

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-538555

(P2004-538555A)

(43) 公表日 平成16年12月24日(2004. 12. 24)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G06T 7/00  
G06T 1/00  
H04N 1/46  
H04N 1/60

F I

G06T 7/00 100D  
G06T 1/00 200A  
G06T 1/00 510  
H04N 1/46 Z  
H04N 1/40 D

テーマコード (参考)

5B050  
5B057  
5C077  
5C079  
5L096

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2002-590083 (P2002-590083)  
(86) (22) 出願日 平成14年5月14日 (2002. 5. 14)  
(85) 翻訳文提出日 平成15年11月13日 (2003. 11. 13)  
(86) 国際出願番号 PCT/US2002/015659  
(87) 国際公開番号 W02002/093484  
(87) 国際公開日 平成14年11月21日 (2002. 11. 21)  
(31) 優先権主張番号 09/853, 652  
(32) 優先日 平成13年5月14日 (2001. 5. 14)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)

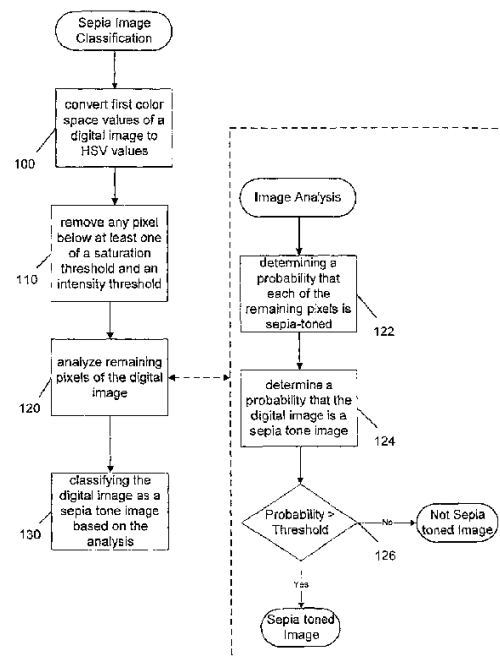
(71) 出願人 398038580  
ヒューレット・パッカード・カンパニー  
HEWLETT-PACKARD COMPANY  
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト  
ハノーバー・ストリート 3000  
(74) 代理人 100081721  
弁理士 岡田 次生  
(74) 代理人 100105393  
弁理士 伏見 直哉  
(74) 代理人 100111969  
弁理士 平野 ゆかり

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル画像を分類する方法

## (57) 【要約】

セピア調デジタル画像 (310) を分類する方法およびシステムを説明する。例示的な方法は、デジタル画像 (310) の RGB 値を色相・彩度・明度 (HSV) 値に変換すること (100) を含む。所定明度または彩度閾値 (370) を上回らないデジタル画像 (310) のピクセルを、画像 (310) から除去する (110)。残りのピクセルを分析し (120)、分析の結果に基づいてセピア調画像として分類する (130)。さらに、セピア調画像を認識するようにシステムをトレーニングする方法を開示する。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

デジタル画像の第 1 の色空間の値を色相・彩度・明度 (H S V) 値に変換すること、  
彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも 1 つを下回る前記デジタル画像のいかなるピクセルも除去すること、  
該除去するステップの後で、前記デジタル画像の残りのピクセルを分析すること、  
前記デジタル画像の前記残りのピクセルの前記分析に基づいて、該デジタル画像をセピア調画像として分類すること、  
とを含むデジタル画像を分類する方法。

## 【請求項 2】

前記分析することは、  
セピア調画像の所定色分布に基づいて前記残りのピクセルの各々がセピア調である確率を求めること、  
N が前記残りのピクセルの総数であり、 $p_i$  が各残りのピクセル  $i$  がセピア調である確率であり、 $\log(P)$  が、前記画像がセピア調である確率を示す場合に、前記デジタル画像がセピア調画像である確率を、 $\log(P) = (1/N) \log(p_i)$  によって求めること、  
前記デジタル画像がセピア調画像である前記確率を、セピア調画像を識別するための所定閾値と比較することを含み、セピア調画像を識別するための前記所定閾値は - 5 . 2 であり、 $\log(P)$  が - 5 . 2 より大きい場合、前記デジタル画像はセピア調画像として分類される、請求項 1 に記載のデジタル画像を分類する方法。

## 【請求項 3】

前記デジタル画像は、カラー画像、グレースケール画像、セピア調画像からなるグループのうちの少なくとも 1 つを含む画像データベースの 1 つの画像である、請求項 1 に記載のデジタル画像を分類する方法。

## 【請求項 4】

前記分類することは、前記分類するステップに基づいて、前記画像を検索すること、表示すること、タグ付けすること、格納することのうちの少なくとも 1 つを実行することを含む、請求項 1 に記載のデジタル画像を分類する方法。

## 【請求項 5】

セピア調画像を検出するようにシステムをトレーニングする方法であって、  
複数のトレーニング画像の第 1 の色空間の値を H S V 値に変換することを含み、該トレーニング画像はセピア調画像であり、  
前記複数のトレーニング画像の各々に対し彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも 1 つを下回る該トレーニング画像のいかなるピクセルも除去すること、  
該除去するステップの後に、前記複数のトレーニング画像に対し残りのピクセルに対する H S V 値の色分布を推定すること、  
を含むシステムをトレーニングする方法。

## 【請求項 6】

画像がセピア調画像として分類される際の閾値を確立すること  
をさらに含む請求項 5 に記載のシステムをトレーニングする方法。

## 【請求項 7】

H、S、V 次元に沿って H S V 空間を均一にセルに分割すること、  
前記トレーニング画像の前記残りのピクセルの各々を、各残りのピクセルの前記 H S V 値に基づいて前記セルのうちの 1 つに割当てること、  
各セルの前記残りのピクセルをカウントすることにより各セルに対する値を確立すること、  
前記残りのセルの総数で除算することにより、各セルに対する前記値を正規化することを含み、前記 H 次元には 36 のセルがあり、前記 S 次元には 4 つのセルがあり、前記 V 次元には 4 つのセルがある、請求項 5 に記載のシステムをトレーニングする方法。

## 【請求項 8】

彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも1つを、 $c$ が閾値であり、 $S$ が彩度値であり、 $V$ が明度値である場合に、 $(1 - S)^3 + (1 - V)^3 - c^3$ によって求め、ここで、 $c$ は約0.94であり、 $S$ は0～1.0までの範囲であり、 $V$ は0～1.0までの範囲である、請求項1または5に記載のシステムをトレーニングする方法。

【請求項9】

前記第1の色空間はRGBであり、前記デジタル画像の前記RGB値を、0～1.0までの範囲となるように正規化し、RGBからHSVへの前記変換を、

Max = Max ( R, G, B )

