

明 細 書

発明の名称：

画像解析装置、画像解析方法、及び、コンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、画像解析装置、画像解析方法、及び、コンピュータプログラムに関する。

背景技術

[0002] 特許文献1に記載された差分検知装置は、1回目の点検において、構造物を複数の方向から撮影して複数の画像を取得し、複数の画像から三次元の第1点群データを生成する。そして、差分検知装置は、2回目の点検において、再び、構造物を複数の方向から撮像した複数の画像を取得し、複数の画像から三次元の第2点群データを生成する。第1点群データと第2点群データとは、構造物の同じ箇所を示す。

[0003] 差分検知装置は、第1点群データに含まれる点の色を示す色情報と、第2点群データに含まれる点の色を示す色情報とを比較する。そして、差分検知装置は、両者の差分が閾値以上となった箇所については、第2点群データにおいて、差分が閾値以上となった箇所の色を変えて表示させる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2018-181056号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に記載の差分検知装置では、三次元データ（第1点群データ及び第2点群データ）の全領域を解析して差分を算出する。従って、差分検知装置の処理負荷が過大であった。

[0006] そこで、本開示は上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、差分を算出する際の処理負荷を軽減できる画像解析装置、画像解析方法、及

び、コンピュータプログラムを提供することである。

課題を解決するための手段

- [0007] 本開示によれば、第1二次元画像及び第2二次元画像を生成する画像生成部と、前記第1二次元画像と前記第2二次元画像との差分を算出する差分算出部と、を備え、前記画像生成部は、実空間において第1時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第1三次元モデルを、第1仮想空間の第1視点による二次元平面で表した前記第1二次元画像を生成し、前記実空間において第2時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第2三次元モデルを、第2仮想空間の第2視点による二次元平面で表した前記第2二次元画像を生成し、前記第1仮想空間及び前記第2仮想空間には、同じ座標系が設定され、前記座標系において、前記第2視点の位置及び視線方向は、それぞれ、前記第1視点の位置及び視線方向と同じである、画像解析装置が提供される。
- [0008] また、本開示によれば、実空間において第1時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第1三次元モデルを、第1仮想空間の第1視点による二次元平面で表した第1二次元画像を生成するステップと、前記実空間において第2時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第2三次元モデルを、第2仮想空間の第2視点による二次元平面で表した第2二次元画像を生成するステップと、前記第1二次元画像と前記第2二次元画像との差分を算出するステップと、を含み、前記第1仮想空間及び前記第2仮想空間には、同じ座標系が設定され、前記座標系において、前記第2視点の位置及び視線方向は、それぞれ、前記第1視点の位置及び視線方向と同じである、画像解析方法が提供される。
- [0009] 更に、本開示によれば、コンピュータに、実空間において第1時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第1三次元モデルを、第1仮想空間の第1視点による二次元平面で表した第1二次元画像を生成するステップと、前記実空間において第2時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第2三次元モデルを、第2仮想空間の第2視点による二次元

平面で表した第2二次元画像を生成するステップと、前記第1二次元画像と前記第2二次元画像との差分を算出するステップと、を実行させ、前記第1仮想空間及び前記第2仮想空間には、同じ三次元座標系が設定され、前記三次元座標系において、前記第2視点の位置及び視線方向は、それぞれ、前記第1視点の位置及び視線方向と同じである、コンピュータプログラムが提供される。

発明の効果

[0010] 本開示によれば、差分を算出する際の処理負荷を軽減できる画像解析装置、画像解析方法、及び、コンピュータプログラムを提供できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の一実施形態に係る画像解析システムの構成例を示すブロック図である。

[図2]同実施形態に係るサーバの構成例を示すブロック図である。

[図3] (a) は、同実施形態に係る第1仮想空間において、第1視点、第1三次元モデル、及び、第1直方体を模式的に示す斜視図である。(b) は、同実施形態に係る第2仮想空間において、第2視点、第2三次元モデル、及び、第2直方体を模式的に示す斜視図である。

[図4] (a) は、同実施形態に係る第1仮想空間において、第1視点、第1三次元モデル、及び、第1直方体を模式的に示す側面図である。(b) は、同実施形態に係る第2仮想空間において、第2視点、第2三次元モデル、及び、第2直方体を模式的に示す側面図である。

[図5] (a) は、同実施形態に係る第1二次元画像の一例を示す図である。(b) は、同実施形態に係る第2二次元画像の一例を示す図である。(c) は、同実施形態に係る差分データ概念を示す図である。

[図6] (a) は、同実施形態に係る第1二次元画像と第2二次元画像とが相違する領域を含む二次元画像の一例を示す図である。(b) は、同実施形態に係る第1二次元画像と第2二次元画像とが相違する領域を含む三次元モデルの一例を示す図である。

[図7]同実施形態に係る画像解析方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

- [0012] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。また、本実施形態において、直方体は立方体を含む。
- [0013] 図1は、本発明の一実施形態に係る画像解析システムSY Sの構成例を示す図である。図1に示すように、画像解析システムSY Sは、サーバ1を備える。サーバ1は、本開示の「画像解析装置」の一例に相当する。
- [0014] サーバ1は、同じ対象物を異なる時間に計測して生成された2つの三次元モデルの相違部分を検出するために、2つの三次元モデルを同じ視点によって二次元平面で表した2つの二次元画像の差分を算出する。このように、本実施形態によれば、二次元画像の差分を算出するため、三次元モデルを構成する三次元データの全領域を解析して差分を算出する場合と比較して、差分を算出する際のサーバ1の処理負荷を軽減できる。この点の詳細は、後述する。
- [0015] また、画像解析システムSY Sは、少なくとも1つの端末2、少なくとも1つの移動装置3、少なくとも1つの撮像装置5、又は、少なくとも1つの三次元計測装置7を備える。
- [0016] サーバ1、端末2、移動装置3、撮像装置5、及び、三次元計測装置7は、ネットワークNWに接続される。ネットワークNWは、例えば、インターネット、閉域網、公衆電話網、LAN (Local Area Network)、及び、近距離無線ネットワークを含む。
- [0017] 端末2は、例えば、パーソナルコンピュータ（例えば、ノートパソコン、デスクトップパソコン、又は、タブレット）である。
- [0018] 移動装置3は、例えば、無人移動装置又は有人移動装置である。無人移動装置は、例えば、ドローン等の無人航空機、無人地上機、無人潜水機、又は、無人水上艇である。無人地上機は、例えば、無人地上車両、又は、生物を

模した無人地上機（例えば、蛇型無人地上機）である。有人移動装置は、例えば、航空機、自動車、船舶、又は、潜水艦である。移動装置 3 は、カメラ 4 を含む。

[0019] 撮像装置 5 は、カメラ 6 を含む。撮像装置 5 は、例えば、スマートフォン等の携帯端末である。撮像装置 5 は、例えば、カメラ 6 自体であってもよい。

[0020] カメラ 4、6 は、対象物を撮像して、対象物の像を含む動画を示す動画データを生成する。動画は、連続する二次元画像の集合である。カメラ 4、6 は、対象物の像を含む複数の静止画をそれぞれ示す複数の静止画データを生成してもよい。静止画は二次元画像である。

[0021] 以下、動画データを「動画データ 5 1 1」（図 2）と記載する。また、複数の静止画データを「静止画データセット 5 1 2」（図 2）と記載する。

