[0293] また、上述の実施形態において、8ビットのデータ（0～255のデータ）を前提として処理（数式で示した処理等）を行っている部分があるが、ビット数が、上記で説明したビット数（データの取り得る範囲）に限定されないのは言うまでもない。また、上述の実施形態において、データを所定の範囲のデータとするために、レンジ変換処理や、正規化処理や、所定の閾値によるクリップ処理等を行うようにしてもよい。

[0294] また、上記実施形態で説明した物体検出システム又は物体検出装置において、各ブロックは、LSIなどの半導体装置（集積回路やプログラム可能なFPGA（Field Programmable Gate Array）等を含む。）により個別に1チップ化されても良いし、一部又は全部を含むように1チップ化されても良い。また、上記実施形態で説明した物体検出システム又は物体検出装置において、各ブロックは、複数のチップ（LSIなどの半導体装置）により実現されるものであってもよい。

[0295] また、上記各実施形態の各機能ブロックの処理の一部または全部は、プログラムにより実現されるものであってもよい。そして、上記各実施形態の各機能ブロックの処理の一部または全部は、コンピュータにおいて、中央演算装置（CPU）により行われる。また、それぞれの処理を行うためのプログラムは、ハードディスク、ROMなどの記憶装置に格納されており、ROMにおいて、あるいはRAMに読み出されて実行される。

[0296] また、上記実施形態の各処理をハードウェアにより実現してもよいし、ソフトウェア（OS（オペレーティングシステム）、ミドルウェア、あるいは

、所定のライブラリとともに実現される場合を含む。)により実現してもよい。さらに、ソフトウェアおよびハードウェアの混在処理により実現してもよい。なお、上記実施形態に係る物体検出システム又は物体検出装置をハードウェアにより実現する場合、各処理を行うためのタイミング調整を行う必要があるのは言うまでもない。上記実施形態においては、説明便宜のため、実際のハードウェア設計で生じる各種信号のタイミング調整の詳細については省略している。

[0297] また、上記実施形態における処理方法の実行順序は、必ずしも、上記実施形態の記載に制限されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で、実行順序を入れ替えることができるものである。

[0298] 前述した方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム及びそのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、本発明の範囲に含まれる。ここで、コンピュータ読み取り可能な記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD-ROM、MO、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、BD (Blu-ray Disc (登録商標))、半導体メモリを挙げることができる。

[0299] 上記コンピュータプログラムは、上記記録媒体に記録されたものに限られず、電気通信回線、無線又は有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク等を経由して伝送されるものであってもよい。

[0300] なお、本発明の具体的な構成は、前述の実施形態に限られるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更および修正が可能である。

符号の説明

[0301] 1000 物体検出システム

1 撮像装置

2 物体検出装置

3 表示装置 (モニタ)

21 画像入力部

22 物体検出部

2 3 合成部

2 2 1 画像特徴量抽出部

2 2 2 対称性評価部

2 2 3 中心検出部

2 2 4 物体領域検出部

2 3 合成部

請求の範囲

[請求項1]

画像を入力する画像入力部と、
前記画像から所定の画像特徴量を抽出して特徴量抽出画像を生成する画像特徴量抽出部と、
前記特徴量抽出画像に対して、処理対象である注目画素ごとに、前記画像上の第1方向についての対称性を評価するための領域である対称性評価領域を前記第1方向と直交する第2方向の所定の軸である中心軸を中心として対称となるように設定し、前記対称性評価領域の大きさを変化させながら、前記対称性評価領域に含まれ、前記中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値に対して、前記画素群の前記中心軸からの距離に基づく重み付けを行った値を導出することで、前記第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得する対称性評価部と、
を備える物体検出装置。

[請求項2]

前記対称性評価部は、前記対称性評価値が第1方向についての対称性が最大であることを示す値である場合の前記対称性評価領域の大きさに基づいて、前記第1方向に関する対称幅を決定する、
請求項1に記載の物体検出装置。

[請求項3]

前記対称性評価部は、
前記特徴量抽出画像上の画素値が0または正の値をとり、前記画像特徴量が大きい程、大きな値をとるものとし、前記特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値以上の所定の値を P_{max} とし、
前記特徴量抽出画像上の座標 (i, j) の注目画素の画素値を P_i とし、前記注目画素から前記第1方向の一方向である第1探索方向に k 画素 (k は自然数) 離れた画素の画素値を P_{i-k} とし、前記注目画素から前記第1方向の前記第1探索方向と逆方向である第2探索方向に k 画素離れた画素の画素値を P_{i+k} とし、
前記対称性評価領域の第1方向の幅を $2w + 1$ とし、

所定の閾値を Th とし、前記注目画素からの距離 k についての重み付け関数を $c(k)$ とするとき、

前記対称性評価領域の第1方向の幅 $2w + 1$ (w は自然数) を変化させながら、

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{(P_{max} - f_i(k)) * c(k)\}$$

$$f_i(k) = \left\{ \begin{array}{ll} |P_{i-k} - P_{i+k}| & \text{if } (P_{i-k} > Th) \text{ or } (P_{i+k} > Th) \\ P_{max} & \text{else} \end{array} \right\}$$

.....(c13)

に基づいて、前記注目画素の前記対称性評価値を算出する、

請求項1に記載の物体検出装置。

[請求項4]

前記対称性評価部は、前記 $SYM_w(i, j)$ の最大値 $maxSYM$ を取得するとともに、前記 $SYM_w(i, j)$ が最大値となるときの前記対称性評価領域の第1方向の幅 $2w + 1$ に基づいて、前記対称幅を決定する、

請求項3に記載の物体検出装置。

[請求項5]

前記対称性評価部は、

前記対称性評価領域に含まれ、前記中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値に対して、前記画素群の前記中心軸からの距離および前記画素群の画像特徴量に基づく重み付けを行った値を導出することで、前記第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得することで、前記第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得する、

請求項1又は2に記載の物体検出装置。

[請求項6]

前記対称性評価部は、

前記特徴量抽出画像上の画素値が0または正の値をとり、前記画像特徴量が大きい程、大きな値をとるものとし、前記特徴量抽出画像上

の画素値の取り得る最大値以上の所定の値を P m a x とし、

前記特微量抽出画像上の座標 (i , j) の注目画素の画素値を P_i とし、前記注目画素から前記第 1 方向の一方向である第 1 探索方向に k 画素 (k は自然数) 離れた画素の画素値を P_{i-k} とし、前記注目画素から前記第 1 方向の前記第 1 探索方向と逆方向である第 2 探索方向に k 画素離れた画素の画素値を P_{i+k} とし、

前記対称性評価領域の前記第 1 方向の幅を 2 w + 1 とし、

所定の閾値を T h とし、注目画素からの距離 k についての重み付け関数を c (k) とするとき、

前記対称性評価領域の前記第 1 方向の幅 2 w + 1 (w は自然数) を変化させながら、

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \{ (P \max - |P_{i-k} - P_{i+k}|) * P_{i-k} * P_{i+k} * c(k) \}$$

