

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5188429号
(P5188429)

(45) 発行日 平成25年4月24日(2013.4.24)

(24) 登録日 平成25年2月1日(2013.2.1)

(51) Int.Cl.		F I			
G06T	7/00	(2006.01)	G06T	7/00	300D
G06T	1/00	(2006.01)	G06T	1/00	330A
G08G	1/16	(2006.01)	G06T	1/00	315
			G08G	1/16	C

請求項の数 20 (全 42 頁)

(21) 出願番号	特願2009-72100 (P2009-72100)	(73) 特許権者	000005348
(22) 出願日	平成21年3月24日(2009.3.24)		富士重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2010-224918 (P2010-224918A)		東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
(43) 公開日	平成22年10月7日(2010.10.7)	(74) 代理人	100090033
審査請求日	平成23年10月12日(2011.10.12)		弁理士 荒船 博司
		(74) 代理人	100093045
			弁理士 荒船 良男
		(72) 発明者	齋藤 徹
			東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内
		審査官	佐藤 実

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 環境認識装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画素ごとに画像データを有する画像を撮像する撮像手段と、
 前記画像の各画素について実空間上の距離を検出する距離検出手段と、
 前記画像において隣接する複数の画素について、当該複数の画素の各画像データに基づいて当該複数の画素を1つのグループに統合する統合処理手段と、
 前記グループに属する画素に対応する前記実空間上の距離に基づいて、前記グループの実空間上の大きさを算出する算出手段と、
 前記実空間上の大きさが所定の大きさである前記グループに対して、前記グループと予め用意されたテンプレートのいずれかを正規化してテンプレートマッチングを行うことで、前記グループの有意情報を認識するマッチング処理手段と、
 を備え、

前記統合処理手段は、一の前記画素の画像データが所定の閾値以上であり、かつ、前記一の前記画素と同一の画像中の前記一の前記画素より以前に前記画像データが送信された画素であって、前記一の前記画素に隣接する画素の前記画像データが前記所定の閾値以上である場合には、当該一の前記画素および前記隣接する画素を1つのグループに統合することを特徴とする環境認識装置。

【請求項2】

前記統合処理手段は、一の前記画素と同一の画像中の前記一の前記画素より以前に前記画像データが送信された画素であって前記一の前記画素に隣接する画素の前記画像データと前記一

の画素の画像データとの差分が所定の第1閾値未満であり、かつ、前記一の画素より以前に前記画像データが送信された前記隣接する画素が属する前記グループに属する全画素の前記画像データの平均値と前記一の画素の画像データとの差分が所定の第2閾値未満である場合に、前記一の画素および前記隣接する画素を1つのグループに統合することを特徴とする請求項1に記載の環境認識装置。

【請求項3】

前記算出手段は、前記画像上で接していない複数の前記グループについて、前記各グループに属する各画素の前記画像データの平均値同士の差、前記各グループの前記実空間上の距離の差、前記複数のグループを統合した場合の統合されたグループの実空間上の大きさ、形状、実空間上の高さ、および実空間上の傾きの少なくとも1つを算出し、それに基づいて前記複数のグループを統合するか否かを判定し、統合すべきと判定した場合、当該1つのグループに統合して前記テンプレートマッチングの対象とすることを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の環境認識装置。

10

【請求項4】

前記算出手段は、前記グループの実空間上の大きさを、前記グループに属する画素の前記画像上の位置および前記画素に対応する前記実空間上の距離に基づいて算出することを特徴とする請求項3に記載の環境認識装置。

【請求項5】

前記算出手段は、前記グループの形状を、前記グループの前記画像上で占める画素領域の縦方向の1列ごとの画素数または横方向の1行ごとの画素数を算出し、その横方向または縦方向の変化量に基づいて算出することを特徴とする請求項3に記載の環境認識装置。

20

【請求項6】

前記算出手段は、前記グループに属する画素の中に、前記グループに属する他の画素に対応する前記距離との差が所定の閾値以上である画素が存在する場合には、前記グループの形状の算出を中止することを特徴とする請求項5に記載の環境認識装置。

【請求項7】

前記画像を処理して道路面を検出する路面検出手段を備え、

前記算出手段は、前記グループに属する画素に対応する前記実空間上の距離に基づいて前記画素に対応する実空間上の高さを算出し、前記実空間上の高さと同前記路面検出手段が検出した前記道路面の高さとの差分に基づいて、前記グループの実空間上の高さを算出することを特徴とする請求項3に記載の環境認識装置。

30

【請求項8】

前記マッチング処理手段は、前記グループの実空間上の大きさに基づいて、前記グループに対する前記テンプレートの適用位置を特定することを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか一項に記載の環境認識装置。

【請求項9】

前記マッチング処理手段は、前記グループに属する画素の画像データに基づいて前記テンプレートにおける2点とそれぞれ一致する画素エッジを検出し、それに基づいて当該グループと前記テンプレートのいずれかを正規化することを特徴とする請求項1から請求項8のいずれか一項に記載の環境認識装置。

40

【請求項10】

前記マッチング処理手段は、前記グループに属する画素の画像データに基づいて前記テンプレートの2点とそれぞれ一致する画素エッジを検出し、それに基づいて前記グループに対する前記テンプレートの適用位置を特定することを特徴とする請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の環境認識装置。

【請求項11】

前記マッチング処理手段は、実空間上の高さが所定の高さである前記グループに対してテンプレートマッチングを行うことを特徴とする請求項1から請求項10のいずれか一項に記載の環境認識装置。

【請求項12】

50

前記マッチング処理手段は、形状が所定の形状である前記グループに対してテンプレートマッチングを行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 1 のいずれか一項に記載の環境認識装置。

【請求項 1 3】

前記マッチング処理手段は、実空間上の傾きが所定の傾きである前記グループに対してテンプレートマッチングを行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 2 のいずれか一項に記載の環境認識装置。

【請求項 1 4】

前記マッチング処理手段は、前記グループの実空間上の傾きに基づいて、当該グループと前記テンプレートのいずれかを正規化してテンプレートマッチングを行うことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 3 のいずれか一項に記載の環境認識装置。

10

【請求項 1 5】

前記テンプレートは、予め複数種類用意されており、

前記マッチング処理手段は、前記テンプレートマッチングを、前記複数種類のテンプレートについてそれぞれ行い、その中で、算出した一致度が最も良く、かつ、前記一致度が所定の閾値より良い前記テンプレートに対応付けられた情報を、前記有意情報として認識することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 4 のいずれか一項に記載の環境認識装置。

【請求項 1 6】

前記テンプレートは、当該テンプレートを構成する画素に、前記画像の画素が取り得る前記画像データの数値の全範囲を区分する所定個数の数値範囲のいずれかが割り当てられて形成されており、

20

前記マッチング処理手段は、前記テンプレートマッチングを行う際に、前記グループまたは正規化された前記グループの画素の前記画像データが、前記テンプレートまたは正規化された前記テンプレートの対応する画素に割り当てられた前記数値範囲内の値であるか否かに基づいて前記一致度を算出することを特徴とする請求項 1 5 に記載の環境認識装置。

【請求項 1 7】

前記マッチング処理手段は、前記グループに対応する前記撮像対象が移動物と判断された場合には、当該撮像対象に対応する前記グループを前記テンプレートマッチングの対象から除外することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載の環境認識装置。

30

【請求項 1 8】

前記テンプレートは、予め複数種類用意されており、

前記マッチング処理手段は、サンプリング周期ごとに同一の撮像対象として連続して検出された前記グループに対して前記テンプレートごとにそれぞれ算出された一致度をサンプリング周期ごとに加算し、

前記サンプリング周期ごとの加算値に基づいて最も一致する前記テンプレートを選定し、当該選定されたテンプレートに対応付けられた情報を、前記有意情報として認識することを特徴とする請求項 1 から請求項 1 7 のいずれか一項に記載の環境認識装置。

【請求項 1 9】

40

前記画像データは、カラーの画像データであり、

前記所定の閾値は、前記画素ごとのカラーの画像データから赤色の画素を抽出するように設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の環境認識装置。

【請求項 2 0】

前記テンプレートは、前記有意情報に対応する部分は青色に、その他の地の部分は白色に形成されていることを特徴とする請求項 1 9 に記載の環境認識装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、環境認識装置に係り、特に、撮像した画像に対してテンプレートマッチング

50

を行って有意情報を認識する環境認識装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、例えばCCD (Charge Coupled Device) カメラやCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) カメラ等で撮像した画像中から、最高速度制限や車両進入禁止等の有意情報が表示された規制標識等の道路標識を検出する標識検出装置や標識の認識方法が知られている。

【0003】

例えば、特許文献1に記載の標識の認識方法では、カラー画像を撮像するカメラで撮像された各画素の赤(R)、緑(G)、青(B)の色情報を色相(H)、彩度(S)、明度(I)の情報に変換し、閾値により画像データを2値化して画像中の赤色の領域を標識候補として抽出する。そして、標識候補として抽出された画像部分の形状の縦横比や、画像部分中における赤領域の面積比、円形か三角形か等の形状、形状における中心の位置等に基づいて、標識候補が、一時停止や徐行、車両通行止、駐車禁止、追越し禁止等の禁止標識、最高速度制限標識等であると特定するようになっている。

10

【0004】

また、例えば、特許文献2に記載の標識検出装置では、例えば、赤い標識を抽出する場合には、カラー画像のR(赤)、G(緑)、B(青)の各値のうちR以外の値を0とし、閾値によりRの値を2値化して画像中から特定色領域を切り出す。そして、特定色(R)を有する画素の数の、画像の水平方向および垂直方向のヒストグラムを作成し、領域の水平方向の位置座標と垂直方向の位置座標を検出する。

20

【0005】

道路標識の有意情報が表示された部分では、各色の境界がはっきりしており、色の濃淡がほとんどないという特色がある。そこで、特許文献2に記載の標識検出装置等ではその特色を利用して、検出した領域内の各値の最大値やその近傍の値を有する画素の数と、最小値やその近傍の値を有する画素の数とを計数し、それらの画素数の和が領域内の画素数に占める割合が予め設定した閾値よりも大きい場合に、その領域を標識が撮像された領域であると判定する。そして、領域中から有意情報を抽出してディスプレイに表示して、使用者(運転者)に道路標識を報知するようになっている。

【0006】

30

しかし、これらの方法や装置では、撮像された画像中から道路標識が撮像された領域を抽出し、特に特許文献1に記載の標識の認識方法では、道路標識が一時停止や最高速度制限標識等であることを特定することができるようになっているが、例えば、最高速度制限が実際に時速 $k\text{ m/h}$ に制限されているかまでは検出できず、道路標識の有意情報の具体的な内容を装置自体が認識することができない。

【0007】

そのため、特許文献2に記載された装置のように、画像中から抽出した有意情報をディスプレイに表示する等して使用者に報知して、その具体的な内容を使用者に認識させるしかないが、それでは、上記の技術を、例えば検出した道路標識の有意情報に表示されている最高速度制限等の具体的な内容に基づいて装置自らが自車両の速度や進行方向を自動的に、すなわち運転者による認識や操作を介さずに制御する車両の自動制御技術等に適用することができない。

40

【0008】

一方、画像中の有意情報を抽出する技術としては、従来から、テンプレートを用いたテンプレートマッチングの技術が知られている。テンプレートマッチングの技術では、例えば、画像に対して例えば図24に示すような画素配列を有するテンプレートTeを移動させながら画像中の各画素領域の画素配列とテンプレートTeの画素配列とを比較し、最も一致度が高い画素領域を画像中から抽出する。

【0009】

そして、例えば「30」、「40」、「60」等の最高速度の表示に対応する画素配列

50

をそれぞれ有する数種類のテンプレートについても同様の処理を行い、その中で、抽出した画素領域との一致度が最も高いものを選択することで、装置は、画像中に撮像された道路標識の有意情報の具体的な内容を、選択したテンプレートに予め対応付けられた最高速度等の内容として認識することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特許第3006471号公報

【特許文献2】特開2002-42131号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

しかし、このような従来のテンプレートマッチング技術では、画面全体からテンプレートT_eの画素配列と一致度が高い画素領域を、各画素を総当たりして探すため、検索すべき画素数が非常に多く、しかも、それを複数の種類のテンプレートについて行わなければならない、検索に非常に時間がかかるという問題があった。

【0012】

そこで、上記の特許文献1や特許文献2に記載された手法を用いて画像中に道路標識が撮像された領域を特定することが考えられるが、それらの手法では、画像に対して煩雑な処理を種々行わなければならない、結局、処理に時間がかかってしまう。また、画像データの2値化や圧縮処理等を伴うため、もともと画像データが有している豊富な情報量を有効に使うことができないといった問題もあった。

20

【0013】

また、撮像された道路標識の画像中での見かけ上の大きさはカメラと道路標識との距離に応じて変わるため、画像に当てるテンプレートT_eの大きさをカメラと道路標識との距離に対応させて変化させる必要があるが、上記の特許文献1や特許文献2に記載された手法では、道路標識までの距離が検出されない。そのため、画像に当てるべきテンプレートの大きさを特定できないといった問題もある。

【0014】

例えば、走行している車両に搭載されたカメラから道路脇に設置された道路標識を撮像すると、道路標識の画像中での見かけ上の大きさが時々刻々変化する。そして、通常、カメラからは毎秒数フレームから数十フレームの画像が送信されてくるが、それに対応して、各フレームごとに画像中から道路標識等を的確に抽出し、それに表示された有意情報の内容を的確に認識することが可能な技術の開発が望まれる。

30

【0015】

また、認識した有意情報の内容を、前述した車両の自動制御技術等に応用するためには、それをリアルタイムで処理することが望まれる。

【0016】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、画像中から道路標識等における有意情報を抽出し、その内容をリアルタイムで的確に認識することが可能な環境認識装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0017】

前記の問題を解決するために、第1の発明は、
 環境認識装置において、
 画素ごとに画像データを有する画像を撮像する撮像手段と、
 前記画像の各画素について実空間上の距離を検出する距離検出手段と、
 前記画像において隣接する複数の画素について、当該複数の画素の各画像データに基づいて当該複数の画素を1つのグループに統合する統合処理手段と、
 前記グループに属する画素に対応する前記実空間上の距離に基づいて、前記グループの

50

実空間上の大きさを算出する算出手段と、

前記実空間上の大きさが所定の大きさである前記グループに対して、前記グループと予め用意されたテンプレートのいずれかを正規化してテンプレートマッチングを行うことで、前記グループの有意情報を認識するマッチング処理手段と、
を備え、

前記統合処理手段は、一の前記画素の画像データが所定の閾値以上であり、かつ、前記一の画素と同一の画像中の前記一の画素より以前に前記画像データが送信された画素であって、前記一の画素に隣接する画素の前記画像データが前記所定の閾値以上である場合には、当該一の画素および前記隣接する画素を1つのグループに統合することを特徴とする。

10

【0019】

第2の発明は、第1の発明の環境認識装置において、前記統合処理手段は、一の前記画素と同一の画像中の前記一の画素より以前に前記画像データが送信された画素であって前記一の画素に隣接する画素の前記画像データと前記一の画素の画像データとの差分が所定の第1閾値未満であり、かつ、前記一の画素より以前に前記画像データが送信された前記隣接する画素が属する前記グループに属する全画素の前記画像データの平均値と前記一の画素の画像データとの差分が所定の第2閾値未満である場合に、前記一の画素および前記隣接する画素を1つのグループに統合することを特徴とする。

【0020】

第3の発明は、第1又は第2の発明の環境認識装置において、前記算出手段は、前記画像上で接していない複数の前記グループについて、前記各グループに属する各画素の前記画像データの平均値同士の差、前記各グループの前記実空間上の距離の差、前記複数のグループを統合した場合の統合されたグループの実空間上の大きさ、形状、実空間上の高さ、および実空間上の傾きの少なくとも1つを算出し、それに基づいて前記複数のグループを統合するか否かを判定し、統合すべきと判定した場合、当該1つのグループに統合して前記テンプレートマッチングの対象とすることを特徴とする。

20

【0021】

第4の発明は、第3の発明の環境認識装置において、前記算出手段は、前記グループの実空間上の大きさを、前記グループに属する画素の前記画像上の位置および前記画素に対応する前記実空間上の距離に基づいて算出することを特徴とする。

30

【0022】

第5の発明は、第3の発明の環境認識装置において、前記算出手段は、前記グループの形状を、前記グループの前記画像上で占める画素領域の縦方向の1列ごとの画素数または横方向の1行ごとの画素数を算出し、その横方向または縦方向の変化量に基づいて算出することを特徴とする。

【0023】

第6の発明は、第5の発明の環境認識装置において、前記算出手段は、前記グループに属する画素の中に、前記グループに属する他の画素に対応する前記距離との差が所定の閾値以上である画素が存在する場合には、前記グループの形状の算出を中止することを特徴とする。

40

【0024】

第7の発明は、第3の発明の環境認識装置において、
前記画像を処理して道路面を検出する路面検出手段を備え、
前記算出手段は、前記グループに属する画素に対応する前記実空間上の距離に基づいて前記画素に対応する実空間上の高さを算出し、前記実空間上の高さと同様に前記路面検出手段が検出した前記道路面の高さとの差分に基づいて、前記グループの実空間上の高さを算出することを特徴とする。

