

(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2005-508576
(P2005-508576A)

(43) 公表日 平成17年3月31日(2005.3.31)

(51) Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 4 N 1/46	HO 4 N 1/46 Z	5 B 0 5 7
GO 6 T 5/00	GO 6 T 5/00 3 0 0	5 C 0 7 7
HO 4 N 1/409	HO 4 N 1/40 1 0 1 C	5 C 0 7 9

審査請求 有 予備審査請求 有 (全 50 頁)

(21) 出願番号 特願2002-584263 (P2002-584263)	(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
(86) (22) 出願日 平成14年3月6日 (2002.3.6)	
(85) 翻訳文提出日 平成15年9月4日 (2003.9.4)	
(86) 国際出願番号 PCT/US2002/006874	
(87) 国際公開番号 W02002/086820	
(87) 国際公開日 平成14年10月31日 (2002.10.31)	
(31) 優先権主張番号 09/801, 038	(74) 代理人 110000039 特許業務法人アイ・ピー・エス
(32) 優先日 平成13年3月6日 (2001.3.6)	(72) 発明者 ダニエル・アール・トレッター アメリカ合衆国・カリフォルニア州・サン ノゼ・カルデステュアルダ1533
(33) 優先権主張国 米国 (US)	Fターム(参考) 5B057 AA11 CA01 CA08 CA12 CA16 CB01 CB08 CB12 CB16 CC01 CE02 CE17
	最終頁に続く

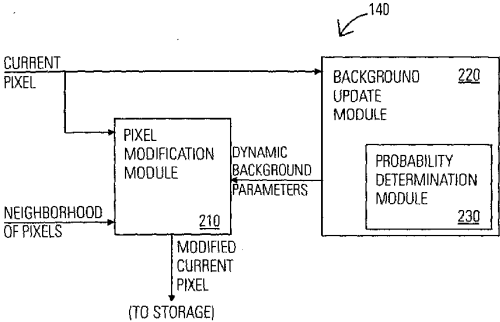
(54) 【発明の名称】 自動背景除去方法およびシステム

(57) 【要約】

【課題】自動的に雑音を画像から除去する方法およびシステムを提供する。

【解決手段】最初に、現在の画素を受け取る（300）。次に、現在の画素と該現在の画素に関連する近傍の画素を使用することにより現在の画素の活動値を計算する（310）。それから、活動値と少なくとも1つの背景パラメータを使用することにより現在の画素が背景の画素である確からしさを示す距離値を計算する（320）。距離値は、背景除去のためのソフトしきい値処理フレームワークを提供する。距離値に基づいて現在の画素を修正する（330）。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

自動的に雑音を除去する方法であって、

a) 現在の画素を受け取るステップ (300) と、

b) 前記現在の画素と該現在の画素に関連する近傍の画素とを使用することにより現在の画素の活動値を計算するステップ (310) と、

c) 前記活動値と少なくとも 1 つの背景パラメータを使用することにより前記現在の画素が背景画素である確からしさを示す距離値を計算するステップ (320) と、

d) 前記距離値に基づいて前記現在の画素を修正するステップ (330) と

を含み、

前記距離値は、ソフトしきい値処理フレームワークを提供する方法。

【請求項 2】

前記現在の画素に基づいて前記背景パラメータを更新するステップ (340)、

をさらに含み、

前記更新された背景パラメータを採用して次の現在の画素の前記距離値を計算する請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記現在の画素は輝度成分と色度成分を含み、

前記現在の画素と該現在の画素に関連する近傍の画素を使用することにより前記現在の画素の活動値を計算するステップは、

前記現在の画素の輝度成分に基づいて局所活動を計算すること、および、前記局所活動に基づいて前記活動値を計算すること

を含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記現在の画素は輝度成分と色度成分を含み、

前記活動値と少なくとも 1 つの背景パラメータを使用することにより前記現在の画素が背景画素である確からしさを示す距離値を計算するステップは、

前記現在の画素の輝度成分と色度成分に基づいて、正規化されたユークリッド距離の 2 乗を計算すること、および

前記正規化されたユークリッド距離の 2 乗と前記活動値を含む式との和を生成することを含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記現在の画素は L 成分、a 成分、b 成分により表され、

前記距離値に基づいて前記現在の画素を修正するステップは、

前記現在の L 成分と前記距離値に基づいて、修正された L 成分を生成すること、

前記現在の a 成分と前記距離値とに基づいて、修正された a 成分を生成すること、および

前記現在の b 成分と前記距離値とに基づいて、修正された b 成分を生成すること

を含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

輝度－色度空間内で適用される

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記輝度－色度空間は C I E L a b 色空間または Y C r C b 色空間のいずれか一方である請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記現在の画素を受け取るステップは、

10

20

30

40

50

前記現在の画素を含む画素の現在の線分を走査すること、および

前記現在の線分の上部の第1の画素の線分と前記現在の線分の下部の第2の画素の線分の少なくともいずれか一方を走査すること

を含む

請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記現在の画素と該現在の画素に関連する近傍の画素を使用することにより前記現在の画素の活動値を計算するステップは、

前記現在の画素と該現在の画素を中心とする画素の正方形のウィンドウに基づいて前記現在の画素の活動値を計算すること

を含む

請求項4に記載の方法。

【請求項10】

前記距離値に基づいて前記現在の画素を修正するステップは、

前記現在の画素が背景の画素である確率に基づいて前記現在の画素値を調整することを含む、

請求項1に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像処理に関し、特に自動背景除去の方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

スキャナや複写機は、職場と家庭の両方で有用な事務機能を提供するよく知られた事務機器である。

これらスキャナと複写機の重要な構成要素の1つが、走査された文書から自動的に雑音（不要な情報）をフィルタリングする画像処理である。

【0003】

背景除去の第1の目的は、走査された文書からの雑音の除去である。

雑音については、第1に、背景雑音の問題がある。

第2に、元の文書が非常に薄いことに起因する滲み出しの問題がある。

【0004】

文書の雑音の1つの例は「滲み出し」と一般的に呼ばれ、走査される文書が非常に薄い用紙（たとえば、雑誌などのページ）の場合に通常発生する。

走査中の文書の裏面の文字や図が滲み出すと、その時点の表面の図や文字の一部として表れる。

以上からわかるように、この「滲み出し」は、複写つまり走査された文書の品質を著しく損なう。

【0005】

元の文書における雑音の他の例としては、白い用紙上のコーヒーのシミがある。

シミが付いた領域は、文書のその残りの背景の部分よりも濃く見える。

このシミが検知されず除去されない場合、走査結果の画像には、シミのある位置に濃い点が見られることになる。

他の例では、色付きの背景（たとえば、緑色の用紙に印刷された文書）も、誤って雑音と見なされる可能性がある。

【0006】

カラーズキャナやカラー複写機の出現により、画像処理により除去すべき色付きの背景と残すべき色付きの図や写真等を区別しなければならなくなり、この問題は深刻化している。

【0007】

10

20

30

40

50

画像処理ソフトウェアが、重要な内容を誤って削除せずに自動的に雑音（たとえば、背景や滲み出し）を除去することが望ましい。

残念ながら、以下で詳細に説明するように、従来技術のアプローチは、さまざまな短所を持つ許容可能な解決方法だけしか提供しない。

【0008】

背景除去、つまり雑音除去に対しては3つの主な従来技術のアプローチが存在する。

これらのアプローチの各々について、以下で簡単に説明し、それらのそれぞれの欠点を記載する。

【0009】

H. Ancinの「Document Segmentation System」という表題の米国特許第5,956,468号（1999年9月）は、ウィンドウベースのアルゴリズムを背景除去と文字強調に対して使用している。 10

残念ながら、この技法は、強調の決定に、文書全体をより低い解像度で走査すること（一般に「事前走査」と呼ばれる）が必要となる2パスアプローチである。

自動文書送りを採用するスキャナと複写機の出現により、ユーザにスキャナや複写機に文書を2回給紙することを要求することは、少なくとも不利であり、簡単にはユーザに受け入れてはもらえない可能性がある。

さらに、そのようなアプローチには追加のメモリが必要になる。

【0010】

R. Klein, K. A. Wilds, M. Higgins-Luthman, D. C. Williamsの「Method for Background Suppression in an Image Data Processing System」という表題の米国特許第5,157,740号（1992年10月）と、B. L. Farrellの「Programmable Apparatus for Determining Document Background Level」という表題の米国特許第5,282,061号（1994年1月）もウィンドウベースのアルゴリズムを使用しているが、近傍情報に基づいて画素を「背景」画素または「信号」画素に明示的に分類している。 20

これらのアプローチの主な欠点は、そのようなシステムにおける分類の誤りに起因して、しばしば好ましくないアーチファクトが生じることである。

そのようなアーチファクトには、走査された文書の領域内の雑音（1と0）領域がある。その領域では画像処理により、ある画素は背景として分類され、そのため以降で白に設定されるが、一方、その領域の他の画素は、影響を受けたり修正されない重要な情報として 30 分類される。

【0011】

N. Ikeshoji, T. Yamamoto, T. Kamiuchi, N. Hamada, K. Honda, H. Yamakawaの「Method and Recording Medium for Separating and Composing Background and Character Image Data」という表題の米国特許第5,761,339号（1998年6月）は非線形フィルタを使用して各画素での背景値を予測し、次にこの背景画像を元の画像から引き算して背景を白にすることで画像内のシミを除去する。

このアプローチでは、文字と線分に対しては許容可能な結果が得られるが、このアプローチでは走査された写真、ハーフトーン、塗りつぶしの領域ではアーチファクトが生じる可能性がある。 40

たとえば、鮮明な赤の物体は、輪郭は赤になるが、中央部分が攪乱効果により背景色（たとえば白）に設定される。

同様に、鮮明な青のシャツを着た人物の写真は、青い輪郭の白いシャツとして表示される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

以上に基づいて、ハードしきい値処理に起因するアーチファクトを回避し、重要な内容を除去せずに、走査された写真、ハーフトーン、および塗りつぶしから雑音を正確に除去し、前述の欠点を克服するソフトしきい値処理を採用する自動的に背景を除去する方法およ 50

びシステムの必要性が依然として存在する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の一態様または特徴は、事前走査の必要がないスライディングウィンドウの使用である。

その結果、画像全体をバッファに収容する代わりに、数画素分の行をバッファに収容するだけですむ。

【0014】

本発明のその他の態様は、確率的フレームワークなどのソフトしきい値処理フレームワークを使用して画素が背景である確率を予測する。

ソフトしきい値処理を使用することにより、ハードしきい値処理とそれに起因する「ハード」分類ではなく「ソフト」分類が実現され、ハードしきい値処理のアプローチに共通するアーチファクト（たとえば、背景の分類誤りが発生しやすい文書内の雑音の多い領域）を回避することができる。

