

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-191952
(P2010-191952A)

(43) 公開日 平成22年9月2日(2010.9.2)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
G06K 9/38 (2006.01)		G06K	9/38	S	5B029
H04N 1/401 (2006.01)		H04N	1/40	I01A	5C077

審査請求 有 請求項の数 22 O L 外国語出願 (全 57 頁)

(21) 出願番号	特願2010-10371 (P2010-10371)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成22年1月20日 (2010.1.20)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
(31) 優先権主張番号	200910009922.8	(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
(32) 優先日	平成21年1月22日 (2009.1.22)	(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
(33) 優先権主張国	中国 (CN)	(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シェーディング補正を行なう装置及び方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 全体又は一部にシェーディングのある画像に対してシェーディング補正を行なう装置又は方法の提供。

【解決手段】 画像 I から背景画素を検出する工程と、検出した背景画素に従って光強度画像を生成する工程と、光強度画像を使用して画像 I からシェーディングを除去する工程とを含む。

【選択図】 図 1

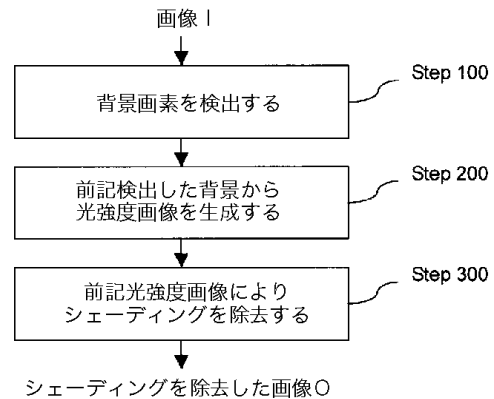


Fig. 1

前記背景画素の第 1 の集合に従って光強度範囲 [T 1 , T 2] を判定する工程と、
光強度が前記光強度範囲 [T 1 , T 2] 内にある背景画素を抽出することにより前記背景画素の第 1 の集合から背景画素の第 2 の集合を前記背景画素の第 1 の集合の代わりに検出した背景画素として抽出する工程と

を更に備えることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 9】

前記背景画素の第 1 の集合に従って前記光強度範囲 [T 1 , T 2] を判定する工程は、
前記背景画素の第 1 の集合における光強度平均 M 及び光強度分散 σ^2 を計算する工程と、
 $T_1 = M + \sigma \cdot \alpha_1$ 且つ $T_2 = M + \sigma \cdot \alpha_2$ である場合に、

$$T_1 = M + \sigma \cdot \alpha_1$$

$$T_2 = M + \sigma \cdot \alpha_2$$

のように T 1 及び T 2 を計算する工程と

を更に備えることを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記検出した背景画素から光強度画像を生成する工程は、

前記画像ブロックにおける前記検出した背景画素の光強度の平均値として各画像ブロックの平均背景光強度を設定する工程と、

前記画像ブロックの前記平均背景光強度から光強度画像を生成する工程とを更に備えることを特徴とする請求項 2 に記載の方法。

【請求項 11】

前記画像ブロックの前記平均背景光強度から光強度画像を生成する工程は、

画像ブロックの前記平均背景光強度をアップ・サンプリングすることにより又はアップ・サンプリング及び平滑化することにより、前記画像 (I) の同一サイズの光強度画像を生成する工程を更に含むことを特徴とする請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

全体又は一部にシェーディングのある画像 (I) に対してシェーディング補正を行なう装置であって、

前記画像 (I) から背景画素を検出する検出モジュールと、

前記検出した背景画素に従って光強度画像を生成する生成モジュールと、

前記光強度画像を使用して前記画像 (I) からシェーディングを除去するシェーディング除去モジュールと

を備えることを特徴とする装置。

【請求項 13】

前記画像 (I) から背景画素を検出し且つ / 又は前記光強度画像を生成する場合、前記検出及び / 又は前記生成を画像ブロックに基づいて実行するように、前記画像 (I) は前記画像ブロックに分割されることを特徴とする請求項 12 に記載の装置。

【請求項 14】

前記検出モジュールは、

前記画像 (I) から 2 値画像 (A) を生成し、

前記 2 値画像 (A) を参照することにより、検出した背景画素として前記画像 (I) の全体又は一部から背景画素の第 1 の集合を抽出するように構成されることを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の装置。

【請求項 15】

前記検出モジュールは、

前記画像 (I) を画像ブロックに分割し、

各 2 値画像ブロックを生成するように各画像ブロックに 2 値化を適用し、それにより結果として得られる 2 値画像ブロックが前記 2 値画像 (A) を共に形成し、

前記 2 値画像 (A) の対応する各 2 値画像ブロックを参照することにより、検出した背景画素として前記各画像ブロックから背景画素の各集合を抽出するように、更に構成されることを特徴とする請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】

前記検出モジュールは、

前記画像 (I) を画像ブロックに分割し、

前記 2 値画像 (A) を参照することにより、検出した背景画素として前記各画像ブロックから背景画素の各集合を抽出するように、更に構成されることを特徴とする請求項 14 に記載の装置。

【請求項 17】

前記検出モジュールは、

前記画像ブロックから抽出された前記背景画素の各集合に従って画像ブロック毎に光強度範囲 [T 1 , T 2] を判定し、

画像ブロック毎に抽出された前記背景画素の各集合から、光強度が前記画像ブロックの前記光強度範囲 [T 1 , T 2] 内にある背景画素の部分集合を前記背景画素の第 1 の集合の代わりに前記検出した背景画素として抽出するように、更に構成されることを特徴とする請求項 15 又は 16 に記載の装置。

【請求項 18】

前記光強度範囲 [T 1 , T 2] を判定することは、

画像ブロック毎に前記抽出された背景画素の各集合における光強度平均 M 及び光強度分散 を計算することと、

$\alpha_1 \in [-1, 0]$ 且つ $\alpha_2 \in [0, 1]$ である場合に、

$$T_1 = M + \alpha_1 \cdot \sigma$$

$$T_2 = M + \alpha_2 \cdot \sigma$$

のように画像ブロック毎に T 1 及び T 2 を計算すること

とを更に含むことを特徴とする請求項 17 に記載の装置。

【請求項 19】

前記検出モジュールは、

前記背景画素の第 1 の集合に従って光強度範囲 [T 1 , T 2] を判定し、

光強度が前記光強度範囲 [T 1 , T 2] 内にある背景画素を抽出することにより前記背景画素の第 1 の集合から背景画素の第 2 の集合を前記背景画素の第 1 の集合の代わりに前記検出した背景画素として抽出するように、更に構成されることを特徴とする請求項 14 に記載の装置。

【請求項 20】

前記背景画素の第 1 の集合に従って前記光強度範囲 [T 1 , T 2] を判定することは、

前記背景画素の第 1 の集合における光強度平均 M 及び光強度分散 を計算することと、

$\alpha_1 \in [-1, 0]$ 且つ $\alpha_2 \in [0, 1]$ である場合に、

$$T_1 = M + \alpha_1 \cdot \sigma$$

$$T_2 = M + \alpha_2 \cdot \sigma$$

のように T 1 及び T 2 を計算すること

とを更に含むことを特徴とする請求項 19 に記載の装置。

【請求項 21】

前記生成モジュールは、

前記画像ブロックにおける前記検出した背景画素の光強度の平均値として各画像ブロックの平均背景光強度を設定し、

前記画像ブロックの前記平均背景光強度から光強度画像を生成するように、更に構成されることを特徴とする請求項 13 に記載の装置。

【請求項 22】

前記画像ブロックの前記平均背景光強度から光強度画像を生成することは、画像ブロックの前記平均背景光強度をアップ・サンプリングすることにより又はアップ・サンプリング及び平滑化することにより前記画像 (I) の同一サイズの光強度画像を生成することを含むことを特徴とする請求項 21 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

10

20

30

40

50

【技術分野】

【0001】

本発明は、画像全体又は一部にシェーディングのある画像に対してシェーディング補正を行なう装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

シェーディング・アーティファクト（以降、シェーディングとも呼ぶ）は、印刷物等のカメラ又はスキャナを用いた結像に対する非常に一般的な問題である。シェーディング・アーティファクトは、印刷物の不均一な照明及び非平面形状により含まれる可能性がある。

10

【0003】

関連技術において、カメラ又はスキャナにより取り込まれた文書画像におけるシェーディング・アーティファクトの問題に対処する多くの文献及び特許が存在する。

【0004】

米国特許第5,912,992号公報には、シェーディングを含む画像から事前にシェーディングを除去することによりシェーディングの影響のない文字及び行等の物体を抽出する方法を開示する。しかし、この発明は、主にライセンスプレート画像を処理することを目的とし、一般的な文書（例えば、紙の文書又は書籍）画像の処理に関する教示を与えない。

【0005】

米国特許第6,788,822号公報は、MSR（multi-scale retinex）を使用してシェーディング補正を行なう方法を開示し、最適なダイナミックレンジをDC画像に提供する。しかし、retinexを計算するのは、非常に時間のかかる処理である。更に、retinexは画像中のシェーディングを完全に除去できない。

20

【0006】

米国特許第6,577,762号公報は、文書画像の背景画像を生成するための閾値処理技術を開示し、背景画像を使用して画像の背景を正規化する。しかし、米国特許第6,577,762号公報の開示は、文書画像に大きな空白領域（例えば、ページの四辺の余白、行間）が存在すると仮定し、空白領域に従って背景画像を推定する。しかし、文書によっては、行間が非常に小さく、背景を推定するためにこの技術により使用できない。この場合、ページの四辺の余白にのみ依存することにより、例えば撮影環境に2つ以上の光源が存在する場合は推定される背景は不正確になる。

30

【0007】

本発明は、従来技術における不足する点又は欠点の少なくとも一部に対処することに関する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許第5,912,992号公報

【特許文献2】米国特許第6,788,822号公報

【特許文献3】米国特許第6,577,762号公報

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、従来技術における不足する点又は欠点の少なくとも一部に対処することに関する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の1つの態様によると、画像における光強度分布を自動的に推定でき且つ推定された光強度分布に従ってシェーディング・アーティファクトを除去できる方法が提供さ

50

れる。

【0011】

本発明の別の態様によると、全体又は一部にシェーディングのある画像Iに対してシェーディング補正を行なう方法であって、画像Iから背景画素を検出する工程と、検出した背景画素に従って光強度画像を生成する工程と、光強度画像を使用して画像Iからシェーディングを除去する工程とから成る方法が提供される。

【0012】

本発明の別の態様によると、全体又は一部にシェーディングのある画像Iに対してシェーディング補正を行なう装置であって、前記画像Iから背景画素を検出する検出モジュールと、前記検出した背景画素に従って光強度画像を生成する生成モジュールと、前記光強度画像を使用して前記画像Iからシェーディングを除去するシェーディング除去モジュールとを具備する装置が提供される。

