

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3809305号
(P3809305)

(45) 発行日 平成18年8月16日(2006.8.16)

(24) 登録日 平成18年5月26日(2006.5.26)

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2006.01)

F I

G06T 7/00 300H

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願平11-212711	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成11年7月27日(1999.7.27)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2001-43368(P2001-43368A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成13年2月16日(2001.2.16)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成16年5月27日(2004.5.27)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100093908
			弁理士 松本 研一
		(74) 代理人	100101306
			弁理士 丸山 幸雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像検索装置及び画像検索方法及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像に対して2次元フーリエ変換を施すことにより、その画像の2次元パワースペクトルを算出するパワースペクトル演算手段と、

前記パワースペクトル演算手段によって算出した2次元パワースペクトルを、2次元座標系において複数ブロックに分割し、それらブロック毎にパワースペクトル成分の標準偏差を算出すると共に、算出した標準偏差の行列を生成する標準偏差行列生成手段と、

前記標準偏差行列生成手段によって生成された行列に対して、注目する方向毎に予め用意した該行列の形態に対応する所定のマスクパターンを用いてマスクングすることにより、各方向毎の特徴量として標準偏差の和を算出する特徴量算出手段と、

前記特徴量算出手段によって算出された特徴量に基づいて、前記画像が有する方向性を判定する特徴判定手段と、

前記画像と、前記特徴量算出手段によって算出した特徴量とを、前記特徴判定手段による方向性の判定結果を基に分類して記憶する記憶手段と、

前記記憶手段に記憶した特徴量と判定結果とに基づいて類似画像の検索を行う画像検索手段と、

を備えることを特徴とする画像検索装置。

【請求項2】

前記パワースペクトル演算手段は、算出した2次元パワースペクトルを新たな画像とみなし、その画像に対してエッジ抽出を行うことにより、前記2次元パワースペクトルに含

まれるピークを強調するエッジ抽出手段を含む
ことを特徴とする請求項 1 記載の画像検索装置。

【請求項 3】

前記標準偏差行列生成手段は、分割した複数ブロックのうち、前記 2 次元座標系の第 1 及び第 2 象限に対応するブロックについて標準偏差の行列を生成することを特徴とする請求項 1 記載の画像検索装置。

【請求項 4】

前記注目する方向毎のマスクパターンは、その注目する方向をピークとして重み付けがなされた多値のマスクパターンである
ことを特徴とする請求項 1 記載の画像検索装置。

10

【請求項 5】

入力画像に対して 2 次元フーリエ変換を施すことにより、その画像の 2 次元パワースペクトルを算出するパワースペクトル演算工程と、

前記パワースペクトル演算工程にて算出した 2 次元パワースペクトルを、2 次元座標系において複数ブロックに分割し、それらブロック毎にパワースペクトル成分の標準偏差を算出すると共に、算出した標準偏差の行列を生成する標準偏差行列生成工程と、

前記標準偏差行列生成工程にて生成した行列に対して、注目する方向毎に予め用意した該行列の形態に対応する所定のマスクパターンを用いてマスクングすることにより、各方向毎の特徴量として標準偏差の和を算出する特徴量算出工程と、

前記特徴量算出工程にて算出した特徴量に基づいて、前記画像が有する方向性を判定する特徴判定工程と、

20

前記画像と、前記特徴量算出工程によって算出した特徴量とを、前記特徴判定工程による方向性の判定結果を基に分類して記憶する記憶工程と、

前記記憶工程にて記憶した特徴量と判定結果とに基づいて類似画像の検索を行う画像検索工程と、
を有することを特徴とする画像検索方法。

【請求項 6】

前記パワースペクトル演算工程において、算出した 2 次元パワースペクトルを新たな画像とみなし、その画像に対してエッジ抽出を行うことにより、前記 2 次元パワースペクトルに含まれるピークを強調する

30

ことを特徴とする請求項 5 記載の画像検索方法。

【請求項 7】

前記標準偏差行列生成工程において、分割した複数ブロックのうち、前記 2 次元座標系の第 1 及び第 2 象限に対応するブロックについて標準偏差の行列を生成する

ことを特徴とする請求項 5 記載の画像検索方法。

【請求項 8】

前記注目する方向毎のマスクパターンは、その注目する方向をピークとして重み付けがなされた多値のマスクパターンである

ことを特徴とする請求項 5 記載の画像検索方法。

【請求項 9】

40

請求項 5 乃至請求項 8 記載のいずれかの画像検索方法をコンピュータによって実現可能なプログラムコードが格納されている

ことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像を検索する画像検索装置及び画像検索方法及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に関する。

【0002】

【従来技術】

50

従来より類似画像を検索する種々の技術が提案されている。特に、テクスチャ画像については、そのテクスチャ画像の特徴の抽出にフーリエ変換を利用する手法が知られており（R. Bajcsy: Computer description of Textured Surfaces, Proc. 3rd Int. Conf. on Artificial Intelligence, pp. 572~579, 1973）、この方法を適用した画像検索装置が考えられる。

【0003】

ここで、このフーリエ変換を利用したテクスチャ画像の特徴抽出手法について概説する。この手法では、まず、予め入力された画像 $f(x, y)$ の2次元フーリエ変換を、式(1)

10

【0004】

【数1】

$$F(i, j) = \sum_{x=1}^n \sum_{y=1}^n f(x, y) e^{-2\pi\sqrt{-1}(ix+jy)/n} \dots\dots\dots(1)$$

によって計算すると共に、当該画像 f の周波数成分の大きさを示すパワースペクトル p を、式(2)

$$p(i, j) = |F(i, j)|^2 \dots\dots\dots(2),$$

20

によって求める(ここで、 i, j は自然数である(以下、同様))。

【0005】

このとき、画像 $f(x, y)$ が含まれるところの、互いに直交する X 軸及び Y 軸がなす2次元座標系の4つの象限において、第1象限と第3象限とを入れ替え、且つ第2象限と第4象限とを入れ替えることにより、式(2)によって算出した画像 f の周波数成分の大きさを示すパワースペクトル p を、ゼロ周波数がスペクトルの中心になるように調整する。

