

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6187237号
(P6187237)

(45) 発行日 平成29年8月30日 (2017. 8. 30)

(24) 登録日 平成29年8月10日 (2017. 8. 10)

(51) Int. Cl.		F I			
G 0 6 F	17/30	(2006.01)	G 0 6 F	17/30	3 5 0 C
G 0 6 T	1/00	(2006.01)	G 0 6 F	17/30	1 7 0 B
			G 0 6 F	17/30	3 2 0 Z
			G 0 6 T	1/00	2 0 0 E

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-262949 (P2013-262949)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成25年12月19日 (2013. 12. 19)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2015-118628 (P2015-118628A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年6月25日 (2015. 6. 25)	(74) 代理人	100079049
審査請求日	平成28年9月5日 (2016. 9. 5)		弁理士 中島 淳
		(74) 代理人	100084995
			弁理士 加藤 和詳
		(74) 代理人	100099025
			弁理士 福田 浩志
		(72) 発明者	武部 浩明
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 文書画像検索装置、方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

文書画像から、一文字の少なくとも一部に相当する部分に外接する領域の各々を抽出し、所定方向に隣り合う複数の領域の各々の内部パターンを示す特徴を、領域の配列順に並べた特徴系列を抽出する抽出部と、

複数の登録文書画像の各々から抽出され、登録文書画像の識別情報と対応付けて記憶部に記憶された複数の特徴系列の各々と、前記抽出部により対象文書画像から抽出された特徴系列とを照合し、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する検索部と、を含む文書画像検索装置。

【請求項 2】

前記抽出部により前記特徴系列として抽出された高次元の特徴ベクトル系列を、低次元の特徴ベクトル系列に変換する変換部を含む請求項 1 記載の文書画像検索装置。

【請求項 3】

前記変換部は、ラプシアン固有マップ法を用いて、前記高次元の特徴ベクトル系列を前記低次元の特徴ベクトル系列に変換する請求項 2 記載の文書画像検索装置。

【請求項 4】

前記検索部は、前記登録文書画像の特徴系列の各々と、前記対象文書画像の特徴系列との最近傍識別により、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 項記載の文書画像検索装置。

【請求項 5】

10

20

コンピュータに、

文書画像から、一文字の少なくとも一部に相当する部分に外接する領域の各々を抽出し、所定方向に隣り合う複数の領域の各々の内部パターンを示す特徴を、領域の配列順に並べた特徴系列を抽出し

複数の登録文書画像の各々から抽出され、登録文書画像の識別情報と対応付けて記憶部に記憶された複数の特徴系列の各々と、対象文書画像から抽出された特徴系列とを照合し、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する

ことを含む処理を実行させる文書画像検索方法。

【請求項6】

コンピュータに、

文書画像から、一文字の少なくとも一部に相当する部分に外接する領域の各々を抽出し、所定方向に隣り合う複数の領域の各々の内部パターンを示す特徴を、領域の配列順に並べた特徴系列を抽出し、

複数の登録文書画像の各々から抽出され、登録文書画像の識別情報と対応付けて記憶部に記憶された複数の特徴系列の各々と、対象文書画像から抽出された特徴系列とを照合し、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する

ことを含む処理を実行させるための文書画像検索プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、文書画像検索装置、文書画像検索方法、及び文書画像検索プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、複数の文書画像を所定のカテゴリに分類する文書画像分類方法が提案されている。この方法では、入力された文書画像に対して文字認識処理を行い、認識処理された文字種の特徴を基に、入力文書画像を所定のカテゴリに分類している。

【0003】

また、文書中の単語間の共起関係を用いて各単語の特徴を表現する特徴ベクトルを自動的に生成する文書分類装置が提案されている。この装置では、文書の特徴ベクトル間の類似度を利用して文書を分類する。

【0004】

また、撮像されあるいは読取られた検索質問文書画像の特徴点から計算される特徴量とデータベース中に登録された複数の登録文書画像の特徴点から得られる特徴量とを比較して検索質問文書画像に対応する登録文書画像を検索する方法が提案されている。この方法では、文書画像から複数の連結成分を抽出し、抽出された連結成分の重心を求めて各連結成分に対応する特徴点としている。そして、幾何学的歪みに対して実質的に不変な第1及び第2不変量であって、各特徴点とその近傍の特徴点との組み合わせから得られる第1不変量及び組み合わせに係る各連結成分の属性から得られる第2不変量をそれぞれ求める。さらに、第1不変量と第2不変量とを組み合わせる各特徴点に対応する特徴量を算出し、各特徴量の比較結果を統計的に処理して検索質問文書画像に対応する登録文書画像を特定する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平10-198683号公報

【特許文献2】特開平07-114572号公報

【特許文献3】特開2009-032109号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、文書画像の分類に文字認識処理を用いる方法では、文字認識にかかる処理時間が大きいという問題がある。

【0007】

また、文書画像の特徴量を照合して文書画像を検索する方法では、検索対象の文書画像と完全に同一の文書画像を検索することはできるが、文書画像が示す文書の内容が類似した文書画像を検索することはできないという問題がある。

【0008】

一つの側面として、文書画像に対する文字認識処理を行う場合よりも高速に、内容が類似した文書画像を検索することが目的である。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

一つの態様では、文書画像から、一文字の少なくとも一部に相当する部分に外接する領域の各々を抽出し、所定方向に隣り合う複数の領域の各々の内部パターンを示す特徴を、領域の配列順に並べた特徴系列を抽出する。そして、複数の登録文書画像の各々から抽出され、登録文書画像の識別情報と対応付けて記憶部に記憶された複数の特徴系列の各々と、前記抽出部により対象文書画像から抽出された特徴系列とを照合し、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する。

【発明の効果】

【0010】

20

一つの側面として、文書画像に対する文字認識処理を行う場合よりも高速に、内容が類似した文書画像を検索することができる、という効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本実施形態に係る文書画像検索装置の概略構成を示すブロック図である。

【図2】登録部における処理の概要を説明するための図である。

【図3】特徴抽出を説明するための図である。

【図4】特徴DBのデータ構造の一例を示す図である。

【図5】特徴DBのデータ構造の一例を示す図である。

【図6】特徴ベクトル系列の算出を説明するための図である。

30

【図7】特徴ベクトル系列の一例を示す図である。

【図8】類似度行列Zを説明するための図である。

【図9】ハッシュテーブルのデータ構造の一例を示す図である。

【図10】照合部における処理の概要を説明するための図である。

【図11】本実施形態に係る文書画像検索装置として機能するコンピュータの概略構成を示すブロック図である。

【図12】本実施形態における登録処理の一例を示すフローチャートである。

【図13】特徴抽出処理の一例を示すフローチャートである。

【図14】隣矩形探索処理の一例を示すフローチャートである。

【図15】特徴変換処理の一例を示すフローチャートである。

40

【図16】行列S算出処理の一例を示すフローチャートである。

【図17】本実施形態における照合処理の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して開示の技術に係る実施形態の一例を詳細に説明する。なお、本実施形態では、横書きの文書を示す文書画像を検索する場合を例として説明する。

【0013】

図1に示すように、本実施形態に係る文書画像検索装置10は、登録部20及び照合部30を備える。

【0014】

50

登録部 20 は、図 1 に示すように、第 1 特徴抽出部 21、及び第 1 特徴変換部 22 を機能部として備える。図 2 に、登録部 20 における処理の概要を示す。登録部 20 には、識別情報が既知の文書をスキャンした文書画像（以下、「登録文書画像」という）が複数入力される。登録部 20 では、登録文書画像の各々から特徴が抽出され、特徴データベース（DB）23 に記憶される。また、特徴 DB 23 に記憶された特徴から、特徴ベクトル系列が算出され、さらに、特徴ベクトル系列がハッシュ値に変換される。ハッシュ値は、文書画像の識別情報（文書画像 ID）と対応付けられてハッシュテーブル 25 に登録される。以下、登録部 20 の各機能部について詳述する。

