

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4274854号
(P4274854)

(45) 発行日 平成21年6月10日(2009.6.10)

(24) 登録日 平成21年3月13日(2009.3.13)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 3 0 0 D

G 0 1 B 21/20 (2006.01)

G 0 1 B 21/20 Z

請求項の数 3 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2003-162844 (P2003-162844)
 (22) 出願日 平成15年6月6日(2003.6.6)
 (65) 公開番号 特開2004-358095 (P2004-358095A)
 (43) 公開日 平成16年12月24日(2004.12.24)
 審査請求日 平成18年6月2日(2006.6.2)

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100076233
 弁理士 伊藤 進
 (72) 発明者 平川 克己
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
 リンパス光学工業株式会社内

審査官 谷垣 圭二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡挿入形状解析装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

体腔内に挿入された内視鏡挿入部の特定の位置を複数検出する位置検出手段と、
 前記位置検出手段により検出した位置を時系列的に記憶する位置記憶手段と、
 前記位置記憶手段に記憶された位置を基に、内視鏡挿入部の特定の位置の時間的な変動
 を解析すると共に、内視鏡挿入部の形状を解析する形状解析手段と、
 前記解析手段による解析の結果に応じて、大腸内での内視鏡挿入操作による大腸伸展の
 有無の情報、内視鏡挿入操作を行っている際内視鏡先端に一定以上の角度を与えた状態
 あるか否かの情報、内視鏡挿入部にループが形成された際にこのループを解除するループ
 解除方法に関する情報の何れかを提供する情報提供手段と、
 を備え、

前記内視鏡挿入部のループ解除方法の情報は、前記内視鏡挿入部の挿入操作時にループ
 が形成された際に、そのループ状態を認識表示すると共に、このループ状態を解除して内
 視鏡挿入部の直線化を行うための直線化操作方法の情報である
 ことを特徴とする内視鏡挿入形状解析装置。

【請求項 2】

前記形状解析手段は、前記内視鏡挿入部の挿入操作時にループが形成された際に、その
 ループが形成されたループ形成部の回転の方向と大きさを算出してこのループ形成部のル
 ープを検出すると共に、この検出したループ形成部のループが形成される平面の方向を算
 出しこの算出結果を用いて前記内視鏡挿入部の先端部が前記平面に対して視点側にあるの

か又はこの視点側とは反対側にあるのかを判定し、

前記情報提供手段は、前記形状解析手段による前記ループ形成部のループ検出結果と、前記先端部が前記平面に対して視点側にあるのか又はこの視点側とは反対側にあるのかの判定結果を用いて、前記内視鏡挿入部のループ状態を解除して内視鏡挿入部の直線化を行うための直線化操作方法を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の内視鏡挿入形状解析装置。

【請求項 3】

前記情報提供手段は、反時計回りで前記先端部が視点と反対側にある場合には時計回りに内視鏡を回転操作し、時計回りで前記先端部が視点側にある場合には時計回りに内視鏡を回転操作し、時計回りで前記先端部が視点と反対側にある場合には反時計回りに内視鏡を回転操作し、反時計回りで前記先端部が視点側にある場合には反時計回りに内視鏡を回転操作するといった内視鏡挿入部の直線化操作方法の内のいずれか 1 つの決定した直線化操作方法を表示装置に文字又は文字及び図形で表示し、又は音又は音声によって提示することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡挿入形状解析装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内視鏡挿入部の体腔内での挿入形状を解析して、この挿入形状データを用いて内視鏡の挿入操作性を向上させる内視鏡挿入形状解析装置に関する。

【0002】

20

【従来の技術】

一般に電子内視鏡は、先端に電子撮像素子を設けた細長で可撓性を有する挿入部を有し、この挿入部を被検体である体腔内の管腔に外部から挿入し、挿入部先端の電子撮像素子で撮像生成した画像信号を基にモニタ画面に再生される画像から管腔内を観察したり、及び挿入部に設けられた鉗子チャンネルから挿入された処置用鉗子で生体組織の採取や治療処置を行うようになっている。

【0003】

ところで、体腔内の管腔は、例えば、大腸や小腸等のように曲がった管腔内に内視鏡を挿入観察する際に、内視鏡挿入部が管腔のどの位置まで挿入されているか、あるいは内視鏡挿入部がどのような形状になっているか判明すると、内視鏡による観察処置の操作性が向上する。

30

【0004】

このため内視鏡の挿入部が管腔内に挿入された位置や、挿入形状等を被検体である人体に無害で、いかなる管腔でも使用できる内視鏡の形状検出装置が提案されている。

【0005】

例えば、複数の第 1 のコイルからなるソースコイルと、このソースコイルの複数の第 1 のコイルからの磁界を検出する複数の第 2 のコイルからなるセンスコイルと、前記ソースコイルまたはセンスコイルのいずれか一方を体腔内に挿入される内視鏡の挿入部に配置し、前記センスコイルで検出したソースコイルの磁界に基づいて、内視鏡挿入部の形状を推定する形状推定手段とを有する内視鏡形状検出装置において、前記形状推定手段で推定した挿入部形状からループ形状を検出し、そのループ形状が検出されると警告を発生する内視鏡形状検出装置がある（例えば、特許文献 1 参照）。

40

【0006】

【特許文献 1】

特開 2000 - 175861 号公報（カラム 0011 乃至カラム 0049、図 1 乃至図 10）。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

従来、内視鏡による被検体の検査における術者の意識は、主に管腔の観察部位を撮像生成した内視鏡画像に集中し、必要に応じて内視鏡挿入部の形状検出装置で生成表示される挿

50

入部形状画像を見るというスタイルが一般的である。

【 0 0 0 8 】

この内視鏡検査において、挿入部の形状がループを形成した際に、そのループが形成されたことを検出して警告を発して術者に注意を促す内視鏡挿入支援機能を有する内視鏡形状検出装置が上記特許文献 1 に提案されている。

【 0 0 0 9 】

更に、挿入性を向上すべく、実際に挿入される内視鏡挿入部の動きに応じた情報提供を行ったり、内視鏡の挿入方法や操作指示等を示す情報提供を行うことが望まれている。

【 0 0 1 0 】

本発明は、これらの事情に鑑みてなされたもので、内視鏡挿入部の挿入形状を解析し、内視鏡の挿入性の向上につながる、大腸内での内視鏡挿入操作による大腸伸展の有無の情報、内視鏡挿入操作を行っている際内視鏡先端に一定以上の角度を与えた状態であるか否かの情報、内視鏡挿入部にループが形成された際にこのループを解除するループ解除方法に関する情報の何れかの情報の提供を行うことができる内視鏡挿入形状解析装置を提供することを目的とする。

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するため本発明の一態様による内視鏡挿入形状解析装置は、体腔内に挿入された内視鏡挿入部の特定の位置を複数検出する位置検出手段と、

前記位置検出手段により検出した位置を時系列的に記憶する位置記憶手段と、

前記位置記憶手段に記憶された位置を基に、内視鏡挿入部の特定の位置の時間的な変動を解析すると共に、内視鏡挿入部の形状を解析する形状解析手段と、

前記解析手段による解析の結果に応じて、大腸内での内視鏡挿入操作による大腸伸展の有無の情報、内視鏡挿入操作を行っている際内視鏡先端に一定以上の角度を与えた状態であるか否かの情報、内視鏡挿入部にループが形成された際にこのループを解除するループ解除方法に関する情報の何れかを提供する情報提供手段と、

を備え、

前記内視鏡挿入部のループ解除方法の情報は、前記内視鏡挿入部の挿入操作時にループが形成された際に、そのループ状態を認識表示すると共に、このループ状態を解除して内視鏡挿入部の直線化を行うための直線化操作方法の情報である

ことを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について詳細に説明する。本発明に係る内視鏡挿入形状解析装置の第 1 の実施形態について図 1 乃至図 6 を用いて説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 は本発明に係る内視鏡挿入形状解析を行う画像処理装置を用いた電子内視鏡システムの全体構成を示すブロック図、図 2 は本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置における挿入位置座標系を説明する説明図、図 3 は本発明に係る電子内視鏡システムの内視鏡挿入形状観測装置で生成される挿入位置検出データのデータ構造を説明する説明図、図 4 は本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 1 の実施形態である内視鏡画像や挿入形状データ等の処理作用を説明するフローチャート、図 5 は本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 1 の実施形態である被検体の伸展検出作用を説明するフローチャート、図 6 は本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置において、内視鏡検査時にディスプレイに表示される表示画面を説明する説明図である。

【 0 0 1 8 】

最初に本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡挿入形状を解析する画像処理装置を用いた電子内視鏡システム 1 を図 1 を用いて説明する。

【 0 0 1 9 】

電子内視鏡システム 1 は、内視鏡装置 2 と、内視鏡挿入形状観測装置 3、及び画像処理装

10

20

30

40

50

置 4 から構成されている。

【 0 0 2 0 】

内視鏡装置 2 は、電子内視鏡 1 2、ビデオプロセッサ 1 0、光源装置 1 1、及び観察モニタ 1 4 からなっている。

【 0 0 2 1 】

電子内視鏡 1 2 は、図示していないが、被検体である体腔の管腔内に挿入される細長の挿入部先端に電子撮像素子が設けられ、その電子撮像素子を駆動制御して管腔内の観察部位の撮像映像信号を生成出力させると共に、挿入部内に設けたライトガイドにより管腔内の観察部位を照明する観察光が照射されるようになっている。

【 0 0 2 2 】

更に、電子内視鏡 1 2 の挿入部の先端部分には、湾曲部が設けられ、挿入部基端に設けられた操作部から湾曲操作可能になっている。

【 0 0 2 3 】

更にまた、電子内視鏡 1 2 の操作部には、リリーススイッチ 1 2 a が設けられ、かつ、ビデオプロセッサ 1 0 との間で電子撮像素子を駆動制御したり、撮像生成された撮像映像信号を送受信するケーブルと、光源装置 1 1 からの観察光をライトガイドに導くライトガイドケーブル等が設けられている。

