

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(10) 国際公開番号

WO 2016/125754 A1

(43) 国際公開日
2016年8月11日(11.08.2016)

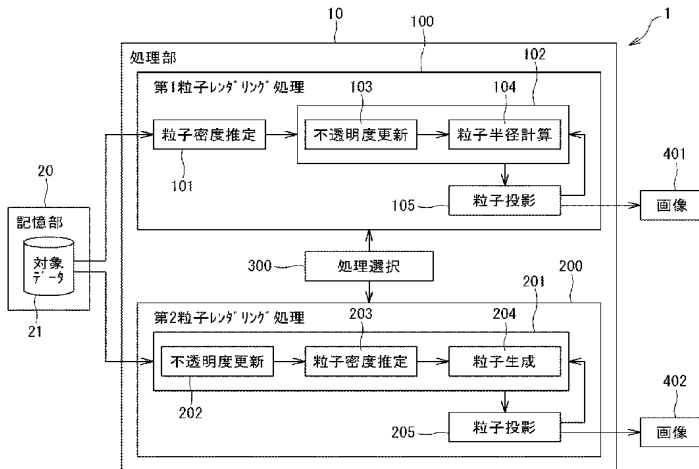
- (51) 国際特許分類:
G06T 15/08 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/052954
- (22) 国際出願日: 2016年2月1日(01.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-019288 2015年2月3日(03.02.2015) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人京都大学(KYOTO UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒6068501 京都府京都市左京区吉田本町3番地1 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 小山田 耕二 (KOYAMADA, Koji); 〒6068501 京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内 Kyoto (JP). 坂本尚久(SAKAMOTO, Naohisa); 〒6068501 京都府京都市左京区吉田本町3番地1 国立大学法人京都大学内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人サンクレスト国際特許事務所(SUNCREST PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS); 〒6500023 兵庫県神戸市中央区栄町通四丁目1番11号 Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロアジア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PARTICLE RENDERING PROCESSING DEVICE, PARTICLE RENDERING METHOD, AND COMPUTER PROGRAM

(54) 発明の名称: 粒子レンダリング処理装置、粒子レンダリング方法及びコンピュータプログラム



- 10 Processing unit
- 20 Storage unit
- 21 Target data
- 100 First particle rendering processing
- 101, 203 Particle density estimation
- 103, 202 Opacity update
- 104 Particle radius calculation]
- 105, 205 Particle projection
- 200 Second particle rendering processing
- 204 Particle generation
- 300 Processing selection
- 401, 402 Image

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to suppress an increase in the processing load for particle rendering. Provided is a particle rendering processing device that comprises: a storage unit 20 that stores target data 21 configured by including matrix data in which numerical data is defined for the nodes of a matrix; and a processing unit 10 that performs particle rendering processing 100 on the target data 21. The particle rendering processing 100 includes: processing 101 for estimating the particle density ρ_i of a node i in a case where one particle P_i is provided to the node i , such processing performed on the basis of the total content V_i of one or a plurality of matrices E which have the node i in common; processing 103 for determining, from numerical data S_i defined for the node i , the opacity α_i of the node i ; processing 104 for generating, at the node i , the one particle P_i that has a size determined on the basis of the particle density ρ_i and the opacity α_i of the node i ; and processing 105 for generating image data 401, which is the generated particle projected onto an image surface.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/125754 A1

粒子レンダリングの処理負荷の増大を抑制する。粒子レンダリング処理装置は、格子の節点に数値データが定義された格子データを有して構成される対象データ21を記憶する記憶部20と、対象データ21に対する粒子レンダリング処理100を行う処理部10と、を備える。粒子レンダリング処理100は、節点*i*を共有する1又は複数の格子Eの体積総和*V_i*に基づいて、節点*i*に一つの粒子*P_i*が配置される場合における節点*i*の粒子密度*ρ_i*を推定する処理101と、節点*i*に定義された数値データ*S_i*から、節点*i*における不透明度*α_i*を決定する処理103と、節点*i*の粒子密度*ρ_i*と不透明度*α_i*とに基づいて決定された大きさを有する一つの粒子*P_i*を節点*i*において生成する処理104と、生成された粒子が画像面上に投影された画像データ401を生成する処理105と、を含む。

明 細 書

発明の名称：

粒子レンダリング処理装置、粒子レンダリング方法及びコンピュータプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、粒子レンダリングに関するものである。

背景技術

[0002] 大規模なボリュームデータの可視化技術として粒子レンダリングが知られている（非特許文献1参照）。粒子レンダリングは、与えられたボリュームデータを、不透明な発光粒子で構成しレンダリングを行う技術である。

[0003] 粒子レンダリングの処理は、粒子生成及び粒子投影という2つの処理を含む。粒子生成の前に、ボリュームデータを構成する格子ごとに粒子密度の推定が必要である。粒子密度とは、単位体積あたりの粒子の数である。格子ごとの粒子密度は、格子に定義された数値データから、不透明度及び粒子半径などを用いて求められる。非特許文献1において、不透明度は、格子に定義された数値データから、ユーザ指定の伝達関数を用いて算出される。

[0004] 粒子生成の処理では、粒子密度に従った数の粒子が生成され、生成された粒子が格子内に配置される。粒子投影の処理では、生成された粒子が画像面に投影される。粒子は画像面上に投影され、画像の各ピクセルで画素値が計算される。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：小山田耕二・坂本尚久共著、”粒子ボリュームレンダリング理論とプログラミング” コロナ社、2010年

