

明 細 書

発明の名称： 情報処理方法、情報処理装置及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、３次元モデルに属性情報を付与する情報処理方法、情報処理装置及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 従来、BIM (Building Information Modeling) などの３次元モデルに、窓、ドアなどの属性情報をユーザーの操作によって入力するソフトウェアが用いられている。

[0003] 特許文献１には、上空から撮影された複数の画像を用いて３次元点群を生成し、生成された３次元点群に基づいて屋根の３次元的な形状を表すテクスチャマップを生成することが開示されている。また、特許文献１には、人工知能を用いて画像中に存在する屋根特徴を分類して、個々の異なる屋根構造物特徴が固有に色付けされるような色付けプロセスを行い、屋根構造物特徴に対応した色付け分類ラベルを点群に適用し、特定の屋根構造物特徴を特定の色で示すことが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：特表２０２３－５０５２１２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ソフトウェアにおけるユーザーの操作によって、多数の３次元モデルに属性情報を入力するのは手間とコストがかかり、入力ミスが生じることもある。

また、特許文献１に記載のように人工知能を用いて屋根を分類する方法があるが、多種多様な３次元モデルに対しては、屋根以外の詳細な属性情報をより高精度に抽出することは難しく、誤った出力をする可能性がある。

[0006] そこで、本発明は、3次元モデルに属性情報を付与するのに有利な技術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] 上記課題を解決するための本発明の一側面としての情報処理方法は、対象物の3次元モデルに属性情報を付与する情報処理方法において、コンピュータが、前記3次元モデルの各面の面積と法線方向を算出して、算出した前記面積の大きさと前記法線方向に基づいて視線方向を決定し、前記3次元モデルを前記視線方向から見た画像を取得し、入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルに前記視線方向から見た画像を入力して、前記3次元モデルの属性情報を求め、前記3次元モデルに前記属性情報を付与することを特徴とする。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、3次元モデルに属性情報を付与するのに有利な技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0009] [図1]情報処理装置の構成を示す図である。
[図2]情報処理方法のフローチャートを示す図である。
[図3]TINモデルを表す図である。
[図4]法線ベクトルを表す図である。
[図5]法線ベクトルの各角度範囲を表す図である。
[図6]重みのピーク概念を表す図である。
[図7]建物の3次元モデルを表す図である。
[図8]バウンディングボックス、視線及び視点を表す図である。
[図9]視線方向から見た3次元モデルの2次元画像を表す図である。
[図10]第2の視線方向から見た3次元モデルの2次元画像を表す図である。
[図11]比較例におけるバウンディングボックスの上面方向から見た3次元モデルの画像を表す図である。
[図12]比較例におけるバウンディングボックスの下面方向から見た3次元モ

デルの画像を表す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 本発明の実施形態は、例えば、以下のような構成を備える。

[0011] [項目 1]

対象物の 3 次元モデルに属性情報を付与する情報処理方法において、
コンピュータが、
前記 3 次元モデルの各面の面積と法線方向を算出して、算出した前記面積の大きさと前記法線方向に基づいて視線方向を決定し、
前記 3 次元モデルを前記視線方向から見た画像を取得し、
入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルに前記視線方向から見た画像を入力して、前記 3 次元モデルの属性情報を求め、
前記 3 次元モデルに前記属性情報を付与することを特徴とする情報処理方法。

[項目 2]

前記 3 次元モデルの各面について、同じ範囲の方向を向く面で合計した面積が最も大きい面に対応する法線ベクトルである第 1 成分ベクトルの方向に基づいて、前記視線方向を決定することを特徴とする項目 1 に記載の情報処理方法。

[項目 3]

前記 3 次元モデルの中心を始点とする前記第 1 成分ベクトルに沿った方向を前記視線方向として決定することを特徴とする項目 1 に記載の情報処理方法。

[項目 4]

複数の前記視線方向を決定し、複数の前記視線方向から見た複数の画像を前記学習済みモデルに入力して、前記複数の画像に対応する前記属性情報を求めることを特徴とする項目 1 に記載の情報処理方法。

[項目 5]

地理空間情報に前記対象物の 3 次元モデルを重ね合わせて、前記視線方向

から見た、前記地理空間情報を含む前記 3 次元モデルの画像から前記属性情報を求めることを特徴とする請目 1 に記載の情報処理方法。

[項目 6]

項目 1 乃至 5 の何れか 1 項に記載の情報処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[項目 7]

