

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5451285号
(P5451285)

(45) 発行日 平成26年3月26日 (2014. 3. 26)

(24) 登録日 平成26年1月10日 (2014. 1. 10)

(51) Int. Cl.

F I

G 0 6 T 1/00 (2006.01)

G 0 6 T 1/00

A

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-219767 (P2009-219767)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成21年9月24日 (2009. 9. 24)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2011-70326 (P2011-70326A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成23年4月7日 (2011. 4. 7)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成24年8月28日 (2012. 8. 28)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像処理装置であって、

画像からオブジェクトの領域をオブジェクト領域として抽出する手段と、

前記オブジェクト領域を複数のメッシュに分割し、該メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める分割手段と、

前記複数のメッシュのそれぞれの色を、該メッシュを構成する各頂点の色情報と勾配情報とを用いて求める計算手段と、

前記計算手段が求めた前記複数のメッシュのそれぞれの色と、前記複数のメッシュのそれぞれに対応する前記オブジェクト領域上の領域内の色と、の差を求め、該求めたそれぞれの差の総和が閾値以上であるか否かを判断する判断手段と、

前記総和が前記閾値よりも小さい場合には、前記分割手段が求めた各頂点の位置情報、勾配情報、色情報を符号化する第1の符号化手段と、

前記総和が前記閾値以上の場合には、前記分割手段が分割したそれぞれのメッシュを更に小メッシュに分割し、該小メッシュを構成する各頂点に対応する前記オブジェクト領域上の位置における色情報を特定し、該特定した色情報を符号化する第2の符号化手段と

を備え、

前記分割手段は、

前記オブジェクト領域の枠部を構成する各画素の画素位置を用いて、当該枠部上に4つの代表点を設定する設定手段と、

10

20

隣接する代表点間の前記枠部の形状を近似する曲線を求める処理を、それぞれの代表点間について行うことで4つの曲線を求める手段と、

前記4つの曲線を用いて、前記4つの曲線で囲まれた領域に対する曲面を求める手段と

、
2次元的に前記曲面上の点をサンプリングすることで、4点で規定されるメッシュ単位で前記オブジェクト領域を分割する手段と、

前記メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記第2の符号化手段は更に、前記総和が前記閾値以上の場合には、前記小メッシュを構成する各頂点について位置情報を求め、該求めた位置情報を符号化することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記設定手段は、

前記オブジェクト領域内における基準位置を求める手段と、

前記基準位置を通り、互いに直交する2軸を前記オブジェクト領域内に設けることで、この2軸によって前記オブジェクト領域を4つの分割領域に分割する手段と、

それぞれの分割領域の枠部上に代表点を、対向する分割領域で代表点間の距離が最も長くなるように設定する手段と

を備えることを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項4】

画像処理装置であって、

画像からオブジェクトの領域をオブジェクト領域として抽出する手段と、

前記オブジェクト領域を複数のメッシュに分割し、該メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める分割手段と、

前記複数のメッシュのそれぞれの色を、該メッシュを構成する各頂点の色情報と勾配情報とを用いて求める計算手段と、

前記計算手段が求めた前記複数のメッシュのそれぞれの色と、前記複数のメッシュのそれぞれに対応する前記オブジェクト領域上の領域内の色と、の差を求め、該求めたそれぞれの差の総和が閾値以上であるか否かを判断する判断手段と、

前記総和が前記閾値よりも小さい場合には、前記分割手段が求めた各頂点の位置情報、勾配情報、色情報を符号化する第1の符号化手段と、

前記総和が前記閾値以上の場合には、前記分割手段が分割したそれぞれのメッシュを更に小メッシュに分割し、該小メッシュを構成する各頂点に対応する前記オブジェクト領域上の位置における色情報を特定し、前記小メッシュを構成する各頂点における色情報を求め、該求めた色情報と前記特定した色情報との差分値を符号化する第2の符号化手段と

を備え、

前記分割手段は、

前記オブジェクト領域の枠部を構成する各画素の画素位置を用いて、当該枠部上に4つの代表点を設定する設定手段と、

隣接する代表点間の前記枠部の形状を近似する曲線を求める処理を、それぞれの代表点間について行うことで4つの曲線を求める手段と、

前記4つの曲線を用いて、前記4つの曲線で囲まれた領域に対する曲面を求める手段と

、
2次元的に前記曲面上の点をサンプリングすることで、4点で規定されるメッシュ単位で前記オブジェクト領域を分割する手段と、

前記メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項5】

画像処理装置が行う画像処理方法であって、

前記画像処理装置の抽出手段が、画像からオブジェクトの領域をオブジェクト領域として抽出する工程と、

前記画像処理装置の分割手段が、前記オブジェクト領域を複数のメッシュに分割し、該メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める分割工程と、

前記画像処理装置の計算手段が、前記複数のメッシュのそれぞれの色を、該メッシュを構成する各頂点の色情報と勾配情報とを用いて求める計算工程と、

前記画像処理装置の判断手段が、前記計算工程で求めた前記複数のメッシュのそれぞれの色と、前記複数のメッシュのそれぞれに対応する前記オブジェクト領域上の領域内の色と、の差を求め、該求めたそれぞれの差の総和が閾値以上であるか否かを判断する判断工程と、

10

前記画像処理装置の第1の符号化手段が、前記総和が前記閾値よりも小さい場合には、前記分割工程で求めた各頂点の位置情報、勾配情報、色情報を符号化する第1の符号化工程と、

前記画像処理装置の第2の符号化手段が、前記総和が前記閾値以上の場合には、前記分割工程で分割したそれぞれのメッシュを更に小メッシュに分割し、該小メッシュを構成する各頂点に対応する前記オブジェクト領域上の位置における色情報を特定し、該特定した色情報を符号化する第2の符号化工程と