[0022] 以下、カメラ 4、6 を区別して説明する必要のないときは、カメラ 4、6 を総称して「カメラ CM」と記載する。

[0023] 三次元計測装置 7 は、対象物の形状を計測し、対象物の形状を表す三次元データ（以下、「三次元データ 5 1 3」）を生成する。三次元データ 5 1 3 は、典型的には、点群データである。三次元データ 5 1 3 によって、対象物の三次元モデルが形成される。三次元計測装置 7 は、接触式であってもよいし、非接触式であってもよい。また、三次元計測装置 7 は、能動法であってもよいし、受動法であってもよい。能動法は、例えば、光レーダ法（Time of Flight 法）、アクティブステレオ法、又は、光干渉法である。光レーダ法は、対象物に光を照射し、反射光が検出器に戻ってくるまでの時間又は位相の変化を計測することで、対象物の形状を計測する。光レーダ法は、例えば、LiDAR（Light Detection And Ranging）である。アクティブステレオ法は、レーザービーム、スリット光、又は、光のコードパターンを投影することで、対象物の形状を計測する。光干渉法は、対象物に光を照射し、光の干渉を利用して、対象物の形状を計測する。受動法は、例えば、レンズ焦点法である。

[0024] また、カメラCMによる撮像の対象物及び三次元計測装置7による計測の対象物は、カメラCMによって撮像できるか、三次元計測装置7によって計測できる限りは特に限定されない。また、例えば、対象物の大きさ、形状、模様、及び、色彩も特に限定されない。例えば、対象物は、1つ又は複数の動産又は不動産である。対象物は、例えば、1つ又は複数の物体である。典型的には、対象物は、1つ又は複数の静止物体である。静止物体は、例えば、人工物又は自然物である。人工物は、例えば、構造物、機械、電子機器、又は、著作物である。構造物は、例えば、建築物又はインフラ設備である。建築物は、例えば、ビル又は住宅である。インフラ設備は、社会基盤を整えるための設備である。例えば、インフラ設備は、道路、橋梁、道路交通設備、発電設備、配送電設備、水処理設備、又はガス配給設備である。機械は、例えば、自動車、作業車両、列車、航空機、船舶、潜水艦、又は、ロボットである。自然物は、例えば、樹木、森林、地表、崖、海岸、又は、河川である。

[0025] 端末2は、カメラCMによって生成された動画データ511若しくは静止画データセット512、又は、三次元計測装置7によって生成された三次元データ513を取得する。例えば、端末2は、ネットワークNWを介して、カメラCMから送信された動画データ511若しくは静止画データセット512、又は、三次元計測装置7から送信された三次元データ513を受信する。端末2は、ネットワークNWを介して、動画データ511、静止画データセット512、及び、三次元データ513をサーバ1に送信する。なお、移動装置3及び撮像装置5が、ネットワークNWを介して、動画データ511又は静止画データセット512をサーバ1に送信してもよい。また、三次元計測装置7が、ネットワークNWを介して、三次元データ513をサーバ1に送信してもよい。

[0026] 図2は、図1のサーバ1の構成例を示すブロック図である。図2に示すように、サーバ1は、演算部10と、通信部40と、記憶部50とを含む。サーバ1は、入力部20と、表示部30とを含んでもよい。

- [0027] 入力部20は、演算部10に対して各種情報を入力するための入力機器である。例えば、入力部20は、キーボード及びポインティングデバイス、又は、タッチパネルである。
- [0028] 表示部30は、各種情報を表示する。表示部30は、例えば、液晶ディスプレイ、又は、有機エレクトロルミネッセンスディスプレイである。
- [0029] 通信部40は、ネットワークNWに接続される。通信部40は、ネットワークNWに接続された外部装置と通信する。外部装置は、例えば、端末2、移動装置3、撮像装置5、及び、三次元計測装置7である。通信部40は、所定の通信プロトコルに従って通信を行う通信機であり、例えば、ネットワークインタフェースコントローラを含む。所定の通信プロトコルは、例えば、イーサネット（登録商標）に準拠したプロトコル及びインターネット・プロトコル・スイートである。
- [0030] 通信部40は、端末2、移動装置3、及び、撮像装置5から、ネットワークNWを介して、動画データ511又は静止画データセット512を受信する。また、通信部40は、端末2及び三次元計測装置7から、ネットワークNWを介して、三次元データ513を受信する。
- [0031] 記憶部50は、記憶装置を含み、データ及びコンピュータプログラムを記憶する。記憶部50は、半導体メモリー等の主記憶装置と、半導体メモリー及びハードディスクドライブ等の補助記憶装置とを含む。記憶部50は、光ディスク等のリムーバブルメディアを含んでいてもよい。記憶部50は、例えば、非一時的コンピュータ読取可能記憶媒体であってもよい。
- [0032] 記憶部50は、動画データ511、静止画データセット512、及び、三次元データ513を記憶する。動画データ511、静止画データセット512、及び、三次元データ513は、属性情報（以下、「属性情報AT」）と関連付けられている。属性情報ATは、例えば、ユーザ情報、データ取得条件、及び、対象物情報を含む。ユーザ情報は、例えば、端末2、移動装置3、撮像装置5、又は、三次元計測装置7のユーザの識別情報を含む。データ取得条件は、例えば、撮像時間又は計測時間を含む。撮像時間及び計測時間

は、年、月、日、及び、時刻のうちの１以上によって示される。データ取得条件は、撮像場所又は計測場所の情報を含んでもよい。撮像場所及び計測場所は、それぞれ、例えば、GPS（Global Positioning System）又はGNSS（Global Navigation Satellite System）により取得したカメラCM及び三次元計測装置７の位置座標によって示される。対象物情報は、例えば、対象物の識別情報を含む。対象物情報は、地上基準点（GCP: Ground control point）の座標を含んでもよい。

[0033] また、記憶部５０は、第１三次元モデル５２１、第２三次元モデル５２２、第１二次元画像１１０、第２二次元画像１２０、差分データ１３０（１３０Ａ）、二次元画像１４０、及び、三次元モデル１４０Ａを記憶する。これらのデータは、生成された際に記憶される。これらのデータの詳細は後述する。

[0034] 演算部１０は、各種演算を実行する。演算部１０は、CPU（Central Processing Unit）及びGPU（Graphics Processing Unit）等のプロセッサを含む。

[0035] 具体的には、演算部１０は、画像生成部１２と、差分算出部１４とを含む。演算部１０は、モデル生成部１１と、画像調整部１３と、画像強調部１５と、表示制御部１６とを含んでもよい。例えば、演算部１０は、記憶部５０に記憶されたコンピュータプログラムを実行することで、モデル生成部１１、画像生成部１２、画像調整部１３、差分算出部１４、画像強調部１５、及び、表示制御部１６として機能する。

[0036] モデル生成部１１は、記憶部５０の動画データ５１１又は静止画データセット５１２から、複数の異なる撮像位置から対象物を撮像して生成された複数の二次元画像を取得する。そして、モデル生成部１１は、複数の二次元画像に基づいて、対象物の三次元モデルを生成する。三次元モデルは、仮想空間に配置される。三次元モデルは、対象物の三次元形状を示す。三次元モデルは、点群データによって構成される。点群データは、点群を示すデータである。点群は、複数の点の集合である。点群データは、各点の三次元座標を

含む。点群データは、各点の色情報（例えばRGB値）、各点の法線ベクトル情報、及び、反射強度情報のうちの1以上の情報を更に含んでいてもよい。

[0037] 一例として、モデル生成部11は、SfM (Structure from Motion) 処理を実行することで、三次元モデルを生成する。SfM処理は、複数の特徴点を有する対象物を複数の撮像位置から撮像して生成された複数の二次元画像に基づいて、三角測量の原理を利用することで、三次元モデルを生成する処理を示す。SfM処理は、バンドル調整を含むことが好ましい。バンドル調整は、再投影誤差を最小にする処理を示す。また、モデル生成部11は、SfM処理に加えて、MVS (Multi View Stereo) 処理を実行してもよい。MVS処理は、多視点ステレオ計測により、各二次元画像の画素ごとに深さ及び法線を算出し、これらを統合し、対象物の密な点群を生成する処理を示す。

