

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-204724

(P2005-204724A)

(43) 公開日 平成17年8月4日(2005.8.4)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00	A 6 1 B 1/00 3 0 0 D	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/24	G 0 2 B 23/24 B	4 C 0 6 1
G 0 6 T 1/00	G 0 2 B 23/24 C	5 B 0 5 7
G 0 6 T 3/00	G 0 6 T 1/00 3 1 5	
	G 0 6 T 3/00 5 0 0 A	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2004-11797 (P2004-11797)
 (22) 出願日 平成16年1月20日 (2004.1.20)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100106909
 弁理士 棚井 澄雄
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100101465
 弁理士 青山 正和
 (74) 代理人 100094400
 弁理士 鈴木 三義
 (74) 代理人 100086379
 弁理士 高柴 忠夫

最終頁に続く

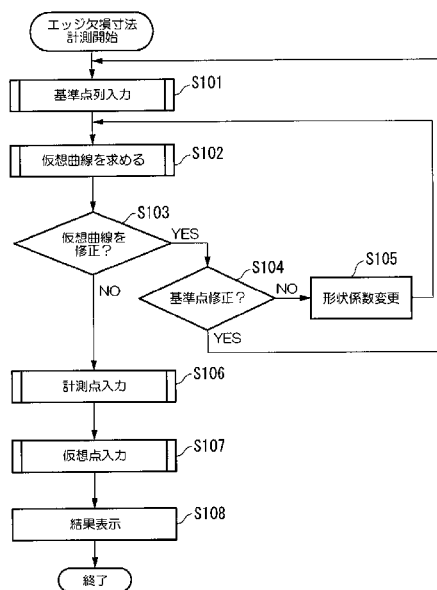
(54) 【発明の名称】 計測用内視鏡装置

(57) 【要約】

【課題】 失われたエッジを曲線で近似し、仮想的な曲線上の仮想点と指定した計測点との距離を求めることにより、曲線エッジのブレードの欠け量に対する計測精度を向上させる計測用内視鏡を提供することを目的とする。

【解決手段】 撮像手段を備えた電子内視鏡と、撮像信号に基づいて映像信号を生成する画像処理手段と、映像信号を入力し、計測対象物の計測処理を行う計測処理手段とを備えた制御装置と、出力画像を表示する表示装置とを有し、計測処理手段が計測対象物の輪郭線の一部を基準エッジとして指定する手段と、計測対象物上のある点を計測点として指定する手段と、基準エッジをパラメトリック曲線で補完した仮想曲線として近似する手段と、仮想曲線上の特定の点である仮想点と、計測点との距離を求める欠損幅演算手段により、曲線エッジのブレードの欠け量に対する計測精度を向上させる計測用内視鏡を提供する。

【選択図】 図 1 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

計測対象物を撮像する撮像手段を備えた電子内視鏡と、
該電子内視鏡に接続され、前記撮像手段からの撮像信号に基づいて映像信号を生成する
画像処理手段と、

該画像処理手段で生成された映像信号を入力し、前記計測対象物の計測処理を行う計測
処理手段とを備えた制御装置と、

該制御装置の指示に基づいて出力される出力画像を表示する表示装置とを有し、

前記計測処理手段が計測対象物の輪郭線の一部を基準エッジとして指定する基準エッジ
指定手段と、

前記計測対象物上のある点を計測点として指定する計測点指定手段と、

前記基準エッジをパラメトリック曲線で補間した仮想曲線として近似するエッジ近似手
段と、

該仮想曲線上の特定の点である仮想点と、前記計測点との距離を求める欠損幅演算手段
とを有することを特徴とする計測用内視鏡装置。

【請求項 2】

前記基準エッジ指定手段が、3点以上の点列を基準点列として指定することにより前記
基準エッジを指定することを特徴とする請求項 1 に記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 3】

前記エッジ近似手段における仮想曲線の形状を適宜、変更する仮想曲線形状変更手段を
有することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 4】

空間座標を画像座標に変換する射影処理手段を有し、
前記表示手段が、前記仮想曲線を該射影処理手段において処理した射影仮想曲線と、前記
撮像手段において撮像された前記計測対象物の画像とを重畳表示することを特徴とする請
求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 5】

前記表示手段が前記仮想点と前記撮像手段において撮像された前記計測対象物の画像と
を前記射影処理手段で求めた前記仮想点の画像座標に基づいて重畳表示することを特徴と
する請求項 1 から請求項 4 のいずれかに記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 6】

前記仮想点が前記仮想曲線上で前記計測点との距離が最小になる点であることを特徴と
する請求項 1 から請求項 5 のいずれかに記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 7】

前記エッジ近似手段が、前記基準点列の点数をひとつ増やしたときに、該加えられた点
の座標と前記仮想曲線から前記仮想曲線の形状を修正することを特徴とする請求項 1 から
請求項 3 のいずれかに記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 8】

前記パラメトリック曲線を選択するためのパラメトリック曲線選択手段を有することを
特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載された計測用内視鏡装置。

【請求項 9】

前記計測対象物のエッジを抽出するエッジ抽出手段を有することを特徴とする請求項 1
に記載された計測用内視鏡装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、機器内の計測対象物を撮像した画像に基づいて、特に欠け部の深さを計測す
る計測用内視鏡装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

10

20

30

40

50

主に航空機に使われるガスタービンでは、異物等の侵入により、タービンブレードあるいはコンプレッサブレードのエッジに欠けが生じることがある。このブレードの欠けの深さの寸法はブレードの交換を判断する条件のひとつであり、その検査は極めて重要なものである。

【0003】

こうした状況に対して、従来の計測用内視鏡においては、タービンブレードあるいはコンプレッサブレードのエッジの欠けの深さの計測に、直線と点との距離を求める計測方法が用いられており（例えば、特許文献1参照。）、こうした方法によって、エッジを直線で近似し、失われたエッジ上のから欠けの深さまでの距離を計測していた。

【特許文献1】特開平10-248806号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、従来の方法は、あくまでも、エッジの欠けを直線で近似して失われたエッジから欠けの深さまでの距離を計測するものであるため、エッジが直線あるいは直線に近い場合には、ある程度の精度が期待できるが、近年増えつつある曲線エッジを持つブレードでは欠け量の計測誤差が大きくなるといった問題があった。

【0005】

そこで、本発明は、上述の問題点に鑑みてなされたものであり、失われたエッジを曲線で近似し、仮想的な曲線上の仮想点と指定した計測点との距離を求めることにより、曲線エッジのブレードの欠け量に対する計測精度を向上させる計測用内視鏡を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述の課題を解決するために、以下の手段を提案している。

請求項1に係る発明は、計測対象物を撮像する撮像手段を備えた電子内視鏡と、該電子内視鏡に接続され、前記撮像手段からの撮像信号に基づいて映像信号を生成する画像処理手段と、該画像処理手段で生成された映像信号を入力し、前記計測対象物の計測処理を行う計測処理手段とを備えた制御装置と、該制御装置の指示に基づいて出力される出力画像を表示する表示装置とを有し、前記計測処理手段が計測対象物の輪郭線の一部を基準エッジとして指定する基準エッジ指定手段と、前記計測対象物上のある点を計測点として指定する計測点指定手段と、前記基準エッジをパラメトリック曲線で補間した仮想曲線として近似するエッジ近似手段と、該仮想曲線上の特定の点である仮想点と、前記計測点との距離を求める欠損幅演算手段とを有することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

