

明 細 書

発明の名称： 3次元計測装置

技術分野

[0001] 本発明は、対象物の3次元計測を高精度に行うための3次元計測装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、対象物を2方向から撮影した2つの撮影画像に基づき三角測量の原理で対象物の3次元形状を計測する装置が用いられている。ここで、三角測量の原理を用いる場合、2つの撮影画像間で対応する対応個所を特定する必要がある。対応個所の特定方法として、2つの撮影画像における小領域の輝度情報を比較する方法がある。しかし、対象物に平坦な部分や色の変化が少ない部分等が存在する場合などにおいて、対応個所の特定を高精度に行うことが困難となる状況が発生し得た。

[0003] 当該状況への対策として、所定パターンからなる投影光を対象物に投影して対応個所の特定に利用する方法が存在する。例えば、特許文献1では、2つの撮影画像間の対応個所の特定が正確にできないと判断された場合に、パターン投影機により特定パターン形状の光を投影し、特定パターン形状の明暗を利用して対応個所を特定し視差情報を算出する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特公平4－25758号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、対応個所の特定を目的として対象物に投影される投影光の明暗パターンとしては、ランダムドットパターンが一般的である。しかし、ランダムドットパターンは局所的に同様なドットパターンの個所が出現する可能性がある。そのため、2つの撮影画像間の対応個所を正確に特定できず、結

果として視差情報の算出結果が十分な精度にならない場合があるという問題があった。

[0006] 本発明は、上記問題点に鑑みなされたものであり、対象物の３次元計測を高精度に行うことが可能な３次元計測装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る３次元計測装置は、対象物に対する３次元計測を行うための３次元計測装置であって、ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則に従って基準位置を決定する決定処理と、少なくとも１つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する選択処理と、前記基準位置に対して選択された前記配置パターンに基づいてドットを配置する配置処理と、前記決定処理、前記選択処理及び前記配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを生成するドットパターン生成部と、前記ドットパターンからなる投影光を前記対象物に対して投影させるように投影装置を制御するドットパターン投影制御部と、前記投影光が投影された前記対象物を２方向から撮影するように撮影装置を制御して、２つの撮影画像を取得する撮影画像取得部と、取得された前記２つの撮影画像について、視差情報を算出する視差情報算出部と、算出された前記視差情報に基づいて、前記対象物の３次元形状を特定する３次元形状特定部とを備えることを特徴とする。

[0008] 本発明に係る３次元計測装置は、対象物に対する３次元計測を行うための３次元計測装置であって、ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則に従って基準位置を決定する決定処理と、少なくとも１つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する選択処理と、前記基準位置に対して選択された前記配置パターンに基づいてドットを配置する配置処理と、前記決定処理、前記選択処理及び前記配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを予め生成して所定の記憶部に記憶させておくドットパターン生成処理部と、前記記憶部から前記ドットパターンを読み出し、当該ドットパターンからなる投影光を前記対象物に対して

投影させるように投影装置を制御するドットパターン投影制御部と、前記投影光が投影された前記対象物を2方向から撮影するように撮影装置を制御して、2つの撮影画像を取得する撮影画像取得部と、取得された前記2つの撮影画像について、視差情報を算出する視差情報算出部と、算出された前記視差情報に基づいて、前記対象物の3次元形状を特定する3次元形状特定部とを備えることを特徴とする。

[0009] また、本発明に係る3次元計測装置は、前記複数の配置パターンが、予め設定したドット配置領域のうち何れの個所にドットを配置するかについて、前記ドット配置領域内において平行移動した際に互いに重複するパターンとにならないものの組み合わせであることを特徴としてもよい。