【 0 0 2 4 】

また、電子内視鏡 1 2 は、図示していないが、管腔での挿入部の挿入位置や形状を検出するための検出機能が設けられている。この挿入の位置や形状検出機能は、図示していない、内視鏡の挿入部に所定の間隔で設けられた複数のソースコイルと、内視鏡挿入形状観測装置 3 に設けられた複数のセンスコイルを有するセンスコイルユニット 1 9 からなっている。

【 0 0 2 5 】

ビデオプロセッサ 1 0 は、前記電子内視鏡 1 2 の電子撮像素子を駆動制御すると共に、電子撮像素子で光電変換して撮像生成された動画の映像信号を所定の信号処理を行い、輝度信号や色信号からなる Y / C 信号、または R G B 信号等を生成する。

【 0 0 2 6 】

このビデオプロセッサ 1 0 で生成された輝度信号と色信号からなる Y / C 信号または R G B 信号は、観察モニタ 1 4 と、画像処理装置 1 5 へと直接出力されるようになっている。

【 0 0 2 7 】

また、前記リリーススイッチ 1 2 a が操作されると、撮像画像の静止画像の出力指示が可能となっている。

【 0 0 2 8 】

なお、ビデオプロセッサ 1 0 には、図示していないが、内視鏡検査に関する検査情報を入力する機能を有している。

【 0 0 2 9 】

光源装置 1 1 は、照明光源であるランプと、そのランプの点灯回路等からなり、ランプ点灯時に投射された照明光を前記電子内視鏡 1 2 のライトガイドへと供給し、挿入部先端から管腔の観察部位へと投射される。

【 0 0 3 0 】

観察モニタ 1 4 は、前記ビデオプロセッサ 1 0 で生成された Y / C 信号または R G B 信号等を基に内視鏡画像を表示するものである。

【 0 0 3 1 】

内視鏡挿入形状観測装置 3 は、内視鏡装置 2 の周辺装置であり、電子内視鏡 1 2 に設けられたソースコイルからの磁界を検出するセンスコイルユニット 1 9 と、このセンスコイルユニット 1 9 によって検出された磁界に基づいて内視鏡挿入部の形状を推定する形状処理装置 1 3 と、この形状処理装置 1 3 によって推定された内視鏡挿入部の形状を表示するモニタ（ディスプレイ）1 3 b からなっている。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

形状処理装置 13 は、ソースコイルを駆動する駆動信号を電子内視鏡 12 に出力してソースコイルに磁界を発生させ、この磁界を検出するセンスコイルユニット 19 からの検出信号に基づいて、各ソースコイルの位置座標データの算出や、その算出された位置座標データから内視鏡挿入部の形状を推定している。また、推定した内視鏡挿入部の形状をモニタ 13b に表示するための挿入部形状画像信号を生成すると共に、画像処理装置 4 に出力する内視鏡挿入部の形状を示す 3 次元座標情報、及び形状表示属性等の挿入形状データを生成するように構成されている。

【0033】

なお、この内視鏡挿入形状観測装置 3 は、形状処理装置 13 で処理生成されてモニタ 13b に表示される挿入部形状画像の回転角、拡大縮小率等の形状表示属性を、図示していない操作パネルからの指示入力により、変更可能となっている。

10

【0034】

前記形状処理装置 13 で生成された挿入形状データは、画像処理装置 4 へ出力可能となっている。

【0035】

なお、この内視鏡挿入形状観測装置 3 は、内視鏡検査中、挿入形状データを連続的に画像処理装置 4 へ出力すると共に、前記電子内視鏡 12 に設けられているリリーススイッチ 12a の操作時の挿入形状データのみを出力させることもできる。

【0036】

画像処理装置 4 は、パーソナルコンピュータ（以下、単に PC と称する）15 と、この PC 15 に各種指示入力するためのマウス 16 とキーボード 17 と、及び PC 15 で処理された各種情報データや画像情報を再生表示するディスプレイ 18 からなっている。

20

【0037】

更に、PC 15 には、前記内視鏡挿入形状観測装置 3 の形状処理装置 13 の通信ポート 13a から出力される挿入形状データを取り込む通信ポート 15a、前記内視鏡装置 2 のビデオプロセッサ 10 の通信ポート 10a から出力される内視鏡検査情報を取り込む通信ポート 15b と、及び前記内視鏡 2 のビデオプロセッサ 10 で生成された動画映像信号を所定の圧縮画像データに変換する動画入力ボード 15c を有している。

【0038】

つまり、画像処理装置 4 の動画入力ボード 15c には、前記ビデオプロセッサ 10 で生成された動画の映像信号が入力されて、その動画の映像信号を所定の圧縮動画映像信号データ、例えば、MJPEG 形式の圧縮画像データに変換して、PC 15 の図示していない記録装置に保存される。

30

【0039】

なお、一般的には、内視鏡検査開始前には、ビデオプロセッサ 10 から、内視鏡検査に関連する検査情報が入力され、その入力された検査情報データを基に観察モニタ 14 に文字や数字の形式で表示されると共に、その検査情報データは、通信ポート 10a から通信ポート 15b を介して、画像処理装置 4 に送信記録することも可能である。

【0040】

なお、検査情報とは、例えば、患者の氏名、生年月日、性別、年齢、患者コード、及び検査日時などである。

40

【0041】

つまり、画像処理装置 4 は、必要に応じてビデオプロセッサ 10 と接続して、ビデオプロセッサ 10 からの各種情報データを受信保存するようになっている。

【0042】

このような構成の電子内視鏡システム 1 における内視鏡挿入形状観測装置 3 における挿入形状データの生成について図 2 と図 3 を用いて説明する。

【0043】

内視鏡挿入形状観測装置 3 は、前記電子内視鏡 12 の電子撮像素子で撮像生成される撮像映像信号の 1 フレーム毎に電子内視鏡 12 の挿入部に内蔵された M 個のソースコイルの 3

50

次元座標を含む挿入形状データを生成する。この挿入形状データを基に挿入部形状画像を生成して、ディスプレイ 13b に表示すると共に、挿入形状データは画像処理装置 4 に出力供給する。

【0044】

この内視鏡挿入形状観測装置 3 で検出するソースコイルの座標系は、図 2 に示すように、電子内視鏡 12 の挿入部に挿入形状推定のための M 個のソースコイルが内蔵されており、第 j フレームの挿入部先端から数えて i 番目（ただし、 $i = 0, 1, \dots, M - 1$ ）のソースコイルの 3 次元座標（ X^j_i, Y^j_i, Z^j_i ）を表すようになっている。

【0045】

この内視鏡挿入形状観測装置 3 で検出したソースコイルの座標系を示す挿入形状データの構造は、図 3 に示すように、1 つのフレームに関係するデータが 1 つのパケットとして送信される。1 つのパケット内には、挿入形状データの取得作成時刻、表示属性情報、付属情報、ソースコイル座標等のデータからなっている。このソースコイル座標データは、電子内視鏡 12 の挿入部に内蔵されているソースコイルの 3 次元座標が挿入部先端から挿入部の基端に設けられている操作部側に向かって順に並んで配置されるようになっている。尚、内視鏡挿入形状観測装置 3 の検出範囲外のソースコイルの座標は、所定の定数が設定されるようになっているものとする。

10

【0046】

次に、前記画像処理装置 4 における前記内視鏡装置 2 のビデオプロセッサ 10 からの検査情報と内視鏡画像、及び前記内視鏡挿入形状観測装置 3 の形状処理装置 13 からの挿入形状データの取得記録処理作用、並びに被検体である大腸の伸展検出について、図 4 乃至図 6 を用いて説明する。

20

【0047】

この処理動作は、画像処理装置 4 に設けられた検査用アプリケーションを PC 15 に展開駆動させることで実現する。

【0048】

内視鏡検査を始めるにあたり、ビデオプロセッサ 10 では検査情報を入力し、画像処理装置 4 の PC 15 では検査用アプリケーションが起動される。この検査用アプリケーションを起動されるとディスプレイ 18 には、図 6 に示す検査ウィンドウ 100 と内視鏡画像ウィンドウ 105 が表示されるようになっている。

30

【0049】

この画像処理装置 4 の PC 15 に検査用アプリケーションが展開駆動し、前記ディスプレイ 18 に検査ウィンドウ 100 が表示されると、PC 15 はステップ S1 で、ビデオプロセッサ 10 からの検査情報及び内視鏡画像データ、内視鏡挿入形状観測装置 3 の形状処理装置 13 からの挿入形状データを受信保存するモードに設定される。

【0050】

次に、PC 15 はステップ S2 で、術者がマウス 16 またはキーボード 17 を操作して、前記検査ウィンドウ 100 に表示された検査開始ボタン（図中 Start Exam. と表記）101 がオン操作されたかどうか判断する。検査開始ボタン 101 がオン操作されるまで待機し、オン操作されるとステップ S3 以降が実行される。

40

【0051】

PC 15 はステップ S3 で、通信ポート 15a を開き、内視鏡挿入形状観測装置 3 の形状処理装置 13 との通信を開始し、ステップ S4 で、通信ポート 15b を開き、ビデオプロセッサ 10 との通信を開始する。

【0052】

PC 15 はステップ S5 で、ビデオプロセッサ 10 に対して、検査情報の取得コマンドを通信ポート 15b からビデオプロセッサ 10 の通信ポート 10a に送信し、この検査情報取得コマンドを受信したビデオプロセッサ 10 は、検査情報を PC 15 へと送信する。

【0053】

このステップ S5 でビデオプロセッサ 10 から送信され検査情報を PC 15 は、ステップ

50

S 6で図示していない記録装置に記録保存する。

【0054】

次に、P C 1 5はステップS 7で、通信ポート1 5 aから形状処理装置1 3の通信ポート1 3 aに対して挿入形状データの取得コマンドを送信し、その挿入形状データ取得コマンドを受信した形状処理装置1 3は、挿入形状データの送信出力を開始する。この送信は、P C 1 5と形状処理装置1 3の間の通信が終了し、通信ポート1 5 aが閉じられるまで続けられる。

【0055】

P C 1 5はステップS 8で、前記ステップS 7で形状処理装置1 3から送信出力された挿入形状データを受信し、前記ステップS 6で記録保存した検査情報と関連づけて、P C 1 5に設けられている図示していないハードディスクにファイル記録保存する（以下、挿入形状ファイルと称する）。