30

【0007】

この発明によれば、基準エッジ指定手段の作動により、計測対象物の輪郭線の一部を基準エッジとして指定され、計測点指定手段の作動により、計測対象物上のある点が計測点として指定される。そして、エッジ近似手段の作動により、指定された基準エッジをパラメトリック曲線で補間した仮想曲線として近似し、欠損幅演算手段の作動により、近似された仮想曲線上の特定の点である仮想点と、計測点との距離が求められる。

40

【0008】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載された計測用内視鏡装置について、前記基準エッジ指定手段が、3点以上の点列を基準点列として指定することにより前記基準エッジを指定することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

請求項3に係る発明は、請求項1または請求項2に記載された計測用内視鏡装置について、前記エッジ近似手段における仮想曲線の形状を適宜、変更する仮想曲線形状変更手段を有することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【0009】

請求項4に係る発明は、請求項1から請求項3のいずれかに記載された計測用内視鏡装

50

置について、空間座標を画像座標に変換する射影処理手段を有し、前記表示手段が、前記仮想曲線を該射影処理手段において処理した射影仮想曲線と、前記撮像手段において撮像された前記計測対象物の画像とを重畳表示することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【0010】

請求項5に係る発明は、請求項1から請求項3のいずれかに記載された計測用内視鏡装置について、前記表示手段が前記仮想点と前記撮像手段において撮像された前記計測対象物の画像とを前記射影処理手段で求めた前記仮想点の画像座標に基づいて重畳表示することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【0011】

請求項6に係る発明は、請求項1から請求項3のいずれかに記載された計測用内視鏡装置について、前記仮想点が前記仮想曲線上で前記計測点との距離が最小になる点であることを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【0012】

請求項7に係る発明は、請求項1から請求項3のいずれかに記載された計測用内視鏡装置について、前記エッジ近似手段が、前記基準点列の点数をひとつ増やしたときに、該加えられた点の座標と前記仮想曲線から前記仮想曲線の形状を修正することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

【0013】

請求項8に係る発明は、請求項1から請求項3のいずれかに記載された計測用内視鏡装置について、前記パラメトリック曲線を選択するためのパラメトリック曲線選択手段を有することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

この発明によれば、パラメトリック曲線選択手段の作動により、エッジ形状に最適なパラメトリック曲線を自由に選択することができる。

【0014】

請求項9に係る発明は、請求項1に記載された計測用内視鏡装置について、前記計測対象物のエッジを抽出するエッジ抽出手段を有することを特徴とする計測用内視鏡装置を提案している。

この発明によれば、エッジ抽出手段の作動により、例えば、自動的にエッジを正確に検出して、より簡便に欠け部の深さを計測することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、失われたエッジを曲線で近似し、仮想的な曲線上の仮想点と指定した計測点との距離を求めることにより、曲線エッジのブレードの欠け量に対する計測精度を向上させることができるという効果がある。

また、エッジ部を撮像した画像と仮想曲線とを重畳して表示させながら、仮想曲線の形状を変更することができるため、計測精度を視覚による調整によって、向上させることができるという効果がある。

さらに、用いる仮想曲線を選択できる手段を備えたことから、計測対象のエッジの形状に対応した的確な仮想曲線を用いることができるという効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施例に係る計測用内視鏡装置について、図1から図19を参照して詳細に説明する。

【実施例1】

【0017】

本発明の実施形態に係る計測用内視鏡装置は、図1に示すように、内視鏡2と、コントロールユニット3と、リモートコントローラ4と、液晶モニタ5と、フェイスマウントディスプレイ(FMD)6と、FMDアダプタ6aと、光学アダプタ7a、7b、7c、内視鏡ユニット8と、カメラコントロールユニット9と、制御ユニット10とから構成され

10

20

30

40

50

ている。

【0018】

内視鏡2は細長の挿入部20を備え、挿入部20は、先端側から順に硬質な先端部21、例えば、上下左右に湾曲可能な湾曲部22、柔軟性を有する可撓管部23を連設して構成され、先端部21には観察視野を2つ有するステレオ用の光学アダプタ7a、7bあるいは観察視野が1つの通常観察光学アダプタ7c等、各種光学アダプタが例えば螺合によって着脱自在な構成になっている。

【0019】

コントロールユニット3は、内部に、内視鏡ユニット8、画像処理手段であるカメラコントロールユニット(以下、CCUと記載する。)9及び制御装置である制御ユニット10が設けられており、挿入部20の基端部は内視鏡ユニット8に接続されている。

10

【0020】

内視鏡ユニット8は、観察時に必要な照明光を供給する光源装置と、挿入部20を構成する湾曲部22を湾曲させる湾曲装置とを備えている。

CCU9は、挿入部20の先端部21に内蔵されている固体撮像素子2aから出力された撮像信号を入力し、これを、例えば、NTSC信号等の映像信号に変換して制御ユニット10に供給する。

【0021】

制御ユニット10は、音声信号処理回路11と、映像信号処理回路12と、ROM13と、RAM14と、PCカードインターフェース(以下、PCカードI/Fと記載する。)15と、USBインターフェース(以下、USB I/Fと記載する。)16と、RS-232Cインターフェース(以下、RS-232C I/Fと記載する。)17等と、計測処理部18とから構成されている。

20

【0022】

音声信号処理回路11は、マイク34によって集音され、生成されたメモリカード等の記録媒体に記録された音声信号、メモリカード等の記録媒体を再生して得られる音声信号、あるいは計測処理部18によって生成された音声信号が供給される。

映像信号処理回路12は、CCU9から供給された内視鏡画像とグラフィックによる操作メニューとを合成した合成画像を表示するために、CCU9からの映像信号を計測処理部18の制御により生成する操作メニューに基づく表示信号とを合成する処理や、LCD5の画面上に表示するための所定の処理を施してLCD5に供給する。

30

【0023】

PCカードI/F15は、PCMCIAメモリカード32やコンパクトフラッシュ(登録商標)メモリカード33等の記録媒体であるメモリカードを自由に着脱できるようになっている。メモリカードを装着することにより、計測処理部18の制御によって、このメモリカードに記憶されている制御処理情報や画像情報等のデータを取り込み、あるいは制御処理情報や画像情報等のデータをメモリカードに記録することができる。

【0024】

USB I/F16は、コントロールユニット3とパーソナルコンピュータ31とを電氣的に接続するためのインターフェースである。このUSB I/F16を介して、コントロールユニット3とパーソナルコンピュータ31とを電氣的に接続することにより、パーソナルコンピュータ31側で内視鏡画像の表示の指示や計測時における画像処理等の各種の指示制御を行うことが可能となり、また、コントロールユニット3とパーソナルコンピュータ31との間での各種の処理情報やデータを入出力することができる。

40

【0025】

RS-232C I/F17は、CCU9、内視鏡ユニット8及びこれらの制御および動作指示を行うリモートコントローラ4と接続されており、リモートコントローラ4の操作によって、CCU9、内視鏡ユニット8の動作を制御するための通信を行う。

【0026】

また、計測処理部18は、図2に示すように、基準エッジ指定部41と、計測点指定部

50

4 2 と、制御部 4 3 と、エッジ近似部 4 4 と、仮想曲線形状変更部 4 5 と、欠損幅演算部 4 6 と、パラメトリック曲線選択部 4 7 と、エッジ抽出部 4 8 と、射影処理部 4 9 とから構成されている。

