

(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2017-72902

(P2017-72902A)

(43) 公開日 平成29年4月13日(2017.4.13)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
G 0 6 F	17/50	(2006.01)	G 0 6 F	17/50	6 1 2 C	5 B 0 4 6
G 0 6 T	13/20	(2011.01)	G 0 6 F	17/50	6 1 2 A	5 B 0 5 0
			G 0 6 T	13/20		

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-197834 (P2015-197834)	(71) 出願人	000005223
(22) 出願日	平成27年10月5日 (2015. 10. 5)		富士通株式会社
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
		(74) 代理人	100114557
			弁理士 河野 英仁
		(74) 代理人	100078868
			弁理士 河野 登夫
		(72) 発明者	渡邊 正宏
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		(72) 発明者	平原 隆生
			神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内
		Fターム(参考)	5B046 AA03 FA20 JA04
			5B050 BA08 EA19 EA24 EA30 FA02

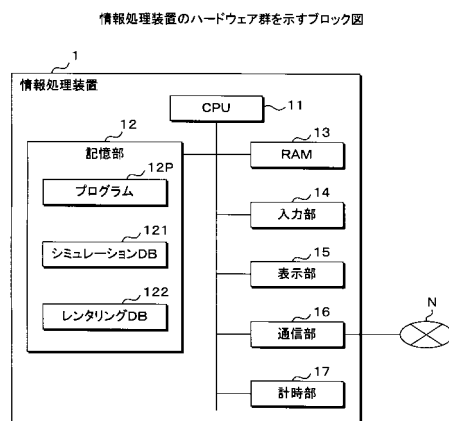
(54) 【発明の名称】 プログラム、情報処理装置及び情報処理方法

(57) 【要約】

【課題】一つの側面では、3次元データの断面の変化を理解することができるプログラム等を提供することにある。

【解決手段】一態様のプログラム12Pは、情報処理装置1に、シミュレーションを開始してから経過した経過時間に基づいて変化する値を配置した3次元のデータを取得し、取得した3次元データの断面の値を前記経過時間毎に取得し、取得した値を3次元の時空間上で時系列順に配置し、配置した値を3次元の画像で表示する処理を実行させ、前記断面の値を取得した経過時間と同一の経過時間に前記断面に隣接する値を取得し、取得した断面の値と前記断面に隣接する値とが所定の範囲内であるか否かを判定し、取得した断面の値と前記断面に隣接する値とが所定の範囲内であると判定した場合、前記断面に隣接する位置を含む断面を生成し、前記経過時間以降、生成した断面の値を取得する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

情報処理装置に、

シミュレーションを開始してから経過した経過時間に基づいて変化する値を配置した 3 次元のデータを取得し、

取得した 3 次元データの断面の値を前記経過時間毎に取得し、

取得した値を 3 次元の時空間上で時系列順に配置し、

配置した値を 3 次元の画像で表示する

処理を実行させるプログラム。

【請求項 2】

10

前記断面の値を取得した経過時間と同一の経過時間に前記断面に隣接する値を取得し、

取得した断面の値と前記断面に隣接する値とが所定の範囲内であるか否かを判定し、

取得した断面の値と前記断面に隣接する値とが所定の範囲内であると判定した場合、前記断面に隣接する位置を含む断面を生成し、

前記経過時間以降、生成した断面の値を取得する

処理を実行させる請求項 1 に記載のプログラム。

【請求項 3】

取得した値を該値の大小に基づいて分割し、

分割した値を該値に対応する色で表示する

請求項 1 又は請求項 2 に記載のプログラム。

20

【請求項 4】

取得した値の内、同一の値を抽出し、

抽出した値を該値に対応する色で表示する

請求項 1 から請求項 3 のいずれか一つに記載のプログラム。

【請求項 5】

シミュレーションを開始してから経過した経過時間に基づいて変化する値が配置された 3 次元のデータを取得する取得部と、

該取得部で取得した 3 次元データの断面の値を前記経過時間毎に取得する値取得部と、

該値取得部で取得した値を 3 次元の時空間上で時系列順に配置する配置部と、

該配置部で配置した値を 3 次元の画像で表示する画像表示部と

を備える情報処理装置。

30

【請求項 6】

シミュレーションを開始してから経過した経過時間に基づいて変化する値が配置された 3 次元のデータを取得し、

取得した 3 次元データの断面の値を前記経過時間毎に取得し、

取得した値を 3 次元の時空間上で時系列順に配置し、

配置した値を 3 次元の画像で表示する

情報処理方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、3 次元データを表示するプログラム等に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、時間毎に変化する 3 次元データを表示する技術が知られている（例えば特許文献 1）。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特開 2003-334189 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献1に開示された技術では、3次元データの断面の変化を理解することが難しいという問題がある。

【0005】

一つの側面では、3次元データの断面の変化を理解することができるプログラム等を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

一態様のプログラムは、情報処理装置に、シミュレーションを開始してから経過した経過時間に基づいて変化する値を配置した3次元のデータを取得し、取得した3次元データの断面の値を前記経過時間毎に取得し、取得した値を3次元の時空間上で時系列順に配置し、配置した値を3次元の画像で表示する処理を実行させる。

【発明の効果】

【0007】

一側面によれば、3次元データの断面の変化を理解することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】情報処理装置のハードウェア群を示すブロック図である。

【図2】シミュレーションDBに格納されているデータの一例を示す図である。

【図3】レンダリングDBに格納されているデータの一例を示す図である。

【図4】本実施形態に係るシミュレーションデータの3次元モデルを示す説明図である。

【図5】計測断面上におけるシミュレーションデータの圧力分布を示す分布図である。

【図6】レンダリング画面の角部のレンダリング座標を示す拡大図である。

【図7】レンダリング画像を示す説明図である。

【図8】本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。

【図9】本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。

【図10】本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。

【図11】情報処理装置のハードウェア群を示すブロック図である。

【図12】計測断面DBに格納されているデータの一例を示す図である。

【図13】シミュレーションデータ、計測断面及びレンダリング画面を示す説明図である。

【図14】計測断面とシミュレーション座標とを示す説明図である。

【図15】シミュレーションデータの一部を拡大した拡大図である。

【図16】本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。

【図17】本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。

【図18】等高線を表示したレンダリング画像を示す説明図である。

【図19】本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。

【図20】計測断面における要素値の算出方法を説明するための説明図である。

【図21】計測断面における圧力分布を示す分布図である。

【図22】本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。

【図23】情報処理装置のハードウェア群を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図 2 4】情報処理装置の機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態 1

以下本実施の形態を、図面を参照して説明する。以下の説明では各図中上に矢印で示す上下、左右、奥行き方向を表す。図 1 は情報処理装置 1 のハードウェア群を示すブロック図である。図 1 に示す情報処理装置 1 は、CPU (Central Processing Unit) 11、記憶部 12、RAM 13、入力部 14、表示部 15、通信部 16 及び計時部 17 を備える。

【0010】

CPU 11 は、バスを介してハードウェア各部と接続されている。CPU 11 は例えば一もしくは複数の CPU 又はマルチコア CPU 等を備える。CPU 11 は、記憶部 12 に記憶されたプログラム 12 P に従いハードウェアの各部を制御する。

【0011】

記憶部 12 は例えばハードディスクまたは大容量メモリ等である。記憶部 12 には CPU 11 が処理を行う際に必要とする種々のデータ、シミュレーション DB 12 1、レンダリング DB 12 2、プログラム 12 P を格納する。