【0015】

本発明は、ソフトしきい値処理フレームワーク、活動値、活動値に基づく距離値を採用することにより雑音を自動的に除去する方法およびシステムを提供する。

第1に、現在の画素を受け取る。

第2に、現在の画素と現在の画素に関連する近傍の画素（たとえば、現在の画素を中心とする正方形のウィンドウ）を使用することにより現在の画素の活動が確定される。

【0016】

活動値は、走査されたハーフトーン領域の一部である画素値の決定に利用される。

第3に、活動値と少なくとも1つの背景パラメータを使用することにより、現在の画素が背景の画素である確からしさを示す距離値を計算する。

第4に、画素値と距離値に基づいて、現在の画素が選択的に修正される。

背景パラメータは、距離値に基づいて更新される。

【0017】

本発明は、添付の図面において、限定的ではなく例示として示されており、同様の符号は同様の要素を示している。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下では、本発明の完全な理解のために、説明を目的とした多くの具体的詳細が記述される。

しかし、本発明はこれらの具体的な詳細なしに実施可能なことは当業者には明らかである。

他の例では、本発明が必要以上にあいまいになるのを避けるため周知の構造と装置がブロック図の形式で示されている。

【0019】

本発明の一態様によると、画素のスライディング近傍（たとえば正方形のウィンドウ）を利用して現在の画素が背景画素である確率が推定される。

明示的な分類を避けることにより、本発明の自動背景除去（ABR）は、従来技術の「分類としきい値」の仕組みよりも堅牢な結果とより少ないアーチファクトを実現する。

さらに、本発明のABR機構は、スキャナのハードウェアの修正の費用と、従来技術の2パスアプローチで必要なステップである文書の2値化に起因する低品質を回避する単一パスのアプローチを実現する。

本発明で利用されるパラメータも、ページが処理されるにつれて動的に更新される。

【0020】

本発明の別の態様によると、文書の変化に迅速に適応可能な確率的アプローチが実現される。

文書に適応するこの確率的アプローチは、文書上の滲み出しやシミによるアーチファクト

10

20

30

40

50

を実質的に除去することができる。

さらに、データに対する適応速度も制御可能であり、そのためアルゴリズムは初期にはより速く適応し、より多くの画素を検査するようになるにしたがって遅いペースに落ち着く。

適応速度の調整を可能にすることにより、本発明はA B R機構がデータに過度に適合する（over-fitting）のを防止する。

【0021】

事務機器100

図1は、自動背景除去の方法およびシステムを実施することができる事務機器100のブロック図である。

事務機器100は、命令を実行するプロセッサ110と、プログラムおよびデータを保存するメモリ120とを備える。

【0022】

メモリ120は、本発明の自動背景除去機構140を備える。

事務機器100は、たとえば、スキャナ、複写機、複合機とすることができる。

【0023】

本発明の自動背景除去の方法およびシステムは、特定の事務機器（たとえば、スキャナや複写機）に関連するドライバプログラムの一部として、または画像処理アプリケーションソフトウェアの一部としてソフトウェアに実施されるのが好ましい。

そのため、本発明の自動背景除去の方法およびシステムの例示的な実施形態は、以下でソフトウェアプログラムとして説明する。

【0024】

しかし、本発明は、ソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア、それらの組み合わせに実施することができることを理解することができる。

ファームウェアに実施されるときには、本発明の教えるところを実現するプログラムは、たとえばマイクロコントローラやデジタルシグナルプロセッサに組み込むことができる。ファームウェアに実施されるときには、本発明の教えるところは、たとえば、ハードウェア配線により特定用途向け集積回路（ASIC）やその他のカスタムハードウェアとして実現することができる。

【0025】

自動背景除去プログラム

図2は、本発明の一実施形態により構成された自動背景除去プログラム140の例をより詳細に示すブロック図である。

自動背景除去プログラム140は、以下でより詳細に説明する現在の画素、近傍の画素、動的背景パラメータ（たとえば、予測される背景色）を受け取る画素修正モジュール210を備える。

これらの入力に基づき、画素修正モジュール210は、選択的に現在の画素値を変更して、修正された画素値を生成する。

【0026】

自動背景除去プログラム140は、修正された現在の画素値に基づき背景しきい値を自動的に更新するための背景更新モジュール220も備える。

【0027】

背景更新モジュール220は、現在の画素値と動的背景しきい値に基づいて、現在の画素が背景画素である確率を計算する確率決定モジュール230を備えている。

【0028】

自動背景除去処理

図3は、図1の自動背景除去プログラムにより実行されるステップを示す流れ図である。ステップ300で、現在の画素値を受け取る。

ステップ310で、上記現在の画素と現在の画素に関連する近傍の画素を使用して現在の画素の活動値を計算する。

10

20

30

40

50

ステップ 3 2 0 では、活動値と少なくとも 1 つの動的背景パラメータを使用して現在の画素が背景の画素である確からしさを示す距離値を計算する。

距離値は、自動背景除去用のソフトしきい値処理フレームワークを提供する。

【0029】

ステップ 3 3 0 では、距離値と現在の画素値に基づいて修正された現在の画素値を計算する。

ステップ 3 4 0 では、現在の画素値に基づいて動的背景パラメータが更新される。

ステップ 3 5 0 では、現在の画素値が修正された現在の画素値に置き換えられる。

【0030】

背景除去は、文書が走査されるにつれて実行する必要があると仮定する。

10

複写への適用では、たとえば、画像全体がバッファに保存されることがないため、どのような処理も、画像の数行だけを 1 度を使用して実行しなければならない。

本発明の自動背景除去 (A B R) の方法およびシステムは画素のスライディング近傍を使用する。

【0031】

この近傍は、任意の形状で任意の数の画素のウィンドウとすることができる。

たとえば、ウィンドウは、現在の画素値をウィンドウの中心とする正方形の画素（たとえば、 3×3 の正方形の画素または 5×5 の正方形の画素）とすることができるが、このような画素に限定されるものではない。

ただし、ウィンドウ内で使用される画素の数とウィンドウの正確なジオメトリとは、特定の適用対象に合わせて変更可能である。

20

【0032】

背景色と変動は画像の走査中にデータから予測され、予測される範囲の画素が所定の色（たとえば白）に設定される。

本発明の A B R の方法およびシステムは、C I E L a b または Y C r C b などの輝度一色度空間内で動作することが好ましい。

【0033】

図 7 は、本発明の一実施形態による自動背景除去機構を実施するためのアプローチを示すブロック図である。

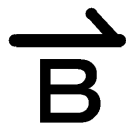
たとえば、このアプローチは、自動背景除去システム 1 4 0 により利用可能である。

30

このアプローチでは、画素 P を中心とするスライディングウィンドウを使用して、新しい画素値 P' を計算する。

【数 1】

〔式 1〕



の内のパラメータは、予測される文書の背景色を示す輝度一色度空間内の平行 6 面体を定義する。

40

【0034】

好ましい実施形態では、本発明の A B R 機構は、輝度一色度空間内の平行 6 面体を構築することで、予測される背景色を指定する。

本発明の新規の 1 態様により、A B R 機構は、走査の進行につれて平行 6 面体の境界を自動的に調整する。

その結果、予測される背景色は、走査ごとに変化する。

【0035】

このように、本発明の A B R は、走査される文書に適応する。

初期には、A B R はデータ（たとえば画素値）に非常に急速に適応する。

50

その後、走査が進行するにつれて、A B Rの適応速度は減少つまり低下する。

【0036】

本発明のA B Rの重要な態様は、A B Rは平行6面体の境界を活動値と組み合わせて使用して、所定の画素が背景画素である確率を予測する。

活動値は、走査されたハーフトーン領域の一部である光の値の正確な検出に使用される。

【0037】

その結果、ハーフトーン領域はページに意図的に印刷される値を表すため、本発明のA B Rはハーフトーン領域を白に設定することがない。

しかし、用紙の色と滲み出しは活動値が低い雑音を形成するため、本発明のA B Rは用紙の色と滲み出しを検出する。

【0038】

好ましい実施形態では、背景色は、平行6面体の境界を定義する6つの値で表される。

C I E L a b表現の場合、平行6面体は次の式で表現することができる。

【0039】

【数2】

【式2】

$$\bar{B} = \{L_{\min}, L_{\max}, a_{\min}, a_{\max}, b_{\min}, b_{\max}\}$$

20

【0040】

局所活動は、画素の輝度成分から計算される。

$P_L = L_{i,j}$ を位置 i, j の画素 P の輝度値とすると、活動値は次のように表すことができる。

【0041】

【数3】

【式3】

$$A = \frac{\sum |L_{ij} - L_{i-1,j}| - |\sum L_{ij} - L_{i-1,j}| + \sum |L_{ij} - L_{i,j-1}| - |\sum L_{ij} - L_{i,j-1}|}{\sum |L_{ij} - L_{i-1,j}| + \sum |L_{ij} - L_{i,j-1}| + K}$$

30

【0042】

ここで、総計は、画素ウィンドウ全体を対象にする。

ここでは、定数の値 $K = 8 * (\text{ウィンドウ内の画素数})$ を使用する。

【0043】

局所活動 A を使用して、基本的に A を平滑化した活動値 A_{ct} を更新する。

【0044】

【数4】

【式4】

$$Act = 0.75 Act + 0.25 A$$

40

【0045】

背景色のパラメータ

【数5】

【式 5】



と局所活動 A が与えられると、距離値 D にしたがって画素は白に設定される。

【 0 0 4 6 】

【数 6】

【式 6】

$$D = \left(\frac{L_{i,j} - \bar{L}}{L_{\max} - L_{\min}} \right)^2 + \left(\frac{a_{i,j} - \bar{a}}{a_{\max} - a_{\min}} \right)^2 + \left(\frac{b_{i,j} - \bar{b}}{b_{\max} - b_{\min}} \right)^2 + 16(Act)^2$$

10

【 0 0 4 7 】

ここで、

【数 7】

【数 7】

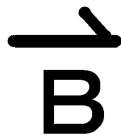
$$(\bar{L}, \bar{a}, \bar{b})$$

20

は、背景色パラメータ

【数 8】

【式 8】



30

により定義される平行 6 面体の中心である。

【 0 0 4 8 】

好ましい実施形態では、距離尺度または距離値は、正規化されたユークリッド距離の 2 乗に活動項を加えたものである。

ただし、活動値が組み込まれていれば当該技術分野でよく知られた他の距離尺度を代わりに使用することも可能である。

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、大きな値の D は、平行 6 面体により与えられる「望ましい」値から離れている画素あるいは活動値が高い画素に対応する。

