

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3637226号
(P3637226)

(45) 発行日 平成17年4月13日(2005.4.13)

(24) 登録日 平成17年1月14日(2005.1.14)

(51) Int. Cl.⁷

F I

G06T 7/20
G06T 7/00

G06T 7/20 B
G06T 7/00 C

請求項の数 12 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願平11-23939	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成11年2月1日(1999.2.1)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2000-222585 (P2000-222585A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成12年8月11日(2000.8.11)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成14年2月27日(2002.2.27)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100068814
			弁理士 坪井 淳
		(74) 代理人	100092196
			弁理士 橋本 良郎
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100088683
			弁理士 中村 誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動き検出方法、動き検出装置及び記録媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

各画素値が奥行き方向の距離値を示す第1の距離画像と第2の距離画像を時系列で取得する第1のステップと、

前記第1及び第2の距離画像を任意の大きさの小領域に分割する第2のステップと、

前記第1及び第2の距離画像間で最も類似する小領域を求める第3のステップと、

前記第1及び第2の距離画像間で前記最も類似する各小領域について、当該小領域内の画素値の代表画素値を算出する第4のステップと、

前記最も類似する各小領域の代表画素値の差分を算出して、奥行き方向の動き量を求める第5のステップと、

前記第1及び第2の距離画像上での前記最も類似する各小領域の位置の差異から、平面方向動きベクトルを算出する第6のステップと、

を有することを特徴とする動き検出方法。

【請求項2】

各画素値が奥行き方向の距離値を示す第1の距離画像と第2の距離画像を時系列で取得する第1のステップと、

前記第1及び第2の距離画像を任意の大きさの小領域に分割する第2のステップと、

前記第1及び第2の距離画像の各小領域について、当該小領域内の画素値の代表画素値を算出する第3のステップと、

前記第1の距離画像の第1の小領域の前記代表画素値と、前記第2の距離画像内の前記

第 1 の小領域の周辺の複数の小領域のそれぞれの前記代表画素値とが等しくなるように、当該複数の小領域のそれぞれの各画素値を補正する第 4 のステップと、

各画素値の補正された前記複数の小領域のなかから、前記第 1 の距離画像の前記第 1 の小領域と最も類似する第 2 の小領域を求める第 5 のステップと、

前記第 1 の距離画像上での前記第 1 の小領域の位置と前記第 2 の距離画像上での前記第 2 の小領域の位置との差異から、平面方向動きベクトルを算出する第 6 のステップと、

前記第 1 の距離画像の前記第 1 の小領域の前記代表画素値と前記第 2 の距離画像の前記第 2 の小領域の前記代表画素値との差分を算出して、奥行き方向の動き量を求める第 7 のステップと、

を有することを特徴とする動き検出方法。

10

【請求項 3】

前記第 1 のステップは、撮像対象に光を照射する発光手段と、前記撮像対象からの反射光を受光する受光手段と、前記受光手段で受光された反射光の強度分布から、各画素値が奥行き方向の距離値を示す距離画像を生成する画像生成手段とを含む画像取得装置で、第 1 の距離画像と第 2 の距離画像を時系列で取得することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載の動き検出方法。

【請求項 4】

前記第 5 及び第 6 のステップで各小領域から算出された平面方向動きベクトル及び奥行き方向の動き量から、前記撮像対象の動きを認識する第 7 のステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 記載の動き検出方法。

20

【請求項 5】

前記第 6 及び第 7 のステップで各小領域から検出された平面方向動きベクトル及び奥行き方向の動き量から、前記撮像対象の動きを認識する第 8 のステップをさらに有することを特徴とする請求項 2 記載の動き検出方法。

【請求項 6】

各画素値が奥行き方向の距離値を示す距離画像を生成する距離画像生成手段と、前記距離画像生成手段で生成された、時系列の第 1 の距離画像と第 2 の距離画像を任意の大きさの小領域に分割する分割手段と、

前記第 1 及び第 2 の距離画像間で最も類似する小領域を求める手段と、

前記第 1 及び第 2 の距離画像間で前記最も類似する各小領域について、当該小領域内の画素値の代表画素値を算出する手段と、

30

前記最も類似する各小領域の代表画素値の差分を算出して、奥行き方向の動き量を求める手段と、

前記第 1 及び第 2 の距離画像上での前記最も類似する各小領域の位置の差異から、平面方向動きベクトルを算出する手段と、

を具備したことを特徴とする動き検出装置。

【請求項 7】

各画素値が奥行き方向の距離値を示す距離画像を生成する距離画像生成手段と、

前記距離画像生成手段で生成された、時系列の第 1 の距離画像と第 2 の距離画像を任意の大きさの小領域に分割する分割手段と、

40

前記第 1 及び第 2 の距離画像の各小領域について、当該小領域内の画素値の代表画素値を算出する手段と、

前記第 1 の距離画像の第 1 の小領域の前記代表画素値と、前記第 2 の距離画像内の前記第 1 の小領域の周辺の複数の小領域のそれぞれの前記代表画素値とが等しくなるように、当該複数の小領域のそれぞれの各画素値を補正する手段と、

各画素値の補正された前記複数の小領域のなかから、前記第 1 の距離画像の前記第 1 の小領域と最も類似する第 2 の小領域を求める手段と、

前記第 1 の距離画像上での前記第 1 の小領域の位置と前記第 2 の距離画像上での前記第 2 の小領域の位置との差異から、平面方向動きベクトルを算出する手段と、

前記第 1 の距離画像の前記第 1 の小領域の前記代表画素値と前記第 2 の距離画像の前記

50

第2の小領域の前記代表画素値との差分を算出して、奥行き方向の動き量を求める手段と、
 を具備したことを特徴とする動き検出装置。

【請求項8】

更に、撮像対象に光を照射する発光手段と、前記撮像対象からの反射光を受光する受光手段とを具備し、

距離画像生成手段は、前記受光手段で受光された反射光の強度分布から各画素値が奥行き方向の距離値を示す距離画像を生成することを特徴とする請求項6または請求項7記載の動き検出装置。

【請求項9】

前記第1及び第2の距離画像の各小領域のから算出された平面方向動きベクトル及び奥行き方向の動き量から、前記撮像対象の動きを認識する手段をさらに具備したことを特徴とする請求項6記載の動き検出装置。

【請求項10】

前記第1及び第2の距離画像の各小領域のから算出された平面方向動きベクトル及び奥行き方向の動き量から、前記撮像対象の動きを認識する手段をさらに具備したことを特徴とする請求項7記載の動き検出装置。

【請求項11】

各画素値が奥行き方向の距離値を示す距離画像を生成する距離画像生成手段を備えるコンピュータに、

前記距離画像生成手段で取得された、時系列の第1の距離画像と第2の距離画像を任意の大きさの小領域に分割する第1のステップと、

前記第1及び第2の距離画像間で最も類似する小領域を求める第2のステップと、

前記第1及び第2の距離画像間で前記最も類似する各小領域について、当該小領域内の画素値の代表画素値を算出する第3のステップと、

前記最も類似する各小領域の代表画素値の差分を算出して、奥行き方向の動き量を求める第4のステップと、

前記第1及び第2の距離画像上での前記最も類似する各小領域の位置の差異から、平面方向動きベクトルを算出する第5のステップと、

を実行させるプログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

【請求項12】

各画素値が奥行き方向の距離値を示す距離画像を生成する距離画像生成手段を備えるコンピュータに、

前記距離画像生成手段で取得された、時系列の第1の距離画像と第2の距離画像を任意の大きさの小領域に分割する第1のステップと、

前記第1及び第2の距離画像の各小領域について、当該小領域内の画素値の代表画素値を算出する第2のステップと、

前記第1の距離画像の第1の小領域の前記代表画素値と、前記第2の距離画像内の前記第1の小領域の周辺の複数の小領域のそれぞれの前記代表画素値とが等しくなるように、当該複数の小領域のそれぞれの各画素値を補正する第3のステップと、

各画素値の補正された前記複数の小領域のなかから、前記第1の距離画像の前記第1の小領域と最も類似する第2の小領域を求める第4のステップと、

前記第1の距離画像上での前記第1の小領域の位置と前記第2の距離画像上での前記第2の小領域の位置との差異から、平面方向動きベクトルを算出する第5のステップと、

前記第1の距離画像の前記第1の小領域の前記代表画素値と前記第2の距離画像の前記第2の小領域の前記代表画素値との差分を算出して、奥行き方向の動き量を求める第6のステップと、