[0038] また、モデル生成部11は、点群データに基づいて三次元モデルに対して面を付与することが好ましい。面を付与する処理は、例えば、三次元モデルを構成する点群データをメッシュデータに変換する処理である。この場合、例えば、モデル生成部11は、点群データの点と点とを結んで生成される複数の多角形（例えば、三角形）の面（例えば、ポリゴン）を生成し、複数の多角形の面によって三次元モデルを表す。この場合、例えば、モデル生成部11は、点群データに基づいてTIN (Triangulated Irregular Network) データを生成し、TINデータによって三次元モデルを表す。その結果、三次元モデルは、三角形の面の集合で表される。なお、面を付与する処理は、例えば、点群データをサーフェスデータに変換する処理であってもよい。

[0039] 更に、モデル生成部11は、三次元モデルに付与した面に対して、二次元画像に基づいてマテリアル情報を付加してもよい。マテリアル情報は、対象物の色彩及び模様を含む情報である。例えば、モデル生成部11は、三次元モデルのメッシュデータを構成する各面（例えば、各ポリゴン）に対して、テクスチャをマッピングする処理を実行してもよい。

- [0040] 以上、図2を参照して説明したように、三次元モデルは、カメラCMによる対象物の撮像結果に基づいて生成される。従って、カメラCMによる対象物の撮像は、対象物の形状の計測と捉えることができる。このため、カメラCMによって対象物を撮像した時間は、カメラCMによって対象物を計測した時間である。
- [0041] なお、三次元計測装置7によって生成された三次元データ513は、モデル生成部11によって生成された三次元モデルを構成する点群データと同様である。同様に、三次元データ513によって示される三次元モデルに対して、面が付与され、面に対してマテリアル情報が付加されていてもよい。
- [0042] 記憶部50は、モデル生成部11が生成した三次元モデルを第1三次元モデル521として記憶する。また、記憶部50は、モデル生成部11が生成した別の三次元モデルを第2三次元モデル522として記憶する。また、三次元計測装置7によって生成された三次元データ513が、第1三次元モデル521として扱われ、別の三次元データ513が、第2三次元モデル522として扱われてもよい。これらの詳細は、後述する。
- [0043] なお、三次元データ513、第1三次元モデル521、及び、第2三次元モデル522の生成方法として、三次元計測装置7が実行する方法、及び、SfM処理を例示した。ただし、三次元データ又は三次元モデルが生成できる限りは、これらの生成手法は特に限定されない。例えば、三次元データ又は三次元モデルは、3Dガウス・スプラッティング(3D Gaussian Splatting)又はNeRF(Neural Radiance Field)によって生成されてもよい。また、三次元データ又は三次元モデルは、点群データに限られず、データ形式は特に限定されない。
- [0044] 次に、図2～図4を参照して、画像生成部12を説明する。図3(a)は、第1仮想空間VS1において、第1視点61、第1三次元モデル521、及び、第1直方体71を模式的に示す斜視図である。図3(b)は、第2仮想空間VS2において、第2視点81、第2三次元モデル522、及び、第2直方体72を模式的に示す斜視図である。図4(a)は、第1仮想空間V

S 1 において、第 1 視点 6 1、第 1 三次元モデル 5 2 1、及び、第 1 直方体 7 1 を模式的に示す側面図である。図 4 (a) は図 3 (a) に対応する。図 4 (b) は、第 2 仮想空間 V S 2 において、第 2 視点 8 1、第 2 三次元モデル 5 2 2、及び、第 2 直方体 7 2 を模式的に示す側面図である。図 4 (b) は図 3 (b) に対応する。なお、図 3 及び図 4 には、理解を容易にするために、仮想基準面 7 5 を示している。

[0045] 図 2 及び図 3 (a) に示すように、第 1 三次元モデル 5 2 1 は、第 1 仮想空間 V S 1 に配置される。第 1 三次元モデル 5 2 1 は、実空間において第 1 時間（以下、「第 1 時間 T 1」）での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された立体モデルである。第 1 時間 T 1 は、属性情報 A T によって示される。例えば、第 1 時間 T 1 は、年、月、日、及び、時刻のうちの 1 以上によって示される。

[0046] 第 1 仮想空間 V S 1 には、三次元座標系 C S が設定される。三次元座標系 C S は、互いに直交する、X 軸、Y 軸、及び、Z 軸によって定義される。三次元座標系 C S は、第 1 仮想空間 V S 1 の所定位置を原点 O とする座標系であってもよいし、地理空間座標（地上の座標）又は実寸情報を割り当てた座標系であってもよい。図 3 及び図 4 では、一例として、説明の便宜のため、仮想基準面 7 5 上に三次元座標系 C S の原点 O を設定している。三次元座標系 C S は、本開示の「座標系」の一例に相当する。

[0047] 画像生成部 1 2 は、第 1 三次元モデル 5 2 1 を、第 1 仮想空間 V S 1 の第 1 視点 6 1 による二次元平面で表した第 1 二次元画像 1 1 0 を生成する。第 1 視点 6 1 は、第 1 仮想空間 V S 1 の位置 p 1 において視線方向 6 2 を向いている。換言すれば、画像生成部 1 2 は、第 1 視点 6 1 から第 1 三次元モデル 5 2 1 をキャプチャすることで、第 1 二次元画像 1 1 0 を生成する。更に換言すれば、画像生成部 1 2 は、第 1 視点 6 1 を有する第 1 仮想カメラ 6 3 によって第 1 三次元モデル 5 2 1 を疑似的に撮像することで、第 1 二次元画像 1 1 0 を生成する。記憶部 5 0 は、第 1 二次元画像 1 1 0 を記憶する。

[0048] 詳細には、モデル生成部 1 1 は、第 1 仮想空間 V S 1 において、第 1 三次

元モデル521に対して第1直方体71を設定する。第1直方体71は、第1三次元モデル521を囲む。第1直方体71は、第1三次元モデル521の形状及び大きさに応じた形状及び大きさを有する。第1直方体71は、第1三次元モデル521をビューアに表示する際の表示範囲を定義する直方体である。以下、三次元モデルをビューアに表示する際の表示範囲を定義する直方体を「定義直方体」と記載する場合がある。ビューアは、画像を閲覧するためのソフトウェア又は機器である。定義直方体は、例えば、バウンディングボックスである。第1直方体71は、本開示の「直方体」の一例に相当する。

[0049] そして、第1視点61は、第1直方体71上に設定される。従って、本実施形態によれば、第1視点61を第1仮想空間VS1のうちの任意の点に定める場合と比較して、容易に第1視点61を設定できる。特に、第1直方体71は、ビューアに第1三次元モデル521を表示する際には必ず設定されるため、第1視点61を決定するためだけに追加の処理が発生することを抑制できる。

[0050] 好ましくは、第1視点61は、第1直方体71の8個の頂点a1、a2、a3、a4、a5、a6、a7、a8のいずれか、第1直方体71の12個の辺の中点b1、b2、b3、b4、b5、b6、b7、b8、b9、b10、b11、b12のいずれか、又は、第1直方体71の6個の面の中心c1、c2、c3、c4、c5、c6のいずれかに設定される。従って、この好ましい例によれば、より容易に第1視点61を設定できる。