[0010] 本発明に係る3次元計測装置は、対象物に対する3次元計測を行うための3次元計測装置であって、ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則に従って基準ドットを決定する決定処理と、前記基準ドットに対する所定範囲において所定の追加規則に従って追加ドットを配置する配置処理と、前記決定処理及び前記配置処理を複数回数行う反復処理によってドットパターンを生成するドットパターン生成部と、前記ドットパターンからなる投影光を前記対象物に対して投影させるように投影装置を制御するドットパターン投影制御部と、前記投影光が投影された前記対象物を2方向から撮影するように撮影装置を制御して、2つの撮影画像を取得する撮影画像取得部と、取得された前記2つの撮影画像について、視差情報を算出する視差情報算出部と、算出された前記視差情報に基づいて、前記対象物の3次元形状を特定する3次元形状特定部とを備えることを特徴とする。

[0011] 本発明に係る3次元計測装置は、対象物に対する3次元計測を行うための3次元計測装置であって、ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則に従って基準ドットを決定する決定処理と、前記基準ドットに対する所定範囲において所定の追加規則に従って追加ドットを配置する配置処理と、前記決定処理及び前記配置処理を複数回数行う反復処理によってドットパターンを予め生成して所定の記憶部に記憶させておくドットパター

ン生成処理部と、前記記憶部から前記ドットパターンを読み出し、当該ドットパターンからなる投影光を前記対象物に対して投影させるように投影装置を制御するドットパターン投影制御部と、前記投影光が投影された前記対象物を2方向から撮影するように撮影装置を制御して、2つの撮影画像を取得する撮影画像取得部と、取得された前記2つの撮影画像について、視差情報を算出する視差情報算出部と、算出された前記視差情報に基づいて、前記対象物の3次元形状を特定する3次元形状特定部とを備えることを特徴とする。

- [0012] また、本発明に係る3次元計測装置は、前記追加規則が、前記基準ドットに対し何れの位置に前記追加ドットを配置するかについて、当該基準ドット及び前記追加ドットが所定範囲内において平行移動した際に、他の位置に前記追加ドットを配置した場合に対し互いに重複するパターンとならない位置を決定する規則であることを特徴としてもよい。

発明の効果

- [0013] 本発明によれば、対象物の3次元計測を高精度に行うことが可能な3次元計測装置を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する3次元計測装置の構成の一例を示すブロック図である。
- [図2]本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する3次元計測処理の流れの一例を示すフローチャート図である。
- [図3]本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する本例ドットパターン生成処理の流れの一例を示すフローチャート図である。
- [図4]本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する配置パターンの例について説明した説明図である。
- [図5]本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する本例ドットパターンの例について説明した説明図である。
- [図6]本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する撮影画像の例について

説明した説明図である。

[図7]本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する撮影拡大画像の例について説明した説明図である。

[図8]本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する視差画像の例について説明した説明図である。

発明を実施するための形態

[0015] [第1の実施の形態]

以下、図面を参照しながら、本発明の第1の実施の形態に係る3次元計測装置の例について説明する。

[0016] 図1は、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する3次元計測装置の構成の一例を示すブロック図である。図1に示すように、3次元計測装置10は、ドットパターン生成部11と、ドットパターン投影制御部12と、撮影画像取得部13と、視差情報算出部14と、3次元形状特定部15と、記憶部16とを備える。

[0017] 3次元計測装置10は、対象物に対する3次元計測を行うための装置である。具体的には、3次元計測装置10は、対象物に対し投影光を投影して撮影し、当該投影光が投影された対象物の撮影画像に基づいて当該対象物の3次元形状を特定する装置である。なお、3次元計測装置10は、一般的なコンピュータが通常備えているであろうCPU（Central Processing Unit：中央演算処理装置）と、メモリと、ハードディスクドライブ、SSD等のストレージとを備えており、また、マウス、キーボード等の入力装置と、ディスプレイ、プリンタ等の出力装置と、通信ネットワークと接続するための通信装置とを備えており、これらがバスを介して接続されている構成であってよい。3次元計測装置10の各部における処理は、これらの各部における処理を実行するためのプログラムをメモリから読み込んで制御回路（Processing circuit、Processing circuitry）として機能するCPUやGPUあるいはFPGAにおいて実行することで実現する。言い換えると、当該プログラムの実行により、プロセッサ（処理回路）が、各装置の各処理を実行できるよう