【0025】

第8の発明は、第1から第7のいずれかの発明の環境認識装置において、前記マッチング処理手段は、前記グループの実空間上の大きさに基づいて、前記グループに対する前記

50

テンプレートの適用位置を特定することを特徴とする。

【0026】

第9の発明は、第1から第8のいずれかの発明の環境認識装置において、前記マッチング処理手段は、前記グループに属する画素の画像データに基づいて前記テンプレートにおける2点とそれぞれ一致する画素エッジを検出し、それに基づいて当該グループと前記テンプレートのいずれかを正規化することを特徴とする。

【0027】

第10の発明は、第1から第9のいずれかの発明の環境認識装置において、前記マッチング処理手段は、前記グループに属する画素の画像データに基づいて前記テンプレートの2点とそれぞれ一致する画素エッジを検出し、それに基づいて前記グループに対する前記テンプレートの適用位置を特定することを特徴とする。

10

【0028】

第11の発明は、第1から第10のいずれかの発明の環境認識装置において、前記マッチング処理手段は、実空間上の高さが所定の高さである前記グループに対してテンプレートマッチングを行うことを特徴とする。

【0029】

第12の発明は、第1から第11のいずれかの発明の環境認識装置において、前記マッチング処理手段は、形状が所定の形状である前記グループに対してテンプレートマッチングを行うことを特徴とする。

【0030】

20

第13の発明は、第1から第12のいずれかの発明の環境認識装置において、前記マッチング処理手段は、実空間上の傾きが所定の傾きである前記グループに対してテンプレートマッチングを行うことを特徴とする。

【0031】

第14の発明は、第1から第13のいずれかの発明の環境認識装置において、前記マッチング処理手段は、前記グループの実空間上の傾きに基づいて、当該グループと前記テンプレートのいずれかを正規化してテンプレートマッチングを行うことを特徴とする。

【0032】

第15の発明は、第1から第14のいずれかの発明の環境認識装置において、前記テンプレートは、予め複数種類用意されており、前記マッチング処理手段は、前記テンプレートマッチングを、前記複数種類のテンプレートについてそれぞれ行い、その中で、算出した一致度が最も良く、かつ、前記一致度が所定の閾値より良い前記テンプレートに対応付けられた情報を、前記有意情報として認識することを特徴とする。

30

【0033】

第16の発明は、第15の発明の環境認識装置において、前記テンプレートは、当該テンプレートを構成する画素に、前記画像の画素が取り得る前記画像データの数値の全範囲を区分する所定個数の数値範囲のいずれかが割り当てられて形成されており、

前記マッチング処理手段は、前記テンプレートマッチングを行う際に、前記グループまたは正規化された前記グループの画素の前記画像データが、前記テンプレートまたは正規化された前記テンプレートの対応する画素に割り当てられた前記数値範囲内の値であるか否かに基づいて前記一致度を算出することを特徴とする。

40

【0034】

第17の発明は、第1から第16のいずれかの発明の環境認識装置において、前記マッチング処理手段は、前記グループに対応する前記撮像対象が移動物と判断された場合には、当該撮像対象に対応する前記グループを前記テンプレートマッチングの対象から除外することを特徴とする。

【0035】

第18の発明は、第1から第17のいずれかの発明の環境認識装置において、

50

前記テンプレートは、予め複数種類用意されており、

前記マッチング処理手段は、サンプリング周期ごとに同一の撮像対象として連続して検出された前記グループに対して前記テンプレートごとにそれぞれ算出された一致度をサンプリング周期ごとに加算し、

前記サンプリング周期ごとの加算値に基づいて最も一致する前記テンプレートを選定し、当該選定されたテンプレートに対応付けられた情報を、前記有意情報として認識することを特徴とする。

【0036】

第19の発明は、第1の発明の環境認識装置において、

前記画像データは、カラーの画像データであり、

前記所定の閾値は、前記画素ごとのカラーの画像データから赤色の画素を抽出するように設定されていることを特徴とする。

【0037】

第20の発明は、第19の発明の環境認識装置において、前記テンプレートは、前記有意情報に対応する部分は青色に、その他の地の部分は白色に形成されていることを特徴とする。

【発明の効果】

【0038】

第1の発明によれば、撮像手段により撮像された画像の各画素の画像データに基づいて各画素を各グループに統合し、統合された各グループまたはテンプレートを正規化してテンプレートマッチングを行う。従来のテンプレートマッチング技術では、各画素を総当りして画面全体からテンプレートの画素配列と一致度が高い画素領域を検索するため、検索すべき画素数が非常に多く、検索に非常に時間がかかったが、第1の発明によれば、画像中に統合されて検出された各グループのみに対してテンプレートマッチングを行うだけであるため、テンプレートマッチングに要する時間を格段に短縮することが可能となる。

【0039】

しかも、第1の発明では、画像の各画素について実空間上の距離を算出してグループの実空間上の大きさを算出し、実空間上の大きさが所定の大きさであるグループのみに対してテンプレートマッチングを行うため、テンプレートマッチングに要する時間がさらに短縮され、テンプレートマッチングのさらなる高速化を図ることが可能となる。そして、例えば撮像手段から毎秒数フレームから数十フレームの画像が送信されてきても、各フレームごとに画像中から道路標識等を的確に抽出することが可能となり、リアルタイムで処理を行うことが可能となる。

【0040】

さらに、第1の発明では、テンプレートを用いたテンプレートマッチングで画像から有意情報を抽出するため、画像中に有意情報が撮像されているか否かを的確に判定し、有意情報が撮像されている場合には、使用者による認識や操作等を介さずに有意情報の内容を環境認識装置自体が的確に認識することが可能となる。そのため、例えば環境認識装置が車両に搭載されており、道路標識を認識するように構成されている場合には、環境認識装置自体が道路標識に標示された有意情報の内容を自動的に認識することが可能となり、車両の自動制御技術等に応用することが可能となる。

【0041】

また、第1の発明によれば、前記発明の効果に加え、撮像手段から送信されてきた一の画素の画像データと、より以前に画像データが送信された一の画素に隣接する画素の画像データとが所定の閾値以上である場合に、それらの画素を1つのグループに統合するため、統合処理手段に1画像分の全画素の画像データの入力を待たずに各画素の画像データが順次入力されるのと同様並行で各画素の画像データの値に基づいて処理を行うことが可能となり、統合処理手段等における処理をリアルタイムで行うことが可能となる。

【0042】

第2の発明によれば、前記各発明の効果に加え、撮像手段から送信されてきた一の画素

10

20

30

40

50

の画像データと、より以前に画像データが送信された一の画素に隣接する画素の画像データとが所定の閾値以上である場合に、それらの画素を1つのグループに統合するため、統合処理手段に1画像分の全画素の画像データの入力を待たずに各画素の画像データが順次入力されると同時に並行で各画素の画像データの値に基づいて処理を行うことが可能となるため、統合処理手段等における処理をリアルタイムで行うことが可能となる。

【0043】

また、画像に撮像された1つの撮像対象を一体的に1つのグループとして統合して抽出した後に、それらのグループに対してテンプレートマッチングを行うことが可能となるため、例えば曲面上に有意情報が表示されているような場合にも的確に有意情報の内容を認識することが可能となる。

10

【0044】

第3の発明によれば、画像上で接していない複数のグループを、各グループに属する各画素の画像データの平均値同士の差等に基づいてさらに1つのグループに統合してマッチング処理手段におけるテンプレートマッチングの対象とすることで、画像中に撮像されている撮像対象に対応して1つのグループに統合されるべきグループがノイズ等により複数のグループに分割されてしまっているような場合に、ノイズ等の影響を排除して、分割された複数のグループを本来の1つのグループに統合することが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

【0045】

第4の発明によれば、前記各発明の効果に加え、各グループや統合されたグループの実空間上の大きさを各画素の画像上の画素位置と各画素に対応する実空間上の距離に基づいて算出することで、三角測量の原理に基づいてそれらのグループの空間上の大きさを的確に算出することが可能となる。

20

【0046】

第5の発明によれば、前記各発明の効果に加え、各グループや統合されたグループの形状を画像上で占める画素領域の縦方向の1列ごとまたは横方向の1行ごとに算出された画素数の横方向または縦方向の変化量に基づいて算出することで、変化量が一旦増加した後、減少に転じるように変化した場合に、グループの形状が少なくとも円形状や三角形状、方形形状であることを把握することが可能となり、グループの形状を的確に把握することが可能となる。

30

【0047】

第6の発明によれば、各グループや統合されたグループに属する各画素の中に、グループ中の他の画素に対応する実空間上の距離との差が大きい画素が存在する場合には、1つのグループとして統合された各画素の中に複数の異なる撮像対象が撮像された画素が混在する状態であると考えられるため、そのようなグループの形状を1つの撮像対象に対応する形状と見なすべきではない。そして、このような場合に、グループの形状の算出を中止することで、当該グループをテンプレートマッチングの対象から除外されるようにすることが可能となり、前記各発明の効果が的確に発揮される。

【0048】

第7の発明によれば、路面検出手段で道路面を検出し、それに基づいて画像の各画素に対応する実空間上の各点の道路面からの高さを算出することが可能となり、例えば道路面から1m程度の高さに設置されるようになっている道路標識とそれ以外の撮像対象とを道路面からの高さに基づいて的確に判別することが可能となる。そのため、実空間上の道路面からの高さが抽出すべき認識対象の高さと異なるグループをテンプレートマッチングの対象から除外することが可能となり、無駄なテンプレートマッチングを行う必要がなくなるため、テンプレートマッチングに要する時間がさらに短縮され、テンプレートマッチングのさらなる高速化を図ることが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

40

【0049】

第8の発明によれば、所定の大きさを有する撮像対象において有意情報が表示されてい

50

る位置が予め分かっている場合に、グループの実空間上の大きさに基づいてテンプレートの適用位置を特定してテンプレートマッチングを行うことで、テンプレートを適用する画像上の範囲を限定することが可能となり、テンプレートマッチングに要する時間がさらに短縮され、テンプレートマッチングの高速化を図ることが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

【0050】

第9の発明によれば、グループ内に各画素エッジを検出して、それらにテンプレートにおける2点を一致させるようにグループやテンプレートを正規化することで、画像上に撮像されたグループの各画素エッジ間の画素数に即してテンプレート等を正規化することが可能となり、テンプレートマッチングを的確に行うことが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

10

【0051】

第10の発明によれば、グループ内の各画素エッジとテンプレートの2点とを一致させるようにテンプレートを適用すればよいため、テンプレートを適用する画像上の範囲を限定することが可能となり、テンプレートマッチングに要する時間がさらに短縮され、テンプレートマッチングの高速化を図ることが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

【0052】

第11、第12および第13の各発明によれば、有意情報を認識する対象の実空間上の高さや形状や傾きが予め分かっている場合に、それらが所定の高さ、形状、傾きであるグループのみに対してテンプレートマッチングを行うことで、無駄なテンプレートマッチングを行う必要がなくなるため、テンプレートマッチングに要する時間がさらに短縮され、テンプレートマッチングのさらなる高速化を図ることが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

20

【0053】

第14の発明によれば、前記各発明の効果に加え、グループやテンプレートを正規化する際に、グループの実空間上の傾きに基づいて縦方向や横方向の画素数の変換比率をそれぞれ独立に変えて正規化して適用するように構成することで、有意情報の認識対象が撮像手段に対して傾きを有する場合でも、グループやテンプレートを的確に正規化して適用してテンプレートマッチングを行うことが可能となり、テンプレートマッチングをよりの確に行うことが可能となる。

30

【0054】

第15の発明によれば、テンプレートを複数種類用意し、その中で、算出した一致度が最も良く、かつ、一致度が所定の閾値より良いテンプレートに対応付けられた情報を有意情報として認識することで、有意情報の内容を一致度が最も良いテンプレートに対応付けられた情報として認識することが可能となるとともに、最も一致度が良い場合でもその一致度が所定の閾値より悪い場合には、テンプレートマッチングで認識すべき有意情報が表示された撮像対象が画像中に撮像されていないとの確に判定することが可能となり、前記各発明の効果が的確に発揮されるとともに、テンプレートマッチングの確実性や安定性を向上させることが可能となる。

40

【0055】

第16の発明によれば、テンプレートまたは正規化されたテンプレートの各画素ごとにグループまたは正規化されたグループの対応する画素の画像データが数値範囲内にあるかを判定して所定値を加算するだけで一致度を算出することが可能となるため、一致度の計算処理の処理負荷が格段に軽減されるとともに、より迅速に一致度を算出することが可能となり、テンプレートマッチングに要する時間がさらに短縮され、テンプレートマッチングのさらなる高速化を図ることが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

【0056】

第17の発明によれば、例えば、道路標識のように道路に設置された撮像対象中から有

50

意情報を認識する際に、同一の撮像対象が連続して撮像されたグループとして検出されたグループに対応する撮像対象が道路面に対して移動する移動物である場合には、テンプレートマッチングの対象とする必要がない。そのため、このような場合に、移動物である撮像対象に対応する前記グループをテンプレートマッチングの対象から除外することで、無駄なテンプレートマッチングを行う必要がなくなるため、テンプレートマッチングに要する時間がさらに短縮され、テンプレートマッチングのさらなる高速化を図ることが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

【 0 0 5 7 】

第 1 8 の発明によれば、前回以前のサンプリング周期で、テンプレートとグループとの一致度が悪く、加算値が低ければ、今回のサンプリング周期で誤検出等により同一の撮像対象が連続して撮像されたグループに対して当該テンプレートの一致度が最も良く、かつ、一致度が所定の閾値より良い場合でも、当該テンプレートがただちに検出されることがなくなる。そのため、今回のサンプリング周期で何らかの原因で誤ってグループに対して一致度が最も良く検出され、かつ、一致度が所定の閾値より良いと判定されたテンプレートが検出されたとしても、その誤検出されたテンプレートに対応付けられた情報を有意情報の内容として誤認識することを確実に防止することが可能となり、前記各発明の効果がよりの確に発揮される。

10

【 0 0 5 8 】

第 1 9 の発明によれば、例えば、道路標識の中でも赤色の部分を多く含む最高速度制限や一時停止、徐行、車両通行止、駐車禁止、追越し禁止等の規制標識が撮像された画素を的確に抽出してグループとすることが可能となり、規制標識を的確に抽出してその有意情報を有効に認識することが可能となる。そのため、規制標識に標示された有意情報を認識するために本発明の環境認識装置を用いる場合等に、前記各発明の効果が的確に発揮される。

20

【 0 0 5 9 】

第 2 0 の発明によれば、例えば、道路標識の中でも赤色の部分を多く含む規制標識に標示された有意情報を認識する際に、有意情報が青色で標示され、その他の地の部分が白色で標示された最高速度制限を表す規制標識を的確に抽出することが可能となる。そのため、特に最高速度制限を表す規制標識に標示された有意情報を認識するために本発明の環境認識装置を用いる場合等に、前記各発明の効果が的確に発揮される。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 6 0 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態に係る環境認識装置の構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 撮像手段で撮像される画像の例を示す図である。

【 図 3 】 距離検出手段のイメージプロセッサによるステレオマッチング処理を説明する図である。

【 図 4 】 作成された距離画像の例を示す図である。

【 図 5 】 基準画像の水平ライン上を探索して検出された車線候補点の例を説明する図である。

【 図 6 】 自車両の左右に検出された車線の例を説明する図である。

40

【 図 7 】 形成された車線モデルの例を説明する図であり、(A) は Z - X 平面上の水平形状モデル、(B) は Z - Y 平面上の道路高モデルを表す。

【 図 8 】 第 1 の実施形態における統合処理手段等の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 9 】 第 1 の実施形態における統合処理手段等の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 1 0 】 入力された一の画素と既に入力されている左に隣接する画素とを説明する図である。

【 図 1 1 】 入力された一の画素と既に入力されている下に隣接する画素とを説明する図である。

50

【図12】(A)一の画素の下に隣接する画素が属するグループと左に隣接する画素が属するグループが別のグループである例を説明する図であり、(B)2つのグループが一の画素と統合されて1つのグループになる例を説明する図である。

【図13】孤立した状態となったグループの例を説明する図である。

【図14】グループに属する各画素に対応する実空間上の各点をX-Z平面にプロットした例を説明する図である。

【図15】グループに属する各画素に対応する実空間上の各点をY-Z平面にプロットした例を説明する図である。

【図16】2つのグループが統合されたグループの例を説明する図である。

【図17】テンプレートの例および開始点、終了点を説明する図である。

10

【図18】基準画像上のグループの例を説明する図である。

【図19】第2の実施形態における統合処理手段等の処理手順を示すフローチャートである。

【図20】第2の実施形態における統合処理手段等の処理手順を示すフローチャートである。

【図21】一の画素と左に隣接する画素が属するグループの例を説明する図である。

【図22】一の画素と下に隣接する画素が属するグループの例を説明する図である。

【図23】(A)2つの画素が一の画素の左および下に隣接するグループの例を説明する図であり、(B)一の画素が左に隣接する画素とグループ化されたため下に隣接する画素ともグループ化される例を説明する図である。