10

【0056】

次に、P C 1 5はステップS 9で、動画像入力ボード1 5 cに前記ビデオプロセッサ1 0から入力された動画映像信号をM J P E G形式の圧縮画像データに変換して、前記ステップS 6で記録保存した検査情報と関連付けて、P C 1 5の図示していないハードディスクにファイル記録保存する（以下、画像ファイルと称する）と共に、前記動画像入力ボード1 5 cに入力されている動画像を図6に示す内視鏡画像ウィンドウ1 0 5の内視鏡画像領域1 0 6に表示させる。

【0057】

20

次に、P C 1 5はステップS 1 0で、図5に示すステップS 2 1以降の警告処理が実行されて、この警告処理が終了すると、P C 1 5はステップS 1 1で、検査ウィンドウ1 0 0の検査終了ボタン（図中E n d E x a m .と表記）1 0 2が操作されたか判断し、検査終了ボタン1 0 2が操作されていないと判定されると前記ステップS 8に戻り、検査終了ボタン1 0 2が操作されたと判定されると、ステップS 1 2で、通信ポート1 5 a、1 5 bを閉じて形状処理装置1 3とビデオプロセッサ1 0との情報データの通信を終了させる。

【0058】

前記ステップS 1 0の警告処理について、図5を用いて説明する。このステップS 1 0の警告処理は、被検体である大腸の伸展検出処理である。前記電子内視鏡1 2の挿入部先端がほぼ停止した状態で、内視鏡挿入部の大腸内での挿入長が伸びていれば大腸が伸展していると考えられるために、内視鏡挿入部の挿入長検出により大腸伸展を検出するものである。

30

【0059】

前記P C 1 5はステップS 2 1で、前記ステップS 8で取得記録した現時点のフレームの挿入形状データの前のフレームにおける挿入形状データが取得されているか判定し、前フレームの挿入形状データが取得されていないと判定されると、ステップS 1 1以降の処理に移行する。

【0060】

前記ステップS 2 1で、前フレームの挿入形状データが取得されていると判定されると、P C 1 5はステップS 2 2で、前フレームと現時点フレームの挿入形状データから、電子内視鏡1 2の挿入部先端の移動量d i fを数式1から算出する。

40

【0061】

【数1】

$$\begin{aligned}
 d i f = & | X^{j_0} - X^{j-1_0} | + | X^{j_1} - X^{j-1_1} | + \dots + | X^{j_{m-1}} - X^{j-1_{m-1}} | \\
 & + | Y^{j_0} - Y^{j-1_0} | + | Y^{j_1} - Y^{j-1_1} | + \dots + | Y^{j_{m-1}} - Y^{j-1_{m-1}} | \\
 & + | Z^{j_0} - Z^{j-1_0} | + | Z^{j_1} - Z^{j-1_1} | + \dots + | Z^{j_{m-1}} - Z^{j-1_{m-1}} |
 \end{aligned}$$

この数式 1 により算出される移動量 $d i f$ は、挿入部の先端から m 個のデータのみを使用している。この移動量 $d i f$ の算出は、数式 1 に限定されるものではなく、たとえばユークリッド距離を用いてもよい。

10

【 0 0 6 2 】

前記ステップ S 2 2 において数式 1 で算出した移動量 $d i f$ である挿入部先端の移動距離は、ステップ S 2 3 で所定の閾値と比較され、移動量 $d i f$ である移動距離が所定の閾値より大きいと挿入部先端は挿入移動中と判定してステップ S 1 1 以降の処理に移行し、閾値よりも小さいと挿入部先端は停止状態と判定されて、ステップ S 2 4 以降が実行される。

【 0 0 6 3 】

P C 1 5 はステップ S 2 4 で、挿入形状観測装置 3 の形状処理装置 1 3 で検知している現時点のフレームの電子内視鏡 1 2 の挿入部の長さを求める。この電子内視鏡 1 2 の挿入部の長さは、例えば、形状処理装置 1 3 で生成する挿入形状データの有効なソースコイル座標データ数を基に内視鏡挿入部の長さを算出する。

20

【 0 0 6 4 】

次に、P C 1 5 はステップ S 2 5 で、前記ステップ S 2 4 で算出した現時点のフレームの挿入部の長さ、この現時点のフレームの前のフレームの内視鏡挿入部の長さとを比較する。このステップ S 2 5 の比較の結果、現フレームの内視鏡挿入部の長さが前フレームの内視鏡挿入部の長さよりも長いと挿入部は挿入移動中と判定してステップ S 1 1 以降の処理に移行し、現フレームの内視鏡挿入部の長さが前フレームの内視鏡挿入部の長さよりも短いと挿入部は停止もしくは引き抜き状態と判定されて、ステップ S 2 6 以降が実行される。

【 0 0 6 5 】

30

P C 1 5 は前記ステップ S 2 5 で前フレーム時の挿入部の長さよりも現フレームの挿入部の長さが短いことは、大腸の伸展が生じていないと判定し、ステップ S 2 6 において、内視鏡の挿入部先端が停止し、かつ、現フレームの内視鏡挿入部の長さが前フレーム時の長さの方が長いことが所定のフレーム数続いたかどうか判定する。

【 0 0 6 6 】

このステップ S 2 6 で、前記電子内視鏡の挿入部先端が停止状態で、前フレームの挿入部の長さの増加状態が所定のフレーム数続いていないと大腸伸展は生じていないと判定されて、前記ステップ S 1 1 以降の処理が実行され、前記電子内視鏡の挿入部先端が停止状態で、挿入部の長さの増加状態が所定のフレーム数継続すると大腸伸展が生じたと判定されて、ステップ S 2 7 が実行される。

40

【 0 0 6 7 】

P C 1 5 はステップ S 2 7 で、大腸の伸展が生じたことを警告するための警告信号を生成して、内視鏡挿入部の形状に関する情報の提供として、警告音を発生したり、図 6 の検査ウィンドウ 1 0 0 の警告表示部 1 1 0 に警告メッセージを表示させる。尚、警告表示は文字だけでなく、警告図形表示部 1 1 1 へのアイコン等の図形表示や、あるいは警告表示を点滅表示させる。

【 0 0 6 8 】

以上説明したように、本発明の画像処理装置は、現フレームと前フレームの複数の挿入形状データにより、実際に挿入されている内視鏡挿入部の動きに応じて内視鏡挿入部の形状に関する情報を提供することができ、観察部位である大腸等の伸展も素早く容易に検出判

50

定して術者に対して速やかに警告認知させることができる。

【 0 0 6 9 】

なお、この画像処理装置 4 では、挿入形状観測装置 3 からの挿入形状データを基に、大腸の伸展を検出警告についてのみ説明したが、内視鏡画像と挿入形状データの閲覧を可能とするビューアを用意し、指定した挿入形状データに対して大腸の伸展を検出することも可能である。

【 0 0 7 0 】

次に、電子内視鏡システム 1 の原|像処理装置 4 の第 2 の実施形態を図 7 乃至図 8 を用いて説明する。

【 0 0 7 1 】

この第 2 の実施形態の電子内視鏡システム 1 の構成は、前述した第 1 の実施形態と同様で、かつ、画像処理装置 4 における内視鏡装置 2 と内視鏡挿入形状観測装置 3 からの内視鏡画像や挿入形状データの処理方法は、基本的に同じである。

【 0 0 7 2 】

この第 2 の実施形態で前述した第 1 の実施形態との相違は、画像処理装置 4 によるステップ S 1 0 の警告処理の処理方法が異なり、このステップ S 1 0 における第 2 の実施形態の警告処理は、図 7 に示すステップ S 4 1 以降の処理が実行される。

【 0 0 7 3 】

前記 P C 1 5 はステップ S 4 1 で、前記ステップ S 8 で取得記録した現時点のフレームの挿入形状データの前のフレームにおける挿入形状データが取得されているか判定し、前フ
レームの挿入形状データが取得されてないと判定されると、ステップ S 1 1 以降の処理に移行する。

【 0 0 7 4 】

前記ステップ S 4 1 で、前フレームの挿入形状データが取得されていると判定されると、P C 1 5 はステップ S 4 2 で、前フレームと現時点フレームの挿入形状データから、電子内視鏡 1 2 の挿入部先端の移動量 d i f 1 を数式 2 から算出する。

【 0 0 7 5 】

【数 2】

$$\begin{aligned} d i f 1 = & | X^{j_0} - X^{j-1_0} | + | X^{j_1} - X^{j-1_1} | + \cdots + | X^{j_{m-1}} - X^{j-1_{m-1}} | \\ & | + | Y^{j_0} - Y^{j-1_0} | + | Y^{j_1} - Y^{j-1_1} | + \cdots + | Y^{j_{m-1}} - Y^{j-1_{m-1}} | + | Z^{j_0} - Z^{j-1_0} | \\ & | + | Z^{j_1} - Z^{j-1_1} | + \cdots + | Z^{j_{m-1}} - Z^{j-1_{m-1}} | \end{aligned} \quad 30$$

この数式 2 により算出される移動量 d i f 1 は、挿入部の先端から m 1 個のデータのみを使用している。この移動量 d i f 1 の算出は、数式 2 に限定されるものではなく、たとえばユークリッド距離を用いてもよい。

【 0 0 7 6 】

前記ステップ S 4 2 で数式 2 で算出した移動量 d i f 1 である挿入部先端の移動距離は、ステップ S 4 3 で所定の閾値と比較され、移動量 d i f 1 である移動距離が所定の閾値より大きいと挿入部先端は挿入移動中と判定してステップ S 1 1 以降の処理に移行し、閾値よりも小さいと挿入部先端は停止状態と判定されて、ステップ S 4 4 以降が実行される。

【 0 0 7 7 】

P C 1 5 はステップ S 4 4 で、前記ステップ S 4 2 と同様に、前フレームと現時点フレームの挿入形状データから、電子内視鏡 1 2 の挿入部の操作部側からの移動量 d i f 2 を数式 3 から算出する。

【 0 0 7 8 】

【数 3】

10

20

40

$$d i f 2 = | X_{m-1}^j - X_{m-1}^{j-1} | + | X_{m-2}^j - X_{m-2}^{j-1} | + | X_{m-3}^j - X_{m-3}^{j-1} | + \dots + | X_{m-n+2}^j - X_{m-n+2}^{j-1} |$$

