

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-1966

(P2015-1966A)

(43) 公開日 平成27年1月5日(2015.1.5)

(51) Int.Cl.
G06T 7/00 (2006.01)F I
G06T 7/00 300Fテーマコード (参考)
5 L096

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2013-127820 (P2013-127820)
(22) 出願日 平成25年6月18日 (2013.6.18)(71) 出願人 592032636
学校法人トヨタ学園
愛知県名古屋市天白区久方2丁目12番地
1
(74) 代理人 100106149
弁理士 矢作 和行
(74) 代理人 100121991
弁理士 野々部 泰平
(74) 代理人 100145595
弁理士 久保 貴則

最終頁に続く

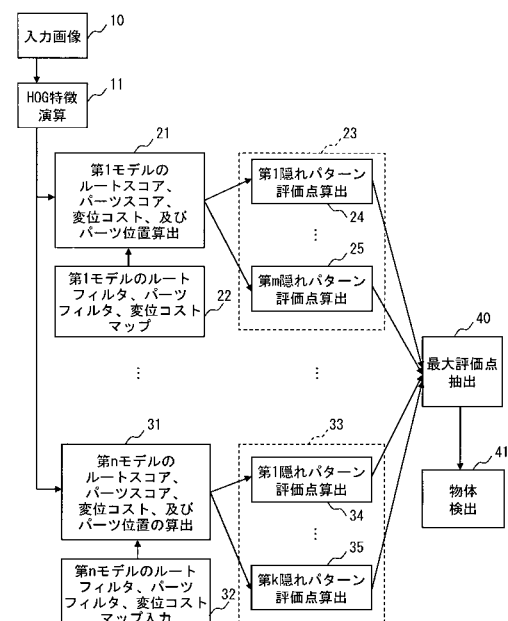
(54) 【発明の名称】 物体検出装置

(57) 【要約】

【課題】 検出すべき特定の対象物の一部しか画像に映しだされていない場合であっても、その特定対象物の検出を可能とする。

【解決手段】 特定対象物の全体形状の確からしさを示すルートスコア、及び、特定対象物に対する相対位置を加味した、各パーツである確からしさを示すパーツスコアに加え、各パーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すスコアを用いて、特定対象物もしくはその一部が存在する確からしさを示す評価点Sを算出する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

画像を取得する画像取得手段(2)と、

前記画像取得手段が取得した画像の各部において、検出すべき特定対象物に関して、当該特定対象物の全体形状である確からしさを示す第1の評価値、前記特定対象物を構成する複数のパーツに関して、前記特定対象物に対する相対位置を考慮しつつ、各パーツである確からしさを示す第2の評価値、及び各パーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示す第3の評価値を算出し、それら第1から第3の評価値に基づき、前記特定対象物である確からしさを表す評価点を算出する算出手段(11、21~25、31~35)と、

前記算出手段が算出した評価点に基づき、前記画像に前記特定対象物が映し出されているか否かを判定する判定手段(40、41)と、を有することを特徴とする物体検出装置。

10

【請求項 2】

前記算出手段は、前記特定対象物が部分的に前記画像に映し出された場合に備えて、その映し出されるパーツの組み合わせが異なる複数の隠れパターン毎に、前記第1から第3の評価値のそれぞれに重み付けを与える重みのセットを別個に有しており、それら別個の重みセットにより前記第1から第3の評価値に重み付けを与えつつ、複数の評価点を算出し、

前記判定手段は、前記算出手段により算出された複数の評価点に基づいて、前記特定対象物が映し出されているか否かを判定することを特徴とする請求項1に記載の物体検出装置。

20

【請求項 3】

前記重みのセットは、隠れパターンとして映し出されるべきパーツが映し出された正サンプル画像と、映し出されるべきパーツが映し出されていない負サンプル画像を用いて、前記複数の隠れパターン毎に、学習により設定されることを特徴とする請求項2に記載の物体検出装置。

【請求項 4】

前記算出手段は、前記特定対象物を複数の方向から見た場合の、前記特定対象物の全体形状、前記特定対象物を構成する複数のパーツ、及び各パーツ同士の相対的位置関係について、それぞれ第1から第3の評価値を算出するとともに、それら複数組の第1から第3の評価値から複数の評価点を算出し、

30

前記判定手段は、前記算出手段により算出された複数の評価点に基づいて、前記特定対象物が映し出されているか否かを判定することを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の物体検出装置。

【請求項 5】

前記算出手段は、前記第1から第3の評価値の重み付き和として、前記評価点を算出することを特徴とする請求項2又は3に記載の物体検出装置。

【請求項 6】

前記算出手段は、前記画像を所定領域毎に細分化し、その所定領域内の輝度の勾配方向をヒストグラム化して、画像特徴量を算出する特徴量算出手段(11)を有し、当該特徴量算出手段が算出した画像特徴量に基づき、前記特定対象物の全体形状である確からしさを示す第1の評価値、及び前記特定対象物を構成する各パーツである確からしさを示す第2の評価値を算出するものであり、

40

前記特徴量算出手段は、前記特定対象物の全体形状である確からしさを示す第1の評価値を算出するための第1の画像特徴量と、前記特定対象物を構成する各パーツである確からしさを示す第2の評価値を算出するための第2の画像特徴量とをそれぞれ算出し、前記第1の画像特徴量よりも前記第2の画像特徴量の方が解像度が高いことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の物体検出装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、画像を通じて、特定の対象物を検出する物体検出装置に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

例えば、自車両の前方を撮影し、その撮影画像に車や歩行者が映し出されている場合に、自車両の乗員に、車や歩行者の存在を報知して注意を促したり、衝突を防ぐために自動ブレーキをかけたりするシステムの開発が盛んに行われている。

【 0 0 0 3 】

ただし、歩行者は、動きにより全体の形態が変化する。また、車といっても、セダン、ワゴン、SUVなど種々の形態のものがある。そのため、画像中に歩行者や車が映しだされている場合に、極力、漏れがなく検出を行いながら、非対象物を誤って検出しないようにする点に難しさがある。

【 0 0 0 4 】

この問題に対する1つの解決策として、特許文献1において提案された手法がある。この特許文献1には、画像における物体の変位可能な特徴を正規化するための方法が記載されている。例えば、車の場合、「変異可能な特徴」は車輪と定められる。そして、特徴である車輪を画像において抽出して、反復的な探索プロセス及びコスト関数を使用したり、あるいは直接マッピングを使用したりすることにより、車輪を車の下部の最良のロケーションに変位させる。

【 0 0 0 5 】

このようにすることにより、画像において、物体の特徴が正規化されるので、その特徴に依拠する物体の検出や、認識等のタスクを良好に行い得るようになる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献1 】 特開 2 0 1 1 - 2 2 9 9 6 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

ここで、画像を通じて特定の対象物を検出する際の別の問題として、オクルージョンの問題がある。例えば、検出すべき特定の対象物が車である場合、交差道路から、自車両が走行している道路に進入しようとする他車両があるとき、その他車両の後部が、交差点にある建造物によって隠されてしまうことがある。この場合、自車両に設置したカメラによって撮影した画像には、その他車両の前半部しか映らない。また、例えば、自車両が複数車線道路を走行している場合であって隣接車線を走行する他車両がある場合や、自車両がカーブを走行している場合であって前方を走行する他車両がある場合など、カメラの画角によっては、他車両の全体が画像に写し出されないこともある。