【0006】

次に、調整したパワースペクトル p' に対して極座標変換を施すことにより、周波数が r の成分の総和 $p(r)$ と方向の周波数成分の総和 $p(\theta)$ を、式(3)及び式(4)によって求める(ここで、 r は原点からの距離であり、 θ は当該極座標の原線と r とがなす角である(以下、同様))。

30

【0007】

【数2】

$$P(r) = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} P(i, j), \quad i^2 + j^2 = r^2 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$P(\theta) = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} P(i, j), \quad \tan^{-1}(j/i) = \theta \quad \dots\dots\dots(4)$$

40

【0008】

式(4)によって算出された $p(\theta)$ の分布によれば、当該画像 $f(x, y)$ が有するテクスチャの方向性を知ることができ、この方向性の認識は、入力画像が方向性であれば、角度 θ においてパワースペクトル上にピークが現れることを利用している。そこで、このパワースペクトルに含まれるピークの数とその大きさを検出し、その検出の結果、ピークの数 n が1つならば「1方向性」、2つならば「2方向性」、そして3つ以上のピークが含まれるならば「方向性はない」となる判断を行う。

50

【 0 0 0 9 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、上記の特徴抽出手法を画像検索に適用するには、以下に説明する問題がある。即ち、

(1) 上記の式 (4) に示す如くパワースペクトル p の全空間に対する総和を算出しないと、ピーク検出による方向性の判断が行えない。このため、計算に要する時間が問題となり、実用を考慮するとある程度計算処理能力の高い装置を採用せざるを得ないため、トータルコストが高くなるという問題がある。

【 0 0 1 0 】

(2) 2つの入力画像の方向性を比較することにより、当該両画像の類似度を判断する場合には、一般に、それら2つの画像がそれぞれ有するパワースペクトルの分布を正規化し、その正規化後の両画像のパワースペクトル同士を比較する方法等が考えられるが、この場合も前記 (1) で述べた同様な問題があるため、実用性に乏しい。

10

【 0 0 1 1 】

(3) 入力されたテクスチャ画像の方向性を判断した結果、その画像が実際には3つ以上の方向性を持っていた場合も、上述したように「方向性はない」と判定されてしまう。

【 0 0 1 2 】

本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであり、実用的な所要時間で正確且つ高精度に画像の検索を行う画像検索装置及び画像検索方法及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体の提供を目的とする。

20

【 0 0 1 3 】

【 課題を解決するための手段 】

上記の目的を達成するため、本発明に係る画像検索装置は、以下の構成を特徴とする。

【 0 0 1 4 】

即ち、入力画像に対して2次元フーリエ変換を施すことにより、その画像の2次元パワースペクトルを算出するパワースペクトル演算手段と、前記パワースペクトル演算手段によって算出した2次元パワースペクトルを、2次元座標系において複数ブロックに分割し、それらブロック毎にパワースペクトル成分の標準偏差を算出すると共に、算出した標準偏差の行列を生成する標準偏差行列生成手段と、前記標準偏差行列生成手段によって生成された行列に対して、注目する方向毎に予め用意した該行列の形態に対応する所定のマスクパターンを用いてマスクングすることにより、各方向毎の特徴量として標準偏差の和を算出する特徴量算出手段と、前記特徴量算出手段によって算出された特徴量に基づいて、前記画像が有する方向性を判定する特徴判定手段と、前記画像と、前記特徴量算出手段によって算出した特徴量とを、前記特徴判定手段による方向性の判定結果を基に分類して記憶する記憶手段と、前記記憶手段に記憶した特徴量と判定結果とに基づいて類似画像の検索を行う画像検索手段とを備えることを特徴とする。

30

【 0 0 1 5 】

また、例えば前記標準偏差行列生成手段は、分割した複数ブロックのうち、前記2次元座標系の第1及び第2象限に対応するブロックについて標準偏差の行列を生成することを特徴とする。

40

【 0 0 1 6 】

また、例えば前記注目する方向毎のマスクパターンは、その注目する方向をピークとして重み付けがなされた多値のマスクパターンであることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

また、例えば前記検索手段は、検索対象として指定された元画像と、類似画像の候補となる他の画像とについてそれぞれ前記記憶手段に記憶されているところの、前記注目する方向毎に算出された特徴量をベクトルとみなし、そのベクトルの内積演算を行うことにより、該元画像と他の画像との類似度を算出することを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

50

上記の目的を達成するため、本発明に係る画像検索方法は、以下の構成を特徴とする。

【0019】

即ち、入力画像に対して２次元フーリエ変換を施すことにより、その画像の２次元パワースペクトルを算出するパワースペクトル演算工程と、前記パワースペクトル演算工程にて算出した２次元パワースペクトルを、２次元座標系において複数ブロックに分割し、それらブロック毎にパワースペクトル成分の標準偏差を算出すると共に、算出した標準偏差の行列を生成する標準偏差行列生成工程と、前記標準偏差行列生成工程にて生成した行列に対して、注目する方向毎に予め用意した該行列の形態に対応する所定のマスクパターンを用いてマスキングすることにより、各方向毎の特徴量として標準偏差の和を算出する特徴量算出工程と、前記特徴量算出工程にて算出した特徴量に基づいて、前記画像が有する方向性を判定する特徴判定工程と、前記画像と、前記特徴量算出工程によって算出した特徴量とを、前記特徴判定工程による方向性の判定結果を基に分類して記憶する記憶工程と、前記記憶工程にて記憶した特徴量と判定結果とに基づいて類似画像の検索を行う画像検索工程とを有することを特徴とする。

10

【0020】

更に、上記の画像検索装置及び画像検索方法を、コンピュータによって実現するプログラムコードが格納されている、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体を特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る画像検索装置の実施形態を、図面を参照して詳細に説明する。