【0012】

RAM 13 は例えば SRAM (Static Random Access Memory)、DRAM (Dynamic Random Access Memory)、フラッシュメモリ等である。RAM 13 は、記憶部としても機能し、CPU 11 による各種プログラムの実行時に発生する種々のデータを一時的に記憶する。

【0013】

入力部 14 はマウス又はキーボード等の入力デバイスであり、受け付けた操作情報を CPU 11 へ送信する。表示部 15 は CPU 11 から送信された画像データを表示する。表示部 15 は例えば液晶画面である。通信部 16 は、例えば無線 LAN カード又は携帯電話用通信モジュール等であり、通信網 N を介して各種情報を他の情報処理装置との間で送受信する。計時部 17 は、例えば現在の時点における時刻を計時し、CPU 11 の要求に従って、計時結果を CPU 11 に出力する。

【0014】

以下、情報処理システムの概要を説明する。CPU 11 は時間毎に変化する要素値が配置されたシミュレーションデータ（以下、場合により 3 次元データとする）をシミュレーション DB 12 1 に記憶している。シミュレーションデータは例えば、液体又は心臓等の動きを再現したデータである。CPU 11 はシミュレーションデータを動作させることにより液体又は心臓等が発生させる温度もしくは圧力値等の物理量の変化を経過時間毎に算出する。

【0015】

ユーザが例えば津波に衝突された壁面の圧力値の分布を調べたい場合、CPU 11 は以下の処理を行う。CPU 11 はシミュレーションデータの壁面における圧力値を取得する。CPU 11 は取得した壁面の圧力値を時系列順に並べることで左右方向を X 方向とし、上下方向を Y 方向とし、奥行き方向を時間とする 3 次元のレンダリング画像を生成する。CPU 11 は生成したレンダリング画像を表示部 15 に表示する。このことにより CPU 11 はシミュレーションデータの壁面における圧力値を時系列順に表示できる。

【0016】

図 2 はシミュレーション DB 12 1 に格納されているデータの一例を示す図である。シミュレーション DB 12 1 はシミュレーションデータ等を記憶するデータベースである。シミュレーション DB 12 1 は経過時間列、要素値列及びシミュレーション座標列等を備える。経過時間列にはシミュレーションを開始してから経過した時間を示す経過時間が記憶される。経過時間の単位は例えば、秒である。要素値列には要素値が記憶される。要素値とは例えば、温度又は圧力値等の物理量である。シミュレーション座標列には、シミュレーションデータ上の座標が記憶される。本実施形態におけるシミュレーション座標及び

後述するレンダリング座標は4次元デカルト座標系で表される。シミュレーション座標列には例えば、(1, 1, 50, 1)が記憶される。(1, 1, 50, 1)は左からX座標、Y座標、Z座標、W座標を表す。W座標とはX座標、Y座標及びZ座標の平行移動を行うために導入された座標である。X座標、Y座標、Z座標、W座標の単位は例えばピクセルである。シミュレーションDB121の記憶方法は後述する。

【0017】

図3はレンダリングDB122に格納されているデータの一例を示す図である。図3Aは時系列順に並べた要素値の間の値を補間する補間処理を行う前のレンダリングDB122に格納されているデータの一例を示す図である。図3Bは補間処理を行った後のレンダリングDB122に格納されているデータの一例を示す図である。補間処理の詳細は後述する。レンダリングDB122はレンダリングに関するデータを記憶するデータベースである。レンダリングDB122は要素値列及びレンダリング座標列等を備える。要素値列には要素値が記憶される。レンダリング座標列には、レンダリング画面における座標を示すレンダリング座標が記憶される。レンダリング画面とは要素値を3次元の時空間上で時系列順に表示した画面である。レンダリング座標列には例えば、(1, 1, 1, 1)が記憶される。(1, 1, 1, 1)は左からX座標、Y座標、経過時間t、W座標を表す。なお、各列の情報は互いに対応づけられている。レンダリングDB122の記憶方法は後述する。

【0018】

図4は本実施形態に係るシミュレーションデータの3次元モデルを示す説明図である。図4の左右方向、上下方向及び奥行き方向の夫々はX方向、Y方向及びZ方向を表す。図4に示すように、本実施形態に係るシミュレーションデータは箱体3の内部を満たす液体31の動きをシミュレーションしたデータである。箱体3の一壁面には造波板32が設置されている。造波板32はZ方向に振動させることで液面に波を発生させる板である。波33の動作は以下の通りである。CPU11は造波板32を一定時間振動させることで液体31に波33を発生させる。発生した波33は正のZ方向に進行する。波33は造波板32を設置した一壁面に対して反対側の壁面34に衝突した後、負のZ方向に進行し、徐々に進行方向に対する速度を弱めて消滅する。

【0019】

以下、シミュレーションデータの詳細について説明する。CPU11は液体31内の粒子が壁面34又は他の粒子から受ける圧力値(以下、場合により要素値とする)を算出する。CPU11は算出した圧力値を粒子が存在するシミュレーション座標に配置する。CPU11は圧力値、粒子が存在するシミュレーション座標及び圧力値が発生した際の経過時間に対応づけてシミュレーションDB121に記憶する。

【0020】

以下に情報処理システムの動作を説明する。ユーザは入力部14でZ座標=50を入力する。CPU11はZ座標=50の入力を受け付ける。CPU11はZ座標を50とし、X座標及びY座標を任意の点とする壁面34に要素値を計測する計測断面を生成する。

【0021】

図5は計測断面上におけるシミュレーションデータの圧力分布を示す分布図である。図5Aは計測断面上における波33の高さが最高に達した場合の圧力分布を示す分布図である。図5Bは計測断面上における波33の高さが中間に達した場合の圧力分布を示す分布図である。図5Cは計測断面上における波33の高さが最低に達した場合の圧力分布を示す分布図である。白色は圧力が低いことを示す。黒色は圧力が高いことを示す。図5Aから図5Cは、波の高さに応じて圧力値が下側に移動していることが示されている。

【0022】

図6はレンダリング画面の角部のレンダリング座標を示す拡大図である。図6の左右方向、上下方向及び奥行き方向の夫々はX方向、Y方向及び経過時間tを表す。レンダリング画面はt=1の座標面内の(1, 1, 1, 1)、(1, 2, 1, 1)、(1, 3, 1, 1)に位置するレンダリング座標411、421、431を備える。さらにレンダリング

画面は $t = 2$ の座標面内の $(1, 1, 2, 1)$ 、 $(1, 2, 2, 1)$ 、 $(1, 3, 2, 1)$ に位置するレンダリング座標 4 1 2、4 2 2、4 3 2 を備える。さらにレンダリング画面は $t = 3$ の座標面内の $(1, 1, 3, 1)$ 、 $(1, 2, 3, 1)$ 、 $(1, 3, 3, 1)$ に位置するレンダリング座標 4 1 3、4 2 3、4 3 3 を備える。

