

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6906303号
(P6906303)

(45) 発行日 令和3年7月21日 (2021.7.21)

(24) 登録日 令和3年7月1日 (2021.7.1)

(51) Int. Cl.	F I
G 0 6 F 30/10 (2020.01)	G 0 6 F 30/10 1 0 0
G 0 1 B 21/20 (2006.01)	G 0 1 B 21/20 C

請求項の数 10 外国語出願 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2016-246825 (P2016-246825)	(73) 特許権者	500102435
(22) 出願日	平成28年12月20日 (2016.12.20)		ダッソー システムズ
(65) 公開番号	特開2017-134824 (P2017-134824A)		DASSAULT SYSTEMES
(43) 公開日	平成29年8月3日 (2017.8.3)		フランス国 7 8 1 4 0 ペリジー ピラ
審査請求日	令和1年12月10日 (2019.12.10)		クブレー リュ マルセル ダッソー 1
(31) 優先権主張番号	14/983, 878		O
(32) 優先日	平成27年12月30日 (2015.12.30)	(74) 代理人	110001243
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(31) 優先権主張番号	14/984, 412	(72) 発明者	ネリア グロリア マズーラ
(32) 優先日	平成27年12月30日 (2015.12.30)		アメリカ合衆国 7 7 0 7 7 テキサス州
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		ヒューストン ウェステイマー 1 1 9
			2 0 ディー 1 9 6
		審査官	松浦 功
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 密度ベースのグラフィカルマッピング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

環境を表すコンピュータ支援設計 (C A D) モデルを更新するコンピュータ実行方法であって、

環境の 1 つまたは複数の実在オブジェクトに反射している受信した信号に基づいて、コンピュータメモリにおいて、前記環境の前記 1 つまたは複数のオブジェクトを表す、変化するポイント密度を有するポイントクラウドを生成するステップと、

1 つまたは複数の変化する密度のクラスタを含むポイントのポイント密度における変化に基づいて、前記ポイントクラウドの前記 1 つまたは複数の変化する密度のクラスタを識別するステップであって、前記ポイント密度における変化は、折れ目、角、または境界のうちの少なくとも 1 つに対応し、前記識別するステップは、前記コンピュータメモリに結合されたプロセッサによって実行される、ステップと、

前記プロセッサによって、前記 1 つまたは複数の変化する密度のクラスタを既存の C A D 図にマッピングするステップと、

前記プロセッサによって、前記既存の C A D 図を使用して、前記環境の C A D モデルを自動的に更新するステップであって、前記環境の前記 C A D モデルは、コンピュータシステムメモリに保持される、ステップと

を備えたことを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記 1 つまたは複数の変化する密度のクラスタのサブコンポーネントを更新するように

10

20

、前記識別するステップ、マッピングするステップ、および更新するステップを繰り返すステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記識別した 1 つまたは複数の変化する密度のクラスタをそれぞれのライブラリとして前記コンピュータメモリに記憶するステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 1 つまたは複数の変化する密度のクラスタをマッピングするステップは、

前記 1 つまたは複数の変化する密度のクラスタをそれぞれの 2 次元 (2 D) 表現に平坦化するステップと、

前記それぞれの 2 D 表現を既存の 2 D C A D 図と比較して、1 つまたは複数の一致する既存の 2 D C A D 図を識別するステップと

を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記受信した信号は、

音声信号および光信号のうちの少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記ポイントクラウドを使用して、前記 1 つまたは複数の実在オブジェクトの空間的变化を示すように前記環境の前記 C A D モデルを更新するステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記ポイントクラウドを使用して、前記 1 つまたは複数の実在オブジェクトに対する機械的变化を示すように前記環境の前記 C A D モデルを更新するステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記ポイントクラウドを使用して、前記 1 つまたは複数の実在オブジェクトの 1 つまたは複数の材質を識別するステップをさらに備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

環境を表すコンピュータ支援設計 (C A D) モデルを更新するシステムであって、

環境の 1 つまたは複数の実在オブジェクトにおいて信号を放射するように構成された放射体と、

前記 1 つまたは複数のオブジェクトに反射する信号を受信するように構成された受信機と、

前記受信機に通信可能に結合され、ならびにコンピュータメモリおよび前記コンピュータメモリに通信可能に結合されたプロセッサを含むデジタル処理モジュールと

を備え、前記プロセッサは、

前記受信した信号を使用して、前記コンピュータメモリにおいて、前記環境の前記 1 つまたは複数のオブジェクトを表す、変化するポイント密度を有するポイントクラウドを生成し、

1 つまたは複数の変化する密度のクラスタを含むポイントのポイント密度における変化に基づいて、前記ポイントクラウドの前記 1 つまたは複数の変化する密度のクラスタを識別し、前記ポイント密度における変化は、折れ目、角、または境界のうちの少なくとも 1 つに対応し、

前記 1 つまたは複数の変化する密度のクラスタを既存の C A D 図にマッピングし、および

前記既存の C A D 図を使用して、前記環境の C A D モデルを自動的に更新し、前記環境の前記 C A D モデルは、前記コンピュータメモリに保持される

ように構成されていることを特徴とするシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 10】

環境を表すコンピュータ支援設計（CAD）モデルを更新するコンピュータプログラムであって、前記コンピュータプログラムは、プログラム命令を含み、前記プログラム命令は、プロセッサによって実行されると、前記プロセッサに、

環境の1つまたは複数の実在オブジェクトに反射している受信した信号に基づいて、前記プロセッサに結合されたコンピュータメモリにおいて、前記受信した信号を使用して前記環境の前記1つまたは複数のオブジェクトを表す、変化するポイント密度を有するポイントクラウドを生成させ、

1つまたは複数の変化する密度のクラスタを含むポイントのポイント密度における変化に基づいて、前記ポイントクラウドの前記1つまたは複数の変化する密度のクラスタを識別させ、前記ポイント密度における変化は、折れ目、角、または境界のうちの少なくとも1つに対応し、

前記1つまたは複数の変化する密度のクラスタを既存のCAD図にマッピングさせ、および

前記既存のCAD図を使用して、前記環境のCADモデルを自動的に更新させ、前記環境の前記CADモデルは、前記コンピュータメモリに保持される

ことを特徴とするコンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、Nelvia Gloria Mazulaによる「DENSITY BASED GRAPHICAL MAPPING」と題された2015年12月30日出願の対応の米国特許出願第14/983,878号、整理番号4201.1127-000に関連する。同様に、本出願は、Nelvia Gloria Mazulaによる「3D TO 2D REIMAGING FOR SEARCH」と題された2015年12月30日出願の米国特許出願第14/984,412号、整理番号4201.1128-000、およびNelvia Gloria Mazulaによる「EMBEDDED FREQUENCY BASED SEARCH AND 3D GRAPHICAL DATA PROCESSING」と題された2015年12月30日出願の米国特許出願第14/984,765号、整理番号4201.1131-000に関連する。上記の出願の全体的な教示は、参照によって本明細書に組み込まれる。

【0002】

実施形態は、概して、コンピュータプログラムおよびシステムの分野に関し、具体的には、コンピュータ支援設計（CAD）、コンピュータ支援エンジニアリング、およびモデリングの分野に関する。

