

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4715903号
(P4715903)

(45) 発行日 平成23年7月6日(2011.7.6)

(24) 登録日 平成23年4月8日(2011.4.8)

(51) Int. Cl.		F I	
GO1B	11/245	(2006.01)	GO1B 11/245 H
GO6T	1/00	(2006.01)	GO6T 1/00 315
GO6T	17/00	(2006.01)	GO6T 17/00

請求項の数 6 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-277736 (P2008-277736)	(73) 特許権者	000006105
(22) 出願日	平成20年10月29日 (2008.10.29)		株式会社明電舎
(62) 分割の表示	特願2000-40858 (P2000-40858) の分割		東京都品川区大崎2丁目1番1号
原出願日	平成12年2月18日 (2000.2.18)	(74) 代理人	100078499
(65) 公開番号	特開2009-58521 (P2009-58521A)		弁理士 光石 俊郎
(43) 公開日	平成21年3月19日 (2009.3.19)	(74) 代理人	100074480
審査請求日	平成20年10月29日 (2008.10.29)		弁理士 光石 忠敬
		(74) 代理人	100102945
			弁理士 田中 康幸
		(74) 代理人	100120673
			弁理士 松元 洋
		(72) 発明者	藤原 伸行
			東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会社明電舎内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物体の三次元形状モデル作製装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像において画面上で対象物体を囲むモデル計測範囲に予め格子状に設定されたモデル計測点の三次元位置データをステレオ計測によって計測することで物体上のモデル構成点を生成するモデル構成点生成器と、

前記モデル構成点の集合として三次元形状データを生成するモデル構成点三次元形状データ生成部と、

前記モデル計測範囲中で前記モデル構成点が得られなかった点であるデータ欠落点について、前記データ欠落点の左右方向にモデル構成点があるかどうかの検査に加えて、前記データ欠落点の上下方向にもモデル構成点があるかどうかを検査し、上下左右方向にモデル構成点が予め設定しておいた数以上検出された場合は、前記データ欠落点を前記補間対象点とする十字方向検査補間対象点検出部と、

上記検査により上下もしくは左右のモデル構成点の組が見つかった方についてモデル構成点の組を通る直線を計算し、該直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間モデル構成点設定部とからなり、

データ欠落部のない三次元形状データを生成し、三次元形状モデルを構成することを特徴とする物体の三次元形状モデル作製装置。

【請求項2】

請求項1記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、

上記検査により上下及び左右両方についてモデル構成点の組が見つかった場合は、予め優先度を設定しておいた方の組について直線を計算し、該直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間モデル構成点設定部を用いることを特徴とする物体の三次元形状モデル作製装置。

【請求項3】

請求項1記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、

上記検査により上下及び左右両方についてモデル構成点の組が見つかった場合は、全ての組について直線を計算し、全ての組について計算された各直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置の平均を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間モデル構成点設定部を用いることを特徴とする物体の三次元形状モデル作製装置。

10

【請求項4】

請求項1記載の前記十字方向検査補間対象点検出部に代えて、

前記モデル計測範囲中で前記モデル構成点が得られなかった点であるデータ欠落点について、前記データ欠落点の左右方向にモデル構成点があるかどうかの検査に加えて、前記データ欠落点の上下方向及び斜め方向にもモデル構成点があるかどうかを検査し、上下左右斜めの8方向にモデル構成点が予め設定しておいた数以上検出された場合は、前記データ欠落点を前記補間対象点とする8方向検査補間対象点検出部を用い、

また、請求項1記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、

上記検査により前記補間対象点の対角のモデル構成点の組が1つ見つかった場合は、見つかった1つのモデル構成点の組を通る直線を計算し、該直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間構成点設定部を用いることを特徴とする物体の三次元形状モデル作製装置。

20

【請求項5】

請求項4記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、

上記検査により前記補間対象点の対角のモデル構成点の組が複数見つかった場合は、予め優先度を設定しておいた方の組について直線を計算し、該直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間構成点設定部を用いることを特徴とする物体の三次元形状モデル作製装置。

30

【請求項6】

請求項4記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、

上記検査により前記補間対象点の対角のモデル構成点の組が複数見つかった場合は、全ての組について直線を計算し、全ての組について計算された各直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置の平均を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間構成点設定部を用いることを特徴とする物体の三次元形状モデル作製装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、カメラによって得られた画像データを使用して、カメラで撮影可能な範囲に存在する工業部品等の対象物体の三次元形状データを生成し、それにより物体認識処理等に用いる物体の三次元形状モデルを作製する装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

我々は、既に三次元形状モデルを作製する方法として幾つかの提案を行っている。その中で、特願平11-323864号及び特願平11-323865号では、画面上で設定した長方形範囲内(これを"モデル計測範囲"と呼ぶ)に格子状に設定した点(これを"

50

モデル計測点”と呼ぶ)についてステレオ計測により三次元位置データを計測し、三次元位置データを持つ点データ(これを”モデル構成点”と呼ぶ)の集合(これを”三次元形状データ”と呼ぶ)として物体の三次元形状モデルを構成した。これらを”先件提案”と呼ぶ。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

