

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-35623

(P2016-35623A)

(43) 公開日 平成28年3月17日(2016.3.17)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 6 T 15/00 (2011.01)	G 0 6 T 15/00 5 0 1	4 F 2 1 3
B 2 9 C 67/00 (2006.01)	B 2 9 C 67/00	5 B 0 8 0

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2014-157624 (P2014-157624)	(71) 出願人	000001007
(22) 出願日	平成26年8月1日(2014.8.1)		キヤノン株式会社
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
		(74) 代理人	110001243
			特許業務法人 谷・阿部特許事務所
		(72) 発明者	西川 浩光
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
			ヤノン株式会社内
		Fターム(参考)	4F213 WA25 WB01 WL32 WL67 WL74
			WL85 WL87 WL96
			5B080 AA13 DA06 FA09 GA11 GA28

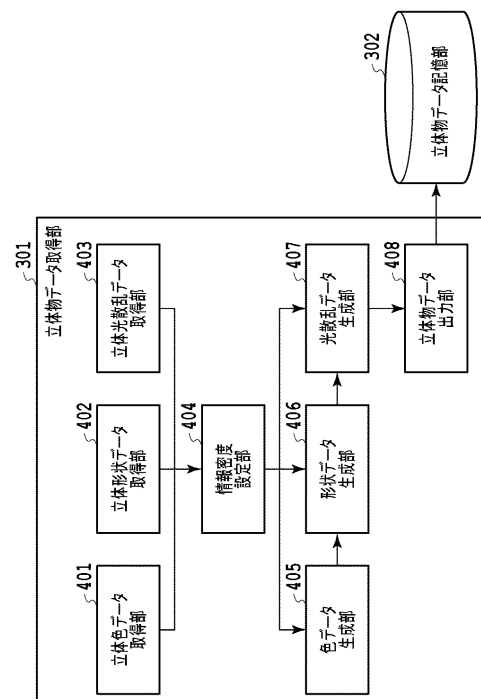
(54) 【発明の名称】 情報処理装置及び情報処理方法

(57) 【要約】

【課題】立体物の質感は、色、形状、及び光沢によって変化する。これらを表すデータを一度に制御する情報フォーマットおよびその処理の仕組みが無い。

【解決手段】情報処理装置は、立体物を表す複数の成分のデータを取得する。取得した複数の成分のデータのうち、少なくとも1つの成分の任意の単位空間におけるデータ量が、他の成分の前記単位空間におけるデータ量よりも小さくなるように、少なくとも1つの成分のデータを変換する。そして、変換した成分のデータを含む立体物データを出力する。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

立体物を表す複数の成分のデータを取得する取得手段と、

前記取得した複数の成分のデータのうち、少なくとも 1 つの成分の任意の単位空間におけるデータ量が、他の成分の前記単位空間におけるデータ量よりも小さくなるように、少なくとも 1 つの成分のデータを変換する変換手段と、

前記変換した成分のデータを含む立体物データを出力する出力手段と
を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 2】

前記取得手段は、前記複数の成分のデータとして、立体物の色データ、形状データ、及び光散乱データを取得することを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理装置。

10

【請求項 3】

前記変換手段は、前記立体物を再現する立体物形成装置における前記成分の分解能で再現可能なデータ量に前記成分のデータを変換することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 4】

前記変換手段は、前記成分に対する人が知覚可能なデータ量に前記成分のデータを変換することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 5】

前記変換手段は、前記立体物の素材に応じたデータ量に前記成分のデータを変換することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理装置。

20

【請求項 6】

前記取得手段は、前記立体物の色データと、光散乱データと、前記立体物の形状を示すポリゴンデータで構成される STL フォーマットの形状データとを前記複数の成分のデータとして取得し、

前記変換手段は、複数のポリゴンに対応する色データと光散乱データとを、前記 STL フォーマットの未使用領域に付加することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の情報処理装置。

【請求項 7】

前記変換手段は、1 つのポリゴンに対して、複数の色データと複数の光散乱データとを付加することを特徴とする請求項 6 に記載の情報処理装置。

30

【請求項 8】

前記変換手段は、前記未使用領域に、前記色データまたは前記光散乱データが含まれるか否かを示すフラグを付加し、

複数のポリゴンに対応する複数の未使用領域にまたがって、前記色データまたは前記光散乱データのデータを付加することを特徴とする請求項 6 に記載の情報処理装置。

【請求項 9】

前記変換手段は、前記未使用領域に、前記色データ及び前記光散乱データの参照先を示すデータを付加することを特徴とする請求項 6 に記載の情報処理装置。

【請求項 10】

前記変換手段は、前記立体物を形成する立体物形成装置の種類に応じて、データ量を小さくする成分を変更することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の情報処理装置。

40

【請求項 11】

前記変換手段は、前記立体物形成装置が UV 硬化型の立体物形成装置である場合、色データのデータ量が高くなるように変換することを特徴とする請求項 10 に記載の情報処理装置。

【請求項 12】

前記変換手段は、前記立体物形成装置が 3 次元プリンタである場合、形状データのデータ量が高くなるように変換することを特徴とする請求項 10 に記載の情報処理装置。

50

【請求項 1 3】

三角形の法線ベクトルを示す第 1 の記憶領域と、三角形の各頂点の座標を示す第 2 の記憶領域と、前記第 1 の記憶領域及び前記第 2 の記憶領域より記憶容量が小さい第 3 の記憶領域とから構成されるデータが連続するデータ構造であって、

連続する複数の三角形に対応する複数の第 3 の記憶領域は全体で、前記連続する複数の三角形に対応する色データ及び光散乱データを示すデータを記憶することを特徴とするデータ構造。

【請求項 1 4】

連続する複数の三角形に対応する複数の第 3 の記憶領域のうち、一部の三角形に対応する第 3 の記憶領域は、第 3 の記憶領域で記憶されているデータが色データであるか光散乱データであるかを示すデータを含むことを特徴とする請求項 1 3 に記載のデータ構造。

10

【請求項 1 5】

立体物を表す複数の成分のデータを取得する取得ステップと、

前記取得した複数の成分のデータのうち、少なくとも 1 つの成分の任意の単位空間におけるデータ量が、他の成分の前記単位空間におけるデータ量よりも小さくなるように、少なくとも 1 つの成分のデータを変換する変換ステップと、

前記変換した成分のデータを含む立体物データを出力する出力ステップとを有することを特徴とする情報処理方法。

【請求項 1 6】

コンピュータを、請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の情報処理装置として機能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、立体物に関するデータを扱う情報処理に関する。

【背景技術】**【0002】**

プリンタでの画像の記録においては、レッド（R）、グリーン（G）、ブルー（B）やシアン（C）、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、ブラック（K）などの入力信号値を、プリンタに搭載している各色材の記録媒体への塗布量に係る色材信号値に変換する。そして、該色材信号値に応じた色材により記録媒体上に画像を形成する事が知られている。

30

【0003】

この場合の入力信号値とは、デジタルカメラなどを用いて取得された自然界のある一瞬を示す平面状のRGBデータや、デザイナーがディスプレイ上でデザインを施した例えばPOP用などに用いられるCMYKデータなどである。

【0004】

最近では、特許文献1に記載されているように、紫外線で硬化するUV硬化インクを厚塗りして、平面の記録媒体からおよそ1～2mm弱程度の盛り上がりをつけることで、手で触ってもはっきりとわかる程度の表面凹凸を表現する事が可能になってきた。

【0005】

40

さらには、例えばSTLのような、三角形の集合体で表記される3次元形状の情報を入力し、プリンタで再現する3次元形状プリンタも広く知られるようになってきた。STLとは、Standard Triangulated Language、またはStereolithographyの略である。この3次元形状プリンタは、入力した3次元形状を積層方向に対しスライスしたデータを、光造形法、熔融物体積法、粉末焼結法、インクジェット法、インクジェットバインダ法など様々な知られる方法で積層しながら立体物を作成する。

【0006】

この様な、物体の3次元形状を計測する方法として、光切断法、焦点移動法やステレオマッチング法等様々な方法が知られており、該方法を用いたデバイスなども存在する。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-208348号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

立体物の質感は、色、形状、及び光沢によって変化する。これらを表すデータを一度に制御する情報フォーマットおよびその処理の仕組みが無い。

【0009】

例えば、色を表す一般的な画像フォーマットは、RGBやCMYKにより記述されたものであり、厚塗りに関する形状の制御は該画像フォーマットには記録されていない。また、光沢性の制御についても一般的な画像フォーマットには記録されていない。

【0010】

立体物の質感を示すデータを保存したり流通させる際に、色、形状、及び光沢を一度に制御する情報フォーマットが求められている。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明にかかる情報処理装置は、立体物を表す複数の成分のデータを取得する取得手段と、前記取得した複数の成分のデータのうち、少なくとも1つの成分の任意の単位空間におけるデータ量が、他の成分の前記単位空間におけるデータ量よりも小さくなるように、少なくとも1つの成分のデータを変換する変換手段と、前記変換した成分のデータを含む立体物データを出力する出力手段とを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、3次元形状を持つ立体の質感をUV硬化型プリンタや3次元形状プリンタなどの出力装置で再現する場合に用いられる統一的な情報フォーマットを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施例1における立体形状取得の装置構成の一例を示す図である。

【図2】実施例1における複数光源を用いた立体センシングの一例を示す図である。

【図3】実施例1における立体物データ処理装置構成の一例を示す図である。

【図4】実施例1の立体物データ取得部構成の一例を示す図である。

【図5】実施例1の立体物データ取得のフローを示す図である。

【図6】実施例1のオブジェクト形状測定方法の一例を示す図である。

【図7】実施例1の情報密度判定チャートの一例を示す図である。

【図8】実施例1の立体物出力データ生成部構成の一例を示す図である。

【図9】実施例1の立体物出力データ生成フローを示す図である。

【図10】STLバイナリフォーマットを説明する図である。

【図11】実施例2の立体物データ取得のフローを示す図である。

【図12】実施例2の立体物形状データの一例を示す図である。

【図13】実施例2の立体物データ構成の一例を示す図である。

【図14】実施例2の立体物データ構成の変形例を示す図である。

【図15】実施例2及び3の立体物出力断面データの一例を示す図である。

【図16】実施例3の立体物データの一例を示す図である。

【図17】実施例3の立体物データ取得のフローを示す図である。

【図18】実施例3の立体物データ分割のフローを示す図である。

【図19】実施例3の立体物データ構成の一例を示す図である。

【図20】実施例3の立体物データ構成の変形例を示す図である。

【図21】実施例4の立体物データ取得部構成の一例を示す図である。

【図 2 2】実施例 4 の立体物データ種設定のフローを示す図である。

【図 2 3】実施例 4 のオブジェクト形状判定方法の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。また、同一な構成については、同じ符号を付して説明する。なお、以下の実施の形態は特許請求の範囲に関わる本発明を限定するものではなく、また、本実施の形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の解決手段に必須のものとは限らない。