20

【0022】

図１は、本実施形態における画像検索装置の装置構成を示すブロック図である。

【0023】

同図において、１０１はＣＰＵであり、本実施形態に係る画像検索装置の各種制御を実行する。１０２はＲＯＭであり、本実施形態に係る画像検索装置の起動時にＣＰＵ１０１によって実行されるブートプログラムや各種データが格納されている。１０３はＲＡＭであり、ＣＰＵ１０１が処理する各種制御プログラムを格納すると共に、それらの制御プログラムをＣＰＵ１０１が実行する際の作業領域を提供する。１０４は入力装置としてのキーボードである。１０５は、補助入力装置としてのマウスである。キーボード１０４及びマウス１０５は、ユーザに対して当該画像検索装置への入力操作環境を提供する。

30

【0024】

また、１０６は外部記憶装置であり、ハードディスクやフロッピー（登録商標）ディスクドライブ、或いはＣＤ－ＲＯＭ等で構成される。１０７はＣＲＴ等の表示器であり、マンマシンインタフェースとして各種情報を表示する。１０８はネットワークインタフェースであり、ネットワーク上の外部機器との通信を可能とする。１１０は対象とする原稿画像を読み取ることにより、その原稿画像を表わす画像データを生成する一般的なスキャナである。１０９はインタフェースであり、スキャナ１１０と当該画像検索装置とのデータの送受信を制御する。

【0025】

そして、上述した各ユニットは、内部バス１１１によって接続されている。尚、上記の構成においてスキャナ１１０や外部記憶装置１０６は、ネットワーク上に配置されたもので代用してもよい。

40

【0026】

図２は、本実施形態における画像検索装置の機能構成を示すブロック図である。以下の説明において、モジュールとは、ある機能を実現させるための機能単位であり、例えばＣＰＵ１０１に実行させる一群のソフトウェア、或いは当該機能単位を実行する専用のハードウェアを意味する。

【0027】

同図において、１１はユーザインタフェースモジュールであり、表示器１０７、キーボード１０４及びマウス１０５を用いて、ユーザからの各種の操作入力を検出する。１２は画

50

像入力モジュールであり、スキャナ 110 等による画像の読み込みを行う。13 は画像メモリであり、画像入力モジュール 12 によって得られたイメージデータを RAM 103 の所定の領域に格納する。

【0028】

14 は画像特徴抽出モジュールであり、画像メモリ 13 に格納した画像 $f(x, y)$ について、後述の手順で特徴量を抽出する。18 は画像特徴判定モジュールであり、特徴量から方向性の判定を行う。15 は画像検索モジュールであり、画像蓄積モジュール 16 に予め蓄積した複数種類の画像の特徴量と、検索対象の画像（元画像）の特徴量とのマッチングを行うことにより、元画像と他の画像との類似度 R を算出する。

【0029】

16 は画像蓄積モジュールであり、画像入力モジュール 12 等によって得られた画像データを蓄積する。17 は画像管理データベース（以下、画像管理 DB）であり、例えば図 3 に示すデータフォーマットに従って、画像蓄積モジュール 16 に格納された画像データを管理する。図 3 に示す例では、画像 ID をキーとして、蓄積する画像（画像データファイル）の格納場所を所定のルートディレクトリからのフルパスで表わすファイル名、並びにその画像についての特徴量、方向性 ID、そしてその他の属性の各フィールドが有る。

【0030】

19 は方向性分類テーブルであり、画像特徴判定モジュール 18 で判定された方向性に従って、例えば図 10 に示すテーブルにより、画像 ID の分類と管理が行われる。

【0031】

以上のような構成を備えた本実施形態に係る画像検索装置の動作例を、以下に説明する。

【0032】

< 画像の登録処理 >

はじめに、画像を画像検索装置に登録する際に行う処理について説明する。

【0033】

図 4 は、本実施形態における画像登録処理の手順を示すフローチャートである。

【0034】

同図において、ステップ S5010：ユーザインタフェースモジュール 11 を介して入力されたユーザの指示に応じて、原稿画像を、画像入力モジュール 12 を用いて画像データ $f(x, y)$ として読み込み、その読み込んだ画像 f を画像メモリ 13 に記憶する。

【0035】

ステップ S5020：画像特徴抽出モジュール 14 は、画像メモリ 13 を参照することにより、当該メモリ内にステップ S5010 にて記憶した画像がカラー画像であるか否かを判断する。この判断において YES（カラー画像）のときにはステップ S5030 に進み、NO（グレースケール画像）のときにはステップ S5040 に進む。

【0036】

ステップ S5030：画像メモリ 13 に記憶しているカラー画像を、グレースケール画像に変換する。即ち、当該カラー画像を構成する複数画素を表わす多値画像データの R（赤）、G（緑）、B（青）の値を、各画素毎に式（5）に代入することにより、当該カラー画像をグレースケール信号（Y）に変換することができる。

【0037】

$Y = 0.3R + 0.59G + 0.11B \dots\dots\dots (5)$,

ステップ S5040：グレースケール画像のコントラストを強調するために、濃度ヒストグラムの平坦化を行う。この処理は、当該グレースケール画像を構成する画素の濃度値についてヒストグラムを算出し、その算出したヒストグラムを全ての濃度値においてヒストグラムの高さ（各濃度値に対応する画素）が一定になるように、各画素の濃度値を変換する処理である。

【0038】

ステップ S5050：ステップ S5040 で得たグレースケール画像に対して、2次元フーリエ変換を施すことによってパワースペクトル p を得る。2次元フーリエ変換は、従来

10

20

30

40

50

の技術にて上述したように、式(1)及び式(2)を利用して行えば良い。

【0039】

ステップS5060：算出したパワースペクトルpに対してローパスフィルタをかけることにより、雑音を除去する等の後処理を施す。

【0040】

ステップS5070：ステップS5060にてローパスフィルタを通されたパワースペクトルp'を新たに画像とみなしてエッジ抽出処理を施すことにより、そのパワースペクトルp'に現れているピークを強調させる。この処理には、例えばSobelオペレータによってフィルタリングする等の方法を採用すれば良い。

