

(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  
2012年6月7日(07.06.2012)



(10) 国際公開番号  
WO 2012/073894 A1

- (51) 国際特許分類:  
G06T 7/00 (2006.01) G06T 7/60 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/077404
- (22) 国際出願日: 2011年11月28日(28.11.2011)
- (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 2010-265402 2010年11月29日(29.11.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立  
大学法人 九州工業大学(Kyushu Institute of Tech-  
nology) [JP/JP]; 〒8048550 福岡県北九州市戸畑区  
仙水町1-1 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 石川 聖二  
(ISHIKAWA Seiji) [JP/JP]; 〒8048550 福岡県北九州  
市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学内  
Fukuoka (JP). タン ジュークイ(TAN Joo Kooi)  
[MY/JP]; 〒8048550 福岡県北九州市戸畑区仙水町  
1-1 九州工業大学内 Fukuoka (JP). 中島 佑  
樹(NAKASHIMA Yuuki) [JP/JP]; 〒8048550 福岡県

北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学内  
Fukuoka (JP). 森江 隆(MORIE Takashi) [JP/JP]; 〒  
8048550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1  
九州工業大学内 Fukuoka (JP).

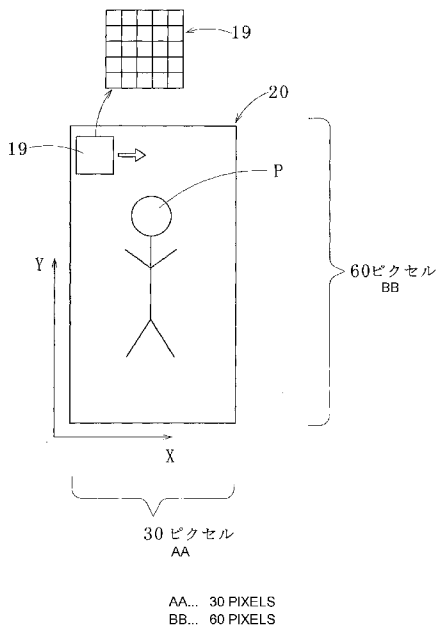
- (74) 代理人: 中前 富士男(NAKAMAE Fujio); 〒  
8028691 福岡県北九州市小倉北区浅野2丁目1  
3番23号 幹線ビル401号 中前国際特許  
商標事務所 Fukuoka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保  
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,  
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,  
JP, 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, 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, MD, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: OBJECT DETECTING METHOD AND OBJECT DETECTING DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: 物体の検出方法及びその方法を用いた物体の検出装置

[図2]



(57) Abstract: Provided are an object detecting method and an object detecting device (10) for detecting the presence/absence of an object to be detected (P) in an image to be detected by calculating a HOG feature amount (A) for the image to be detected and on the basis of a HOG feature amount (B) calculated in advance for a sample image (20) obtained by photographing the object to be detected (P). An identifier (18) for determining the presence/absence of the object to be detected (P) in the image to be detected is constructed on the basis of a feature amount pattern. The feature amount pattern indicates the presence of the object to be detected (P) and is obtained by calculating a plurality of HOG feature amounts (B) having different numbers of bins for each of a plurality of local areas (19) in the sample image (20). The identifier (18) determines the presence/absence of the object to be detected (P) in the image to be detected on the basis of a plurality of HOG feature amounts (A) having different numbers of bins, the HOG feature amounts (A) being calculated for each of the plurality of local areas (19) in the image to be detected.

(57) 要約: 検出対象画像についてHOG特徴量(A)を算出し、被検出物Pを撮像したサンプル画像20について予め算出したHOG特徴量(B)を基準にして検出対象画像中の被検出物Pの存否を検知する物体の検出方法及び物体の検出装置10において、サンプル画像20中の複数の局所領域19それぞれについてビン数の異なる複数のHOG特徴量(B)を算出して求めた被検出物Pの存在を示す特徴量パターンを基に、検出対象画像中の被検出物Pの存否を判定する識別器18を構築し、検出対象画像中の複数の局所領域19それぞれに対して算出するビン数の異なる複数のHOG特徴量(A)を基に、識別器18によって検出対象画像中の被検出物Pの存否を判定する。

WO 2012/073894 A1

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))

## 明 細 書

発明の名称：

物体の検出方法及びその方法を用いた物体の検出装置

技術分野

[0001] 本発明は、撮像された画像中に人物や特定の物が存在しているか否かを検出する物体の検出方法及びその方法を用いた物体の検出装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、ITS (Intelligent Transport System : 高度交通システム) においては、車載カメラによって撮像される画像中の歩行者、車両、道路標識等をIT (Information Technology) を用いて検知する物体の検出技術が注目されている。

屋外で撮像された画像を対象とした物体の検出は、照明条件の変化やオクルージョン (画像上での移動体同士の重なり) 等が影響して容易でないが、交通事故を減少させる効果があるため世界中で活発な研究がなされている。

[0003] 画像中の物体を検出する方法として、HOG (Histograms of Oriented Gradients) 特徴量を用いたものがある。HOG特徴量は、画像中に存在する物体の形状を表現可能な特徴量であり、画像の各画素 (ピクセル) の輝度情報から求められ、画像中の局所領域 (セル) における輝度勾配の方向及び大きさを基にして得られるヒストグラム化された特徴量である。

非特許文献1には、このHOG特徴量とSVM (Support Vector Machine) を用いた手法が記載されている。この方法は、一定の大きさを備えたセル (ブロック) を画像中で移動させながら順次そのブロック部分のHOG特徴量を算出し、その画像に人が存在するか否かを検出するものである。

また、その他にもHOG特徴量を用いた物体の検出方法として、非特許文献2には複数のHOG特徴量間の共起を表すJoint特徴を用いた方法が記

載されている。そして、非特許文献3には、ブロックの大きさを変えて複数のHOG特徴量を算出する手法が記載されている。

## 先行技術文献

### 非特許文献

- [0004] 非特許文献1：N. Dalal、B. Triggs、「ヒストグラムズ オブ オリエンティッド グラディエント フォー ヒューマン ディテクション (Histograms of Oriented Gradients for Human Detection)」、アイイーイーイー シーブイピーアール (IEEE CVPR)、p. 886-893、2005年
- 非特許文献2：藤吉弘亘、「局所特徴量の関連性に着目したJoint特徴による物体検出」、電子情報通信学会研究会、2009年
- 非特許文献3：Q. Zhu、S. Aviden、M. Yeh、K. Cheng、「ファースト ヒューマン ディテクション ユージング ア カスケード オブ ヒストグラムズ オブ オリエンティッド グラディエント (Fast Human Detection Using a Cascade of Histograms of Oriented Gradients)」、アイイーイーイー シーブイピーアール (IEEE CVPR)、6月、2006年

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] しかしながら、前記従来の方法ではHOG特徴量のビン数が特定の一の値であることから、画像中のセルの位置によっては、得られるHOG特徴量が物体を特定するための基準として相応しくないものを含むことを出願人は研究によって確認した。

そこで、出願人は物体の存否を検知する識別器を、一のビン数からなるHOG特徴量を用いて構築する従来の手法を変えることによって、物体の検出精度の向上を図れないかという点に着目した。

本発明は、かかる事情に鑑みてなされるもので、画像中の局所領域の各位置に対してビン数の異なる複数のHOG特徴量を算出し、物体を検出するための基準を構築する物体の検出方法及びその方法を用いた物体の検出装置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

- [0006] 前記目的に沿う本発明に係る物体の検出方法は、検出対象画像について輝度勾配を示すHOG特徴量(A)を算出し、被検出物を撮像したサンプル画像について予め算出した輝度勾配を示すHOG特徴量(B)を基準にして前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を検知する物体の検出方法において、前記サンプル画像中の複数の局所領域それぞれについてビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(B)を算出し、前記被検出物の存在を示す特徴量パターンを求める工程と、前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を判定する識別器を、前記特徴量パターンを基にして構築する工程と、前記検出対象画像中の複数の局所領域それぞれに対して算出するビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(A)を基に、前記識別器によって前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を判定する工程とを有する。
- [0007] 本発明に係る物体の検出方法において、前記被検出物は人であって、前記識別器は、ビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(A)を基にして前記検出対象画像中の前記被検出物の全身、上半身及び下半身の検出を行い、検出した該被検出物の全身、上半身及び下半身のそれぞれの向きを検知して、該被検出物全体の向きを判定するのが好ましい。
- ここで、全身、上半身及び下半身のそれぞれの向きを検知した中で最も多かった検知方向を、被検出物全体の向きと判定することができる。
- [0008] 本発明に係る物体の検出方法において、前記各HOG特徴量(B)の複数のビンから、学習アルゴリズムによって前記特徴量パターンを求めるのに有効な前記ビンを選択するのが好ましい。
- [0009] 本発明に係る物体の検出方法において、前記学習アルゴリズムはAdaBoostであるのが好ましい。

[0010] 前記目的に沿う本発明に係る物体の検出装置は、検出対象画像について輝度勾配を示すHOG特徴量(A)を算出し、被検出物を撮像したサンプル画像について予め算出した輝度勾配を示すHOG特徴量(B)を基準にして前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を検知する物体の検出装置において、前記サンプル画像中の複数の局所領域それぞれについてビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(B)を算出し、複数の該HOG特徴量(B)から前記被検出物の存在を示す特徴量パターンを求め、しかも、前記検出対象画像中の複数の局所領域それぞれについてビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(A)を算出する演算手段と、前記演算手段によって前記特徴量パターンを基に構築され、前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を判定する識別器とを有し、前記識別器は、前記演算手段が算出したビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(A)を基にして前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を判定する。