【実施例 1】

【0015】

実施例 1 においては、先ず立体物の成分に関する情報を取得し、保持する。立体物の成分に関する情報とは、例えば立体物の形状・色・物体表面の光沢などの情報である。これらを総称して立体物データと呼ぶことにする。そののち、取得した立体物データを統一的に処理し、UV 硬化型プリンタで立体物を再現する。

【0016】

< 立体形状データ取得方法 >

立体物の形状データの取得方法としては、先述のように光切断法、焦点移動法やステレオマッチング法等様々な方法が知られている。

【0017】

図 1 は、光切断法に関する装置構成を示す。図 1 に示すように、3 次元形状を持つ物体に対し、光源からのスリット光を当てる。物体上の光の位置は光源とセンサ（カメラ）との位置が既知であれば三角測量により求まるため、スリット光を図 1 の矢印 X の方向に物体全体に渡り操作した場合のスリット光を取得することで 3 次元形状が測定できる。

【0018】

< 立体色データ取得方法 >

次に、立体物の色データの取得方法を説明する。一般的に、反射物体の色を計測する方法として、分光光度計または分光放射輝度計などが用いられる。例えば、反射物体の面と垂直な角度を 0 度とした場合に、45 度の角度から入射させ、0 度の角度から受光する光の分光反射率を計測することで色を計測する。

【0019】

しかし、3 次元形状をもつ立体物においては、一般的に平らな試料を対象とした測定器での測定は難しい。3 次元形状をもつ立体物の色の測定方法としては、様々な方法が検討されている。その 1 つの方法として、図 2 で示す例のように、複数の光源とセンサとを用いる方法がある。ここで使用されるセンサとは、望ましくは 2 次元空間情報とスペクトル情報とを同時に取得できるハイパースペクトルカメラを用いてセンシングを行う。しかし、本構成はこれに限らず、sRGB 色空間にキャリブレーションされたデジタルカメラ等を代用して立体物の色を取得することが可能である。

【0020】

図 2 の構成において、センサと試料との幾何条件は固定である。図 2 に示すように、光源は試料の周囲に複数設置されており、各光源と試料との幾何条件も既知である。さらに、前述の立体形状データ取得方法により試料の立体形状が既知である場合、上記センサの各画素に対応する立体物の箇所の方線方向が計算できる。つまり、センサの各画素に対応する立体物の箇所に対して正反射方向にある光源の特定が可能である。すなわち、図 2 のような構成において、センサの各画素に対応する立体物の箇所における色とは、全ての光源のうち、正反射方向にある光源のみを OFF にした設定におけるセンサ取得値である。

【0021】

また別の方法として、全ての光源に一意の方向で偏光フィルタを取り付け、センサ側に光源とは直交する方向の偏光フィルタを取り付けることで正反射光を除く光をセンサで受光する構成としても良い。

【0022】

10

20

30

40

50

< 立体光散乱データ取得方法 >

次に、立体物の光沢を示す情報である立体物の光散乱データの取得方法を説明する。一般的に、反射物体の反射特性である表面の光散乱の測定においては、試料面に対して光源とセンサとを正反射方向に設置して実施される。

【 0 0 2 3 】

ここで、前述の立体色データ取得方法における説明のように、図 2 に示す例の構成においては、試料とセンサとが固定されており、センサの各画素に対応する試料の法線方向が既知である。そのため、センサの各画素に対応する立体物の箇所に対して正反射方向にある光源の特定が可能である。図 2 のような構成において、センサの各画素に対応する立体物の箇所における光散乱データとは、全ての光源のうち、正反射方向にある光源のみを ON にした設定におけるセンサ取得値である。

10

【 0 0 2 4 】

< 立体物データ処理装置構成と処理工程 >

(立体物データ処理装置構成)

図 3 は、本実施形態における情報処理装置である立体物データ処理装置 3 0 0 の構成図である。立体物データ処理装置 3 0 0 は、立体物データを取得する立体物データ取得部 3 0 1 と、立体物データを記憶する立体物データ記憶部 3 0 2 と、立体物を出力装置で出力するための立体物出力データ生成部 3 0 3 とを有する。

【 0 0 2 5 】

(立体物データ取得部の構成)

20

図 4 は、立体物データ処理装置 3 0 0 のうち、立体物データ取得部 3 0 1 の構成を詳細に示す図である。立体物データ取得部 3 0 1 は、立体色データ取得部 4 0 1、立体形状データ取得部 4 0 2、立体光散乱データ取得部 4 0 3、情報密度設定部 4 0 4 を有する。また、色データ生成部 4 0 5、形状データ生成部 4 0 6、光散乱データ生成部 4 0 7、立体物データ出力部 4 0 8 を有する。

【 0 0 2 6 】

立体色データ取得部 4 0 1 は、対象となる立体物の色データを取得する。立体形状データ取得部 4 0 2 は、対象となる立体物の形状データを取得する。立体光散乱データ取得部 4 0 3 は、対象となる立体物の光散乱データを取得する。これらの情報の取得方法は、前述の通りである。

30

【 0 0 2 7 】

情報密度設定部 4 0 4 は、取得された立体物の色と形状と光散乱との各々に応じた情報密度を設定する。情報密度とは、情報のデータ量を示し、例えば色、形状、光散乱を示す情報の解像度およびビット深度あるいはいずれか一方のことである。色データ生成部 4 0 5 は、立体色データ取得部 4 0 1 で取得した色データを、情報密度設定部 4 0 4 で設定された情報密度に応じて変換する。形状データ生成部 4 0 6 は、立体形状データ取得部 4 0 2 で取得した形状データを、情報密度設定部 4 0 4 で設定された情報密度に応じて変換する。光散乱データ生成部 4 0 7 は、立体光散乱データ取得部 4 0 3 で取得した光散乱データを、情報密度設定部 4 0 4 で設定された情報密度に応じて変換する。立体物の質感を表す情報として、色や形状や光散乱を示すデータの量は膨大になる可能性がある。そこで、単純にこれらの情報を統合したデータを用いることは、記憶容量や伝送容量などの観点から好ましくない。一方で、使用するプリンタの再現能力や再現物を観察する人間の感度は色、形状、光沢により異なる。そこで、情報密度設定部 4 0 4 で設定された情報密度に応じて各情報を変換する。詳細については後述する。

40

【 0 0 2 8 】

立体物データ出力部 4 0 8 は、生成された色データと形状データと光散乱データとを関連付けるまたは連結して立体物データ記憶部 3 0 2 に出力する。

【 0 0 2 9 】

(立体物データ取得部の動作)

図 5 に示すのは、図 5 に示す立体物データ取得部 3 0 1 の動作を示すフローチャートで

50

ある。図 5 に示すフローチャートは、立体物データ処理装置 300 の不図示の ROM や RAM など に格納されたプログラムを CPU が実行することで立体物データ取得部 301 として機能することで実現される。以下、本明細書におけるフローチャートについて同様に、不図示の ROM や RAM など に格納されたプログラムを CPU が実行することで実現される。以下、図 5 に従って説明する。

【0030】

先ず、ステップ S501 において立体色データ取得部 401 は、立体物の表面の色データを前述の立体色データ取得方法に従い取得する。取得された情報は例えばキャリブレーションされたデジタルカメラをセンサとした場合の sRGB のデータである。本実施例における説明においては、色データを sRGB として説明するが、これに限らない。前述のように、ハイパースペクトルカメラを用いた分光反射率の情報を各画素について持つようにしても良い。その場合、データを出力した際に観察する光源の分光放射輝度に応じて色変換を行える等の効果が得られる。さらには、データ出力時のデバイスの持つ色材の分光反射率に応じてカラーマッチングが出来る等の効果が得られることは周知である。なお、ここでいう sRGB のデータとは、一般的に知られる RGB の画像フォーマットであり、各色 16 ビットの深度を持つグレースケールデータを併せ持つフォーマットである。

10

【0031】

次に、ステップ S502 において立体形状データ取得部 402 は、立体物の表面の凹凸である形状データを前述の立体形状データ取得方法に従い取得する。図 6 に示すのは、取得されたデータを水平な基準面上に設置した場合の断面である。図 6 に示すように、取得した立体物が例えばレリーフや油彩画のように立体形状に平らな部分（油彩画であればキャンバス）を有する場合、凹凸は、平らな部分（オブジェクトベース面）からの差分であるオブジェクト凹凸を形状データとして取得する。取得された凹凸データは、例えば高さを表す 8 ビットのグレースケールデータに変換される。例えば、オブジェクトベース面を 0、オブジェクト凹凸の最大振幅を 255 としたグレースケールデータに変換される。

20

【0032】

ステップ S503 において立体光散乱データ取得部 403 は、立体物の表面の光沢を表す光散乱データを前述の立体光散乱データ取得方法に従い取得する。取得された光散乱データとは、例えば光源を変化させた複数のセンサ出力値のうち、正反射に相当する画素値のみを集合させた画像データである。ここで用いるセンサをデジタルカメラであると想定した場合、この集合させた画像データは sRGB の画像データであるため、既知の変換式により 8 ビットから 16 ビットの輝度画像（グレースケールデータ）に変換する。また、光散乱データはデジタルカメラのセンサ出力値（一般的に知られる RAW データ）であることが望ましく、その場合、センサ出力値から sRGB 等への輝度変換がおこなわれる前のデータを光散乱データとして取得可能である。