20

【図24】テンプレートの例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0061】

以下、本発明に係る環境認識装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0062】

なお、以下では、環境認識装置を自動車等の車両に搭載し、道路脇に設置された道路標識を撮像して最高速度等の有意情報を認識する場合について説明するが、これに限定されず、種々の用途に用いることができる。

【0063】

[第1の実施の形態]

30

第1の実施形態に係る環境認識装置1は、図1に示すように、撮像手段2や距離検出手段6、統合処理手段10や算出手段11、マッチング処理手段12等を有する処理部9を備えて構成されている。

【0064】

なお、距離検出手段6等を含む処理部9の上流側の構成については、本願出願人により先に提出された特開2006-72495号公報等に詳述されており、構成の詳細な説明はそれらの公報に委ねる。以下、簡単に説明する。

【0065】

本実施形態では、撮像手段2は、互いに同期が取られたCCDやCMOSセンサ等のイメージセンサがそれぞれ内蔵され、例えば車両のルームミラー近傍に車幅方向に所定の間隔をあけて取り付けられた一对のメインカメラ2aおよびサブカメラ2bからなるステレオカメラであり、所定のサンプリング周期で撮像して、一对の画像を出力するように構成されている。

40

【0066】

一对のカメラのうち、メインカメラ2aは運転者に近い側のカメラであり、例えば図2に示すような画像Tを撮像するようになっている。なお、以下では、このメインカメラ2aで撮像された画像Tについて各画素pの統合処理等を行う場合について説明する。また、サブカメラ2bで撮像された画像と区別するために、以下、メインカメラ2aで撮像された画像Tを基準画像T、サブカメラ2bで撮像された画像を比較画像という。

【0067】

50

なお、本実施形態では、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a およびサブカメラ 2 b では、それぞれモノクロの画像データ D が取得されるようになっているが、R G B 値等で表されるカラーの画像データを撮像する撮像手段を用いることも可能であり、その場合についても本発明が適用される。

【 0 0 6 8 】

また、本実施形態では、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a およびサブカメラ 2 b で基準画像 T や比較画像を撮像する場合、図 2 に示すように、基準画像 T 等の各水平ライン j の最も左側の画素から撮像を開始し、その後、順に右方向に走査していく。また、走査する水平ライン j を最も下側のラインから順に上方に切り替えながら撮像するようにして、各画素ごとに撮像された順に基準画像 T と比較画像の各画像データ D がそれぞれ変換手段 3 に

10

【 0 0 6 9 】

変換手段 3 は、一对の A / D コンバータ 3 a、3 b で構成されており、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a およびサブカメラ 2 b で各画素ごとに撮像された基準画像 T と比較画像の各画像データ D がそれぞれ順次送信されてくると、各画像データ D をそれぞれ例えば 2 5 6 階調のグレースケールの輝度としてのデジタル値の画像データ D に変換して画像補正部 4 に出力するようになっている。

【 0 0 7 0 】

画像補正部 4 は、送信されてきた基準画像 T と比較画像の各画像データ D に対してずれやノイズの除去、輝度の補正等の画像補正をそれぞれ順次行い、画像補正した基準画像 T と比較画像の各画像データ D を画像データメモリ 5 に順次格納するとともに、処理部 9 に順次送信するようになっている。また、画像補正部 4 は、画像補正した基準画像 T と比較画像の各画像データ D を距離検出手段 6 にも順次送信するようになっている。

20

【 0 0 7 1 】

距離検出手段 6 のイメージプロセッサ 7 では、基準画像 T と比較画像の各画像データに対して順次ステレオマッチング処理やフィルタリング処理を施して、実空間上の距離に対応する視差 d_p を基準画像 T の各画素ごとに順次算出するようになっている。

【 0 0 7 2 】

イメージプロセッサ 7 におけるステレオマッチング処理では、基準画像 T と比較画像 T c の各画像データ D が送信されてくると、図 3 に示すように、基準画像 T 上に例えば 3×3 画素や 4×4 画素等の所定の画素数の基準画素ブロック P B を設定し、基準画素ブロック P B に対応する比較画像 T c 中のエピポーラライン E P L 上の基準画素ブロック P B と同形の各比較画素ブロック P B c について、下記 (1) 式に従って当該基準画素ブロック P B との輝度パターンの差異である S A D 値を算出し、S A D 値が最小の比較画素ブロック P B c を特定するようになっている。

30

$$S A D = | D_{1s,t} - D_{2s,t} | \dots (1)$$

【 0 0 7 3 】

なお、上記 (1) 式において、 $D_{1s,t}$ は基準画素ブロック P B 中の各画素の画像データ D を表し、 $D_{2s,t}$ は比較画素ブロック P B c 中の各画素の画像データ D を表す。また、上記の総和は、基準画素ブロック P B や比較画素ブロック P B c が例えば 3×3 画素の領域として設定される場合には $1 \leq s \leq 3$ 、 $1 \leq t \leq 3$ の範囲、 4×4 画素の領域として設定される場合には $1 \leq s \leq 4$ 、 $1 \leq t \leq 4$ の範囲の全画素について計算される。

40

【 0 0 7 4 】

イメージプロセッサ 7 は、このようにして基準画像 T の各基準画素ブロック P B について、特定した比較画素ブロック P B c の比較画像 T c 上の位置と当該基準画素ブロック P B の基準画像 T 上の位置から視差 d_p を順次算出するようになっている。以下、基準画像 T の各画素に視差 d_p を割り当てた画像を距離画像という。また、このようにして各画素ごとに算出された視差 d_p の情報すなわち距離画像は、距離検出手段 6 の距離データメモリ 8 に順次格納されるとともに、処理部 9 に順次送信されるようになっている。

【 0 0 7 5 】

50

なお、実空間上で、前記一対のカメラ 2 a、2 b の中央真下の道路面上の点を原点とし、自車両の車幅方向（すなわち水平方向）を X 軸方向、車高方向（すなわち高さ方向）を Y 軸方向、車長方向（すなわち距離方向）を Z 軸方向とした場合、実空間上の点（X, Y, Z）と、距離画像上の画素の座標（i, j）および視差 d p とは、下記（2）～（4）式で表される三角測量の原理に基づく座標変換により一意に対応付けることができる。

$$X = CD / 2 + Z \times PW \times (i - IV) \quad \dots (2)$$

$$Y = CH + Z \times PW \times (j - JV) \quad \dots (3)$$

$$Z = CD / (PW \times (dp - DP)) \quad \dots (4)$$

【0076】

上記各式において、CD は一対のカメラの間隔、PW は 1 画素当たりの視野角、CH は一対のカメラの取り付け高さ、IV および JV は自車両正面の無限遠点の距離画像上の i 座標および j 座標、DP は消失点視差を表す。

10

【0077】

また、イメージプロセッサ 7 は、視差 d p の信頼性を向上させる目的から、上記のようなステレオマッチング処理で得られた視差 d p に対してフィルタリング処理を施し、有効とされた視差 d p のみを出力するようになっている。

【0078】

例えば、道路面の映像のみからなる特徴に乏しい 4 x 4 画素の基準画素ブロック PB に対して、比較画像 T c 上でステレオマッチング処理を行っても、比較画像 T c の道路面が撮像されている部分ではすべて相関が高くなるため、対応する比較画素ブロック P B c が特定されて視差 d p が算出されてもその視差 d p の信頼性は低い。そのため、そのような視差 d p はフィルタリング処理を施して無効とし、視差 d p の値として 0 を出力するようになっている。

20

【0079】

したがって、基準画像 T の各画素に、有効に算出された視差 d p を割り当てて（すなわち対応付けて）距離画像 T z を作成すると、距離画像 T z は、例えば図 4 に示すように、基準画像 T 上で有意な特徴を有する部分である撮像対象の辺縁部分（エッジ部分）等に有効な視差 d p が算出された画像となる。なお、距離画像 T z の作成においては、上記（4）式等に従って予め視差 d p を距離 Z 等に換算し、距離 Z 等を基準画像 T の各画素に割り当てて作成するように構成することも可能である。

30

【0080】

本実施形態では、処理部 9 の統合処理手段 10 や算出手段 11、マッチング処理手段 12 等における各処理では、必要に応じて上記（4）式等に従って距離画像 T z の各画素における視差 d p が実空間上の距離 Z に変換されて用いられる。

【0081】

なお、本実施形態では、上記のように、撮像手段 2 としてメインカメラ 2 a とサブカメラ 2 b とを備え、距離検出手段 6 は、それらで撮像された基準画像 T および比較画像 T c に対するステレオマッチング処理により基準画像 T の各画素について実空間上の距離 Z（すなわち視差 d p）を算出するように構成されているが、これに限定されず、撮像手段 2 は例えば単眼のカメラのように 1 枚の画像 T のみを出力するものであってもよい。

40

【0082】

また、距離検出手段 6 は、当該画像 T の各画素について実空間上の距離 Z を算出又は測定して画像 T の各画素に割り当てる機能を有していればよく、例えば自車両前方にレーザー光等を照射してその反射光の情報に基づいて画像 T に撮像された撮像対象までの距離 Z を測定するレーダ装置等で構成することも可能であり、検出の手法は特定の手法に限定されない。

【0083】

処理部 9 は、本実施形態では、図示しない CPU（Central Processing Unit）や ROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）、入出力インターフェース等がバスに接続されたコンピュータで構成されている。処理部 9 は、統合処理手段 10 や算

50

出手段 1 1、マッチング処理手段 1 2 を備えているが、さらに、路面検出手段 1 3 や追跡手段 1 4 を備えている。

【 0 0 8 4 】

なお、処理部 9 において先行車両検出等の他の処理を行うように構成することも可能である。また、処理部 9 に、必要に応じて、車速センサやヨーレートセンサ、ステアリングホイールの舵角を測定する舵角センサ等のセンサ類からの測定値が入力されるように構成することも可能である。

【 0 0 8 5 】

ここで、本実施形態の処理部 9 の統合処理手段 1 0 や算出手段 1 1、マッチング処理手段 1 2 等における処理について説明する前に、路面検出手段 1 3 における処理について説明する。

10

【 0 0 8 6 】

なお、以下の説明において、車線とは、追越し禁止線や路側帯と車道とを区画する区画線等の道路面上に標示された連続線や破線をいう。また、本実施形態では、以下に説明するように、路面検出手段 1 3 は、道路面上に標示された車線を検出し、その検出結果に基づいて道路面を検出するように構成されているが、道路面を検出することができるものであれば以下に説明する形態に限定されない。

【 0 0 8 7 】

路面検出手段 1 3 は、撮像手段 2 により撮像された基準画像 T 中から自車両の左側および右側の車線を検出するようになっている。具体的には、路面検出手段 1 3 は、図 5 に示すように、基準画像 T を用いて、その 1 画素幅の水平ライン j 上を例えば基準画像 T の中央から左右方向に探索し、輝度が隣接する画素の輝度から設定された閾値以上に大きく変化する画素を車線候補点 c_r 、 c_l として検出する。

20

【 0 0 8 8 】

そして、基準画像 T 上の水平ライン j を 1 画素分ずつ上方にシフトさせながら、同様に各水平ライン j 上に車線候補点を検出していく。その際、路面検出手段 1 3 は、検出した車線候補点の視差 d_p 等に基づいて当該車線候補点が道路面上にないと判断した場合には当該車線候補点を車線候補点から除外する。なお、この場合の道路面は、前回のサンプリング周期で検出した道路面に基づいてその後の自車両の挙動等から今回のサンプリング周期における道路面の位置が推定される。そして、残った車線候補点のうち、自車両に近い側の車線候補点に基づいて車線をハフ変換等により直線で近似して自車両の左右にそれぞれ検出する。

30

【 0 0 8 9 】

その際、ハフ変換では種々の直線が候補として算出されるが、例えば自車両の一方の側（例えば右側）に複数の車線が検出される場合には、自車両の他方（例えば左側）に検出した車線との整合性がある車線や、前回のサンプリング周期で検出した車線との整合性がある車線を選ぶ等して、自車両の左右にそれぞれ直線を選別する。

【 0 0 9 0 】

このようにして、自車両に近い側に車線を直線状にそれぞれ検出すると、それより遠い側ではその直線に基づいて直線との位置関係等から車線候補点を選別して結ぶことで、図 6 に示すように自車両の左側および右側にそれぞれ車線 L_R 、 L_L を検出するようになっている。なお、以上の路面検出手段 1 3 の処理構成については、本願出願人が先に提出した特開 2 0 0 6 - 3 3 1 3 8 9 号公報等に詳述されており、詳細な説明は同公報等を参照されたい。

40

【 0 0 9 1 】

路面検出手段 1 3 は、このようにして検出した左右の車線位置 L_R 、 L_L や車線候補点 c_r 、 c_l 等の情報を図示しないメモリに保存するようになっている。

【 0 0 9 2 】

また、路面検出手段 1 3 は、検出した左右の車線位置 L_R 、 L_L や車線候補点の情報に基づいて車線モデルを三次元的に形成するようになっている。本実施形態では、路面検出

50

手段 13 は、図 7 (A)、(B) に示すように、自車両の左右の車線を所定区間ごとに三次元の直線式で近似し、それらを折れ線状に連結して表現した車線モデルを形成するようになっている。なお、図 7 (A) は、Z - X 平面上の車線モデルすなわち水平形状モデル、図 7 (B) は、Z - Y 平面上の車線モデルすなわち道路高モデルを表す。

【0093】

路面検出手段 13 は、このようにして車線モデルを形成して、実空間上における道路面を検出するようになっている。また、路面検出手段 13 は、このようにして形成した車線モデルの情報をそれぞれメモリに保存するようになっている。

【0094】

次に、統合処理手段 10 や算出手段 11、マッチング処理手段 12 等における処理について説明する。

【0095】

統合処理手段 10 は、撮像手段 2 の一方のカメラから画像補正部 4 等を介して画像の各画素の画像データ D が順次送信されてくると、隣接する複数の画素について、当該隣接する複数の画素の各画像データ D に基づいて 1 つのグループに統合するか否かを判定し、統合すべきと判定した場合に 1 つのグループに統合するようになっている。

【0096】

なお、本実施形態では、処理を行う対象として、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a で撮像された基準画像 T を用いるように構成されているが、撮像手段 2 のサブカメラ 2 b で撮像された比較画像 T c を用いるように構成することも可能であり、また、その両方を用いる

【0097】

また、本実施形態では、統合処理手段 10 は、撮像手段 2 のメインカメラ 2 a から基準画像 T の各画素の画像データ D が順次送信されてくると、入力された一の画素（以下、注目画素という。）の画像データ D が所定の閾値 D_{th} 以上であり、かつ、注目画素と同一の画像中の、注目画素より以前に画像データ D が送信された画素であって、注目画素に隣接する画素の画像データ D も前記閾値 D_{th} 以上である場合に、注目画素と隣接する画素とを 1 つのグループに統合すべきと判定して統合するようになっている。

【0098】

そして、統合処理手段 10 は、このように、基準画像 T 中で統合可能な隣接画素同士を統合していくようになっている。なお、上記の閾値 D_{th} は、検出すべき道路標識の種類に応じて変更してもよく、また、道路標識の種類にかかわらず一定値に設定するように構成することも可能であり、適宜設定される。

【0099】

以下、この統合処理手段 10 および算出手段 11 における処理を、図 8 および図 9 に示すフローチャートに従って説明する。

【0100】

なお、本実施形態では、前述したように、撮像手段 2 から各画素の画像データ D が順次出力され、変換手段 3 や画像補正部 4 でそれぞれ処理が行われ、処理された各画像データ D が、順次、処理部 9 に送信されるが、処理部 9 では、各画像データ D が順次入力すると同時並行的に以下の処理が行われる。そのため、1 画像分の全画素の画像データ D の入力を待たずに入力と同時に並行で処理を行うことが可能となるため、統合処理手段 10 や算出手段 11 における処理をリアルタイムで行うことが可能となる。

【0101】

また、以下の説明では、例えば図 2 に示した基準画像 T における画素について、基準画像 T の左下隅の画素を原点とし、右向きに i 軸、上向きに j 軸をとった場合の画素の座標 (i, j) を用いて、画素 $p_{i,j}$ のように表す。また、画素 $p_{i,j}$ の画像データ D を $D_{i,j}$ のように表す。

【0102】

統合処理手段 10 は、まず、撮像手段 2 により撮像が開始されると（図 8 のステップ S

10

20

30

40

50

1)、 i および j の値をそれぞれ0に設定する(ステップS2)。前述したように、撮像手段2で撮像された水平ライン0(すなわち j 座標が0の各画素からなる水平ライン j)上の左端の画素 $p_{0,0}$ (すなわち原点の画素)の画像データ $D_{0,0}$ の処理部9への入力開始されると(ステップS3)、続いて、画素 $p_{1,0}$ 、 $p_{2,0}$ 、 $p_{3,0}$ 、...の画像データ $D_{1,0}$ 、 $D_{2,0}$ 、 $D_{3,0}$ 、...が順次入力される。