このステップ S 4 4 で数式 3 で算出した移動量 $d i f 2$ である挿入部の操作部側の移動距離は、ステップ S 4 5 で所定の閾値と比較され、移動量 $d i f 2$ である移動距離が所定の閾値より小さいと挿入部の操作部側は停止中と判定してステップ S 1 1 以降の処理に移行し、閾値よりも大きいと挿入部の操作部側は移動中と判定されて、ステップ S 4 6 以降が実行される。

10

【 0 0 7 9 】

次に、P C 1 5 はステップ S 4 6 で、数式 4 により図 8 に示すように、現フレームである第 j フレームと前フレームである第 $j - 1$ フレームの第 i 番目のコイル座標を使って挿入部先端の移動の向きと、前フレームである第 $j - 1$ フレームの第 i 番目と第 $i + 1$ 番目のコイル座標により挿入部の向きの成す角度 $A n g^j_i$ を求める。

【 0 0 8 0 】

【 数 4 】

$$\begin{aligned} V e c 1 &= (X_{i-1}^j - X_{i-1}^{j-1}, Y_{i-1}^j - Y_{i-1}^{j-1}, Z_{i-1}^j - Z_{i-1}^{j-1}) \\ &= (V X 1, V Y 1, V Z 1) \end{aligned}$$

20

$$\begin{aligned} V e c 2 &= (X_{i-1}^{j-1} - X_i^{j-1}, Y_{i-1}^{j-1} - Y_i^{j-1}, Z_{i-1}^{j-1} - Z_i^{j-1}) \\ &= (V X 2, V Y 2, V Z 2) \end{aligned}$$

$$d n 1 = \sqrt{V X 1^2 + V Y 1^2 + V Z 1^2}$$

$$d n 2 = \sqrt{V X 2^2 + V Y 2^2 + V Z 2^2}$$

$$A n g^j_i = \cos^{-1} \left(\frac{V X 1 \cdot V X 2 + V Y 1 \cdot V Y 2 + V Z 1 \cdot V Z 2}{(d n 1 \cdot d n 2)} \right)$$

30

すなわち、図 8 において $(X_{i-1}^{j-1}, Y_{i-1}^{j-1}, Z_{i-1}^{j-1})$ と $(X_i^{j-1}, Y_i^{j-1}, Z_i^{j-1})$ が成すベクトル $V e c 2$ の向きが挿入部の向き、 $(X_{i-1}^j, Y_{i-1}^j, Z_{i-1}^j)$ と (X_i^j, Y_i^j, Z_i^j) が成すベクトル $V e c 1$ の向きが挿入部先端の移動の向きを表す。ここで、 i はあらかじめ与えているコイル番号を用いる。

【 0 0 8 1 】

次に、P C 1 5 はステップ S 4 7 で、前記ステップ S 4 6 で求めた角度 $A n g^j_i$ を所定の閾値と比較して電子内視鏡 1 2 の挿入部が挿入部の向きに挿入されているかを判断する。この挿入部の先端の移動方向と、挿入部先端の方向との成す角 $A n g^j_i$ が、所定の閾値より小さい場合は、術者が電子内視鏡 1 2 の挿入操作を行っている判断して、ステップ S 4 8 以降が実行され、所定の閾値よりも大きい場合は、電子内視鏡 1 2 の挿入操作が行われていないと判断して前記ステップ S 1 1 以降の処理に移行する。

40

【 0 0 8 2 】

前記ステップ S 4 7 で電子内視鏡 1 2 の挿入操作が行われていると判断されると、P C 1 5 はステップ S 4 8 で、電子内視鏡 1 2 の挿入操作を行っている状態が所定のフレーム数続いているかどうかを判断し、所定フレーム数続いていないと判断されると、前記ステップ S 1 1 以降の処理の移行し、所定フレーム数続いていると判断されると大腸の伸展が起きていると判定されて、ステップ S 4 9 で、内視鏡挿入部の形状に関する情報の提供として警告を発生させる。警告方法は、たとえば、P C 1 5 により警告音を発生させたり、図

50

6に示す検査ウィンドウの警告表示部110に警告メッセージを表示させるなどが考えられる。また、警告表示は、文字だけでなく、アイコンなどの図形でもよく、かつ、それら文字図形を点滅表示させてもよい。

【0083】

これにより、被検体である患者の違和感の原因となる可能性がある大腸の伸展の検出が容易となる。

【0084】

なお、画像処理装置4で、挿入形状観測装置3からの挿入形状データを受信する際に、大腸の伸展を検出警告についてのみ説明したが、内視鏡画像と挿入形状データの閲覧を可能とするビューアを用意し、指定した挿入形状データに対して大腸の伸展を検出することも可能である。

【0085】

次に、本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第3の実施形態を図9乃至図10を用いて説明する。

【0086】

この第3の実施形態の電子内視鏡システム1の構成は、前述した第1の実施形態と同様で、かつ、画像処理装置4における内視鏡装置2と内視鏡挿入形状観測装置3からの内視鏡画像や挿入形状データの処理方法は、基本的に同じである。

【0087】

この第3の実施形態の前述した第1の実施形態との相違は、電子内視鏡12の挿入部先端にある角度（アングル）を与えた状態で挿入操作を行った場合の検出処理である。内視鏡挿入部先端にアングルを与えた状態で内視鏡挿入部の挿入方向を観察せずに内視鏡の挿入操作されると、被検体の患者に不快感を与えることになる。この内視鏡挿入先端にアングルを与えた状態での挿入操作を警告するものである。

【0088】

この内視鏡挿入部先端にアングルを与えた状態での挿入操作の検出は、前述の第1の実施形態と同様に画像処理装置4で設けられる検査アプリケーションとして実現される。この検査アプリケーションがPC15に起動されると、ディスプレイ18には図6に示す検査ウィンドウ100が表示されるが、この検査アプリケーションの動作は、前記ステップS1～S12の動作と同じである。ただし、ステップS10で実行する警告処理が図9に示すステップS61以降の処理となる。

【0089】

前記PC15はステップS61で、前記ステップS8で取得記録した現時点のフレームの挿入形状データの前のフレームにおける挿入形状データが取得されているか判定し、前フレームの挿入形状データが取得されてないと判定されると、ステップS11以降の処理に移行する。

【0090】

前記ステップS61で、前フレームの挿入形状データが取得されていると判定されると、PC15はステップS62で、前フレームと現時点フレームの挿入形状データから、電子内視鏡12の挿入部先端の角度 Ang^j_1 を求める。この角度 Ang^j_1 は、数式5により図10に示すように、内視鏡挿入部先端からm個のソースコイルの座標のうち連続した3点を順に選択して角度 Ang^j_1 を求める。なお、Vec3とVec4の始点をそろえて考えた角度が大きい方が挿入部先端の屈曲が大きい。

【0091】

【数5】

10

20

30

40

$$\begin{aligned} \text{Vec } 3 &= (X^{j_i} - X^{j_{i+1}}, Y^{j_i} - Y^{j_{i+1}}, Z^{j_i} - Z^{j_{i+1}}) \\ &= (VX3, VY3, VZ3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vec } 4 &= (X^{j_{i+2}} - X^{j_{i+1}}, Y^{j_{i+2}} - Y^{j_{i+1}}, Z^{j_{i+2}} - Z^{j_{i+1}}) \\ &= (VX4, VY4, VZ4) \end{aligned}$$

$$\text{dn } 3 = \sqrt{VX3^2 + VY3^2 + VZ3^2}$$

$$\text{dn } 4 = \sqrt{VX4^2 + VY4^2 + VZ4^2}$$

$$\text{Ang } ^{j_i} = \cos^{-1} \left(\frac{VX3 \cdot VX4 + VY3 \cdot VY4 + VZ3 \cdot VZ4}{\text{dn } 3 \cdot \text{dn } 4} \right)$$

10

次に、PC15はステップS63で、前記ステップS62で複数求めた角度 $\text{Ang } ^{j_1}$ を所定の閾値と比較して、その角度 $\text{Ang } ^{j_1}$ のうち所定の閾値よりも大きい値のものがあれば、内視鏡挿入部先端にアングルが与えられていると判断されて、ステップS64以降が実行され、所定閾値よりも大きい角度 $\text{Ang } ^{j_1}$ の値を示すものがないと判断されると前記ステップS11以降の処理に移行する。

【0092】

20

前記ステップS63で所定の閾値よりも大きい値を示す角度 $\text{Ang } ^{j_1}$ が存在し、内視鏡挿入部先端にアングルが与えられていると判断されると、PC15はステップS64で、挿入形状観測装置3の形状処理装置13で検知している現時点のフレームの電子内視鏡12の挿入部の長さを求める。この電子内視鏡12の挿入部の長さは、例えば、形状処理装置13で生成する挿入形状データの有効なソースコイル座標データ数を基に内視鏡挿入部の長さを算出する。

【0093】

次に、PC15はステップS65で、前記ステップS64で算出した現時点のフレームの挿入部の長さ、この現時点のフレームの前のフレームの内視鏡挿入部の長さとを比較する。このステップS65の比較の結果、現フレームの内視鏡挿入部の長さが前フレームの内視鏡挿入部の長さよりも長いと挿入部は器官の奥へ挿入移動中と判定してステップS66以降の処理に移行し、現フレームの内視鏡挿入部の長さが前フレームの内視鏡挿入部の長さよりも短いと挿入部は停止もしくは挿入部引き抜き状態と判定されて、ステップS11以降が実行される。

30

【0094】

PC15は前記ステップS66で、内視鏡挿入部の長さ増加が所定のフレーム数続いたかどうか判定する。

【0095】

このステップS66で、挿入部の長さの増加状態が所定のフレーム数続いていないと判定されると、前記ステップS11以降の処理に移行し、所定フレーム続いていると判定されると、ステップS67で、内視鏡挿入部先端にアングルを与えた状態で挿入していることを警告するための警告信号を生成して、内視鏡挿入部の形状に関する情報の提供をして警告音を発生したり、図6の検査ウィンドウ100の警告表示部110に警告メッセージを表示させる。尚、警告表示は文字だけでなく、アイコン等の図形表示や、あるいは点滅表示させる。