Min = Min ( R, G, B )

Val = Max

If ( Val = 0 ) Sat = 0 , else Sat = 1 - Min / Val

If ( Sat = 0 ) Hueは未定義 , else

Hue =

( G - B ) / ( Max - Min ) × 60 if ( R = Max ( G - B ) ≥ 0 )

( G - B ) / ( Max - Min ) × 60 + 360 if ( R = Max ( G - B ) < 0 )

( 2.0 + ( B - R ) / ( Max - Min ) ) × 60 if ( G = Max )

( 4.0 + ( R - G ) / ( Max - Min ) ) × 60 if ( B = Max )

によって確定し、ここで、Hの範囲は0～360度であり、Sの範囲は0～1.0であり、Vの範囲は0～1.0である、請求項1または5に記載のシステムをトレーニングする方法。

【請求項10】

請求項1に記載の方法にしたがってデジタル画像を分類するコンピュータベースシステムであって、

デジタル画像の第1の色空間の値を色相・彩度・明度(HSV)値に変換するロジックと、

彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも1つを下回る前記デジタル画像のいかなるピクセルも除去するロジックと、

該除去するステップの後で、前記デジタル画像の残りのピクセルを分析するロジックと、前記デジタル画像の前記残りのピクセルの前記分析に基づいて、前記デジタル画像をセピア調画像として分類するロジックと、

を備えるコンピュータベースシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、デジタル画像データベースおよび分類システムに関し、特に、デジタルフォーマットに変換されたセピア調写真の分類に関する。

【背景技術】

【0002】

自動画像分類は、特に特別な種類の画像、すなわちセピア調の白黒写真を分類する際に、多くの重要な応用性を有する。これらの画像には、本来白黒であった古い写真からスキャンされたものもある。長年の間に、それらは、フィルム紙の化学反応により徐々に黄色または茶色になる。また、他のセピア調画像の多くは、見た目を古くするために化学的にかまたはデジタルに特別に製作されている。

【0003】

セピア調の写真の分類は、いくつかの適用において有用である。特別な色調であるために、多くの汎用カラー画像処理技術は、これらの画像に対してうまく作用しない。たとえば、画像形成システムにおける、単に皮膚の色に基づいて顔を検出する顔検出アルゴリズムは、皮膚の色が変化したためこれらの写真に対して正しい結果をもたらさない可能性がある。セピア調の画像を検出することにより、システムは、これらの画像をあり得る誤りを回避するように適切に処理することができる。たとえば、目尻等、色変化に対して変化し

10

20

30

40

50

ない特徴を使用する代替アルゴリズムを使用して、顔を検出することができる。したがって、画像認識システムの検出精度を、大幅に向上させることができる。

【0004】

また、セピア調画像は、自動色バランスまたは画質向上プロセスに問題をもたらす可能性もある。セピア調では色が狭く集中しているため、画像を、誤って色がアンバランスであるとみなす可能性がある。これらの画像に対する色補正は、望ましくないカラーアーティファクトをもたらす可能性がある。カラー画像形成プロセスは、いかなる種類の画像が処理されているかを事前に知る場合、適当に反応しより優れた結果に達することができる。

【0005】

セピア調画像分類の別の適用は、画像インデックス化にある。大型の画像データベースまたは集まりは、画像を有効に類別し、効率的に走査し、迅速に検索することができるように、優れたインデックス化機構が必要である。従来のシステムは、たとえば、ファイル作成日付、ファイル名、ファイル拡張等、画像ファイルに関する記述的情報を使用して、特定の情報をデータベースに格納しデータベースから検索する。画像分類のこの形態は、いかなる他のデジタル情報の分類とも大きくは異なる。

【0006】

ファイル情報に依存することにより、ファイルに関するおおまかな情報のみを取得することができるが、本質的に画像に関する情報をまったく取得することができない。たとえば、画像ファイルは、画像のタイプまたは内容とは関係のない名前を有する場合があります、たとえば、白黒画像が「color\_image(カラー画像)」というファイル名を有する可能性がある。花、犬等、画像の内容に基づく分類を提供する他のシステムもある。実際には、これは通常、キーワード注釈によって行われ、それは面倒な作業である。

【0007】

過去何年かの間に、画像データベースで使用するよう設計された画像分類技術が提案されてきた。しかしながら、これらの従来技術のいずれも、セピア調画像を識別することを扱っていなかった。これらの従来技術の例には、以下の論文がある。

【非特許文献1】

S. F. Chang、W. ChenおよびH. Sundaram著「Semantic visual templates: linking visual features to semantics」Proc. of IEEE Intl. Conf. on Image Processing、vol.3、p.531-35、1998。

【非特許文献2】

S. PaekおよびS.-F. Chang著「A Knowledge engineering approach for image classification based on probabilistic reasoning systems」Proc. of Intl. Conf. On Multimedia & Expo、2000。R. Qian、N. Haering

【非特許文献3】

I. Sezan著「A computational approach to semantic event detection」Proc. of IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition、vol.1、p.200-06、1999。

【非特許文献4】

M. SzummerおよびR. W. Picard著「Indoor-outdoor image classification」Proc. of IEEE Workshop on Content-Based Access of Image and Video Libraries、p.42-51、1998。

【非特許文献5】

A.Vailaya、M.Figueiredo、A.JainおよびH.-J.Zhang著「A Bayesian framework for semantic classification of outdoor vacation images」Proc. of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video databases VII、vol. 3656、p.415-26、1999。

【非特許文献6】

A.VailayaおよびA.Jain著「Detecting sky and vegetation in outdoor images」Proc. of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video databases 2000、vol. 3972、p.411-20、2000。

【非特許文献7】

10

20

30

40

50

N.VasconcelosおよびA.Lippman著「A Bayesian framework for semantic content characterization」Proc. of IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition、p.56 6-71、1999。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

画像データベースは、しばしば、色の解像度が異なるカラー画像（たとえば、16、256、16ビットおよび24ビット色）、グレースケール画像、白黒画像、セピア調画像等、異なる特徴を有する画像を含む。従来の画像分類技術は、自動セピア調画像分類を扱わない。セピア調画像は、従来の画像処理技術で使用される場合に難題をもたらす可能性があり、多くのセピア調画像は価値のある古い写真であるため、画像自体の特性を分析し画像がセピア調画像であるか否かにしたがって画像を分類することができる画像分類システムを有することが望ましい。

10

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、セピア調を含むデジタル画像を分類する方法およびシステムに関する。例示的な方法は、デジタル画像の第1の色空間の値を色相・彩度・明度（HSV）値に変換すること、彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも1つを下回るデジタル画像のいかなるピクセルも除去すること、除去するステップの後で、デジタル画像の残りのピクセルを分析すること、デジタル画像の残りのピクセルの分析に基づいて、デジタル画像をセピア調画像として分類することを含む。