先件提案では、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集合で構成するため、対象物体が多面体のように角張っている場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。また、データの入力手段としてカメラによる入力画像を用いているため、対象物体がどのような大きさのものであっても、カメラで撮影可能な範囲内に存在する物体であれば、例えば、建造物、もしくは山肌、崖というた自然の地形のような工業部品以外の対象であっても、物体の三次元形状モデルを作製することができる。

【0004】

しかしながら、ステレオ計測による三次元位置データによりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があったり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけれない場合がある。このような場合は、ステレオ計測による三次元位置計測が困難なためモデル構成点を設定できず三次元形状データ上でデータの欠落した部分(これを”データ欠落部”と呼ぶ)となる。データ欠落部が1, 2点程度の小さなものであれば平滑化フィルタ等で補間できるが、穴の様に大きくデータの抜けたデータ欠落部ではその部分を何らかの方法により補間する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決する本発明の請求項1に係る物体の三次元形状モデル作製装置は、入力画像において画面上で対象物体を囲むモデル計測範囲に予め格子状に設定されたモデル計測点の三次元位置データをステレオ計測によって計測することで物体上のモデル構成点を生成するモデル構成点生成器と、前記モデル構成点の集合として三次元形状データを生成するモデル構成点三次元形状データ生成部と、前記モデル計測範囲中で前記モデル構成点が得られなかった点であるデータ欠落点について、前記データ欠落点の左右方向にモデル構成点があるかどうかの検査に加えて、前記データ欠落点の上下方向にもモデル構成点があるかどうかを検査し、上下左右方向にモデル構成点が予め設定しておいた数以上検出された場合は、前記データ欠落点を前記補間対象点とする十字方向検査補間対象点検出部と、上記検査により上下もしくは左右のモデル構成点の組が見つかった方についてモデル構成点の組を通る直線を計算し、該直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間モデル構成点設定部とからなり、データ欠落部のない三次元形状データを生成し、三次元形状モデルを構成することを特徴とする。

【0006】

上記課題を解決する本発明の請求項2に係る物体の三次元形状モデル作製装置は、請求項1記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、上記検査により上下及び左右両方についてモデル構成点の組が見つかった場合は、予め優先度を設定しておいた方の組について直線を計算し、該直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間モデル構成点設定部を用いることを特徴とする。

【0007】

上記課題を解決する本発明の請求項3に係る物体の三次元形状モデル作製装置は、請求項1記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、上記検査により上下及び左右両方

10

20

30

40

50

についてモデル構成点の組が見つかった場合は、全ての組について直線を計算し、全ての組について計算された各直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置の平均を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間モデル構成点設定部を用いることを特徴とする。

【0008】

上記課題を解決する本発明の請求項4に係る物体の三次元形状モデル作製装置は、請求項1記載の前記十字方向検査補間対象点検出部に代えて、前記モデル計測範囲中で前記モデル構成点が得られなかった点であるデータ欠落点について、前記データ欠落点の左右方向にモデル構成点があるかどうかの検査に加えて、前記データ欠落点の上下方向及び斜め方向にもモデル構成点があるかどうかを検査し、上下左右斜めの8方向にモデル構成点が
10
予め設定しておいた数以上検出された場合は、前記データ欠落点を前記補間対象点とする8方向検査補間対象点検出部を用い、また、請求項1記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、上記検査により前記補間対象点の対角のモデル構成点の組が1つ見つかった場合は、見つかった1つのモデル構成点の組を通る直線を計算し、該直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間構成点設定部を用いることを特徴とする。

【0009】

上記課題を解決する本発明の請求項5に係る物体の三次元形状モデル作製装置は、請求項4記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、上記検査により前記補間対象点の
20
対角のモデル構成点の組が複数見つかった場合は、予め優先度を設定しておいた方の組について直線を計算し、該直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間構成点設定部を用いることを特徴とする。

【0010】

上記課題を解決する本発明の請求項6に係る物体の三次元形状モデル作製装置は、請求項4記載の前記直線補間モデル構成点設定部に代えて、上記検査により前記補間対象点の
30
対角のモデル構成点の組が複数見つかった場合は、全ての組について直線を計算し、全ての組について計算された各直線と前記補間対象点のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置の平均を前記補間対象点の位置データとして計算することでモデル構成点を設定する直線補間構成点設定部を用いることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明は物体の三次元形状モデルを作製する処理に関するものである。

(1) データの入力手段としてカメラによる入力画像を用いているため、対象物体がどのような大きさのものであっても、カメラで撮影可能な範囲内に存在する物体であれば、例えば、建造物、もしくは山肌、崖といった自然の地形のような工業部品以外の対象であっても、物体の三次元形状モデルを作製することができる。