に構成される。

[0018] 3次元計測装置10は、3次元計測において投影装置20及び撮影装置30を利用する。

本例では、3次元計測装置10は、専用マシンとして実現され、投影装置20と、撮影装置30とを内部に一体として備えるものとして説明を行う。勿論、3次元計測装置10は、必ずしも投影装置20と撮影装置30とを内部に備えている必要はなく、外部の投影装置20及び／又は撮影装置30を利用してもよい。

[0019] 投影装置20は、対象物に投影光を投影するための装置である。投影装置20の例には、プロジェクタやディスプレイがある。撮影装置30は、対象物を2方向から撮影するための装置である。例えば、撮影装置30は、3次元計測装置10の内部に対象物を2方向から撮影できる部分に2台備えられる。他にも、撮影装置30は、例えば3次元計測装置10から独立した外部の装置である場合、互いに独立した2台の装置や自装置の内部に2つの撮影用光学系を備えた1台の装置である。撮影装置30の例には、ステレオカメラがある。

[0020] ドットパターン生成部11は、所定の決定規則に従って基準位置を決定する決定処理と、少なくとも1つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する選択処理と、基準位置に対して選択された配置パターンに基づいてドットを配置する配置処理と、決定処理、選択処理及び配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを生成する機能を有する。

[0021] ドットパターン生成部11が生成するドットパターンは、投影装置20により投影される投影光の明暗の切り替わり示すパターンであって、ドットの配置により示される2次元のパターンである。当該ドットパターンは、基準位置に対し配置パターンに基づいてドットを配置する配置処理を複数回数行われることで生成される。ドットパターン生成部11が生成するドットパターンを「配置パターン利用ドットパターン」といい、以下「本例ドットパタ

ーン」と称する。なお、個々のドットの形状は特に限定されず、丸型でもよいし四角型でもよい。

[0022] ドットパターン生成部 11 は、決定処理において、所定の決定規則に従って基準位置を決定する。ここで、基準位置は、配置パターンに基づいてドットを配置するための基準となる位置であって、所定の決定規則に従って決定される位置である。基準位置は、例えば予め設定した領域内における平面座標によって与えられる。

[0023] また、決定規則とは、基準位置を決定するための規則をいう。決定規則は特に限定されないが、生成されるドットパターン中のドットの密度が略一定となるよう位置を決定する規則や配置パターン同士が隣接や重複しない規則が好ましい。また、決定規則は、基準位置として決定する位置に規則性が生じないもの（例えば基準位置をランダムな位置に決定する規則）が好ましい。配置されたドットパターンの密度が略一定となるよう位置を決定する規則の例には、ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則がある。

[0024] また、配置パターンとは、少なくとも 1 以上のドット配置を示すパターンをいう。例えば、配置パターンは、中心となる 1 つのドット（中心ドット）及び当該ドット近傍のドットから構成されるパターンである。

[0025] ドットパターン生成部 11 は、選択処理において、少なくとも 1 つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する。例えば、ドットパターン生成部 11 は、複数の配置パターンからランダムで何れか 1 つのパターンを選択する。本例では、複数の配置パターンは、縦 3 横 3 の最大 9 個のドットを配置できるドット配置領域に 1 ～ 3 個のドットを配置する 25 種のパターンであり、ドットパターン生成部 11 は、選択処理において、当該 25 種のパターンからランダムで何れか 1 つを選択する。

[0026] ドットパターン生成部 11 は、配置処理において、基準位置に対して選択された配置パターンに基づいてドットを配置する。具体的には、ドットパターン生成部 11 は、配置処理において、決定処理で決定された基準位置に対

