

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7381973号
(P7381973)

(45)発行日 令和5年11月16日(2023.11.16)

(24)登録日 令和5年11月8日(2023.11.8)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 6 T	7/00 (2017.01)	G 0 6 T	7/00	6 1 0	
G 0 1 B	21/20 (2006.01)	G 0 1 B	21/20	1 0 1	
G 0 6 V	20/64 (2022.01)	G 0 6 T	7/00		C
		G 0 6 V	20/64		

請求項の数 7 (全15頁)

(21)出願番号	特願2022-560554(P2022-560554)	(73)特許権者	000004226 日本電信電話株式会社 東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(86)(22)出願日	令和2年11月5日(2020.11.5)	(74)代理人	110001634 弁理士法人志賀国際特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2020/041293	(72)発明者	渡邊 真由子 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(87)国際公開番号	WO2022/097219	(72)発明者	谷田 隆一 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
(87)国際公開日	令和4年5月12日(2022.5.12)	(72)発明者	木全 英明 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日本電信電話株式会社内
審査請求日	令和5年2月24日(2023.2.24)	審査官	小太刀 慶明

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 検出方法、検出装置及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第一符号化データと、前記第一点群データとほぼ同じ空間について異なる時刻に取得された第二点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第二符号化データとのそれぞれから、所定の階層における点の情報を取得する取得ステップと、

前記取得ステップにおいて取得した情報に基づいて前記所定の階層における前記第一符号化データと前記第二符号化データとの間のデータ差分の大きさ表す指標値を算出し、算出した前記指標値に基づいて前記空間における差異の有無を検出する検出ステップと、を有する検出方法。

【請求項2】

前記検出ステップにおいては、前記所定の階層のボクセルごとに前記指標値を算出する、請求項1に記載の検出方法。

【請求項3】

前記検出ステップにおいては、前記ボクセルの前記指標値を、当該ボクセルの一つ下の階層の前記第一符号化データと、当該ボクセルの一つ下の階層の前記第二符号化データとの差異に基づいて算出する、

請求項2に記載の検出方法。

【請求項4】

前記検出ステップにおいては、所定の範囲の階層のボクセルについて前記指標値を算出

し、前記ボクセルの前記指標値が当該ボクセルを含む一つ上の階層のボクセルの指標値よりも小さいデータ差分を表す場合、前記ボクセルの前記指標値を、一つ上の階層の前記ボクセルの指標値に変更する、

請求項 3 に記載の検出方法。

【請求項 5】

前記第一符号化データ又は前記第二符号化データが示すボクセルに、前記ボクセルについて算出された前記指標値に応じた色を重畳して表示する表示ステップをさらに有する、

請求項 2 から請求項 4 のいずれか一項に記載の検出方法。

【請求項 6】

第一点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第一符号化データと、前記第一点群データとほぼ同じ空間について異なる時刻に取得された第二点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第二符号化データとのそれぞれから、所定の階層における点の情報を取得する取得部と、

10

前記取得部が取得した情報に基づいて前記所定の階層における前記第一符号化データと前記第二符号化データとの間のデータ差分の大きさ表す指標値を算出し、算出した前記指標値に基づいて前記空間における差異の有無を検出する検出部と、

を備える検出装置。

【請求項 7】

コンピュータに、

請求項 1 から請求項 5 のいずれか一項に記載の検出方法を実行させるためのプログラム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、検出方法、検出装置及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

固定 L i D A R (Light Detection and Ranging)、車載型 L i D A R、ドローン搭載型 L i D A R、M M S (Mobile Mapping System) のなどの機器により取得される点群データを用いて物体認識を行うという取り組みが増えつつある。点群データは、建造物の表面から反射される点のデータの集合である。点群データに基づいて建造物の形状を自動で推定することにより、保守などの場面での利用が可能になると期待されている。一般に路上の建造物の保守などを想定する場合、認識対象ごとに固定されたカメラが点群データを取得するのではなく、移動するカメラが連続して点群データを取得すると考えられる。よって、一つ一つのデータ量が膨大になることが想定される。点群データは、8分木で階層化され、符号化される(例えば、非特許文献1参照)。

30

【0003】

一方、保守業務では一般に、対象とする建造物の時系列変化の様子を確認することが多い。そのため、時系列方向の建造物の変化情報を、点群データに基づいて見つける必要があると考えられる。

【先行技術文献】

40

【非特許文献】

【0004】

【文献】"Information technology - MPEG-I (Coded Representation of Immersive Media) - Part 9: Geometry-based Point Cloud Compression", ISO/IEC DIS 23090-9, 2019.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

点群データを用いて時系列方向の建造物の変化を確認するには、時系列の点群間の距離を利用した推定方法を適用することが考えられる(例えば、非特許文献1参照)。この推

50

定方法では、全ての点のデータを用いて、点がなす曲面の距離情報を計算する必要がある。従って、膨大なデータ量を持つ点群データにこの推定方法を適用した場合、推定に時間がかかる可能性がある。