【0103】

そして、統合処理手段10は、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了していなければ(ステップS4; NO)、処理が繰り返されるごとに i 座標を1ずつインクリメントして(ステップS5)、設定した注目画素 $p_{i,j}$ (ステップS6)を水平ライン j 上の右隣の画素に移動させながら処理を続ける。

10

【0104】

また、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了すると(ステップS4; YES)、基準画像 T の最上段の水平ラインまで処理が終了していなければ(ステップS7; NO)、処理を行う水平ライン j を1行上方の水平ライン $j+1$ に移行させ、注目画素の i 座標を0に設定して(ステップS8)、画素 $p_{0,j+1}$ を注目画素として(ステップS6)処理を行い、注目画素を画素 $p_{0,j+1}$ から順に右側に移動させながら処理を続行する。

【0105】

次に、注目画素を画素 $p_{i,j}$ に設定(ステップS6)した後の統合処理手段10における処理(図9のステップS9以降)について説明する。

【0106】

統合処理手段10は、まず、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ が前記閾値 D_{th} 以上であるか否かの判定を行い(ステップS9)、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ が閾値 D_{th} 未満であると判定すると(ステップS9; NO)、以下の各処理をスキップして図8のステップS4の判定処理に戻る。

20

【0107】

また、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ が閾値 D_{th} 以上であると判定すると(ステップS9; YES)、統合処理手段10は、続いて、図10に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ が入力されるより以前に入力されており、注目画素 $p_{i,j}$ の左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ について、その画像データ $D_{i-1,j}$ が閾値 D_{th} 以上であるか否かの判定を行う(ステップS10)。

30

【0108】

そして、統合処理手段10は、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ の画像データ $D_{i-1,j}$ も閾値 D_{th} 以上であると判定した場合には(ステップS10; YES)、続いて、図11に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ が入力されるより以前に入力されており、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ について、その画像データ $D_{i,j-1}$ が閾値 D_{th} 以上であるか否かの判定を行う(ステップS11)。

【0109】

統合処理手段10は、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ が閾値 D_{th} 未満であると判定した場合には(ステップS11; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ を、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ とは統合しないが、ステップS10の判定処理で左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ の画像データ $D_{i-1,j}$ は閾値 D_{th} 以上であると判定しているため、注目画素 $p_{i,j}$ と左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とを1つのグループに統合すべきと判定して統合する(ステップS12)。

40

【0110】

なお、上記のステップS10やS11の判定処理や、後述するステップS14の判定処理において、注目画素 $p_{i,j}$ の視差 d_p に基づいて上記(4)式に従って算出される実空間上の距離 $Z_{i,j}$ と、隣接する画素 p の視差 d_p に基づいて算出される実空間上の距離 Z_p とが例えば予め設定された閾値以上であり、注目画素 $p_{i,j}$ や隣接する画素 p に対応する実空間上の各点が大きく離れている場合には、各ステップの判定基準をクリアしても1つのグループに統合しないように構成することも可能である。

50

【 0 1 1 1 】

一方、統合処理手段 10 は、ステップ S 1 1 の判定処理で、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ が閾値 D_{th} 以上であると判定した場合には (ステップ S 1 1 ; YES)、注目画素 $p_{i,j}$ と、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ と、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とを 1 つのグループに統合する (ステップ S 1 3)。

【 0 1 1 2 】

その際、例えば図 1 2 (A) に示すように、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ がグループ g_1 に属し、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が他のグループ g_2 に属している場合、注目画素 $p_{i,j}$ と下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ と左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とを統合すると (ステップ S 1 3)、図 1 2 (B) に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ を介してグループ g_1 とグループ g_2 とが 1 つのグループ g に統合される。

10

【 0 1 1 3 】

一方、統合処理手段 10 は、ステップ S 1 0 の判定処理で、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ の画像データ $D_{i-1,j}$ は閾値 D_{th} 未満であると判定した場合には (ステップ S 1 0 ; NO)、ステップ S 1 4 の判定処理に進み、上記と同様に、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ が閾値 D_{th} 以上であるか否かの判定を行う (ステップ S 1 4)。

【 0 1 1 4 】

そして、統合処理手段 10 は、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ が閾値 D_{th} 以上であると判定した場合には (ステップ S 1 4 ; YES)、ステップ S 1 0 の判定処理で左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ の画像データ $D_{i-1,j}$ は閾値 D_{th} 未満であると判定しているため (ステップ S 1 0 ; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ を、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とは統合せず、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ のみと統合して 1 つのグループとする (ステップ S 1 5)。

20

【 0 1 1 5 】

統合処理手段 10 は、ステップ S 1 2、S 1 3、S 1 5 の処理で、注目画素 $p_{i,j}$ を隣接する画素と統合すると、拡大したグループ g の画素数を更新し、グループ g の左端、右端の画素の各座標や上端、下端の画素の各座標に変更があれば更新する。また、例えば図 1 2 (B) に示したように、複数のグループが統合されて 1 つのグループとされた場合には、1 つに統合されたグループ g のグループ番号を、統合の対象となった複数のグループの各グループ番号のうちの例えば最も小さい番号を選択して更新する (ステップ S 1 6)。

30

【 0 1 1 6 】

また、統合処理手段 10 は、注目画素 $p_{i,j}$ を追加して拡大したグループ g や、複数のグループを統合して 1 つとしたグループ g に属する全画素の画像データ D の平均値 D_{ave} を算出して更新し、また、グループ g に属する各画素の視差 d_p に基づいて上記 (4) 式に従ってそれぞれ実空間上の距離 Z を算出し、その平均値 Z_{ave} (以下、平均距離 Z_{ave} という。) を算出して更新する (ステップ S 1 7)。

【 0 1 1 7 】

なお、距離検出手段 6 におけるフィルタリング処理で視差 d_p が無効とされ、視差 d_p の値として 0 が割り当てられている画素については、実空間上の距離 Z を算出できないため、平均距離 Z_{ave} の算出には用いられない。また、統合処理手段 10 は、ステップ S 1 7 の処理を終了すると、ステップ S 4 の判定処理以降の処理を続行する。

40

【 0 1 1 8 】

一方、統合処理手段 10 は、ステップ S 1 4 の判定処理で、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ が閾値 D_{th} 未満であると判定した場合には (ステップ S 1 4 ; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ を、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とともに下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ ととも統合せず、注目画素 $p_{i,j}$ のみが属する新たなグループとして登録する (ステップ S 1 8)。そして、この新規のグループに新たなグループ番号を付し、グループの画素数を 1 とし、左右端、上下端の画素の各座標をそれぞれ注目画素 $p_{i,j}$ の座標 (i, j)

50

として記録する。

【0119】

また、統合処理手段10は、ステップS14の判定処理で下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ が閾値 D_{th} 未満であると判定し(ステップS14; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ を下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ と統合しなかった結果、今後の処理で新たな画素が追加される可能性がなくなり、基準画像T上で孤立した状態となったグループ g が発生したか否かを判定する(ステップS19)。

【0120】

例えば、図13に示すようなグループ g の場合、今後の処理で、注目画素が同じ水平ライン j 上のさらに右側に設定されても、或いは、処理される水平ライン j が1行上方の水平ライン $j+1$ に移行されても、もはや注目画素がグループ g に統合される可能性はない。そのため、図13に示したようなグループ g が、基準画像T上で孤立した状態となったグループ g となる。

10

【0121】

統合処理手段10は、このように、基準画像T上で孤立した状態となったグループ g が発生したと判定すると(ステップS19; YES)、続いて、そのグループ g に属する全画素の画素数が予め設定された閾値以下か否かを判定し(ステップS20)、画素数が閾値以下であると判定すると(ステップS20; YES)、そのグループ g を登録されたグループの中から削除する(ステップS21)。このような画素数が小さい孤立したグループは、基準画像T中に生じたノイズ等のように無視してよいグループであるからである。

20

【0122】

また、統合処理手段10は、孤立したグループ g が発生していないと判定した場合や(ステップS19; NO)、孤立したグループ g が発生してもその画素数が閾値より多く、比較的大きなグループである場合には(ステップS20; NO)には、そのグループ g を登録されたグループの中から削除せず、ステップS4の判定処理以降の処理を続行する。

【0123】

そして、統合処理手段10は、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了し(図8のステップS4; YES)、基準画像Tの最上段の水平ラインまで処理が終了すると(ステップS7; YES)、基準画像Tの1画像分の処理を終了し、各グループに属する各画素の各座標(i, j)や画素数、左右端の画素の各座標、上下端の画素の各座標等の情報を図示しない記憶手段に保存する。

30

【0124】

また、その際、例えば、各グループの左右端の画素位置の中間点を i 座標とし、上限端の画素位置の中間点を j 座標とする中心点を各グループごとに算出して記憶手段に保存するように構成することも可能である。

【0125】

次に、処理部9の算出手段11では、統合処理手段10で統合して得られた各グループ g について、それらのグループ g に属する各画素 p の視差 d_p に基づき上記(4)式に従って各画素 p に対応する実空間上の距離 Z_p を算出し、さらに、各画素 p の基準画像T上での画素位置(i_p, j_p)と算出した距離 Z_p に基づき上記(2)、(3)式に従って実空間上の X 座標 X_p および Y 座標 Y_p を算出する。すなわち、各画素 p に対応する実空間上の位置(X_p, Y_p, Z_p)をそれぞれ算出する。

40

【0126】

そして、グループ g に属する各画素 p の実空間上の各位置(X_p, Y_p, Z_p)に基づいて、グループ g の実空間上の X 軸方向の大きさ(すなわち X 軸方向の幅)および Y 軸方向の大きさ(すなわち Y 軸方向の幅)を算出する(図8のステップS22)。そして、算出手段11は、この処理を、得られた全てのグループ g について行い、算出した実空間上の大きさを各グループ g にそれぞれ対応付けて記憶手段に保存するようになっている。

【0127】

また、本実施形態では、算出手段11は、各グループ g の実空間上の大きさのほか、各

50

グループ g の形状や実空間上の高さ、実空間上の傾きを算出するようになっている。

【0128】

各グループ g の形状については、本実施形態では、算出手段 11 は、各グループ g が基準画像 T 上で占める画素領域の形状に基づいて特定するようになっている。そして、グループ g の基準画像 T 上の縦方向の 1 列ごとの画素数または横方向の 1 行ごとの画素数を算出し、その横方向または縦方向の変化量に基づいて各グループ g の形状を特定するようになっている。

【0129】

すなわち、例えば最高速度制限を表す道路標識が撮像されたグループ g の場合、道路標識は円形状であるため、グループ g が基準画像 T 上で占める画素領域の形状も円形状になる。そのため、例えばグループ g が占める画素領域の基準画像 T 上の横方向の 1 行ごとの画素数を、各行を例えば基準画像 T の縦方向に移動させながら順次算出していき、各行ごとの画素数が増加する状態が続いた後、減少に転じるように変化した場合には、グループ g の形状が円形状であると特定される。

【0130】

なお、少なくとも道路標識に関しては、その形状が、上記のような円形状 () である場合だけでなく、三角形状 () や方形形状 () である場合もあり、それらの場合も、上記のようにグループ g が占める画素領域の横方向 (または縦方向) の 1 行 (または 1 列) ごとの画素数の分布は、基準画像 T の縦方向 (または横方向) に見た場合、増加する状態が続いた後、減少に転じる。

【0131】

そのため、グループ g の形状をさらに円形状等に限定するために、より詳しい解析を行うように構成することも可能である。しかし、本実施形態では、処理の迅速化を図る目的から、少なくとも、上記のような画素数の分布形状を有するグループ g を、後述するマッチング処理手段 12 におけるテンプレートマッチングの対象となる形状を有するグループとして特定し、各グループ g に処理の対象とすることを表すラベルを付して記憶手段に保存するようになっている。

【0132】

また、例えば瓢箪状の形状等のように、上記のような画素数の分布形状を有しないグループ g については、テンプレートマッチングの対象としないグループとして特定するようになっている。その際、各グループ g に処理の対象としないことを表すラベルを付して記憶手段に保存するよう構成してもよい。

【0133】

なお、本実施形態では、算出手段 11 は、各グループ g に属する各画素の中に、当該グループ g に属する他の画素に対応する距離 Z との差が、所定の閾値以上に離れている実空間上の距離 Z_p を有する画素 p が存在する場合には、そのグループ g については形状の算出を中止するようになっている。この場合、当該グループ g には、処理の対象とすることを表すラベルは付さない。

【0134】

このような場合、1 つのグループ g として統合された各画素 p の中に、複数の異なる撮像対象が撮像された画素 p が混在する状態であると考えられるため、グループ g の形状は例えば 1 つの道路標識の形状を表すものではなく、テンプレートマッチングの対象とすべきでないためである。

【0135】

各グループ g の実空間上の高さについては、本実施形態では、算出手段 11 は、上記のようにして算出したグループ g に属する各画素 p に対応する実空間上の各点の高さ Y_p と、路面検出手段 13 が検出した距離 Z_p における道路面の高さ Y^* の差分を算出して、各点の道路面からの高さ $Y_p - Y^*$ を算出する。そして、各点の道路面からの高さ $Y_p - Y^*$ の平均値や最小値を算出し、それらをグループ g の高さとして各グループ g にそれぞれ対応付けて記憶手段に保存するようになっている。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 6 】

なお、実空間上の距離 Z における道路面の高さ Y^* は、図 7 (B) に示したように、各
 区間ごとの上記の車線モデルから線形補間する等して求めることができる。また、車線モ
 デルは、路面検出手段 1 3 によって今回のサンプリング周期における車線モデルが検出さ
 れていればそれをを用い、今回のサンプリング周期での車線モデルが検出されていなければ
 、前回のサンプリング周期で検出した車線モデルに基づいてその後の自車両の挙動等から
 今回のサンプリング周期における車線モデルが推定されて用いられる。

【 0 1 3 7 】

各グループ g の実空間上の傾きについては、本実施形態では、算出手段 1 1 は、上記の
 ようにして算出したグループ g に属する各画素 p に対応する実空間上の各点の分布の水平
 方向に対する距離方向の傾きや高さ方向に対する距離方向の傾きとして算出するようにな
 っている。

10

【 0 1 3 8 】

具体的には、グループ g に属する各画素 p に対応する実空間上の各点 (X_p, Y_p, Z_p) を $X - Z$ 平面にプロットすると、例えば図 1 4 に示すようにプロットすることができ
 、この各点の分布を直線近似する等して、各点の分布の水平方向 (X 軸方向) に対する距
 離方向 (Z 軸方向) の傾き を算出することができる。

【 0 1 3 9 】

また、グループ g に属する各画素に対応する実空間上の各点を $Y - Z$ 平面にプロットす
 ると、例えば図 1 5 に示すようにプロットすることができ、各点の分布を直線近似する等
 して、各点の分布の高さ方向 (Y 軸方向) に対する距離方向 (Z 軸方向) の傾き を算出
 することができる。

20

【 0 1 4 0 】

算出手段 1 1 は、このようにして算出した実空間上の傾き 、 を各グループ g にそれ
 ぞれ対応付けて記憶手段に保存するようになっている。

【 0 1 4 1 】

一方、統合処理手段 1 0 で上記のようにして隣接する画素 p を統合してグループ g を得
 る場合、基準画像 T 中にノイズ等が入っていると、1 つの道路標識等の撮像対象に対応し
 て本来 1 つのグループに統合されるべき画素領域が、そのノイズ等の影響で複数のグルー
 プ g_1, g_2, \dots に分割されてしまう場合がある。

30

【 0 1 4 2 】

そこで、この問題を解消するためには、本実施形態では、算出手段 1 1 は、統合処理手
 段 1 0 が上記のようにして隣接する画素を統合して各グループ g を得た後、必要に応じて
 、統合処理手段 1 0 での統合処理により得られた各グループ g のうち複数のグループ g_1
 、 g_2, \dots を 1 つのグループ g に統合するようになっている (図 8 のステップ S 2 3) 。

【 0 1 4 3 】

複数のグループ g_1, g_2, \dots を統合する処理としては、例えば、得られた各グループ
 g_1, g_2, \dots の中から 2 つのグループ g_1, g_2 を選出して統合できるか否かを判定し
 、統合した場合には、統合して 1 つのグループとされたグループ g についても他のグルー
 プとさらに統合できるか否かを判定するようにして、各グループ g_1, g_2, \dots を統合し
 ていくように構成することができる。

40

【 0 1 4 4 】

また、複数のグループ g_1, g_2, \dots を統合する基準として、本実施形態では、基準画
 像 T 上で接していない複数のグループ g_1, g_2, \dots について、各グループ $g_1, g_2,$
 \dots に属する各画素 p の画像データ D (本実施形態では輝度) や、各グループ $g_1, g_2,$
 \dots に属する各画素 p に対応する実空間上の距離 Z_p 等に基づいて、複数のグループ $g_1,$
 g_2, \dots を 1 つのグループに統合するか否かを判定し、統合すべきと判定した場合に 1 つ
 のグループ g に統合して、マッチング処理手段 1 2 におけるテンプレートマッチングの対
 象とするようになっている。