(2) データの入力手段としてカメラによる入力画像を用いているため、対象物に触ることなく非接触で物体の三次元形状モデルを作製することができる。
40

(3) 三次元形状データを構成するデータとして、三次元位置データを持つモデル構成点の集合を用いるため、円柱や球面のような滑らかな曲面を持つ物体に対しても三次元形状モデルを作製することができる。

(4) 対象物体上に関してモデル構成点を格子状にまんべんなく設定するため、対象物上に異物が存在する場合は、それを容易に検知できる。

(5) ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面により見えない部分が存在するために、対象物体上の三次元形状データに大きなデータ欠落部が出来た場合でも、データ欠落部のモデル構成点を補間により設定することで、データ欠落部の無い三次元形状データを生成することができる。
50

(6) ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけれないことにより、対象物体上の三次元形状データに大きなデータ欠落部が出来た場合でも、データ欠落部のモデル構成点を補間により設定することで、データ欠落部の無い三次元形状データを生成することができる。

(7) データ欠落部の無い三次元形状データを生成することができるため、カメラから見えている対象物体上の全ての点の三次元位置データを持つ三次元形状モデルを得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

本発明を実施するための最良の形態は、以下に実施例として説明する通りである。

【実施例1】

【0013】

(1) 基本的な考え方

本発明の目的は、カメラで撮影可能な範囲に存在する対象物の三次元形状データを生成し、それにより物体の三次元形状モデルを作製することである。

先件提案では、図2に示すように、画像入力するためのカメラ1と、入力画像において対象物体を囲むモデル計測範囲に格子状に設定されたモデル計測点の三次元位置データをステレオ計測によって計測するモデル構成点生成器2と、モデル構成点の集合として三次元形状データを生成するモデル構成点三次元形状データ生成部3と、その三次元形状データを記憶するモデルメモリ4とを備える三次元形状モデル作製装置を提案した。

そのため、基準画面上で設定したモデル計測範囲に格子状に設定したモデル計測点についてステレオ計測により三次元位置データを計測し、三次元位置データを持つモデル構成点の集合である三次元形状データを生成し、物体の三次元形状モデルを構成することができた。

【0014】

なお、モデル計測範囲は対象物体の映った画面を見ながら作業者が対象物体のモデルとして必要な部分が入るように設定し、また、モデル計測点の設定に必要なモデル計測点の間隔は予めパラメータとして設定しておくこととする。

更に、本発明では、図2に示すように、横方向検査補間対象点検出部5及び平均補間モデル構成点設定部6とを追加したものである。

横方向検査補間対象点検出部5は、図1に示すように、モデル計測範囲中でモデル構成点を得られなかった点(これを、"データ欠落点"と呼ぶ)について、その左右方向にモデル構成点があるかどうかを検査し、左右方向の両方にモデル構成点が存在する場合は、このデータ欠落点をデータ欠落部10内にある補間の必要な点(これを"補間対象点"と呼ぶ)20とするものである。

平均補間モデル構成点設定部6は、補間対象点20の高さデータを先に検出した左右のモデル構成点の高さデータの平均により求め、その高さデータとモデル計測点の位置から補間対象点20の三次元位置を計算してモデル構成点を設定する。

【0015】

従って、本発明では、図1に示すように、モデル構成点生成器2により三次元形状モデルを構成する物体の三次元形状データを生成した後、横方向検査補間対象点検出部5により、モデル計測範囲中でモデル構成点を得られなかったデータ欠落点について、その左右方向にモデル構成点があるかどうかを検査し、左右方向の両方にモデル構成点が存在する場合は、このデータ欠落点をデータ欠落部10内にある補間の必要な補間対象点20とし、平均補間モデル構成点設定部6により、補間対象点20の高さデータを先に検出した左右のモデル構成点の高さデータの平均により求め、その高さデータとモデル計測点の位置から補間対象点20の三次元位置を計算してモデル構成点を設定することで、データ欠落部10のない三次元形状データをモデル構成点三次元形状データ生成部3により生成し、三次元形状モデルを構成する。この装置は、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集

10

20

30

40

50

合で構成するため、対象物体が多面体のように角張っている場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。

【 0 0 1 6 】

また、ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があったり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけられない場合でも、データ欠落部 10 を補間するためデータ抜けのない対象物体の三次元形状データを生成できる。更に、横方向検査補間対象点検出部 5 はデータ欠落点の検査方法として左右方向のモデル構成点の有無を調べる簡単な方法を用いており、また、平均補間モデル構成点設定部 6 はモデル構成点の位置データ計算に左右に見つかったモデル構成点の位置データの単純平均を基にする方法を用いるため、データ処理が簡単で高速な処理を実現できる。

【 0 0 1 7 】

(2) その他の実施例

(2 . 1) 横方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置

この装置は、基本的な考え方で述べた装置の処理のうち、補間対象点 20 の位置データを先に検出した左右のモデル構成点の高さデータの平均を基に求める平均補間モデル構成点設定部 6 に代えて、図 3 に示すように、左右のモデル構成点を通る直線を計算し、その直線と補間対象点 20 のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を補間対象点 20 の位置データとして計算する直線補間モデル構成点設定部 16 を使用することでモデル構成点を設定し、データ欠落部 10 のない三次元形状データを生成し、三次元形状モデルを構成する。