【0023】

CPU 11 は $t = 1$ のシミュレーションデータを読み込む。CPU 11 はシミュレーション座標 $(1, 1, 50, 1)$ 上の要素値 1 を取得する。CPU 11 はシミュレーション座標 $(1, 2, 50, 1)$ 上の要素値 2 を取得する。CPU 11 はシミュレーション座標 $(1, 3, 50, 1)$ 上の要素値 3 を取得する。CPU 11 はレンダリング座標 4 1 1、4 2 1 及び 4 3 1 の夫々に要素値 1、2 及び 3 を配置する。以下、同様の処理をすべての $t = 1$ の座標面内の X 座標及び Y 座標に対して行う。CPU 11 は経過時間 t に 1 秒を加算し、経過時間 $t = 2$ のシミュレーションデータを読み込む。CPU 11 はシミュレーション座標 $(1, 1, 50, 1)$ 上の要素値 2 を取得し、シミュレーション座標 $(1, 2, 50, 1)$ 上の要素値 2 を取得し、シミュレーション座標 $(1, 3, 50, 1)$ 上の要素値 3 を取得する。CPU 11 はレンダリング座標 4 1 2、4 2 2 及び 4 3 2 の夫々に要素値 2、2 及び 3 を配置する。以下、同様の処理をすべての $t = 2$ の座標面内の X 座標及び Y 座標に対して行う。CPU 11 は経過時間 t に 1 秒を加算し、経過時間 $t = 3$ のシミュレーションデータを読み込む。CPU 11 はシミュレーション座標 $(1, 1, 50, 1)$ 上の要素値 2 を取得する。CPU 11 はシミュレーション座標 $(1, 2, 50, 1)$ 上の要素値 3 を取得する。CPU 11 はシミュレーション座標 $(1, 3, 50, 1)$ 上の要素値 3 を取得する。CPU 11 はレンダリング座標 4 1 3、4 2 3 及び 4 3 3 の夫々に要素値 2、3 及び 3 を配置する。以下、同様の処理をすべての $t = 3$ の座標面内の X 座標及び Y 座標に対して行う。CPU 11 は同様の処理を終了時間まで繰り返す。終了時間とはレンダリングを終了する経過時間である。

【0024】

CPU 11 はさらに補間処理を行う。本実施形態におけるシミュレーションデータは 1 秒毎に要素値を算出しているが、1 秒毎の時間間隔では見易いレンダリング画像になっていない場合が多い。このため、CPU 11 はシミュレーションデータの時間間隔よりさらに短い時間間隔で要素値を算出する。

【0025】

以下に補間処理の詳細を説明する。CPU 11 は要素値をレンダリング座標に配置した後、経過時間 $t = 1$ と $t = 2$ との間の経過時間 $t = 1.5$ における要素値の補間を行う。要素値の補間は補関数に基づいて算出する。補関数とは経過時間の間の値を補間する関数である。補関数とは例えば、一次関数であり、前後の経過時間及び要素値に基づいて値が一意に決まる。

【0026】

図 3 A に示すように、レンダリング座標 $(1, 1, 1, 1)$ の要素値は 1 であり、かつレンダリング座標 $(1, 1, 2, 1)$ の要素値は 2 である。CPU 11 は一次関数に経過時間 $t = 1$ 、経過時間 $t = 2$ 、算出したい経過時間 $t = 1.5$ 、要素値 1 及び要素値 2 を代入することで要素値 1.5 を算出する。図 3 B に示すように、CPU 11 は算出した要素値 1.5 をレンダリング座標 $(1, 1, 1.5, 1)$ に配置する。以下、同様の処理をすべての $t = 1.5$ の座標面内の X 座標及び Y 座標について行う。

【0027】

次に CPU 11 は経過時間 $t = 2$ と $t = 3$ との間の経過時間 $t = 2.5$ における要素値の補間を行う。図 3 A に示すように、レンダリング座標 $(1, 1, 2, 1)$ の要素値は 2 であり、かつレンダリング座標 $(1, 1, 3, 1)$ の要素値は 3 である。CPU 11 は経過時間 $t = 2$ 、経過時間 $t = 3$ 、算出したい経過時間 $t = 2.5$ 、要素値 2 及び要素値 3 を代入することで要素値 2.5 を算出する。図 3 B に示すように、CPU 11 は算出した要素値 2.5 をレンダリング座標 $(1, 1, 2.5, 1)$ に配置する。CPU 11 は以下、同様の処理をすべての $t = 2.5$ の座標面内の X 座標及び Y 座標について行い、終了時

間まで繰り返す。CPU 11は終了時間に達した場合、レンダリングDB 122に経過時間、要素値及びレンダリング座標を記憶する。

【0028】

CPU 11は要素値の内、最大値及び最小値を取得する。CPU 11は最大値及び最小値に基づいて要素値を分割する。すなわちCPU 11は値の大小に基づいて要素値を分割する。例えば、本実施形態における要素値の最大値が5であり、最小値が1であった場合、CPU 11は最大値5を取得し、最小値1を取得する。CPU 11は要素値1～5の間の要素値をn等分分割する。具体的には以下の通りである。CPU 11は最大値と最小値との差を算出する。CPU 11は算出した差をn等分する。CPU 11は最小値にn等分した差を加算していくことで最大値と最小値との間の要素値をn等分する。具体的にはCPU 11は「1～1.9」、「2～2.9」、「3～3.9」、「4～5」のように要素値を分割する。

【0029】

CPU 11は分割した要素値を色分けする。CPU 11は例えば、要素値「1～1.9」に赤色を割り当てる。CPU 11は要素値「2～2.9」に赤紫を割り当てる。CPU 11は要素値「3～3.9」に紫を割り当てる。CPU 11は要素値「4～5」に青紫を割り当てる。CPU 11は色分けした要素値に基づいてレンダリングしたレンダリング画像6を生成し、生成したレンダリング画像6を表示部15に表示する。図7はレンダリング画像6を示す説明図である。図7の左右方向、上下方向及び奥行き方向の夫々はX方向、Y方向及び経過時間tを表す。図7に示すように、CPU 11は経過時間tを軸として波状の圧力分布を生成したレンダリング画像6をレンダリング画面に表示する。

【0030】

図8～10は本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。CPU 11は初期設定を行う（ステップS10）。具体的には以下の通りである。CPU 11は経過時間tを開始時間に設定する。CPU 11は終了時間を設定する。CPU 11は時間間隔uを設定する。時間間隔uとは例えば、シミュレーションデータに記憶された2つの経過時間tの時間間隔である。CPU 11は分割時間vを設定する。分割時間とは時間間隔uを分割した時間間隔である。開始時間、終了時間、時間間隔u及び分割時間vは予め記憶部12に記憶されており、ユーザにより任意に変更することができる。CPU 11は断面位置の入力を受け付ける（ステップS11）。CPU 11は入力された断面位置に基づいて計測断面を生成する（ステップS12）。CPU 11は経過時間tにおけるシミュレーションデータを読み込む（ステップS13）。

【0031】

CPU 11は計測断面における要素値を取得する（ステップS14）。CPU 11は要素値をレンダリング座標に配置する（ステップS15）。CPU 11は経過時間tに時間間隔uを加算する（ステップS16）。CPU 11は経過時間tが終了時間であるか否かを判定する（ステップS17）。CPU 11は経過時間tが終了時間でないと判定した場合（ステップS17：NO）、処理をステップS13に戻し、経過時間tが終了時間になるまで処理を繰り返す。CPU 11は経過時間tが終了時間であると判定した場合（ステップS17：YES）、経過時間tを開始時間に設定する（ステップS18）。