30

【0033】

次に、ステップ S504 において情報密度設定部 404 は、立体物の色データと形状データと光散乱データとの各々についての情報密度を設定する。ここで行われる情報密度としては、例えば色データを任意の単位空間における最大の解像度とビット深度の組み合わせとする。形状データをその単位空間における中間の解像度とビット深度の組み合わせとする。光散乱データをその単位空間における最小の解像度とビット深度の組み合わせとする。例えば、次のような組み合わせである。色データは 600 ppi 程度から 1200 ppi 程度の解像度であり、各 RGB データにつき 8 ビットから 16 ビットのビット深度である。形状データは 300 ppi 程度から 600 ppi 程度の解像度であり、グレースケールのデータとして 8 ビットのビット深度である。光散乱データは 100 ppi 程度から 300 ppi 程度の解像度であり、グレースケールのデータとして 8 ビットから 16 ビットのビット深度である。このようにすることで、色データ、形状データ、光散乱データを各成分に応じた解像度で持てばよく、データを最大解像度に合わせる場合に比し、データ量の削減が可能である。

40

【0034】

50

このように、立体物の質感を示すデータのうち、プリンタの再現能力や再現物を観察する人間の感度に応じてデータ量を削減することで、データ量を削減しつつその削減したデータ量のデータに基づいて同等の質感を有する立体物を再現することができる。本実施例においては情報密度としては、色データ、形状データ、光散乱データの順で解像度やビット深度が小さくなるようにデータを変換してデータ量を削減したが、必ずしもこの順で解像度やビット深度が小さくなる必要はない。後述するように設定される情報密度に応じて色、形状データ、光散乱データの少なくともいずれかのデータ量の削減が行なわれるようにデータ変換がなされればよい。

【0035】

また、ここで行われる情報密度の設定については、前述のように出力対象とするデバイスの再現性能や、人の視覚特性（分解能）を考慮して設定することができる。分解能の考慮は、例えば、以下のような簡易なテストにより実現可能である。

【0036】

図7に示すのは、一般的に用いられる矩形波のチャートである。図7に示すように、矩形波は2値のデータで示され、その間隔のバリエーションが設けてある。例えば立体物形成装置として特定のUV硬化型プリンタがある場合、該プリンタの最大解像度に対し、1ドット1スペースの最小間隔が図7の最小パターンである。同様に2ドット2スペース、3ドット3スペースの様にパターンの解像度を変えてある。このようなパターンを使って、形状および光散乱の出力分解性能を知ることが出来る。

【0037】

例えば形状については、UV硬化型プリンタの重ね印字の機能を用いる。周知のように、UV硬化型プリンタはインクを記録媒体に吐出させたのちにUV光により硬化させるため、硬化後に再度インクを吐出し硬化させる動作を繰り返すことで、他の水性インクを用いるプリンタに比し、1から2mm程度の厚さの印刷が可能である。本機能により、例えば図7に示すチャートの黒い部分にのみ重ね印字を施したのち、目視または前述の立体形状データ取得方法などの方法により計測する。プリンタの分解能が不足しているような場合には、チャートの黒い部分と白い部分の高さに差が無いなどの現象が確認できる。さらには、形状については触って確認することも可能である。例えば、図7において1ドット間隔のチャートではプリンタの分解能が不足しており、2ドット間隔のチャートでは分解能が満たされているような場合、2ドット間隔に対応する情報密度を用いる。つまり、1ドット間隔の情報密度ではプリンタでは再現できないので、そのようなデータは冗長であるので低解像度化しても質感の再現性に支障がないからである。また、目視による場合も同様で、人の目で違いを見分けることができないような高解像度はデータとして冗長であるので低解像度化しても質感の視認性に支障がないからである。つまり、人の視覚特性で知覚可能な情報密度を用いれば十分だからである。また、望ましくは、図7のようなチャートを高さ（重ね印字回数）の違いに応じて複数出力することで、より精度の高い再現性の測定が可能である。

【0038】

光散乱（光沢）については、例えば、特許文献1に記されるように、UV硬化型プリンタのクリアインクおよびUV光での効果タイミングを調整することにより印刷表面の光沢性能を変えられる特性を用いる。このような方法で図7のようなチャートを用い、黒い部分を高光沢、白い部分を低光沢に調整後に出力し、目視または前述の立体光散乱データ取得方法などの方法により計測する。プリンタの分解能が不足しているような場合には、チャートの黒い部分と白い部分の光沢に差が無いなどの現象が確認できる。また、望ましくは、図7のようなチャートを光沢の違いに応じて複数出力することで、より精度の高い再現性の測定が可能である。

【0039】

このようにすることで、出力対象とするデバイスの再現性能に応じた情報密度の設定が可能である。また、あるいは光、形状、光散乱についての視覚分解能に応じて情報密度を設定することができる。視覚分解能については様々な検討がなされているが、簡易的には

10

20

30

40

50

例えば上記の測定対象とした図 8 のようなチャートを目視評価することで判定しても良い。情報密度の設定を行なうことで、いわば質感の再現性に影響を与えない冗長なデータを削減できる度合いを設定することができる。出力対象とするデバイスに応じた情報密度を示すデータは、出力対象とするデバイスから立体物データ処理装置に送られていてもよいし、ステップ S 5 0 4 の時点で出力対象とするデバイスから立体物データ処理装置が取得してもよい。

【 0 0 4 0 】

ステップ S 5 0 5 において色データ生成部 4 0 5 は、ステップ S 5 0 4 で設定された色データの情報密度に応じてステップ S 5 0 1 で得られた色データを変換する。例えば、色データの解像度またはビット深度の少なくとも一方を変換して、色データを生成する。ここでいう変換とは、R G B のデータを立体物の実空間上のサイズに比し、1 インチ長の画素数が例えば 1 2 0 0 画素になるように拡大または縮小を行う。ここで行われる画像の解像度変換とは、バイキュービック法、バイリニア法、ニアレストネイバー法など周知の方法により実現されるが、色変化の連続性等を考慮し、バイキュービック法などで実装される。また、ビット深度については例えば 1 6 ビットとし、ステップ S 5 0 1 で得られたデータをそのまま使用する。また、入力データとステップ S 5 0 4 で設定された情報密度の色データのビット深度が異なる場合には周知のビット圧縮または伸張処理を用いればよい。

10

【 0 0 4 1 】

次に、ステップ S 5 0 6 において形状データ生成部 4 0 6 は、ステップ S 5 0 4 で設定された形状データの情報密度に応じてステップ S 5 0 2 で得られた形状データを変換する。例えば、形状データの解像度およびビット深度の少なくとも一方を変換して、形状データを生成する。ここでいう変換とは、グレースケールのデータを立体物の実空間上のサイズに比し、1 インチ長の画素数が例えば 6 0 0 画素になるように拡大または縮小を行う。ここで行われる画像の解像度変換とは、バイキュービック法、バイリニア法、ニアレストネイバー法など周知の方法により実現されるが、形状におけるエッジの保存等を考慮し、ニアレストネイバー法などで実装される。また、ビット深度については例えば 8 ビットとし、ステップ S 5 0 2 で得られたデータをそのまま使用する。また、入力データとステップ S 5 0 4 で設定された情報密度の形状データのビット深度が異なる場合には周知のビット圧縮または伸張処理を用いればよい。

20

30

【 0 0 4 2 】

ステップ S 5 0 7 において光散乱データ生成部 4 0 7 は、ステップ S 5 0 4 で設定された光散乱データの情報密度に応じてステップ S 5 0 3 で得られた光散乱データを変換する。例えば、光散乱データの解像度およびビット深度の少なくとも一方を変換して、光散乱データを生成する。ここでいう変換とは、グレースケールのデータを立体物の実空間上のサイズに比し、1 インチ長の画素数が例えば 3 0 0 画素になるように拡大または縮小を行う。ここで行われる画像の解像度変換とは、バイキュービック法、バイリニア法、ニアレストネイバー法など周知の方法により実現されるが、光沢差の保存等を考慮し、ニアレストネイバー法などで実装される。また、ビット深度については例えば 1 6 ビットとし、ステップ S 5 0 3 で得られたデータをそのまま使用する。また、入力データとステップ S 5 0 4 で設定された情報密度の形状データのビット深度が異なる場合には周知のビット圧縮または伸張処理を用いればよい。

40

【 0 0 4 3 】

ステップ S 5 0 8 において立体物データ出力部 4 0 8 は、ステップ S 5 0 5 からステップ S 5 0 7 で生成された色データ、形状データおよび光散乱データを関連付けて立体物データ記憶部 3 0 2 に対して出力する。また、上記 3 つの情報は結合されていても良い。ステップ S 5 0 6 を終わると、立体物データ取得部 3 0 1 の動作を終える。なお、立体物データ記憶部 3 0 2 に記憶された立体物データは、記憶媒体やネットワークを介して他の装置などに送られても良い。

【 0 0 4 4 】

50

また、出力対象であるUV硬化型プリンタが既知である場合には、あらかじめ色、形状、光散乱の情報密度が既知であるため、各取得部におけるデータの取得をプリンタに応じた情報密度で行うような構成にしてもよい。

【0045】

(立体物出力データ生成部の構成)

図8は、立体物データ処理装置300のうち、立体物出力データ生成部303の構成を詳細に示す図である。立体物出力データ生成部303は、データ振り分け部801、形状データ変換部802、色データ変換部803、光散乱データ変換部804、出力データ出力部805を有する。

【0046】

データ振り分け部801は、立体物データ記憶部302より取得した立体物データを、色データと形状データと光散乱データとに振り分ける。形状データ変換部802は、振り分けられたグレースケール形式の形状データをUV硬化型プリンタのインク重ね回数を示すプリンタ制御信号に変換する。色データ変換部803は、振り分けられたRGB形式の色データをUV硬化型プリンタで再現できる色体積に応じたカラーマッチングをしてインク色を示すプリンタ制御信号への変換を行う。光散乱データ変換部804は、振り分けられたグレースケール形式の光散乱データからUV硬化型プリンタの透明インクの吐出制御と硬化タイミングを制御するプリンタ制御信号への変換を行う。出力データ出力部805は、各UV硬化型プリンタ制御信号をUV硬化型プリンタ850に出力する。