し、選択処理で選択された配置パターンが示す組み合わせと同じ配置となるようにドットを配置する。本例では、ドットパターン生成部 11 は、配置処理において、縦 3 横 3 の最大 9 個のドットを配置できるドット配置領域に 1 ～ 3 個のドットの配置を示す 25 種のパターンのうちの選択処理で選択されたパターンと同じ配置となるよう、決定処理で決定された基準位置を縦 3 横 3 の中心としてドットを配置する。

[0027] ドットパターン生成部 11 は、決定処理、選択処理及び配置処理を複数回数行う反復処理によって本例ドットパターンを生成する。具体的には、ドットパターン生成部 11 は、配置処理を実行後、決定処理、選択処理及び配置処理の一連の処理を複数回数行っているか否かを判定する。そして、ドットパターン生成部 11 は、一連の処理を複数回数行っていると判定した場合は本例ドットパターンの生成を完了し、一連の処理の実行回数が複数回수에満たないと判定した場合は決定処理に復帰する。ここでの複数回数は適宜決定され得る。例えば、複数回数は、生成される本例ドットパターン中のドットの密度に基づいて決定される。

[0028] ドットパターン投影制御部 12 は、本例ドットパターンからなる投影光を対象物に対して投影させるように投影装置 20 を制御する機能を有する。ここで、対象物に投影光が投影された場合の本例ドットパターンにおけるドットに対応する部分は、当該ドット以外に対応する部分と比較して輝度が高い部分（明部）となってもよいし輝度が低い部分（暗部）となってもよい。なお、本例では、ドットパターン投影制御部 12 による投影処理は、投影装置 20 を制御することにより実行される。

[0029] 撮影画像取得部 13 は、投影光が投影された対象物を 2 方向から撮影するように撮影装置 30 を制御して、2 つの撮影画像を取得する機能を有する。本例では、撮影画像取得部 13 による 2 方向からの撮影処理は、3 次元計測装置 10 の内部に備えられた撮影装置 30 を制御することにより実行される。なお、2 方向からの撮影において双方の画角に、投影光が投影された部分の対象物が収まるような状態で撮影装置 30 による撮影が行われる。

- [0030] 視差情報算出部 14 は、取得された 2 つの撮影画像について、視差情報を算出する機能を有する。具体的には、視差情報算出部 14 は、撮影画像取得部 13 により取得された 2 つの撮影画像について、一方の撮影画像の所定個所に対応する他方の撮影画像中の個所を特定し、それぞれの個所の画素位置間の距離情報を視差情報として算出する処理を行う。例えば、所定個所は、撮影画像における所定位置の 1 画素である。そして、視差情報算出部 14 は、例えば、撮影画像における所定位置の 1 画素に対応する他方の撮影画像中の 1 画素を特定すると、対応を特定した 2 つの画素の画素位置間の距離を示す情報を視差情報として算出する。ここで、画素位置とは、複数の画素からなる撮影画像中の各画素に対応する位置をいう。
- [0031] 視差情報算出部 14 は、一方の撮影画像の所定個所に対応する他方の撮影画像中の個所を特定する際に撮影画像の輝度情報を利用してもよい。撮影画像の輝度情報は、例えば画素ごとに存在している。ここで、撮影画像の所定個所を基準とする所定範囲内の画素の輝度情報が利用されてもよい。例えば、視差情報算出部 14 は、撮影画像の所定位置の 1 画素を中心とした所定範囲内に位置する所定数の画素（例えば、所定位置の画素を中心とする縦 3 横 3 の合計 9 画素）の輝度情報を利用する。
- [0032] ここで、一方の撮影画像の所定個所に対応する他方の撮影画像中の個所を特定する際の輝度情報の利用方法の一例を説明する。まず、所定位置の 1 画素の輝度と、当該 1 画素を中心とした所定範囲内に位置する複数の画素の輝度との高低を比較して 2 値化したバイナリベクトルデータを生成する。そして、当該データについての撮影画像間でのハミング距離に基づいて、一方の撮影画像の所定個所に対応する他方の撮影画像の個所を特定する。以上が輝度情報の利用方法の一例である。
- [0033] 3次元形状特定部 15 は、算出された視差情報に基づいて、対象物の 3次元形状を特定する機能を有する。ここで、3次元形状特定部 15 は、対象物の 3次元形状の特定に際し、三角測量の原理を利用する。3次元形状特定部 15 は、例えば、視差情報算出部 14 により算出された画素位置間の距離を