.....(cl6)

に基づいて、前記注目画素の前記対称性評価値を算出する、

請求項 5 に記載の物体検出装置。

[請求項7]

前記対称性評価部は、

前記 S Y M_w (i , j) の最大値 m a x S Y M を取得するとともに、前記 S Y M_w (i , j) が最大値となる時の前記対称性評価領域の前記第 1 方向の幅 2 w + 1 に基づいて、前記対称幅を決定する、

請求項 6 に記載の物体検出装置。

[請求項8]

前記対称性評価部は、

前記特微量抽出画像上の画素値が 0 または正の値をとり、前記画像特微量が大きい程、大きな値をとるものとし、前記特微量抽出画像上の画素値の取り得る最大値以上の所定の値を P m a x とし、

前記特微量抽出画像上の座標 (i , j) の注目画素の画素値を P_i とし、前記注目画素から前記第 1 方向の一方向である第 1 探索方向に k 画素 (k は自然数) 離れた画素の画素値を P_{i-k} とし、前記注目画

素から前記第 1 方向の前記第 1 探索方向と逆方向である第 2 探索方向に k 画素離れた画素の画素値を P_{i+k} とし、

前記対称性評価領域の第 1 方向の幅を $2w + 1$ とし、

前記対称性評価領域の前記第 2 方向の幅を $2n + 1$ とし、

所定の閾値を Th とし、前記注目画素からの距離 k についての重み付け関数を $c(k)$ とするとき、

前記対称性評価領域の第 1 方向の幅 $2w + 1$ (w は自然数) を変化させながら、

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{2n + 1} \sum_{m=j-n}^{j+n} \left[\frac{1}{w} * \sum_{k=1}^w \{ (P \max - f_i(k)) * c(k) \} \right]$$

$$f_i(k) = \begin{cases} |P_{i-k} - P_{i+k}| & \text{if } (P_{i-k} > Th) \text{ or } (P_{i+k} > Th) \\ P \max & \text{else} \end{cases}$$

.....(cl8-1)

または、

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \left[(P \max - \frac{1}{2n + 1} \sum_{m=j-n}^{j+n} f_i(k)) * c(k) \right] \dots\dots\dots(\text{cl8-2})$$

に基づいて、前記注目画素の前記対称性評価値を算出する、

請求項 1 または 2 に記載の物体検出装置。

[請求項9]

前記対称性評価部は、

前記 $SYM_w(i, j)$ の最大値 $\max SYM$ を取得するとともに、前記 $SYM_w(i, j)$ が最大値となる時の前記対称性評価領域の前記第 1 方向の幅 $2w + 1$ に基づいて、前記対称幅を決定する、

請求項 8 に記載の物体検出装置。

[請求項10]

前記対称性評価部は、

前記特徴量抽出画像上の画素値が 0 または正の値をとり、前記画像

特徴量が大きい程、大きな値をとるものとし、前記特徴量抽出画像上の画素値の取り得る最大値以上の所定の値を P_{max} とし、

前記特徴量抽出画像上の座標 (i, j) の注目画素の画素値を P_i とし、前記注目画素から前記第1方向の一方向である第1探索方向に k 画素 (k は自然数) 離れた画素の画素値を P_{i-k} とし、前記注目画素から前記第1方向の前記第1探索方向と逆方向である第2探索方向に k 画素離れた画素の画素値を P_{i+k} とし、

前記対称性評価領域の第1方向の幅を $2w + 1$ とし、

前記対称性評価領域の前記第2方向の幅を $2n + 1$ とし、

所定の閾値を Th とし、前記注目画素からの距離 k についての重み付け関数を $c(k)$ とするとき、

前記対称性評価領域の第1方向の幅 $2w + 1$ (w は自然数) を変化させながら、

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{2n + 1} \sum_{m=j-n}^{j+n} \left[\frac{1}{w} * \sum_{k=1}^w \{ (P_{max} - |P_{i-k,m} - P_{i+k,m}|) * P_{i-k,m} * P_{i+k,m} * c(k) \} \right] \dots\dots\dots (cl10 - 1)$$

または、

$$SYM_w(i, j) = \frac{1}{w} \sum_{k=1}^w \left[(P_{max} - \frac{1}{2n + 1} | \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i-k,m} - \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i+k,m} |) * (\frac{1}{2n + 1} \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i-k,m}) * (\frac{1}{2n + 1} \sum_{m=j-n}^{j+n} P_{i+k,m}) * c(k) \right] \dots\dots\dots (cl10 - 2)$$

に基づいて、前記注目画素の前記対称性評価値を算出する、

請求項1または2に記載の物体検出装置。

[請求項11]

前記対称性評価部は、

前記 $SYM_w(i, j)$ の最大値 $max\ SYM$ を取得するとともに、前記 $SYM_w(i, j)$ が最大値となる時の前記対称性評価領域

の前記第1方向の幅 $2w + 1$ に基づいて、前記対称幅を決定する、
請求項10に記載の物体検出装置。

[請求項12] 前記重み付け関数 $c(k)$ は、 k についての単調増加関数である、
請求項3、4、6～10のいずれかに記載の物体検出装置。

[請求項13] 前記重み付け関数 $c(k)$ は、 k についての単調減少関数である、
請求項3、4、6～10のいずれかに記載の物体検出装置。

[請求項14] 前記対称性評価部は、
前記画像の前記第1方向の画素数を H (H は自然数) とすると、
(1) 前記注目画素の前記第1方向の位置を示す列 i が $(H/2)$ 以下の場合、前記対称性評価領域の前記第1方向の幅の半分である w を、
 $1 \leq w \leq (i - 1)$ の範囲で変化させて、前記対称性評価値を算出し、
(2) 前記注目画素の前記第1方向の位置を示す列 i が $(H/2)$ より大きい場合、前記対称性評価領域の前記第1方向の幅の半分である w を、
 $1 \leq w \leq (H - i)$ の範囲で変化させて、前記対称性評価値を算出する、

請求項1から13のいずれかに記載の物体検出装置。

[請求項15] 画像特徴量は、前記画像のエッジ強度である、
請求項1から14のいずれかに記載の物体検出装置。

[請求項16] 画像特徴量は、前記画像の特定の色成分の強度である、
請求項1から14のいずれかに記載の物体検出装置。

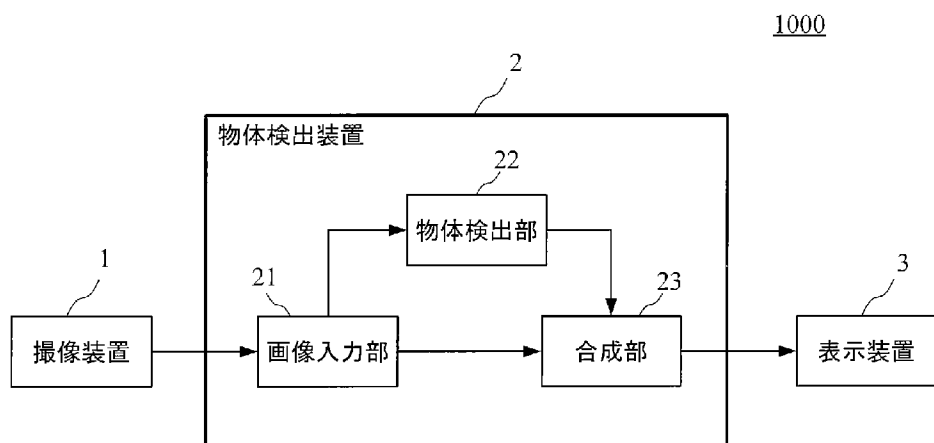
[請求項17] 画像を入力する画像入力ステップと、
前記画像から所定の画像特徴量を抽出して特徴量抽出画像を生成する
画像特徴量抽出ステップと、