40

平行 6 面体は、背景画素（用紙の色）を表すために定義されているので、D の値が大きい場合は、おそらく背景画素ではない画素を表し、D の値が小さい場合は、背景画素の可能性が高い画素に対応する。

【 0 0 5 0 】

たとえば、ステップ 3 3 0 で、C I E L a b 画素値は、D の値に基づいて更新することができる。

具体的には、第 1 に重み係数 $w_t = C / (C + D)$ を計算する。

ここで、C はスカラ定数である（C = 2 を使用）。

ただし、D が増加するにつれて、重み係数はゼロに近づく。

50

C I E L a b空間内の新しい画素値（0～255の範囲に収まるようにシフトされスケールリングされている）は、以下の式で与えられる。

【0051】

【数9】

【式9】

$$L' = \left[L \frac{255}{L_{\min}} \right] \cdot wt + L \cdot (1 - wt) \quad a' = a \cdot (1 - wt) \quad b' = -32 \cdot wt + b \cdot (1 - wt)$$

10

【0052】

ここで、白は（ $L = 255$ 、 $a = 0$ 、 $b = -32$ ）となる。

【0053】

ただし、 $D \rightarrow 0$ となると、新しいC I E L a b値は白に近づく。

非常に大きなDに対しては、C I E L a b値は変化しない。

したがって、背景である確率がより高い画素は白に設定され、他の画素は変化しない。

再マッピングは、連続した重み係数に基づいているので、本発明のA B Rでは、背景画素と非背景画素へのハード区分が原因で発生する可能性のある疑似輪郭を回避する。

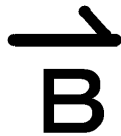
【0054】

たとえば、ステップ340で背景パラメータ

20

【数10】

【式10】



を観測された画素値に基づいて更新することができる。

【0055】

用紙の色、したがって背景のC I E L a b値は、走査ごとに変化する可能性があるので、
本発明のA B Rの方法およびシステムは、走査の進行につれてパラメータを予測すること
で変化する条件に適応する。

30

【0056】

図8は、本発明の一実施形態による背景パラメータの自動更新のためのアプローチを示す
ブロック図である。

この適合手順の例では、 $P r (X = x \mid Y = y, Z)$ は、所与のパラメータZと確率変数
 $Y = y$ の場合に、確率変数Xがxに等しい確率である。同様に、ブロック810では、

【数11】

【式11】

$$P r (\text{背景} \mid P = p, \vec{B})$$

40

は、Pが所与の値で、背景パラメータ

【数12】

[式 1 2]

$$\frac{\alpha}{B}$$

の場合に、P が背景画素である確率である。

【0 0 5 7】

確率 α がゼロに近いと、更新されたパラメータは実質的に変化しない。

逆に確率が 1 に近いときには、対応する画素値 $P = p$ を使用してパラメータが修正される 10

。ブロック 8 2 0 で利用される修正式は、

【数 1 3】

[式 1 3]

$$\frac{\alpha}{B}$$

の各要素について同一の形態を取ることができる。 20

一般変数 T が、

【数 1 4】

[式 1 4]

$$\frac{\alpha}{B}$$

の任意の要素を表すときには、T の更新された値は、以下の式で表すことができる。

【0 0 5 8】

30

【数 1 5】

[式 1 5]

$$\tilde{T} = \gamma \cdot T + \beta \cdot (1 - \gamma) \cdot (\text{この画素の値})$$

【0 0 5 9】

適応パラメータ γ が時間の経過につれて変化することにより、適応は初期には急速で、走査の進行にともなってその速度が低下する。 40

γ の値が小さくなると、適応は速くなる。

γ の 2 つの異なる値をパラメータの更新に使用することで、雑音の多い走査に対して背景色の平行 6 面体を大きくすることができる。

輝度成分については、更新は以下の式で表すことができる。

【0 0 6 0】

【数 1 6】

【式 1 6】 $(L > \bar{L})$ の場合

$$\begin{aligned}\tilde{L}_{\min} &= \gamma_1 \cdot L_{\min} + \beta_1 \cdot (1 - \gamma_1) \cdot L \\ \tilde{L}_{\max} &= \gamma_2 \cdot L_{\max} + \beta_2 \cdot (1 - \gamma_2) \cdot L\end{aligned}$$

【0 0 6 1】

【数 1 7】

【式 1 7】

$$\begin{aligned}\tilde{L}_{\min} &= \gamma_2 \cdot L_{\min} + \beta_1 \cdot (1 - \gamma_2) \cdot L \\ \tilde{L}_{\max} &= \gamma_1 \cdot L_{\max} + \beta_2 \cdot (1 - \gamma_1) \cdot L\end{aligned} \quad \text{ここで } \gamma_1 > \gamma_2 \text{ かつ } \bar{L} = 0.5 \cdot (L_{\min} + L_{\max})$$

10

【0 0 6 2】

図 4 は低雑音データの場合の背景色の限界について画素値対標本数の例を示したグラフである。

単一 γ 値の場合の最大境界 4 0 0、単一 γ 値の場合の最小境界 4 1 0、2 つの γ 値の場合の最大境界 4 2 0、2 つの γ 値の場合の最小境界 4 3 0 を示す。

【0 0 6 3】

20

図 5 は、高雑音データの場合の背景色の限界について画素値対標本数の例を示したグラフである。

単一 γ 値の場合の最大境界 5 0 0、単一 γ 値の場合の最小境界 5 1 0、2 つの γ 値の場合の最大境界 5 2 0、2 つの γ 値の場合の最小境界 5 3 0 を示す。

【0 0 6 4】

パラメータの更新に 2 つの異なる γ 値を使用することで、画素の標本の変動が増加すると平行 6 面体の大きさが増大する。

たとえば、図 4 に示した画素値の集合は、図 5 に示した画素値の集合と同一の平均値を持つが、図 5 に示した画素値の集合は変動が大きい例を示している。

ただし、単一の γ 値の使用に関連した最小と最大の境界値は、両方のデータ（つまり、低ノイズデータと高ノイズデータの両方）の集合に対して同じ値に収束する。

30

【0 0 6 5】

それに対して、2 つの γ 値の使用に関連した最小と最大の境界値は、異なるデータの集合に対して異なる値に収束する（つまり、データの標本の変動が増加すると、最小と最大との境界値の間が増大する）。

たとえば、最大境界 5 2 0 と最小境界 5 3 0 との間の距離は、最大境界 4 2 0 と最小境界 4 3 0 との間の距離よりも大きく、2 つの γ 値の場合の境界はデータの変動によって異なることを示している。

【0 0 6 6】

これらのグラフは、輝度成分に対して 2 つの異なる値の γ を使用する利点を示している。

40

2 つの色度成分も、同様の形態で処理される。

γ_1 と γ_2 の値は、 $(a_{\max} - a_{\min})$ の現在値に基づいている。

【0 0 6 7】

初期には、背景色は未知のため、この差は大きい。

走査が進行するにつれて、パラメータは、実際の背景色を中心とした狭い範囲に収束する。

この差が減少すると γ_1 と γ_2 が増加するように設定することで、走査の進行につれて適応全体の速度が減少する。

好ましい実施態様では、 γ_1 と γ_2 の値は以下のように設定される。

【0 0 6 8】

50

【数 1 8】

【式 1 8】

$$\gamma_1 = 1 - 0.009 \sqrt{a_{\max} - a_{\min}} \quad \gamma_2 = 0.95 \cdot \gamma_1$$

【0 0 6 9】

前述の更新式のパラメータ β_1 と β_2 は、最大値と最小値が同一の数値に収束するのを防止するのに使用される。

10

パラメータ β_1 と β_2 は、 $\beta_1 = 0.95$ と $\beta_2 = 1.05$ のように設定されることが好ましい。

その代わりに、背景の予測される変動に基づいて、以下のようにパラメータ β_1 と β_2 の値を調整することもできる。

【0 0 7 0】

【数 1 9】

【式 1 9】

$$\beta_1 = 1 - v \quad \beta_2 = 1 + v$$

20

【0 0 7 1】

v の値を変更することで、最大パラメータと最小パラメータがより近づくように、あるいはより離れるようにさらに調整することができる。

一般的に、値がさらに離れると、白または白の近傍に設定される画素が増加する。

好ましい実施形態では、 v の値は $v = 0.05$ に設定される。

【0 0 7 2】

本発明の ABR 機構の 1 つの態様に、画素 P が背景画素である確率 α の計算がある。

この計算は、画素値の特定の確率モデルに基づくことができる。

30

たとえば、確率 α は、以下のように計算することができる。

【0 0 7 3】

【数 2 0】

$$\begin{aligned} \text{【式 2 0】} \quad \alpha &= \Pr(\text{背景} \mid P = p, \bar{B}) = \Pr(bg \mid P = p, \bar{B}) \\ &= \frac{\Pr(P = p \mid bg, \bar{B}) \Pr(bg \mid \bar{B})}{\Pr(P = p \mid bg, \bar{B}) \Pr(bg \mid \bar{B}) + \Pr(P = p \mid \bar{bg}, \bar{B}) \Pr(\bar{bg} \mid \bar{B})} \end{aligned}$$

【0 0 7 4】

40

ここで bg は背景画素を示し、

【数 2 1】

【式 2 1】

$$\overline{bg}$$

は非背景画素を示す。

$L < L_{\min}$ 、 $a < a_{\min}$ 、 $a > a_{\max}$ 、 $b < b_{\min}$ 、 $b > b_{\max}$ の条件のどれ 50

かが成立する場合、 $\alpha = 0$ に設定する。

ただし、非常に色の薄い画素が背景となる確率をゼロに設定すべきではないため（つまり、用紙の色よりも薄い内容は印刷不可能）、 L_{max} の処理は異なる。

【0075】

これらの条件のどれもが成立しない場合、輝度成分だけを使用して α を近似することができる。

ただし、3つの成分をすべて使用すると、確率がゼロに近い画素と確率が1に近い画素との間の遷移領域が小さくなりすぎることがある。

そのため、好ましい実施形態では、以下の簡略化した式を使用すると、より良好な結果が得られる。

【0076】

【数22】

〔式22〕

$$\alpha \approx \Pr(bg | P_L = L, \bar{B}) = \frac{\Pr(P_L = L | bg, \bar{B}) \Pr(bg | \bar{B})}{\Pr(P_L = L | bg, \bar{B}) \Pr(bg | \bar{B}) + \Pr(P_L = L | \overline{bg}, \bar{B}) \Pr(\overline{bg} | \bar{B})}$$