基準エッジ指定部 4 1 は、液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 に表示された計測対象物の画像上に、リモートコントローラ 4 等を用いて、エッジ部に指示された 3 点以上の基準点を入力し、これらの基準点の空間座標を制御部 4 3 に出力する。

【0027】

計測点指定部 4 2 は、液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 に表示された計測対象物の画像上に、リモートコントローラ 4 等を用いて、指示された計測点を入力し、この計測点の空間座標を制御部 4 3 に出力する。

10

【0028】

制御部 4 3 は、図示しない記憶部を有し、基準エッジ指定部 4 1 あるいは計測点指定部 4 2 から入力した基準点、計測点の画像座標を空間座標に変換して格納する。また、仮想曲線形状変更部 4 5 やパラメトリック曲線選択部 4 7 からの指示により、所望の仮想曲線をエッジ近似部 4 4 に出力し、仮想曲線の形状変更情報を入力する。さらに、欠損幅演算部 4 6 から演算結果を入力し、そうした情報や仮想曲線の形状等を映像信号処理回路 1 2 に出力する。

【0029】

エッジ近似部 4 4 は、基準エッジを選択された所望の仮想曲線により近似する。具体的には、制御部 4 3 から与えられるパラメータにより、所定の演算を行い、その結果を仮想曲線の係数として制御部 4 3 に出力する。

20

【0030】

仮想曲線形状変更部 4 5 は、ユーザの選択に応じて、選択された仮想曲線形状の変更情報を制御部 4 3 に出力する。

欠損幅演算部 4 6 は、仮想曲線上で、定められた計測点の空間座標から計測点との距離が最小となる仮想点を求め、計測対象物の欠損幅を演算し、その結果を制御部 4 3 に出力する。

【0031】

パラメトリック曲線選択部 4 7 は、ユーザの選択に応じて、選択されたパラメトリック曲線情報を制御部 4 3 に出力する。

30

射影処理部 4 9 は、基準点や計測点、仮想点および仮想曲線の空間座標を画像座標に変換し、この情報を制御部 4 3 に出力する。

【0032】

次に、図 4 から図 1 9 を用いて、実施例 1 に係る計測用内視鏡装置における処理手順を説明する。

本実施例において、対象となる計測対象物は、図 4 に示されるように、欠けが発生した部位の形状が本来曲線であるものである。こうした計測対象物の欠けの深さを計測するには、図 5 に示すように、まず、内視鏡 2 の先端部 2 1 を液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 の表示を見ながら操作して、計測対象物の欠けの部分を表示させる。

40

【0033】

次に、計測対象物の欠け部分を表示させた状態で、図 4 に示すように、エッジの両端に 3 点の基準点（図中の R [0]、R [1]、R [2]）を指定する（ステップ 1 0 1）。3 点の基準点が指定されると（ステップ 2 0 1）、図 1 3 に示すように、基準エッジ指定部 4 1 が指定された 3 点の空間座標を算出して、その算出結果を制御部 4 3 に出力する（ステップ 2 0 2）。なお、算出した空間座標は、制御部 4 3 を介さずに、射影処理部 4 9 に直接出力してもよい。

【0034】

空間座標の算出は、指定された基準点に対応する点を液晶モニタ 5 あるいは、フェイスマウントディスプレイ 6 に表示された参照画像上で探索し、三角測量の原理を用いて、数

50

1のような空間座標を計算することにより行う。なお、この計算方法は、特許文献1に記載されているものと同様である。

【0035】

【数1】

$$R[0] = (R[0].x, R[0].y, R[0].z)$$

$$R[1] = (R[1].x, R[1].y, R[1].z)$$

$$R[2] = (R[2].x, R[2].y, R[2].z)$$

10

【0036】

次に、エッジ近似部44は、制御部43から算出された3つの基準点の空間座標を入力し、図14の手順にしたがって、この3点を通る2次曲線を仮想曲線として求める。仮想曲線の式はtをパラメータとして、数2のようになる。

【0037】

【数2】

$$x = a[0] + a[1]*t + a[2]*t^2$$

$$y = b[0] + b[1]*t + b[2]*t^2$$

$$z = c[0] + c[1]*t + c[2]*t^2$$

20

【0038】

この数2に、数1のR[0]から[2]の3点の座標を代入し、R[0]でのtを0、R[1]でのtをp(ただし $0 < p < 1$)、R2でのtを1として数2の連立方程式の係数a[0]からa[2]、b[0]からb[2]、c[0]からc[2]を求める(ステップ301からステップ303)。

ここで、pは形状係数であり初期値は $p = 0.5$ として計算を行う。

【0039】

具体的に、連立方程式の係数の算出は、xを例にとり、図15を参照しつつ説明すると、以下ようになる。

すなわち、連立方程式を以下、数3から数5に示す行列に置き換え、数6の3元連立方程式を解く。

【0040】

【数3】

$$B = \begin{bmatrix} R[0].x \\ R[1].x \\ R[2].x \end{bmatrix}$$

40

【0041】

【数 4】

$$T = \begin{bmatrix} 1 & t[0] & t[0]^2 \\ 1 & t[0] & t[0]^2 \\ 1 & t[0] & t[0]^2 \end{bmatrix}$$

【0042】

【数 5】

$$A = \begin{bmatrix} a[0] \\ a[1] \\ a[2] \end{bmatrix}$$

10

【0043】

【数 6】

$$A = T^{-1} \cdot B$$

20

【0044】

そして、Tの逆行列をT'としてAを求める(ステップ401から404)。同様の手順によりb[0]からb[2], c[0]からc[2]を求めることができる。

【0045】

求めた曲線に基づいて、入力画像への射影が射影処理部49において求められ、求められた画像座標が制御部43を介して、画像情報として液晶モニタ5あるいは、フェイスマウントディスプレイ6に出力される。そして、これが計測対象物の入力面像に重畳して表示される。

30

【0046】

液晶モニタ5あるいは、フェイスマウントディスプレイ6に出力された仮想曲線の形状が適切でない場合(ステップ103)には、基準点の修正や形状係数の変更を行うことができる。すなわち、図5に示すように、メニューから修正機能が選択された場合には、形状係数の変更かあるいは基準点位置の修正かを操作者に選択させる。

【0047】

操作者が形状係数変更を選択した場合(ステップ105)、値の直接入力あるいは画面に表示されたスライダーの移動により形状係数の変更を0から1の間で行い、ステップ102の処理に戻る。また、基準点位置の修正が選択された場合は(ステップ104)、基準点の移動ができる状態になり、基準点位置の修正が完了したら、ステップ101の処理へ戻る。これらの処理は、仮想曲線形状変更部45および制御部43によって実行される。

40

【0048】

なお、形状係数の変更に伴う放物線の形状の変化は、図7から図11に示すようになる。ここで、図7はp=0.2の場合の放物線の形状を、図8はp=0.3の場合の放物線の形状を、図9はp=0.4の場合の放物線の形状を、図10はp=0.5の場合の放物線の形状を、図11はp=0.6の場合の放物線の形状を示したものである。

【0049】

この例によれば、pの値を1に近づけると、3点ある基準点のうちの上から2点の間の曲線形状が直線に近づき、下から2点の間の曲線の曲率が大きくなるのがわかる。

50

したがって、計測対象物のエッジ形状を画像で確認しながら、 p の値を操作すれば、エッジ形状に近似した仮想曲線を設定することができる。

【0050】

次に、計測点指定部42が計測点の情報を入力すると(ステップ301)、計測点の対応点を計測対象物の画像上で探索し、三角測量の原理で計測点の空間座標を数7のように計算して制御部43に出力する(ステップ106、ステップ502)。