20

【0010】

代替実施形態は、セピア調画像の所定色分布に基づいて残りのピクセルの各々がセピア調である確率を推定すること、デジタル画像がセピア調画像である確率を求めることとを提供する。

【0011】

セピア調画像を検出するようにシステムをトレーニングする例示的な方法は、複数のトレーニング画像の第1の色空間の値をHSV値に変換することであって、トレーニング画像はセピア調画像である、変換すること、複数のトレーニング画像の各々に対し彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも1つを下回るトレーニング画像のいかなるピクセルも除去すること、除去するステップの後に、複数のトレーニング画像に対し残りのピクセルに対するHSV値の色分布を推定することを含む。

30

【0012】

本発明の上記特徴および利点、ならびに本発明の追加の特徴および利点は、図面を参照して本発明の以下の詳細な説明からより理解されよう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図1は、セピア調画像を分類する例示的な方法のフローチャートを示す。ステップ100では、デジタル画像の第1の色空間の値を、色相・彩度・明度値（HSV）に変換する。当業者は、デジタル画像を、カラー画像、グレースケール画像、セピア調画像からなるグループのうちの少なくとも1つを含む、画像データベースに格納された複数のデジタル画像から検索することができることを理解するであろう。さらに、第1の色空間は、色空間のいかなる既知の表現であってもよい。しかしながら、限定のためでなく説明のために、残りの説明では、第1の色空間を赤、緑、青（RGB）色空間と呼ぶ。したがって、説明した変換は、RGBからHSVである。

40

【0014】

例示的な方法では、RGB値を正規化する（すなわち、0～1.0の範囲を有するようにする）。そして、変換式を次のように与えることができる。

【0015】

$$\text{Max} = \text{Max} (R, G, B)$$

50

Min = Min ( R, G, B )

Val = Max

If ( Val = 0 ) Sat = 0 , else Sat = 1 - Min / Val

If ( Sat = 0 ) Hueは不確定、 else

Hue =

( G - B ) / ( Max - Min ) × 60 if ( R = Max ( G - B ) 0 )

( G - B ) / ( Max - Min ) × 60 + 360 if ( R = Max ( G - B ) < 0 )

( 2 . 0 + ( B - R ) / ( Max - Min ) ) × 60 if ( G = Max )

( 4 . 0 + ( R - G ) / ( Max - Min ) ) × 60 if ( B = Max )

ここで、Hの範囲は0～360度であり、Sの範囲は0～1.0であり、Vの範囲は0～1.0である。しかしながら、当業者は、他の変換式を使用することができることを理解するであろう。さらに、白黒画像を、RGBからHSVへの色空間変換ステップにおいて直接識別することができ、それ以上考慮しなくてもよいことが理解されよう。

【0016】

ステップ110において、彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも1つを下回るデジタル画像のいかなるピクセルも除去する。彩度または明度の低いピクセルを考慮しないのは、それらがその色相値にかかわらずグレイとして見える傾向にあるためである。ピクセルを、以下の基準に基づいて除去する。

【0017】

( 1 - S )<sup>3</sup> + ( 1 - V )<sup>3</sup> c<sup>3</sup>

ここで、cは0.94に設定された閾値であり、Sは0～1.0の範囲の彩度値であり、Vは0～1.0の範囲の明度値である。

【0018】

ステップ120において、除去するステップの後、デジタル画像の残りのピクセルを分析する。ステップ130において、デジタル画像の残りのピクセルの分析に基づいて、デジタル画像をセピア調画像として分類する。分類には、画像に対して実行することができる、検索、表示、タグ付け、格納等のうちの少なくとも1つが含まれる。たとえば、プロセスは、画像データベースのセピア調画像にタグ付けすることができ、それにより、別のプログラムがそのタグ付けされたセピア調画像に対して特別な画像処理手続きを実行することができ、あるいはそのセピア調タグに基づいて画像データベースから画像を検索することができる。

【0019】

任意に、ステップ122において、セピア調画像の所定の色分布に基づいて残りのピクセルの各々がセピア調であるという確率を求めることにより、分析を実行する。所定の色分布を、後述するトレーニング段階で求めることができる。そして、ステップ124において、デジタル画像がセピア調画像である確率を求める。ステップ126において、デジタル画像がセピア調画像である確率を、セピア調画像を識別するための所定閾値と比較する。たとえば、デジタル画像がセピア調画像である確率が所定閾値より大きい場合、画像がセピア調であると判定する。当業者は、セピア調画像を識別するための所定閾値を、トレーニング段階中に求めることも可能であることを理解するであろう。

【0020】

図2を参照して、セピア調画像を検出するようにシステムをトレーニングする方法のフローチャートを示す。ステップ200において、複数のトレーニング画像のRGB値を、HSV値に変換する。トレーニング画像は、好ましくはセピア調画像である。当業者は、トレーニング画像のセットにおいてセピア調画像ではない画像を使用してもよいことを理解するであろう。しかしながら、その場合、トレーニング画像を、セピア調であるか否か識別しなければならない。ステップ210において、複数のトレーニング画像の各々に対し、彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも1つを下回るトレーニング画像のいかなるピクセルも除去する。そして、ステップ230において、複数のトレーニング画像に対し、残りのピクセルのHSV値の色分布を推定する。任意に、ステップ240において、画像を

セピア調画像として分類する際の閾値を確立する。当業者は、トレーニングプロセスのためのRGBからHSVへの変換、彩度閾値および明度閾値を、分類プロセスに対して上述したように求めることを理解するであろう。したがって、説明および式は繰返さない。

#### 【0021】

本発明の理解を容易にするために、本発明の多くの態様を、コンピュータベースシステムの要素によって実行される動作のシーケンスに関して説明する。実施形態の各々において、専用回路（たとえば、専用機能を実行するために相互接続されたディスクリート論理ゲート）によるか、1つまたは複数のプロセッサによって実行されているプログラム命令によるか、またはその両方の組合せにより、あらゆる動作を実行することができることが理解されよう。さらに、本発明を、プロセッサに対し本明細書で説明した技術を実行させるコンピュータ命令の適当なセットが格納された、任意の形態のコンピュータ読取可能記憶媒体内で完全に具体化されるようにみなしてもよい。このため、本発明のあらゆる態様を、多くの異なる形態で具体化することができ、かかる形態のすべてが、本発明の範囲内にあるように企図される。本発明のあらゆる態様の各々に対し、実施形態のかかる形態のいずれも、本明細書では、説明する動作を実行する「ロジック」と呼ぶ。