【0077】

【数23】

〔式23〕

$$\Pr(P_L = L | bg, \bar{B})$$

【数24】

〔式24〕

$$\Pr(P_L = L | \overline{bg}, \bar{B})$$

および、

【数25】

〔式25〕

$$\Pr(P_L = L | bg, \bar{B})$$

をモデル化することが重要である。

【0078】

【数26】

〔式26〕

$$\Pr(\overline{bg} | \bar{B}) = 1 - \Pr(bg | \bar{B})$$

10

20

30

40

50

であるので、別途モデル化する必要はない。

以下の分布を使用することができる。

【 0 0 7 9 】

【 数 2 7 】

【 式 2 7 】

$$\Pr(P_L = L | \bar{bg}, B) = \frac{1}{256} \quad 0 \dots 255 \text{について一様}$$

$$\Pr(P_L = L | bg, B) = \begin{cases} 0 & L < L_{\min} \\ \frac{1}{256} + \left(\frac{L_{\min}}{256} \right) \cdot \left(\frac{0.5 \cdot (L_{\max} - L_{\min}) - |L - L_n|}{\lfloor 0.5 \cdot (L_{\max} - L_{\min}) \rfloor \cdot \lceil 0.5 \cdot (L_{\max} - L_{\min}) \rceil} \right) & L_{\min} \leq L \leq L_n \\ \frac{1}{256} & L > L_{\max} \end{cases} \quad 10$$

$$\Pr(bg | \bar{B}) = \frac{\sum_{P \in \Omega} \Pr(bg | P_L = L, \bar{B})}{|\Omega|} \quad \text{ここで } \Omega \text{ は現在までのすべての走査された画素の集合}$$

20

【 0 0 8 0 】

輝度値は 0 から 2 5 5 までの任意の整数値をとるため、各密度関数は、合計が 1 になるように適切にスケールされる。

【 0 0 8 1 】

図 6 は、背景画素についての確率密度関数の例示的な確率対輝度のグラフを示している。この例では、背景画素の密度関数は、 $L_{\min}$ と $L_{\max}$ との中間点で頂点に達する三角形の分布を持つ。

具体的には、図 6 は、 $L_{\min} = 210$ と $L_{\max} = 230$ の場合の

【 数 2 8 】

【 式 2 8 】

$$\Pr(P_L = L | bg, \bar{B})$$

30

の密度関数を示している。

【 0 0 8 2 】

上述の確率密度を使用すると、本発明の A B R 機構による背景パラメータ

【 数 2 9 】

【 式 2 9 】

$$\frac{1}{B}$$

40

についての完全な更新手順は以下のようになる。

【 0 0 8 3 】

ラスタ順の各画像画素 P について、

1. 局所活動 A を計算し、それを使用して活動値 A c t を更新する。
2. 距離値 D を計算する。

50

3. この画素について、 L' 、 a' 、 b' を計算する。

4. 更新式と

【数 3 0】

[式30]

$$\alpha = \Pr(bg \mid P = p, \vec{B})$$

の計算値を使用して、新しい背景パラメータ

10

【数 3 1】

[式31]

$$\vec{B}'$$

を計算する。

5.

【数 3 2】

20

[式 3 2]

$$\Pr(bg \mid \vec{B})$$

を更新する。

6. 新しく計算された値

【数 3 3】

30

[式 3 4]

$$\vec{B}'$$

で

【数 3 4】

[式 3 3]

$$\vec{B}$$

40

を置き換える。

7. 出力画像内の画素値 $P = p$ に対する $p' = (L', a', b')$ を置き換える。

【0 0 8 4】

変動パラメータ v とウィンドウのサイズの両方を修正して、アルゴリズムの動作を変更することができる。

予測されるように、背景の変動パラメータ v を大きい値に設定すると、白に設定される画素が増加する。

50

【0085】

ウィンドウサイズは、通常 3×3 または 5×5 に設定されるが、サイズごとに他のサイズに対する利点がある。

ウィンドウが小さいと、必要なメモリバッファおよび処理が減少するだけでなく、分解能が向上する。

その結果、文字間の背景画素の検出性能が向上する。

しかし、ウィンドウが大きいと、ハーフトーンの除外性能が向上し、その結果、白に設定されるハーフトーン領域が減少する。

【0086】

本発明の、走査された文書から背景を除去するための非常に堅牢なシステムと方法について説明した。 10

A B R 機構は文書が走査されるにつれて文書に対して自動的に調整され、背景の用紙色を白に設定する。

しかし、ハーフトーンパターンで表示される画素は除外される。

ただし、変動パラメータとウィンドウサイズを調整して、既知の走査プラットフォームや既知の種類の文書について結果を改善することができる。

【0087】

前述の部分では、特定の実施形態を参照して本発明を説明した。

しかし、本発明のより広い範囲から逸脱することなく、それらの実施形態に対してさまざまな修正と変更が可能なのは明らかである。 20

したがって、本明細書と図面は、限定的にではなく、例示的なものと考えるべきである。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】自動背景除去の方法およびシステムを実施することができる事務機器のブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態により構成された例示的な自動背景除去プログラムをより詳細に示すブロック図である。

【図3】図1の自動背景除去プログラムにより実行されるステップを示す流れ図である。

【図4】低雑音データの場合の背景色の限界についての例示的な画素値対標本数のグラフである。 30

【図5】高雑音データの場合の背景色限界についての画素値対標本数の例を示したグラフである。

【図6】背景画素についての確率密度関数の例示的な確率対輝度のグラフである。

【図7】本発明の一実施形態による自動背景除去機構を実施するためのアプローチを示すブロック図である。

【図8】本発明の一実施形態による背景パラメータの自動更新のためのアプローチを示すブロック図である。

【符号の説明】

【0089】

100・・・事務機器 40

104・・・パーソナルコンピュータ（PC）、

110・・・プロセッサ、

120・・・メモリ、

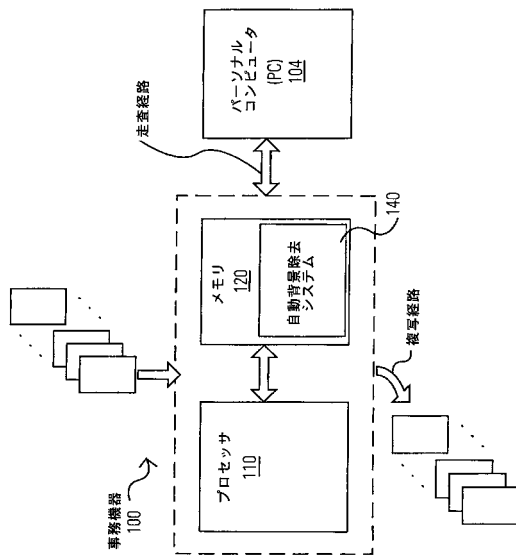
140・・・自動背景除去システム、

210・・・画素修正モジュール、

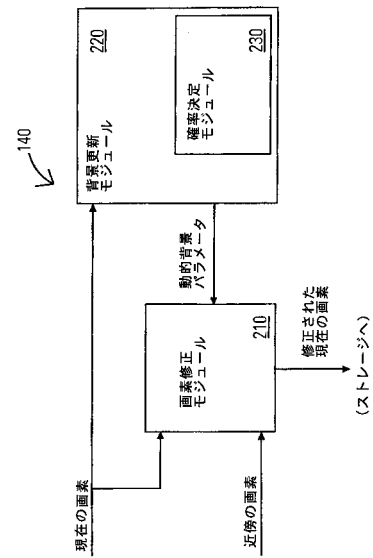
220・・・背景更新モジュール、

230・・・確率決定モジュール、

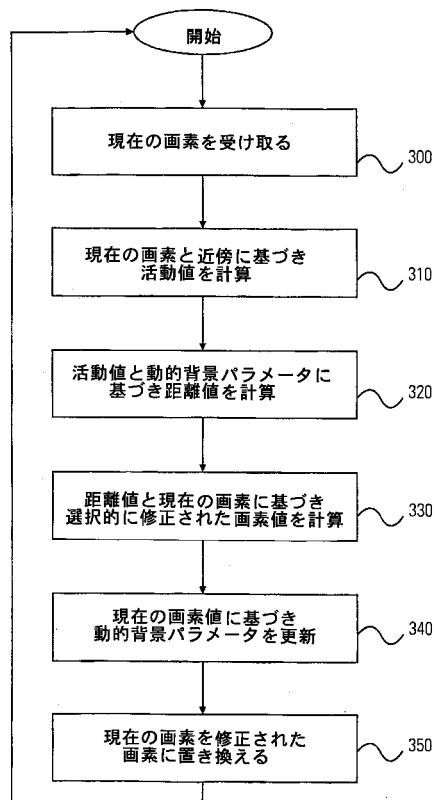
【図 1】



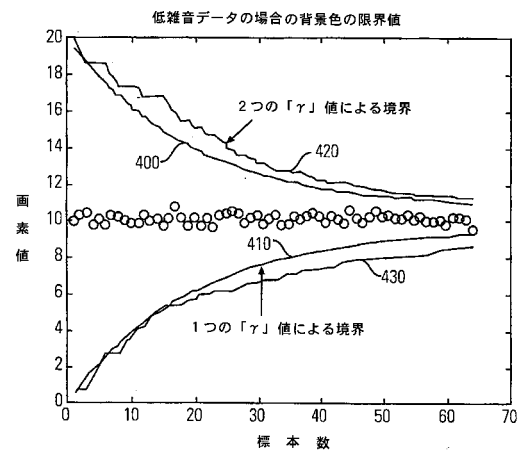
【図 2】



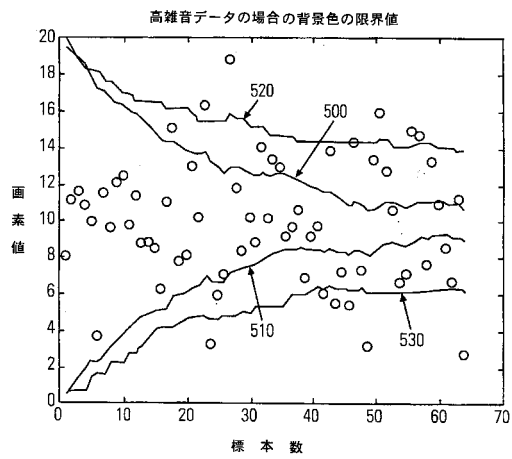
【図 3】



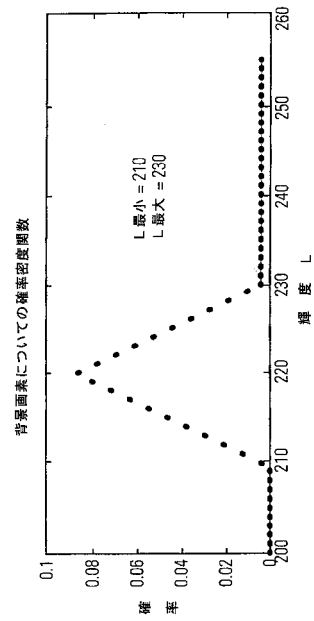
【図 4】



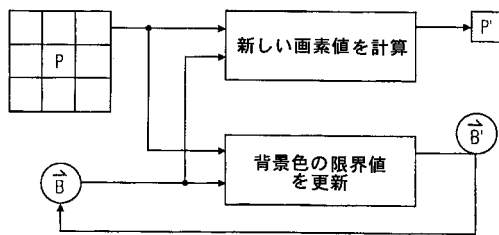
【図 5】



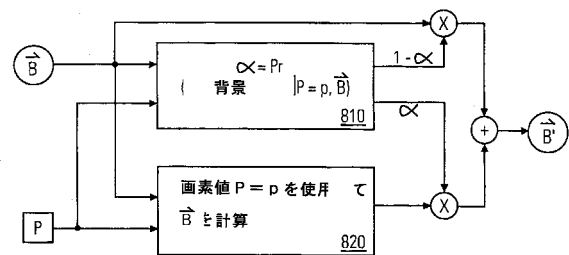
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【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
31 October 2002 (31.10.2002)