[0051] 例えば、第1視点61が頂点a1～a8のいずれかに設定される場合は、第1視点61の視線方向62は、第1直方体71の対角線の方を向く。つまり、視線方向62は、第1視点61が設定される頂点に対して、対角線上に対向する頂点を向く。

[0052] 第1視点61が頂点a1～a8のいずれかに設定される場合は、例えば、斜め上方又は斜め下方から第1三次元モデル521を見たときの第1二次元画像110を生成できる。特に、頂点a1～a8の位置は、一意的に定まっ

ているので、頂点 a 1 ～ a 8 の位置の算出処理を省略できる。

[0053] 図 3 (a) の例では、第 1 視点 6 1 の位置 p 1 は、頂点 a 1 である。具体的には、第 1 視点 6 1 は、第 1 直方体 7 1 の頂点 a 1 に設定され、頂点 a 1 から延びる対角線 7 3 の方向を向く。つまり、視線方向 6 2 は、対角線 7 3 に沿って、頂点 a 1 から頂点 a 7 を向く。

[0054] 例えば、第 1 視点 6 1 が中点 b 1 ～ b 1 2 のいずれかに設定される場合は、第 1 視点 6 1 の視線方向 6 2 は、第 1 視点 6 1 が設定される中点に対して、第 1 三次元モデル 5 2 1 を挟んで斜めに対向する中点を向く。この場合、例えば、第 1 視点 6 1 が中点 b 1 に設定される場合、視線方向 6 2 は、中点 b 1 から中点 b 6 を向く。

[0055] 第 1 視点 6 1 が中点 b 1 ～ b 1 2 のいずれかに設定される場合は、例えば、斜め上方、斜め下方、又は、斜め横方向から第 1 三次元モデル 5 2 1 を見たときの第 1 二次元画像 1 1 0 を生成できる。

[0056] 例えば、第 1 視点 6 1 が中心 c 1 ～ c 6 のいずれかに設定される場合は、第 1 視点 6 1 の視線方向 6 2 は、第 1 視点 6 1 が設定される中心を含む面に対して垂直な方向において、第 1 視点 6 1 が設定される中心と対向する中心を向く。この場合、例えば、第 1 視点 6 1 が中心 c 1 に設定される場合、視線方向 6 2 は、中心 c 1 から中心 c 3 を向く。

[0057] 第 1 視点 6 1 が中心 c 1 ～ c 6 のいずれかに設定される場合は、例えば、第 1 直方体 7 1 の面に垂直な方向から第 1 三次元モデル 5 2 1 を見たときの第 1 二次元画像 1 1 0 を生成できる。

[0058] 一方、図 3 (b) に示すように、第 2 三次元モデル 5 2 2 は、第 2 仮想空間 V S 2 に配置される。第 2 三次元モデル 5 2 2 は、実空間において第 2 時間 (以下、「第 2 時間 T 2」) での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された立体モデルである。第 2 時間 T 2 は、属性情報 A T によって示される。例えば、第 2 時間 T 2 は、年、月、日、及び、時刻のうちの 1 以上によって示される。第 2 時間 T 2 は第 1 時間 T 1 と異なる。例えば、第 2 時間 T 2 は、第 1 時間 T 1 よりも過去の時間である。

- [0059] 第2仮想空間VS2には、三次元座標系CSが設定される。つまり、第2仮想空間VS2及び第1仮想空間VS1には、同じ三次元座標系CSが設定される。
- [0060] 画像生成部12は、第2三次元モデル522を、第2仮想空間VS2の第2視点81による二次元平面で表した第2二次元画像120を生成する。第2視点81は、第2仮想空間VS2の位置p2において視線方向82を向いている。換言すれば、画像生成部12は、第2視点81から第2三次元モデル522をキャプチャすることで、第2二次元画像120を生成する。更に換言すれば、画像生成部12は、第2視点81を有する第2仮想カメラ83によって第2三次元モデル522を疑似的に撮像することで、第2二次元画像120を生成する。記憶部50は、第2二次元画像120を記憶する。
- [0061] 特に、図3(a)及び図3(b)に示すように、三次元座標系CSにおいて、第2視点81(第2仮想カメラ83)の位置p2及び視線方向82は、それぞれ、第1視点61(第1仮想カメラ63)の位置p1及び視線方向62と同じである。
- [0062] 従って、図4(a)及び図4(b)に示すように、第2視点81の位置p2を示す三次元座標(aX、aY、aZ)は、第1視点61の位置p1を示す三次元座標(aX、aY、aZ)と同じである。また、視線方向62、82(第1仮想カメラ63及び第2仮想カメラ83の姿勢)は、基準方向(基準姿勢)に対して、同じ回転角(θ_x 、 θ_y 、 θ_z で)によって表される。 θ_x は、X軸回りの回転角、 θ_y はY軸回りの回転角、 θ_z はZ軸回りの回転角を示す。
- [0063] また、第1三次元モデル521及び第2三次元モデル522は、同じ対象物を表す立体モデルである。ただし、第1三次元モデル521と第2三次元モデル522とにおいて、対象物の形状を計測した時間(第1時間T1及び第2時間T2)が異なっている。従って、対象物の一部又は全部が時間の経過によって変化している場合には、対象物を表す第1三次元モデル521の形態と第2三次元モデル522の形態とが、相違する場合がある。対象物の

形態は、例えば、対象物の一部又は全部の形状、模様、若しくは、色彩、又は、それらの組合せである。

[0064] 図3及び図4の例では、第1時間T1の対象物（第1三次元モデル521）に対して、第2時間T2の対象物（第2三次元モデル522）では、対象物の上半分が消滅している。ただし、第1時間T1と第2時間T2とにおいて、対象物が変化していない部分（例えば、底部）については、第1三次元モデル521の対応部分（例えば、底部521a）の位置と第2三次元モデル522の対応部分（例えば、底部522a）の位置とは、三次元座標系CSにおいて同じである。

[0065] なお、図4（b）に示すように、モデル生成部11は、第2仮想空間VS2において、第2三次元モデル522に対して第2直方体72を設定する。第2直方体72は、第1直方体71と同様の定義直方体である。図4（a）及び図4（b）に示すように、定義直方体の中心（第1直方体71の中心74及び第2直方体72の中心76）は、三次元モデル（第1三次元モデル521及び第2三次元モデル522）の内部に位置する。

[0066] 次に、図2及び図5を参照して、差分算出部14を説明する。図5（a）は、第1二次元画像110の一例を示す図である。図5（b）は、第2二次元画像120の一例を示す図である。

[0067] 図5（a）に示すように、第1二次元画像110は、像111及び像112を含む。図5（b）に示すように、第2二次元画像120は、像121及び像122を含む。

[0068] 像111及び像121は、同じ物体の像である。像112は、第1二次元画像110には存在するが、第2二次元画像120には存在しない。像122は、第1二次元画像110には存在しないが、第2二次元画像120には存在する。

[0069] 差分算出部14は、第1二次元画像110と第2二次元画像120との差分を算出する。そして、差分算出部14は、差分を示す差分データ130を出力する。記憶部50は差分データ130を記憶する。図5（c）は、差分

データ 130 の概念を示す図である。図 5 (c) に示すように、差分データ 130 は、図 5 (a) の像 112 に対応する差分データ 1120 (密のドット) と、図 5 (b) の像 122 に対応する差分データ 1220 (疎のドット) と、差分データ 1000 とを含む。差分データ 1000 は、差分がないことを示すデータである。