を備え、

前記分割工程は、

前記オブジェクト領域の枠部を構成する各画素の画素位置を用いて、当該枠部上に4つの代表点を設定する設定工程と、

20

隣接する代表点間の前記枠部の形状を近似する曲線を求める処理を、それぞれの代表点間について行うことで4つの曲線を求める工程と、

前記4つの曲線を用いて、前記4つの曲線で囲まれた領域に対する曲面を求める工程と、

2次元的に前記曲面上の点をサンプリングすることで、4点で規定されるメッシュ単位で前記オブジェクト領域を分割する工程と、

前記メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める工程とを備えることを特徴とする画像処理方法。

【請求項6】

30

画像処理装置が行う画像処理方法であって、

前記画像処理装置の抽出手段が、画像からオブジェクトの領域をオブジェクト領域として抽出する工程と、

前記画像処理装置の分割手段が、前記オブジェクト領域を複数のメッシュに分割し、該メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める分割工程と、

前記画像処理装置の計算手段が、前記複数のメッシュのそれぞれの色を、該メッシュを構成する各頂点の色情報と勾配情報とを用いて求める計算工程と、

前記画像処理装置の判断手段が、前記計算工程で求めた前記複数のメッシュのそれぞれの色と、前記複数のメッシュのそれぞれに対応する前記オブジェクト領域上の領域内の色と、の差を求め、該求めたそれぞれの差の総和が閾値以上であるか否かを判断する判断工程と、

40

前記画像処理装置の第1の符号化手段が、前記総和が前記閾値よりも小さい場合には、前記分割工程で求めた各頂点の位置情報、勾配情報、色情報を符号化する第1の符号化工程と、

前記画像処理装置の第2の符号化手段が、前記総和が前記閾値以上の場合には、前記分割工程で分割したそれぞれのメッシュを更に小メッシュに分割し、該小メッシュを構成する各頂点に対応する前記オブジェクト領域上の位置における色情報を特定し、前記小メッシュを構成する各頂点における色情報を求め、該求めた色情報と前記特定した色情報との差分値を符号化する第2の符号化工程と

を備え、

50

前記分割工程は、
前記オブジェクト領域の枠部を構成する各画素の画素位置を用いて、当該枠部上に4つの代表点を設定する設定工程と、
隣接する代表点間の前記枠部の形状を近似する曲線を求める処理を、それぞれの代表点間について行うことで4つの曲線を求める工程と、
前記4つの曲線を用いて、前記4つの曲線で囲まれた領域に対する曲面を求める工程と

、
2次元的に前記曲面上の点をサンプリングすることで、4点で規定されるメッシュ単位で前記オブジェクト領域を分割する工程と、

前記メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める工程とを備えることを特徴とする画像処理方法。

10

【請求項7】

コンピュータを、請求項1乃至4の何れか1項に記載の画像処理装置の各手段として機能させる為のコンピュータプログラム。

【請求項8】

請求項7に記載のコンピュータプログラムを格納した、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

本発明は、解像度フリー表現技術に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、イラストや文字の解像度フリー表現には、オブジェクトの輪郭をベジェ、スプライン関数などで関数近似する手法が用いられている。この手法は高速かつ一般的であるが、複雑なグラデーションの表現が困難である。

【0003】

複雑なグラデーションを含むオブジェクトを解像度フリーで描画するためには、Adobe Illustrator（登録商標）のグラディエント・メッシュ・ツールが一般に用いられている。グラディエント・メッシュでは、メッシュに色と勾配を与えて3次元関数を生成することで複雑なオブジェクトを描画することができる（特許文献1、2）。

30

【0004】

ラスト画像中のオブジェクトを解像度フリー表現するために、画像をメッシュで近似する手法が幾つか提案されている。まず、三角形パッチを用いて画像を近似する手法が挙げられる（特許文献3）。しかしこの手法では、オブジェクト境界の表現において問題がある。オブジェクト境界が滑らかな曲線である場合、線形メッシュで曲線を忠実に近似することは困難であり、忠実に近似するためには多数のメッシュを用いなければならない。より少ないメッシュ数で複雑な境界を近似するためには、高次のメッシュを用いる必要がある。

【0005】

40

高次のメッシュを用いる手法としては、ベジェパッチを細分割して近似誤差を低減する手法（非特許文献1）、グラディエント・メッシュを用いて画像を近似する手法などが挙げられる。また、メッシュで近似する手法以外では、画像の特徴線をベジェ曲線により近似し、曲線の両側に色情報を付加し、曲線の色を用いた偏微分方程式を解いて画像を描画する解像度フリー表現手法が提案されている（非特許文献2）。

【0006】

グラディエント・メッシュを用いて画像を近似する手法としては、最適化問題を解いてグラディエント・メッシュの近似誤差を低減する手法がある（特許文献4）。また、オブジェクトを三角形メッシュに分割し、メッシュのパラメータ化を行い、グラディエント・メッシュを構築する手法が提案されている（非特許文献3）。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平11-345347号公報

【特許文献2】特許第4220010号

【特許文献3】特許第3764765号

【特許文献4】米国特許公開第2008/0278479号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】Brian Price, William Barrett, 「Object-based vectorization for interactive image editing」, In proceedings of Pacific Graphics 2006, 2006, vol. 22, no. 9-11, p. 661-670.

10

【非特許文献2】Alexandrina Orzan, Adrien Bousseau, Holger Winnemoller, Pascal Barla, Joelle Thollot, David Salesin, 「Diffusion Curves: A Vector Representation for Smooth-Shaded Images」, In proceedings of SIGGRAPH 2008, 2008, vol. 27.

20

【非特許文献3】Yu-Kun Lai, Shi-Min Hu, Ralph R. Martin, 「Automatic and Topology-Preserving Gradient Mesh Generation for Image Vectorization」, ACM SIGGRAPH 2009.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

高次のメッシュを用いることで、少ないメッシュ数で、オブジェクトの形状を近似することができるが、テクスチャのような高周波成分を含むオブジェクトの色を忠実に近似する為には、課題が幾つか残る。以下にその課題について説明する。

30

【0010】

上述のベジェパッチを細分割して近似誤差を低減する手法では高次のメッシュを用いるため、オブジェクト境界の近似を忠実に行うことができる。しかし、近似誤差を低減するためにメッシュを細分割しているため、高周波成分を含む領域でメッシュ数が増え、データ量が増大してしまう。

【0011】

上述の画像の特徴線をベジェ曲線により近似する手法では、オブジェクト形状を少ないデータ量で表現することはできるものの、特徴線間の色を制御し難いため、高周波成分を含むオブジェクトの色を忠実に表現することは困難である。

