

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6983334号
(P6983334)

(45) 発行日 令和3年12月17日 (2021. 12. 17)

(24) 登録日 令和3年11月25日 (2021. 11. 25)

(51) Int. Cl. F I
G O 6 T 7/00 (2017.01) G O 6 T 7/00 C

請求項の数 21 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2020-546756 (P2020-546756)	(73) 特許権者	509186579
(86) (22) 出願日	令和1年8月6日 (2019.8.6)		日立Astemo株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2019/030823		茨城県ひたちなか市高場2520番地
(87) 国際公開番号	W02020/054260	(74) 代理人	110002365
(87) 国際公開日	令和2年3月19日 (2020.3.19)		特許業務法人サンネクスト国際特許事務所
審査請求日	令和2年12月25日 (2020.12.25)	(72) 発明者	牛場 郭介
(31) 優先権主張番号	特願2018-170737 (P2018-170737)		茨城県ひたちなか市高場2520番地 日
(32) 優先日	平成30年9月12日 (2018.9.12)		立オートモティブシステムズ株式会社内
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)	(72) 発明者	小林 正幸
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内
		(72) 発明者	堀田 都
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株
			式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像認識装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

撮像部によって撮像された画像上に設定された立体物の検知領域を、前記立体物の検知特性情報に基づいて前記画像上で拡大もしくは縮小することで、前記画像上に立体物領域を設定する立体物領域設定部と、

前記立体物領域設定部により設定された前記立体物領域に対して前記立体物の種別を特定する認識処理を行う認識処理部と、

を備える画像認識装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の画像認識装置において、

前記検知特性情報は、前記立体物の識別性、前記立体物との距離、前記立体物の大きさ、前記立体物の想定サイズ、外環境の明るさ、ヘッドライトの向き、前記立体物が存在する路面の高さ、前記撮像部のセンサ分解能の少なくとも一つである画像認識装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の画像認識装置において、

前記立体物領域設定部によって求めた前記立体物領域を基準サイズとして、前記立体物の認識特性情報に基づいて、複数のサイズの認識領域を定める認識倍率設定部を備え、

前記認識処理部は、前記認識倍率設定部で定められた複数のサイズの前記認識領域に対して、それぞれに前記認識処理を行う画像認識装置。

【請求項 4】

10

20

請求項 3 に記載の画像認識装置において、
前記認識特性情報は、前記立体物との距離、前記立体物の大きさ、前記立体物の限界サイズ、前記撮像部のセンサ分解能の少なくとも一つである画像認識装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の画像認識装置において、
前記認識倍率設定部で定めた複数の前記認識領域に対して、前記立体物の配置特性情報に基づいて前記認識領域よりも広い複数の走査領域を設定する走査領域設定部を備え、
前記認識処理部は、前記走査領域設定部で設定された前記走査領域を用いて、前記認識処理を行う画像認識装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の画像認識装置において、
前記配置特性情報は、前記立体物の遠近位置、前記立体物が存在する路面高さの少なくとも一つである画像認識装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の画像認識装置において、
複数の前記走査領域を複数の前記認識領域により走査して認識結果の応答位置を求める倍率毎走査認識処理部を備える画像認識装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の画像認識装置において、
前記倍率毎走査認識処理部による前記応答位置に基づいて最適のサイズの前記認識領域を選択する最適倍率設定部を備える画像認識装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の画像認識装置において、
前記最適倍率設定部で選択された前記認識領域に対応する前記走査領域の前記応答位置に基づいて前記認識処理を行う代表位置を決定する詳細認識位置決定処理部を備える画像認識装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載の画像認識装置において、
前記最適のサイズの前記認識領域もしくは前記代表位置を用いて前記認識処理を行い、認識対象の前記立体物の種別を特定する詳細認識処理部を備える画像認識装置。

【請求項 11】

撮像部によって撮像された画像上に設定された立体物の検知領域を、前記立体物の第 1 の特性情報に基づいて前記画像上で拡大もしくは縮小することで、前記画像上に立体物領域を設定する立体物領域設定部と、

前記立体物領域設定部によって求めた前記立体物領域を基準サイズとして、前記立体物の第 2 の特性情報に基づいて、複数のサイズの認識領域を定める認識倍率設定部と、

前記認識倍率設定部で定めた複数の前記認識領域に対して、前記立体物の第 3 の特性情報に基づいて前記認識領域よりも広い複数の走査領域を設定する走査領域設定部と、

前記走査領域設定部で設定された前記走査領域を用いて、前記立体物の種別を特定する認識処理を行う認識処理部と、

を備える画像認識装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の画像認識装置において、
前記第 1 の特性情報、前記第 2 の特性情報、および前記第 3 の特性情報は、それぞれ、前記立体物の識別性、前記立体物との距離、前記立体物の大きさ、前記立体物の想定サイズ、外環境の明るさ、ヘッドライトの向き、前記立体物が存在する路面の高さ、前記撮像部のセンサ分解能、前記立体物の限界サイズ、前記立体物の遠近位置、前記立体物が存在する路面高さの少なくとも一つである画像認識装置。

【請求項 13】

撮像部によって撮像された画像上に設定された立体物の検知領域に対して、前記立体物

10

20

30

40

50

の検知特性情報に基づいて前記立体物の検知領域を拡大もしくは縮小して立体物領域を設定する立体物領域設定部と、

前記立体物領域設定部により設定された前記立体物領域に対して前記立体物の種別を特定する認識処理を行う認識処理部と、

前記立体物領域設定部によって求めた前記立体物領域を基準サイズとして、前記立体物の認識特性情報に基づいて、複数のサイズの認識領域を定める認識倍率設定部と、を備え

、
前記認識処理部は、前記認識倍率設定部で定められた複数のサイズの前記認識領域に対して、それぞれに前記認識処理を行う画像認識装置。

【請求項 14】

10

請求項 13 に記載の画像認識装置において、

前記検知特性情報は、前記立体物の識別性、前記立体物との距離、前記立体物の大きさ、前記立体物の想定サイズ、外環境の明るさ、ヘッドライトの向き、前記立体物が存在する路面の高さ、前記撮像部のセンサ分解能の少なくとも一つである画像認識装置。