【0015】

第 1 特徴抽出部 21 は、以下の処理を行って、文書画像から、一文字の少なくとも一部に相当する部分に外接する領域毎の特徴を抽出する。

10

1. 登録文書画像における連結成分の外接矩形を抽出
2. 連結成分の外接矩形から重なり矩形を抽出
3. 重なり矩形毎に、内部パターンの特徴ベクトルを算出
4. 重なり矩形毎に、所定方向に隣り合う重なり矩形を探索
5. 特徴ベクトル及び隣り合う重なり矩形の識別情報を、重なり矩形毎の特徴として、特徴 DB 23 に記憶

【0016】

具体的には、第 1 特徴抽出部 21 は、入力された登録文書画像に対して二値化処理を行って二値画像に変換する。図 3 の（1）に、二値画像に変換された登録文書画像の一例の一部を示す。

20

【0017】

また、第 1 特徴抽出部 21 は、得られた二値画像から連結成分の外接矩形を抽出する。ここで、連結成分とは、二値画像における黒画素（文字画像における文字部分）の塊、すなわち白画素（文字画像における背景部分）により寸断されることなく連なった黒画素群を意味する。連結成分は、一文字の少なくとも一部に相当し、文字によっては、一文字が一つの連結成分に相当する場合もある。このような連結成分の外接矩形を抽出することで、一文字を少なくとも一つ以上の領域に分割することができる。図 3 の（2）に、図 3 の（1）に示す二値画像から連結成分の外接矩形を抽出した一例を示す。第 1 特徴抽出部 21 は、抽出した連結成分の外接矩形毎に、文書画像における座標を求め、所定の記憶領域に記憶する。

30

【0018】

また、第 1 特徴抽出部 21 は、連結成分の外接矩形から重なり矩形を抽出する。異なる連結成分同士は、画素としてはつながっていないが、連結成分の外接矩形同士は重なっている場合がある。例えば、図 3 の（2）の例では、連結成分の外接矩形 A と連結成分の外接矩形 B とが重なっている。第 1 特徴抽出部 21 は、このように重なった連結成分の外接矩形の各々を、全ての外接矩形を包含する一つの矩形にまとめ、この矩形を重なり矩形として抽出する。

【0019】

第 1 特徴抽出部 21 は、他の連結成分の外接矩形と重なっていない連結成分の外接矩形については、そのまま重なり矩形として抽出する。第 1 特徴抽出部 21 は、抽出した重なり矩形毎に、文書画像における座標を求めると共に、重なり矩形毎の識別情報である重なり矩形 ID を付与して、所定の記憶領域に記憶する。図 3 の（3）に、図 3 の（2）に示す連結成分の外接矩形の各々から、重なり矩形の各々を抽出した一例を示す。図 3 の（3）において、各重なり矩形の左部または上部に記載した数字は、各重なり矩形の重なり矩形 ID である。

40

【0020】

また、第 1 特徴抽出部 21 は、重なり矩形毎に、内部パターンの特徴ベクトルを算出する。特徴ベクトルとしては、OCR の文字認識において使用される特徴ベクトル等を用いることができる。例えば、第 1 特徴抽出部 21 は、重なり矩形内部をメッシュ状の小領域

50

に区切り、小領域内の文字ストロークの方向成分の頻度をヒストグラム化し、各方向成分の頻度を成分とする特徴ベクトルを算出することができる。なお、このような特徴ベクトルとしては、通常、数百次元程度の高次元の特徴ベクトルが用いられる場合が多い。

【0021】

また、第1特徴抽出部21は、重なり矩形毎に、所定方向に隣り合う重なり矩形を探索する。一般に、ある文字に対して隣り合う文字は、横書きの文書の場合は右に、縦書きの文書の場合は下に位置する。本実施形態では横書きの文書を示す文書画像を処理対象としている。そのため、第1特徴抽出部21は、所定方向を右方向とし、ある重なり矩形の右隣に位置する最も近い重なり矩形を探索し、探索された重なり矩形の重なり矩形IDを、隣矩形IDとして抽出する。図3の(4)に、隣り合う重なり矩形の一例を示す。図3の(4)では、隣り合う重なり矩形同士を矢印で結ぶことにより表現している。第1特徴抽出部21は、矢印の始点に対応する重なり矩形に対して、矢印の終点に対応する重なり矩形の重なり矩形IDを隣矩形IDとして抽出する。

10

【0022】

また、第1特徴抽出部21は、重なり矩形毎に抽出した特徴ベクトル及び隣矩形IDに特徴IDを付与し、特徴ID、特徴ベクトル、及び隣矩形IDを、特徴DB23に記憶する。特徴IDは、重なり矩形ID及び重なり矩形が属する登録文書画像の文書画像IDの2つを特定可能な識別情報とする。図4に、特徴DB23のデータ構造の一例を示す。また、図5に、図3の(1)に示す文書画像から抽出された特徴が記憶された特徴DB23の一例を示す。図5の例では、特徴IDを、(文書画像ID、重なり矩形ID)で記述している。隣矩形IDも同様である。また、図5では、特徴ベクトルを、重なり矩形IDが示す重なり矩形及び内部パターンで表している。

20

【0023】

第1特徴変換部22は、特徴DB23に記憶された特徴から得られる所定の大きさの特徴ベクトル系列に基づくハッシュ値を、特徴ID毎に算出して、ハッシュテーブル25を作成する。

【0024】

上述のように、重なり矩形は、一文字を少なくとも一つ以上に分割した領域に相当する。そこで、本実施形態では、文書画像において、連続するn個の重なり矩形の連なり(系列)を、擬似的な文字列と考える。具体的に、 $n=5$ とした例を、図6を参照して説明する。図6の(0)に示すように、重なり矩形及び隣り合う重なり矩形が得られている場合には、図6の(1)から(5)に示すような重なり矩形の系列が存在し得る。なお、ここでは、重なり矩形の連続数が5に満たない場合は対象外とする。そして、重なり矩形の系列の各々を擬似的な文字列と捉え、各擬似的な文字列を表す特徴として、特徴ベクトル系列を用いる。

30

【0025】

特徴ベクトル系列は、所定方向に隣り合う複数の重なり矩形の各々から抽出された特徴ベクトルを、重なり矩形の系列における重なり矩形の配列順に並べたものである。特徴ベクトル系列の次元は、特徴ベクトルの次元 $\times n$ となる。図7に、図6の(1)に示す重なり矩形の系列に対応する特徴ベクトル系列を示す。

40

【0026】

本実施形態では、上記のような特徴ベクトル系列を用いて文書画像間の照合を行うことにより、文字認識処理を行うことなく、擬似的な文字列を用いた照合が可能となり、内容が類似する文書画像を検索することができる。

【0027】

第1特徴変換部22は、まず、特徴DB23から大きさnの擬似的な文字列の特徴に相当する特徴ベクトル系列を算出する。具体的には、第1特徴変換部22は、特徴DB23から1つの特徴IDを選択し、その特徴IDに対応する重なり矩形の特徴ベクトルを取得する。次に、第1特徴変換部22は、その特徴IDに対応する隣矩形IDを参照して、隣り合う重なり矩形を選択し、その隣り合う重なり矩形の特徴ベクトルを取得する。この隣

50

矩形 I D を参照して特徴ベクトルを取得する処理を $n - 1$ 回繰り返す。そして、第 1 特徴変換部 22 は、取得した特徴ベクトルを取得した順に並べた大きさ n の特徴ベクトル系列を算出する。第 1 特徴変換部 22 は、算出した特徴ベクトル系列を所定の記憶領域に記憶しておく。第 1 特徴変換部 22 は、特徴 D B 23 内の特徴 I D 毎に特徴ベクトル系列を算出する。この結果、特徴ベクトルの次元 $\times n$ （以下、この次元数を p とおく）の特徴ベクトル空間において、 m 個の特徴ベクトル系列が得られることになる。なお、 m は、特徴 D B 23 に特徴が記憶された重なり矩形のうち、その重なり矩形を先頭とする大きさ n の重なり矩形系列が抽出可能な重なり矩形の数である。