前記特徴量抽出画像に対して、処理対象である注目画素ごとに、前記画像上の第1方向についての対称性を評価するための領域である対称性評価領域を前記第1方向と直交する第2方向の所定の軸である中心軸を中心として対称となるように設定し、前記対称性評価領域の大

きさを変化させながら、前記対称性評価領域に含まれ、前記中心軸について対称となる位置に存在する画素群の画像特徴量の相関値に対して、前記画素群の前記中心軸からの距離に基づく重み付けを行った値を導出することで、前記第1方向の対称性の度合いを示す対称性評価値を取得する対称性評価ステップと、
を備える物体検出方法をコンピュータに実行させるためのプログラム
。

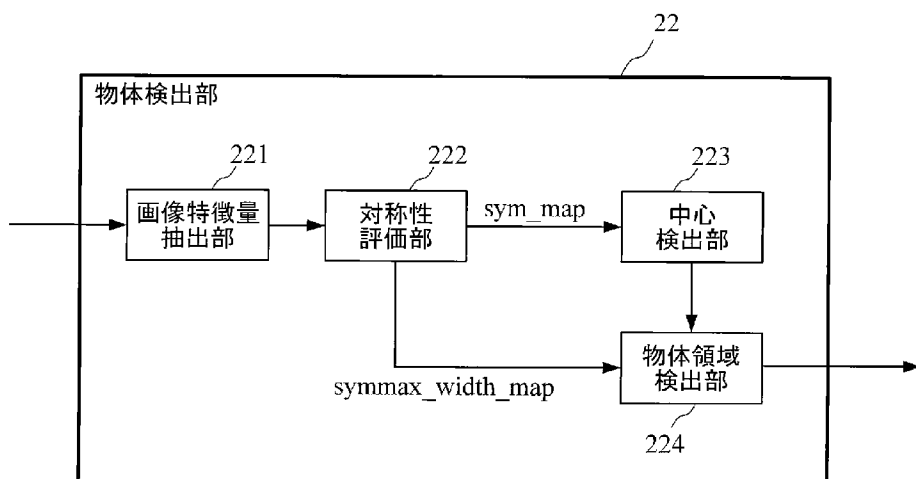
[図1]

FIG. 1



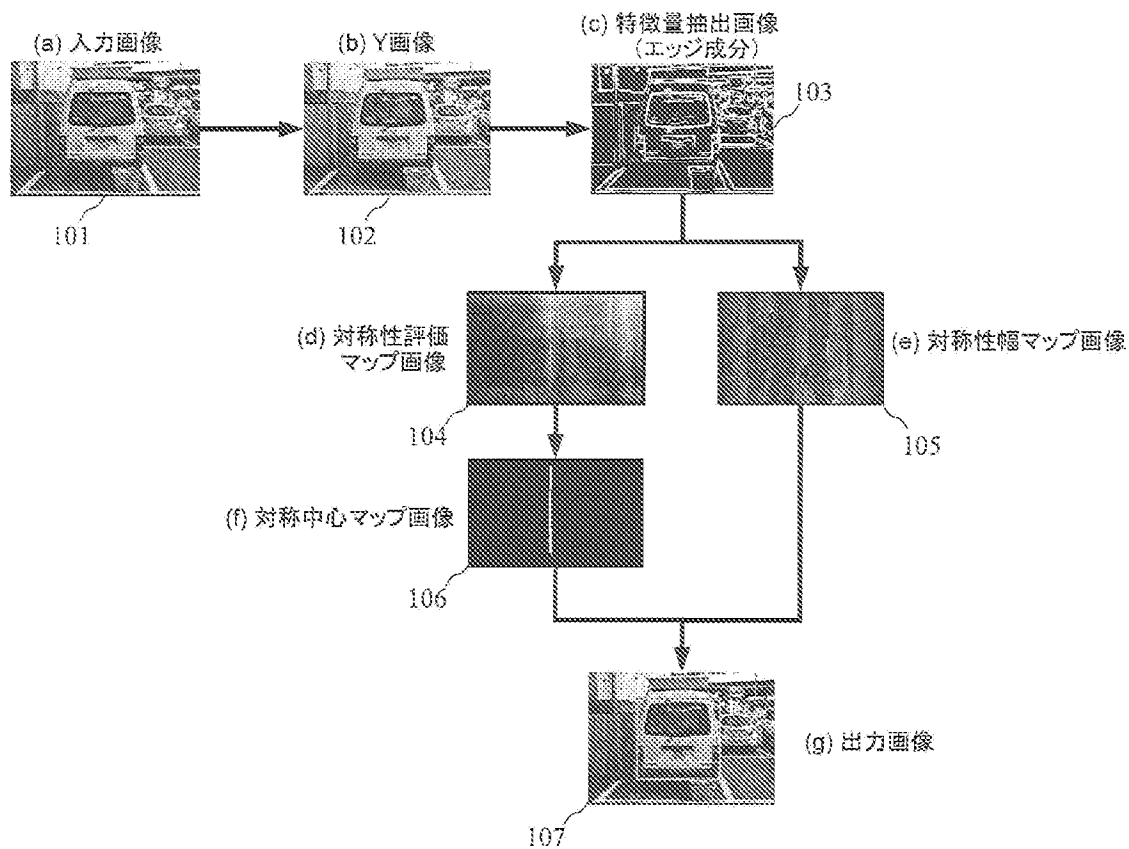
[図2]