10

【0013】

本発明の別の態様によると、本発明の上述の方法が利用されるか又は本発明の装置が提供されるOCRシステムが提供される。

【発明の効果】

【0014】

本発明を使用して、画像におけるシェーディングは効果的且つより正確に除去され、画像に対するOCR精度は向上される。

【0015】

本発明の一実施形態によると、詳細には背景画素を検出し且つ/又は光強度画像を生成する時に画像ブロックに基づいて前記検出及び前記生成を実行するように画像を画像ブロックに分割することにより、更に詳細には先に抽出された背景画素の第1の集合から光強度範囲に基づいて背景画素の第2の集合を更に抽出することにより、背景画素はより正確に判定され、光強度画像は背景画素に従ってより適切に生成される。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態に係るシェーディング補正方法を示すフローチャートである。

【図2】本発明の異なる実施形態に従って背景画素を検出するステップを示す例示的なフローチャートである。

30

【図3】本発明の異なる実施形態に従って背景画素を検出するステップを示す例示的なフローチャートである。

【図4】本発明の一実施形態に従って、画像Iから背景画素の第1の集合を抽出し、背景画素の第1の集合の光強度範囲[T1, T2]を判定する処理を示すフローチャートである。

【図5】本発明の一実施形態に従って光強度画像を生成する処理を示すフローチャートである。

【図6】本発明の一実施形態に係るシェーディング補正を行なう装置を示すブロック図である。

40

【図7】撮影又は走査等が行なわれる紙の文書に対するシェーディングを含む原画像を示す図である。

【図8】本発明の一実現例に従って図7の原画像から生成された2値画像を示す図である。

【図9】本発明の一実現例に従って推定された図7の原画像の光強度分散を示す光強度画像を示す図である。

【図10】図7の原画像のシェーディングを除去した画像を示す図である。

【図11】本発明が適用されるOCRシステムの処理を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0017】

50

本発明の上述の特徴及び利点は単なる例示であり、本発明の他の特徴及び利点は、以下の詳細な説明を熟慮又は調査することにより当業者により容易に理解されるか、あるいは本発明の実施により認識される。

【0018】

本明細書に取り入れられ且つ本明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の原理を更に理解するために提供され、本発明の範囲を限定するものではない。本発明の例示的な実施形態を図示する。

【0019】

第1及び第2等の関係を示す用語は、エンティティ、項目又は動作間の任意の実際の関係又は順序を必ずしも要求せず又は示さず、1つのエンティティ、項目又は動作を別のエンティティ、項目又は動作と区別するために使用されることが理解される。

10

【0020】

本発明の多くの機能性及び本発明の多くの原理は、実現される際、コンピュータプログラム、中央処理装置(CPU)により実行可能なソフトウェア命令及び/又は特定用途向け集積回路等のソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア及び/又はそれらの任意の組合せで最適に実施されることが更に理解される。例えば利用可能な時間、現在の技術及び経済上の考慮が動機となって多くの設計選択及び多くの労力が必要となる可能性にもかかわらず、本明細書において開示される概念及び原理に従えば、当業者は最小限の実験によりそのようなプログラム、命令及び/又はICを容易に生成できることが予想される。

【0021】

以下において、添付の図面を参照して本発明を詳細に説明する。

20

【0022】

図1は、本発明の一実施形態に係るシェーディング補正方法を示すフローチャートである。方法は、図1に示すように、画像Iから背景画素を検出するステップ(ステップ100)と、前記検出した背景画素から光強度画像を生成するステップ(ステップ200)と、前記光強度画像を使用してシェーディングを除去するステップ(ステップ300)とを含む。このように、シェーディングを除去した画像Oは本発明の方法に従って取得される。

【0023】

以下において、図2～図5を参照して図1に示すそれらのステップを更に詳細に説明する。

30

【0024】

図2及び図3は、それぞれ本発明の異なる実施形態に従って背景画素を検出するステップを示す例示的なフローチャートである。

【0025】

ステップ100において、背景画素は原画像Iから検出される。図2に示すように、本発明の特定の一実施形態において、ステップ100の処理は以下のように実行されてもよい。

【0026】

最初に、2値画像Aは画像Iから生成される(ステップ110)。2値画像は、画素が2種類の値のみを含む画像を示す。2種類の値のうち一方は前景画素を表し、他方は背景画素を表す。

40

【0027】

次に、背景画素の第1の集合(set 1で示される)は、検出された背景画素として、2値画像Aを参照することにより画像Iの全体又は一部から抽出される(ステップ120)。

【0028】

本発明の更なる実施形態において、ステップ100は、図3に示すように、set 1に従って光強度範囲[T1, T2]を判定するステップ(ステップ130)と、光強度が光強度範囲[T1, T2]内にある画素を抽出することによりset 1から背景画素の第2

50

の集合 (s e t 2 で示される) を抽出するステップ (ステップ 1 4 0) とを更に含む。そのような場合、背景画素の第 1 の集合の代わりに背景画素の第 2 の集合が、検出された背景画素として処理される。

【 0 0 2 9 】

いくつかの実施形態において、当業者が以下の詳細な説明から理解するように、本発明に係る方法は、画像を画像ブロックに分割することにより実行される。

【 0 0 3 0 】

次に、図 2 及び図 3 を参照してステップ 1 1 0 ~ 1 4 0 の詳細を更に説明する。

【 0 0 3 1 】

ステップ 1 1 0 において、2 値画像 A が原画像 I から生成される。本発明の好適な実施形態において、画像は画像ブロックに分割され、2 値画像 A を共に形成する 2 値画像ブロックを生成するために 2 値化が各画像ブロックに適用される。本明細書において、周知の N i b l a c k 法等の多くの局所 2 値化法が適用可能である。

10

【 0 0 3 2 】

文書 (紙の文書等) の画像に対しては、画像ブロックのサイズが原画像の平均文字サイズに設定されるのが更に適切である。殆どの場合、画像の平均文字サイズを推定する必要はない。本発明者の実験によると、15 ~ 50 画素のブロックサイズが殆どの画像に適用可能である。本発明の一実施例において、ブロックサイズは 20 画素に設定される。その結果、背景画素をより正確に検出することを容易にするためにテキストの範囲を非常に高い精度で検出できる。

20

【 0 0 3 3 】

ステップ 1 2 0 において、背景画素の第 1 の集合 (s e t 1 で示される) が、2 値画像 A を参照して画像 I の全体又は一部から抽出される。

【 0 0 3 4 】

しかし、本発明者は、文字又はストロークを含む殆どの前景画素がステップ 1 1 0 で識別されたが、前景に属するいくつかの保持される薄いストロークが依然として背景から分離されないことを発見した。すなわち、背景画素から分離されずに保持される前景画素が存在する可能性がある。これらの保持される前景画素が光強度画像を生成するための検出された背景画素に含まれる場合、より不利益になるだろう。

【 0 0 3 5 】

更に、光強度が強い画素であり且つ抽出された s e t 1 における「ごま塩」 (salt and pepper) ノイズ等である特定のノイズ画素が依然として存在する可能性がある。これらのノイズ画素が光強度画像を生成するために検出された背景画素に含まれる場合も、より不利益になるだろう。

30

【 0 0 3 6 】

背景画素をより正確に抽出するために、2 値画像 A を参照して抽出され且つステップ 1 1 0 で識別されなかった保持される前景画素及びノイズ画素を含む可能性のあるこれらの背景画素に対して更に高精度な処理が必要である。

【 0 0 3 7 】

この問題に対処するために、本発明の更に好適な一実施形態において、光強度範囲 [T 1 , T 2] は、背景画素の第 1 の集合 (s e t 1) に従って更に判定され (ステップ 1 3 0) 、その後、背景画素の第 2 の集合 (s e t 2) は、背景画素の第 1 の集合 (s e t 1) から光強度範囲 [T 1 , T 2] に基づいて抽出される (ステップ 1 4 0) 。これについては、以下に詳細に更に説明する。

40

【 0 0 3 8 】

本明細書において、光強度範囲 [T 1 , T 2] は、薄いストローク等により形成される保持される前景画素を検出及び除去するために規定される。すなわち、光強度範囲は、s e t 1 中で保持される前景画素を除去するために使用される。他の予備情報がないため、光強度範囲を判定するために平均及び分散は適切な基準である。

【 0 0 3 9 】

50

set 1 は n 画素を有し且つ記号 V_i は set 1 に属する画素の濃度値を表す（濃度値は画素の光強度に対応しても良い）と仮定する。一般に、M は set 1 の背景画素の濃度値の光強度平均を表すために使用され、 σ は set 1 の背景画素の濃度値の光強度分散を表すために使用され、以下の式が成り立つ。

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

・・・ (1)

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} * \left[\sum_{i=1}^n (V_i - M)^2 \right]} \quad (2)$$

10

・・・ (2)

下限 T_1 及び上限 T_2 は、以下の式に示すように平均及び分散を含む関数により記述される。

$$T = f(M, \sigma) \quad (3)$$

20

・・・ (3)

殆どの応用例に対して一次関数で十分であることを考慮して、以下の式が取得される。

$$T = M + \alpha * \sigma \quad (4)$$

・・・ (4)

式中、因子 α は信頼区間により判定される定数値であり、信頼区間は、画素が背景画素として考えられると保証される区間を意味する。従って、以下の式が成り立つ。

$$T_1 = M + \alpha_1 * \sigma \quad (5)$$

30

・・・ (5)

$$T_2 = M + \alpha_2 * \sigma \quad (6)$$

・・・ (6)

式中、 $T_1 < T_2$ 、 $\alpha_1 \in [-1, 0]$ 且つ $\alpha_2 \in [0, 1]$ である。本発明の一実施例において、 $\alpha_1 = 0$ 、 $\alpha_2 = 0.5$ である。本発明の他の実施形態において、下限 T_1 及び上限 T_2 を判定するために、他の適切な関数が採用されてもよい。

【0040】

40

その後、図3に示すようにステップ140に進む。

【0041】

ステップ140において、保持される前景画素及びノイズ画素が実質的に除去されるように、光強度が光強度範囲 $[T_1, T_2]$ 内にある背景画素の第2の集合 (set 2 で示される) は set 1 から抽出される。

【0042】

set 1 は n 画素を有し、記号 i は set 1 に属する画素を表すために使用され、記号 V_i は画素の光強度に対応してもよい画素 i の濃度値を表すことが仮定される。2つの閾値 T_1 及び T_2 は、ステップ130で規定される。 $V_i < T_1$ である場合、画素 i は前景画素であると考えられる。 $V_i > T_2$ である場合、画素 i はノイズ画素であると考えられ

50

る。Viが光強度範囲[T1, T2]内にある場合、画素iは適切な背景画素として受け入れられる。そのような演算をset1に適用すると、実質的に背景画素のみを含む背景画素の第2の集合(set2)が取得される。

【0043】

以下において、図4を参照して、本発明に従ってset1を抽出し且つ光強度範囲[T1, T2]を判定する別の例示的な処理を更に説明する。

【0044】

図4は、本発明の一実施形態に従って、画像Iから背景画素の第1の集合を抽出し且つ背景画素の第1の集合の光強度範囲[T1, T2]を判定する処理を示すフローチャートである。