#### 【0022】

図3は、上述したトレーニングプロセスから取得された閾値を使用するコンピュータベースシステム300のブロック図である。たとえば、上述したように、ブロック320において、新たな入力画像310の各々に対し、デジタル画像の第1の色空間の値を色相・彩度・明度（HSV）値に変換するロジックを使用して、RGBからHSVへの色空間変換を施す。そして、ブロック340において、彩度閾値および明度閾値のうちの少なくとも1つを下回るデジタル画像のいかなるピクセルも除去するロジックを使用して、画像の彩度または明度が低いピクセルを除去する。残りのピクセルを使用することにより、最尤推定を使用してこの画像がセピア調である確率を推定する。各ピクセルを、入力データの独立したサンプルであるとみなす。ピクセル*i*がセピア調である確率を、ブロック350によって提供される所定の色分布（たとえば、図2のトレーニングプロセスから確定されるような）から直接推定することができる。そして、以下の式により、ブロック360において、デジタル画像の残りのピクセルを分析するロジックを使用して、画像全体に対して結合対数確率 $\log(P)$ を計算することができる。

#### 【数1】

$$\log(P) = \frac{\sum_i \log(P_i)}{N}$$

#### 【0023】

ここで、*N*は残りのピクセルの総数であり、 $p_i$ はピクセル*i*がセピア調である確率であり、 $\log(P)$ は、画像がセピア調である確率を示す。セピア調写真の計算された確率値は、概して、標準カラー写真よりずっと高い。したがって、ブロック370によって提供される単純な閾値を使用して、セピア調画像からカラー画像を分離することができる。たとえば、閾値を、-5.2に設定する。これにより、ブロック380において、 $\log(P)$ が-5.2より大きい場合、デジタル画像の残りのピクセルの分析に基づいてデジタル画像をセピア調画像として分類するロジックを使用して、画像をセピア調であると判定する。

#### 【0024】

図4は、本発明の別の実施形態によるコンピュータベースのトレーニングシステム400のブロック図である。たとえば、上述したように、ブロック420において、各トレーニング画像410に対してRGBからHSVへの色空間変換を施す。そして、ブロック440において、彩度または明度が低いピクセルを除去する。ブロック460において、HSV空間を、H、SおよびV次元に沿って均一に分割しセルにする。たとえば、H次元を36のセルに分割することができ、S次元を4つのセルに分割することができ、V次元を4

つのセルに分割することができる。そして、トレーニング画像の残りのピクセルの各々を、そのHSV値に基づいてセルのうちの1つに割当てて、各セルに対する値を、各セルの残りのピクセルをカウントすることによって確立する。そして、各セルに対する値を、各セルに対する値を残りのピクセルの総数で除算することにより正規化する。結果は、ブロック480において、トレーニング画像の色分布を特徴付ける $36 \times 4 \times 4$ 次元ベクトルである。また、この色分布を、トレーニング画像における残りのピクセルに対する確立密度関数の概算と見ることも可能である。通常、セピア調画像の色は、大部分が黄色および赤色の周囲に集中する。したがって、これらの色に対応するセルは、残りのピクセルの大部分を含むことになる。

【0025】

10

上記の内容は、本発明の原理、好ましい実施形態および動作のモードを説明した。しかしながら、本発明は、上述した特定の実施形態に限定されない。たとえば、各セピア調画像を、その確率に基づいてさらに分類することができる。そして、閾値に非常に近かった画像に対し、手作業で見直すためにタグ付けすることができる。さらに、セピア調画像の大部分が閾値に近かった場合、これは、システムを再トレーニングするためにトレーニング画像の新たなセットが必要であることを指示するものとしての役割を果たすことができる。

【0026】

したがって、上述した実施形態を、限定的なものではなく例示的なものとしてみなすべきであり、添付の特許請求の範囲によって画定される本発明の範囲から逸脱することなく、当業者によりそれらの実施形態において変形を行うことができることが理解されるべきである。

20

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明の例示的な方法のフローチャート。

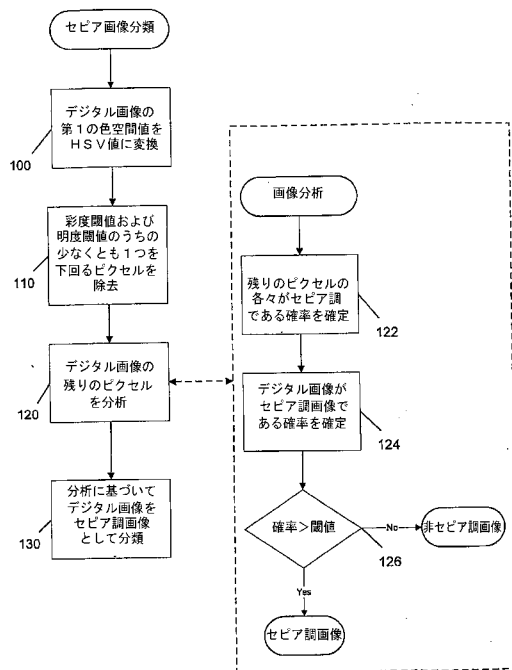
【図2】本発明のトレーニング方法のフローチャート。

【図3】本発明の例示的なシステムのブロック図。

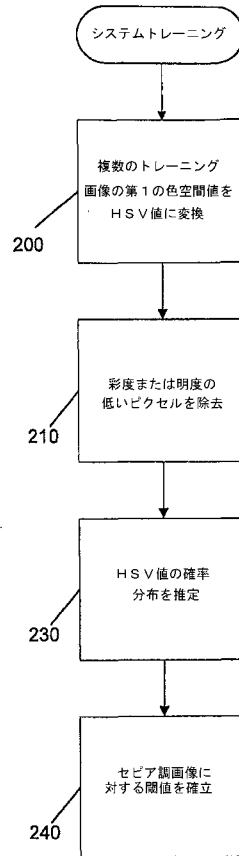
【図4】本発明の例示的なトレーニングシステムのブロック図。



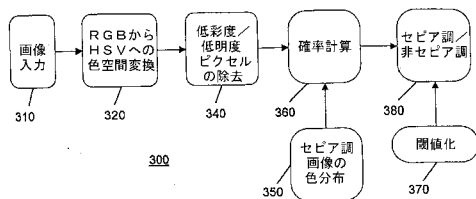
【図 1】



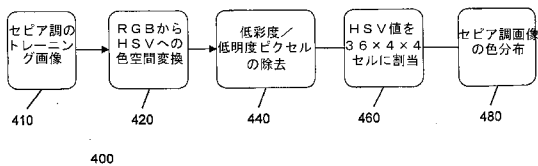
【図 2】



【図 3】



【図 4】



## 【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
21 November 2002 (21.11.2002)

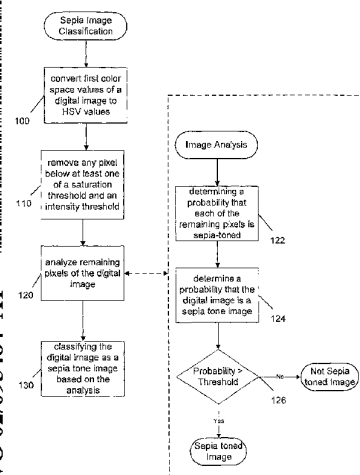
PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/093484 A1