対象物の 3 次元モデルに属性情報を付与する情報処理装置において、
処理部を有し、前記処理部は、
前記 3 次元モデルの各面の面積と法線方向を算出して、算出した前記面積の大きさと前記法線方向に基づいて視線方向を決定し、
前記 3 次元モデルを前記視線方向から見た画像を取得し、
入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルに前記視線方向から見た画像を入力して、前記 3 次元モデルの属性情報を求め、
前記 3 次元モデルに前記属性情報を付与することを特徴とする情報処理装置。

[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。

[0013] <実施形態の詳細>

本実施形態では、3 次元（3D）モデルまたは 3 次元点群などの 3 次元データで表される対象物に属性情報を付与するための技術を説明する。対象物としては、例えば、建物として一戸建て、アパート、マンション、高層ビル、店舗、商業施設、工場、構造物として道路、交通設備、橋梁、ダム、風力発電設備、送電塔、通信タワー、農業施設、自然物として地形、森林、農地（畑、田んぼ、果樹園）があるが、これらに限定されない。属性情報は、対象物自体の形状や位置とは異なり、対象物に関する説明的なデータや特徴を提供するものであり、対象物をより詳しく理解し、識別、分類、分析するため

に使われ、対象物に直接的または間接的に関連する様々な性質や状態を含むことができる。

3次元データに属性情報を付与する例として、以下のようなものがあるが、これらに限定されない。建物のデータには、壁、窓、ドア、玄関、バルコニー、屋根、煙突、アンテナ、空調設備、デッキ、柱、梁、ソーラーパネルなど各部材の属性情報を付与する。この情報には、材料の種類（鉄筋コンクリート、木材など）、強度、高さ、設置年、階数などが含まれる。また、建物に付随する庭園、プール、納屋、パティオも含まれる。これにより、建物の構造解析、メンテナンス計画、都市計画などに活用される。また、地形のデータには、地質属性（地層の種類、土壌の強度、地下水の位置など）を付与する。これにより、土木工事や災害リスク評価に活用される。森林のデータに、植物、樹木の種類、高さ、健康状態などの情報を付与する。これにより、森林管理や植生の健康状態の監視が容易になる。これらの例のように、属性情報の付与によって、3次元データがそれ以上の意味を持ち、より有用な情報として利用される。

[0014] 図1に、本実施形態における情報処理装置1の構成図を示す。情報処理装置1は、汎用コンピュータであるパソコンや、スマートフォン、タブレットなどのデバイスに備えられるコンピュータを有する。情報処理装置1は、インストールされたソフトウェアやアプリケーション（プログラム）により、3次元データで表される対象物に属性情報を付与する情報処理方法を実行する。

[0015] 情報処理装置1は、処理部11、メモリ12、ストレージ13、通信部14、入力部15、表示部16を有する。これらはバス17を通じて相互に電氣的に接続される。

[0016] 処理部11は、情報処理装置1全体の動作を制御し、各部間におけるデータの送受信の制御、及びプログラムの実行及び認証処理に必要な情報処理等を行う演算装置である。処理部11は、例えばCPU、GPUまたはFPGA等のプロセッサである演算処理装置を含み、ストレージ13に格納され、

メモリ 12 に展開されたプログラム等を実行して、後述の各種の情報処理を実行する。

[0017] メモリ 12 (記憶部) は、DRAM 等の揮発性記憶装置で構成される主記憶と、フラッシュメモリ又は HDD 等の不揮発性記憶装置で構成される補助記憶と、を含む。メモリ 12 は、処理部 11 のワークエリア等として使用され、また、情報処理装置 1 の起動時に実行される BIOS 及び各種設定情報等を格納する。

[0018] ストレージ 13 (記憶媒体) は、HDD、SSD などの記憶装置を含み、アプリケーション、プログラム等の各種プログラムを格納する。また、各処理に用いられるデータを格納したデータベースがストレージ 13 に構築される。

[0019] 通信部 14 は、情報処理装置 1 をネットワークに接続させる。通信部 14 は、例えば、有線 LAN、無線 LAN、Wi-Fi (Wireless Fidelity、登録商標)、赤外線通信、Bluetooth (登録商標)、近距離又は非接触通信等の方式で、外部機器と直接又はネットワークアクセスポイントを介して通信する。入力部 15 は、例えば、キーボード、マウス、タッチパネル等の情報入力機器である。