【 0 0 0 8 】

このように、他の物体の影に隠れたり、カメラの撮影範囲の問題で、特定対象物の一部しか画像に写しだされない場合、特許文献1の手法を適用しても、特定対象物の検出や認識の精度を向上させることは困難である。なぜならば、特許文献1では、物体の位置を基準として、特徴の変位ゾーンを定義し、その変位ゾーン内の特徴を、最良のロケーションに変位させる。このような処理を行うためには、画像において、変位可能な特徴を含む物体全体が抽出される必要がある。しかし、オクルージョンにより物体の一部しか画像に含まれない場合、変位可能な特徴の抽出が困難になる。その結果、変位可能な特徴を最良のロケーションに変位させることもできなくなり、対象物体を検出することが困難になる。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述した点に鑑みてなされたものであり、検出すべき特定の対象物の一部しか画像に映しだされていない場合であっても、その特定対象物の検出を可能とした物体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】**【0010】**

上記目的を達成するために、本発明による物体検出装置は、
画像を取得する画像取得手段(2)と、

画像取得手段が取得した画像の各部において、検出すべき特定対象物に関して、当該特定対象物の全体形状である確からしさを示す第1の評価値、特定対象物を構成する複数のパーツに関して、特定対象物に対する相対位置を考慮しつつ、各パーツである確からしさを示す第2の評価値、及び各パーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示す第3の評価値を算出し、それら第1から第3の評価値に基づき、特定対象物である確からしさを表す評価点を算出する算出手段(11、21~25、31~35)と、

算出手段が算出した評価点に基づき、画像に特定対象物が映し出されているか否かを判定する判定手段(40、41)と、を有することを特徴とする。

【0011】

上述したように、算出手段は、特定対象物である確からしさを表す評価点を算出する基礎となる評価値の1つとして、その特定対象物を構成する複数のパーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示す第3の評価値を用いる。このため、特定対象物の全体が画像に映し出されていなくとも、少なくとも2つのパーツが画像に映しだされていれば、その2つのパーツの相対的位置関係の確からしさを示す第3の評価値は相対的に大きい値が算出されることになる。このため、その第3の評価値に基づき算出される評価点も相対的に大きくなり、その評価点に基づき、特定対象物を検出することが可能になる。

【0012】

上述した構成において、算出手段は、特定対象物が部分的に画像に映し出された場合に備えて、その映し出されるパーツの組み合わせが異なる複数の隠れパターン毎に、第1から第3の評価値のそれぞれに重み付けを与える重みのセットを別個に有しており、それら別個の重みセットにより第1から第3の評価値に重み付けを与えつつ、複数の評価点を算出し、判定手段は、算出手段により算出された複数の評価点に基づいて、特定対象物が映し出されているか否かを判定することが好ましい。

【0013】

このように、複数の隠れパターン毎に設定された第1から第3の評価値のそれぞれに重み付けを与える重みのセットを用いることで、例えば、画像に映しだされているパーツの内、より特定対象物の特徴を表しやすいパーツの重みを大きくしたりといったことができるようになる。その結果、特定対象物の一部しか画像に映しだされていない場合であっても、より精度良く、その特定対象物の検出を行うことが可能になる。

【0014】

なお、上記括弧内の参照番号は、本発明の理解を容易にすべく、後述する実施形態における具体的な構成との対応関係の一例を示すものにすぎず、なんら本発明の範囲を制限することを意図したものではない。

【0015】

また、上述した特徴以外の本発明の特徴に関しては、後述する実施形態の説明及び添付図面から明らかになる。

【図面の簡単な説明】**【0016】**

【図1】実施形態に係る物体検出装置の構成を示す構成図である。

【図2】物体検出演算部における、特定対象物を検出するためのアルゴリズムを示す図である。

【図3】特定対象物である四輪車の各種の形態に応じたモデル、及びそれらのモデルに対応して設定されたルートフィルタ、パーツフィルタ、及び変位コストマップの例を示す図である。

【図4】四輪車のサイドモデルにおいて設定されたパーツについて説明するための図である。

10

20

30

40

50

【図 5】歩行者モデルの一例に対して設定されたルートフィルタ、パーツフィルタ、及び変位コストマップを示す図である。

【図 6】歩行者モデルを例にとって、ルートスコア及びパーツスコアの算出の手順について説明するための図である。

【図 7】四輪車のサイドモデルを例として、隠れパターンについて説明するための図である。

【図 8】四輪車のサイドモデルについて設定される 4 つの隠れパターンを説明するための図である。

【図 9】四輪車のサイドモデルについて設定される他の隠れパターンを説明するための図である。

【図 10】四輪車のバックモデルについて設定される 3 つの隠れパターンを説明するための図である。

【図 11】異なるパーツのパーツフィルタの適用位置における、x 軸方向の距離、y 軸方向の距離の算出方法を示す図である。

【図 12】異なるタイプの四輪車において、パーツ同士の相対的位置関係が相違することを示した図である。

【図 13】パーツ同士の相対的位置の存在確率分布を示す図である。

【図 14】画像においてパーツ P_1 とパーツ P_2 が見えている第 1 隠れパターンを、条件付き確率場においてモデル化した例を示す図である。

【図 15】画像においてパーツ P_1 ~ パーツ P_3 が見えている第 2 隠れパターンを、条件付き確率場においてモデル化した例を示す図である。

【図 16】本実施形態の効果について説明するための図である。

【図 17】本実施形態の効果について説明するための図である。

【図 18】本実施形態の別の効果について説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態に係る物体検出装置について、図面を参照しつつ説明する。なお、本実施形態においては、物体検出装置を車両に適用し、車両の進行方向に存在する四輪車や歩行者を特定対象物として検出する例について説明する。ただし、特定対象物は、四輪車や歩行者に限られず、二輪車やその他の移動体を含めても良い。また、本発明による物体検出装置の適用対象は車両に限られる訳ではなく、例えば、物体検出装置を所定位置に固定して設置し、ある監視領域に侵入した不審者などを検出するために用いられても良い。

【0018】

図 1 は、本実施形態による物体検出装置 1 の構成を示す構成図である。図 1 に示すように、物体検出装置 1 は、カメラ 2 と物体検出演算部 3 とによって構成される。

【0019】

カメラ 2 は、例えば、電荷結合素子 (CCD) からなる画像センサを内蔵し、自車両の前方を撮影することができるよう、ルームミラーの裏側などに設置される。このカメラ 2 は、所定周期で自車両前方の画像を撮影し、その撮影した画像の画素毎の明るさ (輝度) を示す画像信号を、物体検出演算部 3 へ出力する。

【0020】

物体検出演算部 3 は、カメラ 2 によって撮影された画像の中に、検出すべき特定対象物である四輪車や歩行者が映しだされている場合に、その特定対象物を検出するものである。物体検出演算部 3 は、その検出結果を、アプリケーション制御装置 4 へ出力する。

【0021】

アプリケーション制御装置 4 は、物体検出装置 1 によって特定対象物が検出された場合に、所定のアプリケーションを実行するものである。所定のアプリケーションには、自車両の乗員に、四輪車や歩行者の存在を報知して注意を促す注意喚起アプリケーション、所定距離まで近づいたときに警告を与える衝突予防アプリケーション、及び、衝突の可能性

10

20

30

40

50

が生じた場合に、自動ブレーキをかけたり、ステアリングを自動操舵したりする衝突回避アプリケーションなどが含まれる。

【 0 0 2 2 】

次に、物体検出演算部 3 による、特定対象物の検出手法について説明する。図 2 は、物体検出演算部 3 における、特定対象物である四輪車や歩行者を検出するためのアルゴリズムを示している。