【請求項 15】

請求項 13 に記載の画像認識装置において、

前記認識特性情報は、前記立体物との距離、前記立体物の大きさ、前記立体物の限界サイズ、前記撮像部のセンサ分解能の少なくとも一つである画像認識装置。

【請求項 16】

請求項 13 に記載の画像認識装置において、

20

前記認識倍率設定部で定めた複数の前記認識領域に対して、前記立体物の配置特性情報に基づいて前記認識領域よりも広い複数の走査領域を設定する走査領域設定部を備え、

前記認識処理部は、前記走査領域設定部で設定された前記走査領域を用いて、前記認識処理を行う画像認識装置。

【請求項 17】

請求項 16 に記載の画像認識装置において、

前記配置特性情報は、前記立体物の遠近位置、前記立体物が存在する路面高さの少なくとも一つである画像認識装置。

【請求項 18】

請求項 16 に記載の画像認識装置において、

30

複数の前記走査領域を複数の前記認識領域により走査して認識結果の応答位置を求める倍率毎走査認識処理部を備える画像認識装置。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の画像認識装置において、

前記倍率毎走査認識処理部による前記応答位置に基づいて最適のサイズの前記認識領域を選択する最適倍率設定部を備える画像認識装置。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の画像認識装置において、

前記最適倍率設定部で選択された前記認識領域に対応する前記走査領域の前記応答位置に基づいて前記認識処理を行う代表位置を決定する詳細認識位置決定処理部を備える画像認識装置。

40

【請求項 21】

請求項 20 に記載の画像認識装置において、

前記最適のサイズの前記認識領域もしくは前記代表位置を用いて前記認識処理を行い、認識対象の前記立体物の種別を特定する詳細認識処理部を備える画像認識装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像認識装置に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

近年、運転支援や自動運転等に必要な画像認識装置に対する性能向上への要求が高まっている。例えば、歩行者に対する衝突安全機能では、自動車アセスメントにおいて夜間歩行者への衝突安全試験が追加されるなど、性能向上が求められている。これを実現するために、歩行者など立体物に対する高い認識性能が必要になる。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 には、ある移動立体物と他の立体物が重なっている状況において、立体物を内包する所定の領域の内部の特徴点を追跡することで領域の内部に存在する歩行者などの移動立体物を検知する認識装置が提案されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 1 7 - 1 4 2 7 6 0 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

しかしながら従来の装置では、立体物の全体をうまく検知できなかった場合に認識性能が低下するという課題があった。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明の第 1 の態様による画像認識装置は、撮像部によって撮像された画像上に設定された立体物の検知領域を、前記立体物の検知特性情報に基づいて前記画像上で拡大もしくは縮小することで、前記画像上に立体物領域を設定する立体物領域設定部と、前記立体物領域設定部により設定された前記立体物領域に対して前記立体物の種別を特定する認識処理を行う認識処理部と、を備える。

本発明の第 2 の態様による画像認識装置は、撮像部によって撮像された画像上に設定された立体物の検知領域を、前記立体物の第 1 の特性情報に基づいて前記画像上で拡大もしくは縮小することで、前記画像上に立体物領域を設定する立体物領域設定部と、前記立体物領域設定部によって求めた前記立体物領域を基準サイズとして、前記立体物の第 2 の特性情報に基づいて、複数のサイズの認識領域を定める認識倍率設定部と、前記認識倍率設定部で定めた複数の前記認識領域に対して、前記立体物の第 3 の特性情報に基づいて前記認識領域よりも広い複数の走査領域を設定する走査領域設定部と、前記走査領域設定部で設定された前記走査領域を用いて、前記立体物の種別を特定する認識処理を行う認識処理部と、を備える。

本発明の第 3 の態様による画像認識装置は、撮像部によって撮像された画像上に設定された立体物の検知領域に対して、前記立体物の検知特性情報に基づいて前記立体物の検知領域を拡大もしくは縮小して立体物領域を設定する立体物領域設定部と、前記立体物領域設定部により設定された前記立体物領域に対して前記立体物の種別を特定する認識処理を行う認識処理部と、前記立体物領域設定部によって求めた前記立体物領域を基準サイズとして、前記立体物の認識特性情報に基づいて、複数のサイズの認識領域を定める認識倍率設定部と、を備え、前記認識処理部は、前記認識倍率設定部で定められた複数のサイズの前記認識領域に対して、それぞれに前記認識処理を行う。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 7 】

本発明によれば、立体物を的確に検知し、認識性能を向上させた画像認識装置を提供できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 画像認識装置の全体構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 画像認識装置の動作を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図 3】検知処理により画像上に設定された立体物領域を示す図である。

【図 4】認識処理の詳細を示すフローチャートである。

【図 5】立体物領域設定処理の原理を説明する図である。

【図 6】認識倍率設定処理の原理を説明する図である。

【図 7】認識倍率設定処理における正規化を説明する図である。

【図 8】走査領域設定処理の原理を説明する図である。

【図 9】倍率毎走査認識処理の原理を説明する図である。

【図 10】最適倍率設定処理の原理を説明する図である。

【図 11】詳細認識位置決定処理の原理を説明する図である。

【図 12】詳細認識処理の原理を説明する図である。

10

【図 13】変形例に係る画像認識装置の全体構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

図 1 は、本実施形態にかかわる画像認識装置 100 の全体構成を示すブロック図である。画像認識装置 100 は、車両に搭載され、車両前方の左右に配置された左カメラ 101 と右カメラ 102 を備える。カメラ 101、102 は、ステレオカメラを構成し、例えば、歩行者、車両、信号、標識、白線、車のテールランプ、ヘッドライトなどの立体物を撮像する。画像認識装置 100 は、カメラ 101、102 で撮像された車両前方の画像情報に基づいて車外環境を認識する。そして、車両（自車両）は、画像認識装置 100 による認識結果に基づいて、ブレーキ、ステアリングなどを制御する。

20

【0010】

画像認識装置 100 は、カメラ 101、102 で撮像した画像を画像入力インタフェース 103 より取り込む。画像入力インタフェース 103 より取り込まれた画像情報は、内部バス 109 を介して画像処理部 104 へ送られる。そして、演算処理部 105 で処理され、処理途中の結果や最終結果の画像情報などは記憶部 106 に記憶される。

【0011】

画像処理部 104 は、左カメラ 101 の撮像素子から得られる第 1 の画像と、右カメラ 102 の撮像素子から得られる第 2 の画像とを比較して、それぞれの画像に対して、撮像素子に起因するデバイス固有の偏差の補正や、ノイズ補間などの画像補正を行い、これを記憶部 106 に記憶する。更に、第 1 の画像と第 2 の画像との間で、相互に対応する箇所を計算して、視差情報を求め、画像上の各画素に対応する距離情報として、これを記憶部 106 に記憶する。画像処理部 104 は、内部バス 109 を介して演算処理部 105、CAN インタフェース 107、制御処理部 108 に接続されている。