示す情報に基づいて、撮影装置30から、対象物中の各個所までの距離情報を三角測量の原理を利用してそれぞれ算出し、算出した距離情報に基づいて対象物の3次元形状を特定する。

[0034] 記憶部16は、3次元計測装置10における各部の処理に必要な情報を記憶し、また、各部の処理で生じた各種の情報を記憶する機能を有する。

[0035] 図2は、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する3次元計測処理の流れの一例を示すフローチャート図である。図2を参照して、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する3次元計測装置10における3次元計測処理の流れについて説明を行う。

[0036] この図2において、3次元計測処理は、3次元計測装置10において、本例ドットパターンを生成することによって開始される（ステップS101）。本例ドットパターン生成処理の詳細な流れの一例については図3にて説明する。次に、3次元計測装置10は、本例ドットパターンからなる投影光を対象物に対して投影させるように投影装置20を制御する（ステップS102）。次に、3次元計測装置10は、対象物を2方向から撮影するように撮影装置30を制御して2つの撮影画像を取得する（ステップS103）。次に、3次元計測装置10は、2つの撮影画像について視差情報を算出する（ステップS104）。最後に、3次元計測装置10は、視差情報に基づいて対象物の3次元形状を特定し（ステップS105）、処理は終了する。

[0037] 図3は、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する本例ドットパターン生成処理の流れの一例を示すフローチャート図である。図2を参照して、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する3次元計測装置10による3次元計測処理のうちステップS101の本例ドットパターン生成処理の流れについて説明を行う。

[0038] この図3において、本例ドットパターン生成処理は、3次元計測装置10において、所定の決定規則に従って基準位置を決定することによって開始される（ステップS201）。次に、3次元計測装置10は、少なくとも1つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する（ステッ

プS 2 0 2)。次に、3次元計測装置10は、基準位置に対して選択された配置パターンに基づいてドットを配置する(ステップS 2 0 3)。次に、3次元計測装置10は、決定処理、選択処理及び配置処理を複数回数実行されていない場合(ステップS 2 0 4、N)、ステップS 2 0 1に戻る。本例では、ステップS 2 0 4における複数回数は、生成されるドットパターン中のドットが所定密度の密度になる回数である。一方、3次元計測装置10は、決定処理、選択処理及び配置処理を複数回数実行された場合(ステップS 2 0 4、Y)、処理は終了する。

[0039] 図4は、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する配置パターンの例について説明した説明図である。図4には、ドットパターン生成部11により選択候補となる配置パターンの例が示されている。図4に示す例では、配置パターンは全部で25種存在し、それぞれが縦3横3の最大9個のドットを配置できるドット配置領域に1～3個のドットが配置される格子状パターンである。本例における25種の配置パターンは、同一のドット配置のパターンが重複して含まれず、さらにドット配置領域内において平行移動した際に互いに重複するパターンとならないものの組み合わせである。また、本例では、各配置パターンには0～24の固有の番号が振られている。ドットパターン生成部11による選択処理においては、0～24の何れかが乱数生成され、生成された数値に対応する配置パターンが選択される。なお、配置パターンにより隣接して2つのドットが配置されるよう示されている場合、ドットパターン投影制御部12により投影された投影光における当該2つのドットは、連続していてもよいし所定距離離れていてもよい。

[0040] 図5は、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応するドットパターンの例について説明した説明図である。図5(A)には、ドットパターン生成部11により生成された本例ドットパターンの例が示されている。図5(B)には、ランダムドットパターンである従来ドットパターンの例が示されている。図5(A)及び図5(B)のドットパターンは、ドットの密度が共に約20%と略同一になっている。図5(A)に示されるように、配置パター