【 0 0 2 3 】

まず、ブロック 1 1 において、入力画像 1 0 から H O G (Histograms of Oriented Gradients) 特徴が演算される。この H O G 特徴は、良く知られているように、画像の局所領域における輝度の勾配方向をヒストグラム化した特徴量である。この勾配方向ヒストグラムは、近傍の異なる局所領域 (ブロック) にて正規化されることで、対象の形状、向き等の多少の変動に対しても頑強なものとなる。

【 0 0 2 4 】

本実施形態では、詳しくは後述するが、ブロック 1 1 において、解像度の異なる 2 種類の H O G 特徴が演算される。例えば、高解像度の H O G 特徴は、 4×4 ピクセルを 1 セルとして、輝度の勾配方向ヒストグラムを作成し、低解像度の H O G 特徴は、 8×8 ピクセルを 1 セルとして、輝度の勾配方向ヒストグラムを作成する。

【 0 0 2 5 】

ブロック 1 1 により演算された H O G 特徴は、ブロック 2 1 , 3 1 に与えられる。ブロック 2 1 , 3 1 は、それぞれ、予め定められたモデルに関して、該当するモデルのルートスコア、パーツスコア、モデルに対するパーツの変位コスト、及びパーツ位置を算出する。

【 0 0 2 6 】

ここで、ブロック 2 1 , 3 1 において、それぞれ予め定められているモデルについて説明する。例えば、四輪車の場合、その四輪車が、どの方向から撮影されたかに応じて、画像に映し出される四輪車の形態は大きく異なる。一例として、図 3 に示すように、四輪車が、前方から撮影された場合、後方から撮影された場合、斜め後方から撮影された場合、及び斜め前方から撮影された場合、それぞれ、四輪車の形態は異なる。撮影された画像に四輪車が映し出されたとしても、その画像が撮影された時点では、四輪車がいずれの方向から撮影されたかは分からない。そのため、どの方向から撮影されたとしても、画像に映し出されている四輪車を検出できるように、図 3 に示すように、複数のモデル (フロントモデル、バックモデル、サイドバックモデル、サイドフロントモデルなど) が予め定められる。なお、図 3 に示したモデルがすべてではなく、例えば、サイドモデルなども使用される。さらに、必要に応じて、ライトサイドモデル、レフトサイドモデル、ライトサイドバック、レフトサイドバックなど、左右のモデルが別個に設定されても良い。

【 0 0 2 7 】

ただし、図 3 は以下の公知の先行文献より一部引用した。

Niknejad H.T., Mita S., McAllester D., Naito T., "Vision-Based Vehicle Detection for Nighttime with Discriminately Trained Mixture of Weighted Deformable Part Models" 14th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, 2011, pp.1560-1565.

Niknejad, H.T., Takahashi K., Mita S., McAllester D., "Vehicle detection and tracking at nighttime for urban autonomous driving", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2011, pp. 4442-4447.

【 0 0 2 8 】

そして、本実施形態では、このように、同一特定対象物について種々のモデルを定めた上で、各モデルが、画像に映し出されている確からしさを判断するための指標である評価点を算出する。各ブロック 2 1 , 3 1 において算出される、設定されたモデル毎のルートスコア、パーツスコア、モデルに対するパーツの変位コスト、及びパーツ位置は、各モデルの評価点の算出のために用いられる評価値やパラメータとなる。このため、各ブロック

2 1、3 1 は、設定されたモデルの数だけ設けられる。

【0029】

ルートスコアは、それぞれ定められたモデルの全体形状が、画像に映しだされている確からしさを示す評価値である。このルートスコアの算出方法を以下に説明する。

【0030】

本実施形態では、上述したように、ブロック 1 1 において、撮影した画像の H O G 特徴が演算される。その H O G 特徴画像に対して、H O G 特徴により各モデルの全体形状を表したルートフィルタを適用し、どの程度、相関性があるかに応じてルートスコアが算出される。

【0031】

ルートフィルタは、検出対象とすべき様々なタイプの四輪車（セダン、ワゴン、S U V など）の実際の画像から H O G 特徴を得つつ、S V M（support vector machine）などを用いた学習により求められた H O G 特徴によるテンプレートである。従って、H O G 特徴画像において、ルートフィルタにより表現される H O G 特徴と相関性の高い H O G 特徴が見出された場合、その H O G 特徴は、四輪車によるものである可能性が高いといえる。なお、ルートフィルタは、各モデル毎に事前に設定され、ブロック 2 2、3 2 に記憶される。そして、ブロック 2 1 において、ルートスコアを算出する際に、ブロック 2 2 からブロック 2 1 に、記憶されたルートフィルタが与えられる。

【0032】

ルートフィルタを用いて、ルートスコアを算出する場合、H O G 特徴画像全体に渡って、ルートフィルタを所定ピクセル間隔で移動させる。そして、ルートフィルタの適用位置毎に、ルートフィルタとの相関性を示す値であるルートスコアを算出する。この際、画像に映し出される四輪車のサイズが変化することを考慮し、ルートスコアを算出する H O G 特徴画像が、複数種類のサイズの画像として算出される。このように、画像内のどの位置において、どのような大きさで特定対象物が映し出されるかが分からない場合、画像内の様々な位置と大きさにて、ルートフィルタを走査させながら、ルートフィルタとの相関性を計算する必要がある。このような場合、公知のIntegral Histogramの処理を適用することで、計算処理の高速化を図ることができる。Integral Histogramに関しては、例えば「Integral Histogram; - A fast way to extract histograms in cartesion space」(CVP R2005)に詳しく説明されているため詳細は省略する。

【0033】

パーツスコアは、各モデルを構成するパーツの形状が、画像に映しだされている確からしさを示す評価値である。本実施形態では、ルートスコアに加えて、パーツスコア及び後述する変位コストも用いることで、特定対象物の検出精度を高めている。

【0034】

例えば、図 4 に示す四輪車のサイドモデルでは、そのサイドモデルの特徴的部分としてのパーツが、車両前方部 P 1、フロントタイヤ P 2、フロントサイドウィンドウ P 3、リアドア P 4、車両後方部 P 5、及びリアタイヤ P 6 に定められている。そして、これらのパーツ（車両前方部 P 1、フロントタイヤ P 2、フロントサイドウィンドウ P 3、リアドア P 4、車両後方部 P 5、及びリアタイヤ P 6）の確からしさをそれぞれ算出するために、各パーツのパーツフィルタが予め設定され、ブロック 2 2、3 2 に記憶されている。なお、図 3 には、各モデル毎に、各モデルを構成する複数のパーツのために設定されたパーツフィルタが描かれている。

【0035】

パーツフィルタは、ルートフィルタと同様に、検出対象とすべき様々なタイプの四輪車の実際の画像から各パーツの H O G 特徴を得つつ、S V M などを用いた学習により求められた H O G 特徴によるテンプレートである。従って、H O G 特徴画像において、パーツフィルタにより表現される H O G 特徴と相関性の高い H O G 特徴が見出された場合、その H O G 特徴は、該当するパーツを示している可能性が高いといえる。なお、パーツフィルタについても、ルートフィルタと同様に、H O G 特徴画像のサイズを様々なサイズに変化さ

10

20

30

40

50

せつつ、その画像上を所定ピクセル間隔で移動させる。そして、パーツフィルタの適用位置毎にパーツスコアが算出される。

【 0 0 3 6 】

モデルに対するパーツの変位コストは、モデル全体に対するパーツの相対位置の適正度合いを示すものである。例えば、ある領域のパーツスコアが高い場合であっても、その領域にパーツが存在すると仮定したとき、そのパーツに対して、あるべき位置にモデルが存在しなければ、その領域にはパーツが存在する可能性は低いといえる。変位コストは、このようなモデルとパーツとの相対位置関係に基づき、パーツが存在する確からしさを評価するためのものである。