【0028】

第 1 特徴変換部 22 は、 p 次元ベクトル空間における m 個の特徴ベクトル系列から、 q 個のアンカーを抽出する。例えば、第 1 特徴変換部 22 は、 p 次元ベクトル空間における m 個の特徴ベクトル系列を、K-means クラスタリング等により q 個のクラスタに分割し、各クラスタの代表点をアンカーとして抽出することができる。

【0029】

また、第 1 特徴変換部 22 は、ラプラシアン固有マップ法を用いて、高次元の特徴ベクトル系列を低次元空間に写像して、ハッシュ値を算出する。ラプラシアン固有マップ法は、データをサンプル間の類似度に基づいて行列表現し、その行列の固有値を用いて、データ間の関係を保ったまま、データを低次元空間に写像する方法である。本実施形態では、ラプラシアン固有マップ法の 1 つであるアンカーグラフハッシングの方法（参考文献「Hashing with Graphs, Liu. W., Wang. J., Kunmar. S., and Chang, S.-F. ICML '11, 2011」）を用いる場合について説明する。

【0030】

具体的には、第 1 特徴変換部 22 は、 m 個の特徴ベクトル系列の各々と、 q 個のアンカーの各々との類似度を示す類似度行列 Z を算出する。図 8 に示すように、類似度行列 Z は、 m 行 q 列の行列で、 (i, j) 成分は、 i 番目の特徴ベクトル系列と j 番目のアンカーとの類似度を意味する。ここで、 i 番目の特徴ベクトル系列とは、特徴ベクトル系列が示す重なり矩形系列における先頭の重なり矩形が、特徴 D B 23 において i 番目の特徴 I D に対応する重なり矩形であることを表す。特徴ベクトル系列をベクトル v で表す。また、アンカーは、 p 次元ベクトルであるが、特徴ベクトル系列 v に対応させるため、特徴ベクトルの次元毎に区切って表す。 j 番目のアンカーをベクトル a で表すと、下記（1）式のようになる。

【0031】

【数 1】

$$\mathbf{a} = (\mathbf{a}_0, \mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3, \mathbf{a}_4) \quad (1)$$

【0032】

また、重なり矩形の特徴ベクトルをベクトル v_t とするとき、その重なり矩形に対して隣矩形 I D で対応付けられた重なり矩形の特徴ベクトルを、下記（2）式のように表す。また、アンカーについても同様である。

【0033】

【数 2】

$$v_t.next \quad (2)$$

【0034】

類似度行列 Z の算出について、より具体的には、第 1 特徴変換部 22 は、まず、 i 番目の特徴ベクトル系列 v と j 番目のアンカーを示すベクトル a との類似度を (i, j) 成分

とする行列 S を算出する。そして、第 1 特徴変換部 22 は、行列 S を正規化することにより、類似度行列 Z を算出する。具体的には、第 1 特徴変換部 22 は、行列 S の i 行について、値の大きさが上位 s 個となる成分の値を残し、その他の成分の値を 0 とする。これは、類似度がある程度低いものは、類似度 0 とみなすことに相当する。さらに、第 1 特徴変換部 22 は、下記 (3) 式に示すように、行毎の各成分の和が 1 となるように正規化を行い、正規化して得られる行列を類似度行列 Z とする。

【0035】

【数 3】

$$Z_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sum_k S_{ik}} \quad (3)$$

10

【0036】

次に、第 1 特徴変換部 22 は、類似度行列 Z から、下記 (4) 式によって行列 Λ を算出し、さらに、下記 (5) 式によって行列 M を算出する。

【0037】

【数 4】

$$\Lambda = \text{diag}(\mathbf{1}^T \mathbf{Z}) \quad (4)$$

20

$$\mathbf{M} = \Lambda^{-\frac{1}{2}} \mathbf{Z}^T \mathbf{Z} \Lambda^{-\frac{1}{2}} \quad (5)$$

【0038】

ここで、 $\text{diag}(x)$ とは、ベクトル x の各成分を行列の対角成分として並べ、他の成分を全て 0 とした行列を表す。また、(4) 式における行列 $\mathbf{1}$ は m 行 1 列の各成分が全て 1 の行列である。また、 T は行列の転置を表す。従って、行列 $\mathbf{1}^T$ は、1 行 m 列の各成分が全て 1 の行列となる。また、行列 $\Lambda^{-1/2}$ は、行列 Λ の各成分を $-1/2$ 乗した行列を表す。

30

【0039】

第 1 特徴変換部 22 は、行列 M を固有値分解することにより、行列 M の固有値及び固有ベクトルを算出する。そして、第 1 特徴変換部 22 は、固有値 1 を除いて、値の大きな固有値から順に k 個の固有値を求め、 $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k$ とし、各固有値に対応する固有ベクトルを $v_1, v_2, \dots, v_k$ とする。

【0040】

第 1 特徴変換部 22 は、算出した固有値を用いて、下記 (6) 式により、行列 Σ_k を求め、算出した固有ベクトルを用いて、下記 (7) 式により、行列 V_k を求める。さらに、第 1 特徴変換部 22 は、行列 Λ 、行列 Σ_k 、及び行列 V_k を用いて、下記 (8) 式により、行列 W を求める。

40

【0041】

【数 5】

$$\Sigma_k = \text{diag}(\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k) \quad (6)$$

$$\mathbf{V}_k = (\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_k) \quad (7)$$

$$\mathbf{W} = \sqrt{m} \Lambda^{-\frac{1}{2}} \mathbf{V}_k \Sigma_k^{-\frac{1}{2}} \quad (8)$$

10

【0 0 4 2】

第1特徴変換部22は、類似度行列Z及び行列Wを用いて、下記(9)式によりm行k列の行列Gを算出する。

【0 0 4 3】

【数 6】

$$\mathbf{G} = \mathbf{Z} \mathbf{W} \quad (9)$$

20

【0 0 4 4】

さらに、第1特徴変換部22は、行列Gの各成分について、正のものを1に、負のものを0に変換して、m行k列の行列Hを得る。この行列Hのm個の各行は、成分が0または1のk次元ベクトルであり、これがm個の特徴ベクトル系列の各々に対応したハッシュ値となる。

【0 0 4 5】

第1特徴変換部22は、各特徴ベクトル系列に対応したハッシュ値と、特徴ベクトル系列が示す重なり矩形系列が属する文書画像の文書画像IDとを対応付けたハッシュテーブル25を作成し、所定の記憶領域に記憶する。文書画像IDは、特徴ベクトル系列を算出する際に特徴DB23から選択した特徴IDにより特定される文書画像IDを用いればよい。図9に、ハッシュテーブル25のデータ構造の一例を示す。

30

【0 0 4 6】

照合部30は、図1に示すように、第2特徴抽出部31、第2特徴変換部32、及び検索部33を機能部として備える。図10に、照合部30における処理の概要を示す。照合部30には、識別情報が未知の文書をスキャンした文書画像(以下、「対象文書画像」という)が入力される。照合部30では、対象文書画像から特徴ベクトル系列が抽出され、特徴ベクトル系列がハッシュ値に変換されて、ハッシュテーブル25に登録されたハッシュ値と照合され、照合結果に基づいて、対象文書画像に類似する登録文書画像が検索される。以下、照合部30の各機能部について詳述する。

【0 0 4 7】

40

第2特徴抽出部31は、第1特徴抽出部21と同様の処理により、対象文書画像から重なり矩形毎の特徴ベクトル及び隣矩形IDを抽出する。第2特徴抽出部31は、抽出した重なり矩形毎の特徴ベクトル及び隣矩形IDに、特徴IDを対応付けて特徴メモリ34に記憶する。対象文書画像は、文書画像IDが未知であるため、ここでの特徴IDは、重なり矩形IDと同一とする。

【0 0 4 8】

第2特徴変換部32は、第1特徴変換部22と同様の処理により、特徴メモリ34から特徴IDを1つずつ選択し、特徴ベクトル系列を算出し、特徴ベクトル系列に対応するハッシュ値を算出する。なお、第2特徴変換部32は、算出した特徴ベクトル系列をベクトルxと表し、(3)式によって算出されるq次元ベクトルをベクトルz(x)とする。ベ