【0041】

ステップS5080：ピークが強調されたパワースペクトルp''を、図5に示すように5×5の複数ブロックに分割する。ここで、5×5のブロックへ分割するのは、本実施形態では説明を簡単にするために4つの方向性、即ち0度、45度、90度、135度方向に注目するためであり、更に細かい方向性に注目する場合には更に細かく分割すれば良い。例えば、8方向に注目する場合には、13×13の複数ブロックに分割するのが好ましい。

【0042】

次に、入力画像f(x, y)の方向性を表すところの、パワースペクトルに含まれるピークは、画像f(x, y)が含まれるところの、互いに直交するX軸及びY軸がなす2次元座標系において原点を通る直線となることが判っている。そこで、当該2次元座標系の4つの象限のうち、第1象限と第2象限とのみに注目し、それら第1及び第2象限に存在する画像f(x, y)のパワースペクトルについて標準偏差を算出する。このとき、処理に要する時間を問題としなければ、全てのブロックに対して計算を行ってもよいが、0度方向は、X軸上に分布していることを考慮すれば、以下に説明するように、計算処理に要する時間を短縮することができる。

【0043】

即ち、図5に示す5×5のブロック中において、印で示した5×3の各ブロックについて注目し、この注目したブロック毎にパワースペクトル成分の標準偏差を計算する。標準偏差とは、標本となるデータの平均値からの散らばりの度合(程度)を表わす値であるから、あるブロック中にピークが存在することによって偏差分布が偏っていれば、その影響によって標準偏差の値は大きくなる。従って、この標準偏差が十分に大きいブロックがあれば、そのブロック中にパワースペクトルのピークが存在すると判断することができる。

【0044】

ステップS5090：このようにして算出した5×3の各ブロックに対する標準偏差の行列に対して、図6に示す如く本実施形態にて注目する4つの方向性(0度、45度、90度、135度)に対応した多値のマスクパターンを用いてマスクングを施すことにより、当該各方向毎の特徴量を算出する。

【0045】

ここで、ステップS5080で算出した5×3の各ブロックのパワースペクトルの標準偏差が、例えば図7に示す点線に沿ってピークを有する場合、即ち45度の方向性を持っている場合について述べる。このとき、図6に示す4つのマスクのうち、例えば45度方向のマスクパターン(図6の(b))を用いてマスクングを施すことにより、ブロック毎の標準偏差の和を算出し、その算出した値を45度方向の特徴量とする。算出した45度方向の特徴量は、図7の各ブロックの場合は以下ようになる。

【0046】

$$7 \times 1 + 20 \times 2 + 20 \times 2 + 7 \times 1 = 94,$$

同様な特徴量の計算を、図6の(a), (c), (d)の各方向のマスクパターンを用いて行うことにより、0度方向の特徴量として35、90度方向の特徴量として31、そして135度方向の特徴量として24を得る。この場合、算出した4方向の特徴量で最も値が大きいのは45度方向の特徴量であるため、図7に示すパワースペクトルの標準偏差は

10

20

30

40

50

、「45度方向に強い方向性を持っている」と判断することができる。

【0047】

ここで、図6に示した方向別のマスクパターンについて更に詳しく説明する（尚、図6に示すパターンは一例であり、特徴量を効率良く検出できるのであればこれに限られるものではない）。

【0048】

まず、図6に示す4つのマスクパターンにおいて、 5×3 の各ブロックのうち、当該2次元座標系をなすX軸とY軸の交点（原点）に相当するブロックは、何れのマスクパターンも0と設定している。これは、原点の周りには常に高いピークが見られるため、敢えて評価しないようにするためである。

10

【0049】

次に、図6に示す4つのマスクパターンは、それぞれの方向のピークが現れるブロックの重みを2に設定すると共に、そのブロックの近傍のブロックには1を設定することにより、特徴量検出のためのマスクに方向性の幅を多少もたせている。この図6に示すような重み付けがなされた方向別のマスクパターンを、本実施形態で採用した理由について、図8を参照して説明する。

【0050】

いま、図8に示したように、45度方向のピーク[1]と、90度方向のピーク[3]との間の範囲に位置するピーク[2]について考える。ピーク[2]は、45度方向のピーク[1]に近ければブロックBを通り、ピーク[1]と90度方向のピーク[3]とのほぼ中間くらいに位置すればブロックAを通る。図6(b)に示す45度方向のマスクパターンにおいては、図8のブロックAに相当するブロックは重み1、ブロックBは重み2に設定されているので、同じ強さのピークであればマスク後の特徴量の値は、ピーク[2]が45度方向に近い場合に大きくなることが判る。

20

【0051】

反対に、当該マスクパターンの重みをブロックA、Bともに1に設定したとすれば、ピーク[2]が45度方向に非常に近い方向性をもつ場合も、45度からやや離れている方向性をもつ場合についても、算出した特徴量の和は同じになってしまい、区別をつけることができない。また、マスクパターンに方向性の幅を持たせずにブロックA等の重みを1に設定したブロックを0に設定した場合には、45度からやや離れたピークの方向性は、特徴量が極端に小さくなってしまう。本実施形態の図6のようにマスクパターンを設定すれば、係る場合にあっては方向性を正確に判別することができる。

30

【0052】

また、本実施形態では、ピーク[2]がピーク[1]とピーク[3]のほぼ中間を通る場合には、ピーク[2]がピーク[3]により近い程、ピーク[2]はブロックCを多く通過するため、90度方向の特徴量は45度方向の特徴量よりやや大きくなる。反対に、ピーク[2]がピーク[1]により近い程、ピーク[2]はブロックDを多く通過するため、45度方向の特徴量は90度方向の特徴量よりやや大きくなる。このように中間の方向性をもつ場合については、ピーク近傍の2つの注目する方向性の特徴量に反映することができる。

40

【0053】

また、本実施形態では、各マスクパターンの重みの総和が等しくなるように設定している。これは、各方向間で特徴量の差がでないようにするためである。よって0度方向については、本来第4象限にくるブロックを原点对称の位置にあたる第2象限のブロックで使用することで調整している。