10

【0045】

本発明の好適な一実施形態によると、ステップ121において、画像Iから背景画素を抽出する場合、画像Iは少なくとも1つの画像ブロックに分割される。一実施形態において、画像はP*Qの画像ブロックに分割される(ステップ121)。そのような場合、P=1且つQ=1である時に画像全体が1つのブロックとして考えられることは容易に理解されるだろう。更に好適な実施形態において、画像は同一サイズの画像ブロックに分割される。

【0046】

文書(紙の文書等)の画像に対しては、画像ブロックのサイズが原画像Iの平均文字サイズに設定されるのが更に適切である。一般に、連結成分解析(CCA)等の文字のサイズを計算する方法がいくつか存在する。しかし、殆どの場合、画像中の平均文字サイズを推定する必要はない。本発明者の実験によると、15~50画素のブロックサイズが殆どの画像に適用可能である。本発明の一実施例において、ブロックサイズは20画素として設定される。尚、上記教示は、説明中必要に応じて画像を画像ブロックに分割する際に適用されてもよい。

20

【0047】

その後、ステップ122に進む。

【0048】

ステップ122において、背景画素の集合は、画像ブロック毎に2値画像Aを参照することにより抽出される。画像ブロック中の指定された各画素は、2値画像Aの画素に対応している。2値画像Aを参照することにより、指定されたブロック中の背景画素及び前景画素に容易にラベル付けできる。抽出された背景画素の集合は、個々に又は共に背景画素の第1の集合(set1)を形成する。その後、ステップ130'に進む。

30

【0049】

ステップ130と同様に、ステップ130'において、光強度範囲[T1, T2]は抽出された背景画素の集合に従って画像ブロック毎に判定される。

【0050】

その後、ステップ140'において、背景画素の部分集合は、最終的に抽出される背景画素として、抽出された背景画素の集合から光強度範囲[T1, T2]に従って画像ブロック毎に抽出される。画像ブロックから抽出された前記背景画素の部分集合は、前記背景画素の第2の集合(set2)を共に形成してもよい。そのような場合、背景画素に保持される上述の薄い文字又はストロークは実質的に除去される。

40

【0051】

また、本発明の好適な一実施形態において、ステップ121の前記分割は、ステップ110に関して上述した分割と同一であり、更に詳細には、この場合、ステップ121の分割は、122、130'及び140'等の後続ステップがステップ110に関して上述した画像ブロックに従って実行できるように無視される。

【0052】

以下において、本発明に従って前記検出された背景画素から光強度画像を生成する例示的な処理を説明する。

50

【 0 0 5 3 】

背景画素が適切に検出された後、ステップ 2 0 0 において、光強度画像は背景画素から計算される。

【 0 0 5 4 】

本発明の好適な一実施形態において、画像は少なくとも 1 つの画像ブロックに分割され、それに対応して検出された背景画素が分割される。一実施形態において、画像は例えば $P_1 * Q_1$ の画像ブロックに分割される。 $P_1 = 1$ 且つ $Q_1 = 1$ である場合、画像全体は 1 つのブロックとして考えられる。更に好適な一実施形態において、画像は同一サイズの画像ブロックに分割される。

【 0 0 5 5 】

各画像ブロックに含まれる検出された背景画素 (set 1 又は set 2) の光強度の平均値は、画像ブロックの平均背景光強度として計算される。画像ブロックは k 個の検出された背景画素を有し、記号 V_i は画像ブロック中の検出された背景画素 i の濃度値を表し、記号 $V_{average}$ は画像ブロックの平均背景光強度を表し、記号 M は画像ブロックの検出された背景画素の光強度の平均を表すために使用されると仮定され、以下が成り立つ。

$$V_{average} = M = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V_i \quad (7)$$

・・・ (7)

このように、画像ブロックの平均背景光強度は取得される。その後、光強度画像は画像ブロックの平均背景光強度から生成される。

【 0 0 5 6 】

生成された光強度画像の解像度が原画像 I の解像度と一致しない場合もあることを考慮すると、更に好適な一実施形態において、生成された光強度画像は原画像 I の解像度に一致するように双線形アップ・サンプリングされる等、更にアップ・サンプリングされる。すなわち、平均背景光強度はアップ・サンプリング (例えば、双線形・アップサンプリング) され、原画像 I と同一サイズの光強度画像を生成する。解像度を一致させる目的で、本発明の教示に鑑みて他の適切な手段が利用可能であることは当業者には理解されるだろう。この場合、アップ・サンプリングされた背景画像は、原画像 I に対する前記光強度画像として考慮されてもよい。更なる実施形態において、光強度画像は、ガウス平滑化法等のある種の平滑化法を使用してノイズ又は異常データを消去するために更に平滑化される。

【 0 0 5 7 】

ステップ 2 0 0 の前記分割は必須ではなく又は必要ではないことが理解されるべきである。本発明の他の実施形態において、ステップ 2 0 0 は、ステップ 2 0 0 において画像を分割する代わりに先行ステップ 1 1 0 又は 1 2 1 で分割された画像ブロックを参照して実行される。以下において、そのような場合の例示的な処理について、図 5 を参照して詳細に説明する。

【 0 0 5 8 】

図 5 は、本発明の一実施形態に従って画像 I に対する光強度画像を生成する例示的な処理を示すフローチャートである。図 4 に示すようなステップ 1 2 1、1 2 2、1 3 0' 及び 1 4 0' と同様に、画像 I は画像ブロックに分割され (ステップ 1 2 1')、背景画素の集合は 2 値画像 A を参照することにより画像ブロック毎に抽出され (ステップ 1 2 2')、光強度範囲 $[T_1, T_2]$ は抽出された背景画素の集合から画像ブロック毎に判定される (ステップ 1 3 0'')。その後、光強度が画像ブロックの光強度範囲 $[T_1, T_2]$ 内にある画素を抽出することにより、背景画素の部分集合は画像ブロック毎にステップ 1 2 2' で抽出された背景画素の集合から画像ブロック毎に抽出される (ステップ 1 4 0''

10

20

30

40

50

)。その後、画像ブロックの平均背景光強度は、画像ブロック毎に上述したように計算される(ステップ210)。その後、光強度画像は画像ブロックの平均背景光強度から生成される(ステップ220)。

【0059】

以下において、本発明の一実施形態に従って光強度画像を使用してシェーディングを除去する処理(図1に示すステップ300)について更に説明する。

【0060】

ステップ300において、画像の全体又は一部におけるシェーディングは、前記光強度画像を使用して除去される。

【0061】

本発明の特定の一実施形態において、原画像データが $I(x, y)$ であり、光強度画像データが $M(x, y)$ であると仮定すると、出力画像であるシェーディングを除去した画像データ $O(x, y)$ は以下の式により計算される。

$$O(x, y) = c * (I(x, y) / M(x, y)) \quad (8)$$

・・・(8)

式中、 c は、 $O(x, y)$ が有効な光強度範囲内にある(例えば、8ビット濃淡画像の場合、 $O(x, y)$ は0~255内である必要がある)ことを保証する定数値である。 c が大きい程、出力画像は輝度が高い。本発明の一実施例において、 c は原画像の最大光強度として設定される。シェーディングを除去した画像データ $O(x, y)$ は、画像 I 内の画素毎に上述の計算を実行することにより取得される。

【0062】

本発明の開示に鑑みて、シェーディング除去を実行するためにステップ300において他の適切な方法又は技術が適用可能であることは、当業者には理解されるだろう。

【0063】

尚、前記光強度画像を生成することは、背景画素から光強度データを生成することを示してもよく、必ずしも光強度画像として実体のあるファイルを実際に生成することを意味するとは限らない。あるいは、場合によっては、必要に応じて光強度画像に対して実体のあるファイルを生成できる。

【0064】

本発明の1つの態様として、画像の全体又は一部にシェーディングのある画像 I に対してシェーディング補正を行なう装置が更に提供される。図6は、本発明の一実施形態に係るシェーディング補正を行なう装置を示すブロック図である。図6に示すように、装置は、画像 I から背景画素を検出する検出モジュール600と、検出した背景画素に従って光強度画像を生成する生成モジュール700と、光強度画像を使用して画像 I からシェーディングを除去するシェーディング除去モジュール800とを含む。

【0065】

本発明のいくつかの特定の実施形態に係る装置において、画像 I から背景画素を検出し且つ/又は光強度画像を生成する時、画像ブロックに基づいて前記検出及び/又は前記生成を実行するように、画像 I は画像ブロックに分割される。

【0066】

本発明の好適な一実施形態において、検出モジュール600は、画像 I から2値画像 A を生成でき、2値画像 A を参照することにより、検出された背景画素として画像 I の全体又は一部から背景画素の第1の集合を抽出できる。

【0067】

本発明の更に好適な実施形態において、画像 I から背景画素を検出する検出モジュール600は、背景画素の第1の集合に従って光強度範囲 $[T1, T2]$ を判定でき、背景画素の第1の集合の代わりに検出された背景画素として、光強度が光強度範囲 $[T1, T2]$ 内にある背景画素を抽出することにより背景画素の第1の集合から背景画素の第2の集

10

20

30

40

50

合を抽出できる。

【0068】

本発明の更に好適な実施形態において、検出モジュール600は、背景画素の第1の集合における光強度平均M及び光強度分散を計算でき、以下のように T_1 及び T_2 を計算できる。

【0069】

$$T_1 = M + \sigma_1^*$$

$$T_2 = M + \sigma_2^*$$

式中、 σ_1 $[-1, 0]$ 且つ σ_2 $[0, 1]$ である。

【0070】

本発明の更に好適な一実施形態において、検出モジュール600は、画像Iを画像ブロックに分割でき、各2値画像ブロックを生成するために各画像ブロックに2値化を適用できる。結果として得られる2値画像ブロックは、2値画像Aを共に形成する。その後、検出モジュール600は、2値画像Aの対応する2値画像ブロックを参照することにより、検出された背景画素として各画像ブロックから背景画素の集合を抽出できる。

10

【0071】

本発明の更に好適な一実施形態において、検出モジュール600は画像Iを画像ブロックに分割でき、2値画像Aを参照することにより、検出された背景画素として各画像ブロックから背景画素の集合を抽出できる。

【0072】

また、本発明の好適な一実施形態において、上述した検出モジュール600による2つの分割は同一であり、その場合、後続処理が前者の分割のように分割された画像ブロックに基づいて実行されるように、後者の分割は無視される。

20

【0073】

本発明の更に好適な一実施形態において、画像Iから背景画素を検出する検出モジュール600は、画像ブロックから抽出された背景画素の各集合に従って画像ブロック毎に光強度範囲 $[T_1, T_2]$ を判定でき、画像ブロック毎に抽出された背景画素の各集合から、光強度が画像ブロックの光強度範囲 $[T_1, T_2]$ 内にある背景画素の部分集合を背景画素の第1の集合の代わりに検出された背景画素として抽出できる。

【0074】

本発明の更に好適な一実施形態において、検出モジュール600は、画像ブロック毎に抽出された背景画素の各部分集合における光強度平均M及び光強度分散を計算でき、上述のように画像ブロック毎に T_1 及び T_2 を計算できる。