【 0 0 3 7 】

この変位コストの算出方法の具体例について説明する。まず、特定対象物として検出すべき様々なタイプの四輪車について、モデルと各パーツとの相対位置の関係を調べる。そして、モデルとパーツとの相対位置として適性度が高い範囲ほど確率が高くなり、適性度が低い範囲ほど確率が低くなる変位コストマップを定める。図 3 には、各モデルの各パーツ毎に設定された変位コストマップが示されている。

【 0 0 3 8 】

この変位コストマップを用い、変位コストは、例えば、以下のようにして算出される。上述したように、様々なサイズの H O G 特徴画像の各部に、ルートフィルタ及びパーツフィルタが適用されて、各サイズの各位置に対して、それぞれルートスコア及びパーツスコアが算出される。このとき、同じサイズの H O G 特徴画像における、ルートフィルタの適用位置に対するパーツフィルタの相対的な適用位置から、変位コストマップを用いて、相対位置の適正度に応じた変位コストを決定する。例えば、ルートフィルタの位置が固定され、そのルートフィルタに対するパーツフィルタの位置を変化させ、変位コストマップにより、相対位置の適性度に応じた変位コストを定める。この変位コストは、パーツフィルタの適用位置において算出されるパーツスコアに加算される。このようにして、変位コストを加味した値に修正されたパーツスコアの最大値を取る位置として、あるモデルの位置に対する最適なパーツフィルタの相対位置が算出される。このときのパーツスコアと変位コストがあるモデルの位置に対するパーツスコアと変位コストである。このようにすることにより、各パーツが、モデルに対する相対位置として、本来有るべき位置の範囲に存在するときに、より高いパーツスコアが算出され、そのパーツスコアに基づき、モデルとパーツとの最適な相対位置を求めることができる。

【 0 0 3 9 】

以上がルートスコア及びパーツスコアの算出の手順である。さらにこの算出を効率的に行う実施例として、歩行者を例に取り、図 5 及び図 6 を参照して説明する。なお、図 5 及び図 6 は以下の公知の先行文献より一部引用した。

Felzenszwalb, P.F. ; Girshick, R.B. ; McAllester, D. ; Ramanan, D., "Object Detection with Discriminatively Trained Part-Based Models" IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 32, No.9 , pp. 1627-1645, 2010.

【 0 0 4 0 】

図 5 は、歩行者モデルの一例に対して設定されたルートフィルタ、パーツフィルタ、及び変位コストマップを示している。図 5 に示す歩行者モデルでは、パーツとして、頭部、右胴体部、左胴体部、脚上部、及び脚下部の 5 つが定められている。これに応じて、パーツフィルタ及び変位コストマップも、それら 5 つのパーツに対応するように定められている。

【 0 0 4 1 】

図 6 に示すように、まず、入力画像 5 0 に基づき、低解像度の H O G 特徴画像 5 1 と、高解像度の H O G 特徴画像 5 4 が生成される。そして、ルートフィルタ 5 2 は、低解像度の H O G 特徴画像 5 1 に適用され、パーツフィルタ 5 5 , 5 8 は、高解像度の H O G 特徴画像 5 4 に適用される。このようにルートフィルタ 5 2 とパーツフィルタ 5 5 , 5 8 を適用する H O G 特徴画像の解像度を異ならせている理由は、ルートフィルタ 5 2 のサイズが

10

20

30

40

50

、パーツフィルタ 5 5、5 8 のサイズよりも大きいので、それぞれのサイズに見合った解像度とするためである。ただし、ルートフィルタ 5 2 とパーツフィルタ 5 5、5 8 とは、同じ解像度の HOG 特徴画像に適用されても良い。

【0042】

HOG 特徴画像 5 1 の各所に、ルートフィルタ 5 2 を適用してルートスコアが算出される。図 6 では、そのルートスコアを算出位置ごとにまとめたルートスコアマップ 5 3 を示している。しかし、これは効率的に計算を行うためであり、必ずしもルートスコアマップ 5 3 を生成する必要はない。なお、図 6 において、ルートスコアマップ 5 3 は、高スコアであるほど明度が明るく、低スコアであるほど明度が暗くなるように示されている。

【0043】

同様に、HOG 特徴画像 5 4 の各所に、各パーツフィルタ 5 5、5 8 が適用されることにより、各パーツのパーツスコアが算出される。図 6 では、それらの各パーツスコアを算出位置ごとにまとめたパーツスコアマップ 5 6、5 9 も示している。このパーツスコアマップ 5 6、5 9 によって示される各部のパーツスコアに、上述した変位コストを加算して修正したパーツスコアが算出される。図 6 には、この修正パーツスコアの最大値を算出位置ごとにまとめた修正パーツスコアマップ 5 7、6 0 も示されている。言い換えれば、修正パーツスコアマップ 5 7、6 0 は、モデルの算出位置においてパーツの相対位置が最適である場合のパーツスコアと変位スコアの和を表している。しかし、これは効率的に計算を行うためであり、必ずしも修正パーツスコアマップ 5 7、6 0 を生成する必要はない。この図 6 に示した各マップ 5 6、5 7、5 9、6 0 から理解されるように、変位コストにより、各パーツが映し出されている画像に対応する箇所のパーツスコアが高められる。

【0044】

そして、ルートスコアと修正パーツスコアとを加算することで特定対象物を検出するためのスコアを得ることができる。特定対象物が存在する場合には、変位コストを加味したパーツスコアを利用することで、特定対象物が存在する位置のスコアを高めることができる。その結果、例えばルートスコアのみを利用する場合に比較して、特定対象物の検出精度を高めることができる。

【0045】

しかしながら、特定対象物の一部が建造物等の影に隠れていたり、撮影された画像内に特定対象物の一部しか映し出されていなかったり、いわゆるオクルージョンが生じた場合、上述した手法によっても、特定対象物を検出できない虞がある。

【0046】

そこで、本実施形態では、検出すべき特定の対象物の一部しか画像に映しだされていない場合であっても、その特定対象物の検出を可能とすべく、図 2 に示すように、ブロック 2 3、3 3 において、各パーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すスコアをさらに加味（加算）して、隠れパターンに応じて、それぞれ、特定対象物が存在する確からしさを示す評価点を算出するようにした。以下に、ブロック 2 3、3 3 における評価点の算出手法について説明する。

【0047】

ブロック 2 3、3 3 には、各モデル毎に予め定められた複数の隠れパターン毎に、特定対象物もしくはその一部が存在する確からしさを示す評価点を算出する複数のブロック 2 4、2 5、3 4、3 5 が含まれている。評価点の具体的な算出方法を説明する前に、まず、隠れパターンについて説明する。

【0048】

上述したように、本実施形態では、各モデル毎に、各モデルを構成する特徴部分として複数のパーツが予め定められている。オクルージョンが発生した場合、図 7 (a) ~ (c) に示すように、特定対象物である四輪車の一部が建造物などの影に隠れたりする。しかし、画像に映し出される部分に着目すると、四輪車の一部が隠れているパターンを、見えているパーツの組み合わせにより分類することができる。

【0049】

例えば、図 7 (a) ~ (c) に示すように、四輪車のサイドモデルにおいて、車両前方部 P 1 とフロントタイヤ P 2 とが見えている状態を第 1 隠れパターン、車両前方部 P 1 とフロントタイヤ P 2 に加えてフロントサイドウィンドウ P 3 が見えている状態を第 2 隠れパターン、さらに、リアドア P 4 まで見えている状態を第 3 隠れパターンとして定めることができる。このように、四輪車のサイドモデルにおいて、その前方向から後方向に向かって徐々に見えるパーツの数が増えるように隠れパターンを設定した場合、例えば、図 8 に示すように、4 つの隠れパターンを設定することができる。ただし、図 8 に示す例において、P 1 ~ P 4 と P 6 のパーツが見えている状態となる隠れパターンを追加して、合計 5 つの隠れパターンを設定することも可能である。