[0020] 表示部 (表示装置) 16 は、処理部 11 によって演算されて得られた情報、または、通信部 14 が外部から受信した情報を表示するディスプレイを備える。表示部 16 は、その画面において各種情報を表示するグラフィカルユーザーインターフェイス (GUI) を提供する。表示部 16 は、情報処理装置 1 と一体に設けたものに限らず、情報処理装置 1 とは別に設けられ、情報処理装置 1 に接続されたディスプレイ (表示装置) であってもよい。

[0021] バス 17 は、上記各部要素に共通に接続され、例えば、アドレス信号、データ信号及び各種制御信号を伝達する。

[0022] 次に、3次元データで表される対象物に属性情報を付与する情報処理方法を説明する。図 2 に、当該方法のフローチャートを示す。

[0023] まず、情報処理装置 1 は、属性情報を付与するための 3次元データを取得し、3次元モデルを作成する (S1)。3次元データとして、各点群が 3次元

座標を示す3次元点群データなどがある。これらの3次元データを作成するためには、LiDARなどのレーザースキャニングによる計測方法、Structure from Motion (SfM) など複数の異なる角度から撮影した複数の画像または動画から3次元データを算出する方法、対象物にパターン化された光（縞模様など）を投影し、光が物体に反射した際の歪みをカメラで撮影して3次元形状を求める方法、光を対象物に照射して、対象物で反射して戻ってくるまでの時間を計測することで、距離を算出する方法が、挙げられる。

[0024] 以降、一例として、SfMによる方法を説明する。まず、ドローンなどの移動体（移動装置）のカメラ（撮像装置）を用いて対象物の撮影を行って、画像データを取得する。移動体のカメラは対象物をさまざまな角度から撮影する。撮影は、移動体のカメラを用いて動画撮影してもよいし、複数の静止画像を撮影してもよい。また、撮影する際には対象物とカメラの間に一定の距離を保つと、3次元（3D）情報がより正確に再構築される。

[0025] また、撮影は、移動体が自律的に移動することで行ってもよいし、制御装置によって自動的に移動体を移動させて行ってもよいし、人が制御装置を操作することで移動体の位置、姿勢を制御することで行ってもよい。移動体を自動的に移動させる場合、制御装置は、移動体が移動する経路上の地点を含むウェイポイントを設定し、ウェイポイントに従って移動体が移動するように移動体の位置を制御する。制御装置は、移動体のウェイポイントを目標位置として移動体に送信し、移動体に対して、例えば、目標位置と計測された現在位置との差分に応じて位置制御を行う。また、制御装置は、動画撮影時における移動体のカメラの姿勢（角度、方向）、焦点位置、明るさ、感度などの撮影条件も制御することもできる。

[0026] 移動体のカメラによって撮影された画像データは、SfMを実行する情報処理装置（コンピュータ）に送信される。なお、必要に応じて適宜、SfMアルゴリズムにデータを入力する前に、撮影で得られた画像に対して、前処理を行うこともできる。例えば、不要な画像を除去したり、画像の明るさやコントラストの調整を行ったりする。

- [0027] 次に、SfMを実行する情報処理装置は、撮影された複数の画像または前処理された画像を用いて、SfMを実行する。まず、複数の画像を用いて、画像の特徴点を検出する。特徴点は、画像の中でユニークで、異なる視点からも一致させやすいポイントであり、例えば、物体のエッジやコーナーに相当する部分である。一般的なアルゴリズムとして、SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) やSURF (Speeded Up Robust Features) などがある。
- [0028] 次に、各画像から検出された特徴点を、複数の画像間で対応させる。異なる視点から撮影された画像内の共通の点をマッチングし、どの画像のどの部分が同じ点を表しているかを特定する。マッチングには、特徴量ベースの手法（例えば、SIFTやSURFのような特徴量記述子）や最近傍探索アルゴリズムを使用する。
- [0029] そして、2つの画像でマッチングした特徴点の位置情報（2次元座標）から、各画像を撮影した時のカメラの位置と姿勢（角度、向き）を推定する。例えば、エプipoラ幾何という数学的なモデルを用いて、視差に基づき、複数の視点からの情報を統合してカメラの相対的な位置と姿勢を計算する。基礎行列やエッセンシャル行列を計算し、カメラ間の相対位置と姿勢を推定する。または、Gaussian SplattingなどのAIによってカメラの位置と姿勢を算出することもできる。このようにして、3次元空間におけるカメラの位置と姿勢を決定し、画像と、画像を撮影したときのカメラの位置、姿勢と、を対応させてデータベースなどの記憶部に記憶することができる。
- [0030] また、各視点でマッチングされた特徴点を用いて、3次元点群を構築する。具体的には、推定されたカメラ位置、姿勢をもとに、複数の画像間で一致する2次元の特徴点座標から対応する3次元の点の座標を計算する。このプロセスは三角測量に基づく方法である。この方法により、2次元画像に映る物体の特徴が3次元空間内でどこにあるかが求められる。3次元点群は、3次元座標で表され、各点が対象物の表面の位置に相当する位置を表す。これにより、対象物のおおまかな形状を把握することができる。必要に応じて、すべてのカメラの位置と3次元点群を同時に調整し、誤差を最小化するバンドル調整を行