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 従来の粒子生成は、粒子密度に従った数の粒子を格子内へ配置することを必要とするため、粒子生成手法によっては、処理負荷が非常に大きくなることがある。可視化では、数値データと不透明度の関係を変動的に変更しながらデータの分布や特徴を理解するので、変更のたびに粒子生成処理が必要となる。したがって、非常に大規模なデータを対象とする場合には、処理に要する時間が長くなることがある。

[0007] このため、粒子レンダリングの処理負荷の増大を抑制することが望まれる。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明のある態様は、粒子レンダリング処理装置であって、格子の節点に数値データが定義された格子データを有して構成される対象データを記憶する記憶部と、前記対象データに対する粒子レンダリング処理を行う処理部と、を備え、前記粒子レンダリング処理は、前記節点を共有する1又は複数の格子の体積総和に基づいて、前記節点に一つの粒子が配置される場合における前記節点の粒子密度を推定する第1処理と、前記節点に定義された数値データから、前記節点における不透明度を決定する第2処理と、前記節点の前記粒子密度と前記不透明度とに基づいて決定された大きさを有する一つの粒子を前記節点において生成する第3処理と、生成された粒子が画像面上に投影された画像データを生成する第4処理と、を含む。本発明の他の態様は、粒子レンダリング処理を行うことを含む粒子レンダリング方法である。本発明の他の態様は、コンピュータに、粒子レンダリング処理の一部又は全部を実行させるコンピュータプログラムである。コンピュータプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録される。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、粒子レンダリングの処理負荷の増大を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]粒子レンダリング処理装置のブロック図である。

[図2]粒子レンダリング処理の説明図である。

[図3]粒子レンダリングの処理時間を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明の好ましい実施形態について添付図面を参照しながら説明する。

[1. 粒子レンダリング処理装置]

図1に示すように、実施形態に係る粒子レンダリング処理装置1は、処理部10と、記憶部20と、を備えている。粒子レンダリング処理装置1は、処理部10及び記憶部20を有するコンピュータによって構成されている。処理部10は、記憶部20に記憶されたコンピュータプログラムを実行することにより、コンピュータに粒子レンダリング処理を行わせ、コンピュータを粒子レンダリング処理装置1として機能させる。処理部10は、CPU (Central Processing Unit) を有して構成されている。処理部10は、CPUのほか、画像処理用のGPU (Graphics Processing Unit) を有していても良い。処理の高速化のため、粒子レンダリング処理装置1が行う処理のうち、粒子投影処理105、205は、CPUではなく、GPUが行うのが好ましい。

[0012] 処理部10が行う粒子レンダリング処理は、記憶部20に記憶された対象データ21から、可視化した画像データ401、402を生成する処理である。生成された画像データ401、402は、記憶部20に格納される。粒子レンダリング装置1は、画像を表示するためのモニタを有し、生成された画像データ401、402をモニタに表示する。

[0013] 粒子レンダリング処理の対象となる対象データ21は、例えば、ボリュームデータである。ボリュームデータは、複数の格子データを有して構成される。格子データは、格子の節点(頂点)に数値データが定義されてなるデータである。格子は、規則格子、構造格子、不規則格子のいずれであってもよい。格子の形状は、例えば、四面体、六面体であり、その他の3次元形状であってもよい。数値データは、例えば、スカラデータである。スカラデータ

は、例えば、温度、圧力、密度、エネルギーを示す値である。

[0014] ボリュームデータ 21 の例を図 2 中に示した。ボリュームデータ 21 が定義される 3 次元空間は、格子 E と呼ばれる小さな 3 次元立体に分割される。格子 E は複数の節点を有する。図 2 の格子 E は、四面体である。ここでは、 i を格子 E の節点（頂点）の識別子とする。図 2 の格子 E は、節点識別子 $i = 0 \sim 3$ で示される 4 つの節点を有する。各節点 $i = 0 \sim 3$ は、スカラデータ S_i などの数値データが定義されている。つまり、ボリュームデータ 21 は、複数の節点 $i = 0 \sim 3$ それぞれの位置（座標）と、各節点 $i = 0 \sim 3$ に対応付けられたスカラデータ S_i と、を有して構成されている。図 2 のボリュームデータ 21 から明らかのように、ある格子 E の節点は、他の格子の節点でもある。つまり、節点は、複数の格子によって共有されることがある。

[0015] 対象データ 21 は、3 次元データであるボリュームデータに限られず、2 次元データ（面データ）又は 1 次元データ（線データ）であってもよい。対象データ 21 が 2 次元データである場合、2 次元データを構成する格子は、面状の 2 次元格子となり、厳密には格子厚みが 0 となる。この場合、2 次元格子を、生成される粒子の直径と等しい厚みを有する板状 3 次元格子とみなして、粒子生成が行われる。同様に、対象データ 21 が 1 次元データある場合、線状の 1 次元格子を、生成される粒子の直径と等しい直径を有する棒状の 3 次元格子とみなして、粒子生成が行われる。

