

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3720367号

(P3720367)

(45) 発行日 平成17年11月24日(2005.11.24)

(24) 登録日 平成17年9月16日(2005.9.16)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H04N 1/107

H04N 1/04 A

G06T 1/00

G06T 1/00 420P

G06T 3/00

G06T 3/00 400J

請求項の数 11 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平8-526112
 (86) (22) 出願日 平成8年3月4日(1996.3.4)
 (65) 公表番号 特表平11-501174
 (43) 公表日 平成11年1月26日(1999.1.26)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB1996/000492
 (87) 国際公開番号 W01996/027257
 (87) 国際公開日 平成8年9月6日(1996.9.6)
 審査請求日 平成14年5月10日(2002.5.10)
 (31) 優先権主張番号 08/396,826
 (32) 優先日 平成7年3月2日(1995.3.2)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者
 ヒューレット・パッカード・カンパニー
 アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
 トハノーバー・ストリート 3000

(74) 代理人

弁理士 岡田 次生

(72) 発明者 ポラード・ステフエン・バーナード
 イギリス国 グラウセスタシャイア ジー
 ・エル11 5エス・エル ノースダース
 レイ ウレイザ ストリート 51

審査官 手島 聖治

(56) 参考文献 特開平8-51526 (JP, A)
 特開平7-212541 (JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イメージ走査装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

隣接する走査イメージの各帯が重なり合うように走査装置とオリジナル・イメージとを相対移動させて得られるオリジナル・イメージの走査部分からイメージを獲得し復元する方法であり、前記走査装置は、オリジナル・イメージに対する相対的な走査装置位置を測定するナビゲーション手段を有し、前記方法は、第1の帯を復元イメージに書き込み、順次ナビゲーション・エラー予測値を導き出すために前記第1の帯と前記第2の帯との重なり領域から得られるイメージ・データを利用し、さらにイメージの漸次的な復元の際のナビゲーション・エラー修正のために前記エラー予測値を継続的に使用して前記第2の帯をマッピングして漸次、復元イメージに書き込むステップとを有し、

第1の帯を復元イメージに書き込むステップは、さらに該第1の帯内において次に収集される帯と重なりと予測される領域中から位置合わせの特徴を決定することを含み、ナビゲーション・エラーの順次の予測値は、走査実行中に得られるナビゲーション・データを使用し、前記位置合わせの特徴の位置と第2の帯における該特徴の再生部の位置との比較によって得られ、前記エラー予測値の各々は、引き続き実行される前記第2の帯の関連部分の復元イメージに対する書き込みに先んじて空間的に供給される方法。

【請求項2】

前記位置合わせの特徴の各々は帯内の高周波数のコントラストを持つ領域であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

10

20

前記第 1 の帯の中で識別された位置合わせの特徴に関連する情報を、復元イメージとは別に格納し、

該格納された情報は前記エラー予測値を得るために用いられることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記第 1 の帯内の位置合わせの特徴の位置に関する情報を格納し、

前記第 2 の帯からイメージ・データ部分を検出するために前記位置情報を用い、

次の帯の中から検出されたイメージ・データ部分を第 1 の帯から得られた位置合わせの特徴と比較し、

前記比較結果を用いてエラー予測値を導出し、

10

前記エラー予測値、及び該エラー予測値が第 2 の帯内のどの部分と関連するかを示す位置タグとを格納し、

前記第 2 の帯の関連部分が続いて復元イメージに書き込まれる際にエラー予測値を適用することを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

第 2 の帯からイメージ・データ部分を検出するステップの後に、前記第 2 の帯から得たイメージ・データを復元イメージとは別に格納することを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

ナビゲーション装置に対する修正のフィードバックをエラー予測値を用いて実行することを特徴とする請求項 1 乃至 5 いずれかに記載の方法。

20

【請求項 7】

第 1 の帯における 2 つの対向する側辺上において前記位置合わせの特徴に関する情報を識別して格納することを特徴とする請求項 1 乃至 6 いずれかに記載の方法。

【請求項 8】

イメージ復元の際にエラー予測値を計算し、該計算値を用いて帯の 2 つの対向する側辺におけるナビゲーション・エラーを修正することを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

オリジナル・イメージの部分を走査し、オリジナル・イメージの走査部分からイメージを獲得し復元する走査システムであって、

30

オリジナル・イメージの部分を操作する走査装置であって、当該走査部分は、隣接する走査イメージの帯が重なり合うように走査装置とオリジナル・イメージとを相対移動させて得られ、オリジナル・イメージに対する相対的な走査装置位置を測定するナビゲーション手段を含む走査装置と、

復元イメージを格納するためのメモリ手段と、

イメージの帯を復元イメージに書き込む手段とを含み、

第 1 のイメージ帯内において次に収集される帯と重なると予測される領域中から位置合わせの特徴を決定する認識手段と、

第 2 の帯を漸次、復元イメージにマッピングする手段であって、走査実行中に得られるナビゲーション・データを使用し、位置合わせの特徴の位置と第 2 の帯における該特徴の再生部の位置との比較によって、順次ナビゲーション・エラー予測値を導き出すために前記第 1 の帯と前記第 2 の帯との重なり領域から得られるイメージ・データを利用し、イメージの漸次的な復元の際のナビゲーション・エラー修正のために当該比較から導出される前記エラー予測値を継続的に使用し、前記エラー予測値の各々は、引き続き実行される前記第 2 の帯の関連部分の復元イメージに対する書き込みに先んじて空間的に供給されるように構成された手段をさらに含むシステム。

40

【請求項 10】

認識手段が帯内において高周波数のコントラストを持つ領域のみを位置合わせ特徴として決定する請求項 9 に記載の走査システム。

【請求項 11】

50

前記メモリ手段が、位置合わせの特徴に関連する情報を、復元イメージとは別に格納する手段を含む請求項 9 または 10 に記載の走査システム。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、オリジナル原稿から電子走査イメージを形成するための装置及び方法に係り、特に、イメージ捕捉（キャプチャ、capture）によって得られたイメージ帯からイメージを復元するための走査装置及び方法に関する。

背景技術

オリジナル原稿についてのイメージを電子的に形成するためのスキャナは、既に知られている。スキャナによって捕捉されたイメージは、通常、画素データ・アレイとして、メモリ中にデジタル形式で格納される。歪みのないイメージを得るためには、オリジナル・イメージを忠実に画素データ・アレイにマッピングする必要がある。典型的なスキャナは、イメージ・キャプチャ処理におけるマッピングの忠実性を最大限に担保するために、オリジナル原稿を機械的に拘束する手段を少なくとも 1 つは含んでいる。当業界では、ドラム・スキャナ、フラットベッド（平台型）・スキャナ、2 次元アレイ・スキャナ、及び、ハンド・スキャナという 4 タイプのスキャナが知られている。ドラム・スキャナでは、オリジナル原稿を、略定速で回転するシリンダ・ドラムの表面に貼り付けるようになっている。ドラムが回転する間、イメージ・センサがドラムの回転軸と平行方向に移動するようになっている。イメージ・センサの線形的な変位とドラム上のオリジナル原稿の回転との組み合わせによって、オリジナル原稿全体を走査することができる。イメージ処理の間、オリジナル原稿に対応する画素データ・アレイの現在位置は、ドラムの回転位置とセンサの移動位置とによって特定される。オリジナル原稿が適切にドラムに貼り付けられ、ドラムの回転が適切に制御され、且つ、センサの線形行路に沿った変位が適切に制御されている限りにおいては、オリジナル原稿に対応する画素データ・アレイの位置は固定されている。

フラットベッド・スキャナは、アレイの軸と直交する軸に沿ってオリジナル原稿の上を相対移動するリニア・アレイ・センサを含んでいる。このため、センサの相対移動を追跡することによって、センサの一次元的な位置を知ることができる。センサの直交方向の位置は、強度を計測するための個々のアレイ要素の位置を定めることによって、絶対的に固定される。フラットベッド・スキャナの一例では、オリジナル原稿は、透明なプラテン上に置かれ、センサは、イメージ照射用光源とともに、オリジナル原稿と反対側になるプラテン上に配設されている。オリジナル原稿がプラテン上を動かない限りは、画素データ・アレイは捕捉すべきイメージに対する固定状態を維持できるであろう。フラットベッド・スキャナの他の例では、センサではなく、オリジナル原稿の方が移動するようになっている。この第 2 の例の典型的なものはファクシミリ装置である。紙を精密に移送することによって、イメージ・キャプチャ処理の間、高い位置精度を達成することができる。

ドラム・スキャナやフラットベッド・スキャナの利点は、すくなくとも A 4 や 8.5 インチ×11 インチという大きさの紙からなるドキュメントを収容できることにもある。さらに、これらのスキャナの中には、単一の設定操作で A 1 用紙を扱えるものもある。しかしながら、この種のスキャナは、制御や、データの保管、イメージ処理を行なうためのホスト・コンピュータを必要とするがゆえ、一般には携帯的ではない。

2 次元アレイ・スキャナは、露光期間中にアレイとオリジナル原稿の静止状態が保たれることのみを必要とするだけであり、機械的な拘束がなくても利用に供される。感光素子からなる 2 次元アレイは、オリジナル原稿のイメージをそのまま直接画素データ・アレイにマッピングするようになっている。しかしながら、8.5 インチ×11 インチのオリジナル原稿を一時に 300 dpi でマッピングするには 2500×3300 素子を持つイメージ・センサが必要であり、このため、この種のスキャナは多くの用途において高価なものになってしまう。

従来のハンド・スキャナの場合、光電センサ素子からなるリニア・アレイを、ユーザ自らがオリジナル原稿の上で動かす必要がある。すなわち、手動操作によってアレイが動かさ

10

20

30

40

50

れる訳である。アレイについての位置情報は、コンピュータのマウス操作で用いられるような方法によって得られる。リニア・センサ・アレイが動くと、オリジナル原稿と接触しているホイール、ボール、又はローラの回転が検出されて、機械部品の回転から位置情報が導き出される。一般には、オリジナル原稿と接触する機械部品の表面は、例えばラバーのように高い摩擦係数を持っており、スリップやスキッドという現象は回避される。硬い心棒で連結された2個の円筒ローラやホイールなどを用いることによって、走査処理の間の自由度が1方向に制限される。オリジナル原稿に対する走査方法を固定するとともに、一対のホイール又はローラによって得られる変位を規制するために、真直ぐな端部、あるいは他の取り付け具が用いられる。それにも拘らず、位置エンコードの際にはしばしばスリップやスキッドの影響を被り、この結果、画素データ・アレイはオリジナル原稿上のイメージとの対応関係を失うこととなる。

10

典型的なハンド・スキャナは、イメージ・データを格納し、処理し、使用するための他のコンピュータと直接接続されている。イメージ・センサからのデータ速度は、走査速度によって制限される。好ましいイメージ解像度に合った適切な速度を維持するために、スキャナは、例えば緑色や赤色の発光ダイオードによって、ユーザにフィードバックするようになっている。ハンド・スキャナの中には、ユーザが過度に速くスキャナをドラッグするのを防ぐために、電磁ブレーキを用いて走査速度に応じて機械抵抗を増すようにしたものもある。

ハンド・スキャナは、比較的小さなイメージ・アレイを用いており、一般には、A6よりも大きなドキュメントを1回の通過だけで処理することはできない。このため、大きなドキュメントについての多数回走査した帯を接合するための縫合アルゴリズムが必要となる。帯の縫い合わせは、外部コンピュータによる外部処理という形態で実行することができよう。多数のページからなるビジネス・ドキュメントやレポートをハンド・スキャナで走査することは、単調な作業であり、しばしば低品位の結果をもたらすことにもなる。

20

既に述べたように、ハンド・スキャナについては、ある種の取り付け具が用いられるのが典型的である。取り付け具がない場合には、ハンド・スキャナがオリジナル原稿上を移動するに従って、何らかの回転を招来する傾向がある。もし、スキャナを移動させている間に、ユーザの肘が平らな表面上にもたれかけられていたならば、スキャナとユーザの肘の間の距離によって定義される半径を持った回転が生ずるであろう。この結果、走査された電子イメージは歪んでしまうであろう。スキャナを操作している間に生じる他の曲線的な移動も、歪みを招来するであろう。イメージ帯を縫い合わせる数々の技術が、走査分野において知られている。これらの技術は、完全なイメージ帯の組み合わせを必要とし、一時に全体的な変換を行なうことによって2つの帯同士を位置合わせするようになっている。