うことで、より正確なカメラの位置と3次元点群を求めることができる。

[0031] この段階で得られる3次元点群は密度が粗いデータであるため、密な点群を得るためには、もっと多くの対応点を見つけ出し、それらを追加する必要がある。これには、ステレオマッチング、光フローなどのアルゴリズムを使用することができる。ステレオマッチングでは、2つ以上の画像ペアを使って、ピクセルごとに対応するポイントを見つけ、密な点群を生成する。光フローでは、時間的に連続する画像間のピクセル移動を計算し、より詳細な点群を生成する。また、画像のピクセル情報を用いて、各点がどの位置にあるかを推定するPatch-based Multi-view Stereo (PMVS) という方法などを用いて、密な3次元点群を求めることもできる。また、点群に外れ値などのノイズが含まれる場合はノイズを除去して最適化を行ってもよい。

[0032] なお、SfMで算出されるカメラ位置や3次元点群は相対的に推定されるため、実際のサイズや距離を得るには、外部からのスケール情報（例：既知の物体の寸法、GPSデータ）を利用する方法がある。例えば、対象物の撮影時に撮影現場に予め既知の測量点やターゲットを設けておき、SfMが完了した後にその座標値を入れてフィッティングする。あるいは、SfM処理時に画像データに任意の座標が分かるようなARマーカなどのターゲットを配置しておき、SfM処理時にその座標値を与えてフィッティングすることで、SfM処理の出力を現実の座標系で表してもよい。

[0033] 次に、情報処理装置1は、構築された点群データを元に、点と点を繋いで3次元モデル（3Dモデル）を生成する。モデル化は、3D点群をポリゴン化して形状を滑らかに表現するためのステップで、対象物の詳細な形状がより明確に表れる。3Dモデルは、例えば、TIN (Triangular Irregular Network) モデルで構成される。TINモデルは、得られた3次元の点群のうち、距離が近い3つの点を結ぶ三角形の平面図形を複数、交差しないように互いに連結した面で構成したモデルであり、3次元のデータを三角形の集合で表現するデジタルデータ構造である。TINモデルの面形状が、計測された対象物の表面形状を表す。他に、3Dモデルは、四角形など二次元の多角形の図形で表現さ

れたモデルであってもよいし、頂点、辺（エッジ）、面（ポリゴン）のメッシュで表現されたモデルであってもよい。

[0034] 上記のように得られた3次元点群、3Dモデルは、様々な形式で出力される。

[0035] 次に、情報処理装置1の処理部は、取得した3Dモデルまたは3次元点群データと、2次元の地理情報を表す画像と、を重ね合わせる（S2）。地理情報は、地図情報、各種統計情報を含み、位置に関する様々な情報を持ったデータを電子的な地図上で扱う地理情報システムGIS（Geographic Information System）から得ることができる。S2の重ね合わせは、地理情報が得られない場合、属性情報付与のために必要がない場合など、必ずしも実行する必要はない。

[0036] 次に、情報処理装置1の処理部は、取得した3Dモデルについて面の分析を行う（S3）。3Dモデルは、例えばTINモデルで表現される。TINモデルは、多数の三角形の平面が隣接した面の集合で構成されており、各三角形は、固有の面積と面の向きが定まっている。図3にTINモデルの一部を表す図を示す。TINモデルは、3次元点群の各点 p を線（辺） e で結んだ三角形 t の集合で表される。S3において、まず、そのモデルのデータを用いて、モデルを構成する各三角形の面積と、各三角形の平面に垂直な法線ベクトル v を算出する。面積と法線ベクトルは、三角形の3つの頂点の座標を用いて計算することができる。ここでは、法線ベクトルは、3次元の成分をもつベクトルで表され、大きさ r が1の単位ベクトルとする。図4に、法線ベクトルの座標表現の図を示す。法線ベクトルは、3次元直交座標系の座標（ $X1$ 、 $Y1$ 、 $Z1$ ）で表したり、方位角 ϕ と仰角 θ の球座標で表したりすることができる。法線ベクトルの向きは、3次元モデルの外側を向く方向に設定できる。