を実行させるプログラムを記録した機械読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

20

30

40

50

【発明の属する技術分野】

本発明は、平面方向のみならず、奥行き方向の動きを検出する動き検出方法およびそれを用いた動き検出装置に関する。

【0002】

また、本発明は、平面方向のみならず、奥行き方向の動きを検出して、その動きを認識する動き認識方法およびそれを用いた動き認識装置に関する。

【0003】**【従来の技術】**

従来、ビデオカメラなどの撮像装置を用いて、認識対象物の動きを抽出しようとした場合、以下のような方法が取られていた。

【0004】

まず1つ目は、オプティカルフローと呼ばれる手法である。これは、特定のブロック画像に着目し、隣り合うフレーム間で、ある着目画像領域が平面内でどの方向に動いたかを計測し、その方向を推定するものである。次フレームにおける対象画像の移動方向を特定するには、時系列的に隣り合うフレーム間で類似度を算出する方法が代表的である。対象画像領域近傍で同じサイズのブロック画像を対象に前フレームにおける着目ブロック画像との相関係数を計算し、その係数の最も高いブロックへの方向が動きベクトルとして推定される。

【0005】

この技術は人間の顔のトラッキングなどロボットビジョンの分野では広く利用されており、相関係数の計算はハードウェア化が容易なため、相関係数を計算する特殊なアクセラレータボードを付加することでリアルタイムなトラッキングも可能となっている。この手法は、着目ブロック画像が2次元的に大きく変化しない場合、かなりの精度で平面方向の動き成分を抽出することが可能であるが、対象画像はビデオカメラなどで取得した2次元画像であるため、奥行き方向を含めた3次元的な動き情報は検出できていない。

【0006】

また、オプティカルフローの展開例として、隣り合うピクセル間で差分情報をハード的に抽出することで、動きベクトルを推定するセンサも登場してきている。リアルタイムに動き成分がとれることからゲームなどのエンターテイメント分野、あるいは監視システムに利用されつつある。この場合も、ピクセルレベルでの2次元的な動き情報は抽出されるが、奥行き方向の動き情報は抽出することが不可能である。

【0007】

別の手法としては、画像全体を対象とした動きの検出以外にも、画像中の特徴点をトラッキングするという手法もある。たとえば、手先の動きをトラッキングする場合を考えてみる。この場合、まず複数のカメラから撮像した手の取得画像から、手先に相当する部分を特徴点として定義し、その3次元位置情報を検出することが必要になる。そのためには、まず各カメラで同時期に取得された画像から特徴点(手先)を抽出し、そのスクリーン座標から三角測量の要領で特徴点の3次元的な空間位置情報を求める。次に時系列的に求められた特徴点の空間位置情報から、特徴点、この場合手先の3次元的な動き情報を検出することができるわけである。しかし、この手法では、事前に各カメラの各種パラメータの調整に相当するキャリブレーションを行った上で、特徴点の抽出、対応づけといった煩雑な作業が必要であり、汎用的に使える手法とは言えない。

【0008】

また、動きを特徴づける関節などの部位にあらかじめセンサを装着し、撮像した画像からセンサ部位を抽出し、2次元あるいは3次元的な動きを計測するモーションキャプチャと呼ばれる手法も存在する。この手法では、上記で紹介した手法に比べ、特徴点の抽出や対応づけ処理は軽くなるが、システム全体のコストが高くなり、システムを稼動する上での制約も多い。さらに煩わしい特定のセンサデバイスを装着する必要があり、とても一般ユーザが使えるものにはなっていない。

【0009】

10

20

30

40

50

以上のように、従来方法では、画像系列から奥行き情報を含む3次元的な動きの抽出を行う方法には様々な問題点があった。

【0010】

【発明の解決しようとする課題】

以上説明したように、従来の手法では、ビデオカメラなどを用いて認識対象物を2次元情報しか持たない画像として取得していたため、対象物の3次元的な動きの抽出を2次元情報のみから行うしかなく、高精度で奥行き方向を含めた3次元的な動きの認識を行うことは不可能であった。

【0011】

そこで、本発明は、3次元的な動きを高精度に検出できる動き検出方法およびそれを用いた動き検出装置を提供することを目的とする。 10

【0012】

また、本発明は、3次元的な動きを高精度に認識できる動き認識方法およびそれを用いた動き認識装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】

(1) 本発明の動き検出方法は、取得した距離画像を所定の大きさの小領域に分割して、連続して取得した距離画像間で、類似する前記小領域毎に平面方向の動きを検出し、前記小領域毎に奥行き情報を算出して、該奥行き情報を基に類似する小領域間で奥行き方向の動きを検出することにより、3次元的な動きを高精度に検出することができる。 20

【0014】

(2) 本発明の動き検出方法は、取得した距離画像を所定の大きさの小領域に分割して、前記小領域毎に奥行き情報を算出し、連続して取得した距離画像間で、前記小領域毎に前記奥行き情報を基に奥行き方向の動きを検出し、移動元の小領域と、前記検出された奥行き方向の動きに基づき前記奥行き情報を補正した小領域であって前記移動元の小領域に類似する小領域との間で平面方向の動きを検出することにより、奥行き方向の動き成分による距離画像の濃淡変化を補正した上で、平面方向動き情報の検出を行っているため、より高精度に奥行き方向の動き成分を有する対象物の3次元的な動きを検出することができる。

【0015】 30

(3) 本発明の動き認識方法は、取得した距離画像を所定の大きさの小領域に分割して、連続して取得した距離画像間で、類似する前記小領域毎に平面方向の動きを検出し、前記小領域毎に奥行き情報を算出して、該奥行き情報を基に類似する小領域間で奥行き方向の動きを検出し、前記平面方向の動きと前記奥行き方向の動きとから該動きを認識することにより、3次元的な動きを高精度に認識することができる。

【0016】

(4) 本発明の動き認識方法は、取得した距離画像を所定の大きさの小領域に分割して、前記小領域毎に奥行き情報を算出し、連続して取得した距離画像間で、前記小領域毎に前記奥行き情報を基に奥行き方向の動きを検出し、移動元の小領域と前記検出された奥行き方向の動きに基づき前記奥行き情報を補正した小領域であって前記移動元の小領域に類似する小領域との間で平面方向の動きを検出し、前記平面方向の動きと前記奥行き方向の動きとから該動きを認識することにより、奥行き方向の動き成分による距離画像の濃淡変化を補正した上で、平面方向動き情報の検出を行っているため、より高精度に奥行き方向の動き成分を有する対象物の3次元的な動きを認識することができる。 40

【0017】

(5) 本発明の動き検出装置は、距離画像を取得する画像取得手段と、この画像取得手段で取得した距離画像を所定の大きさの小領域に分割する分割手段と、前記画像取得手段で連続して取得した距離画像間で、類似する前記小領域毎に平面方向の動きを検出する第1の検出手段と、前記小領域毎に奥行き情報を算出する算出手段と、 50

この算出手段で算出された奥行き情報を基に類似する小領域間で奥行き方向の動きを検出する第2の検出手段と、

を具備したことにより、3次元的な動きを高精度に検出することができる。

【0018】

(6) 本発明の動き検出装置は、距離画像を取得する画像取得手段と、この画像取得手段で取得した距離画像を所定の大きさの小領域に分割する分割手段と、前記小領域毎に奥行き情報を算出する算出手段と、前記画像取得手段で連続して取得した距離画像間で、前記小領域毎に前記奥行き情報を基に奥行き方向の動きを検出する第1の動き検出手段と、

この第1の検出手段で検出された奥行き方向の動きに基づき前記奥行き情報を補正する補正手段と、

移動元の小領域と、前記補正手段で前記奥行き情報を補正した小領域であって前記移動元の小領域に類似する小領域との間で平面方向の動きを検出する第2の検出手段とを具備したことにより、奥行き方向の動き成分による距離画像の濃淡変化を補正した上で、平面方向動き情報の検出を行っているため、より高精度に奥行き方向の動き成分を有する対象物の3次元的な動きを検出することができる。