30

【0075】

本発明の更に好適な実施形態において、前記背景画素から光強度画像を生成する生成モジュール700は、画像を画像ブロックに分割でき、各画像ブロックの平均背景光強度を画像ブロックの検出された背景画素の光強度の平均値として設定でき、且つ画像ブロックの平均背景光強度から光強度画像を生成できる。

【0076】

また、本発明の好適な一実施形態において、生成モジュール700による上述の分割は、検出モジュール600による分割と同一であってもよく、その場合、後続処理が前者の分割のように分割された画像ブロックに基づいて実行されるように、生成モジュール700による分割は無視される。画像が上述したように検出モジュールにおいて画像ブロックに分割された場合、前記背景画素から光強度画像を生成する生成モジュール700は、画像ブロック中の検出された背景画素の光強度の平均値として各画像ブロックの平均背景光強度を設定し、画像ブロックの平均背景光強度から光強度画像を生成してもよい。

40

【0077】

本発明の更に好適な一実施形態において、画像ブロックは同一サイズである。

【0078】

本発明の更に好適な一実施形態において、生成モジュール700は、画像ブロックの平

50

均背景光強度をアップ・サンプリングすることにより又はアップ・サンプリング及び平滑化することにより前記原画像 I の同一サイズの光強度画像を生成できる。

【0079】

本発明の更に好適な実施形態において、前記光強度画像を使用して画像 I のシェーディングを除去するシェーディング除去モジュール 800 は、以下の式によりシェーディングを除去した画像データ $O(x, y)$ を計算できる。

【0080】

$$O(x, y) = c * (I(x, y) / M(x, y))$$

式中、 $I(x, y)$ は原画像データを表し、 $M(x, y)$ は光強度画像データを表す。

【0081】

本発明に係る方法及び装置、並びにそれらのステップ及びモジュールがソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア及び / 又はそれらの任意の組合せで実施できることは、本開示から理解されるだろう。

【0082】

図 7 ~ 図 10 は、本発明が本発明の実験に従って達成されることを示す図である。図 7 は、撮影又は走査等が行なわれる紙の文書に対するシェーディングを含む原画像である。図 8 は、本発明の一実現例に従って図 7 の原画像から生成された 2 値画像である。図 9 は、本発明の一実現例に従って推定された図 7 の原画像の光強度分散を示す光強度画像である。図 10 は、図 7 の原画像のシェーディングを除去した画像であり、図中、画像のシェーディングは本発明の実現例に従って除去されている。図 7 ~ 図 10 から分かるように、画像のシェーディングは実質的に正確に除去されるため、結果として得られるシェーディングを除去した画像上のテキストは、例えば OCR システムにより更に正確に認識されるだろう。

【0083】

更に、本発明の種々の実施形態に係る装置及び方法は、少なくともデジタルカメラ OCR システム等の OCR システムに適用可能であると考えられる。

【0084】

図 11 は、本発明が適用される OCR システムに対する処理を示す。図 11 に示すように、最初に、紙の文書、書籍等の文書資料は、デジタルカメラにより撮影されるか又はスキャナにより走査され、画像等の文書資料の電子バージョンを形成する。その後、画像は、画像のシェーディングをより正確に除去する本発明に係る方法又は装置によりシェーディング補正され、シェーディングを除去した画像は取得される。テキストコンテンツが画像から正確に認識されるように、必要に応じて追加の 2 値化処理を含む従来の OCR 処理は、シェーディングを除去した画像に適用される。

【0085】

本発明の実施形態について添付の図面を参照して上述のように詳細に説明したが、図面及びそれに対する詳細な説明は、本発明を開示される特定の形態に限定することを意図せず、本発明の範囲は添付の特許請求の範囲及びそれらの等価物によってのみ規定されることが理解されるべきである。添付の特許請求の範囲により規定されるような本発明の趣旨の範囲内の全ての変形例、等価物及び代替物は、本発明に含まれることが意図される。

【 図 1 】

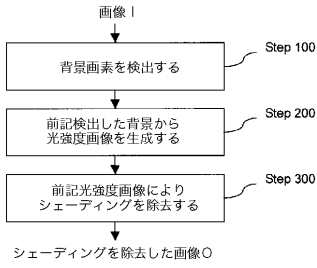


Fig. 1

【 図 2 】

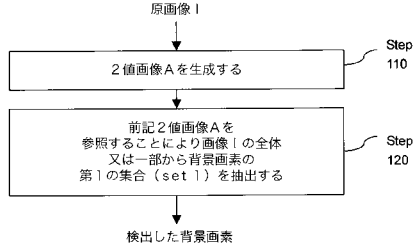


Fig. 2

【 図 3 】

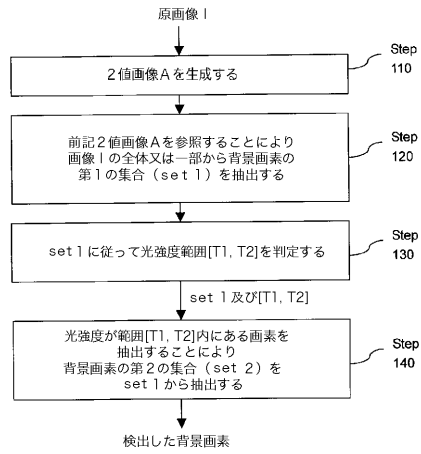


Fig. 3

【 図 4 】

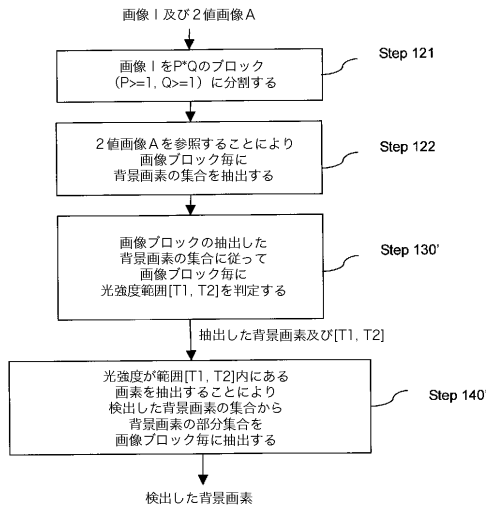


Fig. 4

【 図 5 】

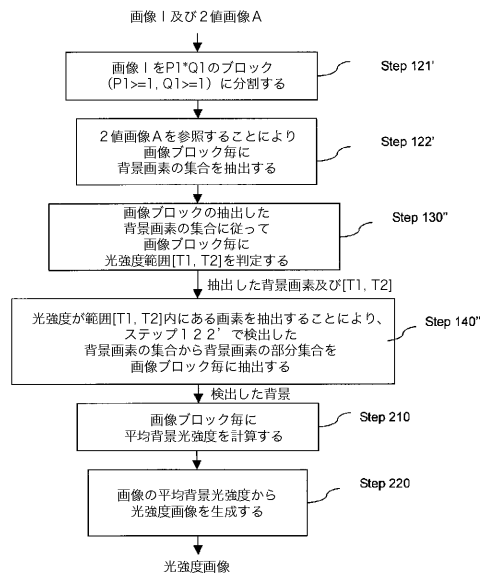


Fig. 5

【 図 6 】

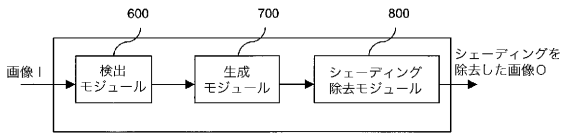


Fig. 6

【 図 1 1 】

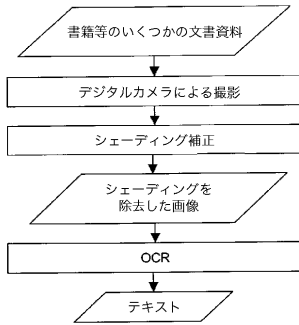


Fig. 11

【 図 7 】

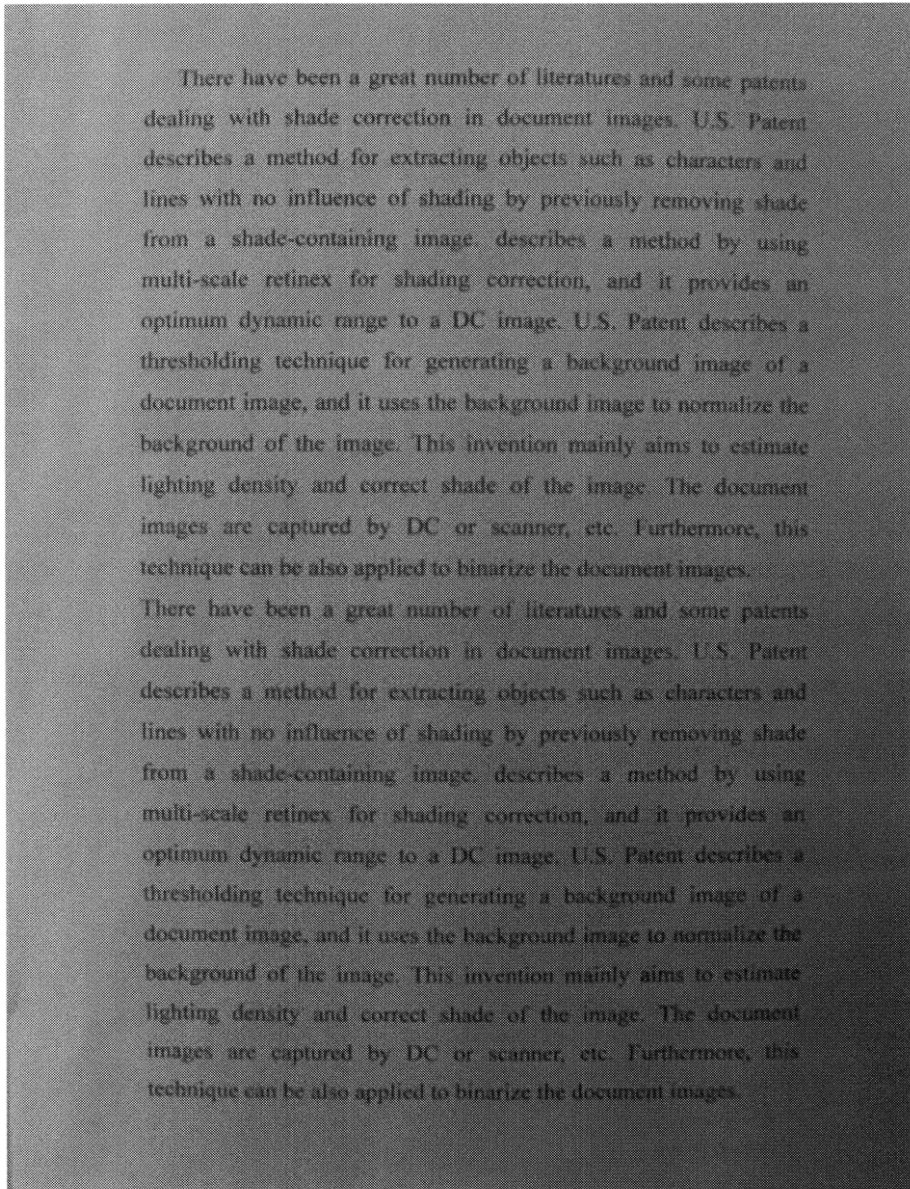


Fig. 7

【 図 8 】

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image. describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image. describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