【 0 1 4 5 】

50

具体的には、例えば、複数のグループ g_1 、 g_2 、... について、各グループ g_1 、 g_2 、... に属する各画素 p の画像データ D のグループ g_1 、 g_2 、... ごとの平均値 D_{ave} の差が所定の閾値以下で、差が小さい場合には、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を一つのグループに統合すべきである可能性が高い。また、各グループ g_1 、 g_2 、... に属する各画素 p に対応する実空間上の距離 Z_p のグループ g_1 、 g_2 、... ごとの平均距離 Z_{ave} の差が所定の閾値以下で、差が小さい場合にも、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を一つのグループ g に統合すべきである可能性が高い。

【0146】

また、最高速度制限を表す道路標識が撮像されたグループ g を抽出する場合、円形状の道路標識の直径は 60 cm 程度であるから、仮に複数のグループ g_1 、 g_2 、... を統合した場合の統合されたグループ g の実空間上の大きさが直径 60 cm の円内に収まる場合にも、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を一つのグループ g に統合すべきである可能性が高い。

10

【0147】

さらに、仮に複数のグループ g_1 、 g_2 、... を統合した場合の統合されたグループ g の実空間上の形状が直径 60 cm の円内に収まる場合にも、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を一つのグループ g に統合すべきである可能性が高い。

【0148】

また、最高速度制限を表す道路標識は道路面から 1 m 程度の高さに設置されるから、仮に複数のグループ g_1 、 g_2 、... を統合した場合の統合されたグループ g の実空間上での道路面からの高さが 1 m 程度である場合にも、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を一つのグループ g に統合すべきである可能性が高い。なお、グループの実空間上の高さは、グループの中心点またはグループ中の最も低い位置について算出される。

20

【0149】

また、道路標識の有意情報（例えば最高速度）が標示される面は平面状であるから、複数のグループ g_1 、 g_2 、... の水平方向（ X 軸方向）に対する距離方向（ Z 軸方向）の傾き（図 14 参照）や高さ方向（ Y 軸方向）に対する距離方向（ Z 軸方向）の傾き（図 15 参照）が互いに大きく異なる場合には統合すべきではないが、傾き θ_x や傾き θ_y が互いに近接する値である場合には、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を一つのグループ g に統合すべきである可能性が高い。

30

【0150】

算出手段 11 は、上記のような基準に従い、それぞれ予め設定された閾値に基づいて、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を一つのグループ g に統合するか否かを判定し、統合すべきと判定した場合に一つのグループ g に統合して、マッチング処理手段 12 におけるテンプレートマッチングの対象とするようになっている。

【0151】

なお、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を統合した場合の統合されたグループ g の大きさは、複数のグループが例えば図 16 に示したグループ g_1 、 g_2 である場合、図 8 のステップ S22 における処理と同様に、グループ g_1 、 g_2 に属する全画素 p の実空間上の各位置（ X_p 、 Y_p 、 Z_p ）のうち、最も右側にある位置の X 座標 X_{max} と最も左側にある位置の X 座標 X_{min} との差すなわち X 軸方向の幅が統合されたグループ g の実空間上の X 軸方向の大きさとして算出され、最も上側にある位置の Y 座標 Y_{max} と最も下側にある位置の Y 座標 Y_{min} の差すなわち Y 軸方向の幅が統合されたグループ g の実空間上の Y 軸方向の大きさとして算出される。

40

【0152】

また、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を統合した場合の統合されたグループ g の形状も、図 8 のステップ S22 における処理と同様にして、仮に統合された場合のグループ g が基準画像 T 上で占める画素領域の形状に基づいて算出される。そして、統合されたグループ g の基準画像 T 上の縦方向の 1 列ごとの画素数または横方向の 1 行ごとの画素数を算出し、その横方向または縦方向の変化量に基づいてグループ g の形状が特定される。

50

【 0 1 5 3 】

さらに、算出手段 1 1 における各グループ g についての形状等の算出や、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を 1 つのグループ g に統合するか否かの判定において、各グループ g や統合されたグループ g の形状や実空間上の高さ、実空間上の傾き等の全てを算出するように構成すると、演算負荷が重くなり、処理の高速化を図ることができなくなる場合があるため、上記の演算処理のうちいずれかの演算処理を行うかは適宜選択して設定される。

【 0 1 5 4 】

算出手段 1 1 は、上記のように、複数のグループ g_1 、 g_2 、... を 1 つのグループ g に統合した場合には、統合処理手段 1 0 における統合処理のステップ S 1 6、S 1 7 の処理と同様に、統合して形成されたグループ g の画素数やグループ番号を更新し、グループ g の左端、右端の画素の各座標や上端、下端の画素の各座標に変更があれば更新する。

10

【 0 1 5 5 】

また、算出手段 1 1 は、統合して形成されたグループ g に属する全画素の画像データ D の平均値 D_{ave} を算出して更新し、グループ g に属する各画素の視差 d_p に基づいて上記 (4) 式に従ってそれぞれ算出した実空間上の距離 Z の平均値 Z_{ave} すなわち平均距離 Z_{ave} を算出して更新するようになっている。

【 0 1 5 6 】

次に、本実施形態におけるマッチング処理手段 1 2 でのテンプレートマッチングについて説明する。

【 0 1 5 7 】

マッチング処理手段 1 2 には、例えば図 1 7 に示すようなテンプレート T_e が予め用意されている。本実施形態では、基準画像 T 中から、最高速度制限標識における有意情報を抽出して有意情報の内容である最高速度を認識するために、「30」、「40」、「50」、「60」、「80」の各有意情報 (最高速度) に対応する複数種類の各テンプレート T_e が用意されている。

20

【 0 1 5 8 】

なお、この他にも、一時停止や徐行、車両通行止、駐車禁止、追越し禁止等の道路標識における有意情報の内容を認識する場合には、それらの道路標識における有意情報に対応するテンプレートが用意され、また、その他の物体等における有意情報の内容を認識する場合には、それらの物体等における有意情報に対応するテンプレートが用意されることは言うまでもない。

30

【 0 1 5 9 】

そして、マッチング処理手段 1 2 は、本実施形態では、統合処理手段 1 0 での統合処理により得られた各グループ g や、算出手段 1 1 で複数のグループ g_1 、 g_2 、... が統合されて形成されたグループ g の全てのグループ g に対してテンプレートマッチングを行うのではなく、所定の条件を満たすグループ g についてのみテンプレートマッチングを行うようになっている。

【 0 1 6 0 】

本実施形態では、まず、グループ g の実空間上の大きさが、所定の大きさ、すなわち例えば縦横の大きさがそれぞれ 60 cm 以下 (或いは多少余裕を持たせて 80 cm 以下等としてもよい。) のグループ g のみをテンプレートマッチングの対象とし、大きさがそれより大きなグループ g に対してはテンプレートマッチングを行わないようになっている。なお、大きさの範囲に下限を設けてもよい。

40

【 0 1 6 1 】

また、実空間上の高さ $Y_p - Y^*$ が、所定の高さ、すなわち例えば 1 m 以上 (或いは多少余裕を持たせて 0.8 m 以上等としてもよい。) のグループ g のみをテンプレートマッチングの対象とし、高さがそれより低いグループ g に対してはテンプレートマッチングを行わないように構成してもよい。なお、高さの範囲に上限を設けてもよい。

【 0 1 6 2 】

また、形状が、所定の形状、すなわち例えば円形状であるグループ g のみをテンプレ-

50

トマッチングの対象とし、円形状でないグループ g に対してはテンプレートマッチングを行わないように構成してもよい。なお、前述したように、本実施形態では、グループ g の形状に関しては、算出手段 11 における処理で、テンプレートマッチングの対象となる形状を有するグループ g にはラベルが付されているため、マッチング処理手段 12 は、少なくともグループ g の形状に関してはそのラベルを参照して判断するようになっている。

【0163】

また、実空間上の水平方向（ X 軸方向）や高さ方向（ Y 軸方向）に対する距離方向（ Z 軸方向）の傾き θ が、所定の傾き θ_0 、すなわち傾き θ_0 （図14、図15参照）がそれぞれ 0° 近傍の値を有するグループ g のみをテンプレートマッチングの対象とし、傾き θ がその範囲を越えるグループ g に対してはテンプレートマッチングを行わないように構成してもよい。

10

【0164】

このように構成すれば、例えば、自車両の進行方向に略平行に設けられた壁等に描かれた模様等に対応するグループ g の水平方向（ X 軸方向）に対する距離方向（ Z 軸方向）の傾き θ は 90° に近い値として検出されるが、このような場合には、少なくとも自車両に対して最高速度制限を標示する道路標識ではないからテンプレートマッチングを行う必要はない。そのため、そのような場合にテンプレートマッチングを行わないように構成すれば、テンプレートマッチングに要する時間を短縮することが可能となり、テンプレートマッチングの高速化を図ることが可能となる。

【0165】

20

次に、マッチング処理手段 12 は、上記のようにして処理の対象としたグループ g に対してグループ g ごとにテンプレートマッチングを行う。その際、前述したように、基準画像 T 中に撮像された道路標識等の処理対象の画像中での見かけ上の大きさは、撮像手段 2 と処理対象との実空間上の距離に応じて変わるため、グループ g ごとに、当該グループ g またはテンプレート T_e のいずれかを正規化して適用してテンプレートマッチングを行うようになっている。

【0166】

なお、正規化とは、グループ g やテンプレート T_e を互いに比較できる形にすることをいい、例えば、一方が縦横 10×10 画素であり他方が 20×30 画素であるとき、後者を正規化する場合、縦方向には 2 画素を 1 画素とするように変換し、横方向には 3 画素を 1 画素とするように変換して 10×10 画素にすることをいう。

30

【0167】

また、以下では、グループ g にあわせてテンプレート T_e を正規化する場合について説明するが、テンプレート T_e にあわせてグループ g 側を正規化するように構成することも可能であり、同様に説明される。

【0168】

さらに、本実施形態では、テンプレートマッチングとして、正規化したテンプレート T_e における各画素 (m, n) における正規化されたデータ値を $T_{m,n}$ 、それと比較されるグループ g の画素領域の各画素 (m, n) における画像データ D を $D_{m,n}$ と表す場合に、比較位置での一致度 M を、

40

$$M = \frac{1}{N} \sum (D_{m,n} - T_{m,n})^2 \quad \dots (5)$$

で計算する一般的なテンプレートマッチングを行うように構成されているが、グループ g に対してテンプレート T_e を適用して一致度を算出し得る手法であれば、後述するように、他の改良されたテンプレートマッチングの手法等を用いることも可能である。

【0169】

本実施形態では、テンプレート T_e を正規化する場合、マッチング処理手段 12 は、テンプレートマッチングを行う対象であるグループ g の実空間上の距離 Z すなわちグループ g の平均距離 Z_{ave} に基づいて、テンプレート T_e を正規化して適用するようになっている。

【0170】

50

この場合、例えば、最高速度制限を表す直径60cmの円形状の道路標識の中に、最高速度を表す有意情報としての数字は、横幅で30cm程度に標示される。そのため、図17に示したテンプレートTeでは横方向の2点Ps、Pe（以下、開始点Psおよび終了点Peという。）間の画素数が20であるが、この画素数を、グループgの平均距離Zaveにおける横幅30cmに相当する画素数 i に変換して正規化する。

【0171】

ここで、グループgの平均距離Zaveにおける横幅30cmに相当する画素数 i は、以下のようにして算出される。すなわち、正規化した後のテンプレートTeの開始点Psと終了点Peの横方向の座標を仮にiPs、iPeとすると、求めるべき画素数 i は、

$$i = iPe - iPs \quad \dots (6)$$

と表される。

【0172】

また、iPs、iPeに対応する実空間上の各点のX座標をXPs、XPeとした場合、上記(2)式から、

$$XPs = CD / 2 + Zave \times PW \times (iPs - IV) \quad \dots (7)$$

$$XPe = CD / 2 + Zave \times PW \times (iPe - IV) \quad \dots (8)$$

の関係が成り立ち、差XPe - XPsが30cmになる。

【0173】

そこで、(6)式～(8)式から、

$$\begin{aligned} 30\text{cm} &= Pe - XPs \\ &= Zave \times PW \times (iPe - iPs) \\ &= Zave \times PW \times i \end{aligned}$$

すなわち、

$$i = 30\text{cm} / (Zave \times PW) \quad \dots (9)$$

が成り立つため、図17に示した横方向の開始点Psから終了点Peまでの画素数が20のテンプレートTeを、横方向の画素数が i になるように変換する。

【0174】

また、図17に示したテンプレートTeのように、テンプレートTeが最高速度制限を表す道路標識に標示される最高速度の数字の表示と縦横比が同じになるように予め形成されていれば、テンプレートTeを縦方向についても横方向と同じ比率で変換する。本実施形態では、マッチング処理手段12は、このようにしてテンプレートTeの縦方向および横方向の画素数を変換してテンプレートTeを正規化している。

【0175】

なお、最高速度制限を表す道路標識が撮像手段2に正対するように設置されておらず、図14や図15に示したように、道路標識が撮像されたグループgの実空間上での水平方向(X軸方向)に対する距離方向(Z軸方向)の傾き θ や高さ方向(Y軸方向)に対する距離方向(Z軸方向)の傾き ϕ が0°でない有意な値を有するように検出される場合もある。

【0176】

そこで、テンプレートTeを正規化する際に、グループgの実空間上の傾き θ 、 ϕ に基づいて縦方向や横方向の画素数の変換比率をそれぞれ独立に変えて、テンプレートTeを正規化して適用するように構成することも可能である。このように構成すれば、何らかの原因で自車両に搭載された撮像手段2に対して傾きを有するように設置された道路標識の最高速度等の有意情報に対してテンプレートTeを的確に適用することが可能となり、テンプレートマッチングをよりの確に行うことが可能となる。

【0177】

マッチング処理手段12では、上記のようにして正規化したテンプレートTeを、テンプレートマッチングの対象として選択した各グループgが例えば図18に示すような基準画像T上で占める画素領域のみに適用して、テンプレートマッチングを行うように構成することが可能である。この場合、テンプレートマッチングを行う画素領域が、グループg

10

20

30

40

50

の画素領域のみに限定されるため、テンプレートマッチングを迅速に行うことが可能となる。

【 0 1 7 8 】

しかし、本実施形態では、さらに、算出されているグループ g の実空間上の大きさに基づいて、グループ g に対して正規化されたテンプレート T_e を適用する位置を算出し、その画素領域にテンプレート T_e を 1 回だけ適用してテンプレートマッチングを行うようになっている。このように構成することで、1つのテンプレート T_e につき各グループ g に 1 回ずつ適用してテンプレートマッチングを行うことが可能となり、テンプレートマッチングを非常に高速に行うことが可能となる。

【 0 1 7 9 】

そして、マッチング処理手段 12 は、上記のようにして、基準画像 T 上で得られたグループ g のうち、テンプレートマッチングの対象とした全グループ g について、各テンプレート T_e を適用してテンプレートマッチングを行う。

【 0 1 8 0 】

その際、グループ g ごとにグループ g の実空間上の距離 Z すなわちグループ g の平均距離 Z_{ave} が異なるため、マッチング処理手段 12 は、まず、テンプレートマッチングを行う 1 つのグループ g_a を選択して、そのグループ g_a について上記 (9) 式から変換比率を算出する。

【 0 1 8 1 】

そして、図 17 に示した「50」のテンプレート T_e や「30」、「40」、「60」、「80」等の他のテンプレート T_e をそれぞれ変換し正規化して当該グループ g_a に適用してテンプレートマッチングを行い、上記 (5) 式に従って各テンプレート T_e の当該グループ g_a に対する一致度 $M_{ga}(30)$ 、 $M_{ga}(40)$ 、 $M_{ga}(50)$ 、 $M_{ga}(60)$ 、 $M_{ga}(80)$ をそれぞれ計算する。

【 0 1 8 2 】

また、テンプレートマッチングを行うグループ g を変え、そのグループ g に対する変換比率を算出し、各テンプレート T_e をそれぞれ変換し正規化してグループ g に適用してテンプレートマッチングを行い、各テンプレート T_e のグループ g に対する各一致度 M を計算する処理を、テンプレートマッチングの対象とした全グループ g について行う。

【 0 1 8 3 】

そして、マッチング処理手段 12 は、テンプレートマッチングの対象とした各グループ g に対して計算した各テンプレート T_e の全ての一致度 M の中から、最良の一致度 M_{best} 、すなわち上記 (5) 式で一致度 M を計算する場合には、最小の一致度 M_{best} を抽出する。

【 0 1 8 4 】

このようにして各テンプレート T_e を適用してテンプレートマッチングを行うと、いずれかのテンプレート T_e で最良の一致度 M_{best} が算出されるが、そもそも基準画像 T 中に最高速度制限を表す道路標識が撮像されていない場合には、最良の一致度 M_{best} はさほど良い値にはならない。