【0012】

40

上述のグラディエント・メッシュを用いて画像を近似する2つの手法では、色変化が複雑なオブジェクトであっても、より少ないメッシュ数で解像度フリーを実現することができる。しかし、これらの手法を用いても、3次メッシュによる補間で色を描画するため、テクスチャのような高周波成分を表現することは困難である。

【0013】

本発明は以上の問題に鑑みて成されたものであり、グラディエント・メッシュを用いたオブジェクト領域中の高周波成分の近似を効率的に行うための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】

【0014】

50

本発明の目的を達成するために、例えば、本発明の画像処理装置は以下の構成を備える。
即ち、画像処理装置であって、

画像からオブジェクトの領域をオブジェクト領域として抽出する手段と、

前記オブジェクト領域を複数のメッシュに分割し、該メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める分割手段と、

前記複数のメッシュのそれぞれの色を、該メッシュを構成する各頂点の色情報と勾配情報とを用いて求める計算手段と、

前記計算手段が求めた前記複数のメッシュのそれぞれの色と、前記複数のメッシュのそれぞれに対応する前記オブジェクト領域上の領域内の色と、の差を求め、該求めたそれぞれの差の総和が閾値以上であるか否かを判断する判断手段と、

前記総和が前記閾値よりも小さい場合には、前記分割手段が求めた各頂点の位置情報、勾配情報、色情報を符号化する第1の符号化手段と、

前記総和が前記閾値以上の場合には、前記分割手段が分割したそれぞれのメッシュを更に小メッシュに分割し、該小メッシュを構成する各頂点に対応する前記オブジェクト領域上の位置における色情報を特定し、該特定した色情報を符号化する第2の符号化手段とを備え、

前記分割手段は、

前記オブジェクト領域の枠部を構成する各画素の画素位置を用いて、当該枠部上に4つの代表点を設定する設定手段と、

隣接する代表点間の前記枠部の形状を近似する曲線を求める処理を、それぞれの代表点間について行うことで4つの曲線を求める手段と、

前記4つの曲線を用いて、前記4つの曲線で囲まれた領域に対する曲面を求める手段と

、
2次元的に前記曲面上の点をサンプリングすることで、4点で規定されるメッシュ単位で前記オブジェクト領域を分割する手段と、

前記メッシュを構成する各頂点について、位置情報、勾配情報、色情報を求める手段とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明の構成により、グラディエント・メッシュを用いたオブジェクト領域中の高周波成分の近似を効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】画像処理装置の機能構成例を示すブロック図。

【図2】メッシュ生成処理のフローチャート。

【図3】代表点の設定について説明する図。

【図4】メッシュ生成処理を説明する図。

【図5】第1の実施形態に係る第2の符号化方法を説明する図。

【図6】第2の実施形態に係る第2の符号化方法を説明する図。

【図7】コンピュータのハードウェア構成例を示す図。

【図8】メッシュ符号化処理のフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、添付図面を参照し、本発明の実施形態について説明する。なお、以下説明する実施形態は、本発明を具体的に実施した場合の一例を示すもので、特許請求の範囲に記載した構成の具体的な実施例の一つである。

【0018】

[第1の実施形態]

先ず、図1を用いて、本実施形態に係る画像処理装置の機能構成例について説明する。なお、係る説明では、本実施形態に係る画像処理装置によるメッシュ符号化処理のフロー

10

20

30

40

50

チャートを示す図 8 を適宜参照する。

【 0 0 1 9 】

オブジェクト抽出部 1 0 1 には、1 以上のオブジェクトを含む入力画像が入力される。この「オブジェクト」とは、文字や物体像などを指し示しており、本実施形態では、この「オブジェクト」は、色のグラデーションを有しているものとして説明する。即ち、本実施形態では、色のグラデーションを有するオブジェクトに対するメッシュ符号化を行う。

【 0 0 2 0 】

そしてオブジェクト抽出部 1 0 1 は、この入力画像からオブジェクトの領域をオブジェクト領域として抽出する処理を行う（ステップ S 8 0 1）。オブジェクト領域の抽出には、グラブ・カット法という既知の抽出方法を用いるが、他の抽出手法を用いても構わない。図 3（a）に、抽出されたオブジェクト領域の一例を示す。

10

【 0 0 2 1 】

抽出されたオブジェクト領域のデータには、オブジェクト領域 3 0 1 の枠部（オブジェクト領域の境界線）3 0 3 を構成する各画素の画素位置（座標位置）と、オブジェクト領域 3 0 1 の内部 3 0 2 を構成する各画素の画素値と、が含まれている。本実施形態では、画素値は、R G B のそれぞれの色成分が 8 ビットで表現されているものとして説明するが、グレースケール、C M Y K などの色成分の種別、1 つの色成分を構成するビット数、についてはこれに限定するものではない。また、オブジェクト領域のデータの構成については、オブジェクト領域 3 0 1 の枠部 3 0 3 を構成する各画素の座標位置、オブジェクト領域 3 0 1 の内部 3 0 2 を構成する各画素の画素値、が導出できるのであれば、他のデータ構成であっても良い。そしてオブジェクト抽出部 1 0 1 は、抽出したオブジェクト領域のデータを、後段のメッシュ生成部 1 0 2 に送出する。

20

【 0 0 2 2 】

メッシュ生成部 1 0 2 は、オブジェクト領域のデータを用いてこのオブジェクト領域をメッシュ群に分割することで、個々のメッシュを生成する（ステップ S 8 0 2）。図 2 のフローチャートを用いて、メッシュ生成部 1 0 2 が行う処理、即ち、ステップ S 8 0 2 における処理の詳細について説明する。ステップ S 2 0 1 では、メッシュ生成部 1 0 2 は、オブジェクト領域の枠部を構成する各画素の座標位置を用いて、オブジェクト領域内における基準位置を求める。本実施形態では、この基準位置として、オブジェクト領域の重心位置（中心位置）を求める。もちろん、オブジェクト領域内における基準位置は中心位置に限定するものではないし、中心位置を求めるための処理はこれに限定するものではない。