【0051】

【数7】

$$M = (M.x, M.y, M.z)$$

10

【0052】

欠損幅検出部46は、制御部43から仮想曲線に関する情報と、計測点の空間座標とを入力し、仮想曲線上の点で計測点との距離を求め(ステップ601)、ついで、その距離が最小となる仮想点を数8の範囲で求める(ステップ602)。求めた仮想点の空間座標は、射影処理部49に入力され、画像への射影が計算される(ステップ603)。そして、求めた仮想点の射影を画像上に描画する(ステップ604)。

なお、 T_MIN 、 T_MAX はあらかじめ設定した t の最大、最小値である。

【0053】

【数8】

$$T_MIN < t < T_MAX$$

20

【0054】

次に、求めた仮想点を数9とする。

【0055】

【数9】

$$V = (V.x, V.y, V.z)$$

30

【0056】

そして、求めた仮想点と計測点の距離を数10により求める(ステップ107)。

【0057】

【数10】

$$L = \sqrt{((V.x - M.x)^2 + (V.z - M.z)^2)}$$

【0058】

さらに、求めた距離を計測結果として液晶モニタ5あるいは、フェイスマウントディスプレイ6に表示する(ステップ108)。

40

【実施例2】

【0059】

本実施例は、実施例1に対して、基準点列の数を4点としたものである。本実施例においては、この4点目の空間座標を用い、 p 値の最適化を行う。これにより仮想曲線の修正は基準点位置の修正を行うのみで十分となる。

【0060】

最適化は次のように行う。まず、実施例1での仮想点入力処理と同様に、仮想曲線上の点で4点目の基準点との距離 L が最小となる点を求める。次に、その点での t の値である t' を使い、 $p = t'$ とすることで、 p の最適化を行う。

【0061】

50

ここで、Lが所定の値L_TOLよりも小さくならない場合は、すべての基準点を滑らかにつなぐ仮想曲線が求まらず、定められた基準点列に仮想曲線を求める上で、不適切な点が含まれていることを意味する。従ってこの場合は、「基準点位置を修正してください。」という警告表示を液晶モニタ5あるいは、フェイスマウントディスプレイ6に行い、操作者に基準点位置の修正を促す。

これによって、基準点の位置が適切に指定されていれば、形状係数を操作者が変更する手間をかけることなく、適した仮想曲線を求めることができる。

【実施例3】

【0062】

本実施例は、あらかじめメニューからの設定により、どの仮想曲線で計測対象物のエッジを近似するかを選択する選択手段を備えている。これにより、計測対象物のエッジ形状が特定の曲線で設定されているかが判明している場合、より正確にエッジ形状を推定することができる。

【0063】

ここで、選択された仮想曲線が2次式であるなら、実施例1と同様の処理になる。選択された仮想曲線が3次式なら、その処理は、以下ようになる。

すなわち、この場合、基準点列は、数11のように4点となる。

【0064】

【数11】

$$R[0] = (R[0].x, R[0].y, R[0].z)$$

$$R[1] = (R[1].x, R[1].y, R[1].z)$$

$$R[2] = (R[2].x, R[2].y, R[2].z)$$

$$R[3] = (R[3].x, R[3].y, R[3].z)$$

【0065】

このとき、仮想曲線の式はtをパラメータとして、数12のようになる。

【0066】

【数12】

$$x = a[0] + a[1]*t + a[2]*t^2 + a[3]*t^3$$

$$y = b[0] + b[1]*t + b[2]*t^2 + b[3]*t^3$$

$$z = c[0] + c[1]*t + c[2]*t^2 + c[3]*t^3$$

【0067】

そこで、この式にR[0]からR[3]の4点の座標を代入し、R[0]でのtを0、R[1]でのtをp1(ただし0 < p1 < 1)、R[2]でのtを、p1 + (1 - p1)*p2(ただし0 < p2 < 1)、R[3]でのtを1として連立方程式を解き、a[0]からa[3]、b[0]からb[3]、c[0]からc[3]を求める。

ここで、p1、p2は形状係数であり初期値はp1 = 0.3、p2 = 0.5として計算を行う。

【0068】

形状係数の変更は2つの数字の入力を行うか、2つのスライドバーの移動によって指定する(図5参照)。選択された式が3次スプラインの場合はN点(N > 3)の基準点を指定する。

10

20

30

40

50

$i = 0, 1, \dots, N - 1$ について、基準点 $R[j]$ でのパラメータ $t[j]$ は、基準点間の距離を用い、数 13 のようになり、数 14 の関数の $i = 0, \dots, N - 1$ の組が与えられた場合、数 15 の区間を、数 16 のように表す。

【0069】

【数13】

$$t[j] = \sum_{i=1}^j \sqrt{((R[i].x - R[i-1].x)^2 + (R[i].y - R[i-1].y)^2 + (R[i].z - R[i-1].z)^2)}$$

10

【0070】

【数14】

$$f[i] = f(t[i])$$

【0071】

【数15】

$$t[j] \leq t \leq t[j+1]$$

20

【0072】

【数16】

$$f = A * f[j] + B * f[j+1] + C * f^2[j+1] + D * f^2[j+1]$$

【0073】

ただし、 A 、 B 、 C 、 D は、数 17 であり、 $y_2[j]$ は、数 18 の連立方程式の解である。なお、 $\tan(a)$ は a の正接を表し、 PI は円周率を表す。また、 p_1 、 p_2 は形状係数であり、 $-1 < p_1 < 1$ 、 $-1 < p_2 < 1$ である。2つの形状係数の初期値は 0 とし、形状係数の変更は 2つの数字の入力が、2つのスライダーの移動によって指定する。そして、 x 、 y 、 z それぞれについて、 $R[0] \sim R[N-1]$ を用いて f を求め、仮想曲線の式とする。

30

【0074】

【数17】

$$A = (t[j+1] - t) / (t[j+1] - t[j])$$

$$B = 1 - A$$

$$C = (1/6) * (A^3 - A) * (t[j+1] - t[j])^2$$

$$D = (1/6) * (B^3 - B) * (t[j+1] - t[j])^2$$

40

【0075】

【数 1 8】

$$\begin{aligned} & (1/6)*(t[j]-t[j-1])*y2[j-1]+(1/3)*(t[j+1]-t[j-1])*y2[j] \\ & +(1/6)*(t[j+1]-t[j])*y2[j+1] \\ = & (f[j+1]-f[j])/(t[j+1]-t[j])-(f[j]-f[j-1])/(t[j]-t[j-1]) \end{aligned}$$

$$y2[0] = \tan(\text{PI}*p1/2)$$

10

$$y2[N-1] = \tan(\text{PI}*p2/2)$$

【実施例 4】

【0076】

本実施例においては、仮想点位置修正機能が付加されている。メニューから、この機能が選択されると形状係数変更と同様のスライダーが表示され、このスライダーの操作に運動して仮想点が仮想曲線上を移動する。計測結果はこの変更された仮想点の座標と計測点の座標から求めて表示される。

【0077】

20

ここまで説明してきた上記の実施例においては、欠け部分の両側にエッジが残っている場合には、正確な計測を行うことができるが、仮想点を計測点に最も近い仮想曲線上の点としているため、図 6 に示すような角が欠けた計測対象物に適用すると、結果が不正確になる場合がある。