[0037] 情報処理装置1の処理部は、各三角形の平面について、算出した法線ベクトルに、その面積の大きさを重みの情報として付与する。例えば、ある三角形 $t1$ の法線ベクトルと、その三角形 $t1$ の面積と、を一組のセットにして

データを関連付け、別の三角形 t_2 の法線ベクトルと、その三角形 t_2 の面積と、を一組のセットにしてデータを関連付け、データを保存する。

[0038] そして、複数の法線ベクトルの重みを統計的に処理する。統計処理においては、3次元空間を一定間隔の範囲ごとに区切った各範囲において、各範囲に含まれる法線ベクトルの重みの大きさの合計（総和）を求める。各範囲は、図5に示すように、半径1の球体の表面を一定角度間隔で分割した範囲のように、方位角と仰角のそれぞれを一定の間隔の範囲 d ごとに区切った範囲として設定することができる。例えば、方位角を360等分して0度以上1度未満の範囲、1度以上2度未満の範囲、・・・、359度以上360度未満の、仰角も同様に360等分して、方位角と仰角を1度間隔で区切った範囲を設定することができる。または、角度の小数点第一位以下を四捨五入して整数の角度としてもよい。つまり、0～0.5度未満の範囲は0、0.5以上1.5未満の範囲は1とすることができる。角度は、度数として表記したが、ラジアン単位でもよい。

また、各範囲は、半径1の球体の表面をカバーするように、3次元直交座標系のX、Y、Z座標のそれぞれの一定の間隔の範囲で設定することもできる。各範囲における重みの大きさの合計は、その範囲に含まれる法線ベクトルを有する三角形の面の合計の面積の大きさを表す。

[0039] 情報処理装置1の処理部は、重みの統計処理によって、重みの合計が最大値を有する範囲、重みの合計値がピークを示す範囲、平均値、分散値、偏差など統計的な値を算出することができる。ピークは、局所的な範囲における極大値を有する箇所であって、値が実在する点であってもよいし、値が実在する離散点を補間した点、離散点を近似した曲線上のピークであってもよい。図6に、ピーク概念を表す図を示す。図6の横軸が3次元空間における方位角、仰角の角度であり、縦軸が重みの合計値である。図6は2次元だが、横軸は概念的に3次元空間における角度を表す。ピーク値が一番大きい成分（最大値）を第1ピーク、ピーク値が2番目に大きい成分を第2ピークと、ピーク値が大きい方から第1ピーク、第2ピーク、第3ピーク、と順番に

名付けることができる。第1ピークに対応する角度の法線ベクトルを第1成分ベクトル、第2ピークに対応する角度の法線ベクトルを第2成分ベクトル、第3ピークに対応する角度の法線ベクトルを第3成分ベクトル、と呼ぶことができる。なお、2つのピークが近接し、ある範囲にわたって幅を有する場合は、その範囲の平均値や中央値をピーク位置とすることができる。

[0040] 例えば、方位角 Θ 12～13度の範囲、仰角 ϕ 0～1度の範囲で重み合計値が最大の第1ピークを有する場合、その範囲における角度の最小値、最大値、平均値、中央値などの角度の代表値を決定する。そして、決定した代表値の方位角、仰角を有する第1成分ベクトルを決定する。角度を、小数点第一位以下を四捨五入して整数で表した場合は、整数の角度が代表値を意味する。

[0041] 第1ピークは、TINモデルの表面のうち、第1ピークに対応する角度範囲の方向に法線方向が向く三角形の合計の面積が最大であることを表す。そのため、第1ピークを抽出することによって、3次元モデルを構成する面のうち、どの方向に向いている面の面積が最大であるかを特定することができる。第1成分ベクトルは、3次元モデルの各面について、同じ方向または同じ範囲の方向を向く面で合計した面積が最も大きい面に対応する法線ベクトルである。