ンに基づいてドットの配置を行った本例ドットパターンは、図5（B）の従来ドットパターンと比較して、パターンにおける各小領域でのドットの配置に特徴を持たせることができている。すなわち、パターンにおける複数の小領域間でのドット配置の一致度を従来ドットパターンと比較して低くすることができる。

[0041] 図6は、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する撮影画像の例について説明した説明図である。図6には、撮影画像取得部13により取得された撮影画像の例が示されている。ここで、ドットパターン投影制御部12により対象物には投影光が投影されているものとする。図6（A）は、3次元計測装置10から対象物に向かって左側の方向からの撮影により取得された撮影画像である。図6（B）は、3次元計測装置10から対象物に向かって右側の方向からの撮影により取得された撮影画像である。図6（A）及び図6（B）に示されている通り、異なる2方向から撮影されたため、左側と右側とで撮影された範囲が異なっており、対象物の同一個所の撮影画像中の位置についても2つの撮影画像間で異なっている。

[0042] 図7は、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する撮影拡大画像の例について説明した説明図である。図7（A）には、図6で示された撮影画像の一部を拡大したものが示されている。比較のため、図7（B）に、図6で示されている対象物に、本例ドットパターンの代わりに従来ドットパターンからなる投影光が投影されている場合の撮影画像の一部を拡大したものを示す。このように撮影画像取得部13により取得された撮影画像には投影光として投影されたドットパターンが含まれ、当該ドットパターンが視差情報算出部14による2つの撮影画像間の対応個所の特定に利用される。

[0043] 図8は、本発明の実施の形態の少なくとも1つに対応する視差画像の例について説明した説明図である。図8（A）には、図6で示された2つ撮影画像間の対応個所の特定結果に基づいて生成された視差画像を拡大したものが示されている。比較のため、図8（B）に、本例ドットパターンの代わりに従来ドットパターンからなる投影光が対象物に投影されている場合の視差画

像を図8（A）と同一の個所で拡大したものを示す。ここで、視差画像とは、2つの撮影画像間の各対応個所についての差分の値を演算した結果を示す画像をいう。視差画像のノイズが少なくなるに従って対応個所の特定精度は高くなっていることが示される。図8（A）に示される画像では、図8（B）に示される画像よりもノイズが少なくなっている。具体的には、図8（A）に示される画像のうち、右側領域において図8（B）に示される画像よりもノイズが少なくなっている。このように、従来ドットパターンからなる投影光よりも本例ドットパターンからなる投影光の方が、視差情報の算出精度が高いことが分かる。

[0044] 以上のように、本発明に係る3次元計測装置10によれば、ドットパターン生成部11と、ドットパターン投影制御部12と、撮影画像取得部13と、視差情報算出部14と、3次元形状特定部15とを備える構成とし、所定の決定規則に従って基準位置を決定する決定処理と、少なくとも1つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する選択処理と、基準位置に対して選択された前記配置パターンに基づいてドットを配置する配置処理と、決定処理、選択処理及び配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを生成し、本例ドットパターンからなる投影光を対象物に対して投影させるように投影装置20を制御し、投影光が投影された対象物を2方向から撮影するように撮影装置30を制御して、2つの撮影画像を取得し、取得された2つの撮影画像について、視差情報を算出し、算出した視差情報に基づいて、対象物の3次元形状を特定するので、対象物の3次元計測を高精度に行うことが可能となる。

[0045] すなわち、3次元計測装置10が生成する本例ドットパターンは、配置パターンに基づいてドットが配置されたものであるため、ドットの集合ごとの形状に特徴を持たせることができる。そのため、本例ドットパターンの場合は従来ドットパターンの場合と比較して、ドットの集合間の形状の不一致度が高くなる。結果として、ドットを利用した視差情報の正確な算出ができるようになり、ひいては対象物の3次元形状を高精度に特定することが可能と

