

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-361987

(P2004-361987A)

(43) 公開日 平成16年12月24日(2004. 12. 24)

(51) Int.Cl.⁷G06T 7/00
H04N 5/76

F I

G06T 7/00 300F
H04N 5/76 B

テーマコード (参考)

5C052
5L096

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2003-155886 (P2003-155886)
(22) 出願日 平成15年5月30日 (2003. 5. 30)(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅普
(74) 代理人 100107076
弁理士 藤綱 英吉
(74) 代理人 100107261
弁理士 須澤 修
(72) 発明者 長橋 敏則
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(72) 発明者 日向 崇
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

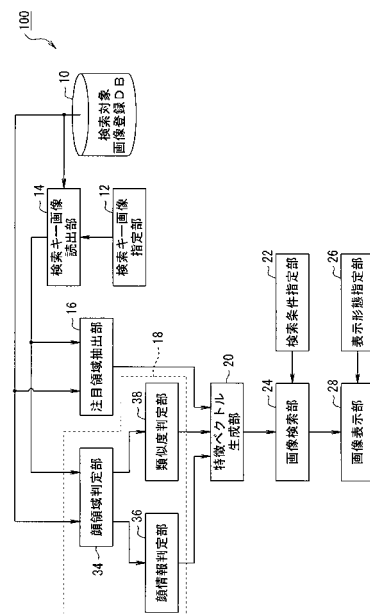
(54) 【発明の名称】 画像検索システム、画像分類システム、画像検索プログラム及び画像分類プログラム、並びに画像検索方法及び画像分類方法

(57) 【要約】

【課題】 利用者の希望に添う検索結果または分類結果を得るのに好適な画像検索システムを提供する。

【解決手段】 検索キー画像および各検索対象画像について、その画像から注目領域を抽出し、抽出した注目領域に基づいてその画像の特徴ベクトルVを生成する。そして、生成した特徴ベクトルVに基づいて検索対象画像登録DB10のなかから検索キー画像に類似する画像を検索する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索するシステムであって、
前記検索キー画像及び前記各検索対象画像について、当該画像から注目領域を抽出し、抽出した注目領域に基づいて当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成し、
生成した特徴ベクトルに基づいて、前記複数の検索対象画像のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索するようになっていることを特徴とする画像検索システム。

【請求項 2】

与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索するシステムであって、
前記複数の検索対象画像を記憶するための検索対象画像記憶手段と、前記検索キー画像を入力する検索キー画像入力手段と、前記検索キー画像入力手段で入力した検索キー画像及び前記検索対象画像記憶手段の各検索対象画像について当該画像から注目領域を抽出する注目領域抽出手段と、前記検索キー画像及び前記各検索対象画像について前記注目領域抽出手段で抽出した注目領域に基づいて当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成手段と、前記特徴ベクトル生成手段で生成した特徴ベクトルに基づいて前記検索対象画像記憶手段のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索する画像検索手段とを備えることを特徴とする画像検索システム。

【請求項 3】

請求項 2 において、
さらに、前記検索キー画像及び前記各検索対象画像について当該画像に含まれる人物画像の顔情報を判定する顔情報判定手段を備え、
前記特徴ベクトル生成手段は、前記検索キー画像及び前記各検索対象画像について、前記顔情報判定手段で判定した顔情報に基づいて、当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成するようになっていることを特徴とする画像検索システム。

【請求項 4】

請求項 2 及び 3 のいずれかにおいて、
さらに、前記各検索対象画像ごとに当該検索対象画像に含まれる人物画像の顔と前記検索キー画像に含まれる人物画像の顔との類似度を判定する類似度判定手段を備え、
前記特徴ベクトル生成手段は、前記検索キー画像及び前記各検索対象画像について、前記類似度判定手段の判定結果に基づいて、当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成するようになっていることを特徴とする画像検索システム。

【請求項 5】

請求項 2 乃至 4 のいずれかにおいて、
前記画像検索手段は、前記検索キー画像の特徴ベクトルとのベクトル間距離が最も小さい特徴ベクトルに対応する検索対象画像を前記検索対象画像記憶手段のなかから索出するようになっていることを特徴とする画像検索システム。

【請求項 6】

請求項 2 乃至 4 のいずれかにおいて、
前記画像検索手段は、前記検索対象画像の特徴ベクトル同士のベクトル間距離に基づいて前記各検索対象画像を複数のグループに分類し、前記複数のグループのうち前記検索キー画像が属するもののすべての検索対象画像を前記検索対象画像記憶手段のなかから索出するようになっていることを特徴とする画像検索システム。

【請求項 7】

請求項 2 乃至 6 のいずれかにおいて、
前記特徴ベクトル生成手段は、前記検索キー画像と前記検索対象画像とのアスペクト比、又は前記検索対象画像同士のアスペクト比が異なるときは、アスペクト比が異なる第 1 画像及び第 2 画像を重ね合わせ、前記第 1 画像のうち重複領域について前記第 1 画像の特徴ベクトルを生成し、前記第 2 画像のうち重複領域について前記第 2 画像の特徴ベクトルを

生成するようになっていいることを特徴とする画像検索システム。

【請求項 8】

複数の分類対象画像を分類するシステムであって、
前記各分類対象画像ごとに、当該分類対象画像から注目領域を抽出し、抽出した注目領域に基づいて当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成し、
生成した特徴ベクトルに基づいて、前記各分類対象画像を複数のグループに分類するようになっていいることを特徴とする画像分類システム。

【請求項 9】

複数の分類対象画像を分類するシステムであって、
前記複数の分類対象画像を記憶するための分類対象画像記憶手段と、前記分類対象画像記憶手段の各分類対象画像ごとに当該分類対象画像から注目領域を抽出する注目領域抽出手段と、前記注目領域抽出手段で抽出した注目領域に基づいて前記各分類対象画像ごとに当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成手段と、前記特徴ベクトル生成手段で生成した特徴ベクトルに基づいて前記各分類対象画像を複数のグループに分類する画像分類手段とを備えることを特徴とする画像分類システム。

【請求項 10】

請求項 9 において、
さらに、前記各分類対象画像ごとに当該分類対象画像に含まれる人物画像の顔情報を判定する顔情報判定手段を備え、
前記特徴ベクトル生成手段は、前記顔情報判定手段で判定した顔情報に基づいて、前記各分類対象画像ごとに、当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成するようになっていいることを特徴とする画像分類システム。

【請求項 11】

請求項 9 及び 10 のいずれかにおいて、
さらに、前記各分類対象画像ごとに当該分類対象画像に含まれる人物画像の顔と特定画像に含まれる人物画像の顔との類似度を判定する類似度判定手段を備え、
前記特徴ベクトル生成手段は、前記類似度判定手段の判定結果に基づいて、前記各分類対象画像ごとに、当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成するようになっていいることを特徴とする画像分類システム。

【請求項 12】

請求項 9 乃至 11 のいずれかにおいて、
前記画像分類手段は、前記分類対象画像の特徴ベクトル同士のベクトル間距離に基づいて前記各分類対象画像を複数のグループに分類し、前記各グループごとに所定数の分類対象画像を前記分類対象画像記憶手段のなかから索出するようになっていいることを特徴とする画像分類システム。

【請求項 13】

請求項 9 乃至 12 のいずれかにおいて、
前記特徴ベクトル生成手段は、前記分類対象画像同士のアスペクト比が異なるときは、アスペクト比が異なる第 1 画像及び第 2 画像を重ね合わせ、前記第 1 画像のうち重複領域について前記第 1 画像の特徴ベクトルを生成し、前記第 2 画像のうち重複領域について前記第 2 画像の特徴ベクトルを生成するようになっていいることを特徴とする画像分類システム。

【請求項 14】

与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索するプログラムであって、
前記複数の検索対象画像を記憶するための検索対象画像記憶手段と、前記検索キー画像を入力する検索キー画像入力手段とを利用可能なコンピュータに対して、
前記検索キー画像入力手段で入力した検索キー画像及び前記検索対象画像記憶手段の各検索対象画像について当該画像から注目領域を抽出する注目領域抽出手段、前記検索キー画像及び前記各検索対象画像について前記注目領域抽出手段で抽出した注目領域に基づいて

当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成手段、並びに前記特徴ベクトル生成手段で生成した特徴ベクトルに基づいて前記検索対象画像記憶手段のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索する画像検索手段として実現される処理を実行させるためのプログラムであることを特徴とする画像検索プログラム。

【請求項 15】

複数の分類対象画像を分類するプログラムであって、
前記複数の分類対象画像を記憶するための分類対象画像記憶手段を利用可能なコンピュータに対して、
前記分類対象画像記憶手段の各分類対象画像ごとに当該分類対象画像から注目領域を抽出する注目領域抽出手段、前記注目領域抽出手段で抽出した注目領域に基づいて前記各分類対象画像ごとに当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成手段、及び前記特徴ベクトル生成手段で生成した特徴ベクトルに基づいて前記各分類対象画像を複数のグループに分類する画像分類手段として実現される処理を実行させるためのプログラムであることを特徴とする画像分類プログラム。 10