30

【0012】

演算処理部 105 は、記憶部 106 に蓄えられた画像情報および距離情報（視差情報）を使い、車両周辺の環境を把握するために、立体物の認識を行う。立体物の認識結果や中間的な処理結果の一部が、記憶部 106 に記憶される。演算処理部 105 は、撮像した画像に対して立体物の認識を行った後に、認識結果を用いて車両制御の計算を行う。車両制御の計算の結果として得られた車両の制御方針や、認識結果の一部は CAN インタフェース 107 を介して、車載ネットワーク CAN 110 に伝えられ、これにより車両の制御が行われる。

40

【0013】

制御処理部 108 は、各処理部が異常動作を起こしていないか、データ転送時にエラーが発生していないかなどを監視し、異常動作を防止する。画像処理部 104、演算処理部 105、および制御処理部 108 は、単一または複数のコンピュータユニットにより構成してもよい。

【0014】

図 2 は、画像認識装置 100 の動作を示すフローチャートである。

画像認識装置 100 に備えられた左カメラ 101 と右カメラ 102 とにより画像が撮像され、撮像された画像情報 203、204 のそれぞれについて、撮像素子が持つ固有の癖

50

を吸収するための補正などの画像処理 205 を行う。画像処理 205 の処理結果は画像バッファ 206 に蓄えられる。画像バッファ 206 は、図 1 の記憶部 106 に設けられる。

【0015】

次に視差処理 207 が行われる。具体的には、補正された 2 つの画像を使って、画像同士の照合を行い、これにより左カメラ 101、右カメラ 102 で得た画像の視差情報を得る。左右画像の視差により、立体物の画像上のある着目点が、三角測量の原理によって、立体物までの距離として求められる。画像処理 205 および視差処理 207 は、図 1 の画像処理部 104 で行われ、最終的に得られた画像情報、および視差情報は記憶部 106 に蓄えられる。

【0016】

そして、次の検知処理 208 では、視差処理 207 により左右画像の各画素の視差または距離が得られた視差情報を用いて、3次元空間上の立体物を検知する。図 3 は、検知処理 208 により画像上に設定された立体物の検知領域を示す図である。図 3 には、検知処理 208 の結果、画像上において、カメラ 101、102 によって検知された歩行者の検知領域 301 と車両の検知領域 302 が示されている。これらの検知領域 301、302 は、図 3 に示すように矩形であっても、視差や距離から得られる不定形の領域であってもよい。後段の処理において計算機での扱いを容易にするため一般的には矩形として扱われる。本実施形態では以下、領域は矩形として扱い、立体物の一例として主に歩行者を用いて説明する。

【0017】

次に、認識処理 209 では、検知処理 208 により画像上に設定された検知領域に対して立体物の種別を特定する認識処理を行う。認識処理 209 による認識対象の立体物は、例えば、歩行者、車両、信号、標識、白線、車のテールランプやヘッドライトなどであり、これらの何れであるかその種別が特定される。この認識処理 209 が安定して立体物の認識を行うためには、画像上の検知領域と認識したい対象の領域が一致している必要がある。しかし、カメラ 101、102 においては外環境の明るさやカメラ間の撮像性能のばらつきなどによって、認識したい画像上の領域を完全に一致させることができない場合がある。これは、ミリ波などのレーダーと、カメラなどの画像センサを組み合わせた場合でも同様である。この問題を解決した認識処理 209 の詳細については後述する。

【0018】

次に、車両制御処理 210 では、立体物の認識結果と、自車両の状態（速度、舵角など）とを勘案して、例えば、乗員に警告を発し、自車両のブレーキングや舵角調整などの制御を行う。あるいは、認識した立体物に対する回避制御を定め、その結果を自動制御情報として C A N インタフェース 107 を介して出力する。認識処理 209 および車両制御処理 210 は、図 1 の演算処理部 105 で行われる。

【0019】

なお、図 2 のフローチャート、および後述の図 4 のフローチャートで示したプログラムを、CPU、メモリなどを備えたコンピュータにより実行することができる。全部の処理、または一部の処理をハードロジック回路により実現してもよい。更に、このプログラムは、予め画像認識装置 100 の記憶媒体に格納して提供することができる。あるいは、独立した記憶媒体にプログラムを格納して提供したり、ネットワーク回線によりプログラムを画像認識装置 100 の記憶媒体に記録して格納することもできる。データ信号（搬送波）などの種々の形態のコンピュータ読み込み可能なコンピュータプログラム製品として供給してもよい。

【0020】

図 4 は、認識処理 209 の詳細を示すフローチャートである。このフローチャートは、図 4 に示すように、立体物領域設定処理 401、認識倍率設定処理 402、走査領域設定処理 403、倍率毎走査認識処理 404、最適倍率設定処理 406、詳細認識位置決定処理 407、詳細認識処理 408 を行う。以下、順に各処理を説明する。なお、これらの処理ではステレオカメラを前提に説明する。

【 0 0 2 1 】

[立体物領域設定処理]

立体物領域設定処理 4 0 1 では、検知処理 2 0 8 によって得られた立体物の検知領域 3 0 1 を、立体物の検知特性情報に基づいて拡大もしくは縮小して立体物領域 5 0 1 を設定する。

【 0 0 2 2 】

図 5 は、立体物領域設定処理 4 0 1 の原理を説明する図である。図 5 では、歩行者の検知領域 3 0 1 を立体物の検知特性情報に基づいて拡大して立体物領域 5 0 1 を設定した例を示す。検知特性情報は、例えば、(1) 立体物の識別性、(2) 立体物との距離、(3) 立体物の大きさ、(4) 立体物の想定サイズ、(5) 外環境の明るさ、(6) ヘッドライトの向き、(7) 立体物が存在する路面の高さ、(8) センサ分解能などである。以下に、これらの検知特性情報について説明する。

【 0 0 2 3 】

(1) 立体物の識別性は、例えばカメラ 1 0 1、1 0 2 においては背景領域との組み合わせによって立体物が得にくい場合が考えられる。路面と同色の歩行者の服装や、夜間の歩行者の頭頂部などがこれに当たる。また、カメラ 1 0 1、1 0 2 が雨滴などの影響で対象の一部がぼけて立体物領域が欠けることも考えられる。このような場合、検知領域を拡大する。また、三次元空間中の人と人以外の領域が結合した立体物になる場合も有る。路肩の電柱や柵などと言った立体物と人との結合のように識別前に分離することは困難なためである。このような場合に画像の色や輝度やエッジに基づいて検知領域を縮小する。また、レーダーセンサなどの別種のセンサや、カメラ 1 0 1、1 0 2 においても水平方向の取り付け高さが違う場合、主に上部方向に隠れが発生し、立体物は小さく出る。このような構成の処理特性を持つ場合には検知領域を拡大する。