40

【0096】

これにより、現フレームと前フレームの複数の挿入形状データにより、実際に挿入されている内視鏡挿入部の動きに応じて内視鏡挿入部の形状に関する情報を提供することができ、患者の不快感の要因となる内視鏡挿入部先端にアングルを与えた状態での挿入操作を検出警告することが可能となる。また、アングルを与えた状態の挿入操作警告は、画像と形

50

状態データの閲覧を可能とするビューアを用意し、指定した挿入形状データに対して同様の警告することも可能である。

【0097】

次に、本発明に係る内視鏡挿入形状解析装置の第4の実施形態を図11乃至図12を用いて説明する。

【0098】

この第4の実施形態の電子内視鏡システム1の構成は、前述した第1の実施形態と同様で、かつ、画像処理装置4における内視鏡装置2と内視鏡挿入形状観測装置3からの内視鏡画像や挿入形状データの処理方法も基本的に同じである。

【0099】

この第4の実施形態は、前述した第3の実施形態とは、異なる電子内視鏡12の挿入部先端に異なるアングルを与えた状態で挿入操作を行った場合の検出処理である。

【0100】

この内視鏡挿入部先端にアングルを与えた状態での挿入操作の検出は、前述の第3の実施形態と同様に画像処理装置4で設けられる検査アプリケーションとして実現される。この検査アプリケーションがPC15に起動されると、ディスプレイ18には図6に示す検査ウィンドウ100が表示されるが、この検査アプリケーションの動作は、前記ステップS1～S12の動作は同じである。ただし、ステップS10で実行する処理が図11に示すステップS81以降の処理となる。

【0101】

前記PC15はステップS81で、前記ステップS8で取得記録した現時点のフレームの挿入形状データの前のフレームにおける挿入形状データが取得されているか判定し、前フレームの挿入形状データが取得されていないと判定されると、ステップS11以降の処理に移行する。

【0102】

前記ステップS81で、前フレームの挿入形状データが取得されていると判定されると、PC15はステップS82で、前フレームと現時点フレームの挿入形状データから、電子内視鏡12の挿入部先端の角度 Ang^j_1 を数式5により図10に示すように内視鏡挿入部先端からm個のソースコイルの座標のうち連続した3点を順に選択して角度 Ang^j_1 を求める。

【0103】

次に、PC15はステップS83で、前記ステップS82で複数求めた角度 Ang^j_1 を所定の閾値と比較して、その角度 Ang^j_1 のうち所定の閾値よりも大きい値のものがあれば、内視鏡挿入部先端にアングルが与えられていると判断されて、ステップS84以降が実行され、所定閾値よりも大きい角度 Ang^j_1 の値を示すものがないと判断されると前記ステップS11以降の処理に移行する。

【0104】

前記ステップS83で所定の閾値よりも大きい値を示す角度 Ang^j_1 が存在し、内視鏡挿入部先端にアングルが与えられていると判断されると、PC15はステップS84で、前フレームと現時点フレームの挿入形状データから、電子内視鏡12の挿入部の操作部の移動の向きと、挿入部操作部側の向きの成す角度を数式4により図8に示すように、現フレームである第jフレームと前フレームである第j-1フレームの第i番目のコイル座標を使って挿入部操作部の移動の向きと、前フレームである第j-1フレームの第i番目と第i+1番目のコイル座標により挿入部操作部の向きの成す角度 Ang^j_1 を求める。

【0105】

すなわち、図8において $(X^{j-1}_i, Y^{j-1}_i, Z^{j-1}_i)$ と $(X^{j-1}_{i-1}, Y^{j-1}_{i-1}, Z^{j-1}_{i-1})$ が成すベクトル Vec_2 の向きが挿入部の向き、 $(X^{j-1}_i, Y^{j-1}_i, Z^{j-1}_i)$ と (X^j_i, Y^j_i, Z^j_i) が成すベクトル Vec_1 の向きが挿入部先端の移動の向きを表す。ここで、iはあらかじめ与えているコイル番号を用いる。

【 0 1 0 6 】

次に、P C 1 5 はステップ S 8 5 で、前記ステップ S 8 4 で求めた角度 Ang^{j_1} から電子内視鏡 1 2 の挿入部の操作部が挿入されているか所定の閾値と比較して判断する。この挿入部操作部の移動方向と、挿入部操作部の移動方向との成す角 Ang^{j_1} が、所定の閾値より小さい場合は、術者が電子内視鏡 1 2 の挿入部の操作部を挿入操作を行っている判断して、ステップ S 8 6 以降が実行され、所定の閾値よりも大きい場合は、電子内視鏡 1 2 の挿入部操作部の挿入操作が行われていないと判断して前記ステップ S 1 1 以降の処理に移行する。

【 0 1 0 7 】

前記ステップ S 8 5 で、電子内視鏡 1 2 の挿入部操作部が挿入操作されていると判断されると、P C 1 5 はステップ S 8 6 で、数式 4 により図 8 に示すように現フレームである第 j フレームと前フレームである第 $j - 1$ フレームの第 i 番目のコイル座標を使って挿入部先端の移動の向きを、前フレームである第 $j - 1$ フレームの第 1 番目と第 $i + 1$ 番目のコイル座標により挿入部の向きの成す角度 Ang^{j_1} を求める。

【 0 1 0 8 】

すなわち、図 8 において $(X^{j-1}_i, Y^{j-1}_i, Z^{j-1}_i)$ と $(X^{j-1}_{i-1}, Y^{j-1}_{i-1}, Z^{j-1}_{i-1})$ が成すベクトル Vec_2 の向きが挿入部の向き、 $(X^{j-1}_i, Y^{j-1}_i, Z^{j-1}_i)$ と (X^j_i, Y^j_i, Z^j_i) が成すベクトル Vec_1 の向きが挿入部先端の移動の向きを表す。ここで、 i はあらかじめ与えているコイル番号を用いる。

【 0 1 0 9 】

次に、P C 1 5 はステップ S 8 7 で、前記ステップ S 8 6 で求めた角度 Ang^{j_1} から電子内視鏡 1 2 の挿入部先端が観察方向と異なる別の方向へ挿入されているかを判断する。この挿入部先端の移動方向の判断は、挿入部先端の方向との成す角 Ang^{j_1} が、所定の閾値より大きい場合は、内視鏡の挿入部先端が観察方向と異なる方向に挿入されていると判断する。このステップ S 8 7 で、内視鏡の挿入部先端が観察方向と異なる方向に挿入されていると判断されるとステップ S 8 8 以降が実行され、内視鏡の挿入先端が観察方向に挿入されていると判断されると前記ステップ S 1 1 以降の処理に移行する。

【 0 1 1 0 】

前記ステップ S 8 7 で内視鏡の挿入部先端が観察方向と異なる方向に挿入されていると判断されると、P C 1 5 はステップ S 8 8 で、観察方向と異なる別の方向への挿入操作が所定のフレーム数続いているどうかを判断し、所定フレーム数続いていないと判断されると、前記ステップ S 1 1 以降の処理に移行し、所定フレーム数続いていると判断されると内視鏡の操作部が挿入操作され挿入部先端にアングルを与えた状態で挿入操作していると判定されて、ステップ S 8 9 で、警告を発生させる。警告方法は、たとえば、P C 1 5 により警告音を発生させたり、図 6 に示す検査ウィンドウ 1 0 0 の警告表示部 1 1 0 に警告メッセージを表示させるなどが考えられる。また、警告表示は、文字だけでなく、アイコンなどの図形でもよく、かつ、それら文字図形を点滅表示させてもよい。

【 0 1 1 1 】

これにより、被検体である患者の違和感の原因となるアングルを与えた状態での挿入の検出が容易となる。

【 0 1 1 2 】

なお、画像処理装置 4 で、挿入形状観測装置 3 からの挿入形状データを受信する際に、挿入部先端にアングルを与えた状態の挿入を検出警告についてのみ説明したが、内視鏡画像と挿入形状データの閲覧を可能とするビューアを用意し、指定した挿入形状データに対して同様な警告をすることも可能である。

【 0 1 1 3 】

次に、本発明に係る内視鏡挿入形状解析装置の第 5 の実施形態を図 1 2 乃至図 1 8 を用いて説明する。

【 0 1 1 4 】

10

20

30

40

50

この第 5 の実施形態の電子内視鏡システム 1 の構成は、前述した第 1 の実施形態と同様で、かつ、画像処理装置 4 における内視鏡装置 2 と内視鏡挿入形状観測装置 3 からの内視鏡画像や挿入形状データの処理方法は、基本的と同じである。

【 0 1 1 5 】

この第 5 の実施形態は、例えば、大腸内視鏡において、内視鏡の挿入部を大腸に挿入していく過程でループを形成することがある。このループは、その形状により ループ、N ループ、ループ等と称せられている。

【 0 1 1 6 】

このようなループにより被検体である患者に与える違和感を軽減したり、挿入部の挿入性を向上する目的のため、内視鏡挿入部のループを解除して直線化させる操作が行われる。

10

【 0 1 1 7 】

このような内視鏡挿入部の挿入操作時にループが形成された際に、そのループ状態を認識表示すると共に、内視鏡挿入部の直線化操作方法を表示することにより、内視鏡挿入部の挿入性の向上と内視鏡検査の時間の短縮化、及び患者の不快感軽減を図るものである。

【 0 1 1 8 】

この内視鏡挿入部先端に形成されたループの検出は、前述の第 1 の実施形態と同様に画像処理装置 4 で設けられる検査アプリケーションとして実現される。この検査アプリケーションが PC 15 に起動されると、ディスプレイ 18 には図 6 に示す検査ウィンドウ 100 が表示されるが、この検査アプリケーションの動作は、前記ステップ S 1 ~ S 12 の動作は同じである。ただし、ステップ S 10 で実行する処理が図 12 に示すステップ S 101 以降の処理となる。

20

【 0 1 1 9 】

ここで、この第 5 の実施形態で内視鏡挿入部のループ状態を認識し、直線化させるための内視鏡操作を行う例として、(1) ループが時計、または反時計まわりであるか。ループの回転の向きは、内視鏡挿入部の先端から操作部側に沿った向きと考える。(2) 内視鏡挿入部のループ形成部分の先端側と操作部側のどちらが視点側にあるか。の 2 つを用いる。