【0047】

前述したように、立体物データ記憶部302に記憶されている立体物データは、色データ、形状データ、光散乱データの少なくとも1つが変換されている情報である。同一のプリンタに出力する場合にはプリンタの受け付ける解像度は1つであるので、各データの解像度を例えば一番高い解像度のデータの解像度に併せるように変換する。

【0048】

(立体物出力データ生成部の動作)

図9に示すのは、図8に示す立体物出力データ生成部303の動作を示すフローチャートである。以下、同図に従って説明する。

【0049】

まず、ステップS901においてデータ振り分け部801は、立体物データ記憶部302から関連付けて保存された立体物データを取得する。

【0050】

次に、ステップS902においてデータ振り分け部801は、ステップS901において取得された立体物データから色データ、形状データおよび光散乱データを各々異なるプリンタ用のデータ信号に変換するために分離する。

【0051】

ステップS903において形状データ変換部802は、ステップS902において分離された立体物データのうち形状データを抽出しプリンタの解像度に合わせた解像度変換をした後に、プリンタの制御信号としての重ね回数に変換する。ここで行われる解像度変換とは、例えば600ppiのデータをプリンタの例えば720ppiや1200ppi等の解像度に変換する。なお、解像度変換の方法としてはバイキュービック法、バイリニア法、ニアレストネイバー法など周知の方法により実現されるが、形状におけるエッジの保存等を考慮し、ニアレストネイバー法などで実装される。また、ここで行われる重ね回数への変換とは、出力されるUV硬化型プリンタが既知である場合、該プリンタの性能に依存し、特に記録媒体とヘッド間距離に依存する。そのため、プリンタにおける重ね回数の制約がある場合には、8ビットのグレースケールである形状データをプリンタの重ね回数の制約範囲内で線形に量子化すればよい。その場合、例えば重ね回数制限が100であった場合、0から255の値を持つ形状データのデータは0-100に線形圧縮される。また、プリンタの重ね回数に制限が無い場合には255回以上の重ね回数も実装可能であるが、記録媒体とヘッド間距離が広すぎる場合、ヘッド表面でインク同士が混ざりあって画

10

20

30

40

50

像が汚れる等の弊害もあるため、最大255回程度の重ね回数とする事が望ましい。また、例えば解像度を600ppiから1200ppiに2倍の解像度にニアレストネイバー等で伸張した場合、面積階調による高さの微調整も可能である。その場合、例えば重ね塗り1回における高さを4段階に調整可能であるため、重ね塗り回数制限が100回であったとしても400階調の高さ表現が可能となる。このように、解像度伸張が2倍以上であった場合には表現階調数は重ね塗り回数より多くすることが可能である。

【0052】

また、本ステップにおける重ね塗りに使用するインク種に特に制限はないが、望ましくは、最表面の数回は白インクで行い、より下層には透明インクを使用する。透明インクで形状の多くを形成し、最表面を白で覆うことで、色再現と、低コストとを実現できるなどの効果がある。ただし、この場合白の重ね回数は全面均一であるため、下層の透明インクの重ね回数によらず一律に透明インクの上層に載せるようにしても良い。この場合、例えば下層の透明インクが白の重ね回数よりも少なかった場合に記録媒体面が十分に白インクで覆われないなどの問題が発生しない。

10

【0053】

次に、ステップS904において出力データ出力部805は、上記全体の重ね回数および各重ね回数に応じたインク種を示すプリンタ制御信号をUV硬化型プリンタ850に出力する。例えば、各画素に対応する透明インクの重ね回数に白インクを3層足した合計の重ね数と該重ね数に対応する透明か白かのインク種である。

20

【0054】

ステップS905において色データ変換部803は、ステップS902において分離された立体物データのうち色データを抽出し、プリンタの制御信号としてのインク吐出信号に変換する。RGB形式のデータからプリンタのインク吐出信号に変換する方法としては、カラーマッチング、RGBからプリンタのインク値（例えばCMYK）への色分解、多値のインク値からプリンタで再現可能な1ドットあたりの階調数への量子化がある。これらは、いずれも周知の技術で実現可能である。例えばカラーマッチングや色分解については、ICCプロファイルに代表されるLUT（ルックアップテーブル）などを用いた周知の技術によってsRGBの色をプリンタで再現可能な色域にマッピングし、インク値に変換する方法がある。また、プリンタの再現可能な階調数への量子化方法としては、ディザマトリクス法、誤差拡散法などの様々な技術が適用可能である。

30

【0055】

ステップS906において出力データ出力部805は、ステップS905においてインク吐出信号に変換された色データをUV硬化型プリンタ850に出力する。

【0056】

次に、ステップS907において光散乱データ変換部804は、ステップS902において分離された立体物データのうち光散乱データを抽出する。そして、プリンタの解像度に合わせた解像度変換をした後に、プリンタの制御信号としての透明インクとUV硬化タイミングの信号に変換する。ここで行われる解像度変換とは、例えば600ppiのデータをプリンタの例えば720ppiや1200ppi等の解像度に変換する。なお、解像度変換の方法としてはバイキュービック法、バイリニア法、ニアレストネイバー法など周知の方法により実現されるが、光沢差保存等を考慮し、ニアレストネイバー法などで実装される。また、光散乱の強度調整は、前述の通り例えば特許文献1に記されるような方法で実現可能であり、8ビットのグレースケールである光散乱データをプリンタのUV硬化タイミング制御信号および硬化タイミング制御に有効な透明インクの吐出量に変換する。

40

【0057】

ステップS908において出力データ出力部805は、ステップS907において変換されたUV硬化タイミング制御信号および硬化タイミング制御に有効な透明インクの吐出量をUV硬化型プリンタ850に出力する。ステップS908を終えると一連の動作を終了する。

【0058】

50

以上、述べたように本実施例における立体物データ処理装置 300 は、立体物データの成分としての色・形状・光散乱を取得後に、設定された情報密度に応じてデータを変換してそれらのデータを関連付けて保存する。特にプリンタの分解能やユーザの感度に応じて不必要なデータを削減することで、効率的なデータの保存が可能である。また、色・形状・光散乱のデータを各 UV 硬化型プリンタ用のデータとして形状の層、色の層、光散乱の層の順に生成し、該順に従ってプリンタに送信することで、UV 硬化型プリンタを用いた質感の再現を実現する。

【実施例 2】

【0059】

実施例 1 においては、立体物データを取得後に保持し、取得した立体物データを統一的に処理して UV 硬化型プリンタで再現する例を示した。ここで、再現するプリンタは UV 硬化型プリンタに限られない。つまり、再現するプリンタは、3 次元プリンタであってもよく、立体物データを 3 次元プリンタ用のデータとして保持し、取得した立体物データを統一的に処理して再現することが可能である。本実施例では、立体物データを 3 次元プリンタ用のデータとして保持する例を説明する。なお、この場合であっても立体形状データ取得方法、立体色データ取得方法、立体光散乱データ取得方法については共通で使用できる。

【0060】

まず、3 次元プリンタで用いられるデータフォーマットについて説明する。多くの 3 次元形状プリンタでは、入力フォーマットである STL フォーマットのうちバイナリ形式で表される周知のフォーマットをサポートしている。図 10 に示すように、バイナリ形式の STL フォーマットは、80 バイトの任意の文字列から始まり、4 バイトの整数で三角形の個数が記述される。その後、各三角形の情報が法線ベクトル、頂点 1 の座標、頂点 2 の座標、頂点 3 の座標の順で各記憶領域に記述され、各三角形の最後には 2 バイトの未使用領域が含まれる。この 2 バイトの未使用領域は通常の 3 次元形状プリンタの場合には無視されるが、特にインクジェット方式の 3 次元形状プリンタなどのカラーのシステムでは、この 2 バイトを用いて色データを埋め込むなどの工夫がなされている。しかしながら、2 バイトのデータ量では、フルカラーと呼ばれる RGB 各 8 ビットの 24 ビット画像を保存することは不可能であるため写真と同等の画質を再現することは不可能である。さらには光沢の情報も付加できないため、3 次元物体の再現はできない。本実施例では、このような STL フォーマットを用いて、色、形状、光沢の情報を表す例を説明する。

【0061】

本実施例ではまた、図 3 に示した立体物データ処理装置、図 4 に示した立体物データ取得部の装置構成は実施例 1 と同一のものを使用可能である。以下、実施例 1 と異なる立体物データ取得部の動作について説明する。

【0062】

本実施例における立体物データとは、前述の図 10 に示す STL フォーマットに準拠するものとし、各三角形に付随する未使用のデータ部を用いて色や光沢などの質感成分の保存と再現を可能にする。なお、一般的な 3 次元プリンタでは未使用のデータ領域は無視されるため、本実施例の 3 次元形状プリンタと一般的な 3 次元プリンタとで共通で利用することが可能な立体物データのフォーマットとなる。

【0063】

(立体物データ取得部)

図 11 は、本実施例において立体物データ取得部 301 の動作を示すフローチャートである。以下、同図に従って説明する。

【0064】

先ず、ステップ S1101 において立体形状データ取得部 402 は、立体物の形状を取得して STL フォーマットの立体形状データを作成する。ここで行われる立体物から STL フォーマットの生成については、すでに多数の製品が存在し、先述の光切断法、焦点移動法やステレオマッチング法等様々な手法を用いた測定値から STL データを生成するこ

10

20

30

40

50

とが可能である。図 12 は球状の物体を S T L フォーマットで表したデータを可視化した様子である。図 12 に示すように、球状の立体は細かな三角形（ポリゴンデータ）の集合体で表現され、例えば図 10 に示す S T L フォーマットの三角形 1 が図 12 の T r i . 1、図 10 に示す S T L フォーマットの三角形 2 が図 12 の T r i . 2 に対応する。

【 0 0 6 5 】

次に、ステップ S 1 1 0 2 において立体色データ取得部 4 0 1 は、前述の立体色データ取得方法を用いて S T L データの各三角形に対応する色データを取得する。なお、ここでいう色データとは例えば R G B フォーマットのデータであり、各 8 ビットのグレースケールデータが取得されるものとする。つまり、色データは各 8 ビットの R G B データであり、その総データ量は 24 ビット（3 バイト）存在する。この場合、図 10 に示す S T L フォーマットの三角形の未使用データの 2 バイトでは保存するデータ量が不足する。