30

【 0 0 2 3 】

次に、ステップ S 2 0 2 では、メッシュ生成部 1 0 2 は、ステップ S 2 0 1 で求めた中心位置で互いに直交する 2 軸（x 軸、y 軸）をオブジェクト領域上に設けることで、この 2 軸でオブジェクト領域を 4 分割する。即ち、4 つの分割領域を求める。

【 0 0 2 4 】

図 3（b）を用いて、ステップ S 2 0 1、S 2 0 2 における処理を説明する。図 3（b）において 3 0 4 は、ステップ S 2 0 1 で求めた中心位置を示す。3 0 5、3 0 6 は、この中心位置 3 0 4 で互いに直交する 2 軸で、それぞれ入力画像における x 軸方向、y 軸方向に沿っている。このような 2 軸 3 0 5、3 0 6 を設定することで、オブジェクト領域 3 0 1 は、分割領域 3 0 7、3 0 8、3 0 9、3 1 0 に分割される。

40

【 0 0 2 5 】

図 2 に戻って、次に、ステップ S 2 0 3、S 2 0 4 では、メッシュ生成部 1 0 2 は、それぞれの分割領域の枠部上に代表点を、対向する分割領域で代表点間の距離が最も長くなるように設定する。

【 0 0 2 6 】

図 3（c）、（d）を用いて、ステップ S 2 0 3、S 2 0 4 における処理を説明する。図 3（c）において 3 1 1 は分割領域 3 0 7 の枠部を示しており、3 1 2 は分割領域 3 0 8 の枠部を示しており、3 1 3 は分割領域 3 0 9 の枠部を示しており、3 1 4 は分割領域

50

3 1 0 の枠部を示している。

【 0 0 2 7 】

ここでメッシュ生成部 1 0 2 は、分割領域 3 0 7 の枠部 3 1 1 上に代表点を設けると共に、分割領域 3 0 7 と対向する分割領域 3 0 9 の枠部 3 1 3 上にも代表点を設けるが、それぞれの代表点間の距離が最大となるように、それぞれの代表点の位置を決める。その結果、図 3 (c) に示す如く、枠部 3 1 1 上における代表点として代表点 3 1 7 が設定され、枠部 3 1 3 上における代表点として代表点 3 1 9 が設定される。

【 0 0 2 8 】

同様にメッシュ生成部 1 0 2 は、分割領域 3 0 8 の枠部 3 1 2 上に代表点を設けると共に、分割領域 3 0 8 と対向する分割領域 3 1 0 の枠部 3 1 4 上にも代表点を設けるが、それぞれの代表点間の距離が最大となるように、それぞれの代表点の位置を決める。その結果、図 3 (c) に示す如く、枠部 3 1 2 上における代表点として代表点 3 1 8 が設定され、枠部 3 1 4 上における代表点として代表点 3 2 0 が設定される。

【 0 0 2 9 】

その結果、図 3 (d) に示す如く、設定された代表点 3 1 7、3 1 8、3 1 9、3 2 0 を端点として区切られた枠部 3 2 1、3 2 2、3 2 3、3 2 4 が設定される。即ち、係る処理によれば、それぞれの分割領域の枠部上に一つの代表点を設定することができ、これにより、4 つの代表点を偏りなく配置することができる。なお、代表点 4 点 3 1 7、3 1 8、3 1 9、3 2 0 を決定するための方法については上記に説明した方法に限定するものではなく、例えば、非特許文献 3 に開示されているような他の方法を用いても構わない。

【 0 0 3 0 】

次に、図 4 を用いて、メッシュ生成部 1 0 2 が行うメッシュ生成処理 (ステップ S 2 0 5) について説明する。一般的には、オブジェクト領域の境界形状が比較的単純である場合には、比較的高速なメッシュ生成方法である、枠部 3 2 1、3 2 2、3 2 3、3 2 4 のみを用いてメッシュを生成する方法 (第 1 のメッシュ生成方法) を用いる方が良い。一方、オブジェクト領域の境界形状が比較的複雑である場合には、枠部 3 2 1、3 2 2、3 2 3、3 2 4 及び、オブジェクト領域の内部 3 0 2 を用いてメッシュを生成する方法 (第 2 のメッシュ生成方法) を用いる方が良い。本実施形態では第 1 のメッシュ生成方法、第 2 のメッシュ生成方法の何れを用いても良い。

【 0 0 3 1 】

ここで、第 1 のメッシュ生成方法、第 2 のメッシュ生成方法のそれぞれについて簡単に説明する。第 1 のメッシュ生成方法では、代表点 4 点の座標位置と、オブジェクト領域のデータに含まれている「オブジェクト領域の枠部 (オブジェクト領域の境界線) を構成する各画素の、入力画像上における座標位置」とを用いてメッシュを生成する。第 2 のメッシュ生成方法では、代表点 4 点の座標位置と、オブジェクト領域のデータとを用いてメッシュを生成する。

【 0 0 3 2 】

先ず、第 1 のメッシュ生成方法について説明する。第 1 のメッシュ生成方法では先ず、隣接する代表点の間を結ぶ 3 次ベジェスプライン曲線 (パラメトリック曲線) を求める処理を、それぞれの代表点間について行うことで、オブジェクト領域の枠部の形状を近似する 4 つの 3 次ベジェスプライン曲線を求める。これにより、オブジェクト領域の枠部の形状を、この 4 つの 3 次ベジェスプライン曲線を用いて近似することができる。次に、この求めた 4 つの 3 次ベジェスプライン曲線からクーンズパッチを生成することで、この 4 つの 3 次ベジェスプライン曲線から 1 つのパラメトリック曲面を求める。

【 0 0 3 3 】

図 4 (b) を用いて、第 1 のメッシュ生成方法について説明する。図 4 (b) において 9 2 1 は、代表点 3 1 7 と代表点 3 1 8 とを結ぶ 3 次ベジェスプライン曲線である。また、9 2 2 は、代表点 3 1 8 と代表点 3 1 9 とを結ぶ 3 次ベジェスプライン曲線である。また、9 2 3 は、代表点 3 1 9 と代表点 3 2 0 とを結ぶ 3 次ベジェスプライン曲線である。また、9 2 4 は、代表点 3 2 0 と代表点 3 1 7 とを結ぶ 3 次ベジェスプライン曲線である