[0070] 具体的には、差分算出部 14 は、第 1 二次元画像 110 及び第 2 二次元画像 120 の画素ごとに差分を算出する。つまり、差分算出部 14 は、第 1 二次元画像 110 及び第 2 二次元画像 120 において、対応する画素同士の画素値の差分を算出する。更に具体的には、1 画素は、N 個の画素要素によって構成される。N は 2 以上の整数である。従って、1 画素の画素値は、N 個の画素要素値を含む。よって、差分算出部 14 は、対応する画素同士において、画素要素値ごとに、画素要素値の差分を算出する。このため、差分データ 130 は、各画素の画素要素値の差分 (差分値) の集合である。

[0071] 例えば、 $N = 3$ 、である。この場合、1 画素を構成する N 個の画素要素は、例えば、R (赤) 要素、G (緑) 要素、及び、B (青) 要素である。この場合、1 画素の画素値に含まれる 3 個の画素要素値は、R 値、G 値、及び、B 値である。R 値、G 値、及び、B 値は、それぞれの輝度値を示す。よって、差分算出部 14 は、第 1 二次元画像 110 及び第 2 二次元画像 120 の対応する画素同士において、R 値の差分、G 値の差分、及び、B 値の差分を算出する。

[0072] 例えば、差分算出部 14 は、第 1 二次元画像 110 から第 2 二次元画像 120 を減算することで差分を算出してもよいし、第 2 二次元画像 120 から第 1 二次元画像 110 を減算することで差分を算出してもよい。

[0073] 具体的には、例えば、差分算出部 14 は、第 1 二次元画像 110 の画素要素値から第 2 二次元画像 120 の対応する画素要素値を減算することで、差分を算出してもよいし、第 2 二次元画像 120 の画素要素値から第 1 二次元画像 110 の対応する画素要素値を減算することで、差分を算出してもよい。

- [0074] また、差分算出部 14 は、差分データ 130 に対して次のような処理を実行して、新たな差分データ（以下、「差分データ 130A」）を生成してもよい。
- [0075] すなわち、差分算出部 14 は、各画素において、少なくとも 1 つの画素要素値の差分の絶対値が閾値 TH 以上、かつ、当該差分が正の値を有する場合に、当該画素に対応する新たな差分として第 1 所定値を設定する。また、差分算出部 14 は、各画素において、少なくとも 1 つの画素要素値の差分の絶対値が閾値 TH 以上、かつ、当該差分が負の値を有する場合に、当該画素に対応する新たな差分として第 2 所定値を設定する。差分算出部 14 は、各画素において、N 個の画素要素値の差分の絶対値が閾値 TH 未満の場合には、当該画素に対応する新たな差分として第 3 所定値を設定する。
- [0076] 第 1 所定値、第 2 所定値、及び、第 3 所定値は、互いに異なる。以上の結果、差分データ 130A は、画素ごとに新たに得られた差分（差分値）の集合である。記憶部 50 は差分データ 130A を記憶する。例えば、図 5（c）に示すように、差分データ 130A は、第 1 所定値を有する差分データ 1120A、第 2 所定値を有する差分データ 1220A、及び、第 3 所定値を有する差分データ 1000A によって構成される。
- [0077] 以上、図 5 を参照して説明したように、本実施形態によれば、三次元モデル（第 1 三次元モデル 521 及び第 2 三次元モデル 522）を直接解析して差分を算出するのではなく、二次元画像（第 1 二次元画像 110 及び第 2 二次元画像 120）の差分を算出する。従って、差分を算出する際のサーバ 1 の処理負荷を軽減できる。
- [0078] 参考例として、三次元モデルを構成する三次元データ（点群データ）の全領域を八分木アルゴリズムにより解析して差分を算出する場合は、コンピュータの処理負荷が大きい。これに対して、本実施形態では、二次元画像（第 1 二次元画像 110 及び第 2 二次元画像 120）の差分を算出することで、サーバ 1 の処理負荷を軽減しつつ、間接的に、三次元モデル（第 1 三次元モデル 521 及び第 2 三次元モデル 522）の差分を算出していることになる。

。

[0079] 特に、本実施形態では、図3に示すように、差分を算出するための前処理は、第1視点61によって第1三次元モデル521を二次元平面で表す第1二次元画像110を生成する処理、及び、第1視点61と同じ第2視点81によって第2三次元モデル522を二次元平面で表す第2二次元画像120を生成する処理である。このように、簡素な前処理を実行することで、差分対象の第1二次元画像110と第2二次元画像120とを容易に算出できる。

。

[0080] また、本実施形態では、図2の画像調整部13は、第1二次元画像110及び第2二次元画像120のうちの少なくとも一方の画像に対して調整処理を実行してもよい。この場合、差分算出部14は、調整処理の実行後に、第1二次元画像110と第2二次元画像120との差分を算出する。

[0081] 調整処理は、第1調整処理及び第2調整処理のうちの少なくとも1つの処理を含む。

[0082] 第1調整処理は、第1二次元画像110及び第2二次元画像120のうちの少なくとも一方の画像の色調を調整する処理である。色調は、画像の輝度及び／又はコントラストである。画像調整部13は、例えば、第1二次元画像110及び第2二次元画像120のうちの一方の画像の色調を、他方の画像の色調に近づけるか、又は、他方の画像の色調に合わせる。

[0083] 例えば、第1時間T1が正午であり、第2時間T2が夕方である場合、全画素において差分が大きくなる可能性がある。この場合は、第1時間T1と第2時間T2とで対象物が変化していない場合でも、差分が大きいため、対象物が変化したと判定される可能性がある。そこで、第1二次元画像110及び第2二次元画像120の色調を、近づけるか、又は、合わせてから、差分を算出することで、対象物の変化を精度良く検出できる。

[0084] 第2調整処理は、第1二次元画像110及び第2二次元画像120の各画素を構成するN個の画素要素のうちの少なくとも1つの画素要素を差分対象から除外する処理である。画像調整部13は、例えば、各画素を構成するN

個の画素要素のうち、対象物の周囲環境に依存する画素要素を、差分算出部 14 による差分対象から除外する。

[0085] 例えば、夕方では正午に対して、R 値、G 値、及び、B 値のうち、B 値が大きくなる可能性がある。この場合は、第 1 時間 T 1 と第 2 時間 T 2 とで対象物に変化していない場合でも、B 値の差分が大きいため、対象物に変化したと判定される可能性がある。そこで、例えば、第 1 時間 T 1 が正午で、第 2 時間 T 2 が夕方である場合、各画素の R 要素、G 要素、及び、B 要素のうち、B 要素を差分対象から除外してから、差分を算出することで、対象物の変化を精度良く検出できる。

[0086] 以上のように、画像調整部 13 を設けることで、第 1 三次元モデル 521 に対応する対象物を計測した第 1 時間 T 1 での対象物の周囲環境と、第 2 三次元モデル 522 に対応する対象物を計測した第 2 時間 T 2 での対象物の周囲環境とが異なる場合でも、第 1 二次元画像 110 と第 2 二次元画像 120 との差分を算出することで、第 1 時間 T 1 の対象物と第 2 時間 T 2 の対象物との相違を精度良く検出できる。

[0087] なお、第 1 調整処理及び第 2 調整処理は、一例に過ぎず、第 1 二次元画像 110 及び第 2 二次元画像 120 に対して任意の調整処理を実行してもよい。

[0088] また、本実施形態では、図 2 の画像強調部 15 が、第 1 二次元画像 110 と第 2 二次元画像 120 との差分に基づいて、第 1 二次元画像 110 と第 2 二次元画像 120 とが相違する領域を、二次元画像又は三次元モデルにおいて強調してもよい。この場合は、ユーザが二次元画像又は三次元モデルを視認した場合、相違する領域を容易に確認できる。例えば、画像強調部 15 は、第 1 二次元画像 110 と第 2 二次元画像 120 との差分に基づいて、二次元画像又は三次元モデルにおいて、第 1 二次元画像 110 と第 2 二次元画像 120 とが相違する領域に対して、特定色を付加する。

