

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4630777号  
(P4630777)

(45) 発行日 平成23年2月9日 (2011.2.9)

(24) 登録日 平成22年11月19日 (2010.11.19)

(51) Int. Cl.	F I
HO 4 N 1/387 (2006.01)	HO 4 N 1/387
HO 4 N 1/46 (2006.01)	HO 4 N 1/46 Z
HO 4 N 1/40 (2006.01)	HO 4 N 1/40 Z

請求項の数 4 外国語出願 (全 53 頁)

(21) 出願番号	特願2005-265895 (P2005-265895)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成17年9月13日 (2005.9.13)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2006-129454 (P2006-129454A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成18年5月18日 (2006.5.18)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成20年9月16日 (2008.9.16)		弁理士 大塚 康德
(31) 優先権主張番号	2004905259	(74) 代理人	100112508
(32) 優先日	平成16年9月13日 (2004.9.13)		弁理士 高柳 司郎
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)	(74) 代理人	100115071
(31) 優先権主張番号	2004905260		弁理士 大塚 康弘
(32) 優先日	平成16年9月13日 (2004.9.13)	(74) 代理人	100116894
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)		弁理士 木村 秀二
(31) 優先権主張番号	2004905261		
(32) 優先日	平成16年9月13日 (2004.9.13)		
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デジタル文書を変更する方法、装置、コンピュータプログラム及び記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

カラーデジタル文書を変更する方法であって、当該方法が、  
 前記カラーデジタル文書を第1のカラーデジタル画像に変換するステップと、  
 前記カラーデジタル文書の変更済みのハードコピーをスキャンすることにより、第2のカラーデジタル画像を生成するステップと、  
 前記第1のカラーデジタル画像と前記第2のカラーデジタル画像とを関連付ける回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを求め、求められたそれぞれのパラメータを用いて、粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像を生成するステップと、  
 前記第1のカラーデジタル画像と、前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像とを比較して、前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の画素を前記第1のカラーデジタル画像にマッピングするために必要とされる変位を示す変位マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の各画素の位置を、前記変位マップから求められる線形平行移動変換パラメータを用いて補間する値を算出して前記各画素の位置を補間する補間変位マップを生成し、前記変位マップと前記補間変位マップとを加算して求められる歪マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の画素を、前記粗位置合わせにおいて求められた前記回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを前記

歪マップに加算して求められるワープマップを用いて、前記第 1 のカラーデジタル画像の画素に対応付けて、前記第 1 のカラーデジタル画像に対して精細位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記精細位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の色を、前記第 1 のカラーデジタル画像の色に、画素レベルで色合わせを行い、色合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記カラーデジタル文書のハードコピーに対して実行された変更を判定するために、前記第 1 のデジタル画像を、前記色合わせされた第 2 のカラーデジタル画像と比較するステップと、

前記判定された変更に基づいて、前記カラーデジタル文書を変更するステップと、  
を備えることを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

カラーデジタル文書を変更する装置であって、当該装置が、

前記カラーデジタル文書を第 1 のカラーデジタル画像に変換する手段と、

前記カラーデジタル文書の変更済みのハードコピーをスキャンすることにより、第 2 のカラーデジタル画像を生成する手段と、

前記第 1 のカラーデジタル画像と前記第 2 のカラーデジタル画像とを関連付ける回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを求め、求められたそれぞれのパラメータを用いて、粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成する手段と、

前記第 1 のカラーデジタル画像と、前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像とを比較して、前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の画素を前記第 1 のカラーデジタル画像にマッピングするために必要とされる変位を示す変位マップを生成する手段と、

20

前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の各画素の位置を、前記変位マップから求められる線形平行移動変換パラメータを用いて補間する値を算出して前記各画素の位置を補間する補間変位マップを生成し、前記変位マップと前記補間変位マップとを加算して求められる歪マップを生成する手段と、

前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の画素を、前記粗位置合わせにおいて求められた前記回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを前記歪マップに加算して求められるワープマップを用いて、前記第 1 のカラーデジタル画像の画素に対応付けて、前記第 1 のカラーデジタル画像に対して精細位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成する手段と、

30

前記精細位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の色を、前記第 1 のカラーデジタル画像の色に、画素レベルで色合わせを行い、色合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成する手段と、

前記カラーデジタル文書のハードコピーに対して実行された変更を判定するために、前記第 1 のデジタル画像を、前記色合わせされた第 2 のカラーデジタル画像と比較する手段と、

前記判定された変更に基づいて、前記カラーデジタル文書を変更する手段と、  
を備えることを特徴とする装置。

40

【請求項 3】

カラーデジタル文書を変更する方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムであって、当該方法が、

前記カラーデジタル文書を第 1 のカラーデジタル画像に変換するステップと、

前記カラーデジタル文書の変更済みのハードコピーをスキャンすることにより、第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記第 1 のカラーデジタル画像と前記第 2 のカラーデジタル画像とを関連付ける回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを求め、求められたそれぞれのパラメータを用いて、粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

50

前記第 1 のカラーデジタル画像と、前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像とを比較して、前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の画素を前記第 1 のカラーデジタル画像にマッピングするために必要とされる変位を示す変位マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の各画素の位置を、前記変位マップから求められる線形平行移動変換パラメータを用いて補間する値を算出して前記各画素の位置を補間する補間変位マップを生成し、前記変位マップと前記補間変位マップとを加算して求められる歪マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の画素を、前記粗位置合わせにおいて求められた前記回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを前記歪マップに加算して求められるワープマップを用いて、前記第 1 のカラーデジタル画像の画素に対応付けて、前記第 1 のカラーデジタル画像に対して精細位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

10

前記精細位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の色を、前記第 1 のカラーデジタル画像の色に、画素レベルで色合わせを行い、色合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記カラーデジタル文書のハードコピーに対して実行された変更を判定するために、前記第 1 のデジタル画像を、前記色合わせされた第 2 のカラーデジタル画像と比較するステップと、

前記判定された変更に基づいて、前記カラーデジタル文書を変更するステップと、  
を備えることを特徴とするコンピュータプログラム。

20

#### 【請求項 4】

カラーデジタル文書を変更する方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムが格納されたコンピュータ可読の記憶媒体であって、当該方法が、

前記カラーデジタル文書を第 1 のカラーデジタル画像に変換するステップと、

前記カラーデジタル文書の変更済みのハードコピーをスキャンすることにより、第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記第 1 のカラーデジタル画像と前記第 2 のカラーデジタル画像とを関連付ける回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを求め、求められたそれぞれのパラメータを用いて、粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

30

前記第 1 のカラーデジタル画像と、前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像とを比較して、前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の画素を前記第 1 のカラーデジタル画像にマッピングするために必要とされる変位を示す変位マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の各画素の位置を、前記変位マップから求められる線形平行移動変換パラメータを用いて補間する値を算出して前記各画素の位置を補間する補間変位マップを生成し、前記変位マップと前記補間変位マップとを加算して求められる歪マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の画素を、前記粗位置合わせにおいて求められた前記回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを前記歪マップに加算して求められるワープマップを用いて、前記第 1 のカラーデジタル画像の画素に対応付けて、前記第 1 のカラーデジタル画像に対して精細位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

40

前記精細位置合わせされた第 2 のカラーデジタル画像の色を、前記第 1 のカラーデジタル画像の色に、画素レベルで色合わせを行い、色合わせされた第 2 のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記カラーデジタル文書のハードコピーに対して実行された変更を判定するために、前記第 1 のデジタル画像を、前記色合わせされた第 2 のカラーデジタル画像と比較するステップと、

50

前記判定された変更に基づいて、前記カラーデジタル文書を変更するステップと、  
を備えることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、ワードプロセッシングに関し、特に、デジタル文書を変更する方法及び装置に関する。更に、本発明は、デジタル文書を変更するためのコンピュータプログラムが記録されたコンピュータ可読媒体を含むコンピュータプログラム製品に関する。

【背景技術】

【0002】

最新の文書編集ソフトウェアの出現に伴い、「ペーパーレスオフィス」が予測されるにも関わらず、デジタル文書を紙面に印刷したコピー（すなわち、「ハードコピー」）を読み、改訂することを好む人々は、依然として多い。ハードコピーを好むのは、主に、デジタル文書のハードコピーを使用する方が、ナビゲーションが容易であり、変更（例えば、補正及び／又は注釈付け）が容易であり、且つ情報密度がより高いという理由による。

【0003】

大容量のデジタル文書原稿を作成する場合、デジタル文書の作成者は、その文書を何度か印刷し、改訂するであろう。改訂は、その都度、文書のハードコピーを通読し、例えば、蛍光ペン、ペン又は鉛筆を使用して、文書のハードコピーを変更することを含む。そのような変更処理が完了すると、通常、いずれかの人に、ハードコピー上にマークされた変更を文書のデジタルコピーに組み込む責任が割り当てられる。このような従来の原稿作成処理は、文書のハードコピーの改訂がどの関係者によっても実行可能であるという利点を有する。また、従来の起草処理によれば、文書の内容に対して、都合の良い任意の形態の変更を実行できる。更に、文書のハードコピーの改訂が、改訂担当者に都合の良い任意の場所で行われてもよい。

【0004】

しかし、以上説明したようなデジタル文書の変更には、問題点もある。例えば、文書の変更済（例えば、補正済及び／又は注釈付き）ハードコピーと、コンピュータの表示画面等に表示される文書のデジタルコピーとが、物理的に分離されるため、変更の速度が遅くなる。文書の2つのコピーの間を頻繁に行き来することにより、文書を変更中の作成者が、文書の2つのコピーのうち的一方で前後関係を失い、正しい場所を再び探し出さなければならなくなる場合が多くなる。文書に対して大幅な変更が実行され、文書のデジタルコピーにおけるテキストの場所が数ページも動く場合、この問題は、更に深刻になる。更に、文書のデジタルコピーに変更を組み込む時にも、注釈又は補正が見落とされるか（すなわち、ハードコピー上で気付かない場合）、あるいは後回しにしたまま忘れられしまうことも起こりがちである。

【0005】

デジタル文書を変更するという問題に対応するいくつかの方法が知られている。1つの方法は、ユーザが文書のハードコピーを変更する時、ユーザのペンの動きを捕捉するために、デジタルタブレット装置又は他の何らかの類似の装置を使用する。ペンの動きにตอบสนองして、そのペンの動きに対応する変更が、デジタル文書に直接入力される。周知の別の方法は、可搬性を与え、ペンの動きを捕捉するために、タブレット型パーソナルコンピュータを使用するが、この場合にも、デジタル文書を直接変更する。

【0006】

文書を変更する他の周知の方法は、特殊な「デジタルペン」装置を使用し、デジタルペンの動きを記録するために、特殊マーキングが施された紙を使用する。文書に対して実行された変更は、後に、文書のデジタルコピーにインポートされ、デジタルコピーと位置合わせされてもよい。

【0007】

上述の方法の多くは、一般のユーザにはすぐに入手できない特殊な機器を必要とすると

10

20

30

40

50

いう欠点を有する。上述の方法の中には、ペンとハードコピーとを利用する従来の変更方法では可能であった自由な場所の移動ができない方法もある。また、文書の各ページが識別され、デジタル化装置に対して文書の場所が確定される場合、特殊加工紙を使用する方法では、通常、ユーザは、そのページの開始位置で、「校正」ステップを実行する必要がある。

#### 【0008】

周知の文書変更方法として、特殊な機器を必要としない方法もいくつかある。それらの方法によれば、文書のハードコピーに対する変更（例えば、注釈付け又は補正）を、任意の明るい色のペンによって実行できる。変更が完了した時点で、文書のハードコピーの画像が、スキャナを使用して生成される。生成された画像を解析することにより、文書に対する変更が、色により識別されてもよい。色により変更を識別する方法は、いくつかのカラーペンに対して、又は異なる種類のマーキング（例えば、蛍光ペン、鉛筆）に対して、そのような識別が機能しないという欠点を有する。カラーイラスト及び表を含む文書に対して、そのような識別が誤って実行され、イラスト自体が変更として識別されてしまう場合もある。

#### 【0009】

文書の変更済ハードコピーをデジタル形式に変換する周知の方法の1つは、文書を再構成する目的で、文書から複数のテキスト部分を抽出するために、光学文字認識（「OCR」）を使用する。OCRにより認識されないテキスト部分を変更として考えることができ、それらの部分は、ユーザにより検査される必要がある。しかし、OCRを使用する既存の文書変更方法は、元のデジタル文書を参照せずに、変更をデジタル形式に変換する。そのような既存の方法は、元の文書を手に入れない場合には好都合である。しかし、既存のOCR方法は、改訂履歴、作成者情報、複雑なテキスト書式化規則及び組込みオブジェクト（例えば、チャート）に対するリンク等のデジタル文書と関連する補足情報（又はメタデータ）を失いやすい。また、OCR方法において、印刷及び走査により、イラスト及び図の画質も損なわれることがある。印刷と走査とが繰り返される度に、イラスト及び図の画質は劣化し続ける。

#### 【0010】

文書の変更済ハードコピーをデジタル形式に変換する周知の別の方法は、専門の校正者により使用される校正マーク、又は他の所定の記号を識別するために、文書のハードコピーの画像を処理する。そのような方法は、それらの所定の記号を熟知する少数の人々には有用であるが、多くの人々は、そのような記号に精通していない。更に、記号は、それぞれ、固定された1つの意味しか持たず、文書を変更する人は、追加変更を挿入することを望むことが多いため、そのような追加変更の一部が認識されない可能性もある。

#### 【0011】

従って、デジタル文書を変更する改善された方法が必要とされることは明らかである。

#### 【0012】

上述の先行技術は、下記の文献において開示される。

【特許文献1】米国特許第4,827,330号；米国特許第5,737,740号；米国特許第6,081,261号；米国特許第6,671,684号；米国特許出願第2003/103238号；米国特許出願第2003/0048949号

【非特許文献1】J. Schumann、N. Bartneck、T. Bayer、Franke、M. Eberhard他「Document analysis-from pixels to contents」、Proc. IEEE、80(7):1101~1119ページ、1992年

【非特許文献2】M. J. Taylor及びC. R. Dance「Enhancement of document images from cameras」、SPIE Document Recognition Vに掲載、230~241ページ、1998年

【非特許文献3】A. R. Zappal'a、A. H. Gee及びM. J. Taylor「Document mosaicing」、Proceedings of the British Machine Vision Conference volume 2に掲載、600~609ページ、Colchester、1997年

#### 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0013】

本発明の目的は、既存構成の１つ以上の欠点を実質的に克服すること、又は少なくとも改善することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

本発明の１つの面によると、カラーデジタル文書を変更する方法であって、当該方法が

、前記カラーデジタル文書を第１のカラーデジタル画像に変換するステップと、

前記カラーデジタル文書の変更済みのハードコピーをスキャンすることにより、第２のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記第１のカラーデジタル画像と前記第２のカラーデジタル画像とを関連付ける回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを求め、求められたそれぞれのパラメータを用いて、粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記第１のカラーデジタル画像と、前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像とを比較して、前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の画素を前記第１のカラーデジタル画像にマッピングするために必要とされる変位を示す変位マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の各画素の位置を、前記変位マップから求められる線形平行移動変換パラメータを用いて補間する値を算出して前記各画素の位置を補間する補間変位マップを生成し、前記変位マップと前記補間変位マップとを加算して求められる歪マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の画素を、前記粗位置合わせにおいて求められた前記回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを前記歪マップに加算して求められるワープマップを用いて、前記第１のカラーデジタル画像の画素に対応付けて、前記第１のカラーデジタル画像に対して精細位置合わせされた第２のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記精細位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の色を、前記第１のカラーデジタル画像の色に、画素レベルで色合わせを行い、色合わせされた第２のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記カラーデジタル文書のハードコピーに対して実行された変更を判定するために、前記第１のデジタル画像を、前記色合わせされた第２のカラーデジタル画像と比較するステップと、

前記判定された変更に基づいて、前記カラーデジタル文書を変更するステップと、  
を備えることを特徴とする。

## 【0015】

本発明の別の側面によると、カラーデジタル文書を変更する装置であって、当該装置が

、前記カラーデジタル文書を第１のカラーデジタル画像に変換する手段と、

前記カラーデジタル文書の変更済みのハードコピーをスキャンすることにより、第２のカラーデジタル画像を生成する手段と、

前記第１のカラーデジタル画像と前記第２のカラーデジタル画像とを関連付ける回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを求め、求められたそれぞれのパラメータを用いて、粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像を生成する手段と、

前記第１のカラーデジタル画像と、前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像とを比較して、前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の画素を前記第１のカラーデジタル画像にマッピングするために必要とされる変位を示す変位マップを生成する手段と、

前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の各画素の位置を、前記変位マップ

10

20

30

40

50

から求められる線形平行移動変換パラメータを用いて補間する値を算出して前記各画素の位置を補間する補間変位マップを生成し、前記変位マップと前記補間変位マップとを加算して求められる歪マップを生成する手段と、

前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の画素を、前記粗位置合わせにおいて求められた前記回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを前記歪マップに加算して求められるワープマップを用いて、前記第1のカラーデジタル画像の画素に対応付けて、前記第1のカラーデジタル画像に対して精細位置合わせされた第2のカラーデジタル画像を生成する手段と、

前記精細位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の色を、前記第1のカラーデジタル画像の色に、画素レベルで色合わせを行い、色合わせされた第2のカラーデジタル画像を生成する手段と、

前記カラーデジタル文書のハードコピーに対して実行された変更を判定するために、前記第1のデジタル画像を、前記色合わせされた第2のカラーデジタル画像と比較する手段と、

前記判定された変更に基づいて、前記カラーデジタル文書を変更する手段と、  
を備えることを特徴とする。

#### 【0016】

本発明の別の面によると、カラーデジタル文書を変更する方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムであって、当該方法が、

前記カラーデジタル文書を第1のカラーデジタル画像に変換するステップと、

前記カラーデジタル文書の変更済みのハードコピーをスキャンすることにより、第2のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記第1のカラーデジタル画像と前記第2のカラーデジタル画像とを関連付ける回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを求め、求められたそれぞれのパラメータを用いて、粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記第1のカラーデジタル画像と、前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像とを比較して、前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の画素を前記第1のカラーデジタル画像にマッピングするために必要とされる変位を示す変位マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の各画素の位置を、前記変位マップから求められる線形平行移動変換パラメータを用いて補間する値を算出して前記各画素の位置を補間する補間変位マップを生成し、前記変位マップと前記補間変位マップとを加算して求められる歪マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の画素を、前記粗位置合わせにおいて求められた前記回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを前記歪マップに加算して求められるワープマップを用いて、前記第1のカラーデジタル画像の画素に対応付けて、前記第1のカラーデジタル画像に対して精細位置合わせされた第2のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記精細位置合わせされた第2のカラーデジタル画像の色を、前記第1のカラーデジタル画像の色に、画素レベルで色合わせを行い、色合わせされた第2のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記カラーデジタル文書のハードコピーに対して実行された変更を判定するために、前記第1のデジタル画像を、前記色合わせされた第2のカラーデジタル画像と比較するステップと、

前記判定された変更に基づいて、前記カラーデジタル文書を変更するステップと、  
を備えることを特徴とする。

#### 【0017】

本発明の別の面によると、カラーデジタル文書を変更する方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムが格納されたコンピュータ可読の記憶媒体であって、当該方

10

20

30

40

50

法が、

前記カラーデジタル文書を第１のカラーデジタル画像に変換するステップと、

前記カラーデジタル文書の変更済みのハードコピーをスキャンすることにより、第２のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記第１のカラーデジタル画像と前記第２のカラーデジタル画像とを関連付ける回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを求め、求められたそれぞれのパラメータを用いて、粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記第１のカラーデジタル画像と、前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像とを比較して、前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の画素を前記第１のカラーデジタル画像にマッピングするために必要とされる変位を示す変位マップを生成するステップと、

10

前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の各画素の位置を、前記変位マップから求められる線形平行移動変換パラメータを用いて補間する値を算出して前記各画素の位置を補間する補間変位マップを生成し、前記変位マップと前記補間変位マップとを加算して求められる歪マップを生成するステップと、

前記粗位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の画素を、前記粗位置合わせにおいて求められた前記回転パラメータ、変倍パラメータおよび平行移動変換パラメータを前記歪マップに加算して求められるワープマップを用いて、前記第１のカラーデジタル画像の画素に対応付けて、前記第１のカラーデジタル画像に対して精細位置合わせされた第２のカラーデジタル画像を生成するステップと、

20

前記精細位置合わせされた第２のカラーデジタル画像の色を、前記第１のカラーデジタル画像の色に、画素レベルで色合わせを行い、色合わせされた第２のカラーデジタル画像を生成するステップと、

前記カラーデジタル文書のハードコピーに対して実行された変更を判定するために、前記第１のデジタル画像を、前記色合わせされた第２のカラーデジタル画像と比較するステップと、

前記判定された変更に基づいて、前記カラーデジタル文書を変更するステップと、

を備えることを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【００２１】

添付の図を参照して、従来技術のいくつかの面及び本発明の１つ以上の実施形態を説明する。１つ以上の添付の図面において、ステップ及び／又は特徴を参照する場合、同一の符号を有するステップ及び／又は特徴は、説明の目的のため、指示がない限り、同一の機能又は動作を有する。

【００２２】

尚、「背景技術」における説明、及び上述の従来技術の構成に関する説明は、各刊行物により及び／又は使用することにより周知技術を形成する文献の記述又は装置に関する。このことは、本発明者又は本出願人による表現として解釈されるべきではなく、そのような文献又は装置は、何らかの方法で、当技術の周知技術の一部を形成する。

40

【００２３】

本明細書において説明される方法は、図１に示されるような汎用コンピュータシステム１００を使用して実現されてもよい。図１において、図２～図２８の処理は、コンピュータシステム１００内で実行されるアプリケーションプログラム等のソフトウェアとして実現されてもよい。特に、上述の方法のステップは、コンピュータが実行するソフトウェアの命令により実行される。命令は、各々が１つ以上の特定のタスクを実行する１つ以上のコードモジュールとして形成されてもよい。例えば、ソフトウェアは、ウィンドウズ（登録商標）システム又は任意の適切なオペレーティングシステム上で実行する周知のワードプロセッシングアプリケーションに対するアドインソフトウェアモジュールとして実現されてもよい。また、ソフトウェアは、単独の文書編集アプリケーションソフトウェアとして

50



実現されてもよい。ソフトウェアは、第１の部分で上述の方法を実行し、第２の部分で第１の部分とユーザとの間のユーザインタフェースを管理する別々の２つの部分に分割されてもよい。ソフトウェアは、例えば、以下に説明する記憶装置を含むコンピュータ可読媒体に格納されてもよい。ソフトウェアは、コンピュータ可読媒体からコンピュータにロードされ、コンピュータにより実行されてもよい。そのようなソフトウェア又はコンピュータプログラムが記録されたコンピュータ可読媒体は、コンピュータプログラム製品である。コンピュータにおいてコンピュータプログラム製品を使用することにより、上述の方法を実現するのに有利な装置を達成することが好ましい。