【0006】

上記事情に鑑み、本発明は、空間の時系列変化の推定に要する時間を短縮することができる検出方法、検出装置及びプログラムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、第一点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第一符号化データと、前記第一点群データとほぼ同じ空間について異なる時刻に取得された第二点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第二符号化データとのそれぞれから、所定の階層における点の情報を取得する取得ステップと、前記取得ステップにおいて取得した情報に基づいて前記所定の階層における前記第一符号化データと前記第二符号化データとの間のデータ差分の大きさを表す指標値を算出し、算出した前記指標値に基づいて前記空間における差異の有無を検出する検出ステップと、を有する検出方法である。

10

【0008】

本発明の一態様は、第一点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第一符号化データと、前記第一点群データとほぼ同じ空間について異なる時刻に取得された第二点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第二符号化データとのそれぞれから、所定の階層における点の情報を取得する取得部と、前記取得部が取得した情報に基づいて前記所定の階層における前記第一符号化データと前記第二符号化データとの間のデータ差分の大きさを表す指標値を算出し、算出した前記指標値に基づいて前記空間における差異の有無を検出する検出部と、を備える検出装置である。

20

【0009】

本発明の一態様は、コンピュータに、上述の検出方法を実行させるためのプログラムである。

【発明の効果】

【0010】

本発明により、空間の時系列変化の推定に要する時間を短縮することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施形態による検出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】同実施形態に用いられる空間領域分割の親ブロックと子ブロックを示す図である。

【図3】同実施形態に用いられる点群データを含む空間領域の分割を示す図である。

【図4】同実施形態に用いられる8分木の例を示す図である。

【図5】同実施形態における検出装置の動作を示すフロー図である。

【図6】同実施形態における検出装置の動作を示すフロー図である。

【図7】第2の実施形態における検出装置の構成を示すブロック図である。

【図8】同実施形態における検出装置の動作を示すフロー図である。

40

【図9】同実施形態における検出装置による表示例を示す図である。

【図10】第3の実施形態における検出装置の動作を示すフロー図である。

【図11】実施形態の検出装置のハードウェア構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。本実施形態では、ほぼ同じ空間を対象にして異なる時刻に取得された点群データの符号化情報を復号せずに用いて時系列方向の差分を推定する。これにより、これらの点群データ間においてずれが大きい領域を簡易に検出することができる。つまり、点群データが取得された空間内における構造物の変化を簡易に検出することができる。

50

【 0 0 1 3 】

(第1の実施形態)

図1は、第1の実施形態による検出装置1の構成を示すブロック図である。検出装置1は、記憶部11と、入力部12と、階層指定部13と、取得部14と、検出部15とを備える。

【 0 0 1 4 】

記憶部11は、第一符号化データ及び第二符号化データを含む各種データを記憶する。第一符号化データは第一点群データの符号化データであり、第二符号化データは第二点群データの符号化データである。点群データは、所定の空間領域において点が存在する座標値の集合のデータである。第一点群データと第二点群データは、同じ空間を対象にして異なる時刻に取得された点群データである。例えば、第一点群データ及び第二点群データは、ほぼ同じ空間を対象にして異なる時刻に取得された点群データから同じ空間を対象にして切り取られたデータである。符号化データは、点群データから生成される木構造データを算術符号化したデータである。木構造データは、上記の空間領域のうち点が含まれる分割された空間を8分木構造で表現したデータである。このように、符号化データは、点群データから生成される木構造データを表すデータである。

10

【 0 0 1 5 】

入力部12は、データを入力する。入力は、他の装置からのデータの受信でもよく、他の装置又は記録媒体からのデータの読み出しでもよい。また、入力は、キーボードやタッチパネル等の既存の入力装置によるデータの入力を含んでもよい。入力部12は、第一符号化データ及び第二符号化データを入力し、入力したこれらデータを記憶部11に書き込む。

20

【 0 0 1 6 】

階層指定部13は、第一符号化データと第二符号化データとの差分の有無の判定を行う対象の階層を指定する情報を取得部14及び検出部15に出力する。判定を行う対象の階層は、例えば、上限の階層及び下限の階層により示される。

【 0 0 1 7 】

取得部14は、第一符号化データと、第二符号化データとのそれぞれから、各階層の各分割領域における点の情報を取得する。点の情報は、分割領域に含まれる一つ下の階層の各分割領域に点が含まれるか否かの情報である。

30

【 0 0 1 8 】

検出部15は、判定を行う対象の階層毎に、取得部14が第一符号化データから取得した分割領域の点の情報と第二符号化データから取得した分割領域の点の情報とを比較して指標値を算出する。指標値は、第一点群データと第二点群データとの間のデータ差分の大きさ表す。検出部15は、算出した指標値に基づいて、空間における差異の有無を検出する。

【 0 0 1 9 】

図2～図4を用いて、符号化データを説明する。本実施形態において、点群データに含まれる各点の座標値は、 $x y z$ 座標における各成分の値、すなわち、 x 座標値、 y 座標値、及び、 z 座標値により表される。

40

【 0 0 2 0 】

図2は、空間領域分割における親ブロックと子ブロックを示す図である。立方体の空間である親ブロックBを、互いに直交する3方向(x 軸、 y 軸、 z 軸)のそれぞれで2等分することにより、親ブロックBから8個の立方体の子ブロックB-0～B-7が生成される。親ブロックB及び子ブロックB-0～B-nはそれぞれ、ボクセルに相当する分割空間である。