- (51) International Patent Classification: G06T 5/00, H04N 1/50 (72) Inventors: DENG, Yining; 2101 California Street, Apt. 226, Mountain View, CA 94040 (US); TRETER, Daniel, R.; 1533 Calle De Stuarda, San Jose, CA 95118 (US).
- (21) International Application Number: PCT/US02/15659 (74) Agent: HEMINGER, Susan, E.; Hewlett-Packard Company, IP Administration, P.O. Box 272400, Ft. Collins, CO 80527-2400 (US).
- (22) International Filing Date: 14 May 2002 (14.05.2002)
- (25) Filing Language: English (81) Designated States (national): AL, AG, AL, AM, AI, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 09/853,652 14 May 2001 (14.05.2001) US
- (71) Applicant: HEWLETT-PACKARD COMPANY [US/US]; 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94304-1112 (US).
- (84) Designated States (regional): ARIP0 patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW).

[Continued on next page]

(54) Title: CLASSIFICATION OF PHOTOS WITH SEPIA TONES



(57) Abstract: Methods and systems that classify sepia-toned digital images (310) are described. An exemplary method includes converting (100) RGB values of a digital image (310) to hue saturation intensity (HSI) values. Pixels of the digital image (310) that are not above a predetermined intensity or saturation threshold (370) are removed (110) from the image (310). The remaining pixels are analyzed (120) and classified (130) as sepia-toned images based on the results of the analysis. Additionally, a method for training a system to recognize sepia-toned images is disclosed.

WO 02/093484 A1

---

**WO 02/093484 A1** 

Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR,  
GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SI, TR), OAPI patent  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR,  
NE, SN, TD, TG).

*For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

**Published:**  
*with international search report*

## CLASSIFICATION OF PHOTOS WITH SEPIA TONES

## BACKGROUND OF THE INVENTION

## 1. Field of the Invention

[0001] The present invention relates to digital image database and classification systems, and in particular to classification of sepia tone photographs that have been converted to digital formats.

## 2. Background Information

[0002] Automatic image classification has many important applications, particularly in classifying a special class of images: black and white photos with sepia tones. Some of these images have been scanned from antique photos, which were originally in black and white. Over the years they gradually turn to yellow or brown due to the chemical reactions of the film paper. Still, many other sepia-tone images were specially produced either chemically or digitally to generate an antique appearance.

[0003] Classification of photos with sepia tones is useful in several applications. Because of the special color tones, many general-purpose color image processing techniques would not work well on these images. For example, a face-detection algorithm in an imaging system that detects faces purely based on the skin color is unlikely to generate the correct results on these photos because the skin color has been changed. By detecting images with sepia tones, the system can handle these images appropriately to avoid possible errors. For instance, an alternative algorithm can be used to detect the face that uses features that are invariant to color changes, such as eye corners. Therefore, the detection accuracy of the image recognition system may be significantly improved.

[0004] Sepia-toned images can also cause problems in automatic color balance or enhancement processes. Because the colors are narrowly concentrated in the sepia tones, the images could be mistakenly considered as color imbalanced. Color corrections to these images could cause undesirable color artifacts. If a

color imaging process knows beforehand what kind of image is being processed, it can react appropriately and achieve better results.

[0005] Another application of sepia-tone image classification is in image indexing. Large image databases or collections require good indexing mechanisms so that images can be categorized effectively, browsed efficiently, and retrieved quickly. Conventional systems store and retrieve specific information from the database using, for example, descriptive information regarding the image file, such as file creation date, file name, file extension and the like. This form of image classification is not significantly different from the classification of any other digital information.

[0006] By relying on the file information, only cursory information can be obtained about the file and nothing at all specifically related to the image. For example, an image file could have a name that had no relation to the type or content of the image, such as a black and white image could have the file name "color\_image". Other systems provide classification based on the content of the images, such as flowers, dogs, and the like. In practice, this is usually done by keyword annotation, which is a laborious task.

[0007] Image classification techniques have been proposed in the past years that are designed for use in image databases. However, none of these prior techniques have addressed identifying sepia-toned images. Examples of these prior techniques include the following articles. S. F. Chang, W. Chen and H. Sundaram, "Semantic visual templates: linking visual features to semantics," *Proc. of IEEE Intl. Conf. on Image Processing*, vol. 3, p. 531-35, 1998. S. Pack and S.-F. Chang, "A knowledge engineering approach for image classification based on probabilistic reasoning systems," *Proc. of Intl. Conf. On Multimedia & Expo*, 2000. R. Qian, N. Haering and I. Sezan, "A computational approach to semantic event detection," *Proc. of IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition*, vol.1, p.200-06, 1999. M. Szummer and R.W. Picard, "Indoor-outdoor image

WO 02/093484

PCT/US02/15659

-3-

classification," *Proc. of IEEE Workshop on Content-Based Access of Image and Video Libraries*, p.42-51, 1998. A. Vailaya, M. Figueiredo, A. Jain and H.-J. Zhang, "A Bayesian framework for semantic classification of outdoor vacation images," *Proc. of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video databases VII*, vol. 3656, p. 415-26, 1999. A. Vailaya and A. Jain, "Detecting sky and vegetation in outdoor images," *Proc. of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video databases 2000*, vol. 3972, p. 411-20, 2000. N. Vasconcelos and A. Lippman, "A Bayesian framework for semantic content characterization," *Proc. of IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition*, p.566-71, 1999.

[0008] Image databases frequently contain images having different characteristics, such as color images of different color resolutions (e.g., 16, 256, 16 bit, and 24 bit color), gray scale images, black and white images, sepia-toned images, and the like. Prior image classification techniques do not address automatic sepia-toned image classification. Since sepia-toned images can cause difficulties when used with conventional image processing techniques and many sepia tone images are valuable antique photos, it would be desirable to have an image classification system that can analyze the properties of the images themselves and classify the images according to whether or not the image is a sepia-toned image.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

[0009] The present invention is directed to methods and systems that classify digital images containing sepia-tones. An exemplary method comprises converting values of a first color space of a digital image to hue saturation intensity (HSV) values; removing any pixel of the digital image below at least one of a saturation threshold and an intensity threshold; analyzing, after the step of removing, remaining pixels of the digital image; and classifying the digital image as a sepia-toned image based on the analysis of the remaining pixels of the digital image.