#### 【００２４】

コンピュータシステム１００は、コンピュータモジュール１０１、キーボード１０２及びマウス１０３等の入力装置、並びに、プリンタ１１５及び表示装置１１４を含む出力装置から構成される。変調器-復調器（モデム）トランシーバ装置１１６は、例えば、電話回線１２１又は他の機能媒体を介して接続可能な通信ネットワーク１２０と通信するために、コンピュータモジュール１０１により使用される。モデム１１６は、インターネット、及びローカルエリアネットワーク（ＬＡＮ）又はワイドエリアネットワーク（ＷＡＮ）等の他のネットワークシステムにアクセスするために使用され、また、いくつかの実現方法において、コンピュータモジュール１０１に内蔵されてもよい。

#### 【００２５】

コンピュータモジュール１０１は、通常、少なくとも１つのプロセッサユニット１０５と、例えば半導体ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）及び読み出し専用メモリ（ＲＯＭ）から構成されるメモリユニット１０６とを含む。モジュール１０１は、ビデオ表示装置１１４に結合するオーディオビデオインタフェース１０７、キーボード１０２及びマウス１０３及び任意のジョイスティック（不図示）に対する入出力（Ｉ／Ｏ）インタフェース１１３、並びに、モデム１１６及びプリンタ１１５に対するインタフェース１０８を含む多数のＩ／Ｏインタフェースを更に含む。いくつかの実現方法において、モデム１１６は、コンピュータモジュール１０１内、例えば、インタフェース１０８内に内蔵されてもよい。記憶装置１０９が提供されてもよく、通常、ハードディスクドライブ１１０及びフロッピディスク装置１１１を含む。更に、磁気テープ装置（不図示）が使用されてもよい。ＣＤ-ＲＯＭドライブ１１２は、不揮発性のデータソースとして提供されてもよい。コンピュータモジュール１０１の構成要素１０５～１１３は、通常、相互接続バス１０４を介して、当業者に周知のコンピュータシステム１００の従来の動作モードで通信する。上述の構成を実現するコンピュータの例は、ＩＢＭのＰＣ及びそれに互換性のあるもの、Sun SPARCstation又はそれから進化した同様のコンピュータシステムを含む。

#### 【００２６】

通常、アプリケーションプログラムは、ハードディスクドライブ１１０に常駐し、実行の際には、プロセッサ１０５により読み出され且つ制御される。ネットワーク１２０から取り出されるプログラム及び任意のデータの間記憶装置は、ハードディスクドライブ１１０と共に動作する可能性のある半導体メモリ１０６を使用して達成されてもよい。いくつかの例において、アプリケーションプログラムは、ＣＤ-ＲＯＭ又はフロッピディスク上でコード化されてユーザに供給され、対応するドライブ１１２又は１１１を介して読み出されてもよい。あるいは、アプリケーションプログラムは、モデム装置１１６を介してネットワーク１２０から、ユーザにより読み出されてもよい。更に、ソフトウェアは、他のコンピュータ可読媒体からコンピュータシステム１００にロードすることができる。本明細書において使用されるように、用語「コンピュータ可読媒体」は、実行及び／又は処理のために、命令及び／又はデータをコンピュータシステム１００に提供することに関係する任意の記憶装置又は伝送媒体を示す。記憶媒体の例は、装置がコンピュータモジュール１０１の内部装置であるか又は外部装置であるかに関わらず、フロッピディスク、磁気テープ、ＣＤ-ＲＯＭ、ハードディスクドライブ、ＲＯＭ又は集積回路、光磁気ディスク、又はＰＣＭＣＩＡカード等のコンピュータ可読カード等を含む。伝送媒体の例は、別のコンピュータ又はネットワーク化装置に対するネットワーク接続、並びに、電子メール送

10

20

30

40

50

信及びウェブサイト等に記録された情報を含むインターネット又はイントラネットに加え、無線伝送チャネル又は赤外線伝送チャネルも含む。

【0027】

あるいは、上述の方法は、図2～図28の機能又はサブ機能を実行する1つ以上の集積回路等の専用ハードウェアにおいて実現されてもよい。そのような専用ハードウェアは、グラフィックプロセッサ、デジタル信号プロセッサ、又は、1つ以上のマイクロプロセッサ及び連想メモリを含んでもよい。

【0028】

図2は、デジタル文書に対する変更を検出する方法200を示すフローチャートである。図3に示すように、一例であるデジタル文書300を参照して、方法200を説明する。デジタル文書300は、ページ301、302及び303を含み、ワードプロセッシングアプリケーション等の任意の文書作成アプリケーションを使用して生成されてもよい。方法200は、文書300に対する変更を示すデータを収集し、解析する。本明細書において、この収集及び解析は、総称して「検出」と呼ばれる。方法200は、ハードディスクドライブ110に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

10

【0029】

方法200は、ステップ220で開始し、プロセッサ105は、文書300のページ301、302及び303の第1の複数の画像を生成する。第1の複数の画像は、例えば、デジタル文書300が紙に印刷された場合に示される文書300を表現する。そのような第1の複数の画像の例を、図3に示し、「描画済ページ画像(rendered page images)」310と呼ぶ。

20

【0030】

描画済ページ画像310は、文書300の印刷中に、文書300の各ページ(例えば、302)のラスタ形式(又はビットマップ形式)表現(例えば、311)をメモリ106又はハードディスクドライブ110に描画することにより生成されてもよい。例えば、文書300の作成者は、プリンタ115を使用して、文書300のハードコピーを生成してもよい。文書300のハードコピーは、文書300を見直すために使用されてもよい。文書300の印刷処理中に、プロセッサ105は、描画済ページ画像310を生成してもよい。描画済ページ画像310は、1つ以上の画像ファイルとして、メモリ106又はハードディスクドライブ110に格納されてもよい。描画済ページ画像310は、デジタル文書300を含むデジタル文書ファイルと共にメタデータを保存することにより、デジタル文書300と関連付けられてもよい。この例において、メタデータは、メモリ106又は記憶装置109における画像ファイルの場所を指し示す。また、画像ファイルは、ネットワーク120に接続される1つ以上の遠隔サーバ(不図示)に格納されてもよい。描画済ページ画像310は、デジタル文書ファイルのメタデータを読み出し、且つメタデータにより指し示されるメモリ106又はハードディスクドライブ110の場所から画像ファイルをロードすることにより、プロセッサ105により検索されてもよい。

30

【0031】

方法200は、次のステップ230に継続し、プロセッサ105は、第2の複数の画像320を生成する。第2の複数の画像320は、文書300の変更済(例えば、注釈付き及び/又は補正済)ページの画像(例えば、312)である。そのような第2の複数の画像の例を、図3に示し、「走査済ページ画像(scanned page images)」320と呼ぶ。図3の走査済ページ画像320は、文書300のページ301、302及び303の変更済(例えば、注釈付き又は補正済)ハードコピーを走査することにより、生成されてもよい。また、走査済ページ画像320は、画像ファイルとして、メモリ106又はハードディスクドライブ110に格納されてもよい。1つの実現方法において、複数の走査済ページ画像320の各画像(例えば、312)は、描画済ページ画像310の描画済ページ画像(例えば、311)が生成されている文書300の1ページ(例えば、302)に対応する。

40

50

## 【 0 0 3 2 】

方法 2 0 0 のステップ 2 2 0 及び 2 3 0 は、データ収集ステップ 2 1 0 のサブステップであると考えてもよい。1 つの実現方法において、描画済ページ画像 3 1 0 及び走査済ページ画像 3 2 0 は、2 0 0 d p i の解像度で生成される。しかし、描画済ページ画像 3 1 0 及び走査済ページ画像 3 2 0 は、任意の適切な解像度で生成されてもよい。

## 【 0 0 3 3 】

描画済ページ画像 3 1 0 及び走査済ページ画像 3 2 0 が生成されると、描画済ページ画像 3 1 0 及び走査済ページ画像 3 2 0 は、次のステップ 2 4 0 において、プロセッサ 1 0 5 により解析される。この解析により、描画済ページ画像 3 1 0 と走査済ページ画像 3 2 0 との差異を検出する。これらの差異は、デジタル文書 3 0 0 のハードコピーに対する変更を表現する。解析ステップ 2 4 0 は、画像位置合わせステップ 2 5 0、色合わせステップ 2 6 0、及び変更リスト生成ステップ 2 7 0 を含む 4 つのサブステップを含むと考えてもよい。一例である図 3 の文書を参照して、ステップ 2 5 0、2 6 0 及び 2 7 0 の各ステップを、以下に更に詳細に説明する。

## 【 0 0 3 4 】

走査済ページ画像 3 2 0 を生成するために文書 3 0 0 の変更済ハードコピーを走査した結果、走査済ページ画像 3 2 0 は、描画済ページ画像 3 1 0 の変倍、平行移動、回転及びワープされた表現を表す。画像位置合わせステップ 2 5 0 は、走査済ページ画像 3 2 0 を描画済ページ画像 3 1 0 に対して位置決め（又は位置合わせ）する。以下に説明するように、走査済ページ画像 3 2 0 を描画済ページ画像 3 1 0 に位置合わせするために、ステップ 2 5 0 において、走査済ページ画像 3 2 0 及び描画済ページ画像 3 1 0 は、ぼかされ、回転、変倍及び平行移動（「R S T」）パラメータは、走査済ページ画像 3 2 0 に対して判定される。これを、粗位置合わせと呼ぶ。精細位置合わせが、走査済ページ画像 3 2 0 に対して実行され、精細画像歪を表現するワープマップを判定する。

## 【 0 0 3 5 】

次に説明するように、位置合わせステップ 2 5 0 は、全体の位置合わせの誤差の原因となり、多少のワープ（例えば、スキャナ非線形性）の原因となる。これらの多少のワープは、あるページ（例えば、3 0 1）に渡って、一定でない可能性がある。

## 【 0 0 3 6 】

ずれ及び変更の他に、描画済ページ画像 3 1 0 の画像（例えば、画像 3 1 1）及び走査済ページ画像 3 2 0 の画像（例えば、画像 3 1 2）は、大きく異なる場合がある。これらの差異のうち、中間調又はフォントの選択に関する描画の差異等のいくつかの差異は、変更にとって重要ではない。文書 3 0 0 のハードコピーに対する変更を除去せずに、描画済ページ画像 3 1 0 の画像（例えば、3 1 1）と走査済ページ画像 3 2 0 の対応する画像（例えば、3 1 2）との間の差異を減少させるため、画像 3 1 1 及び 3 1 2 の双方が、事前にフィルタリングされてもよい。

## 【 0 0 3 7 】

ガウスぼけ(Gaussian blur)は、描画済ページ画像 3 1 0 の画像 3 1 1 及び走査済ページ画像 3 2 0 の対応する画像（例えば、3 1 2）を事前にフィルタリングするために、使用されてもよい。この例において、ガウスぼけは、カーネルサイズ 5 及び標準偏差 2 を有してもよい。しかし、任意の適切なカーネルサイズ及び標準偏差が、使用されてもよい。

## 【 0 0 3 8 】

ガウスぼけを使用してフィルタリングした後、描画済ページ画像 3 1 0 に関する走査済ページ画像 3 2 0 に対する回転、変倍及び平行移動（R S T）パラメータが、判定される。ステップ 2 5 0 において実行されたように、2 つの画像  $I_1(x, y)$  及び  $I_2(x, y)$  に対する回転、変倍及び平行移動（R S T）パラメータの判定を例として説明する。しかし、走査済ページ画像 3 2 0 に対する回転、変倍及び平行移動（R S T）パラメータの他の適切な判定方法が、使用されてもよい。

## 【 0 0 3 9 】

図 4 は、方法 2 0 0 のステップ 2 5 0 において実行されたように、2 つの画像  $I_1(x, y)$

10

20

30

40

50

及び $I_2(x, y)$ を関連付ける回転、変倍及び平行移動 ( R S T ) パラメータ (  $\theta$ ,  $s$ ,  $x_0$ ,  $y_0$  ) を使用して、粗位置合わせ画像 $I''_2(x, y)$ を判定する方法 4 0 0 を示すフローチャートである。方法 4 0 0 は、ハードディスクドライブ 1 1 0 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 1 0 5 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ は、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に格納されてもよい。

#### 【 0 0 4 0 】

方法 4 0 0 は、ステップ 4 0 5 で開始し、プロセッサ 1 0 5 は、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 から、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ にアクセスする。画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ は、画像内容において、実質的にオーバーラップすることを前提とする。画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ は、実数値の関数である。従って、画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ は、ゼロ ( 0 ) と所定の最大値 ( 例えば、1 又は 2 5 5 ) との間の値の配列により表現されてもよい。画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ は、ステップ 4 0 5 において、ハードディスクドライブ 1 1 0 又はフロッピディスク装置 1 1 1 からアクセスされてもよい。あるいは、画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ は、ネットワーク 1 2 0 に接続される撮影装置 ( 不図示 ) から、ネットワーク 1 2 0 を介して、ダウンロードされてもよい。

#### 【 0 0 4 1 】

方法 4 0 0 は、次のステップ 4 1 0 に継続し、プロセッサ 1 0 5 は、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける回転パラメータ  $\theta$  及び変倍パラメータ  $s$  を判定する。この例において、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ は、以下のように、回転、変倍及び平行移動により関連付けられることを前提とする。

#### 【 0 0 4 2 】

##### 【 数 1 】

$$I_2(x, y) = I_1(s(x \cos \theta + y \sin \theta) + \Delta x, s(-x \sin \theta + y \cos \theta) + \Delta y) \quad (1)$$

#### 【 0 0 4 3 】

式中、 $s$  は変倍因子、 $\theta$  は回転角度、及び $(x_0, y_0)$ は平行移動をそれぞれ表す。1 8 0 ° まで不確定な回転角度  $\theta$  で、未知の変倍及び回転平行移動パラメータが判定される。画像 $I_1(x, y)$ に関連付けられ且つ変倍、回転及び移動された画像 $I_2(x, y)$ のフーリエ変換は、次式 ( 2 ) に従って判定されてもよい。

#### 【 0 0 4 4 】

##### 【 数 2 】

$$\mathcal{F}\{I_2\}(u, v) = \frac{1}{|s|^2} \mathcal{F}\{I_1\}\left(\frac{u \cos \theta + v \sin \theta}{s}, \frac{-u \sin \theta + v \cos \theta}{s}\right) e^{2\pi i u \Delta x} e^{2\pi i v \Delta y} \quad (2)$$

#### 【 0 0 4 5 】

フーリエ変換の大きさ $|I_2|$ を判定することにより、画像 $I_2(x, y)$ の平行移動の不変量が、次式 ( 3 ) に従って判定されてもよい。

#### 【 0 0 4 6 】

##### 【 数 3 】

$$|\mathcal{F}\{I_2\}(u, v)| = \frac{1}{|s|^2} \left| \mathcal{F}\{I_1\}\left(\frac{u \cos \theta + v \sin \theta}{s}, \frac{-u \sin \theta + v \cos \theta}{s}\right) \right| \quad (3)$$

#### 【 0 0 4 7 】

画像 $I_2(x, y)$ の平行移動の不変量は、画像 $I_2(x, y)$ の平行移動 $(x_0, y_0)$ に依存しない。フーリエの大きさのLog-Polar変換を実行することにより、次式 ( 4 ) に従って、2つの

10

20

30

40

50

画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ 間のフーリエの大きさの単純な線形関係を導き出す。

【 0 0 4 8 】

【 数 4 】

$$|\mathcal{F}[I_2(x, y)](R, \Phi)| = \frac{1}{|s|^2} |\mathcal{F}[I_1(x, y)](R - \log s, \Phi + \theta)| \quad (4)$$

【 0 0 4 9 】

2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ 間のフーリエの大きさのLog-Polar再サンプリングの相関がログ (logs) におけるピーク及び を含むことにより、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける未知の変倍パラメータ $s$ 及び回転角度パラメータ を判定することができる。ここで、回転角度 は、 $180^\circ$ の不確かさを有する。この不確かさは、対称的である実関数のフーリエの大きさの結果である。ステップ410において実行されたように、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける回転パラメータ 及び変倍パラメータ  $s$ を判定する方法500を、図5を参照して、以下に説明する。

【 0 0 5 0 】

方法400は、次のステップ470に継続し、プロセッサ105は、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける平行移動(  $x$ ,  $y$ )を判定する。プロセッサ105は、第2の画像 $I_2(x, y)$ に対して可能な回転角度 に対する変倍及び回転平行移動を取り消すことにより平行移動(  $x$ ,  $y$ )を判定し、部分的に位置合わせされた画像を生成する。部分的に位置合わせされた画像は、第1の画像 $I_1(x, y)$ と互いに関連付けられ、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ 間の未知の平行移動(  $x$ ,  $y$ )を判定する。部分的に位置合わせされた画像と第1の画像 $I_1(x, y)$ との間の最適な空間相関を与える回転角度 は、正確な回転角度 であると考えられる。従って、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける完全な平行移動(  $x$ ,  $y$ )が判定された。ステップ470において実行されたように、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける平行移動(  $x$ ,  $y$ )を判定する方法600を、図6を参照して、以下に詳細に説明する。

【 0 0 5 1 】

方法400は、次のステップ490で終了する。ステップ490において、プロセッサ105は、RSTパラメータ(  $r$ ,  $s$ ,  $t$ ,  $x$ ,  $y$ )を画像 $I_2(x, y)$ に適用することにより、粗位置合わせ画像 $I''_2(x, y)$ を生成する。

【 0 0 5 2 】

ステップ410において実行されたように、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける回転パラメータ 及び変倍パラメータ  $s$ を判定する方法500を、図5を参照して、以下に説明する。方法500は、ハードディスクドライブ110に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

【 0 0 5 3 】

方法500は、最初のステップ501で開始し、プロセッサ105は、画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ からマルチチャネル関数を生成する。マルチチャネル関数は、画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ から生成された複素画像 $I^{-}_1(x, y)$ 及び $I^{-}_2(x, y)$ の形式であってもよい。各複素画像 $I^{-}_n(x, y)$ がフーリエ変換される場合に、非対称的なフーリエの大きさを有する非エルミート結果 (non-Hermitian result) が生成されるように、プロセッサ105は、ステップ501において、画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ から複素画像 $I^{-}_1(x, y)$ 及び $I^{-}_2(x, y)$ を生成する。以下に詳細に説明するように、複素画像 $I^{-}_n(x, y)$ をフーリエ-メルン相関に対する入力として使用すると、その場合に存在する画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ 間の $180^\circ$ の不確定は、除去される。

【 0 0 5 4 】

複素画像 $I^{-}_1(x, y)$ 及び $I^{-}_2(x, y)$ は、画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ に対して演算子  $\{ \}$ を適用することにより、ステップ501で生成される。ここで、演算子は、以下のよう、回転及び変倍に対する定数内で可換である。

【 0 0 5 5 】

【 数 5 】

$$T_{\beta,s}[\gamma\{f(x,y)\}] = g(\beta,s)\gamma\{T_{\beta,s}[f(x,y)]\} \quad (5)$$

【 0 0 5 6 】

式中、 $\beta$  は回転因子、 $s$  は変倍因子、 $T_{\beta,s}$  は回転-変倍変換、且つ  $g$  は回転  $\beta$  及び変倍  $s$  のある関数である。

【 0 0 5 7 】

演算子  $\gamma\{\}$  の例は以下を含む。

【 0 0 5 8 】

【 数 6 】

$$\gamma\{f(x,y)\} = f(x,y) + if^2(x,y) \quad (6)$$

【 0 0 5 9 】

【 数 7 】

$$\gamma\{f(x,y)\} = \frac{\partial f}{\partial x} + i \frac{\partial f}{\partial y} \quad (7)$$

【 0 0 6 0 】

【 数 8 】

$$\gamma\{f(x,y)\} = \left( \frac{\partial f}{\partial x} + i \frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \quad (8)$$

【 0 0 6 1 】

ステップ 5 0 1 において実行されたように、画像  $I_n(x,y)$  から複素画像  $I^{-n}(x,y)$  を生成する方法 7 0 0 を、図 7 を参照して、以下に説明する。

【 0 0 6 2 】

ステップ 5 0 1 で生成されたマルチチャネル関数（すなわち、複素画像  $I^{-1}(x,y)$  及び  $I^{-2}(x,y)$ ）は、次のステップ 5 0 3 において、プロセッサ 1 0 5 により処理され、2つの複素画像  $I^{-1}(x,y)$  及び  $I^{-2}(x,y)$  の各々の表現  $T_1(x,y)$  及び  $T_2(x,y)$  を生成する。ここで、表現  $T_1(x,y)$  及び  $T_2(x,y)$  は、空間領域において、実質上、平行移動の不変量である。2つの複素画像  $I^{-1}(x,y)$  及び  $I^{-2}(x,y)$  の各々の表現  $T_1(x,y)$  及び  $T_2(x,y)$  が実質上、空間領域において、平行移動の不変量である場合に、ステップ 5 0 3 において実行されたように、表現  $T_1(x,y)$  及び  $T_2(x,y)$  を生成する方法 8 0 0 を、図 8 を参照して、以下に説明する。

【 0 0 6 3 】

次のステップ 5 0 5 において、プロセッサ 1 0 5 は、2つの複素画像  $I^{-1}(x,y)$  及び  $I^{-2}(x,y)$  の表現  $T_1(x,y)$  及び  $T_2(x,y)$  に対してフーリエ-メルン相関(Fourier-Mellin correlation)を実行し、位相相関画像を生成する。入力画像  $I_1(x,y)$  及び  $I_2(x,y)$  を関連付ける回転及び変倍は、生成された位相相関画像において、孤立するピークにより表現される。ステップ 5 0 5 において実行されたように、フーリエ-メルン相関を実行する方法 9 0 0 を、図 9 を参照して、以下に説明する。表現  $T_1(x,y)$  及び  $T_2(x,y)$  が空間領域において平行移動の不変量であるため、フーリエ-メルン相関は、広範囲な値をとる平行移動、回転及び変倍因子により関連付けられる画像  $I_1(x,y)$  及び  $I_2(x,y)$  に対して、優れた結果をもたらす。そのような優れた結果は、通常、回転、変倍及び平行移動パラメータにより関連付けられる画像に対する増加した整合フィルタ信号対雑音比(SNR)、並びに、回転、変倍及び平行移動パラメータにより関連付けられない画像間の向上した判別を含む。

【 0 0 6 4 】

10

20

30

40

50

方法500は、次のステップ507に継続し、プロセッサ105は、位相相関画像内の大きさのピークの場所を検出する。大きさのピークの場所は、2次フィッティングにより補間され、サブピクセル正確度に対する大きさのピークの場所が、検出されてもよい。次のステップ509において、プロセッサ105は、検出された大きさのピークが所定の閾値（例えば、1.5）より大きい信号対雑音比（SNR）を有するかを判定する。

【0065】

プロセッサ105が、ステップ509において、判定したピークは所定の閾値よりも大きい信号対雑音比（SNR）を有すると判定すると、画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ は、回転及び変倍パラメータにより関連付けられず、方法500は終了する。あるいは、プロセッサ105が、大きさのピークは所定の閾値よりも大きい信号対雑音比を有すると判定すると、次のステップ511において、プロセッサ105は、大きさのピークの場所を使用して、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける変倍パラメータ $s$ 及び回転角度パラメータ $\theta$ を判定する。大きさのピークが場所 $(x_0, y_0)$ である場合、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける変倍パラメータ $s$ 及び回転角度パラメータ $\theta$ は、次式（9）及び（10）に従って判定されてもよい。