【 0 0 2 4 】

(2) 立体物との距離は、遠ければ大きく立体物領域を拡大し、近ければ小さく立体物領域を縮小する。この拡大率は、カメラ 1 0 1、1 0 2 を含むセンサ分解能によって決定しても良い。対象が遠方に行けば行くほど 1 画素あたりの 3 次元空間を占めるサイズが大きくなり、誤差が乗るからである。

【 0 0 2 5 】

(3) 立体物の大きさは、立体物が小さければ立体物領域を拡大し、立体物が大きければ立体物領域を縮小する。

【 0 0 2 6 】

(4) 立体物の想定サイズは、例えば、立体物を歩行者と想定して、歩行者と想定して小さ過ぎる立体物は立体物領域を拡大し、歩行者と想定して大き過ぎる立体物は立体物領域を縮小する。どの程度のものまでを対象とするかは、(5) 外環境の明るさや(6) ヘッドライトの向きも考慮に入れて決定してよい。例えば、昼の明るい環境であれば立体物領域を縮小し、夜の暗い環境であれば立体物領域を拡大する。また、ヘッドライトの向きに応じて、例えば、ヘッドライトの向きがロウビームであれば足元に光が当たっているので、高さ方向に立体物領域を拡大する。ヘッドライトの向きがハイビームであれば、全身に光が当たっているので立体物領域を縮小する。また、立体物までの距離や(7) 立体物が存在する位置の路面の高さによっても立体物領域を拡大もしくは縮小してもよい。例えば、路面の高さが低い場合に、ハイビームであれば、足元には光が当たらないため下方に立体物領域を拡大する。

【 0 0 2 7 】

(8) センサ分解能は、センサがカメラ 1 0 1、1 0 2 であれば、距離に応じて 1 画素あたりのサイズが変わるので、立体物のサイズや、対象の距離と組み合わせることによって立体物領域を拡大もしくは縮小する。例えば、立体物が近傍に居る場合は 1 画素あたりの 3 次元空間の分解能が高いため、立体物領域を拡大する。立体物が遠い場合は 1 画素あたりの 3 次元空間の分解能が低いため、立体物領域を縮小する。また、立体物領域として取得する領域の特性によっては、立体物領域を縮小する。立体物領域として取得する領域の

10

20

30

40

50

特性とは、例えば立体物領域が得られた視差のある領域やセンサ応答領域がより大きく設定される場合であり、このような場合は立体物領域を縮小する。

【 0 0 2 8 】

立体物の検知特性情報に基づいて立体物領域 5 0 1 を設定する例について説明する。例えば、歩行者においては、画像上の変化が大きい手足領域は欠けて小さくなりやすい。また、夜間の場合は黒髪の人ならば、頭が背景と混ざって検知しづらい。このような場合に、1画素あたりの3次元空間上のサイズを元にして、画像上の立体物領域 5 0 1 を変更する。例えば、明るい昼間なら頭部と思われる領域の拡大は 0 c m、足元の領域の拡大は 1 0 c m、夜間なら頭部の領域の拡大は 1 0 c m、足元の領域の拡大は 1 0 c mとする。さらに車両のロウビームが届く範囲なら頭部の領域の拡大は 1 0 c m、足元の領域の拡大は 0 c mとする。横幅も同様に適宜拡大縮小する。また時系列による横幅の変化量を元に補正を実施しても良い。また、後段の認識処理の内容によっては、認識領域を縮小しても良い。例えば、歩行者であれば上半身のみで認識を実施する場合などである。拡大縮小するサイズは所定の割合、若しくは画像上のサイズで決定しても良いが、3次元空間上のサイズを基準に設定することにより、認識対象としてあり得ないサイズの除外が可能となる。

また、この拡大縮小による立体物領域 5 0 1 のサイズは、3次元空間上の距離と画素の関係から、検知領域 3 0 1 と同一になる場合もある。

【 0 0 2 9 】

以上、検知特性情報について説明したが、立体物領域設定処理 4 0 1 においては、これらの検知特性情報を複数組み合わせることによって、より精度よく立体物領域 5 0 1 を設定する。例えば、距離、外環境の明るさ、ライト向き、路面高さ、センサ分解能などを組み合わせることで、昼夜の影響をより軽減した立体物領域 5 0 1 を設定する。また、ここで述べた画素数やサイズは一例であり、この範囲に限定するものではない。

【 0 0 3 0 】

[認識倍率設定処理]

次に、図 4 に示す認識倍率設定処理 4 0 2 について説明する。

立体物領域設定処理 4 0 1 で設定された立体物領域 5 0 1 を認識処理 2 0 9 の基準サイズとすると、この基準サイズが認識のための最適な認識領域とは限らない。そこで、認識倍率設定処理 4 0 2 では、立体物の認識特性情報を用いて複数のサイズの認識領域を定める。この時、最適な認識領域は不明であることから、基準サイズを元に認識領域を拡大もしくは縮小して、複数のサイズの認識領域を定める。認識特性情報は、例えば、(1) 立体物との距離、(2) 立体物の大きさ、(3) 立体物の限界サイズ、(4) センサ分解能などである。以下に、これらの認識特性情報について説明する。

【 0 0 3 1 】

(1) 立体物との距離は、認識領域を拡大もしくは縮小を行う場合の拡大量もしくは縮小量を決定する指標となる。例えば、立体物が遠方にある場合、1画素あたりの立体物サイズは大きくなる。この場合、認識処理を行う後述の識別器 9 0 1 の入力になるのは画像であるため、立体物が遠方にある場合は、近傍にある場合に比べて拡大もしくは縮小する画素数は小さくなる。そこで、基準サイズを元に、立体物との距離に応じて、認識領域を拡大もしくは縮小して、複数のサイズの認識領域を定める。

【 0 0 3 2 】

(2) 立体物の大きさは、認識領域を拡大もしくは縮小を行う場合の拡大量もしくは縮小量を決定する指標となる。例えば、立体物が大きい場合は立体物が小さい場合に比べて、画像上で拡大もしくは縮小を行う場合の画素数は小さくなる。また、実空間上のサイズに基づいて複数のサイズの認識領域を定める場合、遠方に居る場合は近傍に居る場合に比べて、画像上で拡大もしくは縮小を行う場合の画素数は小さくなる。サブピクセル単位で認識領域を設定しない場合は、基準サイズと同じになる場合も有る。