[0016] 処理部 10 が行う粒子レンダリング処理は、第 1 粒子レンダリング処理 100 と第 2 粒子レンダリング処理 200 とを含む。後述のように、第 1 粒子レンダリング処理 100 は、節点 V の位置だけに粒子 P を生成する。このため、第 1 粒子レンダリング処理 100 では、粒子生成を繰り返した場合の処理負荷の増大が抑えられている。また、生成された粒子 P のデータを保持するためのメモリ領域の増加も抑えられている。

[0017] 一方、第 2 粒子レンダリング処理 200 は、従来の粒子レンダリング処理と同様に、粒子密度に従った数の粒子を生成し、生成した粒子 P を格子 E 内に配置する。このため、第 2 粒子レンダリング処理 200 では、粒子生成を

繰り返した場合に処理負荷が増大しやすい。また、生成された粒子のデータを保持するために、多くのメモリ領域を必要とする。ただし、第2粒子レンダリング処理200では、格子E内に粒子密度に応じた粒子Pの分布が得られるため、生成される画像データ402の画質は、第1粒子レンダリング処理100よりも良好になることが期待される。

[0018] 処理部10が行う粒子レンダリング処理では、第1粒子レンダリング処理100及び第2粒子レンダリング処理100のうちの、いずれの処理を実行するかを決定するための処理選択300が行われる。処理選択300では、対象データ21に対して、第1粒子レンダリング処理100を実行するのか、第2粒子レンダリング処理100を実行するのかが、ユーザの選択入力に基づいて決定される。

[0019] 処理負荷の小さい第1粒子レンダリング処理100は、プレビュー用の画像データ401を生成するためのプレビュー処理として用いることができる。ユーザは、対象データ21を可視化した画像データ401をプレビュー画像として得たい場合には、第1粒子レンダリング処理（プレビュー処理）を選択することで、比較的短時間で、効率よくプレビュー画像401を得ることができる。プレビュー画像401の確認後に、第2粒子レンダリング処理200で画質の良い画像データ401を得ることで、ユーザは可視化作業を効率よく行うことができる。

なお、粒子レンダリング処理装置1は、第2粒子レンダリング処理200を実行する機能を有していなくてもよい。

[0020] [2. 第1粒子レンダリング処理と第2粒子レンダリング処理]

以下、第1粒子レンダリング処理100と第2粒子レンダリング処理200について説明する。以下では、一つの格子に関して説明するが、対象データ21を構成する他の格子についても同様の処理が行われる。

[0021] [2. 1 第1粒子レンダリング処理]

第1粒子レンダリング処理100は、従来の粒子レンダリング処理のように粒子密度に従った数の粒子を格子内に配置するのではなく、節点iの位置

に粒子 P_i を生成する。

[0022] 図 1 に示すように、第 1 粒子レンダリング処理 100 では、第 1 処理として粒子密度推定処理 101 が行われる。粒子密度推定処理 101 は、節点 i に一つの粒子 P_i が配置される場合における前記節点 i の粒子密度 ρ_i を推定する処理である。第 1 粒子レンダリング処理 100 で推定される粒子密度 ρ_i は、各節点 $i = 1 \sim 3$ を共有する 1 又は複数の格子 E の体積総和 V_i に基づいて推定される。第 1 粒子レンダリング処理 100 では、粒子 P_i は各節点 i に一つずつ配置されるため、粒子密度 ρ_i は節点 i の周囲の体積、すなわち当該節点 i を共有する 1 又は複数の格子 E の体積総和 V_i 、に基づいて計算される。より具体的には、当該節点 i を共有する 1 又は複数の格子 E の体積総和 V_i の逆数が、当該節点 i に一つの粒子 P_i が配置される場合における当該節点 i の粒子密度 ρ_i となる。例えば、ある節点 i を共有する格子 E が 4 つ存在する場合、その 4 つの格子 E の体積総和 V_i の逆数である $1/V_i$ が、当該節点 i の粒子密度 ρ_i となる。

[0023] 第 1 粒子レンダリング処理 100 では、さらに、第 2 処理として不透明度更新処理（不透明度決定処理）103 が行われる。不透明度更新処理 103 は、各節点 $i = 0 \sim 3$ の不透明度 α_i を決定（更新）する処理である。不透明度 α_i は、各節点 i に定義された数値データ（スカラデータ S_i ）から、ユーザ指定の伝達関数を用いて算出される。不透明度の算出は、従来の粒子レンダリング処理と同様である。

[0024] 第 1 粒子レンダリング処理 100 では、さらに、第 3 処理として粒子半径計算処理 104 が行われる。粒子半径計算処理 104 は、節点 i に配置される粒子の大きさを決定し、決定された大きさの粒子を生成する処理である。粒子の大きさは、例えば、粒子 P_i の半径 r_i によって決定される。ある節点 i の粒子半径 r_i は、当該節点 i の粒子密度 ρ_i と不透明度 α_i に基づいて決定される。より具体的には、粒子半径 r_i は以下の式（1）に基づいて算出される。

[数1]

$$r_i = -\sqrt{\frac{\log(1 - \alpha_i)}{\pi \rho_i \Delta t}} \quad \dots (1)$$

[0025] 上記式（1）は、特許文献1に記載の従来粒子密度推定式を変形して得たものである。従来粒子密度推定式は、以下の式（2）のとおりである。

[数2]

$$\rho = -\frac{\log(1 - \alpha)}{\pi r^2 \Delta t} \quad \dots (2)$$

[0026] 式（2）に示す従来粒子密度推定式では、不透明度 α と粒子半径 r とが決まると、粒子密度 ρ を求めることができる。なお、 Δt はレイキャスティングで使用されるレイセグメント長さである（非特許文献1参照）。また、従来式（2）では、粒子半径 r は、ユーザ指定の値であり、不透明度 α は、節点に定義された数値データから、ユーザ指定の伝達関数を用いて算出される値である。