【 0 0 5 0 】

図 7 及び図 8 では、四輪車のサイドモデルにおいて、四輪車の前方向から後ろ方向に向かって、徐々に見えるパーツの数が増えるように、隠れパターンを設定することについて説明した。しかし、隠れパターンは、さらに、種々の状態を考慮して設定することが好ましい。例えば、他車両が後進する場合などは、他車両の後部から見え始める場合がある。そのため、四輪車のサイドモデルにおいて、図 9 (a) ~ (c) に示すように、車両後方部 P 5 とリアタイヤ P 6 が見える状態、それらに加えてリアドア P 4 が見える状態、さらに、フロントサイドウィンドウ P 3 が見える状態を、それぞれ隠れパターンとして設定しても良い。さらに、看板や樹木などにより、車両の上部が隠れたり、下部が隠れたりすることも考えられる。そのため、四輪車のサイドモデルにおいて、上部が隠れることを考慮し、例えば、車両前方部 P 1、フロントタイヤ P 2、及びリアタイヤ P 6 が見えている状態を 1 つの隠れパターンとして設定しても良い。また、下部が隠れることを考慮して、例えば、車両前方部 P 1、フロントサイドウィンドウ P 3、及び車両後方部 P 5 が見えている状態を 1 つの隠れパターンとして設定しても良い。

【 0 0 5 1 】

以上、四輪車のサイドモデルを例にとり、隠れパターンについて説明した。もちろん、サイドモデルばかりでなく、図 1 0 に示すバックモデルなどの他のモデルにおいても、同様の考え方で、見えているパーツの組み合わせにより、複数の隠れパターンが設定される。図 1 0 に示す例では、レフトテールランプ P 5 とレフトリアタイヤ P 6 が見える状態を第 1 の隠れパターン、それらに加えて、リアウィンドウ P 3 とテール中央部 P 4 が見える状態を第 2 の隠れパターン、さらにライトテールランプ P 2 とライトリアタイヤ P 1 が見える状態を第 3 の隠れパターンとしている。

【 0 0 5 2 】

ただし、各モデルの隠れパターンに関しては、実際に四輪車の各部が隠れた多数のサンプル画像を用意し、それらのサンプル画像から隠れパターンを抽出することにより、隠れパターンを学習することが好ましい。その具体的手法として、例えば、各サンプル画像について、ルートスコア、パーツスコア、変位コスト、及びパーツ位置を算出する。そして、算出したルートスコア、パーツスコア、変位コスト、及びパーツ位置に基づいて、サンプル画像をいくつかのクラスターに分類する。そして、分類されたクラスター毎に、隠れパターンを設定する。このようにすれば、実際に起こりえる隠れパターンをサンプル画像に含まれる発生頻度に応じて、漏れ無く設定することができる。

【 0 0 5 3 】

このようにして、各モデルに対して、複数の隠れパターンを設定した後、各隠れパターンについて、特定対象物もしくはその一部が存在する確からしさを示す評価点を算出するための算出式を定める。これは条件付き確率場 (Conditional Random Field) の考え方に基づき、ルートスコア、変位コストを考慮したパーツスコア、及び、それらの間の相対的位置関係の確からしさを示すスコアから算出する (以下、変位コストを考慮したパーツスコアを、単にパーツスコアと読むことにする)。この算出式の基本形を、下記の数式 1 に示す。なお、以下の数式 1 は、図 4 に示された、6 個のパーツを有するサイドモデルの各隠れパターンに関して、評価点を算出するための算出式の基本形を示している。

【数 1】

$$S^k = F_0 \cdot \omega_0^k + \sum_{i=1, \dots, 6} f_i \omega_i^k + \sum_{i=1, \dots, 6} \sum_{j=1, \dots, 6, j \neq i} (\varphi_{ij}^{xk} \cdot N(\Delta_{ij}^x | \mu_{ij}^x, \sigma_{ij}^{x2}) + \varphi_{ij}^{yk} \cdot N(\Delta_{ij}^y | \mu_{ij}^y, \sigma_{ij}^{y2}))$$

【0054】

S は評価点、添字 k は隠れパターンの番号、 F_0 はルートスコア、 f_i は各パーツ毎に算出される、パーツスコアを示している。また、 Δ_{ij}^x は、図 11 に示すように、それぞれ異なるパーツ（図 11 では、P1 と P2）のパーツスコアを算出するためのパーツフィルタ i とパーツフィルタ j との適用位置の x 軸方向の距離を示している。同様に、 Δ_{ij}^y は、図 11 に示すように、パーツフィルタ i とパーツフィルタ j との適用位置の y 軸方向の距離を示している。さらに、 $N(\mu_{ij}^x, \sigma_{ij}^{x2})$ は、パーツフィルタ i, j の適用位置の x 軸方向の距離から、パーツ同士の相対的位置関係の確率分布を定めた平均 μ_{ij}^x 、分散 σ_{ij}^{x2} の正規分布である。同様に、 $N(\mu_{ij}^y, \sigma_{ij}^{y2})$ は、パーツフィルタ i, j の適用位置の y 軸方向の距離から、パーツ同士の相対的位置関係の確率分布を定めた平均 μ_{ij}^y 、分散 σ_{ij}^{y2} の正規分布である。

【0055】

ここで、本実施形態において検出対象とする四輪車は、その大きさやタイプにおいて多くのバリエーションがある。例えば、図 12 (a) はセダンタイプの四輪車を示し、図 12 (b) は SUV タイプの四輪車を示している。図 12 (a)、(b) に示されるように、四輪車の大きさやタイプが異なると、同じパーツであっても、パーツ同士の相対的位置関係は相違する。そのため、本実施形態では、様々な大きさやタイプの四輪車のパーツ同士の相対的位置関係を調べ、その結果を、対象となるパーツの組みごとにまとめる。すると、例えば、図 13 に示すような確率分布図（正規分布図）を得ることができる。なお、図 13 において、 μ は分布の平均値を表し、 σ^2 は分散の大きさを表している。すなわち、 μ と σ^2 により、該当するパーツ同士の相対的位置の存在確率を示す確率分布の形態を表すことができる。そして、この異なるパーツ同士の相対的位置の存在確率を、異なるパーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すスコアとして用いる。これらパーツ同士の相対的位置関係のパラメータ（ μ_{ij}^x 、 μ_{ij}^y 、 σ_{ij}^{x2} 、 σ_{ij}^{y2} ）は、観測したサンプル画像から最適値を求める。

【0056】

このように、本実施形態では、四輪車である確からしさを表す評価点 S を算出する基礎となるスコア（評価値）として、上述したルートスコア及びパーツスコアに加えて、四輪車を構成する複数のパーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すスコアを用いる。このため、四輪車の全体が画像に映し出されていなくとも、少なくとも 2 つのパーツが画像に映しだされていれば、その 2 つのパーツの相対的位置関係の確からしさを示すスコアは相対的に大きい値が算出されることになる。従って、そのスコアに基づき算出される評価点 S も相対的に大きくなり、その評価点 S に基づき、画像に部分的に映しだされている四輪車を検出することが可能になる。