【0019】

(7) 本発明の動き認識装置は、距離画像を取得する画像取得手段と、この画像取得手段で取得した距離画像を所定の大きさの小領域に分割する分割手段と、前記画像取得手段で連続して取得した距離画像間で、類似する前記小領域毎に平面方向の動きを検出する第1の検出手段と、

前記小領域毎に奥行き情報を算出する算出手段と、この算出手段で算出された奥行き情報を基に類似する小領域間で奥行き方向の動きを検出する第2の検出手段と、類似する小領域間から検出された前記平面方向の動きと前記奥行き方向の動きとから該動きを認識する認識手段と、

を具備したことにより、3次元的な動きを高精度に認識することができる。

【0020】

(8) 本発明の動き認識装置は、距離画像を取得する画像取得手段と、この画像取得手段で取得した距離画像を所定の大きさの小領域に分割する分割手段と、前記小領域毎に奥行き情報を算出する算出手段と、前記画像取得手段で連続して取得した距離画像間で、前記小領域毎に前記奥行き情報を基に奥行き方向の動きを検出する第1の動き検出手段と、

この第1の検出手段で検出された奥行き方向の動きに基づき前記奥行き情報を補正する補正手段と、

移動元の小領域と、前記補正手段で前記奥行き情報を補正した小領域であって前記移動元の小領域に類似する小領域との間で平面方向の動きを検出する第2の検出手段と、類似する小領域間から検出された前記平面方向の動きと前記奥行き方向の動きとから該動きを認識する認識手段と、

を具備したことにより、奥行き方向の動き成分による距離画像の濃淡変化を補正した上で、平面方向動き情報の検出を行っているため、より高精度に奥行き方向の動き成分を有する対象物の3次元的な動きを認識することができる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係る画像認識装置の全体構成図である。

【0022】

本実施形態の画像認識装置は、距離画像ストリームを取得するための撮像手段を備えた画像取得部1と、画像取得部1で取得された距離画像を格納する画像格納部2と、画像格納

10

20

30

40

50

部 2 に格納された距離画像を動き検出単位となる所定の大きさの小領域（ブロック画像）に分割するブロック分割部 3 と、画像取得部 1 で取得した距離画像を動き検出単位となる所定の大きさの小領域（ブロック画像）に分割するブロック分割部 4 と、画像格納部 2 に格納された距離画像（サンプル距離画像）と画像取得部 1 で取得された距離画像（最新距離画像）との間でブロック画像毎に平面方向の動き（平面方向動きベクトル）を検出する平面方向動き検出部 5 と、ブロック画像の奥行き情報（距離値）を算出する距離値算出部 6 と、平面方向動き検出部 5 で検出された平面方向の動き（平面方向動き情報、より具体的には平面方向動きベクトル）に基づき推定される平面方向の移動元のブロック画像と移動先のブロック画像との間の距離値算出部 6 で算出された距離値を基に奥行き方向の動き（奥行き方向動き情報、より具体的には奥行き方向動きベクトル）を検出する奥行き方向動き検出部 7 と、平面方向動き検出部 5 で検出された平面方向動き情報と奥行き方向動き検出部 7 で検出された奥行き方向動き情報とテンプレート 9 を参照して当該動きを認識する動き認識部 8 と、認識すべき動きを登録したテンプレート 9 とから構成されている。

10

【 0 0 2 3 】

まず、画像取得部 1 および距離画像について説明する。

【 0 0 2 4 】

画像取得部 1 は、認識対象物体（例えば、人間の手、顔、全身など）を、その 3 次元形状を反映した奥行き値を持つ画像（以降、距離画像と呼ぶ）として所定時間毎（例えば 1 / 30 秒毎など）に取得するものである（例えば、特願平 8 - 2 7 4 9 4 9 号の画像取得方法などを用いて実現することができる）。

20

【 0 0 2 5 】

所定時間毎に距離画像が取得されてゆくため、これらをメモリなどを用いて、画像取得部 1 の内部または外部で逐次保持することで、対象物の距離画像による動画像（以降、距離画像ストリームと呼ぶ）を得ることができる。このとき、距離画像ストリームは、距離画像の取得間隔を t 秒としたとき、「最新の距離画像」、「最新から t 秒前（以降、1 フレーム前と呼ぶ）の距離画像」、「最新から $2t$ 秒前（2 フレーム前、以下同様）の距離画像」、...、といった複数フレームの距離画像の集合体として得られることになる。

【 0 0 2 6 】

画像取得部 1 は、図 2 に示すように、主に、発光部 1 0 1、受光部 1 0 3、反射光抽出部 1 0 2、タイミング信号生成部 1 0 4 から構成される。

30

【 0 0 2 7 】

発光部 1 0 1 は、タイミング信号生成部 1 0 4 にて生成されたタイミング信号に従って時間的に強度変動する光を発光する。この光は発光部前方にある対象物体に照射される。

【 0 0 2 8 】

受光部 1 0 3 は、発光部 1 0 1 が発した光の対象物体による反射光の量を検出する。

【 0 0 2 9 】

反射光抽出部 1 0 2 は、受光部 1 0 3 にて受光された反射光の空間的な強度分布を抽出する。この反射光の空間的な強度分布は画像として捉えることができるので、これを反射光画像あるいは距離画像と呼ぶ。

【 0 0 3 0 】

受光部 1 0 3 は一般的に発光部 1 0 1 から発せられる光の対象物による反射光だけでなく、照明光や太陽光などの外光も同時に受光する。そこで、反射光抽出部 1 0 2 は発光部 1 0 1 が発光しているときに受光した光の量と、発光部 1 0 1 が発光していないときに受光した光の量の差をとることによって、発光部 1 0 1 からの光の対象物体による反射光成分だけを取り出す。

40

【 0 0 3 1 】

反射光抽出部 1 0 2 では、受光部 1 0 3 にて受光された反射光から、その強度分布、すなわち、図 3 に示すような反射光画像（距離画像）を抽出する。

【 0 0 3 2 】

図 3 では、簡単のため、 256×256 画素の反射光画像の一部である 8×8 画素の反射

50

光画像の場合について示している。

【0033】

物体からの反射光は、物体の距離が大きくなるにつれ大幅に減少する。物体の表面が一樣に光を散乱する場合、反射光画像1画素あたりの受光量は物体までの距離の2乗に反比例して小さくなる。

【0034】

反射光画像の各画素値は、その画素に対応する単位受光部で受光した反射光の量を表す。反射光は、物体の性質（光を鏡面反射する、散乱する、吸収する、など）、物体の向き、物体の距離などに影響されるが、物体全体が一樣に光を散乱する物体である場合、その反射光量は物体までの距離と密接な関係を持つ。手などは、このような性質をもつため、画像取得部1の前方に手を差し出した場合の反射光画像は、手までの距離、手の傾き（部分的に距離が異なる）などを反映する図4に示したような3次元的なイメージを得ることができる。

10

【0035】

図5は、例えば、特願平9-299648号に記載されているような画像取得部1を構成する発光部101と、受光部103の外観の一例を示したもので、中央部には円形レンズとその後部にあるエリアセンサ（図示せず）から構成される受光部103が配置され、円形レンズの周囲にはその輪郭に沿って、赤外線などの光を照射するLEDから構成される発光部101が複数（例えば6個）等間隔に配置されている。

【0036】

発光部101から照射された光が物体に反射され、受光部103のレンズにより集光され、レンズの後部にあるエリアセンサで受光される。エリアセンサは、例えば256×256のマトリックス状に配列されたセンサで、マトリックス中の各センサにて受光された反射光の強度がそれぞれ画素値となる。このようにして取得された画像が、図3に示すような反射光の強度分布としての距離画像である。

20

【0037】

図3は、距離画像データの一部（256×256画素の一部の8×8画素）を示したものである。この例では、行列中のセルの値（画素値）は、取得した反射光の強さを8ビット256階調で示したものである。例えば、「255」の値があるセルは、画像取得部1に最も接近した状態、「0」の値があるセルは、画像取得部1から遠くにあり、反射光が画像取得部1にまで到達しないことを示している。