[0042] また、第2ピークは、第1ピーク領域以外で、第2ピークに対応する角度範囲の方向に法線方向が向く三角形の合計の面積が2番目に大きい極大値であることを表す。そのため、第2ピークを抽出することによって、3次元モデルを構成する面のうち、どの方向に向いている面の面積が2番目の極大値であるかを特定することができる。このように、3次元モデルの各面の面積を重みとして統計処理を行うことで、3次元モデルの面の方向と大きさの分析を行うことができる。

[0043] 情報処理装置1の処理部は、重みを統計処理した結果の統計値に基づいて、3次元モデルを見る視線方向と視点を決定する(S4)。視線方向は、S6において属性情報を求める際に、属性情報を正しく求めることができるよ

うに決定されうる。視線方向は、3次元データを外側から見る方向、つまり、対象物の外側から中心に向かう方向に設定される。視線方向は、例えば、第1成分ベクトルの方向に基づいて決定することができる。一例として、始点を3次元モデルの中心位置とする第1成分ベクトルの逆向きの方向を視線方向とすることができる。3次元モデルの中心位置は、3次元モデルを取り囲む直方体（バウンディングボックス）の中心位置として求めることができる。このように、3次元モデルの中心を始点とする第1成分ベクトルに沿った方向を視線方向として決定することができる。

[0044] 視線の起点となる視点の位置は、3次元モデルを取り囲むバウンディングボックスの外側の任意の位置でよいが、例えば、S5の画像取得時に、3次元モデルの全体が画角内に含まれる距離で、3次元モデルに近い位置が好ましい。

[0045] なお、視線方向は、S6において属性情報を求める際に、属性情報を正しく求めることができれば、上記の第1成分ベクトルの逆向きの方向に限られず、その方向からずらした方向であってもよい。ずれの許容範囲は、3次元モデルの2次元画像を得る際に、3次元モデルを構成する面のうち、第1成分ベクトルに対応する面が画像に含まれる限度で決定することができる。第1成分ベクトルに対応する面は、その3次元モデルにおける最大の表面積を占めており、3次元モデルの特徴、属性を表しやすいからである。

[0046] 視線方向は、他に、第2成分ベクトルや第3成分ベクトルに基づいて決定してもよい。例えば、始点を3次元モデルの中心位置とする第2成分ベクトルまたは第3成分ベクトルの逆向きの方向を視線方向とすることができる。また、視線方向は、複数の方向として設定してもよい。

[0047] 視線方向は、視点が、3次元モデル（対象物）の中心よりも上側となるように設定するとよい。3次元データは上空、鉛直方向上側から見た画像から算出されるものが多く、視点が当該中心より下側にあるとその視点から見た画像は情報が少なく、情報不足の画像が生じやすいからである。

[0048] 次に、決定した視点、視線方向から見た3次元モデルの2次元画像を取得

する（S5）。視点と3次元モデルとの間に、視線方向に対して垂直な平面を置き、その平面に3次元モデルの像を投影することで2次元画像を得ることができる。

[0049] 次に、入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルを用いて、3次元モデルを視線方向から見た2次元画像から3次元モデル（対象物）の属性情報を求める（S6）。入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルは、多数の2次元画像と多数の属性情報を教師データとして機械的に学習されたモデルであって、大規模ニューラルネットワークなどの人工知能（AI）によって作成される。学習モデルは、情報処理装置1内に構成されてもよいし、情報処理装置1とは別の外部のコンピュータによって提供されてもよい。外部のコンピュータとしては、サーバやパブリッククラウドの形がある。S6では、入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルに対して、S5で取得した2次元画像を入力すると、学習済みモデルがその画像に含まれる物などの属性情報を出力する。出力は、画像の説明文でもよいし、キーワードという形でもよい。

[0050] 視線方向が複数設定されている場合は、各視線方向から見た複数の画像を取得して、複数の画像を学習済みモデルに入力する。学習済みモデルは、各画像に対応して属性情報を出力するが、出力された属性情報の全てを対象物の属性情報としてもよいし、出力された属性情報のうち各画像で共通する属性情報だけを対象物の属性情報として決定してもよいし、多数決で属性情報を決定してもよい。

[0051] 次に、学習済みモデルから出力された属性情報を、3次元モデル（対象物）に付与する（S7）。属性情報付与の手法として、例えば、3次元モデルにタグ付けしたり、データベースとの連携をしたりする方法がある。各属性情報に対応する3次元モデルの各部分に対して、属性情報をタグ付けして、データベースやファイル形式に保存することができる。例えば、3次元モデルの各部に属性データを直接リンクさせることができる。ファイル形式としては、BIMデータのIFC形式や、GISのShapefileがある。データベースとの連携