[0011] 本発明に係る物体の検出装置において、前記被検出物は人であって、前記識別器は、ビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(A)を基にして前記検出対象画像中の前記被検出物の全身、上半身及び下半身の検出を行い、検出した該被検出物の全身、上半身及び下半身のそれぞれの向きを検知して、該被検出物全体の向きを判定するのが好ましい。

ここで、全身、上半身及び下半身のそれぞれの向きを検知した中で最も多かった検知方向を、被検出物全体の向きと判定することができる。

[0012] 本発明に係る物体の検出装置において、前記演算手段は、前記各HOG特徴量(B)の複数のビンから、学習アルゴリズムによって前記特徴量パターンを求めるのに有効な前記ビンを選択するのが好ましい。

[0013] 本発明に係る物体の検出装置において、前記学習アルゴリズムはAdaBoostであるのが好ましい。

### 発明の効果

[0014] 本発明に係る物体の検出方法及び物体の検出装置は、サンプル画像中の複数の局所領域それぞれについてビン数の異なる複数のHOG特徴量(B)を算

出して求めた被検出物の存在を示す特徴量パターンを基にして、検出対象画像中の被検出物の存否を判定する識別器を構築し、検出対象画像中の複数の局所領域それぞれに対して算出するビン数の異なる複数のHOG特徴量（A）を基に、識別器によって検出対象画像中の被検出物の存否を判定するので、ビン数の異なる複数のHOG特徴量（B）を算出することにより、被検出物の存在を検出する基準に相応しくないHOG特徴量（B）のビン（成分）は用いず、被検出物の存在を検出する基準に相応しい、同じヒストグラムの他のビン（成分）又はビン数の異なる他のHOG特徴量（B）のビン（成分）を用いることにより、物体検出に効果的な成分から構成される特徴量を抽出することができ、被検出物の存否判定精度を高めることが可能である。

[0015] 本発明に係る物体の検出方法及び物体の検出装置において、被検出物が人であって、識別器が、ビン数の異なる複数のHOG特徴量（A）を基にして検出対象画像中の被検出物の全身、上半身及び下半身の検出を行い、検出した被検出物の全身、上半身及び下半身のそれぞれの向きを検知して、被検出物全体の向きを判定する場合、被検出物の全身のみを対象にして被検出物全体の向きの判定をするのに比べて判定対象が多くなり、判定精度の向上を図ることができる。

[0016] 本発明に係る物体の検出方法及び物体の検出装置において、各HOG特徴量（B）の複数のビンから、学習アルゴリズムによって特徴量パターンを求めるのに有効なビンを選択する場合には、識別器を構築する基となる特徴量パターンを、被検出物の検出を行う基準に適したビンから求めることができ、被検出物の検出を確実に行うことが可能である。

### 図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施例に係る物体の検出装置のブロック図である。

[図2]本発明の一実施例に係る物体の検出方法の説明図である。

[図3]同物体の検出方法の説明図である。

[図4]同物体の検出方法の準備フェーズを示すフローチャートである。

[図5]同物体の検出方法の判定フェーズを示すフローチャートである。

[図6]実験例及び比較例1、2で使用する学習用画像と評価用画像の説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0018] 続いて、添付した図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施例につき説明し、本発明の理解に供する。

図1～図5に示すように、本発明の一実施例に係る物体の検出方法及びその方法を用いた物体の検出装置10は、検出対象画像について輝度勾配を示すHOG特徴量(A)を算出し、被検出物を撮像したサンプル画像20について予め算出した輝度勾配を示すHOG特徴量(B)を基準にして検出対象画像中の被検出物の存否を検知するものである。

以下、これらについて詳細に説明する。

[0019] 本発明の一実施例に係る物体の検出装置10は、図1に示すように、主としてカメラ11、計算機12(例えばマイクロコンピュータ)及びディスプレイ13を備え、例えば車両に搭載される。

計算機12は、カメラ11に信号接続されており、カメラ11で撮像した画像に被検出物P(図2参照)が存在しているか否かを判定し、存在している場合はその向きも行って、判定結果をディスプレイ13に表示する。

[0020] 計算機12には、情報処理を行うCPU14と、各種プログラムが搭載されたハードディスク15と、CPU14がアクセス可能なメモリ16が設けられている。

ハードディスク15には、カメラ11で撮像した画像について輝度勾配を示すHOG特徴量を算出する演算手段17と、演算手段17によって構築され、画像中の被検出物Pの存否を判定する識別器18が搭載されている。ここでいう「画像」には、被検出物Pを撮像した図2に示すサンプル画像20と、被検出物Pが撮像されているか否かの判定がなされる検出対象画像の2種類があり、共にカメラ11によって撮像される(以下、単に「画像」という場合は、サンプル画像20と検出対象画像の2種類を指す)。

なお、演算手段17及び識別器18はハードディスク15に記憶されている



プログラムである。また、計算機 12 には、CPU 14 を搭載した回路とカメラ 11、ディスプレイ 13 及びハードディスク 15 をそれぞれ信号接続するインターフェース 11a、13a、15a が設けられている。

[0021] 演算手段 17 は、カメラ 11 で撮像した画像について、図 2 に示す一定の大きさのセル（局所領域）19 内の部分を対象にビン数の異なる複数の HOG 特徴量を算出することができる。ここでいう「HOG 特徴量」は、検出対象画像について算出される HOG 特徴量（A）とサンプル画像 20 について算出される HOG 特徴量（B）の両方を指す（以下同じ）。

HOG 特徴量とは、図 3 で示すように、セル 19 の輝度勾配方向を横軸、輝度勾配の大きさ（強度）を縦軸として輝度勾配をヒストグラム化した特徴量であり、 $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$  の方向を複数の方向領域に分割し、各方向領域に対応する輝度勾配の大きさをヒストグラムのビンの高さで示したものである。画像中では物体の輪郭（その物体と背景との境界）が位置する箇所では輝度勾配が大きくなるので、HOG 特徴量を求めることにより画像中にある物体の形状を検知することができる。このため、予めサンプル画像 20 から被検出物 P（本実施例では人）を示す HOG 特徴量（B）のパターン（特徴量パターンを指し、以下単に「特徴量パターン」ともいう）を学習し、その学習した特徴量パターンを基にして検出対象画像中に被検出物が存在しているか否かを判定するための識別器 18 を構築することができる。

[0022] 本実施例では、カメラ 11 で撮像される画像の大きさは、図 2 に示すように、 $30 \times 60$  ピクセルであり、セル 19 の大きさは  $5 \times 5$  ピクセルである。演算手段 17 は、セル 19 内にある各ピクセルの輝度を基にして、式 1 により輝度勾配の大きさ  $m$  を算出し、式 2 により輝度勾配方向  $\theta$  を算出する。

[0023] [数 1]

$$m(x,y) = \sqrt{f_x(x,y)^2 + f_y(x,y)^2} \quad \dots (式 1)$$

$$\theta(x,y) = \tan^{-1} \frac{f_y(x,y)}{f_x(x,y)} \quad \dots (式 2)$$

[0024] 式1及び式2の  $f_x(x, y)$  は図2に示すX軸方向（左右方向）の輝度の差分であり、 $f_y(x, y)$  は図1に示すY軸方向（上下方向）の輝度の差分である。ここで、画像中の座標  $(x, y)$  に位置するピクセルの輝度を  $I(x, y)$  とすると、 $f_x(x, y)$  は式3で、 $f_y(x, y)$  は式4でそれぞれ求めることができる。

[0025] [数2]

$$f_x(x, y) = I(x+1, y) - I(x-1, y) \quad \dots (式3)$$

$$f_y(x, y) = I(x, y+1) - I(x, y-1) \quad \dots (式4)$$

[0026] 演算手段17は、セル19を画像中で移動させ、セル19が移動する度にセル19内の各ピクセルの輝度を基にしてセル19内の領域の輝度勾配の大きさ  $m$  と輝度勾配方向  $\theta$  を算出する。

セル19は、画像のX軸方向両端部の一側から他側に1ピクセルずつ移動し、X軸方向の他側端部に到達した段階で、X方向の一側端部でかつY方向に1ピクセルずれた位置に移動し、その後X軸方向に1ピクセルずつの移動を行う。

演算手段17は、セル19が画像の全領域を移動し終わるまで、セル19の移動を続け、セル19が移動するごとに、ビン数の異なる  $N$  個 ( $N \geq 2$ ) のHOG特徴量を算出する。

従って演算手段17はセル19の移動の開始から終了までに、セル19の1456個 ( $1456 = (30 - 5 + 1) \times (60 - 5 + 1)$ ) の配置位置についてそれぞれ  $N$  個、合計で1456  $N$  個のHOG特徴量を算出することになる。本実施例では、画像中におけるセル19の各配置位置についてビン数が3、5、7、9の計4つ ( $N = 4$ ) のHOG特徴量が算出される。

[0027] 演算手段17は、被検出物Pである人（ここでいう「人」とは、特定の人を指さず、様々な物の中で人間のジャンルに属する物体を指し、以下についても同じとする）を撮像した複数のサンプル画像20について、サンプル画像