30

【0038】

図4は、図3に示したようなマトリックス形式の距離画像データ全体を3次元的に示したものである。この例では、人間の手の距離画像データの場合を示している。

【0039】

図6に、画像取得部1により取得された手の距離画像の例を示す。距離画像は、奥行き情報を有する3次元画像で、例えば、x軸（横）方向64画素、y軸（縦）方向64画素、z軸（奥行き）方向256階調の画像になっている。図6は、距離画像の距離値、すなわちz軸方向の階調をグレースケールで表現したもので、この場合、色が黒に近いほど画像取得部1からの距離が近く、白に近くなるほど距離が遠いことを示している。また、色が完全に白のところは、画像がない、あるいはあっても遠方でないのと同じであることを示している。

40

【0040】

物体からの反射光の強さは当該物体までの距離の2乗に反比例して小さくなる。すなわち、距離画像中の各画素（i、j）の画素値をQ（i、j）とすると、

$$Q(i, j) = K / d^2 \quad \dots (1)$$

と表すことができる。

【0041】

ここで、Kは、例えば、d = 0.5 mのときに、R（i、j）の値が「255」になるように調整された係数である。上式をdについて解くことで、距離値を求めることができる

50

。

【0042】

次に、図1の動き認識装置の各構成部についてより詳細に説明する。

【0043】

画像格納部2は、画像取得部1で取得された距離画像ストリーム中に含まれる距離画像のうち、常に最新より数フレーム前（例えば、常に1フレーム前）の距離画像（以降、サンプル距離画像と呼ぶ）を格納しておくためのものである。

【0044】

ここで、サンプル距離画像として何フレーム前の距離画像を用いるかは、画像取得部1の距離画像取得間隔（フレームレート）、対象物の動作速度などの情報を基に決定する。例えば、対象物の2次元投影イメージが変化しない一連の動作の間に、Nフレーム取得できるならば、サンプル画像は、1ないしNフレーム前の距離画像の間で任意に選ばばよい。

10

【0045】

ブロック分割部3は、画像格納部2に格納された距離画像（サンプル距離画像）を、動き検出単位となるブロック画像に分割するためのものである。

【0046】

ブロック分割部4は、画像取得部1で新規に取得された距離画像（最新距離画像）を、動き検出単位となるブロック画像に分割するためのものである。

【0047】

ここでは、取得された距離画像をサイズの等しいブロック画像に分割することを考える。例えば、対象となる距離画像のフレームサイズがx軸（横）方向64画素、y軸（縦）方向64画素である場合、x軸方向、y軸方向それぞれに8等分して分割すると、1つのブロック画像の大きさは、x軸（横）方向8画素、y軸（縦）方向8画素の計 $8 \times 8 = 64$ 画素で構成されることになる。

20

【0048】

図7は、図6に示した距離画像を 8×8 のブロック画像に分割した様子を表したものである。

【0049】

次に、平面方向動き検出部5で実際にどのようにして画像格納部2に格納されたサンプル距離画像と、画像取得部1によって新規に取得された最新距離画像とから、平面方向の動き情報を検出するかを図8に示すフローチャートを参照して説明する。

30

【0050】

まず、ブロック分割部3で分割されたサンプル距離画像上のブロック画像のうち、動き情報算出の対象となるブロック画像（対象ブロック）を設定する（ステップS1）。

【0051】

ブロック分割部4で分割された最新距離画像上のブロック画像（探索ブロック）と、ステップS1で設定された対象ブロックとの間の類似度を計算することで、対象物が動いたと推定される移動先ブロックの探索を行う（ステップS2）。

【0052】

類似度算出の対象となる最新距離画像上の探索ブロックは、ブロック分割部3、4で同じブロックサイズに分割を行ったとすると、サンプル距離画像中の1つの対象ブロックに対し、x軸方向、y軸方向に1ブロックずつずらすことで、最大（x軸方向フレームサイズ/x軸方向ブロックサイズ） \times （y軸方向フレームサイズ/y軸方向ブロックサイズ）個のブロック画像をとることができる。しかし、実際には時系列的に近いフレーム同士の相関はとても高いため、探索対象となるブロックは、対象ブロックに対してx軸方向、y軸方向にそれぞれ1ブロックずつずらした範囲で行えば十分なことが多い。

40

【0053】

ここでは、図9に示すように、最新距離画像G1、その1フレーム前のサンプル距離画像G2とも一定サイズのブロック画像に分割し、各ブロック画像間の類似度を求めることにする。例えば、フレームサイズがx軸方向に64画素、y軸方向に64画素の距離画像

50

を x 軸方向、y 軸方向それぞれに 8 分割した場合、x 軸方向および y 軸方向のブロックサイズは共に $64 / 8 = 8$ 画素となる。また、最新距離画像 G 2 上の探索する範囲としてサンプル距離画像 G 1 中の対象ブロック a 2 2 に対し上下、左右に 1 ブロックずれたブロック画像 b 1 1、b 1 2、b 1 3、b 2 1、b 2 3、b 3 1、b 3 2、b 3 3 とする。

【 0 0 5 4 】

なお、最新距離画像中の探索ブロックの選択は、このように、必ずしも探索ブロック同士が互いに重なり合わないブロック画像になるように選択する必要はなく、サイズの等しいブロック画像として、最新距離画像中の対象ブロック a 2 2 と等しい位置にあるブロック画像を中心として、x 軸方向、y 軸方向に 1 画素ずつずらすことで、最大 (x 軸方向フレームサイズ - x 軸方向ブロックサイズ) × (y 軸方向フレームサイズ - y 軸方向ブロックサイズ) 個、任意にとることもできる。

10

【 0 0 5 5 】

最新距離画像上の探索ブロック (ブロック単位の計測で、その位置を x 軸方向に x ブロック目、y 軸方向に y ブロック目とし、(x , y) とする) と、サンプル距離画像上の対象ブロック (その位置をブロック単位の計測で、x 軸方向に z ブロック目、y 軸方向に w ブロック目とし、(z , w) とする) 間の類似度 C_{zw-xy} は、例えば、次式 (2) から求めることができる。

【 0 0 5 6 】

【 数 1 】

$$\begin{aligned}
 C_{zw-xy} &= 1 - (\sum (|N_{zw}(i, j) - S_{xy}(i, j)| / \text{MaxZ})) / (\text{BlockSizeX} \cdot \text{BlockSizeY}) \\
 &\quad \text{for } i=0 \sim \text{BlockSizeX}-1, \\
 &\quad \quad j=0 \sim \text{BlockSizeY}-1 \\
 \text{BlockSizeX} &: \text{x 軸方向ブロックサイズ} \\
 \text{BlockSizeY} &: \text{y 軸方向ブロックサイズ} \\
 \text{MaxZ} &: \text{z 軸方向階調} \\
 N_{zw}(i, j) &: \text{最新距離画像画素値} \\
 &\quad N(\text{BlockSizeX} \cdot z + i, \text{BlockSizeY} \cdot w + j) \\
 S_{xy}(i, j) &: \text{サンプル距離画像画素値} \\
 &\quad S(\text{BlockSizeX} \cdot x + i, \text{BlockSizeY} \cdot y + j) \\
 &\quad \dots (2)
 \end{aligned}$$

20

30

40

【 0 0 5 7 】

式 (2) を用いて、対象ブロック (例えば、図 9 の対象ブロック a 2 2) とその周辺の最新距離画像上の全ての探索ブロック (例えば、図 9 の探索ブロック b 1 1、b 1 2、b 1 3、b 2 1、b 2 3、b 3 1、b 3 2、b 3 3) のそれぞれとの類似度を算出する (ステップ 3)。図 9 において、サンプル距離画像 G 1 中の対象ブロック a 2 2 と最新距離画像 G 2 中の探索ブロック b 1 1、b 1 2、b 1 3、b 2 1、b 2 3、b 3 1、b 3 2、b 3 3 との類似度を式 (2) を用いて求めると、探索ブロック b 2 2 との類似度が「 0 . 1」、探索ブロック b 3 2 との類似度が「 0 . 2」、探索ブロック b 3 3 との類似度が「 0 . 9」、それ以外の探索ブロックとの類似度が「 0」となる。