【0057】

そして、上記の数式 1 に示した評価点 S の算出式において、 ω_0^k は、ルートスコアに乘じられる重みである。 ω_i^k は、各パーツスコアに対して別個に設定され、対応するパーツスコアにそれぞれ乘じられる重みである。 φ_{ij}^{xk} は、x 軸方向における、異なるパーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すスコアに乘じられる重みである。また、 φ_{ij}^{yk} は、y 軸方向における、異なるパーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すスコアに乘じられる重みである。

【0058】

このように、本実施形態では、ルートスコア（ F_0 ）、パーツスコア（ f_i ）、及び異なるパーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すスコア（ $N(\Delta_{ij}^x | \mu_{ij}^x, \sigma_{ij}^{x2})$ 、 $N(\Delta_{ij}^y | \mu_{ij}^y, \sigma_{ij}^{y2})$ ）のそれぞれに重み付けを与える重みのセット（ ω_0^k 、 ω_i^k 、 φ_{ij}^{xk} 、 φ_{ij}^{yk} ）を、隠れパターンごとに別個

に有している。この重みのセットを用いることにより、それぞれの隠れパターン毎に適切な評価点 S を算出することができるようになる。つまり、隠れパターン毎に設定された重みのセットを用いることで、例えば、見えているパーツの中で、より四輪車の特徴を表しやすいパーツの重みを大きくしたりといったことができるようになる。また、例えば四輪車の一部しか画像に映しだされていない場合であっても、見えているパーツスコアの重みと見えているパーツ同士の位置関係の重みを大きくすることで、より精度良く、その四輪車の検出を行うことが可能になる。

【 0 0 5 9 】

次に、重みのセット (ω^k_{00} 、 ω^k_{i1} 、 φ^{xk}_{ij} 、 φ^{yk}_{ij}) の設定方法について説明する。重みのセット (ω^k_{00} 、 ω^k_{i1} 、 φ^{xk}_{ij} 、 φ^{yk}_{ij}) は、収集したサンプル画像から各隠れパターン毎に最適値を学習することによって設定される。

10

【 0 0 6 0 】

例えば、図 1 4 は、画像において、パーツ P_1 とパーツ P_2 が見えている第 1 隠れパターンをモデル化した例を示している。なお、図 1 4 において、 P_0 は、四輪車（特定対象物）の全体形状を示すモデルを表している。

【 0 0 6 1 】

図 1 4 に示すモデル化された第 1 隠れパターンは、四輪車全体のモデル P_0 と、パーツ P_1 、 P_2 とからなる。そして、このモデル化された隠れパターンにおいて、ルートスコア F_0 の重み ω^1_{00} 、パーツスコア f_1 、 f_2 の重み ω^1_{11} 、 ω^1_{22} 、及びモデル P_0 とパーツ P_1 とパーツ P_2 との相対的位置関係の確からしさを示すスコアの重み $\varphi^1_{01} = (\varphi^{x1}_{01}, \varphi^{y1}_{01})$ 、 $\varphi^1_{02} = (\varphi^{x1}_{02}, \varphi^{y1}_{02})$ 、 $\varphi^1_{12} = (\varphi^{x1}_{12}, \varphi^{y1}_{12})$ が学習により最適値に設定される。

20

【 0 0 6 2 】

なお、四輪車全体のモデル P_0 とパーツ P_1 、 P_2 との相対的位置関係の確からしさは、上述した変位コストとして算出され、パーツスコアに加算されている。そして、パーツスコアに対する重み ω^1_{11} 、 ω^1_{22} が学習されているので、図 1 4 に示す、四輪車全体のモデル P_0 とパーツ P_1 、 P_2 との相対的位置関係の確からしさに対する重み $\varphi^1_{01} = (\varphi^{x1}_{01}, \varphi^{y1}_{01})$ 、 $\varphi^1_{02} = (\varphi^{x1}_{02}, \varphi^{y1}_{02})$ は学習対象から除外しても良い。一方、これらの重み $\varphi^1_{01} = (\varphi^{x1}_{01}, \varphi^{y1}_{01})$ 、 $\varphi^1_{02} = (\varphi^{x1}_{02}, \varphi^{y1}_{02})$ を学習対応とする場合には、変位コストを考慮したパーツスコアと、相対的位置関係の確からしさのそれぞれに対する重みを別々に定めることになるので、より適切な評価点が算出できる。

30

【 0 0 6 3 】

さらに、図 1 4 では、第 1 隠れパターンにおいて見えているパーツ P_1 、 P_2 に関してのみ図示されているが、見えていないパーツ P_3 、 P_4 、 P_5 に対しても、パーツスコアに対応する重み、及びパーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すスコアの重みを学習しても良い。この場合、最適値の学習の結果、見えているパーツのパーツスコアよりも、見えていないパーツのパーツスコアに対する重みが小さくなるように設定される。この場合、重みはゼロ、もしくはマイナスとなっても良い。重みがゼロの場合は、見えていないパーツを考慮しない場合と同じ評価点 S^1 となる。重みがマイナスとなった場合は、見えるべきでないパーツが見えていたときの評価点 S^1 がより小さくなり、その見えているパーツを含む隠れパターンに対応した評価点 S^k との差異をより大きくすることができる。このように見えていないパーツに関する重みを考えることで、見えていないパーツ同士の関係を完全に考慮しないということがなくなり、より適切な評価点が算出できる。

40

【 0 0 6 4 】

また、パーツ P_1 ~ パーツ P_3 が見えている第 2 隠れパターンをモデル化した例を、図 1 5 に示す。この場合、モデル化された第 2 隠れパターンは、四輪車全体のモデル P_0 と、パーツ P_1 、 P_2 、 P_3 とからなる。そして、このモデル化された第 2 隠れパターンでは、ルートスコア F_0 の重み ω^2_{00} 、及び、パーツスコア f_1 、 f_2 、 f_3 の重み ω^2_{11} 、 ω^2_{22} 、 ω^2_{33} に加えて、少なくとも、パーツ P_1 とパーツ P_2 との相対的位置関係の

50

確からしさを示すスコアの重み $\varphi^2_{12} = (\varphi^{x^2}_{12}, \varphi^{y^2}_{12})$ 、パーツ P_1 とパーツ P_3 との相対的位置関係の確からしさを示すスコアの重み $\varphi^2_{13} = (\varphi^{x^2}_{13}, \varphi^{y^2}_{13})$ 、及びパーツ P_2 とパーツ P_3 との相対的位置関係の確からしさを示すスコアの重み $\varphi^2_{23} = (\varphi^{x^2}_{23}, \varphi^{y^2}_{23})$ が学習により最適値に設定される。なお、第1隠れパターンでの例と同様に、見えていないパーツに関する重みを学習しても良い。また、モデル P_0 との相対的位置関係の確からしさを示すスコアの重みを学習しても良い。

【0065】

上述した各種の重みの学習は、モデル化された隠れパターンにおいて、それぞれ、その隠れパターンとして、見えているべきパーツが画像に映しだされた正サンプル画像と、見えているべきパーツが画像に映しだされていない負サンプル画像とを用いて行われる。つまり、正サンプル画像及び負サンプル画像について、それぞれ評価点 S を算出し、正サンプル画像の評価点 S が大きくなり、負サンプル画像の評価点 S が小さくなるように、各重みを学習する。例えば、1つの学習の方法として本実施形態では、確率的勾配降下法 (Stochastic Gradient Descent) を用いる。

【0066】

再び、図2を参照して説明を続ける。ブロック24、25、34、35において、各モデル毎に予め定められた複数の隠れパターン毎に、特定対象物もしくはその一部が存在する確からしさを示す評価点 S が算出されると、それらの評価点 S は、ブロック40に出力される。