【0032】

CPU 11は経過時間tにおける計測断面の要素値を取得済みであるか否かを判定する（ステップS19）。CPU 11は経過時間tにおける計測断面の要素値を取得済みであると判定した場合（ステップS19：YES）、処理をステップS22に移す。CPU 11は経過時間tにおける計測断面の要素値を取得済みでないと判定した場合（ステップS19：NO）、補間関数に基づいて経過時間tにおける計測断面の要素値を算出する（ステップS20）。CPU 11は要素値をレンダリング座標に配置する（ステップS21）。CPU 11はステップS19又はS21を終了した後、経過時間tに分割時間vを加算する（ステップS22）。すなわち、CPU 11は一方の経過時間tに分割時間vを加算する。

【0033】

CPU11は経過時間 t が終了時間であるか否かを判定する(ステップS23)。CPU11は経過時間 t が終了時間でないとして判定した場合(ステップS23:NO)、処理をステップS19に戻し、経過時間 t が終了時間になるまで処理を繰り返す。CPU11は経過時間 t が終了時間であると判定した場合(ステップS23:YES)、レンダリング座標上の要素値から最大値及び最小値を取得する(ステップS24)。

【0034】

CPU11は最大値及び最小値に基づいて要素値を分割する(ステップS25)。CPU11は分割した要素値を色分けする(ステップS26)。すなわちCPU11は分割した要素値を要素値の大小に基づいて色を対応づける。CPU11は画面上に要素値をレンダリングし(ステップS27)、処理を終了する。すなわち、CPU11は要素値を3次元の画像で表示部15に表示する。

【0035】

一側面によれば、3次元データの断面の変化を理解することができる。

【0036】

一側面によれば、補間関数に基づいて経過時間 t における要素値を算出することで滑らかなレンダリング画像6を表示することができる。

【0037】

一側面によれば、分割した要素値を色分けすることで断面の変化がさらに解りやすくなる。

【0038】

一側面によれば、最大値及び最小値を取得することで即座に適切な分割を行うことができる。

【0039】

実施の形態2

本実施形態は心臓の動きをシミュレーションした3次元データを用いる。本実施形態の3次元データは心臓の形を変化させるため、3次元データに配置された要素値の位置も変化する。このため、ユーザが入力した断面位置における計測断面から要素値を取得し続けた場合、ユーザが取得したい要素値とは別の要素値を取得することがある。CPU11は3次元データの変化に合わせて適切な要素値を取得するため、以下の処理を行う。CPU11は経過時間毎に計測断面における要素値と計測断面に隣接する要素値とが所定の範囲内であった場合、隣接する要素値の位置を示す隣接位置を含むように計測断面を再生成する。所定の範囲とは例えば「0.5」である。CPU11は再生成した計測断面における要素値を取得することで心臓の形に合わせて適切な要素値の位置を取得できる。以下、特に説明する構成、作用以外の構成及び作用は実施の形態1と同等であり、簡潔のため記載を省略する。図11は情報処理装置1のハードウェア群を示すブロック図である。図11に示すように、情報処理装置1の記憶部12は計測断面DB123を備える。

【0040】

図12は計測断面DB123に格納されているデータの一例を示す図である。図12Aは経過時間 $t=1$ における計測断面DB123に格納されているデータの一例を示す図である。図12Bは経過時間 $t=2$ における計測断面DB123に格納されているデータの一例を示す図である。計測断面DB123は計測断面の座標等を記憶するデータベースである。計測断面DB123は断面座標列等を備える。断面座標列には、シミュレーションデータにおける計測断面の座標を示す断面座標が記憶される。断面座標列には例えば、(1, 1, 50, 1)が記憶される。(1, 1, 50, 1)は左からX座標、Y座標、Z座標、W座標を表す。なお、各列の情報は互いに対応づけられている。計測断面DB123の記憶方法は後述する。

【0041】

図13はシミュレーションデータ、計測断面及びレンダリング画面を示す説明図である。本実施形態に係るシミュレーションデータは心臓の動きをシミュレーションしたデータ

10

20

30

40

50

である。図 1 3 A、1 3 B、1 3 C、1 3 D は、経過時間 $t = 1$ 、 $t = 2$ 、 $t = 3$ 、 $t = 4$ における心臓の 3 次元データである。図 1 3 E、1 3 F、1 3 G、1 3 H は、経過時間 $t = 1$ 、 $t = 2$ 、 $t = 3$ 、 $t = 4$ における計測断面の画像である。図 1 3 I は要素値をレンダリングした結果を示す説明図である。

【0042】

以下、シミュレーションデータの詳細について説明する。CPU 11 は心筋の圧力値（以下、場合により要素値とする）を算出する。CPU 11 は算出した圧力値を心筋が存在するシミュレーション座標に配置する。CPU 11 は圧力値、心筋が存在するシミュレーション座標及び圧力値が発生した際の経過時間に対応づけてシミュレーション DB 1 2 1 に記憶する。

10

【0043】

ユーザは入力部 1 4 で Z 座標 = 50 を入力し、心臓の中央付近を断面位置に指定する。CPU 11 は Z 座標 = 50 の断面位置の入力を受け付ける。CPU 11 は心臓の中央付近の要素値の断面を計測する計測断面を生成する。図 1 2 A に示すように、CPU 11 は生成した計測断面の座標を計測断面 DB 1 2 3 に記憶する。

【0044】

図 1 4 は計測断面とシミュレーション座標とを示す説明図である。図 1 4 の左右方向、上下方向及び奥行き方向の夫々は X 方向、Y 方向及び Z 方向を表す。シミュレーションデータ 7 は例えば、シミュレーション座標 7 5 1 及び 7 5 2 を備える。シミュレーション座標 7 5 1 及び 7 5 2 の座標の夫々は (2, 3, 50, 1)、(3, 3, 50, 1) である。計測断面 4 はシミュレーション座標 7 5 1 及び 7 5 2 を接続した接続線と交差する断面座標 4 5 1 を備える。断面座標 4 5 1 の座標は (2.5, 3, 50, 1) である。

20

【0045】

本実施形態では、断面座標とシミュレーション座標とが一致しない場合が多いため、3 次元データの動きに合わせて計測断面上に要素値を配置する必要がある。このため、CPU 11 は以下のような処理を行う。CPU 11 はシミュレーション座標同士を接続する接続線を生成する。計測断面 4 が接続線と交差した場合、CPU 11 は接続線の両端に位置するシミュレーション座標の要素値を取得する。CPU 11 は取得した複数の要素値を足し合わせて 2 で割った値を計測断面と接続線との交差点に配置する。例えば、経過時間 $t = 1$ におけるシミュレーション座標 7 5 1 に配置された要素値が 1 であり、経過時間 $t = 1$ におけるシミュレーション座標 7 5 2 に配置された要素値が 2 である。この場合、CPU 11 はシミュレーション座標 7 5 1 及び 7 5 2 の中点に位置する断面座標 4 1 1 に要素値 1.5 を配置する。