しかし、本実施例によれば、角が欠けた計測対象物に適用しても、正確な結果を得ることができる。

【実施例 5】

【0078】

本実施例は、図 3 に示すように、図 2 に対して、エッジ抽出部 48、エッジ選択部 50、微分フィルタ選択部 51、エッジ検出閾値変更部 52 が付加された構成となっている。本実施例は、エッジ抽出部 48 により抽出されたエッジ、あるいは複数のエッジが抽出された場合に、その中から選択されたエッジに対して仮想曲線の当てはめを行い、仮想曲線を求めるものである。

30

【0079】

以下、図 18 および図 19 を用いて、具体的な処理について説明する。

まず、計測対象物を捉えた観察画像に微分フィルタを適用し(ステップ 801)、微分値が閾値以上の画素を抽出する(ステップ 802)。適用するフィルタは Sobel フィルタ、Roverts フィルタ、Prewitt フィルタなどの複数のフィルタから選択できるようになっている。微分フィルタ適用時には、同時にエッジ方向も計算する。

【0080】

40

例えば、Sobel フィルタを用いる場合、座標 i, j の微分値 $g(i, j)$ は画素値を f として、数 19 のようになり、エッジ方向 t は、数 20 となる。ただし、 $\text{atan}(a)$ は a の正接の逆関数(アークタンジェント)を表す。

【0081】

【数 19】

$$g(i, j) = \sqrt{(dx(i) * dx(i) + dy(j) * dy(j))}$$

$$dx(i) = [f(i+1, j+1) + 2*(i+1, j) + f(i+1, j-1)] \\ - [f(i-1, j+1) + 2*(i-1, j) + f(i-1, j-1)]$$

$$dy(i) = [f(i-1, j+1) + 2*(i, j+1) + f(i+1, j+1)] \\ - [f(i-1, j-1) + 2*(i-1, j) + f(i+1, j-1)]$$

10

【0082】

【数 20】

$$t(i, j) = \text{atan}(dx(i)/dy(i))$$

【0083】

次に、細線化処理を行い、ノイズを除去する（ステップ803）。このとき、通常、複数のエッジが検出されるため、検出したそれぞれのエッジにラベリングを行う（ステップ804）。各エッジ上の点についてエッジ方向の変化量を求め、2階微分が0となる点、すなわち変曲点でエッジを分割し、別のラベルをつける（ステップ701、805）。

20

【0084】

そして、エッジの選択を行って（ステップ702）、エッジ上の点の空間座標を求める（ステップ703）。次に、選択されたエッジについてハフ変換を適用し、2次曲線を当てはめる（ステップ704）。求めた曲線の入力画像への射影を求め、入力画像に重畳して表示する。表示された曲線に問題がないと操作者が判断すれば計測点入力へ、問題があれば微分フィルタの種類、あるいはエッジ検出の閾値を変更して再度エッジ抽出（ステップ701）を行う（ステップ705）。

【0085】

基準画像上で計測点が入力されると、計測点の対応点を参照画像上で探索し、三角測量の原理で計測点の空間座標を数21のように計算する（ステップ706）。

30

【0086】

【数 21】

$$M = (M.x, M.y, M.z)$$

【0087】

計測点の空間座標が算出されると、仮想曲線上の点で計測点との距離が最小となる仮想点を求める（ステップ707）。そして、求めた仮想点を数22とする。

【0088】

【数 22】

40

$$V = (V.x, V.y, V.z)$$

【0089】

次に、求めた仮想点と計測点の距離を数23に基づいて求める（ステップ708）。そして、仮想点の入力画像上への射影を求め、観察画像に重畳して表示するとともに、求めた距離を計測結果として表示する（ステップ709）。

【0090】

【数 2 3】

$$L = \sqrt{((V.x - M.x)^2 + (V.y - M.y)^2 + (V.z - M.z)^2)}$$

【0091】

したがって、これまで説明してきた上記の実施例においては、基準点の入力が不正確な場合には計測結果も不正確になるという問題があるが、本実施例においては、エッジの検出を自動的に行うため、精密に基準点を指定する必要なく、操作者の負荷が大幅に軽減される。また、操作者の誤操作による精度の低下の可能性を減らすことができる。

10

【0092】

以上、図面を参照して本発明の実施の形態について詳述してきたが、具体的な構成はこれらの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明に係る計測用内視鏡装置の構成図である。

【図2】計測処理部の構成図である。

【図3】計測処理部の構成図である。

【図4】計測対象物の欠け部分と基準点、計測点、仮想点との関係を示した図である。

20

【図5】表示部に表示される計測対象物およびメニュー等を示した図である。

【図6】計測対象物の角に欠けがある場合の計測対象物の欠け部分と基準点、計測点、仮想点との関係を示した図である。

【図7】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図8】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図9】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図10】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図11】形状変更係数を操作したときの仮想曲線の形状を示した図である。