【 0 0 2 1 】

図3は、点群データを含む空間領域の分割を示す図である。ブロックB0は、各辺が 2^n の立方体である。演算処理の簡略化のため、点群データの座標値は相対座標系の座標値に変換される。具体的には、点群データの座標は、 x, y, z の各成分の最小値が0にな

50

るように平行移動される。これにより、ブロック B 0 の一つの頂点の座標が (0 , 0 , 0) となる。ブロック B 0 の $x = 2^n$ 、 $y = 2^n$ 、 $z = 2^n$ の各辺は、点を含まない。

【 0 0 2 2 】

ブロック B 0 を親ブロックとして図 2 に示す空間領域分割を行うと、8 個の子ブロックであるブロック B 1 - 0 ~ B 1 - 7 が生成される。次に、ブロック B 1 - 0 ~ B 1 - 7 のうち、1 個以上の点を含むブロック B 1 - i (i は 0 以上 7 以下の整数) を親ブロックとして図 2 に示す空間領域分割を行うと、8 個の子ブロックであるブロック B 2 - i - 0 ~ B 2 - i - 7 が生成される。点を含まないブロック B 1 - i については、分割は行われぬ。

【 0 0 2 3 】

ブロック B 2 - i - 0 ~ B 2 - i - 7 のうち、1 個以上の点を含むブロック B 2 - i - j (j は 0 以上 7 以下の整数) を親ブロックとして図 2 に示す空間領域分割が行われる。これにより、8 個の子ブロックであるブロック B 3 - i - j - 0 ~ B 3 - i - j - 7 が生成される。さらに、1 個以上の点を含む子ブロックを親ブロックとして空間領域分割を行う処理を、所定回繰り返す。なお、m 回目 (m は 1 以上の整数) の分割により生成された子ブロックを、m 階層目のブロックと記載する。

【 0 0 2 4 】

図 4 は、8 分木の例を示す図である。点群データは、図 3 のように分割された立体空間に対応した 8 分木 (オクツリー) により表現される。最上位のノード N 0 は、ブロック B 0 に対応する。ノード N 0 は、1 階層目の 8 つのノード N 1 - 0 ~ N 1 - 7 と接続される。ノード N 1 - i は、ブロック B 1 - i に対応する。点を含むブロックに対応したノードを、点を含むノードと記載し、点を含まないブロックに対応したノードを、点を含まないノードと記載する。

【 0 0 2 5 】

複数の点を含むノード N 1 - i は、2 階層目の 8 つのノード N 2 - i - 0 ~ N 2 - i - 7 と接続される。ノード N 2 - i - j は、ブロック B 2 - i - j に対応する。点が含まれないブロック B 1 - i は分割されないため、そのブロック B 1 - i に対応したノード N 1 - i は、2 階層目のノードとは接続されない。図 4 では、点が含まれないノード N 1 - 0 ~ N 1 - 6 は、2 階層目のノードとは接続されない。また、点を含むノード N 1 - 7 は、2 階層目のノード N 2 - 7 - 0 ~ N 2 - 7 - 7 と接続される。点が含まれないノード N 2 - 7 - 0、N 2 - 7 - 2 ~ 7 は、3 階層目のノードとは接続されない。点を含むノード N 2 - 7 - 2 は、3 階層目の 8 つのノード N 3 - 7 - 1 - 0 ~ N 3 - 7 - 1 - 7 と接続される。

【 0 0 2 6 】

点群データからは、上記のように分割された空間領域に対応した木構造のノードが生成される。点を含むブロックに対応したノードについては、そのブロックを親ブロックとする子ブロックのそれぞれが点を含むか否かを表したブロック値が付与される。つまり、点を含むブロックに対応したノードには、そのノードの 1 階層下のノードそれぞれが点を含むか否かを表したブロック値が付与される。このブロック値は、式 (1) のように表される。 x_k は、8 つの子ブロックのうち k 番目 (k は 0 以上 7 以下の整数) の子ブロックに点が含まれているか否かを表す符号である。「 1 」は点を含むことを表し、「 0 」は点を含まないことを表す。

【 0 0 2 7 】

【 数 1 】

$$f(x_0, x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7) = \sum_{k=0}^7 x_k 2^k \quad \dots (1)$$

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

例えば、ブロック B 0 の子ブロックのうちブロック B 1 - 2 及び B 1 - 7 のみが点を含む場合、ブロック B 0 に対応したノードのブロック値は、 $f(0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1) = 33$ と表される。また、あるブロックの 8 つの子ブロックの全てが点を含んでいる場合、ブロック値は、 $f(1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1) = 255$ と表される。このようにして、各ノードに、式 (1) により点の位置を 0 から 255 までの値で表したブロック値が付与される。そして、親空間 (親ノード) から順に、各ブロックに対応したノードに付与されたブロック値が可変長符号化される。符号化は、例えば、図 4 に示す上側及び左側のノードから順に行われる。

【 0 0 2 9 】

上記のように、点群データは、空間領域のうち点が含まれる分割空間を 8 分木構造で表現した木構造データに変換され、その木構造データを算術符号化して符号化データが生成される。また、符号化された情報には、相対座標系への変換の際に平行移動を行った量の情報が付加される。