10

【0066】

【数9】

$$s = e^{-a\zeta} \quad (9)$$

【0067】

20

【数10】

$$\theta = -\frac{2\pi\alpha}{Q} \quad (10)$$

【0068】

式中、 $a$ 及び $Q$ は定数である。定数 $a$ 及び $Q$ は、フーリエ-メルン相関を実行する方法900のLog-Polar再サンプリングステップに関連する。これについて、図9を参照して、以下に説明する。

【0069】

ステップ470において実行されたように、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける平行移動 $(x_0, y_0)$ を判定する方法600を、図6を参照して、以下に詳細に説明する。方法600は、ハードディスクドライブ110に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

30

【0070】

方法600は、次のステップ601で開始する。ステップ601において、方法500により判定された変倍パラメータ $s$ 及び回転角度パラメータ $\theta$ は、画像 $I_2(x, y)$ に適用され、回転及び変倍された画像 $I'_2(x, y)$ を形成する。あるいは、方法500により判定された変倍パラメータ $s$ 及び回転角度パラメータ $\theta$ の逆数が、複素画像 $I^*_1(x, y)$ に適用され、回転及び変倍された画像 $I'_1(x, y)$ を形成してもよい。回転及び変倍された画像 $I'_2(x, y)$ 及び画像 $I'_1(x, y)$ は、次のステップ603において、位相相関を使用して、プロセッサ105により互いに関連付けられ、相関画像を生成する。あるいは、回転及び変倍された画像 $I'_1(x, y)$ 及び画像 $I_2(x, y)$ が、ステップ603において、互いに関連付けられてもよい。相関画像における大きさのピークの位置は、一般に、画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける平行移動 $(x_0, y_0)$ に対応する。従って、次のステップ605において、プロセッサ105は、相関画像内の大きさのピークの場所を検出する。

40

【0071】

次のステップ607において、プロセッサ105は、ステップ605で判定された大きさのピークの場所を使用して、2つの画像 $I'_1(x, y)$ 及び $I'_2(x, y)$ を関連付ける平行移動 $(x_0, y_0)$ を判定する。同一の平行移動 $(x_0, y_0)$ は、2つの画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ を関連付ける。大きさのピークが場所 $(x_0, y_0)$ である場合、平行移動 $(x_0, y_0)$ は、 $(x_0, y_0)$

50

,  $y_0$ )である。未知の変倍パラメータ $s$ 及び回転角度パラメータ $\theta$ は、方法500により判定され、未知の平行移動( $x_0$ ,  $y_0$ )は、ステップ607により判定される。判定された回転、変倍及び平行移動パラメータ( $\theta$ ,  $s$ ,  $x_0$ ,  $y_0$ )は、ステップ490のように、位置合わせ画像 $I''_2(x, y)$ を判定するために使用されてもよい。

【0072】

ステップ501において実行されたように、画像 $I_n(x, y)$ から複素画像 $I'_n(x, y)$ を生成する方法700を、図7を参照して、以下に説明する。方法700は、ハードディスクドライブに常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御されるソフトウェアとして実行されてもよい。

【0073】

10

方法700は、最初のステップ701で開始し、プロセッサ105は、画像 $I_n(x, y)$ を、複素カーネル関数 $k$ で畳込む。畳込みは、空間領域において実行されてもよいし、又はフーリエ領域において乗算により実行されてもよい。

【0074】

ステップ701において使用される複素カーネル関数 $k$ は、式(11)のフーリエ変換の特性を有するカーネルである。

【0075】

【数11】

$$K(u, v) = \frac{u + iv}{|u + iv|} \quad (11)$$

20

【0076】

畳込みの結果( $I * k$ )、ここで $*$ は、畳込みを示す)は、次のステップ703において、次式(12)に従って、単位量を得るために正規化される。

【0077】

【数12】

$$\Gamma = \frac{I * k}{|I * k|} \quad (12)$$

30

【0078】

正規化された畳込みの結果 $\Gamma$ は、次のステップ705において、画像 $I_n(x, y)$ と乗算され、複素画像 $I'_n(x, y)$ を生成する。複素画像 $I'_n(x, y)$ は、画像 $I_n(x, y)$ と同一の大きさを有し、複素画像 $I'_n(x, y)$ における各点は、ステップ701における畳込みにより生成された関連する位相を有する。式(11)及び(12)において与えられるカーネル $k$ 及び $k'$ に対して、関連する位相は、画像 $I_n(x, y)$ の傾斜方向に関連付けられた量をコード化する。

【0079】

ステップ503において実行されたように、2つの複素画像 $I'_{-1}(x, y)$ 及び $I'_{-2}(x, y)$ の各々の表現 $T_1(x, y)$ 及び $T_2(x, y)$ を生成する方法800を、次に説明する。表現 $T_1(x, y)$ 及び $T_2(x, y)$ は、空間領域において、実質上、平行移動の不変量である。方法800は、ステップ501において形成された複素画像 $I'_n(x, y)$ (すなわち、 $I'_{-1}(x, y)$ 及び $I'_{-2}(x, y)$ )を入力として受信する。方法800は、ステップ801で開始し、複素画像 $I'_n(x, y)$ は、高速フーリエ変換(FFT)を使用して、プロセッサ105によりフーリエ変換され、複素数を含む画像を生成する。次のステップ803において、ステップ801で生成された変換画像は、フーリエ変換の複素数の大きさを含む大きさの画像と、フーリエ変換の複素数の位相を含む位相画像とに分離される。次のステップ805において、回転及び変倍に対する定数内で可換である状態で、関数が、大きさの画像に適用される。大きさの画像は、ステップ805において、ランプ関数で乗算され、大きさの

40

50



画像の広域フィルタリングを実行してもよい。図 8 に示すように、ステップ 807 において、演算子が、位相画像に適用され、平行移動の不変量である位相の 2 次以上の導関数を取得する。ステップ 807 において、ラプラス演算子が使用されてもよい。

【0080】

方法 800 は、次のステップ 809 に継続し、ステップ 805 において生成された変更された大きさの画像、及びステップ 807 において生成された位相画像のラプラスの判定結果は、次式 (13) を使用して、プロセッサ 105 により組み合わされる。

【0081】

【数 13】

$$|F| + iA\nabla^2\varphi \quad (13)$$

10

【0082】

式中、 $|F|$  は、複素画像  $I_n(x, y)$  のフーリエ変換の変更された大きさを表し、 $\nabla^2$  は、フーリエ変換の位相画像のラプラスを表す。また、 $A$  は、次式 (14) に従って判定される変倍定数を表す。

【0083】

【数 14】

$$A = \max(|F|)/\pi \quad (14)$$

【0084】

20

変倍定数  $A$  は、再び組み合わされたフーリエの大きさ及び位相画像が略同一の大きさであることを保証する。

【0085】

変更された大きさの画像及び位相画像のラプラスを取得した結果を組み合わせた結果が、次のステップ 811 において逆フーリエ変換され、表現  $T_n(x, y)$  (すなわち、 $T_1(x, y)$  及び  $T_2(x, y)$ ) を生成する。表現  $T_n(x, y)$  は、空間領域において、平行移動の不変量である。フーリエの大きさ及び位相の他の平行移動の不変量が、サブステップ 805 及び 809 の代わりに使用されてもよい。例えば、位相は、ゼロ (0) に設定されてもよい。

【0086】

ステップ 505 において実行されたように、フーリエ-メルン相関を実行する方法 900 を、図 9 を参照して、次に説明する。方法 900 は、ハードディスクドライブ 110 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 105 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。フーリエ-メルン相関は、空間領域において平行移動の不変量である表現  $T_1(x, y)$  及び  $T_2(x, y)$  に対して実行される。

30

【0087】

方法 900 は、ステップ 901 で開始し、表現  $T_1(x, y)$  及び  $T_2(x, y)$  の各々は、Log-Polar 領域に対して再サンプリングされる。Log-Polar 領域に対して再サンプリングするために、Log-Polar 領域内の解像度が特定される。画像  $I_1(x, y)$  及び  $I_2(x, y)$  が幅  $N$  画素及び高さ  $M$  画素である (すなわち、 $x$  座標が 0 と  $N - 1$  との間で変動し、 $y$  座標が 0 と  $M - 1$  との間で変動する) 場合、空間領域において平行移動の不変量である表現  $T_1(x, y)$  及び  $T_2(x, y)$  の中心は、 $(c_x, c_y) = (\text{floor}(N/2), \text{floor}(M/2))$  に位置する。Log-Polar 空間において、 $P$  画素  $\times$   $Q$  画素の範囲を有する画像に対する Log-Polar 再サンプリングは、表現  $T_1(x, y)$  及び  $T_2(x, y)$  の中心を基準として実行される。原点における特異点を回避するため、表現  $T_1(x, y)$  及び  $T_2(x, y)$  の中心周りの半径  $r_{\min}$  の円板は、無視される。この円板を無視する一方で、Log-Polar 平面における点  $(i, j)$  は、次式 (15)、(16) 及び (17) を使用して、点  $(x, y)$  における平行移動の不変量の表現  $T_1(x, y)$  及び  $T_2(x, y)$  を補間することにより、判定されてもよい。

40

【0088】

【数 1 5】

$$x = c_x + \cos \frac{2\pi j}{Q} r_{\min} e^{ai}$$

$$y = c_y + \sin \frac{2\pi j}{Q} r_{\min} e^{ai} \quad (15)$$

$$a = \frac{\log r_{\max} / r_{\min}}{P - 1} \quad (16)$$

$$r_{\max} = \max\{M/2, N/2\} \quad (17)$$

10

【0089】

式(16)及び(17)は、空間領域において、Log-Polar画像が拡張する最大半径を示す。定数 $r_{\min}$ 、P及びQの共通値は、次式(18)及び(19)を使用して判定される。

【0090】

【数 1 6】

$$P = Q = (M + N)/2 \quad (18)$$

$$r_{\min} = 5 \quad (19)$$

20

【0091】

次のステップ903において、プロセッサ105は、再サンプリングされた表現 $T_1(x, y)$ 及び $T_2(x, y)$ の各々に対して、フーリエ変換を実行する。次のステップ905において、プロセッサ105は、再サンプリングされた第2の表現 $T_2(x, y)$ に対して、複素共役を実行する。ステップ903において生成されたフーリエ変換は、各フーリエ変換の複素要素の大きさに各複素要素を除算することにより、各フーリエ変換が単位量を有するように、次のステップ907において、正規化される。正規化されたフーリエ変換は、次のステップ909において、乗算される。乗算結果は、サブステップ911において、逆フーリエ変換され、位相相関画像を生成する。

【0092】

30

2つの画像を関連付ける平行移動( $x$ ,  $y$ )を判定する方法400について、1つの構成要素のみを有する画像 $I_1(x, y)$ 及び $I_2(x, y)$ に対する処理に関して説明した。方法400は、画像における各チャンネルが略同一の歪を受けることを前提とすることにより、複数の構成要素を有するカラー画像に対して適用されてもよい。この例において、回転、変倍及び平行移動(RST)パラメータを判定するために、方法400は、全てのチャンネルに対する判定されたRSTの値を使用して、画像の輝度要素に対して実行されてもよい。

【0093】

ここで、方法200に戻ると、方法400に従って判定された回転、変倍及び平行移動(RST)パラメータが、ステップ250において、走査済ページ画像320に適用され、粗位置合わせ走査済ページ画像を生成してもよい。特定の走査済ページ画像(例えば、312)が精細位置合わせを必要とする時、回転、変倍及び平行移動(RST)パラメータが、その特定の画像のブロックに適用されてもよい。

40

【0094】

方法200のステップ250を完了するために、精細な画像位置合わせは、粗位置合わせ走査済ページ画像に対して実行され、粗位置合わせ走査済ページ画像に存在する残りの変換は、取り消されてもよい。図3に示すように、この精細な位置合わせの結果は、精細位置合わせページ画像340である。精細位置合わせページ画像340は、メモリ106又はハードディスクドライブ110に格納されてもよい。

【0095】

ステップ250において実行されたように、粗位置合わせ走査済ページ画像に対して精

50

細位置合わせを実行し、精細位置合わせページ画像 3 4 0 を生成する方法 1 0 0 0 を、次に詳細に説明する。方法 1 0 0 0 は、ハードディスクドライブ 1 1 0 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 1 0 5 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

【 0 0 9 6 】

方法 1 0 0 0 は、ステップ 1 0 0 1 で開始し、プロセッサ 1 0 5 は、位置合わせを実行するために、粗位置合わせページ画像上の適切な場所を判定する。位置合わせは、特定の粗位置合わせページ画像上の場所においてのみ実行される。ここで、特定の粗位置合わせページ画像を対応する描画済ページ画像（例えば、3 1 1）にマッチングさせるのに十分な量の特徴が、対応する描画済ページ画像上の対応する場所に存在する。マッチングを可能にするのに十分な特徴がある描画済ページ画像 3 1 0 上の場所を判定するために、角検出が使用されてもよい。

10

【 0 0 9 7 】

方法 1 0 0 0 のステップ 1 0 0 1 において実行されたように、マッチングを可能にするのに十分な特徴が存在する描画済ページ 3 1 0 上の場所を判定するために角検出を実行する方法 1 1 0 0 を、図 1 1 を参照して、以下に詳細に説明する。

【 0 0 9 8 】

方法 1 1 0 0 は、ステップ 1 1 1 0 で開始し、プロセッサ 1 0 5 は、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に格納された描画済ページ画像 3 1 0 からページ画像（例えば、3 1 1）にアクセスする。次のステップ 1 1 2 0 において、プロセッサ 1 0 5 は、アクセスした描画済ページ画像 3 1 1 に対して、ソーベル輪郭検出器を適用する。ソーベル輪郭検出器は、x 軸及び y 軸の双方において、描画済ページ画像 3 1 1 に対して適用される。ソーベル検出器は、以下のカーネル（2 0）を使用する。

20

【 0 0 9 9 】

【数 1 7】

$$S_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

30

$$S_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} \quad (20)$$

【 0 1 0 0 】

輪郭検出は、次式（2 1）に従って、実行されてもよい。

【 0 1 0 1 】

【数 1 8】

$$E_x = S_x * I$$

40

$$E_y = S_y * I$$

(21)

【 0 1 0 2 】

式中、\* は畳込み演算子であり、I は画像データであり、 $S_x$ 、 $S_y$  は先に定義されたカーネルであり、且つ  $E_x$ 、 $E_y$  はそれぞれ x 方向及び y 方向における辺の強さを含む画像である。 $E_x$ 、 $E_y$  から、次式（2 2）に従って、3 つの画像が判定されてもよい。

【 0 1 0 3 】

【数 19】

$$E_{xx} = E_x \circ E_x$$

$$E_{xy} = E_x \circ E_y$$

$$E_{yy} = E_y \circ E_y$$

(22)

【0104】

式中、 $\circ$  は、画素毎の乗算を示す。

【0105】

低域フィルタ動作（例えば、3のカーネルサイズを有するボックスフィルタ）は、騒音の影響を低減するために、画像 $E_{xx}$ 、 $E_{xy}$ 、 $E_{yy}$ に対して実行されてもよい。

10

【0106】

方法1100は、次のステップ1130に継続し、プロセッサ105は、画像CDを判定する。更に、プロセッサ105は、画像CDに対して極大値検出を実行し、画像CDにおける角点のリストを判定する。点が角であるかを検出するために、画像CDは、次式(23)に従って、判定されてもよい。

【0107】

【数20】

$$CD = \frac{(E_{xx}E_{yy} - 2E_{xy})}{(E_{xx} + E_{yy})}$$

(23)

20

【0108】

結果として得られた画像CDは、各画素 $E_{xx}$ 、 $E_{xy}$ 、 $E_{yy}$ が角である尤度の測度である。特定の画素がその画素に隣接する8つの画素における極大値である場合、その画素は、角の画素として分類される。すなわち、

$$CD_{x,y} > CD_{x+1,y-1}, CD_{x,y-1},$$

$$CD_{x-1,y-1}, CD_{x+1,y},$$

$$CD_{x-1,y}, CD_{x+1,y+1},$$

$$CD_{x,y+1}, CD_{x-1,y+1}$$

30

である場合、場所 $(x, y)$ における画素は、角点であると判定される。プロセッサ105は、点 $CD_{x,y}$ における強さと共に、検出された角点のリスト $C_{corners}$ を生成する。これは、メモリ106又はハードディスクドライブ110に格納される。ステップ1140～ステップ1190において、以下に説明するように、角点のリスト $C_{corners}$ は、別の角点の広がり画素（例えば、広がり=64）内にある点を削除することにより、更にフィルタリングされてもよい。

【0109】

方法1100は、次のステップ1140に継続し、角のリスト $C_{corners}$ は、プロセッサ105により、角のリスト $C_{corners}$ の各点において判定されたCDの値順にソートされる。次のステップ1150において、プロセッサ105は、メモリ106又はハードディスクドライブ110に格納される角の新規リスト $C_{new}$ を判定する。角の新規リスト $C_{new}$ は、マッチングを可能にするのに十分な特徴が存在する描画済ページ画像310上の場所を表す。次のステップ1160において、プロセッサ105は、角のリスト $C_{corners}$ から未処理の角を選択する。

40

【0110】

方法1100は、次のステップ1170に継続し、選択された角は、新規リスト $C_{new}$ 中の角と比較される。ステップ1160において選択された角が $C_{new}$ 中の角の広がり画素内にある場合、ステップ1190に直接進む。選択された角が $C_{new}$ 中の角の広がり画素内がない場合、選択された角は、次のステップ1180において、リスト $C_{new}$ に追加される。ステップ1190において、プロセッサ105が、 $C_{corners}$ 中に処理されるべき角が残さ

50

れていると判定する場合、ステップ 1 1 6 0 に戻る。そうでない場合、方法 1 1 0 0 は、終了する。

#### 【 0 1 1 1 】

方法 1 0 0 0 に戻り、マッチングを可能にするのに十分な特徴がある描画済ページ画像 3 1 0 上の場所が判定されると、次のステップ 1 0 0 3 において、プロセッサ 1 0 5 は、ブロック単位の相関を実行し、変位マップを生成する。変位マップは、粗位置合わせ走査済ページ画像の画素を描画済ページ画像 3 1 0 の描画済ページ画像 3 1 1 にマッピングするために必要とされるワープを表す。

#### 【 0 1 1 2 】

ステップ 1 0 0 3 において実行されたように、変位マップを判定する方法 1 2 0 0 を、図 1 2 を参照して、次に詳細に説明する。方法 1 2 0 0 は、ハードディスクドライブ 1 1 0 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 1 0 5 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

#### 【 0 1 1 3 】

方法 1 2 0 0 は、ステップ 1 2 1 0 で開始し、プロセッサ 1 0 5 は、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 から、粗位置合わせ走査済ページ画像にアクセスする。粗位置合わせ走査済ページ画像は、幅  $N$  画素及び高さ  $M$  画素である。プロセッサ 1 0 5 は、幅  $N$  画素及び高さ  $M$  画素である対応する描画済ページ画像（例えば、3 1 1）にもアクセスする。プロセッサ 1 0 5 は、粗位置合わせ走査済ページ画像及び描画済ページ画像 3 1 1 が互いの数画素内に粗位置合わせされることを前提としてもよい。

#### 【 0 1 1 4 】

ブロック単位の動作は、ブロックサイズ  $Q$  の選択に依存する。 $Q$  の正確な値は、自由に変更可能である。1 つの実現方法において、 $Q$  は、高さ 2 5 6 画素  $\times$  幅 2 5 6 画素のブロックを表す 2 5 6 に等しくなるように選択されてもよい。ブロック相関は、角のリスト  $C_{new}$  中に列挙された角の各場所において実行される。ブロック相関は、描画済ページ画像 3 1 1 の選択されたブロックを、ブロックの中央を各画像の角の場所に合わせた粗位置合わせ走査済ページ画像の対応するブロックと比較することにより実行される。ブロック単位の相関の出力は、角のリスト  $C_{new}$  中の角の場所における変位ベクトルのリストである変位マップ  $D$  である。メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 内に構成される変位マップに格納される各変位ベクトル及び信頼推定値が、ブロック相関の結果である。

#### 【 0 1 1 5 】

描画済ページ画像 3 1 1 及び粗位置合わせ走査済ページ画像のブロックの各対に対する画像の位置合わせは、ループ 1 2 3 0 に入ることにより開始する。ループ 1 2 3 0 は、角のリスト  $C_{new}$  中に未処理の角が存在しなくなると、終了する。ステップ 1 2 4 0 において、プロセッサ 1 0 5 が、選択されたブロックが各ブロックの描画済ページ画像 3 1 1 及び粗位置合わせ走査済ページ画像内全体に位置しないと判定する場合、 $D$  の画素  $(i, j)$  の信頼推定値は 0 に設定され、ループ 1 2 3 0 は継続する。そうでなければ、ステップ 1 2 5 0 に進み、プロセッサ 1 0 5 は、各ブロックの赤、緑及び青 (RGB) の値の YUV 色空間系からの Y 色成分を、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 内に構成される新しい画像にコピーする。その後、新しい画像は、窓関数（例えば、垂直方向及び水平方向において、ハニング窓の 2 乗）で乗算され、2 つのウィンドウ化ブロックを生成する。

#### 【 0 1 1 6 】

2 つのウィンドウ化ブロックは、次のステップ 1 2 6 0 において、互いに関連付けられる。相関は、位相相関を使用して実行されてもよい。位相相関において、第 1 のウィンドウ化ブロックの高速フーリエ変換 (FFT) は、第 2 のウィンドウ化ブロックの高速フーリエ変換 (FFT) の複素共役で乗算され、乗算結果は、単位量を有するように正規化される。この正規化ステップの結果、プロセッサ 1 0 5 により逆高速フーリエ変換 (FFT) が適用され、相関画像  $C$  を取得する。相関画像  $C$  は、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に格納されてもよい。相関画像  $C$  は、複素数のラスタ配列である。次のステップ 1 2 7 0 において、プロセッサ 1 0 5 は、相関画像を使用して、ブロックの中央に対

10

20

30

40

50

して、サブピクセル正確度で選択されたブロック中の最大ピークの場所を判定する。次のステップ1280において、2番目に高いピークの高さで除算される最大ピークの高さが所定の閾値（例えば、2）より大きい場合、ブロックの中央に関連するサブピクセル正確度の場所は、相関の結果の信頼推定値であるピークの高さの平方根と共に、メモリ106内に構成される変位マップに格納される。そうでなければ、角は、角のリスト $C_{new}$ から削除される。次のステップ1290において、プロセッサ105が、角のリスト $C_{new}$ 中に未処理の角が残されていると判定すると、ステップに戻り処理する。そうでなければ、方法1200は、終了する。

【0117】

粗位置合わせ走査済ページ画像に対して精細位置合わせを実行する方法1000は、次のステップ1005に継続し、プロセッサ105は、メモリ106に構成される変位マップを使用して、歪マップを生成する。歪マップは、粗位置合わせ走査済画像312の各画素を、対応する描画済ページ画像311の座標空間の画素に関連付ける。歪マップの一部は、粗位置合わせ走査済ページ画像312の画素を、描画済ページ画像311の境界の外側にある画素とマッピングしてもよい。走査済ページ画像312を生成するために使用された撮影装置が文書300の対応するページ（例えば、302）の全体を撮影しなかった可能性があるため、描画済ページ画像311の境界の外側にある画素のマッピングが発生する。