【図12】実施例1の処理フローを示した図である。

【図13】基準点が入力された際の処理フロー図である。

30

【図14】計測点が入力された際の処理フロー図である。

【図15】仮想曲線を算出する際の処理フロー図である。

【図16】係数を算出する際の処理フロー図である。

【図17】基準点が入力された際の処理フロー図である。

【図18】実施例5の処理フローを示した図である。

【図19】エッジ抽出を行う際の処理フロー図である。

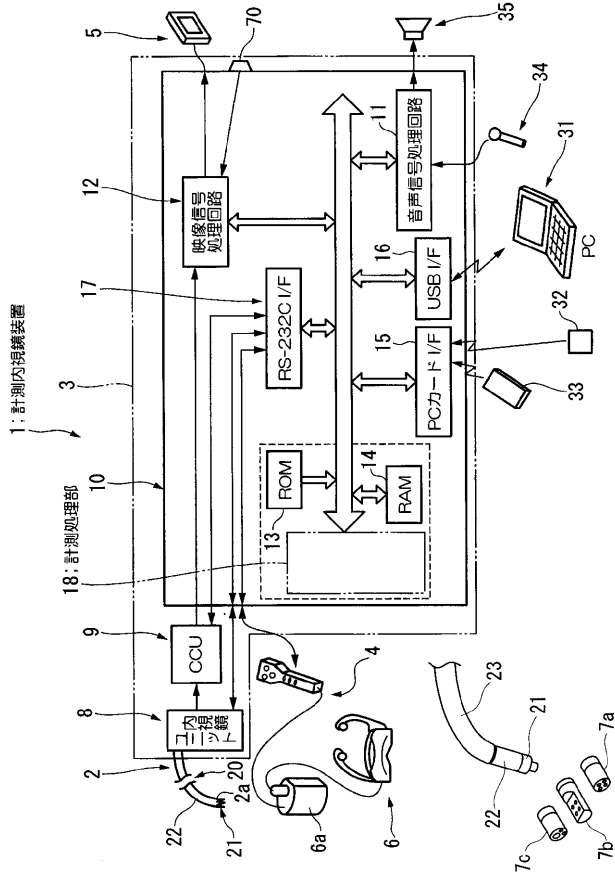
【符号の説明】

【0094】

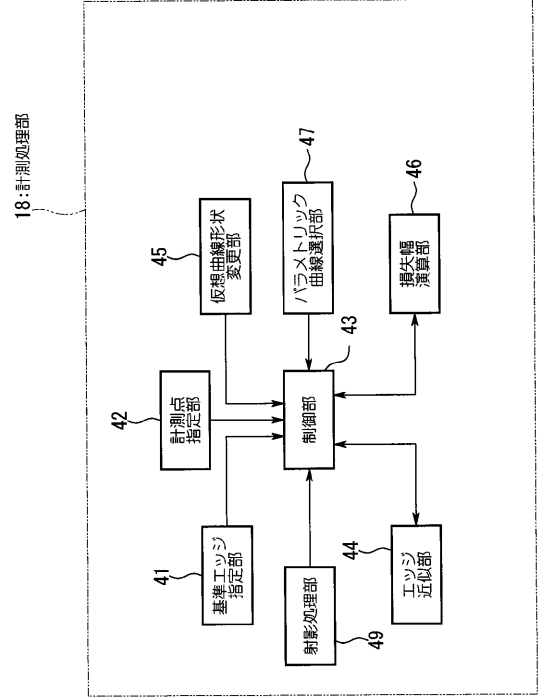
2・・・内視鏡、3・・・コントロールユニット、4・・・リモートコントローラ、5・・・液晶モニター、6・・・フェイスマウントディスプレイ(FMD)、6a・・・FMDアダプタ、7a、7b、7c・・・光学アダプタ、8・・・内視鏡ユニット、9・・・カメラコントロールユニット、10・・・制御ユニット、11・・・音声信号処理回路、12・・・映像信号処理回路、13・・・ROM、14・・・RAM、15・・・PCカードインターフェース、16・・・USBインターフェース、17・・・RS-232Cインターフェース、18・・・計測処理部、41・・・基準エッジ指定部、42・・・計測点指定部、43・・・制御部、44・・・エッジ近似部、45・・・仮想曲線形状変更部、46・・・欠損幅演算部、47・・・パラメトリック曲線選択部、48・・・エッジ抽出部、49・・・射影処理部、

40

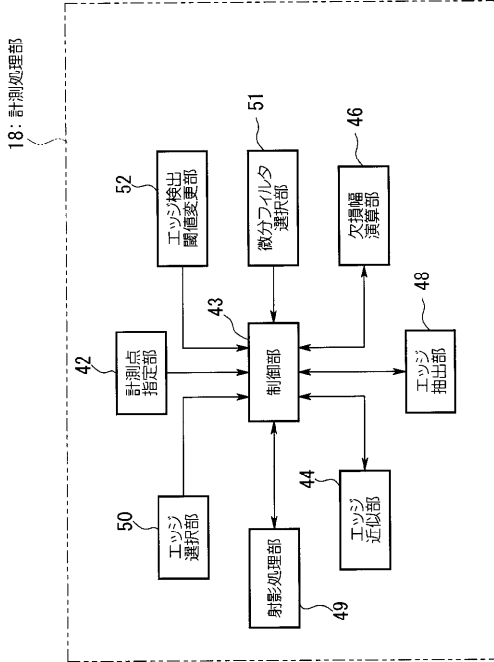
【 図 1 】



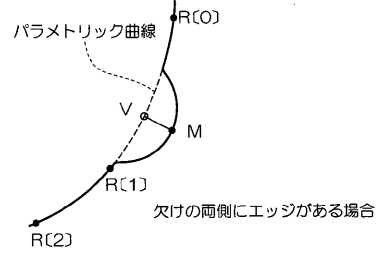
【 図 2 】



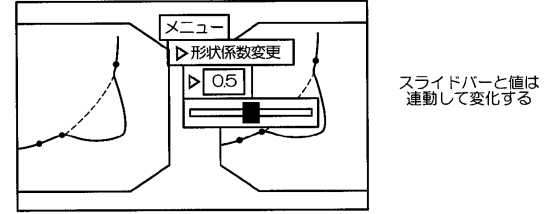
【 図 3 】



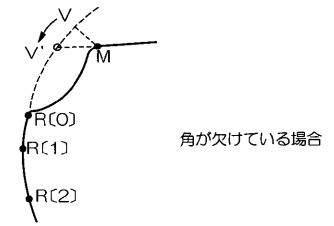
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

t	x	y	z
-1	-8.5	-13	-7
-0.9	-7.2125	-11.5	-5.975
-0.8	-6	-10	-5
-0.7	-4.8625	-8.5	-4.075
-0.6	-3.8	-7	-3.2
-0.5	-2.8125	-5.5	-2.375
-0.4	-1.9	-4	-1.6
-0.3	-1.0625	-2.5	-0.875
-0.2	-0.3	-1	-0.2
-0.1	0.3875	0.5	0.425
0	1	2	1
0.1	1.5375	3.5	1.525
0.2	2	5	2
0.3	2.3875	6.5	2.425
0.4	2.7	8	2.8
0.5	2.9375	9.5	3.125
0.6	3.1	11	3.4
0.7	3.1875	12.5	3.625
0.8	3.2	14	3.8
0.9	3.1375	15.5	3.925
1	3	17	4
1.1	2.7875	18.5	4.025
1.2	2.5	20	4
1.3	2.1375	21.5	3.925
1.4	1.7	23	3.8
1.5	1.1875	24.5	3.625
1.6	0.6	26	3.4
1.7	-0.0625	27.5	3.125
1.8	-0.8	29	2.8
1.9	-1.6125	30.5	2.425
2	-2.5	32	2

2次多項式での補間

通る点の座標

x	y	z	t
R (0)	1	2	1
R (1)	2	5	2
R (2)	3	17	4

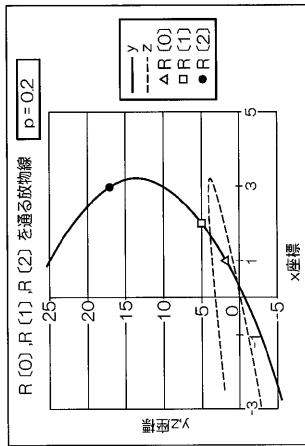
$$x = a(0) + a(1)t + a(2)t^2$$

$$y = b(0) + b(1)t + b(2)t^2$$

$$z = c(0) + c(1)t + c(2)t^2$$

曲線の係数

	a	b	c
(0)	1	2	1
(1)	5/75	15	6/5
(2)	-3/75	2/785-15	-2/5



【 図 8 】

t	x	y	z
-1	-4.80952	1.285714	-2.95238
-0.9	-4.05714	0.714286	-2.51429
-0.8	-3.34286	0.285714	-2.08571
-0.7	-2.66667	0	-1.66667
-0.6	-2.02857	-0.14286	-1.25714
-0.5	-1.42857	-0.14286	-0.85714
-0.4	-0.86667	0	-0.46667
-0.3	-0.34286	0.285714	-0.08571
-0.2	0.142857	0.714286	0.285714
-0.1	0.590476	1.285714	0.647619
0	1	2	1
0.1	1.371429	2.857143	1.342857
0.2	1.704762	3.857143	1.67619
0.3	2	5	2
0.4	2.257143	6.285714	2.314286
0.5	2.47619	7.14286	2.619048
0.6	2.657143	7.285714	2.914286
0.7	2.8	7.1	3.2
0.8	2.904762	6.85714	3.47619
0.9	2.971429	6.57143	3.742857
1	3	7	4
1.1	2.990476	6.28571	4.247619
1.2	2.942857	5.91429	4.485714
1.3	2.857143	5.51429	4.714286
1.4	2.733333	5.07143	4.933333
1.5	2.571429	4.57143	5.142857
1.6	2.371429	4.01429	5.342857
1.7	2.133333	3.41429	5.533333
1.8	1.857143	2.71429	5.714286
1.9	1.542857	2.01429	5.885714
2	1.190476	1.28571	6.047619