FIG. 2



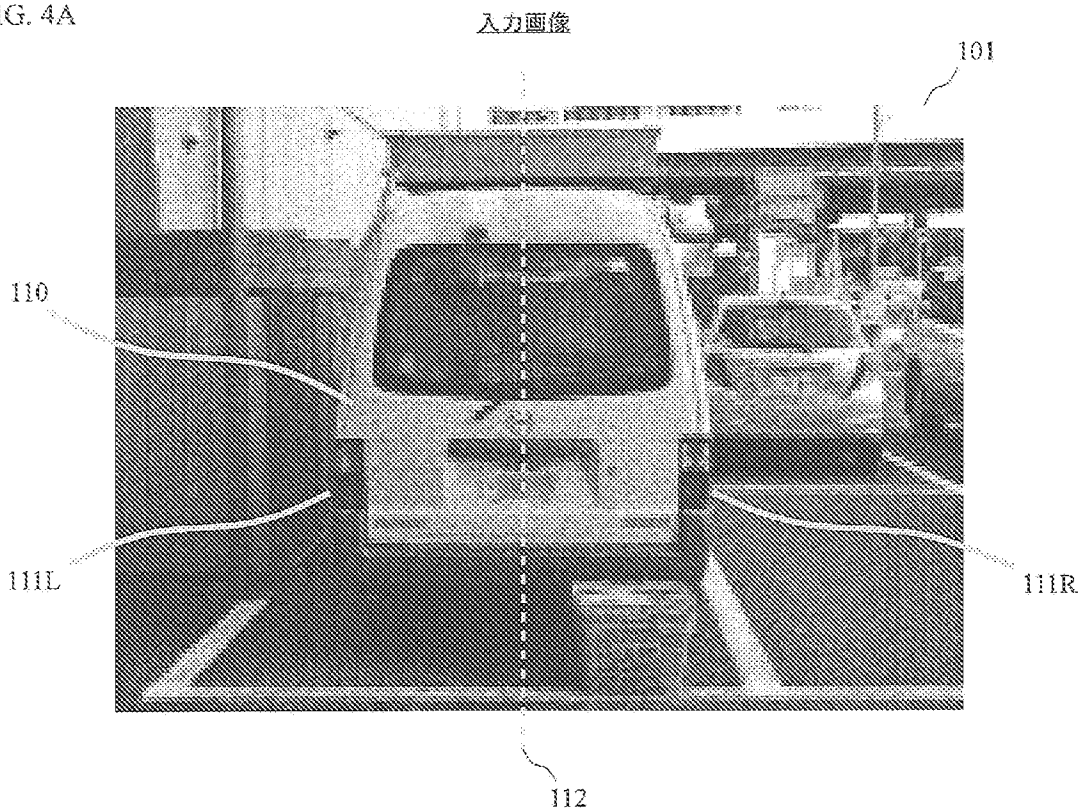
[図3]

FIG. 3



[図4A]

FIG. 4A



[図4B]

FIG. 4B

Y画像(輝度画像)

102



[図4C]

FIG. 4C

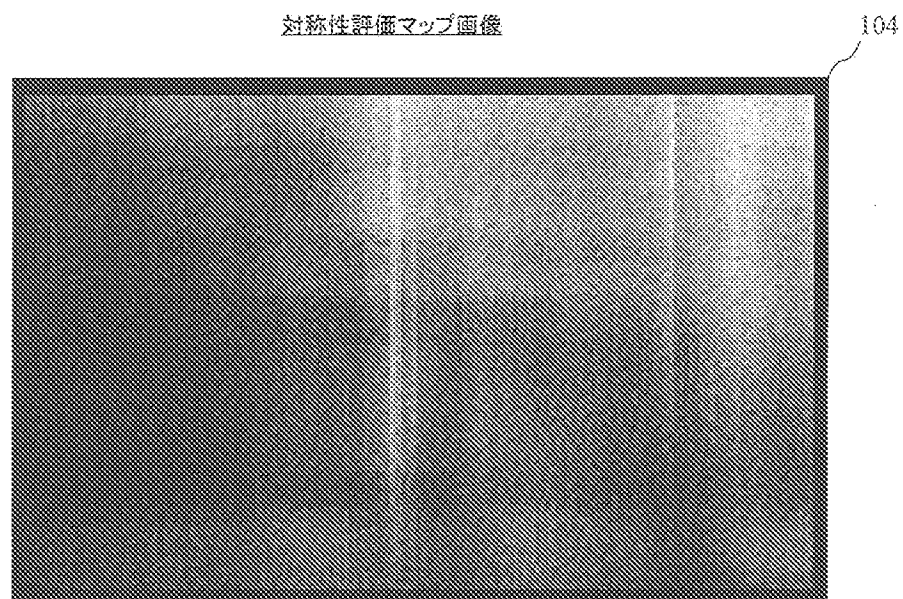
特徴量抽出画像(エッジ成分)

103



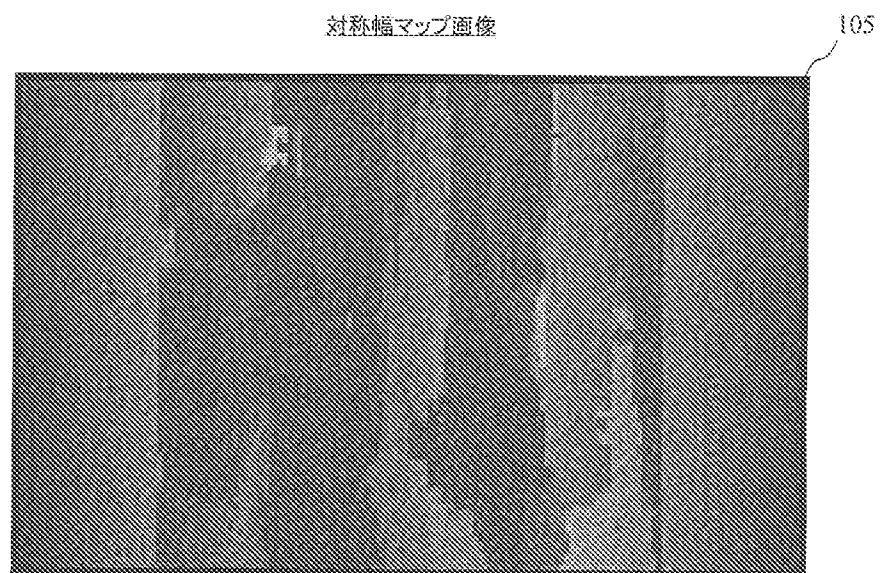
[図4D]

FIG. 4D



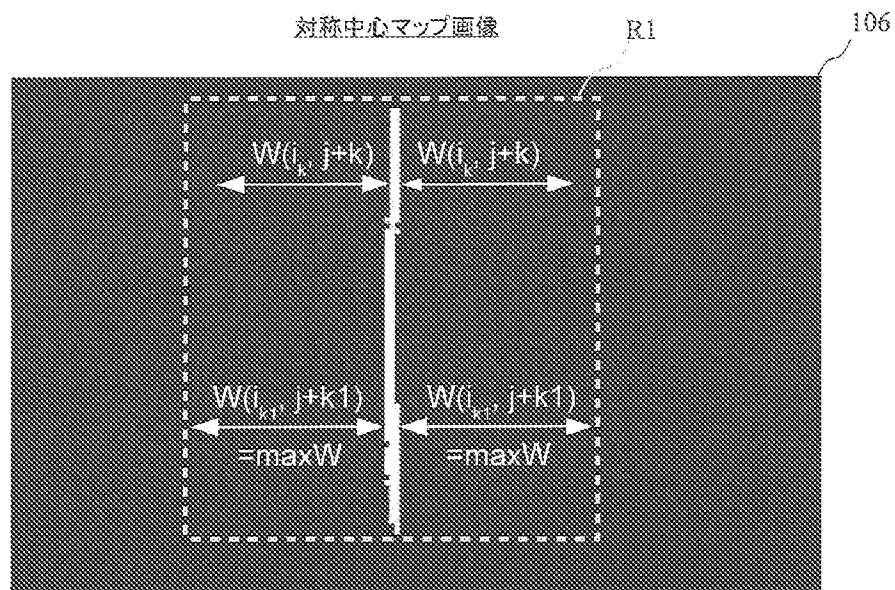
[図4E]