【 0 1 2 0 】

尚、内視鏡挿入形状は、曲線と考えることができるため、ループの認識、回転の向きの判定には、曲線の特徴抽出技術が使用できる。

30

【 0 1 2 1 】

そのために、この実施形態の説明においては、簡単のため挿入形状を X , Y 軸に投影した 2 次元曲線で考え、例えば、P 形フーリエ記述子を使用する。P 形フーリエ記述子は、電子情報通信学会論文誌 Vol . j 6 7 - A No . 3 に詳述されている。

【 0 1 2 2 】

この手法は、まず曲線を V_n 個 (V_n は分割数で正数) の線分で分割し、その線分の端点を複素表示して、各点での全曲率関数を定義し、全曲率関数をフーリエ変換して得られたパワースペクトルを曲線の特徴としている。

【 0 1 2 3 】

また、時計回り及び反時計回りの円状のループ形状の P 形フーリエ記述子による特徴をあらかじめ記憶しておき、それぞれの形状のパワースペクトルを $C_q(k)$ 、($k = 0, \dots, V_n - 1$) とする。 $q = 0$ は時計回り、 $q = 1$ は反時計回りとする。

40

【 0 1 2 4 】

PC 15 はステップ S 101 で、ループ形成候補を決定する。円状のループを形成している場合は、ソースコイルとソースコイルが接近しているため、2 つのソースコイルの距離が所定の閾値より小さい部分をループ形成候補とする。

【 0 1 2 5 】

次に、PC 15 はステップ S 102 で、ループ形成候補の曲線を V_n 個の線分に分割し、P 形フーリエ記述子によりパワースペクトル $C(k)$ 、($k = 0, \dots, V_n - 1$) を求める。 V_n 個の線分の端点を挿入部先端側から (Px_0, Py_0, Pz_0)、 \dots 、($Px_{V_n}, Py_{V_n}, Pz_{V_n}$) とする。

50

$n, P_y V_n, P_z V_n$)とする。P形フーリエ記述子では、 x, y 成分のみを用いる。

【0126】

次に、PC15はステップS103で、パワースペクトル $C_q(k)$ とパワースペクトル $C(k)$ のユークリッド距離を求める。このステップS103で求められたユークリッド距離は、ステップS104で、所定の閾値と比較され、求められたユークリッド距離が閾値よりも小さい場合は、ループを形成していると判断される。このループ判断において、 $C_0(k)$ と $C_1(k)$ の両方が閾値より小さければ、小さい方への回転方向と判断する。ループがない場合は、前記ステップS11以降の処理に移行する。

【0127】

前記ステップS104でループがあると判断されると、PC15はステップS105において、 $(P_x V_n, P_y V_n, P_z V_n)$ 、 $(P_x V_{n-1}, P_y V_{n-1}, P_z V_{n-1})$ 、 $(P_x V_{n-2}, P_y V_{n-2}, P_z V_{n-2})$ を用いてループが形成されている平面Sを決定する。次に、ステップS106で、前記平面Sの法線ベクトルを求め、内視鏡挿入部を観察する向きを示す視線ベクトルと成す角を求める。次に、ステップS107で、挿入部先端側の $(P_x 0, P_y 0, P_z 0)$ の座標を平面Sの式に代入して、平面Sに対して視点側にあるのか、または視点と反対側にあるのか決定する。

【0128】

この平面Sの視点側にあるのか、または視点と反対側にあるのかの判断方法は、(1)角が90度より大きく、代入結果が正であれば視点側(図13参照)、(2)角が90度より大きく、代入結果が負であれば視点と反対側(図13参照)、(3)角が90度以下であり、代入結果が正であれば視点と反対側(図14参照)、(4)角が90度以下であり、代入結果が負であれば視点側(図14参照)となる。

【0129】

前記ステップS107のループの方向と挿入部先端と平面Sとの関係からステップS108で、内視鏡の操作方法、つまりループ解除方法を決定する。このループ解除方法の判断基準の例は、次の通りである。

【0130】

(1)反時計回りで先端部が視点と反対側の場合、時計回りに内視鏡を回転操作する(図15参照)、(2)時計回りで先端部が視点側の場合、時計回りに内視鏡を回転操作する(図16参照)、(3)時計回りで先端部が視点と反対側の場合、反時計回りに内視鏡を回転操作する(図17参照)、(4)反時計回りで先端部が視点側の場合、反時計回りに内視鏡を回転操作する(図18参照)。

【0131】

次に、PC15はステップS109で、前記ステップS108で設定されたループ解除方法を内視鏡操作の情報(操作を促す情報)の提供として前記検査ウィンドウ100の操作方法表示部111に表示させる。

【0132】

なお、この操作方法表示部111の表示は、図6に示すように、矢印などで時計回りや反時計回りに内視鏡回転操作を示す図形やアイコン、または操作説明言葉で表示したり、あるいは、音声による指示を用いることもできる。

【0133】

また、画像処理装置4で、挿入形状観測装置3からの挿入形状データを受信する際の解除操作表示を示したが、内視鏡画像と挿入形状データの閲覧を可能とするビューアを用意し、指定した挿入形状データに対して同様な表示を行うことも可能である。

【0134】

このように、挿入形状を認識し、ループの状態を認識表示し、その挿入操作の提示により、内視鏡の挿入性向上と内視鏡検査の時間の短縮化、及び患者に与える苦痛軽減となる。

【0135】

なお、前記した第1乃至第5の実施形態を実現させる画像処理装置4は、電子内視鏡システム1を構成する1つの機能としたり、もしくは内視鏡挿入形状観測装置3に搭載しても

10

20

30

40

50

良い。または、前記挿入形状観測装置 3、および電子内視鏡システム 1 を構成する統合した機能とすることもできる。

【 0 1 3 6 】

さらに、前述の第 1 と乃至第 5 の実施形態では、内視鏡挿入部の形状を推定する機構としては、磁気を発生するソースコイル群と磁気を検出するセンスコイル群のうち、いずれか一方を内視鏡挿入部に搭載し、センスコイル群により検出した磁気により形状を推定する例を用いて説明したが、例えば、曲げることにより伝送損失が生じる光ファイバを利用し、この光ファイバを内視鏡挿入部に設けて、光ファイバを透過する光量の変化に応じて挿入部の曲げを検出する方法や、フレキシブル基板に特殊インクを塗布し、基板の曲げに比例して抵抗値が変化する特性を利用する等のその他の検出方法を用いても良い。

10

【 0 1 3 7 】

[付記]

以上詳述した本発明の実施形態によれば、以下のごとき構成を得ることができる。

【 0 1 3 8 】

(付記 1) 体腔内に挿入する挿入部を有する内視鏡と、
前記内視鏡挿入部の形状を検出する形状検出手段と、
前記形状検出手段で検出した内視鏡挿入部の形状を複数記憶する形状記憶手段と、
前記形状記憶手段に記憶された複数の内視鏡挿入部の形状を基に、内視鏡挿入部の形状を解析する形状解析手段と、
前記形状解析手段による解析の結果に応じて、内視鏡挿入部の形状に関する情報を提供する情報提供手段と、
を備えたことを特徴とする内視鏡挿入形状解析装置。

20

【 0 1 3 9 】

(付記 2) 体腔内に挿入する挿入部を有する内視鏡と、
前記内視鏡挿入部の形状を検出する形状検出手段と、
前記形状検出手段で検出された内視鏡挿入部の形状を解析する形状解析手段と、
前記形状解析手段による解析の結果に応じて、内視鏡操作の情報を提供する情報提供手段と、
を備えたことを特徴とする内視鏡挿入形状解析装置。

30

【 0 1 4 0 】

(付記 3) 体腔内に挿入する挿入部を有する内視鏡と、
前記内視鏡挿入部の形状を検出する形状検出ステップと、
前記形状検出ステップで検出された内視鏡挿入部の形状を複数記憶する形状記憶ステップと、
前記形状記憶ステップで記憶された複数の内視鏡の挿入部の形状を基に、内視鏡挿入部の形状を解析する形状解析ステップと、
前記形状解析ステップによる解析の結果に応じて、内視鏡挿入部の形状に関する情報を提供する情報提供ステップと、
を備えたことを特徴とする内視鏡挿入形状解析方法。

40

【 0 1 4 1 】

(付記 4) 体腔内に挿入する挿入部を有する内視鏡と、
前記内視鏡挿入部の形状を検出する形状検出ステップと、
前記形状検出ステップで検出された内視鏡挿入部の形状を解析する形状解析ステップと、
前記形状解析ステップによる解析の結果に応じて、内視鏡操作の情報を提供する情報提供ステップと、
を備えたことを特徴とする内視鏡挿入形状解析方法。

【 0 1 4 2 】

(付記 5) 前記形状検出手段は磁界を発生する複数の磁界発生手段と、前記磁界発生手段の磁界を検出する複数の磁界検出手段と、前記磁界発生手段又は磁界検出手段を挿入部に配置し、

50

前記磁界検出手段の検出結果に基づいて、挿入部の形状を推定する形状推定手段と、からなることを特徴とする付記 1 又は付記 2 のいずれかに記載の内視鏡挿入形状解析装置。

【0143】

(付記 6) 前記形状検出手段は、挿入部の特定部分の物理量を検出する手段を複数配置し、前記検出された物理量の結果と配置位置に基づいて挿入部の形状を推定する形状推定手段と、からなることを特徴とする付記 1 又は付記 2 のいずれかに内視鏡挿入形状解析装置。

【0144】

(付記 7) 前記挿入部の特定部分の物理量を検出する手段は、複数の歪みを検出するセンサからなることを特徴とする付記 6 の内視鏡挿入形状解析装置。

10

【0145】

(付記 8) 前記挿入部の特定部分の物理量を検出する手段は、複数の圧力を検出するセンサからなることを特徴とする付記 6 の内視鏡挿入形状解析装置。

【0146】

(付記 9) 前記挿入部の特定部分の物理量を検出する手段は、複数の変位を検出するセンサからなることを特徴とする付記 6 の内視鏡挿入形状解析装置。

【0147】

(付記 10) 前記形状解析手段は、前記挿入部の特定部分の移動量を算出する手段と、前記挿入部の特定部分の移動量から挿入部の状態を推定する手段と、からなることを特徴とする付記 1 の内視鏡挿入形状解析装置。