[0089] 図 6 (a) は、第 1 二次元画像 110 と第 2 二次元画像 120 とが相違する領域 1221、1121 を含む二次元画像 140 の一例を示す図である。

図6（a）に示すように、画像強調部15は、差分データ130又は差分データ130A（図5（c））に基づいて、第1二次元画像110と第2二次元画像120とが相違しない領域141に対して、二次元画像140において領域1121、1221を強調する。領域1121は、差分データ1120又は差分データ1120A（図5（c））に基づいて特定される。領域1221は、差分データ1220又は差分データ1220Aに基づいて特定される。

[0090] 例えば、領域1121は、第1特定色1122（左上に延びる斜線によるハッチング）が付加されて強調されている。例えば、領域1221には、第2特定色1222（右上に延びる斜線によるハッチング）が付加されて強調されている。

[0091] 第1特定色1122と第2特定色1222とは異なる。従って、ユーザは、第1二次元画像110には存在するが、第2二次元画像120には存在しない領域1121と、第1二次元画像110には存在しないが、第2二次元画像120には存在する領域1221とを、容易に区別できる。

[0092] 一例として、画像強調部15は、第1二次元画像110又は第2二次元画像120をベース画像として、図5（c）の差分データ130又は差分データ130Aに基づいて、図6（a）の二次元画像140を生成する。この場合、例えば、画像強調部15は、第1二次元画像110（図5（a））又は第2二次元画像120（図5（b））において、差分データ1120、1120Aによって特定される領域に対して第1特定色1122を付加するとともに、差分データ1220、1220Aによって特定される領域に対して第2特定色1222を付加する。その結果、二次元画像140において、第1二次元画像110と第2二次元画像120とが相違する領域1121、1221が強調される。

[0093] 図2の記憶部50は二次元画像140を記憶する。そして、表示制御部16は、通信部40を介して、端末2に二次元画像140を表示させる。その結果、端末2のユーザは、第1二次元画像110と第2二次元画像120と

が相違する領域 1 1 2 1、1 2 2 1 を容易に認識できる。

[0094] 図 6 (b) は、第 1 二次元画像 1 1 0 と第 2 二次元画像 1 2 0 とが相違する領域 1 2 2 1 A、1 1 2 1 A を含む三次元モデル 1 4 0 A の一例を示す図である。図 6 (b) に示すように、三次元モデル 1 4 0 A は、三次元座標系 C S が設定された仮想空間 V S に配置される。画像強調部 1 5 は、差分データ 1 3 0 又は差分データ 1 3 0 A (図 5 (c)) に基づいて、第 1 二次元画像 1 1 0 と第 2 二次元画像 1 2 0 とが相違しない領域 1 4 1 A に対して、三次元モデル 1 4 0 A において領域 1 1 2 1 A、1 2 2 1 A を強調する。領域 1 1 2 1 A は、差分データ 1 1 2 0 又は差分データ 1 1 2 0 A (図 5 (c)) に基づいて特定され、第 1 特定色 1 1 2 2 が付加されて強調されている。領域 1 2 2 1 A は、差分データ 1 2 2 0 又は差分データ 1 2 2 0 A に基づいて特定され、第 2 特定色 1 2 2 2 が付加されて強調されている。

[0095] 一例として、画像強調部 1 5 は、第 1 二次元画像 1 1 0 に対応する第 1 三次元モデル 5 2 1 又は第 2 二次元画像 1 2 0 に対応する第 2 三次元モデル 5 2 2 をベースモデルとして、図 5 (c) の差分データ 1 3 0 又は差分データ 1 3 0 A に基づいて、図 6 (b) の三次元モデル 1 4 0 A を生成する。この場合は、第 1 三次元モデル 5 2 1 及び第 2 三次元モデル 5 2 2 には、予め、面が付与され、面にはマテリアル情報が付加されている。

[0096] そこで、例えば、画像強調部 1 5 は、第 1 三次元モデル 5 2 1 又は第 2 三次元モデル 5 2 2 において、差分データ 1 1 2 0、1 1 2 0 A によって特定される領域に対して、マテリアル情報に代えて第 1 特定色 1 1 2 2 を付加する。更に、画像強調部 1 5 は、第 1 三次元モデル 5 2 1 又は第 2 三次元モデル 5 2 2 において、差分データ 1 2 2 0、1 2 2 0 A によって特定される領域に対して、マテリアル情報に代えて第 2 特定色 1 2 2 2 を付加する。その結果、三次元モデル 1 4 0 A において、第 1 二次元画像 1 1 0 と第 2 二次元画像 1 2 0 とが相違する領域 1 1 2 1 A、1 2 2 1 A が強調される。

[0097] 図 2 の記憶部 5 0 は三次元モデル 1 4 0 A を記憶する。そして、表示制御部 1 6 は、通信部 4 0 を介して、端末 2 に三次元モデル 1 4 0 A を表示させ

る。その結果、端末2のユーザは、三次元モデル140A上で、第1二次元画像110と第2二次元画像120とが相違する領域1121A、1221Aを容易に認識できる。

[0098] ここで、図2及び図3を参照して、画像生成部12を説明する。画像生成部12は、第1仮想空間VS1（図3（a））において、異なる複数の第1視点61を設定してもよい。そして、画像生成部12は、異なる複数の第1視点61ごとに、第1二次元画像110を生成してもよい。更に、画像生成部12は、第2仮想空間VS2（図3（b））において、異なる複数の第2視点81を設定してもよい。そして、画像生成部12は、異なる複数の第2視点81ごとに、第2二次元画像120を生成してもよい。更に、差分算出部14は、複数の第1視点61及び複数の第2視点81に対応して、複数の差分を算出してもよい。以下、第1視点61と、第1視点61と同じ第2視点81とを、「視点ペア」と記載する。この場合は、異なる視点ペアごとに、第1二次元画像110及び第2二次元画像120が生成される。従って、異なる視点ペアごとに、第1二次元画像110と第2二次元画像120との差分が生成される。つまり、複数の視点ペアに対して、それぞれ、複数の差分が生成される。従って、第1時間T1の対象物と第2時間T2の対象物との相違を、対象物の全域にわたって精度良く検出できる。

[0099] 例えば、画像生成部12は、図3（a）に示す第1仮想空間VS1において、複数の第1視点61を、頂点a1～a8、中点b1～b12、及び、中心c1～c6のうちから選択された複数の点に設定する。そして、画像生成部12は、図3（b）に示す第2仮想空間VS2において、複数の第1視点61とそれぞれ同じ複数の第2視点81を設定する。

[0100] 次に、図2及び図7を参照して、本実施形態に係る画像解析方法を説明する。図7は、画像解析方法を示すフローチャートである。画像解析方法は、サーバ1によって実行される。図7に示すように、画像解析方法は、ステップS1～ステップS12を含む。記憶部50に記憶されたコンピュータプログラムは、演算部10に、ステップS1～ステップS12を実行させる。つ

まり、コンピュータプログラム製品は、演算部 10 によってコンピュータプログラムが実行された際に、ステップ S 1 ～ステップ S 12 を実現する。演算部 10 は、本開示の「コンピュータ」の一例に相当する。