【 0 0 3 0 】

図 5 は、検出装置 1 の処理を示すフロー図である。

検出装置 1 の入力部 1 2 は、符号化データ A 及び符号化データ B を入力する (ステップ S 1 1 0)。符号化データ A は第一符号化データであり、符号化データ B は第二符号化データである。符号化データ A 及び符号化データ B は、異なる時刻に取得されたほぼ同じ空間の点群データから切り出された同じ空間の点群データの 8 分木構造を示すデータである。入力部 1 2 は、符号化データ A 及び符号化データ B を記憶部 1 1 に書き込む。

【 0 0 3 1 】

階層指定部 1 3 は、ユーザにより指定された階層の上限 N_1 (N_1 は 0 以上の整数) 及び下限 N_2 (N_2 は N_1 以上の整数) の情報を取得する。指定された階層は、データ差分のレベルを判定する対象である。データ差分のレベルは、指標値の一例である。階層指定部 1 3 は、入力部 1 2 により入力された階層の上限 N_1 及び下限 N_2 の情報を取得してもよく、記憶部 1 1 に記憶された階層の上限 N_1 及び下限 N_2 の情報を読み出してもよい。階層指定部 1 3 は、取得した階層の上限 N_1 及び下限 N_2 の情報を取得部 1 4 及び検出部 1 5 に出力する (ステップ S 1 2 0)。

【 0 0 3 2 】

取得部 1 4 は、処理対象の階層 n を、判定を行う対象の最上位 (上限) の階層 N_1 とする。取得部 1 4 は、符号化データ A から階層 n ($n = N_1$) の各ボクセル B の 8 分木構造のブロック値 f_a を取得し、符号化データ B から階層 N_1 の各ボクセルの 8 分木構造のブロック値 f_b を取得する (ステップ S 1 3 0)。ブロック値 f_a 及び f_b は、式 (1) により表される。検出部 1 5 は、階層 n の同じ位置のボクセル毎に、ブロック値 f_a と、ブロック値 f_b とを比較し、データ差分のレベルを決定する (ステップ S 1 4 0)。ステップ S 1 4 0 の処理の詳細は、図 6 を用いて後述する。

【 0 0 3 3 】

取得部 1 4 は、判定を行う対象の次の階層があるか否かを判定する (ステップ S 1 5 0)。取得部 1 4 は、現在の処理対象の階層 n が、ステップ S 1 2 0 において取得された階層の下限 N_2 に達していない場合、次の階層があると判断する (ステップ S 1 5 0 : YES)。取得部 1 4 は、処理対象の階層 n を、一つ下の階層 ($n + 1$) に更新する。取得部 1 4 は、符号化データ A から階層 n の各ボクセルの 8 分木構造のブロック値 f_a を読み出し、符号化データ B から階層 n の各ボクセルの 8 分木構造のブロック値 f_b を読み込む (ステップ S 1 6 0)。

【 0 0 3 4 】

ステップ S 1 5 0 の処理の後、検出装置 1 は、ステップ S 1 4 0 からの処理を繰り返す。そして、取得部 1 4 は、処理対象としている階層 n が、階層の下限 N_2 に達したと判定した場合 (ステップ S 1 5 0 : NO)、処理を終了する。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

検出部 15 は、各階層において算出したレベル値に基づいて、符号化データ A に符号化された点群データが撮影された時刻と、符号化データ B に符号化された点群データが撮影された時刻とにおいて、空間内に差異があるか否かを検出する。例えば、検出部 15 は、閾値以上のレベル値が得られたボクセルに対応した部分空間に差異が生じていると判定する。

【 0 0 3 6 】

なお、元の点群データの空間領域が大きな場合、その空間領域は、符号化データが生成される単位空間に分割される。この単位空間は、図 3 におけるブロック B 0 に相当する。検出装置 1 は、単位空間のごとに図 5 の処理を行う。

【 0 0 3 7 】

図 6 は、図 5 のステップ S 1 4 0 における詳細な処理を示すフロー図である。検出部 15 は、階層 n のボクセルのうち、未選択のボクセルを選択する（ステップ S 2 1 0）。選択されたボクセルを選択ボクセルと記載する。検出部 15 は、 $k = 0 \sim 7$ のそれぞれについて、選択ボクセルのブロック値 f a の k 番目の要素 x_k の値と、選択ボクセルのブロック値 f b の k 番目の要素 x_k の値とが一致しているか否かを判断する。検出部 15 は、一致していないと判断した要素の数に基づいてレベル値を決定する（ステップ S 2 2 0）。ここでは、検出部 15 は、一致していない要素の数をレベル値とする。検出部 15 は、符号化データ A と符号化データ B との一方又は両方に、選択ボクセルのレベル値の情報を付加する。

【 0 0 3 8 】

検出部 15 は、選択ボクセルを含む一つ上の階層（ $n - 1$ ）のボクセルのレベル値を読み出す。検出部 15 は、ステップ S 2 2 0 において決定した選択ボクセルのレベル値と、一つ上の階層のボクセルのレベル値とを比較する（ステップ S 2 3 0）。取得部 14 は、選択ボクセルのレベル値よりも、一つ上の階層のボクセルのレベル値のほうが大きいと判断した場合（ステップ S 2 3 0 : Y E S）、選択ボクセルのレベル値を、一つ上の階層のボクセルのレベル値とする（ステップ S 2 4 0）。検出部 15 は、ステップ S 2 2 0 において符号化データ A と符号化データ B との一方又は両方に付加したレベル値の情報を、一つ上の階層のボクセルのレベル値の情報に書替える。