では、3Dデータに関連する属性データを別のデータベースに保存し、3Dデータの特定の部分が選択された際にその属性データを呼び出すことが可能である。

[0052] (実施例1)

3次元モデルの一例として、図7に、建物の3次元モデルの図を示す。S3において、3次元モデルの面分析を行うと、図7に示す玄関の面の法線方向と同じ角度範囲に法線方向を有する面の面積が最大であると算出される。そのため、3次元モデルの中心位置を始点とする、玄関の面の法線方向と同じ角度範囲の第1成分ベクトルを求め、その第1成分ベクトルの逆方向を視線方向として決定する。図8に、3次元モデルに接して取り囲む直方体（バウンディングボックス）BBを実線で示す。直方体BBの中心位置CPを始点とする第1成分ベクトルの逆方向が、視線方向VIである。視点VPは、建物の3次元モデルが画角内に含まれるように決定することができる。

[0053] 決定した視線方向VI、視点VPから3次元モデルを見た2次元画像を、図9に示す。図9の画像には玄関を含む建物の正面が含まれている。そして、図9の画像を、上記の学習済みモデルに入力して、3次元モデルの属性情報を求める。図9の画像が入力された学習済みモデルは、属性情報として、白色の玄関、窓、煙突、青色の外壁、茶色の屋根、階段を出力する。

[0054] 図10に、直方体BBの中心位置CPを始点とする第2成分ベクトルの逆方向を視線方向とした場合の、視線方向から3次元モデルを見た2次元画像を示す。図10の画像が入力された学習済みモデルは、属性情報として、窓、煙突、青色の外壁、茶色の屋根を出力する。

[0055] 上記の例のように、第1成分ベクトルに基づいて決定した視線方向から見た3次元モデルの画像から得られる属性情報と、第2成分ベクトルに基づいて決定した視線方向から見た3次元モデルの画像から得られる属性情報と、を比較すると、第1成分ベクトルの方が、得られる属性情報がより多く、3次元モデルを正しく表している。そのため、複数の視線方向のそれぞれから見た3次元モデルの2次元画像から属性情報を求める方法よりも、第1成分

ベクトルに基づいて決定した視線方向から見た3次元モデルの画像だけから属性情報を求める方が、より少ない計算量、より短い時間で、正しい属性情報を得ることができる。

[0056] 以上のように、上記の実施形態によれば、入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルを用いることで、ソフトウェアにおけるユーザーの操作によって多数の3次元モデルに属性情報を入力する手間とコストを軽減し、入力ミスを抑えることができる。また、上記の実施形態では、3次元モデルの面の分析を行って、その分析による分析結果に基づいて、3次元モデルを見る視線方向を決定し、決定した視線方向から見た3次元モデルの2次元画像を取得することで、属性情報をより正確に求めることができる画像を得ることができる。そのようにすることで、多種多様な3次元モデルに対して、人工知能、入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルを用いても、誤った属性情報の出力をする可能性が低くなり、属性情報をより正確に求めることができる。したがって、多種多様な3次元データに正しい属性情報をより簡易に付与することができ、新たなデータ活用方法を生み出し、データを活用した業務の効率化を図ることができる。

[0057] 例えば、建物の3次元モデルに対して、建物の高さや屋根といった情報以外に、窓やドアといった属性や、窓やドアの位置の情報を付与することで、その情報を、建物のメンテナンス、ドローンによる配送サービス、自動運転サービス、建築計画の検討に活用することができる。

[0058] (比較例)

次に、比較例について説明する。比較例では、図7の建物の3次元モデル見る視線方向を、3次元モデルを接して取り囲む直方体BBの面の法線方向に基づいて決定した場合の例を説明する。直方体BBの面は6つあり、6つの面の法線方向、つまり、上下、左右、前後の6つの方向が視線方向として設定されうる。直方体BBの中心位置CPを始点とする直方体BBの上面の外向きの法線ベクトルの逆方向を視線方向とした場合、ある距離の視点から見た3次元モデルの画像は、図11のようになる。図11の画像を、上記の