【背景技術】

【0003】

いくつかのシステムおよびプログラムが、部品または部品の組立体の設計のために市場で提供されている。これらのいわゆるCADシステムは、ユーザが、オブジェクトまたはオブジェクトの組立体の複合的な3次元モデルを構築し操作することを可能にする。従って、CADシステムは、境界または線、場合によっては面を使用してモデル化されたオブジェクトの表現を提供する。線、境界、面またはポリゴンは、様々な様式、例えば非一様有理Bスプライン（NURBS）で表すことができる。

【0004】

これらのCADシステムは、モデル化されたオブジェクトの部品または部品の組立体を管理し、それらは主に幾何学的形状の仕様である。特に、CADファイルは仕様を含み、そこから幾何学的形状が生成される。幾何学的形状からは、表現（representation）が生成される。仕様、幾何学的形状および表現は、単一のCADファイルまたはいくつかのCADファイルに記憶されることがある。CADシステムは、モデル化されたオブジェクトを設計者に対して表すためのグラフィックツールを含み、これらのツールは、複合的なオ

10

20

30

40

50

プロジェクトの表示に専用のものである。例えば、組立体は、数千の部品を含むことがある。C A Dシステムは、オブジェクトのモデルを管理するために使用されることがあり、それらは電子ファイルに記憶される。

【発明の概要】

【0005】

C A Dモデルは、著しい量のデータを含む一方、それらが不正確である場合に有用性が制限される。多くの場合、オブジェクトのC A Dモデルは、作成され、例えばオブジェクトの構築に使用される。しかしながら、オブジェクトおよびそれらの環境は静的ではなく、往々にして変化する。従って、C A Dモデルを更新してこれらの変化を反映するための方法論が必要とされる。本発明の実施形態はそのような機能性を提供する。この機能性は、処理施設 (process facility) の再設計、保守および運用を含む種々の分野で使用されてもよい。

【0006】

本発明の実施形態は、コンピュータメモリにおいて、ポイントクラウド (point cloud) を生成するステップによって開始し、ポイントクラウドは、受信した信号に基づいて環境の1つまたは複数のオブジェクトを表し、受信した信号は、環境の1つまたは複数の実在オブジェクトに反射している。ポイントクラウドを生成した後に、ポイントクラウドの1つまたは複数のクラスタ (cluster) は、コンピュータメモリに結合されたプロセッサによって、1つまたは複数のクラスタを含むポイントの密度 (density) に基づいて識別される。続いて、プロセッサは、1つまたは複数のクラスタを既存のC A D図にマッピングする。次に、クラスタにマッピングする既存のC A D図は、環境のC A Dモデルを自動的に更新するために、プロセッサによって使用される。

【0007】

方法の実施形態は、1つまたは複数のクラスタのサブコンポーネントを更新するように、識別するステップ、マッピングするステップ、および更新するステップを繰り返す。さらに別の実施形態は、識別した1つまたは複数のクラスタをそれぞれのライブラリとしてコンピュータメモリに記憶する。実施形態によれば、1つまたは複数のクラスタをマッピングするステップは、1つまたは複数のクラスタを、それぞれの2次元 (2D) 表現に平坦化するステップと、それぞれの2D表現を既存の2D C A D図と比較して、1つまたは複数の一致する既存の2D C A D図を識別するステップとを備える。

【0008】

実施形態において、受信した信号は、音声信号および光信号のうちの少なくとも1つである。さらに別の実施形態は、ポイントクラウドを使用して、1つまたは複数の実在オブジェクトの空間的变化を示すように環境のC A Dモデルを更新するステップをさらに備える。同じように、さらなる実施形態は、ポイントクラウドを使用して、1つまたは複数の実在オブジェクトへの機械的变化を示すように環境のC A Dモデルを更新する。代替的な実施形態は、ポイントクラウドを使用して、1つまたは複数の実在オブジェクトの1つまたは複数の材質をさらに識別する。

【0009】

本発明の別の実施形態は、環境を表すC A Dモデルを更新するためのシステムを対象としている。そのようなシステムは、環境の1つまたは複数のオブジェクトに信号を放射するように構成された放射体と、1つまたは複数のオブジェクトに反射する信号を受信するように構成された受信機とを備える。さらに、実施形態によれば、システムは、受信機に通信可能に結合され、ならびにコンピュータメモリおよびコンピュータメモリに通信可能に結合されたプロセッサを含むデジタル処理モジュールを備える。そのような実施形態において、プロセッサは、受信した信号を使用して、環境の1つまたは複数のオブジェクトを表すポイントクラウドを生成するように構成される。さらには、プロセッサは、1つまたは複数のクラスタを含むポイントの密度に基づいて、ポイントクラウドの1つまたは複数のクラスタを識別し、1つまたは複数のクラスタを既存のC A D図にマッピングし、既存のC A D図を使用して、環境のC A Dモデルを自動的に更新するように構成される。

【0010】

さらに別の実施形態においては、デジタル処理モジュールは、1つまたは複数のクラスタのサブコンポーネントを更新するように、識別するステップ、マッピングするステップ、および更新するステップを繰り返すようにさらに構成される。システムの代替的な実施形態は、識別した1つまたは複数のクラスタをそれぞれのライブラリとしてコンピュータメモリに記憶するように構成されたデータベースを備える。実施形態によれば、デジタル処理モジュールプロセッサは、1つまたは複数のクラスタをそれぞれの2D表現に平坦化することによって1つまたは複数のクラスタをマッピングし、続いて、それぞれの2D表現を既存の2D CAD図と比較して、1つまたは複数の一致する既存の2D CAD図を識別するように構成される。

10

【0011】

例示的なシステムの実施形態において、放射体は、音声信号および光信号の内の少なくとも一方を放射する。さらに別の実施形態によれば、デジタル処理モジュールプロセッサは、ポイントクラウドを使用して、1つまたは複数の実在オブジェクトの空間的变化を示すように環境のCADモデルを更新するようにさらに構成される。システムの別の実施形態は、ポイントクラウドを使用して、1つまたは複数の実在オブジェクトの機械的变化を示すように環境のCADモデルを更新するように構成されたデジタル処理モジュールプロセッサを備える。さらに、実施形態において、デジタル処理モジュールプロセッサは、ポイントクラウドを使用して、1つまたは複数の実在オブジェクトの1つまたは複数の材質を識別するように構成される。

20

【0012】

本発明の別の実施形態は、環境を表すCADモデルを更新するためのクラウドコンピューティングの実装形態に関する。そのような実施形態は、1つまたは複数のクライアントを有するネットワークを通じて通信しているサーバによって実行されるコンピュータプログラムを対象とし、コンピュータプログラムは、コンピュータ可読記憶媒体を備える。そのような実施形態において、コンピュータ可読記憶媒体は、プロセッサによって実行されると、プロセッサに、環境の1つまたは複数の実在オブジェクトに反射した受信した信号に基づいて、受信した信号を使用して、環境の1つまたは複数のオブジェクトを表すポイントクラウドをプロセッサに生成させるプログラム命令を備える。さらに、そのような実施形態において、プログラム命令はさらに、プロセッサによって実行されるとプロセッサに、1つまたは複数のクラスタを構成するポイントの密度に基づいて、ポイントクラウドの1つまたは複数のクラスタを識別させ、1つまたは複数のクラスタを既存のCAD図にマッピングさせ、既存のCAD図を使用して環境のCADモデルを自動的に更新させる。