なる。

[0046] なお、3次元計測装置10は、ドットパターン生成部11の代わりに、所定の決定規則に従って基準位置を決定する決定処理と、少なくとも1つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する選択処理と、基準位置に対して選択された配置パターンに基づいてドットを配置する配置処理と、決定処理、選択処理及び配置処理を複数回数行う反復処理とによって本例ドットパターンを予め生成して所定の記憶部に記憶させておくドットパターン生成処理部を備えていてもよい。その場合、ドットパターン投影制御部12は、当該記憶部から本例ドットパターンを読み出し、当該本例ドットパターンからなる投影光を対象物に対して投影させるように投影装置20を制御する。ドットパターンの記憶方法は、画像ファイルとして保存するほか、たとえばフォトマスクにドットパターンを印刷したものを装置内に保管するような方法であってもよい。

[0047] [第2の実施の形態]

第2の実施の形態に係るドットパターン生成部は、所定の決定規則に従って基準ドットを決定する決定処理と、基準ドットに対する所定範囲において所定の追加規則に従って追加ドットを配置する配置処理と、決定処理及び配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを生成する機能を有する。以下、第2の実施の形態に係るドットパターン生成部について、第1の実施の形態に係るドットパターン生成部11との相違点に関して説明する。なお、ドットパターン生成以外について第1の実施の形態と同様の構成については説明を省略する。

[0048] 基準ドットは、追加ドットを配置するための基準となるドットであって、所定の決定規則に従って位置が決定されるドットである。ここでの決定規則は第1の実施形態で説明したものと同様の内容であるため、説明を省略する。

[0049] 追加ドットは、基準ドットの位置を基準として所定の追加規則に従って所定範囲内に位置が決定されるドットである。追加規則は、基準ドットの位置

を基準として少なくとも1以上のドットを追加して配置するための規則である。例えば、所定範囲は、基準ドットの位置を基準とした所定の距離以内の範囲であり、追加規則は、基準ドットの位置を基準とした位置に追加ドットを配置する規則である。また、追加規則は、基準ドットに対し何れの位置に追加ドットを配置するかについて、基準ドット及び追加ドットが所定範囲内において平行移動した際に、他の位置に追加ドットを配置した場合に対し互いに重複するパターンとならないような位置を決定する規則でもよい。

[0050] なお、第2の実施の形態に係る3次元計測装置は、第2の実施の形態におけるドットパターン生成部の代わりに、所定の決定規則に従って基準ドットを決定する決定処理と、基準ドットに対する所定範囲において所定の追加規則に従って追加ドットを配置する配置処理と、決定処理及び配置処理を複数回行う反復処理とによってドットパターンを予め生成して所定の記憶部に記憶させておくドットパターン生成処理部を備えていてもよい。その場合、第2の実施の形態に係るドットパターン投影制御部12は、当該記憶部から当該ドットパターンを読み出し、当該ドットパターンからなる投影光を対象物に対して投影させるように投影装置20を制御する。ドットパターンの記憶方法は、画像ファイルとして保存するほか、たとえばフォトマスクにドットパターンを印刷したものを装置内に保管するような方法であってもよい。

符号の説明

[0051]	10	3次元計測装置
	11	ドットパターン生成部
	12	ドットパターン投影制御部
	13	撮影画像取得部
	14	視差情報算出部
	15	3次元形状特定部
	16	記憶部
	20	投影装置
	30	撮影装置

請求の範囲

[請求項1]

対象物に対する3次元計測を行うための3次元計測装置であって、
ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則に従って基準位置を決定する決定処理と、少なくとも1つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する選択処理と、前記基準位置に対して選択された前記配置パターンに基づいてドットを配置する配置処理と、前記決定処理、前記選択処理及び前記配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを生成するドットパターン生成部と、