【 0 1 8 5 】

そこで、本実施形態では、予め最良の一致度 M_{best} に所定の閾値を設けておき、算出した最良の一致度 M_{best} が閾値より良い値ではない場合、すなわち上記 (5) 式で一致度 M を計算する場合には閾値より小さい値でない場合には、マッチング処理手段 12 は、基準画像 T 中に最高速度制限を表す道路標識が撮像されていないと判定し、算出した最良の一致度 M_{best} が閾値以下の良い値である場合には、基準画像 T 中に最高速度制限を表す道路標識が撮像されていると判定するようになっている。

【 0 1 8 6 】

そして、マッチング処理手段 12 は、算出した最良の一致度 M_{best} が閾値以下の良い値である場合には、最良の一致度 M_{best} を算出したテンプレート T_e を選定し、そのテンプレート T_e に対応付けられた情報、すなわち例えば図 17 に示したテンプレート T_e を検

10

20

30

40

50

出した場合には50 km/hを、現在検出の対象としている最高速度制限を表す道路標識に標示された有意情報の内容として認識するようになっている。

【0187】

また、マッチング処理手段12は、最良の一致度Mbestが算出されたグループgをその有意情報の内容が標示された道路標識が基準画像T上に撮像された画素領域であると判定して、その有意情報の内容とともに、そのグループgのグループ番号や基準画像T上での左右端、上下端の画素の各座標、グループgの実空間上の平均距離Zave等の情報を、有意情報と対応付けて記憶手段に保存するようになっている。

【0188】

なお、上記のように、本実施形態では、グループgの実空間上の距離Zすなわちグループgの平均距離Zaveに基づいてテンプレートTeを正規化して適用する場合について説明したが、グループgおよびその内部の画素領域に属する各画素pの画像データD（例えば輝度）に基づいてテンプレートTeを正規化し、グループgに対してテンプレートTeを適用する画素位置を特定するように構成することも可能である。

【0189】

ここで、グループgの内部の画素領域とは、例えば、図16に示したようにグループg1、g2が統合されて1つのグループとされた場合の元のグループg1、g2の間隙部分の画素領域rinや、図18に示したように、グループgに周囲を包囲された画素領域rinをいう。そして、この場合、内部の画素領域rinに属する各画素pの画像データDについても、グループgに属する各画素pの画像データDと同等に扱う。

【0190】

具体的には、グループgおよびその内部の画素領域rinに属する各画素pを横方向に探索し、各画素pの画像データDに基づいて、テンプレートTeの開始点Psおよび終了点Pe（図17参照）と一致する各画素エッジps、peをそれぞれ検出する。

【0191】

そして、例えば図17に示したテンプレートTeでは、左側の画素から探索した場合、開始点Psは最初にデータ値（輝度）が例えば255から0に変化する画素として表され、終了点Peは最後にデータ値（輝度）が例えば0から255に変化する画素として表されるため、例えば図18に示したグループgにおいても、左側の画素pから探索した際に、画像データDが左に隣接する画素pの画像データDから所定の閾値以上に小さくなった最初の画素を一方の画素エッジpsとし、さらに右方向に探索していき、画像データDが左に隣接する画素pの画像データDから所定の閾値以上に大きくなった最後の画素を他方の画素エッジpeとして検出する。

【0192】

そして、図17に示した横方向の開始点Psから終了点Peまでの画素数が20のテンプレートTeを、20画素がグループgの各画素エッジps、pe間の画素数になるように変換する。

【0193】

また、テンプレートTeの縦方向も同じ比率で変換するように構成してもよく、或いは、図示を省略するが、横方向の探索の場合と同様に、グループgおよびその内部の画素領域rinに属する各画素pを、縦方向にも探索して各画素エッジをそれぞれ検出し、縦方向の変換比率を算出するように構成してもよい。

【0194】

そして、変換され正規化されたテンプレートTeを、グループgが基準画像T上で占める画素領域内で移動させてテンプレートマッチングを行うように構成することも可能であり、また、正規化したテンプレートTeを、テンプレートTeの開始点Psと終了点Pe（なお、開始点Psや終了点Peも画素位置が正規化されている。）とグループgの各画素エッジps、peとが一致するようにグループgに対してテンプレートTeを適用する位置を特定して、グループgに対してテンプレートTeを1回だけ適用してテンプレートマッチングを行うように構成してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 5 】

なお、本実施形態では、テンプレート T_e として、図17に示したように、最高速度制限を表す道路標識における有意情報である最高速度の数字部分のみを画素表示したテンプレートをを用いる場合について説明したが、最高速度制限を表す道路標識において、最高速度が標示された部分の周囲に標示される赤枠の部分を含めてテンプレートを構成してもよい。

【 0 1 9 6 】

また、本実施形態では、テンプレート T_e として、有意情報に対応する部分（図17の例では「50」の文字の部分）の各画素に例えば輝度0のデータ値を割り当て、その他の地の部分の各画素に例えば輝度255のデータ値を割り当てて形成されたテンプレート T_e を用いる場合について説明した。そして、その場合、テンプレート T_e とグループ g との一致度 M は、例えば上記(5)式に従って計算された。しかし、テンプレート T_e を改良することで、一致度 M の計算処理の処理負荷をより軽減することが可能となる。

【 0 1 9 7 】

例えば、図17に示したようなテンプレート T_e の、有意情報が標示された部分（例えば「50」の文字の部分）の各画素に、0～255の輝度階調のうちの例えば0～100の輝度の数値範囲を割り当て、その他の地の部分の各画素に、0～255の輝度階調のうち例えば200～255の輝度の数値範囲を割り当てる。

【 0 1 9 8 】

そして、上記のようにグループ g またはテンプレート T_e のいずれかを正規化して適用してテンプレートマッチングを行う際、グループ g または正規化されたグループ g の各画素の画像データ D が、テンプレート T_e または正規化されたテンプレート T_e の対応する各画素にそれぞれ割り当てられた数値範囲内の値であるか否かを判定する。

【 0 1 9 9 】

そして、例えば、画像データ D が数値範囲内にあれば所定値（例えば1）を加算していき、画像データ D が数値範囲内になければ加算しないようにして、一致度 M を計算するように構成することが可能である。なお、この場合は、一致度 M が大きい方がより良い一致度ということになる。

【 0 2 0 0 】

このように構成すれば、テンプレート T_e （または正規化されたテンプレート T_e ）の各画素ごとに、グループ g （または正規化されたグループ g ）の対応する画素の画像データ D が数値範囲内にあるか否かを判定して所定値を加算するだけで一致度 M を算出することが可能となるため、一致度 M を例えば上記(5)式に従って計算する場合に比べて、一致度 M の計算処理の処理負荷が格段に軽減される。

【 0 2 0 1 】

以上のように、本実施形態に係る環境認識装置1によれば、撮像手段2により撮像された一对の基準画像 T および比較画像 T_c のうち、少なくとも基準画像 T （画像 T ）の各画素 p の画像データ D に基づいて各画素 p を各グループ g に統合し、統合された各グループ g またはテンプレート T_e を正規化して適用してテンプレートマッチングを行う。

【 0 2 0 2 】

そのため、従来のテンプレートマッチング技術では、各画素を総当りして画面全体からテンプレート T_e の画素配列と一致度 M が高い画素領域を検索するため、検索すべき画素数が非常に多く、検索に非常に時間がかかったが、本実施形態に係る環境認識装置1では、基準画像 T 中で統合されて検出された各グループ g のみに対してテンプレートマッチングを行うだけであるため、テンプレートマッチングに要する時間を格段に短縮することが可能となる。

【 0 2 0 3 】

しかも、本実施形態に係る環境認識装置1では、基準画像 T と比較画像 T_c とを用いて基準画像 T の各画素について実空間上の距離を算出してグループ g の実空間上の大きさを算出し、実空間上の大きさが所定の大きさであるグループ g のみに対してテンプレートマ

10

20

30

40

50

ッチングを行う。

【0204】

そのため、テンプレートマッチングに要する時間がさらに短縮され、テンプレートマッチングのさらなる高速化を図ることが可能となる。そして、例えば撮像手段2から毎秒数フレームから数十フレームの画像が送信されてきても、各フレームごとに画像中から道路標識等を的確に抽出することが可能となり、リアルタイムで処理を行うことが可能となる。

【0205】

さらに、本実施形態に係る環境認識装置1では、テンプレートT_eを用いたテンプレートマッチングで基準画像Tから有意情報を抽出するため、基準画像T中に有意情報が撮像されているか否かを的確に判定し、有意情報が撮像されている場合には、使用者(或いは運転者)による認識や操作等を介さずに有意情報の内容を環境認識装置1自体が的確に認識することが可能となる。そのため、例えば環境認識装置1が車両に搭載されており、道路標識を認識するように構成されている場合には、環境認識装置1自体が道路標識に標示された有意情報の内容を自動的に認識することが可能となり、車両の自動制御技術等に適用することが可能となる。

【0206】

なお、上記の本実施形態の構成から分かるように、本実施形態に係る環境認識装置1が認識し得る対象は、最高速度制限を表す道路標識に限定されず、一時停止や徐行、車両通行止、駐車禁止、追越し禁止等の道路標識や、大きさを特定でき、それに表示される有意情報が撮像された画像T(基準画像T)の各画素の画像データD(例えば輝度)の値の大小等の違いにより把握できるものであれば、それらの対象にも適用でき、対象に表示された有意情報の内容を有効に認識することができる。

【0207】

また、本実施形態では、撮像手段2のメインカメラ2aおよびサブカメラ2bによりモノクロの画像データDが取得される場合について説明したが、RGB値等で表されるカラーの画像データを撮像する撮像手段を用いることも可能である。

【0208】

その場合、統合処理手段10における各画素pをグループgに統合する処理において、その閾値を、基準画像T中から例えば赤色の画素を抽出するように設定すれば、例えば道路標識の中でも赤色の部分を多く含む最高速度制限や一時停止、徐行、車両通行止、駐車禁止、追越し禁止等の規制標識が撮像された画素pを的確に抽出してグループgとすることが可能となり、規制標識を的確に抽出してその有意情報を有効に認識することが可能となる。

【0209】

すなわち、RGB値で表されるカラーの画像データDがR(赤)、G(緑)、B(青)の各色成分につきそれぞれ例えば0~255の輝度で表されるとした場合、例えば、閾値を、R成分に対しては200以上、かつ、G成分およびB成分に対してはそれぞれ100未満等のように設定することで、基準画像T中から例えば赤色の画素pを抽出するように設定することができる。

【0210】

また、上記のように統合処理手段10では基準画像T中から例えば赤色の画素を抽出してグループgに統合するように構成し、テンプレートT_e(図17参照)を、有意情報(例えば「50」等の数字)に対応する部分が青色、その他の地の部分が白色になるように形成してテンプレートマッチングを行うように構成すれば、規制標識である道路標識の中から、特に最高速度制限を表す道路標識を的確に抽出して、その有意情報を有効に認識することが可能となる。

【0211】

さらに、図1に示したように、今回のサンプリング周期で統合処理手段10により統合されたグループg_{new}(複数のグループが統合されて1つのグループとされたグループg_n

10

20

30

40

50

ewを含む。以下同じ。)を、前回のサンプリング周期で統合処理手段10により統合されたいずれかのグループgoldに対応付けられるか否かを判定して、グループgnewがグループgoldに対応付けられると判定した場合には当該グループgnewを同一の撮像対象が連続して撮像されたグループとして検出して追跡する追跡手段14を処理部9に設けるように構成することも可能である。

【0212】

今回のサンプリング周期で検出されたグループgnewが前回のサンプリング周期で検出されたいずれかのグループgoldに対応付けられるか否かの判定は、例えば、今回のサンプリング周期で検出されたグループgnewの実空間上の位置(X_{new} , Y_{new} , Z_{new})や大きさ、平均距離 Z_{ave} 、グループgnewに属する全画素の画像データDの平均値 D_{ave} 等と前回のサンプリング周期で検出されていたグループgoldの位置(X_{old} , Y_{old} , Z_{old})や大きさ、平均距離 Z_{ave} 、グループgoldに属する全画素の画像データDの平均値 D_{ave} 等とを比較して、それらの整合性を判定して行われる。

10

【0213】

このような追跡手段14を設けた場合、例えば、同一の撮像対象が連続して撮像されたグループとして検出されたグループgnewに対応する実空間上の距離 Z_{ave} と、それに対応する前回のサンプリング周期で検出されたグループgoldに対応する実空間上の距離 Z_{ave} 、および環境認識装置1が搭載された例えば自車両の速度から、グループgnewに対応する撮像対象の例えば道路面に対する速度を算出することができる。

【0214】

そして、撮像対象が道路面に対して0km/hではない有意の速度を有して移動する移動物体である場合には、少なくともその撮像対象は道路標識ではないと判定することが可能となる。

20

【0215】

そのため、上記の実施形態のように、環境認識装置1を、最高速度制限を表す規制標識等の道路標識に標示された有意情報を認識するように構成する場合、今回のサンプリング周期で統合処理手段10により統合されたグループgnewのうち、道路面に対して0km/hでない有意の速度を有して移動する移動物体である撮像対象に対応するグループgnewを、マッチング処理手段12におけるテンプレートマッチングの対象から予め除外することで、テンプレートマッチングの処理負荷をより軽減することが可能となり、処理のさらなる高速化を図ることが可能となる。

30

【0216】

また、上記のような追跡手段14を設けた場合に、追跡手段14で同一の撮像対象が連続して撮像されたグループとして検出したグループgnewに対してマッチング処理手段12によりテンプレートマッチングが行われた結果、複数種類の各テンプレート T_e について、それぞれ一致度Mが算出される。

【0217】

追跡手段14は、各一致度Mをそれぞれポイント化し、ポイント化した値を各サンプリング周期ごとに加算していく。そして、この処理を、各テンプレート T_e について別々に行う。そのため、同一の撮像対象が連続して撮像されたグループとして検出したグループgnewには、各テンプレート T_e の種類の数各加算値が対応付けられていく。

40

【0218】

なお、一致度Mを例えば上記(5)式に従って計算する場合、一致度Mが小さい値である方が一致度が高く優良であるため、一致度Mが小さい値であるほど、ポイント化した値は大きくなるようにポイント化のしかたが予め決められる。

【0219】

そして、マッチング処理手段12よりテンプレートマッチングを行い、算出した一致度Mが最も良く、かつ、一致度Mが所定の閾値より良いテンプレート T_e を検出する際、当該テンプレート T_e に対して追跡手段14で一致度Mをポイント化した値の加算値が所定の閾値に達した場合に、当該テンプレート T_e に対応付けられた情報を有意情報として認

50

識するように構成することが可能である。

【0220】

このように構成すれば、前回以前のサンプリング周期で、テンプレート T_e とグループ g_{old} との一致度 M が悪く、ポイント化した値の加算値が低ければ、今回のサンプリング周期で誤検出等により同一の撮像対象が連続して撮像されたグループ g_{new} に対して当該テンプレートの一一致度 M が最も良く、かつ、一致度 M が所定の閾値より良い場合でも、当該テンプレート T_e がただちに検出されることがなくなる。

【0221】

そのため、今回のサンプリング周期で何らかの原因で誤ってグループ g_{new} に対して一致度 M が最も良く検出され、かつ、一致度 M が所定の閾値より良いと判定されたテンプレート T_e が検出されたとしても、その誤検出されたテンプレート T_e に対応付けられた情報を有意情報の内容として誤認識することを確実に防止することが可能となる。

10

【0222】

[第2の実施の形態]

上記の第1の実施形態に係る環境認識装置1では、基準画像 T において画像データ D が所定の閾値 D_{th} 以上である隣接する画素 p 同士を1つのグループ g に統合していく場合について説明したが、このように閾値 D_{th} で一律に統合するか否かを判定するように構成すると、基準画像 T 上で同一の撮像対象が濃淡を有して撮像されている場合に、同一の撮像対象が撮像されている画素領域の一部しかグループ g に統合されず、同一の撮像対象を一体的に1つのグループに統合することができない場合が生じ得る。

20

【0223】

道路標識等のように、有意情報が表示された面が平面状である場合には、上記のような不都合はほとんど生じないが、例えば曲面上に有意情報が表示されているような場合には上記のような不都合を生じ得る。

【0224】

そこで、本発明の第2の実施形態に係る環境認識装置では、統合処理手段10で基準画像 T の各画素 p をグループ g に統合する際、基準画像 T に撮像された1つの撮像対象を一体的に1つのグループ g として統合するように統合処理手段10を構成した環境認識装置について説明する。

【0225】

そのため、本実施形態に係る環境認識装置は、ハード的には第1の実施形態に係る環境認識装置1と同様であるが、統合処理手段10における統合処理のしかたが第1の実施形態の場合と異なる。

30

【0226】

本実施形態に係る統合処理手段10は、撮像手段2から注目画素(一の画素) $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ が送信されてくると、注目画素 $p_{i,j}$ と同一のサンプリング周期で送信される基準画像 T 中の、注目画素 $p_{i,j}$ より以前に画像データ D が送信された画素 p であって、注目画素 $p_{i,j}$ に隣接する画素 p の画像データ D と、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ との差分 ΔD が所定の第1閾値 D_{th} 未満であり、かつ、注目画素 $p_{i,j}$ より以前に画像データ D が送信された隣接する画素 p が属するグループ g に属する全画素 p の画像データ D の平均値 D_{ave} と、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ との差分 ΔD が所定の第2閾値 D_{th} 未満である場合にのみ、注目画素 $p_{i,j}$ と隣接する画素 p とを1つのグループ g に統合すべきと判定して統合するようになっている。