20

【0148】

(付記 11) 前記形状解析手段は、挿入部のループ形状を検出する手段からなることを特徴とする付記 2 の内視鏡挿入形状解析装置。

【0149】

(付記 12) 前記情報提供手段は、前記解析手段の結果の情報を表示装置に表示することを特徴とする付記 1 に記載の内視鏡挿入形状解析装置。

【0150】

(付記 13) 前記情報提供手段は、前記解析手段の結果の情報を音又は音声によって提示することを特徴とする付記 1 又は付記 12 のいずれかに記載の内視鏡挿入形状解析装置。

30

【0151】

(付記 14) 前記操作情報提供手段は、前記解析手段の結果に応じてループ解除の方法の情報を提供することを特徴とする付記 2 の内視鏡挿入形状解析装置。

【0152】

(付記 15) 前記操作情報提供手段は、前記解析手段の結果に応じて内視鏡操作の情報を表示装置に表示することを特徴とする付記 2 又は付記 14 の内視鏡挿入形状解析装置。

【0153】

(付記 16) 前記操作情報提供手段は、前記解析手段の結果に応じて内視鏡操作の情報を音又は音声によって提示することを特徴とする付記 2、付記 14 又は付記 15 のいずれかに記載の内視鏡挿入形状解析装置。

40

【0154】

(付記 17) 前記表示装置に表示する情報が文字及び / 又は図形であることを特徴とする付記 12 又は付記 15 のいずれかに記載の内視鏡挿入形状解析装置。

【0155】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、内視鏡挿入部の挿入形状を解析し、内視鏡の挿入性の向上につながる、大腸内での内視鏡挿入操作による大腸伸展の有無の情報、内視鏡挿入操作を行っている際内視鏡先端に一定以上の角度を与えた状態であるか否かの情報、内視鏡挿入部にループが形成された際にこのループを解除するループ解除方法に関する情報

50

の何れかの情報の提供を行うことができる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る内視鏡挿入形状解析を行う画像処理装置を用いた電子内視鏡システムの全体構成を示すブロック図。

【図 2】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置における挿入位置座標系を説明する説明図。

【図 3】本発明に係る電子内視鏡システムの内視鏡挿入形状観測装置で生成される挿入位置検出データのデータ構造を説明する説明図。

【図 4】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 1 の実施形態である内視鏡画像や挿入形状データ等の処理作用を説明するフローチャート。

10

【図 5】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 1 の実施形態である被検体の伸展検出作用を説明するフローチャート。

【図 6】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置において、内視鏡検査時にディスプレイに表示される表示画面を説明する説明図。

【図 7】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 2 の実施形態における内視鏡先端部のアングル検出作用を説明するフローチャート。

【図 8】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 2 の実施形態における内視鏡挿入部の向きと挿入部移動向きのなす角を説明する説明図。

【図 9】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 3 の実施形態における内視鏡先端部のアングル検出及び警告作用を説明するフローチャート。

20

【図 10】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 3 の実施形態における内視鏡先端部のアングル検出を説明する説明図。

【図 11】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 4 の実施形態における内視鏡先端部のアングル検出及び警告作用を説明するフローチャート。

【図 12】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 5 の実施形態における内視鏡挿入部のループ検出及びループ解除方法表示作用を説明するフローチャート。

【図 13】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 5 の実施形態における内視鏡挿入部のループの状態を説明する説明図。

【図 14】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 5 の実施形態における内視鏡挿入部のループの状態を説明する説明図。

30

【図 15】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 5 の実施形態における内視鏡挿入部のループ解除方法を説明する説明図。

【図 16】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 5 の実施形態における内視鏡挿入部のループ解除方法を説明する説明図。

【図 17】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 5 の実施形態における内視鏡挿入部のループ解除方法を説明する説明図。

【図 18】本発明に係る電子内視鏡システムの画像処理装置の第 5 の実施形態における内視鏡挿入部のループ解除方法を説明する説明図。

【符号の説明】

1 ... 電子内視鏡システム

40

2 ... 内視鏡装置

3 ... 内視鏡挿入形状観測装置

4 ... 画像処理装置

10 ... ビデオプロセッサ

11 ... 光源装置

12 ... 電子内視鏡

13 ... 形状処理装置

14 ... 観察モニタ

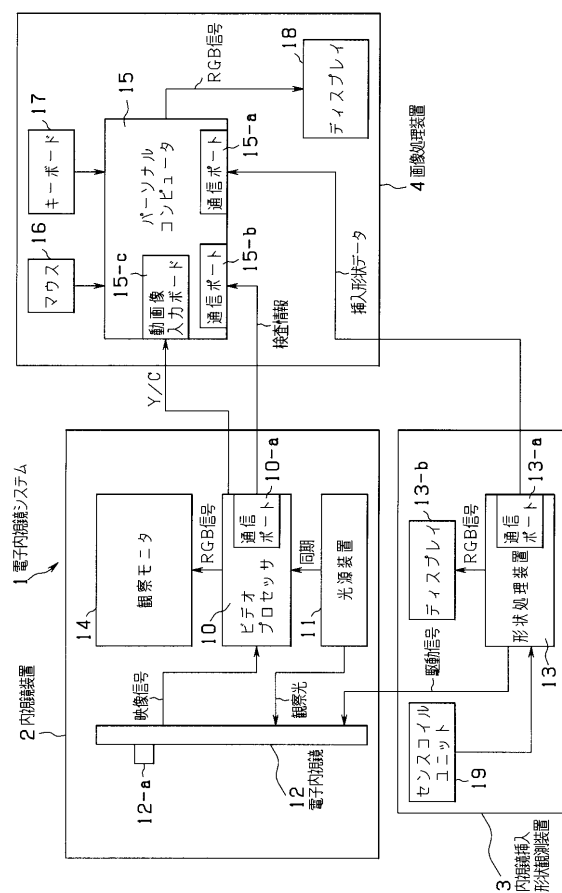
15 ... パーソナルコンピュータ (P C)