Fig. 8

【 図 9 】

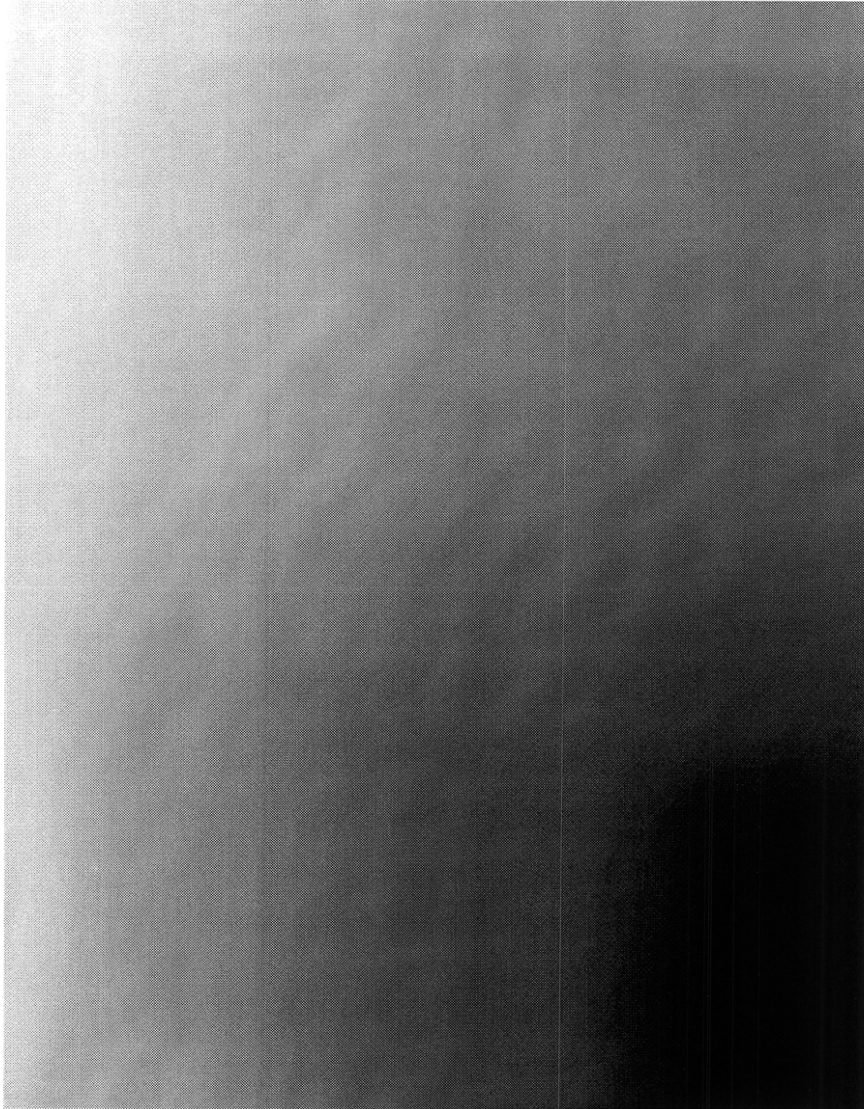


Fig. 9

【 図 1 0 】

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image. describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image. describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

Fig. 10

フロントページの続き

(72)発明者 ドンチャオ ウェン

中華人民共和国 ベイジン 100080, ハイディアン ディストリクト, ベイスホワン
ロード, ナンバー9, イング ビルディング, エフ12エー(キヤノン インフォメーショ
ン テクノロジー(ベイジン)コーポレーション リミテッド内)

(72)発明者 リーフェン シュ

中華人民共和国 ベイジン 100080, ハイディアン ディストリクト, ベイスホワン
ロード, ナンバー9, イング ビルディング, エフ12エー(キヤノン インフォメーショ
ン テクノロジー(ベイジン)コーポレーション リミテッド内)

Fターム(参考) 5B029 AA01 BB02 DD03 DD04

5C077 LL02 MM01 MP01 PP08 PP42 PP44 PP45 PP68 RR02 RR12

【外国語明細書】

APPARATUS AND METHOD FOR SHADING CORRECTION

[FIELD OF THE INVENTION]

This invention relates to an apparatus and method for shading
5 correction for images which have shadings on the whole or parts of
them.

[Background]

Shading artifact (hereinafter, also referred as shading) is a very
10 common problem for camera-based or scanner-based imaging of printed
materials or the like. Shading artifact might be involved because of
uneven illumination and non-planar shape of printed materials.

There have been a number of articles and patents dealing with
15 shading artifact problems in document images captured by cameras or
scanners in the related art.

U.S. Patent 5912992 discloses a method for extracting objects such
as characters and lines with no influence of shading by previously
20 removing shading from a shading-containing image. But this invention
mainly aims at processing license plate images, and gives no teaching
with regard to processing of general document (for instance, paper
document, or a book) images.

25 U.S. Patent 6788822 discloses a method for shading correction by
using multi-scale retinex, and it provides an optimum dynamic range
to a DC image. But computing retinex is a very time-consuming process.
Furthermore, retinex cannot totally remove shadings in the image.

U.S. Patent 6577762 discloses a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. However, the disclosure of U.S. Patent 6577762 assumes that there are large blank regions (for example, margins on the four sides of a page, spaces between lines) in a document image and estimates the background image according to the blank regions. However, in some documents, the line spaces might be very small and can not be used by this technique to estimate the background. And in this case, only relying on margins on the four sides of a page will cause the estimated background inaccurate, for example, when there are two or more lighting sources in the shooting environment.

The present invention is directed to address at least some of the shortages or disadvantages in the prior art.

[Summary of the Invention]

According to an aspect of the invention, a method which can automatically estimate the lighting intensity distribution on the image and then remove shading artifact according to the estimated lighting intensity distribution is provided.

According to another aspect of the invention, a method of shading correction on an image **I** which has shadings on the whole or parts of the image is provided, comprising steps of: detecting background pixels from the image **I**, generating a lighting intensity image according to the detected background pixels, and removing shadings from the image **I** by using the lighting intensity image.

According to another aspect of the invention, an apparatus for shading correction on an image **I** which has shadings on the whole or parts of the image is provided, comprising: a detecting module for detecting background pixels from said image **I**, a generating module
5 for generating a lighting intensity image according to said detected background pixels, and a shading-removing module for removing shadings from said image **I** by using said lighting intensity image.

According to another aspect of the invention, an OCR system is
10 provided in which the above mentioned method of the invention is utilized or the apparatus of the invention is provided.

With the present invention, shadings on an image can be effectively and more accurately removed and thus OCR accuracy for the image can
15 be improved.

According to an embodiment of the invention, background pixels can be more accurately determined and lighting intensity image can be more properly generated according to the background pixels,
20 particularly by dividing the image into image blocks when detecting the background pixels and/or when generating the lighting intensity image so as to perform said detecting and said generating based on the image blocks, and more particularly by further extracting a second set of background pixels based on a lighting intensity range from
25 the previous extracted first set of background pixels.

The above-mentioned features and advantages of the present invention are just exemplary, and other features and advantages of the present invention will be obviously understood by those skilled

in the art when studying or examining the following detailed description, or can be learned from practice of the present invention.

[Brief Description of Drawings]

5 Accompanying drawings, which are incorporated into and form a part of the description, are provided for further understanding of the principles of the present invention, and in no case for limiting the scope of the invention, the exemplary embodiments of the present invention being illustrated in the drawings in which:

10 Fig. 1 is a flowchart illustrating a method for shading correction according to one embodiment of the present invention;

 Figs. 2 and Fig.3 are exemplary flowcharts illustrating a step of detecting the background pixels according to different embodiments of the present invention, respectively;

15 Fig. 4 is a flowchart illustrating a process of extracting a first set of background pixels from the image **I** and determining a lighting intensity range **[T1, T2]** of the first set of background pixels, according to an embodiment of the present invention;

 Fig. 5 is a flowchart illustrating a process of generating a
20 lighting intensity image according to one embodiment of the invention;

 Fig. 6 is a block diagram illustrating an apparatus for shading correction according to an embodiment of the invention;

 Figs. 7 to Fig.10 are figures illustrating the effects that the present invention can achieve according to an experiment of the
25 invention; and

 Fig. 11 is a flowchart illustrating a process of an OCR system to which the present invention is applied.

[Preferred Embodiments of the Invention]

It is understood that the use of relational terms such as first and second, and the like, if any, are used solely to distinguish one from another entity, item, or action without necessarily requiring or implying any actual such relationship or order between such entities,
5 items or actions.

It is further understood that much of the inventive functionality and many of the inventive principles when implemented, are best embodied in software, firmware, hardware, and/or any combination
10 thereof, such as computer programs, software instructions executable by a central processing unit (CPU) and/or application specific Integrated Circuits, etc. It is expected that one of ordinary skill, notwithstanding possibly significant effort and many design choices motivated by, for example, available time, current technology, and
15 economic considerations, when guided by the concepts and principles disclosed herein will be readily capable of generating such programs, instructions and/or ICs with minimal experimentation.

Hereinafter, the present invention will be described in detail with
20 reference to the accompanying drawings.

Fig. 1 is a flowchart illustrating a method for shading correction according to one embodiment of the present invention. The method comprises following steps as shown in Fig. 1: detecting background
25 pixels from an image **I** (Step 100), generating a lighting intensity image from said detected background pixels (Step 200), and removing shading by using said lighting intensity image (Step 300). Thus, a shading-removed image **O** can be obtained according to the method of the present invention.

Hereinafter, those steps shown Fig. 1 will be described in further detail with reference to the Figs. 2 to Fig.5.

5 Figs. 2 and Fig.3 are exemplary flowcharts illustrating a step of detecting the background pixels according to different embodiments of the present invention, respectively.

At Step 100, the background pixels are detected from the original
10 image **I**. As shown in Fig. 2, in a particular embodiment of the invention, the process at Step 100 may be performed as follow.

Firstly, a binary image **A** is generated from the image **I** (Step 110). A binary image means an image whose pixels only include two kinds of
15 values, one representing foreground pixels and the other representing background pixels.

Next, a first set of background pixels (denoted by **set1**) is extracted from the whole or parts of image **I** by referring to the binary
20 image **A** as detected background pixels (Step 120).

In a further embodiment of the invention, Step 100 further comprises a step of determining a lighting intensity range [**T1**, **T2**] according to **set1** (Step 130), and a step of extracting a second set of background
25 pixels (denoted by **set2**) from **set1** by extracting pixels whose lighting intensities are in the lighting intensity range [**T1**, **T2**] (Step 140), as shown in Fig. 3. In such a case, the second set of background pixels, instead of the first set of background pixels, is treated as detected background pixels.

In some embodiments, the method according to the invention can be executed by dividing the image into image blocks, as one skilled in the art will understand from following detail descriptions.