10

【 0 0 6 6 】

ステップ S 1 1 0 3 において色データ生成部 4 0 5 は、任意の閾値（第 1 の閾値）を用いて色データを単位空間としてグループ化する。ここでいう第 1 の閾値は、色データにおける色差に対応する値である。例えば、s R G B のデータを C I E L * a * b * のデータに変換した際の図 12 における T r i . 1 と T r i . 2 との E で表わされる色差が第 1 の閾値内であるかどうかを判定する。色差が第 1 の閾値内である場合、T r i . 1 と T r i . 2 との色データをグループ化する。例えば、図 12 で表示した立体がある単一の素材でできたボールのようなものであった場合、T r i . 1 と T r i . 2 の色差は測定誤差、すなわち第 1 の閾値内の範囲になる。そのため、T r i . 1 と T r i . 2 は同じ色（R G B）であると判定する。このとき、T r i . 1 と T r i . 2 とを表す色は同じ色として扱う。例えば T r i . 1 と T r i . 2 との色は、T r i . 1 の色もしくは T r i . 2 の色、または両者の平均の色として一つの値になる。S T L のフォーマットにおいては、隣り合った三角形が順に記載されているため、この様に三角形を順に比較していくことで、形状データの情報密度に対し、色データの情報密度を下げる事が可能である。つまり、複数の三角形をグループ化して一つの三角形として扱うことで色データの解像度は形状データの解像度よりも下がることになる。従って、形状データのビット数よりも少ないビット数、すなわち未使用のデータ領域に対応するビット数で色データを表現することができる。詳細については後述する。

20

【 0 0 6 7 】

ステップ S 1 1 0 4 において立体光散乱データ取得部 4 0 3 は、前述の立体光散乱データ取得方法を用いて S T L データの各三角形に対応する光散乱データを取得する。なお、ここでいう光散乱データとは例えばグレースケールフォーマットのデータである。

30

【 0 0 6 8 】

ステップ S 1 1 0 5 において光散乱データ生成部 4 0 7 は、任意の閾値（第 2 の閾値）を用いて光散乱データを単位空間としてグループ化する。ここでいう第 2 の閾値は、光散乱データにおける光沢差に対応する値である。光沢差とは、立体光散乱データ取得方法から得られるグレースケールデータの値に対応するものであるが、この値は言い換えればセンサから得られた各三角形の正反射光の輝度値である。この輝度値の差を図 12 における T r i . 1 と T r i . 2 の間で比較する。ここで、図 12 で表示した立体がある単一素材でできたボールのようなものであった場合、T r i . 1 と T r i . 2 の光沢差は測定誤差、すなわち第 2 の閾値内の範囲になる。そのため、T r i . 1 と T r i . 2 は同じ光沢成分であると判定する。このとき、T r i . 1 と T r i . 2 とを表す光沢（輝度値）は値として扱う。例えば T r i . 1 と T r i . 2 との色は、T r i . 1 の輝度値もしくは T r i . 2 の輝度値、または両者の平均の輝度値として一つの値になる。このように、色データと同様に形状データの情報密度に対し、光散乱データの情報密度を下げる事が可能である。なお、立体物の素材等により光沢データに必要な情報密度が異なる。

40

【 0 0 6 9 】

ステップ S 1 1 0 6 において立体物データ出力部 4 0 8 は、形状データの情報密度に対し、各グループングにより情報密度が下げられた色データと光散乱データとを S T L のフ

50

フォーマットに付加する。ここで生成される立体物データの一例を図 13 に示す。図 13 の S T L フォーマットは、図 10 に示す S T L フォーマットと同じであるが、説明のため、ヘッダ、各三角形の法線ベクトル、頂点のデータについては小分類以下を省略し、各三角形の未使用データを分類して記している。

【 0 0 7 0 】

図 13 に示す通り、未使用のデータ 16 ビットを、色データグループフラグ 1 ビットと光散乱データグループフラグ 1 ビットとデータ領域 14 ビットとに分割している。なお、グループフラグとは、グループを構成する先頭の要素であるか否かを示す情報のことである。例えばステップ S 1 1 0 3 において色データをグループ化した際に、1 番目の三角形から 4 番目の三角形までがグループ化された場合、1 番目の三角形のグループフラグは ' T R U E ' であり、2 番目から 4 番目までの三角形のフラグは ' F A L S E ' である。光散乱データについても同様にグループ化情報が反映される。そののち、グループフラグが ' T R U E ' の三角形を先頭に、データ領域に 24 ビットの色データや 8 ビットの光散乱データが書き込まれる。なお、色データについては三角形 1 つあたりのデータ領域 14 ビットでは不足するため、1 番目の三角形のデータ領域 14 ビットと 2 番目の三角形のデータ領域 10 ビットとを用いて 24 ビットのデータが格納される。なお、色データと光散乱データが同時に ' T R U E ' であった場合には、例えば色データから先に格納されるようにするなど予めルールを設けておけばよい。この様にすることで、例えば 1 番目の三角形から 4 番目の三角形が色データ、光散乱データ共にグループ化された場合、データ領域の合計は 56 ビットであり、格納する色データと光散乱データ 32 ビットを格納するに十分なデータ領域が存在する。この様にすることで、既存の S T L フォーマットに色データと光散乱データとを付加することで、質感成分を含む立体物データを生成することができる。生成されたデータは、立体物データ記憶部に出力される。なお、光散乱データは 16 ビットでもよく、その場合であっても 40 ビットであるため、56 ビットのデータ領域に十分に収まる。

【 0 0 7 1 】

なお、形状データに比し色データと光散乱データの情報密度が十分に低くなく、S T L フォーマットの未使用データに納められない時には、ステップ S 1 1 0 3 またはステップ S 1 1 0 5 で用いるグループ化のための閾値を調整すればよい。

【 0 0 7 2 】

また、データの格納フォーマットは図 13 に示すデータ形式に限られない。他の形式で保存されてもよい。図 14 は、他のデータ形式で保存される例を示す。同図に示すように、各三角形データの下部に、色データと光散乱データが付いている。この様に、色データや光散乱データを別で持っておき、順に記載してあれば、各三角形の未使用のデータにインデックスを記載して下部の色データや光散乱データを参照できるようにすればよい。例えば色データの何番目に記載した、光散乱データの何番目に記載したといった参照先アドレスをインデックスとして記載するだけで良いことになる。また、すでに記載されている色データは流用することが可能である。

【 0 0 7 3 】

(立体物出力データ生成部の構成)

立体物出力データ生成部の構成についても、実施例 1 で説明した図 8 に示す構成で実現可能である。ただし、3 次元形状を造形するプリンタは特に図示しない 3 次元プリンタを用いる。

【 0 0 7 4 】

また、3 次元プリンタにおいては前述のように、光造形法、熔融物体積法、粉末焼結法、インクジェット法、インクジェットバインダ法など様々な方法で立体物を断面データとして積層しながら作成される。その場合の断面データについて図 15 を用いて説明する。図 15 に示すのは、例えば図 12 に示す球状の立体データの断面である。同図に示すように、断面のデータは中央に形状の断面データ、その外側に色データの断面データ、最外部に光散乱の断面データにより構成される。この様に、実施例 1 で述べた場合と同様

に、入力された立体物データを形状・色・光散乱の制御機能を持つ層にして出力する。3次元形状プリンタへのデータ出力は、該断面に従い例えばインクジェットノズルからバイндаを吐出して形状の断面を形成するデータや、カラーインクを混在させることで色データ断面を形成するデータを出力する。さらには、最外部に透明なインクを用いて光散乱断面を形成した後にUV光により硬化タイミングの制御信号を出力する構成にすればよい。

【0075】

また、立体物出力データのデバイスは3次元プリンタ単体でなくてもよい。例えば、3次元プリンタで形状のみを作成しておき、後にUV硬化型プリンタで色データおよび光散乱データを出力するような構成でも良い。UV硬化型プリンタを用いた際の色データおよび光散乱データの生成については前記の通りであるのでここでは詳述しない。

10

【0076】

以上、述べたように本実施例における立体物データ処理装置300は、立体物データの成分を取得後に、一般的な機器でも使用可能なSTLフォーマットの範疇で色・形状・光散乱のデータを統一的に扱うことが可能である。

【実施例3】

【0077】

実施例2においては、従来のSTLフォーマットに従って、立体物データを3次元プリンタ用のデータとして保持し、取得した立体物データを統一的に処理して再現する方法について説明した。このように立体物データをSTLフォーマットにおける三角形で表現した場合、その三角形より情報密度の高い色データや光沢データは保持再現できない。例えば、図16に示す立体物のように、凹凸形状を持たない平らな物体であった場合の形状データは情報密度を低くしても形状を保持することが可能であるが、該平面に例えば平らな木目のプリントが貼り付けられている場合に、該木目情報の保持は不可能である。本実施例はSTLフォーマットには縛られない、3次元形状を持つ立体物の色・形状・光散乱のデータを保持し、再現する例について説明する。なお、この場合であっても立体形状データ取得方法、立体色データ取得方法、立体光散乱データ取得方法については共通で利用できる。

20

【0078】

また、図3に示した立体物データ処理装置、図4に示した立体物データ取得部の装置構成も同一で使用可能である。以下、実施例1と異なる立体物データ取得部の動作について説明する。なお、3次元形状のデータ出力に関しても実施例2と共通であるため、本実施例では説明を省略する。

30

【0079】

(立体物データ取得部)

図17に示すのは、図5に示す立体物データ取得部301の動作を示すフローチャートである。以下、同図に従って説明する。

【0080】

ステップS1701において立体形状データ取得部402は、前述のステップS1101と同様に、立体物の形状を取得してSTLフォーマットの立体形状データを作成し、例えば図10に示すような立体物データを取得する。

40

【0081】

次にステップS1702において立体物データ取得部301は、取得されたSTLフォーマットのうち、1つの三角形を選択する。

【0082】

次に、ステップS1703において立体色データ取得部401は、前述の立体色データ取得方法を用いて得られた色データのうち、ステップS1702において選択された三角形に相当する色データを取得する。