50

クトル $z(x)$ は、第 1 特徴変換部 22 で算出される行列 Z の各行ベクトルに相当する。そして、第 2 特徴変換部 32 は、行列 W 及びベクトル $z(x)$ を用いて、下記 (10) 式により、ベクトル $g(x)$ を算出する。

【0049】

【数 7】

$$g(x) = W^T z(x) \quad (10)$$

【0050】

10

そして、第 2 特徴変換部 32 は、第 1 特徴変換部 22 と同様に、ベクトル $g(x)$ の各成分について、正のものを 1 に、負のものを 0 に変換して、 k 次元ベクトル $h(x)$ を得る。このベクトル $h(x)$ は、成分が 0 または 1 の k 次元ベクトルであり、対象文書画像から抽出された特徴ベクトル系列に対応したハッシュ値となる。第 2 特徴変換部 32 は、特徴メモリ 34 に記憶された特徴 ID から算出される全ての特徴ベクトル系列に対応するハッシュ値を算出し、ハッシュ値メモリ 35 に記憶する。

【0051】

検索部 33 は、ハッシュ値メモリ 35 に記憶されたハッシュ値の各々と、ハッシュテーブル 25 に登録されているハッシュ値の各々とを照合する。そして、検索部 33 は、ハッシュテーブル 25 において、第 2 特徴変換部 32 で算出されたハッシュ値と最も近いハッシュ値に対応する文書画像 ID に投票を行う。第 2 特徴変換部 32 で算出されたハッシュ値と最も近いハッシュ値の求め方は、一致するハッシュ値がハッシュテーブル 25 に存在する場合には、そのハッシュ値とすることができる。また、一致するハッシュ値がハッシュテーブル 25 に存在しない場合は、ハッシュテーブル 25 に登録されているハッシュ値の各々と、第 2 特徴変換部 32 で算出されたハッシュ値とのハミング距離を算出する。そして、ハミング距離が最も小さいハッシュ値を、最も近いハッシュ値として選択することができる。なお、ハミング距離に代えて、レーベンシュタイン距離など、二つの文字列がどの程度異なっているかを示す他の指標を用いて、最も近いハッシュ値を選択してもよい。

20

【0052】

30

検索部 33 は、第 2 特徴変換部 32 で算出された全てのハッシュ値について、ハッシュテーブル 25 に登録されたハッシュ値との照合、及び最も近いハッシュ値に対応する文書画像 ID への投票を行う。そして、検索部 33 は、最終的に最も投票を集めた文書画像 ID を出力する。すなわち、出力された文書画像 ID が示す登録文書画像が、対象文書画像に最も類似する文書画像として検索される。

【0053】

文書画像検索装置 10 は、例えば図 11 に示すコンピュータ 40 で実現することができる。コンピュータ 40 は CPU 42、メモリ 44、不揮発性の記憶部 46、入出力インターフェース (I/F) 47、及びネットワーク I/F 48 を備えている。CPU 42、メモリ 44、記憶部 46、入出力 I/F 47、及びネットワーク I/F 48 は、バス 49 を介して互いに接続されている。

40

【0054】

記憶部 46 は HDD (Hard Disk Drive) やフラッシュメモリ等によって実現できる。記憶媒体としての記憶部 46 には、コンピュータ 40 を文書画像検索装置 10 として機能させるための文書画像検索プログラム 50 が記憶されている。文書画像検索プログラム 50 は、登録プログラム 60 及び照合プログラム 70 を含む。また、記憶部 46 は、特徴 DB 記憶領域 63 及びハッシュテーブル記憶領域 65 を有する。CPU 42 は、登録文書画像の登録時には、登録プログラム 60 を記憶部 46 から読み出してメモリ 44 に展開し、登録プログラム 60 が有するプロセスを順次実行する。また、CPU 42 は、対象文書画像の照合時には、照合プログラム 70 を記憶部 46 から読み出してメモリ 44 に展開し、

50

照合プログラム 70 が有するプロセスを順次実行する。

【0055】

登録プログラム 60 は、第 1 特徴抽出プロセス 61、及び第 1 特徴変換プロセス 62 を有する。また、照合プログラム 70 は、第 2 特徴抽出プロセス 71、第 2 特徴変換プロセス 72、及び検索プロセス 73 を有する。CPU 42 は、第 1 特徴抽出プロセス 61 を実行することで、図 1 に示す第 1 特徴抽出部 21 として動作する。また、CPU 42 は、第 1 特徴変換プロセス 62 を実行することで、図 1 に示す第 1 特徴変換部 22 として動作する。また、CPU 42 は、第 2 特徴抽出プロセス 71 を実行することで、図 1 に示す第 2 特徴抽出部 31 として動作する。また、CPU 42 は、第 2 特徴変換プロセス 72 を実行することで、図 1 に示す第 2 特徴変換部 32 として動作する。また、CPU 42 は、検索プロセス 73 を実行することで、図 1 に示す検索部 33 として動作する。

10

【0056】

文書画像検索装置 10 がコンピュータ 40 で実現される場合、特徴 DB 記憶領域 63 は、図 1 に示す特徴 DB 23 が記憶される記憶領域として用いられる。また、ハッシュテーブル記憶領域 65 は、図 1 に示すハッシュテーブル 25 が記憶される記憶領域として用いられる。また、図 1 に示す特徴メモリ 34 及びハッシュ値メモリ 35 は、メモリ 44 の所定領域に設けられる。なお、特徴メモリ 34 及びハッシュ値メモリ 35 に記憶される情報の各々が記憶される記憶領域を、記憶部 46 に設けてもよい。これにより、文書画像検索プログラム 50 を実行したコンピュータ 40 が、文書画像検索装置 10 として機能することになる。

20

【0057】

なお、文書画像検索装置 10 は、例えば半導体集積回路、より詳しくは ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 等で実現することも可能である。

【0058】

次に本実施形態に係る文書画像検索装置 10 の作用について説明する。登録文書画像の登録の際には、文書画像検索装置 10 に登録文書画像が入力される。そして、登録部 20 により、図 12 に示す登録処理が実行される。また、対象文書画像の照合の際には、文書画像検索装置 10 に対象文書画像が入力される。そして、照合部 30 により、図 17 に示す照合処理が実行される。以下、各処理について詳述する。

【0059】

30

図 12 に示す登録処理のステップ S10 で、第 1 特徴抽出部 21 は、入力された登録文書画像を取得して、図 13 に詳細を示す特徴抽出処理を実行する。

【0060】

図 13 に示す特徴抽出処理のステップ S11 で、第 1 特徴抽出部 21 が、登録文書画像に対して二値化処理を行って二値画像に変換する。次に、ステップ S12 で、第 1 特徴抽出部 21 が、二値画像に変換された登録文書画像から連結成分の外接矩形を抽出する。次に、ステップ S13 で、第 1 特徴抽出部 21 が、連結成分の外接矩形から重なり矩形を抽出する。次に、ステップ S14 で、第 1 特徴抽出部 21 が、重なり矩形毎に、内部パターンの特徴ベクトルを算出する。

【0061】

40

次に、ステップ S15 で、第 1 特徴抽出部 21 が、図 14 に詳細を示す隣矩形探索処理を実行する。隣矩形探索処理は、重なり矩形 ID が i ($i = 0, 1, \dots, I$ 、 I は抽出された重なり矩形の総数) の重なり矩形 (以下、「重なり矩形 i 」という) と隣り合う重なり矩形を探索する処理である。重なり矩形 0、重なり矩形 1、 $\dots$ 、重なり矩形 I の各々について、隣矩形探索処理を実行することにより、重なり矩形の各々について、隣り合う重なり矩形を探索する。

【0062】

図 14 に示す隣矩形探索処理のステップ S151 で、第 1 特徴抽出部 21 が、個々の重なり矩形に対応した変数 j に 0 を設定する。また、第 1 特徴抽出部 21 が、重なり矩形間の距離の最小値 min に非常に大きな値 (例えば、文書画像の幅に相当する値、無限大等

50

）を設定する。また、第1特徴抽出部21が、重なり矩形*i*との距離が最小となる右隣の重なり矩形の重なり矩形IDを示す $\arg_min$ に、0, 1, ..., *I*以外の適当な値（例えば、-1）を設定する。