[0010] Alternate embodiments provide for estimating the probability that each of the remaining pixels is sepia-toned based on a predetermined color distribution of sepia-toned images and determining a probability that the digital image is a sepia-toned image.

[0011] An exemplary method of training a system to detect sepia-toned images comprises converting values of a first color space of a plurality of training images to HSV values, wherein the training images are sepia-toned images; removing any pixel of the training images below at least one of a saturation threshold and an intensity threshold for each of the plurality of training images; and estimating, after the step of removing, the color distribution of HSV values for remaining pixels over the plurality of training images.

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

[0012] The above features and advantages of the invention, and additional features and advantages of the invention, will be better appreciated from the following detailed description of the invention made with reference to the drawings, wherein:

Fig. 1 shows a flow chart of an exemplary method of the present invention;

Fig. 2 shows a flow chart of a training method of the present invention;

Fig. 3 shows a block diagram of an exemplary system of the present invention; and

Fig. 4 shows a block diagram of an exemplary training system of the present invention.

#### DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

[0013] Fig. 1 shows a flow chart of an exemplary method of classifying sepia-toned images. In step 100, values of a first color space of a digital image are converted to hue saturation intensity values (HSV). One skilled in the art will appreciate that the digital image can be retrieved from a plurality of digital images

WO 02/093484

PCT/US02/15659

-5-

stored in an image database containing at least one of a group consisting of color images, gray scale images and sepia tone images. Additionally, the first color space can be any known representation of the color space. However, for purposes of explanation and not limitation the remaining description will refer to the first color space as Red, Green, Blue (RGB) color space. Therefore the conversion described is RGB to HSV.

[0014] In an exemplary method, the RGB values are normalized (i.e., ranging from 0-1.0). The conversion formula can then be given as:

$$\begin{aligned}
 Max &= \max(R, G, B) \\
 Min &= \min(R, G, B) \\
 Val &= Max \\
 \text{If } (Val = 0) \text{ Sat} &= 0, \text{ else } Sat = 1 - Min/Val \\
 \text{If } (Sat = 0) \text{ Hue} &\text{ is undefined, else} \\
 Hue &= \begin{cases} (G-B)/(Max-Min) \times 60 & \text{if } (R = Max \wedge (G-B) \geq 0) \\ (G-B)/(Max-Min) \times 60 + 360 & \text{if } (R = Max \wedge (G-B) < 0) \\ (2.0 + (B-R)/(Max-Min)) \times 60 & \text{if } (G = Max) \\ (4.0 + (R-G)/(Max-Min)) \times 60 & \text{if } (B = Max) \end{cases}
 \end{aligned}$$

where the range of H is 0 - 360 degrees, S is 0 - 1.0, and V is 0 - 1.0. However, those skilled in the art will appreciate that other conversion formulas could be used. Additionally, it will be appreciated that black and white images can be directly identified at the RGB to HSV color space conversion step and can be removed from further consideration.

[0015] In step 110, any pixel of the digital image below at least one of a saturation threshold and an intensity threshold is removed. Pixels having low saturation or low intensity are removed from consideration because they tend to appear as gray regardless of their hue values. The pixels are removed based on the following criteria:

$$(1-S)^3 + (1-V)^3 \geq c^3$$



-6-

where  $c$  is a threshold set 0.94,  $S$  is the saturation value ranging from 0 to 1.0 and  $V$  is the intensity value ranging from 0 to 1.0.

[0016] In step 120, after the step of removing, the remaining pixels of the digital image are analyzed. The digital image is classified as a sepia-toned image based on the analysis of the remaining pixels of the digital image, in step 130. The classification includes at least one of retrieving, displaying, tagging, storing, and the like, that can be performed on the image. For example, the process could tag the sepia-toned images in an image database so another program could preform special image processing procedures on the tagged sepia-toned images or retrieve images from the image database based on the sepia-tone tag.

[0017] Optionally, in step 122, the analysis is performed by determining a probability that each of the remaining pixels is sepia-toned based on a predetermined color distribution of sepia-toned images. The predetermined color distribution can be determined in a training stage that is discussed later. Then, in step 124, a probability that the digital image is a sepia-toned image is determined. In step 126, the probability that the digital image is a sepia-toned image is compared to a predetermined threshold for identifying sepia-toned images. For example, if the probability that the digital image is a sepia-toned image is greater than the predetermined threshold the image is determined to be sepia-toned. Those skilled in the art will appreciate that the predetermined threshold for identifying sepia-toned images can also be determined during a training stage.

[0018] Referring to Fig. 2, a flow chart of a method of training a system to detect sepia-toned images is shown. In step 200, the RGB values of a plurality of training images are converted to HSV values. The training images are preferably sepia-toned images. Those skilled in the art will appreciate that images that are not sepia-toned images could be used in the set of training images. However, the training images would then have to be identified as sepia-toned or not. In step 210, any pixel of the training images below at least one of a saturation threshold

-7-

and an intensity threshold is removed for each of the plurality of training images. The color distribution of HSV values for the remaining pixels is then estimated over the plurality of training images, in step 230. Optionally, in step 240, a threshold is established at which an image is classified as a sepia-toned image. Those skilled in the art will appreciate that the RGB to HSV conversion, the saturation threshold and the intensity threshold for the training process can be determined as described above for the classification process. Therefore, the description and equations will not be repeated.

[0019] To facilitate an understanding of the invention, many aspects of the invention are described in terms of sequences of actions to be performed by elements of a computer-based system. It will be recognized that in each of the embodiments, the various actions can be performed by specialized circuits (e.g., discrete logic gates interconnected to perform a specialized function), by program instructions being executed by one or more processors, or by a combination of both. Moreover, the invention can additionally be considered to be embodied entirely within any form of a computer readable storage medium having stored therein an appropriate set of computer instructions that would cause a processor to carry out the techniques described herein. Thus, the various aspects of the invention can be embodied in many different forms, and all such forms are contemplated to be within the scope of the invention. For each of the various aspects of the invention, any such form of an embodiment is referred to herein as "logic that" performs a described action.