30

【0046】

図 1 5 はシミュレーションデータ 7 の一部を拡大した拡大図である。図 1 5 の左右方向、上下方向及び奥行き方向の夫々は X 方向、Y 方向及び Z 方向を表す。図 1 5 A は経過時間 $t = 1$ におけるシミュレーションデータ 7 の一部を拡大した拡大図である。図 1 5 B は経過時間 $t = 2$ におけるシミュレーションデータ 7 の一部を拡大した拡大図である。シミュレーションデータ 7 は (1, 1, 50, 1) に位置するシミュレーション座標 7 1 1 と、シミュレーション座標 7 1 1 の Z 方向に隣接し、(1, 1, 51, 1) に位置するシミュレーション座標 7 1 2 とを備える。図 1 5 A 及び図 1 5 B に示すシミュレーション座標は斜線及び白色で表示されている。図中の斜線は要素値が 2 であることを示し、白色は要素値が 1 であることを示す。図 1 5 A に示すシミュレーション座標 7 1 1 に配置された要素値は 1 であり、シミュレーション座標 7 1 2 に配置された要素値は 2 である。図 1 5 B に示すシミュレーション座標 7 1 1 に配置された要素値は 2 であり、シミュレーション座標 7 1 2 は要素値が 1 である。このため、CPU 11 は計測断面における要素値 1 と計測断面に隣接する要素値 1 とが所定の範囲「0.5」内であるため、要素値 1 がシミュレーション座標 7 1 1 からシミュレーション座標 7 1 2 に移動したと判断する。図 1 2 B に示すように、CPU 11 は計測断面 DB 1 2 3 の一列目にシミュレーション座標 7 1 2 を上書きする。CPU 11 は経過時間に 1 秒を加算した後、計測断面 DB 1 2 3 に記憶された

40

50

座標に基づいて計測断面を生成し、計測断面を生成したシミュレーション座標 7 1 2 から要素値を取得する。すなわち、C P U 1 1 は経過時間 $t = 2$ 秒以降、再生成した計測断面における要素値を取得する。以上の処理を C P U 1 1 は経過時間に分割時間を任意の数加算した時間に対して行う。

【0047】

図 1 3 A ~ 1 3 D に示すように経過時間毎に心臓の形が変化した場合、図 1 3 E ~ 1 3 H に示すように、C P U 1 1 は経過時間毎に計測断面を再生成する。図 1 3 I に示すように、C P U 1 1 は計測断面上の要素値をレンダリング座標に時系列順に配置し、実施の形態 1 と同様の処理を行う。

【0048】

図 1 6 ~ 1 7 は本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。ステップ S 1 0 ~ S 2 7 の処理は上述の実施の形態 1 に係る情報処理システムと同様であるので、簡潔のため説明を省略する。C P U 1 1 はステップ S 1 2 の処理を終了した後、生成した計測断面を計測断面 D B 1 2 3 に記憶し（ステップ S 3 1）、処理をステップ S 1 3 に移す。C P U 1 1 はステップ S 1 3 の処理を終了した後、計測断面 D B 1 2 3 に基づいて計測断面を生成する（ステップ S 3 2）。

【0049】

C P U 1 1 はシミュレーション座標を接続する接続線を生成する（ステップ S 3 3）。C P U 1 1 は計測断面と交差する接続線の両端の要素値を取得する（ステップ S 3 4）。C P U 1 1 は計測断面と接続線との交差点における要素値を算出する（ステップ S 3 5）。具体的には、C P U 1 1 は取得した複数の要素値を足し合わせて 2 で割った値を算出する。C P U 1 1 は要素値を交差点の断面座標に配置する（ステップ S 3 6）。C P U 1 1 は計測断面における要素値を取得する（ステップ S 3 7）。C P U 1 1 は計測断面に隣接する要素値を取得する（ステップ S 3 8）。

【0050】

C P U 1 1 は計測断面における要素値と計測断面に隣接する要素値とが所定の範囲内であるか否かを判定する（ステップ S 3 9）。C P U 1 1 は所定の範囲内でない判定した場合（ステップ S 3 9：N O）、処理をステップ S 4 1 に移す。C P U 1 1 は所定の範囲内であると判定した場合（ステップ S 3 9：Y E S）、隣接位置を計測断面 D B 1 2 3 に記憶する（ステップ S 4 0）。

【0051】

C P U 1 1 は断面座標上の要素値をレンダリング座標に配置し（ステップ S 4 1）、処理をステップ S 1 7 に移す。

【0052】

一側面によれば、所定の範囲内にある要素値を追跡することで適切なレンダリング画像 6 を表示することができる。

【0053】

実施の形態 3

実施の形態 3 は等高線を表示したレンダリング画像 6 を表示する実施の形態に関する。以下、特に説明する構成、作用以外の構成及び作用は実施の形態 1 と同等であり、簡潔のため記載を省略する。図 1 8 は等高線を表示したレンダリング画像 6 を示す説明図である。図 1 8 に示すように、レンダリング画像 6 は等高線 6 1、6 2、6 3 を備える。等高線 6 1 は圧力値の最大値を示す等高線である。等高線 6 2 は圧力値の最大値及び最小値の半分の値を示す等高線である。等高線 6 3 は圧力値の最小値を示す等高線である。

【0054】

C P U 1 1 は分割した要素値を色分けした後、最大値、最小値、最大値及び最小値の半分の値をレンダリング D B 1 2 2 から抽出する。C P U 1 1 は最大値を有する座標に黄色を割り当てる。C P U 1 1 は最大値及び最小値の半分の値を有する座標に黄緑色を割り当てる。C P U 1 1 は最小値を有する座標に緑色を割り当てる。色の割り当て方は任意である。C P U 1 1 は画面上に要素値をレンダリングする。

10

20

30

40

50

【0055】

図19は本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。ステップS10～S27の処理は上述の実施の形態1に係る情報処理システムと同様であるので、簡潔のため説明を省略する。CPU11はステップS26の処理を終了した後、所定の間隔毎に同一の要素値を抽出する（ステップS43）。所定の間隔とは例えば、最大値及び最小値の半分の値である。CPU11は抽出した要素値を要素値に対応する色に色分けし（ステップS44）、処理をステップS27に移す。

【0056】

一側面によれば、等高線を表示することで同一の値の空間分布が理解しやすくなる。

【0057】

実施の形態4

実施の形態4はフィルタを適用することで分布を滑らかにしたレンダリング画像を表示する実施の形態に関する。以下、特に説明する構成、作用以外の構成及び作用は実施の形態1と同等であり、簡潔のため記載を省略する。図20は計測断面8における要素値の算出方法を説明するための説明図である。図20の上下方向はY方向を表し、左右方向はX方向を表す。計測断面8は断面座標801、802、803、804（以下場合により代表して断面座標80とする）…に配置された粒子811、812、813（以下場合により代表して粒子81とする）…と、計測断面8の一部を覆うフィルタ82とを備える。

【0058】

粒子81は例えば、球状である。粒子81の夫々には重なりあっている部分が存在する。実際の圧力分布では粒子81同士が重なっている部分の圧力は、重なっていない部分の圧力より大きい。このためCPU11はシミュレーションデータを平滑化することで圧力分布を適正化する。具体的にはCPU11はフィルタ82内の座標80に配置された要素値にフィルタ82を適用することにより要素値を平滑化する。フィルタ82はガウシアンフィルタであり、X方向がY方向より長い楕円状をなす。フィルタ82におけるY方向の標準偏差はX方向の標準偏差より小さい。

【0059】

以下、計測断面8における要素値の算出方法について説明する。粒子81の夫々には要素値が対応づけられている。CPU11は粒子81の要素値を取得する。CPU11は例えば、断面座標801の要素値に対して1/3、断面座標802の要素値に対して2/3、断面座標803の要素値に対して2/3、断面座標804の要素値に対して1/3を掛けることで要素値にフィルタ82を適用する。CPU11は以下、同様の処理をフィルタ82内の断面座標880に行う。CPU11はフィルタ82を適用した要素値を断面座標に配置する。