。

【 0 0 3 4 】

従って図 4 (b) の場合、メッシュ生成部 1 0 2 は、4 つの 3 次ベジエスプライン曲線 9 2 1 ~ 9 2 4 を求める。そしてメッシュ生成部 1 0 2 は、この 4 つの 3 次ベジエスプライン曲線 9 2 1 ~ 9 2 4 で囲まれた領域をクーンズパッチでパラメトリック曲面表現することで、パラメトリック曲面を求める。なお、係る処理については周知の技術であるので、これ以上の説明は省略する。

【 0 0 3 5 】

次に、メッシュ生成部 1 0 2 は、この求めたパラメトリック曲面を、パラメトリック曲面で規定された u 方向、v 方向、それぞれに均一に分割してメッシュ群を生成する。図 4 (b) では、3 次ベジエスプライン曲線 9 2 2 , 9 2 4 が u 方向 (即ちパラメトリック曲面が規定する方向) 、3 次ベジエスプライン曲線 9 2 1 , 9 2 3 が v 方向 (即ちパラメトリック曲面が規定する方向) とする。この場合、u 方向、v 方向に 2 次元的にパラメトリック曲面上の点をサンプリングすることで、サンプリングした 4 点で規定されるメッシュ単位でパラメトリック曲面を分割し、これによりメッシュ群を生成する。即ち、パラメトリック曲面を複数のメッシュに均一に分割する。

【 0 0 3 6 】

ここで「均一に分割」とは、パラメトリック曲面は u、v 方向それぞれ 0 ~ 1 の値を取る媒介変数で表現されているため、例えば、パラメトリック曲面を 1 0 分割する場合、媒介変数を 0 . 1 刻みで変化させた場合の各位置の点をサンプリングすることを指す。もちろん、分割数は任意に設定しても良い。

【 0 0 3 7 】

このように、u 方向、v 方向に 2 次元的にパラメトリック曲面上の点をサンプリングすることで、サンプリングした 4 点で規定されるメッシュ単位で、パラメトリック曲面 (オブジェクト領域) を分割する。この分割処理により、メッシュを構成する各頂点について、その位置を示す位置情報、その位置における勾配を示す勾配情報、その位置における色を示す色情報が求まる。

【 0 0 3 8 】

次に、第 2 のメッシュ生成方法について説明する。第 2 のメッシュ生成方法では先ず、オブジェクト領域のデータに含まれる「オブジェクト領域内の各画素の画素値」を用いてオブジェクト領域内に複数の特徴点を設定する。そして設定した特徴点群と、オブジェクト領域のデータに含まれる「オブジェクト領域の枠部を構成する各画素の座標位置」と、を用いてドロネー三角形分割を行うことで、図 4 (a) に示す如く、オブジェクト領域を三角形メッシュ群に分割する。そして代表点 3 1 7 ~ 3 2 0 が四角形領域 (長方形領域) の各頂点、枠部 3 2 1 と枠部 3 2 3 とがこの四角形領域で対向する平行な辺、枠部 3 2 2 と枠部 3 2 4 とがこの四角形領域で対向する平行な辺、となるように、オブジェクト領域を四角形領域に変換する。この変換は、三角形メッシュ群の形状の歪みが極小化されるように行われる。なお、係る変換は、三角形メッシュ群の色の歪みが極小化されるように行う等、他の方法を用いて実現しても良い。

【 0 0 3 9 】

そしてこの求めた四角形領域を、この四角形領域で規定された u 方向、v 方向それぞれに均一に分割して四辺形のメッシュ群を生成する。四角形領域は u、v 方向それぞれ 0 ~ 1 の値を取る媒介変数で表現されているため、例えば、四角形領域を u、v 方向それぞれに 1 0 分割する場合、媒介変数を 0 . 1 刻みで変化させた場合の各位置の点をサンプリングする。もちろん、分割数、刻み幅は任意に設定しても良い。このように、u 方向、v 方向に 2 次元的に四角形領域上の点をサンプリングすることで、サンプリングした 4 点で規定されるメッシュ単位で、四角形領域を分割する。

【 0 0 4 0 】

そして、この求めたメッシュの頂点の四角形領域内における位置情報をオブジェクト領域上の座標位置に変換することで、上記分割されたそれぞれのメッシュの 4 頂点のオブジ

10

20

30

40

50

ェクト領域上における座標位置を求める（演算する）。そしてこの求めたオブジェクト領域上におけるそれぞれの座標位置の点をサンプリングすることで、4点で規定されるメッシュ単位でオブジェクト領域を分割する。この分割処理により、メッシュを構成する各頂点について、その位置を示す位置情報、その位置における勾配を示す勾配情報、その位置における色を示す色情報が求まる。なお、第2のメッシュ生成方法については非特許文献3でも開示されているように周知の技術であるので、これ以上の説明は省略する。

【0041】

次に、符号化部103は、メッシュ生成部102により上記第1のメッシュ生成方法、第2のメッシュ生成方法の何れかを用いて生成されたグラディエント・メッシュのデータを符号化して管理する。

10

【0042】

ここで、グラディエント・メッシュデータの符号化方法には、グラディエント・メッシュのデータを符号化する方法（第1の符号化方法）と、グラディエント・メッシュの詳細情報を符号化する方法（第2の符号化方法）の2通りの方法がある。本実施形態では、ステップS803において符号化部103は先ず、各メッシュの色を求める。メッシュの色は、メッシュを構成する各頂点の色情報と勾配情報とを用いて求められるもので、係る色計算は、メッシュのレンダリング時に行う処理と同じである。然るに、メッシュの色を求める為の処理については一般的な処理であるため、これについての詳細な説明は省略する。

【0043】

20

そしてステップS803では更に符号化部103は、メッシュの色と、このメッシュに対応するオブジェクト領域上の領域内の色と、の差の絶対値（＝誤差）を求める。領域間の色の差の絶対値（＝誤差）は、領域同士で対応する画素間の色の差の絶対値を求め、画素毎に求めた差の絶対値の総和である。