【0063】

次に、ステップS152で、第1特徴抽出部21が、重なり矩形*j*が、重なり矩形*i*と同一行に存在する重なり矩形か否かを判定する。具体的には、第1特徴抽出部21は、例えば所定の記憶領域に記憶された、重なり矩形*j*の左端座標Left(*j*)、右端座標Right(*j*)、上端座標Up(*j*)、及び下端座標Down(*j*)を取得する。重なり矩形*i*の座標についても同様に取得する。なお、ここでは、文書画像の左上角を原点とし、原点から右へ行くほど左右方向の座標値が大きくなり、原点から下へ行くほど上下方向の座標値が大きくなる座標系を用いる。そして、第1特徴抽出部21は、 $Up(j) \leq Down(i)$ 、かつ $Down(j) \geq Up(i)$ か否かを判定する。肯定判定の場合には、処理はステップS153へ移行し、否定判定の場合には、処理はステップS158へ移行する。

【0064】

ステップS153では、第1特徴抽出部21が、重なり矩形*j*が、重なり矩形*i*より右側に存在するか否かを判定する。具体的には、第1特徴抽出部21は、 $Left(j) > Right(i)$ か否かを判定する。肯定判定の場合には、処理はステップS154へ移行し、否定判定の場合には、処理はステップS158へ移行する。

【0065】

ステップS154では、第1特徴抽出部21が、 $Left(j) - Right(i)$ を、重なり矩形*i*と重なり矩形*j*との距離*df*として算出する。次に、ステップS156で、第1特徴抽出部21が、距離*df*が最小値*min*として設定されている値より小さいか否かを判定する。 $df < min$ の場合には、処理はステップS157へ移行し、 $df \geq min$ の場合には、処理はステップS158へ移行する。

【0066】

ステップS157では、第1特徴抽出部21が、最小値*min*に、上記ステップS154で算出した距離*df*の値を設定すると共に、 $\arg_min$ に現在の変数*j*の値を設定する。次に、ステップS158で、第1特徴抽出部21が、*j*を1インクリメントする。次に、ステップS159で、第1特徴抽出部21が、変数*j*が重なり矩形の総数*I*を超えたか否かを判定する。 $j \leq I$ の場合には、処理はステップS152へ戻る。 $j > I$ の場合には、隣矩形探索処理を終了し、図13に示す特徴抽出処理へリターンする。

【0067】

次に、ステップS16で、第1特徴抽出部21が、重なり矩形毎に、上記ステップS14で算出した特徴ベクトル及び隣矩形IDに、特徴IDを付与して、特徴DB23に記憶して、図12に示す登録処理へリターンする。なお、隣矩形IDは、上記ステップS15の隣矩形探索処理において、最終的に $\arg_min$ に設定された変数*j*の値である。

【0068】

次に、ステップS20で、第1特徴変換部22が、図15に詳細を示す特徴変換処理を実行する。

【0069】

図15に示す特徴変換処理のステップS21で、第1特徴変換部22が、特徴DB23から1つの特徴IDを選択し、その特徴IDに対応する重なり矩形の特徴ベクトルを取得する。そして、第1特徴変換部22は、その特徴IDに対応する隣矩形IDを参照して、隣り合う重なり矩形を選択し、その隣り合う重なり矩形の特徴ベクトルを取得する。第1特徴変換部22は、この隣矩形IDを参照して特徴ベクトルを取得する処理を*n*-1回繰り返す。そして、第1特徴変換部22は、取得した特徴ベクトルを取得した順に並べた大きさ*n*の特徴ベクトル系列を算出する。第1特徴変換部22は、特徴DB23に特徴が記憶された重なり矩形のうち、その重なり矩形を先頭とする大きさ*n*の重なり矩形系列が作成可能な重なり矩形の数（ここでは、*m*個とする）分の特徴ベクトル系列を算出し、所定

10

20

30

40

50

の記憶領域に記憶する。

【0070】

次に、ステップS22で、第1特徴変換部22が、 p 次元ベクトル空間における m 個の特徴ベクトル系列から、 q 個のアンカーを抽出する。例えば、第1特徴変換部22は、 p 次元ベクトル空間における m 個の特徴ベクトル系列を、 K -meansクラスタリング等により q 個のクラスタに分割し、各クラスタの代表点をアンカーとして抽出することができる。

【0071】

次に、ステップS23で、第1特徴変換部22が、図16に詳細を示す行列S算出処理を実行する。行列Sは、類似度行列Zの正規化前の行列であり、 i 番目の特徴ベクトル系列 v と j 番目のアンカーを示すベクトル a との類似度を (i, j) 成分とする m 行 q 列の行列である。行列S算出処理では、 i 番目の特徴ベクトル系列 v と j 番目のアンカーを示すベクトル a との類似度 s 、すなわち (i, j) 成分を算出する。行列S算出処理を成分数分($m \times q$ 回)実行することで、行列Sが算出される。

【0072】

図16に示す行列S算出処理のステップS231で、第1特徴変換部22が、特徴ベクトル系列 v とアンカーを示すベクトル a との距離に対応した変数 d に0を設定する。また、第1特徴変換部22が、特徴ベクトル系列 v 及びアンカーを示すベクトル a の各々の成分を識別するための変数 t に0を設定する。ここで、特徴ベクトル系列 v の成分をベクトル v_t 、及びアンカーを示すベクトル a の成分をベクトル a_t とする。 t は $t=0, 1, \dots, n-1$ (n は成分の数)である。また、第1特徴変換部22が、 i 番目の特徴ベクトル系列 v をベクトル v_t ($t=0, 1, \dots, n-1$)に設定し、 j 番目のアンカーを示すベクトル a をベクトル a_t ($t=0, 1, \dots, n-1$)に設定する。

【0073】

次に、ステップS232で、第1特徴変換部22が、現在の変数 d の値に、ベクトル v_t とベクトル a_t のノルムの2乗を加算する。

【0074】

次に、ステップS233で、第1特徴変換部22が、変数 t を1インクリメントする。次に、ステップS234で、第1特徴変換部22が、変数 t が n より小さいか否かを判定する。 $t < n$ の場合には、処理はステップS235へ移行し、 $t \geq n$ の場合には、処理はステップS236へ移行する。

【0075】

ステップS235では、第1特徴変換部22が、ベクトル v_{t-1} が示す重なり矩形に対して隣矩形IDで対応付けられた重なり矩形の特徴ベクトルを、ベクトル v_t に設定する。また、第1特徴変換部22は、同様に、ベクトル a_{t-1} が示す重なり矩形に対して隣矩形IDで対応付けられた重なり矩形の特徴ベクトルを、ベクトル a_t に設定する。すなわち、特徴ベクトル系列 v 及びアンカーを示すベクトル a の各々の次の成分に処理対象を移す。そして、処理はステップS232へ戻る。

【0076】

ステップS236では、第1特徴変換部22が、変数 d の値が所定の閾値 t_h を超えたか否かを判定する。 $d > t_h$ の場合には、処理はステップS237へ移行し、 $d \leq t_h$ の場合には、処理はステップS238へ移行する。

【0077】

ステップS237では、第1特徴変換部22が、 i 番目の特徴ベクトル系列 v と j 番目のアンカーを示すベクトル a との類似度 s を0として算出する。これは、 i 番目の特徴ベクトル系列 v と j 番目のアンカーを示すベクトル a との類似度がある程度低いものは、類似度0とみなすことに相当する。

【0078】

一方、ステップS238では、第1特徴変換部22が、変数 d 、すなわち特徴ベクトル系列 v とアンカーを示すベクトル a との距離に近いほど値が大きくなる類似度 s を算出す

10

20

30

40

50

る。例えば、第1特徴変換部22は、類似度 s を、 $s = \exp(-d/T)$ として算出することができる。この場合、類似度 s は0～1の値をとり、1に近いほど類似度が高いことを示す。