【 0 0 3 3 】

(3) 立体物の限界サイズは、立体物が認識対象である場合に想定される限界サイズである。例えば、立体物が歩行者である場合、立体物の高さが 2 . 5 メートルを超えるなど大

10

20

30

40

50

きければ、縮小方向に領域を設定する。逆に高さが0.8メートルを下回るなど小さければ、拡大方向に領域を設定する。それら中間であれば、双方に領域を設定する。設定する領域の上限下限は、認識対象の立体物や認識処理の制限などから決定してよい。

【0034】

(4) センサ分解能は、例えばセンサがカメラ101、102であれば、距離に応じて1画素あたりのサイズが変わる。そこで、センサ分解能を基に拡大もしくは縮小する範囲を定めることができる。例えば1画素あたりの3次元空間中のサイズが20cmを超すような遠方においては、拡大もしくは縮小する範囲は1画素、2画素と言った小さな範囲で定める。逆に1画素あたりの3次元空間中のサイズが1cmを切るような近距離においては、10画素や20画素と言った大きな範囲で拡大もしくは縮小する。

10

【0035】

なお、画像上のサイズは3次元空間中の立体物サイズから逆算して求めても良い。また、立体物領域設定処理401において立体物領域501の設定に考慮しなかった検知特性情報に関しては、認識倍率設定処理402で検知特性情報を用いて認識領域のバリエーションを設定してもよい。その場合、検知特性情報のどの条件に応じて認識領域を拡大するか縮小するかは、立体物領域設定処理401で説明した内容と同様である。また、ここで述べた画素数やサイズは一例であり、この範囲に限定するものではない。

【0036】

図6は認識倍率設定処理402の原理を説明する図である。認識倍率設定処理402は、立体物領域501を基準サイズの認識領域として、これを拡大もしくは縮小した認識領域601、602を定める。認識領域501は基準サイズ、認識領域601は、基準サイズを縮小した認識倍率の小さい認識領域、認識領域602は、基準サイズを拡大した認識倍率の大きい認識領域である。図6の例では基準サイズに対して拡大もしくは縮小した2種類の認識領域を示したが、この数は認識処理時間に余裕があれば多数のバリエーションを持ってよい。また、検知処理208や立体物領域設定処理401の設定により、拡大と縮小どちらかのみを設定してもよい。認識領域の拡大量もしくは縮小量は、認識特性情報に基づいて設定する。この場合、立体物領域設定処理401と同様に、画像の分解能によっては基準サイズの認識領域と同一となる場合もある。

20

【0037】

図7は、認識倍率設定処理402における正規化を説明する図である。

30

図7に示すように、認識領域(501、601、602)を後段の認識処理を実施する場合において正規化する領域を定めている。認識領域は、後述の認識処理において、認識処理を行う範囲を示すものである。認識領域501は基準サイズ、認識領域601は、基準サイズを縮小した認識倍率の小さい認識領域、認識領域602は、基準サイズを拡大した認識倍率の大きい認識領域である。

【0038】

認識処理においては入力情報の次元数を合わせる必要がある。基準サイズの認識領域501は対象の物体を綺麗に捉えている保証が無く、また装置に実装された認識処理の特性によって、どのように捉えていればよいかが変わってくる。そこで、正規化する領域をあらかじめ設定する。図7の例では、認識領域501は頭と足がほぼ入っているのに対し、認識倍率の小さい認識領域601は頭頂部と手足がはみ出しており、認識倍率の大きい認識領域602は逆に頭頂部や足元に余白ができる。これらの認識領域を同じサイズに正規化すると、図7に示すように、正規化後の認識領域701、702、703となり、後述の認識処理で同様な処理を施すことが可能となる。ただしこの正規化処理は認識倍率設定処理402で必ずしも行うものではない。後述の倍率毎走査認識処理404や後述の詳細認識処理408の処理の一部として実施してよい。

40

【0039】

[走査領域設定処理]

次に、図4の走査領域設定処理403について説明する。走査領域設定処理403は、各認識領域に対して、立体物の配置特性情報に基づいて、認識領域よりも大きな走査領域

50

を設定する。走査領域は画像上の領域として設定され、認識処理においては、設定された走査領域内を認識領域により走査する。すなわち、認識領域は、後述の認識処理において、認識処理を行う範囲を示すものであり、走査領域は、この認識領域を走査領域の範囲内において移動させる範囲である。これにより、認識領域を走査領域の範囲内において移動させながら認識処理を行う。走査領域の大きさを決定する配置特性情報は、例えば、(1)立体物の遠近位置、(2)立体物が存在する路面高さなどである。以下に、これらの配置特性情報について説明する。

【0040】

(1)立体物の遠近位置は、走査領域の設定を行う場合の指標となる。例えば、立体物が近くに在る場合は、画像上の走査領域は大きく定める。また、立体物が遠方に在る場合は、走査領域は小さく定める。これは、近くに在る場合は、センサ分解能が高く、1画素走査した場合の3次元空間上の走査量が数mm程度になるのに対し、遠方では10cmを超える為である。走査領域は、立体物検知によって発生する検知のズレ量などの特性によっても定まる。例えば、立体物の横位置中心をとった場合に最も性能を発揮する認識処理を用いる場合、立体物の横位置中心と、実際の認識対象の横位置中心のズレ量や分散から、走査領域に認識対象の横位置中心が収まるように設定してもよい。

10

【0041】

(2)立体物が存在する路面高さは、走査領域の設定を行う場合の指標となる。例えば、路面が上昇しており立体物(歩行者など)が自車よりも高い位置に在る場合は、頭側の隠れが増えて高さが実際より小さく出る。また、立体物(歩行者など)が低い位置に在る場合は、画角などによっては足元が切れる、バンパーで隠れるなどが考えられる。このような状態に合わせて、走査領域を拡大もしくは縮小する。

20

【0042】

また、立体物領域設定処理401、認識倍率設定処理402において立体物領域や認識領域の設定に考慮しなかった検知特性情報や認識特性情報に関しては、これを用いて走査領域設定処理403で走査領域を定めてもよい。この場合、どの条件に応じて走査領域を拡大するか縮小するかは、立体物領域設定処理401や認識倍率設定処理402と同様である。また、ここで述べた画素数やサイズは一例であり、この範囲に限定するものではない。