【0118】

ステップ1005において実行されたように、歪画像を生成する方法1300を、図13を参照して、次に説明する。方法1300は、ハードディスクドライブ110に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

【0119】

方法1300は、ステップ1301で開始し、プロセッサ105は、メモリ106又はハードディスクドライブ110から変位マップDを検索し、変位マップDに最も適合する複数の線形平行移動パラメータ( $b_{11}$ ,  $b_{12}$ ,  $b_{21}$ ,  $b_{22}$ ,  $x$ ,  $y$ )を判定する。描画済ページ画像310の歪のない点は、変位マップDの角 $i$ に対する( $x_i$ ,  $y_i$ )のラベルが付けられる。これらの点は、変位マップDにより変位され、次式(24)に従って判定される変位座標( $\hat{x}_i$ ,  $\hat{y}_i$ )を与える。

【0120】

【数21】

$$(\hat{x}_i, \hat{y}_i) = (x_i, y_i) - D(i) \quad (24)$$

【0121】

式中、 $D(i)$ は、変位マップDの変位ベクトル部である。歪のない点に影響を与える線形平行移動パラメータは、次式(25)に従って、アフィン変換された点( $\tilde{x}_{ij}$ ,  $\tilde{y}_{ij}$ )を与える。

【0122】

【数22】

$$\begin{pmatrix} \tilde{x}_i \\ \tilde{y}_i \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{21} \\ b_{12} & b_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{pmatrix} \quad (25)$$

【0123】

アフィン変換パラメータを変化させることにより、変位座標( $\hat{x}_i$ ,  $\hat{y}_i$ )とアフィン変換された点( $\tilde{x}_{ij}$ ,  $\tilde{y}_{ij}$ )との間の誤差を最小限にするように、最も適合するアフィン変換が判定される。最小限にされるべき誤差関数（例えば、ユークリッドノルム測度 $E$ ）は、次式(26)に従って、判定されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 4 】

【 数 2 3 】

$$E = \sum_{n=1}^N (\hat{x}_n - \tilde{x}_n)^2 (\hat{y}_n - \tilde{y}_n)^2 \quad (26)$$

【 0 1 2 5 】

最小限にする解は、次式 (27) ~ (31) に従って判定されてもよい。

【 0 1 2 6 】

【 数 2 4 】

$$\begin{pmatrix} b_{11} \\ b_{12} \\ \Delta x \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} \sum \hat{x}_n x_n \\ \sum \hat{x}_n y_n \\ \sum x_n \end{pmatrix} \quad (27)$$

$$\begin{pmatrix} b_{21} \\ b_{22} \\ \Delta y \end{pmatrix} = M^{-1} \begin{pmatrix} \sum \hat{y}_n x_n \\ \sum \hat{y}_n y_n \\ \sum y_n \end{pmatrix} \quad (28)$$

$$M = \begin{pmatrix} S_{xx} & S_{xy} & S_x \\ S_{xy} & S_{yy} & S_y \\ S_x & S_y & S \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \sum x_n x_n & \sum x_n y_n & \sum x_n \\ \sum y_n x_n & \sum y_n y_n & \sum y_n \\ \sum x_n & \sum y_n & \sum 1 \end{pmatrix} \quad (29)$$

$$M^{-1} = \frac{1}{|M|} \begin{pmatrix} -S_y S_y + SS_{yy} & -SS_{xy} + S_x S_y & S_{xy} S_y - S_x S_{yy} \\ -SS_{xy} + S_x S_y & -S_x S_x + SS_{xx} & S_x S_{xy} - S_{xx} S_y \\ S_{xy} S_y - S_x S_{yy} & S_x S_{xy} - S_{xx} S_y & -S_{xy} S_{xy} + S_{xx} S_{yy} \end{pmatrix} \quad (30)$$

$$|M| = \det M = -SS_{xy} S_{xy} + 2S_x S_{xy} S_y - S_{xx} S_y S_y - S_x S_x S_{yy} + SS_{xx} S_{yy} \quad (31)$$

【 0 1 2 7 】

式中、和Sは、変位マップDの変位ベクトルに対するゼロでない信頼推定値を使用して、全ての変位画素に対して実行される。

【 0 1 2 8 】

方法1300は、次のステップ1330に継続し、最も適合する1次変換は、変位マップDから除去される。変位マップの各画素は、次式(32)に従って置換される。

【 0 1 2 9 】

【 数 2 5 】

$$D_{\text{residual}}(i) \rightarrow D(i) - \begin{pmatrix} b_{11} & b_{21} \\ b_{12} & b_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ y_1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{pmatrix} \quad (32)$$

【 0 1 3 0 】

最も適合する1次変換が除去された変位マップDは、次のステップ1340において、補間される。ある点に対する変位値は、補間方法(例えば、三角形分割)に基づいて判定される。しかし、他の補間方法が、使用されてもよい。

【 0 1 3 1 】

三角形分割マップは、三角形分割マップのベクトル数に関連する線形時間において、任意の画素に対する変位の判定を可能とするため、変位を判定するために使用されてもよい

10

20

30

40

50

。ドローネ最適三角形分割は、他の三角形分割方式よりも平滑である特性を有するため、使用されてもよい。図14(a)、図14(b)及び図14(c)を参照して、点Pの2次元配列に対する三角形分割のフィールドについて次に説明する。

#### 【0132】

本明細書で説明される三角形分割は、一般化されたマップ、又は「G-Maps」に基づく。G-Mapsは、矢印(darts)として知られる単一のトポロジー要素の組合せに基づく。図14(a)に示すように、三角形分割G-Mapの矢印1410は、固有の3重(unique triple)  $d = (V_i, E_j, T_k)$  である。ここで、 $V_i$ は頂点1420であり、 $E_j$ は辺1430であり、 $T_k$ は三角形1440である。各三角形1440に対して、矢印を形成する頂点及び辺の6つの組合せが考えられる。2つの三角形(例えば、1440)により囲まれる各辺に対して、矢印(例えば、1410)を形成する頂点及び三角形の4つの組合せが考えられる。

10

#### 【0133】

図14(b)は、矢印  $_0(d)$ 、 $_1(d)$  及び  $_2(d)$  に対して動作する3つの関数を示す。

#### 【0134】

(i)  $_0(d)$ は、異なる頂点に対して、同一の辺及び三角形を有する3重 $d'$ を判定するために、使用されてもよい。

#### 【0135】

(ii)  $_1(d)$ は、異なる辺に対して、同一の頂点及び三角形を有する3重 $d'$ を判定するために、使用されてもよい。

20

#### 【0136】

(iii)  $_2(d)$ は、異なる三角形に対して、同一の辺及び頂点を有する3重 $d'$ を判定するために、使用されてもよい。

#### 【0137】

ある三角形分割トポロジーにおける矢印 $d$ に対して、上述の関数(i)~(iii)の各々は、最大1つの3重 $d'$ にマッピングし、各マッピングは、特性  $_i(_i(d)) = d$  を有する全単射(bijection)である。ある順番で、関数(i)~(iii)を組み合わせることにより、ある三角形分割の全ての矢印に従って実行されてもよい。このため、これら関数(i)~(iii)は、繰返し子( iterators)としても知られる。関数(i)~(iii)の上述の定義から、ある矢印 $d_1$ を含む三角形の周囲を移動するために、三角形の周囲で同一の方向を指す他の矢印が、次式(33)及び(34)に従って判定される。

30

#### 【0138】

#### 【数26】

$$d_2 = \alpha_1(\alpha_0(d_1)) \quad (33)$$

$$d_3 = \alpha_1(\alpha_0(d_2)) \quad (34)$$

#### 【0139】

$d$ の「左側」の領域及び $d$ の「右側」の領域が、規定されてもよい。これらは、それぞれ、三角形 $T_k$ が常にベクトルの左側に現れる平面において、線 $E_j$ に沿って、 $V_i$ の始点を使用して形成されるベクトルの左側の領域及び右側の領域である。

40

#### 【0140】

複数の点Pのドローネ三角形分割(Delaunay triangulation)(は、三角形の最小内角(minimum interior angles)を最大にするPの三角形分割であり、三角形分割の境界ベクトルがPの凸包であることを前提とする。各三角形の最小内角を最大にすることは、各三角形の外接円がPの任意の点を囲まない(外接円(circumcircle)チェックとして知られる)ことを保証することに等しい。そのような三角形の辺は、「局部的に最適」であるとして知られる。全ての辺が局部的に最適である場合のみ、三角形分割は、ドローネ最適(Delaunay optimal)である。非最適な三角形分割から最適な三角形分割を作成するため、一連の辺は

50



、交換される。厳密な凸四角形（三角形分割の2つの三角形により形成される）の対角線上のある辺に対して、1つの三角形の外接円が四角形の4つ目の頂点を囲む場合、辺は、交換される。辺の交換は、四角形の1つの対角線からもう1つの対角線に辺を移動することを含む。そのような方法を三角形分割に対して繰り返し適用することにより、三角形分割は、最大N回の繰返しで最適な状態に収束する。尚、Nは、三角形分割の頂点の数を表す。

#### 【0141】

最適化されたドローネ三角形分割（を複数の点Pから作成するため、増分アルゴリズムが使用されてもよい。増分三角形分割アルゴリズムを使用するために、初期三角形分割が作成され、Pからの各点が に挿入される。ここで、 は、各挿入の後、再最適化される。使用された初期三角形分割は、Pの全ての点を囲む四角形を対角線状に分割することにより生成された三角形分割である。1つの実現方法において、境界点がPの全ての点から遠距離であるようにするため、この四角形は、画像のサイズより10倍大きくなるように選択されてもよい。これは、境界点からの影響が最小限であることを示す。PのN個のノードを含む三角形分割  $T_N$  に、Pからのノードpを追加するために、pを含む  $T_N$  の三角形  $T_i$  の位置が特定され、三角形  $T_i$  は、3つのサブ三角形に分割される。三角形  $T_i$  は、点pから開始し、 $T_i$  の3つの頂点まで拡張する辺を作成することにより、3つのサブ三角形に分割される。頂点交換方法2800（図28を参照）は、3つのサブ三角形に適用される。方法2800は、全ての辺が局部的に最適となるまで、外接円チェックを非最適な辺に対して適用する。従って、三角形分割  $T_{N+1}$  は、ドローネ最適である。Pからのノードpの三角形分割  $T_N$  への追加について、以下に更に説明する。

#### 【0142】

点pが存在する  $T_N$  の三角形  $T_i$  の位置を特定するため、三角形分割の各三角形がチェックされる。図27を参照して、ある三角形  $T_i$  に点pが存在するかを判定する方法2700を次に説明する。方法2700は、ハードディスクドライブ110に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

#### 【0143】

方法2700は、ステップ2710において、変数iを0に初期化することにより開始する。次のステップ2720において、三角形  $T_i$  の初期矢印が選択され、変数  $d_i$  に割り当てられる。ステップ2720において、三角形  $T_i$  のいずれの矢印が、選択されてもよい。次のステップ2730において、プロセッサ105が、pが  $d_i$  の「左側」（先に規定したように）に位置すると判定すると、ステップ2740に進む。あるいは、pが  $d_i$  の左側に位置しない場合、pは  $T_i$  内に位置せず、方法2700は終了する。

#### 【0144】

ステップ2740において、変数iは、1増分され、ステップ2750に進む。プロセッサ105が、ステップ2750において、iが3に等しいと判定すると、三角形  $T_i$  の全ての3辺は、ある方向で考慮され、pは、三角形  $T_i$  の全ての辺の左側にある。pが三角形  $T_i$  の全ての辺の「左側」にある場合、pは三角形  $T_i$  内に位置し、方法2700は終了する。プロセッサ105が、ステップ2750において、iが3に等しくないと判定する場合、ステップ2780に進み、次に検査されるべき矢印が判定される。次に検査されるべき矢印は、次式（35）を使用して判定されてもよい。

#### 【0145】

#### 【数27】

$$d_{i+1} = \alpha_1(\alpha_0(d_i))$$

(35)

#### 【0146】

ステップ2780の後、ステップ2730に戻り、ステップ2720において選択された次の矢印に対して、pがチェックされる。pが存在する三角形（すなわち、 $T_i$ ）が判定されるまで、方法2700は、三角形分割  $T_N$  の各三角形に適用される。以下に説明するように、方法2700は、ある点における補間に対して使用される三角形を判定するために

、使用されてもよい。

【 0 1 4 7 】

三角形の周囲に続くパスは、 $d_i$ の2周分として知られる。上述の方法2700は、以下に説明するように、補間に対して使用されるべき三角形を判定するために使用されてもよい。

【 0 1 4 8 】

pから三角形 $T_i$ の3つの頂点に対して辺を作成することにより、 $T_i$ を3つのサブ三角形に分割し、 $T_i$ の点を使用して3つの新しい辺を作成する。これにより、3つの新しい三角形を生成する。例えば、図14(c)に示すように、三角形 $T_i$ を3つのサブ三角形に分割することにより、3つの矢印 $d_0$ 、 $d_0'$ 及び $d_0''$ を生成する。この3つの矢印 $d_0$ 、 $d_0'$ 及び $d_0''$ は、新しい辺のうち1つの辺の左側に現れ、頂点交換方法(vertex swapping method)2800で使用するために、pの逆側に向かっている。矢印 $d_0$ 、 $d_0'$ 及び $d_0''$ の任意の1つの矢印が、交換方法2800において使用される。

【 0 1 4 9 】

頂点交換方法2800は、三角形分割 $N$ が最適であることを保証する。頂点交換方法2800は、図14(c)に示すように、三角形 $T_i$ (点pが挿入された)の辺、 $T_i$ の頂点及び $T_i$ を囲む3つの三角形の3重を表し、且つ時計方向を向く3つの矢印 $d_1$ 、 $d_2$ 及び $d_3$ から開始する頂点を、再帰的に検索及び交換する。3つの矢印 $d_1$ 、 $d_2$ 及び $d_3$ は、次式(36)、(37)及び(38)を使用して、上述の $d_0$ から判定されてもよい。ここで、明確にするため、関数の括弧は省略した。

【 0 1 5 0 】

【数28】

$$d_1 = \alpha_2 \alpha_1 \alpha_0 \alpha_1 \alpha_2 \alpha_1 d_0 \quad (36)$$

$$d_2 = \alpha_2 \alpha_1 \alpha_0 \alpha_1 d_0 \quad (37)$$

$$d_3 = \alpha_2 \alpha_1 \alpha_2 \alpha_0 d_0 \quad (38)$$

【 0 1 5 1 】

図14(c)に示す矢印 $d_1$ 、 $d_2$ 及び $d_3$ は、矢印 $d_1$ 、 $d_2$ 及び $d_3$ を判定するために、矢印 $d_0$ が使用されることを前提とする。しかし、矢印 $d_1$ 、 $d_2$ 及び $d_3$ は、矢印 $d_1$ 、 $d_2$ 及び $d_3$ の定義を交換する他の矢印 $d_0'$ 及び $d_0''$ のいずれか一方を使用して判定されてもよい。

【 0 1 5 2 】

矢印 $d_1$ 、 $d_2$ 及び $d_3$ は、各々、頂点交換方法2800に対する入力矢印 $d_i$ として使用される。図28を参照して、頂点交換方法2800を説明する。方法2800は、ステップ2810で開始する。ステップ2810において、プロセッサ105が、外接円チェックを使用して、矢印 $d_i$ に関連付けられた辺 $E_i$ が局部的に最適であると判定すると、方法2800は、矢印 $d_i$ に対して完了し、方法2800が終了する。辺 $E_i$ がステップ2810において局部的に最適でない場合、方法2800は、ステップ2820に継続し、次式(39)及び(40)を使用して、2つの新しい矢印が定義される。

【 0 1 5 3 】

【数29】

$$d_{i,1} = \alpha_2 \alpha_1 d_i \quad (39)$$

$$d_{i,2} = \alpha_2 \alpha_0 \alpha_1 \alpha_0 d_i \quad (40)$$

【 0 1 5 4 】

その後、ステップ2830に進み、辺 $E_i$ は、辺 $E_i$ を局部的に最適にするために交換される。次のステップ2840において、プロセッサ105は、新しい矢印 $d_{i,1}$ に対して、方法2800を繰り返し実行する。その後、ステップ2850に進み、プロセッサ105は、新しい矢印 $d_{i,2}$ に対して、方法2800を繰り返し実行する。ステップ2850の後、

方法 2 8 0 0 は、矢印  $d_i$  に対して終了する。

【 0 1 5 5 】

最適ドロ―ネ三角形分割が変位マップ  $D$  に対して生成されると、ある点を含む三角形は、三角形分割における点の数に対して、線形時間において発見される。方法 2 7 0 0 が、ある点を含む三角形を判定するために使用されてもよい。最初に配置された境界点は、変位 0 が与えられ、変位マップ  $D$  の中心から遠距離の位置に配置された。従って、描画済ページ画像 3 1 1 内にあるが変位マップ  $D$  の点の外側にある点の補間に対する境界点の影響は、最小限となる。

【 0 1 5 6 】

図 1 3 の方法 1 3 0 0 に戻ると、ステップ 1 3 4 0 において、プロセッサ 1 0 5 は、画像の各位置  $x, y$  に対する補間された値を判定し、補間された変位マップ  $D_{\text{residual}}$  を判定する。ステップ 1 3 4 0 において、点  $x, y$  を含む三角形の位置が特定される。三角形の頂点  $n_0, n_1, n_2$  が判定されると、次式 ( 4 1 ) を使用して、補間が実行される。

【 0 1 5 7 】

【 数 3 0 】

$$\begin{aligned} k_0 &= \frac{(n_1x - x)(n_2y - y) - (n_2x - x)(n_1y - y)}{(n_1x - n_0x)(n_2y - n_0y) - (n_2x - n_0x)(n_1y - n_0y)} \\ k_1 &= \frac{(n_2x - x)(n_0y - y) - (n_0x - x)(n_2y - y)}{(n_1x - n_0x)(n_2y - n_0y) - (n_2x - n_0x)(n_1y - n_0y)} \\ k_2 &= \frac{(n_0x - x)(n_1y - y) - (n_1x - x)(n_0y - y)}{(n_1x - n_0x)(n_2y - n_0y) - (n_2x - n_0x)(n_1y - n_0y)} \end{aligned}$$

$$D_{\text{residual}}(x, y) = k_0 \times D_0 + k_1 \times D_1 + k_2 \times D_2 \quad (41)$$

【 0 1 5 8 】

式中、 $n_ix$  及び  $n_iy$  は、それぞれ、頂点  $n_i$  の  $x$  座標及び  $y$  座標である。 $D_i$  は、頂点  $n_i$  において比較された変位を表す。

【 0 1 5 9 】

方法 1 3 0 0 は、次のステップ 1 3 5 0 において終了する。ステップ 1 3 5 0 において、プロセッサ 1 0 5 は、除去された最も適合する 1 次変換を補間された変位マップ  $D_{\text{residual}}$  に対して再適用し、次式 ( 4 2 ) を使用して歪マップ  $D_{\text{fine}}(x, y)$  を形成する。

【 0 1 6 0 】

【 数 3 1 】

$$D_{\text{fine}}(x, y) \rightarrow D_{\text{residual}}(x, y) + \begin{pmatrix} b_{11} & b_{21} \\ b_{12} & b_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{pmatrix} \quad (42)$$

【 0 1 6 1 】

方法 6 0 0 のステップ 6 0 5 において判定されたように、マップ  $D_{\text{fine}}(x, y)$  は、粗位置合わせ走査済ページ画像 3 1 2 の各画素を、対応する描画済ページ画像 3 1 1 の座標空間の画素に関連付ける歪マップを形成する。

【 0 1 6 2 】

方法 1 0 0 0 に戻ると、次のステップ 1 0 0 7 において、プロセッサ 1 0 5 は、走査済ページ画像 3 2 0 の粗位置合わせがまだ実行されていない走査済ページ画像 3 1 2 にアクセスする。プロセッサ 1 0 5 は、粗位置合わせ処理により生成されたパラメータ及び歪マップ  $D_{\text{fine}}(x, y)$  を使用し、図 3 に示すように、精細位置合わせページ画像を、複数の精細位置合わせページ画像 3 4 0 に対して出力する。精細位置合わせページ画像 3 4 0 の各ページ (例えば、3 1 3) は、描画済ページ画像 3 1 0 の対応する描画済ページ画像 (例えば、3 1 1) に対して位置合わせされる。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 6 3 】

ステップ 1 0 0 7 において、プロセッサ 1 0 5 は、歪マップ  $D_{fine}(x, y)$  が描画済ページ画像 3 1 0 の画素を走査済ページ画像 3 2 0 の画素に関連付ける変位マップを形成するように、歪マップ  $D_{fine}(x, y)$  を変更する。プロセッサ 1 0 5 は、次式 ( 4 3 ) に従って、粗位置合わせ中に判定した線形平行移動パラメータを、歪マップ  $D_{fine}(x, y)$  に追加する。

## 【 0 1 6 4 】

## 【 数 3 2 】

$$D_{warp}(x, y) \rightarrow D_{fine}(x, y) + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} \\ a_{12} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix} \quad (43) \quad 10$$

## 【 0 1 6 5 】

対応する描画済ページ画像 3 1 1 の画素に対応する特定の走査済ページ画像 3 1 2 の画素は、変位マップ  $D$  を使用して、描画済ページ画像 3 1 1 の点に対応する走査済ページ画像 3 1 2 上のサブピクセルの場所を判定し、且つその場所において走査済ページ画像 3 1 2 の色値を補間することにより発見されてもよい。そのような補間は、3 次補間法 (bicubic) であってもよい。

## 【 0 1 6 6 】

ステップ 1 0 0 7 を実行するために、特定の描画済ページ画像 (例えば、3 1 1) に対して、空の画像が、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に生成される。空の画像の各画素に対して、座標  $(x, y)$  が、ワーブマップ  $D_{warp}(x, y)$  の対応する画素から取得される。この座標  $(x, y)$  は、描画済ページ画像 3 1 1 に対応する走査済ページ画像 3 1 2 の値を補間により判定するために、使用されてもよい。補間された値、及びワーブされた画像は、特定の赤、緑、青 (RGB) の強度成分において、いくつかの成分を含む。補間された値は、作成された画像に格納され、精細位置合わせページ画像 3 4 0 を形成してもよい。

## 【 0 1 6 7 】

方法 2 0 0 に戻ると、方法 2 0 0 のステップ 2 5 0 における精細位置合わせページ画像 3 4 0 の形成後、次のステップ 2 6 0 において、プロセッサ 1 0 5 は、精細位置合わせページ画像 3 4 0 の色を、描画済ページ画像 3 1 0 の色に色合わせする。

## 【 0 1 6 8 】

文書 3 0 0 の色は、文書 3 0 0 の印刷及び走査を介して、大きく変更される可能性がある。2 つの画像間の有効な差異のみを抽出するため、2 つの画像の色が、合わされてもよい。