30

【0013】

前述のことは、添付の図面において例示されるような本発明の例示的な実施形態についての以降のより詳細な説明から明らかになるであろう。それらの図面においては同様の参照符号は、異なる図面を通じて同一の部品を指している。図面は、必ずしも原寸に比例しておらず、むしろ本発明の実施形態を例示することに重点が置かれている。

【図面の簡単な説明】

【0014】

40

【図1】実施形態に従ったCADモデルを更新するための方法のフローチャートである。

【図2】本発明の実施形態の原理を使用したCADモデルを更新する処理フローチャートである。

【図3】実施形態に従って使用することができるCADモデルを更新するためにデータを取得し処理するためのシステムを示す図である。

【図4】例示的な実施形態において使用することができるデータを比較する処理フローを例示した図である。

【図5】本発明の原理を使用して実装することができるデータ記憶の方法を示す図である。

【図6】本発明の実施形態において利用することができるポイントクラウドの密度の変動

50

を例示した図である。

【図7】実施形態に従ったCADモデルを更新するためのコンピュータシステムの概略ブロック図である。

【図8】本発明の実施形態を実装することができるコンピュータネットワーク環境の簡略化された図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の例示的な実施形態についての説明が以降に続く。

【0016】

本明細書において引用される全ての特許、公示された出願および参考文献の教示は、参照によってその全体が組み込まれる。

【0017】

本発明の実施形態は、CADモデルを更新する。例としては、本発明の原理は、数ある例の中でも処理施設のCADモデルを更新または作成するために利用されてもよい。実施形態は、施設/環境再設計、保守および運用において使用されている現在の方法論を大きく改善することができる。プラント、生産施設および精錬所などの、処理および海中（すなわち、オイルおよびガス）施設は、その到達し、視覚的に撮影する（film）ことが困難である。さらに、これらの環境は、複合的であり、波、水腐食、プラント修正、および動物または人間と機械的施設との相互干渉などの環境的影響による変化に影響を受ける。これらの領域は、暗い領域（すなわち、海中および大気圏外空間）に位置されることが多く、さらに、環境は密集して設計されるため、これらの施設の全ての領域に視覚的にアクセスし、視認することを困難にしている。

【0018】

異なる産業において、環境の正確なCADモデルを維持することを困難にするいくつかの問題が生じる。しばしば、これらの施設は非常に大きいため、小規模な修正が施設に対してなされたとき、これらの小規模な修正は、施設の設計に使用された3D CADアプリケーションと互換性を有さないより低コストの2D CADにしか反映されない。さらに、変化が3D CADに反映された場合、それらはしばしば、施設の設計に使用された元々のCADプログラムとは異なる3D CADプログラムにおいて行われる。このような場合、少しの変化が行われた後には元々の3D CADは陳腐化する。さらに、現場に到達することがしばしば難しい一方、施設は、往々にして、施設を予測不可能な頻度で変化させる過酷な環境の中にある。例示的な位置は、水中、外洋、深海、地中、および宇宙を含む。

【0019】

多くの組織は、マッピングが容易ではない異なる2D、3Dおよびビデオファイル形式の複合的なリポジトリをもたらす、時間の経過とともに収集および作成されてきた異なるグラフィカルな画像の組み合わせを有しているので、これはさらに複雑化される。施設計画から撮影した画像を3D図面にマッピングすること、または海中調査ビデオを2Dグラフィックまたは画像にさえもマッピングすることが望ましい。このようなマッピングは、施設への変化を理解することを可能にする。これらの変化について知ることなしには、非効率性が生じ、施設の損害、不出来な設計および構成、または、本発明の実施形態を使用することで最適化、緩和または防止することができる他の関連される事柄に起因して重大な問題さえもが生じることがある。

【0020】

レーザスキャンのような方法論は存在するが、レーザスキャンは、施設の対話型の（interactive）ビューを提供しない。さらに、小規模な修正に対しては、レーザスキャンは、施設/環境についての対話型のデータを提供することを実際の解決策を提供しない。既存の方法は、ポイントクラウドをCADモデルへとリエンジニアリングすることを必要とする。さらに、CADがリエンジニアリングされる場合であっても、レーザスキャンに基づいた、ユーザがいくつかのCADまたは対話型のCADモデルを考察することを可能にする既

10

20

30

40

50

存の解決策、またはスマートビデオなどの類似の閲覧方法 (viewing method) は、存在しない。スキャンされた画像は視覚的情報を捕捉するだけであることによって、これらのモデルはモデル内のオブジェクトについてのメタデータを本質的に含まない。現在、識別は、手作業によって、または人間の介入を多く必要とする単純なマッピング解決策を通じてなされている。本発明の実施形態は、論理ループ、反復、および消去処理を使用して、自己学習して環境内のオブジェクトを識別する。

【 0 0 2 1 】

図 1 は、複合的な環境の C A D モデルを維持し、更新する際に発生する前述の困難さを克服するために使用することができる環境を表す C A D モデルを更新するための方法 1 0 0 のフローチャートである。方法 1 0 0 は、ステップ 1 0 1 において、環境の 1 つまたは複数のオブジェクトを表すポイントクラウドをコンピュータメモリにおいて生成することによって開始する。方法 1 0 0 の代替的な実施形態において、ステップ 1 0 1 において、ポイントクラウドの代わりにポリゴンが構築され、ポリゴンは、それに応じて、方法 1 0 0 全体を通じて使用される。実施形態によれば、ポイントクラウドは、環境の 1 つまたは複数のオブジェクトに反射した受信した信号に基づいて生成される。従って、そのような実施形態においては、信号は対象となる環境に放射され、続いて、これらの信号は、環境の 1 つまたは複数のオブジェクトに反射し、ステップ 1 0 1 において、受信されて、その中の環境 / オブジェクトのポイントクラウドを生成するために処理される。オイル処理施設の例を検討する。そのような例においては、音声信号が施設に放射されてもよく、続いて、これらの音声信号は、施設を作成している様々なオブジェクト、例えば、ポンプおよびパイプライン部分に反射する。これらの反射された信号は、次に、ステップ 1 0 1 において、受信されて、オイル処理施設のポイントクラウドを形成するために処理される。方法 1 0 0 の例示的な実施形態において、受信した信号は、数ある例の中でも、音声信号および光信号のうちの少なくとも 1 つである。実施形態によれば、ステップ 1 0 1 において生成されるポイントクラウドは、1 つまたは複数の送信機および 1 つまたは複数の受信機を含む 3 D レーザスキャン装置によって生成されるデータポイントから構成される。レーザスキャン装置は、実在におけるオブジェクト表面から反射したポイント測定する。これらの装置のデータ出力は、各ポイントに対する 3 D 座標情報を含むポイントクラウドファイルである。