[0020] Fig. 3 is a block diagram of a computer-based system 300 using the threshold obtained from the training process described above. For example, as previously described, each new input image 310 goes through the RGB to HSV color space conversion using logic that converts values of a first color space of a digital image to hue saturation intensity (HSV) values, in block 320. The image's low saturation or intensity pixels are then removed using logic that removes any

-8-

pixel of the digital image below at least one of a saturation threshold and an intensity threshold, in block 340. The remaining pixels are used to estimate the probability of this image being sepia-toned using a maximum likelihood estimation. Each pixel is assumed to be an independent sample of the input data. The probability of pixel  $i$  being sepia-toned can be estimated directly from the predetermined color distribution provided by block 350 (e.g., as determined from the training process of Fig. 2). Then, a joint log probability  $\log(P)$  can be calculated for the entire image, using logic that analyzes the remaining pixels of the digital image, in block 360, by:

$$\log(P) = \frac{\sum_i \log(p_i)}{N}$$

where  $N$  is the total number of remaining pixels,  $p_i$  is the probability of pixel  $i$  being sepia-toned, and  $\log(P)$  indicates the probability of the image being sepia-toned. The calculated probability values of sepia-toned photos are, in general, much higher than normal color photos. Therefore, a simple threshold supplied by block 370 can be used to separate color images from sepia-toned images. For example, the threshold is set to -5.2. Thus, if  $\log(P)$  is greater than -5.2, the image is determined to be sepia-toned, using logic that classifies the digital image as a sepia-toned image based on the analysis of the remaining pixels of the digital image, in block 380.

[0021] Fig. 4 is a block diagram of a computer-based training system 400 according to another embodiment of the present invention. For example, as previously described, each training image 410 goes through the RGB to HSV color space conversion in block 420. The low saturation or intensity pixels are then removed in block 440. In block 460, the HSV space is divided uniformly into cells along H, S, and V dimensions. For example, the H dimension can be

-9-

divided into thirty-six cells, the S dimension into four cells, and the V dimension into four cells. Each of the remaining pixels of the training images is then assigned to one of the cells based on its HSV value. Values for each cell are established by counting the remaining pixels in each cell. The values for each cell are then normalized by dividing the value for each cell by the total number of the remaining pixels. The result is a thirty-six by four by four-dimensional vector that characterizes the color distribution of the training images, in block 480. This color distribution can also be seen as a rough estimation of the probability density function for remaining pixels in the training images. Typically, the colors in sepia-toned images are mostly centered around yellow and red. Therefore, the cells that correspond to these colors will contain the majority of the remaining pixels.

[0022] The foregoing has described principles, preferred embodiments and modes of operation of the invention. However, the invention is not limited to the particular embodiments discussed above. For example, each sepia-toned image could further be classified based on its probability. Images that were very close to the threshold value could then be tagged for manual review. Additionally, if the majority of sepia-toned images were near the threshold, this could serve as indication that a new set of training images is needed to retrain the system.

[0023] Therefore, the above-described embodiments should be regarded as illustrative rather than restrictive, and it should be appreciated that variations may be made in those embodiments by those skilled in the art, without departing from the scope of the invention as defined by the following claims.

WO 02/093484

PCT/US02/15659

-10-

What is claimed is:

1. A method of classifying digital images (310) comprising:  
 converting values (100) of a first color space of a digital image (310) to  
 hue saturation intensity (HSV) values;  
 removing (110) any pixel of the digital image (310) below at least one of  
 a saturation threshold and an intensity threshold;  
 analyzing (120), after the step of removing, remaining pixels of the  
 digital image (310); and  
 classifying (130) the digital image (310) as a sepia-toned image based on  
 the analysis of the remaining pixels of the digital image (310).
2. The method of claim 1, wherein analyzing comprises:  
 determining a probability (122) that each of the remaining pixels is sepia-  
 toned based on a predetermined color distribution (350) of sepia-toned images;  
 determining a probability (124) that the digital image (310) is a sepia-  
 toned image, wherein the probability that the digital image (310) is a sepia-toned  
 image is determined by the following:

$$\log(P) = \frac{\sum_i \log(p_i)}{N}$$

- wherein  $N$  is a total number of the remaining pixels,  $p_i$  is the probability of each  
 remaining pixel  $i$  being sepia-toned, and  $\log(P)$  indicates the probability of the  
 image being sepia-toned; and  
 comparing (126) the probability that the digital image (310) is a sepia-  
 toned image to a predetermined threshold (370) for identifying sepia-toned  
 images, wherein the predetermined threshold (370) for identifying sepia-toned

WO 02/093484

PCT/US02/15659

-11-

images is -5.2, and wherein the digital image (310) is classified as a sepia-toned image if  $\log(P)$  is greater than -5.2.

5        3.        The method of claim 1, wherein the digital image (310) is one image of an image database containing at least one of a group consisting of color images, gray scale images and sepia-toned images.

10       4.        The method of claim 1, wherein classifying comprises:  
performing at least one of retrieving, displaying, tagging, and storing,  
the image based on the step of classifying.

15       5.        A method of training a system to detect sepia-toned images comprising:  
converting (200) values of a first color space of a plurality of training  
images (410) to HSV values, wherein the training images (410) are sepia-toned  
images;

removing (210) any pixel of the training images below at least one of a  
saturation threshold and an intensity threshold for each of the plurality of  
training images(410); and  
20       estimating (230), after the step of removing, the color distribution of  
HSV values for remaining pixels over the plurality of training images.

25       6.        The method of claim 5, further comprising:  
establishing (240) a threshold at which an image is classified as a sepia-  
toned image.

7.        The method of claim 5, further comprising:  
dividing HSV space uniformly into cells along H, S, and V dimensions;  
assigning each of the remaining pixels of the training images to one of  
the cells based on the HSV values of each remaining pixel;

WO 02/093484

PCT/US02/15659

-12-

establishing values for each cell by counting the remaining pixels in each cell; and

normalizing the values for each cell by dividing by a total number of the remaining pixels, wherein there are thirty six cells in the H dimension, four cells in the S dimension and four cells in the V dimension.

8. The method of claim 1 or 5, wherein the least one of a saturation threshold and an intensity threshold, is determined by:

$$(I-S)^3 + (I-V)^3 \geq c^3,$$

wherein  $c$  is the threshold,  $S$  is the saturation value and  $V$  is the intensity value and wherein  $c$  is about 0.94,  $S$  ranges from 0 to 1.0 and  $V$  ranges from 0 to 1.0.

9. The method of claim 1 or 5, wherein the first color space is RGB and wherein the RGB values of the digital image (310) are normalized to range from 0 to 1.0, and wherein the conversion (100) from RGB to HSV, is determined by:

$$\begin{aligned} Max &= \max(R, G, B) \\ Min &= \min(R, G, B) \\ Val &= Max \\ \text{If } (Val = 0) \text{ Sat} &= 0, \text{ else } Sat = 1 - Min/Val \\ \text{If } (Sat = 0) \text{ Hue} &\text{ is undefined, else} \\ Hue &= \begin{cases} (G-B)/(Max-Min) \times 60 & \text{if } (R = Max \wedge (G-B) \geq 0) \\ (G-B)/(Max-Min) \times 60 + 360 & \text{if } (R = Max \wedge (G-B) < 0) \\ (2.0 + (B-R)/(Max-Min)) \times 60 & \text{if } (G = Max) \\ (4.0 + (R-G)/(Max-Min)) \times 60 & \text{if } (B = Max) \end{cases} \end{aligned}$$

wherein the range of H is 0 - 360 degrees, S is 0 - 1.0, and V is 0 - 1.0.