FIG. 4E



[図4F]

FIG. 4F



[図4G]

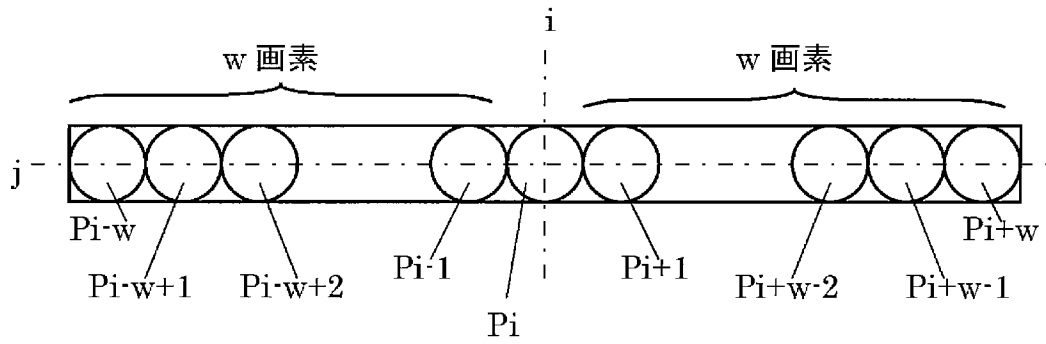
FIG. 4G

出力画像



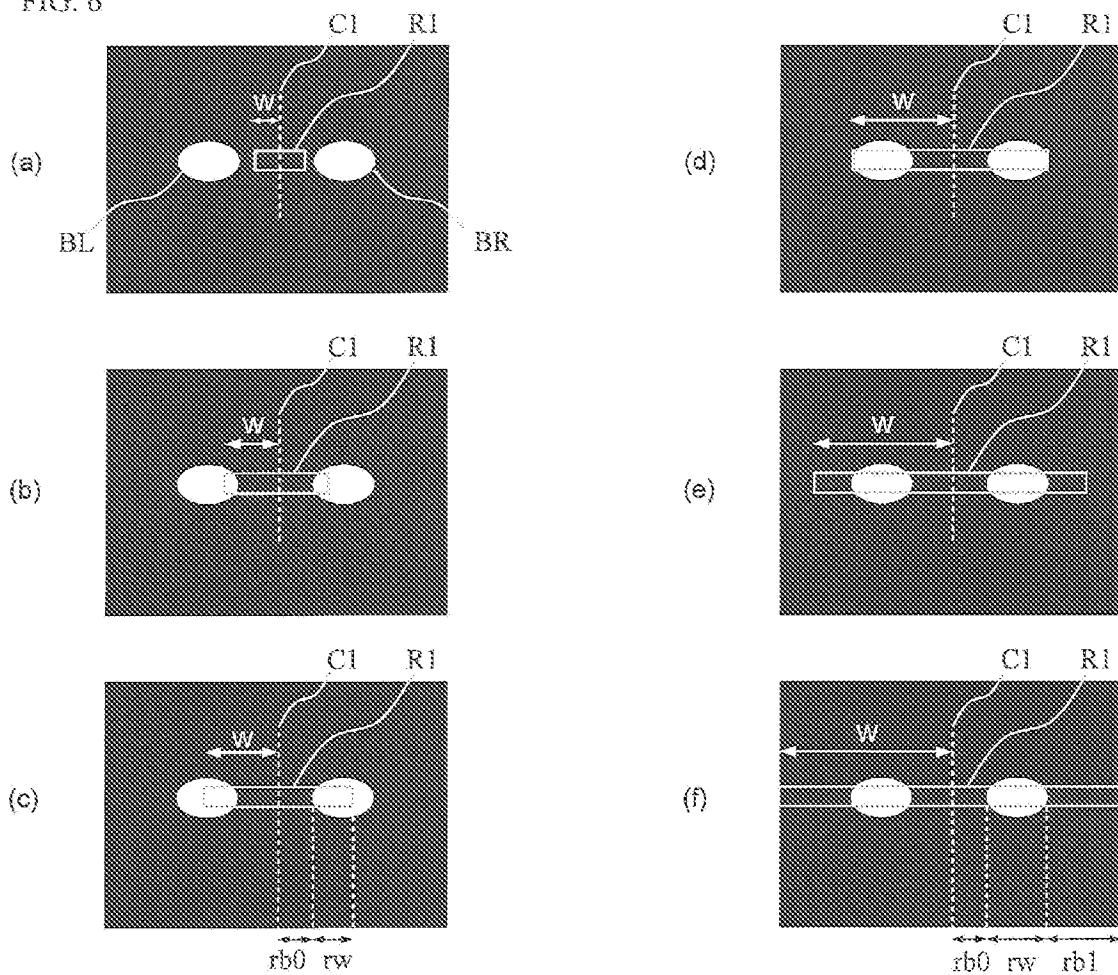
[図5]

FIG. 5



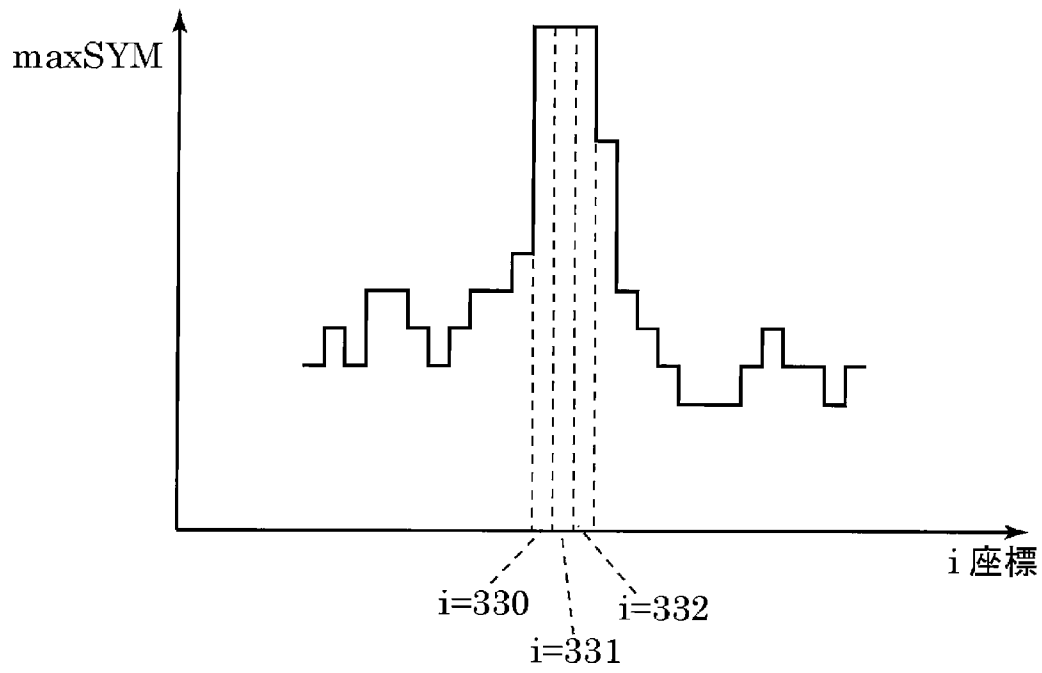
[図6]