【 0 0 2 2 】

方法 1 0 0 はステップ 1 0 2 へ継続し、1 つまたは複数のクラスタを含むポイントの密度に基づいて、ポイントクラウドの 1 つまたは複数のクラスタを識別する。換言すれば、ステップ 1 0 2 において、ステップ 1 0 1 において生成されたポイントクラウドは解析され、特定の部分、すなわちポイントクラウドのクラスタは、これらの部分におけるポイントの密度に基づいて識別される。方法 1 0 0 の実施形態によれば、1 つまたは複数のクラスタは、オブジェクトを表すポイントの 1 つまたは複数のクラスタを含むポイントの密度集合に基づいて識別される。実施形態において、クラスタは、空間 (例えば、空間 / 空気による密度の低いまたは密度のない領域) によって包囲されているより高いポイント密度領域に基づいて、または異なる密度を有する他の領域 (例えば、折れ目、角、境界) に基づいて識別される。実施形態において、類似の密度を有するポイントクラウドの部分は、それぞれのオブジェクトに帰属するものと識別され、それぞれのクラスタに帰属するものとみなされる。例としては、ポイントクラウドの第 1 の部分は平方インチ (6 . 4 5 平方センチ) 当たり 1 0 0 ポイントの密度のポイント有してよく、ポイントクラウドの隣接する部分は平方インチ (6 . 4 5 平方センチ) 当たり 2 0 0 ポイントの密度のポイント有してもよい。異なるポイント密度を有するこれらの部分は、それぞれのクラスタに帰属するものとみなされてもよい。実施形態において、ポイント密度における変化は、例えばそれらのポイントの密度変化が異なるクラスタとみなされてもよいとき、オブジェクトおよび / またはそれぞれのクラスタの境界を識別するために使用されてもよい。さらに、実施形態において、環境の様々なオブジェクトの各々は、ステップ 1 0 2 において識別されたそれぞれのクラスタによって表されてもよい。例えば、オイル処理プラントをリエンジ

10

20

30

40

50

ニアリングするために使用される方法 100 の実施形態において、特定の密度を有するポイントの第 1 のクラスタは、ポンプを表すポイントであってもよく、それ自身の密度を有するポイントの第 2 のクラスタは、ポンプに接続されたパイプを表すポイントであってもよい。密度集合はオブジェクトであるクラスタを示すために使用されてもよく、または、それは 2 つのオブジェクトを判別するために使用されてもよく、例えば、バルブを近接するパイプに接続する 2 つのフランジの間には変動 (variation) があるはずである。ポイントクラウド密度およびクラスタ識別に関するさらなる詳細は、本明細書において図 6 に関連して後に説明される。

【0023】

方法 100 の実施形態は、ステップ 102 において、任意の数のクラスタを識別してもよい。従って、実施形態は、例としては、環境内の各オブジェクト、または、環境の一部分における各オブジェクトのクラスタを識別してもよい。方法 100 のコンピュータによって実装される実施形態において、ステップ 102 におけるクラスタの識別は、ステップ 101 においてポイントクラウドが生成されたメモリに結合されたプロセッサによって実行される。ステップ 102 において、方法 100 の代替的な実施形態は、識別されたクラスタを、それぞれのライブラリとしてコンピュータメモリに記憶してもよい。記憶に関するさらなる詳細は、実施形態に従って、本明細書において図 5 に関連して後に説明される。

【0024】

続いて、ステップ 103 において、1 つまたは複数のクラスタは、既存の CAD 図にマッピングされる。実施形態において、クラスタの空間的特性などの特性は、2D CAD 図および 3D CAD 図などのそれぞれの既存の CAD 図にクラスタをマッピングするために使用される。方法 100 の実施形態は、3D から 3D へのマッピング、3D から 2D へのマッピング、3D から 2D へさらに 3D へのマッピングなどを含む種々のマッピング技法を使用してもよい。ステップ 103 におけるマッピングを例示するために、ポイントの 1 つのクラスタがポンプを表す前述のオイル処理施設の例を検討する。そのような例において、クラスタは、例としては、クラスタの寸法を判定するために解析されてもよい。次に、これらの寸法は、同一のまたは類似の寸法を有する既存の CAD 図を識別するために使用されてもよい。次に、ポンプに対応するクラスタに特定の CAD 図が一致するという判定は記憶されてもよく、このようにしてクラスタを既存の CAD 図にマッピングする。

【0025】

本明細書において述べられるように、ポイントクラウドデータは非インテリジェントなデータである。従って、ステップ 103 におけるマッピングの前は、どのような種類のオブジェクトをクラスタが表すかは未知である。従って、ステップ 103 におけるマッピングは、環境の特定のオブジェクトを識別する。方法 100 の代替的な実施形態は、ステップ 103 においてクラスタが既存の CAD 図にマッピングされない場合、指標を記憶する。これは、例としては、データクラスタがフォローアップを必要とすることを、ユーザに対して強調表示してもよい。

【0026】

ステップ 103 におけるマッピングにおいて使用される既存の CAD 図は、2D CAD 図および 3D CAD 図などの当技術分野において既知の任意の CAD 図でもよい。さらに、代替的な実施形態において、クラスタは、ビデオデータ、写真データ、ポリゴン、等角投影図、ホログラム、およびフラッシュデータ (すなわち、グラフィカルなオブジェクトを定義または示すために使用することができる識別または既知のメタ情報を含む対話型の 2D および 3D 画像) にマッピングされる。方法 100 の実施形態によれば、ステップ 103 におけるマッピングは、1 つまたは複数のクラスタをそれぞれの 2D 表現に平坦化するステップと、それぞれの 2D 表現を既存の 2D CAD 図と比較して、1 つまたは複数の一致する既存の 2D CAD 図を識別するステップとを備える。さらにまた、方法 100 の実施形態は、関連された案件である *Nelia Gloria Mazula* によ

る整理番号4201.1128-000「3D TO 2D REIMAGING FOR SEARCH」に説明される原理を利用して、ステップ103におけるマッピングを実行してもよい。さらに別の実施形態において、既存のCAD図は、方法100を実装するコンピュータシステムに通信可能に結合されたCAD図のデータベース/ライブラリに記憶されてもよい。

【0027】

ステップ103においてクラスタを既存のCAD図にマッピングした後、方法100は、ステップ104において既存のCAD図を使用して環境のCADモデルを自動的に更新する。そのような実施形態において、環境を構築する際に作られたCAD図などの、環境のCADモデルが存在する。次に、このCAD図は、ステップ104において、現在存在している通りの環境を反映するために更新される。非常にしばしば、竣工時の複合的な施設は、設計時の施設から変わっていることがあり、これらの相違はCADにおいて捕捉されることは希である。さらに、オイル処理施設などの環境は、時間の経過とともに変化し、修正がなされ、オブジェクトは取り替えられ、移動されるが、これらの変化もまた同じようにCADにおいては反映されていない。従って、方法100の実施形態は、数ある例の中でもそのような場合においてCADモデルを自動的に更新する方法を提供する。実施形態によれば、ステップ104における環境のCADモデルの更新は、環境への空間的および機械的变化を示す。さらに、さらに別の実施形態において、CAD図は、環境内のオブジェクトの1つまたは複数の材質についての情報を含むように更新されてもよい。

【0028】

さらに、方法100の実施形態は、既存のCADモデルの更新に限定されないことが留意される。そのようなモデルが存在しないときは、ステップ103において実行されるマッピングは、ひいては環境のCADモデルを生成するために使用されてもよい。