20中でのセル19の各配置位置に対してそれぞれビン数の異なるN個のHOG特徴量(B)を算出し、このサンプル画像20について算出したN個のHOG特徴量(B)からサンプル画像20中の人の存在を示す特徴量パターンを求め、この特徴量パターンから識別器18を構築する。

そして、演算手段17は、検出対象画像中のセル19の各配置位置に対してそれぞれビン数の異なるN個のHOG特徴量(A)を算出し、この算出されたHOG特徴量(A)を識別器18に与える。

[0028] 識別器18は、演算手段17から与えられた検出対象画像について算出されたHOG特徴量(A)を基にして検出対象画像中の人の存否を判定する。

また、識別器18は、検出対象画像中に人が存在することを検知した場合、検出対象画像について演算手段17が算出したHOG特徴量(A)を基にして、検出対象画像中の人の全身、上半身及び下半身の検出を行い、その検出した人の全身、上半身及び下半身それぞれについて向きを検知して、検出対象画像中の人全体の向きを判定する。

[0029] 以下に、検出対象画像中の人の存否及び人の向きの判定方法(即ち本発明の一実施例に係る物体の検出方法)について説明する。

検出対象画像中の人の存否及び人の向きの判定方法は、検出対象画像の人の存否及び人の向きを判定するための識別器18を構築する準備フェーズと、識別器18が検出対象画像中の人の存否及び人の向きの判定を行う判定フェーズに分けられる。

準備フェーズでは、サンプル画像20中のセル19の複数の異なる配置位置(即ち複数の局所領域)それぞれについてビン数の異なるN個のHOG特徴量(B)、人が存在しない場合の画像(図示せず)中のセルの複数の異なる配置位置それぞれについてビン数の異なる複数(例えば、HOG特徴量(B)と同程度の個数)のHOG特徴量をそれぞれ算出し、人の存在を示す特徴量パターンを求める工程と、検出対象画像中の人の存否を判定する識別器18を、特徴量パターンを基にして構築する工程が行われる。

判定フェーズでは、検出対象画像中のセル19の複数の異なる配置位置それ

それぞれに対して算出するビン数の異なるN個のHOG特徴量(A)を基にして、識別器18によって検出対象画像中の人の存否及び人の向きを判定する工程が行われる。

[0030] 演算手段17が準備フェーズ及び判定フェーズにおいて算出するHOG特徴量は、HOG特徴量を構成するビン数の決定及び各ビンの要素(大きさ)を求めることにより導出される。

画像中のHOG特徴量を算出するセル19の最初の位置を1番目のセル19の位置、k-1回目の移動を行った段階でのセル19の位置をk番目のセル19の位置とすると(kは2以上の整数)、k番目のセル19の位置のビン数 $B_b$ のHOG特徴量のi番目のビンの要素 $a^{kb_i}$ は、式5で求めることができる。

[0031] [数3]

$$a^{kb_i} = \sum_{(x,y) \in cell_k} m(x,y) \quad \dots (式5)$$

$$if (i-1)\pi/B_b < \theta(x,y) \leq i\pi/B_b$$

[0032] 式5中のbは、 $a^{kb_i}$ と $B_b$ の対応を示す添え字(インデックス、アイディー)であり、本実施例では、 $b=0, 1, 2, 3$ で $B_0=3, B_1=5, B_2=7, B_3=9$ 、 $a^{kb_i}$ と $B_b$ は、 $a^{k0_i}$ が $B_0$ 、 $a^{k1_i}$ が $B_1$ 、 $a^{k2_i}$ が $B_2$ 、 $a^{k3_i}$ が $B_3$ にそれぞれ対応している。

準備フェーズでは、まず、図4に示すように、画像内に人を収めた複数のサンプル画像20をカメラ11によって撮像し、そのサンプル画像20を、記憶媒体(例えばUSBメモリ)あるいは通信ネットワークを介してデータベースとして計算機12のハードディスク15に入力してハードディスク15に記憶させる(ステップS1)。

各サンプル画像20には、カメラ11に対して正面を向いた人、左を向いた人、右を向いた人が撮像されている。

[0033] 次に、ハードディスク15に記憶した複数のサンプル画像20それぞれにつ

いて、ビン数の異なる複数のHOG特徴量（B）を算出する（ステップS2）。なお、算出すべきHOG特徴量（B）のビン数は予め定められており、本実施例では、ビン数が3、5、7、9のHOG特徴量（B）が算出される。

ステップS2では、図4に示すように、サンプル画像20中をセル19が移動し（ステップS2-1）、演算手段17は、セル19が移動する度に、予め定められたビン数からHOG特徴量（B）の算出を行うビン数を決定し（ステップS2-2）、その決定したビン数のHOG特徴量（B）を算出する（ステップS2-3）。

演算手段17は、セル19をサンプル画像20中で固定した状態で異なるビン数のHOG特徴量（B）の算出を行い、予め定められた全てのビン数のHOG特徴量（B）を算出し終えた後に、セル19を移動する（ステップS2-4）。

このHOG特徴量（B）の算出は、各サンプル画像20について、サンプル画像20の始点（1番目のセル19の位置）からセル19が移動して終点位置（1456番目のセル19の位置）に配置されるまで順次行われる（ステップS2-5）。

[0034] 演算手段17は、図3に示すように、学習アルゴリズムの一つであるAdaBoostによって、算出された各HOG特徴量（B）の複数のビンから特徴量パターンを求めるのに有効なビン（即ち、被検出物の検出を行う基準に適したビン）の選択が行われる（ステップS3）。

例えば、右向きの人を検出しようとする場合、右を向いた人のサンプル画像を用いて、画像内の全セルを対象に、ビン数3、5、7、及び9の各HOG特徴量を算出し、AdaBoostのアルゴリズムを用いて特徴選択を行い、例えば、右向きの人々の頭部前側を示すのに有効なビンのHOG特徴量を抽出する。図3には、ビン数3の場合では1番目及び3番目のHOG特徴量が、ビン数5の場合では1番目、3番目、及び4番目のHOG特徴量が、ビン数7の場合では1番目、2番目、3番目、5番目、及び7番目のHOG特徴

量が、ビン数9の場合では1番目、2番目、5番目、6番目、及び8番目のHOG特徴量がそれぞれ選択されたことを示している。その結果、右向きの人頭の前側を含むセルの最初のHOG特徴量は(3+5+7+9)個の成分を有していたが、AdaBoostにより、このセルのHOG特徴量を、右向きの人頭を検出(物体検出)に有効な(2+3+5+5)個の成分のみで構成することができる。

同様に、サンプル画像中の他の部位、例えば、胴体背面側上部、胴体前面側中部、臀部、脚前面上部、脚背面中部、脚前面下部等をそれぞれ含むセル内を対象にビン数3、5、7、及び9の各HOG特徴量を算出し、AdaBoostのアルゴリズムを用いて特徴選択する。これにより、ビン数3、5、7、及び9の各HOG特徴量から、右向きの人頭を示すのに有効なビンのみHOG特徴量が求まる。

このように、ビン数3、5、7、及び9の各HOG特徴量において、右を向いた人の存在を検出する基準に相応しくないHOG特徴量のビンは用いず、右を向いた人の存在を検出する基準に相応しい、同じヒストグラム他のビン(成分)又はビン数の異なる他のHOG特徴量(B)のビン(成分)を用いることにより、右を向いた人の存在の検出に効果的な成分から構成される特徴量を抽出することができ、被検出物の存否判定精度を高めることが可能となる。

正面を向いた人頭を検出しようとする場合、正面を向いた人のサンプル画像を用いて、左向きの人頭を検出しようとする場合、左を向いた人のサンプル画像を用いて、同様の処理を行うことで、正面を向いた人のビン数3、5、7、及び9の各HOG特徴量から、正面を向いた人の各部位を示すのに有効なビンのみHOG特徴量が、左を向いた人のビン数3、5、7、及び9の各HOG特徴量から、左を向いた人の各部位を示すのに有効なビンのみHOG特徴量がそれぞれ求まる。

このステップS3を設けることにより、画像中の人の存否及び向きを判定するのに有効なビンのみを、特徴量パターンを算出するための基にすること

ができる。なお、有効なビンの選択には、AdaBoost以外にも、例えばPCA (Principle Component Analysis) のようなデータ圧縮法や他のアルゴリズムを用いることができる。

ステップS3が完了後、AdaBoostにより選択されたHOG特徴量 (B) のビンの各要素  $a^{kb}_i$  に対し、式6により正規化を行う (ステップS4)。

[0035] [数4]

$$a'^{kb}_i = \frac{a^{kb}_i}{\sqrt{\|A^{kb}\|^2 + \varepsilon}} \quad (\varepsilon > 0) \quad \dots (式6)$$

[0036] ここで、 $a'^{kb}_i$  は正規化後の要素、 $A^{kb}$  ( $= [a^{kb}_1, a^{kb}_2, \dots, a^{kb}_{B_b}]$ ) は  $B_b$  方向 (例えば5方向) の勾配方向ヒストグラム、そして、 $\varepsilon$  は分母がゼロになるのを回避するための係数である。

ステップS4終了後、演算手段17はパターン識別手法の一つであるSVM学習により、サンプル画像20を基にして、画像中に人が存在することを示す特徴量パターンを求め、この特徴量パターンから、1) 人の存否判定 (人の全身検知判定) と、2) 人の全身から上半身及び下半身を機械的に分ける過程と、3) 人の向きの判定とを行う識別器18をハードディスク15内に構築する (ステップS5)。