【0079】

特徴ベクトル系列 v とアンカーを示すベクトル a との全ての組み合わせについて類似度 s の算出が終了すると、処理は図15に示す特徴変換処理へリターンする。

【0080】

次に、ステップS24で、第1特徴変換部22が、上記ステップS23で算出した特徴ベクトル系列 v とアンカーを示すベクトル a との全ての組み合わせについて類似度 s を成分とする行列 S を正規化する。具体的には、第1特徴変換部22は、行列 S の i 行について、値の大きさが上位 s 個となる成分の値を残し、その他の成分の値を0とする。さらに、第1特徴変換部22は、(3)式により各成分を正規化し、正規化して得られる行列を類似度行列 Z とする。

【0081】

次に、ステップS25で、第1特徴変換部22が、類似度行列 Z から、(4)式によって行列 Λ を計算し、さらに(5)式によって行列 M を算出する。次に、ステップS26で、第1特徴変換部22が、行列 M を固有値分解することにより、行列 M の固有値及び固有ベクトルを算出する。そして、第1特徴変換部22が、固有値1を除いて、値の大きな固有値から順に k 個の固有値を求め、 $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k$ とし、各固有値に対応する固有ベクトルを $v_1, v_2, \dots, v_k$ とする。

【0082】

次に、ステップS27で、第1特徴変換部22が、算出した固有値を用いて、(6)式により、行列 Σ_k を求め、固有ベクトルを用いて、(7)式により、行列 V_k を求める。さらに、第1特徴変換部22は、行列 Λ 、行列 Σ_k 、及び行列 V_k を用いて、(8)式により、行列 W を算出する。

【0083】

次に、ステップS28で、第1特徴変換部22が、類似度行列 Z 及び行列 W を用いて、(9)式により m 行 k 列の行列 G を算出する。そして、第1特徴変換部22は、行列 G の各成分について、正のものを1に、負のものを0に変換して、各行が特徴ベクトル系列の各々に対応したハッシュ値となる、 m 行 k 列の行列 H を得る。そして、処理は図12に示す登録処理へリターンする。

【0084】

次に、ステップS30で、第1特徴変換部22が、上記ステップS20の処理で得た各特徴ベクトル系列に対応したハッシュ値と、特徴ベクトル系列が示す重なり矩形系列が属する文書画像の文書画像IDとを対応付けたハッシュテーブル25を作成する。そして、第1特徴変換部22は、作成したハッシュテーブル25をハッシュテーブル記憶領域65に記憶して、登録処理は終了する。

【0085】

次に、照合処理について説明する。図17に示す照合処理のステップS40で、第2特徴抽出部31が、入力された対象文書画像を取得して、特徴抽出処理を実行する。ステップS40で第2特徴抽出部31が実行する特徴抽出処理は、第1特徴抽出部21により実行される図13に示す特徴抽出処理と以下の点を除いて同様であるため、詳細な説明を省略する。第1特徴抽出部21により実行される特徴抽出処理と異なる点は、処理対象が対象文書画像である点、及び特徴メモリ34に特徴を記憶する点である。さらに、特徴メモリ34に特徴を記憶する際に特徴に付与する特徴IDが文書画像IDを特定可能な情報を含まない点も異なる。

【0086】

次に、ステップS50で、第2特徴変換部32が、特徴変換処理を実行する。ステップS50で第2特徴変換部32が実行する特徴変換処理は、第1特徴変換部22により実行される図15に示す特徴変換処理と以下の点を除いて同様であるため、詳細な説明を省略

する。第1特徴変換部22により実行される特徴変換処理と異なる点は、類似度行列Zの算出に変えて、(3)式によりq次元のベクトルz(x)を算出する点、及び(9)式の行列Gを算出することに変えて、(10)式のベクトルg(x)を算出する点である。また、ベクトルg(x)の成分を1または0に変換したk次元のベクトルh(x)が、対象文書画像から抽出された特徴ベクトル系列に対応したハッシュ値となる。さらに、算出したハッシュ値を、ハッシュ値メモリ35に記憶する点も異なる。

【0087】

次に、ステップS60で、検索部33が、ハッシュ値メモリ35に記憶されたハッシュ値の各々と、ハッシュテーブル25に登録されているハッシュ値の各々とを照合する。そして、検索部33は、ハッシュテーブル25において、上記ステップS50で算出されたハッシュ値と最も近いハッシュ値に対応する文書画像IDに投票を行う。

10

【0088】

次に、ステップS70で、検索部33が、最終的に最も投票を集めた文書画像IDを出力する。すなわち、出力された文書画像IDが示す登録文書画像が、対象文書画像に最も類似する文書画像として検索される。そして、照合処理は終了する。

【0089】

以上説明したように、本実施形態に係る文書画像検索装置によれば、文書画像から、一文字を少なくとも一つ以上に分割した領域に相当する重なり矩形を抽出し、隣り合う重なり矩形の系列を、擬似的な文字列と想定する。そして、重なり矩形の系列の特徴として、各重なり矩形の内部パターンから算出した特徴ベクトルを、重なり矩形の配列順に並べた特徴ベクトル系列を用いる。そして、文書画像IDが既知の登録文書画像から抽出された特徴ベクトル系列と、対象文書画像から抽出された特徴ベクトル系列とを照合することにより、対象文書画像と類似する登録文書画像を検索する。このように、文字認識処理を行うことなく、擬似的な文字列を用いた照合を行うため、文書画像に対する文字認識処理を行う場合よりも高速に、内容が類似した文書画像を検索することができる。

20

【0090】

また、本実施形態では、登録文書画像から抽出された特徴ベクトル系列と、対象文書画像から抽出された特徴ベクトル系列とを最近傍識別処理により照合し、対象文書画像に最も類似する登録文書画像を検索する。このため、高速に文書画像を検索することができる。

30

【0091】

また、高次元の特徴ベクトル系列を低次元空間に写像し、低次元化したベクトル(ハッシュ値)を用いて最近傍識別処理により照合を行うため、より高速に文書画像を検索することができる。

【0092】

なお、開示の技術は、縦書きの文書を示す文書画像、または横書きと縦書きとが混在する文書を示す文書画像にも適用することができる。縦書きの場合には、隣り合う重なり矩形を探索する際の所定方向を下方向とすればよい。また、横書きと縦書きとが混在している場合には、右方向及び下方向の2つの方向の各々について隣り合う重なり矩形を探索し、右方向の隣矩形ID及び下方向の隣矩形IDの両方を特徴DB23または特徴メモリ34に記憶しておけばよい。そして、特徴ベクトル系列を算出する際、右方向に連なる重なり矩形の特徴ベクトルを並べた特徴ベクトル系列と、下方向に連なる重なり矩形の特徴ベクトルを並べた特徴ベクトル系列とを算出すればよい。そして、右方向の特徴ベクトル系列と下方向の特徴ベクトル系列とをまとめて、または右方向の特徴ベクトル系列、及び下方向の特徴ベクトル系列のそれぞれについて、上記実施形態と同様に処理すればよい。

40

【0093】

また、上記実施形態では、高次元の特徴ベクトル系列を低次元のハッシュ値に変換して照合を行う場合について説明したが、低次元への変換を行うことなく、算出した特徴ベクトル系列同士をそのまま照合に用いてもよい。

【0094】

50

また、上記実施形態では、登録部及び照合部を含む文書画像検索装置を、1つのコンピュータで実現する場合について説明したが、登録部及び照合部を、それぞれ別々のコンピュータで実現するようにしてもよい。この場合、登録部として機能するコンピュータの記憶部には、登録プログラムが記憶され、照合部として機能するコンピュータの記憶部には、照合プログラムが記憶される。なお、この場合、照合部として機能するコンピュータは、開示の技術の文書画像検索装置の一例であり、照合プログラムは、開示の技術の文書画像検索プログラムの一例である。

【0095】

なお、上記では、文書画像検索プログラム50が記憶部46に予め記憶（インストール）されている態様を説明したが、CD-ROMやDVD-ROM等の記憶媒体に記録された形態で提供することも可能である。

10

【0096】

以上の実施形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【0097】

（付記1）

文書画像から、一文字の少なくとも一部に相当する部分に外接する領域の各々を抽出し、所定方向に隣り合う複数の領域の各々の特徴を、領域の配列順に並べた特徴系列を抽出する抽出部と、