5

Now, details of the Steps 110 through 140 will be further discussed with reference to Figs. 2 and Fig.3.

A binary image **A** is generated from the original image **I** at Step 10 110. In a preferable embodiment of the present invention, the image is divided into image blocks and then binarization is applied to each image block so as to generate binary image blocks, which collectively form the binary image **A**. Many local binarization methods can be applied here, such as the well-known Ni-Black's method.

15

For an image of a document (such as a paper document), it is more applicable that the size of image blocks is set to the average character size in the original image. In most cases, it is not necessary to estimate the average character size in the image. A block size between 20 15 and 50 pixels are applicable for most images, according to the inventor's experiments. In one implementation of this invention, the block size is set as 20 pixels. As a result, it can detect range of text highly precisely so as to facilitate to detect background pixels more accurately.

25

At Step 120, a first set of background pixels (denoted by **set1**) is extracted from the whole or parts of image **I** by referring to the binary image **A**.

However, the inventors found that although most foreground pixels, including characters or strokes, have been identified at Step 110, some retained weak strokes which belong to the foreground are still not separated from the background. That is to say, there might be some foreground pixels not separated from the background pixels and retained. If these retained foreground pixels are contained in the detected background pixels for generating the lighting intensity image, it may be less advantageous.

10 In addition, there may still be some certain noise pixels, which are pixels with high lighting intensity and can be "salt and pepper" noise, etc., in the extracted **set1**. If these noise pixels are contained in the detected background pixels for generating the lighting intensity image, it may be less advantageous, either.

15

In order to extract background pixels more accurately, it needs more precise process on these background pixels which are extracted by referring to the binary image **A** and may include retained foreground pixels and/or noise pixels, which were not identified at **Step 110**.

20

To address this issue, in a more preferable embodiment of the present invention, a lighting intensity range [**T1**, **T2**] is further determined according to the first set (**set1**) of the background pixels (Step 130) and then a second set (**set2**) of background pixels are extracted based on the lighting intensity range [**T1**, **T2**] from the first set of the background pixels (**set1**) (Step 140), which will be further discussed hereinafter in detail.

Here, a lighting intensity range [**T1**, **T2**] is defined for detecting

and removing retained foreground pixels formed by weak strokes or the like. That is to say, the lighting intensity range is used to remove retained foreground pixels in **set1**. Because there is no other prior information, mean and variance are suitable references for determining
 5 the intensity range.

Supposed that **set1** has n pixels and symbol V_i represents a gray value of a pixel belonging to **set1** (the gray value may correspond to the lighting intensity of the pixel). Generally, M is used to
 10 represent lighting intensity mean of the gray values of the background pixels of **set1** and σ is used to represent lighting intensity variance of gray values of the background pixels of **set1**, then, following equations establish:

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} * \left[\sum_{i=1}^n (V_i - M)^2 \right]} \quad (2)$$

The lower and upper bounds, T_1 and T_2 , can be described by a function with mean and variance, as shown in the following equation:

$$T = f(M, \sigma) \quad (3)$$

20 And in view of that a linear function is enough for most applications, following equation will be obtained:

$$T = M + \alpha * \sigma \quad (4)$$

where, the factor α is a constant value determined by confidence intervals, and a confidence interval means an interval in which pixels
 25 are ensured to be deemed as background pixels. Thus following equations establish:

$$T_1 = M + \alpha_1 * \sigma \quad (5)$$

$$T_2 = M + \alpha_2 * \sigma \quad (6)$$

where, $\mathbf{T}_1 < \mathbf{T}_2$, $\alpha_1 \in [-1,0]$ and $\alpha_2 \in [0,1]$. In one implementation of the present invention, $\alpha_1 = 0$, $\alpha_2 = 0.5$. In other embodiments of the invention, other suitable functions may be adopted to determine the lower and upper bounds, \mathbf{T}_1 and \mathbf{T}_2 .

5

Then, the process proceeds to step 140 as illustrated in Fig. 3.

At step 140, a second set of background pixels (denoted by **set2**) whose lighting intensities are in the lighting intensity range of [\mathbf{T}_1 , \mathbf{T}_2], are extracted from the **set1** such that the retained foreground pixels and noise pixels are substantially removed.

Supposed that **set1** has n pixels, symbol \mathbf{i} is used to represent a pixel belonging to **set1**, and symbol \mathbf{V}_i represents the gray value of the pixel \mathbf{i} , which may correspond to the lighting intensity of the pixel. Two thresholds, \mathbf{T}_1 and \mathbf{T}_2 , are defined at **step** 130. If $\mathbf{V}_i < \mathbf{T}_1$, the pixel \mathbf{i} is deemed as a foreground pixel. If $\mathbf{V}_i > \mathbf{T}_2$, the pixel \mathbf{i} is deemed as a noise pixel. And if \mathbf{V}_i is in the lighting intensity range of [\mathbf{T}_1 , \mathbf{T}_2], the pixel \mathbf{i} is accepted as a proper background pixel. Applying such operations on **set1**, a second set of background pixels (**set2**) which substantially only contains background pixels can be obtained.

Hereinafter, another exemplary process for extracting **set1** and determining the lighting intensity range [\mathbf{T}_1 , \mathbf{T}_2] according to the present invention will be further discussed with reference to Fig. 4.

Fig. 4 is a flowchart illustrating a process of extracting a first

set of background pixels from the image **I** and determining an intensity range [**T1**, **T2**] of the first set of background pixels, according to an embodiment of the present invention.

5 At Step 121, according to one preferable embodiment of the invention, when extracting background pixels from an image **I**, the image **I** is divided into at least one image block. **In** an embodiment, the image is divided into **P*Q** image blocks (Step 121). **In** such a case, one would obviously understand that **If** $P = 1$ and $Q = 1$ the whole image is deemed
10 as one block. **In** a more preferable embodiment, the image is divided into image blocks with same size.

For an image of a document (such as paper document), it is more applicable that the size of image blocks is set to the average character
15 size in the original image **I**. Generally, there are some methods for calculating the size of characters, such as Connected Component Analysis (CCA), etc. However, in most cases, it is not necessary to estimate the average character size in the image. A block size between
20 15 and 50 pixels are applicable for most images, according to the inventor's experiments. **In** one implementation of the invention, the block size is set as 20 pixels. **It** should be noted that above teachings may also applies when dividing the image into image blocks as required throughout the description.

25 Then, the process proceeds to Step 122.

At Step 122, a set of background pixels is extracted by referring to the binary image **A** for each image blocks. Each specified pixel in an image block is corresponding with a pixel in the binary image **A**.

By referring to the binary image **A**, it is easy to label foreground pixels and background pixels in a specified block. The extracted sets of background pixels individually or collectively form the first set of background pixels (**set1**). Then, the process proceeds to Step 130'.

5

Similarly to the step 130, a lighting intensity range [**T1**, **T2**] is determined according to the extracted set of background pixels for each image block at Step 130'.

10 Then, at Step 140', a subset of background pixels is extracted from the extracted set of background pixels according to the lighting intensity range [**T1**, **T2**] for each image block, as finally detected background pixels. And said subsets of background pixels detected from the image blocks may collectively form said second set of background
15 pixels (**set2**). In such a case, the above-mentioned weak characters or strokes which are retained in the background pixels are substantially removed.

Incidentally, in a preferable embodiment of the invention, said
20 dividing at step 121 can be the same as the dividing described above with regard to the step 110, and more preferably, in this case, the dividing of step 121 can be ignored such that the subsequent steps such as 122, 130' and 140' can be performed according to the image blocks described above with regard to the step 110.

25

Hereinafter, an exemplary process for generating lighting intensity image from said detected background pixels according to the present invention will be described.

After the background pixels are properly detected, a lighting intensity image can be accordingly calculated from the background pixels at Step 200.

5 In a preferable embodiment of the invention, the image can be divided into at least one image block, and correspondingly, the detected background pixels are divided. In an embodiment, the image is divided into, for example, **P1*Q1** image blocks. If **P1 = 1** and **Q1 = 1** the whole image is deemed as one block. In a more preferable
10 embodiment, the image is divided into image blocks with same size.

An average value of the lighting intensities of the detected background pixels (**set1** or **set2**) contained in each image block is calculated as an average background lighting intensity of the image
15 block. Supposed that, an image block has **k** detected background pixels, symbol **V_i** represents the gray value of a detected background pixel **i** in the image block, symbol **V_{average}** represents the average background lighting intensity of the image block, and symbol **M** is used to represent mean of the lighting intensities of the detected background pixels
20 of the image block, then it is established:

$$V_{average} = M = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k V_i \quad (7)$$

Thus, the average background lighting intensities of the image blocks are obtained. Thereafter, a lighting intensity image can be generated from the average background lighting intensities of the
25 image blocks.

Considering the resolution of the thus generated lighting intensity image may not match that of the original image **I** in some cases, in

a more preferable embodiment, the thus generated lighting intensity image is further up-sampled, for example, bi-linear up-sampled, so as to match the resolution of the original image **I**. That is to say, the average background intensities are up-sampled (such as, bi-linear up-sampled) to generate a lighting intensity image with the same size as that of the original image **I**. For purpose of matching the resolution, one skilled in the art will understand other appropriate measures can be utilized in light of the teaching of the present invention. In this case, the up-sampled background image may be considered as said lighting intensity image for the original image **I**. And in a further embodiment, the lighting intensity image is further smoothed to erase noise or abnormal data by using some kind of smoothing method, such as Gauss smoothing method.

It should be understood that said dividing at Step 200 is not essential or necessary. In other embodiments of the present invention, Step 200 can be performed with reference to the image blocks divided at the previous Step 110 or 121 instead of dividing the image at Step 200. Hereinafter, an exemplary process in such a case will be described in details with reference to Fig. 5

Fig. 5 is a flowchart illustrating an exemplary process for generating a lighting intensity image for an image **I**, according to one embodiment of the invention. Similarly to Step 121, 122, 130' and 140' as illustrated in Fig. 4, the image **I** is divided into image blocks (Step 121'), a set of background pixels is extracted for each image block by referring to the binary image **A** (Step 122'), then a lighting intensity range **[T1, T2]** is determined from the extracted set of background pixels for each image blocks (Step 130''), thereafter, a

subset of background pixels is extracted for each image block by extracting pixels whose lighting intensity is in the lighting intensity range **[T1, T2]** of the image block from the set of background pixels extracted at Step 122' for each image block (Step 140''). Then, an average background lighting intensity of the image block is calculated as described above for each image block (Step 210). Thereafter, a lighting intensity image can be generated from the average background lighting intensities of the image blocks (Step 220).

10

Hereinafter, a process of removing shadings by using the lighting intensity image (step 300 shown in Fig. 1) according to an embodiment of the present invention will be further discussed.

At Step 300, the shadings on the whole or parts of the image can be removed by using said lighting intensity image.