【 0 0 5 8 】

50

全ての探索ブロックに対して処理が終了したら、平面方向動き検出部 5 で平面方向動きベクトル算出処理（ステップ S 4）に移る。

【 0 0 5 9 】

平面方向動きベクトル算出処理では、以上で求めたサンプル距離画像上の対象ブロックに対する最新距離画像上の探索ブロックの類似度算出結果から、対象ブロックに最も類似しているブロック画像を抽出する。

【 0 0 6 0 】

式（ 2 ）を用いて類似度を算出した場合、その値の最も高い探索ブロックを抽出することになる。例えば、図 9 において、サンプル距離画像中の対象ブロック a 2 2 と最も類似する最新距離画像中の探索ブロックは b 3 3 であるので、対象ブロック a 2 2（ここでは、対象ブロック a 2 2 の端点あるいは中心位置）から探索ブロック b 3 3（ここでは、探索ブロック b 3 3 の端点あるいは中心位置）へのベクトルが最終的な平面方向の動きベクトルとなる。

10

【 0 0 6 1 】

例えば、対象ブロックの位置が、ブロック単位の計測で（ 2 , 2 ）の位置（つまり、x 軸方向に 2 ブロック、y 軸方向に 2 ブロック目のブロック）、類似度の最も高い探索ブロックの位置が同様に（ 3 , 3 ）の位置であった場合、平面方向にブロック移動したと推定される移動量は（ 3 , 3 ） - （ 2 , 2 ） = （ 1 , 1 ）となり、最終的な平面方向動きベクトル量は x 軸方向に 1 ×（ x 軸方向のブロックサイズ）、y 軸方向に 1 ×（ y 軸方向のブロックサイズ）となる。

20

【 0 0 6 2 】

なお、図 9 は、対象ブロックを中心とした上下、左右 1 ブロック範囲の探索ブロックにおいて、式（ 2 ）を用いて算出した類似度と、最終的に検出された平面方向動きベクトルを図示したものである。

【 0 0 6 3 】

サンプル距離画像上の全ブロック画像を対象ブロックとして、ステップ S 1 ~ ステップ S 4 を繰り返し、平面方向動きベクトルを算出する（ステップ S 5）。

【 0 0 6 4 】

距離値算出部 6 は、距離画像上のブロック画像が有する z 軸方向（奥行き方向）の距離値を求めるものである。これは、そのブロック画像に撮像されている対象物体までの距離を代表する奥行き情報を求めることに相当している。

30

【 0 0 6 5 】

図 1 0 は、ブロック画像を構成する全ての画素値を平均化することで、そのブロック画像の距離値を求める場合を概念的に示したものである。例えば、座標（ x , y ）にあるブロック画像の距離値 D x y は、そのブロック画像内のすべての画素値を平均化することにより、次式（ 3 ）から求めることができる。なお、図 1 0 では、1 フレーム中の隣接する 2 つのブロック画像（第 1 のブロック画像、第 2 のブロック画像）の離散的な画素値（ここでは、距離値に対応する）を連続する滑らかな曲線で描いている。

【 数 2 】

$$D_{xy} = \sum F_{xy}(i, j) / (\text{BlockSizeX} \cdot \text{BlockSizeY})$$

for i=0~BlockSizeX-1,

j=0~BlockSizeY-1

$F_{xy}(i, j)$: ブロック画像画素値

(BlockSizeX · x+i, BlockSizeY · y+j)

... (3)

40

50

【0066】

なお、式(3)を用いて、単純に、ブロック画像中の画素値の平均値をそのまま距離値として用いてもよく、また、式(3)を用いる際に、ブロック画像中の各画素毎に例えば、式(1)を用いて求めた距離値 d を $F \times y$ とし用いてもよく、また、式(3)を用いて求めた画素値の平均値から式(1)を用いて距離値 d を求めても良い。ここで、説明の簡単なため、上記いずれの場合であってもブロック画像の距離値と呼ぶことにする。

【0067】

ブロック画像の距離値の算出は、ここで述べた平均化による手法に限定する必要はなく、 x y 平面上のブロック画像を底辺とする立方体を定義し、ブロック画像を構成する距離値の総和と等しくなるような z 軸方向の高さを用いてもよいし、あるいは単にブロック画像を構成する距離値の中間値などを用いることもできる。

10

【0068】

奥行き方向動き検出部7では、距離画像を構成する全ブロック画像において、平面方向動き検出部5で検出された平面方向動きベクトルで推定される最新距離画像上の移動先として推定されるブロック画像の距離値、およびサンプル距離画像上の移動元のブロック画像の距離値を差し引くことで、奥行き方向動き情報を算出する。

【0069】

図11は、奥行き方向動き検出部7において、サンプル距離画像と最新距離画像上の移動元のブロック画像と移動先のブロック画像との距離値から奥行き方向の動き情報が算出される様子を表したものである。ここで算出された奥行き方向動き情報が最終的に奥行き方向動きベクトル(向きが奥行き方向で大きさが移動元のブロック画像と移動先のブロック画像との距離値の差)として出力される。

20

【0070】

以上説明したように、画像取得部1で取得される距離画像ストリームから平面方向動き情報のみならず、奥行き方向動き情報を検出することが可能となっている。

【0071】

ブロック分割部3におけるブロック分割の精度、つまり1フレームあたりのブロック分割を細かく行えば、より精細な動き情報の検出を行うことが可能であり、逆にブロック分割を粗く行えば、より大きな撮像対象物体に対して対象レベルの動き検出を高速に行うことが可能となる。

30

【0072】

動き認識部8については、後述する。

(第2の実施形態)

上記第1の実施形態では、平面方向動き情報を求め、その後、奥行き方向動き情報を求めているが、正確にいうならば、物体は、平面方向だけでなく、奥行き方向にも動いているので、最初に求めた平面方向動き情報には、奥行き方向動き情報を平面方向に投影した分の動きが影響してしまっている。

【0073】

そこで、第2の実施形態では、このような問題点を解決するため、まず、全てのブロック画像に対し、奥行き方向動き情報を求める。このとき、サンプル距離画像上のあるブロック画像と最新距離画像上のどのブロック画像とが対応するかはわかっていないので、最新距離画像上のサンプル距離画像上の対象ブロックに対応する位置の近傍の複数のブロック画像に対し、奥行き方向動き情報を求める。次に、この奥行き方向動き情報を用いて、ブロック画像の奥行き情報(すなわち、距離値)を補正し、補正された最新の距離画像のブロック画像について、平面方向動き情報を求める。このようにすることで、奥行き方向動き情報を含まない正確な平面方向動き情報を取得でき、さらにこれに基づいて、奥行き方向動き情報を求めることが可能となる。

40

【0074】

図12は、本発明の第2の実施形態に係る画像認識装置の全体構成図である。

【0075】

50

本実施形態の画像認識装置は、距離画像ストリームを取得するための撮像手段を備えた画像取得部1と、画像取得部1で取得された距離画像を格納する画像格納部12と、画像格納部12に格納された距離画像を動き検出単位となる所定の大きさの小領域（ブロック画像）に分割するブロック分割部13と、ブロック分割部13で分割されたブロック画像の奥行き情報（距離値）を算出する距離値算出部14と、画像取得部1で取得した距離画像を動き検出単位となる所定の大きさの小領域（ブロック画像）に分割するブロック分割部15と、ブロック分割部15で分割されたブロック画像の奥行き情報（距離値）を算出する距離値算出部16と、画像格納部12に格納された距離画像（サンプル距離画像）と画像取得部1で取得された距離画像（最新距離画像）との間でブロック画像毎に奥行き方向の動き（奥行き方向動きベクトル）を検出する奥行き方向動き検出部17と、奥行き方向動き検出部17で検出された奥行き方向動き情報に基づき画像取得部1で取得された距離画像上のブロック画像の奥行き情報を補正する奥行き情報補正部18と、奥行き情報を補正した最新距離画像上のブロック画像とサンプル距離画像上のブロック画像とから平面方向の動き（平面方向動きベクトル）を検出する平面方向動き検出部19と、平面方向動き検出部19で検出された平面方向動きベクトルと奥行き方向動き検出部17で検出された奥行き方向動きベクトルとテンプレート9を参照して動きを認識する動き認識部8と、認識すべき動きを登録したテンプレート9とから構成されている。