## 【 0 1 6 9 】

色合わせは、ステップ 2 6 0 において、位置合わせページ画像 3 4 0 を描画済ページ画像 3 1 0 と比較し、画像間における異なる色成分の変化を判定することにより実行される。色合わせを実行する際、位置合わせページ画像 3 4 0 の色は、特定のモデルに従った予測可能な方法で変化すると考えられる。色合わせは、モデルのパラメータを判定し、予測される誤差を最小限にする。本明細書で説明するように、位置合わせページ画像 3 4 0 の色は、アフィン変換 (すなわち、1 次多項式モデル) が実行されると考えられる。しかし、他のモデルが使用されてもよい。例えば、ガンマ修正モデル又は  $n$  次多項式モデルが、ステップ 2 6 0 において、色合わせを実行するために使用されてもよい。

## 【 0 1 7 0 】

描画済ページ画像 (例えば、3 1 1) の画素の色が走査又は印刷を介してアフィン変換された場合、画素の色は、次式 ( 4 4 ) に従って変換される。

## 【 0 1 7 1 】

【数 3 3】

$$\begin{aligned}
 \begin{bmatrix} P_{\text{predicted}}^1 \\ P_{\text{predicted}}^2 \\ P_{\text{predicted}}^3 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_{\text{original}}^1 \\ P_{\text{original}}^2 \\ P_{\text{original}}^3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{bmatrix} \\
 &= A \begin{bmatrix} P_{\text{original}}^1 \\ P_{\text{original}}^2 \\ P_{\text{original}}^3 \end{bmatrix} + C \quad (44)
 \end{aligned}$$

10

【0 1 7 2】

式中、 $P_{\text{predicted}}^i$ は、アフィン変換モデル(affine transformation model)に従って予測された元の色成分(color components)を表し、 $P_{\text{original}}^i$ は、描画済画像(rendered image)の色成分を表す。色成分 $P^1$ 、 $P^2$ 、 $P^3$ は、それぞれ、赤、緑及び青(RGB)成分を示す。

【0 1 7 3】

ステップ260において、プロセッサ105は、予測された色における誤差が最小限となるように、行列A、Cを判定する。誤差は、次式(45)に従って判定されてもよい。

20

【0 1 7 4】

【数 3 4】

$$e^2 = \sum \left( P_{\text{predicted}}^1 - P_{\text{original}}^1 \right)^2 + \left( P_{\text{predicted}}^2 - P_{\text{original}}^2 \right)^2 + \left( P_{\text{predicted}}^3 - P_{\text{original}}^3 \right)^2 \quad (45)$$

【0 1 7 5】

式中、総和は、位置合わせページ画像340の精細位置合わせページ画像(例えば、313)の全ての画素を合計し、 $P_{\text{predicted}}^i$ は、合計された精細位置合わせページ画像313の画素の色成分を表す。

30

【0 1 7 6】

$E^2$ が最小化されるようにA、Cの各要素のパラメータを発見するために、A、Cの要素に対する $e^2$ の導関数は、以下のように、ゼロ(0)となることが必要とされる。

【0 1 7 7】

【数 3 5】

$$\frac{\partial e^2}{\partial p} = 0$$

$$\frac{\partial e^2}{\partial p} = \sum 2 \left( P_{\text{predicted}}^1 - P_{\text{original}}^1 \right) \frac{\partial P_{\text{predicted}}^1}{\partial p}$$

$$+ \sum 2 \left( P_{\text{predicted}}^2 - P_{\text{original}}^2 \right) \frac{\partial P_{\text{predicted}}^2}{\partial p}$$

10

$$+ \sum 2 \left( P_{\text{predicted}}^3 - P_{\text{original}}^3 \right) \frac{\partial P_{\text{predicted}}^3}{\partial p}$$

$$= 0 \quad (46)$$

【0 1 7 8】

式中、pは、使用されるモデルのパラメータである。アフィン変換の場合、使用されるパラメータは、 $A_{ij}$  及び  $C_i$  である。式(46)は、次式を与えるように書き換えられてもよい。

20

【0 1 7 9】

【数 3 6】

$$\sum P_{\text{predicted}}^1 \frac{\partial P_{\text{predicted}}^1}{\partial p} + \sum P_{\text{predicted}}^2 \frac{\partial P_{\text{predicted}}^2}{\partial p} + \sum P_{\text{predicted}}^3 \frac{\partial P_{\text{predicted}}^3}{\partial p}$$

$$= \sum P_{\text{unwarped}}^1 \frac{\partial P_{\text{unwarped}}^1}{\partial p} + \sum P_{\text{unwarped}}^2 \frac{\partial P_{\text{unwarped}}^2}{\partial p} + \sum P_{\text{unwarped}}^3 \frac{\partial P_{\text{unwarped}}^3}{\partial p}$$

30

(47)

【0 1 8 0】

アフィン色変換の場合：

【0 1 8 1】

【数 3 7】

$$\frac{\partial P_{\text{predicted}}^k}{\partial A_{ij}} = P_{\text{original}}^j \quad (k=i \text{ の時})$$

$$\frac{\partial P_{\text{predicted}}^k}{\partial A_{ij}} = 0 \quad (k \neq i \text{ の時}) \quad (48)$$

$$\frac{\partial P_{\text{predicted}}^k}{\partial C_i} = 1 \quad (k=i \text{ の時})$$

$$\frac{\partial P_{\text{predicted}}^k}{\partial C_i} = 0 \quad (k \neq i \text{ の時}) \quad (49)$$

【0182】

次式(50)、(51)に従って、2つの新しい行列M、Lが定義される場合、全ての総和が全ての画素に渡ることを前提とする。

【0183】

【数 3 8】

$$M = \begin{bmatrix} \sum 1 & \sum P_{\text{original}}^1 & \sum P_{\text{original}}^2 & \sum P_{\text{original}}^3 \\ \sum P_{\text{original}}^1 & \sum P_{\text{original}}^1 P_{\text{original}}^1 & \sum P_{\text{original}}^1 P_{\text{original}}^2 & \sum P_{\text{original}}^1 P_{\text{original}}^3 \\ \sum P_{\text{original}}^2 & \sum P_{\text{original}}^2 P_{\text{original}}^1 & \sum P_{\text{original}}^2 P_{\text{original}}^2 & \sum P_{\text{original}}^2 P_{\text{original}}^3 \\ \sum P_{\text{original}}^3 & \sum P_{\text{original}}^3 P_{\text{original}}^1 & \sum P_{\text{original}}^3 P_{\text{original}}^2 & \sum P_{\text{original}}^3 P_{\text{original}}^3 \end{bmatrix} \quad (50)$$

$$L = \begin{bmatrix} \sum P_{\text{unwarped}}^1 & \sum P_{\text{unwarped}}^2 & \sum P_{\text{unwarped}}^3 \\ \sum P_{\text{unwarped}}^1 P_{\text{original}}^1 & \sum P_{\text{unwarped}}^2 P_{\text{original}}^1 & \sum P_{\text{unwarped}}^3 P_{\text{original}}^1 \\ \sum P_{\text{unwarped}}^1 P_{\text{original}}^2 & \sum P_{\text{unwarped}}^2 P_{\text{original}}^2 & \sum P_{\text{unwarped}}^3 P_{\text{original}}^2 \\ \sum P_{\text{unwarped}}^1 P_{\text{original}}^3 & \sum P_{\text{unwarped}}^2 P_{\text{original}}^3 & \sum P_{\text{unwarped}}^3 P_{\text{original}}^3 \end{bmatrix} \quad (51)$$

【0184】

次式(52)は、誤差 $e^2$ を最小化するA、Cに対する値を発見するために使用されてもよい。

【0185】

【数 3 9】

$$\begin{bmatrix} C^T \\ A^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 & C_2 & C_3 \\ A_{11} & A_{21} & A_{31} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} \end{bmatrix} = M^{-1} L \quad (52)$$

【0186】

ステップ 2 6 0 において実行されたように、精細位置合わせページ画像 3 4 0 の色を描画済ページ画像 3 1 0 に色合わせする方法 1 5 0 0 を、図 1 5 を参照して、次に説明する。方法 1 5 0 0 は、ハードディスクドライブ 1 1 0 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 1 0 5 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

【 0 1 8 7 】

方法 1 5 0 0 は、ステップ 1 5 1 0 で開始し、プロセッサ 1 0 5 は、精細位置合わせページ画像（例えば、3 1 3）及び対応する描画済ページ画像（例えば、3 1 1）にアクセスする。次のステップ 1 5 2 0 において、プロセッサ 1 0 5 は、メモリ 1 0 6 内に構成される 4 つの構成を、ゼロを含むように初期化する（構成は、0 に索引付けされる）。これらの構成の第 1 の構成は、4 × 3 の行列 L である。第 2 の構成は、4 × 4 の行列 M である。第 3 の構成は、4 要素ベクトル R であり、第 4 の構成は、3 要素ベクトル O である。次のステップ 1 5 3 0 において、描画済ページ画像 3 1 3 の未処理の各画素  $P_{original}^i$  に対して、対応する未処理の画素  $P_{registered}^i$  が、精細位置合わせページ画像 3 1 3 から選択される。未処理の画素  $P_{original}^i$  は、処理のために、x,y の順に選択されてもよい。 $P_{original}^i$  に最も類似し、且つ  $P_{original}^i$  と同一位置に中央が位置決めされた 5 画素 × 5 画素の四角形内に存在する画素を選択することにより、対応する未処理の画素  $P_{registered}^i$  が選択されてもよい。類似度 (similarity) は、これに関して、次式 (5 3) を使用して評価される。

【 0 1 8 8 】

【 数 4 0 】

$$si = - \left( \left( P_{original}^1 - P_{registered}^1 \right)^2 + \left( P_{original}^2 - P_{registered}^2 \right)^2 + \left( P_{original}^3 - P_{registered}^3 \right)^2 \right) \quad (53)$$

【 0 1 8 9 】

式 (5 3) は、2 つの画素が同一である場合、 $si = 0$  という結果になる。2 つの画素が類似していない程、 $si$  の値は低くなる。

【 0 1 9 0 】

方法 1 5 0 0 は、次のステップ 1 5 4 0 に継続し、未処理の画素  $P_{registered}^i$  の赤、青及び緑 (RGB) の色成分は、メモリ 1 0 6 内に構成される 4 要素ベクトル R に格納される。赤、青及び緑の色成分は、それぞれ、R[1]、R[2] 及び R[3] に格納され、R[0] は、1 に設定される。

【 0 1 9 1 】

方法 1 5 0 0 は、次のステップ 1 5 5 0 に継続し、未処理の画素  $P_{original}^i$  の赤、緑及び青 (RGB) の色成分は、メモリ 1 0 6 内に構成される 3 要素ベクトル O に格納される。未処理の画素  $P_{original}^i$  の赤、緑及び青の色成分 (RGB) は、それぞれ、O[0]、O[1] 及び O[2] に格納される。

【 0 1 9 2 】

方法 1 5 0 0 は、次のステップ 1 5 6 0 に継続し、行列 M の各要素は、次式 (5 4) を使用して変更される。

【 0 1 9 3 】

【 数 4 1 】

$$M[j, k] = M[j, k] + R[j]R[k] \quad (j = 0...3, k = 0...3) \quad (54)$$

【 0 1 9 4 】

次のステップ 1 5 7 0 において、行列 L の各要素は、次式 (5 5) を使用して変更される。



【 0 1 9 5 】

【 数 4 2 】

$$L[j, k] = L[j, k] + R[j]O[k] \quad (j = 0 \dots 3, k = 0 \dots 2) \quad (55)$$

【 0 1 9 6 】

方法 1 5 0 0 は、次のステップ 1 5 8 0 に継続し、プロセッサ 1 0 5 が、位置合わせページ画像 3 1 3 に未処理の画素が存在すると判定する場合、ステップ 1 5 3 0 に戻る。あるいは、位置合わせページ画像 3 1 3 の全ての画素が処理された場合、ステップ 1 5 9 0 に進む。ステップ 1 5 9 0 において、プロセッサ 1 0 5 は、式 ( 5 2 ) を使用して、行列 A 及び C を判定する。行列 A 及び C は、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に格納されてもよい。

10

【 0 1 9 7 】

行列 A 及び C が判定されると、色合わせは、実行されてもよい。式 ( 4 4 ) は、複数の描画済ページ画像 3 1 0 の描画済ページ画像 3 1 2 の各画素に対して適用され、色合わせされた描画済ページ画像を形成する。方法 1 5 0 0 は、描画済ページ画像 3 1 0 及び精細位置合わせページ画像 3 4 0 の対応する画像の各対 (例えば、3 1 1 及び 3 1 3) に対して、繰り返されてもよい。

【 0 1 9 8 】

ステップ 2 6 0 において、方法 1 5 0 0 に従った色合わせを実行した後、ステップ 2 7 0 に進む。ステップ 2 7 0 において、変更リスト A は、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に生成される。変更リスト A は、図 3 に示すように、変更済ページ 3 5 0 を生成するために使用されてもよい。精細位置合わせページ画像 3 4 0 の精細位置合わせページ画像 (例えば、3 1 3) の各画素に対して、色合わせされた描画済ページ画像の最小限必要とされる画素のエネルギー変化 (  $E_{min}$  ) が、隣接する画素における変化に基づいて判定される。例えば、場所  $x_1, y_1$  及び  $x_2, y_2$  に各々位置する 2 つの画素  $P_1$  及び  $P_2$  の場合、赤、緑及び青 ( R G B ) の色空間において、画素  $P_1$  に対して、 $R_1$ 、 $G_1$  及び  $B_1$  の - 1 と 1 との間の色値を有し、画素  $P_2$  に対しては、 $R_2$ 、 $G_2$  及び  $B_2$  の - 1 と 1 との間の色値を有する。2 つの画素  $P_1$  及び  $P_2$  間のエネルギー差  $E$  は、次式 ( 5 6 ) に従って定義される。

20

【 0 1 9 9 】

【 数 4 3 】

$$\Delta E(P_1, P_2) = (R_1 - R_2)^2 + (G_1 - G_2)^2 + (B_1 - B_2)^2 \quad (56)$$

30

【 0 2 0 0 】

場所  $x, y$  における画素に対する  $E_{min}$  の値は、次式 ( 5 7 ) を使用して、領域に対する最小の  $E$  の値を見つけることにより判定されてもよい。

【 0 2 0 1 】

【 数 4 4 】

$$\Delta E_{min}(P_f[x, y]) = \min_{\substack{x' = x - K_B \dots x + K_B \\ y' = y - K_B \dots y + K_B}} (\Delta E(P_f[x, y], P_c[x', y'])) \quad (57)$$

40

【 0 2 0 2 】

式中、 $P_f[x, y]$  は、場所  $x, y$  における精細位置合わせ画像 (例えば、3 1 3) の画素を表し、 $P_c[x', y']$  は、場所  $x', y'$  における対応する色合わせされた描画済ページ画像 (例えば、3 1 1) の画素を表す。また、 $K_B$  は、四角形のサイズを表す。例えば、 $K_B$  は、2 に設定されてもよい。 $E_{min}$  の値は、精細位置合わせ画像 3 1 3 全体 (すなわち、 $x, y$  及び  $x', y'$  の全ての有効な組合せ) に対して判定される。 $E_{min}$  の値が精細位置合わせ画像 3 1 3 全体に対して判定されると、各画素に対して判定された値は、精細位置合わせページ画像 3 1 3 の左上の画素から開始する閾値  $E_{lift}$  (例えば、 $E_{lift}$  は、0 . 4 になるように選択されてもよい) と比較される。ある場所  $x, y$  に対する  $E_{min}$  の値が  $E_{lift}$  を超える

50

場合、変更は、その場所における画素に対して、メモリ 206 内に構成される変更リスト A に追加される。

#### 【0203】

ステップ 270 において実行されたように、変更リスト A を生成する方法 1600 を、図 16 を参照して、次に説明する。方法 1600 は、ハードディスクドライブ 110 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 105 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

#### 【0204】

方法 1600 は、変更リスト A に追加される変更  $A_{new}$  を生成する。変更リスト A は、最初は空である。リスト中の各変更は、後述する更なるデータに加え、精細位置合わせページ画像 313 のある画素の場所から抽出された画素群を含む。

#### 【0205】

方法 1600 は、ステップ 1610 で開始し、プロセッサ 105 は、精細位置合わせページ画像（例えば、313）から画素  $P_{init}$  を選択する。次のステップ 1620 において、新しい変更  $A_{new}$  は、メモリ 106 に構成され、画素  $P_{init}$  は、新しい変更  $A_{new}$  に追加される。また、ステップ 1620 において、メモリ 106 内に構成される探索点のキュー  $Q_{lift}$  の末尾に、画素  $P_{init}$  の場所  $x, y$  を追加することにより、幅優先探索 (breadth-first-search) が開始される。探索は、ステップ 1630 において、キュー  $Q_{lift}$  から場所  $(x, y)$  を選択することにより開始する。次のステップ 1640 において、座標  $x', y'$  を有するステップ 1630 で選択された場所は、 $x - K_G < x' < x + K_G$  且つ  $y - K_G < y' < y + K_G$  である場合、場所のリストに追加され、リフト  $L_{check}$  に対してチェックされる。 $K_G$  は、 $K_B$ （すなわち、2）と同一の値に設定されてもよい。しかし、 $K_G$  の値及び  $K_B$  の値は、同一である必要はない。次のステップ 1650 において、場所が、 $L_{check}$  から選択される。次のステップ 1660 において、ステップ 1650 で選択された場所における画素は、選択された画素に対する  $E_{min}$  の値が最小閾値  $E_{stop}$ （例えば、0.016）を超えるかを判定するために、解析される。ステップ 1660 において選択された画素に対する  $E_{min}$  の値が最小閾値  $E_{stop}$  を超える場合、ステップ 1670 に進む。ステップ 1670 において、画素は、新しい変更  $A_{new}$  にコピーされ、画素の場所は、次のステップ 1680 において、探索点のキュー  $Q_{lift}$  の末尾に追加される。ステップ 1660 において、ステップ 1660 において選択された画素に対する  $E_{min}$  の値が最小閾値  $E_{stop}$  以下である場合、ステップ 1685 に進む。次のステップ 1683 において、ステップ 1670 で選択された画素に対する  $E_{min}$  の値は、否定演算され、画素は、画素に対応する場所の後の探索において、合致しない。

#### 【0206】

ステップ 1685 において、 $L_{check}$  に更に場所が残されている場合、ステップ 1650 に戻る。そうでなければ、ステップ 1690 に進む。ステップ 1690 において、 $Q_{lift}$  に場所が残されている場合、ステップ 1630 に戻り、探索のために、別の場所がキューから取得される。

#### 【0207】

探索点のキュー  $Q_{lift}$  に探索する画素が存在しない場合、変更  $A_{new}$  のバウンディングボックス (bounding box) が、ビットマップとして、メモリ 106 に記録され、変更  $A_{new}$  は、方法 1600 のステップ 1695 において、変更リスト A に追加される。バウンディングボックスは、変更  $A_{new}$  を生成するためにステップ 1660 において判定された画素の場所に対する最小値  $x'$  及び  $y'$ 、並びに最大値  $x'$  及び  $y'$  を表す。これらの値は、方法 1600 の実行中に収集される。次のステップ 1697 において、精細位置合わせページ画像 313 に未処理の画素が存在する場合、ステップ 1610 に戻る。そうでなければ、方法 1600 は、終了する。 $E_{min}$  が  $E_{lift}$  より大きい画像に点が残されていない場合、変更リスト A は、完成する。

#### 【0208】

図 3 は、変更リスト A に含まれる変更（例えば、317）を含む変更済ページ 350 を

10

20

30

40

50

示す。リストAの変更は、ずれによる雑音、及び描画済ページ画像311と精細位置合わせページ画像313との間の他の小さな相違点を含む可能性がある。

【0209】

変更リストAが完成すると、方法200は、マージステップ290に進み、物理的に分離された変更を論理的にマージし、且つリストAからわずかな変更を除去する。マージステップ290は、4つのサブステップを含む。第1のサブステップ205において、図3に示すように、ホットスポット画像330は、プロセッサ105により生成される。ホットスポット画像330は、テキスト又は図形を既に有するページのエリア（すなわち、「対象」エリア）を表す2値画像である。ステップ205において実行されたように、ホットスポット画像330を生成する方法1700を、図17を参照して、以下に詳細に説明する。

10

【0210】

方法200は、次のステップ215に継続し、プロセッサ105は、対象変更を検出する。ステップ215において実行されたように、対象変更を検出する方法1800を、図18を参照して、以下に詳細に説明する。

【0211】

方法200の次のステップ225において、変更は、ホットスポット画像330を使用してマージされる。ステップ225において実行されたように、変更をマージする方法1900を、図19を参照して、以下に説明する。方法200は、マージ済変更の最終リストがプロセッサ105により生成される次のステップ235で終了する。次に、ステップ205、215、225及び235を詳細に説明する。

20

【0212】

上述のように、ホットスポット画像330は、テキスト又は図形を既に有するページのエリア（すなわち、「対象」エリア）を表す2値画像である。1の値が、文書300のページ（例えば、301）上の対象エリアを表現するために使用されてもよい。更に、0の値は、文書300のページ301上の非対象エリアを表現するために使用されてもよい。変更がページ301の生成された1つ以上の対象エリアに大きく交差する場合、文書300のページ301に対する変更は、対象であると考えてもよい。変更が対象エリアに交差する量は、本明細書において、「対象性」と呼ぶ。変更の対象性又は変更が対象エリアに交差する量は、変更が参照するテキストの識別を可能にする。

30

【0213】

ステップ205において実行されたように、ホットスポット画像(hotspot images)330を生成する方法1700を、図17を参照して、次に詳細に説明する。方法1700は、ハードディスクドライブ110に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

【0214】

方法1700は、ステップ1701で開始し、描画済ページ画像のうちの1つの画像（例えば、311）は、プロセッサ105により、メモリ106又はハードディスクドライブ110からアクセスされ、説明の目的のため、現在の描画済ページ画像となる。次のステップ1703において、プロセッサ105は、現在の描画済ページ画像311の第1の画素（すなわち、現在の画素）を解析する。その後、ステップ1705において、現在の画素に対するYUV色値のY色成分が所定の白の閾値 $W_{min}$ より小さい場合、あるいは、U又はV色成分がゼロでない場合、次のステップ1707において、現在の画素及びその画素の水平方向に隣接する画素（すなわち、左右に均等に分配される隣接する画素）の $K_{hot}$ は、対象としてマークされる。そうでなければ、ステップ1709に直接進む。現在の描画済ページ画像311の対象画素にマークする情報は、現在の描画済ページ画像311に対するホットスポット画像（例えば、314）として、メモリ106又はハードディスクドライブ110に格納される。1つの実現方法において、 $W_{min}$ は、Y値の最大である可能性のある0.8の値に設定されてもよく、 $K_{hot}$ は、1.6になるように選択されてもよい。ステップ1709において、現在の描画済ページ画像311に処理されるべき画素が残さ

40

50

れている場合、ステップ1701に戻り、現在の描画済ページ画像311の次の画素を処理する。そうでなければ、ステップ1711に進む。ステップ1711において、処理されるべき描画済ページ画像が存在する場合、ステップ1701に戻る。そうでなければ、方法1700は終了する。

#### 【0215】

方法1700に従うホットスポット画像330の生成は、描画済ページ画像310のみを必要とし、上述の位置合わせ及び色のマッチングとは無関係である。従って、ホットスポット画像330の生成は、位置合わせ及び色のマッチングの前に実行されてもよい。これにより、ページ画像（例えば、301、302、303等）は、1度のみロードされる必要があり、その後、変更されてもよい。