【請求項 16】

与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像を記憶した検索対象画像記憶手段のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索する方法であって、
前記検索キー画像を入力する検索キー画像入力ステップと、
前記検索キー画像入力ステップで入力した検索キー画像から注目領域を抽出する第1注目領域抽出ステップと、
前記第1注目領域抽出ステップで抽出した注目領域に基づいて前記検索キー画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する第1特徴ベクトル生成ステップと、
前記検索対象画像から注目領域を抽出する第2注目領域抽出ステップと、
前記第2注目領域抽出ステップで抽出した注目領域に基づいて前記検索対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する第2特徴ベクトル生成ステップと、
前記第2注目領域抽出ステップ及び前記第2特徴ベクトル生成ステップを前記検索対象画像記憶手段の各検索対象画像ごとに繰り返し行う繰返ステップと、
前記第1特徴ベクトル生成ステップ及び前記第2特徴ベクトル生成ステップで生成した特徴ベクトルに基づいて前記検索対象画像記憶手段のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索する画像検索ステップとを含むことを特徴とする画像検索方法。 20 30

【請求項 17】

複数の分類対象画像を分類する方法であって、
前記分類対象画像から注目領域を抽出する注目領域抽出ステップと、
前記注目領域抽出ステップで抽出した注目領域に基づいて前記分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成ステップと、
前記注目領域抽出ステップ及び前記特徴ベクトル生成ステップを前記各分類対象画像ごとに繰り返し行う繰返ステップと、
前記特徴ベクトル生成ステップで生成した特徴ベクトルに基づいて前記各分類対象画像を複数のグループに分類する画像分類ステップとを含むことを特徴とする画像分類方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の画像のなかから検索キー画像に適合する画像を検索しまたは複数の画像を分類するシステムおよびプログラム、並びに方法に係り、特に、利用者の希望に添う検索結果または分類結果を得るのに好適な画像検索システム、画像分類システム、画像検索プログラムおよび画像分類プログラム、並びに画像検索方法および画像分類方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像のなかから検索キー画像に 50

類似する画像を検索する技術としては、例えば、特許文献1に開示されている画像検索装置があった。

特許文献1記載の画像検索装置は、獲得された対象画像データまたは参照画像データより、複数の特徴量を抽出して特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル抽出部と、獲得された複数の参照画像データに対して、各参照画像データごとに特徴ベクトル抽出部で抽出された特徴ベクトルとこの参照画像のアドレス情報を統合して参照ベクトルをつくり、参照ベクトル群を生成する参照ベクトル群処理部と、獲得された対象画像データより特徴ベクトル抽出部で抽出された特徴ベクトルと、参照ベクトル群より選択された参照画像データの特徴ベクトルとの類似度を計算する類似度計算部と、計算された類似度を所定の基準と比較する類似度判定部と、類似していると判断された画像のアドレス情報を、参照ベクトル群より取出部とを備える。

10

【0003】

ここで、画像の特徴量としては、色、テクスチャー、構造的特徴、時間的特徴を用いている。テクスチャーに関しては、濃度ヒストグラム、同時生起行列、差分統計量等の計算により、またエッジや線、輪郭等の構造的特徴に関しては、ラプラシアンフィルターのコンボリューションやハフ変換等により、さらに色に関しては、RGB空間やHSV空間、あるいはスペクトルへの変換等により、時間的特徴に関してはオプティカルフローの計算やウェーブレットへの変換により、それぞれ、特徴量が求められている。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-52175号公報

20

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

類似の概念は、人の主観に依存するところが大きいので、ある人にとっては類似していると感じる画像でも、他の人にとっては類似していないと感じる場合がある。そのため、画像の類似検索を行う場合、類似の概念をどのように定義するかが重要である。

【0006】

画像の全体および部分について検討すれば、検索キー画像に対して、例えば、全体的に類似しているが特徴的な部分については類似していない画像や、逆に特徴的な部分については類似しているが全体的に類似していない画像が存在するが、それらの画像についてはそれぞれ類似度を適切に評価する必要がある。利用者が画像を見る場合、利用者は、画像のなかで特徴的な部分（花が主体的に写っている画像であれば花の部分）に注目している。そのため、全体的に類似しているが特徴的な部分については類似していない画像よりは、特徴的な部分については類似しているが全体的に類似していない画像の方が類似していると感じるはずである。したがって、画像全体をとらえて類似度を評価するよりは、画像のうち特徴的な部分については類似度を重視し、そうでない部分については類似度を軽視するようにして画像の類似度を評価する方が実情に沿うことになる。

30

【0007】

しかしながら、特許文献1記載の画像検索装置にあっては、画像データ全体から複数の特徴量を抽出して特徴ベクトルを生成し、生成した特徴ベクトルに基づいて画像の類似検索を行うようになっているため、利用者が注目する箇所を考慮して画像の類似度を評価していない。したがって、検索結果に利用者の主観を十分に反映できず、利用者の希望に添う検索結果を得にくいという問題があった。

40

【0008】

このことは、画像の類似検索を行う場合に限らず、複数の画像をその類似度に応じて分類する場合についても同様の問題が想定される。

そこで、本発明は、このような従来の技術の有する未解決の課題に着目してなされたものであって、利用者の希望に添う検索結果または分類結果を得るのに好適な画像検索システム、画像分類システム、画像検索プログラムおよび画像分類プログラム、並びに画像検索方法および画像分類方法を提供することを目的としている。

50

【0009】

【課題を解決するための手段】

〔発明1〕

上記目的を達成するために、発明1の画像検索システムは、与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索するシステムであって、前記検索キー画像および前記各検索対象画像について、当該画像から注目領域を抽出し、抽出した注目領域に基づいて当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成し、生成した特徴ベクトルに基づいて、前記複数の検索対象画像のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索するようになっていることを特徴とする。

10

【0010】

このような構成であれば、検索キー画像が与えられると、検索キー画像から注目領域が抽出され、抽出された注目領域に基づいて検索キー画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。また同様に、各検索対象画像ごとに、その検索対象画像から注目領域が抽出され、抽出された注目領域に基づいてその検索対象画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。そして、生成された特徴ベクトルに基づいて、複数の検索対象画像のなかから検索キー画像に適合する画像が検索される。

【0011】

これにより、利用者が注目する箇所を考慮して検索が行われるので、利用者の主観が検索結果に反映しやすくなる。したがって、従来に比して、利用者の希望に比較的添った検索結果を得ることができるという効果が得られる。

20

ここで、注目領域とは、検索キー画像または検索対象画像のなかで利用者が注目すると思われる領域をいう。以下、発明2の画像検索システム、発明8および9の画像分類システム、発明14の画像検索プログラム、発明15の画像分類プログラム、発明16の画像検索方法、並びに発明17の画像分類方法において同じである。

【0012】

また、本システムは、単一の装置、端末その他の機器として実現するようにしてもよいし、複数の装置、端末その他の機器を通信可能に接続したネットワークシステムとして実現するようにしてもよい。後者の場合、各構成要素は、それぞれ通信可能に接続されていれば、複数の機器等のうちいずれに属していてもよい。以下、発明2の画像検索システム、並びに発明8および9の画像分類システムにおいて同じである。

30

〔発明2〕

さらに、発明2の画像検索システムは、与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索するシステムであって、前記複数の検索対象画像を記憶するための検索対象画像記憶手段と、前記検索キー画像を入力する検索キー画像入力手段と、前記検索キー画像入力手段で入力した検索キー画像および前記検索対象画像記憶手段の各検索対象画像について当該画像から注目領域を抽出する注目領域抽出手段と、前記検索キー画像および前記各検索対象画像について前記注目領域抽出手段で抽出した注目領域に基づいて当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成手段と、前記特徴ベクトル生成手段で生成した特徴ベクトルに基づいて前記検索対象画像記憶手段のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索する画像検索手段とを備えることを特徴とする。

40

【0013】

このような構成であれば、検索キー画像入力手段から検索キー画像が入力されると、注目領域抽出手段により、入力された検索キー画像から注目領域が抽出され、特徴ベクトル生成手段により、抽出された注目領域に基づいて検索キー画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。また同様に、検索対象画像記憶手段の各検索対象画像ごとに、注目領域抽出手段により、その検索対象画像から注目領域が抽出され、特徴ベクトル生成手段により、抽出された注目領域に基づいてその検索対象画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される

50

。そして、画像検索手段により、生成された特徴ベクトルに基づいて、検索対象画像記憶手段のなかから検索キー画像に適合する画像が検索される。

【0014】

これにより、利用者が注目する箇所を考慮して検索が行われるので、利用者の主観が検索結果に反映しやすくなる。したがって、従来に比して、利用者の希望に比較的添った検索結果を得ることができるという効果が得られる。