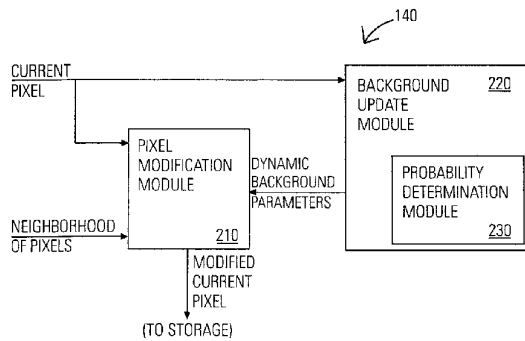
PCT

(10) International Publication Number
WO 02/086820 A2

- (51) International Patent Classification: G06T 5/00 (81) Designated States (national): 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, PI, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (21) International Application Number: PCT/US02/06874
- (22) International Filing Date: 6 March 2002 (06.03.2002)
- (25) Filing Language: English
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 09/801,038 6 March 2001 (06.03.2001) US
- (71) Applicant: HEWLETT-PACKARD COMPANY [US/US]; 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94304-1112 (US).
- (72) Inventor: TRETTER, Daniel, R.; 1533 Calle De Suarda, San Jose, CA 95118 (US).
- (74) Agent: HEMINGER, Susan, E.; Hewlett-Packard Company, Legal Department, IP Section, P.O. Box 272400, Ft. Collins, CO 80527-2400 (US).
- (84) Designated States (regional): ARIPO patent (GI, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 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, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Published: without international search report and to be republished upon receipt of that report

[Continued on next page]

(54) Title: AUTOMATIC BACKGROUND REMOVAL METHOD AND SYSTEM



(57) Abstract: A method and system for automatically removing noise from images. First, a current pixel is received (300). Next, an activity metric of the current pixel is computed (310) by using the current pixel and a neighborhood of pixels related to the current pixel. Then a distance metric that indicates the likelihood that the current pixel is a background pixel is computed (320) by using the activity metric and at least one background parameter. The distance metric provides a soft thresholding framework for the background removal. The current pixel is modified (330) based on the distance metric.

WO 02/086820 A2

WO 02/086820 A2 

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.

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-1-

AUTOMATIC BACKGROUND REMOVAL METHOD AND SYSTEM

5

FIELD OF THE INVENTION

The present invention relates to image processing, and more specifically, to an automatic background removal method and system.

10 BACKGROUND OF THE INVENTION

Scanners and copiers are well-known office machines that provide valuable office functions both in the workplace and at home. One important component of these scanners and copiers is the image processing that automatically filters noise (unwanted information) from the scanned document.

15 The primary object of background removal is the removal of noise from a scanned document. First, there is the problem of background noise. Second, there is the problem of bleed through that stems from very thin originals.

One example of noise in the document is commonly referred to as "bleed through" and typically occurs when the document to be scanned is a very thin piece of paper (e.g., a page from
20 a magazine etc.). The words or pictures from the backside of the document being scanned bleed through and are rendered as part of the current side's pictures and words. As can be appreciated, this "bleed through" severely degrades the quality of the copy or scanned document.

Another example of noise in the original document is a coffee stain on a white piece of paper. The stained area will appear darker than the remaining background of the document. If
25 this stain is not detected and removed, the resulting scanned image will appear to have a dark spot where the stain is. Another example of what might erroneously be characterized as noise is a color background (e.g., a document printed on green piece of paper).

With the advent of color scanners and color copiers, this problem is aggravated since the image processing must be able to distinguish the color background that should be removed and
30 color graphics, pictures, etc. that should be left alone.

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-2-

It would be desirable to have image processing software to automatically remove noise (e.g., background or bleed through) without erroneously deleting important content. Unfortunately, as described in greater detail hereinafter, the prior art approaches only offer tolerable solutions that suffer from various disadvantages.

5 There are three main prior art approaches to background removal or noise removal. Each of these approaches is briefly described hereinafter and their respective shortcomings are set forth.

U.S. Patent No. 5,956,468 entitled, "Document Segmentation System", H. Ancin, U.S. Patent #5,956,468, September 1999, uses a window-based algorithm for background removal
10 and text enhancement. Unfortunately, this technique is a two-pass approach that requires a lower resolution version of the entire document (commonly referred to as a "prescan") to determine the enhancement. With the advent of scanners and copiers that employ an automatic document feeder, requiring a user to feed a document through the scanner and copier twice is awkward at best and may not be readily accepted by users. In addition, additional memory is
15 needed for such an approach.

U.S. Patent Nos. 5,157,740 entitled, "Method for Background Suppression in an Image Data Processing System", by R. Klein, K. A. Wilds, M. Higgins-Luthman, and D. C. Williams, October 1992, and 5,282,061 entitled, "Programmable Apparatus for Determining Document Background Level", B. L. Farrell, January 1994, also use window-based algorithms, but they
20 explicitly classify pixels as "background" or "signal" pixels based on neighborhood information. A major disadvantage of these approaches is that a misclassification in such a system often leads to objectionable artifacts, such as areas in the scanned document of noise (ones and zeros where the image processing classifies some pixels as background that are subsequently set to white and other pixels in the region as important information that is not affected or modified.

25 U.S. Patent No. 5,761,339 entitled, "Method and Recording Medium for Separating and Composing Background and Character Image Data", N. Ikeshoji, T. Yamamoto, T. Kamiuchi, N. Hamada, K. Honda, and H. Yamakawa, June 1998, uses a nonlinear filter to estimate the background value at each pixel and then subtracts this background image from the original image to push the background to white and remove stains in the image. Although this approach

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-3-

provides tolerable results for text and lines, the approach could produce artifacts in regions of scanned photos, halftones, or solid fills. For example, a bright red object would have a red outline, but would have the center portion set to the background color (e.g., white) for a disturbing effect. Similarly, photographs with a person wearing a bright blue shirt would be
5 rendered as a white shirt with a blue outline.

Based on the foregoing, there remains a need for a method and system for automatically removing background that employs soft thresholding, that avoids the artifacts due to hard thresholding, that accurately removes noise from scanned photographs, halftones, and solid fills without removing important content, and that overcomes the disadvantages set forth previously.

10

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-4-

SUMMARY OF THE INVENTION

One aspect or feature of the present invention is the use of a sliding window that does not require a pre-scan. Consequently, only a few pixel rows need to be buffered rather than the entire image.

5 Another aspect of the present invention is the use of a soft thresholding framework, such as a probabilistic framework, to estimate probabilities that a pixel is background. The use of soft thresholding leads to a "soft" classification rather than a hard thresholding and resulting "hard" classification, thereby avoiding the artifacts (e.g., a noisy area in the document where misclassifications of the background are readily apparent) common with hard thresholding
10 approaches.

The present invention provides a method and system for automatically removing noise by employing a soft thresholding framework, an activity metric, and a distance metric that is based on the activity metric. First, a current pixel is received. Second, an activity of the current pixel is determined by using the current pixel and a neighborhood of pixels related to the current
15 pixel (e.g., a square window centered around the current pixel). An activity metric is utilized for determining pixel values that are part of a scanned halftone region. Third, a distance metric for indicating the likelihood that the current pixel is a background pixel is determined by using the activity metric and at least one background parameter. Fourth, the current pixel is selectively modified based on the pixel value and the distance metric. The background parameters are
20 updated based on the distance metric.

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-5-

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The present invention is illustrated by way of example, and not by way of limitation, in the figures of the accompanying drawings and in which like reference numerals refer to similar elements.

5 FIG. 1 is a block diagram of an office machine in which the automatic background removal method and system can be implemented.

 FIG. 2 is a block diagram illustrating in greater detail an exemplary automatic background removal program configured in accordance with one embodiment of the present invention.

10 FIG. 3 is a flowchart illustrating the steps performed by the automatic background removal program of FIG. 1.

 FIG. 4 is an exemplary pixel value versus sample number graph for background color limits with low-noise data.

15 FIG. 5 is an exemplary pixel value versus sample number graph for background color limits with high-noise data.

 FIG. 6 is an exemplary probability versus luminance graph of a probability density function for a background pixel.

20 FIG. 7 is a block diagram illustrating an approach for implementing the automatic background removal mechanism according to one embodiment of the present invention.

 FIG. 8 is a block diagram illustrating an approach for automatically updating the background parameters according to one embodiment of the present invention.

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-6-

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENT

In the following description, for the purposes of explanation, numerous specific details are set forth in order to provide a thorough understanding of the present invention. It will be apparent, however, to one skilled in the art that the present invention may be practiced without
5 these specific details. In other instances, well-known structures and devices are shown in block diagram form in order to avoid unnecessarily obscuring the present invention.

According to one aspect of the present invention, a sliding neighborhood (e.g., a square window) of pixels is utilized to estimate the probability that a current pixel is a background pixel. By avoiding an explicit classification, the automatic background removal (ABR) present
10 invention provides more robust results and fewer artifacts than the prior art "classify and threshold" scheme. Furthermore, the ABR mechanism present provides a single pass approach that avoids the expense of modifying scanner hardware and the poor quality that often results from binarizing a document, which is a needed step in the prior art two-pass approach. The parameters that are utilized by the present invention are also updated dynamically as the page is
15 processed.