30

本発明は、オリジナル原稿のイメージを走査した各部分から、オリジナル原稿との間で高い一貫性を持ったイメージの複合的な複製物を生成する走査装置及び方法を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明は、オリジナル・イメージに対する走査装置の位置を測定するためのナビゲーション手段を備えた走査装置を用いて、隣接する走査・イメージ帯が重なり合うように走査装置とオリジナル・イメージとを相対移動させて得たオリジナル・イメージの各走査部分からイメージを復元する方法であって、隣接する帯の重なり合った部分から得られたイメージ・データを用いて、ナビゲーションエラーの予測値を連続的に導出し、このエラー予測値を継続的に用いて、イメージ復元の際にナビゲーションエラーを修正する方法を提供する。

40

このように、本発明では、エラー予測値が連続的に計算され、且つ、この予測値はイメージ復元の品位を向上するために適用されるようになっている。この方法は、隣接したイメージ帯同士を位置合わせするために全体の変換を一回だけ行なうという上述の従来技術の手法とは対照的である。本発明に係る方法は、ナビゲーション・エラーを修正するので、公知の手法よりもさらに正確にイメージ帯を縫合することができるという利点がある。

隣接した帯との重合部分から得られたイメージ・データは、エラー予測値を導出するため

50

に、別の方法で利用される。

局所的な相関関係は、空間領域又は周波数領域のいずれかの領域において現れ、イメージ固有の構造、若しくはそれから導出された（例えばフィルタにかけられた）バージョンに基づいていることもある。公知の手段によって「端」又は「角」のいずれかの構造的要素の集合が択一的に得られ、対応する場所の集合を得るための公知のマッチング・アルゴリズムとともに、エラー予測値を得るための比較が用いられる。局所的なパラメータ上の最適化の1つとして問題を提起してもよい。バージョン間のマッピングを最適に記述するために、局所モデル（たとえばアフィン(affine)）のパラメータを選んでもよい。

ここで説明する実施例に係る方法は、集められた次の帯との重なりが予測される最初の帯における位置合わせの特徴を識別し、走査の間に受け取ったナビゲーション・データを用いて、位置合わせをした特徴の位置と次の帯の複製の位置とを比較し、エラー予測値を導出するためにこれら比較結果を用いる。

10

ここで説明する実施例の1つに係る方法は、最初の帯における位置合わせの特徴の位置と次の帯の復元されたイメージにおける位置とを比較することによって、エラー予測値を導出し、このエラー予測値を用いて、続いて復元されるイメージの各部分におけるナビゲーション・エラーを修正する。

この（すなわち1フェーズの）方法では、エラーが識別され、その後に復元されるイメージの各部分について修正が施されるようになっている。この方法は、ナビゲーション・エラーがさほど大きくない限りは、よい結果を生むことができる。この方法は、最初の帯で識別された位置合わせの特徴に関する情報を一時的に格納し、次の帯を復元されたイメージにマッピングし、格納された情報を、次の帯における位置合わせの特徴を復元したイメージの複製に関する情報と比較することによって実施することができる。

20

ここで記述される1つの好ましい実施例は、次の帯における位置合わせした特徴の仮の位置に関する情報を格納し、該仮の位置に基づいてエラー予測値を計算し、次の帯を復元されたイメージにマッピングするときに、エラー予測値を適用することを具備する方法である。

この実施例では、復元されたイメージにおいて発生して高精度で縫合を行なうことができる時点で、エラーを識別し且つ修正するために、2フェーズの処理が行なわれる。

この手法は、最初の帯における位置合わせの特徴の位置に関する情報を格納し、次の帯からイメージ・データ部分を見つけるために、該位置情報を利用し、次の帯から見つかったイメージ・データ部分を、復元されたイメージ中の最初の帯の位置合わせの特徴と比較し、該比較結果をエラー予測値のために利用し、エラー予測値と、次の帯のどの部分がエラー予測値と関係するかを示す位置タグとを格納し、次の帯の関連のある部分が復元されたイメージの中にマッピングするときに、該エラー予測値を適用することによって実施することができる。

30

本発明が全ての処理を実行するのに十分なコンピュータ能力を持ったハンド・スキャナという形態で実装される場合、その方法は、ナビゲーション装置に修正内容をフィードバックするのにエラー予測値を用いるという構成になる。したがって、実時間で、エラーが識別され、イメージの復元でエラーを修正すると同様に、ナビゲーション装置自身を修正するのにエラーが用いられる。

40

また、本発明は、イメージ・データを収集するための走査装置であって本発明に係る方法を実行するためのコンピュータ・システムに相互接続するようにデザインされた走査装置としても実装されよう。

本発明は、異なる走査形式をも受容する。ユーザが最初に走査方向を選べるようにするために、各イメージ帯の向かい合う2つの側辺における位置合わせの特徴に関する情報を識別し且つ格納するための手段を具備してもよい。走査中に走査方向を変更可能にするために、エラー予測値を計算し、イメージを復元するときにある帯の向かい合う2つの側辺に関するナビゲーション・エラーを修正するのにこの予測値を利用する手段を具備してもよい。

以下に、本発明に係る走査装置について記載する。この装置は、本発明に係る方法に必要な

50

な処理を実行するだけのコンピュータ能力を備えていてもよいし、あるいは、この装置は、本発明に係る方法を実行するためのコンピュータ・システムに相互接続するようにデザインされていてもよい。

ここで記載される実施例における、電子的走査・イメージを形成するための走査装置と方法は、イメージ・データとともに得られるナビゲーション情報を利用し、そして、ナビゲーションとイメージの情報に基づいて、イメージ・データを矯正するようになっている。好ましい実施例では、ナビゲーション情報は、走査しているオリジナル原稿の固有の構造的な特性を検出する少なくとも1つのナビゲーション・センサ手段によって得られる。オリジナル原稿に対するイメージ・センサの移動は、固有の構造的な特性の変動を、イメージ・センサのオリジナル原稿に対する移動としてモニタすることによって追跡されてもよい。モニタされる固有の構造的な特徴とは、用紙の繊維、あるいはオリジナル原稿に関するその他の組成などの固有の構造的な特徴のことである。ナビゲーションは、スペックル（小斑点）に基づくものであってもよい。この場合には、オリジナル原稿に対するイメージ・センサの移動は、ナビゲーション情報を得るためのコヒーレントな照明を用いて生成されたスペックル・パターンの変動をモニタすることによって追跡される。

「固有の構造的な特性」とは、イメージ・データの形成及び／又はオリジナル原稿上のデータの系統的な位置合わせと無関係のファクターに帰するようなオリジナル原稿の特性のことである。ナビゲーション情報は、固有の構造的な特性の検出に応答した位置信号、スペックル（斑点、斑紋）情報の位置信号や個々の固有の構造的な特徴の追跡を許す位置信号など、を生成することによって形成されてもよい。「固有の構造的な特徴」は、オリジナル原稿を形成するための処理の特性のことであり、イメージ・データの形成やオリジナル原稿上のデータの位置合わせには影響しないようなオリジナル原稿の特徴である。例えば、もしオリジナル原稿を記録した媒体が紙製品であれば、紙の繊維が興味のある固有の構造的な特徴であってもよい。他の例として、光沢のあるオリジナル原稿やオーバーヘッドの透明フィルム上におけるイメージ・センサのナビゲーションは、反射領域に影響するような表面のテクスチャの変動を追跡することによって行なってもよい。典型的な固有の構造的な特徴は、例えば10～40 μm の、顕微鏡で観るような表面組織の特徴である。

このように、ナビゲーション情報を得るための熟慮された方法は、多岐にわたる。殆どの方法において、走査経路に沿った走査装置の曲線的あるいは回転的な移動による歪みを除去するのに用いられるナビゲーション情報の源についての制限はない。それゆえ、ナビゲーション情報は、オリジナル原稿上のイメージ・データの検出（例えば、テキスト文字のエッジの識別）に応答した位置信号の形態であってもよい。この場合には、位置情報はその後イメージ信号の処理に使用される。第2の方法は、位置信号が、スペックル・パターンを判別する特性のような、固有の構造的な特徴の検出に応答したものである。第3の方法は、個々の固有の構造的な特徴（例えば紙の組織）の位置を、走査中にわたってモニタすることによって、走査装置のナビゲーションを追跡することである。

ここで記載される実施例では、イメージ・センサは、光電素子の線形アレイであり、ナビゲーションには少なくとも2次元アレイのナビゲーション・センサ素子を使用している。分離型の2次元ナビゲーション・センサを各イメージ・センサの端部に配設することによって、スキャナには3自由度が与えられる。もしオリジナル原稿が平面的であれば、2自由度はオリジナル原稿平面内で直交する2方向の並進であり、第3の自由度はオリジナル原稿平面の法線回りの回転である。回転を追跡する精度は、2つのナビゲーション・アレイを用いることによって向上される。もし1つのナビゲーション・アレイしか使わないのならば、これよりも狭いアレイ範囲が必要であろう。ここで記載される実施例はナビゲーション・センサが2次元アレイのものであり、リニア・アレイを使用することもできる。さらに、後に詳細に記述するように、イメージ・データを矯正するためのナビゲーション情報は、他の位置追跡手段を走査装置に固定することによって好適に得られよう。ここで言う位置追跡手段には、エンコーディング・ホイールやボール、コンピュータ・マウスのトラック・ボール、摺合せ式のグリッド・デテクタ、加速度計、機械的連動、非接触電磁式又は静電式、遅延式集積センサ・アレイなどが含まれる。これら実施例の多くは、位置

10

20

30

40

50

追跡はイメージの獲得を含んでいないので、イメージ・データを矯正するためのナビゲーション情報は、オリジナル原稿のいかなる固有な構造的特徴とも無関係な方式によって得られる。

ナビゲーション・センサは、イメージ・センサに対して所定の決められた位置に設定される。イメージ・アレイが移動するに従ってオリジナル原稿の端縁を越えてもナビゲーション・センサが影響を受けないようにするためには、ナビゲーション・センサは、イメージ・センサの端点にできるだけ接近している方が好ましい。イメージ・センサは、興味のあるイメージを表した信号を形成する。同時に、各ナビゲーション・センサは、オリジナル原稿の固有の構造的特性を表した信号を形成する。走査装置は、オリジナル原稿に接触させたままの状態、左から右、右から左にオリジナル原稿上を下るように、フリーハンドで曲がりくねったパターンで動いてもよい。イメージを位置に関連付けて処理し、走査処理の間又はこの処理の後で縫合するためには、側縁から側縁へ向かう各帯は、前回の帯の一部と重なり合う必要がある。イメージ信号の処理とはイメージ・データの矯正のことであり、この矯正はナビゲーション・センサとナビゲーション・センサによって検出された固有の構造的特性との相対移動に基づいて行なわれる。ここで言う処理とは、イメージ信号の「矯正」のことであり、すなわち、得られたイメージ・データをナビゲーション・データに基づいてアレンジしたり修正したりする処理のことであり、これによってオリジナル原稿と出力イメージとの一致が果たされる。連続的な走査によって得られたイメージ・データ同士を接合するために、縫い合わせ (stitching) が行なわれる。

各ナビゲーション・センサは、オリジナル原稿の固有の構造的特性に因ってコントラストを生むようにデザインされた一又はそれ以上の光源を含んでいてもよい。照射された光は、可視領域であってもよいがこれに限定されない。例えば、表面の法線に対して大きな投射角度を持つ「グレージング (grazing)」光は、紙製品であるオリジナル原稿表面又はその近辺の紙繊維と相互反応して、繊維中にコントラストを増強させる影をつくり出すであろう。他方、もしオリジナル原稿が、写真プリントやクレイ・コーティングの施された紙、若しくは、オーバーヘッドの透明フィルムのように光沢のある表面を持っていれば、投射光は通常、ナビゲーションの目的に適ったイメージ・コントラストを持ったイメージを反射フィールドに生成するであろう。フィルター又は1以上のイメージ・レンズなどからなる光学的構成要素を用いることによって、固有の構造的特性の検出感度はさらに向上する。

ここで記載する実施例の利点は、本走査装置及び方法によれば、イメージ・キャプチャの品質を保ちながら走査装置の3自由度の動きが許容されることにある。したがって、オリジナル原稿を拘束する機構を持たない携帯型、ポケット・サイズの走査装置を、製作し使用に供することができる。イメージ・キャプチャ処理の間オリジナル原稿の表面と接触するだけで充分なものである。事実、ナビゲーション・イメージによってイメージを矯正する実施例では、装置とオリジナル原稿との拘束を取り除いてもよい。他の利点は、ここで記述される実施例に係る走査装置は固有の構造的特徴の検出に基づいた電子的イメージを形成するので、オリジナル原稿のイメージの特徴の間の広い「白い空間」領域が保存され、縫合の間にオリジナル原稿のイメージの特徴が接近するという結果には至らない、という点である。