ここで、注目領域抽出手段は、検索キー画像および各検索対象画像についてその画像から注目領域を抽出するようになっていればよい。例えば、検索キー画像または検索対象画像に基づいて誘目度を算出し、算出した誘目度に基づいて注目領域を抽出することができる。以下、発明9の画像分類システム、発明14の画像検索プログラム、および発明15の画像分類プログラムにおいて同じである。 10

【0015】

また、検索キー画像入力手段は、検索キー画像を入力するようになっていればどのような構成であってもよく、例えば、検索対象画像記憶手段のなかから選択した検索対象画像を検索キー画像として入力するようになっていてもよいし、画像記憶媒体、ネットワークまたは他の画像記憶手段から検索キー画像を入力するようになっていてもよい。以下、発明9の画像分類システム、発明14の画像検索プログラム、および発明15の画像分類プログラムにおいて同じである。

【0016】

また、検索対象画像記憶手段は、検索対象画像をあらゆる手段でかつあらゆる時期に記憶するものであり、検索対象画像をあらかじめ記憶してあるものであってもよいし、検索対象画像をあらかじめ記憶することなく、本システムの動作時に外部からの入力等によって検索対象画像を記憶するようになっていてもよい。〔発明3〕 20

さらに、発明3の画像検索システムは、発明2の画像検索システムにおいて、さらに、前記検索キー画像および前記各検索対象画像について当該画像に含まれる人物画像の顔情報を判定する顔情報判定手段を備え、

前記特徴ベクトル生成手段は、前記検索キー画像および前記各検索対象画像について、前記顔情報判定手段で判定した顔情報に基づいて、当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成するようになっていたことを特徴とする。

【0017】

このような構成であれば、顔情報判定手段により、検索キー画像に含まれる人物画像の顔情報が判定され、特徴ベクトル生成手段により、判定された顔情報に基づいて、検索キー画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。また同様に、各検索対象画像ごとに、顔情報判定手段により、その検索対象画像に含まれる人物画像の顔情報が判定され、特徴ベクトル生成手段により、判定された顔情報に基づいて、その検索対象画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。 30

【0018】

これにより、人物画像の顔情報を考慮して検索が行われるので、検索キー画像に含まれる人物画像の顔に適合する検索結果を得ることができるという効果も得られる。

〔発明4〕

さらに、発明4の画像検索システムは、発明2および3のいずれかの画像検索システムにおいて、 40

さらに、前記各検索対象画像ごとに当該検索対象画像に含まれる人物画像の顔と前記検索キー画像に含まれる人物画像の顔との類似度を判定する類似度判定手段を備え、

前記特徴ベクトル生成手段は、前記検索キー画像および前記各検索対象画像について、前記類似度判定手段の判定結果に基づいて、当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成するようになっていたことを特徴とする。

【0019】

このような構成であれば、類似度判定手段により、各検索対象画像ごとに、その検索対象画像に含まれる人物画像の顔と検索キー画像に含まれる人物画像の顔との類似度が判定さ 50

れ、特徴ベクトル生成手段により、その判定結果に基づいて、検索キー画像の特徴を示す特徴ベクトルおよび各検索対象画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。

【0020】

これにより、人物画像の顔同士の類似度を考慮して検索が行われるので、検索キー画像に含まれる人物画像の顔に類似する検索結果を得ることができるという効果も得られる。

〔発明5〕

さらに、発明5の画像検索システムは、発明2ないし4のいずれかの画像検索システムにおいて、

前記画像検索手段は、前記検索キー画像の特徴ベクトルとのベクトル間距離が最も小さい特徴ベクトルに対応する検索対象画像を前記検索対象画像記憶手段のなかから索出するようになっていないことを特徴とする。 10

【0021】

このような構成であれば、画像検索手段により、検索キー画像の特徴ベクトルとのベクトル間距離が最も小さい特徴ベクトルに対応する検索対象画像が検索対象画像記憶手段のなかから索出される。

これにより、利用者の希望に最も添うと思われる検索結果を得ることができるという効果も得られる。

〔発明6〕

さらに、発明6の画像検索システムは、発明2ないし4のいずれかの画像検索システムにおいて、 20

前記画像検索手段は、前記検索対象画像の特徴ベクトル同士のベクトル間距離に基づいて前記各検索対象画像を複数のグループに分類し、前記複数のグループのうち前記検索キー画像が属するもののすべての検索対象画像を前記検索対象画像記憶手段のなかから索出するようになっていないことを特徴とする。

【0022】

このような構成であれば、画像検索手段により、検索対象画像の特徴ベクトル同士のベクトル間距離に基づいて各検索対象画像が複数のグループに分類され、複数のグループのうち検索キー画像が属するもののすべての検索対象画像が検索対象画像記憶手段のなかから索出される。

これにより、利用者の希望に添うと思われるいくつかの検索結果を得ることができるという効果が得られる。 30

〔発明7〕

さらに、発明7の画像検索システムは、発明2ないし6のいずれかの画像検索システムにおいて、

前記特徴ベクトル生成手段は、前記検索キー画像と前記検索対象画像とのアスペクト比、または前記検索対象画像同士のアスペクト比が異なるときは、アスペクト比が異なる第1画像および第2画像を重ね合わせ、前記第1画像のうち重複領域について前記第1画像の特徴ベクトルを生成し、前記第2画像のうち重複領域について前記第2画像の特徴ベクトルを生成するようになっていないことを特徴とする。

【0023】 40

このような構成であれば、検索キー画像と検索対象画像とのアスペクト比、または検索対象画像同士のアスペクト比が異なると、特徴ベクトル生成手段により、アスペクト比が異なる第1画像および第2画像を重ね合わせ、第1画像のうち重複領域について第1画像の特徴ベクトルが生成され、第2画像のうち重複領域について第2画像の特徴ベクトルが生成される。

【0024】

これにより、アスペクト比が異なる画像同士であっても、比較的正確に類否を判定することができるので、利用者の希望にさらに添った検索結果を得ることができるという効果も得られる。

〔発明8〕 50

一方、上記目的を達成するために、発明 8 の画像分類システムは、複数の分類対象画像を分類するシステムであって、前記各分類対象画像ごとに、当該分類対象画像から注目領域を抽出し、抽出した注目領域に基づいて当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成し、生成した特徴ベクトルに基づいて、前記各分類対象画像を複数のグループに分類するようになっていることを特徴とする。

【0025】

このような構成であれば、各分類対象画像ごとに、その分類対象画像から注目領域が抽出され、抽出された注目領域に基づいてその分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。そして、生成された特徴ベクトルに基づいて、各分類対象画像が複数のグループに分類される。 10

これにより、利用者が注目する箇所を考慮して分類が行われるので、利用者の主観が分類結果に反映しやすくなる。したがって、従来に比して、利用者の希望に比較的添った分類結果を得ることができるという効果が得られる。

〔発明 9〕

さらに、発明 9 の画像分類システムは、複数の分類対象画像を分類するシステムであって、前記複数の分類対象画像を記憶するための分類対象画像記憶手段と、前記分類対象画像記憶手段の各分類対象画像ごとに当該分類対象画像から注目領域を抽出する注目領域抽出手段と、前記注目領域抽出手段で抽出した注目領域に基づいて前記各分類対象画像ごとに当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成手段と、前記特徴ベクトル生成手段で生成した特徴ベクトルに基づいて前記各分類対象画像を複数のグループに分類する画像分類手段とを備えることを特徴とする。 20

【0026】

このような構成であれば、分類対象画像記憶手段の各分類対象画像ごとに、注目領域抽出手段により、その分類対象画像から注目領域が抽出され、特徴ベクトル生成手段により、抽出された注目領域に基づいてその分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。そして、画像分類手段により、生成された特徴ベクトルに基づいて各分類対象画像が複数のグループに分類される。

【0027】

これにより、利用者が注目する箇所を考慮して分類が行われるので、利用者の主観が分類結果に反映しやすくなる。したがって、従来に比して、利用者の希望に比較的添った分類結果を得ることができるという効果が得られる。 30

ここで、分類対象画像記憶手段は、分類対象画像をあらゆる手段でかつあらゆる時期に記憶するものであり、分類対象画像をあらかじめ記憶してあるものであってもよいし、分類対象画像をあらかじめ記憶することなく、本システムの動作時に外部からの入力等によって分類対象画像を記憶するようになっていてもよい。

〔発明 10〕

さらに、発明 10 の画像分類システムは、発明 9 の画像分類システムにおいて、さらに、前記各分類対象画像ごとに当該分類対象画像に含まれる人物画像の顔情報を判定する顔情報判定手段を備え、前記特徴ベクトル生成手段は、前記顔情報判定手段で判定した顔情報に基づいて、前記各分類対象画像ごとに、当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成するようになっていることを特徴とする。 40

【0028】

このような構成であれば、各分類対象画像ごとに、顔情報判定手段により、その分類対象画像に含まれる人物画像の顔情報が判定され、特徴ベクトル生成手段により、判定された顔情報に基づいて、その分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。これにより、人物画像の顔情報を考慮して分類が行われるので、人物画像の顔が適合する画像同士が同一グループに属するような分類結果を得ることができるという効果も得られ 50