10

【0076】

画像取得部1、画像格納部12、ブロック分割部13、15、および距離値算出部14は、図1の画像取得部1、画像格納部2、ブロック分割部3、4、および距離値算出部6と同様であるので説明は省略し、異なる部分について説明する。

20

【0077】

図12に示す動き認識装置は、画像取得部1で取得した最新距離画像と画像格納部12に格納されたサンプル距離画像おのおのにおいて、各ブロック画像の奥行き情報（距離値）を、距離値算出部14、16で予め算出しておくことにある。

【0078】

奥行き方向動き検出部17では、サンプル距離画像上の動き検出対象であるブロック画像（対象ブロック）に対する最新距離画像上のブロック画像の奥行き方向の動きを検出する（奥行き方向動き情報を算出する）ものである。

【0079】

ここで、図13に示すフローチャートを参照して、奥行き方向動き検出部17における奥行き方向動き検出処理について説明する。

30

【0080】

まず、サンプル距離画像上のブロック画像のうち、動き情報算出の対象となるブロック画像（対象ブロック）を設定する（ステップS21）。

【0081】

画像取得部1で取得された最新距離画像上の動き情報探索の対象となるブロック画像（探索ブロック）の距離値を、ステップS21で設定されたサンプル距離画像上の対象ブロックの距離値と比較することで、奥行き方向動き情報を算出する（ステップS22）。探索ブロックは、最新距離画像上からサンプル距離画像上の対象ブロックに移動先となりうるブロック画像、すなわち、探索ブロックを選択する場合は、第1の実施形態と同様である。

40

【0082】

例えば、探索ブロックの距離値からサンプル距離画像上の対象ブロックの距離値を差し引くことで、その探索ブロックにおける対象ブロックの奥行き方向動き情報を求めることができる。

【0083】

この段階では最新距離画像上のどの探索ブロックにサンプル距離画像上の対象ブロックが遷移したかは明確でないが、ここで求めた各探索ブロックの奥行き方向動き情報が、最終的な奥行き方向動きベクトルとなるわけである。

50

【0084】

ステップS22の処理を最新距離画像上の全ての探索ブロックに対して行う(ステップS23)。全ての探索ブロックに対しステップS22の処理を終了したら、ステップS21に戻り、サンプル距離画像上の他のブロック画像を対象ブロックに設定して、サンプル距離画像上の全てのブロック画像についてステップS22の処理を行う(ステップS24)。

【0085】

奥行き情報補正部18では、奥行き方向動き検出部17で求めた各探索ブロックの奥行き方向動き情報にもとづき、最新距離画像上のブロック画像を変換し、平面方向動き検出部19において平面方向の動き成分を精度よく抽出するために、奥行き方向動き成分を補正する。

10

【0086】

ここで、図14に示すフローチャートを参照して、奥行き情報補正部18における、奥行き情報補正処理について説明する。

【0087】

まず、サンプル距離画像上のブロック画像のうち、動き情報算出の対象となるブロック画像(対象ブロック)を設定する(ステップS31)。奥行き方向動き検出部17で、動き情報探索の対象となった最新距離画像上のブロック画像に対して、各探索ブロック位置で求められた奥行き方向動き情報に基づき、当該ブロック画像全体に距離値を補正するための変換処理をかける(ステップS32)。

20

【0088】

一般に対象物体が奥行き方向に平行運動を行った場合、その動きは対象物体を撮像した距離画像上では、距離値変化、つまり濃淡変化として求められる。したがって、第1の実施形態における平面方向動き検出部5で行ったように異なる時間に取得された最新距離画像とサンプル距離画像間で、ブロック画像間の相関をとってもそれらの間に類似性を見出せない場合も起こり、この場合、平面方向の動き成分が検出できないということになるわけである。

【0089】

そこで、第2の実施形態では、この奥行き情報補正部18で、最新距離画像に奥行き成分の補正をかけることで、平面方向動き検出部19におけるブロック画像間の類似度計算において、上記の奥行き方向依存成分を除去することが必要になるわけである。

30

【0090】

ここでは、最新距離画像上の探索ブロックの画像をその距離値が、対象ブロックの距離値と等しくなるように変換処理をかけることにする。探索ブロックを構成する画素パターンには変化を与えず、距離値のみを変化させる最も簡単な方法は、ブロックを構成する画素全体の画素値をそのブロック画像の奥行き方向動き情報だけz軸方向にシフトさせることである。

【0091】

例えば、ブロック単位の計測で最新距離画像上のx軸方向にxブロック目、y軸方向にyブロック目の位置(x, y)にあるブロック画像中の画素値は次式(4)を用いて、奥行き方向の補正を行うことができる。

40

【0092】

【数3】

$$F'_{xy}(i, j) = F_{xy}(i, j) - \delta D_{xy}$$

$$F_{xy}(i, j)$$

$$= F((x \text{ 軸方向ブロックサイズ}) \cdot x + i, \\ (y \text{ 軸方向ブロックサイズ}) \cdot y + j)$$

: 距離画像画素値

$$F'_{xy}(i, j)$$

$$= F'((x \text{ 軸方向ブロックサイズ}) \cdot x + i, \\ (y \text{ 軸方向ブロックサイズ}) \cdot y + j)$$

: 変換後の距離画像画素値

δD_{xy} : ブロック画像の奥行き方向動き情報

... (4)

10

20

【0093】

図15は、奥行き情報補正部18で、最新距離画像上のブロック画像をそのブロック画像から検出された奥行き方向動き情報だけ、z軸（奥行き）方向に底上げし、当該ブロック画像の距離値をサンプル距離画像上の対象ブロックの画像の距離値に合わせている様子を示している。

【0094】

以上の奥行き情報補正処理を最新距離画像上の全ての探索ブロックに対して行う（ステップS33）。全ての探索ブロックに対しステップS32の処理を終了したら、ステップS31に戻り、サンプル距離画像上の他のブロック画像を対象ブロックに設定して、サンプル距離画像上の全てのブロック画像についてステップS22の処理を行う（ステップS24）。

30

【0095】

次に、平面方向動き検出部19では、サンプル距離画像上の対象ブロックの画像と、奥行き情報補正部18でその距離値を補正して得られた変換距離画像とから、対象ブロックの平面方向動き情報を検出する。

【0096】

平面方向動き検出部19における処理の流れは、第1の実施形態における平面方向動き検出部5および図8に示した平面方向動き検出部5の処理動作を示したフローチャートの説明で、探索ブロックとして奥行き情報補正部18で補正したブロック画像と置き換えれば同様である。

40

【0097】

最終的にサンプル距離画像上の各対象ブロックにおいて、平面方向動き検出部19で検出された最も相関の高いブロックへの相対ベクトルが平面方向動きベクトルとして検出され、移動先ブロック（最も相関の高いブロック）における奥行き方向動き検出部17であらかじめ検出しておいた奥行き方向動き情報が奥行き方向動きベクトルとして検出できたことになる。

【0098】

第1の実施形態における構成では、奥行き方向動き情報の検出処理が一度で済むため、高速に奥行き方向の動き情報を検出することができるが、奥行き方向の動き成分が大きな対象物に対しては、平面方向の動き成分を検出し損ねる可能性がある。一方、第2の実施形

50

態における構成では、奥行き方向動き情報に基づき最新距離画像の奥行き情報に補正をかけ、奥行き方向の動き成分による距離画像の濃淡変化を補正した上で、平面方向動き情報の検出を行っているため、より高精度に奥行き方向の動き成分を有する対象物の3次元動き情報を検出することが可能となる。

(第1および第2の実施形態における動き検出結果の表示および動き認識部8の説明)

図17、18は、第1の実施形態の平面方向動き検出部5と奥行き方向動き検出部7、あるいは第2の実施形態の奥行き方向動き検出部17と平面方向動き検出部19にて検出された、3次元動き情報(平面方向動きベクトル、奥行き方向動きベクトル)を3次元的なベクトルで表して、所定の表示装置に表示する際の表示例を示したものである。

【0099】

ここでは、例えば、 64×64 の画素で構成される距離画像を縦方向に8等分、横方向に8等分に分割し、各ブロック画像における動きベクトルを矢印で3次元的に表示したものである。