According to another aspect of the present invention, a probabilistic approach that can adapt rapidly to changes in the document is provided. This probabilistic approach that adapts to the document can substantially remove artifacts due to bleed-through or stains on the document. Moreover, the speed of adaptation to the data can also be controlled, so the algorithm adapts
20 faster initially and then settles to a slower pace as more pixels are examined. By allowing adjustment of the speed of adaptation, the present invention prevents the ABR mechanism from over-fitting to the data.

Office Machine 100

FIG. 1 is a block diagram of an office machine 100 in which the automatic background
25 removal method and system can be implemented. The office machine 100 includes a processor 110 for executing instructions and a memory 120 for storing programs and data.

The memory 120 includes an automatic background mechanism 140 of the present invention. The office machine 100 can, for example, be a scanner, a copier, or an all-in-one machine.

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-7-

Preferably, the automatic background removal method and system of the present invention is implemented in software, such as a part of a driver program associated with a particular office machine (e.g., scanner or copier) or as part of an image processing application software. Accordingly, an exemplary embodiment of the automatic background removal method and system of the present invention is described hereinafter as a software program.

However, it is to be appreciated that the present invention can be implemented in software, firmware, hardware, or a combination thereof. When implemented in firmware, a program embodying the teaching of the present invention can, for example, be embedded into a micro-controller or a digital signal processor. When implemented in firmware, the teaching of the present invention can, for example, be hard-wired into an application specific integrated circuit (ASIC) or other custom hardware.

Automatic Background Removal Program

FIG. 2 is a block diagram illustrating in greater detail an exemplary automatic background removal program 140 configured in accordance with one embodiment of the present invention. The automatic background removal program 140 includes a pixel modification module 210 for receiving a current pixel, a neighborhood of pixels, and dynamic background parameters (e.g. an expected background color), that are described in greater detail hereinafter. Based on these inputs, the pixel modification module 210 selectively modifies the current pixel value to generate a modified pixel value.

The automatic background removal program 140 also includes a background update module 220 for automatically updating the background threshold based on the modified current pixel value.

The background update module 220 includes a probability determination module 230 for computing the probability that a current pixel is a background pixel based on the value of the current pixel and the dynamic background threshold.

Automatic Background Removal Processing

FIG. 3 is a flowchart illustrating the steps performed by the automatic background removal program of FIG. 1. In step 300 a current pixel is received. In step 310, an activity metric of the current pixel is computed by using the current pixel and a neighborhood of pixels

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-8-

related to the current pixel. In step 320, a distance metric for indicating the likelihood that the current pixel is a background pixel is computed by using the activity metric and at least one dynamic background parameter. The distance metric provides a soft thresholding framework for the automatic background removal. In step 330, a modified current pixel value is computed
5 based on the distance metric and the current pixel value. In step 340, the dynamic background parameters are updated based on the current pixel value. In step 350, the current pixel is replaced with the modified current pixel value.

Suppose background removal needs to be performed as a document is being scanned. In a copying application, for example, the entire image may never be buffered, so any processing
10 must be performed using only a few image rows at a time. The automatic background removal (ABR) method and system of the present invention uses a sliding neighborhood of pixels. This neighborhood can be a window with any shape and any number of pixels. For example, the window can be, but is not limited to, a square of pixels with the current pixel value being in the center of the window (e.g., a 3x3 square of pixels or a 5x5 square of pixels). It is noted that the
15 number of pixels employed in the window and the exact geometry of the window can be varied to suit a particular application.

The background color and variation are estimated from the data as the image is being scanned, and pixels that are in the expected range are pushed towards a predetermined color (e.g., white). Preferably, the ABR method and system of the present invention operates in a
20 luminance-chrominance color space, such as CIE Lab or YCrCb.

FIG. 7 is a block diagram illustrating an approach for implementing the automatic background removal mechanism according to one embodiment of the present invention. For example, this approach can be utilized by the automatic background removal system 140. In this approach, a sliding window centered at pixel P is employed to compute a new pixel value P'.
25 The parameters in $\vec{B}$ define a parallelepiped in luminance-chrominance space that gives the expected color of the document background.

In the preferred embodiment, the ABR mechanism of the present invention constructs a parallelepiped in luminance-chrominance space to specify the expected background color. Accordingly to one novel aspect of the present invention, the ABR mechanism automatically

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-9-

adjusts boundaries of the parallelepiped as the scan proceeds. Consequently, the expected background color can vary from scan to scan.

In this manner, the ABR of the present invention adapts to the document being scanned. Initially, the ABR adapts very quickly to the data (e.g., pixel values). Thereafter, as the scan proceeds, the ABR's adaptation speed decreases or slows.

An important aspect of the ABR of the present invention is that the ABR uses the parallelepiped boundaries in combination with an activity metric to estimate the probability that a given pixel is a background pixel. The activity metric serves to accurately detect light values that are part of a scanned halftone region. Consequently, the ABR of the present invention does not push halftone regions to white, since halftone regions represent values intentionally printed on the page. However, the ABR of the present invention detects paper color and bleed-through since these forms of noise have low activity values.

In the preferred embodiment, the background color is represented by six values that define the boundaries of the parallelepiped. For a CIE Lab representation, this can be expressed as

$$\vec{B} = \{L_{\min}, L_{\max}, a_{\min}, a_{\max}, b_{\min}, b_{\max}\}$$

The local activity is computed from the pixel luminance component. If $P_i = L_{i,j}$ is the luminance value of pixel P at location i, j , the metric can be expressed as

$$A = \frac{\sum |L_{ij} - L_{i-1,j}| - \sum |L_{ij} - L_{i+1,j}| + \sum |L_{ij} - L_{i,j-1}| - \sum |L_{ij} - L_{i,j+1}|}{\sum |L_{ij} - L_{i-1,j}| + \sum |L_{ij} - L_{i+1,j}| + K}$$

where the sums are over the pixel window. We use a constant value $K = 8 * (\text{number of pixels in window})$.

The local activity A is used to update the activity metric Act , which is basically a smoothed version of A .

$$Act = 0.75Act + 0.25A$$

Given the background color parameters $\vec{B}$ and the local activity A , the pixel is pushed towards white according to a distance measure D .

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-10-

$$D = \left(\frac{L_{i,j} - \bar{L}}{L_{\max} - L_{\min}} \right)^2 + \left(\frac{a_{i,j} - \bar{a}}{a_{\max} - a_{\min}} \right)^2 + \left(\frac{b_{i,j} - \bar{b}}{b_{\max} - b_{\min}} \right)^2 + 16(Act)^2$$

where $(\bar{L}, \bar{a}, \bar{b})$ is the center of the parallelepiped defined by the background color parameters $\bar{B}$.

In the preferred embodiment, the distance measure or metric is the square of a normalized Euclidean distance plus an activity term. It is noted that alternatively other distance
5 measures that are well known in the art can be employed provided that the activity metric is incorporated therein.

In this embodiment, a large value of D corresponds to a pixel that is either far from the "desired" value given by the parallelepiped or has a high activity. Since the parallelepiped is defined to represent background pixels (paper color), a large value of D indicates a pixel that is
10 probably not a background pixel, while small values of D correspond to pixels that are likely to be background pixels.

For example, in step 330, the CIELab pixel values can be updated based on the value of D . Specifically, we first compute a weighting factor $wt = C/(C + D)$, where C is a scalar constant (we use $C=2$). Note that as D increases, the weighting factor approaches zero. The
15 new pixel values in CIELab (shifted and scaled to be in the range 0-255) are given as

$$L' = \left[L \frac{255}{L_{\min}} \right] \cdot wt + L \cdot (1 - wt) \quad a' = a \cdot (1 - wt) \quad b' = -32 \cdot wt + b \cdot (1 - wt)$$

where white is $(L = 255, a = 0, b = -32)$.

Note that as $D \rightarrow 0$, the new CIELab value approaches white. For very large D , the CIELab value remains unchanged. Pixels that look more like background are thus pushed towards white, while other pixels remain unchanged. Since the remapping is based on a
25 continuous weighting factor, the ABR of the present invention avoids the contouring that can result from a hard segmentation into background and non-background pixels.

For example, in step 340, the background parameters $\bar{B}$ can be updated based on the observed pixel value. Since the paper color, and hence the background CIELab values, can

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-11-

change from scan to scan, the ABR method and system of the present invention adapts to the changing conditions by estimating parameters as the scan proceeds.

FIG. 8 is a block diagram illustrating an approach for automatically updating the background parameters according to one embodiment of the present invention. In this exemplary adaptation procedure $\Pr(X=x|Y=y,Z)$ is the probability that random variable X is equal to x given parameter Z and the random variable $Y=y$. Similarly, in block 810, $\Pr(background|P=p,\bar{B})$ is the probability that P is a background pixel given its value and the value of the background parameters $\bar{B}$.

When the probability α is near zero, the updated parameters remain essentially unchanged. When the probability is near one, on the other hand, the parameters are modified using the corresponding pixel value $P=p$. The modification equations utilized in block 820 can take the same form for each of the elements of $\bar{B}$. When the generic variable T represents an arbitrary element of $\bar{B}$, the updated value of T is given by

$$\tilde{T} = \gamma \cdot T + \beta \cdot (1 - \gamma) \cdot (\text{value from this pixel})$$

The adaptation parameter γ changes over time so the adaptation is rapid initially and slows down as the scan progresses. A smaller value of γ gives faster adaptation. Two different values of γ are used for the parameter updates to give a parallelepiped for background color that is larger for noisy scans. For the luminance component, the updates are given by

$$\begin{aligned} &\text{if } (L > \bar{L}) \\ &\quad \tilde{L}_{\min} = \gamma_1 \cdot L_{\min} + \beta_1 \cdot (1 - \gamma_1) \cdot L \\ &\quad \tilde{L}_{\max} = \gamma_2 \cdot L_{\max} + \beta_2 \cdot (1 - \gamma_2) \cdot L \\ &\text{else} \\ &\quad \tilde{L}_{\min} = \gamma_2 \cdot L_{\min} + \beta_1 \cdot (1 - \gamma_2) \cdot L \quad \text{where } \gamma_1 > \gamma_2 \text{ and } \bar{L} = 0.5 \cdot (L_{\min} + L_{\max}) \\ &\quad \tilde{L}_{\max} = \gamma_1 \cdot L_{\max} + \beta_2 \cdot (1 - \gamma_1) \cdot L \end{aligned}$$

FIG. 4 is an exemplary pixel value versus sample number graph for background color limits with low-noise data. A maximum boundary 400 with a single gamma value, a minimum boundary 410 with a single gamma value, a maximum boundary 420 with two gamma values, and a minimum boundary 430 with two gamma values are shown.