[0101] 図 2 及び図 7 に示すように、まず、ステップ S 1 において、モデル生成部 11 は、第 1 三次元モデル 521 を取得する。具体的には、モデル生成部 11 は、第 1 時間 T 1 において複数の異なる撮像位置から対象物を撮像して生成された複数の二次元画像に基づいて、第 1 時間 T 1 の対象物を表す第 1 三次元モデル 521 を生成する。又は、モデル生成部 11 は、第 1 時間 T 1 での対象物の計測結果に基づく三次元データ 513 を、第 1 三次元モデル 521 に設定する。そして、モデル生成部 11 は、第 1 三次元モデル 521 に対して、第 1 三次元モデル 521 を囲む第 1 直方体 71 を設定する。

[0102] 次に、ステップ S 2 において、画像生成部 12 は、第 1 三次元モデル 521 を、第 1 仮想空間 V S 1 の第 1 視点 61 による二次元平面で表した第 1 二次元画像 110 を生成する。第 1 視点 61 は、第 1 直方体 71 上に設定される。

[0103] 次に、ステップ S 3 において、モデル生成部 11 は、第 2 三次元モデル 522 を取得する。具体的には、モデル生成部 11 は、第 2 時間 T 2 において複数の異なる撮像位置から対象物を撮像して生成された複数の二次元画像に基づいて、第 2 時間 T 2 の対象物を表す第 2 三次元モデル 522 を生成する。又は、モデル生成部 11 は、第 2 時間 T 2 での対象物の計測結果に基づく三次元データ 513 を、第 2 三次元モデル 522 に設定する。そして、モデル生成部 11 は、第 2 三次元モデル 522 に対して、第 2 三次元モデル 522 を囲む第 2 直方体 72 を設定する。本開示では、第 2 直方体 72 の設定は必須ではない。

[0104] 次に、ステップ S 4 において、画像生成部 12 は、第 2 三次元モデル 522 を、第 2 仮想空間 V S 2 の第 2 視点 81 による二次元平面で表した第 2 二次元画像 120 を生成する。第 1 仮想空間 V S 1 及び第 2 仮想空間 V S 2 に設定される三次元座標系 C S において、第 2 視点 81 の位置及び視線方向 8

2は、それぞれ、第1視点61の位置及び視線方向82と同じである。

[0105] 次に、ステップS5において、画像調整部13は、第1二次元画像110及び第2二次元画像120のうちの少なくとも一方の画像に対して調整処理を実行する。

[0106] 次に、ステップS6において、差分算出部14は、調整処理の実行後に、第1二次元画像110と第2二次元画像120との差分を算出し、差分データ130を生成する。

[0107] 次に、ステップS7において、画像強調部15は、差分データ130によって示される差分に基づいて、第1二次元画像110と第2二次元画像120との相違領域を、二次元画像140又は三次元モデル140Aにおいて強調する。

[0108] 次に、ステップS8において、画像生成部12は、全ての視点ペア（第1視点61及び第2視点81）に対して、差分を示す差分データ130を生成したか否かを判定する。

[0109] ステップS8で否定的判定がされた場合（NO）、処理はステップS9に進む。

[0110] 次に、ステップS9において、画像生成部12は、視点ペア（第1視点61及び第2視点81）を変更する。

[0111] 次に、ステップS10において、画像生成部12は、第1三次元モデル521を、変更後の第1視点61による二次元平面で表した第1二次元画像110を生成する。

[0112] 次に、ステップS11において、画像生成部12は、第2三次元モデル522を、変更後の第2視点81による二次元平面で表した第2二次元画像120を生成する。そして、処理は、ステップS5に進む。全ての視点ペア（第1視点61及び第2視点81）に対して差分データ130が算出されるまで、ステップS5～ステップS11が繰り返される。

[0113] 一方、ステップS8で肯定的判定がされた場合（YES）、処理はステップS12に進む。

- [0114] 次に、ステップS 1 2において、表示制御部 1 6は、ユーザの端末 2からのリクエストに応じて、通信部 4 0を介して、第 1 二次元画像 1 1 0と第 2 二次元画像 1 2 0との相違領域が強調された二次元画像 1 4 0又は三次元モデル 1 4 0 Aを端末 2に表示させる。そして、画像解析方法は終了する。
- [0115] 以上、図 7を参照して説明したように、本実施形態に係る画像解析方法によれば、三次元モデル（第 1 三次元モデル 5 2 1及び第 2 三次元モデル 5 2 2）を直接解析して差分を算出するのではなく、二次元画像（第 1 二次元画像 1 1 0及び第 2 二次元画像 1 2 0）の差分を算出する。従って、差分を算出する際のサーバ 1の処理負荷を軽減できる。
- [0116] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態及び変形例について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。
- [0117] 本明細書において説明した装置又はシステムは、単独の装置として実現されてもよく、一部または全部がネットワークで接続された複数の装置（例えばクラウドサーバ）等により実現されてもよい。例えば、モデル生成部 1 1、画像生成部 1 2、画像調整部 1 3、差分算出部 1 4、画像強調部 1 5、及び、表示制御部 1 6のうちの一部又は全部が同じコンピュータ又はサーバにより実現されてもよい。例えば、モデル生成部 1 1、画像生成部 1 2、画像調整部 1 3、差分算出部 1 4、画像強調部 1 5、及び、表示制御部 1 6が、それぞれ別個のコンピュータ又はサーバにより実現されてもよい。また、例えば、モデル生成部 1 1、画像生成部 1 2、画像調整部 1 3、差分算出部 1 4、画像強調部 1 5、及び、表示制御部 1 6が、端末 2又は三次元計測装置 7によって実現されてもよい。例えば、動画データ 5 1 1、静止画データセット 5 1 2、三次元データ 5 1 3、第 1 三次元モデル 5 2 1、第 2 三次元モデル 5 2 2、第 1 二次元画像 1 1 0、第 2 二次元画像 1 2 0、差分データ 1

30、130A、二次元画像140、及び、三次元モデル140Aが、それぞれ別個の記憶装置又はサーバに記憶されていてもよい。

[0118] 本明細書において説明した装置による一連の処理は、ソフトウェア、ハードウェア、及びソフトウェアとハードウェアとの組合せのいずれを用いて実現されてもよい。本実施形態に係る演算部10の各機能を実現するためのコンピュータプログラムを作製し、PC等を実装することが可能である。また、このようなコンピュータプログラムが格納された、コンピュータで読み取り可能な記録媒体も提供することができる。記録媒体は、例えば、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、フラッシュメモリ等である。また、上記のコンピュータプログラムは、記録媒体を用いずに、例えばネットワークを介して配信されてもよい。

[0119] また、本明細書においてフローチャート図を用いて説明した処理は、必ずしも図示された順序で実行されなくてもよい。いくつかの処理ステップは、並列的に実行されてもよい。また、追加的な処理ステップが採用されてもよく、一部の処理ステップが省略されてもよい。

[0120] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0121] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

[0122] (項目1)

第1二次元画像及び第2二次元画像を生成する画像生成部と、
前記第1二次元画像と前記第2二次元画像との差分を算出する差分算出部と、を備え、
前記画像生成部は、
実空間において第1時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第1三次元モデルを、第1仮想空間の第1視点による二次元平面で表した前記第1二次元画像を生成し、

前記実空間において第2時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第2三次元モデルを、第2仮想空間の第2視点による二次元平面で表した前記第2二次元画像を生成し、

前記第1仮想空間及び前記第2仮想空間には、同じ座標系が設定され、
前記座標系において、前記第2視点の位置及び視線方向は、それぞれ、前記第1視点の位置及び視線方向と同じである、画像解析装置。

[0123] (項目2)

前記第1視点は、前記第1三次元モデルを囲む直方体上に設定される、項目1に記載の画像解析装置。

[0124] (項目3)

前記第1視点は、前記直方体の頂点、辺の中点、又は、面の中心に設定される、項目2に記載の画像解析装置。

[0125] (項目4)