[0027] 従来式（2）では、不透明度 α と粒子半径 r とから粒子密度 ρ を求めていたのに対して、式（1）では、節点 i の粒子半径 r_i を、粒子密度推定処理101で求めた粒子密度 ρ_i と、不透明度更新処理103で求めた不透明度 α_i と、から求める。

図2に示すように、求めた粒子半径 r_i を有する粒子 P_i が、節点 i の位置に生成される。

[0028] 第1粒子レンダリング処理100では、粒子半径計算処理104に続いて、第4処理として粒子投影処理105が行われる。粒子投影処理105は、生成された粒子が画像面に投影された画像データを生成する処理である。粒子投影処理105の詳細は、非特許文献1に記載されており、本実施形態の粒子投影処理105も、非特許文献1の記載に従って行われる。

なお、処理部10は、不透明度更新処理103及び粒子半径計算処理104を含む処理102と、粒子投影処理105と、を複数回繰り返し実行することができる。処理102を繰り返し行う際には、繰り返しの度に、不透明

度 α_i を変化（更新）させて、生成される画像データを変化させることができる。

[0029] 従来の粒子レンダリング処理では、粒子密度 ρ は、式（２）に示すように、不透明度 α に応じて決まるため、不透明度 α を更新すると、粒子密度 ρ を推定し直して、粒子密度 ρ に応じた数の粒子を生成する処理を再度行う必要が生じる。したがって、不透明度を更新して処理を繰り返すと、その分、処理負荷が増大する。

[0030] これに対し、第１粒子レンダリング処理１００では、粒子 P_i は、節点 i だけに配置されるため、単位体積あたりの粒子数を示す粒子密度 ρ_i は、不透明度 α_i とは無関係に決まり、不透明度 α_i が更新されても、変化しない。また、第１粒子レンダリング処理１００では、粒子 P_i は、節点 i だけに配置されるため、粒子密度に応じた数の粒子を生成する処理も不要である。したがって、処理を繰り返しても、処理負荷の増大が抑制される。

[0031] なお、第１レンダリング処理では、処理１０２の複数回の繰り返しで得られた複数の画素値を加算していき、最後に繰り返し数で割り算して得られたアンサンブル平均を最終画素値とすることができる（非特許文献１参照）。

[0032] [２．２ 第２粒子レンダリング処理]

第２粒子レンダリング処理は、従来の粒子レンダリング処理と同様に、粒子密度に従った数の粒子を格子内に配置する。

[0033] 図１に示すように、第２粒子レンダリング処理２００では、不透明度更新処理（不透明度決定処理）２０２と、粒子密度推定処理２０３と、粒子生成処理２０４と、粒子投影処理２０５と、が行われる。これらの処理は、従来の粒子レンダリング処理と同様である。

つまり、不透明度更新処理２０２は、各節点 $i = 0 \sim 3$ の不透明度 α を決定（更新）する処理である。不透明度 α_i は、各節点 i に定義された数値データ（スカラーデータ S_i ）から、ユーザ指定の伝達関数を用いて算出される。

[0034] 粒子密度推定処理２０３では、格子 E ごとの粒子密度 ρ が推定される（非特許文献１参照）。粒子密度 ρ の推定は、前述の式（２）を用いて、不透明

度 α とユーザ指定の粒子半径 r とに基づいて行われる。

粒子生成処理 204 では、粒子密度 ρ に従った数の粒子 P が生成され、生成された粒子 P が格子 E 内に配置される。粒子生成処理 204 において採用される粒子生成手法は、例えば、一様サンプリング法、メトロポリスサンプリング法である（非特許文献 1 参照）。一様サンプリング法は、格子 E 内の粒子密度を一定と仮定して粒子を生成する手法である。メトロポリスサンプリング法は、格子 E 内部における粒子密度変化を考慮に入れた粒子生成手法である。図 2 では、一様サンプリング法及びメトロポリスサンプリング法それぞれで生成される粒子 P の例を示した。

[0035] 第 2 粒子レンダリング処理 200 では、図 2 に示すように、粒子 P が粒子密度 ρ に従って格子 E 内に多数配置されるため、画像データ 402 の画質が良好になることが期待される。

[0036] 第 2 粒子レンダリング処理 200 では、粒子生成処理 204 に続いて、粒子投影処理 205 が行われる。粒子投影処理 205 は、生成された粒子が画像面に投影された画像データを生成する処理である（非特許文献 1 参照）。

なお、処理部 10 は、不透明度更新処理 202、粒子密度推定処理 203 及び粒子生成処理 204 からなる処理 201 と、粒子投影処理 205 と、を複数回繰り返し実行することができる。また、処理部 10 は、複数回の繰り返しで得られた複数の画素値を加算していき、最後に繰り返し数で割り算して得られたアンサンブル平均を最終画素値とすることができる（非特許文献 1 参照）。

[0037] [3. 処理時間の比較]