る。

〔発明 1 1〕

さらに、発明 1 1 の画像分類システムは、発明 9 および 1 0 のいずれかの画像分類システムにおいて、

さらに、前記各分類対象画像ごとに当該分類対象画像に含まれる人物画像の顔と特定画像に含まれる人物画像の顔との類似度を判定する類似度判定手段を備え、

前記特徴ベクトル生成手段は、前記類似度判定手段の判定結果に基づいて、前記各分類対象画像ごとに、当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成するようになっていることを特徴とする。

【0029】

このような構成であれば、各分類対象画像ごとに、類似度判定手段により、その分類対象画像に含まれる人物画像の顔と特定画像に含まれる人物画像の顔との類似度が判定され、特徴ベクトル生成手段により、その判定結果に基づいて、その分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルが生成される。

これにより、人物画像の顔同士の類似度を考慮して分類が行われるので、人物画像の顔が類似する画像同士が同一グループに属するような分類結果を得ることができるという効果も得られる。

〔発明 1 2〕

さらに、発明 1 2 の画像分類システムは、発明 9 ないし 1 1 のいずれかの画像分類システムにおいて、

前記画像分類手段は、前記分類対象画像の特徴ベクトル同士のベクトル間距離に基づいて前記各分類対象画像を複数のグループに分類し、前記各グループごとに所定数の分類対象画像を前記分類対象画像記憶手段のなかから索出するようになっていることを特徴とする。

【0030】

このような構成であれば、画像分類手段により、分類対象画像の特徴ベクトル同士のベクトル間距離に基づいて各分類対象画像が複数のグループに分類され、各グループごとに所定数の分類対象画像が分類対象画像記憶手段のなかから索出される。

これにより、異なるグループから所定数の分類対象画像が索出されるので、多様な検索結果を得ることができるという効果も得られる。

〔発明 1 3〕

さらに、発明 1 3 の画像分類システムは、発明 9 ないし 1 2 のいずれかの画像分類システムにおいて、

前記特徴ベクトル生成手段は、前記分類対象画像同士のアスペクト比が異なるときは、アスペクト比が異なる第 1 画像および第 2 画像を重ね合わせ、前記第 1 画像のうち重複領域について前記第 1 画像の特徴ベクトルを生成し、前記第 2 画像のうち重複領域について前記第 2 画像の特徴ベクトルを生成するようになっていることを特徴とする。

【0031】

このような構成であれば、分類対象画像同士のアスペクト比が異なると、特徴ベクトル生成手段により、アスペクト比が異なる第 1 画像および第 2 画像を重ね合わせ、第 1 画像のうち重複領域について第 1 画像の特徴ベクトルが生成され、第 2 画像のうち重複領域について第 2 画像の特徴ベクトルが生成される。

これにより、アスペクト比が異なる画像同士であっても、比較的正確に類否を判定することができるので、利用者の希望にさらに添った分類結果を得ることができるという効果も得られる。

〔発明 1 4〕

一方、上記目的を達成するために、発明 1 4 の画像検索プログラムは、

与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索するプログラムであって、

前記複数の検索対象画像を記憶するための検索対象画像記憶手段と、前記検索キー画像を

10

20

30

40

50

入力する検索キー画像入力手段とを利用可能なコンピュータに対して、前記検索キー画像入力手段で入力した検索キー画像および前記検索対象画像記憶手段の各検索対象画像について当該画像から注目領域を抽出する注目領域抽出手段、前記検索キー画像および前記各検索対象画像について前記注目領域抽出手段で抽出した注目領域に基づいて当該画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成手段、並びに前記特徴ベクトル生成手段で生成した特徴ベクトルに基づいて前記検索対象画像記憶手段のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索する画像検索手段として実現される処理を実行させるためのプログラムであることを特徴とする。

【0032】

このような構成であれば、コンピュータによってプログラムが読み取られ、読み取られたプログラムに従ってコンピュータが処理を実行すると、発明2の画像検索システムと同等の作用および効果が得られる。

〔発明15〕

一方、上記目的を達成するために、発明15の画像分類プログラムは、複数の分類対象画像进行分类するプログラムであって、前記複数の分類対象画像を記憶するための分類対象画像記憶手段を利用可能なコンピュータに対して、

前記分類対象画像記憶手段の各分類対象画像ごとに当該分類対象画像から注目領域を抽出する注目領域抽出手段、前記注目領域抽出手段で抽出した注目領域に基づいて前記各分類対象画像ごとに当該分類対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成手段、および前記特徴ベクトル生成手段で生成した特徴ベクトルに基づいて前記各分類対象画像を複数のグループに分類する画像分類手段として実現される処理を実行させるためのプログラムであることを特徴とする。

【0033】

このような構成であれば、コンピュータによってプログラムが読み取られ、読み取られたプログラムに従ってコンピュータが処理を実行すると、発明9の画像分類システムと同等の作用および効果が得られる。

〔発明16〕

一方、上記目的を達成するために、発明16の画像検索方法は、与えられた検索キー画像をもとに、複数の検索対象画像を記憶した検索対象画像記憶手段のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索する方法であって、

前記検索キー画像を入力する検索キー画像入力ステップと、前記検索キー画像入力ステップで入力した検索キー画像から注目領域を抽出する第1注目領域抽出ステップと、

前記第1注目領域抽出ステップで抽出した注目領域に基づいて前記検索キー画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する第1特徴ベクトル生成ステップと、

前記検索対象画像から注目領域を抽出する第2注目領域抽出ステップと、

前記第2注目領域抽出ステップで抽出した注目領域に基づいて前記検索対象画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する第2特徴ベクトル生成ステップと、

前記第2注目領域抽出ステップおよび前記第2特徴ベクトル生成ステップを前記検索対象画像記憶手段の各検索対象画像ごとに繰り返し行う繰返ステップと、前記第1特徴ベクトル生成ステップおよび前記第2特徴ベクトル生成ステップで生成した特徴ベクトルに基づいて前記検索対象画像記憶手段のなかから前記検索キー画像に適合する画像を検索する画像検索ステップとを含むことを特徴とする。

【0034】

これにより、発明2の画像検索システムと同等の効果が得られる。

ここで、注目領域抽出ステップは、検索キー画像および各検索対象画像についてその画像から注目領域を抽出すればよい。例えば、検索キー画像または検索対象画像に基づいて誘目度を算出し、算出した誘目度に基づいて注目領域を抽出することができる。以下、発明17の画像分類方法において同じである。

10

20

30

40

50

【0035】

また、検索キー画像入力ステップは、検索キー画像を入力すればどのような方法であってもよく、例えば、検索対象画像記憶手段のなかから選択した検索対象画像を検索キー画像として入力してもよいし、画像記憶媒体、ネットワークまたは他の画像記憶手段から検索キー画像を入力してもよい。

〔発明17〕

一方、上記目的を達成するために、発明17の画像分類方法は、
複数の分類対象画像进行分类する方法であって、
前記分類対象画像から注目領域を抽出する注目領域抽出ステップと、
前記注目領域抽出ステップで抽出した注目領域に基づいて前記分類対象画像の特徴を示す 10
特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成ステップと、
前記注目領域抽出ステップおよび前記特徴ベクトル生成ステップを前記各分類対象画像ごとに繰り返し行う繰返ステップと、
前記特徴ベクトル生成ステップで生成した特徴ベクトルに基づいて前記各分類対象画像を
複数のグループに分類する画像分類ステップとを含むことを特徴とする。

【0036】

これにより、発明9の画像分類システムと同等の効果が得られる。

【0037】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら説明する。図1ないし図7は、本発明に係る画像検索システム、画像分類システム、画像検索プログラムおよび画像分類プログラム、並びに画像検索方法および画像分類方法の実施の形態を示す図である。 20

【0038】

本実施の形態は、本発明に係る画像検索システム、画像分類システム、画像検索プログラムおよび画像分類プログラム、並びに画像検索方法および画像分類方法を、利用者が注目する箇所を考慮して画像の類似検索を行う場合について適用したものである。
本実施の形態では、画像のなかで利用者が注目すると思われる箇所（以下、注目領域という。）の抽出基準として「誘目度」という概念を用いる。誘目度の算出方法は、例えば、「特開2001-126070号公報（注目領域抽出装置およびそれを用いた自動構図決定装置）」に詳細に開示されている。 30

【0039】

誘目度について簡単に説明する。

注目領域の抽出のために、原画像の物理的特徴に従って誘目度を評価する。ここで、誘目度とは、人間の主観に合ったパラメータをいう。注目領域の抽出は、評価結果から一番目立つ領域を注目領域として抽出する。つまり、注目領域の評価の際は、物理的特徴に従って人間の主観に合った評価をするので、人間の主観に適合した注目領域を抽出することができる。