【0029】

方法100の実施形態は、識別するステップと、マッピングするステップと、更新するステップとを反復して1つまたは複数のクラスタのサブコンポーネントを更新するステップをさらに備える。そのような例示的な実施形態において、ステップ102において識別されたクラスタは、それらのクラスタのサブクラスタを識別するためにさらに処理されてもよく、そこではサブクラスタは元々のクラスタの1つまたは複数のサブコンポーネントに対応する。例としては、ポンプに対応するクラスタが識別される例においては、このクラスタは、例えば、ポンプのハンドルに帰属するサブクラスタを識別するためにさらに処理されてもよい。次に、このサブクラスタは、既存のCAD図にマッピングされてもよく、CADモデルはマッピングに応じて適切に更新されてもよい。そのような例において、識別するステップと、マッピングするステップと、更新するステップとを反復することは、環境のCADモデルの詳細をさらに改善することができる。

【0030】

例示のため、ポンプを表すクラスタが識別され、クラスタがポンプの3D CAD図にマッピングされ、マッピングされたポンプの3D CAD図を使用して環境のCAD図が適切に更新される第1の反復を検討する。このクラスタは、ポンプのサブコンポーネント、つまりハンドル、に帰属するクラスタを識別するためにさらに処理されてもよく、このサブクラスタは、以前にマッピングされたポンプのCAD図とは異なるハンドルCADモデルにマッピングされてもよい。次に、環境のCADモデルは、環境に存在している通りのハンドルについての情報を含むようにさらに更新されてもよい。

【0031】

さらに、さらに別の例示的な実施形態において、反復は、マッピングが以前には失敗したときに、オブジェクトをマッピングし、CADモデルを更新する際に使用されてもよい。ポイントクラウド品質が理由で、クラスタが既存のどのCAD図にもマッピングせず、その部分が未知であると示された例を検討する。方法ステップ102～104は、次に、任意の他の情報を判別することができるか否かを判定するために、クラスタに対して実行されてもよい。そのような例において、サブクラスタは、特定のコンポーネント、例えば

特定のバルブとともにのみ機能するバルブ軸、に帰属すると識別されてもよい。この情報によって、元々のクラスタは、バルブの3D CAD図にマッピングされてもよい。本発明の実施形態は、そのような論理または当業者によって判別することができる他の関係性を利用して、CADモデルを完全に更新してもよい。

【0032】

本明細書において述べられるように、本発明の実施形態は、ポイントクラウドのグループ分け(grouping)、すなわちクラスタを識別する。実施形態によれば、これらのグループ分けは、オブジェクトのない空間、すなわちオブジェクトのグループ間の密度における変化に基づいてもよい。次いで、実施形態に従って、これらのクラスタは、名付けられ(named)てもよく、ポイントクラウドのグループのライブラリが作成されてもよい。より複合的なオブジェクト、例えばグループのグループを識別するために、論理は、例えばコンピュータプログラム命令を使用して作成されてもよい。本発明の実施形態は、音波の使用によりCAD図をリエンジニアリングし、オブジェクトへと分離することができるポイントクラウドを生成するために、人工学習も利用してもよい。ポイントクラウドのグループまたはオブジェクトのサブコンポーネントは、複合的な形状を定義するために、本明細書において説明される方法を使用して識別されてもよい。人工知能は、オブジェクトライブラリをコンパイルし、定義するために使用されてもよい。そのような方法は、ライブラリのオブジェクトを収集し、定義してもよく、既存のオブジェクトライブラリ、および公に入手可能なまたは作成された情報に基づいて追加的オブジェクトをさらに識別してもよい。実施形態は、解析論または人工知能などの機械学習論理を利用して、本明細書において説明される様々な実施形態を実装してもよい。

【0033】

図2は、環境、例えば化学処理プラントのデータにインテリジェンスを帰属させるために本発明の原理を利用することができる方法220を示す。方法220は、ステップ221において、環境を表すポイントクラウドを生成することによって開始する。実施形態において、ポイントクラウドは、ステップ221において、環境のレーザスキャンを実行することによって、または本明細書において説明されるようにソナーを使用することによって生成される。ステップ222において、レーザスキャンデータは、個々のオブジェクトおよびそれらのオブジェクトのサブコンポーネントを識別するために、ポイント密度に基づいて処理される。例えば、比較的低いポイントの密度に囲まれたポイントクラウドの密度の高い部分は、単一のオブジェクトとみなされてもよい。この単一のオブジェクトに属するポイントクラウドデータは、続いて、変化する(varying)密度を有するそのデータの部分を識別するためにさらに処理されてもよく、それによってオブジェクトのサブコンポーネントを識別する。次いで、識別処理223が、本明細書において図4に関連して後に説明される方法440などの、本明細書において説明される原理を使用して実行される。実施形態において、ステップ223aにおいて、ポイントクラウドデータは平坦化され、既存の2Dデータと比較され、一致する2Dデータを識別するために使用される。ステップ223bにおいて、一致するデータは、例えばオブジェクト種類、オブジェクト寸法、オブジェクト材質などより多くの情報によってポイントクラウドデータを更新するために使用される。処理223bは、発見することができるオブジェクトについての任意の情報によってポイントクラウドデータを更新してもよい。従って、ステップ223aにおいて一致する2Dデータが発見されると、ステップ223bにおいて、オブジェクトの任意の性質についての任意の既存の一致するデータは、オブジェクトのポイントクラウドデータに帰属されてもよい。ステップ223bは、ステップ223aにおいて識別された既存のデータを使用して環境のCADモデルをさらに更新してもよい。次いで、施設のための元々の3Dモデル/データが存在する方法220の例において、方法220は、ステップ224において、環境的变化を評価し、設計/竣工時のモデルと比較する。換言すれば、識別された3Dデータは、既存のデータと現在存在している通りの施設との間の差異を識別するために、施設の既存の3Dデータと比較される。例えば、ステップ224は、設備227の横方向の移動などの環境的、動物または人間の相互干渉による空間的ずれを識別

してもよい。方法 220 は、さらにまた、ステップ 225 において、識別された 3D データの密度データを評価して、窪みおよび腐食 228 などの他の環境的 / 機械的变化についての知識を獲得してもよい。

【0034】

方法 220 は、3D データの知識にさらなる詳細を追加するためにフィードバック処理 226 をさらに含んでもよい。図 2 においてはステップ 224 から生じるものとして示されているが、実施形態において、フィードバック処理 226 は、ステップ 223 a、ステップ 223 b、ステップ 224 および / またはステップ 225 から実行されてもよい。重要な要件は、3D データが識別されていることである。3D データがいったん識別された場合、この知識は、処理 220 にさらに情報を与えるために使用されてもよい。例えば、ステップ 223 b において、ポイントクラウドの特定の部分がバルブを表すものとして識別された場合、次に、データライブラリから、バルブはバルブ軸を備えることが既知となることがある。この情報は、例えばステップ 222 において、バルブのポイントクラウドデータを 2 つのオブジェクト、つまりバルブ本体とバルブ軸とにさらに分割するために使用されてもよい。代替的な実施形態において、フィードバック処理 226 は、ステップ 223 a におけるマッピングが失敗したときに生じてよい。