16 ... マウス

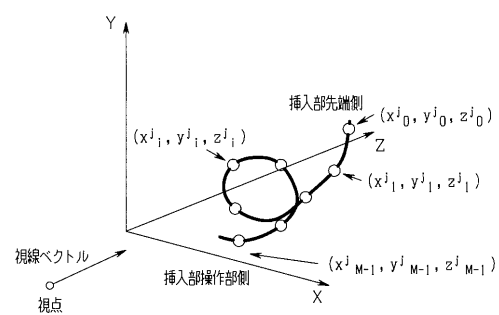
50

- 17 ... キーボード
18 ... ディスプレイ

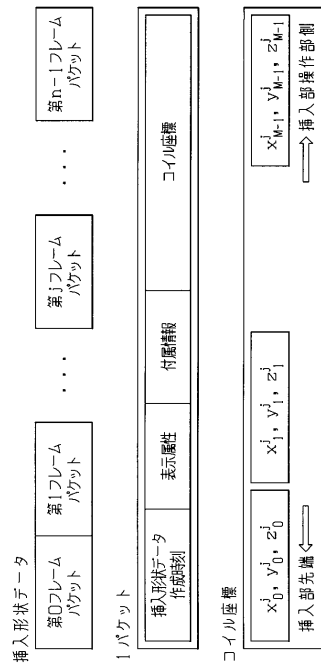
【図1】



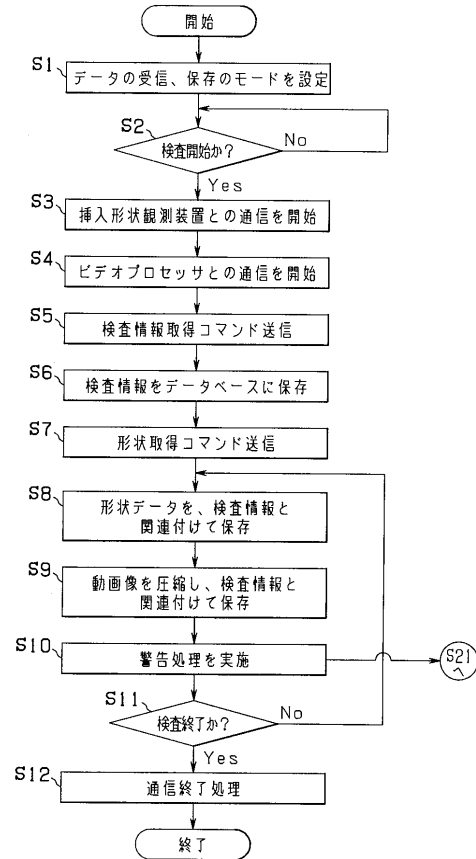
【図2】



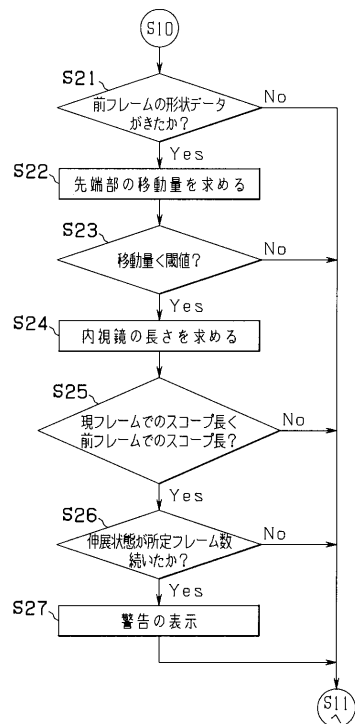
【図 3】



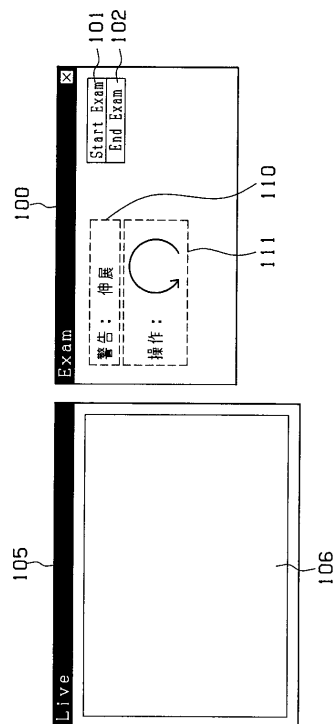
【図 4】



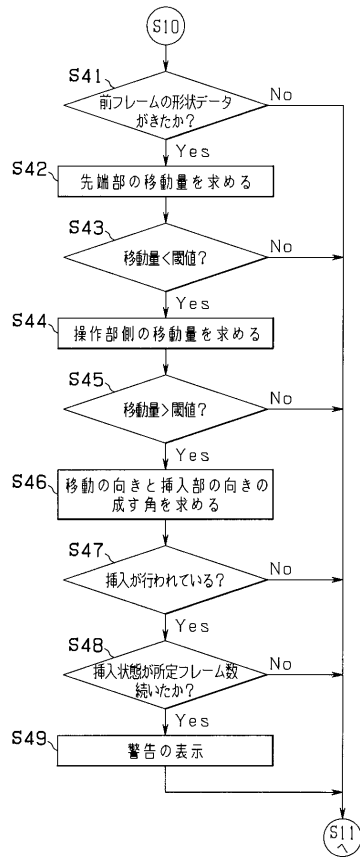
【図 5】



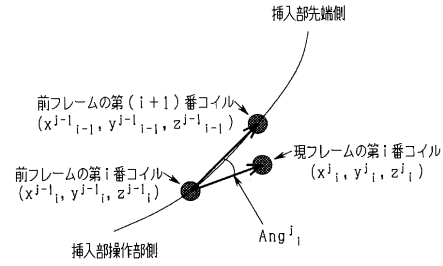
【図 6】



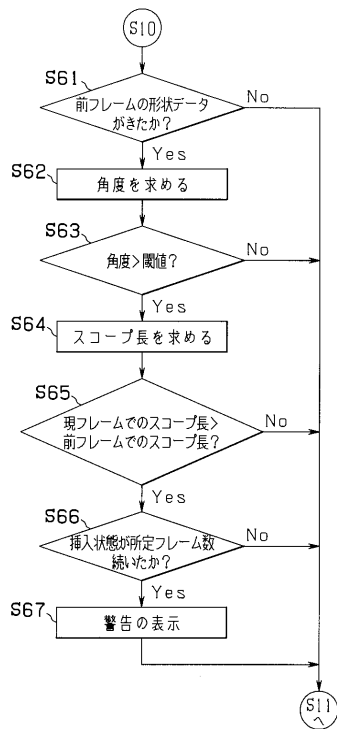
【図 7】



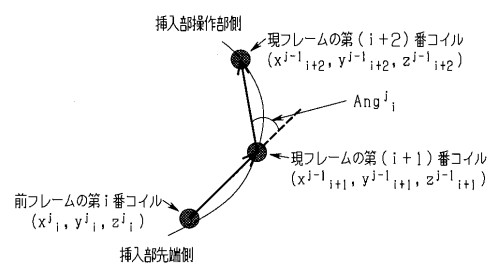
【図 8】



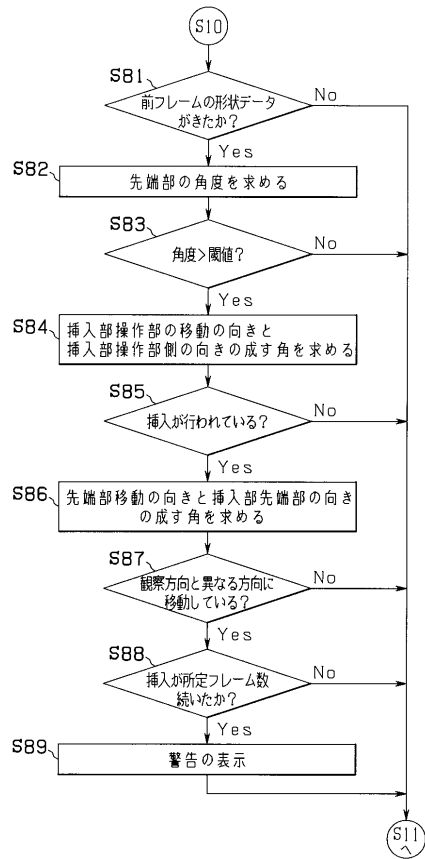
【図 9】



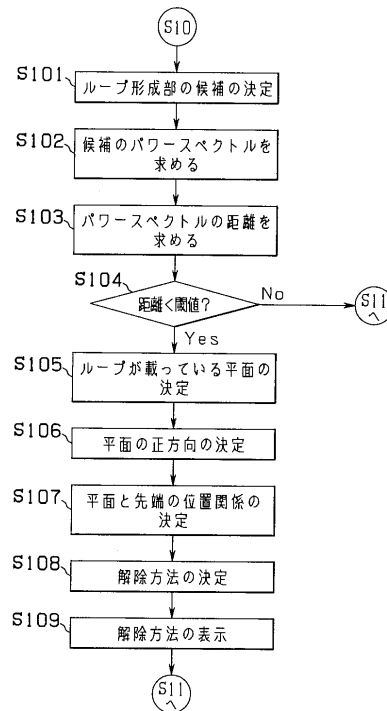
【図 10】



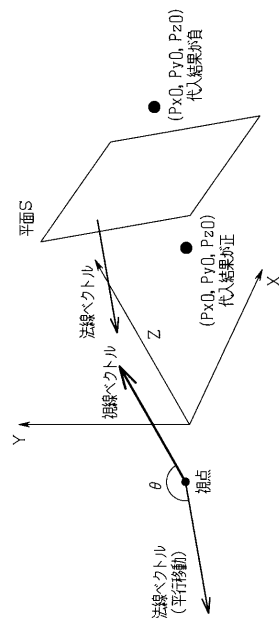
【図 1 1】



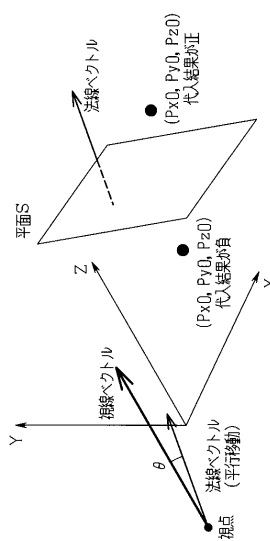
【図 1 2】



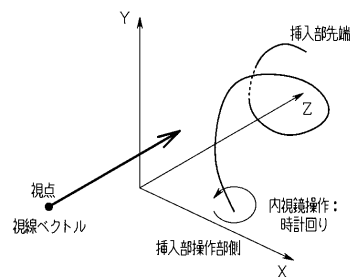
【図 1 3】



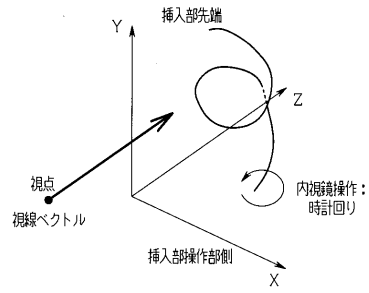
【図 1 4】



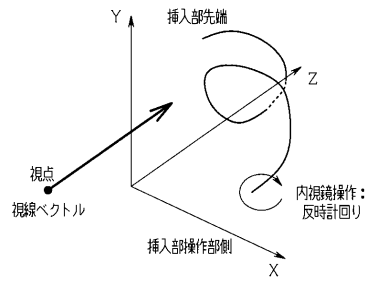
【図 1 5】



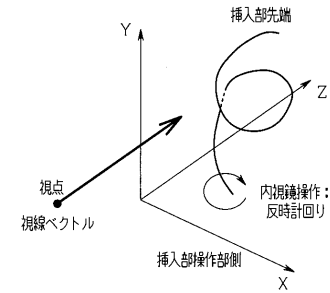
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 7 5 8 6 1 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 4 5 7 2 5 (J P , A)
特開平 0 6 - 2 6 1 8 5 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 1 9 0 2 7 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 0 0 0 5 4 6 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 8 9 3 7 9 (J P , A)
特開 2 0 0 1 - 0 4 6 3 3 2 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 0 6 4 0 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A61B 1/00

G01B 21/20

专利名称(译)	内视镜插入形状解析装置		
公开(公告)号	JP4274854B2	公开(公告)日	2009-06-10
申请号	JP2003162844	申请日	2003-06-06
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	平川克己		
发明人	平川 克己		
IPC分类号	A61B1/00 G01B21/20		
CPC分类号	A61B5/062 A61B1/00009 A61B1/0005 A61B1/00055 A61B1/0051		
FI分类号	A61B1/00.300.D G01B21/20.Z A61B1/00.550 A61B1/00.552 A61B1/045.610		
F-TERM分类号	2F069/AA01 2F069/AA51 2F069/BB40 2F069/DD25 2F069/GG06 2F069/GG11 2F069/GG66 2F069/KK10 2F069/MM04 2F069/QQ03 2F069/QQ10 4C061/CC06 4C061/DD03 4C061/HH51 4C061/JJ17 4C061/JJ19 4C061/NN05 4C061/NN10 4C061/VV04 4C061/WW18 4C161/CC06 4C161/DD03 4C161/HH51 4C161/HH55 4C161/JJ17 4C161/JJ19 4C161/NN05 4C161/NN10 4C161/VV04 4C161/WW18		
代理人(译)	伊藤 进		
其他公开文献	JP2004358095A5 JP2004358095A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种内窥镜图像处理器，如果插入部分在受试者体内形成环或者如果插入部分在受试者体内形成环，则提供警告并指示形状信息的插入过程和插入部分的操作指令。受试者身体的测试区域在内窥镜检查中延伸。解决方案：一种用于分析内窥镜插入形状的装置，包括：电子内窥镜12，具有插入体腔的插入部分；形状监测装置3，用于监测和检测电子内窥镜插入部分的形状；以及PC15，用于记忆由形状监测装置3检测的多个形状的内窥镜插入部分，其包括信息提供装置，用于响应于由用于分析内窥镜插入部分的形状分析装置获得的结果，提供内窥镜插入部分的形状信息。多个记忆形状的基础。Z

【 图 1 】