複数の登録文書画像の各々から抽出され、登録文書画像の識別情報と対応付けて記憶部に記憶された複数の特徴系列の各々と、前記抽出部により対象文書画像から抽出された特徴系列とを照合し、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する検索部と、

20

を含む文書画像検索装置。

【0098】

（付記2）

前記抽出部により前記特徴系列として抽出された高次元の特徴ベクトル系列を、低次元の特徴ベクトル系列に変換する変換部を含む付記1記載の文書画像検索装置。

【0099】

（付記3）

前記変換部は、ラプシアン固有マップ法を用いて、前記高次元の特徴ベクトル系列を前記低次元の特徴ベクトル系列に変換する付記2記載の文書画像検索装置。

30

【0100】

（付記4）

前記検索部は、前記登録文書画像の特徴系列の各々と、前記対象文書画像の特徴系列との最近傍識別により、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する付記1～付記3のいずれか1項記載の文書画像検索装置。

【0101】

（付記5）

コンピュータに、

文書画像から、一文字の少なくとも一部に相当する部分に外接する領域の各々を抽出し、所定方向に隣り合う複数の領域の各々の特徴を、領域の配列順に並べた特徴系列を抽出し、

40

複数の登録文書画像の各々から抽出され、登録文書画像の識別情報と対応付けて記憶部に記憶された複数の特徴系列の各々と、対象文書画像から抽出された特徴系列とを照合し、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する

ことを含む処理を実行させる文書画像検索方法。

【0102】

（付記6）

前記コンピュータに、前記特徴系列として抽出された高次元の特徴ベクトル系列を、低次元の特徴ベクトル系列に変換することを含む処理を実行させる付記5記載の文書画像検索方法。

50

【0103】

(付記7)

ラプシアン固有マップ法を用いて、前記高次元の特徴ベクトル系列を前記低次元の特徴ベクトル系列に変換する付記6記載の文書画像検索方法。

【0104】

(付記8)

前記登録文書画像の特徴系列の各々と、前記対象文書画像の特徴系列との最近傍識別により、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する付記5～付記7のいずれか1項記載の文書画像検索方法。

【0105】

(付記9)

コンピュータに、
文書画像から、一文字の少なくとも一部に相当する部分に外接する領域の各々を抽出し、所定方向に隣り合う複数の領域の各々の特徴を、領域の配列順に並べた特徴系列を抽出し、

複数の登録文書画像の各々から抽出され、登録文書画像の識別情報と対応付けて記憶部に記憶された複数の特徴系列の各々と、対象文書画像から抽出された特徴系列とを照合し、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する

ことを含む処理を実行させるための文書画像検索プログラム。

【0106】

(付記10)

前記コンピュータに、前記特徴系列として抽出された高次元の特徴ベクトル系列を、低次元の特徴ベクトル系列に変換することを含む処理を実行させるための付記9記載の文書画像検索プログラム。

【0107】

(付記11)

ラプシアン固有マップ法を用いて、前記高次元の特徴ベクトル系列を前記低次元の特徴ベクトル系列に変換する付記10記載の文書画像検索プログラム。

【0108】

(付記12)

前記登録文書画像の特徴系列の各々と、前記対象文書画像の特徴系列との最近傍識別により、前記対象文書画像に類似する登録文書画像を検索する付記5～付記7のいずれか1項記載の文書画像検索プログラム。

【符号の説明】

【0109】

- 10 文書画像検索装置
- 20 登録部
- 21 第1特徴抽出部
- 22 第1特徴変換部
- 23 特徴DB
- 25 ハッシュテーブル
- 30 照合部
- 31 第2特徴抽出部
- 32 第2特徴変換部
- 33 検索部
- 34 特徴メモリ
- 35 ハッシュ値メモリ
- 40 コンピュータ
- 42 CPU
- 44 メモリ

10

20

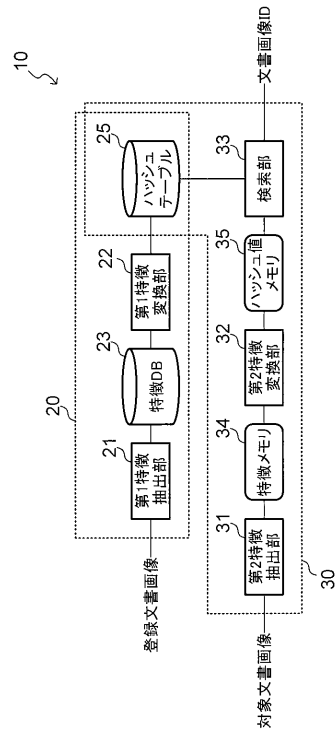
30

40

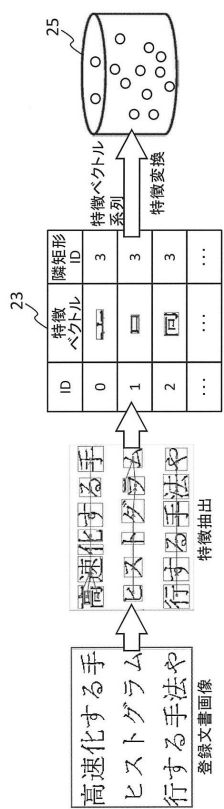
50

- 4 6 記憶部
- 5 0 文書画像検索プログラム
- 6 0 登録プログラム
- 7 0 照合プログラム

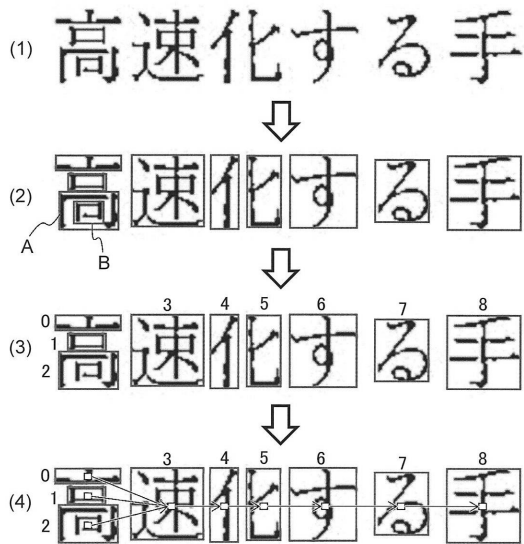
【図 1】



【図 2】



【図 3】



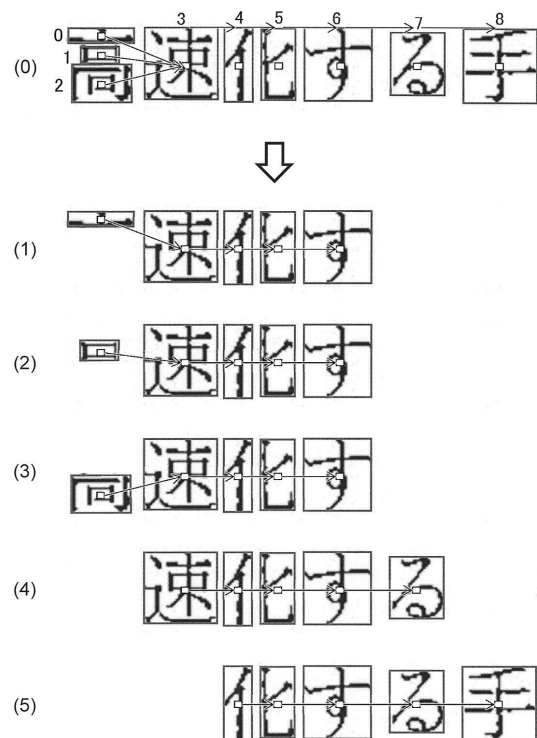
【図 4】

特徴ID
特徴ベクトル
隣矩形ID
⋮
特徴ID
特徴ベクトル
隣矩形ID

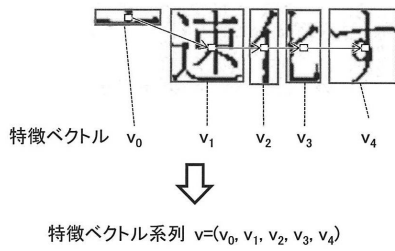
【図 5】

特徴ID	特徴ベクトル	隣矩形ID
(0,0)		(0,3)
(0,1)		(0,3)
(0,2)		(0,3)
(0,3)		(0,4)
(0,4)		(0,5)
(0,5)		(0,6)
⋮	⋮	⋮