図 3 は、第 1 粒子レンダリング処理 100 と第 2 粒子レンダリング処理 200 それぞれの処理時間を示している。図 3 において、「初期描画」は、第 1 粒子レンダリング処理 100 については、粒子密度推定処理 101 から粒子投影処理 105 までの一連の処理を 1 回行った場合の処理時間を示し、第 2 粒子レンダリング処理 200 については、不透明度更新処理 202 から粒子投影処理 205 までの処理を 1 回行った場合の処理時間を示している。ま

た、図3において、「第1回繰り返し」は、第1粒子レンダリング処理100については、「初期描画」の後に、不透明度更新103から粒子投影処理105までの一連の処理を再度行った場合の処理時間を示し、第2粒子レンダリング処理100については、「初期描画」の後に不透明度更新処理202から粒子投影処理205までの処理を再度行った場合の処理時間を示している。さらに、図3において、「第2回繰り返し」は、第1粒子レンダリング処理100については、「第1回繰り返し」の後に、不透明度更新103から粒子投影処理105までの一連の処理を再度行った場合の処理時間を示し、第2粒子レンダリング処理100については、「第1回繰り返し」の後に不透明度更新処理202から粒子投影処理205までの処理を再度行った場合の処理時間を示している。

[0038] 図3から明らかなように、第2粒子レンダリング処理200では、繰り返しの度に比較的長い処理時間を要するのに対し、第1粒子レンダリング処理100では、初期描画後の処理の繰り返しでは、処理時間を短縮できている、処理負荷の増大を抑制することができる。

符号の説明

- [0039] 1 粒子レンダリング処理装置
- 10 処理部
 - 20 記憶部
 - 21 対象データ
 - 101 粒子密度推定処理
 - 103 不透明度更新処理
 - 104 粒子半径計算処理
 - 105 粒子投影処理
 - 401 画像データ

請求の範囲

- [請求項1] 粒子レンダリング処理装置であって、
格子の節点に数値データが定義された格子データを有して構成される対象データを記憶する記憶部と、
前記対象データに対する粒子レンダリング処理を行う処理部と、
を備え、
前記粒子レンダリング処理は、
前記節点を共有する1又は複数の格子の体積総和に基づいて、前記節点に一つの粒子が配置される場合における前記節点の粒子密度を推定する第1処理と、
前記節点に定義された数値データから、前記節点における不透明度を決定する第2処理と、
前記節点の前記粒子密度と前記不透明度とに基づいて決定された大きさを有する一つの粒子を前記節点において生成する第3処理と、
生成された粒子が画像面上に投影された画像データを生成する第4処理と、
を含む粒子レンダリング処理装置。
- [請求項2] 前記処理部は、前記第1処理、前記第2処理、前記第3処理、及び前記第4処理を実行した後に、前記第2処理、前記第3処理、及び前記第4処理を繰り返し実行できるよう構成されている
請求項1記載の粒子レンダリング処理装置。
- [請求項3] 前記不透明度は、前記第2処理の繰り返しの度に更新される
請求項2記載の粒子レンダリング処理装置。
- [請求項4] 前記粒子レンダリング処理は、
前記対象データに対して、第1粒子レンダリング処理及び第2粒子レンダリング処理のうちのいずれの処理を実行するかを決定する処理選択を更に含み、
前記第1レンダリング処理は、前記第1処理、前記第2処理、前記

第3処理、前記第4処理を含み、

前記第2レンダリング処理は、

前記節点に定義された数値データから、前記節点における不透明度を決定する処理と、

前記不透明度とユーザ指定の粒子半径とに基づいて、前記格子の粒子密度を推定する処理と、

前記格子の前記粒子密度に従った数の粒子を生成し、生成された粒子を前記格子内に配置する処理と、

生成された粒子が画像面上に投影された画像データを生成する処理と、

を含む

請求項1～3のいずれか1項に記載の粒子レンダリング処理装置。

[請求項5] 前記処理選択は、ユーザの選択入力に基づいて決定される

請求項4に記載の粒子レンダリング処理装置。

[請求項6] 前記第1処理において、前記粒子密度は、前記節点を共有する1又は複数の格子の体積総和の逆数である

請求項1～5のいずれか1項に記載の粒子レンダリング処理装置。

[請求項7] 前記第3処理において、前記粒子の大きさは、以下の式に基づいて算出される粒子半径として決定される

請求項1～6のいずれか1項に記載の粒子レンダリング処理装置。

[数1]