前記第1視点は、前記直方体の頂点に設定され、前記頂点から延びる対角線の方向を向く、項目2に記載の画像解析装置。

[0126] (項目5)

前記画像生成部は、
前記第1仮想空間において、異なる複数の前記第1視点を設定し、
前記異なる複数の第1視点ごとに、前記第1二次元画像を生成し、
前記第2仮想空間において、異なる複数の前記第2視点を設定し、
前記異なる複数の第2視点ごとに、前記第2二次元画像を生成し、
前記差分算出部は、前記複数の第1視点及び前記複数の第2視点に対応して、複数の前記差分を算出する、項目1から項目4のいずれかの項目に記載の画像解析装置。

[0127] (項目6)

前記第1二次元画像及び前記第2二次元画像のうちの少なくとも一方の画像に対して調整処理を実行する画像調整部を更に備え、

前記調整処理は、第1調整処理及び第2調整処理のうちの少なくとも1つ

の処理を含み、

前記第 1 調整処理は、前記少なくとも一方の画像の色調を調整する処理であり、

前記第 2 調整処理は、前記第 1 二次元画像及び前記第 2 二次元画像の各画素を構成する複数の画素要素のうちの少なくとも 1 つの画素要素を差分対象から除外する処理であり、

前記差分算出部は、前記調整処理の実行後に、前記第 1 二次元画像と前記第 2 二次元画像との前記差分を算出する、項目 1 から項目 5 のいずれかの項目に記載の画像解析装置。

[0128] (項目 7)

前記差分に基づいて、前記第 1 二次元画像と前記第 2 二次元画像とが相違する領域を、二次元画像又は三次元モデルにおいて強調する画像強調部を更に備える、項目 1 から項目 6 のいずれかの項目に記載の画像解析装置。

[0129] (項目 8)

実空間において第 1 時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第 1 三次元モデルを、第 1 仮想空間の第 1 視点による二次元平面で表した第 1 二次元画像を生成するステップと、

前記実空間において第 2 時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第 2 三次元モデルを、第 2 仮想空間の第 2 視点による二次元平面で表した第 2 二次元画像を生成するステップと、

前記第 1 二次元画像と前記第 2 二次元画像との差分を算出するステップと、を含み、

前記第 1 仮想空間及び前記第 2 仮想空間には、同じ座標系が設定され、前記座標系において、前記第 2 視点の位置及び視線方向は、それぞれ、前記第 1 視点の位置及び視線方向と同じである、画像解析方法。

[0130] (項目 9)

コンピュータに、

実空間において第 1 時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成され

た第1三次元モデルを、第1仮想空間の第1視点による二次元平面で表した第1二次元画像を生成するステップと、

前記実空間において第2時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第2三次元モデルを、第2仮想空間の第2視点による二次元平面で表した第2二次元画像を生成するステップと、

前記第1二次元画像と前記第2二次元画像との差分を算出するステップと、
、を実行させ、

前記第1仮想空間及び前記第2仮想空間には、同じ三次元座標系が設定され、

前記三次元座標系において、前記第2視点の位置及び視線方向は、それぞれ、前記第1視点の位置及び視線方向と同じである、コンピュータプログラム。

産業上の利用可能性

[0131] 本開示は、画像解析装置、画像解析方法、及び、コンピュータプログラムを提供するものであり、産業上の利用可能性を有する。

符号の説明

[0132] 1 サーバ（画像解析装置）、11 モデル生成部、12 画像生成部、
13 画像調整部、14 差分算出部、15 画像強調部、16 表示制御部

請求の範囲

- [請求項1] 第1二次元画像及び第2二次元画像を生成する画像生成部と、
前記第1二次元画像と前記第2二次元画像との差分を算出する差分算出部と、を備え、
前記画像生成部は、
実空間において第1時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第1三次元モデルを、第1仮想空間の第1視点による二次元平面で表した前記第1二次元画像を生成し、
前記実空間において第2時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第2三次元モデルを、第2仮想空間の第2視点による二次元平面で表した前記第2二次元画像を生成し、
前記第1仮想空間及び前記第2仮想空間には、同じ座標系が設定され、
前記座標系において、前記第2視点の位置及び視線方向は、それぞれ、前記第1視点の位置及び視線方向と同じである、画像解析装置。
- [請求項2] 前記第1視点は、前記第1三次元モデルを囲む直方体上に設定される、請求項1に記載の画像解析装置。
- [請求項3] 前記第1視点は、前記直方体の頂点、辺の中点、又は、面の中心に設定される、請求項2に記載の画像解析装置。
- [請求項4] 前記第1視点は、前記直方体の頂点に設定され、前記頂点から延びる対角線の方角を向く、請求項2に記載の画像解析装置。
- [請求項5] 前記画像生成部は、
前記第1仮想空間において、異なる複数の前記第1視点を設定し、
前記異なる複数の第1視点ごとに、前記第1二次元画像を生成し、
前記第2仮想空間において、異なる複数の前記第2視点を設定し、
前記異なる複数の第2視点ごとに、前記第2二次元画像を生成し、
前記差分算出部は、前記複数の第1視点及び前記複数の第2視点に対応して、複数の前記差分を算出する、請求項1又は請求項2に記載

の画像解析装置。

[請求項6]

前記第1二次元画像及び前記第2二次元画像のうちの少なくとも一方の画像に対して調整処理を実行する画像調整部を更に備え、

前記調整処理は、第1調整処理及び第2調整処理のうちの少なくとも1つの処理を含み、

前記第1調整処理は、前記少なくとも一方の画像の色調を調整する処理であり、

前記第2調整処理は、前記第1二次元画像及び前記第2二次元画像の各画素を構成する複数の画素要素のうちの少なくとも1つの画素要素を差分対象から除外する処理であり、

前記差分算出部は、前記調整処理の実行後に、前記第1二次元画像と前記第2二次元画像との前記差分を算出する、請求項1又は請求項2に記載の画像解析装置。

[請求項7]

前記差分に基づいて、前記第1二次元画像と前記第2二次元画像とが相違する領域を、二次元画像又は三次元モデルにおいて強調する画像強調部を更に備える、請求項1又は請求項2に記載の画像解析装置。

[請求項8]

実空間において第1時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第1三次元モデルを、第1仮想空間の第1視点による二次元平面で表した第1二次元画像を生成するステップと、

前記実空間において第2時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第2三次元モデルを、第2仮想空間の第2視点による二次元平面で表した第2二次元画像を生成するステップと、

前記第1二次元画像と前記第2二次元画像との差分を算出するステップと、を含み、

前記第1仮想空間及び前記第2仮想空間には、同じ座標系が設定され、

前記座標系において、前記第2視点の位置及び視線方向は、それぞ

れ、前記第 1 視点の位置及び視線方向と同じである、画像解析方法。

[請求項9]

コンピュータに、

実空間において第 1 時間での対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第 1 三次元モデルを、第 1 仮想空間の第 1 視点による二次元平面で表した第 1 二次元画像を生成するステップと、

前記実空間において第 2 時間での前記対象物の形状の計測結果に基づいて生成された第 2 三次元モデルを、第 2 仮想空間の第 2 視点による二次元平面で表した第 2 二次元画像を生成するステップと、

前記第 1 二次元画像と前記第 2 二次元画像との差分を算出するステップと、を実行させ、

前記第 1 仮想空間及び前記第 2 仮想空間には、同じ三次元座標系が設定され、

前記三次元座標系において、前記第 2 視点の位置及び視線方向は、それぞれ、前記第 1 視点の位置及び視線方向と同じである、コンピュータプログラム。