【 0 0 3 9 】

検出部 15 は、選択ボクセルのレベル値が一つ上の階層のボクセルのレベル値以上であると判断した場合（ステップ S 2 3 0 : N O）、又は、ステップ S 2 4 0 の処理の後、ステップ S 2 5 0 の処理を行う。すなわち、検出部 15 は、階層 n に未選択のボクセルがあるか否かを判断する（ステップ S 2 5 0）。検出部 15 は、未選択のボクセルがあると判断した場合（ステップ S 2 5 0 : Y E S）、ステップ S 2 1 0 からの処理を繰り返す。そして、検出部 15 は、全てのボクセルを選択したと判断した場合（ステップ S 2 5 0 : N O）、処理を終了する。検出装置 1 は、図 5 のステップ S 1 5 0 の処理を行う。

【 0 0 4 0 】

本実施形態の検出装置 1 は、例えば、以下のようなケースに利用できる。保守業務の一つとして、電信柱の傾きを確認する業務がある。この業務を自動化する実施方法として、一般に次のようなものが検討されている。まず、L i D A R や M M S などにより、街中の様子を点群データとして取得する。解析装置は、取得された点群データを解析し、電信柱のデータを抽出する。解析装置は、この抽出された電信柱のデータを解析し、傾きに問題がないかを確認する。

【 0 0 4 1 】

このときに、点群データの全てを解析して電信柱のデータを抽出しようとする、全データ内において電信柱のデータはその一部であるにも関わらず、全データ量が膨大であるため、その抽出処理にも時間がかかると想定される。そこで、検出装置 1 を用いることにより、全データから過去と差分がある領域のみを切り出すことが可能となる。解析装置は、検出装置 1 が切り出した領域の中から必要なデータを抽出し、抽出したデータを用いて解析処理を行う。よって、解析処理にかかる負荷及び時間を軽減することが可能になると

10

20

30

40

50

期待される。要するに、保守対象（例えば、電信柱）を含む、所定の大きさの、ほぼ同じ現実空間の領域を表現し、かつ異なる時間に得られた点群を用いて本実施形態により差異を検出することで、現実空間で保守対象に過去から変化が起こったかを推定することができる。

【0042】

（第2の実施形態）

第2の実施形態の検出装置は、第1の実施形態と同様に決定したレベルをユーザに提示する。第2の実施形態を、第1の実施形態との差分を中心に説明する。

【0043】

図7は、第2の実施形態による検出装置10の構成を示すブロック図である。検出装置10は、記憶部11と、入力部12と、階層指定部13と、取得部14と、検出部15と、出力部21、表示部22とを備える。検出装置10が、図1に示す第1の実施形態の検出装置1と異なる点は、出力部21及び表示部22をさらに備える点である。

10

【0044】

出力部21は、第一符号化データ又は第二符号化データから得られる情報に、検出部15が各ボクセルに付与したレベル値の情報を付加して出力する。具体的には、出力部21は、第一符号化データ又は第二符号化データが表すボクセルに、そのボクセルについて付与されたレベルを表す色を重畳して出力する。出力は、表示部22への表示でもよく、検出装置10と接続される他の装置への表示でもよく、プリンタによる印刷でもよい。

【0045】

表示部22は、CRT（Cathode Ray Tube）ディスプレイ、液晶ディスプレイ、有機EL（Electro Luminescence）ディスプレイ等の画像表示装置である。表示部22は、データを表示する。

20

【0046】

図8は、検出装置10の処理を示すフロー図である。図8において図5に示す第1の実施形態の処理と同一の処理には同じ符号を付し、その説明を省略する。検出装置10は、図5のステップS110～S160の処理を行う。

【0047】

取得部14は、処理対象としている階層nが、階層の下限N2に達したと判定した場合（ステップS150：NO）、出力部21に処理を指示する。出力部21は、符号化データA又は符号化データBが示すボクセルに、検出部15がそのボクセルに付与したレベル値に応じた色を重畳して、表示部22に表示する（ステップS310）。ユーザは、表示されたボクセルの色によってずれが大きい領域を判断可能である。ユーザは、レベルが高いことを表す色のボクセルをずれが大きな領域と判断する（ステップS320）。

30

【0048】

図9は、図8のステップS310において検出装置10が表示する画面の例を示す図である。これらの図は、2つの隣接する単位空間のそれぞれについて、図8の処理を行った場合の表示の例を表示している。右側の単位空間については差分が検出されなかったため、出力部21は、最上位の階層のボクセルを、差分なしを示す色により表示している。一方、出力部21は、左側の単位空間については、階層化されたボクセルに、そのボクセルのレベル値に応じた色を重畳して表示している。