10

#### 【0216】

次に、図18を参照して、対象変更を検出する方法1800を詳細に説明する。方法1800は、ハードディスクドライブ110に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。方法1800において、プロセッサ105は、変更リストAの各変更に対して、繰り返し処理を行う。変更リストAの各変更に対して、対象エリアが判定される。

#### 【0217】

方法1800は、最初のステップ1810で開始し、プロセッサ105は、変更リストAから変更Aを選択する。次のステップ1820において、未処理の画素 $P_{check}$ が、選択された変更Aから選択される。変更A及び画素 $P_{check}$ は、ホットスポット画像330の特定のホットスポット画像（例えば、314）に対応する。次のステップ1830において、プロセッサ105が、画素 $P_{check}$ が対応するホットスポット画像314において対象であるとマークされると判定すると、ステップ1840に進む。ステップ1840において、プロセッサ105は、変更Aに対して、新しい候補対象エリアを作成する。次のステップ1850において、画素 $P_{check}$ の隣接する画素（水平方向及び垂直方向に）は、探索点のキュー $Q_{search}$ に追加される。

20

#### 【0218】

方法1800は、次のステップ1860に継続し、プロセッサ105は、探索点のキュー $Q_{search}$ から画素Pを選択する。その後、ステップ1870において、ステップ1860で選択された画素が変更Aにコピーされ、且つ対応するホットスポット画像314において対象であるとマークされた場合、ステップ1875に進む。そうでなければ、ステップ1880に進む。ステップ1875において、候補対象エリアは、画素Pを含むように拡張され、画素Pの隣接する画素は、探索点のキュー $Q_{search}$ に追加される。また、ステップ1875において、プロセッサ105は、画素Pに対して、もう対象ではないことをマークする。次のステップ1880において、プロセッサ105が、キュー $Q_{search}$ に画素が更に残されていると判定する場合、ステップ1860に戻り、別の画素が検査される。そうでなければ、ステップ1885に進み、対象エリアは、メモリ106内に構成される候補対象エリアのリスト中の変更Aと共に、メモリ106に格納される。

30

#### 【0219】

方法1800は、次のステップ1890に継続し、未処理の画素が変更Aに残されている場合、ステップ1820に戻る。そうでなければ、候補エリアのリストは完成し、ステップ1895に進む。ステップ1895において、候補対象エリアのリスト中の各候補対象エリアに対して、ステップ1870の条件を満足する対象エリアの画素数が、閾値 $A_{min}$ と比較される。ステップ1870の条件を満足する対象エリアの画素数が $A_{min}$ より小さい場合、対象エリアは、廃棄される。候補対象エリアが候補対象エリアのリストに追加される前に、ステップ1885において、ステップ1895が、代わりに実行されてもよい。ステップ1870の条件を満足する特定の対象エリアの画素数を閾値 $A_{min}$ と比較することは、騒音の影響を減少し、また、対象となるために、変更及び変更に対するテキスト又は図の有効なオーバーラップを必要とする。画素数が $A_{min}$ より大きい場合、対象エリアは、候補対象エリアのリスト中に保持される。 $A_{min}$ は、150に設定されてもよい。従って、

40

50

候補対象エリアに対するバウンディングボックスは、変更が対応するホットスポット画像 3 1 4 の対象画素にオーバーラップする場所毎に判定される。全ての候補対象エリアが特定の変更に対して判定されると、バウンディングボックスにより囲まれる最大エリアを有する候補対象エリアは、変更に対する対象エリアとなるように選択され、変更は、対象であるとしてマークされる。候補対象エリアが候補対象エリアのリストに残されていない場合、変更は、対象とならないことがマークされる。

#### 【 0 2 2 0 】

変更リストAの変更の対象性が、方法 2 0 0 のステップ 2 1 5 において判定されると、方法 2 0 0 の次のステップ 2 2 5 において、変更は、クラスタリングアルゴリズムを使用してマージされる。変更の複数の対の各々に対するコスト関数のコスト値を判定し、且つ

10

#### 【 0 2 2 1 】

ステップ 2 2 5 において実行されたように、変更をマージする方法 1 9 0 0 を、図 1 9 を参照して、次に詳細に説明する。方法 1 9 0 0 は、ハードディスクドライブ 1 1 0 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 1 0 5 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

#### 【 0 2 2 2 】

方法 1 9 0 0 は、ステップ 1 9 0 1 で開始し、プロセッサ 1 0 5 は、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 内に、変更の対のリストを生成する。変更の対のリストは、可能性のある全ての変更の対を含む。次のステップ 1 9 0 3 において、変更の対のリスト中にある変更の各対に対して、プロセッサ 1 0 5 は、コストを表すコスト値を判定し、その対における変更をマージする。ステップ 1 9 0 3 において実行されたように、2 つの変更をマージするためのコスト値を判定する方法 2 3 0 0 を、図 2 3 を参照して、以下に説明する。

20

#### 【 0 2 2 3 】

方法 1 9 0 0 は、次のステップ 1 9 0 5 に継続し、プロセッサ 1 0 5 は、マージするためのコストが最低である変更の対が最初にマージされるように、変更の対のリストをソートする。次のステップ 1 9 0 7 において、最低関連コスト値を有する変更の対が、マージされる。変更の対がマージされると、その対は、2 つのサブ変更を有する単一の変更となる。その結果、追加の変更をマージするコストは、変化する可能性がある。これは、変更が、全体のバウンディングボックスを有し、また、各々が自身のバウンディングボックスを有する任意の数のサブ変更を含んでもよいからである。サブ変更を含む変更のバウンディングボックスは、全てのサブ変更バウンディングボックスを含むことができる最小の矩形である。全体の変更が変化するため、変更の対がマージされる度に、その変更の対を残りの変更に結び付けるコストは、再判定される。従って、次のステップ 1 9 0 9 において、プロセッサ 1 0 5 が、所定のマージ閾値  $C_{MERGE}$  (例えば、 $C_{MERGE} = 2$ ) より小さい関連コスト値を有する変更の対が存在すると判定すると、ステップ 1 9 0 3 に戻る。そうでなければ、方法 1 9 0 0 は、終了する。方法 1 9 0 0 は、新しくマージされた変更の対を含む変更の対毎に、繰り返される。

30

40

#### 【 0 2 2 4 】

方法 1 9 0 0 は、ページ単位 (例えば、ホットスポット画像 3 1 4 毎、及び対応する変更済ページ画像 3 5 2 毎) で実行される。例えば、異なる変更済ページ 3 5 0 からの変更をマージするコストは、暗黙的に無限であり、考慮されない。しかし、1 つの実現方法において、異なる変更済ページ 3 5 0 からの変更をマージするコストが、判定されてもよい。変更 (例えば、3 3 1 及び 3 3 3) をマージするコストは、対象性、変更の形状、及びサブ変更のバウンディングボックス間の最小距離に基づいて判定される。マージ方法 1 9 0 0 は、2 度実行されてもよい。方法 1 9 0 0 の第 1 の実行において、非対象変更が、考慮されマージされてもよい。方法 1 9 0 0 の第 2 の実行において、対象及び非対象の双方の変更が、考慮されマージされてもよい。方法 1 9 0 0 を 2 度実行することにより、非対

50

象変更がマージされ、コスト判定は、単に、変更の形状及び場所に基づく。方法 1900 の第 2 の実行において、最大 1 つの非対象変更が、各対象変更にマージされてもよく、2 つの対象変更は、マージされない。最低コストのマージが最初に行われるため、対象変更は、隣接する最低コストの変更のマージされ、他の変更にはマージされない。

#### 【0225】

2 つの非対象変更をマージする場合、変更をマージするコストの判定は、2 つの変更の隣接する 2 つのサブ変更の間の距離に基づく。ここで、x 方向及び y 方向の距離は、存在するサブ変更の形状により変倍される。変倍は、同一の方向で変更を好適にマージし、手書きのテキストの語句を好適にマージするために使用される。例えば、変更の幅が変更の高さよりも相当大きい場合、変更は、水平方向に書かれたと仮定される。その結果、その変更を水平方向の別の変更とマージするコストは、その変更を上下同一の距離の別の変更とマージするコストよりも低い。1 つの実現方法において、2 つの対象変更は、マージされない。従って、以下に詳細に説明するように、少なくとも 1 つの対象サブ変更を含む 2 つの変更をマージするコストは、マージ閾値  $C_{MERGE}$  よりも大きいある値になるように定義される。

#### 【0226】

ステップ 1903 において実行されたように、2 つの変更  $A_1$  及び  $A_2$  (この 2 つは、異なり、且つ非対象であると仮定される) をマージするためのコスト値を判定する方法 2000 を、図 20 を参照して、以下に説明する。方法 2000 は、最初のステップ 2001 で開始し、プロセッサ 105 が、変更  $A_1$  及び  $A_2$  のバウンディングボックスのうち大きい方の幅  $M_x$  が変更  $A_1$  及び  $A_2$  のバウンディングボックスのうち大きい方の高さ  $M_y$  よりも小さいと判定する場合 (すなわち、 $M_x < M_y$  の場合)、ステップ 2003 に進む。そうでなければ、ステップ 2007 に進む。次のステップ 2003 において、 $A_1$  又は  $A_2$  からのサブ変更のうち最大の幅  $C_x$  が、 $A_1$  又は  $A_2$  からのサブ変更のうち最大の高さ  $C_y$  よりも小さい場合、ステップ 2005 に進む。そうでなければ、ステップ 2013 に進む。ステップ 2005 において、プロセッサ 105 は、 $C_y = C_x / K_{FONT}$  を設定する。式中、 $K_{FONT} = 1.6$  である。次のステップ 2013 において、プロセッサ 105 は、 $C_x = C_x / K_P$  を設定する。式中、 $K_P = 2$  である。

#### 【0227】

ステップ 2007 において、 $A_1$  又は  $A_2$  からのサブ変更のうち最大の幅  $C_y$  が  $A_1$  又は  $A_2$  からのサブ変更のうち最大の高さ  $C_x$  よりも小さい場合、ステップ 2009 に進む。そうでなければ、ステップ 2011 に進む。ステップ 2009 において、プロセッサ 105 は、 $C_x = C_y / K_{FONT}$  を設定する。式中、 $K_{FONT} = 1.6$  である。ステップ 2011 において、プロセッサ 105 は、 $C_y = C_y / K_P$  を設定する。式中、 $K_P = 2$  である。

#### 【0228】

次のステップ 2014 において、 $C_x$  及び  $C_y$  の値は、定数  $C_{MIN}$  と  $C_{MAX}$  との間になるように固定される。ここで、 $C_{MIN} = 15$  及び  $C_{MAX} = 200$  である。次のステップ 2015 において、プロセッサ 105 は、Cost の値 (すなわち、変更をマージするコスト) を無限大に初期化する。次のステップ 2017 において、プロセッサ 105 は、 $A_1$  及び  $A_2$  中のサブ変更  $A'_1$  及び  $A'_2$  の対を選択する。次のステップ 2019 において、プロセッサ 105 は、 $Cost = \min(Cost, D_{weighted}(A'_1, A'_2, C_x, C_y))$  を設定する。式中、 $D_{weighted}$  は、 $A'_1$  及び  $A'_2$  の変倍されたバウンディングボックス間の最短距離を表す。図 21 を参照して、サブ変更  $A'_1$ 、 $A'_2$  に対して、 $D_{weighted}$  の値を判定する方法 2100 を、以下に説明する。次のステップ 2021 において、 $A_1$  及び  $A_2$  中にサブ変更が更に存在する場合、ステップ 2017 に戻る。そうでなければ、方法 2000 は終了する。

#### 【0229】

図 21 を参照して、サブ変更  $A'_1$ 、 $A'_2$  に対して、 $D_{weighted}$  の値を判定する方法 2100 を、以下に説明する。方法 2100 は、ハードディスクドライブ 110 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 105 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 2 3 0 】

方法 2 1 0 0 は、最初のステップ 2 1 0 1 において開始する。ステップ 2 1 0 1 において、プロセッサ 1 0 5 は、サブ変更  $A'_1$ 、 $A'_2$  のバウンディングボックスのコピーを判定し、そのコピーを、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に格納する。次のステップ 2 1 0 3 において、プロセッサ 1 0 5 は、バウンディングボックスのコピーの  $x$  及び  $y$  の値を、 $1/C_x$  及び  $1/C_y$  で変倍する。次のステップ 2 1 0 5 において、プロセッサ 1 0 5 は、変倍された 2 つのバウンディングボックス間の最短距離  $D_{\text{weighted}}$  を判定する。

## 【 0 2 3 1 】

全ての変更が上述のようにマージされると、方法 2 0 0 は、プロセッサ 1 0 5 がマージ済変更の最終リストを生成する次のステップ 2 3 5 で終了する。マージ済変更の最終リストは、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に格納されてもよい。マージ済変更の各々は、変更済ページ 3 5 0 の 1 つのページ（例えば、3 5 2、3 5 3）に関連付けられ、変更済ページ 3 5 0 の各々は、元のデジタル文書 3 0 0 の対応するページ（例えば、3 0 1）に関連付けられる。図 3 は、複数のページ 3 6 0 を示し、複数のページ 3 6 0 のページ 3 1 5 は、マージ済変更 3 1 6、3 1 7、3 1 9 及び 3 2 1 を示す。

## 【 0 2 3 2 】

上述のように、方法 2 0 0 は、ワードプロセッシングアプリケーションの 1 つ以上のソフトウェアモジュールとして実現されてもよい。しかし、描画済ページ画像 3 1 0 及び走査済ページ画像 3 2 0 が生成されると、デジタル文書 3 0 0 は、必要とされない。従って、変更のリフト及びマージは、MFP（複合機）装置等の 1 つ以上の個別のアプリケーション又は異なる場所で判定されてもよい。

## 【 0 2 3 3 】

マージ済変更 3 1 6、3 1 7、3 1 9 及び 3 2 1 は、デジタル文書 3 0 0 とは無関係に、文書独立ファイル形式で、メモリ 1 0 6 又はハードディスクドライブ 1 1 0 に格納されてもよい。あるいは、マージ済変更 3 1 6、3 1 7、3 1 9 及び 3 2 1 は、マージ済変更 3 1 6、3 1 7、3 1 9 及び 3 2 1 が必要とされるまで、MFP により格納されてもよい。1 つの実現方法において、マージ済変更 3 1 6、3 1 7、3 1 9 及び 3 2 1 は、デジタル文書 3 0 0 と共に、文書ファイルにメタデータとして格納されてもよい。

## 【 0 2 3 4 】

図 2 2 を参照して、アンカーポイント  $T_{n, \text{best}}$  において、変更  $A_n$  をデジタル文書 3 0 0 に挿入する方法 2 2 0 0 を、次に説明する。アンカーポイントは、文書中の画像が「流れる」デジタル文書における場所である。他のテキスト又は画像がデジタル文書において変化した場合、ドキュメントフローは、デジタル文書のページ上のテキスト及び画像の再位置付けを参照する。例えば、テキストで満たされたページの最上部に、空の行を挿入する場合、テキストは、1 行下に流れ、一部のテキストは、次のページに流れる。ユーザが一部のテキストを変更した（例えば、注釈付け / 又は補正する）場合、変更は、変更が参照するテキストと共に流れることが好ましい。方法 2 2 0 0 は、ハードディスクドライブ 1 1 0 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 1 0 5 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

## 【 0 2 3 5 】

方法 2 2 0 0 は、最初のステップ 2 2 0 1 で開始し、プロセッサ 1 0 5 は、デジタル文書 3 0 0 についての情報を判定する。この情報は、文書 3 0 0 中の全ての語句の中間点のページ番号及びページ場所（すなわち、ページの左上を基準として）を含む。次のステップ 2 2 0 3 において、ステップ 2 2 0 1 で収集された情報は、メモリ 1 0 6 内に構成される文書テキストの場所のリスト  $T$  に格納される。リスト  $T$  のテキストの場所は、各変更を固定する最適なテキスト  $T_{n, \text{best}}$  を発見するために使用されてもよい。

## 【 0 2 3 6 】

方法 2 2 0 0 は、次のステップ 2 2 0 5 に継続し、変数  $D_{\text{min}}$  は、無限大に初期化される（すなわち、 $D_{\text{min}} = ()$ ）。次のステップ 2 2 0 7 において、プロセッサ 1 0 5 が、変更  $A_n$  が対象として識別されたと判定すると、ステップ 2 2 0 9 に進む。そうでなければ、ステ

10

20

30

40

50

ップ 2 2 1 1 に進む。ステップ 2 2 0 9 において、プロセッサ 1 0 5 は、所望のアンカーポイント  $C_n$  を、変更  $A_n$  に関連付けられた対象エリアの中心（すなわち、 $x$ 、 $y$  座標において）に設定する。ステップ 2 2 1 1 において、プロセッサ 1 0 5 は、所望のアンカーポイント  $C_n$  を、変更  $A_n$  のバウンディングボックスの中心（すなわち、 $x$ 、 $y$  座標において）に設定する。次のステップ 2 2 1 3 において、プロセッサ 1 0 5 は、文書テキストの場所のリスト  $T$  から現在のテキスト  $T_m$  を選択する。次のステップ 2 2 1 5 において、プロセッサ 1 0 5 が、選択したテキスト  $T_m$  が変更  $A_n$  と同一の変更済ページ（例えば、3 5 2）上にあると判定する場合、ステップ 2 2 1 7 に進む。そうでなければ、ステップ 2 2 2 5 に進む。ステップ 2 2 1 7 において、プロセッサ 1 0 5 は、以下のように、 $C_n$  と  $T_m$  との間の変更済平方距離  $D_{n,m}$  を判定する。

【 0 2 3 7 】

【 数 4 5 】

$$D_{n,m} = (C_n \text{ の } x \text{ 座標} - T_m \text{ の中間の } x \text{ 座標})^2 + K \times (C_n \text{ の } y \text{ 座標} - T_m \text{ の中間の } y \text{ 座標})^2 \quad (58)$$

【 0 2 3 8 】

式中、 $K$  は、水平方向の距離よりも垂直方向の距離を「長く」するために選択される定数である（例えば、 $K$  は、1 0 として選択される）。水平方向の距離よりも垂直方向の距離を長くするように  $K$  を選択することにより、文書 3 0 0 のページ（例えば、3 0 1）上のテキストの不適切な行に変更が固定される可能性は減少される。そのような方法による  $K$  の選択は、テキストの行が文書 3 0 0 のページ（例えば、3 0 1）を水平方向に流れることを前提とする。あるいは、縦書き方式が文書 3 0 0 で使用されている場合、 $K$  は、逆に設定されてもよい。変更は、変更の上下の行ではなく、最も近傍のテキストの行に固定されるのが好ましく、これにより、テキストの単一段落内で、より適切な流れが生じる。

【 0 2 3 9 】

方法 2 2 0 0 は、次のステップ 2 2 1 9 に継続し、変更済平方距離  $D_{n,m}$  (modified square distance) が最短変更済距離  $D_{min}$  (shortest modified distance) より小さい場合、ステップ 2 2 2 3 に進む。そうでなければ、ステップ 2 2 2 5 に進む。次のステップ 2 2 2 3 において、プロセッサ 1 0 5 は、所定の最短変更済距離  $D_{min}$  を、ステップ 2 2 1 7 で判定された変更済平方距離  $D_{n,m}$  に設定する。また、ステップ 2 2 2 3 において、プロセッサ 1 0 5 は、アンカーポイント  $T_{n,best}$  を  $T_m$  に設定する。次のステップ 2 2 2 5 において、文書テキストの場所のリスト  $T$  にテキスト  $T_m$  の場所が更に存在する場合、ステップ 2 2 1 3 に戻る。そうでなければ、ステップ 2 2 2 7 に進み、プロセッサ 1 0 5 は、変更  $A_n$  に対するアンカーポイント (anchor point)  $T_{n,best}$  から変更  $A_n$  の左上角までの  $x$  の距離（すなわち、 $x$ ）及び  $y$  の距離（すなわち、 $y$ ）を判定する。次のステップ 2 2 2 9 において、プロセッサ 1 0 5 は、判定されたアンカーポイント  $T_{n,best}$  に位置するアンカーを使用して、 $x$  及び  $y$  のオフセットで、変更の画像をデジタル文書 3 0 0 に挿入する。方法 2 2 0 0 は終了する。

【 0 2 4 0 】

文書 3 0 0 及び挿入された変更  $A_n$  のテキストの視覚的オーバーラップ (visual overlap) による混乱を減少するため、変更  $A_n$  の画像は、文書 3 0 0 のテキストの背後に挿入されてもよく、また、画像の色は、ホワイトニング因子 (whitening factor)  $W$  により白に近付けてもよい。このホワイトニング因子  $W$  は、0 . 1 に設定されてもよい。各色は、赤、緑及び青の色チャネルにおいて、色値により表現されてもよい。各チャネルが 0（すなわち、黒）と  $C_{MAX}$ （すなわち、最大彩度）との間の値を有する場合、より白い各色値  $c_{white}$  は、次式 (59) を使用して、元の色  $c_{orig}$  から判定されてもよい。

【 0 2 4 1 】

10

20

30

40



【数 4 6】

$$C_{white} = C_{MAX} - (1 - W)(C_{MAX} - C_{orig}) \quad (59)$$

【0 2 4 2】

$C_{MAX}$ は、255に設定されてもよく、これは、8ビット色深さ(8-bit color depth)として知られる。

【0 2 4 3】

方法200の実現に使用するツールバー2305(図23を参照)、ドキュメントウィンドウ(不図示)、変更リストウィンドウ2410(図24を参照)及びページサマリビューウィンドウ2510(図25を参照)を次に説明する。ツールバー2305、変更リストウィンドウ2410及びページサマリビューウィンドウ2510は、方法200を実現するユーザインタフェースを形成してもよい。ツールバー2305、変更リストウィンドウ2410及びページサマリビューウィンドウ2510は、ハードディスクドライブ110に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ105により制御される1つ以上のソフトウェアモジュールとして実現されてもよい。

10

【0 2 4 4】

ドキュメントウィンドウ(不図示)は、印刷バージョンの文書300上の変更が現れた場所に固定される変更を有するデジタル文書300を示すWhat You See Is What You Get(「WYSIWYG」)エディタとして実現されてもよい。1つの実現方法において、ドキュメントウィンドウは、Microsoft<sup>TM</sup> Word<sup>TM</sup>を使用して実現されてもよく、変更は、Microsoft<sup>TM</sup> Word<sup>TM</sup>の形態として追加されてもよい。各形態は、文書に固有の形態識別子を使用して、選択され制御されてもよく、これは、各変更と共にメモリ106に格納されてもよい。あるいは、他のワードプロセッシングソフトウェア又は単独の文書編集機能を利用する実現が使用されてもよい。