【0044】

そしてステップS803では更に符号化部103は、求めたそれぞれの誤差の総和を総和誤差として求め、この総和誤差が閾値以上であるか否かを判断する。そして符号化部103は、係る判断の結果、総和誤差が閾値よりも小さい場合にはグラディエント・メッシュのデータを符号化し（ステップS804）、総和誤差が閾値以上の場合には、グラディエント・メッシュの詳細情報を符号化する（ステップS805）。これは、高周波成分を含むオブジェクト領域についてはグラディエント・メッシュで近似することが困難であるため、メッシュ数を増やして近似誤差を低減するよりも、メッシュ数は増やさず、詳細情報として保持する方が効率的にデータ表現できるからである。

30

【0045】

なお、総和誤差を求める為の上記処理は「オブジェクトの色とグラディエント・メッシュの色との誤差」を求める処理の単なる一例であって、他の処理でもって「オブジェクトの色とグラディエント・メッシュの色との誤差」に相当する量を求めても良い。また、メッシュ数を判定基準にしてグラディエント・メッシュの符号化方法を切り替えても良く、その切替基準については、これに限定されるものではない。

【0046】

40

まず、グラディエント・メッシュデータのみを符号化する第1の符号化方法について説明する。グラディエント・メッシュのデータには、次の項目の内容がテキストとして記されている。

【0047】

- ・ オブジェクト領域内のメッシュのu方向の頂点数、メッシュのv方向の頂点数、領域数等を含むヘッダ

- ・ メッシュの頂点のx座標、y座標、u方向の勾配、v方向の勾配、u方向のスケール値、v方向のスケール値、RGB値、色のu方向の勾配、色のv方向の勾配

本実施形態では、符号化部103は、第1の符号化方法を採用する場合、このような項目の内容が記されたテキストデータをzip符号化して管理するが、非可逆符号化を含め

50

た他の符号化方法を用いても構わない。また、メッシュの位置情報、勾配情報、色情報が導出できれば、他のデータ記述方法でも構わない。

【 0 0 4 8 】

次に、図 5 を用いて、グラディエント・メッシュの詳細情報を符号化する第 2 の符号化方法について説明する。符号化部 1 0 3 は、図 5 に示す如く、グラディエント・メッシュ 5 0 1 において、4 点 5 0 2、5 0 3、5 0 4、5 0 5 で規定されるメッシュ毎に、u 方向、v 方向に 2 次元的に均一に分割する。4 点 5 0 2、5 0 3、5 0 4、5 0 5 で規定されるメッシュは u、v 方向それぞれ 0 ~ 1 の値を取る媒介変数で表現されている。そのため、例えば、4 点 5 0 2、5 0 3、5 0 4、5 0 5 で規定されるメッシュを 1 0 分割する場合、媒介変数を 0 . 1 刻みで変化させた場合の各位置の点をサンプリングする。もちろん、分割数は任意に設定しても良い。そして、符号化部 1 0 3 は、以下に列挙する情報を含む詳細情報を作成する。

【 0 0 4 9 】

- ・ 各サンプリング位置 5 0 6 の x 座標、y 座標
- ・ 4 点 5 0 2、5 0 3、5 0 4、5 0 5 の x 座標、y 座標
- ・ 各サンプリング位置 5 0 6 に対応するオブジェクト領域内の位置における画素値 (R G B 値)
- ・ 4 点 5 0 2、5 0 3、5 0 4、5 0 5 に対応するオブジェクト領域内の位置における画素値 (R G B 値)

なお、このような、メッシュ上の各位置における情報は、u、v 方向のラスタスキャン順に整列され、次の項目の内容がテキストとして記される。

【 0 0 5 0 】

- ・ メッシュの u 方向の頂点数、メッシュの v 方向の頂点数、メッシュ内での u 方向のサンプリング数、v 方向のサンプリング数、領域数等を含むヘッダ
- ・ メッシュの詳細情報

即ち、第 2 の符号化方法では、分割したそれぞれのメッシュを更に小メッシュに分割し、小メッシュを構成する各頂点について位置情報、色情報を求め、求めた小メッシュの位置情報、色情報を符号化する。

【 0 0 5 1 】

本実施形態では、符号化部 1 0 3 は、第 2 の符号化方法を採用する場合、このような項目の内容が記されたテキストデータを z i p 符号化して管理するが、非可逆符号化を含めた他の符号化方法を用いても構わない。また、同様の情報が導出できれば、他のデータ記述方法でも構わない。なお、本実施形態では、オブジェクト領域毎にメッシュの符号化方法を切り替えているが、メッシュ毎に符号化方法を切り替えても良い。

【 0 0 5 2 】

< 変形例 >

図 1 に示した各部はハードウェアで構成しても良いが、ソフトウェア (コンピュータプログラム) として実装しても良い。この場合、このソフトウェアは、P C (パーソナルコンピュータ) 等の一般のコンピュータのメモリにインストールされることになる。そしてこのコンピュータの C P U がこのインストールされたソフトウェアを実行することで、このコンピュータは、上述の画像処理装置の機能 (図 1 に示した各部の機能) を実現することになる。即ち、このコンピュータは、上述の画像処理装置に適用することができる。第 1 の実施形態に係る画像処理装置として適用可能なコンピュータのハードウェア構成例について図 7 を用いて説明する。

【 0 0 5 3 】

C P U 7 0 1 は、R A M 7 0 2 や R O M 7 0 3 に格納されているコンピュータプログラムやデータを用いてコンピュータ全体の制御を行うと共に、画像処理装置が行うものとして説明した上述の各処理を実行する。即ち、図 1 に示した各部が行うものとして上述した各処理を実行する。

【 0 0 5 4 】

R A M 7 0 2 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体の一例である。R A M 7 0 2 は、外部記憶装置 7 0 7 や記憶媒体ドライブ 7 0 8 からロードされたコンピュータプログラムやデータ、I / F (インターフェース) 7 0 9 を介して外部装置から受信したデータなどを一時的に記憶するためのエリアを有する。更に、R A M 7 0 2 は、C P U 7 0 1 が各種の処理を実行する際に用いるワークエリアを有する。即ち、R A M 7 0 2 は、各種のエリアを適宜提供することができる。

【 0 0 5 5 】

R O M 7 0 3 には、コンピュータの設定データや、ブートプログラムなどが格納されている。キーボード 7 0 4、マウス 7 0 5 は、コンピュータの操作者が操作することで、各種の指示を C P U 7 0 1 に対して入力することができる。