40

【0049】

本実施形態により、空間内において経時的な変化が大きな箇所をユーザにわかりやすく提示することが可能となる。

【0050】

（第3の実施形態）

第1及び第2の実施形態においては、複数の階層を対象として各ボクセルのレベル値を決定することが可能である。第3の実施形態では、一つの階層についてのみ各ボクセルのレベル値を決定する。第3の実施形態を、上述した実施形態との差分を中心に説明する。第3の実施形態の検出装置の構成は、図7に示す第2の実施形態の検出装置10と同様で

50

ある。

【 0 0 5 1 】

図 1 0 は、第 3 の実施形態による検出装置 1 0 の処理を示すフロー図である。図 1 0 において、図 5 に示す処理、又は、図 8 に示す処理と同一の処理には同じ符号を付し、その詳細な説明を省略する。

【 0 0 5 2 】

検出装置 1 0 の入力部 1 2 は、符号化データ A 及び符号化データ B を入力する（ステップ S 1 1 0）。階層指定部 1 3 は、ユーザにより指定された階層 N の情報を取得する（ステップ S 4 1 0）。階層指定部 1 3 は、入力部 1 2 により入力された階層 N を取得してもよく、記憶部 1 1 に記憶された階層 N を読み出してもよい。

10

【 0 0 5 3 】

取得部 1 4 は、符号化データ A から階層 N の各ボクセル B の 8 分木構造のブロック値 f_a を取得し、符号化データ B から階層 N の各ボクセルの 8 分木構造のブロック値 f_b を取得する（ステップ S 4 2 0）。検出部 1 5 は、階層 N の同じ絶対位置のボクセル毎に、ブロック値 f_a と、ブロック値 f_b とを比較し、データ差分のレベルを決定する（ステップ S 1 4 0）。すなわち、検出部 1 5 は、図 6 の処理を、階層 N について行う。

【 0 0 5 4 】

出力部 2 1 は、符号化データ A 又は符号化データ B が示すボクセルに、検出部 1 5 がそのボクセルに付与したレベル値に応じた色を重畳して、表示部 2 2 に表示する（ステップ S 3 1 0）。ユーザは、レベルが高いことを表す色のボクセルをずれが大きな領域と判断する（ステップ S 3 2 0）。

20

【 0 0 5 5 】

第 3 の実施形態によれば、ユーザが知りたいずれの大きさに応じた階層を指定することにより、第 2 の実施形態よりも処理の負荷を軽減して、空間内において経時的な変化が大きな箇所を特定することが可能となる。

【 0 0 5 6 】

なお、上記においては、立方体の親ブロックを 8 つの立方体の子ブロックに分割しているが、親ブロック及び子ブロックは立方体でなくてもよい。例えば、親ブロックが n 個の子ブロックに分割される場合、上述のように 8 分木構造で表現した木構造データに代えて、点が含まれる空間領域を n 分木構造で表現した n 分木構造データが用いられる。

30

【 0 0 5 7 】

また、上記においては、符号化データ A と符号化データ B とが同じ空間に対応している場合を例に説明したが、符号化データ A が対象とする空間と第二符号化データ B が対象とする空間とにずれがあってもよい。この場合、取得部 1 4 は、符号化データ A が示す 8 分木データと、符号化データ B が示す 8 分木データとを、符号化データ A が対象とする空間領域 A と符号化データ B が対象とする空間領域 B とを含んだ空間領域 C の 8 分木データに変換してから、上記の処理を行う。この場合、取得部 1 4 は、空間領域 C の 8 分木データを生成し、生成した 8 分木データにおける空間領域 A に相当する箇所を、符号化データ A が示す 8 分木データに置き換える。検出装置 1、1 0 は、この置き換えられた 8 分木データを上記における符号化データ A として用いる。同様に、取得部 1 4 は、空間領域 C の 8 分木データにおける空間領域 B に相当する箇所を、符号化データ B が示す 8 分木データに置き換える。検出装置 1、1 0 は、この置き換えられた 8 分木データを、上記における符号化データ B として用いる。

40

【 0 0 5 8 】

上述した実施形態における検出装置 1、1 0 の機能をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、C

50

D - R O M等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

【 0 0 5 9 】

検出装置 1、10 のハードウェア構成例を説明する。図 11 は、検出装置 1、10 のハードウェア構成例を示す装置構成図である。検出装置 1、10 は、プロセッサ 71 と、記憶部 72 と、通信インタフェース 73 と、ユーザインタフェース 74 とを備える。

【 0 0 6 0 】

プロセッサ 71 は、演算や制御を行う中央演算装置である。プロセッサ 71 は、例えば、CPU である。プロセッサ 71 は、記憶部 72 からプログラムを読み出して実行する。検出装置 1、10 の機能の一部は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や PLD (Programmable Logic Device) や FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアを用いて実現されてもよい。記憶部 72 は、さらに、プロセッサ 71 が各種プログラムを実行する際のワークエリアなどを有する。通信インタフェース 73 は、他装置と通信可能に接続するものである。ユーザインタフェース 74 は、キーボード、ポインティングデバイス (マウス、タブレット等)、ボタン、タッチパネル等の入力装置や、ディスプレイなどの表示装置である。ユーザインタフェース 74 により、人為的な操作が入力される。例えば、ユーザインタフェース 74 により、上限の階層の情報及び下限の階層の情報が入力される。