$$r_i = \sqrt{\frac{\log(1 - \alpha_i)}{\pi \rho_i \Delta t}}$$

ここで、

i は、前記節点の識別子

r_i は、前記節点 i の粒子半径

α_i は、前記節点 i の不透明度

ρ_i は、前記節点 i の粒子密度

- Δt は、レイキャスティングで使用されるレイセグメント長さ
- [請求項8] 粒子レンダリング方法であって、
- 格子の節点に数値データが定義された格子データを有して構成される対象データに対する粒子レンダリング処理を行うことを含み、
- 前記粒子レンダリング処理は、
- 前記節点を共有する 1 又は複数の格子の体積総和に基づいて、前記節点に一つの粒子が配置される場合における前記節点の粒子密度を推定する第 1 処理と、
- 前記節点に定義された数値データから、前記節点における不透明度を決定する第 2 処理と、
- 前記節点の前記粒子密度と前記不透明度とに基づいて決定された大きさを有する一つの粒子を前記節点において生成する第 3 処理と、
- 生成された粒子が画像面上に投影された画像データを生成する第 4 処理と、
- を含む粒子レンダリング方法。
- [請求項9] 前記第 1 処理、前記第 2 処理、前記第 3 処理、及び前記第 4 処理を実行した後に、前記第 2 処理、前記第 3 処理、及び前記第 4 処理を繰り返し実行する
- 請求項 8 記載の粒子レンダリング方法。
- [請求項10] 前記不透明度は、前記第 2 処理の繰り返しの度に更新される
- 請求項 9 記載の粒子レンダリング方法。
- [請求項11] 前記対象データに対して、第 1 粒子レンダリング処理及び第 2 粒子レンダリング処理のうちのいずれの処理を実行するかを決定することを更に含み、
- 前記第 1 粒子レンダリング処理は、前記第 1 処理、前記第 2 処理、前記第 3 処理、前記第 4 処理を含み、
- 前記第 2 レンダリング処理は、
- 前記節点に定義された数値データから、前記節点における不透明

度を決定する処理と、

前記不透明度とユーザ指定の粒子半径とに基づいて、前記格子の粒子密度を推定する処理と、

前記格子の前記粒子密度に従った数の粒子を生成し、生成された粒子を前記格子内に配置する処理と、

生成された粒子が画像面上に投影された画像データを生成する処理と、

を含む

請求項 8 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の粒子レンダリング方法。

[請求項12]

前記第 1 粒子レンダリング処理及び前記第 2 粒子レンダリング処理のうちのいずれの処理を実行するかを決定することは、ユーザの選択入力に基づく

請求項 11 に記載の粒子レンダリング方法。

[請求項13]

前記第 1 処理において、前記粒子密度は、前記節点を共有する 1 又は複数の格子の体積総和の逆数である

請求項 8 ～ 12 のいずれか 1 項に記載の粒子レンダリング方法。

[請求項14]

前記第 3 処理において、前記粒子の大きさは、以下の式に基づいて算出される粒子半径として決定される

請求項 8 ～ 13 のいずれか 1 項に記載の粒子レンダリング処理装置

。

[数2]

$$r_i = -\sqrt{\frac{\log(1 - \alpha_i)}{\pi \rho_i \Delta t}}$$

ここで、

i は、前記節点の識別子

ρ_i は、前記節点 i の粒子密度

r_i は、前記節点 i の粒子半径

α_i は、前記節点 i の不透明度

[請求項15]

Δt は、レイキャスティングで使用されるレイセグメント長さ
格子の節点に数値データが定義された複数の格子データを有して構
成される対象データに対する粒子レンダリング処理を、コンピュータ
に行わせるコンピュータプログラムであって、

前記粒子レンダリング処理は、

前記節点を共有する1又は複数の格子の体積総和に基づいて、前
記節点に一つの粒子が配置される場合における前記節点の粒子密度を
推定する第1処理と、

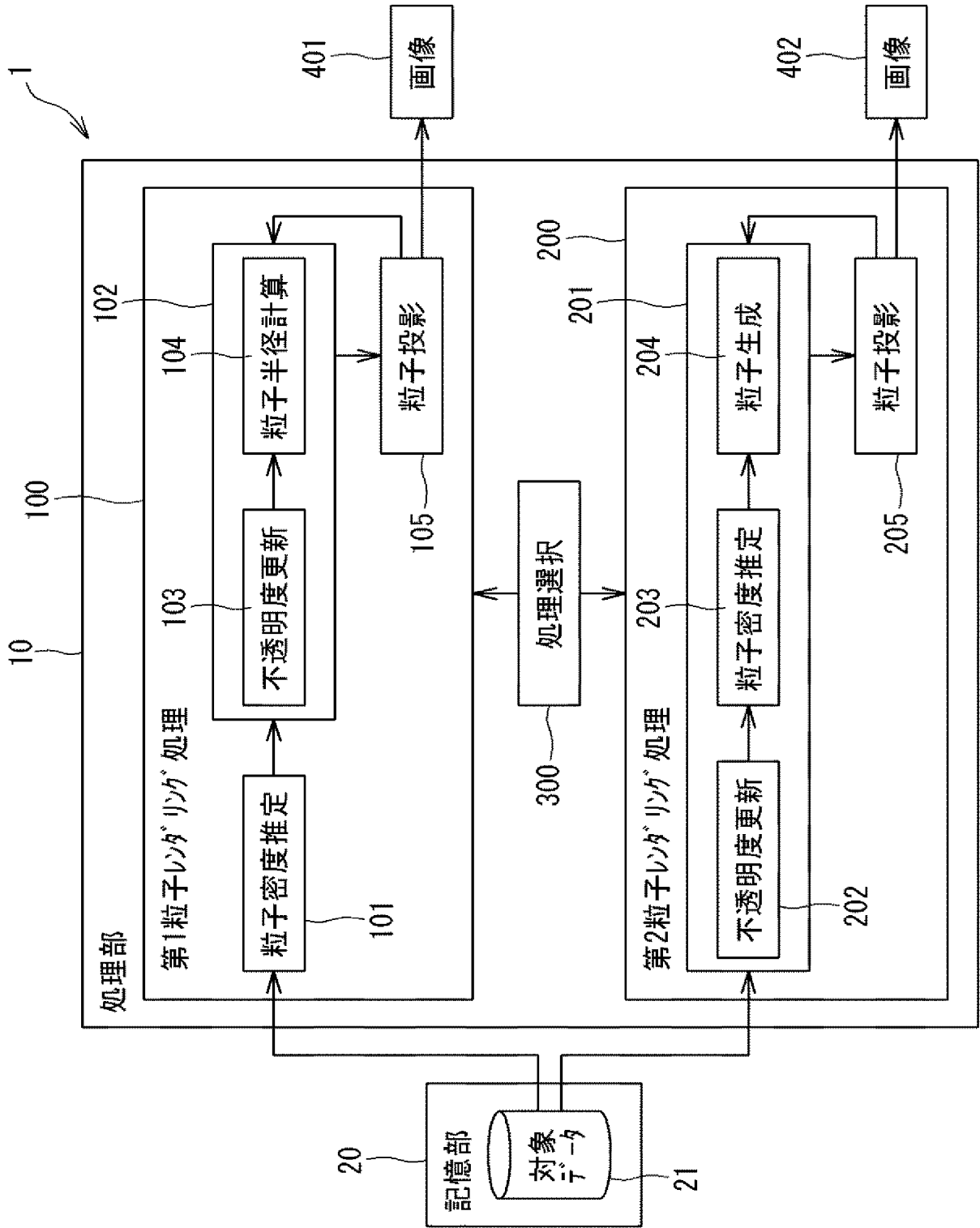
前記節点に定義された数値データから、前記節点における不透明
度を決定する第2処理と、

