(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

(43) 国際公開日
2016 年 8 月 11 日(11.08.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/125754 A1

(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３６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３６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３６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).

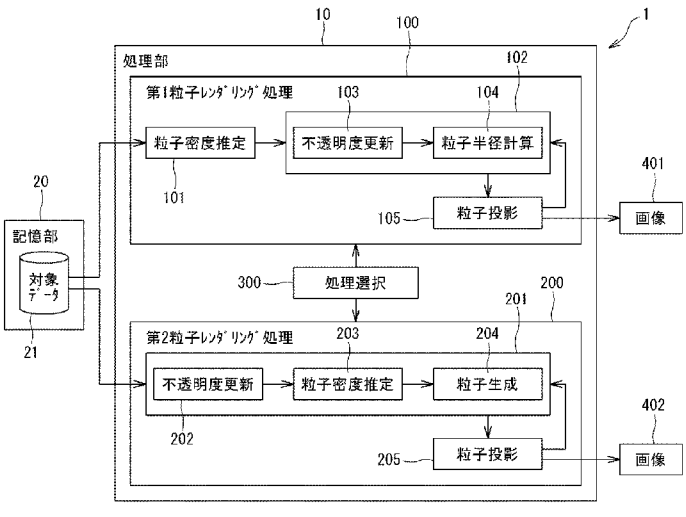
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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), ユーラシア (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 αi 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対話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＝０～３で示される４つの節点を有する。各節点ｉ＝０～３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＝０～３それぞれの位置（座標）と、各節点ｉ＝０～３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から明らかなように、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＝１～３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＝０～３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]

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

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

[数2]

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

[0026] 式（２）に示す従来の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、従来の式（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] 従来の式（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＝０～３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おり、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

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15] 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、

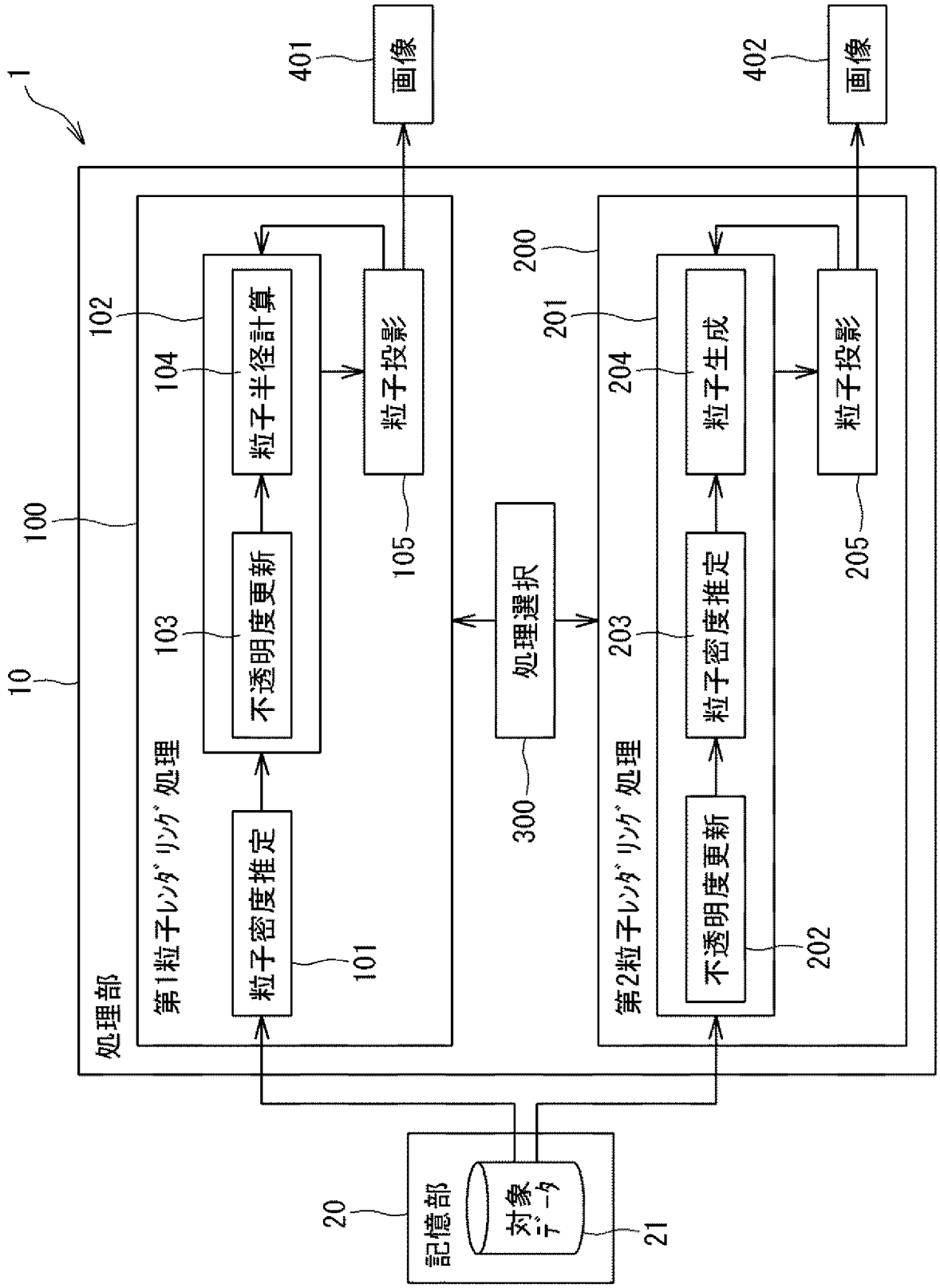
前記節点に定義された数値データから、前記節点における不透明度を決定する第２処理と、