【0060】

図21は計測断面8における圧力分布を示す分布図である。図21Aはフィルタを適用する前の計測断面8における圧力分布を示す分布図である。図21Bはフィルタを適用した後の計測断面8における圧力分布を示す分布図である。図21Aに示すように、フィルタを適用する前における計測断面8の中央部には要素値がまばらに点在している。図21Bに示すように、フィルタを適用した後における計測断面8の中央部には、まばらに点在していた要素値が平滑化されていることが解る。

【0061】

図22は本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャートである。ステップS10～S27の処理は上述の実施の形態1に係る情報処理システムと同様であるので、簡潔のため説明を省略する。CPU11はステップS14の処理を終了した後、取得した要素値を計測断面8に配置する（ステップS50）。CPU11は計測断面8に配置した要素値にフィルタ82を適用する（ステップS51）。CPU11はフィルタ82を適用した要素値をレンダリング座標に配置し（ステップS52）、処理をステップS16に移す。

【0062】

一側面によれば、フィルタを適用することで粒子の粗密に対応した適切な要素値をレンダリング座標に配置できる。

【0063】

実施の形態 5

以下本発明の実施の形態 4 をその実施の形態を示す図面に基づいて詳述する。図 23 は情報処理装置 1 のハードウェア群を示すブロック図である。以下、特に説明する構成、作用以外の構成及び作用は実施の形態 1 と同等であり、簡潔のため記載を省略する。図 23 に示す情報処理装置 1 は、上述した各種ソフトウェア処理を実行するプログラムを、可搬型記録媒体 18A 又は半導体メモリ 18B から読み取り、あるいは、通信網 N を介して他のサーバ（図示せず）からダウンロードする。当該プログラムは、プログラム 12P としてインストールされ、記憶部 12 にロードして実行される。これより上述した情報処理装置 1 として機能する。

10

【0064】

情報処理装置 1 を動作させるためのプログラムは、ディスクドライブ等の読み取り部 18 に CD-ROM、DVD (Digital Versatile Disc) ディスク、メモリーカード、又は USB (Universal Serial Bus) メモリ等の可搬型記録媒体 18A を読み取らせて記憶部 12 に記憶してもよい。また当該プログラムを記憶したフラッシュメモリ等の半導体メモリ 18B を情報処理装置 1 内に実装しても良い。通信部 16 は、例えば無線 LAN カード又は携帯電話用通信モジュール等であり、通信網 N を介して他のサーバに接続されている。当該プログラムは、通信部 16 によりインターネット等の通信網 N を介して接続される他のサーバ（図示せず）からダウンロードすることも可能である。以下にその内容を説明する。

20

【0065】

図 24 は情報処理装置 1 の機能ブロック図である。CPU 11 がプログラム 12P を実行することにより、情報処理装置 1 は以下のように動作する。取得部 11A はシミュレーションを開始してから経過した経過時間毎に変化する値を配置した 3 次元のデータを取得する。値取得部 11B は取得部 11A で取得した 3 次元データの断面の値を経過時間毎に取得する。配置部 11C は値取得部 11B で取得した値を 3 次元の時空間上で時系列順に配置する。画像表示部 11D は該配置部 11C で配置した値を 3 次元の画像で表示する。

30

【0066】

以上の実施の形態に関し、更に以下の付記を開示する。

(付記 1)

情報処理装置に、

シミュレーションを開始してから経過した経過時間に基づいて変化する値を配置した 3 次元のデータを取得し、

取得した 3 次元データの断面の値を前記経過時間毎に取得し、

取得した値を 3 次元の時空間上で時系列順に配置し、

配置した値を 3 次元の画像で表示する

処理を実行させるプログラム。

40

(付記 2)

前記断面の値を取得した経過時間と同一の経過時間に前記断面に隣接する値を取得し、取得した断面の値と前記断面に隣接する値とが所定の範囲内であるか否かを判定し、取得した断面の値と前記断面に隣接する値とが所定の範囲内であると判定した場合、前記断面に隣接する位置を含む断面を生成し、

前記経過時間以降、生成した断面の値を取得する

処理を実行させる付記 1 に記載のプログラム。

(付記 3)

取得した値を該値の大小に基づいて分割し、

分割した値を該値に対応する色で表示する

50

付記 1 又は付記 2 に記載のプログラム。

(付記 4)

取得した値の内、同一の値を抽出し、
抽出した値を該値に対応する色で表示する

付記 1 から付記 3 のいずれか一つに記載のプログラム。

(付記 5)

取得した値の最大値及び最小値を取得し、
取得した最大値及び最小値に基づいて取得した値を分割する
付記 4 に記載のプログラム。

(付記 6)

前記断面の値を取得した 2 つの経過時間の間隔を分割した分割時間を算出し、
前記断面の値を取得した一方の経過時間に前記分割時間を任意の数加算した加算時間を算出し、
前記断面の値を補間するための補間関数に基づいて前記加算時間における断面の値を補間する

付記 1 から付記 5 のいずれか一つに記載のプログラム。

(付記 7)

取得した値に該値を補正するガウシアンフィルタを適用する
付記 1 から付記 6 のいずれか一つに記載のプログラム。

(付記 8)

前記 3 次元データの座標を接続した接続線を生成し、
生成した接続線の両端の値に基づいて、該接続線と前記断面との交差点の値を算出する
付記 1 から付記 7 のいずれか一つに記載のプログラム。

(付記 9)

シミュレーションを開始してから経過した経過時間に基づいて変化する値が配置された 3 次元のデータを取得する取得部と、
該取得部で取得した 3 次元データの断面の値を前記経過時間毎に取得する値取得部と、
該値取得部で取得した値を 3 次元の時空間上で時系列順に配置する配置部と、
該配置部で配置した値を 3 次元の画像で表示する画像表示部と
を備える情報処理装置。

(付記 10)

シミュレーションを開始してから経過した経過時間に基づいて変化する値が配置された 3 次元のデータを取得し、
取得した 3 次元データの断面の値を前記経過時間毎に取得し、
取得した値を 3 次元の時空間上で時系列順に配置し、
配置した値を 3 次元の画像で表示する
情報処理方法。

【0067】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した意味ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。また、各実施の形態は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。

【符号の説明】

【0068】

- 1 情報処理装置
- 11A 取得部
- 11B 値取得部
- 11C 配置部
- 12P プログラム

10

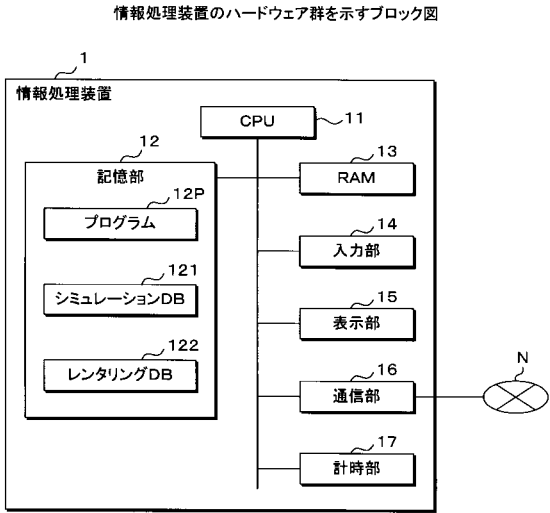
20

30

40

50

【 図 1 】



【 図 2 】

シミュレーションDBに格納されているデータの一例を示す図

経過時間	要素値	シミュレーション座標
1	1	(1, 1, 50, 1)
	2	(2, 1, 50, 1)
	3	(3, 1, 50, 1)
	2	(1, 2, 50, 1)
	3	(1, 3, 50, 1)
...	...	...
2	2	(1, 1, 50, 1)
	2	(2, 1, 50, 1)
	3	(3, 1, 50, 1)
	2	(1, 2, 50, 1)
	3	(1, 3, 50, 1)
...	...	...
3	2	(1, 1, 50, 1)
	2	(2, 1, 50, 1)
	3	(3, 1, 50, 1)
	3	(1, 2, 50, 1)
	3	(1, 3, 50, 1)
...	...	...