【図面の簡単な説明】

第1図は、オリジナル原稿上の曲がりくねった経路を従えた、本発明に係るハンドヘルド・走査装置の斜視図である。

第2図は、第1図の走査装置のイメージ・センサとナビゲーション・センサの後方を示す図である。

第3図は、第1図の走査装置を斜視して、イメージ・センサとナビゲーション・センサを描写した図である。

第4図は、第3図のナビゲーション・センサの1つについての、照明系を模式的に示した側面図である。

第5図は、第4図を参照しながら説明した照明系を構成する、発光ダイオードと光学素子

10

20

30

40

50

を側面から示した模式図である。

第6図は、第1図の走査装置によるイメージ・キャプチャ動作を示した概念図である。

第7図は、第1図の走査装置のナビゲーション処理における動作の一例を示した図である。

第8図は、第7図の選択されたステップの模式図である。

第9図は、第8図のステップを実行するためのコンポーネントのブロック図である。

第10図aは、第9図のナビゲーション・プロセッサからの典型的な出力である位置タグ・データ・ストリームの増分を示す図である。

第10図bは、多数の位置タグ・データ増分を格納するバッファを示す図である。

第11図は、イメージ・センサから抽出された軌跡の端点を示す直線イメージ・バッファを示す図である。 10

第12図は、第1図の走査装置で収集された帯を示す図である。

第13図は、本発明においてフェーズ処理で使用されるバッファを示す図である。

第14図は、フェーズ処理で使用される帯が収集されることを示す図である。

第15図は、連続する帯を縫合するために利用される位置合わせタイルを示す図である。

第16図は、連続する帯を縫合するためにフェーズ処理で使用されるバッファを示す図である。

第17図は、第16図のフェーズ処理が行われているときに収集される帯を図解した図である。

発明を実施するための最良の形態 20

第1図には、携帯型すなわちハンドヘルドの走査装置10がオリジナル原稿14に沿って曲がりくねった経路12を従えている様子が示されている。オリジナル原稿は、1枚の用紙、オーバーヘッドの透明フィルム、又は、その他のイメージをつけた表面であってもよい。オリジナル原稿の固有の構造的特徴は、曲がりくねった経路に沿ったナビゲーションを行なう間に位置情報を付与するために用いられる。本発明に係る方法では、固有の構造的特徴の位置が追跡され、位置情報はイメージ・データを矯正するのに用いられるが、ここでは他の実施例について記載しておく。走査装置は、好ましくは内蔵バッテリーによって駆動するが、外部電源への接続、あるいは、コンピュータやネットワークのデータ・ポートへの接続を持っていてもよい。

第1図に示した走査装置10は、キャプチャしたイメージを見るためのイメージ・ディスプレイ16を含んでいる。しかしながら、ディスプレイは走査装置を使用する上で不可欠ではない。 30

第1図乃至第3図に示すように、走査装置10の前面18には、オリジナル原稿14とイメージ・センサ22の間の適切な接触を維持するためのピボット部位20が設けられている。イメージ・センサ22は、イメージ・センサ素子からなるリニア・アレイで構成されている。ナビゲーション・センサ24及び26は、イメージ・センサを挟んで反対側の端部に配設されている。ナビゲーション・センサ24及び26は、ピボット部位の上に搭載され、したがって、イメージ・センサに対する相対位置は固定されている。

走査装置10は、3つの自由度を持つが、その2つは並進であり1つは回転である。第1の自由度は、オリジナル原稿14上の端から端までの移動（すなわちX軸移動）である。 40

第2の自由度は、オリジナル原稿に対する上下方向の移動（すなわちY軸移動）である。

第3の自由度は、装置の操作がオリジナル原稿14の端部に対するイメージ・センサ22の回転状の調整不良を含んでよいことを意味する。すなわち、イメージ・センサ22は、装置の移動方向とは直交でない方向に操作してもよい。

物理的に小型にするため、イメージ・センサ22はイメージ素子であることが好ましいが、小型化や比較的小さいイメージにはさほど関心がないような適用例においては、単体よりも大きな投影型の光学系を持ったセンサを採用してもよい。このような適用例では、イメージ・センサ22の構成要素は、より小型にし、且つ、各素子を近接させてパッケージにまとめるべきである。典型的な接触型のイメージ装置は、SELF OCというNippon Sheet Glass Co.Ltd社所有の商標の下で市販されるレンズを採用している。あまり慣用的 50

ではないが、イメージ・レンズを用いずに、インターリーブ式のアレイ素子を光源センサと対物センサに用いることによって、接触式イメージングを行なうことができる。イメージ・センサは、照射光源、照射光学系、及びイメージ変換光学系を持つユニットの一部であってもよい。

この実施例でのイメージ・センサ 22 は、分離型感光素子のリニア・アレイとして示されている。スキャナ 10 の空間解像度を決定する上で、各素子の間隔は意味を持っている。例えば、101.6 mm の長さを持つリニア・アレイは、300 dpi の解像度を実現するためには、1200 個のセンサ素子を必要とする。センサは、電荷結合素子、アモルファス・シリコン・フォトダイオード・アレイ、あるいは、当業界で公知の他のいかなるタイプのリニア・アレイ・センサであってもよい。

イメージ・センサ・ユニットをデザインする上での重要な考慮点はスピードである。イメージ・センサ 22 は、各画素が 1 秒当たり約 10 K サンプルのイメージを捕捉できることが好ましい。リニア・イメージ・アレイは、一般には、シリアル・データ・ストリームを生成するが、画素値すなわち電荷はシフト・レジスタに入れられ、そしてシフト・アウトするようになっている。所望のスピードを実現するためには、画素値がわずかなセルをシフトできる程度に、イメージ・アレイ又は多数のタップの全体から出るシリアル転送速度が非常に高速である必要がある。これは、並列処理を紹介するものであるが、デジタル処理にとって利点がある。

スピードを要求する他の帰結は、オリジナル原稿表面における画素領域の面積や各アレイ素子に集光され伝送される照射光の立体角が、100 msec というオーダーの積算時間の中で検知可能な信号を生成できる程に充分大きい必要がある、ということにある。向上するための選択肢として、センサを光学素子に加えることによって、各センサ素子が応答し得るセンサ・ピッチの実効比率を増加させるということが挙げられる。アレイ・マトリクスには未使用領域が往々にして含まれているので、このような集光光学系によって受光感度は増加する。

イメージ・センサ 22 の簡単な修正によって、カラー・イメージを検出することができる。入射光に対する赤、緑、青を選択的に透過するフィルター素子の各 1 つを組み込んだ互いに平行な 3 つのリニア・アレイによれば、カラー・イメージングが可能になる。あるいは、広い帯域について感光性がある単一のアレイが、赤、緑、及び青の各光源によって順次照射されるようにしてもよい。

イメージ・センサ 22 の操作性の向上という観点から照明について考慮すれば、黄色波長の高強度の光を照射するダイオードからなるリニア・アレイを用いてもよい。しかしながら、照明光源と光学要素のより良い選択は、オリジナル原稿の媒体に依存する。光の波長は、不要な信号については考慮せず、オリジナル原稿 14 の所与の領域を走査する間に得られるイメージ・データのコントラストを最大にするように選択すべきである。照明光学系は、LED ドーム型レンズで構成されても、あるいは、光の損失なくオリジナル原稿に照射光を通すように精密モールド加工された光学要素からなる光パイプであってもよい。このようなデザインによれば、オリジナル原稿のターゲット領域を広角から比較的均一に照射することができるが、鏡面からの反射を回避するために通常の入射光線を遮ることになる。

第 1 図では、曲がりくねった経路 12 は、4 つの帯に分割されるようにオリジナル原稿 14 の端から端までの間を往復している。最も便宜的な適用例にとって有益なイメージ・センサ 22 は、25.4 mm 乃至 101.6 mm の長さを持っている。もし、センサ 22 が 63.5 mm であれば、A4 用紙を 4 又は 5 つの帯で走査してしまいうことができる。後に詳解するように、オリジナル・イメージの忠実な復元を生成するための縫合処理を行なうには、帯は重なり合った領域を持つべきである。

典型的な走査装置 10 は、少なくともナビゲーション・センサ 24 又は 26 のうち 1 つを含んでいる。ここで記述される好ましい実施例では、装置は一組のナビゲーション・センサを持ち、各々はイメージ・センサ 22 を挟んだ両端に配設されている。光電素子からなる 1 次元アレイを用いてもよいが、この実施例では、各ナビゲーション・センサは 2 次元

10

20

30

40

50

素子アレイである。ナビゲーション・センサ 24 及び 26 は、オリジナル原稿 14 に対する走査装置 10 の移動を追跡するために用いられる。

この好ましい実施例では、各ナビゲーション・センサ 24 及び 26 は、走査装置 10 の位置に関する情報を生成するために、オリジナル原稿の固有の構造的特性に関するイメージを捕捉するようになっている。走査装置についての大部分の先行技術では、固有の構造的特徴はノイズと見なされていた。第 1 図乃至第 3 図で示す走査装置 10 の場合、このような特徴はイメージ・センサ 22 にとってはノイズであるが、ナビゲーション・センサ 24 及び 26 が位置情報を生成するための基準を与えるのに利用される。有用すなわち高コントラストを持つ表面組織は、媒体に固有な若しくは媒体上に形成された構造的な変動を検出することによって生成され得る。例えば、固有の構造的特徴からなる谷間の影と頂上の明るい点とのコントラストに基づいてイメージを形成してもよい。このような特徴は、通常は、一般の印刷媒体上に $10\ \mu\text{m} \sim 40\ \mu\text{m}$ の間で散在する微視的なものである。他の選択肢として、スペックルを用いてもよい。コヒーレントな光線の反射は明暗領域からなるコントラスト・パターンを生成するからである。たとえ組織のない表面上を可視領域の光で照射したときであっても、異なる色の領域の間、例えば異なる灰色の影の間では、色のコントラストは存在する。

しかしながら、ナビゲーション情報がオリジナル原稿の固有の構造的特性とは無関係であるような用途への本発明の適用が企図されている。例えば、第 2 図に示したナビゲーション・センサ 24 及び 26 の一方又は両方を、オリジナル原稿上に印刷された連続的なイメージを形成するために使用してもよい。このとき、オリジナル原稿 14 上のイメージ・センサ 22 の位置や方向の測定のために用いられる連続的なイメージ間の相関を用いてもよい。この実施例では、3つのセンサ 22、24、及び 26 の全てがオリジナル原稿上のテキストを捕捉するようになっているが、センサ 22 からの信号のみがイメージ・データを得るために用いられる。ナビゲーション・センサ 24 及び 26 からの信号は、ナビゲーション情報に基づいたイメージを得るために使用される。

X、Y、及び角度の各情報を得てこれら进行处理するために、イメージを用いない方法もあり得る。不幸にして、この手の手段の多くは、種々の消尽、精度、正確さ、コストを課すものである。イメージ処理とは無関係に位置情報を取得するのに利用可能な 1 つの選択肢は、ナビゲーション・センサの代わりに 1 以上のエンコード・ホイールを用いるというものである。走査装置を真直ぐ又は曲線状の軌跡に沿って動かす間、エンコード・ホイールは、走査中の表面を滑ることなく転がるであろう。各エンコード・ホイールが同軸であるかどうかは重要でない。ホイールは回り継手に支持されていてもよい。回転をモニタするエンコーダが入力データを供給し、この入力データから、開始位置及び開始角度に対するイメージセンサの位置や方向が計算される。

ナビゲーション情報を得るためにイメージを用いない他の方法は、コンピュータ・マウスと同様のトラック・ボールを用いることである。トラック・ボールは、上述のエンコーダ・ホイールの代わりに用いることもできる。各トラック・ボールから 2 次元変位情報を得るためにエンコーダが使われる。他の方法では、相補的（アクティブ又はパッシブ）グリッド、又は、走査されるオリジナル原稿の支持部材として働く積層タブレットハット上で作成される他の参照値に対する位置や方向を検出するためには、第 2 図のナビゲーション・センサの代わりに、光学的又は電子的（電荷、抵抗、誘導）なセンサを用いてもよい。位置や方向の情報を得るためにイメージを用いない他の方法は、加速度計を用いることである。搭載型の慣性式ナビゲーション・プラットフォームを用いてもよい。これによれば、加速度を検出し、これを一度積分することによって速度を得、さらに積分することによって位置を得ることができる。他の選択肢的方法では、スプリングで支持された重量物を検出し、これを一度積分することによって位置を得ようになっている。方向を直接検出するためには、ジャイロスコープを採用することもできる。