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、

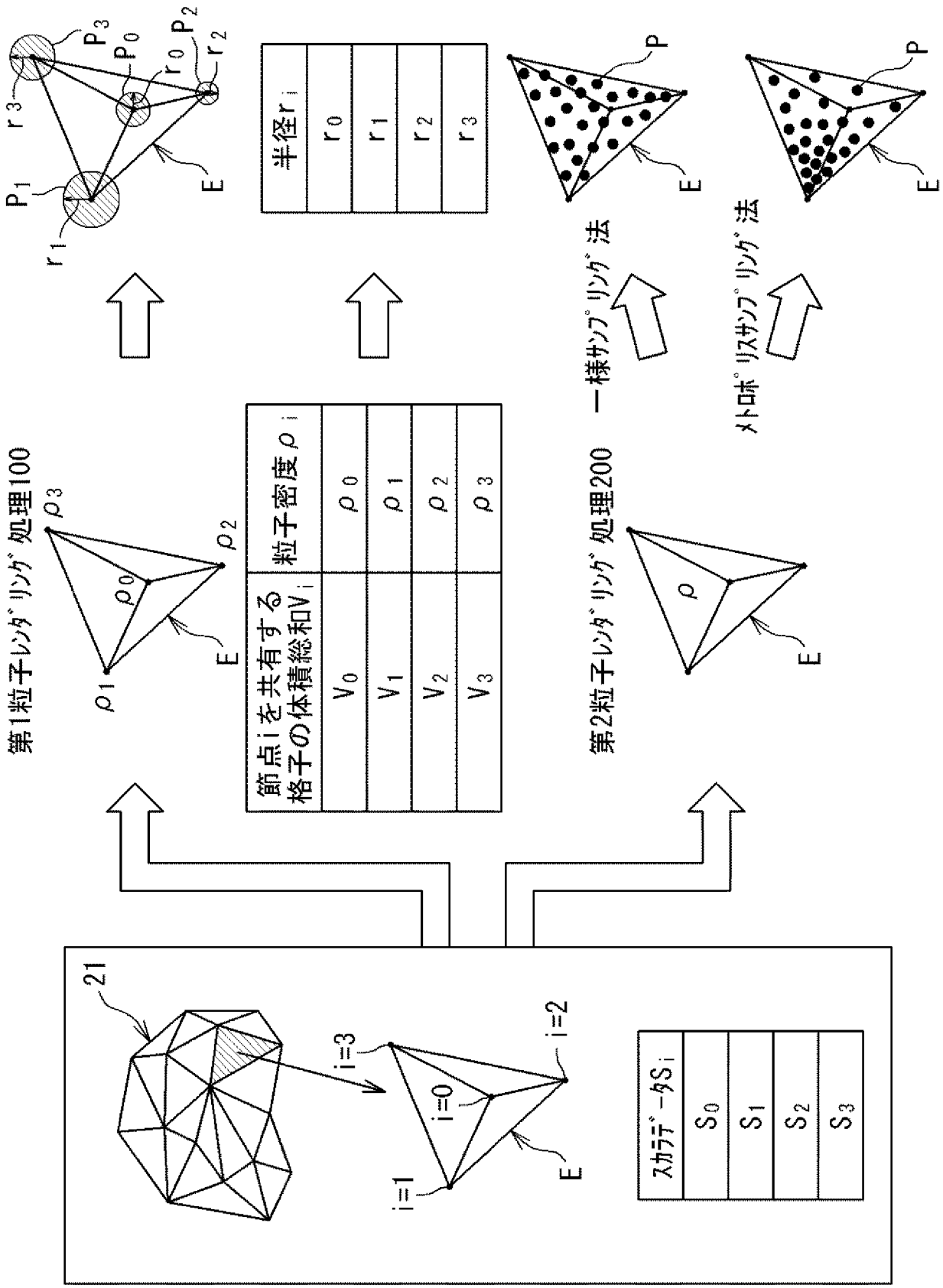
生成された粒子が画像面上に投影された画像データを生成する第４処理と、

を含むコンピュータプログラム。

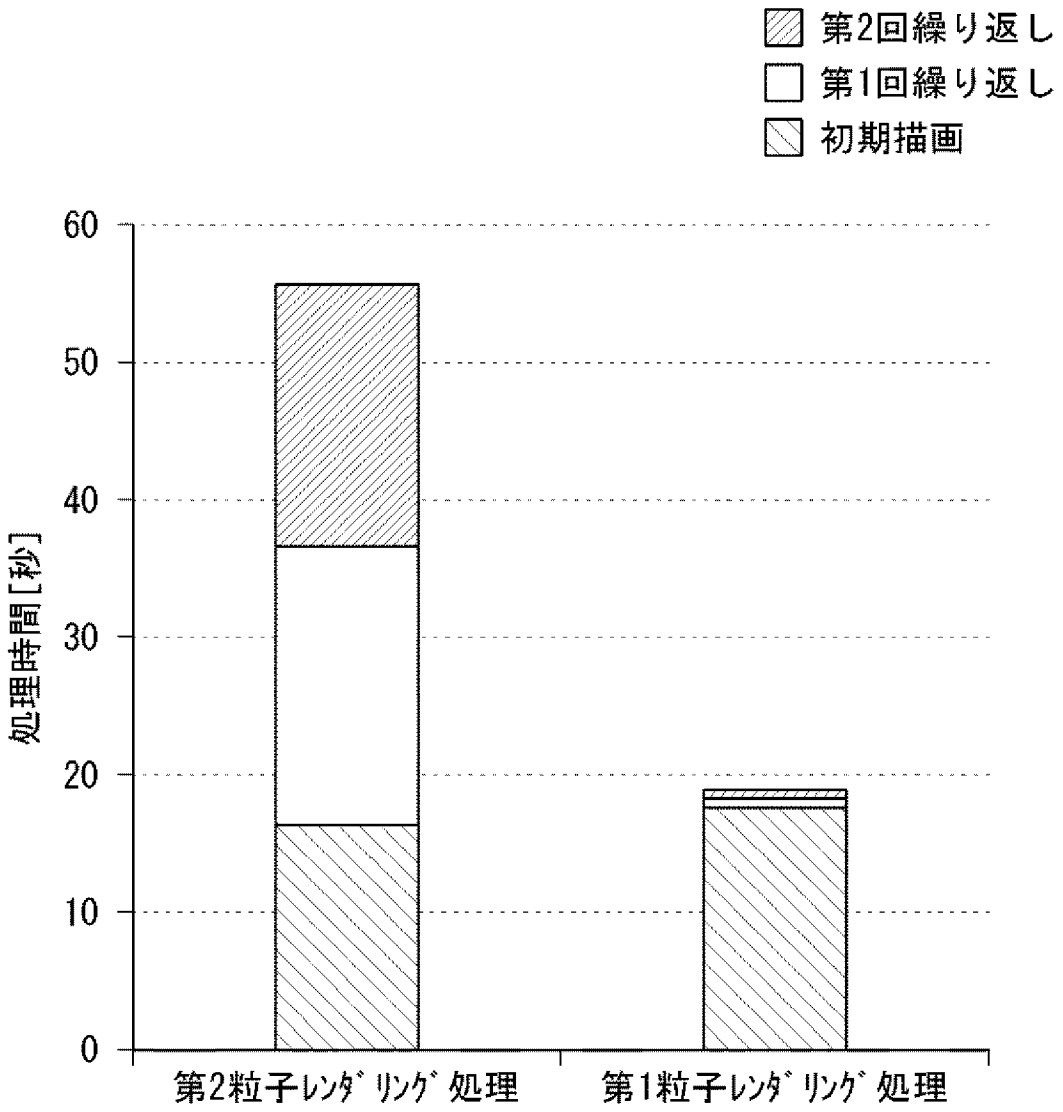
[図1]


1
401
画像
402
画像
処理部
10
100
第1粒子レンダリング処理
102
粒子半径計算
104
粒子投影
105
不透明度更新
103
粒子密度推定
101
処理選択
300
200
第2粒子レンダリング処理
201
粒子生成
204
粒子投影
205
粒子密度推定
203
不透明度更新
202
記憶部
20
対象データ
21

[図2]


第1粒子レンダリング処理100
第2粒子レンダリング処理200
一様サンプリング法
メトロポリスサンプリング法
節点iを共有する格子の体積総和Vi
粒子密度ρi
半径ri
スカラデータSi
21
E
P

[図3]


第2回繰り返し
第1回繰り返し
初期描画
処理時間[秒]
60
50
40
30
20
10
0
第2粒子ﾚﾝﾀﾞﾘﾝｸﾞ処理
第1粒子ﾚﾝﾀﾞﾘﾝｸﾞ処理

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:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"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
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

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

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

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０５２９５４

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	国際調査報告の発送日
１５．０２．２０１６	２３．０２．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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