【0083】

ステップS1704において色データ生成部405は、ステップS1703において取得された色データの分布を求め、該分布に応じて三角形を分割する。なお、ここで行われ

50

る三角形の分割とは例えば図 18 に示すようなフローに従って行う。以下、図 18 を用いて三角形の分割について説明する。

【0084】

ステップ S 1801 において色データ生成部 405 は、三角形内の色の平均値を算出する。色データにおける平均値とは、RGB の平均値でもよいし、RGB の値を $sRGB$ として算出した $CIE\ L^*a^*b^*$ などの平均値でも良い。以下、 $CIE\ L^*a^*b^*$ の平均値であるとして説明を続ける。

【0085】

次に、ステップ S 1802 において色データ生成部 405 は、三角形の色データの平均値に対し、任意の閾値よりも差が大きい点を抽出する。ここで抽出された差の大きい点の数に応じて三角形が分割される。また、ここでいう差とは、色差 E のことであり、閾値とは例えば 3 から 10 程度の値で与えられる。

【0086】

ステップ S 1803 において色データ生成部 405 は、ステップ S 1802 において抽出された差の大きい点を元に、三角形を分割する。ここでの三角形の分割とは、例えば任意の三角形の頂点から対辺に対し、差の大きい点を 1 つ含むような頂点角の分割線を引くことで達成される。または、平面内の点を参照して三角形を分割する方法としては、ボロノイ分割やドロネー三角形分割など周知の方法を用いてもよい。以下、分割された三角形のことをサブ三角形と称する。ステップ S 1803 を終わると、ステップ S 1704 を終える。

【0087】

ステップ S 1705 において立体光散乱データ取得部 403 は、前述の立体光散乱データ取得方法を用いて得られた光散乱データのうち、ステップ S 1702 において選択された三角形に相当する光散乱データを取得する。

【0088】

ステップ S 1706 において光散乱データ生成部 407 は、ステップ S 1705 において取得された光散乱データの分布を求め、該分布に応じて三角形を分割する。なお、ここで行われる三角形の分割とは色データと同様に例えば図 18 に示すようなフローに従って行う。以下、図 18 を用いて三角形の分割について説明する。

【0089】

ステップ S 1801 において光散乱データ生成部 407 は、三角形内の色の平均値を算出する。光散乱データにおける平均値とは、グレースケール化された画素値の平均でもよいし、グレースケールの画素値に変換される前のセンサで取得した輝度値などの平均値でも良い。以下、グレースケールの画素値の平均であるとして説明を続ける。

【0090】

次に、ステップ S 1802 において光散乱データ生成部 407 は、ステップ S 1801 で算出した三角形の光散乱データの平均値に対し、任意の閾値よりも差が大きい点を抽出する。ここで抽出された差の大きい点の数に応じて三角形が分割される。また、閾値とは例えば 5 から 15 程度の値で与えられる。

【0091】

ステップ S 1803 において光散乱データ生成部 407 は、ステップ S 1802 において抽出された差の大きい点を元に、三角形をサブ三角形に分割する。ここでの三角形の分割とは、例えば任意の三角形の頂点から対辺に対し、差の大きい点を 1 つ含むような頂点角の分割線を引くことで達成される。または、平面内の点を参照して三角形を分割する方法としては、ボロノイ分割やドロネー三角形分割など周知の方法を用いてもよい。ステップ S 1803 を終わると、ステップ S 1706 を終える。

【0092】

ステップ S 1707 において立体物データ出力部 408 は、ステップ S 1702 において選択された三角形に相当する形状データに対し、色データと光散乱データを付加する。

【0093】

ステップ 1708 において立体物データ取得部 301 は、ステップ S 1701 において取得された三角形の集合データのうち全ての三角形に対してステップ S 1703 からステップ S 1707 までの処理がなされたかを判定する。全ての三角形に対する処理がなされていない場合には処理をステップ S 1702 に戻す。全ての三角形に対する処理が終わっていると判定された場合には、ステップ S 1709 に進み、立体物データ出力部 408 が立体物データを出力して処理を終了する。

【0094】

なお、図 17 に示す全てのステップが終了した際に出力されるデータの一例を図 19 に示す。図 19 は、STL とは異なる独自のフォーマットであるが、説明のため、STL と共通なヘッダ、各三角形の法線ベクトル、頂点のデータについては小分類以下を省略し、各三角形の色データと光散乱データを分類して記している。図 19 に示す通り、色データは形状データの 1 つの三角形を色データに基づいて分割した分割数を示すデータ 2 バイトと分割数分の色データ 24 ビットと分割されたサブ三角形の頂点データ 36 バイトとの繰り返しにより構成される。また、続く光散乱データは、形状データの 1 つの三角形を光散乱データに基づいて分割した分割数を示すデータ 2 バイトと分割数分の光散乱データ 8 ビットと分割されたサブ三角形の頂点データ 36 バイトとの繰り返しにより構成される。これを 1 つの三角形の情報として必要な三角形数分繰り返す。このように、本実施例においては形状データ（分割前の三角形の形状データ）よりも、色データや光散乱データの方が情報密度が高いことがある。なお、色データと光散乱データとに依拠してある STL の三角形から分割されるサブ三角形は、数や形状などが異なり得る。

【0095】

また、ここで出力されるデータとは図 19 に示す例に限らない。例えば図 20 に示す例のように、STL の各三角形の形状データにカラーデータパレットのインデックスを示すデータと光散乱データパレットのインデックスを示すデータとを記録する。また、全ての三角形データの後に、カラーデータのインデックスと情報格納場所のテーブルと光散乱データのインデックスと情報格納場所のテーブル情報を付加してある。さらには、2 次元（W×H pixel）の広がりを持つ RGB の画像データであるカラーデータの情報（W および H は正の整数）の情報が付加される。また、2 次元（W×H pixel）の広がりを持つグレースケールの画像データである（W および H は正の整数）光散乱データの情報が付加される。このようにすることで、1 つのポリゴン単位で表わされる形状のデータに対し、より解像度の高い色と光散乱の情報を記録することが可能になる。さらには、各三角形のデータに付与されるカラーデータパレットのインデックスおよび光散乱データパレットのインデックスは共に 1 バイトである。すなわち、合わせて 2 バイトのデータは従来の STL データの未使用データの範囲で格納が可能になるため、STL フォーマットとの親和性が向上するなどの効果がある。

【0096】

以上、述べたように本実施例の立体物データ処理装置 300 は、立体物データの成分としての色・形状・光散乱を取得後に、形状データより情報密度の高い色データに加え光散乱データまでを保持することができる。さらには、立体物出力データ生成部 303 を介し、実物に非常に近い質感を持つ立体物の再現が可能となる。

【実施例 4】

【0097】

これまで実施例 1 から実施例 3 における立体物データ取得部 301 においては、UV 硬化型プリンタと 3 次元プリンタで出力するデータを個別に扱っていた。本実施例では、立体形状データ取得方法により取得した立体物データから、出力先のプリンタの種類に応じたデータを自動で作成する例を説明する。すなわち、UV 硬化型プリンタで出力するデータか 3 次元プリンタで出力するデータかを自動で判定する例を説明する。

【0098】

（立体物データ取得部）

図 21 は、本実施例における立体物データ取得部 301 の構成を示す図である。なお、

10

20

30

40

50

図 2 1 に示す構成のうち図 4 と共通の動作をする処理部については同一の記号で記載してある。図 2 1 に示す通り、データ種設定部 2 1 0 1 が新たに加わっている。

【 0 0 9 9 】

図 2 2 に示すのは、データ種設定部 2 1 0 1 の動作を示すフローチャートである。以下、同図に従って説明する。

【 0 1 0 0 】

先ず、ステップ S 2 2 0 1 においてデータ種設定部 2 1 0 1 は、前述の光切断法、焦点移動法やステレオマッチング法等を用いて対象となる立体物の形状を測定する。

【 0 1 0 1 】

次に、ステップ S 2 2 0 2 においてデータ種設定部 2 1 0 1 は、対象となる立体物の形状がベースとなるようなオブジェクトベース面を持つか否かを判定する。ここで、立体物のオブジェクトベース面について図 2 3 を用いて説明する。図 2 3 に示す例は、説明のため立体物を平らな基準平面の上に載せた場合の例を示す。図 2 3 (a) に示すのは、例えば油彩画のベースとなるキャンバス等の上に油絵具で凹凸を付けたような試料であり、他にも皮革や木材などがある。このような試料は、オブジェクトに基準平面と平行な平らな部分 (オブジェクトベース面) がある立体物である。このような場合には、ステップ S 2 2 0 2 により、オブジェクトベース面を持つと判定され、ステップ S 2 2 0 3 に進む。一方、図 2 3 (b) に示すのはオブジェクトに平らな部分 (オブジェクト平面) が無い (基準平面 = オブジェクトベース面) 場合である。このような場合には、ステップ S 2 2 0 2 により、オブジェクトベース面を持たないと判定され、ステップ S 2 2 0 4 に進む。

【 0 1 0 2 】

ステップ S 2 2 0 3 においてデータ種設定部 2 1 0 1 は、オブジェクトベース面の上のオブジェクト凹凸の振幅が閾値以上であるか否かの判定を行う。ここでいう閾値とは、例えば凹凸を前述の UV 硬化型プリンタで再現する場合、出力装置の性能にも依存するが、例えば 2 mm 程度の振幅である。閾値以上であると判定された場合にはステップ S 2 2 0 4 に進み、閾値以下であると判定された場合にはステップ S 2 2 0 5 に進む。

【 0 1 0 3 】

ステップ S 2 2 0 4 に処理が進んでいるということは、ステップ S 2 2 0 2 においてオブジェクトベース面を持たないと判定された立体物または、ステップ S 2 2 0 3 においてオブジェクト凹凸が閾値以上であると判定された立体物である場合である。この場合、UV 硬化型プリンタでの再現が難しいと判定されるため、3 D プリンタ用のデータ種であると設定される。以降の処理は、例えば実施例 2 などにおいて説明したように、3 D プリンタ用のデータに親和するような立体物データが生成される。