FIG. 6



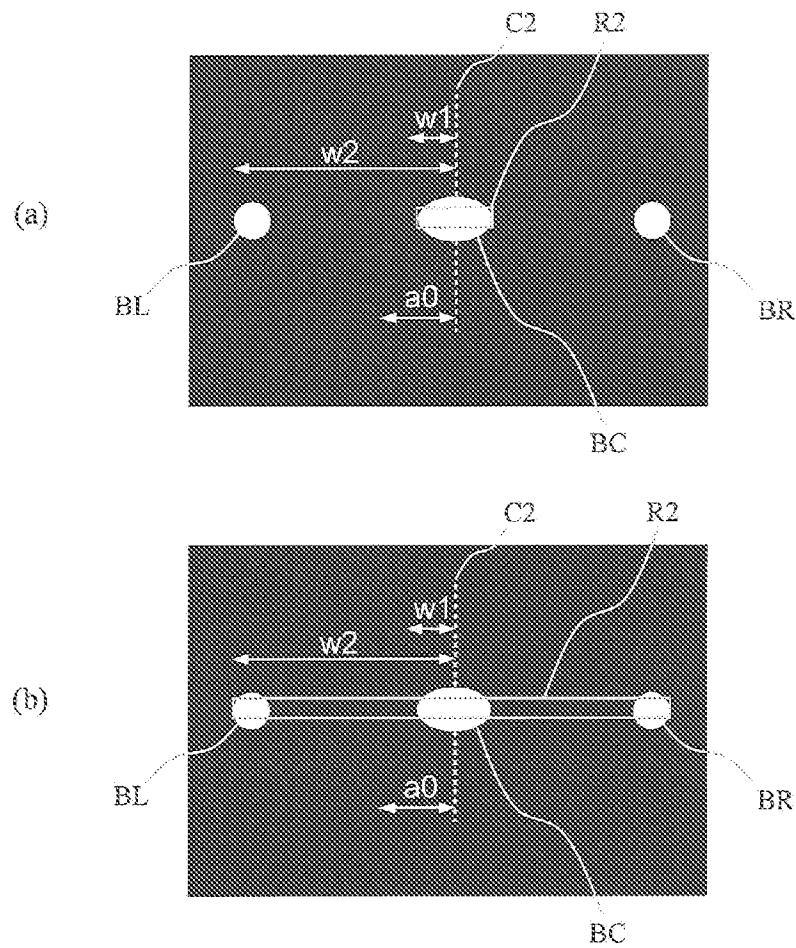
[図7]

FIG. 7



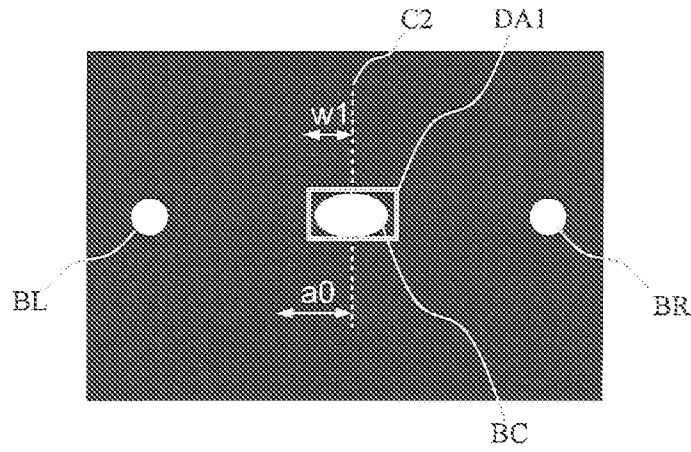
[図8]

FIG. 8



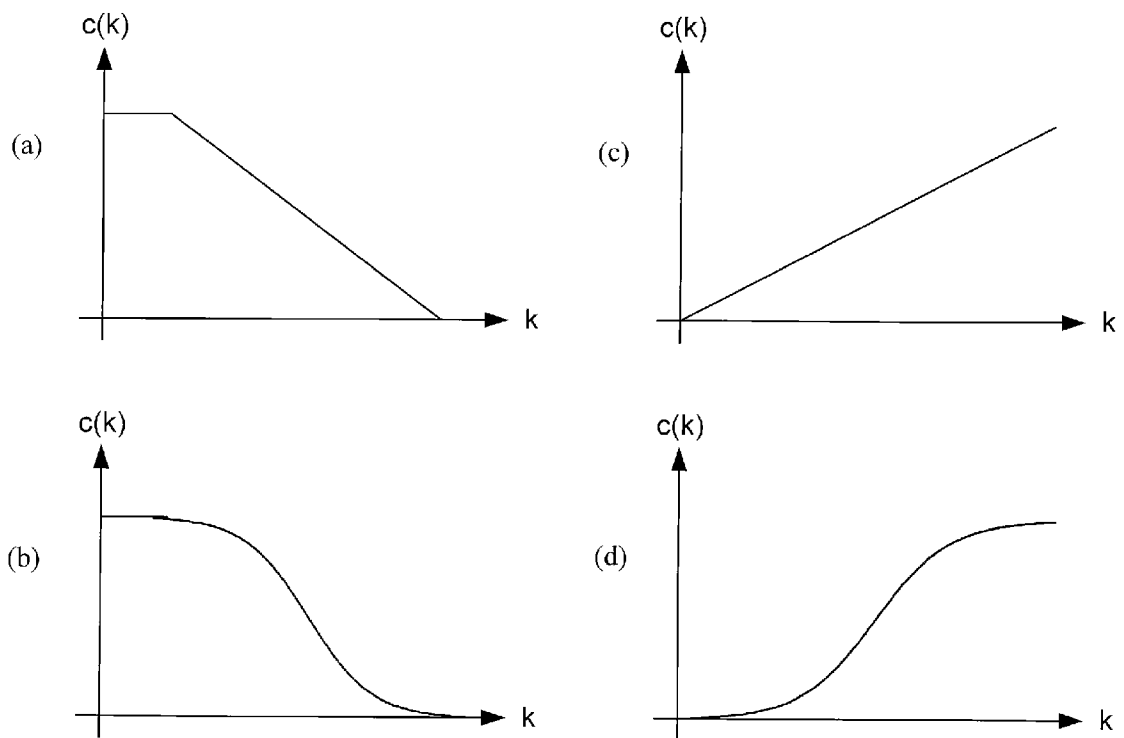
[図9]