【0035】

方法 220 の実施形態は、プラント設計ツール、ビューア、レーザスキャン技術、および他の類似の画像ベースのエンジニアリングツールが、プラントレーザスキャン、ソナーまたは類似のインテリジェントでない画像に、より自動化された能力を使用して、より拡張的にインテリジェンスを帰属させることができるようにする。従って、実施形態は、人の手の干渉の必要性を減少させ、より正確およびより効率的に 3D データをリエンジニアリングしてもよい。実施形態は、モデルを最新に保持するという問題を解決し、従って、例えば、施設エンジニアリング判断 (facilities engineering decision) を改善する。既存の方法を使用して、更新は、2D または 3D 解決策に対して、元々のより大きなモデルを更新することなく、モジュール式に実行される。例としては、レーザスキャンは、施設についての最新のデータを収集する方法を提供するが、レーザスキャンデータは CAD モデルを提供することのない非インテリジェントなデータである。

【0036】

本発明の実施形態は、例えばソナー (sonar) データなどのデータについてできる限りの詳細を識別するために、反復的に使用されてもよい。さらに、実施形態は、対象となる特定のオブジェクトを識別するように構成されてもよい。例えば、方法 220 などの本発明の実施形態を使用して、環境内の全てのポンプを識別してもよい。例えば、方法 220 が環境内の全てのポンプを識別するために実行される場合、いくつかの 3D データは識別されないままになるおそれがあり、例えば、レーザスキャンはそのオブジェクトに対する理想的データを取得しない。しかしながら、識別のための処理は、例えばポンプに供給するパイプラインを形成する施設のオブジェクトも識別してもよい。この知識によって、3D データは、パイプラインデータを使用することで未知のオブジェクトをポンプとして識別するために、本明細書において説明される原理によって再処理されてもよい。従って、パイプライン知識は、読取困難なデータはポンプであるに違いないと推論するために使用されてもよい。この知識によって、再処理は未知のデータはポンプであると更新してもよい。

【0037】

前述の例は、3D データからオブジェクトを識別し、環境の CAD モデルをさらに更新するために利用することができる進化した論理の単なる 1 つの例示を提供する。本発明の実施形態は、任意のそのような論理 / 意思決定を使用して処理に情報を与えるように構成されてもよい。従って、実施形態は、任意の識別する手がかり (clue) / 情報を使用して、本明細書において説明される方法によって実装される識別処理に情報を与えることを助けるようにプログラムされてもよい。

【0038】

10

20

30

40

50

本発明の実施形態の原理は、設計時の環境と存在している通りの環境との間の環境的变化を識別するために利用されてもよい。実施形態は、設備の横方向の移動などの、環境、人間または動物による空間的ずれを識別してもよい。密度集合情報は、腐食および窪みなどの他の環境的偏移 (deviation) を、とりわけソナーベースのスキャンングにおいて、理解するためにも使用されてもよい。

【0039】

既存の方法は、環境の計画への修正を反映するための実際の解決策を提供しない。本発明の実施形態は、ユーザが全体的なポイントクラウドをCADへとリエンジニアリングすることを回避することを可能にする。さらに、実施形態は、レーザスキャンデータに限定されるのではなくむしろ、いくつかのCADモデルおよび対話型のCADモデル、または

10

【0040】

本発明の実施形態は、CADモデルの更新の際に任意の適切な信号種類を利用してもよい。例としては、実施形態は、CADモデルをリエンジニアリング/更新する際に、ソナー、すなわち音を使用してもよい。図3は、実施形態による、CADモデルを更新するために使用することができるデータを取得するためのソナーベースのシステム330を示す。システム330は、環境および/またはオブジェクト333に音波332aを放射可能な音放射体331を含む。音波332aは、音波332bとしてオブジェクト333に反

20

【0041】

アクセスが困難な環境については、ソナーハードウェア (放射体331および受信機334) は、レーザスキャンを実行することと同じように、画像335を再作成するために使用される。音波332aおよび332bは、視覚的画像を捕捉し、環境333のデジタル画像を再作成するために使用される。受信機334などの高感度受信機は、環境/オブ

30

【0042】

システム330の例示的な使用において、音波332aは、放射体331から発射物としてシーン333に放射される。音波332bは、シーン333に反射し、受信機334によって捕捉され、シーン333のポイントクラウド335を作成するために使用される。高感度受信機334を使用することは、システム330が、変動する材質に反射した音波332bから生じる密度における変化を識別することを可能にするとともに、オブジェクト間の小さな空間を捕捉することを可能にする。これらの密度における変化および変動する密度は、次に、本明細書において説明されるように、環境内のオブジェクトおよびそ

40

【0043】

図4は、本発明の原理を使用して、オブジェクトの3Dデータからオブジェクトを識別する方法440を示す。方法440は、識別されていない3Dデータ444が、2Dデータ445を作成するために平坦化される平坦化处理441で開始する。平坦化处理441は、3Dデータ444の単一ビューのスナップショットを撮影することによって、および/または3Dデータ444からデータを取り除いて残余のデータが元々の3Dデータ444の2D部分にのみ属するようにすることによって実行されてもよい。比較および識別ステップ442が、方法440を継続する。比較および識別処理442において、識別されていない2Dデータ445は、一致する2Dデータ446を発見するために、既知の2D

50

データと比較される。この比較処理 4 4 2 は、2 D または写真画像データの 1 つのライブラリおよび / または複数のライブラリを利用してもよい。さらに、実施形態において、未知の 2 D データおよび 2 D データのライブラリは、共通の等距離ポイントを使用して比較される。そのような実施形態において、2 D データ 4 4 6 などの一致するデータが識別され、そこでは未知のデータ 4 4 5 および一致するデータ 4 4 6 は類似のまたは同一の等距離ポイントを有している。比較および識別処理 4 4 2 が一致する 2 D データ 4 4 6 を識別すると、未知の 2 D データ 4 4 5 が識別される。識別された 2 D データ 4 4 5 は、次に、再処理ステップ 4 4 3 において、前に識別されなかった 3 D データ 4 4 4 を更新するために使用されてもよい。

【 0 0 4 4 】

図 5 は、実施形態に従って、クラスタ、すなわちポイントクラウドグループ分けを識別および記憶する処理 5 5 0 を例示する。処理 5 5 0 は、ポイントクラウドで開始し、ステップ 5 5 1 において、クラスタを構成するポイントの密度に基づいて、クラスタを識別し、続いて、これらのクラスタは抽出されて、隔離されたクラスタを形成する。処理 5 5 0 の実施形態において、ポイントクラウドグループ分けは、ステップ 5 5 1 において、オブジェクト間の密度集合の変化に基づいて識別される。処理 5 5 0 は継続し、ステップ 5 5 2 において、クラスタのグループが形成される。これらのグループは、例としてはポイント密度に基づいてもよく、同様の密度のクラスタがグループ化される。さらに、これらのグループは、名付けられてもよく、および / またはグループおよびグループを構成するクラスタのライブラリが作成されてもよい。実施形態において、グループおよびクラスタは、次に、ステップ 5 5 3 において、本明細書において説明されるようなさらなる処理のために 1 つまたは複数のデータベースに記憶される。