前記ドットパターンからなる投影光を前記対象物に対して投影させるように投影装置を制御するドットパターン投影制御部と、

前記投影光が投影された前記対象物を2方向から撮影するように撮影装置を制御して、2つの撮影画像を取得する撮影画像取得部と、

取得された前記2つの撮影画像について、視差情報を算出する視差情報算出部と、

算出された前記視差情報に基づいて、前記対象物の3次元形状を特定する3次元形状特定部とを

備えることを特徴とする3次元計測装置。

[請求項2]

対象物に対する3次元計測を行うための3次元計測装置であって、
ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則に従って基準位置を決定する決定処理と、少なくとも1つ以上のドット配置を示す複数の配置パターンから何れかを選択する選択処理と、前記基準位置に対して選択された前記配置パターンに基づいてドットを配置する配置処理と、前記決定処理、前記選択処理及び前記配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを予め生成して所定の記憶部に記憶させておくドットパターン生成処理部と、

前記記憶部から前記ドットパターンを読み出し、当該ドットパターンからなる投影光を前記対象物に対して投影させるように投影装置を

制御するドットパターン投影制御部と、

前記投影光が投影された前記対象物を2方向から撮影するように撮影装置を制御して、2つの撮影画像を取得する撮影画像取得部と、

取得された前記2つの撮影画像について、視差情報を算出する視差情報算出部と、

算出された前記視差情報に基づいて、前記対象物の3次元形状を特定する3次元形状特定部とを

備えることを特徴とする3次元計測装置。

[請求項3]

前記複数の配置パターンは、予め設定したドット配置領域のうち何れの個所にドットを配置するかについて、前記ドット配置領域内において平行移動した際に互いに重複するパターンとならないものの組み合わせである

ことを特徴とする請求項1又は請求項2記載の3次元計測装置。

[請求項4]

対象物に対する3次元計測を行うための3次元計測装置であって、ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則に従って基準ドットを決定する決定処理と、前記基準ドットに対する所定範囲において所定の追加規則に従って追加ドットを配置する配置処理と、前記決定処理及び前記配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを生成するドットパターン生成部と、

前記ドットパターンからなる投影光を前記対象物に対して投影させるように投影装置を制御するドットパターン投影制御部と、

前記投影光が投影された前記対象物を2方向から撮影するように撮影装置を制御して、2つの撮影画像を取得する撮影画像取得部と、

取得された前記2つの撮影画像について、視差情報を算出する視差情報算出部と、

算出された前記視差情報に基づいて、前記対象物の3次元形状を特定する3次元形状特定部とを

備えることを特徴とする3次元計測装置。

[請求項5]

対象物に対する3次元計測を行うための3次元計測装置であって、
ポアソンディスクサンプリングのアルゴリズムにより定まる規則に従って基準ドットを決定する決定処理と、前記基準ドットに対する所定範囲において所定の追加規則に従って追加ドットを配置する配置処理と、前記決定処理及び前記配置処理を複数回数行う反復処理とによってドットパターンを予め生成して所定の記憶部に記憶させておくドットパターン生成処理部と、

前記記憶部から前記ドットパターンを読み出し、当該ドットパターンからなる投影光を前記対象物に対して投影させるように投影装置を制御するドットパターン投影制御部と、

前記投影光が投影された前記対象物を2方向から撮影するように撮影装置を制御して、2つの撮影画像を取得する撮影画像取得部と、

取得された前記2つの撮影画像について、視差情報を算出する視差情報算出部と、

算出された前記視差情報に基づいて、前記対象物の3次元形状を特定する3次元形状特定部とを

備えることを特徴とする3次元計測装置。

[請求項6]

前記追加規則は、前記基準ドットに対し何れの位置に前記追加ドットを配置するかについて、当該基準ドット及び前記追加ドットが所定範囲内において平行移動した際に、他の位置に前記追加ドットを配置した場合に対し互いに重複するパターンとならない位置を決定する規則である

ことを特徴とする請求項4又は請求項5記載の3次元計測装置。