【0054】

ステップS5095：ステップS5090で算出した各方向の特徴量に基づいて、現在対象としている画像を、本実施形態にて注目している4つの方向のうちどの方向に分類できるかを判定する。即ち、現在対象としている画像について算出したパワースペクトルに含まるピークが、本実施形態にて注目している4つの方向性の領域内に存在するかを判定す

50

る。この判定により、当該画像が例えば45度の方向性を持っていることが判ったときには、その画像に対して方向性IDを「45度」と割り当て、方向性を持たないと判断したときには「方向性なし」と割り当てる（詳細は後述する）。

【0055】

ステップS5100：ステップS5095までの処理で得られた各方向別の特徴量（本実施形態では4方向）、方向性IDや画像データを、画像蓄積モジュール16、画像管理DB17に格納する。即ち、ステップS5010で読み込んだ画像データを画像蓄積モジュール16に格納する。そして、画像蓄積モジュール16に蓄積した画像データに画像IDを対応付けすることによって図3に示す画像管理DBレコードを生成し、その生成したレコードを画像管理DB17に登録する。

10

【0056】

ステップS5110：ステップS5100で画像IDや方向性ID等を登録した画像について、方向性分類テーブル19に、その方向性IDをキーとして当該画像IDを追加する（図10参照）。本ステップは、ステップS5095で方向性IDが「方向性なし」と判断された画像（画像ID）については省略される。

【0057】

（方向性の判定処理）

ここで、図4のステップS5095の方向性の判定処理の詳細な手順について、図11のフローチャートを用いて説明する。

【0058】

20

図11は、本実施形態における画像登録処理のうち、方向性の判定処理の手順を示すフローチャートである。

【0059】

同図において、 i 、 j 、 k は本判定処理において注目する方向性に順番に付与されるインデックス番号であり、本実施形態では、上述したように方向性を4方向としているため、インデックス番号の最大値 i_{max} 、 j_{max} 、 k_{max} は全て4である。そして V_i は、インデックス番号 i の特徴量を示す。例えば、本実施形態において特徴量 V_2 は、45度方向の特徴量である。

【0060】

まず、本判定処理における手順の概要を説明する。ステップS11020～ステップS11050において、所定の値より小さい特徴量であれば、その方向の特徴量を補正する。次に、ステップS11060～ステップS11110において、 j 番目の方向の特徴量とその両隣方向（ $j-1$ 、 $j+1$ ）の特徴量との重み付け和 V' を求める（重み付け和 V' の算出方法については後述する）。次に、ステップS11120～ステップS11150において、上記の重み付け和 V' が所定の値より小さいものは0に補正する（重み付け和の補正方法については後述する）。このようにして求めた重み付け和 V' に従って方向性を判定する。次に、個々のステップについて詳細に説明する。

30

【0061】

ステップS11010：インデックス番号の初期化を行う。

【0062】

40

ステップS11020、ステップS11030：特徴量 V_i が所定の特徴量 V_s 以下であるかを判断し（ステップS1110）、 $NO(V_i > V_s)$ のときにはステップS11040に進み、 $YES(V_i \leq V_s)$ のときには V_s に補正する（ステップS11030）。

【0063】

ここで、ステップS11030の補正処理は、特徴量 V_i が十分に小さいことはパワースペクトル上で見れば i 番目に相当する方向の領域にピークが含まれていないために行われる。この補正を行わなければ、低い特徴量であってもある程度ばらつきをもっていれば次の重み付け和 V' を算出したときに十分大きな値となってしまう、最終的に方向性を持っているという判定結果になってしまう。例えば、特徴量 V が{5, 15, 3, 80}のような場合、特徴量 V_2 の重み付け和 V' は11となり、45度方向にも方向性を持つこと

50

になってしまう。そこで多くの画像に対する実験により、統計的に所定の値 V_s を決定する。ここで、この値 V_s が例えば 40 であるとする、このとき、上記の例の特徴量 V は { 40, 40, 40, 80 } に補正される。もしこのとき 0 に補正してしまうと、所定値 V_s 付近で特徴量がばらつきをもっている場合、例えば特徴量 V (35, 42, 41, 80) は、{ 0, 42, 41, 80 } と補正され、 V_2 の重み付け和 V' が 4 から 21.5 へと急激に変わってしまい、正確な方向性の判断に大きく影響してしまうことになる。

【 0 0 6 4 】

ステップ S 1 1 0 4 0, ステップ S 1 1 0 5 0 : i が i_{max} より小さいかを判断することにより、処理終了の判断を行う (ステップ S 1 1 0 4 0)。この判断で $YES (i < i_{max})$ のときには、ステップ S 1 1 0 5 0 において i をカウントアップし、ステップ S 1 1 0 2 0 に戻る。一方、 $NO (i = i_{max})$ のときにはステップ S 1 1 0 6 0 に進む。

10

【 0 0 6 5 】

次に、重み付け和 V' の算出方法の詳細を説明する。重み付け和 V'_j はステップ S 1 1 0 7 0 において、 j 番目の方向の特徴量を 1、その両隣方向 ($j - 1$ 、 $j + 1$) の特徴量を - 0.5 と重み付けする式 (6) により、

$$V'_j = (-0.5) \times V_{j-1} + (1) \times V_j + (-0.5) \times V_{j+1} \cdots (6)$$

から算出される。式 (6) によれば、 $V_{j-1} < V_j > V_{j+1}$ であるときに、 V'_j は正の値をとる。もちろん $V_j - V_{j-1}$ 、 $V_j - V_{j+1}$ が大きいほど V'_j は大きな値を採る。また、 $V_{j-1} < V_j < V_{j+1}$ 、或いは $V_{j-1} > V_j > V_{j+1}$ であるときは負の値になる。即ち、 j 方向にピークが含まれているとき V_j が両隣の V_{j-1} 、 V_{j+1} より大きくなって V'_j は正の値を取り、そうでないときは負の値を取る。