FIG. 9



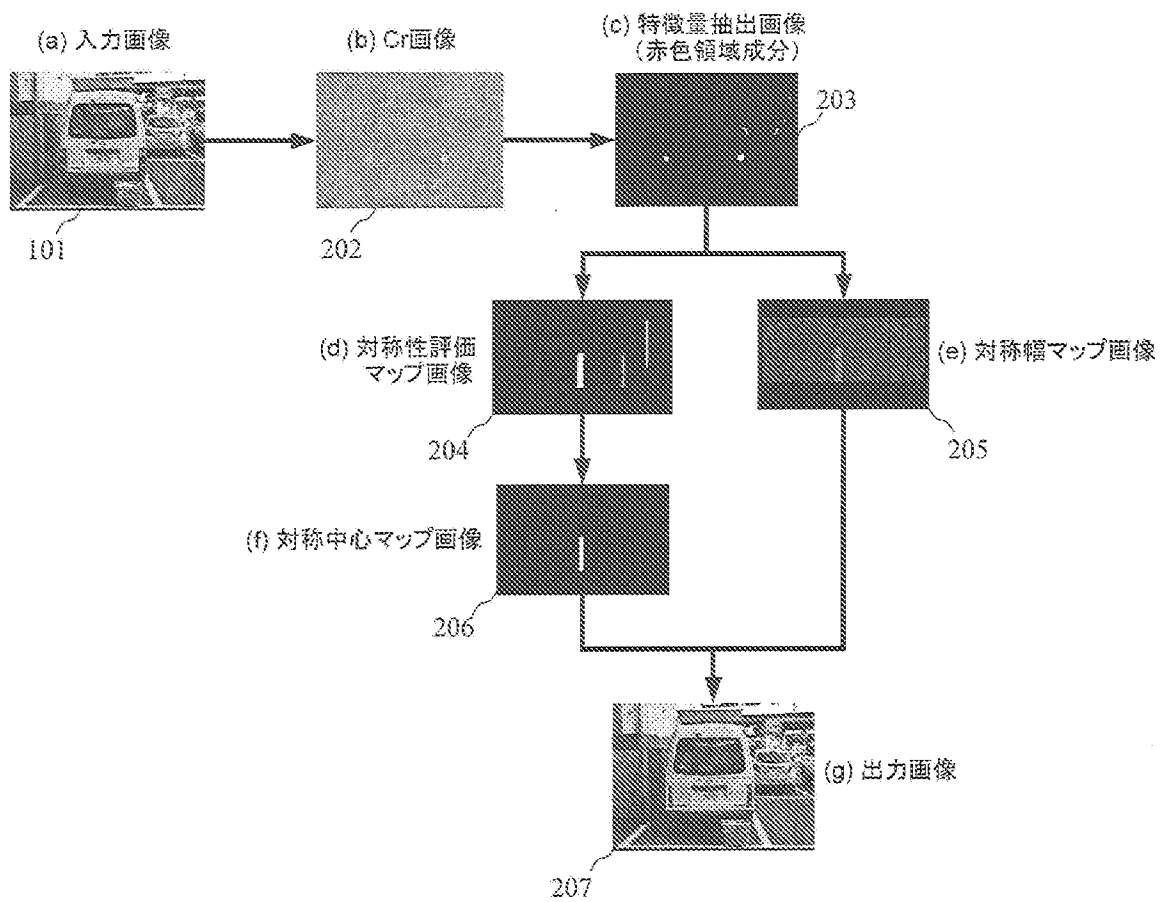
[図10]

FIG. 10



[図11A]

FIG. 11A



[図11B]

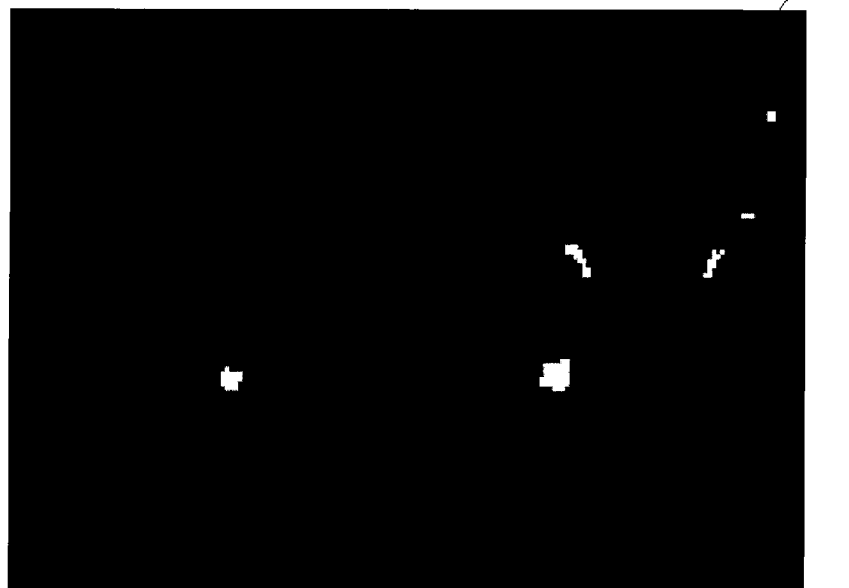
FIG. 11B



[図11C]

FIG. 11C

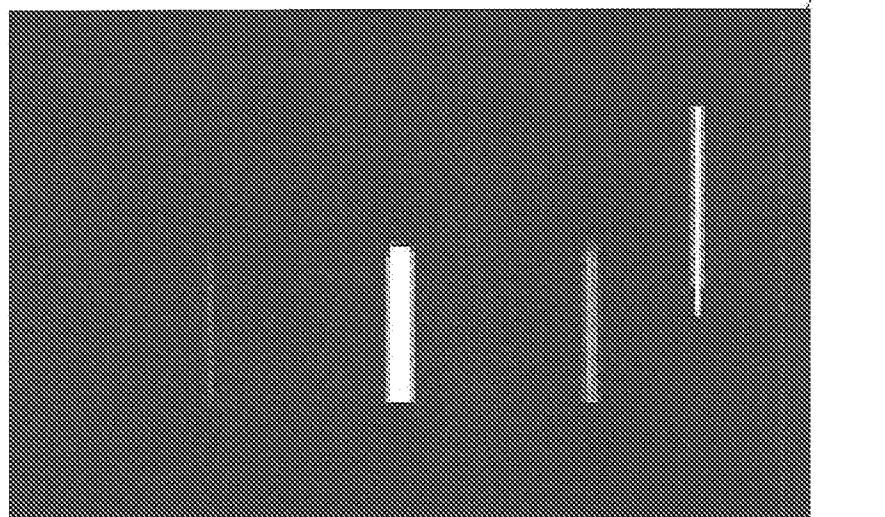
特徴量抽出画像(R成分(Cr成分))



[図11D]