【 0 0 6 1 】

検出装置 1、10 のそれぞれを、ネットワークに接続される複数のコンピュータ装置により実現してもよい。この場合、検出装置 1、10 の各機能部を、これら複数のコンピュータ装置のいずれにより実現するかは任意とすることができる。また、同一の機能部を複数のコンピュータ装置により実現してもよい。

【 0 0 6 2 】

上述した実施形態によれば、検出装置は、取得部と、検出部とを備える。取得部は、第一点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第一符号化データと、第一点群データとほぼ同じ空間について異なる時刻に取得された第二点群データを複数の階層からなる木構造の点の情報に符号化した第二符号化データとのそれぞれから、所定の階層における点の情報を取得する。検出部は、取得部が取得した情報に基づいて所定の階層における第一符号化データと第二符号化データとの間のデータ差分の大きさ表す指標値を算出し、算出した指標値に基づいて空間における差異の有無を検出する。

【 0 0 6 3 】

検出部は、所定の階層のボクセルごとに指標値を算出してもよい。検出部は、ボクセルの指標値を、当該ボクセルの一つ下の階層の第一符号化データと、当該ボクセルの一つ下の階層の第二符号化データとの差異に基づいて算出してもよい。

【 0 0 6 4 】

また、検出部は、所定の範囲の階層のボクセルについて指標値を算出してもよい。検出部は、あるボクセルについて算出した指標値が、そのボクセルを含む一つ上の階層のボクセルの指標値よりも小さいデータ差分を表す場合、そのボクセルの指標値を、一つ上の階層のボクセルの指標値に変更する。

【 0 0 6 5 】

また、検出装置は、出力部をさらに備えてもよい。出力部は、第一符号化データ又は第二符号化データが示すボクセルに、そのボクセルについて算出された指標値に応じた色を重畳して表示部に表示する。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこれら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等も含まれる。

【符号の説明】

【 0 0 6 7 】

1 ... 検出装置、 1 0 ... 検出装置、 1 1 ... 記憶部、 1 2 ... 入力部、 1 3 ... 階層指定部、 1 4 ... 取得部、 1 5 ... 検出部、 2 1 ... 出力部、 2 2 ... 表示部、 7 1 ... プロセッサ、 7 2 ... 記憶部、 7 3 ... 通信インタフェース、 7 4 ... ユーザインタフェース

10

20

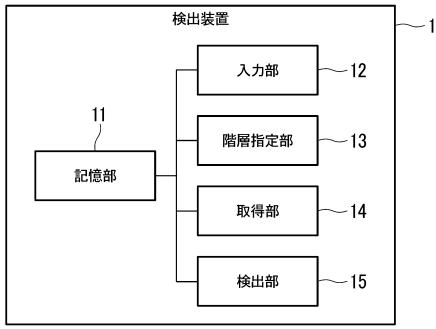
30

40

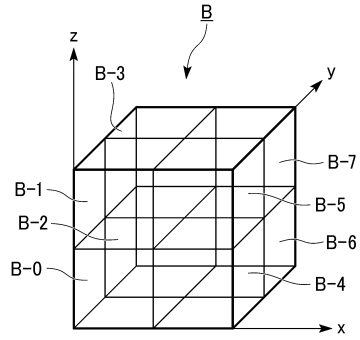
50

【図面】

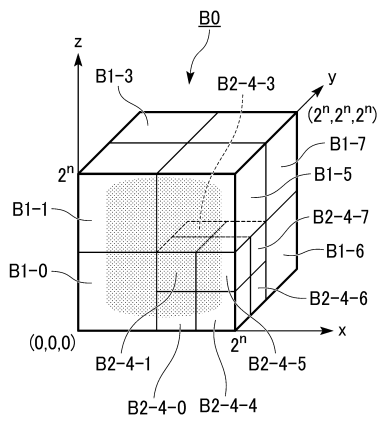
【図 1】



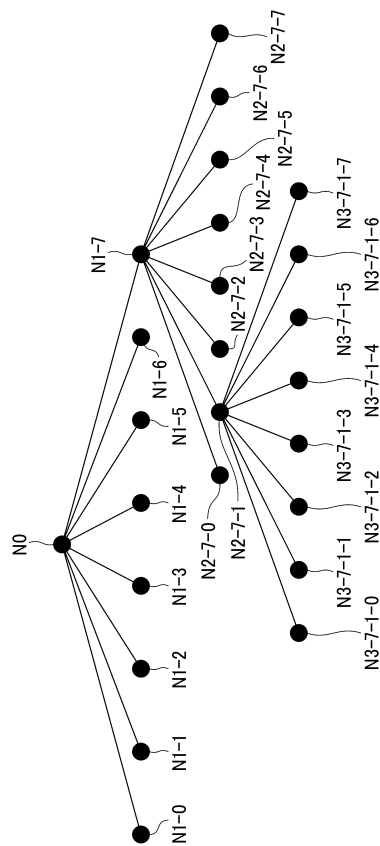
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