【 図 3 】

レンダリングDBに格納されているデータの一例を示す図

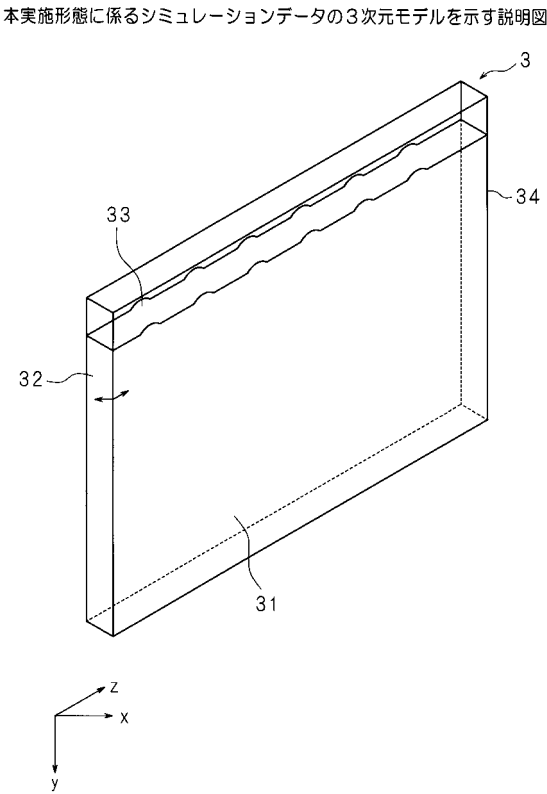
A

要素値	レンダリング座標
1	(1, 1, 1, 1)
2	(1, 2, 1, 1)
3	(1, 3, 1, 1)
2	(1, 1, 2, 1)
2	(1, 2, 2, 1)
3	(1, 3, 2, 1)
2	(1, 1, 3, 1)
3	(1, 2, 3, 1)
3	(1, 3, 3, 1)
...	...

B

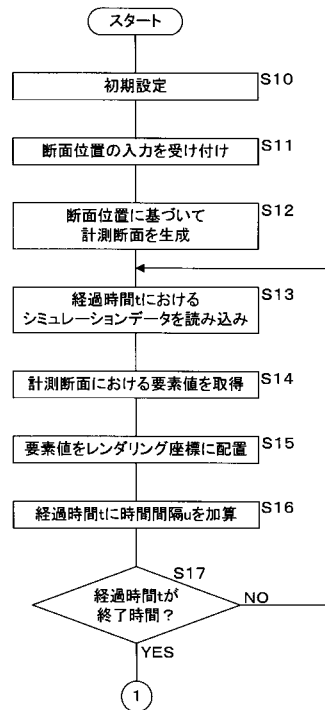
要素値	レンダリング座標
1	(1, 1, 1, 1)
2	(1, 2, 1, 1)
3	(1, 3, 1, 1)
1.5	(1, 1, 1.5, 1)
2	(1, 2, 1.5, 1)
3	(1, 3, 1.5, 1)
2	(1, 1, 2, 1)
2	(1, 2, 2, 1)
3	(1, 3, 2, 1)
2	(1, 1, 2.5, 1)
2.5	(1, 2, 2.5, 1)
3	(1, 3, 2.5, 1)
2	(1, 1, 3, 1)
3	(1, 2, 3, 1)
3	(1, 3, 3, 1)
...	...