【0067】

ブロック40では、各ブロック24、25、34、35から出力された評価点 S の中で、最大の評価点 S^{max} を抽出する。最大の評価点 S^{max} が、入力画像10において、最も映しだされている可能性が高い四輪車の形態 (モデル) を示しているためである。そして、ブロック40にて抽出された最大評価点 S^{max} はブロック41に与えられ、所定の閾値と比較される。そして、最大評価点 S^{max} が所定の閾値以上であれば、四輪車が画像に映しだされていると判断し、四輪車の検出を行う。

【0068】

上述した手法にて評価点 S を算出するとともに、物体検出を行うことにより、例えば、図16に示すように、側道から、自車両が走行する道路に進入しようとする他車両があり、その他車両の後部が建造物によって隠れて見えない場合でも、その他車両を検出することが可能となる。すなわち、本実施形態では、他車両の大部分が見えなくとも、その他車両を検出することができる。そのため、図17に示すように、ルートスコアと変位コストを加味したパーツスコアとにより物体検出を行う比較例よりも、他車両との距離が十分に離れている、かなり早いタイミングで、他車両の検出を行うことが可能となる。従って、自車両の運転者は、事前に速度を低下させるなど、余裕を持って、危険回避のための運転操作を行うことができるようになる。

【0069】

さらに、本実施形態では、モデル全体に対するパーツの位置の確からしさを示す変位コストだけではなく、パーツ同士の相対的位置関係の確からしさを示すコストも利用して物体検出を行なっている。このため、図18に示すように、ルートスコアと変位コストを加味したパーツスコアとから物体検出を行う比較例よりも、物体検出の正確性を高めることができる。

【0070】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、上述した実施形態になんら制限されることなく、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々変形して実施することができる。

【0071】

例えば、上述した実施形態では、特定対象物の検出のためにHOG特徴を用いたが、その他の画像特徴量、例えばHaar-Like特徴、SIFT (Scale-Invariant Featu

10

20

30

40

50

re Transform)、SURF (Speeded Up Robust Feature) 等の周知の特徴量を用いても良い。

【0072】

また、上述した実施形態では、特定対象物の検出のために、出力された評価点 S から最大の評価点 S^{max} を抽出し、その結果を閾値と比較したが、別の方法で物体の検出を行っても良い。例えば、複数のモデルが車両の車種(セダン、ワゴン、トラック)と方向(フロント、サイド、リア)のそれぞれに対して用意されているような場合を考える。このとき、これらモデルのそれぞれに対して、隠れパターンが設定される。ところで、セダンとワゴンのサイドモデルにおいて、車両後部が隠れるような隠れパターンでは、見えている部分は似た形状となる。そこで、複数のモデルに対する同じ隠れパターンに対応する評価点 S をひとつのグループにまとめ、グループごとに評価点 S と閾値との比較結果を投票し、その数が一定数より大きい場合に、検出するようにしてもよい。