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-12-

FIG. 5 is an exemplary pixel value versus sample number graph for background color limits with high-noise data. A maximum boundary 500 with a single gamma value, a minimum boundary 510 with a single gamma value, a maximum boundary 520 with two gamma values, and a minimum boundary 530 with two gamma values are shown.

5 By using two different gamma values in the parameter update, the size of the parallelepiped increases if the pixel samples have more variability. For example, although the set of pixel values shown in FIG. 4 has the same average value as the set of pixel values shown in FIG. 5, the set of pixel values shown in FIG. 5 exemplify more variability. It is noted that the minimum and maximum boundary values associated with the use of a single gamma value
10 converge to the same values for both sets of data (i.e., both for the low noise data and the high noise data). In contrast, the minimum and maximum boundary values associated with the use of two gamma values converge to different values for the different sets of data (i.e., the range between the minimum and maximum boundary values increases as the variability of the data samples increases). For example, the range between the maximum boundary 520 and minimum
15 boundary 530 is greater than the range between the maximum boundary 420 and the minimum boundary 430, thereby indicating that the boundaries with two gamma values depend on the variability of the data.

These graphs illustrate the advantage of using two different values of γ for the luminance component. The two chrominance components are handled in an analogous fashion.
20 The values of γ_1 and γ_2 are based on the current value of $(a_{\max} - a_{\min})$. Initially, the background color is unknown, so this difference is large. As the scan progresses, the parameters converge to a narrower range about the actual background color. By setting γ_1 and γ_2 to increase as this difference decreases, the overall speed of adaptation decreases as the scan progresses. In the preferred implementation, the values of γ_1 and γ_2 are set as follows:

$$\gamma_1 = 1 - 0.009\sqrt{a_{\max} - a_{\min}} \quad \gamma_2 = 0.95 \cdot \gamma_1$$

25

The parameters β_1 and β_2 in the update equations above are used to prevent the minimum and maximum values from converging to the same number. Preferably, parameters

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-13-

β_1 and β_2 are set as follows: $\beta_1 = 0.95$ and $\beta_2 = 1.05$. Alternatively, the parameters β_1 and β_2 values can be adjusted based on expected variability of the background.

$$\beta_1 = 1 - \nu \quad \beta_2 = 1 + \nu$$

By changing the value of ν , the minimum and maximum parameters can further be adjusted closer together or farther apart. In general, as the values get further apart, more pixels are pushed to white or near-white. In the preferred embodiment, the value of ν is set as follows:
 $\nu = 0.05$.

One aspect of the ABR mechanism of the present invention is computing α , the probability that pixel P is a background pixel. This computation can be based on a specific probabilistic model for the pixel values. For example, the probability α can be computed as follows:

$$\alpha = \Pr(\text{background} \mid P = p, \vec{B}) = \Pr(bg \mid P = p, \vec{B}) = \frac{\Pr(P = p \mid bg, \vec{B}) \Pr(bg \mid \vec{B})}{\Pr(P = p \mid bg, \vec{B}) \Pr(bg \mid \vec{B}) + \Pr(P = p \mid \overline{bg}, \vec{B}) \Pr(\overline{bg} \mid \vec{B})}$$

where bg indicates a background pixel, and $\overline{bg}$ indicates a non-background pixel. We set $\alpha \approx 0$ if any of the following hold: $L < L_{\min}$; $a < a_{\min}$; $a > a_{\max}$; $b < b_{\min}$; $b > b_{\max}$. Note that $L_{\max}$ is treated differently since the probability that an extremely light pixel is background should not go to zero (i.e., it is not possible to print content that is lighter than the paper color). If none of these conditions hold, α may be approximated by using only the luminance component. It is noted that using all three components may give too small a transition region between pixels with probability near zero and pixels with probability near one. Consequently, in the preferred embodiment, the following simplified expression provides better results:

$$\alpha \approx \Pr(bg \mid P_i = L, \vec{B}) = \frac{\Pr(P_i = L \mid bg, \vec{B}) \Pr(bg \mid \vec{B})}{\Pr(P_i = L \mid bg, \vec{B}) \Pr(bg \mid \vec{B}) + \Pr(P_i = L \mid \overline{bg}, \vec{B}) \Pr(\overline{bg} \mid \vec{B})}$$

It is important to model $\Pr(P_i = L \mid bg, \vec{B})$, $\Pr(P_i = L \mid \overline{bg}, \vec{B})$, and $\Pr(bg \mid \vec{B})$. The quantity $\Pr(\overline{bg} \mid \vec{B}) = 1 - \Pr(bg \mid \vec{B})$, so it does not need to be modeled separately. The following distributions may be employed:

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-14-

$$\Pr(P_L = L | \bar{bg}, \bar{B}) = \frac{1}{256} \quad \text{Uniform on } 0 \dots 255$$

$$\Pr(P_L = L | bg, \bar{B}) = \begin{cases} 0 & L < L_{\min} \\ \frac{1}{256} + \left(\frac{L_{\min}}{256} \right) \cdot \left(\frac{0.5 \cdot (L_{\max} - L_{\min}) - |L - T|}{\left[0.5 \cdot (L_{\max} - L_{\min}) \right]_+ \left[0.5 \cdot (L_{\max} - L_{\min}) \right]_-} \right) & L_{\min} \leq L \leq L_n \\ \frac{1}{256} & L > L_{\max} \end{cases}$$

$\Pr(bg | \bar{B}) = \frac{\sum_{p \in \Omega} \Pr(bg | P_L = L, \bar{B})}{|\Omega|}$ where Ω is the set of all scan pixels seen so far.
 Since the luminance value L can take on any integer value from 0 to 255, each of the density functions is appropriately scaled to sum to one.

FIG. 6 is an exemplary probability versus luminance graph of a probability density function for a background pixel. In this example, the density function for a background pixel is a triangular distribution that reaches its peak at the midpoint between $L_{\min}$ and $L_{\max}$.
 Specifically, FIG. 6 illustrates the density function for $\Pr(P_L = L | bg, \bar{B})$ for $L_{\min} = 210$ and $L_{\max} = 230$. Using the probability densities described above, the ABR mechanism of the present invention provides the following complete update procedure for the background parameters $\bar{B}$:

- For each image pixel P in raster order,
1. Compute local activity A and use it to update activity metric Act .
2. Compute distance metric D .
3. Compute L' , a' , and b' for this pixel
4. Calculate the new background parameters $\bar{B}'$ using update equations and computation of $\alpha = \Pr(bg | P = p, \bar{B})$
5. Update $\Pr(bg | \bar{B})$
6. Replace $\bar{B}$ with newly computed value $\bar{B}'$
7. Substitute $p' = (L', a', b')$ for pixel value $P = p$ in the output image

Both the variability parameter ν and the window size can be modified to alter the behavior of the algorithm. As expected background variability ν is set larger, more of the pixels are pushed towards white.

The window size is typically set to either 3x3 or 5x5, with each size having some advantages over the other. The smaller window not only reduces the required memory buffer

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-15-

and processing, but also gives better resolution. This leads to an improved detection of background pixels among text characters. However, the larger window gives better halftone rejection, resulting in fewer halftone regions being pushed towards white.

5 A system and method of removing background from a scanned document of the present invention that is very robust has been described. The ABR mechanism automatically adjusts to the document as the document is scanned and pushes the background paper color towards white. However, pixels that exhibit a halftone pattern are skipped. It is noted that the variability parameter and window size can be adjusted to improve results on a known scanning platform or a known type of document.

10 In the foregoing specification, the invention has been described with reference to specific embodiments thereof. It will, however, be evident that various modifications and changes may be made thereto without departing from the broader scope of the invention. The specification and drawings are, accordingly, to be regarded in an illustrative rather than a restrictive sense.

15

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-16-

CLAIMS

What is claimed is:

1. A method for automatically removing noise comprising the steps of:
 - a) receiving (300) a current pixel;
 - 5 b) computing (310) an activity metric of the current pixel by using the current pixel and a neighborhood of pixels related to the current pixel;
 - c) computing (320) a distance metric for indicating the likelihood that the current pixel is a background pixel by using the activity metric and at least one background parameter; and
 - d) modifying (330) the current pixel based on the distance metric;
 - 10 wherein the distance metric provides a soft thresholding framework.
2. The method of claim 1 further comprising the steps of:
 - updating (340) the background parameter based on the current pixel;
 - wherein the updated background parameter is employed to compute the distance metric
 - 15 for the next current pixel.
3. The method of claim 1 wherein the current pixel includes a luminance component and a chrominance component; and wherein the step of computing an activity metric of the current pixel by using the current pixel and a neighborhood of pixels related to the current pixel includes:
 - 20 computing a local activity based on the luminance component of the current pixel; and
 - computing the activity metric based on the local activity.
4. The method of claim 1 wherein the current pixel includes a luminance component and a chrominance component; and wherein the step of computing a distance metric for indicating the likelihood that the current pixel is a background pixel by using the activity metric and at least one background parameter includes:
 - 25 computing a square of a normalized Euclidean distance based on the luminance component and a chrominance component of the current pixel; and
 - 30 generating a sum of the square of a normalized Euclidean distance and an expression that includes the activity metric.
5. The method of claim 1 wherein the current pixel is represented by an L component, an a component, and a b component; and wherein the step of modifying the current pixel based on the distance metric includes:
 - 35 generating a modified L component based on the current L component and the distance metric;

WO 02/086820

PCT/US02/06874

-17-

generating a modified a component based on the current a component and the distance metric; and

generating a modified b component based on the current b component and the distance metric.

5

6. The method of claim 1 wherein the method is applied in a luminance-chrominance color space.

7. The method of claim 6 wherein the luminance-chrominance color space is one of
10 a CIE Lab color space and YCrCb color space.

8. The method of claim 1 wherein the step of receiving a current pixel includes:

scanning a current line of pixels that includes the current pixel; and

scanning one of at least a first line of pixels above the current line and a second line of

15 pixels below the current line.

9. The method of claim 4 wherein the step of computing an activity metric of the current pixel by using the current pixel and a neighborhood of pixels related to the current pixel includes:

20 computing an activity metric of the current pixel based on the current pixel and a square window of pixels that are centered around the current pixel.

10. The method of claim 1 wherein the step of modifying the current pixel based on the distance metric includes:

25 adjusting the current pixel value based on the probability that the current pixel is a background pixel.