以下、1)、2)、及び3) について各別に説明する。

#### 1) 人の存否判定

サンプル画像20を用いて、AdaBoostのアルゴリズムにより、画像中に人が存在することを示す特徴量パターンであるHOG特徴量 (正面を向いた人の検出用に選択されたHOG特徴量、左を向いた人の検出用に選択されたHOG特徴量、及び右を向いた人の検出用に選択されたHOG特徴量) を複数選択し、これらのHOG特徴量を組合せて人の検知を行う検知手段 (識別器18の一部) を形成する。

ここで、検知手段は、人の全身検知判定をした場合は正の出力値、人が存在しないと判定した場合は負の出力値をそれぞれ出力する機能を有するので、サンプル画像20に対して判定手段が人が存在すると判定した結果（正の出力値）と、人が存在しない場合の画像に対して検知手段が人が存在しないと判定した結果（負の出力値）をSVM学習することから、検知手段が人の全身検知判定する際の出力値（人検知判定閾値）を決定することができる。従って、検出対象画像を検知手段を用いて判定した際の出力値を求め、得られた出力値と人検知判定閾値を比較して、出力値が人検知判定閾値以上では人が存在すると判定し、出力値が人検知判定閾値未満では人が存在しないと判定する判定手段（識別器18の一部）を形成する。

## 2) 人の上半身及び下半身の検知

人の全身が検知された場合、人の全身を機械的に上下に2分割することにより、検知された人の上半身及び下半身をそれぞれ特定することができる。従って、人の全身検出用に選択されたHOG特徴量を、人の上半身及び下半身の検知にそれぞれ有効なHOG特徴量に分ける分割手段（識別器18の一部）を形成することにより、人の上半身及び下半身がそれぞれ検知された場合に相当する出力値を求めることができる。

## 3) 人の向きの判定

人の全身を検知した際の判定手段の出力値とサンプル画像20中の人の向き（正面向き、左向き、及び右向き）をSVM学習することから、1 vs. 1法では、右向きか正面向きかの優劣判定の閾値、正面向きか左向きかの優劣判定の閾値、左向きか右向きかの優劣判定の閾値をそれぞれ決定する。また、1 vs. rest法では、右向きか右向き以外か（即ち、正面向きか左向きか）の優劣判定の閾値、左向きか左向き以外か（即ち、正面向きか右向きか）の優劣判定の閾値、正面向きか正面向き以外か（即ち、右向きか左向きか）の優劣判定の閾値をそれぞれ決定する。同様に、人の上半身及び人の下半身の場合について、1 vs. 1法及び1 vs. rest法での各閾値を求める。



そして、検出対象画像中に人が存在すると判定された場合において、人の全身、人の上半身、及び人の下半身それぞれの出力値と  $v s. 1$  法及び  $1 v s. r e s t$  法の各優劣判定の閾値を比較して、右向きか正面向きか、正面向きか左向きか、左向きか右向きか、右向きか右向き以外か、左向きか左向き以外か、正面向きか正面向き以外かの優劣判定をそれぞれ行って、それらの結果を全て重ね合せて、最も頻度の多い方向を人全体の向き（被検出物全体）の向きとして判定する身体方向検出手段（識別器 18 の一部）を形成する。

なお、検知手段、判定手段、分割手段、及び身体方向検出手段のそれぞれの機能を発現するプログラムをハードディスク 15 内に記録することにより、識別器 18 をハードディスク 15 内に構築することができる。

ステップ S5 により識別器 18 が構築され準備フェーズが終了する。

[0037] 判定フェーズでは、演算手段 17 が検出対象画像について算出する HOG 特徴量 (A) を基にして、検出対象画像中に人が存在しているか否かの判定と、存在している場合にはその人の向きの判定が識別器 18 によってなされる。

演算手段 17 は、図 5 に示すように、検出対象画像中でセル 19 を移動させながら、セル 19 の移動ごとにビン数の異なる複数の HOG 特徴量 (A) を算出し、識別器 18 に与える（ステップ S1'）。

識別器 18 は、演算手段 17 から与えられた検出対象画像の HOG 特徴量 (A) を基にして検出対象画像中に人が存在するか否かを判定する（ステップ S2'）。

[0038] そして、識別器 18 が検出対象画像中に人が存在していないという判定をした場合、その判定結果がディスプレイ 13 に表示される（ステップ S3'）。

一方、識別器 18 は、検出対象画像中に人が存在しているという判定をした場合、検出対象画像の HOG 特徴量 (A) を基にして検出対象画像中の人の全身、上半身及び下半身を検出し、検出した被検出物の全身、上半身及び下

半身のそれぞれの向きを検知して、人全体の向きを判定する（ステップS4'）。

そして、人が存在する旨とその人の向きの判定結果がディスプレイ13上に表示される（ステップS5'）。

[0039] ステップS4'では、識別器18が、検出対象画像中の検出された人の全身、この全身の上半身及び下半身それぞれについて、1vs.1法及び1vs.rest法による投票を行い（1vs.1法では、右向きか正面向きか、正面向きか左向きか、左向きか右向きかの3つの優劣判定（投票）を行い、右向きか右向き以外か、左向きか左向き以外か、正面向きか正面向き以外かの6通りの方向のどれに該当するかの3つの優劣判定（投票）を行い）、その投票結果（全身、上半身、及び下半身に対してそれぞれ6通りの方向のいずれであるかを判定した18通りの優劣判定結果）を基に、最も投票数（判定結果）の多かった向きが検出対象画像中の人全体の向きとして判定される。

[0040] 各投票は、positive又はnegativeのいずれかを必ず選択することによって行われる。1vs.1法のpositive及びnegativeは以下の通りである。

イ) 正面向き：positive、右向き：negative

ロ) 右向き：positive、左向き：negative

ハ) 左向き：positive、正面向き：negative

また、1vs.rest法のpositive及びnegativeは以下の通りである。

ニ) 正面向き：positive、右向き又は左向き（正面向き以外）：negative

ホ) 右向き：positive、正面向き又は左向き（右向き以外）：negative

ヘ) 左向き：positive、右向き又は正面向き（左向き以外）：negative

[0041] 例えば、身体方向検出部において、1 v s. 1法の判定では、右向きか正面向きかの優劣判定が *negative*、正面向きか左向きかの優劣判定が *positive*、左向きか右向きかの優劣判定が *positive*、1 v s. *rest*法の判定では、右向きか右向き以外かの優劣判定が *positive*、左向きか左向き以外かの優劣判定が *negative*、正面向きか正面向き以外かの優劣判定が *negative*であった場合、1 v s. 1法ではいずれも右向きが判定され、1 v s. *rest*法では右向き、左向き以外（即ち、右向き又は正面向き）、及び正面向き以外（即ち、右向き又は左向き）がそれぞれ判定される。その結果、累積投票数は、右向きが5票、正面向きが2票、左向きが1票となって、身体方向検出部からは、右向き方向の判定が出力される。

### 実験例

[0042] 左向きの人の画像500枚（その集合を  $I_L$  で表す）、正面向きの人の画像500枚（その集合を  $I_F$  で表す）、及び右向きの人の画像500枚（その集合を  $I_R$  で表す）をそれぞれ準備する。そして、左向き、正面向き、及び右向きの人のそれぞれの画像500枚を100枚ずつの5セットに分ける。従って、

左向きの人の画像500枚 ( $I_L$ )

$$= 100 \text{ 枚 } (I_L^{(1)}) + 100 \text{ 枚 } (I_L^{(2)}) + 100 \text{ 枚 } (I_L^{(3)}) + 100 \text{ 枚 } (I_L^{(4)}) + 100 \text{ 枚 } (I_L^{(5)})$$

正面向きの人の画像500枚 ( $I_F$ )

$$= 100 \text{ 枚 } (I_F^{(1)}) + 100 \text{ 枚 } (I_F^{(2)}) + 100 \text{ 枚 } (I_F^{(3)}) + 100 \text{ 枚 } (I_F^{(4)}) + 100 \text{ 枚 } (I_F^{(5)})$$

$$\text{右向きの人の画像500枚 } (I_R) = 100 \text{ 枚 } (I_R^{(1)}) + 100 \text{ 枚 } (I_R^{(2)}) + 100 \text{ 枚 } (I_R^{(3)}) + 100 \text{ 枚 } (I_R^{(4)}) + 100 \text{ 枚 } (I_R^{(5)})$$

となる。

次いで、図6に示すように、各500枚の画像を、ケース1～ケース5として示す5通りのやり方で学習用画像400枚と評価用画像100枚に分ける

[0043] 続いて、右向きか正面向きかを判定する識別器（身体方向検出手段）を、以下の手順で求める。

(1) ケース1について、学習用画像  $I_L^{(2)}+I_L^{(3)}+I_L^{(4)}+I_L^{(5)}$  及び  $I_F^{(2)}+I_F^{(3)}+I_F^{(4)}+I_F^{(5)}$  のうちそれぞれ  $I_L^{(2)}+I_L^{(3)}+I_L^{(4)}$  の300枚及び  $I_F^{(2)}+I_F^{(3)}+I_F^{(4)}$  の300枚に対してAdaBoostを実行し、弱識別器（右を向いた人の検出用に選択された複数のHOG特徴量、正面を向いた人の検出用に選択された複数のHOG特徴量）を求めた後に、強識別器（右を向いた人の検出用に選択された複数の弱識別器を組み合わせたもの、正面を向いた人の検出用に選択された複数の弱識別器を組み合わせたもの）を求め、強識別器を用いて学習用画像のうち  $I_L^{(5)}$  及び  $I_F^{(5)}$  のそれぞれ100枚、計200枚を特徴空間に写像し、それらの分布を最も効果的に分ける識別面（分類面）をSVM学習により求める。これにより、右向きか正面向きかを判定する身体方向検出手段が求まる。