さらに、他の択一的な手法としては、走査中の媒体に固体されている基準座標に対する位置や方向を追跡するために、種々の機械的伝達機構を用いることが挙げられる。位置情報や方向情報は、機械部材の相対的移動を計測するために結合されたセンサによって得られ

10

20

30

40

50

る。これらセンサは、位置や方向を直接検出する相対式又は絶対式のいずれのタイプでもよい。また、加速度や速度を検出して一度又は二度積分することによって位置を得るようにしてもよい。走査中のオリジナル原稿に固定された基準座標に対する走査装置の位置や方向を計測するために、非接触式の遠隔的検出を採用してもよい。このような非接触式検出の例として、電磁界、波長又は光線（例えば、光又は無線の周波数）；電子効果（例えば電荷）；及び／又は、磁界効果（例えば誘導）を用いたものが挙げられよう。これらの方法は、標準又は差動式のグローバル・ポジショニング技術を利用することができ、衛星を使用することができるかもしれない。これらの方法は、三角法のような伝統的なナビゲーションや測量手法を含むこともできる。これらは、光線の影を用いて動いている対象によって遮られた光線の像から位置を解釈する、といったロボティックス技術で採用されている技術を含むことができる。

10

第2図に示したナビゲーション・センサ24及び26は、オリジナル原稿14のイメージ上を動くウィンドウを効果的に観察して、連続的な観察結果の間の2平面上の変位を表示する。後に詳解するように、ナビゲーション・センサからの画素値は、イメージ・センサ22からのイメージ・データを適切にマッピングするように処理される。特定の画素とこれに直近の画素の各値は、各画素位置における相関値のアレイを生成するために用いられる。相関値は、現在の表面構造のイメージと、固有の構造的特徴を表す既知の位置で既に格納されているイメージとの比較に基づくものである。ここで言う格納されたイメージは、位置基準値としての意味を持つ。しかしながら、出力イメージを形成するために入力イメージを扱う上では、相関値の処理以外の処理を採用してもよい。

20

次いで、第4図及び第5図を参照すると、ナビゲーション・センサ24と照明光学系との操作上の関連について示されている。もしオリジナル原稿14がナビゲーション・センサ24によって検出可能な紙繊維を持つ紙製品であれば、グレース角で光を入射することが好ましい。重要なことではないが、1又はそれ以上の発光ダイオード（LED）を用いてもよい。グレース角30は、これは入射角の余角であるが、0度から15度の間が好ましいが、オリジナル原稿14の特性に応じて変化させてもよい。第5図では、光源28が照明光学系34とともに図示されている。光学系は、均一な平行光をターゲット表面に照射させるためのものであるが、単一の要素で構成されても、あるいは、複数のレンズ、フィルタ、及び／又はホログラフィ部品の組み合わせで構成されてもよい。光源28が発する波長としては、ナビゲーションに利用可能な空間周波数情報を向上するような値を選択すべきである。照射領域における固定パターン状のノイズは最小限に抑えるべきである。走査装置がインクや他の印刷された媒介を吸収しながら印刷素材上を進行するときには、媒体の反射性が動的に変動する範囲を収容できるように光源28の出力を調整する必要があることがある。

30

第4図では、光源35からの光は照射光学系36によって平行光に変換され、次いで、振幅型ビーム・スプリッタ37に方向変換されている。LEDから直接来た照射光や、ビーム・スプリッタを介して伝達された照射光のエネルギー成分は、第4図には示していない。ビーム・スプリッタからの光エネルギーは表面を法線方向から照射する。

また、第4図には、オリジナル原稿14からの反射光や散乱光の光エネルギー成分がビーム・スプリッタを通過して絞られ、部材38によってフィルタにかけられ、部材39によって結像される様子が示されている。オリジナル原稿からビーム・スプリッタに進んでビーム・スプリッタで反射した光エネルギー成分は図示されていない。ナビゲーション・イメージ処理光学系の倍率は、結像された光を検出する2次元センサ・アレイ24の視域では一定でなければならない。多くの適用例では、ナビゲーション光学系の変調変換機能、すなわち光学的周波数応答の振幅計測は、ナイキスト周波数の手前の減衰を供給するものでなければならない。このナイキスト周波数は、ナビゲーション・センサのセンサ素子の間隔や光学要素の倍率によって決定される。光学要素は、ノイズの発生源となる背景照明を防ぐようにデザインしなければならない。波面分離型ビーム・スプリッタを利用可能である点には留意されたい。

40

入射角の選択は、オリジナル原稿の材料特性に依存する。照射光のグレース角は、背の長

50

い影を生成し、もしオリジナル原稿の表面に光沢があれば、より鮮明なコントラスト若しくはAC信号を生成する。しかしながら、照射角度が法線方向からオリジナル原稿に近づくにつれて、DC信号レベルが増してくる。

オリジナル原稿の表面が微視的レベルではあまり平坦ではない場合には、オリジナル原稿14のターゲット領域をグレイズ角30から照射することが効果的に作用する。例えば、便箋やボール紙、織物、人間の皮膚のようなときの固有の構造的特徴を持つオリジナル原稿に関しては、光源28からの光をあるグレイズ角度で導くと、高いS/N比を持つ信号が生成される。他方、写真や光沢のある雑誌のページ、オーバーヘッドの透明フィルムのようなオリジナル原稿上のスキャナの移動を追跡するために位置データを必要とするような適用例においては、コヒーレントでない光を法線方向から入射することが好ましい。コヒーレントでない光を法線方向から照射してオリジナル原稿の鏡のように反射する領域を眺めることによって、イメージ処理と相関に基づくナビゲーションとを行なうには充分潤沢な組織を包含したイメージを得るであろう。オリジナル原稿の表面は、微視的な浮き彫りを持っているので、表面はあたかもタイルのモザイクか切子面であるかのように光を反射する。オリジナル原稿上の「タイル」の多くは、法線方向から若干かき乱された方向に光を反射する。しかして、散乱光や鏡のような反射光を含む視域は、あたかも表面が多く

のタイルで構成され、各タイルが法線方向に対して少しずつ異なるように貼り付けられているようにモデル化することができる。このモデリングは、W. W. パーカス著の論文"A
analysis of Light Scattered from a Surface of Low Gloss into Its Specular and Dif
fuse Components" (Proc. Phys. Soc., Vol.51, 274-292ページ(1939))におけるモデリ

10

20

第4図は、コヒーレントでない光源35によってオリジナル原稿14の表面が法線方向から照射されている様子が示されている。第5図は、グレイズ角30にて照射する様子が描写されている。第3の実施例では、照射は全く行なわれない。その代わりに、ナビゲーション情報は背景光すなわち周囲の光を用いることによって蓄積される。

第4の実施例では、コヒーレントな光を法線方向から入射することによって、スペックルに基づくナビゲーションを可能にしている。走査装置とオリジナル原稿との相対移動は、ナビゲーション・センサに対するスペックルの動きをモニタすることによって追跡してもよい。もし、イメージ光学系なしにコヒーレントな光を用いたならば、小さな照射領域を選ぶとともに、オリジナル原稿表面とナビゲーション・センサ24の光検出アレイとの間

を比較的大きく離すことによって、コヒーレント光によって検出される主スペックル・セルのサイズは、ナイキストのサンプリング基準を満足するほど充分大きなものとなる。ビーム・スプリッタを用いることによって、入射光と検出散乱光の双方の方向は、第4図で成し遂げられたと同様に、オリジナル原稿表面の法線に接近したものでよい。

30

次いで第6図を参照すると、スキャナ10が、表面にブロック46が記されているオリジナル原稿44上を動いている様子が示されている。スキャナ10はオリジナル原稿平面に対して運動学的には何ら拘束されていないので、ユーザの手と前腕が肘回りに回転するように、ユーザがオリジナル原稿上を曲線的な経路に従って操作する傾向がある。第6図では、走査装置がブロック46上を曲がった経路48に従って操作される様子が示されている。もし走査装置の低い方の端部が回転軸を定義する肘に近接しているならば、低い方の端部は短い半径を持つであろう。その結果として、イメージ・センサのイメージ成分はブロック46上を通過するのに必要な時間と距離に応じて区々になるであろう。破線で示すように装置が第2の位置52に動くに従って、ブロックの歪んだイメージ50が捕捉されることになる。

40

後述する処理を施さなければ、捕捉されたイメージ50がそのままは格納されることになるであろう。しかしながら、イメージ・センサがブロック46に関するデータを捕捉するに従って、ナビゲーション情報が得られるようになっていく。ここで記述される実施例では、1又はそれ以上のナビゲーション・センサがオリジナル原稿44の固有の構造的特徴に関するデータを捕捉する。ブロック46に対するイメージ・センサの変位を測定するために、走査装置10に対する固有の構造的特徴の移動が追跡される。したがって、忠実に

50

捕捉されたイメージ 54 が捕捉されるであろう。ここで、イメージ 54 を「矯正された」イメージと言うことにする。

第 7 図には、ナビゲーション処理の一例が示されている。ナビゲーション処理は、固有の構造的特徴に関連するデータのようなナビゲーション情報についての連続するフレームの相関をとることによって実現される。ここで言う相関とは、ある特定の時間におけるナビゲーション・センサの位置に関する情報を供給するために、連続するフレーム中の固有の構造的特徴の位置を比較することである。次いで、イメージ・データを矯正するために、ナビゲーション情報が使用される。第 7 図の処理は各ナビゲーション・センサによって行なわれるのが典型的である。

最初のステップ 56 では、参照フレームを得る。参照フレームは、実際には、開始位置のことである。ステップ 58 では、ナビゲーション・センサのその後の位置が、その時点におけるナビゲーション・センサからの位置データのサンプル・フレームを得ることによって決定される。そして、ステップ 60 では、参照フレームと最新に得られたサンプル・フレームとの相関が計算される。

初期参照フレームを得るステップ 56 は、イメージ処理の初期化に応じて実行してもよい。例えば、参照フレームの獲得は、走査装置がオリジナル原稿に接触する配置がなされたことをきっかけにして、参照フレームの獲得を行なってもよい。また、走査装置は、イメージ処理とナビゲーション処理を起動するスタート・ボタンを備えていてもよい。起動は、各ナビゲータの照射系に周期的にパルスを与えることによって行なってもよい。もし、所定の閾値を越える反射信号又は移動を示す相関信号があれば、その時点で参照フレームを獲得する。

ナビゲーション処理はコンピュータ上で行なわれるが、第 7 図及び第 8 図を参照してこの実施例の概念を説明することもできよう。図示の通り、参照フレーム 62 は、T 字形の固有の構造的特徴 64 からなるイメージを持っている。参照フレームのサイズは、走査装置の最大走査速度、構造的特徴をイメージ処理する際の主空間周波数、及びセンサのイメージ解像度のような要因に依拠する。32 画素 (N) × 64 画素 (M) からなるナビゲーション・センサ用の参照フレームの実用的なサイズは、24 × 56 画素である。

時間 dt の後に、ナビゲーション・センサはフレーム 62 と置き換えられたサンプル・フレーム 66 を得るが、このサンプル・フレームは実質的に同じ固有の構造的特徴を示している。遅延時間 dt は、T 字形の特徴 64 が走査装置の移動速度でナビゲーション・センサの 1 画素分未満であるように設定されることが好ましい。600 dpi で 0.45 メートル/秒の場合には、受容できる時間間隔は 50 μs である。この相対的な置換を、ここでは「マイクロステップ」と呼ぶことにする。

もし、走査装置が、参照フレーム 62 を獲得するステップ 56 とサンプル・フレーム 66 を獲得する時間間隔の間に動いたならば、T 字形の特徴を持つ第 1 及び第 2 のイメージは特徴が移動したものとなるであろう。好ましい実施例では、 dt が 1 画素分の移動時間より小さいが、第 8 図の模式的な描写は、特徴 64 が 1 画素だけ右上方に移動したものである。