【0040】

例えば、物理的特徴が色の異質度を含む場合、各領域の色の違いに基づいて誘目度を評価することができる。 40

また、物理的特徴が、色の異質度に加えて、形の異質度、面積の異質度およびテクスチャ（模様）の異質度をさらに含むので、この4つの異質度の少なくとも1つの異質度に基づいて誘目度を評価すれば、原画像の特徴に応じて的確に誘目度を評価することができる。

【0041】

また、色の3要素（色相、彩度、明度）についても評価する場合であれば、人間の主観による目立つ色（赤色）に近い領域を最も目立つ領域と評価することができる。
さらに、空間周波数や原画像における各領域の面積についても評価すれば、最も目立つ領域の評価をさらに的確に判定することができる。

【0042】

また、誘目度の評価は、以下の手順により行う。 50

(1) 最初に原画像を領域分割する。この場合、原画像を図領域と絵領域に分割する。領域分割の方法には、1997 IEEEにおいてW. Y. MaやB. S. Manjunathらが「Edge Flow: A Framework of Boundary Detection and Image Segmentation」に記載した”edge flow”に基づく境界検出方法が適用される。

(2) 次に、分割した図領域を抽出し、領域の誘目度を評価する。

【0043】

誘目度の評価は、概略以下のようにして行う。

最初に、各領域の異質性誘目度を求める。この場合、色の異質度、テクスチャの異質度、形の異質度および面積の異質度を各々求め、それぞれに重み係数を付与して線形結合し、各領域の異質性誘目度を求める。 10

次に、各領域における特徴誘目度を求める。この場合、色の誘目度、空間周波数の誘目度、面積の誘目度を求め、それぞれに重み係数を付与して線形結合し、各領域の特徴誘目度を求める。

【0044】

次に、各領域の異質性誘目度と特徴誘目度を加算し、特徴量統合値を求め、特徴量統合値を所定のベータ関数により評価して、誘目度を算出する。

(3) また、原画像から誘目度を評価したパターン図を生成する。

次に、本発明に係る画像検索装置100の構成を図1を参照しながら説明する。

【0045】

図1は、本発明に係る画像検索装置100の構成を示す機能ブロック図である。 20

画像検索装置100は、図1に示すように、複数の検索対象画像を登録した検索対象画像登録データベース（以下、データベースのことを単にDBと略記する。）10と、検索キー画像を指定する検索キー画像指定部12と、検索キー画像指定部12で指定された検索対象画像を検索キー画像として検索対象画像登録DB10から読み出す検索キー画像読出部14とを有して構成されている。さらに、検索キー画像読出部14で読み出した検索キー画像および検索対象画像登録DB10の各検索対象画像についてその画像から注目領域を抽出する注目領域抽出部16と、検索キー画像読出部14で読み出した検索キー画像および検索対象画像登録DB10の各検索対象画像について顔情報および類似度を判定する顔画像処理部18と、注目領域抽出部16で抽出した注目領域および顔画像処理部18の判定結果に基づいて画像の特徴を示す特徴ベクトルを生成する特徴ベクトル生成部20とを有して構成されている。さらに、検索条件を指定する検索条件指定部22と、検索条件指定部22で指定された検索条件および特徴ベクトル生成部20で生成した特徴ベクトルに基づいて検索対象画像登録DB10のなかから画像を検索する画像検索部24と、検索結果の表示形態を指定する表示形態指定部26と、表示形態指定部26で指定された表示形態で検索結果の画像を表示する画像表示部28とを有している。 30

【0046】

顔画像処理部18は、検索キー画像読出部14で読み出した検索キー画像および検索対象画像登録DB10の各検索対象画像についてその画像に人物画像の顔に相当する領域（以下、顔領域という。）が含まれているか否かを判定する顔領域判定部34と、顔領域判定部34の判定結果に基づいて画像に含まれる人物画像の顔の向き、大きさおよび重心位置を判定する顔情報判定部36と、顔領域判定部34の判定結果に基づいて各検索対象画像ごとにその検索対象画像に含まれる人物画像の顔と検索キー画像に含まれる人物画像の顔との類似度を判定する類似度判定部38とを有して構成されている。 40

【0047】

具体的に、画像検索装置100は、図2に示すように、コンピュータ200およびこれに実行させるプログラムとして実現することができる。コンピュータ200の構成を図2を参照しながら説明する。

図2は、コンピュータ200の構成を示すブロック図である。

コンピュータ200は、図2に示すように、制御プログラムに基づいて演算およびシステ 50

ム全体を制御するCPU50と、所定領域にあらかじめCPU50の制御プログラム等を格納しているROM52と、ROM52等から読み出したデータやCPU50の演算過程で必要な演算結果を格納するためのRAM54と、外部装置に対してデータの入出力を媒介するI/F58とで構成されており、これらは、データを転送するための信号線であるバス59で相互にかつデータ授受可能に接続されている。

【0048】

I/F58には、外部装置として、検索対象画像登録DB10と、ヒューマンインターフェースとしてデータの入力可能なキーボードやマウス等からなる入力装置60と、画像信号に基づいて画面を表示する表示装置64とが接続されている。

CPU50は、マイクロプロセッシングユニット(MPU)等からなり、ROM52の所定領域に格納されている所定のプログラムを起動させ、そのプログラムに従って、図3のフローチャートに示す画像検索処理を実行するようになっている。 10

【0049】

図3は、画像検索処理を示すフローチャートである。

画像検索処理は、入力装置60から検索要求の入力を受けて実行される処理であって、CPU50において実行されると、図3に示すように、まず、ステップS100に移行するようになっている。

ステップS100では、検索条件の指定を入力する。検索条件としては、検索対象画像登録DB10のなかから検索キー画像に最も類似する画像を検索する類似画像検索モード、検索対象画像登録DB10のなかから検索キー画像に類似する複数の画像を検索する類似画像群検索モード、および検索対象画像登録DB10のなかから性質の異なる複数の画像を検索するバラエティ検索モードを指定することができる。 20

【0050】

次いで、ステップS102に移行して、表示形態の指定を入力する。表示形態としては、検索条件に合致する画像を大きく表示し検索条件に合致しない画像を小さく表示する拡大表示モード、および検索条件に合致する画像を鮮明に表示し検索条件に合致しない画像をぼかして表示する鮮明表示モードを指定することができる。

【0051】

次いで、ステップS104に移行して、検索対象画像登録DB10のなかから検索キー画像を指定する。なお、検索条件としてバラエティ検索モードを指定した場合は、検索キー画像の指定は不要となる。以下、ステップS106～S126およびステップS134の処理は、検索キー画像を含むすべての検索対象画像について行う。 30

【0052】

次いで、ステップS106に移行して、検索対象画像登録DB10のなかから先頭の検索対象画像を読み出し、ステップS108に移行する。

ステップS108では、読み出した検索対象画像に基づいて誘目度を算出し、算出した誘目度に基づいて注目領域を抽出する。注目領域の抽出は、上記方法により行う。誘目度の絶対値は、検索対象画像に影響を受けることがあるので、すべての検索対象画像を等しく評価するためには、誘目度を正規化して注目領域の注目度合いを所定段階(例えば、10段階)に区分する。以下、検索対象画像を構成する各画素について算出した誘目度を $e'_{x,y}$ とする。x, yは、検索対象画像における画素のX座標およびY座標を示す。 40

【0053】

図4は、縦向きの検索対象画像の一例を示す図である。

図4(a)の例では、撮影向きが縦方向となっており、右下に花の画像が配置されている。この場合、注目領域を算出すると、例えば、図4(b)に示すように、花の画像のうち花の部分およびその近傍に相当する領域が最も注目度合いの高い注目領域Aとして抽出され、花の画像のうち茎および葉の部分並びにその近傍に相当する領域が2番目に注目度合いの高い注目領域Bとして抽出される。その他の領域は、注目度合いの低い領域Cとして抽出される。

【0054】

図5は、横向きを検索対象画像の一例を示す図である。

図5(a)の例では、撮影向きが横方向となっており、右下に花の画像が配置されている。この場合、注目領域を算出すると、例えば、図5(b)に示すように、花の画像のうち花の部分およびその近傍に相当する領域が最も注目度合いの高い注目領域Aとして抽出され、花の画像のうち茎および葉の部分並びにその近傍に相当する領域が2番目に注目度合いの高い注目領域Bとして抽出される。その他の領域は、注目度合いの低い領域Cとして抽出される。このように、図4の検索対象画像とほぼ同様の領域が同様の注目の度合いで抽出されることが分かる。