(2) SVM学習により求めた識別面（右向きか正面向きかを判定する身体方向検出手段）を用いて、評価用画像  $I_L^{(1)}+I_F^{(1)}$ （200枚）により識別率（認識率—正しく分類された画像の比率）を求める。

(3) ケース2～ケース5について、(1)及び(2)の処理を行い、それぞれ識別率を求める。

(4) ケース1～ケース5の識別率の平均識別率を求め、これを右向きか正面向きかを判定する身体方向検出手段の性能とする。

同様に、正面向きか左向きかを判定する識別器（身体方向検出手段）、右向きか左向きかを判定する識別器（身体方向検出手段）を、上記(1)～(4)の手続により求める。

[0044] 更に、右向きか右向き以外か（正面向き又は左向き）を判定する識別器（身体方向検出手段）を、以下の手順で求める。

(5) ケース1について、学習用画像  $I_L^{(2)}+I_L^{(3)}+I_L^{(4)}+I_L^{(5)}$  及び  $I_F^{(2)}+I_F^{(3)}+I_F^{(4)}+I_F^{(5)}+I_R^{(2)}+I_R^{(3)}+I_R^{(4)}+I_R^{(5)}$  のうちそれぞれ  $I_L^{(2)}+I_L^{(3)}+I_L^{(4)}$  の300枚及び  $I_F^{(2)}+I_F^{(3)}+I_F^{(4)}+I_R^{(2)}+I_R^{(3)}+I_R^{(4)}$  の600枚に対してAda

boostを実行し、弱識別器（右を向いた人の検出用に選択された複数のHOG特徴量、正面を向いた人及び左を向いた人の検出用にそれぞれ選択された複数のHOG特徴量）を求めた後に、強識別器（右を向いた人の検出用に選択された複数の弱識別器を組み合わせたもの、正面を向いた人及び左を向いた人の検出用にそれぞれ選択された複数の弱識別器を組み合わせたもの）を求め、強識別器を用いて学習用画像のうち $I_L^{(5)}+I_F^{(5)}+I_R^{(5)}$ の300枚を特徴空間に写像し、それらの分布を最も効果的に分ける識別面（分類面）をSVM学習により求める。

（6）SVM学習により求めた識別面（右向きか右向き以外かを判定する身体方向検出手段）を用いて、評価用画像 $I_L^{(1)}+I_F^{(1)}+I_R^{(1)}$ （300枚）により識別率（認識率—正しく分類された画像の比率）を求める。

（7）ケース2～ケース5について、（5）及び（6）の処理を行い、それぞれ識別率を求める。

（8）ケース1～ケース5の各識別率の平均識別率を求め、これを右向きか右向き以外かを判定する身体方向検出手段の性能とする。

同様に、正面向きか正面向き以外かを判定する識別器（身体方向検出手段）、左向きか左向き以外かを判定する識別器（身体方向検出手段）を、上記（5）～（7）の手続によて求める。

[0045] 身体方向検出手段としての総合性能は、ケース1～ケース5の各場合について、評価用画像のうちの正しく識別された画像枚数が分かるので、識別率（認識率）を

識別率（認識率）＝正しく識別された画像枚数／評価用の全画像枚数  
によって定義する。

ピン数を3、5、7、及び9としたHOG特徴量（A）を基にして評価画像中の人の全身、上半身、及び下半身の検出を行い、検出した人の全身、上半身、及び下半身のそれぞれの向きを検知して、人全体の向きを判定した際の総合性能は、識別率（認識率）90.1%であった。

## [0046] (比較例1)

実験例と同様に、ケース1～ケース5の学習用画像及び評価用画像をそれぞれ準備し、学習用画像について非特許文献1のHOG特徴量（即ち、DalalとTriggsによるオリジナルHOG特徴量）を算出し、Adaboostを実行して弱識別器を求めた後に、強識別器を求め、SVM学習を行うことにより、右向きか正面向きか、正面向きか左向きか、左向きか右向きか、右向きか右向き以外か、左向きか左向き以外か、正面向きか正面向き以外かの人の向きを判定する身体方向検出手段をそれぞれ求めた。そして、評価用画像のオリジナルHOG特徴量を算出し、各身体方向検出手段を用いて人の向きを判定した際の識別率（認識率）を求めた。なお、オリジナルHOG特徴量は、セルを画像全体に亘って設定して算出するが、各セルの濃度ヒストグラムのビン数は一定である。

各身体方向検出手段で得られた識別率の平均識別率を求めると66.5%であった。

## [0047] (比較例2)

実験例と同様に、ケース1～ケース5の学習用画像及び評価用画像をそれぞれ準備し、学習用画像について、人マスクを用いてHOG特徴量を算出し、Adaboostを実行して弱識別器を求めた後に、強識別器を求め、SVM学習を行うことにより、右向きか正面向きか、正面向きか左向きか、左向きか右向きか、右向きか右向き以外か、左向きか左向き以外か、正面向きか正面向き以外かの人の向きを判定する身体方向検出手段をそれぞれ求めた。そして、評価用画像において、人マスクを用いてHOG特徴量を算出し、各身体方向検出手段を用いて人の向きを判定した際の識別率（認識率）を求めた。なお、人マスクを用いたHOG特徴量は、人の形をマスクとして定義し、そのマスクの範囲内の画像上にセルを設定して算出するが、各セルの濃度ヒストグラムのビン数は一定である（中島、タン、石川、森江、「HOG特徴量と人マスクを用いた人物および身体方向の検出」、画像電子学会誌、39巻、p1104～1111、2010年）。

各身体方向検出手段で得られた識別率の平均識別率を求めると85.9%であった。

[0048] 以上のように、本発明では、人の全身、人の上半身、及び人の下半身についてそれぞれ身体方向を検出し、その結果に基づいて身体方向を判定するので、比較例1、2（従来の方法）のように人全身を対象として身体方向を検出する場合と比較して、身体方向の識別率（認識率）を向上させることができる。

[0049] 以上、本発明の実施例を説明したが、本発明は、上記した形態に限定されるものでなく、要旨を逸脱しない条件の変更等は全て本発明の適用範囲である。

例えば、セルの大きさは5×5ピクセルに限定されず、他の大きさにすることができる。

また、準備フェーズを行う物体の検出装置と、判定フェーズを行う物体の検出装置はそれぞれ別のものであってもよく、準備フェーズ用の装置で作成した識別器を、複数の判定フェーズ用の装置のハードディスクに記憶させて被検出物の検出を行う運用を採用することができる。

非特許文献1のHOGの場合、画像上の複数の重要な個所で1個所毎にエッジの方向を調べるが、C0-HOG（Co-occurrence-HOG）では、画像上の複数の重要な個所で2個ずつ同時にエッジの方向を調べるので認識精度が上がる。しかし、ヒストグラムのビン数はオリジナルHOGと同様にひとつに固定されている。従って、従来C0-HOGの手法に本発明のHOGを適用した（画像上の複数の重要な個所それぞれにおいて、ビン数の異なる複数のHOG特徴量を算出するようにした）改良型C0-HOGの手法を用いると、更に認識率の向上が可能になる。

### 産業上の利用可能性

[0050] 画像中の局所領域の各位置に対してビン数の異なる複数のHOG特徴量を算出し、物体を検出するための基準を構築する物体の検出方法及びその方法を用いた物体の検出装置であって、本発明に係る方法及び装置を車両に搭載す

ることによって、前方に障害物や人がいるかどうかを瞬時に判断でき、必要の場合、警報を発したり、車両を止める信号を発することができる。

### 符号の説明

[0051] 10 : 物体の検出装置、11 : カメラ、11a : インターフェース、12 : 計算機、13 : ディスプレイ、13a : インターフェース、14 : CPU、15 : ハードディスク、15a : インターフェース、16 : メモリ、17 : 演算手段、18 : 識別器、19 : セル、20 : サンプル画像



## 請求の範囲

- [請求項1] 検出対象画像について輝度勾配を示すHOG特徴量(A)を算出し、被検出物を撮像したサンプル画像について予め算出した輝度勾配を示すHOG特徴量(B)を基準にして前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を検知する物体の検出方法において、前記サンプル画像中の複数の局所領域それぞれについてビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(B)を算出し、前記被検出物の存在を示す特徴量パターンを求める工程と、前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を判定する識別器を、前記特徴量パターンを基にして構築する工程と、前記検出対象画像中の複数の局所領域それぞれに対して算出するビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(A)を基に、前記識別器によって前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を判定する工程とを有することを特徴とする物体の検出方法。
- [請求項2] 請求項1記載の物体の検出方法において、前記被検出物は人であって、前記識別器は、ビン数の異なる複数の前記HOG特徴量(A)を基にして前記検出対象画像中の前記被検出物の全身、上半身及び下半身の検出を行い、検出した該被検出物の全身、上半身及び下半身のそれぞれの向きを検知して、該被検出物全体の向きを判定することを特徴とする物体の検出方法。
- [請求項3] 請求項1又は2記載の物体の検出方法において、前記各HOG特徴量(B)の複数のビンから、学習アルゴリズムによって前記特徴量パターンを求めるのに有効な前記ビンを選択することを特徴とする物体の検出方法。
- [請求項4] 請求項3記載の物体の検出方法において、前記学習アルゴリズムはAdaBoostであることを特徴とする物体の検出方法。
- [請求項5] 検出対象画像について輝度勾配を示すHOG特徴量(A)を算出し、被検出物を撮像したサンプル画像について予め算出した輝度勾配を示