【0043】

図8は、走査領域設定処理403の原理を説明する図である。走査領域設定処理403は、各認識領域501、601、602に対して、走査領域801、802、803をそれぞれ定める。走査領域801、802、803は認識領域501、601、602と同じかそれよりも大きな領域である。ただし走査領域801、802、803内を認識領域501、601、602で走査するため、走査量が多いとは限らない。走査領域801、802、803は配置特性情報から画像上の領域を定める。この時、画像の分解能によっては認識領域と走査領域の画像上が同じになる場合も有る。走査領域は、各認識領域に対して個別で定めるが、処理時間に余裕があるならば、最も走査領域が大きくなる1つを採用しても良い。また、処理時間に余裕ない場合、小さな走査領域1つを各認識領域に適用しても良い。

30

40

【0044】

[倍率毎走査認識処理]

次に、図4に示す倍率毎走査認識処理404について説明する。倍率毎走査認識処理404では、走査領域801、802、803に対応する画像および視差領域(距離領域)を認識領域501、601、602で走査し、各サイズの走査位置毎に認識処理を実施して、対象の走査位置が立体物であるかを判別する。

【0045】

ここで、認識処理の性能が十分であるならば、図4の破線405に示すように、倍率毎走査認識処理404の結果を用いて車両制御処理210を実施してもよい。倍率毎走査認識処理404は倍率、走査位置などにより複数の結果を有する場合があるが、これは認識

50

結果が最良であった 1 つを選択するなどの処理によって絞り込みを実施する。

【 0 0 4 6 】

図 9 は倍率毎走査認識処理 4 0 4 の原理を説明する図である。各走査領域 8 0 1、8 0 2、8 0 3 内を、認識領域 5 0 1、6 0 1、6 0 2 で走査しながら、認識処理を行う識別器 9 0 1 で認識した結果の応答位置 9 0 2 を求める。応答位置 9 0 2 を図 9 では x で示した。応答位置 9 0 2 の数が多いほど認識処理が良好であることを示している。走査領域 8 0 1、8 0 2、8 0 3 内を識別器 9 0 1 で認識した結果の一例は、走査領域 8 0 1'、8 0 2'、8 0 3' の応答位置 9 0 2 で示すように、走査領域 8 0 1' が最も多くなっている。

【 0 0 4 7 】

識別器 9 0 1 は機械学習を用いても良いし、ヒューリスティックな閾値判定を用いても良い。この判定結果が十分であるならば、図 4 の破線 4 0 5 に示したように、この結果を用いて認識を終えてよい。その場合、例えば最も認識処理が良好であったものを採用する。

【 0 0 4 8 】

倍率毎走査認識処理 4 0 4 において、認識処理の計算コストの削減などにより、認識処理の性能が不十分である場合に、倍率毎走査認識処理 4 0 4 の結果を用いて、詳細処理を実施してもよい。本実施形態においては詳細処理として、最適倍率設定処理 4 0 6、詳細認識位置決定処理 4 0 7、詳細認識処理 4 0 8 を設けた場合を説明する。

【 0 0 4 9 】

[最適倍率設定処理]

図 4 に示す最適倍率設定処理 4 0 6 は、認識倍率設定処理 4 0 2 で作成した複数のサイズの認識領域から、詳細認識処理に最適な認識領域を選択する。選択方法は、例えば走査によって得られた認識処理結果における認識対象と判定された個数やその信頼度や、非認識対象と判定された個数やその信頼度、認識結果の分布などを用い、応答数の量や信頼度を複数のサイズの認識領域間で比較し、最適な認識領域を用いる。最適倍率設定処理 4 0 6 は、処理時間に十分な猶予がないならば省略してもよい。

【 0 0 5 0 】

図 1 0 は最適倍率設定処理 4 0 6 の原理を説明する図である。複数の倍率の認識結果から、最も応答が良かった最適倍率を選択する。最適倍率は前述の通り、認識処理の走査領域での応答数やその信頼度を用いて選択する。図 1 0 の例では応答数が最も多かった走査領域 8 0 1' を選択しているが、この走査領域 8 0 1' は、基準サイズの走査領域 8 0 1 に対応し、基準サイズの走査領域 8 0 1 は基準サイズの認識領域 5 0 1 に対応している。

【 0 0 5 1 】

[詳細認識位置決定処理]

図 4 に示す詳細認識位置決定処理 4 0 7 は、最適倍率設定処理 4 0 6 で得られた最適倍率について、詳細認識を実施する代表位置を決定する。詳細認識は、例えば、倍率毎走査認識処理 4 0 4 で得られた認識処理の信頼度が最大の位置を選ぶ。または、平均変位法 (Mean Shift 法) のようなクラスタリング手段を用いて位置を決定しても良い。最適倍率設定処理 4 0 6 を行わない場合、各倍率に対して詳細認識位置決定処理 4 0 7 を実施してよい。

【 0 0 5 2 】

図 1 1 は詳細認識位置決定処理 4 0 7 の原理を説明する図である。倍率毎走査認識処理 4 0 4 から得られた一つ以上の応答位置から、詳細認識処理 4 0 8 を行う代表位置 1 1 1 を決定する。複数の反応点が存在する場合は、例えば Mean Shift 法のようなクラスタリング技術を用いる。決定された代表位置 1 1 1 を中心とした領域が詳細識別領域となる。

【 0 0 5 3 】

[詳細認識処理]

図 4 に示す詳細認識処理 4 0 8 は、詳細認識位置決定処理 4 0 7 で決定した代表位置 1 1 1 に対して詳細認識を実施し、対象の種別や信頼度を算出する。もしくは、倍率毎走査

10

20

30

40

50

認識処理 404 による応答位置に基づいて選択された最適のサイズの認識領域を用いて詳細認識を実施し、対象の種別や信頼度を算出する。詳細認識処理 408 は倍率毎走査認識処理 404 で用いた認識処理と同等性能以上の種別分類性能を有する識別器 120 を用いる。

【0054】

図 12 は、詳細認識処理 408 の原理を説明する図である。詳細認識位置決定処理 407 によって求めた代表位置 111 に対して識別器 120 を用いて詳細な認識処理を行い、立体物の種別を決定する。立体物の種別とは、例えば、歩行者、車両、信号、標識、白線、車のテールランプやヘッドライトなどである。