20

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 1 0 8 0 からステップ S 1 1 1 1 0 : j が j_{max} より小さいかを判断することにより、処理終了の判断を行う (ステップ S 1 1 0 8 0)。この判断で $YES (j < j_{max})$ のときには、ステップ S 1 1 0 9 0 において j をカウントアップし、全ての方向の特徴量に対して重み付け和 V'_j を求める。このとき、 $j = j_{max}$ (即ち $j = 4$ で方向性が 135 度) のときに、本実施形態では 45 度間隔の方向に注目しているので、 $j + 1$ は、135 度 + 45 度 = 180 度であり、これは 0 度方向と同じである。従って、ステップ S 1 1 1 0 0 では $j = j_{max}$ であれば、ステップ S 1 1 1 1 0 において $V_{j+1} = V_1$ とする。同様に $j = 1$ のときも周期性からステップ S 1 1 0 6 0 に戻って $V_{j-1} = V_{j_{max}}$ とする。一方、 $NO (j = j_{max})$ のときにはステップ S 1 1 1 2 0 に進む。

30

【 0 0 6 7 】

次に、ステップ S 1 1 1 2 0 からステップ S 1 1 1 5 0 にて行われる重み付け和 V' の補正処理の詳細について述べる。

【 0 0 6 8 】

ある方向性にピークを持たなくても、特徴量 V にばらつきがあれば、算出した重み付け和 V' が正の値となる場合が存在する。これによる誤判定を避けるために、本実施形態では、以下の処理を行う。

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 1 1 2 0 : 重み付け和 V'_k が、所定の値 V'_t 以下であるかを判断し (ステップ S 1 1 1 2 0)、 $NO (V'_k > V'_t)$ のときにはステップ S 1 1 1 4 0 に進み、 $YES (V'_k \leq V'_t)$ のときには V'_k を 0 に補正する (ステップ S 1 1 1 3 0)。ここで V'_t は、多くの画像に対する実験から統計的に求めることができる。

40

【 0 0 7 0 】

ステップ S 1 1 1 4 0, ステップ S 1 1 1 5 0 : k が k_{max} より小さいかを判断することにより、処理終了の判断を行う (ステップ S 1 1 1 4 0)。この判断で $YES (k < k_{max})$ のときには、ステップ S 1 1 1 5 0 において k をカウントアップし、ステップ S 1 1 1 2 0 に戻る。一方、 $NO (k = k_{max})$ のときには、方向性の判定処理を終了する。

【 0 0 7 1 】

このようにして求めた重み付け和 V'_k が正の値である方向を表わす方向性 ID を、現

50

在対象としている画像の方向性IDとして割り当てる。このとき、算出した重み付け和 V'_k がすべて0であれば、「方向性なし」を表わす方向性IDを割り当て、図4のステップS5100に進む。

【0072】

以上、図4及び図11のフローチャートを参照して説明した処理が、類似画像の検索処理に先立って行われる画像登録処理である。

【0073】

<類似画像の検索処理>

次に、上述した如く登録した複数種類の画像の中から、ユーザが指定した元画像に類似する画像を検索する処理について説明する。

10

【0074】

図9は、本実施形態における画像検索処理の手順を示すフローチャートである。

【0075】

同図において、ステップS10010、ステップS10020：ユーザインタフェースモジュール11により、ユーザが類似画像の検索を行うべき対象となる元画像を指定すると（ステップS10010）、指定された元画像の画像IDが画像管理DB17から取得され、更に画像管理DB17から当該元画像の特徴量（本実施形態では4つの方向性に関する特徴量）と方向性IDとが取得される。

【0076】

ステップS10025：図10に示す方向性分類テーブルより、ステップS10010で指定された元画像の画像IDが属する方向性IDに属する他の画像IDを取得する。このとき、当該元画像の方向性IDが「方向性なし」のときには、方向性分類テーブルを参照せず、すぐ次のステップに移る。また、当該元画像が複数の方向性IDを持つ場合、即ち、図10に示した方向性分類テーブルの例で説明すれば、例えば当該元画像が0度と90度の方向性IDを持つ場合には、方向性IDが0度に属する画像ID{1, 4, 5, 10}と90度に属する画像ID{3, 4, 10}とを得る。

20

【0077】

この例において、元画像と全く同じ方向性を持っている画像（画像ID）のみを検索したければ、2つの画像IDの組の論理積を取ればよい。従って、このときは画像ID{4, 10}を得る。

30

【0078】

また、元画像の持つ方向性IDと方向性IDが何れか1つでも同じ画像の中から検索したければ、2つの画像IDの組の論理和を採れば良い。従ってこのときは画像ID{1, 3, 4, 5, 10}を得る。

【0079】

ステップS10028：ステップS10026において同じ方向性を持つ画像が存在したかどうかを判断し、NO（存在しなかった）のときは処理をアボートし、存在しなかったことをユーザに提示し、YES（存在する）のときにはステップS10030に進む。

【0080】

ステップS10030：元画像の4つの方向性の特徴量と、ステップS10025において求めた元画像と同じ方向性を持つ画像の4つの方向性の特徴量とを比較することにより、それら画像の類似度Rを算出する。ここで、同じ方向性をもつ画像の特徴量は、その画像IDをキーとして画像管理DB17を参照することによって得ることができる。

40

【0081】

類似度Rは、元画像をA、比較対象（比較候補）となる画像をBとし、それら画像の0度の方向性の特徴量をH000、45度の方向性の特徴量をH045、90度の方向性の特徴量をH090、135度の方向性の特徴量をH135と表せば、各画像の特徴量を4次元のベクトルとみなした内積の式（7）から算出することができる。

【0082】

【数3】

50

$$\begin{aligned}
 (\text{類似度}R) &= (H000_A \times H000_B + H045_A \times H045_B + H090_A \times H090_B + H135_A \times H135_B) \\
 &\div (\sqrt{(H000_A)^2 + (H045_A)^2 + (H090_A)^2 + (H135_A)^2} \times \sqrt{(H000_B)^2 + (H045_B)^2 + (H090_B)^2 + (H135_B)^2}) \\
 &\dots\dots\dots(7)
 \end{aligned}$$