2次多項式での補間

通る点の座標

x	y	z	t
R (0)	1	2	1
R (1)	2	5	2
R (2)	3	17	4

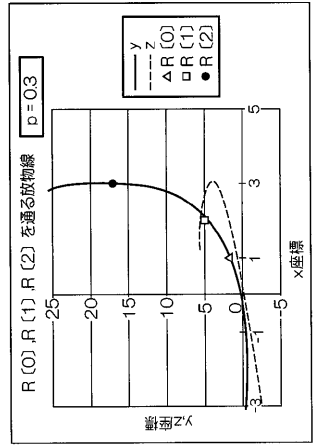
$$x = a(0) + a(1)t + a(2)t^2$$

$$y = b(0) + b(1)t + b(2)t^2$$

$$z = c(0) + c(1)t + c(2)t^2$$

曲線の係数

	a	b	c
(0)	1	2	1
(1)	3/904762	7/857143	3/47619
(2)	-1/90476	1/142857	-0/47619



【 図 9 】

t	x	y	z
-1	-2.66667	1.2	-0.33333
-0.9	-2.225	9.875	-0.275
-0.8	-1.8	8	-0.2
-0.7	-1.39167	6.375	-0.10833
-0.6	-1	5	0
-0.5	-0.625	3.875	0.125
-0.4	-0.26667	3	0.266667
-0.3	0.075	2.375	0.425
-0.2	0.4	2	0.6
-0.1	0.708333	1.875	0.791667
0	1	2	1
0.1	1.275	2.375	1.225
0.2	1.533333	3	1.466667
0.3	1.775	3.875	1.725
0.4	2	5	2
0.5	2.208333	6.375	2.291667
0.6	2.4	8	2.6
0.7	2.575	9.875	2.925
0.8	2.733333	12	3.266667
0.9	2.875	14.375	3.625
1	3	17	4
1.1	3.108333	19.875	4.391667
1.2	3.2	23	4.8
1.3	3.275	26.375	5.225
1.4	3.333333	30	5.666667
1.5	3.375	33.875	6.125
1.6	3.4	38	6.6
1.7	3.408333	42.375	7.091667
1.8	3.4	47	7.6
1.9	3.375	51.875	8.125
2	3.333333	57	8.666667

2次多項式での補間

通る点の座標

x	y	z	t
R (0)	1	2	1
R (1)	2	5	2
R (2)	3	17	4

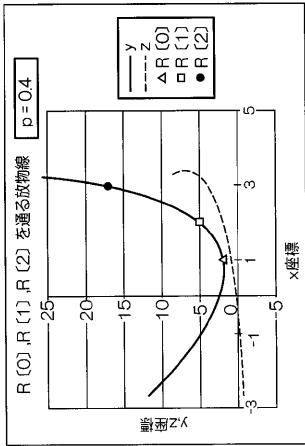
$$x = a(0) + a(1)t + a(2)t^2$$

$$y = b(0) + b(1)t + b(2)t^2$$

$$z = c(0) + c(1)t + c(2)t^2$$

曲線の係数

	a	b	c
(0)	1	2	1
(1)	2/833333	2/5	2/166667
(2)	-0/833333	1/25	0/833333



【 図 10 】

t	x	y	z
-1	-1	23	2
-0.9	-0.8	19.28	1.72
-0.8	-0.6	15.92	1.48
-0.7	-0.4	12.92	1.28
-0.6	-0.2	10.28	1.12
-0.5	0	8	1
-0.4	0.2	6.08	0.92
-0.3	0.4	4.52	0.88
-0.2	0.6	3.32	0.88
-0.1	0.8	2.48	0.92
0	1	2	1
0.1	1.2	1.88	1.12
0.2	1.4	2.12	1.28
0.3	1.6	2.72	1.48
0.4	1.8	3.68	1.72
0.5	2	5	2
0.6	2.2	6.68	2.32
0.7	2.4	8.72	2.68
0.8	2.6	11.12	3.08
0.9	2.8	13.88	3.52
1	3	17	4
1.1	3.2	20.48	4.52
1.2	3.4	24.32	5.08
1.3	3.6	28.52	5.68
1.4	3.8	33.08	6.32
1.5	4	38	7
1.6	4.2	43.28	7.72
1.7	4.4	48.92	8.48
1.8	4.6	54.92	9.28
1.9	4.8	61.28	10.12
2	5	68	11

2次多項式での補間

通る点の座標

x	y	z	t
R (0)	1	2	1
R (1)	2	5	2
R (2)	3	17	4

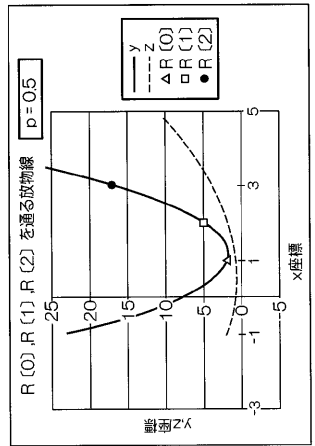
$$x = a(0) + a(1)t + a(2)t^2$$

$$y = b(0) + b(1)t + b(2)t^2$$

$$z = c(0) + c(1)t + c(2)t^2$$

曲線の係数

	a	b	c
(0)	1	2	1
(1)	2	-3	1
(2)	0	18	2



【 図 1 1 】

t	x	y	z
-1	0.666667	37	4.666667
-0.9	0.625	31.25	4
-0.8	0.6	26	3.4
-0.7	0.591667	21.25	2.866667
-0.6	0.6	17	2.4
-0.5	0.625	13.25	2
-0.4	0.666667	10	1.666667
-0.3	0.725	7.25	1.4
-0.2	0.8	5	1.2
-0.1	0.891667	3.25	1.066667
0	1	2	1
0.1	1.125	1.25	1
0.2	1.266667	1	1.066667
0.3	1.425	1.25	1.2
0.4	1.6	2	1.4
0.5	1.791667	3.25	1.666667
0.6	2	5	2
0.7	2.225	7.25	2.4
0.8	2.466667	10	2.866667
0.9	2.725	13.25	3.4
1	3	17	4
1.1	3.291667	21.25	4.666667
1.2	3.6	26	5.4
1.3	3.925	31.25	6.2
1.4	4.266667	37	7.066667
1.5	4.625	43.25	8
1.6	5	50	9
1.7	5.391667	57.25	10.06667
1.8	5.8	65	11.2
1.9	6.225	73.25	12.4
2	6.666667	82	13.66667