10

【 0 0 5 6 】

表示装置 7 0 6 は、C R T や液晶画面などにより構成されており、C P U 7 0 1 による処理結果を画像や文字などでもって表示することができる。例えば、上記入力画像を表示したり、抽出したオブジェクト領域を明示的に表示したり、メッシュ符号化の過程で求めた 3 次ベジエスプライン曲線やパラメトリック曲面等を表示したりすることができる。また、表示装置 7 0 6 には、第 1 のメッシュ生成方法、第 2 のメッシュ生成方法から一方を選択するための G U I (グラフィカルユーザインターフェース) を表示しても良い。この場合、ユーザはこの G U I をキーボード 7 0 4 やマウス 7 0 5 を用いて操作し、第 1 のメッシュ生成方法、第 2 のメッシュ生成方法のうち一方を選択することができる。

20

【 0 0 5 7 】

外部記憶装置 7 0 7 は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体の一例であり、ハードディスクドライブ装置に代表される大容量情報記憶装置である。外部記憶装置 7 0 7 には、O S (オペレーティングシステム) や、図 1 に示した各部の機能を C P U 7 0 1 に実現させるためのコンピュータプログラムやデータ、上記入力画像のデータ、既知の情報として説明した情報等が保存されている。外部記憶装置 7 0 7 に保存されているコンピュータプログラムやデータは、C P U 7 0 1 による制御に従って適宜 R A M 7 0 2 にロードされ、C P U 7 0 1 による処理対象となる。

【 0 0 5 8 】

記憶媒体ドライブ 7 0 8 は、C D - R O M や D V D - R O M などの記憶媒体に記録されているコンピュータプログラムやデータを読み出し、読み出したコンピュータプログラムやデータを外部記憶装置 7 0 7 や R A M 7 0 2 に出力する。なお、外部記憶装置 7 0 7 に保存されているものとして説明した情報の一部若しくは全部をこの記憶媒体に記録させておき、この記憶媒体ドライブ 7 0 8 に読み取らせても良い。

30

【 0 0 5 9 】

I / F 7 0 9 は、外部装置をコンピュータに接続する為のものである。例えば、デジタルカメラなど、上記入力画像を取得するための装置を、この I / F 7 0 9 に接続し、この装置から入力画像を I / F 7 0 9 を介して R A M 7 0 2 や外部記憶装置 7 0 7 に取得するようにしても良い。7 1 0 は、上述の各部を繋ぐバスである。

【 0 0 6 0 】

なお、C P U 7 0 1 が実行する画像処理用のアプリケーションプログラムは、基本的に図 1 の各処理部、及び図 2 の各ステップに示す各構成要素に相当する関数を備えることになる。ここで、符号化部 1 0 3 により符号化した結果は外部記憶装置 7 0 7 に保存することになる。

40

【 0 0 6 1 】

[第 2 の実施形態]

以下では、本実施形態が第 1 の実施形態と異なる部分についてのみ説明する。即ち、以下に説明する点以外については、第 1 の実施形態と同様である。第 1 の実施形態では、第 2 の符号化方法を用いる場合、全てのサンプリング位置について x 座標、y 座標、R G B 値を詳細情報に含めたが、これでは高い圧縮性能は見込み難い。本実施形態では、メッシュの 4 隅の点については x 座標、y 座標、R G B 値を詳細情報に含め、サンプリング位置

50

については R G B 値のみを詳細情報に含める。即ち、サンプリング位置の x 座標、y 座標については詳細情報に含めず、必要な場合には、メッシュの 4 隅の位置から求める。

【 0 0 6 2 】

即ち、本実施形態では、詳細情報を符号化する場合、図 6 に示す如く、グラディエント・メッシュ 5 0 1 において、4 点 6 0 1、6 0 2、6 0 3、6 0 4 で規定されるメッシュ毎に、u 方向、v 方向に 2 次的に均一に分割する。メッシュを更に小メッシュに分割する方法は第 1 の実施形態と同じである。そして、符号化部 1 0 3 は、以下に列挙する情報を含む詳細情報を作成する。

【 0 0 6 3 】

- ・ 4 点 6 0 1、6 0 2、6 0 3、6 0 4 の x 座標、y 座標
- ・ 各サンプリング位置 6 0 5 に対応するオブジェクト領域内の位置における画素値 (R G B 値)
- ・ 4 点 6 0 1、6 0 2、6 0 3、6 0 4 に対応するオブジェクト領域内の位置における画素値 (R G B 値)

なお、このような、メッシュ上の各位置における情報は、u、v 方向のラスタスキャン順に整列され、次の項目の内容がテキストとして記される。

【 0 0 6 4 】

- ・ メッシュの u 方向の頂点数、メッシュの v 方向の頂点数、メッシュ内での u 方向のサンプリング数、v 方向のサンプリング数、領域数等を含むヘッダ
- ・ メッシュの詳細情報

[第 3 の実施形態]

以下では、本実施形態が第 1 の実施形態と異なる部分についてのみ説明する。即ち、以下に説明する点以外については、第 1 の実施形態と同様である。第 2 の実施形態では、第 2 の符号化方法を用いる場合、全てのサンプリング位置について R G B 値を詳細情報に含めた。本実施形態では、全てのサンプリング位置について、R G B 値の代わりに、以下のようにして求めた差分値を詳細情報に含める。

【 0 0 6 5 】

まず、符号化部 1 0 3 は、メッシュを構成する 4 隅の点の R G B 値を用いて補間計算を行うことで、このメッシュ中の各サンプリング位置 (小メッシュの各頂点の位置) における R G B 値を求める (特定する)。そして各サンプリング位置について、サンプリング位置における R G B 値と、サンプリング位置に対応するオブジェクト領域内の位置における R G B 値との差分値を求める。そして、サンプリング位置毎に求めた差分値を詳細情報に含める。

【 0 0 6 6 】

[その他の実施形態]

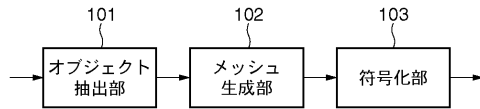
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア (プログラム) を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ (または C P U や M P U 等) がプログラムを読み出して実行する処理である。