この装置は、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集合で構成するため、対象物体が多面体のように角張っている場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。

【 0 0 1 8 】

また、ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があったり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけられない場合でも、データ欠落部 10 を補間するためデータ抜けのない対象物体の三次元形状データを生成できる。

更に、補間対象点 20 の検査方法として左右方向のモデル構成点の有無を調べる簡単な方法を用いているため検査処理の構成が簡単で、直線補間モデル構成点設定部 16 はデータ欠落部 10 の補間に直線補間を用いるため補間した部分と元々モデル構成点が存在した部分との境目にギャップを生じない。

【 0 0 1 9 】

(2 . 2) 十字方向検査平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置

この装置は、基本的な考え方で述べた装置の処理のうち、データ欠落点が補間対象点 20 であるかどうかを左右方向に検査する横方向検査補間対象点検出部 5 に代えて、図 4 に示すように、その左右方向にモデル構成点があるかどうかの検査に加えて、その上下方向にもモデル構成点があるかどうかを検査し、上下左右方向にモデル構成点が予め設定しておいた数以上存在する場合は、このデータ欠落点を補間対象点 20 とする十字方向検査補間対象点検出部 15 を図 5 に示すように用いる。また、補間対象点 20 の位置データを計算する平均補間モデル構成点設定部 6 に代えて、上下左右方向の検査により検出されたモデル構成点の高さデータの平均値とモデル計測点の位置から補間対象点 20 の位置データを求めてモデル構成点を設定する平均補間モデル構成点設定部 26 を図 5 に示すように使用する。この装置は、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集合で構成するため、対

象物体が多面体のように角張っている場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。

【 0 0 2 0 】

また、ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があったり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけられない場合でも、データ欠落部 10 を補間するためデータ抜けのない対象物体の三次元形状データを生成できる。更に、十字方向検査補間対象点検出部 15 は、補間対象点 20 の検査方法として上下左右方向のモデル構成点の有無を調べる方法を用いており、左右方向にモデル構成点の存在する穴形状や縦方向切欠き形状のデータ欠落部 10 だけでなく横方向切欠き形状のデータ欠落部 10 にも対応できる。また、平均補間モデル構成点設定部 26 は、モデル構成点の位置データ計算に検出したモデル構成点の位置データの単純平均を基にする方法を用いるため、データ処理が簡単で高速な処理を実現できる。

10

【 0 0 2 1 】

(2 . 3) 十字方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置

この装置は、(2 . 2) で述べた装置の処理のうち、補間対象点 20 の位置データを先に検出されたモデル構成点の高さデータの平均を基に求める平均補間モデル構成点設定部 26 に代えて、図 6 に示すように、上下もしくは左右のモデル構成点の組が見つかった方についてモデル構成点の組を通る直線を計算し(上下及び左右両方についてモデル構成点の組が見つかった場合は予め優先度を設定しておいた方の組について直線を計算し、もしくは、全ての親について直線を計算し)、その直線と補間対象点 20 のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を補間対象点 20 の位置データとして計算する(全ての組について直線を計算した場合は各直線から計算される交点の三次元位置の平均を補間対象点 20 の位置データとして計算する)直線補間モデル構成点設定部 36 を使用することでモデル構成点を設定し、データ欠落部 10 のない三次元形状データを生成し、三次元形状モデルを構成する。

20

この装置は、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集合で構成するため、対象物体が多面体のように角張っている場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。

30

【 0 0 2 2 】

また、ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があったり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけられない場合でも、データ欠落部 10 を補間するためデータ抜けのない対象物体の三次元形状データを生成できる。更に、十字方向検査補間対象点検出部 15 は、補間対象点 20 の検査方法として上下左右方向のモデル構成点の有無を調べる方法を用いており、左右方向にモデル構成点の存在する穴形状や縦方向切欠き形状のデータ欠落部 10 だけでなく横方向切欠き形状のデータ欠落部 10 にも対応できる。また、直線補間モデル構成点設定部 36 は、データ欠落部 10 の補間に直線補間を用いるため補間した部分と元々モデル構成点が存在した部分との境目にギャップを生じない。

40

【 0 0 2 3 】

(2 . 4) 十字方向検査距離重み付き平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置

この装置は、(2 . 2) で述べた装置の処理のうち、補間対象点 20 の位置データを先に検出されたモデル構成点の高さデータの平均を基に求める平均補間モデル構成点設定部 26 に代えて、図 7 に示すように、画面上における補間対象点 20 の位置から検出したモデル構成点までの距離(これを"補間点距離"と呼ぶ)を計算し、その補間点距離を補間