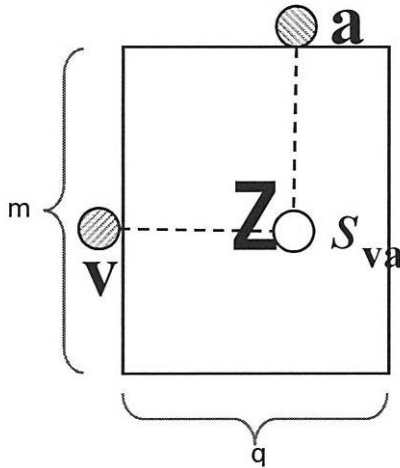
【図 6】



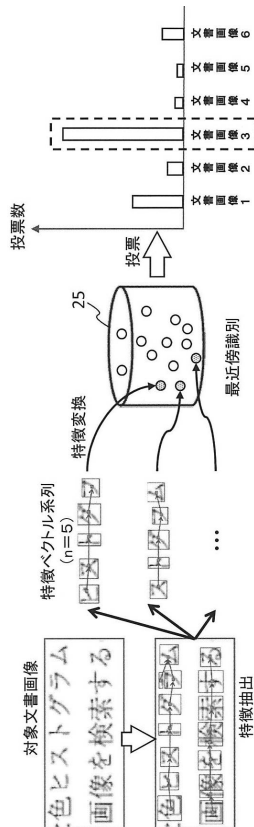
【図 7】



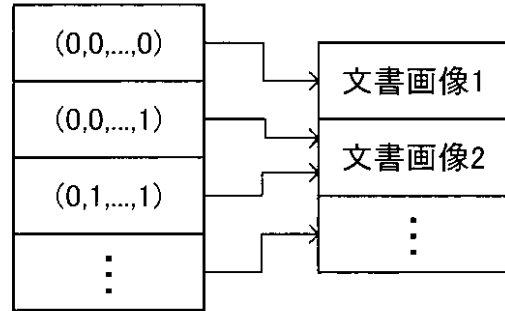
【図 8】



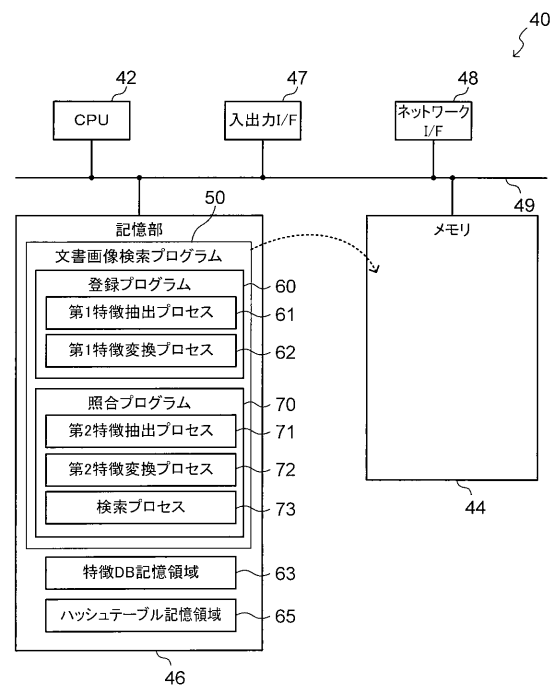
【図 10】



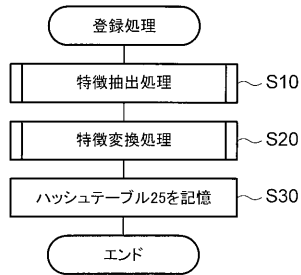
【図 9】



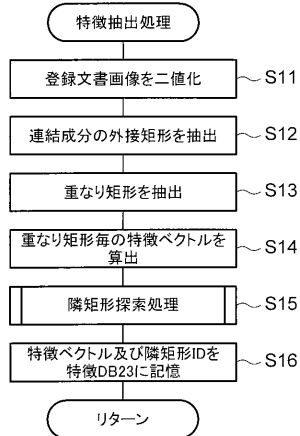
【図 11】



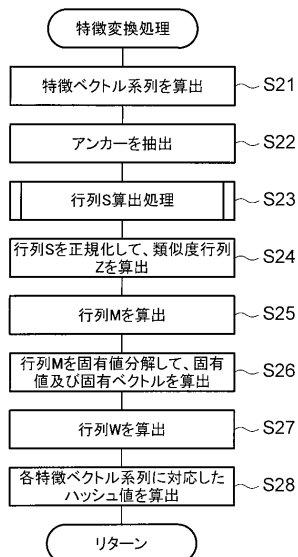
【図 1 2】



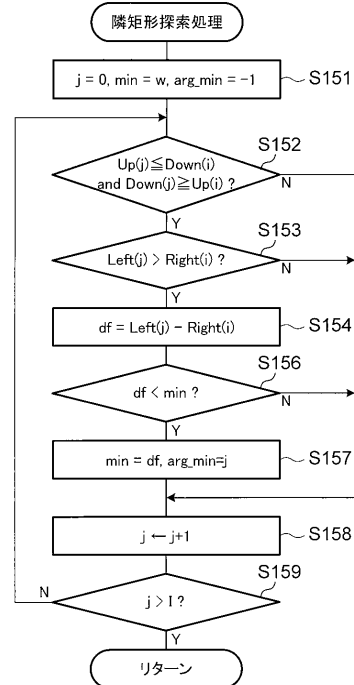
【図 1 3】



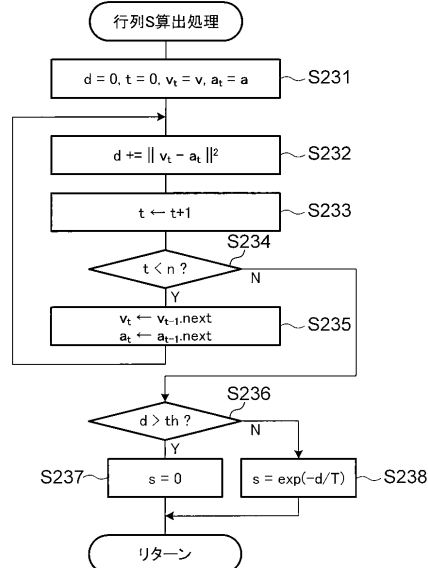
【図 1 5】



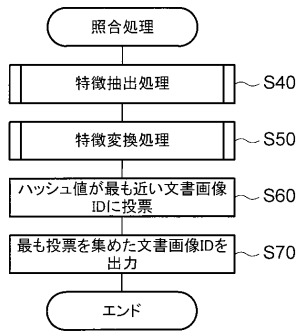
【図 1 4】



【図 1 6】



【図 17】



フロントページの続き

(72)発明者 堀田 悦伸
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

審査官 山本 俊介

(56)参考文献 特開2009-122758 (JP, A)
特開2009-032109 (JP, A)
特開2001-337993 (JP, A)
米国特許第06006226 (US, A)
米国特許第06226640 (US, B1)
水原 悠子, DTW距離を用いた時系列データのベクトル空間への埋込, 電子情報通信学会論文誌, 日本, 社団法人電子情報通信学会, 2005年 2月 1日, J88-D-II 第2号, p. 241-249
白川 真一, 文献紹介 Liu, W., Wang, J., Ji, R., Jiang, Y. G. and Chang, S. F.: Supervised hashing with kernels (カーネルベースの教師付きバイナリハッシュ関数の学習), 人工知能学会誌, 日本, (社)人工知能学会, 2012年11月 1日, 第27巻 第6号, p. 715-718

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 17/30
G06T 1/00