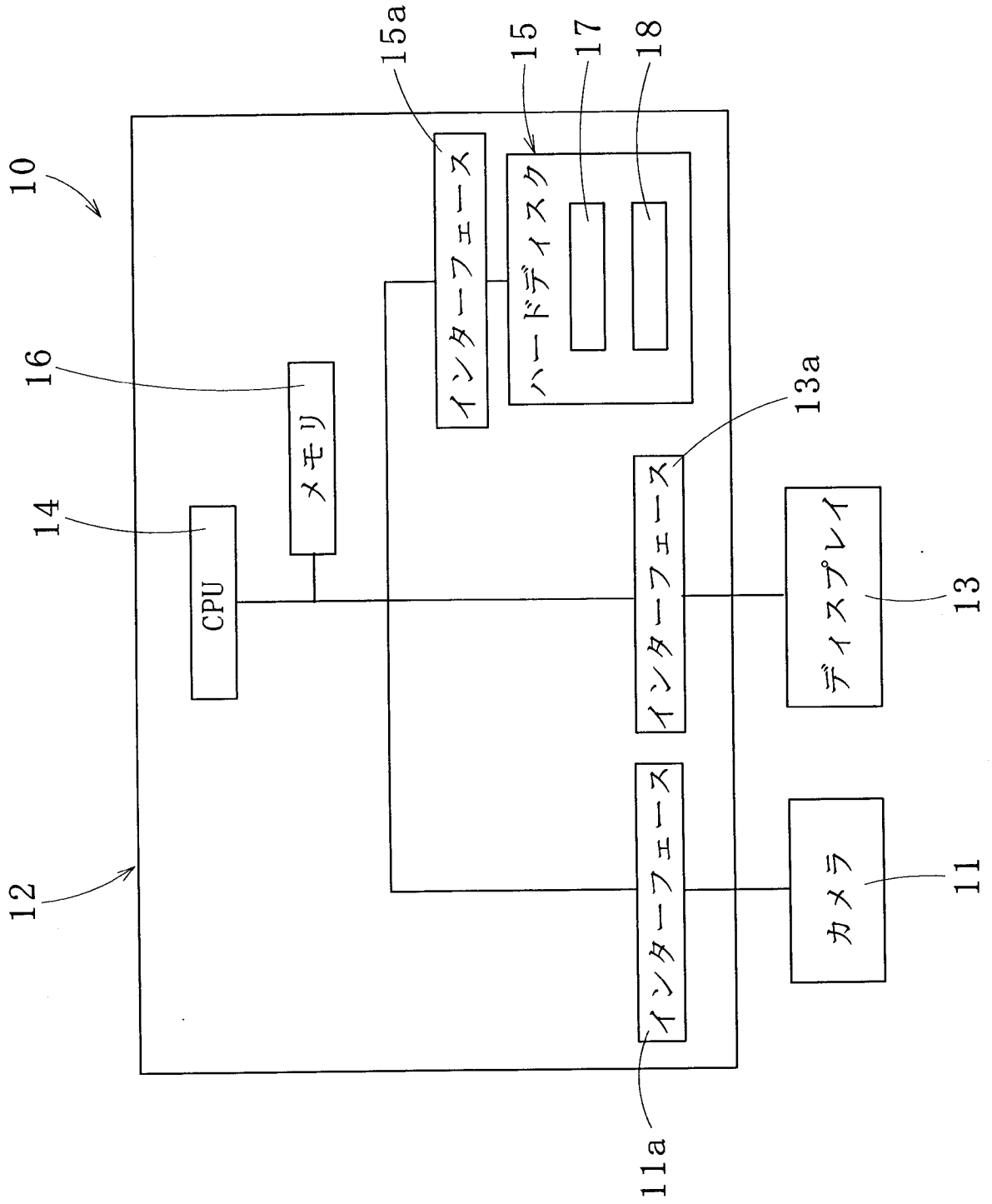
すHOG特徴量（B）を基準にして前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を検知する物体の検出装置において、  
前記サンプル画像中の複数の局所領域それぞれについてビン数の異なる複数の前記HOG特徴量（B）を算出し、複数の該HOG特徴量（B）から前記被検出物の存在を示す特徴量パターンを求め、しかも、前記検出対象画像中の複数の局所領域それぞれについてビン数の異なる複数の前記HOG特徴量（A）を算出する演算手段と、  
前記演算手段によって前記特徴量パターンを基に構築され、前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を判定する識別器とを有し、  
前記識別器は、前記演算手段が算出したビン数の異なる複数の前記HOG特徴量（A）を基にして前記検出対象画像中の前記被検出物の存否を判定することを特徴とする物体の検出装置。

[請求項6] 請求項5記載の物体の検出装置において、前記被検出物は人であって、前記識別器は、ビン数の異なる複数の前記HOG特徴量（A）を基にして前記検出対象画像中の前記被検出物の全身、上半身及び下半身の検出を行い、検出した該被検出物の全身、上半身及び下半身のそれぞれの向きを検知して、該被検出物全体の向きを判定することを特徴とする物体の検出装置。

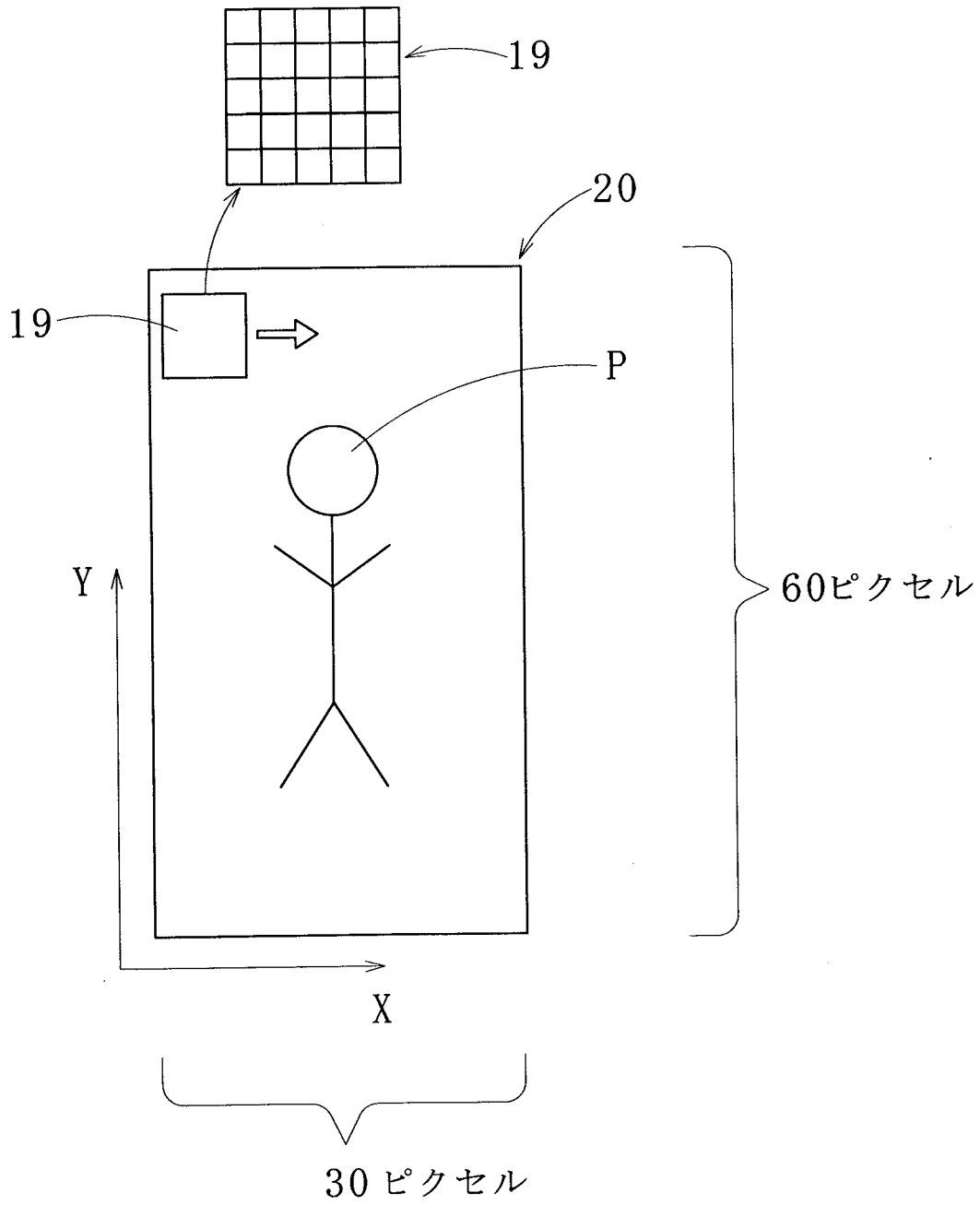
[請求項7] 請求項5又は6記載の物体の検出装置において、前記演算手段は、前記各HOG特徴量（B）の複数のビンから、学習アルゴリズムによって前記特徴量パターンを求めるのに有効な前記ビンを選択することを特徴とする物体の検出装置。