【 0 0 8 3 】

10

式(7)によって得られた類似度Rが、所定のしきい値以上の画像Bを、類似度Rが大きい順にソートし、そのソート結果として、算出した類似度Rと画像Bの画像IDと対にして出力する。

【 0 0 8 4 】

ステップS10040：ステップS10030のソート出力に含まれる画像Bの画像IDをキーとして画像管理DB17を参照することにより、その画像Bのフルパスのファイル名を取得し、そのファイル名を表示器107によってユーザに提示する。

【 0 0 8 5 】

以上、図9のフローチャートを参照して説明した処理が、類似画像の検索処理である。

【 0 0 8 6 】

20

上述した本実施形態に係る画像検索装置によれば、まず、入力画像に対して2次元フーリエ変換を行って得られた2次元パワースペクトルを2次元座標系において5×5の複数ブロックに分割し、それらブロックのうち5×3のブロック毎にパワースペクトル成分の標準偏差を求め、次に、算出したブロック毎の標準偏差(標準偏差の行列)に対して、注目する方向毎に予め用意した所定のマスクパターンを用いてマスキングすることにより、それら方向毎の特徴量として標準偏差の和を求め、その特徴量の大きさに従って当該入力画像がどの方向性を有するかを判定し、更に、当該入力画像について算出した特徴量と方向性の判定結果とを対応付けて記憶し、これら記憶した情報を利用して類似画像の検索を行う。

【 0 0 8 7 】

30

即ち、テクスチャ画像の方向性を示す特徴量を、注目する4つの方向性それぞれについて算出しており、更に、これら特徴量を利用して元画像と他の画像との類似度Rを算出することにより、画像検索装置を実現している。

【 0 0 8 8 】

また、注目している4方向のうち、テクスチャ画像がどの方向に方向性を持っているかを、その画像について算出した特徴量に基づいて方向性分類テーブル(図10)の如く分類することができ、その分類した情報を利用して類似画像検索時の画像候補の絞り込み処理を行うことにより、高速な検索処理を実現することができる。

【 0 0 8 9 】

尚、本実施形態では4方向に注目し、3方向以上の方向性を持ったテクスチャ画像も分類可能としたが、ブロック分割をより詳細にする等により、より多くの方向性についてテクスチャ画像を分類できる。

40

【 0 0 9 0 】

[実施形態の変形例]

上述した本実施形態においては、パワースペクトルのピークを強調するために、Sobelオペレータを用いてエッジ抽出処理を行ったが、Robert'sオペレータを使用する等、他の手法によってエッジ抽出処理を行うことによっても実現可能である。

【 0 0 9 1 】

尚、上記実施形態においては、パワースペクトルのピークを強調するためにエッジ抽出処理を行ったのは、後段の処理で算出する特徴量に強く反映させて高い検索精度を得るため

50

であり、処理速度を向上のために特徴量の精度を多少犠牲にしても構わなければ、当該エッジ抽出処理は省略が可能である。

【0092】

また、上記の実施形態においては、4つの方向性に注目したときに5×5へのブロックへの分割を行ったが、処理速度が遅くなっても構わなければ、より細かいブロックへの分割を行っても良い。

【0093】

また、上記の実施形態においては、4つの方向性に注目したが、ブロック分割数とマスクパターンを調整すれば、より多くの方向性に注目してそれぞれの特徴量を算出することも可能である。

10

【0094】

また、上記の実施形態においては、パワースペクトルの対称性に注目して、第1及び2象限に相当するブロックについて標準偏差を算出したが、処理速度が遅くなっても構わなければ、第3及び第4象限を含む全てのブロックについて算出しても良い。

【0095】

また、上記の実施形態においては、図6に示すようなマスクパターンを使用したか、重み付けの値を大きくする等、様々なバリエーションが存在する。これらのマスクパターンによっても、十分にチューニングされたものであれば、実現可能である。

【0096】

また、上記の実施形態においては、画像特徴判定モジュールで重み付け和を算出するのに重みを-0.5, 1, -0.5としたが、-0.4, 0.8, -0.4とする等の様々なバリエーションが存在する。

20

【0097】

[他の実施形態]

尚、本発明は、複数の機器（例えばホストコンピュータ、インタフェイス機器、リーダ、プリンタ等）から構成されるシステムに適用しても、一つの機器からなる専用の装置として構成しても良い。

【0098】

また、本発明の目的は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体（または記録媒体）を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することによっても、達成されることは言うまでもない。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、前述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているオペレーティングシステム(OS)等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

30

【0099】

更に、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張カードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張カードや機能拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行い、その処理によって前述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

40

【0100】

本発明を上記記憶媒体に適用する場合、その記憶媒体には、先に説明した図4, 図9、並びに図11に示すフローチャートに対応するプログラムコードが格納されることになる。

【0101】

【発明の効果】

50

以上説明したように本発明によれば、実用的な所要時間で正確且つ高精度に画像の検索を行う画像検索装置及び画像検索方法及びコンピュータ読み取り可能な記憶媒体の提供が実現する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施形態における画像検索装置の装置構成を示すブロック図である。