20

【0 2 4 5】

ツールバー2305を図23に示す。ツールバー2305は、文書300の変更を制御するためのインタフェースを提供する。ツールバー2305は、上述の方法を開始するためのボタン2310を含む。ツールバー2305は、変更リストウィンドウ2410の可視性を制御するボタン2320と、ページサマリウィンドウ2510の可視性を制御するボタン2330とを更に含む。また、ツールバー2305は、現在の変更に基づいて実行された文書300に対する変更を受け入れ、且つ完了したことを変更マークするボタン2360を含む。ツールバー2305は、現在の変更を削除し、文書300に対して変更を行わないためのボタン2370を更に含む。完了した変更をクリアするボタン2380が、ツールバー2305に含まれてもよい。ツールバー2305は、完了せずに残されている(すなわち、保留中の)変更数及び完了した変更数を示す表示器2390を更に含んでもよい。ツールバー2305は、保留中の変更のリストの前の変更及び次の変更を選択するボタン2340及び2350を更に含む。ここで、図24に示されるように、保留中の変更は、変更リストウィンドウ2410に示される。変更リストウィンドウ2410は、文書300の保留中の変更及び完了した変更のリストを表示する。後述するように、変更はまだユーザにより受け入れられていない場合、変更は保留中であり、文書300に統合される。リスト中の各変更は、識別子(id)、サイズ及び場所2430等の他の情報と共に、サムネイル画像2420として示される。

30

40

【0 2 4 6】

上述の方法が終了すると、表示器2390は、文書300において検出された変更数を示すように構成されてもよい。

【0 2 4 7】

変更リストウィンドウ2410及びツールバー2305は、検出された変更を受け入れるため又は拒否するために使用されてもよい。例えば、変更は、変更リストウィンドウ2410及びマウス103を従来の方法で使用して、保留中の変更のリストから選択されてもよい。選択された変更は、現在選択されている変更であると考えられる。そのような変

50

更の選択に応答して、プロセッサ 105 は、選択された変更が対象である場合、選択された変更の対象エリアの下、テキストを選択してもよい。図 26 を参照して、選択された変更の対象エリアの下、テキストを選択する方法 2600 を、以下に説明する。方法は、ハードディスクドライブ 110 に常駐し、且つ、実行の際には、プロセッサ 105 により制御されるソフトウェアとして実現されてもよい。

#### 【0248】

方法 2600 は、最初のステップ 2603 で開始する。ステップ 2603 において、プロセッサ 105 は、文書 300 の固定された変更の場所まで、ドキュメントウィンドウ（不図示）をスクロールし、カーソルは、変更が文書 300 中に固定された場所に位置付けられる。次のステップ 2605 において、方法 200 のステップ 215 のように、変更が対象であると判定された場合、ステップ 2607 に進む。そうでなければ、方法 2600 は終了する。ステップ 2607 において、プロセッサ 105 は、選択された変更の対象エリアの下、テキストを選択する。メモリ 106 に格納され、選択された変更に関連付けられた対象エリアは、変更の場所が移動した可能性があるため、文書 300 に正確に一致しない可能性がある。この例において、選択された変更に対する対象エリアの場所は、変更に対する現在のアンカーポイントに基づいて、プロセッサ 105 により、再び判定されてもよい。方法 2600 は、ステップ 2607 の後、終了する。

#### 【0249】

ユーザが選択された変更に基づく変更を行わないと決定する場合、例えば、選択された変更が文書 300 のページ 301 のハードコピー上に偶然についたペンの跡であり、実際の変更（例えば、注釈又は補正）を表していない場合、ユーザは、削除ボタン 2370 を使用して、保留中の変更のリストから選択された変更を削除してもよい。この例において、変更は、保留中の変更のリストから削除されると同時に、文書 300 から除去されてもよい。ユーザが、選択された変更に対応して、選択された文書に変更を行うことを選択する場合、例えば、ユーザは、キーボード 102 を使用して、変更を入力してもよい。文書に対して変更が行われると、ユーザは、マウス 103 を使用して、ツールバー 2305 の受入れボタン 2360 をクリックすることにより、文書に対する変更を受け入れてもよい。ユーザが選択された変更を受け入れることを選択する場合、選択された変更を表す画像は、方法 2200 に従って、文書 300 から除去されてもよい。この例において、選択された変更は、完了した変更のリストに移動し、変更は、変更リストウィンドウ 2410 に灰色で示される。ユーザが完了した変更（すなわち、灰色にされた変更）を、マウスを従来の方法で使用して、ダブルクリックする場合、プロセッサ 105 は、選択された完了した変更を文書 300 に戻し、もう 1 度、保留中として変更をマークするように構成されてもよい。

#### 【0250】

プロセッサ 105 が、ユーザがツールバー 2350 の変更リストクリアボタン 2380 を選択したと判定すると、プロセッサ 105 は、完了した変更のリストから完了した全ての変更をクリアする。

#### 【0251】

現在の可視ページが複数の描画済ページ画像 310 に現れる時のページサマリビューウィンドウ 2510 を、現在の可視ページ 2520 の画像と共に、図 25 に示す。ここで、変更（例えば、2531）が、最上部にある現在の可視ページ 2520 に追加されている。各変更 2531 は、変更を囲む薄い四角形で描画され、変更 2531 の場所を示してもよい。保留中の変更は、完了した変更に対して異なる色の四角形が与えられてもよい。現在選択されている変更は、明るい色の四角形で強調されてもよい。ユーザがドキュメントウィンドウの現在選択されているページ以外のページを参照したい場合、ユーザは、リスト 2530 から表示するページを選択してもよい。また、ユーザは、変更リストウィンドウ 2410 をクリックし、ページサマリウィンドウ 2510 に、選択された変更を含む文書 300 のページを表示させてもよい。この例において、新しく選択された変更は、現在選択されている変更となる。

## 【 0 2 5 2 】

上述の方法は、デジタル文書 3 0 0 中に複数のページ（例えば、3 0 1、3 0 2 及び 3 0 3）が存在する前提で説明された。上述の方法は、単一のページのみを含むデジタル文書にも、同様に適用可能である。

## 【 0 2 5 3 】

前述の好適な方法は、特定の制御フローを含む。本発明の趣旨の範囲から逸脱せずに、異なる制御フローを使用する好適な方法を変形した他の方法が多く存在する。更に、好適な方法の 1 つ以上のステップは、順次に行われるのではなく、並列に行われてもよい。

## 【 0 2 5 4 】

10

上述においては、本発明のいくつかの実施形態を説明したにすぎない。本発明の趣旨の範囲から逸脱せずに、変形及び / 又は変更が可能であり、また、これら実施形態は、例証するものであり、制限するものではない。例えば、1 つの実現方法において、描画済ページ画像 3 1 0 を生成する場合、プリンタ 1 1 5 は、画像が印刷される時に文書ページの画像を格納し、文書と共に格納される固有の識別子を生成するように構成されてもよい。文書ページの画像が必要とされると、プロセッサ 1 0 5 は、その固有の識別子を使用して、プリンタ 1 1 5 から画像を要求してもよい。

## 【 0 2 5 5 】

他の実現方法において、描画済ページ画像 3 1 0 又は走査済ページ画像 3 2 0 のいずれかが、PDF 等の複数のページ画像を保持できる形式を使用して、単一ディスクファイルに収集されてもよい。単一ディスクファイルは、MFP 複合機により、MFP 装置の給紙装置のページから自動的に生成されてもよい。

20

## 【 0 2 5 6 】

他の実現方法において、MFP 装置内の専用ソフトウェアが、MFP 装置の給紙装置中の文書 3 0 0 の印刷バージョンから走査済画像 3 2 0 を生成し、上述の方法に従って、走査済画像を処理するために使用されてもよい。

## 【 0 2 5 7 】

他の実現方法において、異なる変更がされ印刷された文書 3 0 0 のコピーを走査し、複数の走査済ページ画像を各描画済ページ画像（例えば、3 1 1）と関連付けることにより、変更が、走査済ページ画像 3 2 0 の複数の作成者から収集されてもよい。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 2 5 8 】

【図 1】上述の構成が実現される汎用コンピュータを概略的に示すブロック図である。

【図 2】文書に対する変更を検出する方法を示すフローチャートである。

【図 3】図 2 の方法に従って、処理されるデジタル文書の例を示すデータフローである。

【図 4】図 2 の方法で実行されたように、粗位置合わせ画像  $I_2(x, y)$  を判定する方法を示すフローチャートである。

【図 5】図 4 の方法で実行されたように、2 つの画像を関連付ける回転及び変倍パラメータを判定する方法を示すフローチャートである。

【図 6】図 4 の方法で実行されたように、2 つの画像を関連付ける平行移動を判定する方法を示すフローチャートである。

40

【図 7】図 5 の方法で実行されたように、画像から複素画像を生成する方法を示すフローチャートである。

【図 8】図 5 の方法で実行されたように、2 つの複素画像の各々の表現を生成する方法を示すフローチャートである。

【図 9】図 5 の方法で実行されたように、フーリエ-メルン相関を実行する方法を示すフローチャートである。

【図 10】図 2 の方法の間に実行されたように、粗位置合わせ走査済ページ画像に対して、精細位置合わせを実行する方法を示すフローチャートである。

【図 11】図 10 の方法の間に実行されたように、描画済ページ画像に対して、角検出を

50

実行する方法を示すフローチャートである。

【図12】図10の方法の間に実行されたように、変位マップを判定する方法を示すフローチャートである。

【図13】図10の方法の間に実行されたように、歪画像を生成する方法を示すフローチャートである。

【図14】(a)は三角形分割G-Mapの矢印を示す図であり、(b)は(a)の矢印に対して動作する3つの関数を示す図であり、(c)は三角形を3つのサブ三角形に分割することにより生成された3つの矢印を示す図である。

【図15】図2の方法の間に実行されたように、精細位置合わせページ画像の色を描画済ページ画像に色合わせする方法を示すフローチャートである。

10

【図16(a)】図2の方法の間に実行されたように、変更リストを生成する方法を示すフローチャートである。

【図16(b)】図2の方法の間に実行されたように、変更リストを生成する方法を示すフローチャートである。

【図17】図2の方法の間に実行されたように、ホットスポット画像を生成する方法を示すフローチャートである。

【図18】図2の方法の間に実行されたように、対象変更を検出する方法を示すフローチャートである。

【図19】図2の方法の間に実行されたように、変更をマージする方法を示すフローチャートである。

20

【図20】図19の方法の間に実行されたように、変更の各対に対するコスト値を判定する方法を示すフローチャートである。

【図21】図20の方法の間に実行されたように、変更のサブ変更に対する重み付値を判定する方法を示すフローチャートである。

【図22(a)】図3のデジタル文書に変更を挿入する方法を示すフローチャートである。

【図22(b)】図3のデジタル文書に変更を挿入する方法を示すフローチャートである。

【図23】デジタル文書を変更する時に使用するツールバーを示す図である。

【図24】デジタル文書を変更する時に使用する変更リストウィンドウを示す図である。

30

【図25】デジタル文書を変更する時に使用するページサマリビューウィンドウを示す図である。

【図26】図24の変更リストウィンドウを使用して選択された変更の対象エリアの下で、テキストを選択する方法を示すフローチャートである。

【図27】点pが、ある三角形 $T_i$ に存在するかを判定する方法を示すフローチャートである。

【図28】三角形分割の最適化において使用するために、頂点を交換する方法を示すフローチャートである。

【図 1】

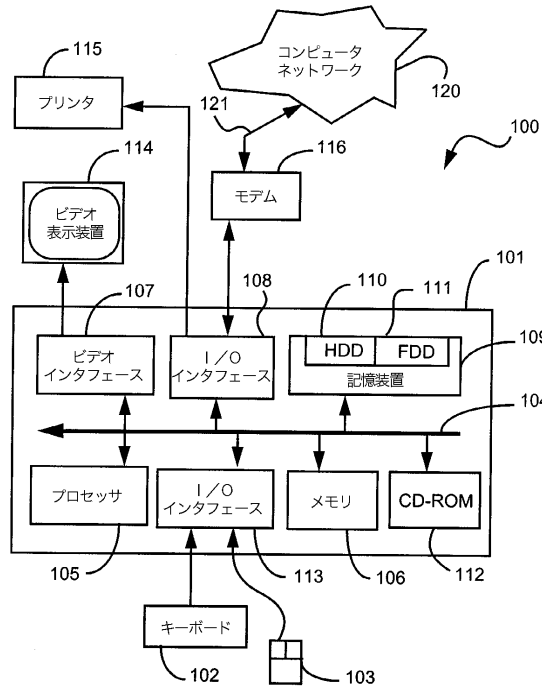


FIG. 1

【図 2】

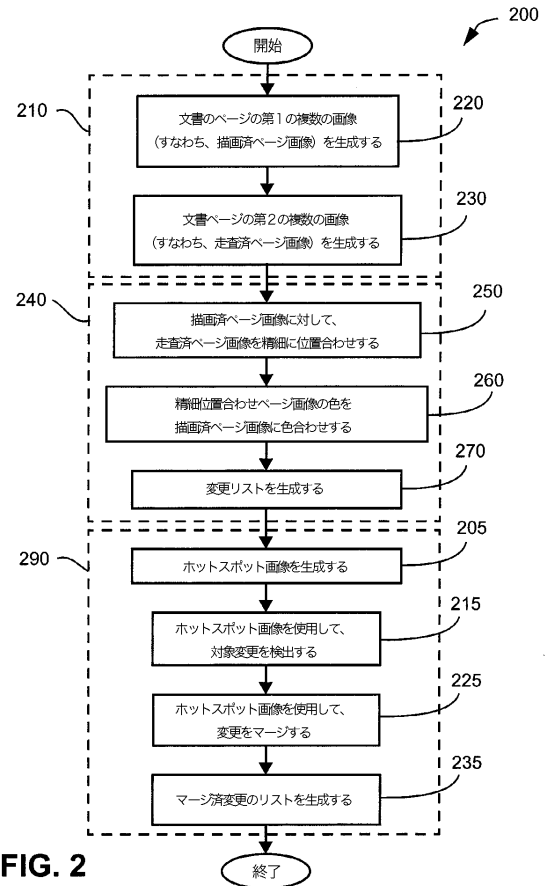


FIG. 2

【図 3】

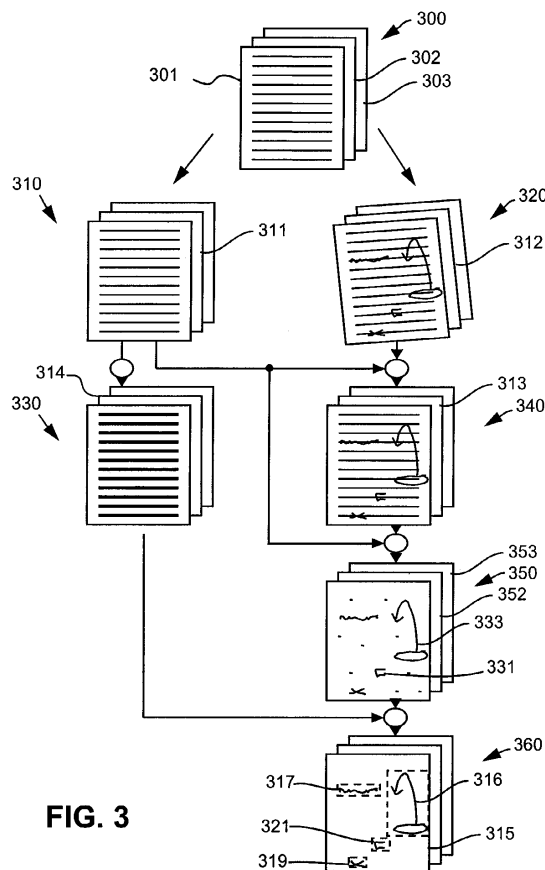


FIG. 3

【図 4】

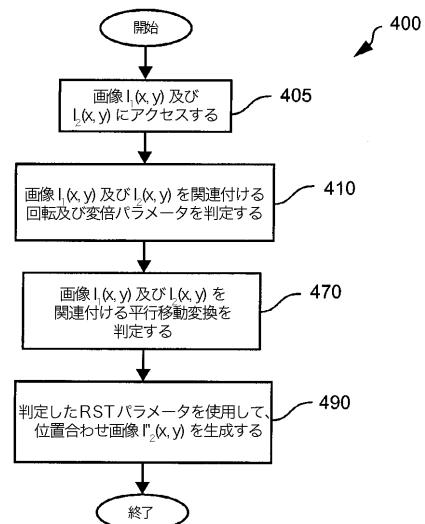


FIG. 4

【図 5】

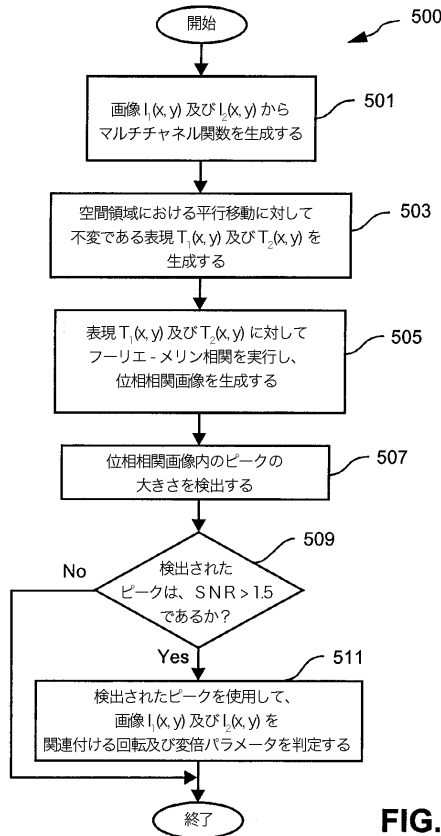


FIG. 5

【図 6】

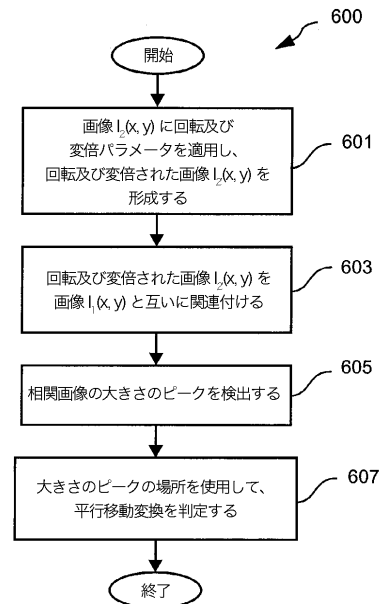


FIG. 6

【図 7】

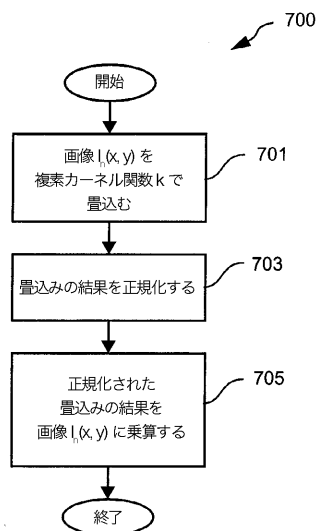


FIG. 7

【図 8】

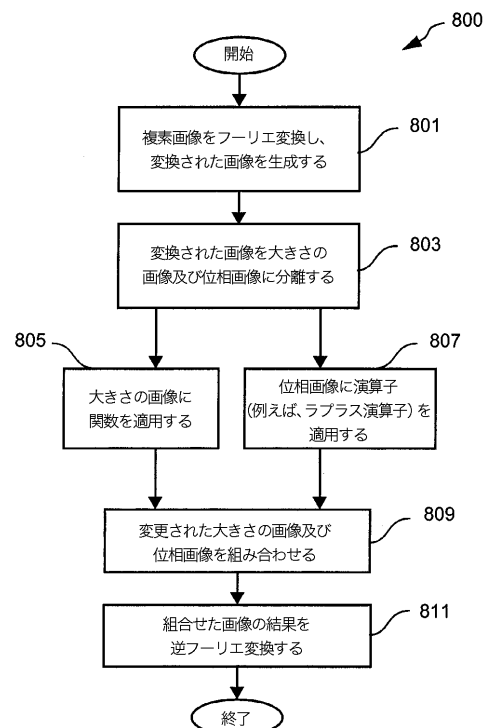


FIG. 8

【図 9】

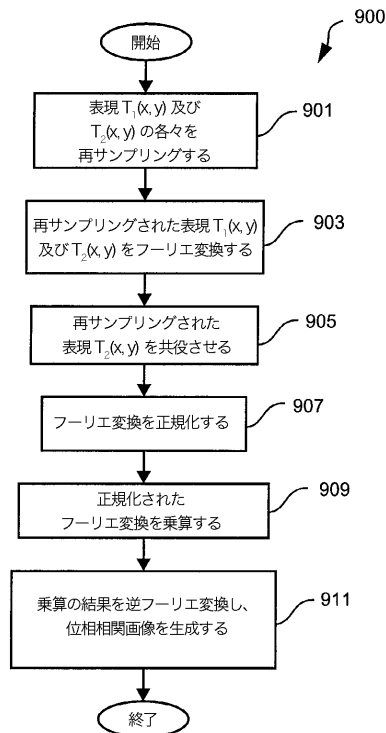


FIG. 9

【図 10】

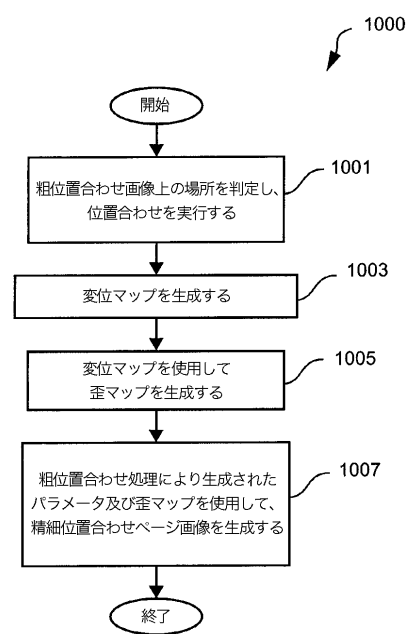


FIG. 10

【図 11】

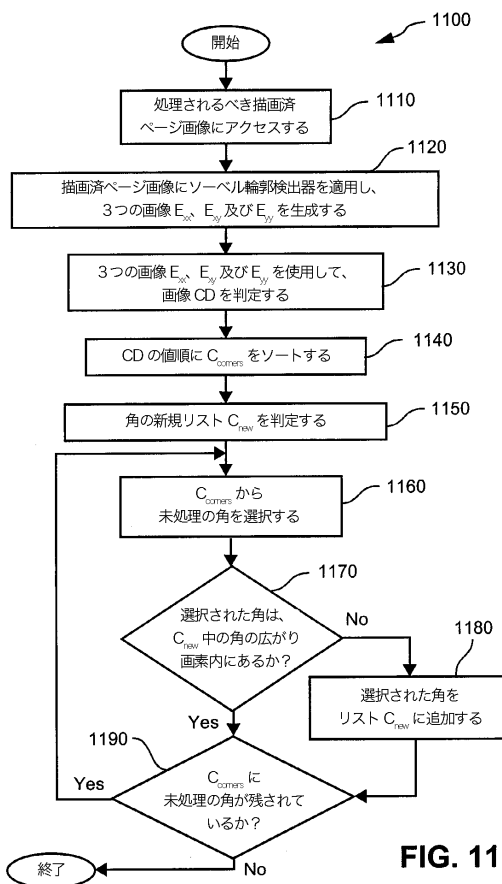


FIG. 11

【図 12】

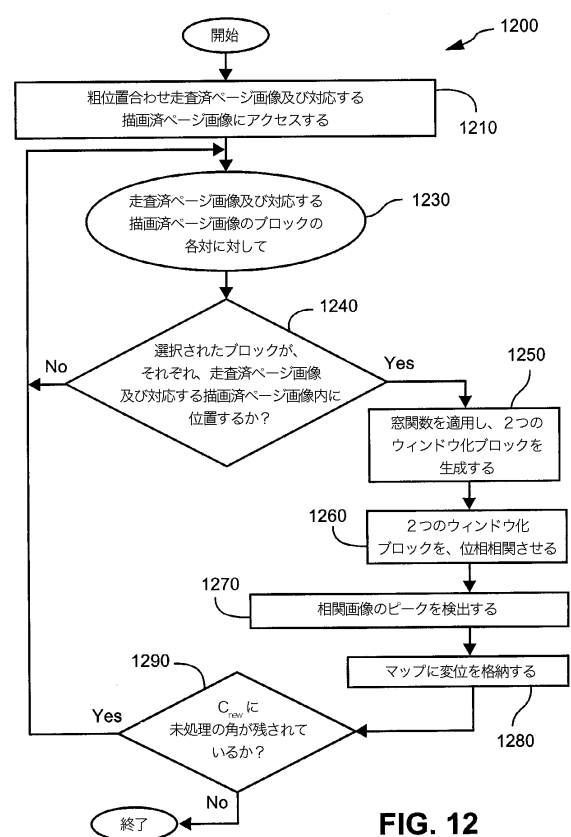


FIG. 12

【図 13】

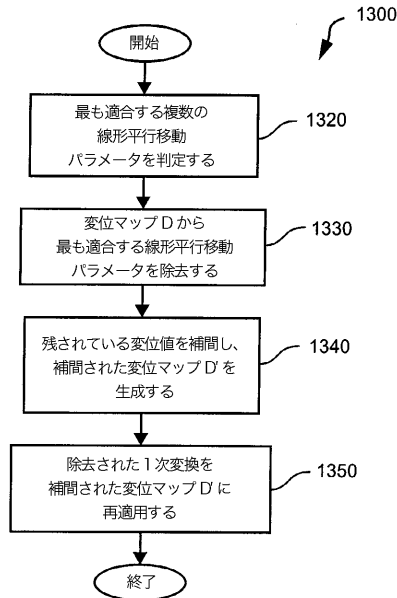


FIG. 13

【図 14】

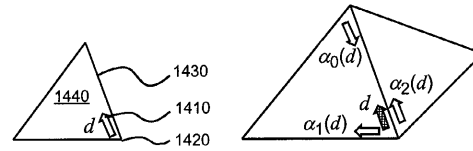


FIG. 14(a)