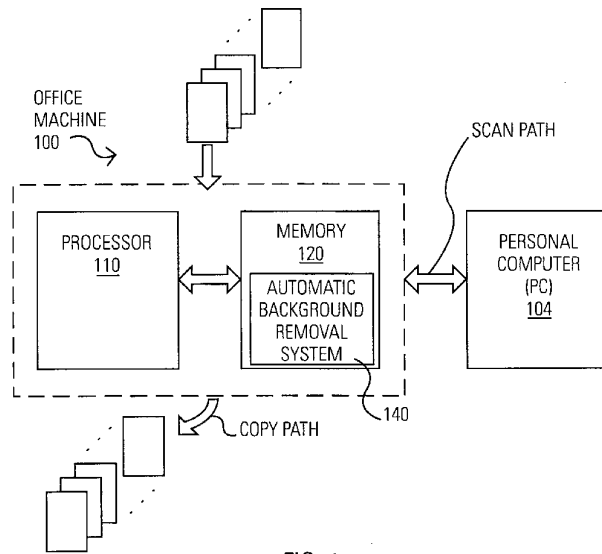


FIG. 1

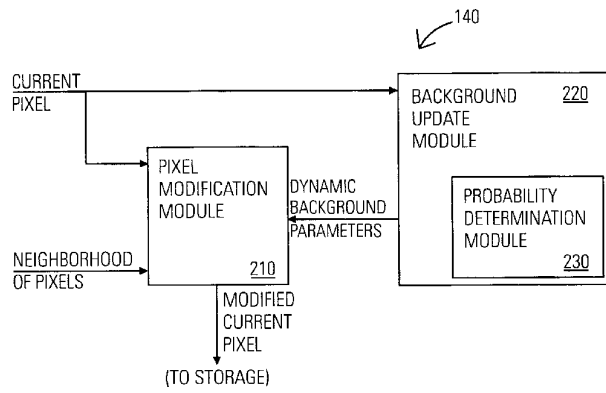


FIG. 2

WO 02/086820

PCT/US02/06874

3/8

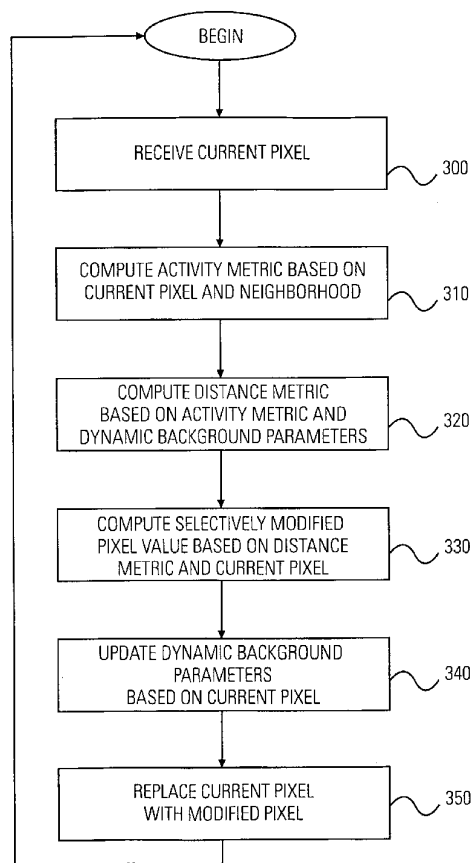


FIG. 3

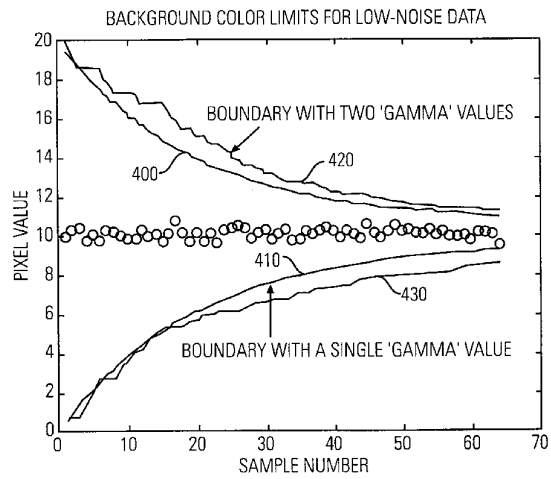


FIG. 4

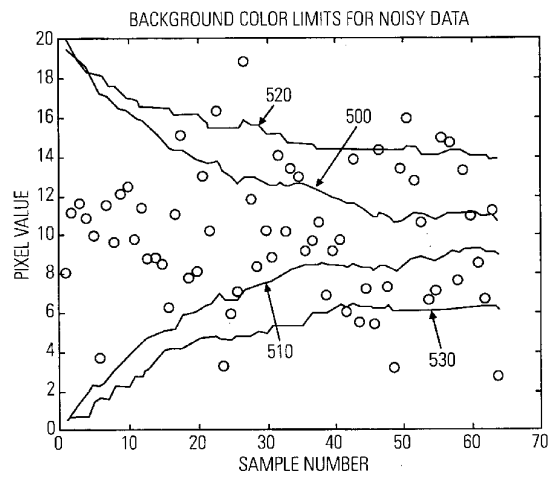


FIG. 5

WO 02/086820

6/8

PCT/US02/06874

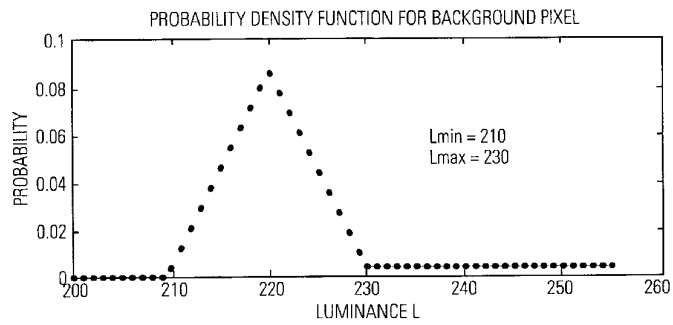


FIG. 6

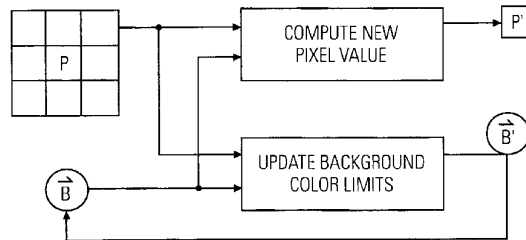


FIG. 7

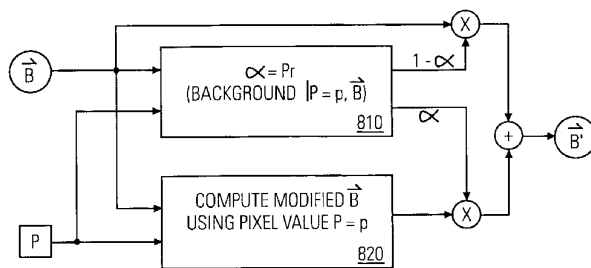


FIG. 8

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

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

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau(43) International Publication Date
31 October 2002 (31.10.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2002/086820 A3

(51) International Patent Classification: G06T 5/20, 5/00

(21) International Application Number: PCT/US2002/006874

(22) International Filing Date: 6 March 2002 (06.03.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data: 09/801,038 6 March 2001 (06.03.2001) US

(71) Applicant: HEWLETT-PACKARD COMPANY
[US/US], 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94304-1112 (US).

(72) Inventor: TRETTER, Daniel, R., 1533 Calle De Stuarda, San Jose, CA 95118 (US).

(74) Agent: HEMINGER, Susan, E., Hewlett-Packard Company, Legal Department, IP Section, P.O. Box 272400, Ft. Collins, CO 80527-2400 (US).

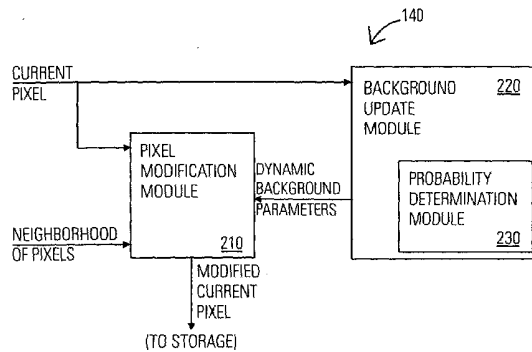
(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 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, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:
— with international search report(88) Date of publication of the international search report:
26 February 2004

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.

(54) Title: AUTOMATIC BACKGROUND REMOVAL METHOD AND SYSTEM



(57) Abstract: A method and system for automatically removing noise from images. First, a current pixel is received (300). Next an activity metric of the current pixel is computed (310) by using the current pixel and a neighborhood of pixels related to the current pixel. Then a distance metric that indicates the likelihood that the current pixel is a background pixel is computed (320) by using the activity metric and at least one background parameter. The distance metric provides a soft thresholding framework for the background removal. The current pixel is modified (330) based on the distance metric.

WO 2002/086820 A3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/US 02/06874
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 606T5/20 606T5/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 606T		
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) WPI Data, PAJ, INSPEC, EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 99 52275 A (STEINBERG AVIGDOR ;BREATHNACH LIAM (GB); SNELL & WILCOX LTD (GB)) 14 October 1999 (1999-10-14)	1-3,8,10
A	abstract page 2, line 4 - line 22 page 4, line 7 - line 24	4-7,9
A	US 5 845 017 A (KEYES MICHAEL P) 1 December 1998 (1998-12-01) abstract column 1, line 65 -column 2, line 30	1-10
A	EP 0 963 106 A (XEROX CORP) 8 December 1999 (1999-12-08) abstract page 4, line 57 -page 5, line 7	1-10
☐ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ 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 relating 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 can not 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 can not 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 *A* document number of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 1 August 2003		Date of mailing of the international search report 13/08/2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5016 Patentlaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-3240, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Gonzalez Ordóñez, O

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1999)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International Application No. PCT/US 02/06874	
Information on patent family members					
Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9952275	A	14-10-1999	AU	3339699 A	25-10-1999
			EP	1068722 A1	17-01-2001
			WO	9952275 A1	14-10-1999
US 5845017	A	01-12-1998	NONE		
EP 0963106	A	08-12-1999	US	6323957 B1	27-11-2001
			BR	9901692 A	15-08-2000
			CN	1237721 A	08-12-1999
			EP	0963106 A2	08-12-1999
			JP	2000050083 A	18-02-2000
			TW	432863 B	01-05-2001

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

Fターム(参考) 5C077 LL02 LL19 MP08 NN02 PP21 PP34 PP36 PP37 PP38 PP46
PP47 PP68 PQ20 TT06
5C079 HB04 HB08 LA06 LA07 LA21 LA39 LB13 NA02 PA02