10

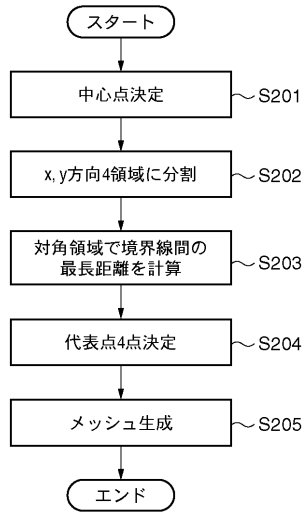
20

30

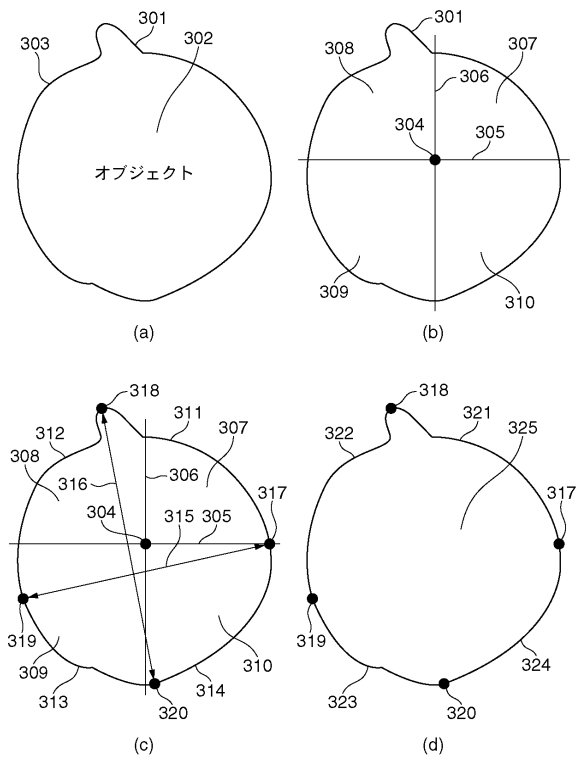
【図 1】



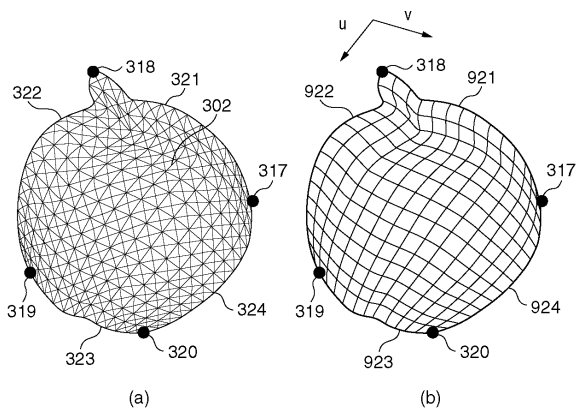
【図 2】



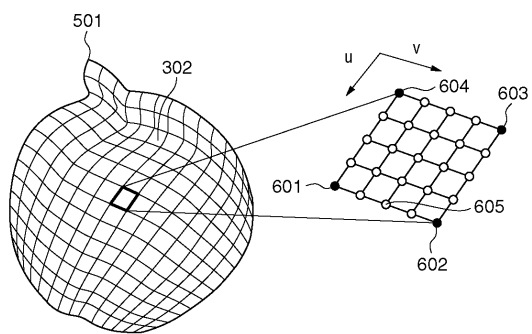
【図 3】



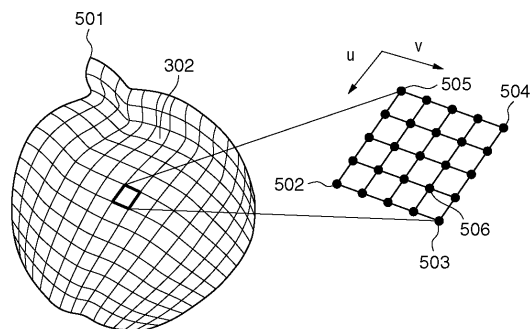
【図 4】



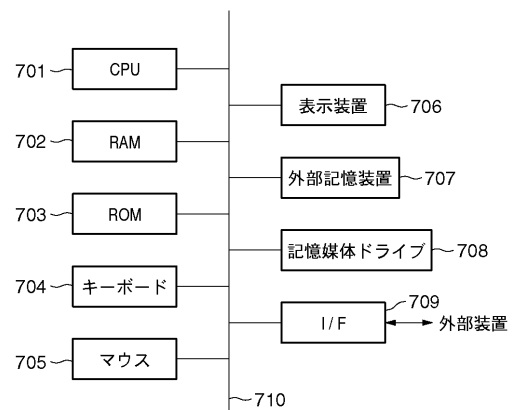
【図 6】



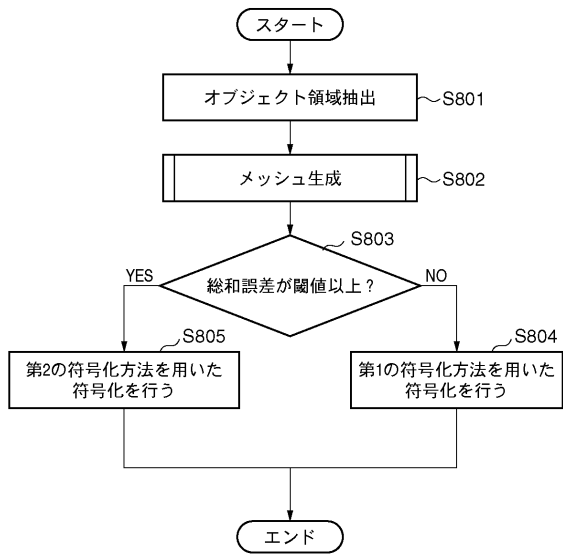
【図 5】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(72)発明者 北郷 正輝
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

審査官 村松 貴士

(56)参考文献 特開2005-056215(JP,A)
特開平09-084002(JP,A)
特開2010-128618(JP,A)
特開2010-231435(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06T	1/00	-	19/20
H04N	1/41	-	1/419