【 0 1 0 4 】

ステップ S 2 2 0 5 においてデータ種設定部 2 1 0 1 は、ステップ S 2 2 0 3 においてオブジェクト凹凸が閾値以下であると判定された立体物である。この場合、UV 硬化型プリンタでの再現可能であると判定されるため、UV 硬化型プリンタ用のデータ種であると設定される。以降の処理では、例えば実施例 1 で説明したように UV 硬化型プリンタ用のデータを立体物データとして生成する。ステップ S 2 2 0 4 またはステップ S 2 2 0 5 を終わると一連の動作を終了する。

【 0 1 0 5 】

以上、述べたように本実施の形態における立体物データ処理装置 3 0 0 は、立体物データを生成する際に出力プリンタに応じて設定を変更することができる。

【 0 1 0 6 】

< 変形例 >

これまで実施例 2 から実施例 4 における 3 次元プリンタ用の立体物データは、図 1 3、図 1 4 や図 1 9、図 2 0 のデータ構造に示すように、1 つのファイルに色、形状、光散乱の情報を格納していたが、これに限られない。変形例として、色、形状、光散乱は各々別のファイルに格納されている形態であっても良い。すなわち、図 1 3 におけるデータ領域には色データおよび光散乱データを格納したデータファイルへのアドレスが入力されてい

10

20

30

40

50

ても良い。その場合であっても、色データグループフラグや光散乱データグループフラグを併用することにより、少ないデータ量で実物に非常に近い質感を持つ立体物の情報を保持できる。

【 0 1 0 7 】

また、図 1 3 におけるデータ領域に入力するデータを例えば各三角形データに対応する 2 次元の R G B の色データや 2 次元のグレースケールの光散乱データへのアドレスが入力されてもよい。その場合、従来の S T L フォーマットを使用しながら、例えば図 1 6 に示すように単純な形状であっても複雑な表面の色データや光散乱データを保持することが可能である。

【 0 1 0 8 】

また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（または C P U や M P U 等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

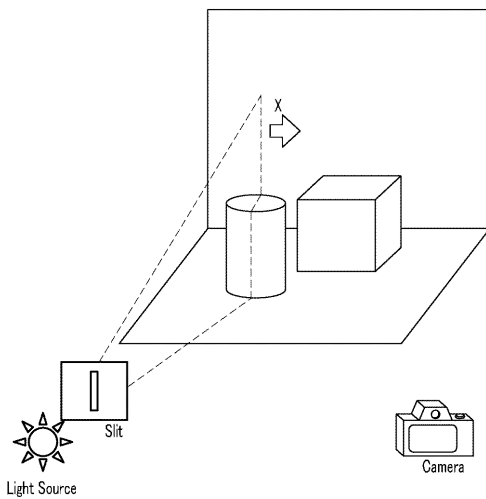
【 0 1 0 9 】

また、本実施形態の機能を実現するためのプログラムコードを、1つのコンピュータ（C P U、M P U）で実行する場合であってもよいし、複数のコンピュータが協働することによって実行する場合であってもよい。さらに、プログラムコードをコンピュータが実行する場合であってもよいし、プログラムコードの機能を実現するための回路等のハードウェアを設けてもよい。またはプログラムコードの一部をハードウェアで実現し、残りの部分をコンピュータが実行する場合であってもよい。

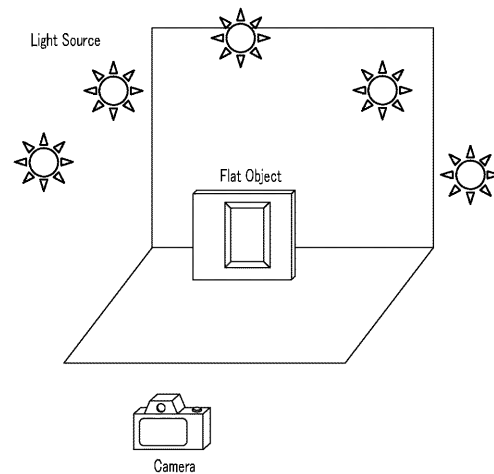
10

20

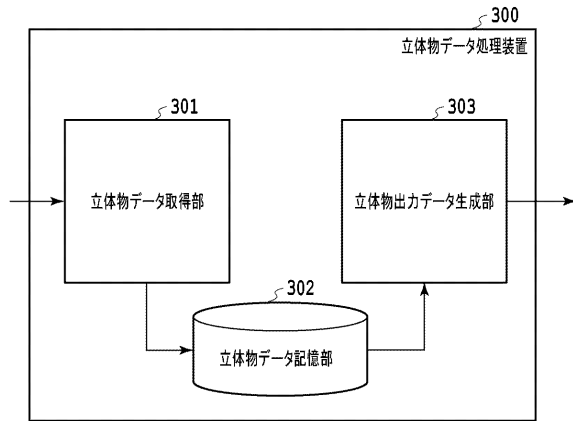
【 図 1 】



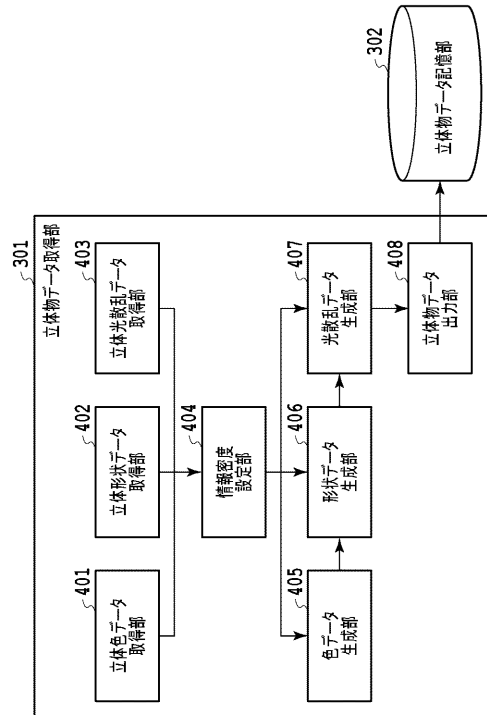
【 図 2 】



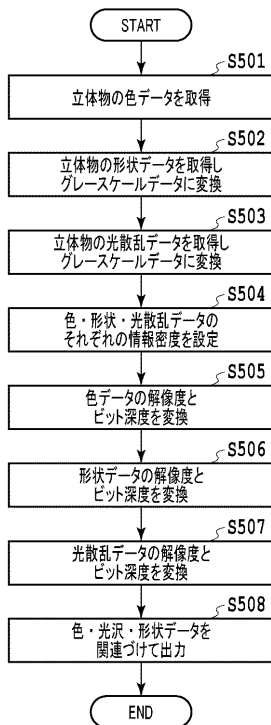
【図 3】



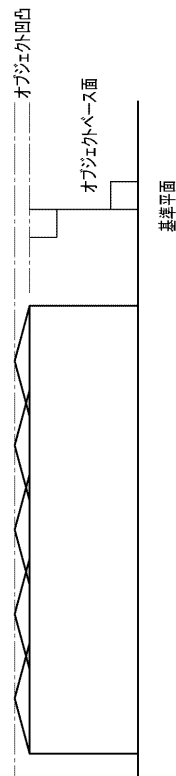
【図 4】



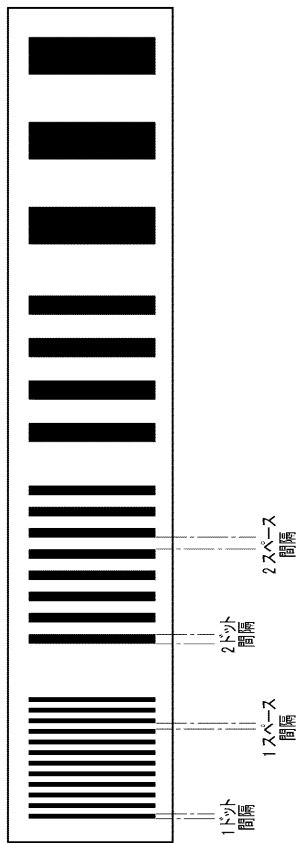
【図 5】



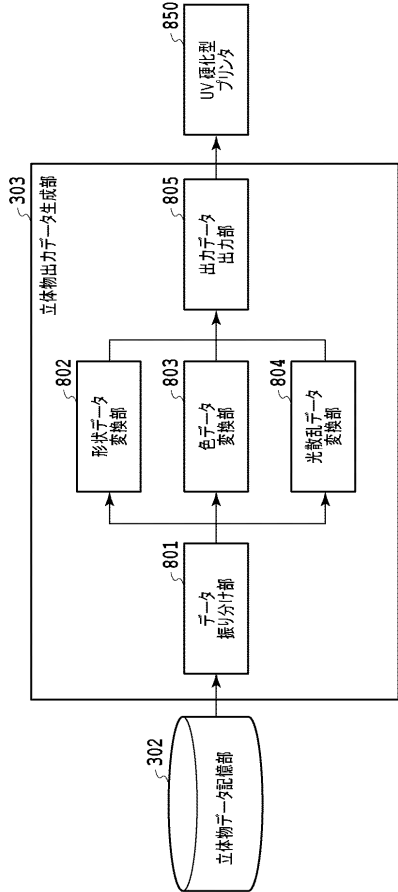
【図 6】



【 図 7 】



【 図 8 】



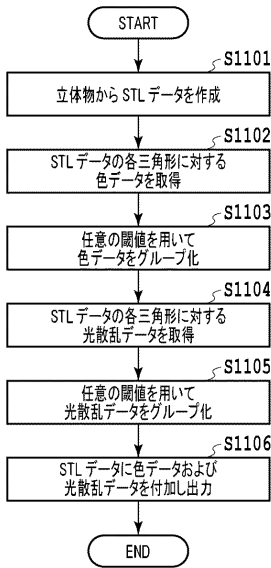
【 図 9 】



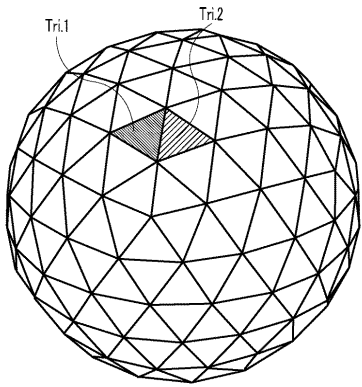
【 図 1 0 】

大分類	小分類	データ類	バイト数
ヘッダ	文字列	Char[]	80
	三角形の数	UInt32	4
三角形 1 の法線ベクトル	法線ベクトル [X,Y,Z]	Float[3]	4×3
三角形 1 の頂点 1	頂点 [X,Y,Z] 座標	Float[3]	4×3
三角形 1 の頂点 2	頂点 [X,Y,Z] 座標	Float[3]	4×3
三角形 1 の頂点 3	頂点 [X,Y,Z] 座標	Float[3]	4×3
未使用データ	---	---	2
三角形 2 の法線ベクトル	法線ベクトル [X,Y,Z]	Float[3]	4×3
三角形 2 の頂点 1	頂点 [X,Y,Z] 座標	Float[3]	4×3
三角形 2 の頂点 2	頂点 [X,Y,Z] 座標	Float[3]	4×3
三角形 2 の頂点 3	頂点 [X,Y,Z] 座標	Float[3]	4×3
未使用データ	---	---	2
以下、三角形 3 以降のデータ			