In a particular embodiment of the present invention, supposed that, the original image data is $I(x,y)$ and the lighting intensity image data is $M(x,y)$, then the shading-removed image data $O(x,y)$, being an output image, can be calculated by

$$O(x,y) = c * (I(x,y) / M(x,y)) \quad (8)$$

where, c is a constant value which should ensure that $O(x,y)$ falls in a valid intensity range (e.g., for an 8-bit gray image, $O(x,y)$ must be within 0-255). The greater c is, the brighter the output image will be. In one implementation of the invention, c is set as the maximum lighting intensity in the original image. The shading-removed image data $O(x,y)$ can be obtained by performing the above-mentioned calculation for each of pixels within the image **I**.

In light of the disclosure of the present invention, one skilled in the art would appreciate that other appropriate methods or techniques can be applied at Step 300 to perform the shading-removing.

5

It should be noted that said generating a lighting intensity image may refer to generating lighting intensity data from the background pixels and does not necessarily mean actually generating a concrete file as the lighting intensity image. Alternatively, in some cases, it is also possible to generate a concrete file for the lighting intensity image as required.

As an aspect of the invention, an apparatus for shading correction on an image **I**, which has shadings on the whole or parts of the image, is also provided. Fig. 6 is a block diagram illustrating an apparatus for shading correction according to one embodiment of the invention. As shown in Fig. 6, the apparatus comprises: a detecting module 600 for detecting background pixels from the image **I**, a generating module 700 for generating a lighting intensity image according to the detected background pixels, and a shading-removing module 800 for removing shadings from the image **I** by using the lighting intensity image.

In an apparatus according to some certain embodiments of the invention, the image **I** can be divided into image blocks when detecting background pixels from the image **I** and/or generating the lighting intensity image, so as to perform said detecting and/or said generating based on the image blocks.

In a preferable embodiment of the invention, the detecting module

600 can generate a binary image **A** from the image **I**, and then extract a first set of background pixels from the whole or parts of image **I** by referring to the binary image **A**, as detected background pixels.

5 In a more preferable embodiment of the invention, the detecting module 600 for detecting background pixels from the image **I** can determine a lighting intensity range [**T1**, **T2**] according to the first set of background pixels, and extract a second set of background pixels from the first set of background pixels by extracting background pixels
10 whose lighting intensities are in the lighting intensity range [**T1**, **T2**], as the detected background pixels instead of the first set of background pixels.

In a more preferable embodiment of the invention, the detecting
15 module 600 can calculate lighting intensity mean M and lighting intensity variance σ in the first set of background pixels, and calculate T_1 and T_2 as follows:

$$T_1 = M + \alpha_1 * \sigma$$

$$T_2 = M + \alpha_2 * \sigma$$

20 where, $\alpha_1 \in [-1,0]$ and $\alpha_2 \in [0,1]$.

In a more preferable embodiment of the invention, the detecting
module 600 can divide the image **I** into image blocks, and apply
binarization to each image block so as to generate respective binary
25 image block, the resulted binary image blocks collectively form the
binary image **A**. Thereafter, the detecting module 600 can extract
respective set of background pixels from the each image block by
referring to respective corresponding binary image block of the binary
image **A**, as detected background pixels.

In a more preferable embodiment of the invention, the detecting module 600 can divide the image **I** into image blocks, and extract a respective set of background pixels from the each image block by referring to the binary image **A**, as detected background pixels.
5

Incidentally, in a preferable embodiment of the invention, the above mentioned two dividing by the detecting module 600 can be the same, in this case, the latter one can be ignored such that the subsequent processes can be executed based on the image blocks divided as the former one.
10

In a more preferable embodiment of the invention, the detecting module 600 for detecting background pixels from the image **I** can determine a lighting intensity range [**T1**, **T2**] for each image block according to the respective set of background pixels extracted from the image block, and extract, from the respective set of background pixels extracted for each image block, a subset of background pixels whose lighting intensities are in the lighting intensity range [**T1**, **T2**] of the image block, as the detected background pixels instead of the first set of background pixels.
15
20

In a more preferable embodiment of the invention, the detecting module 600 can calculate lighting intensity mean M and lighting intensity variance σ in the respective extracted subset of background pixels for each image block, and calculate T1 and T2 for each image block as above.
25

In a more preferable embodiment of the invention, the generating

module 700 for generating lighting intensity image from said background pixels can divide the image into image blocks, set an average background lighting intensity of each image block as an average value of lighting intensities of the detected background pixels in the image block, and generate a lighting intensity image from the average background lighting intensities of the image blocks.

Incidentally, in a preferable embodiment of the invention, the above mentioned dividing by the generating module 700 may be the same as those by the detecting module 600, in this case, the dividing by the generating module 700 can be ignored such that the subsequent processes can be executed based on the image blocks divided as the former one. In such a case that the image was divided into image blocks in the detecting module as mentioned above, the generating module 700 for generating lighting intensity image from said background pixels may set an average background lighting intensity of each image block as an average value of lighting intensities of the detected background pixels in the image block, and generate a lighting intensity image from the average background lighting intensities of the image blocks.

20

In a more preferable embodiment of the invention, the image blocks are of the same size.

In a more preferable embodiment of the invention, the generating module 700 can generate a lighting intensity image with the same size of said original image **I** by up-sampling, or by up-sampling and then smoothing, the average background intensities of image blocks.

In a more preferable embodiment of the invention, the

shading-removing module 800 for removing shadings on the image I by using said lighting intensity image can calculate shading-removed image data $O(x,y)$ by

$$O(x,y) = c * (I(x,y) / M(x,y))$$

5 where, $I(x,y)$ represents the original image data, and $M(x,y)$ represents the lighting intensity image data.

From the present disclosure, it will be understood that the methods and apparatuses, as well as the steps and modules thereof, according
10 to the invention can be embodied in software, firmware, hardware and/or any combination thereof.

Figs. 7 to Fig.10 are figures illustrating the effects that the present invention can achieve according to an experiment of the
15 invention. Fig. 7 is an original image with shadings for a paper document which is photographed or scanned or the like. Fig. 8 is a binary image generated from the original image of Fig. 7 according to an implementation of the invention. Fig. 9 is a lighting intensity image which shows the lighting intensity distribution of the original
20 image of Fig. 7 estimated according to an implementation of the invention. Fig. 10 is a shading-removed image of the original image of Fig. 7, in which shadings on the image are removed according to the implementation of the invention. As can be seen from Figs.7 to Fig.10, the shadings on the image are substantially and accurately
25 removed, so that the text on the resulted shading-removed image may be more accurately recognized, for example, by an OCR system.

It is further contemplated that the apparatuses and methods according to various embodiments of the invention can be applicable

at least to an OCR system, for example, a Digital Camera OCR system.

Fig. 11 illustrates a process for an OCR system in which the present invention is applied. As shown in Fig. 11, at first, some document materials, such as paper documents, books, etc., are shot by digital camera, or scanned by a scanner, thus forming an electric version of the document materials, for example, an image. Then, the image is shading-corrected with a method or apparatus according to the invention by which the shadings on the image are more accurately removed, thus, a shading-removed image can be obtained. Then, a conventional OCR process, including an additional binarization process if necessary, can be applied to the shading-removed image so that text content can be accurately recognized from the image.

While the embodiments of the invention have been described in detail as above with reference to the accompanying drawings, it should be understood that the drawings and detailed description thereto are not intended to limit the present invention to the particular forms disclosed, but on the contrary, the scope of the invention is only defined by the appended claims and the equivalents thereof. Thus, it is intended that all modifications, equivalents, and substitutions or alternatives, which fall within the spirit and scope of the invention as defined by the appended claims, are embraced by the invention.

What is claimed is:

1. A method of shading correction on an image (I) which has shadings on the whole or parts of the image, comprising
5 steps of :

detecting background pixels from the image (I),
generating a lighting intensity image according to the detected background pixels, and
removing shadings from the image (I) by using the lighting
10 intensity image.

2. The method according to claim 1, wherein the image (I) is divided into image blocks when performing the step of detecting background pixels and/or the step of generating the
15 lighting intensity image, so as to perform the step of detecting background pixels and/or the step of generating the lighting intensity image based on the image blocks.

3. The method according to claim 1 or 2, wherein the step
20 of detecting background pixels from the image (I) further comprises:

generating a binary image **(A)** from the image (I); and
extracting a first set of background pixels from the whole or parts of image (I) by referring to the binary image **(A)**,
25 as detected background pixels.

4. The method according to claim 3, wherein the step of generating the binary image **(A)** from the image (I) further comprises:

dividing the image (I) into image blocks;

applying binarization to each image block so as to generate respective binary image block, the resulted binary image blocks collectively forming the binary image **(A)**; and

5 wherein, the step of detecting background pixels from the image (I) further comprises extracting respective set of background pixels from the each image block by referring to respective corresponding binary image block of the binary image **(A)**, as detected background pixels.

10

5. The method according to claim 3, wherein the step of extracting the first set of background pixels from the whole or parts of image (I) further comprises:

dividing the image(I) into image blocks; and

15 extracting respective set of background pixels from the each image block by referring to the binary image **(A)**, as detected background pixels.

6. The method according to claim 4 or 5, further comprising:

20 determining a lighting intensity range [T1, T2] for each image block according to the respective set of background pixels extracted from the image block; and

25 extracting, from the respective set of background pixels extracted for each image block, a subset of background pixels whose lighting intensities are in the lighting intensity range [T1, T2] of the image block, as the detected background pixels instead of the first set of background pixels.

7. The method according to claim 6, wherein the step of

determining the lighting intensity range [T1, T2] further comprising:

calculating lighting intensity mean M and lighting intensity variance σ in the extracted respective set of

5 background pixels for each image block;

calculating T_1 and T_2 for each image block as follows:

$$T_1 = M + \alpha_1 * \sigma$$

$$T_2 = M + \alpha_2 * \sigma$$

where, $\alpha_1 \in [-1,0]$ and $\alpha_2 \in [0,1]$.

10

8. The method according to claim 3, further comprising:

determining a lighting intensity range [T1, T2] according to the first set of background pixels; and

15 extracting a second set of background pixels from the first set of background pixels by extracting background pixels whose lighting intensities are in the lighting intensity range [T1, T2], as detected background pixels instead of the first set of background pixels.

20 9. The method according to claim 8, wherein the step of determining the intensity range [T1, T2] according to the first set of background pixels further comprises:

calculating lighting intensity mean M and lighting intensity variance σ in the first set of background pixels;

25 calculating T_1 and T_2 as follows:

$$T_1 = M + \alpha_1 * \sigma$$

$$T_2 = M + \alpha_2 * \sigma$$

where, $\alpha_1 \in [-1,0]$ and $\alpha_2 \in [0,1]$.

10. The method according to claim 2, wherein the step of generating lighting intensity image from the detected background pixels further comprises:

5 setting an average background lighting intensity of each image block as an average value of lighting intensities of the detected background pixels in the image block; and

generating a lighting intensity image from the average background lighting intensities of the image blocks.

10 11. The method according to claim 10, wherein the step of generating a lighting intensity image from the average background lighting intensities of the image blocks comprises generating a lighting intensity image with the same size of the image (I) by up-sampling, or by up-sampling and then
15 smoothing, the average background intensities of image blocks.