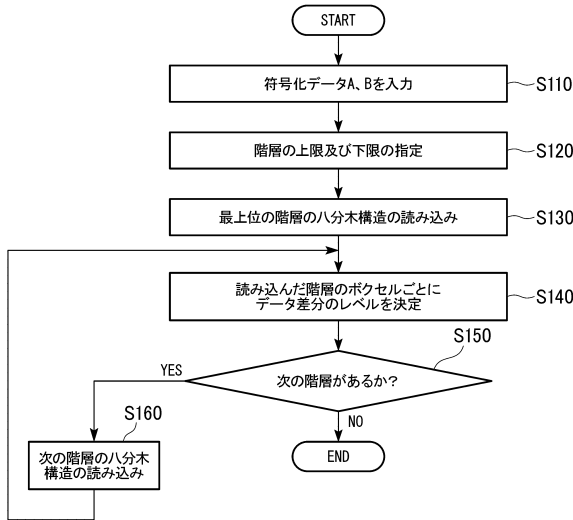
20

30

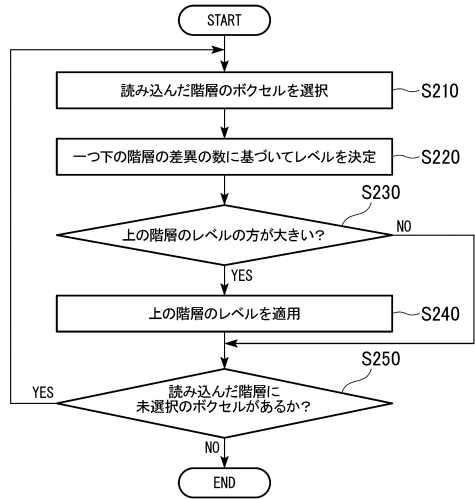
40

50

【図5】

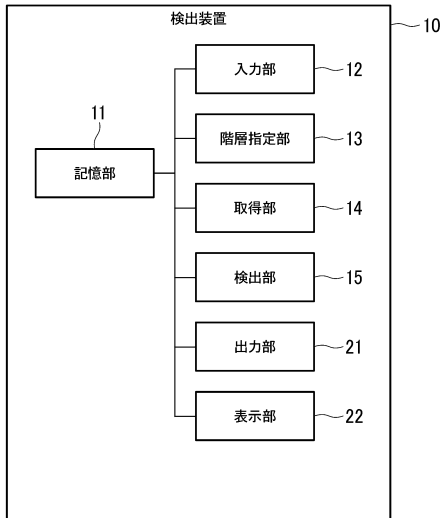


【図6】

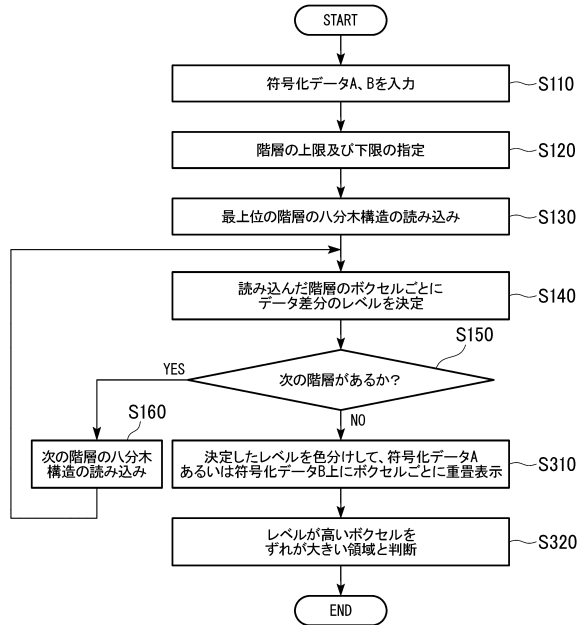


10

【図7】



【図8】



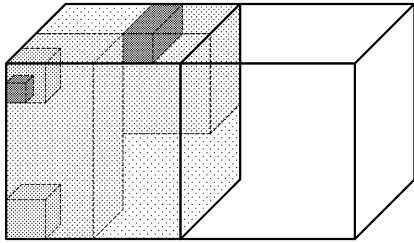
20

30

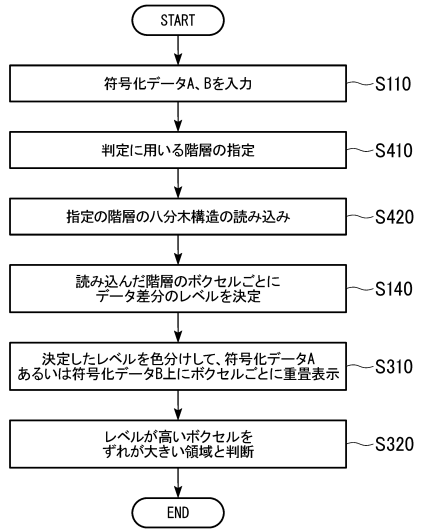
40

50

【図 9】

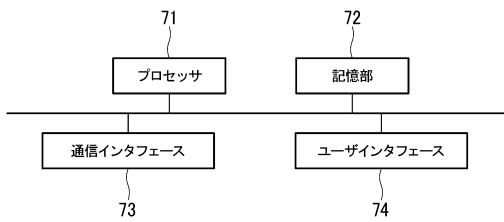


【図 10】



10

【図 11】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 中国特許出願公開第108303037(CN,A)
国際公開第2019/103009(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G06T | 7/00 |
| G01B | 21/20 |
| G06V | 20/64 |