【 0 0 4 5 】

処理 5 5 0 の代替的な実施形態は、適切に構成されたコンピュータプログラムを利用して、ステップ 5 5 1 において識別されたクラスタの複合的なオブジェクトを識別する。処理 5 5 0 のそのような実施形態は、人工学習を使用して、作成することができるとも多くのクラスタの様々なライブラリをコンパイルし、定義してもよい。さらに、実施形態は、追加的論理を利用して、オブジェクトライブラリを収集および定義してもよく、既存のオブジェクトライブラリに基づいて新しいオブジェクトをさらに学習してもよい。

【 0 0 4 6 】

図 6 は、マッピングのためにオブジェクトをグループ化するために実施形態において使用することができ、またはポイントクラウドにおける異なるオブジェクトを区別するために利用することができる密度変動、すなわち、密度集合 / クラスタを例示する。実施形態において、オブジェクト 6 6 0 は、本明細書において説明されるように、ポイントクラウド 6 6 1 を形成するためにスキャンされる。ポイントクラウド 6 6 1 において、この事例においてはいくつもの境界に見られるポイント 6 6 2 のクラスタは、例えばコンピュータなどの 2 D ビューアで見られると、平坦な面上のポイントのビューであるポイント 6 6 3 の集合よりも多くのポイントを有していることが認められる。より多くのポイント 6 6 2 を有するクラスタは、ポイントクラウド 6 6 1 の境界に生じるが、折れ目またはポイントクラウドの他の類似の変化に生じるクラスタは、同じようにより多くのポイントを含む。本発明の実施形態において、密度偏移は、オブジェクトまたはオブジェクトのコンポーネントに対応してもよいポイントのグループを識別するために使用される。同じように、密度偏移は、2 つの異なるオブジェクトを区別するために使用されてもよい。

【 0 0 4 7 】

図 7 は、本発明の実施形態に従った、環境を表す C A D モデルを更新するために使用することができるコンピュータベースのシステム 7 7 0 の簡略化されたブロック図である。システム 7 7 0 は、バス 7 7 3 を備える。バス 7 7 3 は、システム 7 7 0 の様々なコンポーネントの間の相互接続部として機能する。バス 7 7 3 には、キーボード、マウス、ディスプレイ、スピーカなどの様々な入力および出力装置をシステム 7 7 0 に接続するための入力 / 出力装置インターフェース 7 7 6 が接続される。中央処理ユニット (C P U) 7 7

2 は、バス 773 に接続され、コンピュータ命令の実行をもたらす。メモリ 775 は、コンピュータ命令を実行するために使用されるデータに対する揮発性記憶装置を提供する。記憶装置 774 は、オペレーティングシステム（図示せず）などのソフトウェア命令のための不揮発性記憶装置を提供する。システム 770 はまた、ワイドエリアネットワーク（WAN）およびローカルエリアネットワーク（LAN）を含む当技術分野において既知の任意の種々のネットワークに接続するためのネットワークインターフェース 441 を備える。

【0048】

本明細書において説明される例示的な実施形態は、多くの異なる方法で実装されてもよいことを理解されたい。いくつかの場合、本明細書において説明される様々な方法および機械の各々は、コンピュータシステム 770 などの物理的、仮想的もしくはハイブリッドな汎用コンピュータ、または本明細書において図 8 に関連して後に説明されるコンピュータ環境 880 などのコンピュータネットワーク環境によって実装されてもよい。コンピュータシステム 770 は、例えば、CPU 772 による実行のためにソフトウェア命令をメモリ 775 または不揮発性記憶装置 774 のいずれかにロードすることによって、本明細書において説明される方法（例えば、方法 100 および方法 220）を実行する機械へと変換されてもよい。当業者は、システム 770 およびその様々なコンポーネントは、本明細書において説明される本発明の任意の実施形態を実行するように構成されてもよいことをさらに理解されたい。さらに、システム 770 は、本明細書において説明される様々な実施形態を、システム 770 に動作可能に内的または外的に結合されたハードウェア、ソフトウェアおよびファームウェアモジュールの任意の組み合わせを利用して実装してもよい。

【0049】

図 8 は、本発明の実施形態を実装することができるコンピュータネットワーク環境 880 を例示する。コンピュータネットワーク 88550 において、サーバ 881 は通信ネットワーク 882 を介して、クライアント 883a ~ 883n にリンクしている。環境 880 は、クライアント 883a ~ 883n が、単独でまたはサーバ 881 との組み合わせで、本明細書において説明される方法のうちのいずれか（例えば、方法 100）を実行することを可能にするために使用されてもよい。

【0050】

実施形態またはその態様は、ハードウェア、ファームウェア、またはソフトウェアの形態で実装されてもよい。ソフトウェアにおいて実装される場合、ソフトウェアは、プロセッサがソフトウェアまたはその命令のサブセットをロードすることを可能にするように構成された任意の非一時的コンピュータ可読記憶媒体に記憶されてもよい。プロセッサは、次に、命令を実行し、本明細書において説明された通りに動作し、または機器を動作させるように構成される。

【0051】

さらに、ファームウェア、ソフトウェア、ルーチン、または命令は、データプロセッサのいくつかの動作および/または機能を実行するものとして本明細書において説明されてもよい。しかしながら、ここに含まれるそのような説明は単に利便性のためであり、そのような動作は、実のところ、ファームウェア、ソフトウェア、ルーチン、命令などを実行する計算装置、プロセッサ、コントローラ、または他の装置に起因して起こることを理解されたい。

【0052】

フローチャート、ブロック図、およびネットワーク図は、より多くのまたはより少ない要素を含んでよく、異なって配置されてもよく、または異なって示されてもよいことを理解されたい。しかし、いくつかの実装形態は、実装形態の実行を例示するブロックおよびネットワーク図ならびにブロックおよびネットワーク図の数が特定の方法で実施されることを要求してもよいことをさらに理解されたい。

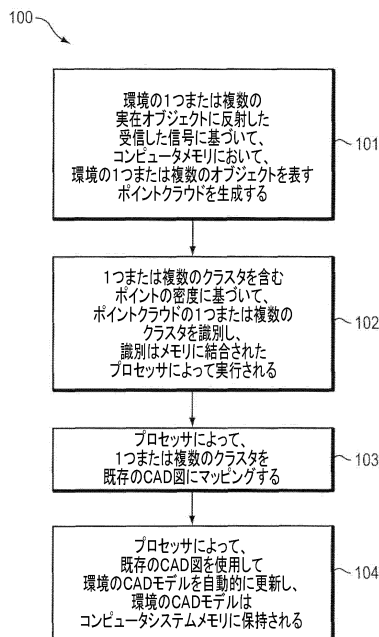
【0053】

それに応じて、さらなる実施形態が、種々のコンピュータアーキテクチャ、物理的、仮想的、クラウドコンピュータ、および/またはそれらのいくつかの組み合わせによって実装されてもよく、従って、本明細書において説明されるデータプロセッサは、例示の目的のみを意図されており、実施形態の制限として意図されるものではない。