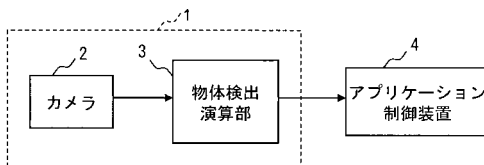
10

【符号の説明】

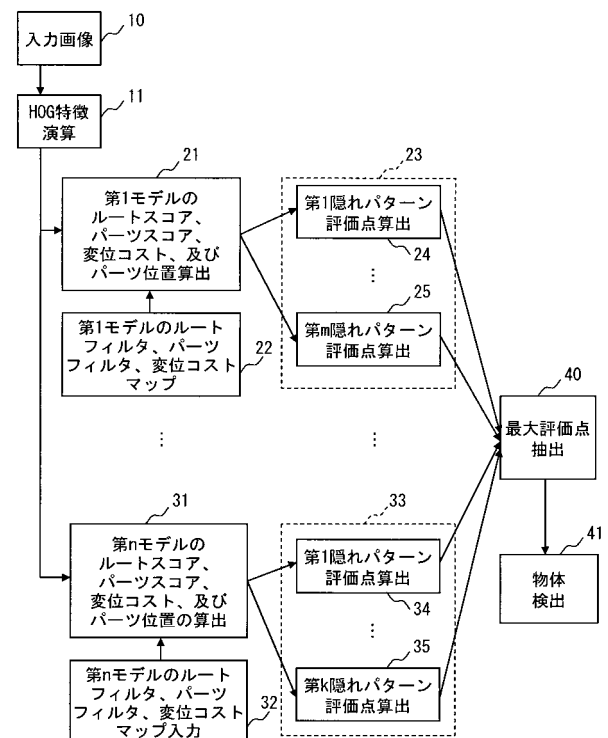
【0073】

- 1 物体検出装置
- 2 カメラ
- 3 物体検出演算部
- 4 アプリケーション制御装置

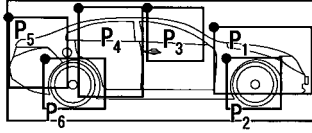
【図1】



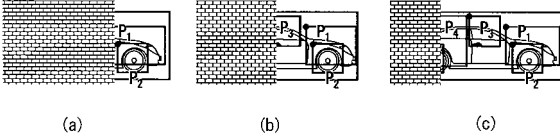
【図2】



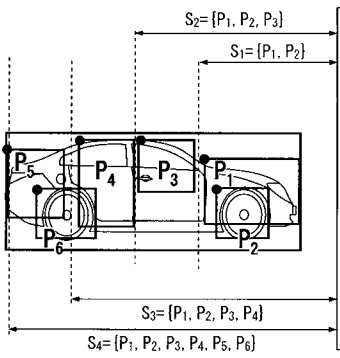
【 図 4 】



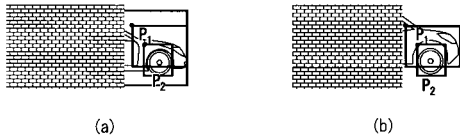
【 図 7 】



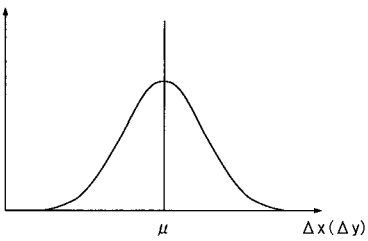
【 図 8 】



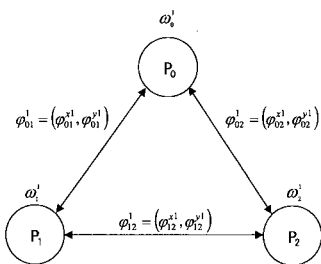
【 図 1 2 】



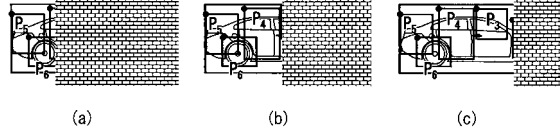
【 図 1 3 】



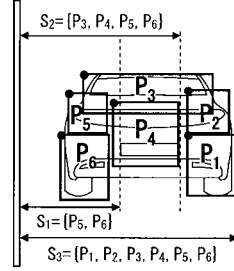
【 図 1 4 】



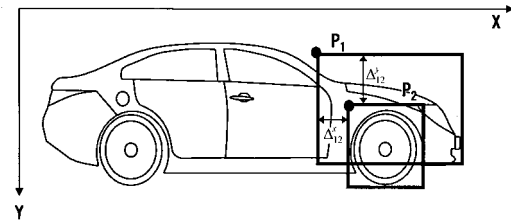
【 図 9 】



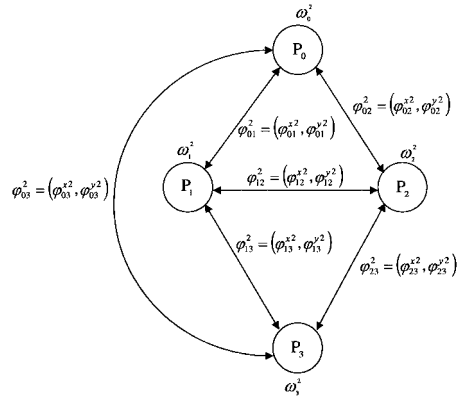
【 図 1 0 】



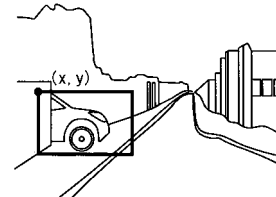
【 図 1 1 】



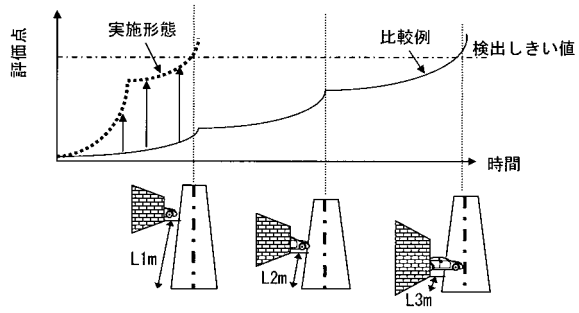
【 図 1 5 】



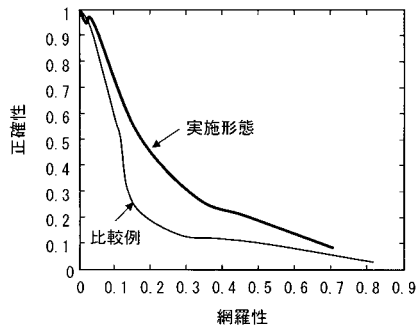
【 図 1 6 】



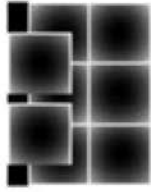
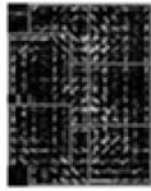
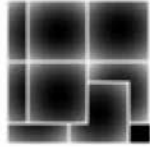
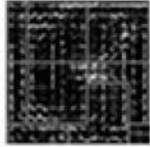
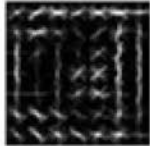
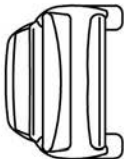
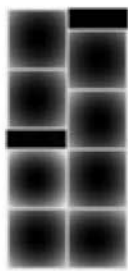
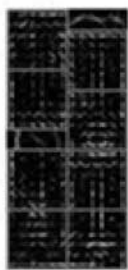
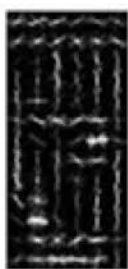
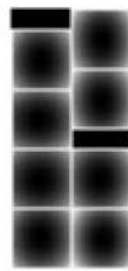
【 図 1 7 】



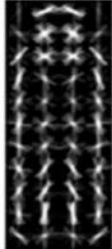
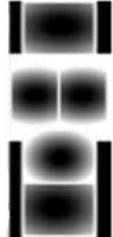
【 図 1 8 】



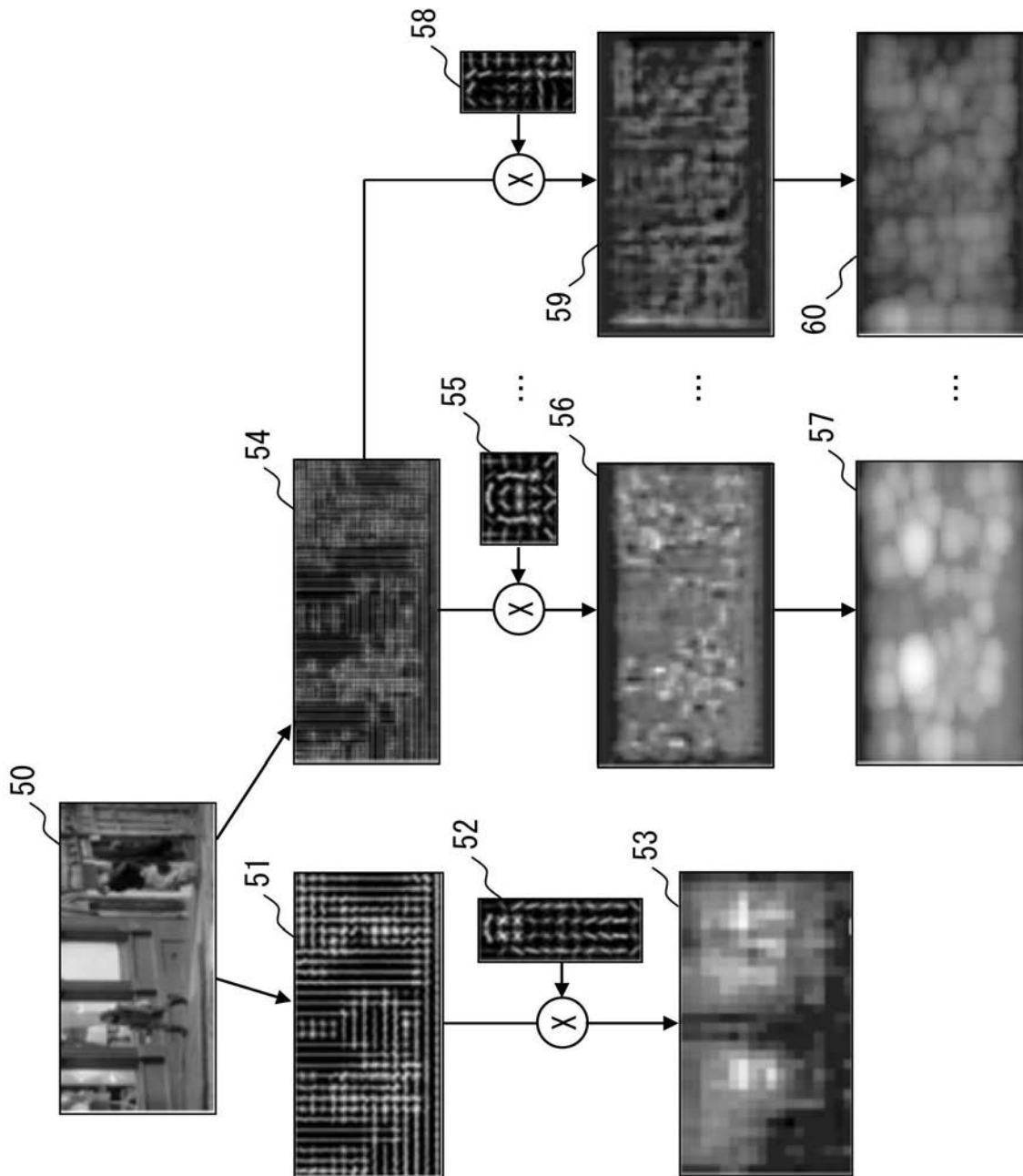
【 図 3 】

変位コストマップ	パーツフィルタ	ルートフィルタ	モデル
			フロントモデル 
			バックモデル 
			サイドバックモデル 
			サイドフロントモデル 

【 図 5 】

モデル	ルートフィルタ	パーツフィルタ	変位コストマップ
歩行者 モデル			

【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 三田 誠一

愛知県名古屋市天白区久方 2 丁目 1 2 番地 1 学校法人トヨタ学園内

F ターム(参考) 5L096 AA06 BA08 BA18 CA02 FA35 FA69 FA72 GA04 GA30 JA03
JA09 JA11