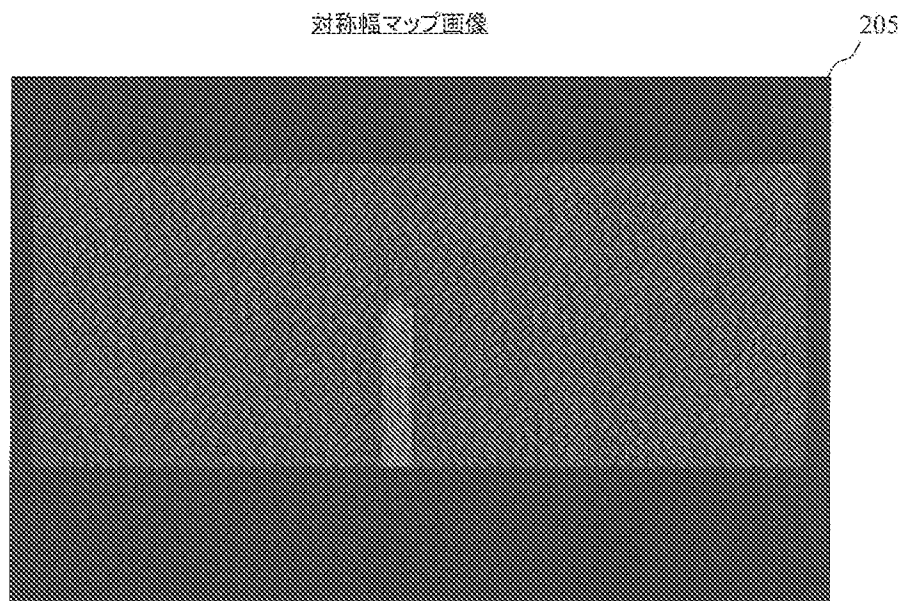
FIG. 11D

対称性評価マップ画像



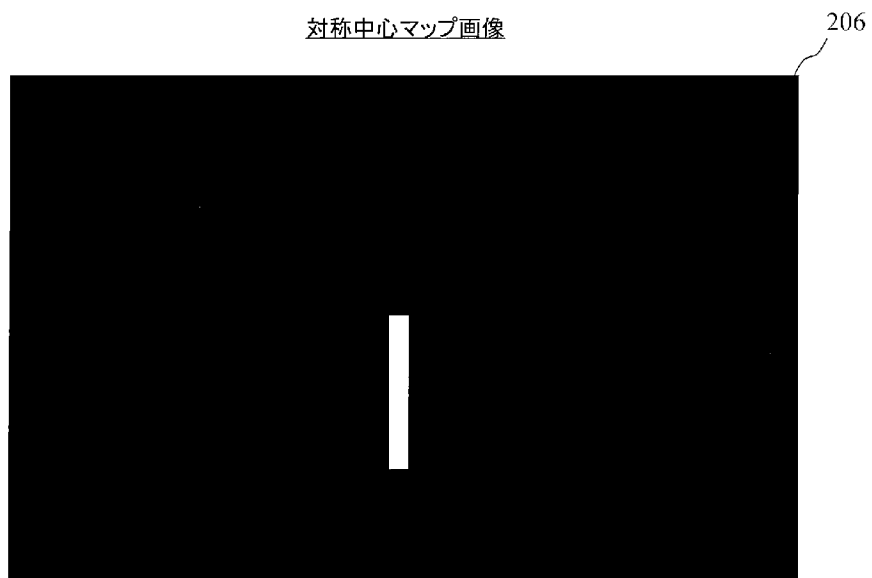
[図11E]

FIG. 11E



[図11F]

FIG. 11F



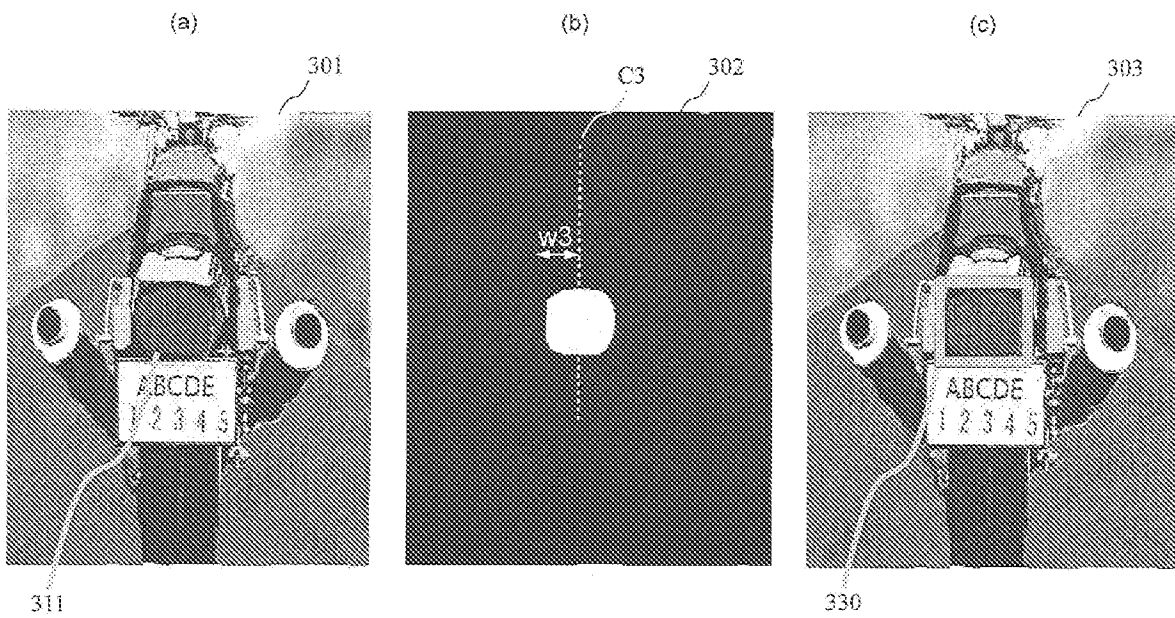
[図11G]

FIG. 11G



[図12]

FIG. 12



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/056931

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T7/60 (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)

G06T7/60

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 2000-39306 A (NEC Corp.), 08 February 2000 (08.02.2000), paragraphs [0031], [0038] to [0040] & US 2003/0156737 A1 & DE 19934925 A1	1-17
A	JP 10-162118 A (Canon Inc.), 19 June 1998 (19.06.1998), paragraphs [0028] to [0038] (Family: none)	1-17

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
19 April, 2013 (19.04.13)

Date of mailing of the international search report
07 May, 2013 (07.05.13)

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. G06T7/60(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. G06T7/60

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 2000-39306 A (日本電気株式会社) 2000.02.08, 【0031】、【0038】 - 【0040】 & US 2003/0156737 A1 & DE 19934925 A1	1-17
A	JP 10-162118 A (キヤノン株式会社) 1998.06.19, 【0028】 - 【0038】 (ファミリーなし)	1-17

☐ 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、一般的な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

の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

19.04.2013

国際調査報告の発送日

07.05.2013

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)

▲広▼島 明芳

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

5H

9853