[請求項8] 請求項7記載の物体の検出装置において、前記学習アルゴリズムはAdaBoostであることを特徴とする物体の検出装置。

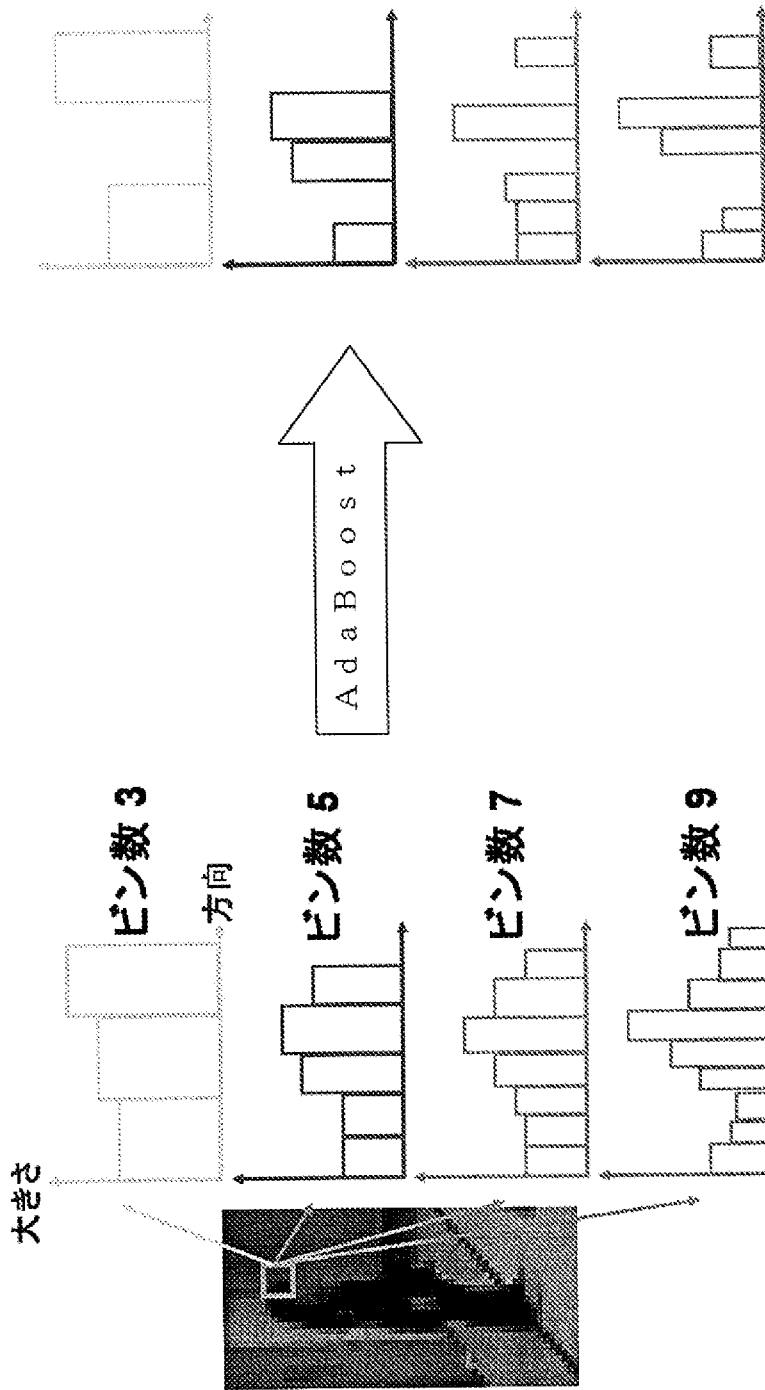
[図1]



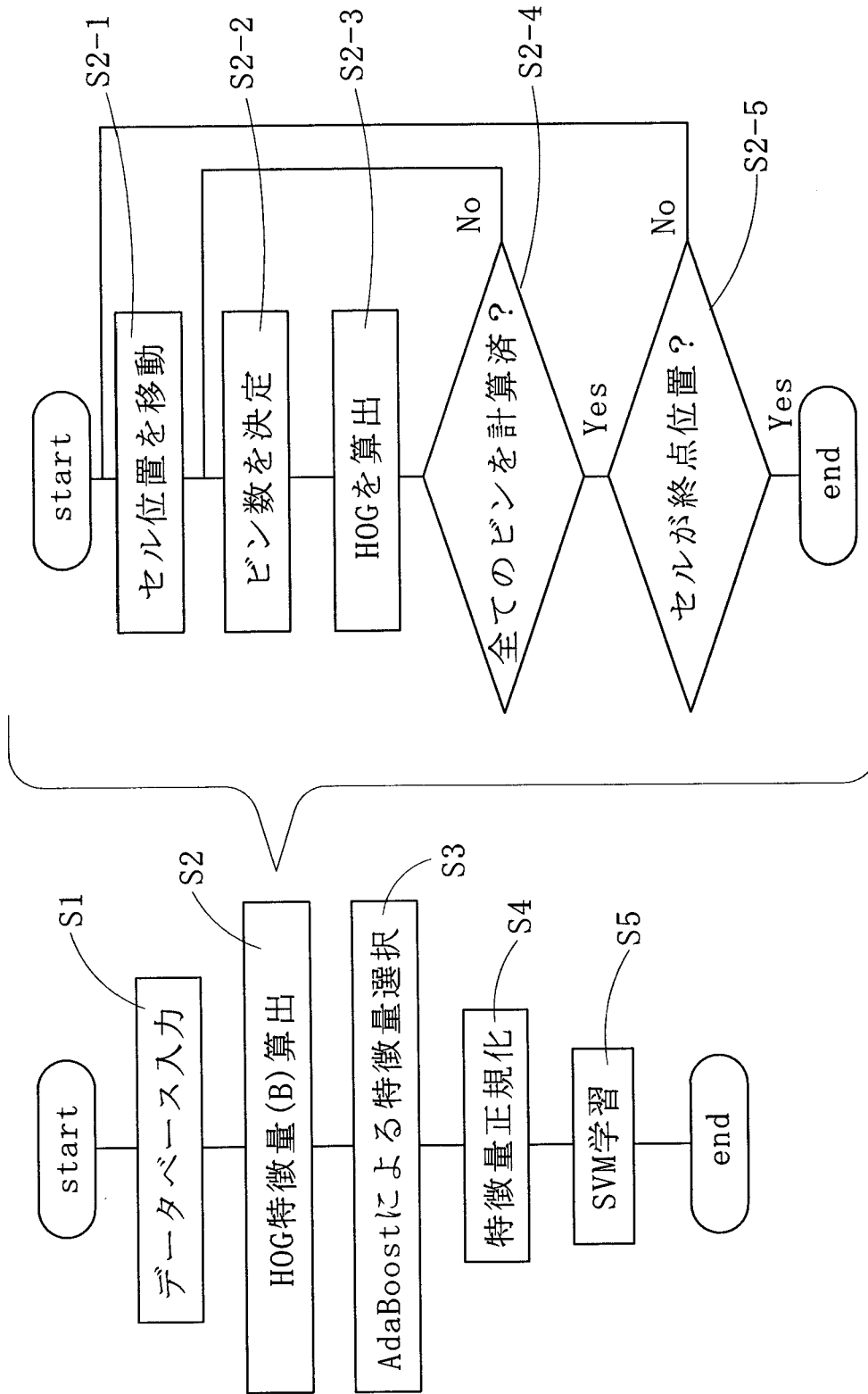
[図2]



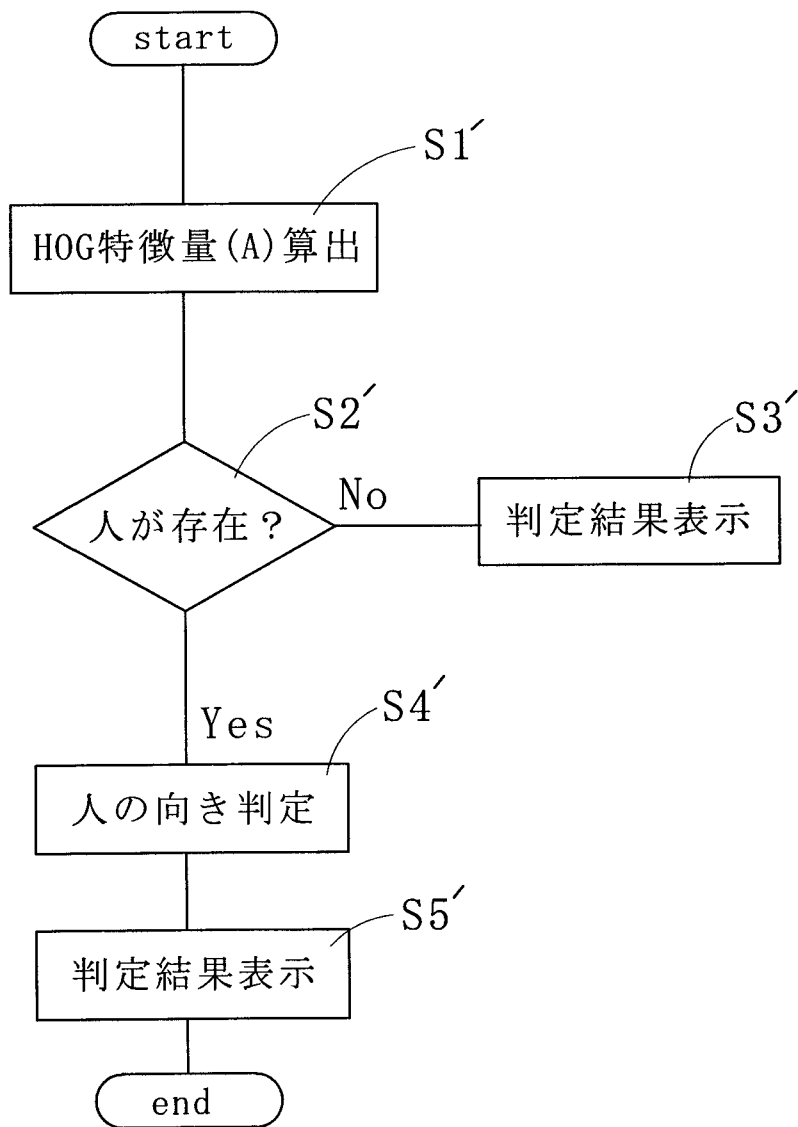
[図3]