【0055】

倍率毎走査認識処理 404 と詳細認識処理 408 で用いる認識処理には、例えば以下のような技術があげられる。予め用意した認識対象らしさを有するテンプレートと認識領域を比較するテンプレートマッチングを用いる技術。輝度画像や HOG や Haar-Like といった特徴量と、サポートベクターマシンや Ada-Boost や Deep Learning といった機械学習手法を合わせた識別器を利用する技術。また、エッジ形状などを人為的に決めた閾値判定で認識しても良い。倍率毎走査認識処理 404 と詳細認識処理 408 にはこれらを実施するために必要なリサイズ、平滑化、エッジ抽出、正規化、孤立点除去、勾配抽出、色変換、ヒストグラム作成などの画像処理を含む。

【0056】

(変形例)

本実施形態では、ステレオカメラを用いた画像認識装置 100 で説明した。しかし、ステレオカメラを用いない画像認識装置 100' を用いて実現してもよい。

図 13 は、画像認識装置 100' における処理動作を示す図である。図 2 に示した画像認識装置 100 と同一の個所には同一の符号を付してその説明を省略する。

【0057】

画像認識装置 100' は、光学カメラ 1301 とレーダーセンサ 1302 を備えている。これにより、立体物を検知する。光学カメラ 1301 により画像が撮像され、撮像された画像情報について、撮像素子が持つ固有の癖を吸収するための補正などの画像処理 205 を行う。画像処理 205 の処理結果は画像バッファ 206 に蓄えられる。また、レーダーセンサ 1302 により、立体物までの距離が得られる。検知処理 1303 は、立体物までの距離に基づいて、3次元空間上の立体物を検知する。認識処理 209 は、検知処理 1303 により設定された検知領域に対して立体物の種別を特定する認識処理を行う。

【0058】

レーダーセンサ 1302 から出力される立体物までの距離を入力とする検知処理 1303 は、距離計測に用いるレーダーセンサ 1302 のセンサ特性を考慮した検知処理を行う必要はあるが、検知領域を決定した後の処理は、画像認識装置 100 で説明したステレオカメラによる構成と同様にできる。また、画像認識装置 100' は、画像処理 205 において複数の画像を必要としない。

【0059】

以上説明した実施形態によれば、次の作用効果が得られる。

(1) 画像認識装置 100、100' は、カメラ 101、102 によって撮像された画像上に設定された立体物の検知領域 301 に対して、立体物の検知特性情報に基づいて立体物の検知領域 301 を拡大もしくは縮小して立体物領域 501 を設定する立体物領域設定処理 401 と、立体物領域設定処理 401 により設定された立体物領域 501 に対して立体物の種別を特定する認識処理を行う認識処理 209 と、を備える。検知特性情報は、例えば、立体物の識別性、立体物との距離、立体物の大きさ、立体物の想定サイズ、外環境の明るさ、ヘッドライトの向き、立体物が存在する路面の高さ、撮像部のセンサ分解能の少なくとも一つである。これにより、立体物を的確に検知し、認識性能を向上させた画像認識装置を提供できる。

【0060】

(2) 画像認識装置 100、100' は、カメラ 101、102 によって撮像された画像上に設定された立体物の検知領域 301 に対して、立体物の第 1 の特性情報に基づいて立体物の検知領域 301 を拡大もしくは縮小して立体物領域 501 を設定する立体物領域設定処理 401 と、立体物領域設定処理 401 によって求めた立体物領域 501 を基準サイズとして、立体物の第 2 の特性情報に基づいて、複数のサイズの認識領域 601、602 を定める認識倍率設定処理 402 と、認識倍率設定処理 402 で定めた複数の認識領域 601、602 に対して、立体物の第 3 の特性情報に基づいて認識領域 601、602 よりも広い複数の走査領域 802、803 を設定する走査領域設定処理 403 と、走査領域設定処理 403 で設定された走査領域 802、803 を用いて、認識処理を行う認識処理 209 と、を備える。第 1 の特性情報乃至第 3 の特性情報は、例えば、立体物の識別性、立体物との距離、立体物の大きさ、立体物の想定サイズ、外環境の明るさ、ヘッドライトの向き、立体物が存在する路面の高さ、撮像部のセンサ分解能、立体物の限界サイズ、立体物の遠近位置、立体物が存在する路面高さの少なくとも一つである。これにより、立体物を的確に検知し、認識性能を向上させた画像認識装置を提供できる。

10

【0061】

本発明は、上記の実施形態に限定されるものではなく、本発明の特徴を損なわない限り、本発明の技術思想の範囲内で考えられるその他の形態についても、本発明の範囲内に含まれる。また、上述の実施形態と変形例を組み合わせた構成としてもよい。

【符号の説明】

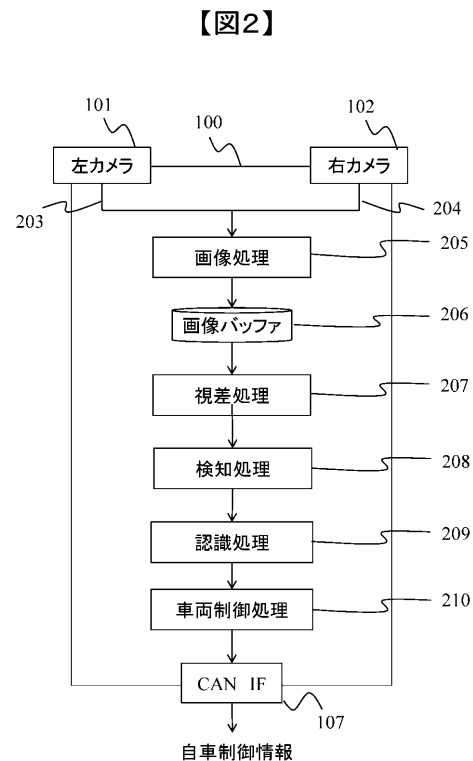
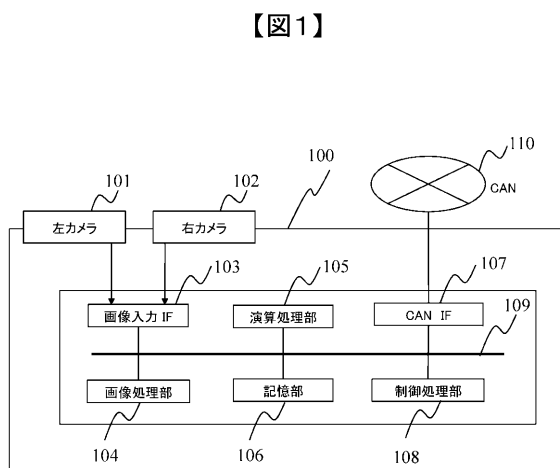
【0062】