第 8 図の要素 70 は、フレーム 68 の画素値の 8 個の近隣の画素への順次移動を示している。すなわち、ステップ "0" は移動を示さず、ステップ "1" は左上方への対角線的な移動であり、ステップ "2" は上方への移動、といった具合である。このような方式により、画素が移動したフレームは、位置フレームのレイ 72 を生成するためのサンプル・フレーム 66 と組み合わせられる。"ポジション 0" のように指定された位置フレームは移動を含まず、したがって、結果はフレーム 66 と 68 との単なる組み合わせである。"ポジション 3" は、影のある画素数が最小であり、それ故、最も高い相関を持つことになる。かかる相関結果に基づいて、サンプル・フレーム 66 中の T 字形の特徴 64 の位置が予め得られた参照フレーム 62 中の同じ特徴の位置に対する右上方への対角線的な移動であると決定されるが、このことは、走査装置が遅延時間 dt の間に左下方に移動したことを暗示している。

相関を求めるための他の方法を採用してもよいが、受容し得る方法は「差の平方の合計 (

10

20

30

40

50

sum of the squared differences) 」 相関である。第 8 図に示した実施例では、要素 7 0 における 9 個のオフセットから形成された 9 個の相関係数 ($C_k = C_0, C_1 \cdots C_8$) があり、各相関係数は下式によって決定される。

$$C_k = \frac{1}{N} \sum_{i,j} (S_{ij} - R_{(ij)+k})^2$$

ここで S_{ij} はサンプル・フレーム 6 6 の位置 i, j におけるナビゲーション・センサの計測値であり、また、 $R_{(ij)}$ は要素 7 0 を k 方向に移動したときのフレーム 6 8 のナビゲーション・センサの計測値であり、 k はエレメント 7 0 に上の移動の識別子である。第 8 図では、 $k = 3$ のときに相関係数は最も低い値を示す。

同じ特徴の位置を連続的なフレームの中で探すために、フレーム間の変位測定用の相関が用いられる。これらの変位を総計し又は積分して、関連する光学系のデザインの際に取り込まれたスケール要因を修正することによって、走査手順の進行に伴うイメージ・センサの変位が測定される。

単一の画素のサイズを越えない変位を保証できるほど充分高いフレーム速度が選ばれるので、既に述べたようにフレーム間の相関は「マイクロステップ」と呼ばれる。過度にサンプリングすることによって、サブ画素の精度で変位を測定することができる。第 7 図を参照すると、マイクロステップかどうかを判断するステップ 7 4 が、各相関関係を計算するステップに続いている。もしマイクロステップが必要であれば、参照フレームを移動するステップ 7 6 に進む。このステップにおいて、第 8 図のサンプル・フレーム 6 6 は参照フレームとなり、新しいサンプル・フレームが獲得される。次いで、相関の計算が繰り返される。

処理によって高い相関が得られたとき、発生し得るエラーはステップ 7 6 においてサンプル・フレーム 6 6 を参照フレーム方向に連続的にシフトすることによって蓄積される。このランダム・ウォークと呼ばれるエラーの成長率を制限するために、別のバッファ・メモリにサンプル・フレームが格納される。この分離して格納されたサンプル・フレームは、後続の相関計算のための新しい参照フレームになる。後者の相関は「マクロステップ」と呼ばれる。

マクロステップを用いることによって、 m イメージ・フレーム分の移動間隔、すなわち m 個分のマイクロステップにわたるスキヤナの移動について、より正確な測定を行なうことができる。1 つのマクロステップ内のエラーは単一の相関計算によって生じるが、 m 回のマイクロステップにおけるエラーは単一のマイクロステップ内でのエラーの $m^{1/2}$ 倍である。 m 回のマイクロステップにおけるエラーの平均は m が大きくなるにつれゼロに近づくが、エラーの標準偏差は $m^{1/2}$ と等価である。このように、あるマクロステップを定義する 2 つのフレームが共通のイメージ内容からなる意味のある領域を持たない程には互いに離れていない限りにおいてエラーの蓄積の標準偏差を低減できるので、実用可能な範囲で大きな m を持つマクロステップを用いることは利点がある。

サンプリング周期 dt は定数である必要はない。サンプリング周期は以前の測定結果からなる関数によって決定してもよい。変数 dt を用いる 1 つの方法によれば、連続する参照フレーム間の相対変位を所定の範囲内に保つことによって、変位量計算の精度が向上する。例えば、下限がナビゲーション・データの処理における数値の丸め込み補償によって決定されるときには、上限は 1 画素分の変位でよい。

第 9 図を参照すると、イメージ・センサ 2 2 が発生するイメージ信号は、ナビゲーション・データに基づいて位置タグが付いていてもよい。1 つの実施例では、2 つのナビゲーション・センサ 2 4 及び 2 6 からの画素値は、第 7 図及び第 8 図で示した処理を実行するためのナビゲーション・プロセッサ 8 0 によって受け取られる。計算された相関に基づいて、第 1 のナビゲーション・センサ 2 4 の現在位置の座標 (X_1, Y_1) と第 2 のナビゲーション・センサ 2 6 の現在位置の座標 (X_2, Y_2) が測定される。各ナビゲータは、夫々、現在位置での局所的な移動成分しか配送しない。走査・ヘッドの回転を考慮に入れた絶対位置の概算を得るためには、両ナビゲータからのデータを積分しなければならない。個々のナビゲーション・センサよりも、むしろイメージ・センサの物理的な端点に該当する位置の概算を計算する方が便利である。かかる計算は、ナビゲーション・センサとイメージ

10

20

30

40

50

・センサの物理的位置に関する測定データを用いることによって行なわれる。ナビゲーション・プロセッサ 80 も、画素増幅器 82 とアナログ・デジタル変換器 84 を経由して、イメージ・センサ 22 の N 個の画素値を受け取る。第 9 図にはイメージ・センサ 22 と単一の A/D 変換器 84 からの単一のタップしか示していないが、各々 A/D 変換器を携えた複数のタップを備えていても本発明の範囲内である。現在位置の座標は、イメージ・センサ内の多数の画素に該当する一列のデータの両端点でタグが付けられている。ナビゲーション・プロセッサ 80 の出力 86 は、それ故、位置タグが付けられたデータ・ストリームである。第 10 図 a では、N 個の画素セルの両端点に位置座標セル 90, 92, 94 及び 96 を持ったデータ・ストリームのインクリメント 88 が示されている。但し、これらの順番は本発明にとって必須ではない。

10

ナビゲーション・プロセッサ 80 の出力 86 における位置タグが付いたデータ・ストリームは、第 10 図 b に示すように、バッファに蓄えられる。走査全体を収容するために、バッファ B を用いてもよいし、データ圧縮を用いてもよい。次いで、最終的な矯正された復元イメージを形成するために、このデータは矩形状の座標にマッピングされるが、この点について以下に詳解する。

第 11 図は、高さ H 画素で幅 W 画素の矩形状のイメージ・バッファ 100 を示している。インクリメントのストリーム 88 は最終的な矩形状のイメージを生成するように、このバッファにマッピングされている。適切なデータ・タイプ（ここでは 8 ビットのグレースケール；但し、24 ビットカラーであっても 1 ビット・バイナリであってもよい）を持った簡単な 2 次元アレイは、矩形状のイメージを表示するのに充分であろう。各インクリメントに関連する各位置タグの X 及び Y 座標は矩形状のイメージ空間における水平及び垂直軸（行インデックスと列インデックス）に該当する。インクリメントのストリームに関連した線形イメージ・センサの各端点の軌跡の位置タグ（図中右側に、短い一片を拡大表示している）も示されている。これらの中で、一組のインクリメント（インクリメント #1 とインクリメント #2）が、位置タグ同士を直線で結ぶことによって強調表示されている。これらは、走査が 2 度繰り返された重なり合った領域内で殆ど相交わるものとして選ばれている。

20

イメージ・センサ 22 は、走査装置がオリジナル原稿上を移動するのに従って、計時されている。この計時によって、センサ中で最も速く移動する素子が 1 ピクセルの変位毎に少なくとも 1 回サンプルすることができる。

30

次の処理は、帯の中の位置タグを付されたイメージのインクリメントを矩形状のイメージ・バッファ 100 にマッピングすることである。1 つの実施例では、各インクリメントの端点（画素 1 と画素 2）が線で結ばれている。イメージ・センサ 22 の各画素間の距離が固定されているので、線に関連する画素の物理的位置を計算することができる。各画素の物理的位置を計算するための 1 つの方法は、ブレゼンハムのラスト・ライン技術を修正することである。この修正は、イメージ・センサ中の画素アレイは固定なので線ループを同じ数に固定する、というものである。通常のブレゼンハムのアルゴリズムは、線ループ内の繰り返し数が Δx と Δy のうちの大きい方すなわち $\max(\Delta x, \Delta y)$ であるが、修正アルゴリズムでは、慣習的に $\max(\Delta x, \Delta y)$ が使用されていた部分にアレイに沿った画素数 (N) が用いられる。このため、ループは N 回実行されることになる。

40

以下のプログラム要素はこのアルゴリズムを記述するものである。

/******

Local Pixel value with set_pixel() using location pairs

(xa,ya) and (xb,yb) of the endpoints of an N-element array

of pixel values using a modified Bresenham line draw
algorithm

*****/

delta_X = xb - xa;

delta_y = yb - ya;

10

inc_x = (delta_x > 0) - (delta_X < 0); /*increment are +1 or -1*/

inc_y = (delta_y > 0) - (delta_y < 0);

delta_x *= inc_x; /*take absolute values*/

delta_y *= inc_y;

20

x = xa;

y = ya;

x_err = 0;

y_err = 0;

for (i=0; i<N; i++)

30

{ set_pixel(1/2, x/2, y/2);

 x_err += delta_x;

 y_err += delta_y;

 if (x_err >= N)

 { x_err -= N;

 x += inc_x;

40

 }

 if (y_err >= N)

 { y_err -= N;

 y += inc_y;

 }

}

50

このようにしてイメージ処理したNピクセルのインクリメントの端点である軌跡上の2点 (x a, y a) 及び (x b, y b) が与えられているが、これは軌跡上でピクセルを読むべき点 (x, y) を連続的に見つけ出すためである。これらの各点は、端点a及びbを結ぶ直線の最良の近似を形成する。x及びyにおける差分をとる。aとbの距離の符号から、xとyが線を通過するに従って増加するか減少するかを判断する。2つのエラー・レジスタx_errとy_errをゼロに設定してループを開始し、x = x a及びy = y aで始める。次いで、点 (x, y) における値を読んで、set_pixel () を用いて矩形イメージ・バッファにこれを書き込む。線形リニア・イメージ・センサがナビゲーションの半分の解像度を持つものとして、センサ内の画素番号と矩形イメージ・バッファの位置を表すのに、i / 2, x / 2, y / 2 が用いられる。各エラー・レジスタにdelta_x及びdelta_yを加算して、次いで、両エラー・レジスタがNを越えているか否かを試行する。もしNを越えていれば、これらからNを引き算して、x及び/又はyにインクリメントを代入する。もしエラー・レジスタがNを越えていなければ、現在のx及びyの値を使い続ける。この処理は、ループがN回実行されるまで続く。

第6図を参照しながら既に述べたように、イメージ・キャプチャ中の走査装置10の経路の湾曲が著しい場合には、イメージ・アレイの一方の端点が他方の端点に比し著しく速く動くことになり、遅い方の端点では、過度にサンプリングする、すなわち1回以上書き込んでしまう、という事態を招来する。このような状況は、最も最近に読み込んだものを記録する（グレースケールのとき）か、又は、イメージ空間内の特定の画素位置では論理ORモードで記録する（2値イメージのとき）ことによって善処できる。

矩形状のイメージ・バッファ100は、レター・サイズ又はA4サイズの1枚の用紙をリニア・センサの解析可能範囲に収容することができる（典型的には200又は300 dpiである）。走査開始の位置及び方向は、先験的に知られていると仮定する。矩形状バッファの反対側から継続できるように、イメージの外側を部分的又は全体としてマッピングするようなインクリメントは、水平及び垂直の境界を回りに包まれている（X及びY成分の夫々のために、W及びHに関してモジュロ（modulo）算法を用いる）。走査を完了した後、走査領域の中心を見いだすために、矩形状のイメージ・バッファ・メモリ100は水平及び垂直の両方向にロール可能である。走査領域が矩形状バッファ100の高さ及び幅の全長のいずれも越えないものと仮定すると、最終的なイメージは、初期の開始点とは無関係に形成されるであろう。適切な調整を行なうために、走査は仮定された方向（例えば、常に紙の側部に対して平行）で始まるか、あるいは、走査の内容によって方向を回復して最終的なイメージを再方向付けする必要がある。ページ上のテキストの主方向を自動的に決定する方法は、後の処理の基礎として用いられるが、例えばH. S. パード著"The Skew Angle of Printed Documents" (Proc 4th SPSE Conference Symposium on Hybrid Image Systems, Rochester, New York 1987) などの文献中で知られている。