12. An apparatus for shading correction on an image (I) which has shadings on the whole or parts of the image,
20 comprising:

a detecting module for detecting background pixels from the image (I),

a generating module for generating a lighting intensity image according to the detected background pixels, and

25 a shading-removing module for removing shadings from the image (I) by using the lighting intensity image.

13. The apparatus according to claim 12, wherein the image (I) is divided into image blocks when detecting background

pixels from the image (I) and/or generating the lighting intensity image, so as to perform said detecting and/or said generating based on the image blocks.

5 14. The apparatus according to claim 12 or 13, wherein the detecting module is adapted for:

 generating a binary image **(A)** from the image **(I)**; and
 extracting a first set of background pixels from the whole
or parts of image (I) by referring to the binary image **(A)**,
10 as detected background pixels.

 15. The apparatus according to claim 14, wherein the detecting module is further adapted for:

 dividing the image (I) into image blocks;
15 applying binarization to each image block so as to generate
 respective binary image block, the resulted binary image
 blocks collectively forming the binary image **(A)** ; and
 extracting respective set of background pixels from the
each image block by referring to respective corresponding
20 binary image block of the binary image **(A)**, as detected
 background pixels.

 16. The apparatus according to claim 14, wherein the detecting module is further adapted for:

25 dividing the image(I) into image blocks, and
 extracting a respective set of background pixels from the
each image block by referring to the binary image **(A)**, as
detected background pixels.

17. The apparatus according to claim 15 or 16, wherein the detecting module is further adapted for:

determining a lighting intensity range [T1, T2] for each image block according to the respective set of background pixels extracted from the image block; and

extracting, from the respective set of background pixels extracted for each image block, a subset of background pixels whose lighting intensities are in the lighting intensity range [T1, T2] of the image block, as the detected background pixels instead of the first set of background pixels.

18. The apparatus according to claim 17, wherein the determining the lighting intensity range [T1, T2] further comprises:

calculating lighting intensity mean M and lighting intensity variance σ in the extracted respective set of background pixels for each image block;

calculating T_1 and T_2 for each image block as follows:

$$T_1 = M + \alpha_1 * \sigma$$

$$T_2 = M + \alpha_2 * \sigma$$

where, $\alpha_1 \in [-1,0]$ and $\alpha_2 \in [0,1]$.

19. The apparatus according to claim 14, wherein the detecting module is further adapted for:

determining a lighting intensity range [T1, T2] according to the first set of background pixels, and

extracting a second set of background pixels from the first set of background pixels by extracting background pixels whose lighting intensities are in the lighting intensity range [T1,

T2], as the detected background pixels instead of the first set of background pixels.

20. The apparatus according to claim 19, wherein the
5 determining the intensity range [T1, T2] according to the first set of background pixels further comprises:

calculating lighting intensity mean M and lighting intensity variance σ in the first set of background pixels;

calculating T_1 and T_2 as follows:

10 $T_1 = M + \alpha_1 * \sigma$

$$T_2 = M + \alpha_2 * \sigma$$

where, $\alpha_1 \in [-1,0]$ and $\alpha_2 \in [0,1]$.

21. The apparatus according to claim13, wherein the
15 generating module is further adapted for:

setting an average background lighting intensity of each image block as an average value of lighting intensities of the detected background pixels in the image block; and

20 generating a lighting intensity image from the average background lighting intensities of the image blocks.

22. The apparatus according to claim 21, wherein the
generating a lighting intensity image from the average background lighting intensities of the image blocks comprises
25 generating a lighting intensity image with the same size of the image (I) by up-sampling, or by up-sampling and then smoothing, the average background intensities of image blocks.

[Abstract]

An apparatus and method for shading correction for images which have shadings on the whole or parts of the images are provided. The method comprises steps of: detecting background
5 pixels from the image **I**, generating a lighting intensity image according to the detected background pixels, and removing shadings from the image **I** by using the lighting intensity image.

10

[Fig. 1 is suggested to accompany the Abstract.]

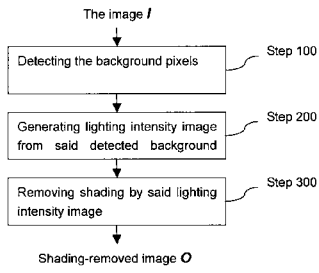


Fig. 1

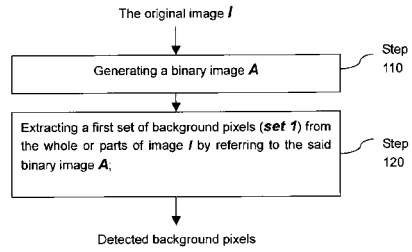


Fig. 2

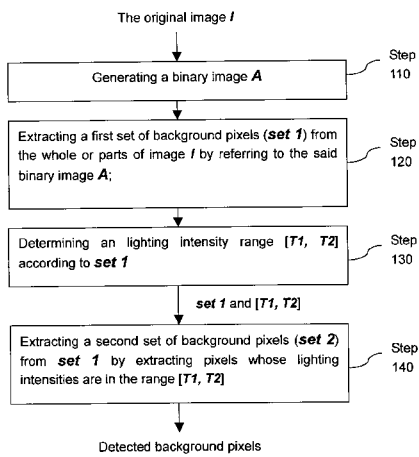


Fig. 3

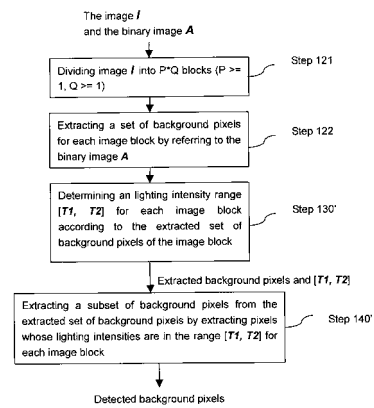


Fig. 4

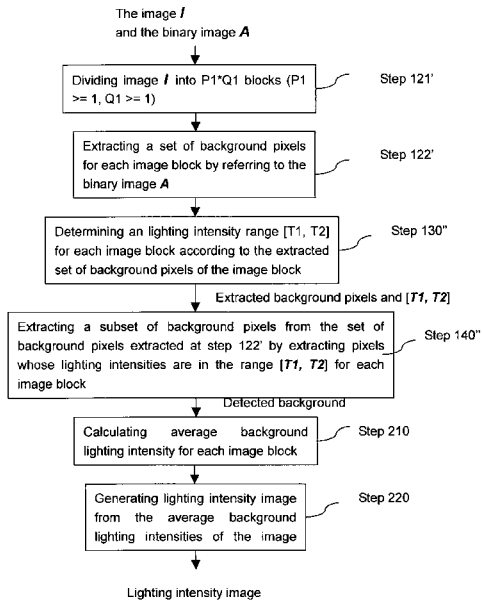


Fig. 5

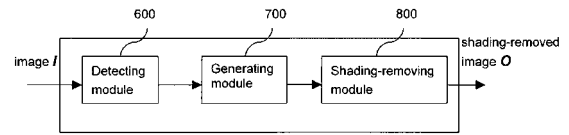


Fig. 6

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image. describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image. describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

Fig. 7

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image, describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image, describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

Fig. 8

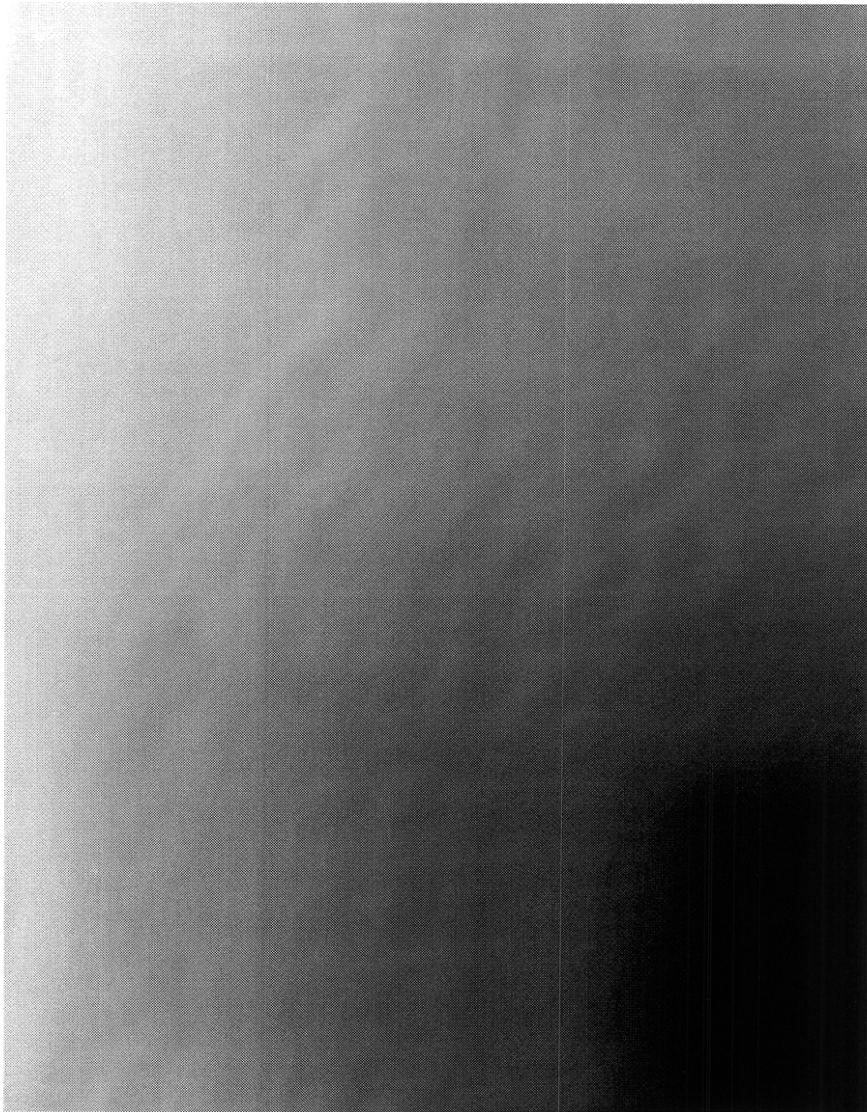


Fig. 9

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image. describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

There have been a great number of literatures and some patents dealing with shade correction in document images. U.S. Patent describes a method for extracting objects such as characters and lines with no influence of shading by previously removing shade from a shade-containing image. describes a method by using multi-scale retinex for shading correction, and it provides an optimum dynamic range to a DC image. U.S. Patent describes a thresholding technique for generating a background image of a document image, and it uses the background image to normalize the background of the image. This invention mainly aims to estimate lighting density and correct shade of the image. The document images are captured by DC or scanner, etc. Furthermore, this technique can be also applied to binarize the document images.

Fig. 10

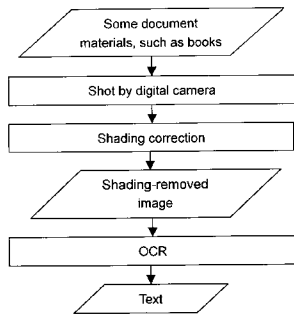


Fig. 11