【0055】

次いで、ステップS110に移行して、読み出した検索対象画像に顔領域が含まれているか否かを判定し、ステップS118に移行する。 10

ステップS118では、ステップS110の判定結果に基づいて、検索対象画像に含まれる人物画像の顔の向き、大きさおよび重心位置を判定する。具体的には、検索対象画像内に複数の顔領域が含まれていることを想定し、それらを検出顔領域群とすると、検出顔領域群の検索対象画像内に占める面積の総和 f_1 、検出顔領域群の検索対象画像内に占める面積の平均値 f_2 、検出顔領域群の検索対象画像内に占める面積の分散 f_3 、検出顔領域群の各顔が水平方向どれぐらい正面を向いているかの水平方向正面向度合の平均値 f_4 ($-\pi/2 \sim \pi/2$)、検出顔領域群の各顔の水平方向正面向度合の分散 f_5 、検出顔領域群の各顔が垂直方向どれぐらい正面を向いているかの垂直方向正面向度合の平均値 f_6 ($-\pi/2 \sim \pi/2$)、検出顔領域群の各顔の垂直方向正面向度合の分散 f_7 、検出顔領域群の各重心位置の平均値 f_8 、および検出顔領域群の各重心位置の分散 f_9 をそれぞれ算出する。検索対象画像内に1つの顔領域しか含まれていない場合は、 f_1 および f_2 は、その顔領域の面積を、 f_4 および f_6 は、その顔領域の水平方向正面向度合および垂直方向正面向度合をそれぞれ算出する。なお、水平方向正面向度合は、検出顔領域の顔が正面を基準として水平方向に傾いているほど小さい値となり、垂直方向正面向度合は、検出顔領域の顔が正面を基準として垂直方向に傾いているほど小さい値となる。以下、特に区別する場合を除き、水平方向正面向度合および垂直方向正面向度合を総称して正面向度合という。また、顔領域の面積は、検索対象画像の大きさで正規化して算出する。 20

【0056】

次いで、ステップS120に移行して、検索対象画像に含まれる人物画像の顔と検索キー画像に含まれる人物画像の顔との類似度を判定する。例えば、検索キー画像に被写体A、B、Cの人物画像が含まれている場合、検索対象画像に含まれる各顔領域ごとに、被写体Aの顔領域の顔との類似度、被写体Bの顔領域の顔との類似度、および被写体Cの顔領域の顔との類似度をそれぞれ判定する。なお、検索条件としてバラエティ検索モードを指定した場合は、検索キー画像が存在しないので、検索対象画像に含まれる人物画像の顔と、あらかじめ設定した特定画像に含まれる人物画像の顔との類似度を判定する。 30

【0057】

次いで、ステップS124に移行して、ステップS108で抽出した注目領域、およびステップS118、S120の判定結果に基づいて検索対象画像の特徴ベクトルVを生成する。特徴ベクトルVは、大別して、注目領域の誘目度に応じた第1要素群と、顔情報 $f_1 \sim f_9$ に応じた第2要素群と、類似度に応じた第3要素群とからなる。 40

【0058】

特徴ベクトルVの第1要素群は、検索対象画像を複数の領域（例えば、水平方向N個および垂直方向M個の矩形領域）に区分し、下式(1)により、各区分領域ごとにその区分領域(i, j)の誘目度の平均値 e_{ij} を算出し、誘目度の平均値 e_{ij} に基づいて決定する。区分領域(i, j)は、検索対象画像において水平方向 i ($i = 1 \sim N$) 番目かつ垂直方向 j ($j = 1 \sim M$) 番目の領域を示す。

【0059】

【数1】

$$e_{ij} = \sum_{n=x_i-s}^{n=x_i+s} \sum_{m=y_i-s}^{m=y_i+s} e'_{nm} \quad \dots (1)$$

【0060】

上式(1)は、各区分領域を $2s \times 2s$ の画素からなる正方形の領域とした場合に、区分領域 (i, j) の誘目度の平均値 e_{ij} を算出している。上式(1)において、 x_i は、区分領域 (i, j) の中心点の x 座標であり、 y_i は、区分領域 (i, j) の中心点の y 座標である。

したがって、特徴ベクトル V の第1要素群は、下式(2)により、各区分領域の誘目度の平均値 e_{ij} にそれぞれ独立の係数 E_{ij} を乗算し、それらを各要素として羅列したものとなる。検索対象画像を水平方向 N 個および垂直方向 M 個の領域に区分した場合、特徴ベクトル V の第1要素群は、 $N \times M$ 個の要素から構成される。

【0061】

【数2】

$$(E_{11} \cdot e_{11}, E_{12} \cdot e_{12}, \dots, E_{ij} \cdot e_{ij}, \dots, E_{NM} \cdot e_{NM}) \quad \dots (2)$$

【0062】

特徴ベクトル V の第2要素群は、下式(3)により、ステップS118で判定した顔情報 $f_1 \sim f_9$ にそれぞれ独立の係数 $F_1 \sim F_9$ を乗算し、それらを各要素として羅列したものとなる。

【0063】

【数3】

$$(F_1 \cdot f_1, F_2 \cdot f_2, \dots, F_9 \cdot f_9) \quad \dots (3)$$

【0064】

特徴ベクトル V の第3要素群は、下式(4)により、ステップS120で判定した類似度 p_k にそれぞれ独立の係数 P_k を乗算し、それらを各要素として羅列したものとなる。例えば、検索キー画像に K 個の人物画像が含まれている場合、検索対象画像に含まれる各顔領域ごとに、検索キー画像に含まれる顔領域 k ($k=1 \sim K$)の顔との類似度を算出する。このとき、顔領域 k の顔と類似しているとき(類似度が所定値以上であるとき)は、 $p_k = 1$ とし、顔領域 k の顔と類似していないとき(類似度が所定値未満であるとき)は、 $p_k = 0$ とする。

【0065】

【数4】

$$(P_1 \cdot p_1, P_2 \cdot p_2, \dots, P_k \cdot p_k, \dots, P_K \cdot p_K) \quad \dots (4)$$

【0066】

以上により、特徴ベクトル V は、下式(5)により、第1要素群、第2要素群および第3要素群の各要素を羅列したものとして表される。

【0067】

【数5】

10

20

30

40

$$V = (E_{11} \cdot e_{11}, E_{12} \cdot e_{12}, \dots, E_{NM} \cdot e_{NM}, F_1 \cdot f_1, F_2 \cdot f_2, \dots, F_9 \cdot f_9, \\ P_1 \cdot p_1, P_2 \cdot p_2, \dots, P_K \cdot p_K) \quad \dots (5)$$

【0068】

次いで、ステップS126に移行して、検索対象画像登録DB10のすべての検索対象画像についてステップS108～S124の処理が終了したか否かを判定し、すべての検索対象画像について処理が終了したと判定したとき（Yes）は、ステップS128に移行する。

10

ステップS128では、検索対象画像の特徴ベクトルV同士のベクトル間距離に基づいて各検索対象画像を複数のクラスタにクラスタリングする。クラスタリングは、例えば、従来のK-平均法に基づいて行うことができる。K-平均法では、第1の処理として、K個の特徴ベクトルVを適当に選択し、選択した特徴ベクトル V_k （ $k=1 \sim K$ ）をそれぞれクラスタkの中心位置とする。クラスタkの中心位置を m_k とする。次いで、第2の処理として、下式（6）により、特徴ベクトル V_i （ $i=1 \sim N$ 、Nは検索対象画像の総数）とクラスタkの中心位置 m_k とのベクトル間距離を算出し、算出したベクトル間距離が最小となるクラスタkに特徴ベクトル V_i を属させる。下式（6）は、特徴ベクトル V_A と特徴ベクトル V_B とのベクトル間距離を算出している。

$$S = |V_A - V_B| \quad \dots (6)$$

20

次いで、第3の処理として、クラスタkの中心位置 m_k をクラスタkに属している特徴ベクトル V_i の平均値で置き換える。次いで、第4の処理として、 $i < N$ の場合、iに「1」を加算して第2の処理および第3の処理を行う。そして、第5の処理として、第3の処理で変更前後の m_k に変化があるときは、 $i=1$ として第2の処理および第3の処理を行う。第3の処理で変更前後の m_k に変化がないとき、または一定回数以上繰り返し処理を行ったときは、処理を終了し、クラスタkの中心位置 m_k およびこれに属する特徴ベクトル V_i が決定する。

【0069】

図6は、n個の特徴ベクトルVを2つのクラスタにクラスタリングした場合を示す図である。

30

図6の例では、特徴ベクトル V_1, V_2, V_3, V_n は、中心位置 m_1 のクラスタに属し、特徴ベクトル V_4, V_5, V_6, V_{n-1} は、中心位置 m_2 のクラスタに属している。

【0070】

次いで、ステップS130に移行して、指定された検索条件に基づいて検索対象画像登録DB10のなかから画像を検索する。検索条件として類似画像検索モードを指定した場合は、検索キー画像の特徴ベクトルVとのベクトル間距離が最も小さい特徴ベクトルVに対応する検索対象画像を検索対象画像登録DB10のなかから索出する。検索条件として類似画像群検索モードを指定した場合は、複数のクラスタのうち検索キー画像が属するもののすべての検索対象画像を検索対象画像登録DB10のなかから索出する。検索条件としてバラエティ検索モードを指定した場合は、各クラスタごとに所定数の検索対象画像を検索対象画像登録DB10のなかから索出する。