【0100】

動きベクトルを3次元的に表示するとは、例えば、図19に示すように、移動距離が0~5cm、5~10cm、10~15cmと3段階に分類して、奥行き方向動き情報に基づき、矢印を段階的に色を違えたり、線分の種類を違えたりして表示すればよい。

【0101】

図17、18に示した画面表示例で、画面の下部に表示してあるスケールは、求められた各ブロック画像の動きベクトルを合成することで、フレーム全体のXYZ各軸方向における動き成分のかたよりを表示したものである。例えば、図17の場合、X軸方向の動きスケールが右に片寄っている、つまり動きベクトルが全体的に右を向いていることを示しており、撮像した手が右に動いていると解釈することができる。同様にY軸方向、あるいは奥行き方向(Z軸方向)に関しても、動きベクトルのY軸方向成分、奥行き成分(Z軸方向成分)を観察することで、撮像しているオブジェクトの全体的な動きも検出することができるわけである。

【0102】

このように、フレーム画像中の特定個所、つまり各ブロック画像における動き情報を検出するだけでなく、各ブロックにおける動きベクトルを合成することで、領域としての動き情報を求めることも可能であり、オブジェクトの動き認識といったより高次の動き検出に利用することもできる。

【0103】

例えば、図1、図12の動き認識部8では、 64×64 の画素で構成される距離画像を縦方向に8等分、横方向に8等分に分割して各ブロック画像から検出された平面方向および奥行き方向の動きベクトルを合成して、縦方向に2等分、横方向に2等分に分割して計4つのブロック画像毎の3次元的な動きベクトルを算出する。

【0104】

この動きベクトルと図16に示したようなテンプレート9と照合して検出された動きがどのような種類の動きであるかを認識する。このテンプレート9は、所定のメモリ上に構成される。

【0105】

図16に示したテンプレート9には、認識すべき動き(例えば、右上への移動、左上への移動、右回りの回転移動、左回りの回転移動等)のそれぞれに対応する4つの各ブロック画像毎の3次元動きベクトルが予め登録されている。

【0106】

動き認識部8は、図17に示したような動きベクトルを合成して4つの3次元動きベクトルを算出し、図19に示したようなテンプレート9を参照することにより、この距離画像から検出された動きは右上への移動であると認識できる。また、図18に示したような動きベクトルを合成して4つの3次元動きベクトルを算出し、図19に示したようなテンプレートを参照することにより、この距離画像から検出された動きは右回りの回転移動であ

10

20

30

40

50

ると認識できる。

【0107】

以上の各構成部は、画像取得部1の撮像部分を除いて、ソフトウェアとしても実現可能である。すなわち、上記した各手順をコンピュータに実行させることのできるプログラムとして機械読みとり可能な記録媒体に記録して頒布することができる。

【0108】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、その技術的範囲において種々変形して実施することができる。

【0109】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、3次元的な動きを高精度に検出できる。また、3次元的な動き高精度に認識できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る画像認識装置の構成例を概略的に示す図。