50

点距離の総計で割った値を重みとし、検出されたモデル構成点の高さデータについて先に計算した重みを付けて平均値を求め、その重み付き平均高さデータとモデル計測点の位置から補間対象点20の位置データを求めてモデル構成点を設定する重み付き平均補間モデル構成点設定部46を使用し、データ欠落部10のない三次元形状データを生成し、三次元形状モデルを構成する。この装置は、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集合で構成するため、対象物体が多面体のように角張っている場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。

【0024】

また、ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があったり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけられない場合でも、データ欠落部10を補間するためデータ抜けのない対象物体の三次元形状データを生成できる。更に、十字方向検査補間対象点検出部15は、補間対象点20の検査方法として上下左右方向のモデル構成点の有無を調べる方法を用いており、左右方向にモデル構成点の存在する穴形状や縦方向切欠き形状のデータ欠落部10だけでなく横方向切欠き形状のデータ欠落部10にも対応できる。また、重み付き平均補間モデル構成点設定部46は、データ欠落部10の補間に距離重み付き平均補間を用いるため補間対象点20により近い位置のモデル構成点の位置データが補間したモデル構成点の位置データに大きく影響し、結果的にデータ欠落部10全体を元々の、モデル形状データと滑らかに接続することができる。

【0025】

(2.5) 8方向検査平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置

この装置は、基本的な考え方で述べた装置の処理のうち、データ欠落点20が補間対象点20であるかどうかを左右方向に検査する横方向検査補間対象点検出部5に代えて、その左右方向にモデル構成点があるかどうかの検査に加えて、図8に示すように、その上下方向及び斜め方向にもモデル構成点があるかどうかを検査し、上下左右斜めの8方向に、モデル構成点が予め設定しておいた数以上存在する場合は、このデータ欠落点を補間対象点20とする8方向検査補間対象点検出部25を図9に示すように用いる。また、補間対象点20の位置データの計算においては、8方向の検査により検出されたモデル構成点の高さデータの平均値とモデル計測点の位置から補間対象点20の位置データを求めてモデル構成点を設定する平均補間モデル構成点設定部57を図9に示すように使用する。この装置は、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集合で構成するため、対象物体が多面体のように角張っている場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。

【0026】

また、ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があったり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけられない場合でも、データ欠落部10を補間するためデータ抜けのない対象物体の三次元形状データを生成できる。更に、補間対象点20の検査方法として上下左右斜めの8方向のモデル構成点の有無を調べる方法を用いており、左右方向にモデル構成点の存在する穴形状や縦方向切欠き形状のデータ欠落部10だけでなく横方向切欠き形状のデータ欠落部10にも対応でき、切欠き欠落部の開口部が斜めになっても開口部出口付近までを補間対象点20とすることができる。また、8方向検査補間対象点検出部25は、補間対象点20を検査するための8方向のモデル構成点の存在数を調整することによって、8方向全てにモデル構成点が存在するような穴形状のデータ欠落点のみを補間対象としたり、8方向のうち3方向程度にモデル構成点が見つければ良いといった浅い切欠き形状のデータ欠落点をも対象とするとい

10

20

30

40

50

った、補間対象とするデータ欠落部10の度合いを設定することができる。また、平均補間モデル構成点設定部57は、モデル構成点の位置データ計算に検出したモデル構成点の位置データの単純平均を基にする方法を用いるため、データ処理が簡単で高速な処理を実現できる。

【0027】

(2.6) 8方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置

この装置は、(2.5)で述べた装置の処理のうち、補間対象点20の位置データを先に検出されたモデル構成点の高さデータの平均を基に求める平均補間モデル構成点設定部57に代えて、補間対象点20の対角のモデル構成点の組が見つかったモデル構成点の組を通る直線を計算し(複数のモデル構成点の組が見つかった場合は予め優先度を設定しておいた方の組について直線を計算し、もしくは、全ての組について直線を計算し)、その直線と補間対象点20のモデル計測点とレンズ焦点を通る直線との交点の三次元位置を補間対象点20の位置データとして計算する(全ての組について直線を計算した場合は各直線から計算される交点の三次元位置の平均を補間対象点20の位置データとして計算する)ことでモデル構成点を設定する直線補間構成点設定部67を使用し、データ欠落部10のない三次元形状データを生成し、三次元形状モデルを構成する。

この装置は、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集合で構成するため、対象物体が多面体のように角張っている場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。

【0028】

また、ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があったり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけれない場合でも、データ欠落部10を補間するためデータ抜けのない対象物体の三次元形状データを生成である。

更に、補間対象点20の検査方法として上下左右斜めの8方向のモデル構成点の有無を調べる方法を用いており、左右方向にモデル構成点の存在する穴形状や撮方向切欠き形状のデータ欠落部10だけでなく横方向切欠き形状のデータ欠落部10にも対応でき、切欠き欠落部の開口部が斜めになっても開口部出口付近までを補間対象点20とすることができる。