次のステップでは、連続するイメージ帯を、本発明に従って重なり合った領域において縫合する。その目的は、多数の帯を矯正後の最終的な復元イメージを含んだバッファ100の中で組み合わせることにある。この処理は、蓄積されたナビゲーション・エラーの殆どを同定し修正するとともに、多くの残余のエラーをマスクするように行なうべきである。ここで記述された本発明の実施例では、ナビゲーション・データのストリームは、縫合のための位置合わせ情報を供給するようになっている。ナビゲーション信号はエラーを蓄積する傾向があるので、特徴オフセットの解析から導き出された修正信号をフィードバックすることによって常に修正する必要がある。

しかしながら、まず第一に、ナビゲーション・エラーを含まないと仮定されるイメージ帯を縫い合わせる（スティッチする）ための方法について説明することにする。

2つのイメージ帯を縫い合わせるためには、幾分かの重なり合う領域が必要である。帯は、既に走査された部分を含むオリジナル原稿上の領域をスキオン装置が後戻りする経路によって定義される。帯は、走査中のオリジナル原稿上を一気に走査する間に捕捉されたイメージ・データで構成される。後述の説明では、「帯（swath）」という用語は、このようなデータをマッピングすることによって形成された復元イメージの一部を参照する場合

10

20

30

40

50

にも用いられる。

第11図におけるインクリメントの端点の軌跡によって描写された走査は、2つの重なり合う帯を生成している。第12図では、矩形イメージ・バッファ100にマッピングされた帯#1を構成する部分の一部は、帯#2に該当する走査部分からなる復路で再びマッピングされており、ドットで満たされたオーバーラップ領域102を含んでいる。時刻Tでは、帯の一部がさらに走査されている。この場合、単に帯#1の上から帯#2を矩形イメージ・バッファ100にマッピングするだけで、満足のいく縫合が行なわれる。第11図に戻ると、インクリメント#2は、インクリメント#1の場合と全く同様にして全長に沿ってマッピングすることができるし、第12図に示したオーバーラップ領域102の各画素についても同様である。帯#1から得られる矩形イメージ・バッファ100中の最終的なマッピング結果は、帯#2から得られたものに単純に置き換わるだけである。

10

同様に、帯#2によってマッピングされた画素のうちオーバーラップしていない（すなわち帯#1によってはマッピングされていない）全ての部分が適切にマッピングされていると仮定すれば、オーバーラップ領域102の中で、帯#1の一部としてマッピングされて帯#2によってマッピングされたものとは置き換わらなくても満足のいくものであろう。換言すれば、帯#1によってマッピングされた領域は、帯#2によってマッピングされた領域を切り取るために使われる訳である。事実、帯#1と帯#2がオーバーラップ領域外の全ての画素を正しくマッピングすると仮定するならば、オーバーラップ領域内の画素は、帯#1又は、帯#2、若しくはこれらの組み合わせのいずれかによっても等しく得られる。

20

事用上は、帯#1と帯#2の位置タグ間のエラーの蓄積のために、ナビゲーション・エラーがないことを仮定したこのような単純な方法はあまりよい結果をもたらさない。

ここで、第13図及び第14図を参照しながら、本発明の第1の実施例について説明する。第13図は処理ステージとこれに関わったデータ・バッファを示し、また、第14図は帯#1及び帯#2に関する処理に関連している。インクリメント・バッファB中のイメージ・インクリメント・データは、既に述べたように、矩形イメージ・バッファ100にマッピングされている。第14図は、帯#1で捕捉されたイメージのうち、復路すなわち帯#2によって再マッピングされた部分を示している。ナビゲーション修正は、帯#1と帯#2の間の重なり合った領域の特徴の相関をとることによって計算される。

第14図では、2つの部分104及び105に分割される重合領域を強調表示している。第14図に示すように、帯#1を収集する間に、4辺形の各イメージ・セグメント（以下、「位置合わせタイル」と呼ぶ）が、オーバーラップ領域105の下流側の端部の方から、106、108、110という具合に一定間隔で参照番号が付されている。後の経路（帯#2）では、帯#1の位置合わせタイル106、108、110を含む領域105上の帯#2とのオーバーラップ領域104が切り取られる。すなわち、帯#2は得られているものとして、帯#1のうちのこれら領域104の画素については上書きを許さないことによって廃棄される。帯#1の位置合わせタイル106は、重合領域104が切り取られた後、帯#2の残余の先頭に位置付けられる。もし、ナビゲーション・データが完全であれば、位置合わせタイル106の位置と帯#2で再走査された該タイルのイメージとの間にはオフセットは全くないであろう。より現実的に言えば、ナビゲーション・エラーの中には、最後の位置合わせの後から蓄積されるものもある。2つの帯のかかるタイルの見かけ上のオフセットによって、修正要因が生成される。この修正要因は、蓄積されたエラーの総体を最小限にするために、イメージ・データに関連した将来のナビゲーションの位置タグを更新するために用いられる。このようにして、ナビゲーション・データ中に蓄積されるエラーの総体は、帯同士が重なり合う領域で明白な歪みを招来する程に大きくなることはない。

30

40

ここで、第13図及び第14図を参照しながら、帯#1を帯#2に縫い合わせるための処理ステージについて説明する。第13図は、イメージ・インクリメント・バッファBと矩形イメージ・バッファ100を示している。第13図は、特徴ロケーション・バッファ113と特徴バッファ114も示している。処理ステージは以下の通りである。

50

1. 上述の通り、帯#1を収集する間、位置合わせタイル(106, 108及び110)が帯の重合領域105の下流側の端から一定間隔で参照番号が付されている。位置合わせタイル全体を、上述の相関に利用することもできる。しかし、より好ましい実施例では、グレー・スケール・イメージの矩形タイル(例えば15×15画素)からなる高周波数のコントラスト(以下、「位置合わせ特徴」と呼ぶ)を持つ小さな領域が、帯#1の捕捉の結果として矩形イメージ・バッファ100内に復元されたイメージの一部を形成する位置合わせタイルの中から見つけ出される。

2. 帯#2を矩形イメージ・バッファ100にマッピングする前に、位置合わせ特徴の位置タグ(これは矩形イメージ・バッファ100内の各位置合わせ特徴の位置を定義するものである)が特徴ロケーション・バッファ113の中に保管される。

10

3. 帯#2をマッピングするとき、矩形イメージ・バッファ100内で帯#2によって上書きされる前に、位置合わせ特徴の位置が識別される。このことは、第14図に示すように、長方形のキャプチャ・ウィンドウ107を定義することによって行なわれる。キャプチャ・ウィンドウ107は、矩形イメージ・バッファ100に現在マッピングされている帯#2のイメージ・インクリメントの先を行き、イメージ・インクリメントと同じ長さとし数画素分の幅を持っている。特徴ロケーション・バッファ113に格納された位置合わせ特徴の位置がキャプチャ・ウィンドウ107の中にあるときには、その位置合わせ特徴の位置が選ばれる(一度に唯1つの位置合わせ特徴の位置を選ぶだけでよい)。

4. 位置合わせ特徴の位置を選ぶと、関連する位置合わせ特徴(すなわち、矩形イメージ・バッファ100内で見つけ出された位置合わせ特徴)を特徴バッファ114にコピーする。特徴バッファ114は、位置合わせ特徴のコピーその位置タグとともに一時的に格納する。

20

5. 位置合わせ特徴の位置(及び隣接する小さな領域)を上書きするように帯#2が矩形イメージ・バッファ100にマッピングされた後、特徴バッファ114に格納されたコピー、特徴バッファ114の内容、及び矩形イメージ・バッファ100の新しく書き込まれた部分が比較されて、ナビゲーション修正信号、すなわち2つのイメージ片を緊密に一致させるために必要な移動が生成される。

6. この修正信号は、第9図に示すように、ナビゲーション・プロセッサ80にフィードバックされる。最終的に表示されるイメージ中での明白な歪みを回避するために、エラー予測値が徐々に適用される。すなわち、リニア・センサ・データの各新しい列がメモリにロードされるに従って、全体のエラーが計算されるまで、「位置タグ」が小さな固定規模ステップ内で修正される。

30

相関関係を利用した他の方法を採用することもできるが、2つのイメージ片の間のオフセットを計算するために受容し得る方法は、「差の平方の合計」相関である。オリジナル原稿の特徴の位置周辺の小さな探索領域が定義された場合、相関係数は以下の式により求まる。

$$C_{k,l} = \sum_i \sum_j (T_{i,j} - I_{i+k,j+l})^2$$

ここで、 $T_{i,j}$ は帯#1から得た特徴のグレー・スケール値であり、 $I_{i+k,j+l}$ は帯#2から新たに得たグレー・スケール値である。インデックス*i*と*j*は特徴内の画素位置を示しており、*k*と*l*は(探索空間内にとどまるように拘束された)提案された変位オフセットの大きさを示している。相関アレイの中の最も小さい成分は、2つの特徴の間のオフセットである。

40

イメージの変動を最大限にするために位置合わせタイル中の位置合わせの特徴が選ばれ、これによって該相関方法の精度が向上する。1つの可能な実施例では、領域中の唯1つの位置サブセットが考慮される。これらの位置116, 118, 120, 122及び124は、第15図に示すように、位置合わせタイル(領域を定義する向かい合った辺の midpoint同士を結んだ線)の主軸126及び128の上に置かれ、軸の交差点、交差点と端点との中間部分の各々でサンプリングされている。各位置116, 118, 120, 122及び124についての変動、 $VAR_{k,l}$ は以下の式を用いて計算される。

$$SUM_{k,l} = \sum_i \sum_j I_{k+i,l+j}$$

50

$$\text{SUM}_{k,1} = \sum_i \sum_j (I_{k+i,1+j})^2$$

$$\text{VAR}_{k,1} = \text{SUM}_{k,1} / N - (\text{SUM}_{k,1})^2 / N^2$$

もしナビゲーション・エラーが比較的大きければ、上述の方法はなお復元イメージ中、特に帯の開始点に好ましくない結果を招来しかねない。何故ならば、イメージ・インクリメントの頂上と底の計算位置の間のエラーは、帯の長さ方向に沿って蓄積して、新しい帯の開始点で最大となるからである。

次いで、本発明の他の好ましい実施例について、第16図及び第17図を参照しながら説明する。

第16図は、イメージ・インクリメント・バッファBと矩形イメージ・バッファ100を示している。第13図、第14図、及び第15図に関連して説明した実施例と同様に、帯#1中で識別された位置合わせ特徴の位置タグを格納するために、特徴ロケーション・バッファ131が用いられる。後述するように、バッファBから得られたイメージ片を格納するための特別なイメージ・バッファ132も用意されている。

10

第17図は、帯#1で捕捉されたイメージのうち、復路である帯#2によって再マッピングされる部分を再び示している。しかしながら、この実施例では、帯#2を帯#1に縫い合わせるための2つの処理フェーズがある。第1の処理フェーズにおける処理ステージは以下の通りである。

1. 上述の実施例と同様に、帯#1を収集する間に、隣接する帯との間の重合領域では、位置合わせタイル130は帯#1の下流側の端から一定間隔で参照番号が付される。また、帯#1の捕捉の結果として矩形イメージ・バッファ100の中で復元されたイメージの一部を形成する位置合わせタイルの中から、高周波数のコントラスト（すなわち「位置合わせ特徴」）を持つ小さな領域が見いだされる。

20

2. 帯#2のマッピングを開始する前に、位置合わせ特徴の位置タグ（位置タグは矩形イメージ・バッファ100内の各位置合わせ特徴の位置を定義する）が特徴ロケーション・バッファ131に保管される。

3. 帯#2をマッピングするとき、矩形イメージ・バッファ100内で帯#2によって書きされる（これは後のフェーズ2である）前に、位置合わせ特徴の位置が識別される。このことは、長方形のキャプチャ・ウィンドウ133を定義することによって行なわれる。キャプチャ・ウィンドウ133は、現在矩形イメージ・バッファ100にマッピングされているイメージ・インクリメント139よりも幾分前方の、帯#2のイメージ・インクリメント138の先を行く。特徴ロケーション・バッファ113に格納された位置合わせ特徴の位置がキャプチャ・ウィンドウ133の中にあるときには、その位置合わせ特徴の位置が選ばれる（一度に唯1つの位置合わせ特徴の位置を選ぶだけでよい）。