前記節点の前記粒子密度と前記不透明度とに基づいて決定された
大きさを有する一つの粒子を前記節点において生成する第3処理と、

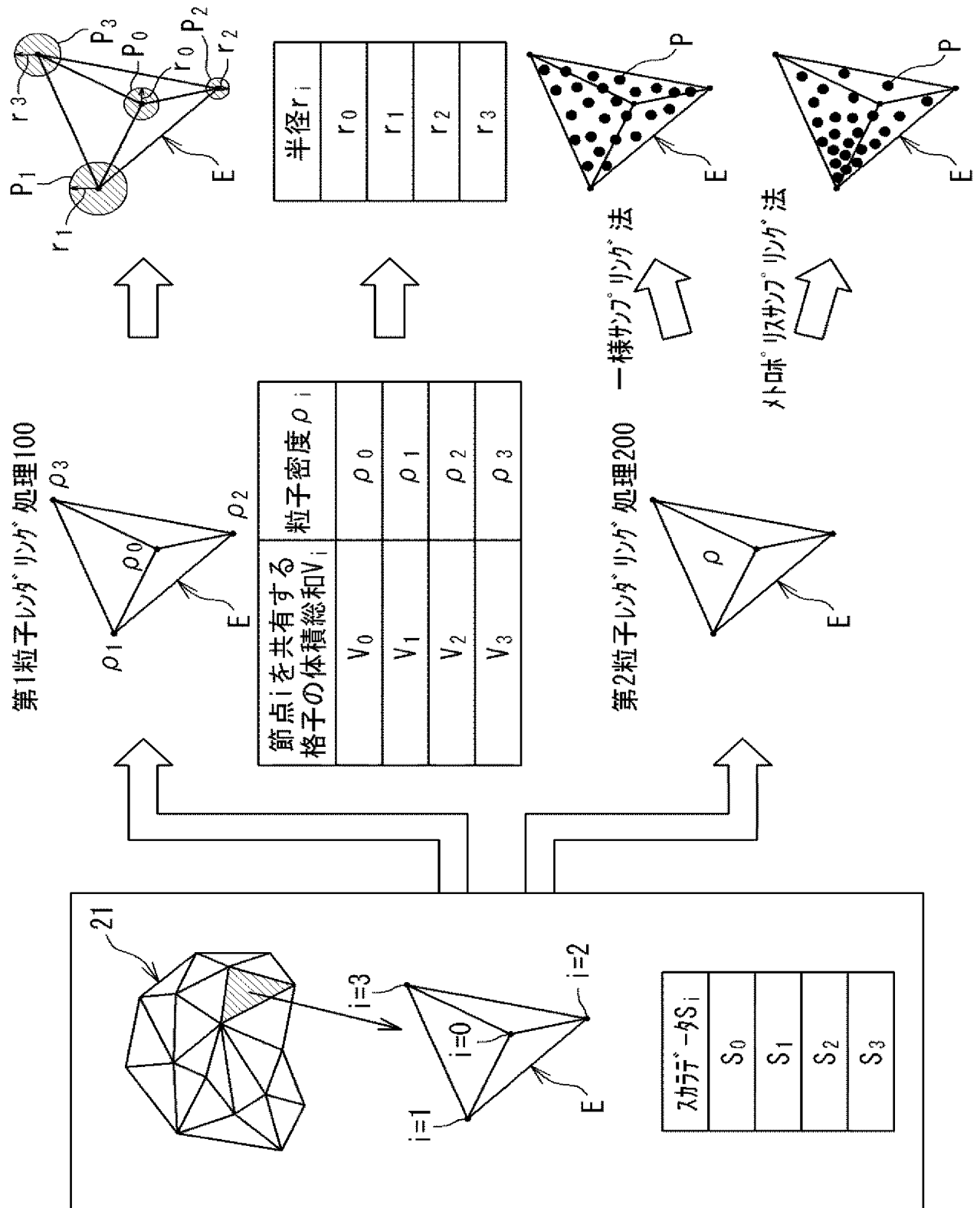
生成された粒子が画像面上に投影された画像データを生成する第
4処理と、

を含むコンピュータプログラム。

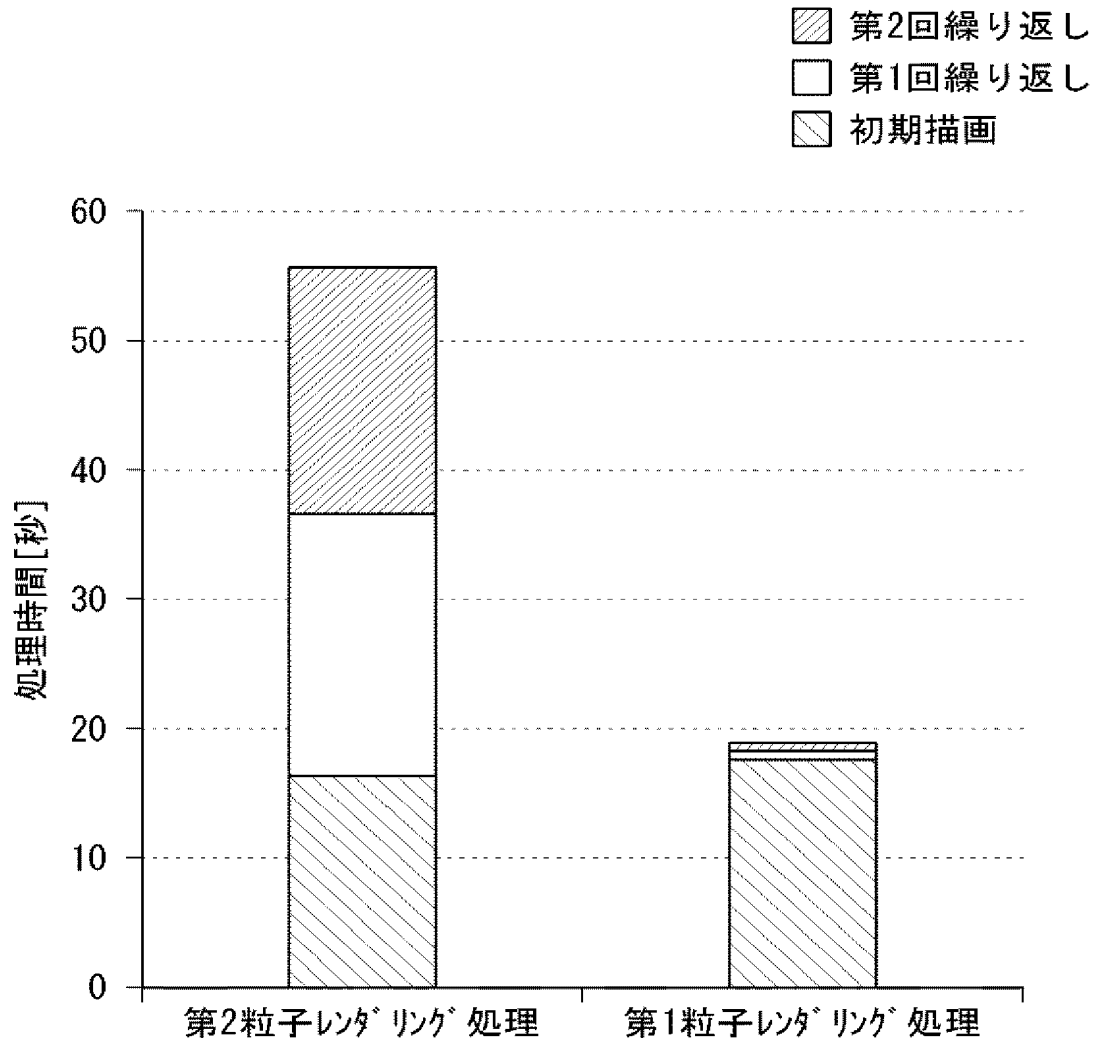
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/052954

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G06T15/08(2011.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G06T15/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Jun NISHIMURA et al., "Daikibo Uchu Simulation Kekka no Tameno Taiwateki Kashika Shuho", The 29th Japan Society for Simulation Technology Taikai Happyo Ronbunshu, 19 June 2010 (19.06.2010), pages 347 to 350	1-15
A	Naohisa SAKAMOTO et al., "Simulation and Volume Visualization", Simulation, 15 March 2008 (15.03.2008), vol.27, no.1, pages 8 to 15	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 15 February 2016 (15.02.16)	Date of mailing of the international search report 23 February 2016 (23.02.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T15/08(2011.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06T15/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	西村純ほか, 大規模宇宙シミュレーション結果のための対話的可視化手法, 第29回 日本シミュレーション学会大会 発表論文集, 2010.06.19, p.347-350	1-15
A	坂本尚久ほか, シミュレーションとボリューム可視化, シミュレーション, 2008.03.15, 第27巻, 第1号, p.8-15	1-15

☞ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☞ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
15.02.2016

国際調査報告の発送日
23.02.2016

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)	5H	9854
村松 貴士		
電話番号 03-3581-1101 内線 3531		