40

【0071】

次いで、ステップS132に移行して、索出した検索対象画像を指定の表示形態で表示装置64に表示し、一連の処理を終了して元の処理に復帰させる。

図7は、検索結果を表示した表示画面を示す図である。

図7の例では、検索対象画像1～nを拡大表示モードおよび鮮明表示モードで表示した場合であり、画像1、2、3、nは、検索結果として索出された画像であるので、大きくかつ鮮明に表示されているのに対して、その他の画像4、5、6、n-1は、小さくかつぼかして表示されている。

【0072】

50

一方、ステップS126で、検索対象画像登録DB10のすべての検索対象画像についてステップS108～S124の処理が終了していないと判定したとき（No）は、ステップS134に移行して、検索対象画像登録DB10のなかから次の検索対象画像を読み込み、ステップS108に移行する。

次に、本実施の形態の動作を説明する。

【0073】

まず、類似画像検索モードにより画像の類似検索を行う場合を説明する。

類似画像検索モードにより画像の類似検索を行う場合、利用者は、検索要求を入力し、検索モードとして類似画像検索モードを指定するとともに検索キー画像を指定する。また、併せて表示形態も指定する。

10

画像検索装置100では、類似画像検索モードおよび検索キー画像が指定されると、ステップS106～S110を経て、検索対象画像登録DB10のなかから先頭の検索対象画像が読み出され、読み出された検索対象画像から注目領域が抽出されるとともに検索対象画像に顔領域が含まれているか否かが判定される。次いで、ステップS118、S120を経て、ステップS110の判定結果に基づいて、検索対象画像に含まれる人物画像の顔の向き、大きさおよび重心位置が判定され、検索対象画像に含まれる人物画像の顔と検索キー画像に含まれる人物画像の顔との類似度が判定される。検索対象画像に複数の被写体の人物画像が含まれている場合は、ステップS110～S120を繰り返し経て、各顔領域ごとに顔情報および類似度が判定される。

【0074】

20

次いで、検索対象画像のすべての顔領域について顔情報および類似度が判定されると、ステップS124を経て、抽出された注目領域、並びに判定された顔情報および類似度に基づいて検索対象画像の特徴ベクトルVが生成される。

このような処理が検索対象画像登録DB10のすべての検索対象画像について行われると、ステップS128、S130を経て、検索対象画像の特徴ベクトルV同士のベクトル間距離に基づいて各検索対象画像が複数のクラスタにクラスタリングされ、類似画像検索モードが指定されていることから、検索キー画像の特徴ベクトルVとのベクトル間距離が最も小さい特徴ベクトルVに対応する検索対象画像が検索対象画像登録DB10のなかから索出される。そして、ステップS132を経て、索出された検索対象画像が指定の表示形態で表示される。

30

【0075】

次に、類似画像群検索モードにより画像の類似検索を行う場合を説明する。

類似画像群検索モードにより画像の類似検索を行う場合、利用者は、検索要求を入力し、検索モードとして類似画像群検索モードを指定するとともに検索キー画像を指定する。また、併せて表示形態も指定する。

各検索対象画像をクラスタリングするまでは、類似画像検索モードで類似検索する場合と同様である。画像検索装置100では、各検索対象画像がクラスタリングされると、ステップS130を経て、類似画像群検索モードが指定されていることから、複数のクラスタのうち検索キー画像が属するもののすべての検索対象画像が検索対象画像登録DB10のなかから索出される。そして、ステップS132を経て、索出された検索対象画像が指定の表示形態で表示される。

40

【0076】

次に、バラエティ検索モードにより画像の類似検索を行う場合を説明する。

バラエティ検索モードにより画像の類似検索を行う場合、利用者は、検索要求を入力し、検索モードとしてバラエティ検索モードを指定する。また、併せて表示形態も指定する。各検索対象画像をクラスタリングするまでは、類似画像検索モードで類似検索する場合と同様である。画像検索装置100では、各検索対象画像がクラスタリングされると、ステップS130を経て、バラエティ検索モードが指定されていることから、各クラスタごとに所定数の検索対象画像が検索対象画像登録DB10のなかから索出される。そして、ステップS132を経て、索出された検索対象画像が指定の表示形態で表示される。

50

【0077】

このようにして、本実施の形態では、検索キー画像および各検索対象画像についてその画像から注目領域を抽出し、検索キー画像および各検索対象画像について抽出した注目領域に基づいてその画像の特徴ベクトルVを生成し、生成した特徴ベクトルVに基づいて検索対象画像登録DB10のなかから検索キー画像に適合する画像を検索するようになっている。

【0078】

これにより、利用者が注目する箇所を考慮して検索が行われるので、利用者の主観が検索結果に反映しやすくなる。したがって、従来に比して、利用者の希望に比較的添った検索結果を得ることができる。

10

さらに、本実施の形態では、検索キー画像および各検索対象画像についてその画像に含まれる人物画像の顔の向き、大きさまたは重心位置を判定し、検索キー画像および各検索対象画像について、判定した顔の向き、大きさまたは重心位置に基づいて、その画像の特徴ベクトルVを生成するようになっている。

【0079】

これにより、人物画像の顔の向き、大きさまたは重心位置を考慮して検索が行われるので、検索キー画像に含まれる人物画像の顔に適合する検索結果を得ることができる。

さらに、本実施の形態では、各検索対象画像ごとに、その検索対象画像に含まれる人物画像の顔と検索キー画像に含まれる人物画像の顔との類似度を判定し、検索キー画像および各検索対象画像について、判定した類似度に基づいて、その画像の特徴ベクトルVを生成するようになっている。

20

【0080】

これにより、人物画像の顔同士の類似度を考慮して検索が行われるので、検索キー画像に含まれる人物画像の顔に類似する検索結果を得ることができる。

さらに、本実施の形態では、検索キー画像の特徴ベクトルVとのベクトル間距離が最も小さい特徴ベクトルVに対応する検索対象画像を検索対象画像登録DB10のなかから索出するようになっている。

【0081】

これにより、利用者の希望に最も添うと思われる検索結果を得ることができる。

さらに、本実施の形態では、検索対象画像の特徴ベクトルV同士のベクトル間距離に基づいて各検索対象画像を複数のクラスタに分類し、複数のクラスタのうち検索キー画像が属するもののすべての検索対象画像を検索対象画像登録DB10のなかから索出するようになっている。

30

【0082】

これにより、利用者の希望に添うと思われるいくつかの検索結果を得ることができる。

さらに、本実施の形態では、検索対象画像の特徴ベクトルV同士のベクトル間距離に基づいて各検索対象画像を複数のクラスタに分類し、各クラスタごとに所定数の検索対象画像を検索対象画像登録DB10のなかから索出するようになっている。

【0083】

これにより、異なるクラスタから所定数の検索対象画像が索出されるので、多様な検索結果を得ることができる。

40

上記実施の形態において、検索対象画像は、発明8ないし12、15または17の分類対象画像に対応し、検索対象画像登録DB10は、発明2、5、6、14若しくは16の検索対象画像記憶手段、または発明9、12若しくは15の分類対象画像記憶手段に対応している。また、ステップS104および検索キー画像指定部12は、発明2若しくは14の検索キー画像入力手段、または発明16の検索キー画像入力ステップに対応し、ステップS108および注目領域抽出部16は、発明2、9、14若しくは15の注目領域抽出手段、発明17の注目領域抽出ステップ、発明16の第1注目領域抽出ステップ、または発明16の第2注目領域抽出ステップに対応している。

【0084】

50

また、上記実施の形態において、ステップ S 1 1 8 および顔情報判定部 3 6 は、発明 3 または 1 0 の顔情報判定手段に対応し、ステップ S 1 2 0 および類似度判定部 3 8 は、発明 4 または 1 1 の類似度判定手段に対応し、ステップ S 1 2 4 および特徴ベクトル生成部 2 0 は、発明 2 ないし 4、9 ないし 1 1、1 4 若しくは 1 5 の特徴ベクトル生成手段、発明 1 6 の第 2 特徴ベクトル生成ステップ、または発明 1 6 の第 1 特徴ベクトル生成ステップに対応している。また、ステップ S 1 2 8、S 1 3 0 および画像検索部 2 4 は、発明 2、5、6 若しくは 1 4 の画像検索手段、発明 9、1 2 若しくは 1 5 の画像分類手段、発明 1 6 の画像検索ステップ、または発明 1 7 の画像分類ステップに対応している。

【0085】

なお、上記実施の形態においては、検索対象画像のアスペクト比について特に説明しなかったが、検索対象画像のアスペクト比が異なる場合は、次のように画像の類否を判定する。

図 8 は、アスペクト比が異なる検索対象画像 A、B を重ね合わせた場合を示す図である。

【0086】

アスペクト比が異なる検索対象画像 A、B の類否を判定する場合は、図 8 に示すように、検索対象画像 A、B とを重ね合わせ、検索対象画像 A のうち重複領域について検索対象画像 A の特徴ベクトル V_A を生成し、検索対象画像 B のうち重複領域について検索対象画像 B の特徴ベクトル V_B を生成し、生成した特徴ベクトル V_A 、 V_B に基づいて検索対象画像 A、B の類否を判定する。