FIG. 14(b)

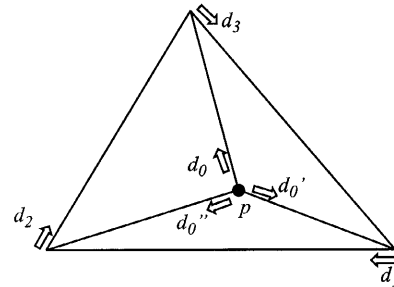


FIG. 14(c)

【図 15】

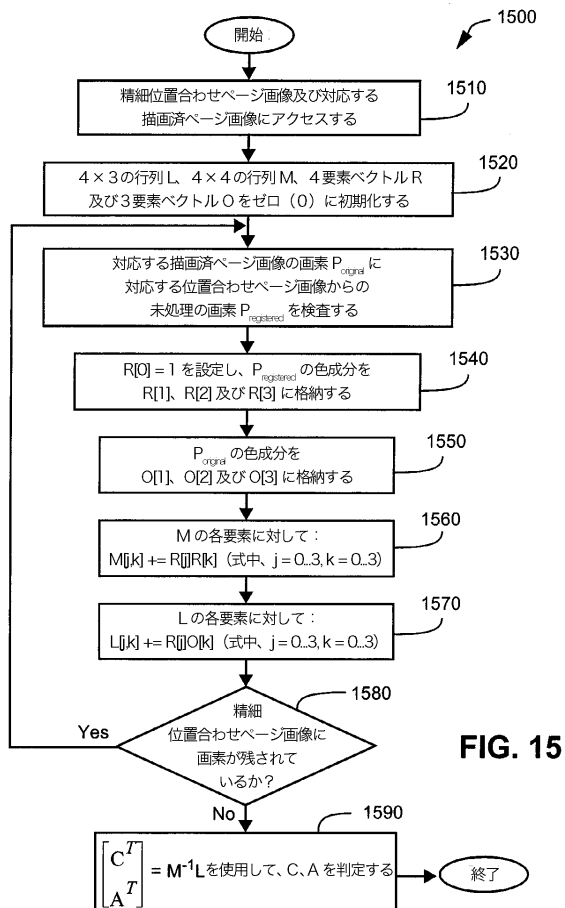


FIG. 15

【図 16 ( a )】

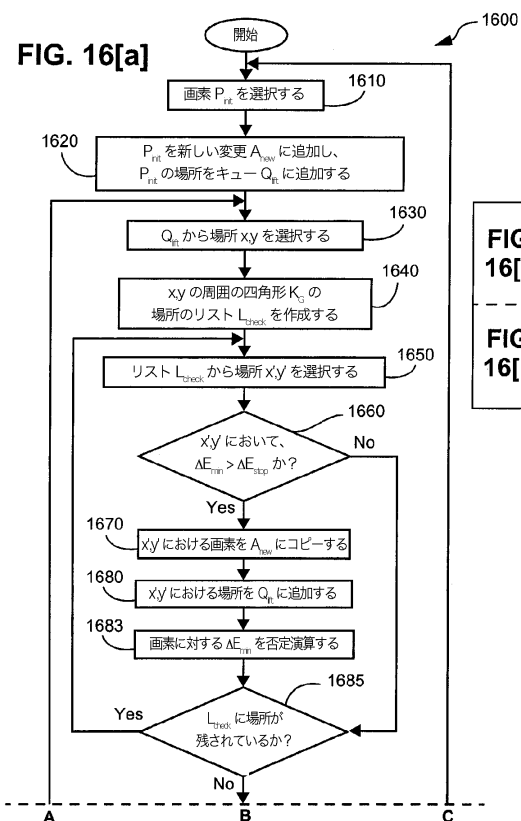


FIG. 16[a]

FIG. 16[a]

FIG. 16[b]

A B C



【図 16 ( b )】

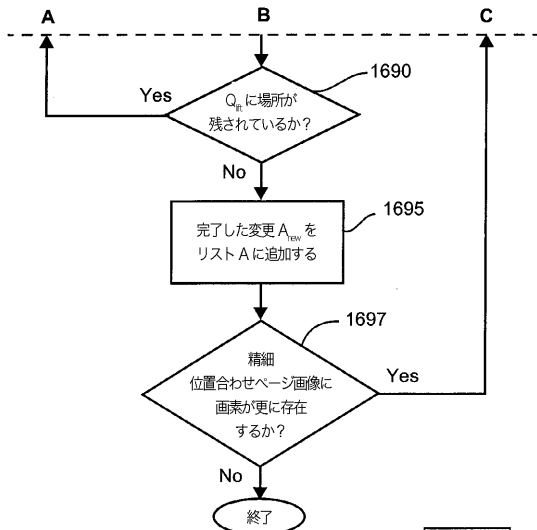


FIG. 16[b]

FIG. 16[a]

FIG. 16[b]

【図 17】

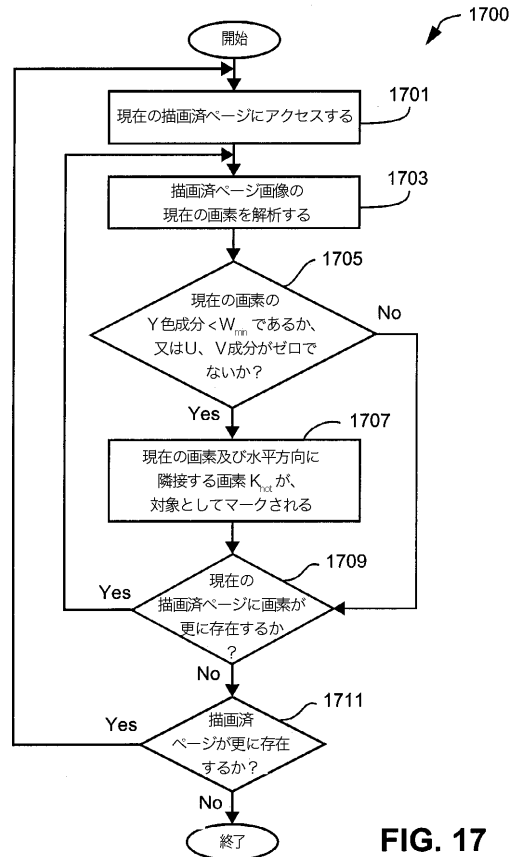


FIG. 17

【図 18】

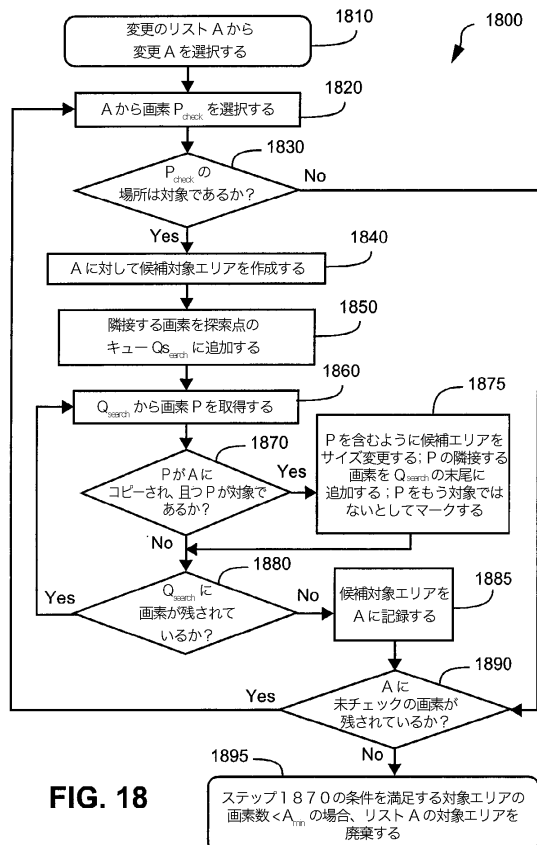


FIG. 18

【図 19】

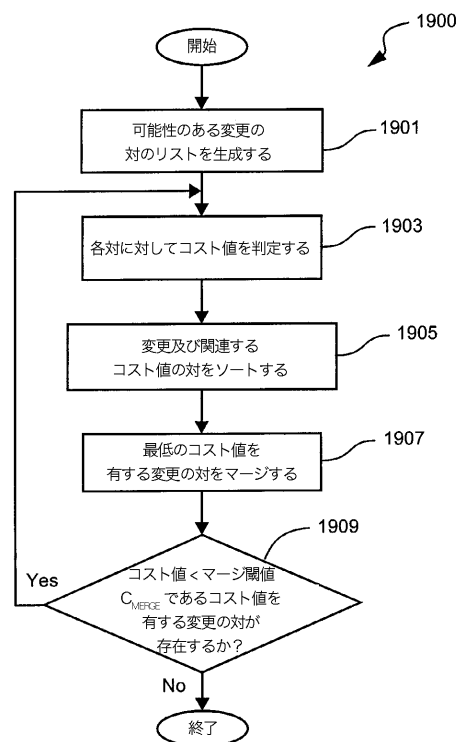


FIG. 19

【図 20】

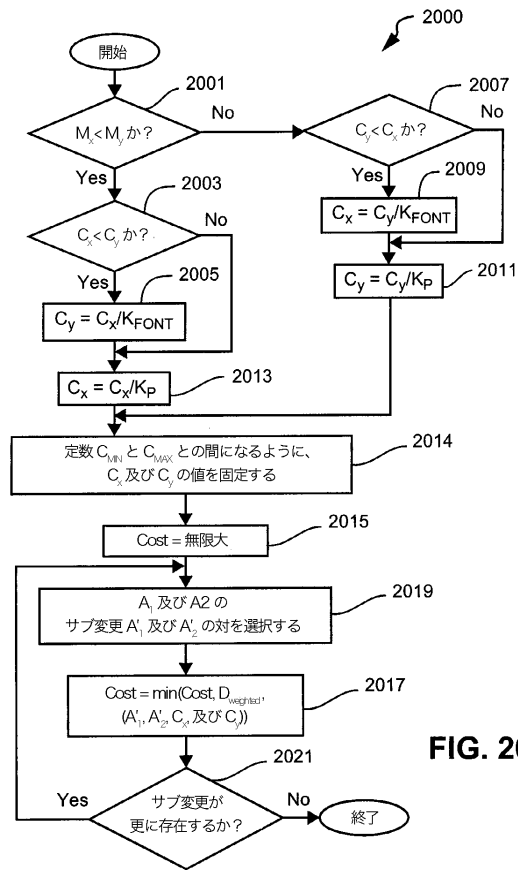


FIG. 20

【図 21】

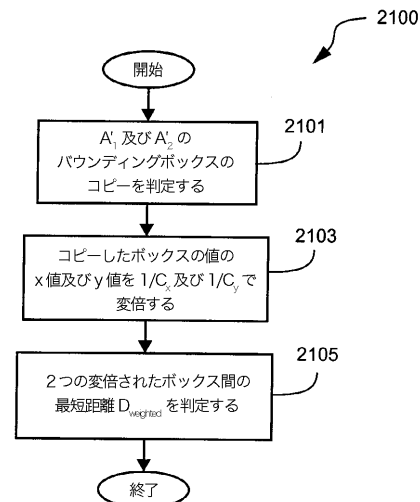


FIG. 21

【図 22 ( a )】

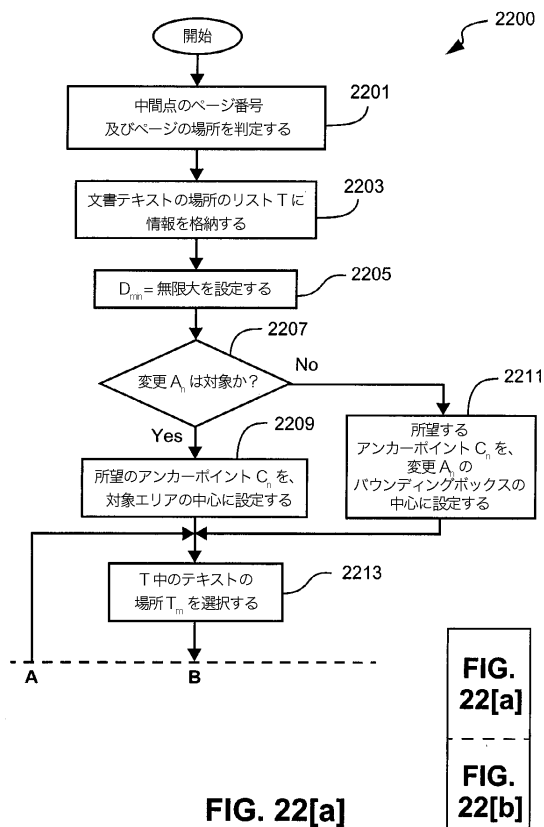


FIG. 22[a]

【図 22 ( b )】

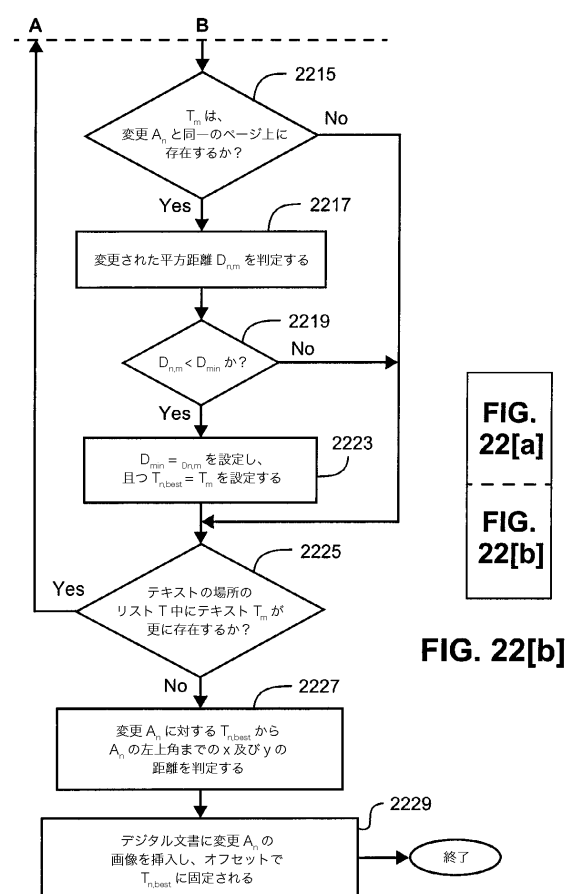


FIG. 22[a]

FIG. 22[b]

FIG. 22[b]

【図 23】

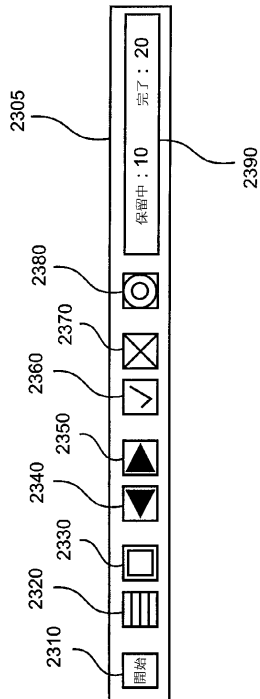


FIG. 23

【図 24】

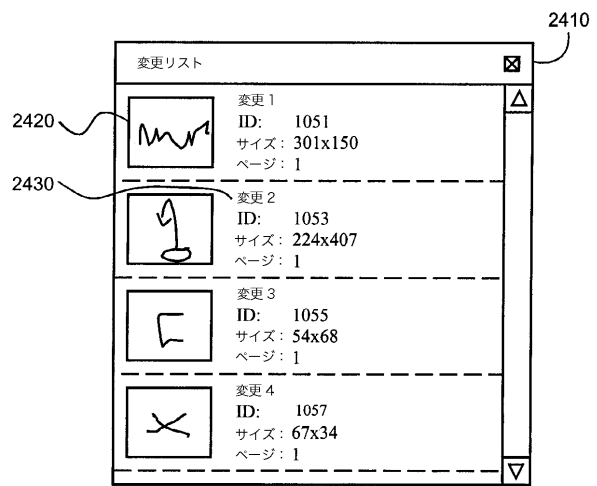


FIG. 24

【図 25】

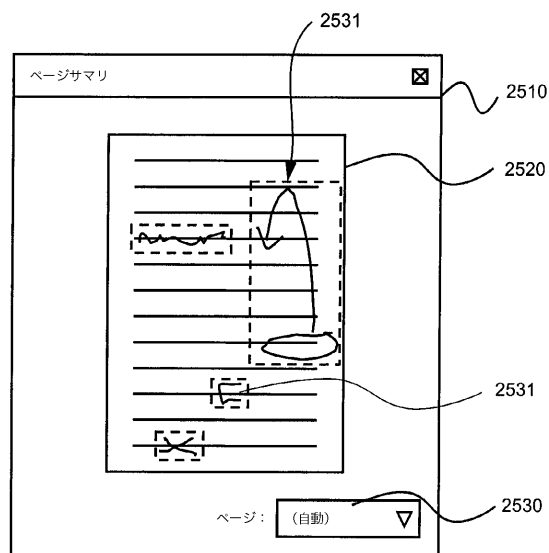


FIG. 25

【図 26】

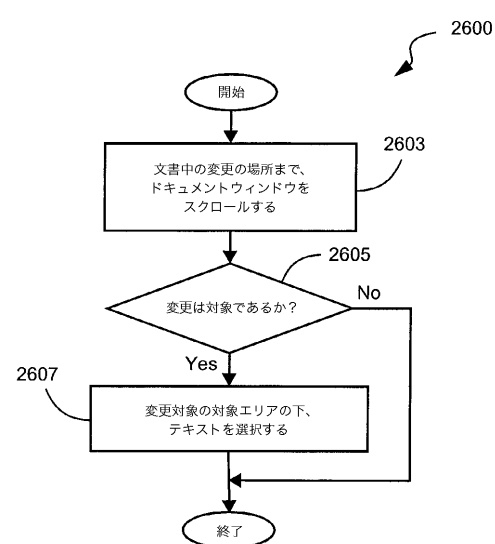


FIG. 26

【図 27】

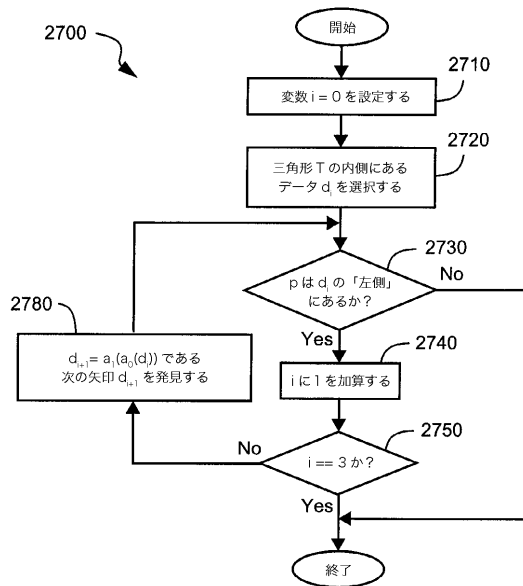


FIG. 27

【図 28】

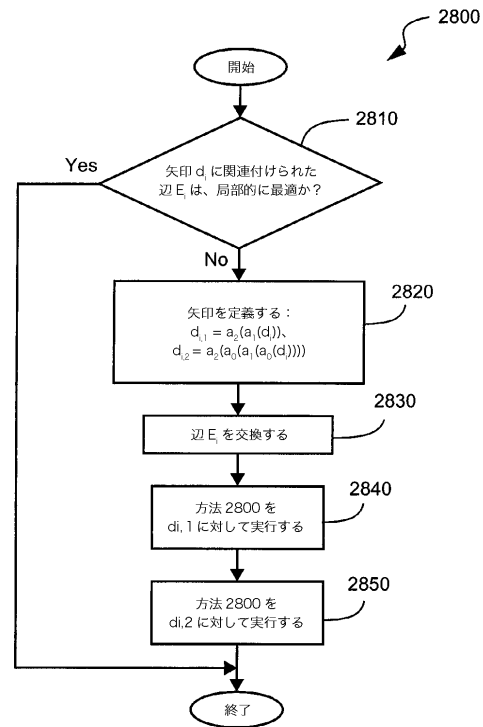


FIG. 28

---

フロントページの続き

(72)発明者 マシュ - クリスチャン ダガン

オーストラリア国 2113 ニュー サウス ウェールズ州, ノース ライド, トーマス ホ  
ルト ドライブ 1 キヤノン インフォメーション システムズ リサーチ オーストラリア  
プロプライエタリー リミテッド 内

(72)発明者 ルーベン カン

オーストラリア国 2113 ニュー サウス ウェールズ州, ノース ライド, トーマス ホ  
ルト ドライブ 1 キヤノン インフォメーション システムズ リサーチ オーストラリア  
プロプライエタリー リミテッド 内

審査官 山内 裕史

(56)参考文献 特開平10-260482(JP, A)

特開2003-265408(JP, A)

米国特許第04827330(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 1/387

H04N 1/40

H04N 1/46