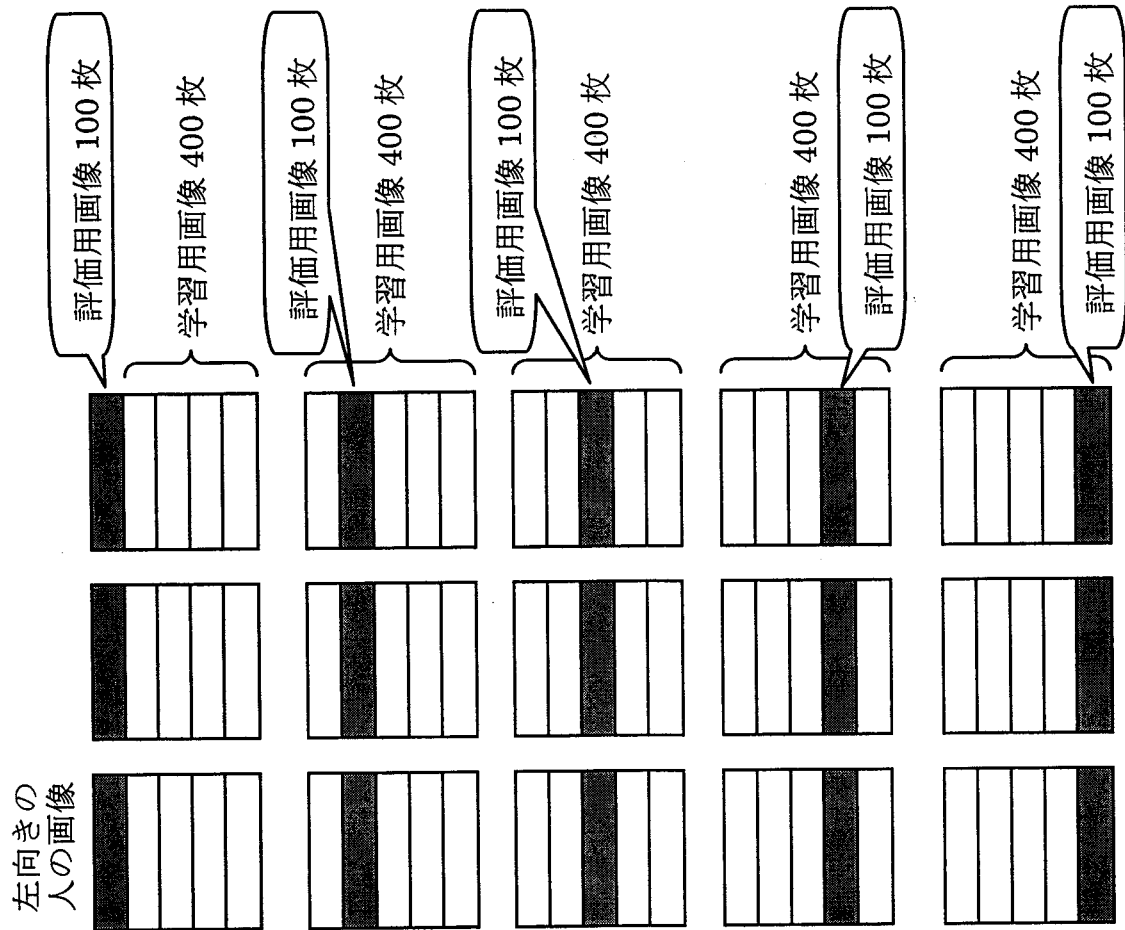
[図4]



[図5]



[図6]



	評価用画像	学習用画像
ケース 1	$I_L^{(1)}$	$I_L^{(2)} + I_L^{(3)} + I_L^{(4)} + I_L^{(5)}$
	$I_F^{(1)}$	$I_F^{(2)} + I_F^{(3)} + I_F^{(4)} + I_F^{(5)}$
	$I_R^{(1)}$	$I_R^{(2)} + I_R^{(3)} + I_R^{(4)} + I_R^{(5)}$
ケース 2	$I_L^{(2)}$	$I_L^{(1)} + I_L^{(3)} + I_L^{(4)} + I_L^{(5)}$
	$I_F^{(2)}$	$I_F^{(1)} + I_F^{(3)} + I_F^{(4)} + I_F^{(5)}$
	$I_R^{(2)}$	$I_R^{(1)} + I_R^{(3)} + I_R^{(4)} + I_R^{(5)}$
ケース 3	$I_L^{(3)}$	$I_L^{(1)} + I_L^{(2)} + I_L^{(4)} + I_L^{(5)}$
	$I_F^{(3)}$	$I_F^{(1)} + I_F^{(2)} + I_F^{(4)} + I_F^{(5)}$
	$I_R^{(3)}$	$I_R^{(1)} + I_R^{(2)} + I_R^{(4)} + I_R^{(5)}$
ケース 4	$I_L^{(4)}$	$I_L^{(1)} + I_L^{(2)} + I_L^{(3)} + I_L^{(5)}$
	$I_F^{(4)}$	$I_F^{(1)} + I_F^{(2)} + I_F^{(3)} + I_F^{(5)}$
	$I_R^{(4)}$	$I_R^{(1)} + I_R^{(2)} + I_R^{(3)} + I_R^{(5)}$
ケース 5	$I_L^{(5)}$	$I_L^{(1)} + I_L^{(2)} + I_L^{(3)} + I_L^{(4)}$
	$I_F^{(5)}$	$I_F^{(1)} + I_F^{(2)} + I_F^{(3)} + I_F^{(4)}$
	$I_R^{(5)}$	$I_R^{(1)} + I_R^{(2)} + I_R^{(3)} + I_R^{(4)}$



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/077404

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G06T7/00(2006.01) i, 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)

G06T7/00, 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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-181220 A (Chubu University), 13 August 2009 (13.08.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2009-301104 A (Chubu University), 24 December 2009 (24.12.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	Takashi HADA, "Jitsukankyo Gazo kara no Satsuei Ichi no Tokutei", ITE Technical Report, vol.34, no.34, 13 September 2010 (13.09.2010), (received date)	1-8

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  
12 December, 2011 (12.12.11)

Date of mailing of the international search report  
20 December, 2011 (20.12.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/077404

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Yuki NAKAJIMA, TAN Joo Kooi, Seiji ISHIKAWA, Takashi MORIE, "HOG Tokuchoryo o Mochiita Hito no Shintai Hoko Kenshutsu", Dai 23 Kai Biomedical Fuzzy System Gakkai Nenji Taikai Koen Ronbunshu, 09 October 2010 (09.10.2010), pages 45, 46	1-8
A	Yuuki Nakahara, Joo Kooi Tan, Seiji Ishikawa, Takashi Morie, On Detecting a Human Body Direction Using an Image Information, SICE Annual Conference 2010, 2010.08.18., pages 1521 to 1522	1-8
A	Nakashima, Y.; Joo Kooi Tan; Ishikawa, S.; Morie, T, Detecting a human body direction using a feature selection method, Control Automation and Systems (ICCAS), 2010 International Conference, 2010.10.27, 1424 - 1427	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T7/00(2006.01)i, 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. G06T7/00, 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	1971-2011年
日本国実用新案登録公報	1996-2011年
日本国登録実用新案公報	1994-2011年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2009-181220 A (学校法人中部大学) 2009.08.13, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2009-301104 A (学校法人中部大学) 2009.12.24, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-8
A	秦 高志, 実環境画像からの撮影位置の特定, 映像情報メディア学会技術報告 Vol. 34 No. 34 ITE Technical Report, 2010.09.13 (受入日), 第34巻	1-8

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

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

12.12.2011

国際調査報告の発送日

20.12.2011

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)

鹿野 博嗣

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

5H

4881

C (続き) . 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	中島佑樹、タン ジュー クイ、石川聖二、森江隆, HOG特徴量を用いた人の身体方向検出, 第23回バイオメディカル・ファジィ・システム学会年次大会 講演論文集, 2010.10.09, 第45、46頁	1-8
A	Yuuki Nakahara, Joo Kooi Tan, Seiji Ishikawa, Takashi Morie, On Detecting a Human Body Direction Using an Image Information, SICE Annual Conference 2010, 2010.08.18, 第1521-1522頁	1-8
A	Nakashima, Y.; Joo Kooi Tan; Ishikawa, S.; Morie, T, Detecting a human body direction using a feature selection method, Control Automation and Systems (ICCAS), 2010 International Conference, 2010.10.27, 1424 - 1427	1-8