【図 2】本実施形態における画像検索装置の機能構成を示すブロック図である。

【図 3】画像管理 DB レコードのデータ構成例を示す図である。

【図 4】本実施形態における画像登録処理の手順を示すフローチャートである。

【図 5】パワースペクトル画像のブロック分割の例を示す図である。

【図 6】本実施形態における方向性の特徴量抽出のためのマスクパターンである。

【図 7】マスクパターンを施して処理する際のパワースペクトルの各ブロック毎に標準偏差を算出した一例を示す図である。

【図 8】方向性を表すピークが、45度、90度、とその間に現れた場合についてマスクパターンがどのように作用するかを説明する図である。

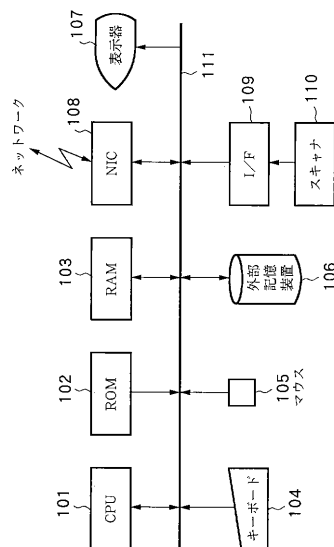
【図 9】本実施形態における画像検索処理の手順を示すフローチャートである。

【図 10】方向性分類テーブルの一例を示す図である。

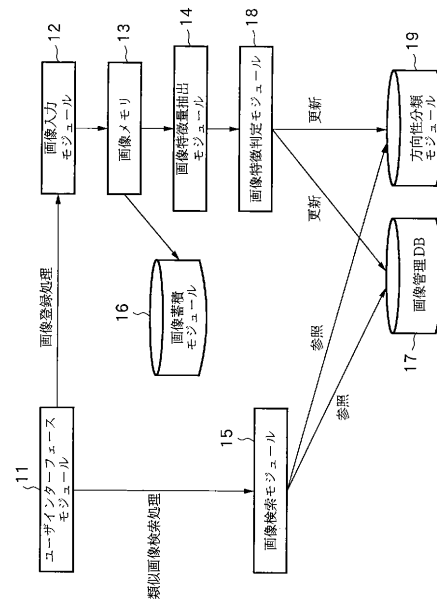
【図 11】本実施形態における画像登録処理のうち、方向性の判定処理の手順を示すフローチャートである。

10

【図 1】



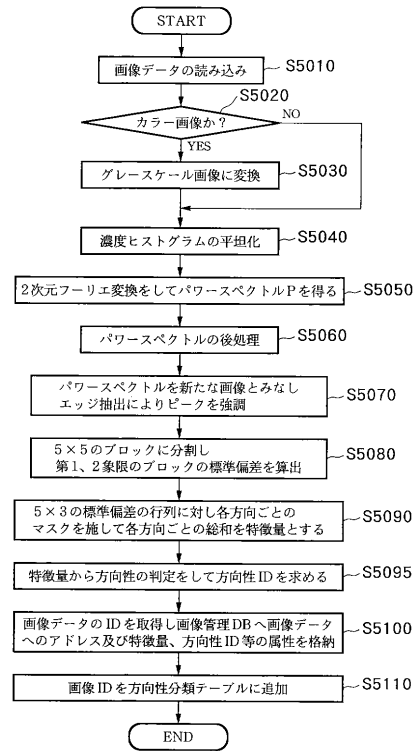
【図 2】



【図 3】

その他の画像属性
方向性ID
特徴量
フルパスのファイル名
画像ID

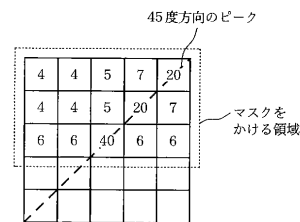
【図 4】



【図 5】

○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

【図 7】



【図 6】

0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
0	0	0	2	2

(a) 0度方向のマスク

0	1	2	1	0
0	0	2	0	0
0	0	0	0	0

(c) 90度方向のマスク

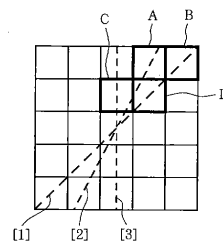
0	0	0	1	2
0	0	0	2	1
0	0	0	0	0

(b) 45度方向のマスク

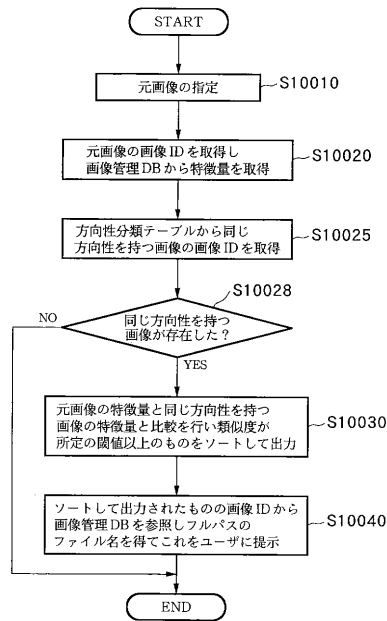
2	1	0	0	0
1	2	0	0	0
0	0	0	0	0

(d) 135度方向のマスク

【図 8】



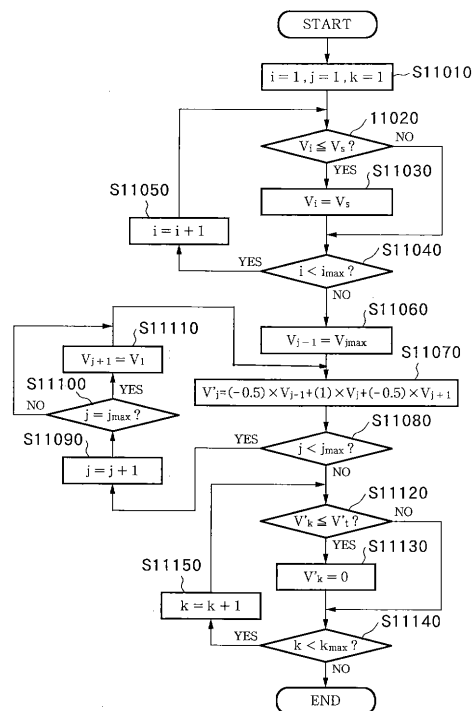
【図 9】



【図 10】

方向性 ID	属する画像 ID
0度	1, 4, 5, 10
45度	2, 13, 14
90度	3, 4, 10
135度	12, 15

【図 11】



フロントページの続き

- (72)発明者 椎山 弘隆
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 東條 洋
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 新井 則和

- (56)参考文献 国際公開第99/005637(WO, A1)
特開平09-293139(JP, A)
特開平04-177480(JP, A)
特開昭57-178578(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06T 7/00