30

4. 選ばれた位置合わせ特徴の位置は、帯#2を矩形イメージ・バッファ100にマッピングするときに、位置合わせ特徴の予想位置を決定するのに用いられる。現在の位置合わせ特徴の位置を予測するために現在のエラー予測値を用いることによって、前回の位置合わせ特徴に関して見つけられたナビゲーション・エラーが考慮に入れられる。それ故、現在の位置合わせ特徴を見つけるために用いられる探索領域は、起こり得るエラー・インクリメントが分かる程度の大きさでよい。

5. 位置合わせ特徴の位置を格納するのと同様に、選ばれた位置合わせ特徴の位置の周りで見つけられた帯#2のイメージ・データの矩形イメージ・マップをバッファBから直接格納するために、特別のイメージ・バッファ132が一時的に使用される。言い換えれば、時刻Tにおいて、第17図に示すイメージ・インクリメント138がバッファ132にマッピングされる訳である。特別のイメージ・バッファ132のサイズは、位置合わせ特徴に加えて必要な探索領域を格納できる程充分大きくなければならない。このサイズは、周知のエラー予測値アルゴリズムに従って算出される。

40

6. 帯#2から得られ特別のイメージ・バッファ132に格納されたイメージ片は、次いで、矩形イメージ・バッファ100内の位置合わせ特徴の位置に格納された対応するイメージ片と比較される。このようにして、過去のエラー予測値が蓄積したとき、最新のナビゲーション・エラー予測値を与えるオフセットが得られる。この最新の予測値は、エラー

50

・バッファ134の中に、位置タグとともに格納される。

エラー予測値の位置タグは、現在の位置合わせの特徴の中心の、矩形イメージ・バッファ100における位置である。これは、インクリメント・バッファBのインクリメントを決定するために用いられる。このインクリメントは、エラー予測値、すなわち、イメージの位置をマッピングする帯#2に対応する最初のインクリメントと関係がある。これは、計測された予測値を十分に収容すべきインクリメントを示す。

第2の処理フェーズでは、帯#2から得たイメージ・データは、最終的な復元イメージからエラーを取り除くべく、記録位置におけるエラー予測値を考慮に入れながら、矩形イメージ・バッファ100に書き込まれる。この処理は、センサ・データの個々のイメージ・インクリメントの端点に応じて位置データを修正することによって行なわれる。

10

好ましい方法によれば縫合を向上させることができる。何故なら、帯の間の重合領域をさまようナビゲーション・センサの位置におけるエラーが識別され、且つ、最終的なイメージを復元する前に修正されるからである。加えて、イメージ・インクリメントについての算出された頂上と底の位置の間のエラーは、前回の帯を収集する間に蓄積するが、次の帯の開始点で、不本意な結果を伴うことなく一度に吸収される。このことは、第17図の、上述の処理フェーズで得られた帯#1と帯#2の間の折り返し点の右端同士の不連続性によって示されている。

要求される走査の性格によっては、他の方法によっても本発明を実現することはできよう。1つの代替は、ページの上から下に向かって走査することを要求するものであり、このような場合には、1つの帯の底と次の帯の頂点との間で縫合することが要求されるだけである。他の方法によれば、ページのいかなる部分から走査を開始することも許されるが、走査の初期方向を維持する必要がある。このような場合には、帯の両端における位置合わせの特徴を識別する能力が必要であるが、一度走査方向が設定されると、現在の帯の一方の側辺についてはエラー予測値を維持するだけでよい。他の方法では、いずれの方向への走査も許され、且つ、螺旋走査のように走査方向の変更も許される。この第3の方法では、帯の両端での位置合わせの特徴を識別する能力が要求されるだけでなく、走査方向を変更する場合には各帯の先頭から後尾までエラー予測値を維持する必要がある。後者の方法では、ユーザにとっては柔軟性が大きいが、コンピュータのオーバーヘッドが高くなる。好ましい実施例では、イメージ復元のための電子的処理、縫合やイメージ管理などが第1図に示した走査装置のハウジング内に含まれている。したがって、走査・イメージを瞬時にイメージ・ディスプレイ16に表示させることができる。走査装置は、位置タグが付されたイメージ・データを格納するためのメモリを含まなければならないが、処理やファイル管理を行なうための電子部品やファームウェアは不要である。

20

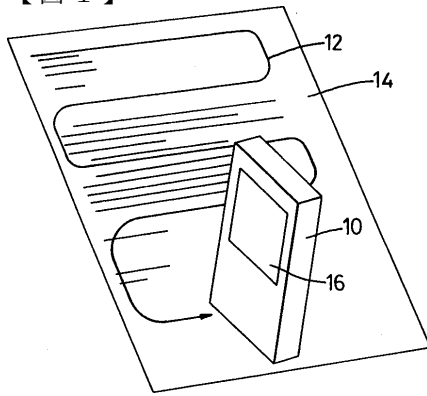
30

第3図を参照しながら述べたように、ナビゲーション・センサ22とイメージ・センサ24, 26は、ピボット部位20に搭載されていることが好ましい。1つの実施例では、ピボット部位は少なくとも1つのエラストマーによってハウジングのリマインダと接続している。すなわち、エラストマの一端がハウジングの据え付け部分に接続され、他端がピボット部位に接続されている。エラストマはヒンジとして機能する。したがって、ピボット部分は、摩擦要素のない「浮遊」状態となる。電源、制御及びデータ信号は、電磁ノイズを最小限にするためのシールドが施されたフレキシブル・ケーブルを介してセンサに導かれていてもよい。ピボット部位を回転可能に取り付けるために、他の方法を用いてもよい。もしピボット部位を削除し、センサがハウジングの固定場所に取り付けるのであれば、イメージ・キャプチャの間に走査装置10を過度に傾けないように気を付けるべきである。この実施例では、照明や光学部品のデザインに対しては、注意すべき点が多くなる。

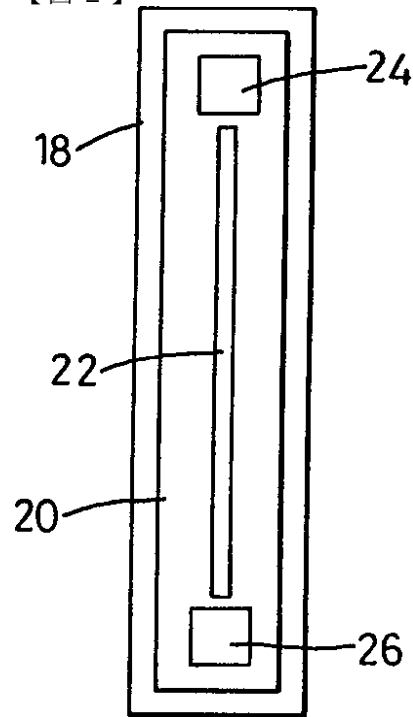
40

平坦なオリジナル原稿が走査されるものとして本発明を説明してきたが、本発明はこれのみに限定されるものではない。事実、当業者であれば、3次元イメージを走査するために利用可能な多くの技術を容易に理解できるであろう。しかしながら、好ましい実施例は、興味のあるイメージが1枚の紙、透明物又は写真のような媒体上に形成されており、走査装置はこの媒体と接触する、というものである。