また、8方向検査補間対象点検出部25は、補間対象点20を検査するための8方向のモデル構成点の存在数を調整することによって、8方向全てにモデル構成点が存在するような穴形状のデータ欠落点のみを補間対象としたり、8方向のうち3方向程度にモデル構成点が見つかれば良いといった浅い切欠き形状のデータ欠落点おも対象とするといった、補間対象となるデータ欠落部10の度合いを設定することができる。

また、直線補間構成点設定部67は、データ欠落部10の補間に直線補間を用いるため補間した部分と元々モデル構成点が存在した部分との境目にギャップを生じない。

【0029】

(2.7) 8方向検査重み付き平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置

この装置は、(2.5)で述べた装置の処理のうち、補間対象点20の位置データを先に検出されたモデル構成点の高さデータの平均を基に求める平均補間モデル構成点設定部57に代えて、図11に示すように、補間対象点20と検出したモデル構成点から補間点距離を計算し、その補間点距離を補間点距離の総計で割った値を重みとし、検出されたモデル構成点の高さデータについて先に計算した重みを付けて平均値を求め、その重み付き平均高さデータとモデル計測点の位置から補間対象点20の位置データを求めてモデル構成点を設定する重み付き平均補間モデル構成点設定部77を使用し、データ欠落部10のない三次元形状データを生成し、三次元形状モデルを構成する。この装置は、物体の三次元形状モデルをモデル構成点の集合で構成するため、対象物体が多面体のように角張って

10

20

30

40

50

いる場合はもちろん、円柱や球面のような滑らかな曲面から構成される場合でも、対象物の三次元形状データを生成でき、これにより三次元形状モデルを作製することができる。

【0030】

また、ステレオ計測によりモデル構成点を設定する際、モデル計測点を設定する基準画面では見えているが、その対応点を探索する参照画面では視差の関係で対象物体上の突起や斜面のために見えない部分が存在する場合があつたり、また基準画面と参照画面両方で見えているが特徴のない滑らかな部分であるため対応点を見つけられない場合でも、データ欠落部10を補間するためデータ抜けのない対象物体の三次元形状データを生成できる。更に、補間対象点20の検査方法として上下左右斜めの8方向のモデル構成点の有無を調べる方法を用いており、左右方向にモデル構成点の存在する穴形状や縦方向切欠き形状のデータ欠落部10だけでなく横方両切欠き形状のデータ欠落部10にも対応でき、切欠き欠落部の開口部が斜めになつていても開口部出口付近までを補間対象点20とすることができる。

10

【0031】

また、補間対象点20を検査するための8方向のモデル構成点の存在数を調整することによって、8方向全てにモデル構成点が存在するような穴形状のデータ欠落点のみを補間対象としたり、8方向のうち3方向程度にモデル構成点が見つければ良いといった浅い切欠き形状のデータ欠落点をも対象とするといった、補間対象となるデータ欠落部10の度合いを設定することができる。また、8方向検査補間対象点検出部25は、重み付き平均補間モデル構成点設定部77は、データ欠落部10の補間に距離重み付き平均補間を用いるため補間対象点20により近い位置のモデル構成点の位置データが補間したモデル構成点の位置データに大きく影響し、結果的にデータ欠落部10全体を元々のモデル形状データと滑らかに接続することができる。

20

【産業上の利用可能性】

【0032】

本発明は、カメラによって得られた画像データを使用して、カメラで撮影可能な範囲に存在する工業部品等の対象物体の三次元形状データを生成し、これにより物体認識処理等に用いる物体の三次元形状モデルを作製する装置として産業上広く利用可能なものである。

【図面の簡単な説明】

30

【0033】

【図1】横方向検査による補間対象点の検出の例を示す説明図である。

【図2】本発明による三次元形状モデル作製装置の例を示す説明図である。

【図3】本発明による横方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例を示す説明図である。

【図4】十字方向検査による補間対象点の検出の例を示す説明図である。

【図5】本発明による十字方向検査平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例を示す説明図である。

【図6】本発明による十字方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例を示す説明図である。

40

【図7】本発明による十字方向検査重み付き平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例を示す説明図である。

【図8】8方向検査による補間対象点の検出の例を示す説明図である。

【図9】本発明による8方向検査平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例を示す説明図である。

【図10】本発明による8方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例を示す説明図である。

【図11】本発明による8方向検査重み付き平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例を示す説明図である。