100、100' 画像認識装置、101、102 カメラ、103 画像入力インタフェース、104 画像処理部、105 演算処理部、106 記憶部、107 CAN インタフェース、108 制御処理部、109 内部バス、110 車載ネットワーク CAN

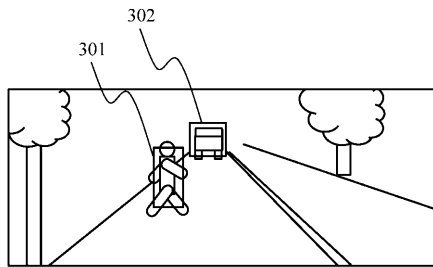
20

【図 1】

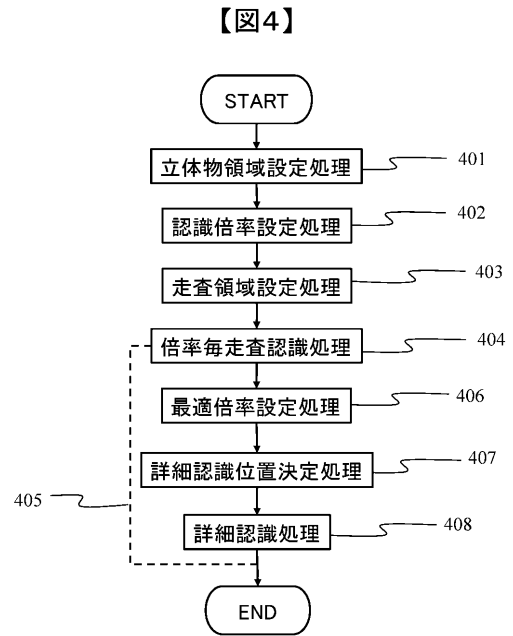
【図 2】



【図3】

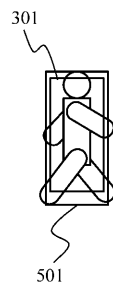


【図4】



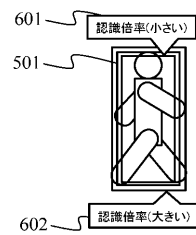
【図5】

【図5】



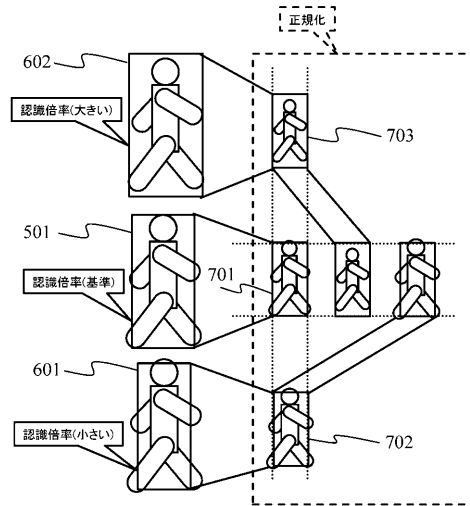
【図6】

【図6】



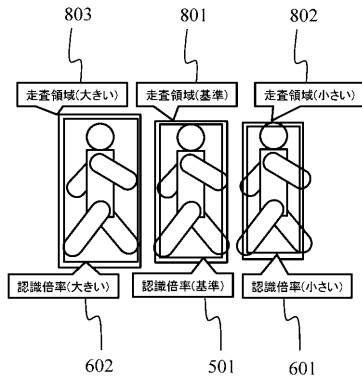
【図 7】

【図7】



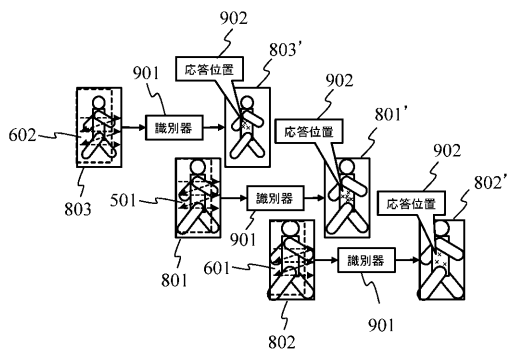
【図 8】

【図8】



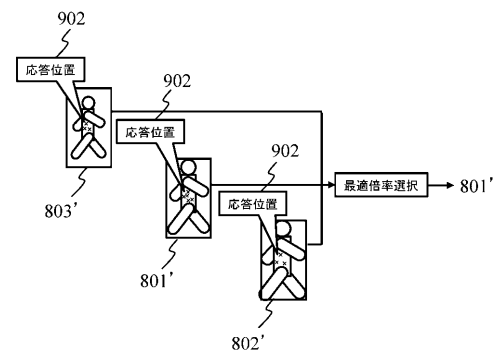
【図 9】

【図9】



【図 10】

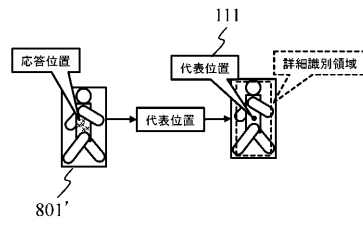
【図10】



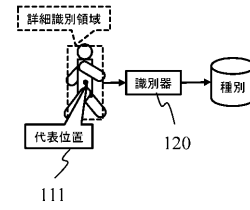
【図 1 1】

【図 1 2】

【図11】

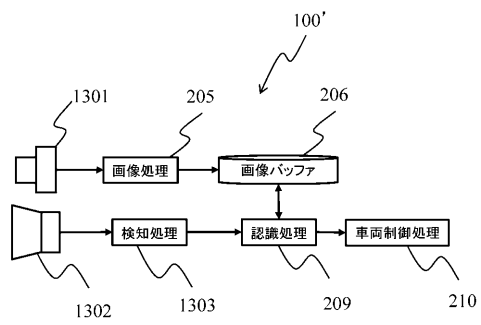


【図12】



【図 1 3】

【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 大塚 裕史

茨城県ひたちなか市高場 2 5 2 0 番地 日立オートモティブシステムズ株式会社内

審査官 真木 健彦

(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 1 6 1 2 4 1 (J P , A)

特開 2 0 0 5 - 3 1 6 6 0 7 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 2 5 0 5 0 1 (J P , A)

特開 2 0 1 0 - 1 2 8 9 1 9 (J P , A)

国際公開第 2 0 1 4 / 1 0 3 4 3 3 (W O , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 6 T 7 / 0 0

G 0 6 T 1 / 0 0

G 0 8 G 1 / 1 6