40

【0227】

以下、本実施形態に係る統合処理手段10での処理を、図19および図20に示すフローチャートに従って説明する。

【0228】

なお、本実施形態においても、前述したように、撮像手段2から各画素の画像データ D が順次出力され、変換手段3や画像補正部4でそれぞれ処理が行われ、処理された各画像データ D が、順次、処理部9に送信されるが、処理部9では、各画像データ D が順次入力

50

するのと同時並行的に以下の処理が行われる。そのため、1画像分の全画素の画像データDの入力を待たずに入力と同時に並行で処理を行うことが可能となるため、統合処理手段10等における処理をリアルタイムで行うことが可能となる。

【0229】

統合処理手段10では、まず、図8の第1の実施形態のフローチャートのステップS1～S8と同様の処理が行われる。すなわち、撮像手段2により撮像が開始されると(図19のステップS1)、統合処理手段10は、 i および j の値をそれぞれ0に設定する(ステップS2)。撮像手段2で撮像された水平ライン0(すなわち j 座標が0の各画素からなる水平ライン j)上の左端の画素 $p_{0,0}$ (すなわち原点の画素)の画像データ $D_{0,0}$ の処理部9への入力開始されると(ステップS3)、続いて、画素 $p_{1,0}$ 、 $p_{2,0}$ 、 $p_{3,0}$ 、...の画像データ $D_{1,0}$ 、 $D_{2,0}$ 、 $D_{3,0}$ 、...が順次入力される。

10

【0230】

そして、統合処理手段10は、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了していなければ(ステップS4; NO)、処理が繰り返されるごとに i 座標を1ずつインクリメントして(ステップS5)、設定した注目画素 $p_{i,j}$ (ステップS6)を水平ライン j 上の右隣の画素に移動させながら処理を続ける。また、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了すると(ステップS4; YES)、基準画像Tの最上段の水平ラインまで処理が終了していなければ(ステップS7; NO)、処理を行う水平ライン j を1行上方の水平ライン $j+1$ に移行させ、注目画素の i 座標を0に設定して(ステップS8)、画素 $p_{0,j+1}$ を注目画素として(ステップS6)処理を行い、注目画素を画素 $p_{0,j+1}$ から順に右側に移動させながら処理を続行する。

20

【0231】

次に、注目画素を画素 $p_{i,j}$ に設定(ステップS6)した後の統合処理手段10における処理(図20のステップS30以降)について説明する。前述したように、注目画素 $p_{i,j}$ と隣接する画素 p とを1つのグループ g に統合する際の統合処理のしかたや基準が第1の実施形態の場合と異なっている。

【0232】

本実施形態では、統合処理手段10は、まず、注目画素 $p_{i,j}$ と、図10に示したように注目画素 $p_{i,j}$ が入力されるより以前に入力されていて注目画素 $p_{i,j}$ の左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ について、下記の条件1や条件2を満たすか否かの判定を行う(ステップS30)。

30

【0233】

[条件1] 注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ の画像データ $D_{i-1,j}$ との差分 $D_{left}(i,j)$ 、すなわち、

$$D_{left}(i,j) = |D_{i,j} - D_{i-1,j}| \quad \dots (10)$$

が、予め設定された第1閾値 D_{th} 未満である。なお、以下、上記のような隣接する画素間の画像データDの差分 D をエッジ強度という。

【0234】

[条件2] 図21に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が属するグループ g に属する全画素の画像データDの平均値 $D_{ave-left}$ との差分 $D_{left}(i,j)$ 、すなわち、

40

$$D_{left}(i,j) = |D_{i,j} - D_{ave-left}| \quad \dots (11)$$

が、予め設定された第2閾値 D_{th} 未満である。

【0235】

なお、以下、上記のように、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、隣接する画素が属するグループ g の画像データDの平均値 D_{ave} との差分 D を平均値差分という。また、グループ g に属する全画素の画像データDの平均値 D_{ave} は、後述するように、ステップS17の処理で算出される。さらに、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が属するグループ g が当該左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ のみで構成されている場合もあり、その場合、グループ g に属する全画素の画像データDの平均値 $D_{ave-left}$ は、当該左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ の画像

50

データ $D_{i-1,j}$ に等しい。

【0236】

統合処理手段 10 は、条件 1 と条件 2 をともに満たすと判定した場合には (ステップ S 30 ; YES)、ステップ S 31 の判定処理に進み、条件 1 と条件 2 の少なくとも一方を満たさないと判定した場合には (ステップ S 30 ; NO)、ステップ S 32 の判定処理に進む。なお、上記の第 1 閾値 D_{th} と第 2 閾値 D_{th} とは同じ値に設定されても異なる値に設定されてもよく、それらの閾値の値は適宜設定される。

【0237】

統合処理手段 10 は、ステップ S 30 の判定処理で、条件 1 と条件 2 をともに満たすと判定すると (ステップ S 30 ; YES)、続いて、注目画素 $p_{i,j}$ と、図 11 に示したように注目画素 $p_{i,j}$ が入力されるより以前に入力されていて注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ について、上記と同様に、下記の条件 3 や条件 4 を満たすか否かの判定を行う (ステップ S 31)。

【0238】

[条件 3] 注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ とのエッジ強度 $D_{lower}(i,j)$ 、すなわち、

$$D_{lower}(i,j) = |D_{i,j} - D_{i,j-1}| \quad \dots (12)$$

が、予め設定された前述した第 1 閾値 D_{th} 未満である。

【0239】

[条件 4] 図 22 に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ の画像データ $D_{i,j}$ と、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が属するグループ g に属する全画素の画像データ D の平均値 $D_{ave-lower}$ との平均値差分 $D_{lower}(i,j)$ 、すなわち、

$$D_{lower}(i,j) = |D_{i,j} - D_{ave-lower}| \quad \dots (13)$$

が、予め設定された前述した第 2 閾値 D_{th} 未満である。

【0240】

なお、この場合も、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が属するグループ g が当該下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ のみで構成されている場合もあり、その場合、グループ g に属する全画素の画像データ D の平均値 $D_{ave-lower}$ は、当該下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ に等しい。

【0241】

そして、統合処理手段 10 は、条件 3 と条件 4 の少なくとも一方を満たさないと判定した場合には (ステップ S 31 ; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ を、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ とは統合しないが、ステップ S 30 の判定処理で上記の条件 1 と条件 2 を満たすと判定しているため、注目画素 $p_{i,j}$ と左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とを 1 つのグループに統合すべきと判定して統合する (ステップ S 12)。

【0242】

その際、例えば図 10 に示したように、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が他の画素と統合されていなければ、注目画素 $p_{i,j}$ と左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が統合されて、左右に隣接する 2 つの画素からなるグループが新たに形成される。また、例えば図 21 に示したように、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が他の画素と統合されていてグループ g に属していれば、注目画素 $p_{i,j}$ がグループ g に追加されるように統合され、グループ g が注目画素 $p_{i,j}$ の分だけ 1 画素分拡大する。

【0243】

なお、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が属するグループ g が例えば図 23 (A) に示すような形状である場合に、ステップ S 31 の判定処理で、条件 3 と条件 4 の少なくとも一方を満たさないと判定されて (ステップ S 31 ; NO)、注目画素 $p_{i,j}$ が下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ と統合されない場合でも、図 23 (B) に示すように、注目画素 $p_{i,j}$ が左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ と統合されることで (ステップ S 12)、結果的に、注目画素 $p_{i,j}$ が下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ と統合される場合もある。

【0244】

10

20

30

40

50

次に、統合処理手段 10 は、ステップ S 3 1 の判定処理で、条件 3 と条件 4 をともに満たすと判定した場合には（ステップ S 3 1 ; Y E S）、注目画素 $p_{i,j}$ と下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ および左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とを 1 つのグループに統合すべきと判定して統合する（ステップ S 1 3）。

【 0 2 4 5 】

その際、例えば図 1 1 に示したように、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ や左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ がともに他の画素と統合されていないならば、注目画素 $p_{i,j}$ と下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ と左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ が統合されて 3 つの画素からなるグループが新たに形成される。また、例えば図 2 1 や図 2 2 に示したように、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ または左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ のいずれか一方が他の画素と統合されていてグループ g に属していれば、注目画素 $p_{i,j}$ とグループ g に属していない方の画素とがグループ g に追加されるように統合されて、グループ g が 2 画素分拡大する。

10

【 0 2 4 6 】

また、例えば図 1 2 (A) に示したように、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ がグループ g_1 に属し、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ が他のグループ g_2 に属している場合、注目画素 $p_{i,j}$ を下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ および左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ と統合すると（ステップ S 1 3）、図 1 2 (B) に示したように、注目画素 $p_{i,j}$ を介してグループ g_1 とグループ g_2 とが統合されて 1 つのグループ g となる。

【 0 2 4 7 】

一方、統合処理手段 10 は、ステップ S 3 0 の判定処理で、条件 1 と条件 2 の少なくとも一方を満たさないと判定した場合には（ステップ S 3 0 ; N O）、ステップ S 3 2 の判定処理に進み、上記と同様に、条件 3 や条件 4 を満たすか否かの判定を行う（ステップ S 3 2）。

20

【 0 2 4 8 】

そして、統合処理手段 10 は、条件 3 と条件 4 をともに満たすと判定した場合には（ステップ S 3 2 ; Y E S）、ステップ S 3 0 の判定処理で条件 1 と条件 2 の少なくとも一方を満たさないと判定しているため（ステップ S 3 0 ; N O）、注目画素 $p_{i,j}$ を、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ とは統合せず、下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ のみと統合する（ステップ S 1 5）。

【 0 2 4 9 】

その際、注目画素 $p_{i,j}$ を下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ と統合すると（ステップ S 1 5）、結果的に、左に隣接する画素 $p_{i-1,j}$ と統合される場合があることは、図 2 3 (A)、(B) に示したケースから容易に類推される。

30

【 0 2 5 0 】

統合処理手段 10 は、ステップ S 1 2、S 1 3、S 1 5 の処理で、注目画素 $p_{i,j}$ を隣接する画素と統合すると、拡大したグループ g の画素数を更新し、グループ g の左端、右端の画素の各座標や上端、下端の画素の各座標に変更があれば更新する。また、例えば図 1 2 (B) に示したように、複数のグループが統合されて 1 つのグループとされた場合には、1 つに統合されたグループ g のグループ番号を、統合の対象となった複数のグループの各グループ番号のうちの例えば最も小さい番号を選択して更新する（ステップ S 1 6）

40

【 0 2 5 1 】

また、統合処理手段 10 は、注目画素 $p_{i,j}$ を追加して拡大したグループ g や、複数のグループを統合して 1 つとしたグループ g に属する全画素の画像データ D の平均値 D_{ave} を算出して更新し、また、グループ g に属する各画素の視差 d_p に基づいて上記 (4) 式に従ってそれぞれ実空間上の距離 Z を算出し、その平均値 Z_{ave} (以下、平均距離 Z_{ave} という。) を算出して更新する（ステップ S 1 7）。

【 0 2 5 2 】

なお、距離検出手段 6 におけるフィルタリング処理で視差 d_p が無効とされ、視差 d_p の値として 0 が割り当てられている画素については、実空間上の距離 Z を算出できないた

50

め、平均距離 Z_{ave} の算出には用いられない。

【0253】

また、上記のように、注目画素 $p_{i,j}$ と左や下に隣接する画素 p とをグループ化するかどうかの判定処理（図20のステップS30、S31、S32）において、距離検出手段6で基準画像Tの各画素ごとに算出した視差 d_p （すなわち実空間上の距離 Z に対応する。）の情報や、路面検出手段13により検出された実空間上における道路面の情報に基づいて、さらに厳しい条件を課して1つのグループに統合するかどうかの判定を行うように構成することも可能である。

【0254】

具体的には、例えば、図20のステップS30、S31、S32の判定処理において、注目画素 $p_{i,j}$ に対応する実空間上の距離 $Z_{i,j}$ と、隣接する画素 p に対応する実空間上の距離 Z_p との差分 $|Z_{i,j} - Z_p|$ 、または隣接する画素 p が属するグループ g に対応する実空間上の平均距離 Z_{ave} との差分 $|Z_{i,j} - Z_{ave}|$ が、予め設定された閾値以上に離れている場合には、上記の条件1～条件4が満たされる場合であっても、注目画素 $p_{i,j}$ と隣接する画素 p とを1つのグループに統合しないように構成することができる。

10

【0255】

実空間上の距離 Z があまりに離れている場合には、画像データD等が条件1～条件4を満たす場合であっても、注目画素 $p_{i,j}$ と隣接する画素 p はそれぞれ別の撮像対象が撮像された画素領域に属すると考えられるからである。

【0256】

また、前述した路面検出手段13により検出された実空間上における道路面の情報に基づいて、例えば注目画素 $p_{i,j}$ に対応する実空間上の道路面からの高さ $Y_{i,j} - Y^*$ と、隣接する画素 p に対応する実空間上の道路面からの高さ $Y_p - Y^*$ 或いは隣接する画素 p が属するグループ g に対応する実空間上の道路面からの高さ $Y_{ave} - Y^*$ とを比較して、一方が道路面上に存在する立体物の一部であると考えられ、他方が道路面上に標示された車線や規制標示等のパターン的一部分であると考えられる場合には、上記の条件1～条件4が満たされる場合であっても、注目画素 $p_{i,j}$ と隣接する画素 p とを1つのグループに統合しないように構成することができる。

20

【0257】

道路面上に存在する立体物と、道路面上に標示されたパターンは別の物体であり、画像データD等が条件1～条件4を満たす場合であっても、注目画素 $p_{i,j}$ と隣接する画素 p はそれぞれ別の撮像対象が撮像された画素領域に属すると考えられるからである。

30

【0258】

統合処理手段10は、ステップS17の処理を終了すると、ステップS4の判定処理以降の処理を続行する。

【0259】

一方、統合処理手段10におけるステップS32の判定処理で、注目画素 $p_{i,j}$ の下に隣接する画素 $p_{i,j-1}$ の画像データ $D_{i,j-1}$ が閾値 D_{th} 未満であると判定された場合（ステップS32；NO）以降のステップS18からステップS21までの処理は第1の実施形態と同様であり、説明を省略する。

40

【0260】

そして、統合処理手段10は、水平ライン j の右端の画素まで処理を完了し（図19のステップS4；YES）、基準画像Tの最上段の水平ラインまで処理が終了すると（ステップS7；YES）、基準画像Tの1画像分の処理を終了し、各グループに属する各画素の各座標 (i, j) や画素数、左右端の画素の各座標、上下端の画素の各座標等の情報を図示しない記憶手段に保存する。

【0261】

また、処理部9の算出手段11における図19のステップS22、S23の処理、およびマッチング処理手段12におけるテンプレートマッチング等は第1の実施形態と同様であり、説明を省略する。

50

【 0 2 6 2 】

なお、本実施形態では、注目画素 $p_{i,j}$ と隣接する画素 p とを統合する際に、画像データ D に第 1 の実施形態の場合のような所定の閾値 D_{th} を設けない。そのため、第 1 の実施形態では、基準画像 T のうち、所定の閾値 D_{th} 以上の画像データ D を有する画素領域のみで複数のグループ g が得られるが、本実施形態では、ノイズ等が生じた画素部分を除く基準画像 T のほぼ全ての画素領域が複数のグループ g に分割された状態となる。

【 0 2 6 3 】

そのため、マッチング処理手段 1 2 におけるテンプレートマッチングの対象を、画像データ D の平均値 D_{ave} が例えば前記所定の閾値 D_{th} 以上のグループ g のみに限定するように構成してもよく、また、そのような限定を設けないように構成することも可能である。

10

【 0 2 6 4 】

以上のように、本実施形態に係る環境認識装置においても、第 1 の実施形態に係る環境認識装置 1 と全く同様の効果を奏することが可能となる。

【 0 2 6 5 】

また、本実施形態に係る環境認識装置によれば、基準画像 T に撮像された 1 つの撮像対象を一体的に 1 つのグループ g として統合して抽出した後に、それらのグループ g に対してテンプレートマッチングを行うことが可能となるため、例えば曲面上に有意情報が表示されているような場合にも的確に有意情報の内容を認識することが可能となる。