【0087】

この場合、さらに、重複領域が異なるように検索対象画像 A、B の重ね合わせ方を変えて検索対象画像 A、B を重ね合わせ、各組み合わせごとに算出した検索対象画像 A の特徴ベクトル V_{A_i} ($i = 1 \sim N$ 、 N は組み合わせ総数) の平均値を検索対象画像 A の特徴ベクトル V_A として生成し、各組み合わせごとに算出した検索対象画像 B の特徴ベクトル V_{B_i} の平均値を検索対象画像 B の特徴ベクトル V_B として生成してもよい。

【0088】

これにより、アスペクト比が異なる検索対象画像同士であっても、比較的正確に類否を判定することができるので、利用者の希望にさらに添った検索結果を得ることができる。この場合において、ステップ S 1 2 4 および特徴ベクトル生成部 2 0 は、発明 7 または 1 3 の特徴ベクトル生成手段に対応している。

【0089】

また、上記実施の形態においては、特徴ベクトル V の第 1 要素群を、上式 (2) により、各区分領域の誘目度の平均値 e_{ij} にそれぞれ独立の係数 E_{ij} を乗算し、それらを各要素として羅列したものとして生成するように構成したが、これに限らず、注目領域の算出に誘目度を用いる場合、分割された領域では誘目度は一定になるのでステップ S 1 0 8 では、次のように生成することもできる。まず、検索対象画像のなかから誘目度の高い順に H 個の注目領域を選択する。次いで、下式 (7) により、注目領域 h ($h = 1 \sim H$) の水平方向の中心座標 x_h に係数 X を乗算し、注目領域 h の垂直方向の中心座標 y_h に係数 Y を乗算する。また、注目領域 h の誘目度 e_h に係数 E を乗算し、注目領域 h の面積 s_h に係数 S を乗算する。そして、それら Xx_h 、 Yy_h 、 Ee_h 、 Ss_h を各要素として羅列したものを特徴ベクトル V の第 1 要素群として生成する。

【0090】

【数 6】

$$(X \cdot x_1, Y \cdot y_1, E \cdot e_1, S \cdot s_1, \dots, X \cdot x_h, Y \cdot y_h, E \cdot e_h, S \cdot s_h, \\ \dots, X \cdot x_H, Y \cdot y_H, E \cdot e_H, S \cdot s_H) \quad \dots (7)$$

【0091】

この場合、抽出した注目領域の個数 h が所定数 (例えば、10 個) に満たない場合は、特

特徴ベクトルVの第1要素群をすべて「0」とする。

また、上記実施の形態において、図3のフローチャートに示す処理を実行するにあたっては、ROM52にあらかじめ格納されている制御プログラムを実行する場合について説明したが、これに限らず、これらの手順を示したプログラムが記憶された記憶媒体から、そのプログラムをRAM54に読み込んで実行するようにしてもよい。

【0092】

ここで、記憶媒体とは、RAM、ROM等の半導体記憶媒体、FD、HD等の磁気記憶型記憶媒体、CD、CDV、LD、DVD等の光学的読取方式記憶媒体、MO等の磁気記憶型／光学的読取方式記憶媒体であって、電子的、磁氣的、光学的等の読み取り方法のいかんにかかわらず、コンピュータで読み取り可能な記憶媒体であれば、あらゆる記憶媒体を含むものである。 10

【0093】

また、上記実施の形態においては、本発明に係る画像検索システム、画像分類システム、画像検索プログラムおよび画像分類プログラム、並びに画像検索方法および画像分類方法を、利用者が注目する箇所を考慮して画像の類似検索を行う場合について適用したが、これに限らず、本発明の主旨を逸脱しない範囲で他の場合にも適用可能である。例えば、画像を分類する場合について適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る画像検索装置100の構成を示す機能ブロック図である。

【図2】コンピュータ200の構成を示すブロック図である。 20

【図3】画像検索処理を示すフローチャートである。

【図4】縦向きの検索対象画像の一例を示す図である。

【図5】横向きの検索対象画像の一例を示す図である。

【図6】n個の特徴ベクトルVを2つのクラスにクラスタリングした場合を示す図である。

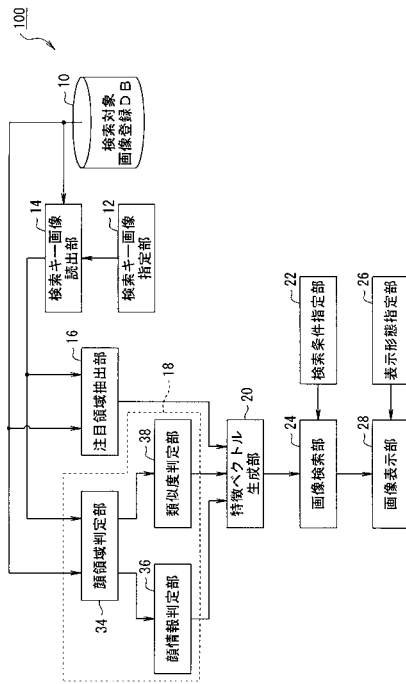
【図7】検索結果を表示した表示画面を示す図である。

【図8】アスペクト比が異なる検索対象画像A、Bを重ね合わせた場合を示す図である。

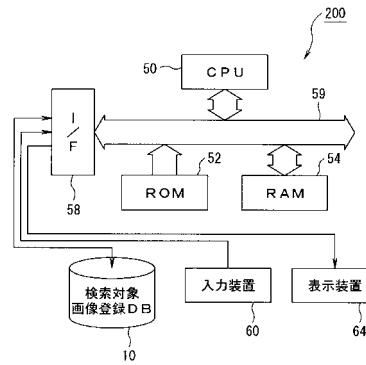
【符号の説明】

100…画像検索装置，200…コンピュータ，10…検索対象画像登録DB，12…検索キー画像指定部，14…検索キー画像読出部，16…注目領域抽出部，18…顔画像処理部，20…特徴ベクトル生成部，22…検索条件指定部，24…画像検索部，26…表示形態指定部，28…画像表示部，34…顔領域判定部，36…顔情報判定部，38…類似度判定部，50…CPU，52…ROM，54…RAM，58…I/F，60…入力装置，64…表示装置 30

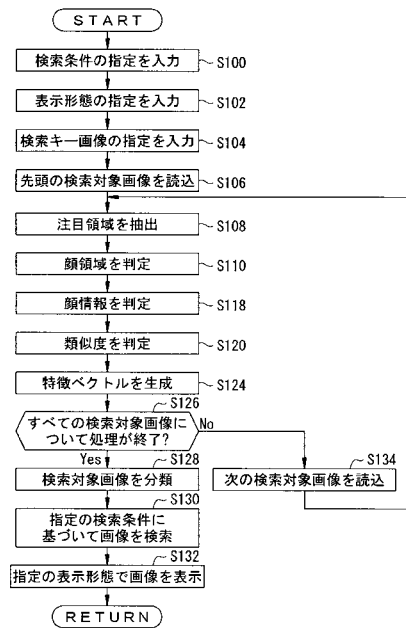
【図 1】



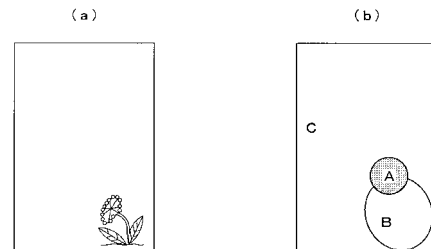
【図 2】



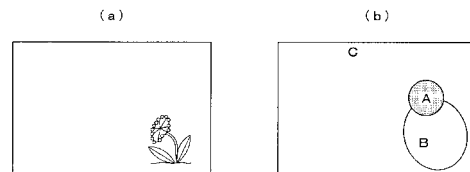
【図 3】



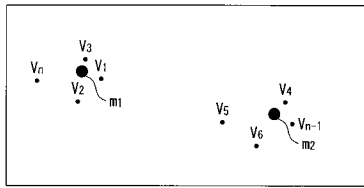
【図 4】



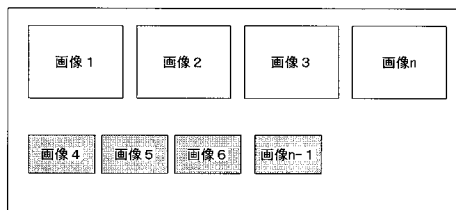
【図 5】



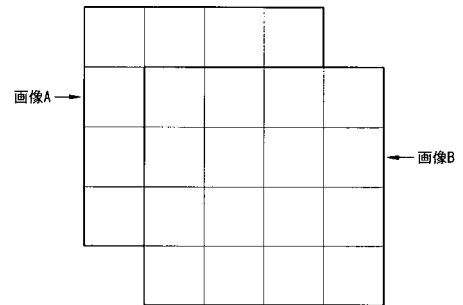
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5C052 AC08 DD04

5L096 AA01 BA18 FA02 FA15 FA21 FA41 GA41 JA11 MA07