2次多項式での補間
通る点の座標

x	y	z	t
R(0)	1	2	1
R(1)	2	5	2
R(2)	3	17	4

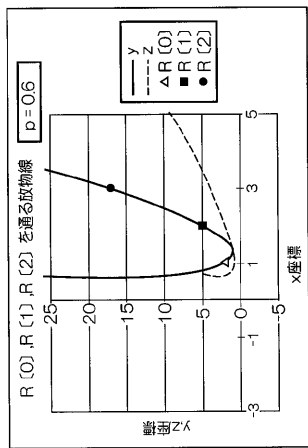
$$x = a(0) + a(1) * t + a(2) * t^2$$

$$y = b(0) + b(1) * t + b(2) * t^2$$

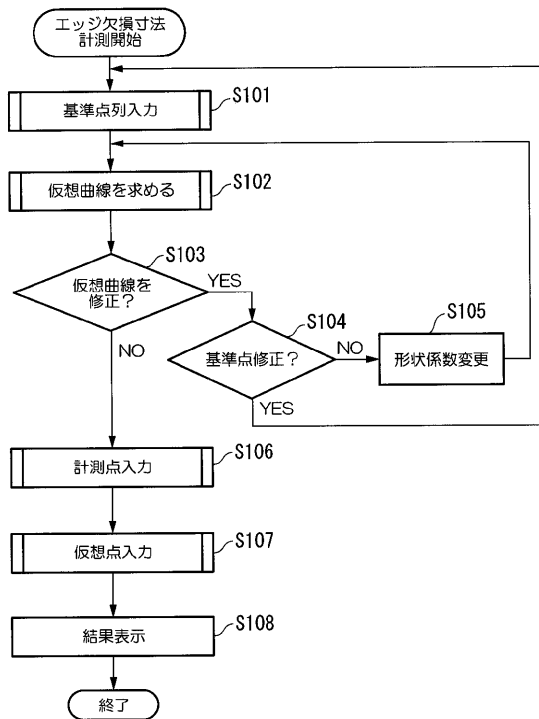
$$z = c(0) + c(1) * t + c(2) * t^2$$

曲線の係数

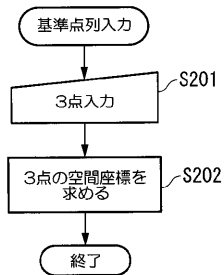
a	b	c
(0)	1	2
(1)	1.166667	-10
(2)	0.833333	25



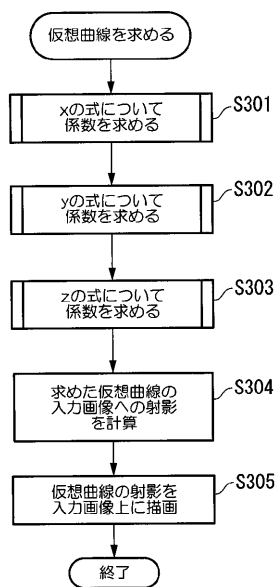
【 図 1 2 】



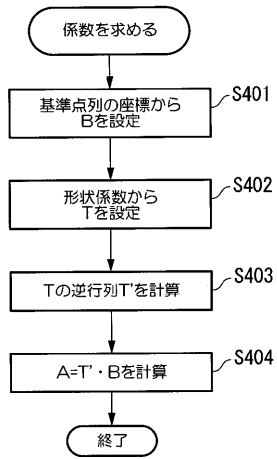
【 図 1 3 】



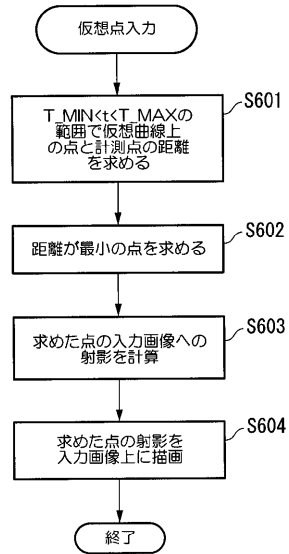
【 図 1 4 】



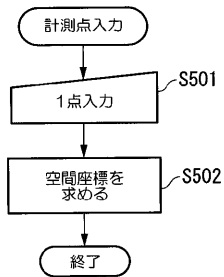
【 図 1 5 】



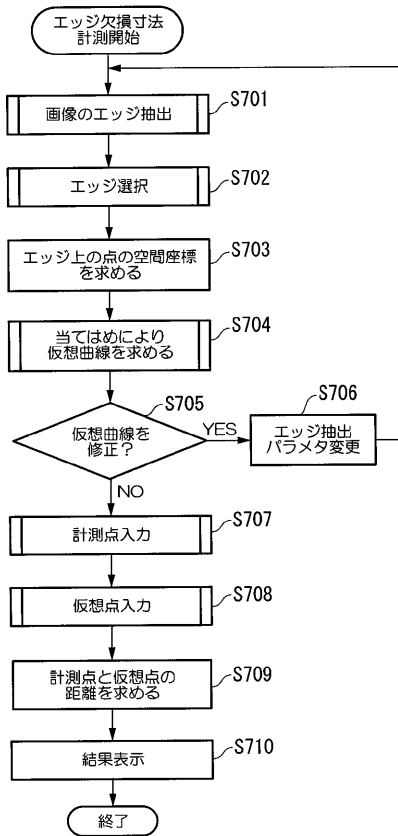
【 図 1 7 】



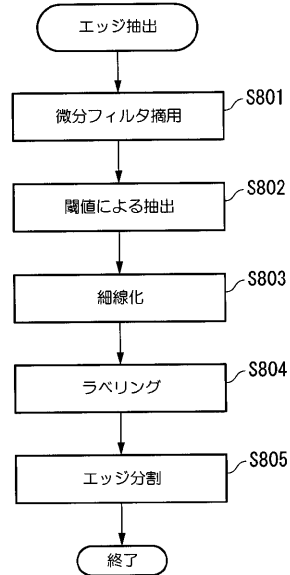
【 図 1 6 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 清富

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内

Fターム(参考) 2H040 BA22 DA03 GA02 GA11

4C061 AA29 CC06 HH52 WW20

5B057 AA01 BA02 CA13 CA16 CB13 CB17 CF01 CF05 DA17 DB03

DB09 DC09 DC14 DC16 DC22

【要約の続き】

专利名称(译)	<无法获取翻译>		
公开(公告)号	JP2005204724A5	公开(公告)日	2007-03-08
申请号	JP2004011797	申请日	2004-01-20
[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		
[标]发明人	小川清富		
发明人	小川 清富		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/24 G06T1/00 G06T3/00		
FI分类号	A61B1/00.300.D G02B23/24.B G02B23/24.C G06T1/00.315 G06T3/00.500.A		
F-TERM分类号	2H040/BA22 2H040/DA03 2H040/GA02 2H040/GA11 4C061/AA29 4C061/CC06 4C061/HH52 4C061/WW20 5B057/AA01 5B057/BA02 5B057/CA13 5B057/CA16 5B057/CB13 5B057/CB17 5B057/CF01 5B057/CF05 5B057/DA17 5B057/DB03 5B057/DB09 5B057/DC09 5B057/DC14 5B057/DC16 5B057/DC22 4C161/AA29 4C161/CC06 4C161/HH52 4C161/WW20		
代理人(译)	塔奈澄夫 正和青山		
其他公开文献	JP2005204724A JP4790223B2		

摘要(译)

解决的问题：通过用曲线近似丢失的边缘并获得虚拟曲线上的虚拟点与指定的测量点之间的距离，来提高弯曲边缘的刀片边缘崩裂量的测量精度。目的是提供一种内窥镜。一种电子内窥镜，包括图像拾取单元，基于图像拾取信号生成视频信号的图像处理单元以及输入视频信号并执行测量目标的测量处理的测量处理单元。测量处理装置具有控制装置和用于显示输出图像的显示装置，将测量对象的轮廓线的一部分指定为基准边缘，并且将测量对象上的特定点指定为测量点。用于指定的装置，用于将参考边缘近似为由参数曲线补充的虚拟曲线的装置，作为虚拟曲线上的特定点的虚拟点以及用于获得测量点之间的距离的缺失宽度计算装置。本发明提供一种测量内窥镜，该测量内窥镜相对于刀片的崩裂量提高了测量精度。 [选择图]图12