10. A computer-based system for classifying digital images (310) according to the method of claim 1 comprising:

WO 02/093484

PCT/US02/15659

-13-

logic that converts values (320) of a first color space of a digital image (310) to hue saturation intensity (HSV) values;

logic that removes (340) any pixel of the digital image (310) below at least one of a saturation threshold and an intensity threshold;

5        logic that analyzes (360), after the step of removing, remaining pixels of the digital image (310); and

logic that classifies (360) the digital image (310) as a sepia-toned image based on the analysis of the remaining pixels of the digital image (310).



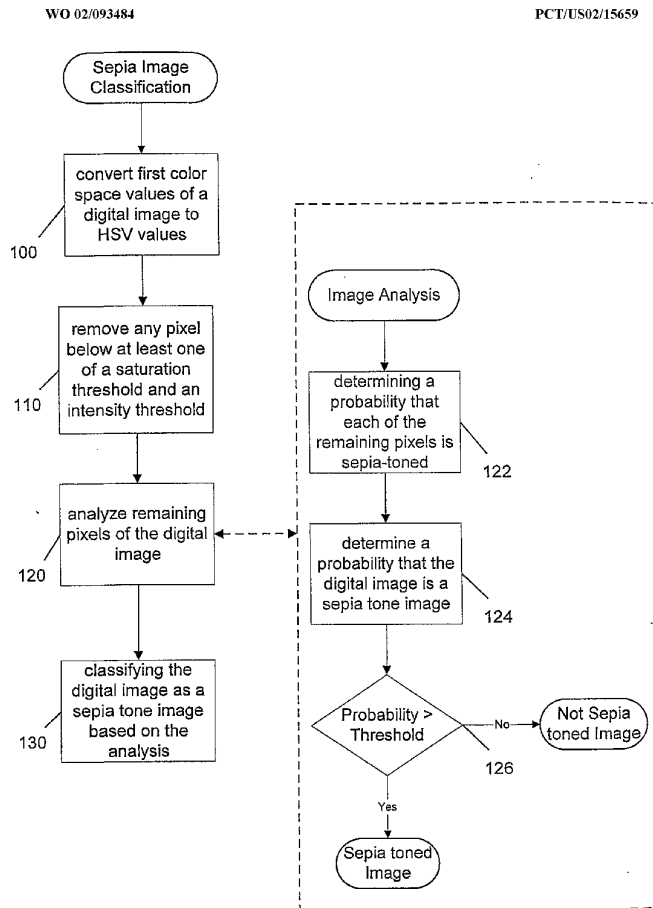


FIG. 1

WO 02/093484

PCT/US02/15659

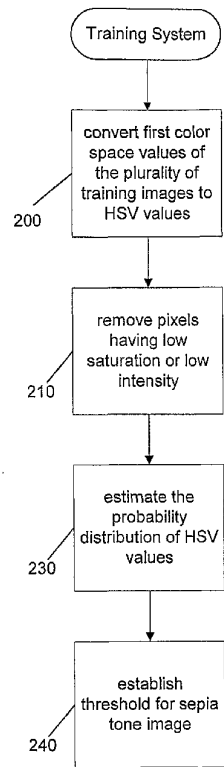


FIG. 2

WO 02/093484

PCT/US02/15659

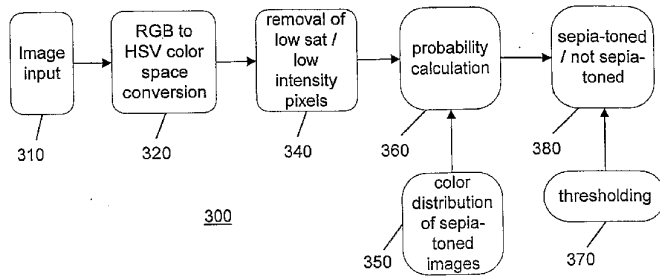


FIG. 3

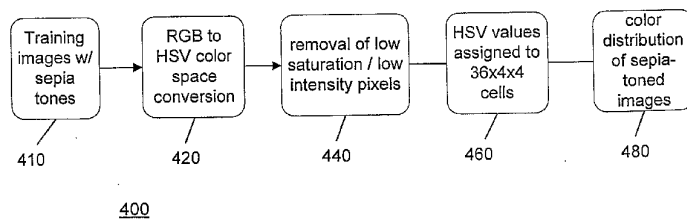


FIG. 4

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		National Application No. PCT/US 02/15659
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 60615/00 H04N1/56		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 606T H04N		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 935 216 A (FUJITSU LTD) 11 August 1999 (1999-08-11) abstract; claims	1-10
A	US 5 345 320 A (HIROTA YOSHIHIKO) 6 September 1994 (1994-09-06) abstract	1-10
A	US 5 341 226 A (SHIAU JENG-NAN) 23 August 1994 (1994-08-23) abstract	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 20 August 2002		Date of mailing of the international search report 27/08/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5318 Patentlaan 2 NL - 2260 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 551 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3016		Authorized official Isa, S

Form PCT/ISA/E10 (second sheet) July 1992

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				national Application No PCT/US 02/15659	
Information on patent family members					
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date		
EP 0935216	A	11-08-1999	JP 11288465 A	19-10-1999	
		CN 1234569 A	10-11-1999		
		EP 0935216 A2	11-08-1999		
US 5345320	A	06-09-1994	JP 3191300 B2	23-07-2001	
		JP 4200174 A	21-07-1992		
		JP 4200171 A	21-07-1992		
		DE 4139174 A1	17-06-1992		
US 5341226	A	23-08-1994	EP 0621725 A1	26-10-1994	
		JP 7093654 A	07-04-1995		

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN, TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE, GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 デン、イニン

アメリカ合衆国 9 4 0 4 0 カリフォルニア州マウンテン・ビュー、カリフォルニア・ストリート  
2 1 0 1、アパートメント 2 2 6

(72)発明者 トレッター、ダニエル・アール

アメリカ合衆国 9 5 1 1 8 カリフォルニア州サン・ノゼ、カイエ・デ・スチュアルダ 1 5 3 3

Fターム(参考) 5B050 AA09 BA10 BA12 DA04 EA08 EA09 EA18 FA05 FA19

5B057 AA20 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CE02

CE17 CE18 DA12 DB02 DB06 DB09 DC25 DC33 DC40

5C077 LL15 LL19 MP08 PP31 PP35 PP43 PQ12 RR11

5C079 HB01 HB06 HB11 LA02 LA31 MA11 NA01 NA29

5L096 AA02 AA06 BA08 GA30 GA38 GA41 MA07