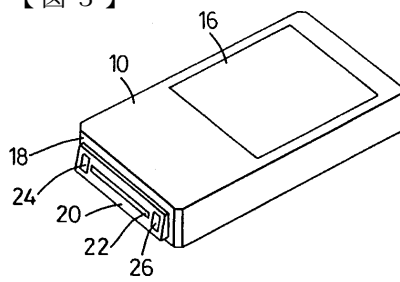
【図 1】



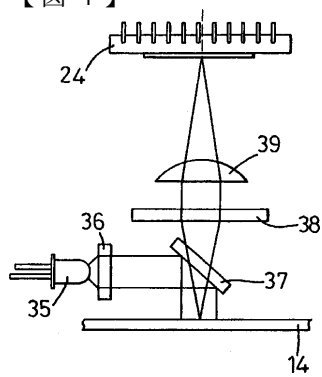
【図 2】



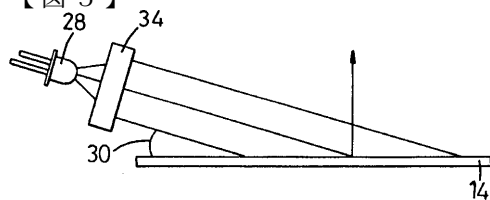
【図 3】



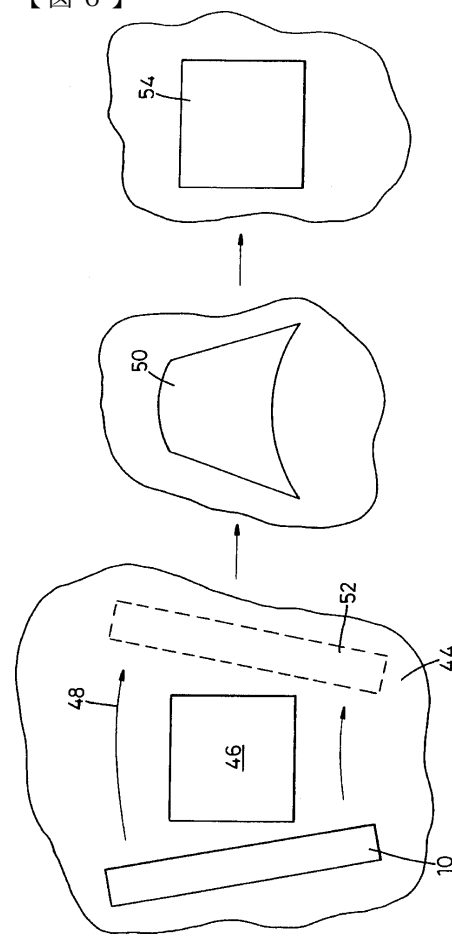
【図 4】



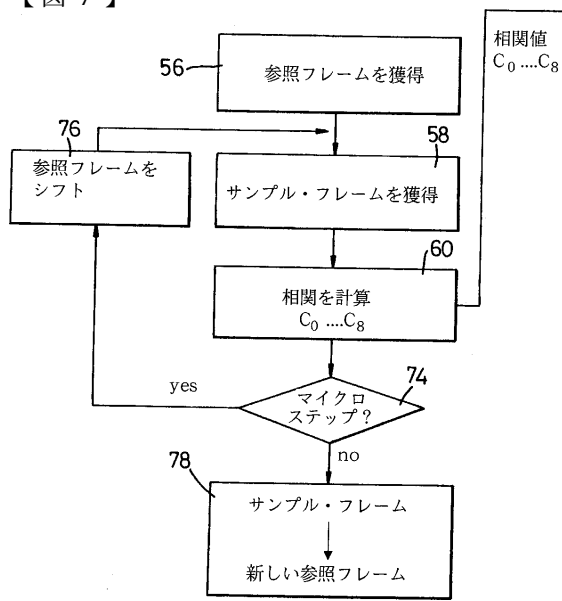
【図 5】



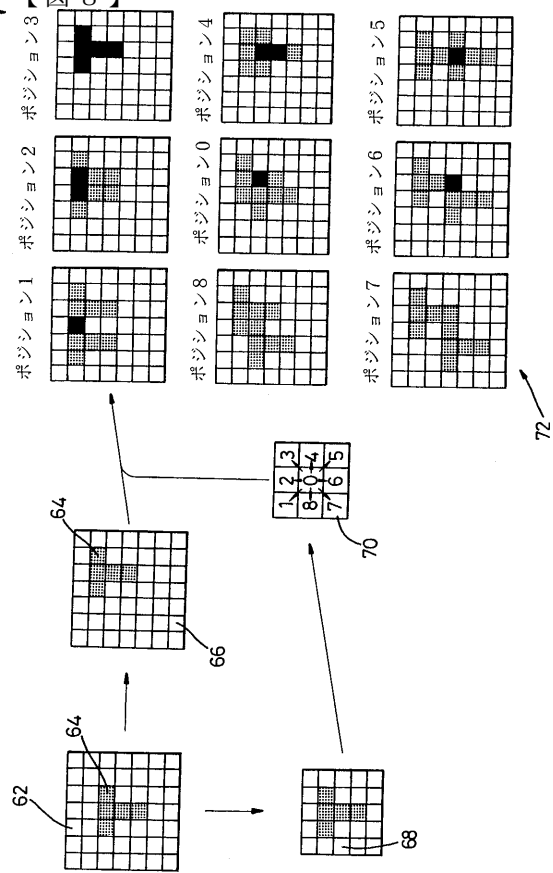
【図 6】



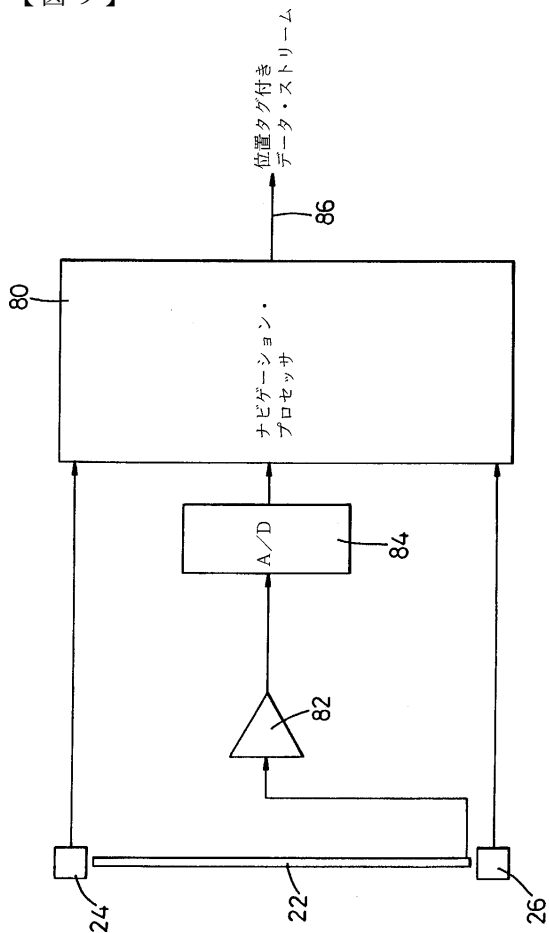
【図 7】



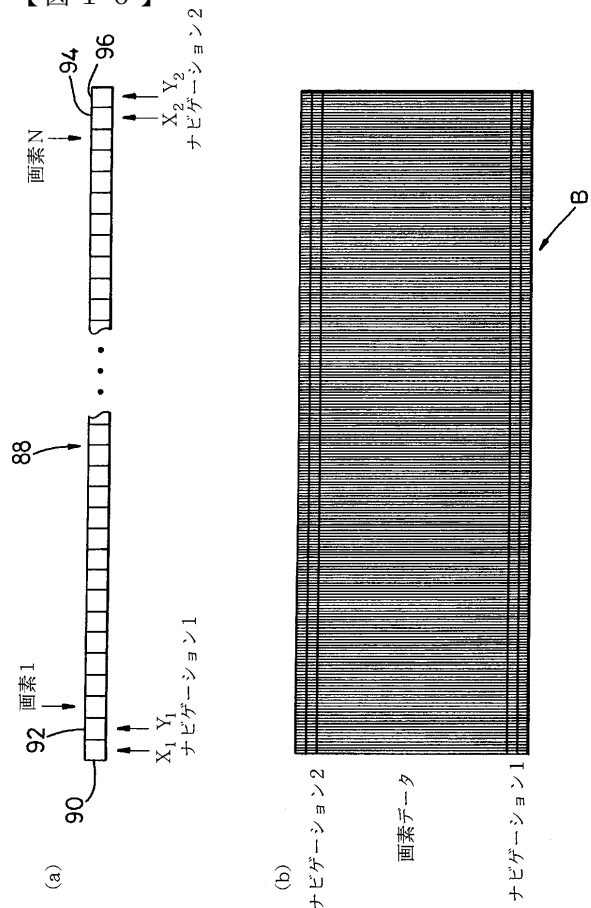
【図 8】



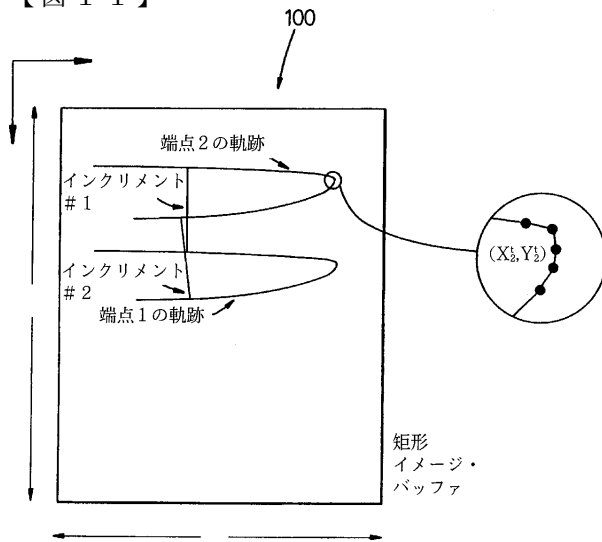
【図 9】



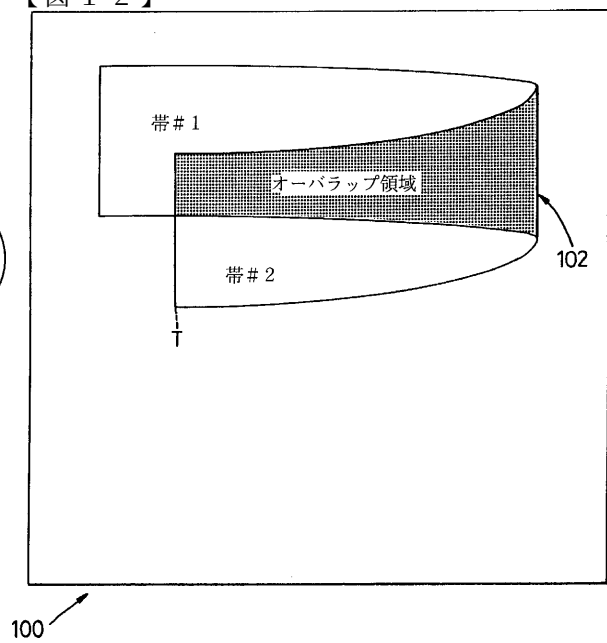
【図 10】



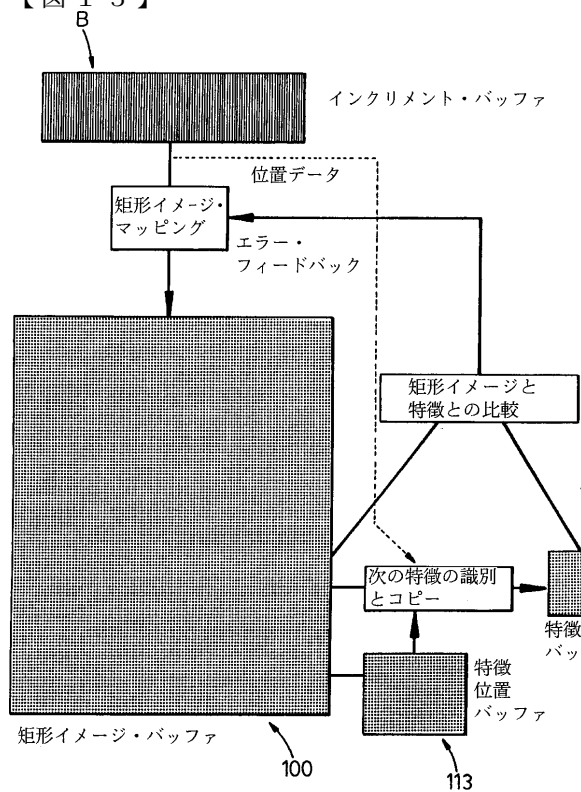
【図 1 1】



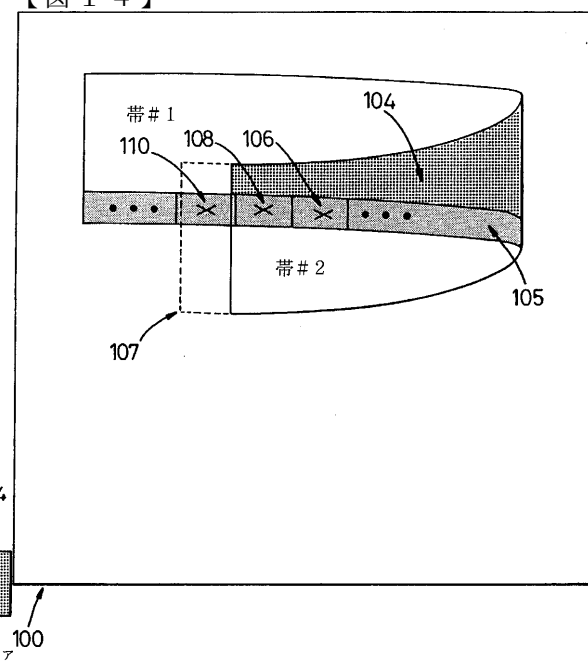
【図 1 2】



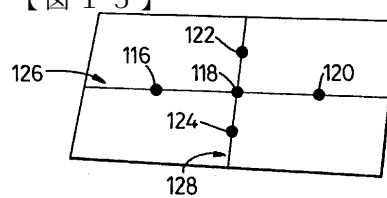
【図 1 3】



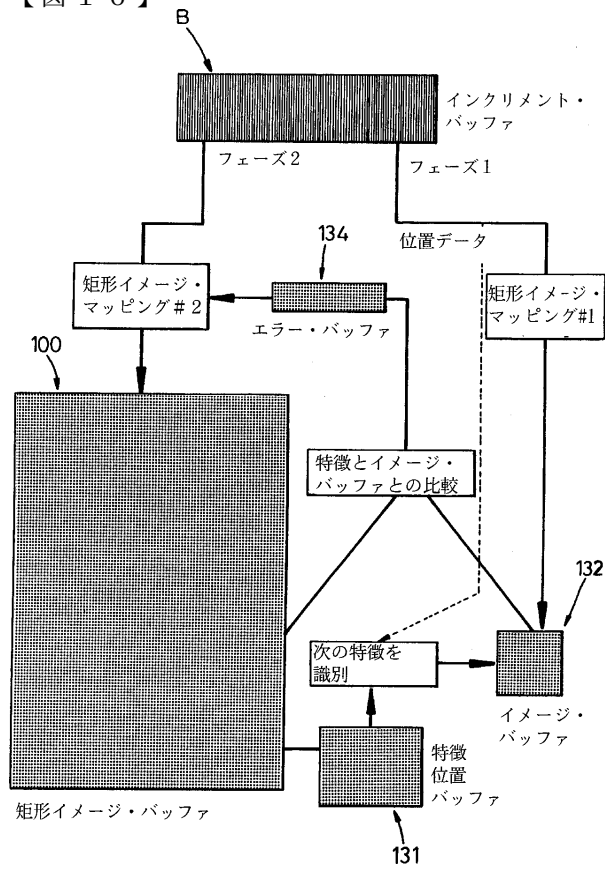
【図 1 4】



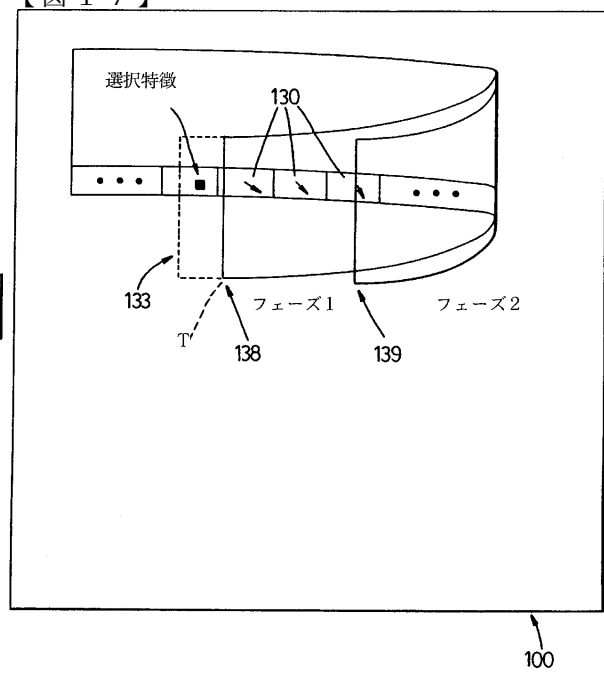
【図 1 5】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H04N 1/04 - 1/207