【 符号の説明 】

【 0 2 6 6 】

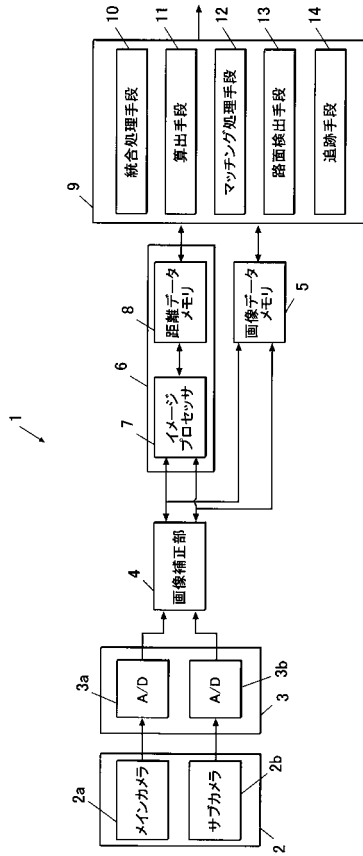
20

- 1 環境認識装置
- 2 撮像手段
- 6 距離検出手段
- 10 統合処理手段
- 11 算出手段
- 12 マッチング処理手段
- 13 路面検出手段
- D 、 $D_{i,j}$ 、 $D_{i-1,j}$ 、 $D_{i,j-1}$ 画像データ
- D_{ave} 画像データの平均値
- D_{th} 閾値
- g 、 g_1 、 g_2 グループ
- (i_p, j_p) 画素位置
- M 一致度
- p 、 $p_{i-1,j}$ 、 $p_{i,j-1}$ 隣接する画素
- $p_{i,j}$ 注目画素 (一の画素)
- P_s 、 P_e 開始点、終了点 (2点)
- p_s 、 p_e 画素エッジ
- T 基準画像 (画像)
- T_e テンプレート
- Y 実空間上の高さ
- $Y - Y^*$ 、 $Y_{i,j} - Y^*$ 道路面からの高さ
- Z 、 $Z_{i,j}$ 、 Z_p 実空間上の距離
- $|Z_{i,j} - Z_p|$ 差分
- D エッジ強度 (差分)
- D_{th} 第 1 閾値
- D 平均値差分 (差分)
- D_{th} 第 2 閾値
- 水平方向に対する距離方向の傾き (実空間上の傾き)
- 高さ方向に対する距離方向の傾き (実空間上の傾き)

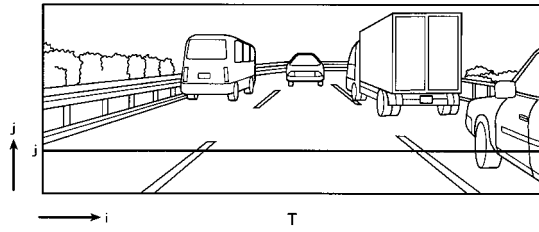
30

40

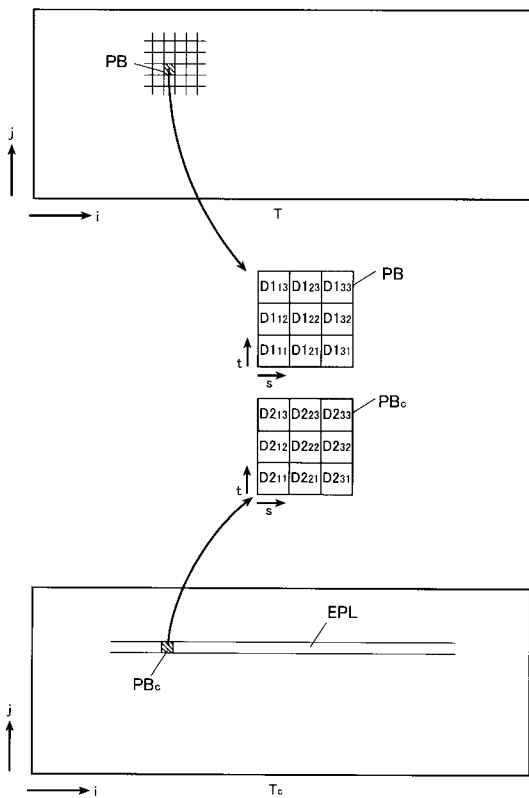
【図1】



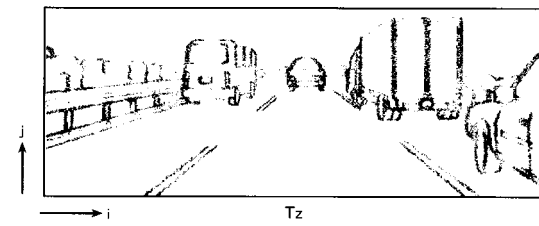
【図2】



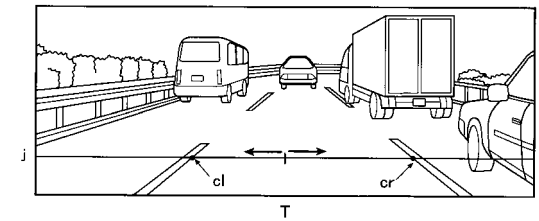
【図3】



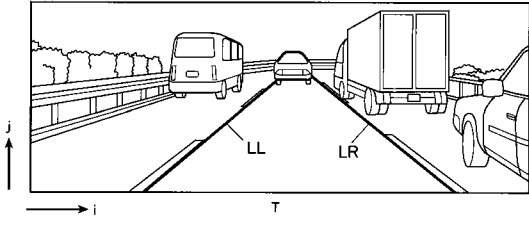
【図4】



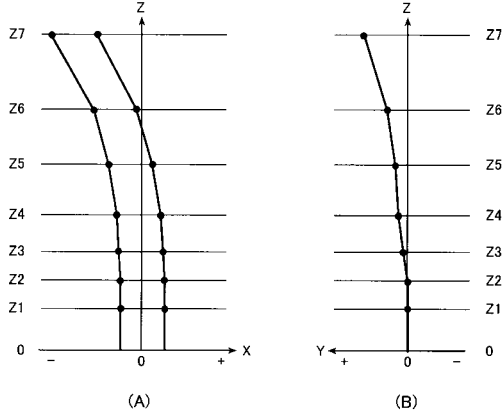
【図5】



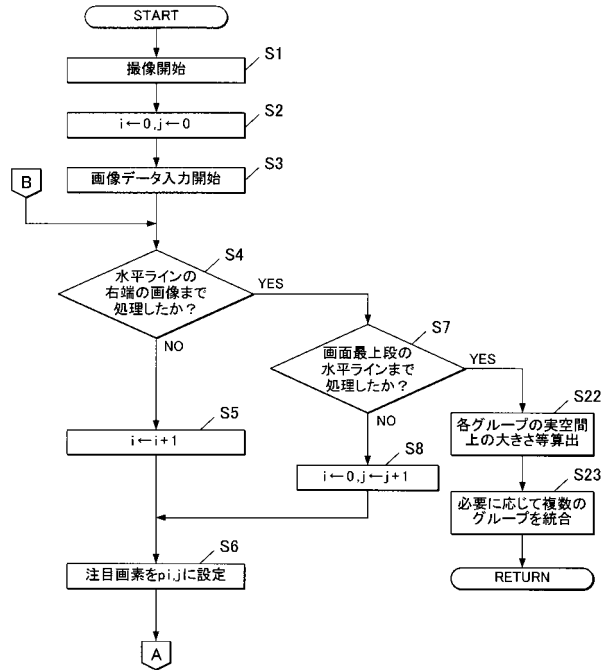
【図6】



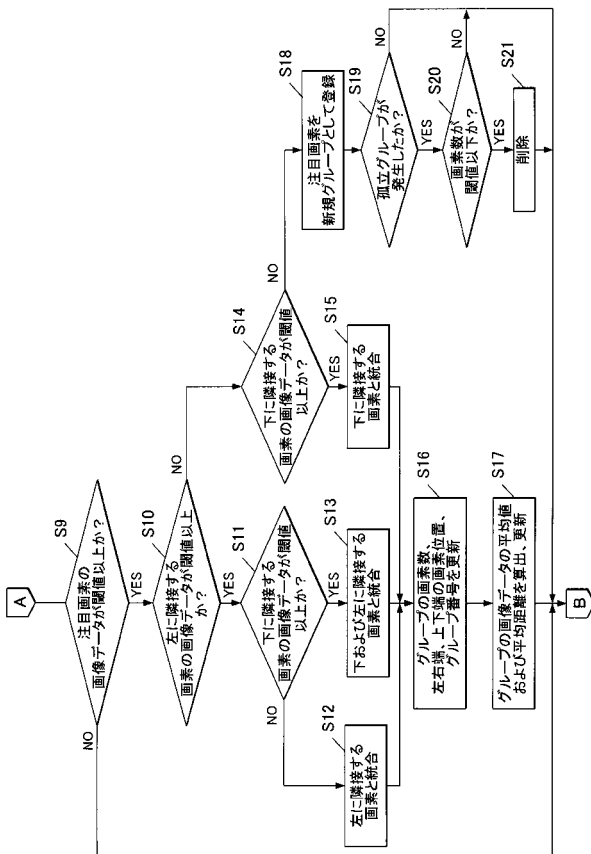
【図7】



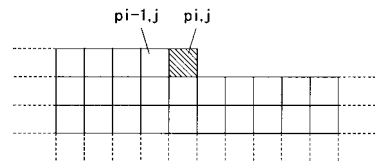
【図8】



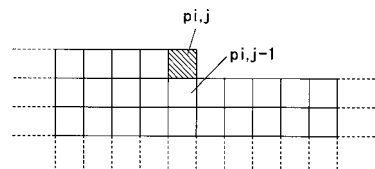
【図9】



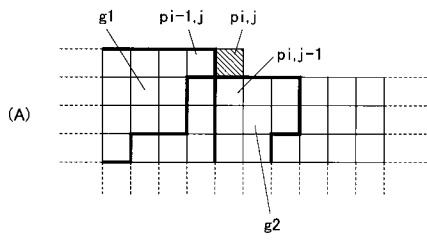
【図10】



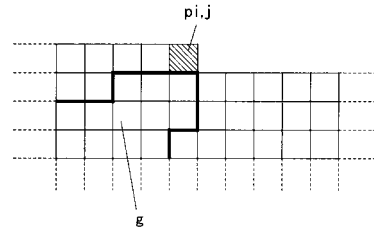
【図11】



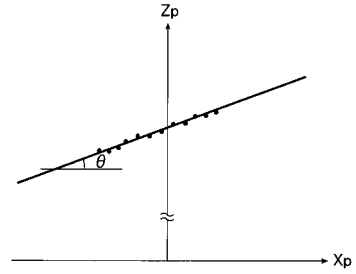
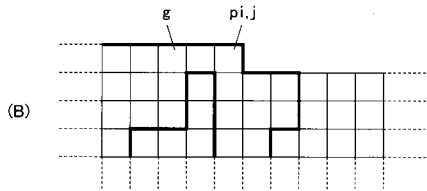
【 12 】



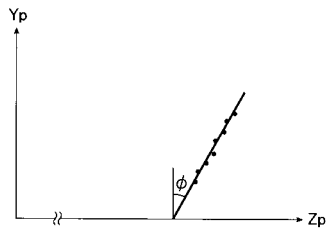
【 13 】



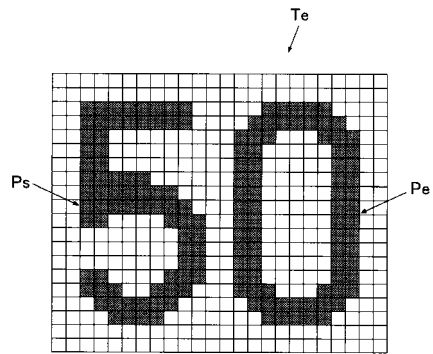
【 14 】



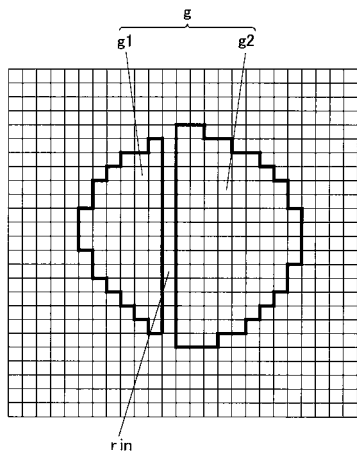
【 15 】



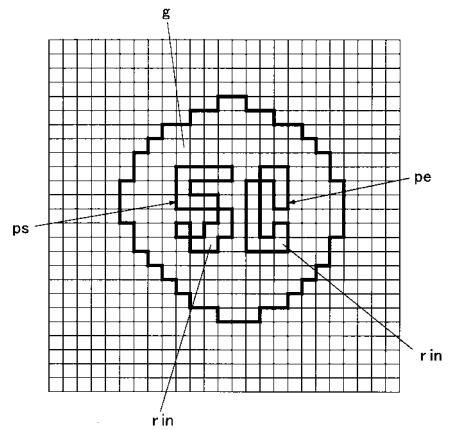
【 17 】



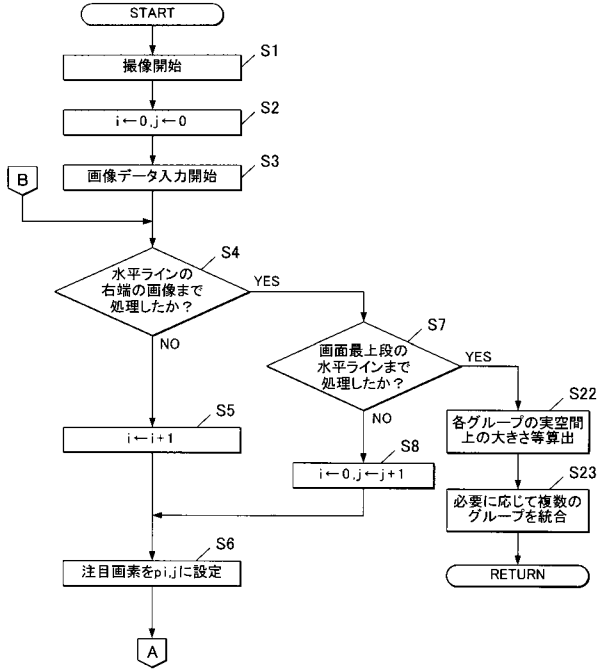
【 16 】



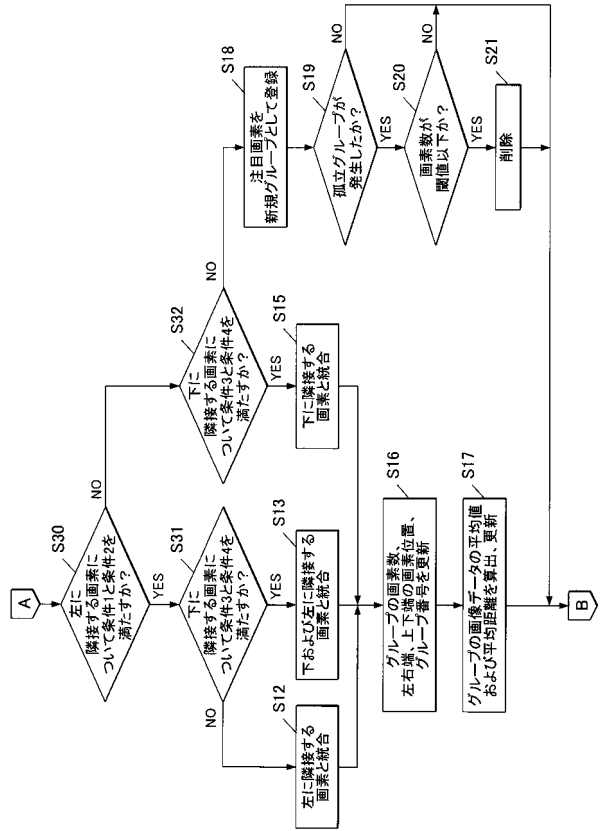
【 18 】



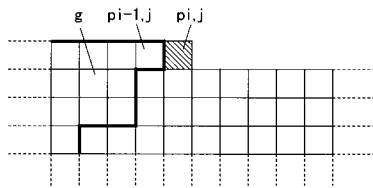
【図19】



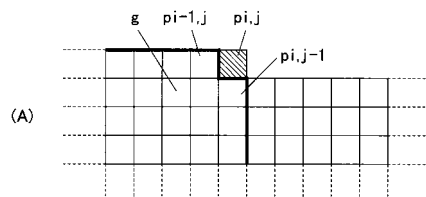
【図20】



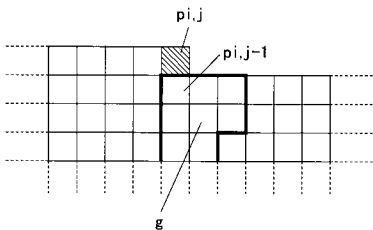
【図21】



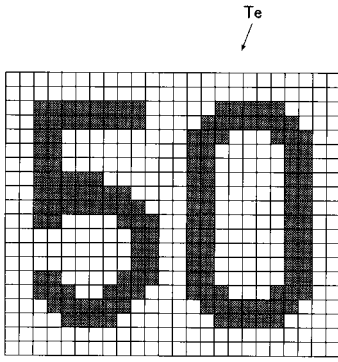
【図23】



【図22】



【 図 2 4 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平 1 1 - 2 8 8 4 6 5 (J P , A)
特開平 0 5 - 2 6 5 5 4 7 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 3 6 2 7 6 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 0 2 6 9 9 9 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 4 2 1 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 5 8 8 9 5 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 0 6 T	7 / 0 0
G 0 6 T	1 / 0 0
G 0 8 G	1 / 1 6