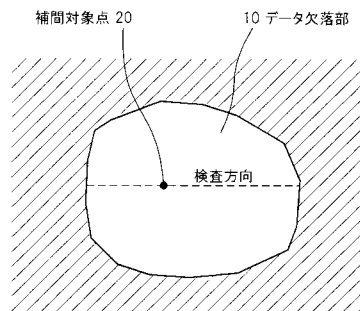
【符号の説明】

50

【 0 0 3 4 】

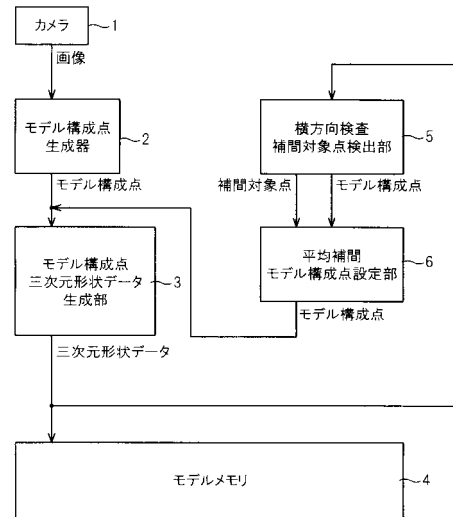
- 1 カメラ
- 2 モデル構成点生成器
- 3 モデル構成点三次元形状データ生成部
- 4 モデルメモリ
- 5 横方向検査補間対象点検出部
- 2 5 十字方向検査補間対象点検出部
- 3 5 8方向検査補間対象点検出部
- 6 , 2 6 , 5 6 平均補間モデル構成点設定部
- 1 6 , 3 6 , 6 6 直線補間モデル構成点設定部
- 4 6 , 7 6 重み付き平均補間モデル構成点設定部
- 1 0 データ欠落点
- 2 0 補間対象点

【 図 1 】



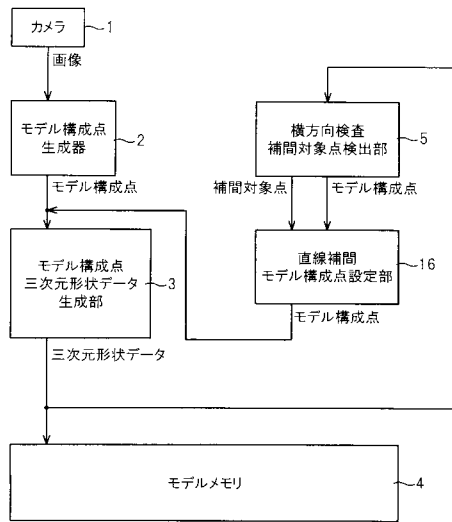
横方向検査による補間対象点の検出の例

【 図 2 】



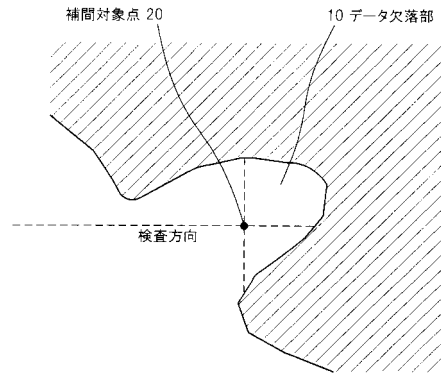
本発明による物体の三次元形状モデル作製装置の例

【図3】



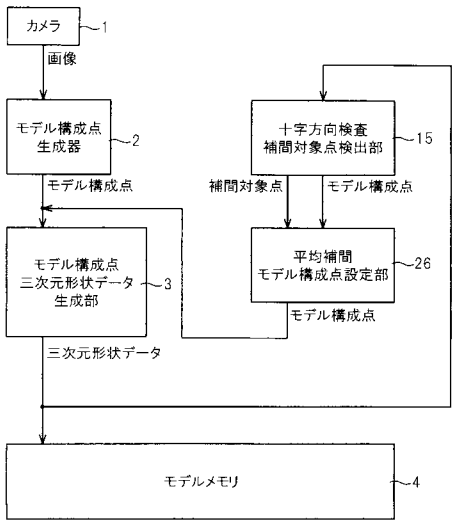
本発明による横方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例

【図4】



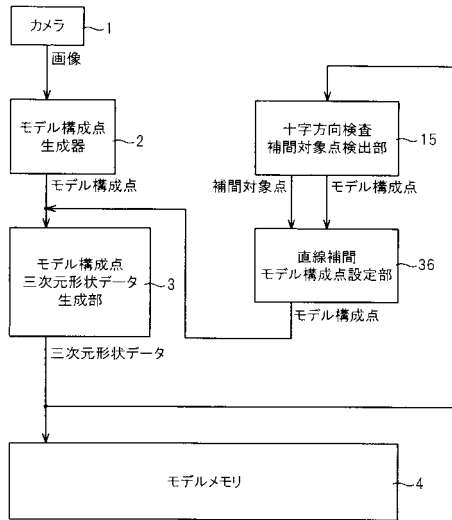
十字方向検査による補間対象点の検出の例

【図5】



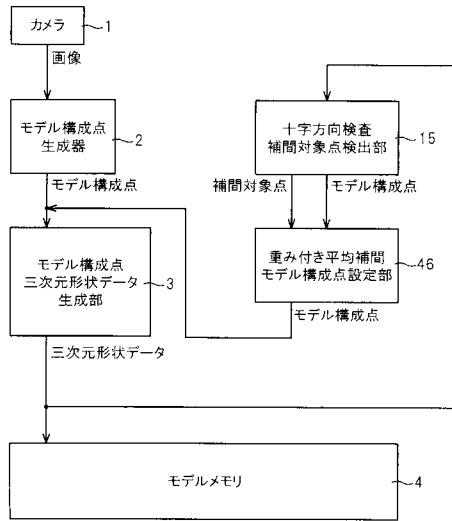
本発明による十字方向検査平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例