【図2】画像取得部の概略的な構成図。

【図3】距離画像をマトリックス状に示した図。

【図4】距離画像を3次元的に示した図。

【図5】画像取得部を構成する発光部と受光部の外観の一例を示した図。

【図6】距離画像の一具体例を示した図。

【図7】図6の距離画像を分割した様子を示した図。

【図8】平面方向動き検出処理動作を説明するためのフローチャート。

【図9】平面方向動き検出処理を具体的に説明するための図。

【図10】ブロック画像の奥行き情報（距離値）を概念的に説明するための図。

【図11】奥行き方向動き検出処理を具体的に説明するための図。

【図12】本発明の第2の実施形態に係る画像認識装置の構成例を概略的に示す図。

【図13】奥行き方向動き検出処理について説明するためのフローチャート。

【図14】奥行き情報補正処理について説明するためのフローチャート。

【図15】奥行き情報補正処理を具体的に説明するための図。

【図16】認識すべき動きの登録されたテンプレートの一例を示した図。

【図17】3次元動き情報（平面方向動きベクトル、奥行き方向動きベクトル）を3次元的なベクトルで表して、所定の表示装置に表示する際の表示例を示した図。

【図18】3次元動き情報（平面方向動きベクトル、奥行き方向動きベクトル）を3次元的なベクトルで表して、所定の表示装置に表示する際の表示例を示した図。

【図19】3次元動き情報（平面方向動きベクトル、奥行き方向動きベクトル）を表したベクトルの3次元的な表示例を示した図。

【符号の説明】

1 ... 画像取得部

2 ... 画像格納部

3、4 ... ブロック分割部

5 ... 平面方向動き検出部

6 ... 距離値算出部

7 ... 奥行き方向動き検出部

8 ... 動き認識部

9 ... テンプレート

12 ... 画像格納部

13 ... ブロック分割部

14 ... 距離値算出部

15 ... ブロック分割部

16 ... 距離値算出部

17 ... 奥行き方向動き検出部

10

20

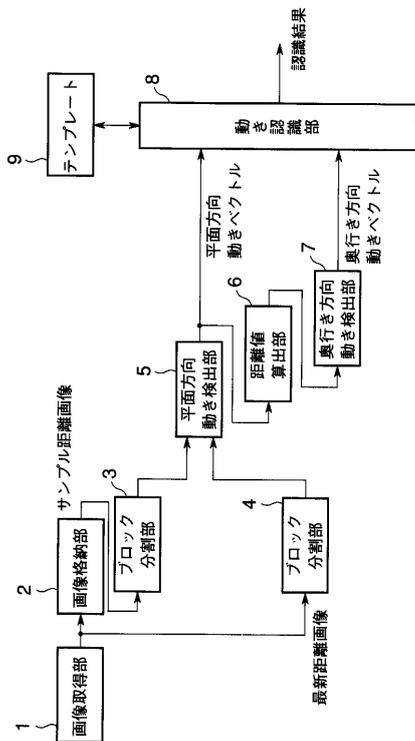
30

40

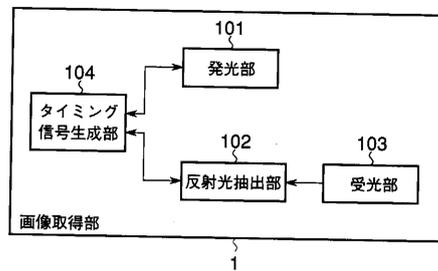
50

- 18 ... 奥行き情報補正部
- 19 ... 平面方向動き検出部

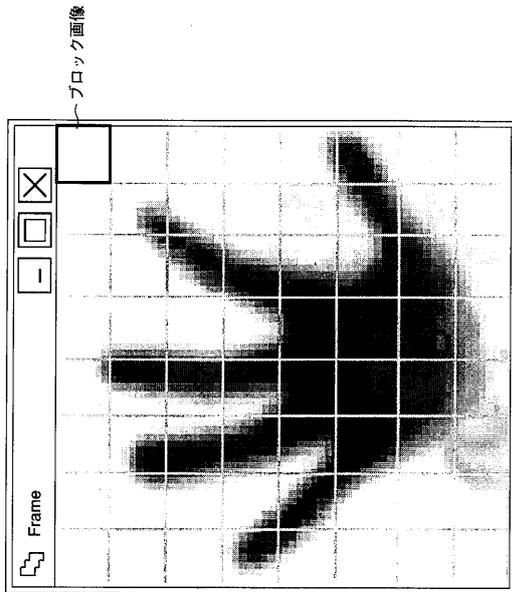
【図1】



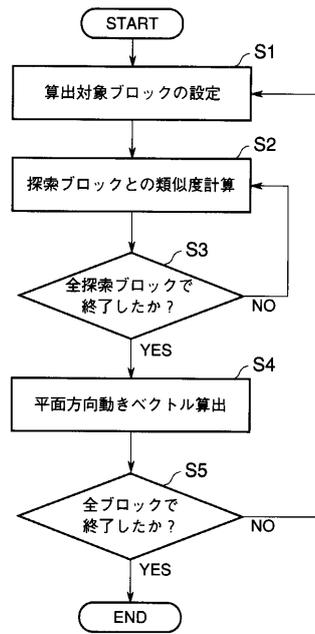
【図2】



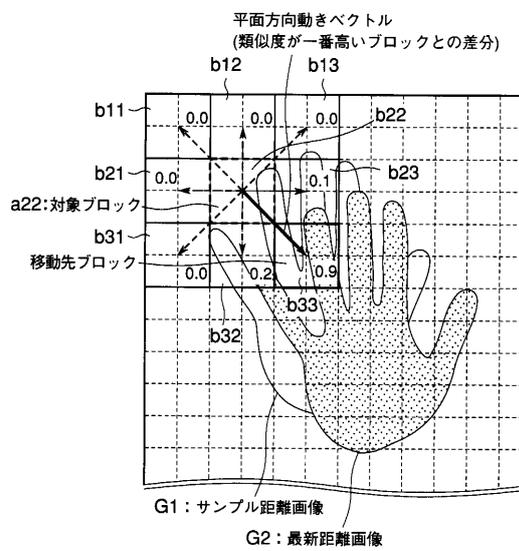
【 図 7 】



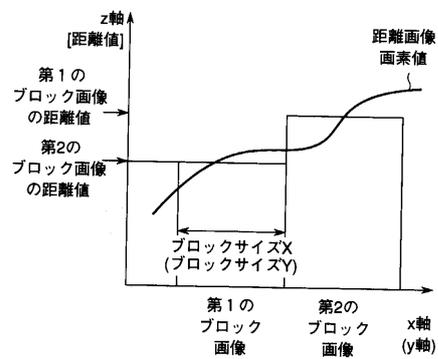
【 図 8 】



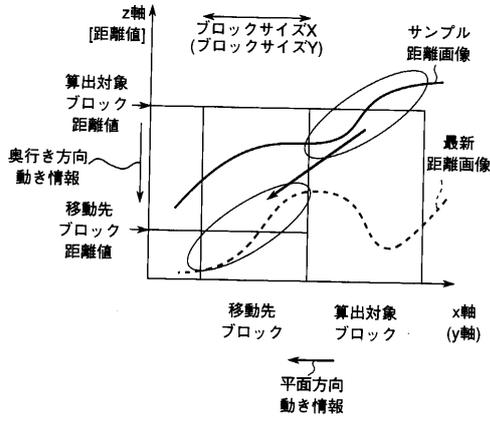
【 図 9 】



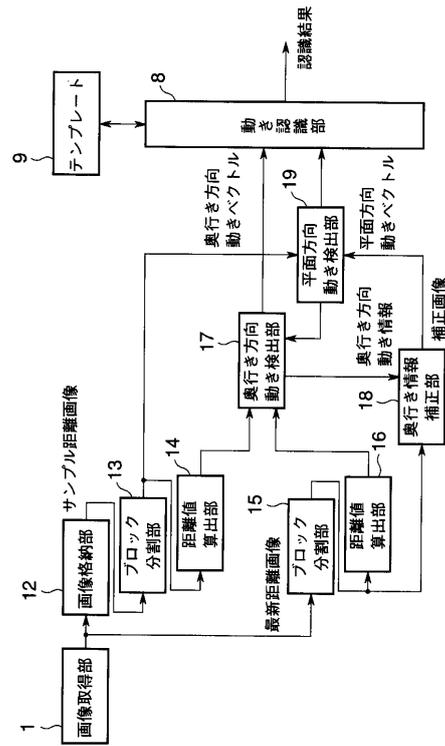
【 図 10 】



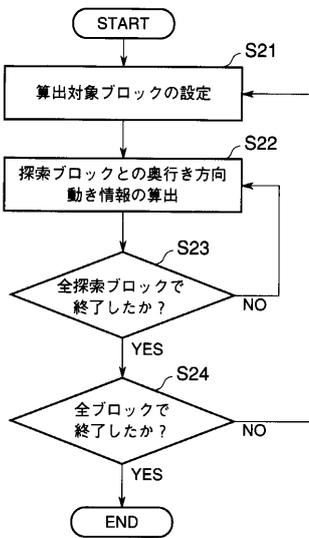
【図11】



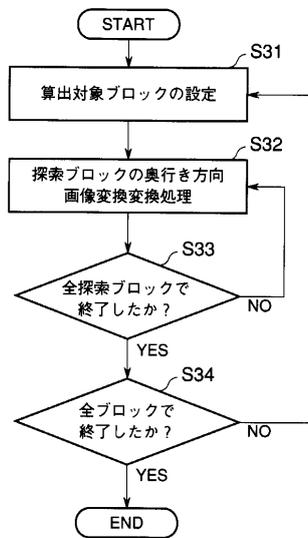
【図12】



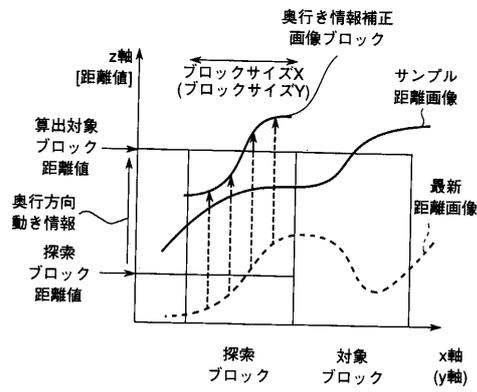
【図13】



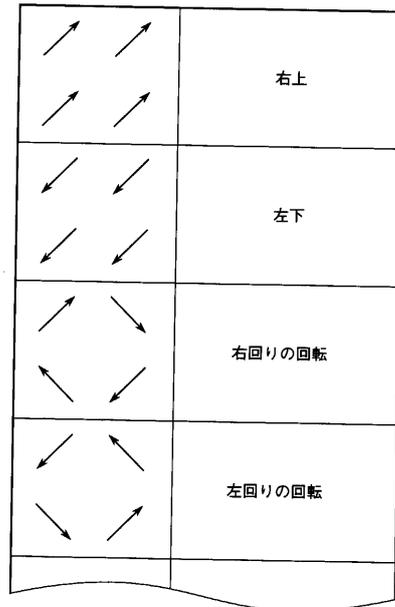
【図14】



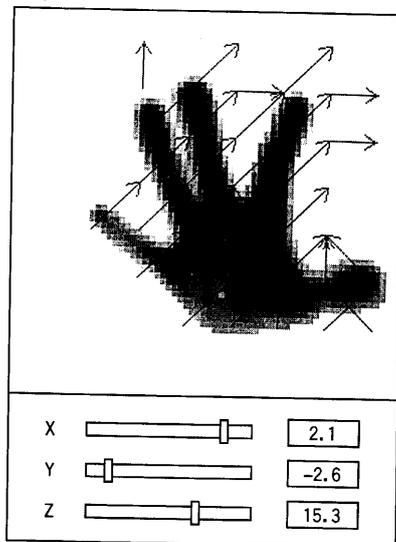
【 図 1 5 】



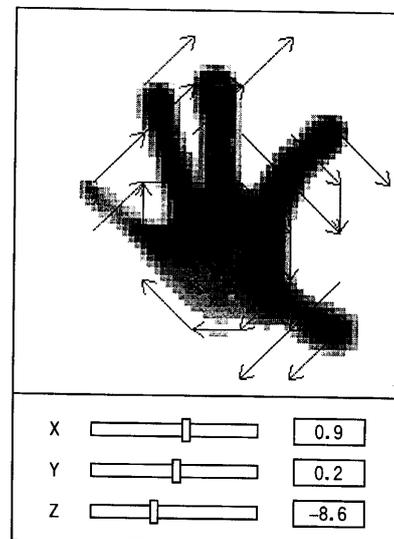
【 図 1 6 】



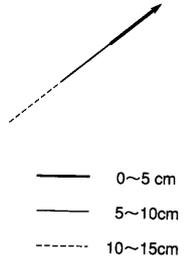
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 19 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
- (72)発明者 山内 康晋
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 三原 功雄
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 森下 明
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 梅木 直子
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
- (72)発明者 土井 美和子
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

審査官 新井 則和

- (56)参考文献 特開平10-177449(JP,A)
特開平8-210815(JP,A)
特開平8-280026(JP,A)
梅木直子 外3名, 3次元画像入力装置とその利用について, 情報処理学会研究報告, 日本, 社
団法人情報処理学会, 1998年 8月21日, 第98巻 第75号, pp. 43-48

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

G06T 7/20

G06T 7/00