学習済みモデルに入力して、3次元モデルの属性情報を求めると、茶色の屋根、煙突が出力されるが、窓、玄関、外壁や階段は画像に存在しないので出力されない。

[0059] 直方体B Bの中心位置C Pを始点とする直方体B Bの下面の外向きの法線ベクトルの逆方向を視線方向とした場合、ある距離の視点から見た3次元モデルの画像は、図12のようになる。図12の画像では、建物の底面の形を認識することはできるが、実際の計測データが存在しないため、情報が不足した画像となっている。図12の画像を、上記の学習済みモデルに入力すると、建物という情報は出力されるものの、詳細な建物の構成物に関する属性情報は出力されない。

[0060] 他の例として、3次元データの対象物が斜面など傾いた面を有する場合、対象物についてバウンディングボックスを設定すると、バウンディングボックスの横方向から見た対象物は、斜面の裏側から見たものになってしまう。このように、3次元データの対象物には多種多様なものがありうるため、対象物についてバウンディングボックスを設定して、バウンディングボックスの面に基づいて視線方向を設定すると、視線方向から見た画像は、属性情報を正しく得られない画像になってしまう場合がある。視線方向を適切に設定しないと、上記の学習済みモデルに3次元モデルの画像を入力しても、適切な属性情報を得ることができない。

[0061] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態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。また、実施形態に示される構成要素のすべてが、本開示の必須の構成要素であるとは限らない。また、各実施形態で示される特徴は、互いに矛盾しない限り他の実施形態にも適用可能である。

[0062] 情報処理装置1は、1つの装置に限らず、分散した複数の情報処理装置で構成してもよいし、クラウドの仮想サーバ、コンテナとして構成してもよい。

[0063] 3Dモデルと、2次元の地理情報を表す画像と、を重ね合わせる場合、S4

において決定した視線方向から見た画像には、2次元の地理情報が含まれている。そのため、その画像を、上記学習済みモデルに入力すると、2次元の地理情報に関連した属性情報が出力される。例えば、地理情報から海岸線に近いと分かる建物の3次元モデルの例では、沿岸部の建物という属性情報が得られる。このように、地理空間情報に対象物の3次元モデルを重ね合わせて、決定した視線方向から見た、地理空間情報を含む3次元モデルの画像から属性情報を求めることができる。

産業上の利用可能性

[0064] 本開示は、3次元モデルに属性情報を付与する情報処理方法、情報処理装置及びプログラムに関するものであり、産業上の利用可能性を有する。

符号の説明

[0065] 1 情報処理装置

請求の範囲

- [請求項1] 対象物の3次元モデルに属性情報を付与する情報処理方法において、
- コンピュータが、
- 前記3次元モデルの各面の面積と法線方向を算出して、算出した前記面積の大きさと前記法線方向に基づいて視線方向を決定し、
- 前記3次元モデルを前記視線方向から見た画像を取得し、
- 入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルに前記視線方向から見た画像を入力して、前記3次元モデルの属性情報を求め、
- 前記3次元モデルに前記属性情報を付与することを特徴とする情報処理方法。
- [請求項2] 前記3次元モデルの各面について、同じ範囲の方向を向く面で合計した面積が最も大きい面に対応する法線ベクトルの第1成分ベクトルの方向に基づいて、前記視線方向を決定することを特徴とする請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項3] 前記3次元モデルの中心を始点とする前記第1成分ベクトルに沿った方向を前記視線方向として決定することを特徴とする請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項4] 複数の前記視線方向を決定し、複数の前記視線方向から見た複数の画像を前記学習済みモデルに入力して、前記複数の画像に対応する前記属性情報を求めることを特徴とする請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項5] 地理空間情報に前記対象物の3次元モデルを重ね合わせて、前記視線方向から見た、前記地理空間情報を含む前記3次元モデルの画像から前記属性情報を求めることを特徴とする請求項1に記載の情報処理方法。
- [請求項6] 請求項1乃至5の何れか1項に記載の情報処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラム。

[請求項7]

対象物の３次元モデルに属性情報を付与する情報処理装置において、

、

処理部を有し、前記処理部は、

前記３次元モデルの各面の面積と法線方向を算出して、算出した前記面積の大きさと前記法線方向に基づいて視線方向を決定し、

前記３次元モデルを前記視線方向から見た画像を取得し、

入力画像から属性情報を出力する学習済みモデルに前記視線方向から見た画像を入力して、前記３次元モデルの属性情報を求め、

前記３次元モデルに前記属性情報を付与することを特徴とする情報処理装置。