【図6】



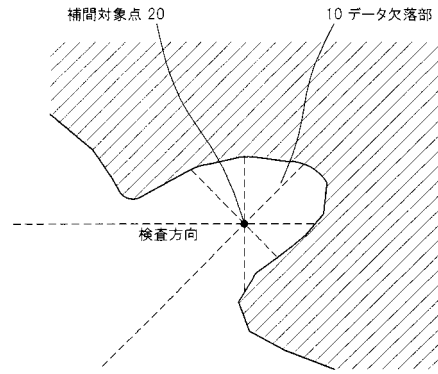
本発明による十字方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例

【図7】



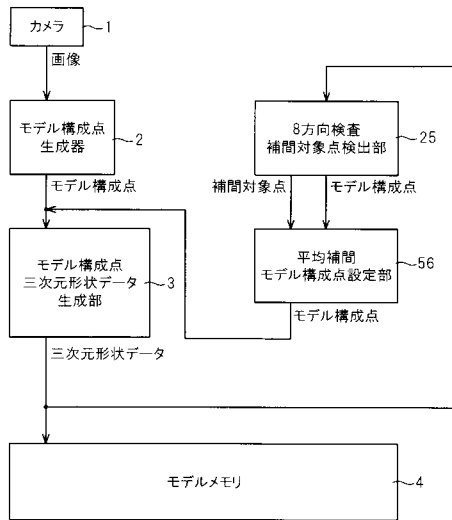
本発明による十字方向検査距離重み付き平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例

【図8】



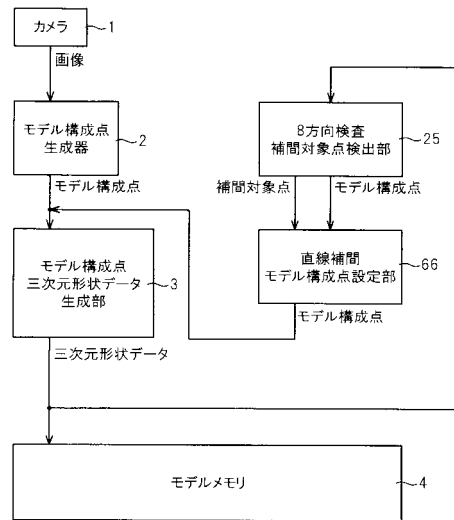
8方向検査による補間対象点の検出の例

【図9】



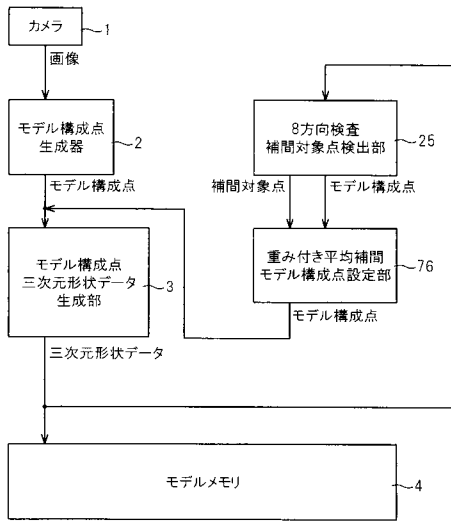
本発明による8方向検査平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例

【図10】



本発明による8方向検査直線補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例

【図11】



本発明による8方向検査重み付き平均補間処理を加えた三次元形状モデル作製装置の例

フロントページの続き

(72)発明者 恩田 寿和
東京都品川区大崎二丁目1番17号 株式会社明電舎内

審査官 松川 直樹

- (56)参考文献 特開2001-143081(JP,A)
特開平10-268201(JP,A)
特開平08-037601(JP,A)
特開平10-019562(JP,A)
特開平11-325853(JP,A)
特開平11-161821(JP,A)
特開平11-312228(JP,A)
特開平04-242106(JP,A)
福森 幸雄 Y. Fukumori, 3次元医用画像の認識支援法 Recognition Support Method of 3-D Medical Images, 電子情報通信学会技術研究報告 Vol.92 No.222 IEICE Technical Report, 日本, 社団法人電子情報通信学会 The Institute of Electronics, Information and Communication Engineers, 1992年 9月18日, 第92巻 第222号, p.67~74
金 秀一 Xiuyi JIN, 3次元デジタル画像に対する形状補間の一方法 A Shape Interpolation Method for Tree-Dimensional Digital Images, 電子情報通信学会論文誌 (J73-D-II) 第11号 THE TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS, 日本, 社団法人電子情報通信学会 THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS, 1990年11月25日, 第J73-D-II巻, 第J73-D-II巻 第11号, p.1830~1841

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/245、11/24、11/00
G06T 1/00、17/40
G01C 3/06