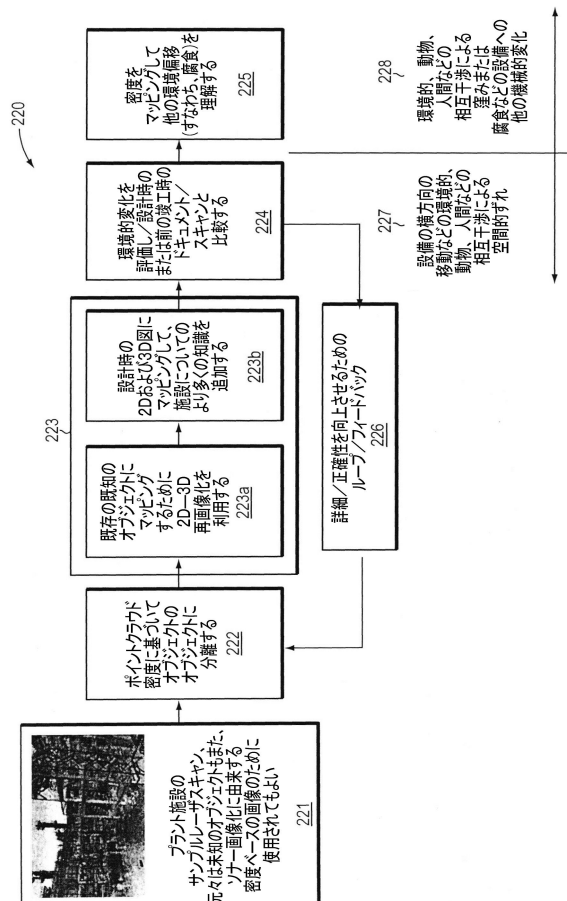
【0054】

本発明は、その例示的な実施形態を参照して特に提示され、説明されたが、そこにおいては、形態および詳細における様々な変更が、添付の特許請求の範囲に含まれる本発明の範囲から逸脱することなくなされてもよいことが、当業者には理解されよう。

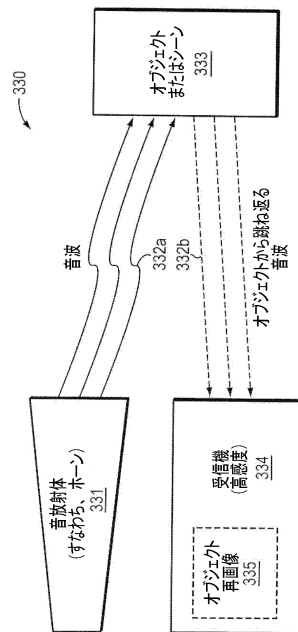
【図1】



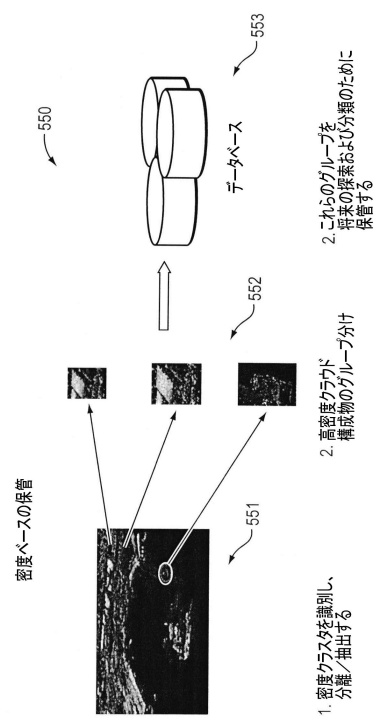
【図2】



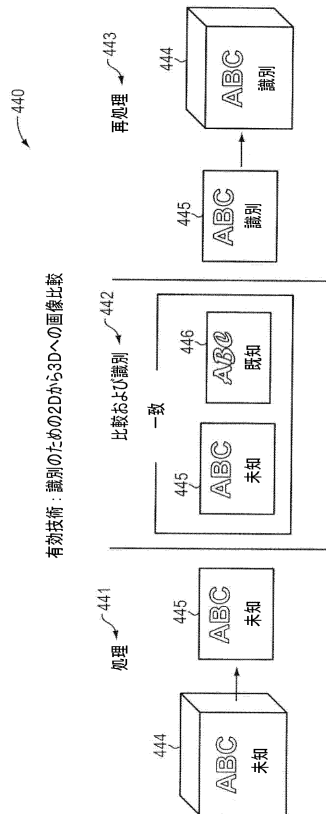
【図 3】



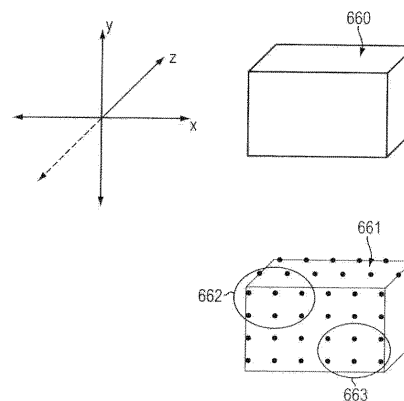
【図 5】



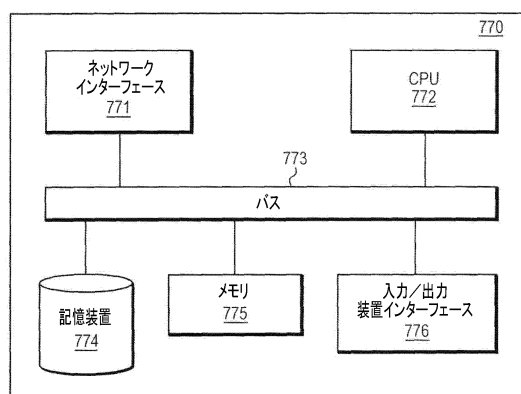
【図 4】



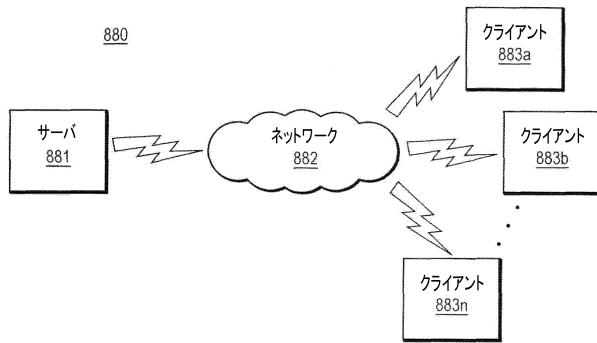
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 14/984,765

(32)優先日 平成27年12月30日(2015.12.30)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(56)参考文献 国際公開第2006/097926(WO, A1)

特開2014-186567(JP, A)

特表2009-512060(JP, A)

特表2013-541081(JP, A)

特開2012-003638(JP, A)

特開2011-233165(JP, A)

特開2015-115072(JP, A)

特開2014-153819(JP, A)

田中成典 外3名, 点群座標データを用いた3次元モデルの自動生成に関する研究, 知能と情報, 日本知能情報ファジィ学会, 2011年 8月15日, 第23巻, 第4号, pp. 198-216

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 30/00 - 30/28

G06T 1/00

G06T 7/00 - 7/90

G01B 11/00 - 11/30

G01B 21/00 - 21/32