【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



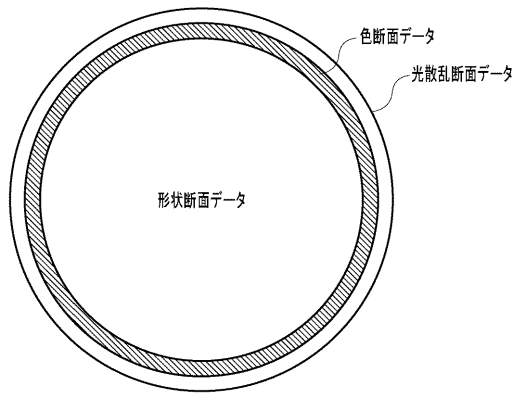
【 図 1 3 】

大分類	小分類	データ類	バイト数またはビット数
ヘッダ	---	---	84byte
三角形 1 の形状データ	---	---	48byte
三角形 1 の未使用データ	色データグループフラグ	BOOL	1bit
	光散乱データグループフラグ	BOOL	1bit
	データ領域	unsigned char	14bit
三角形 2 の形状データ	---	---	48byte
三角形 2 の未使用データ	色データグループフラグ	BOOL	1bit
	光散乱データグループフラグ	BOOL	1bit
	データ領域	unsigned char	14bit
以下、三角形 3 以降のデータ			

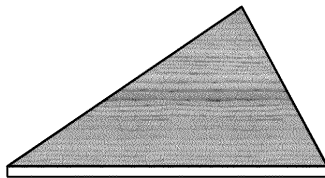
【 図 1 4 】

大分類	小分類	データ類	バイト数またはビット数
ヘッダ	---	---	84byte
三角形 1 の形状データ	---	---	48byte
三角形 1 の未使用データ	色データインデックス	UInt8	1byte
	光散乱データインデックス	UInt8	1byte
三角形 2 の形状データ	---	---	48byte
三角形 2 の未使用データ	色データインデックス	UInt8	1byte
	光散乱データインデックス	UInt8	1byte
以下、三角形 3 以降のデータ			
色データ 1	色データ	RGB	24bit
色データ 2	色データ	RGB	24bit
以下、色データ 3 以降のデータ			
光散乱データ 1	光散乱データ	GrayScale	16bit
光散乱データ 2	光散乱データ	GrayScale	16bit
以下、光散乱データ 3 以降のデータ			

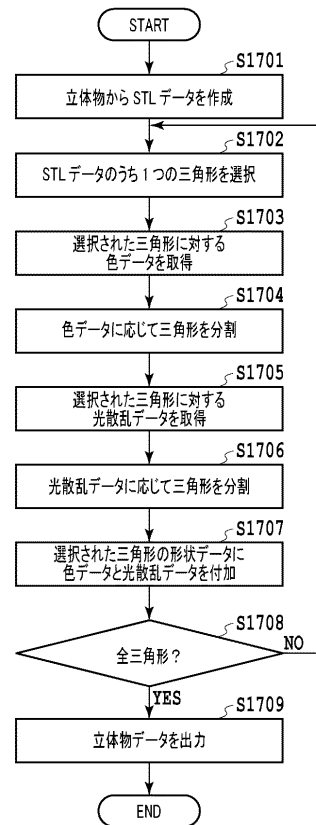
【図 15】



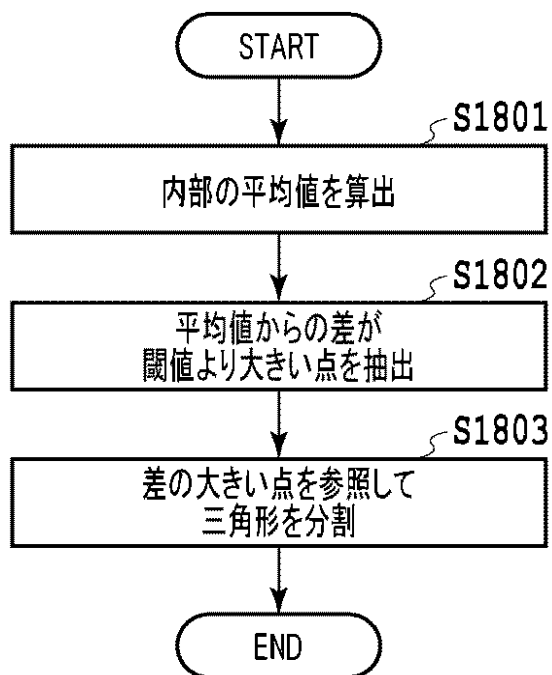
【図 16】



【図 17】



【図 18】



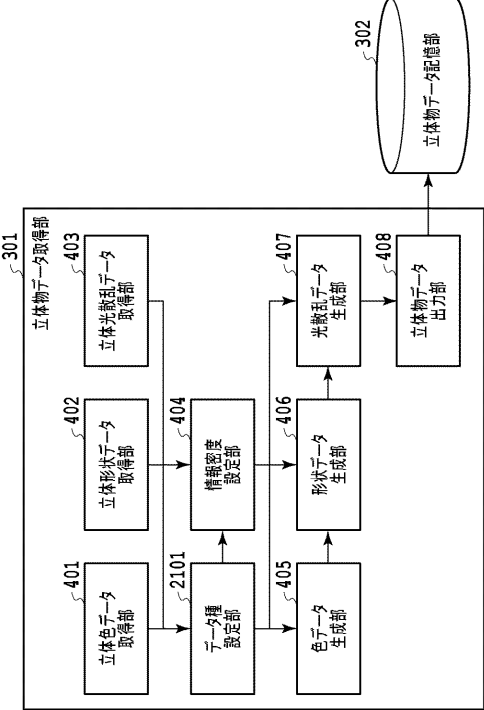
【図 19】

大分類	小分類	データ型	バイト数またはビット数
ヘッダ	---	---	84byte
三角形 1 の形状データ	---	---	48byte
三角形 1 の色データ	分割数	UInt16	2byte
	1 つ目のサブ三角形の頂点データ	---	36byte
	1 つ目のサブ三角形の色データ	Unsigned char[3]	24bit
	2 つ目以降分割数分続く	---	---
三角形 1 の光散乱データ	分割数	UInt16	2byte
	1 つ目のサブ三角形の頂点データ	---	36byte
	1 つ目のサブ三角形の光散乱データ	Unsigned char	8bit
	2 つ目以降分割数分続く	---	---
三角形 2 の形状データ	---	---	48byte
三角形 2 の色データ	分割数	UInt16	2byte
	1 つ目のサブ三角形の頂点データ	---	36byte
	1 つ目のサブ三角形の色データ	Unsigned char[3]	24bit
	2 つ目以降分割数分続く	---	---
三角形 2 の光散乱データ	分割数	UInt16	2byte
	1 つ目のサブ三角形の頂点データ	---	36byte
	1 つ目のサブ三角形の光散乱データ	Unsigned char	8bit
	2 つ目以降分割数分続く	---	---
以下、三角形 3 以降のデータ			

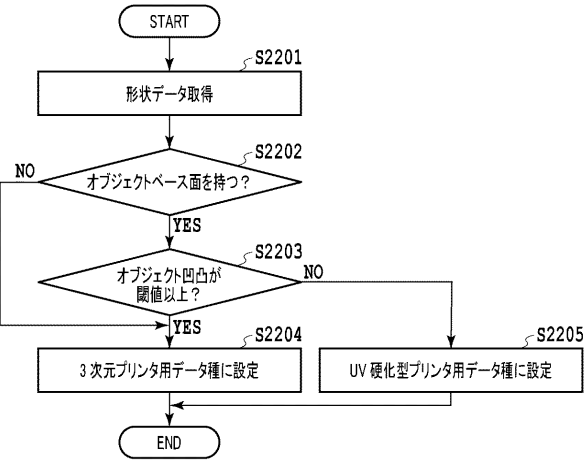
【 図 2 0 】

大分類	小分類	データ類	バイト数またはビット数
ヘッダ	---	---	84byte
三角形 1 の形状データ	---	---	48byte
三角形 1 の色データ	カラーデータバレット指定	Uint8	1byte
三角形 1 の光散乱データ	光散乱データバレット指定	Uint8	1byte
三角形 2 の形状データ	---	---	48byte
三角形 2 の色データ	カラーデータバレット指定	Uint8	1byte
三角形 2 の光散乱データ	光散乱データバレット指定	Uint8	1byte
以下、三角形 3 以降のデータ			
カラーデータの格納領域テーブル	カラーデータ 1 の開始アドレス		
	以降、カラーデータ 2 以降		
光散乱データの格納領域テーブル	光散乱データ 1 の開始アドレス		
	以降、カラーデータ 2 以降		
カラーデータ群	カラーデータ 1	RGB x W x H	
	以降、カラーデータ 2 以降		
光散乱データ群	光散乱データ 1	RGB x W x H	
	以降、光散乱データ 2 以降		

【 図 2 1 】



【 図 2 2 】



【 図 2 3 】