【 図 4 】



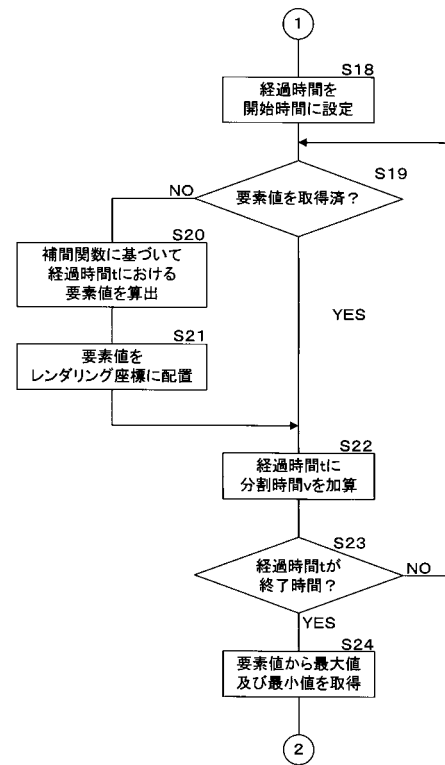
【図 8】

本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャート



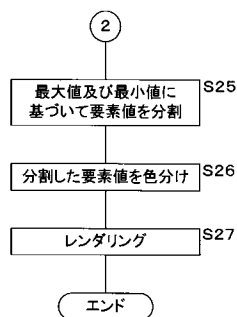
【図 9】

本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャート



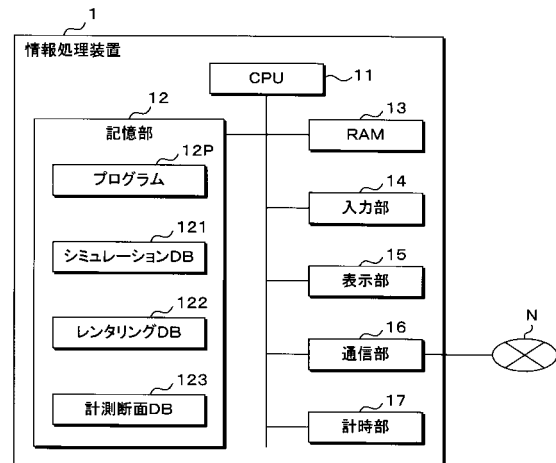
【図 10】

本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャート



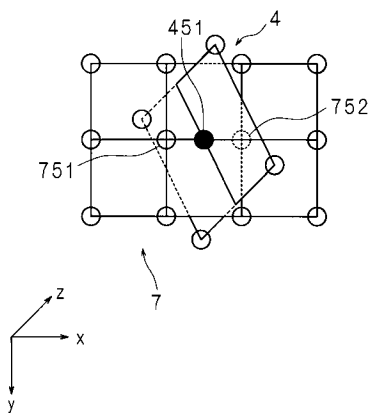
【図 11】

情報処理装置のハードウェア群を示すブロック図



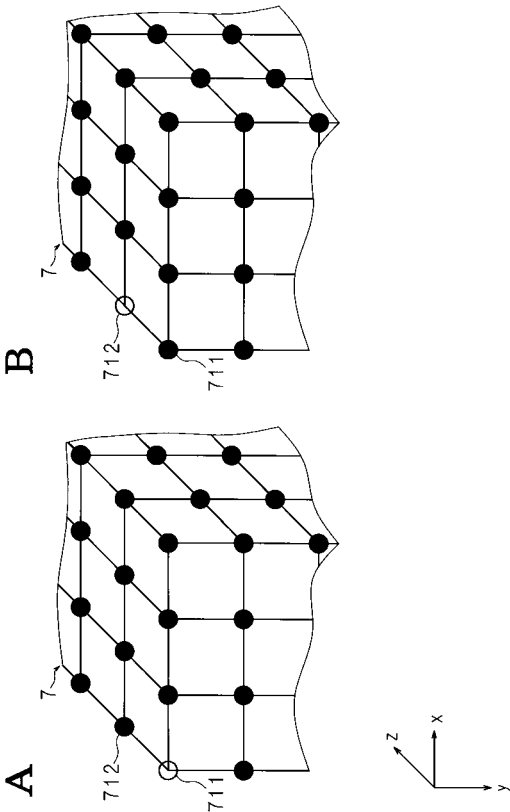
【図 1 4】

計測断面とシミュレーション座標とを示す説明図



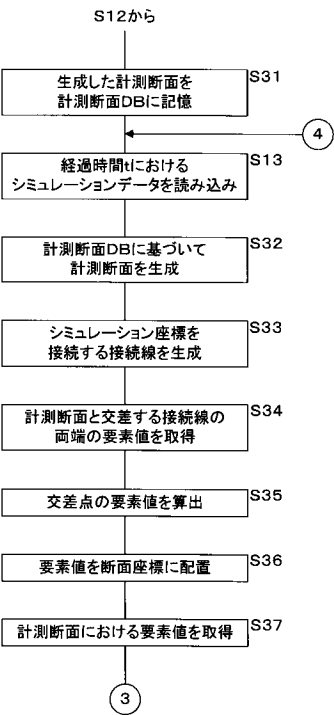
【図 1 5】

シミュレーションデータの一部を拡大した拡大図



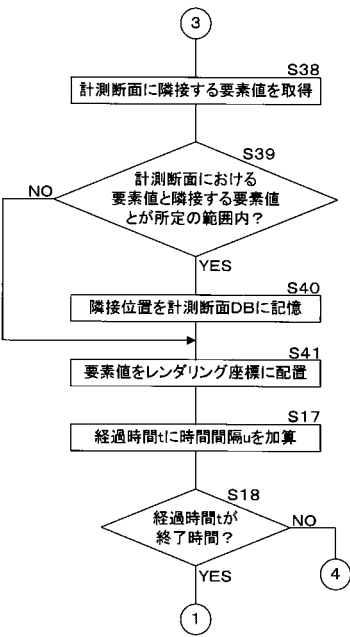
【図 1 6】

本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャート



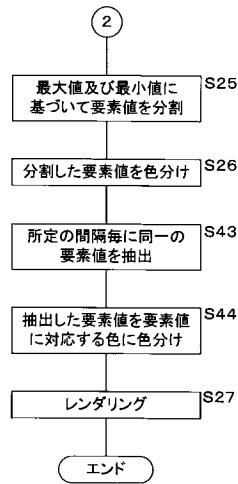
【図 1 7】

本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャート



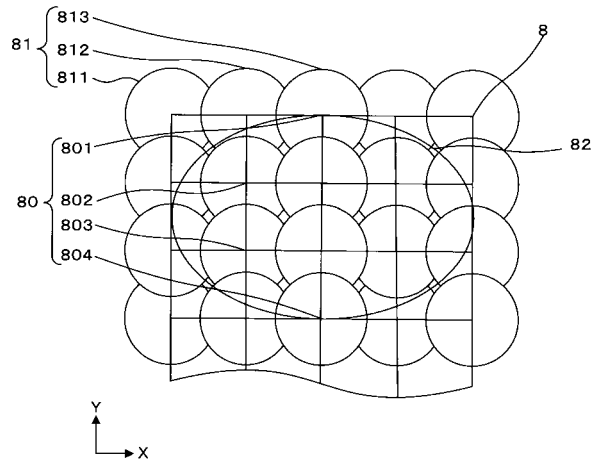
【図 19】

本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャート



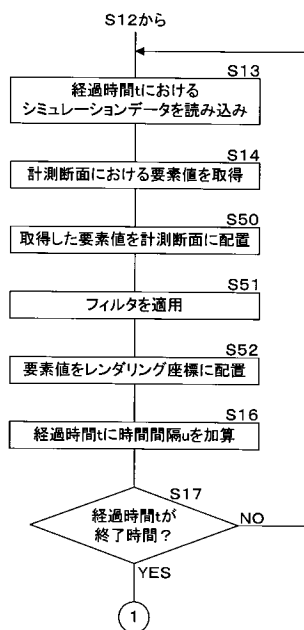
【図 20】

計測断面における要素値の算出方法を説明するための説明図



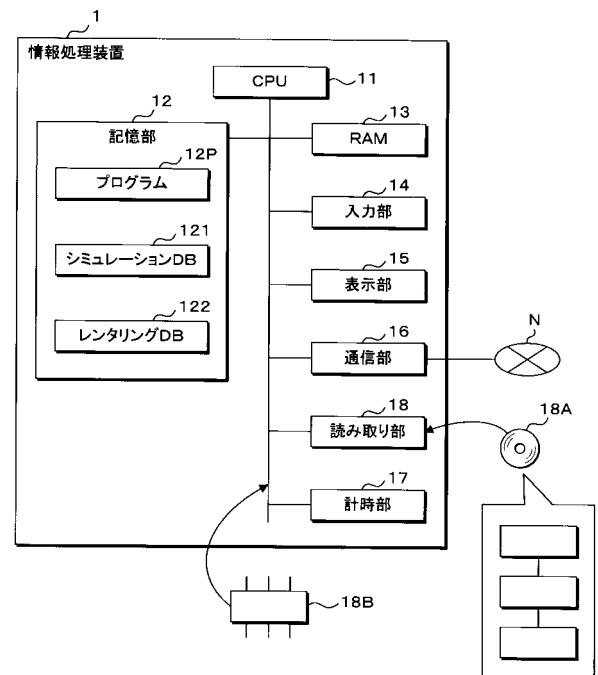
【図 22】

本実施形態における情報処理システムの処理手順を示したフローチャート



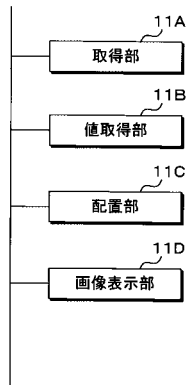
【図 23】

情報処理装置のハードウェア群を示すブロック図



【図 24】

情報処理装置の機能ブロック図



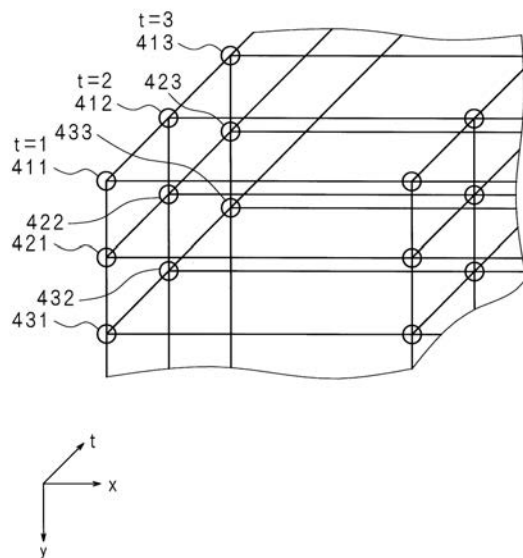
【図 5】

計測断面上におけるシミュレーションデータの圧力分布を示す分布図



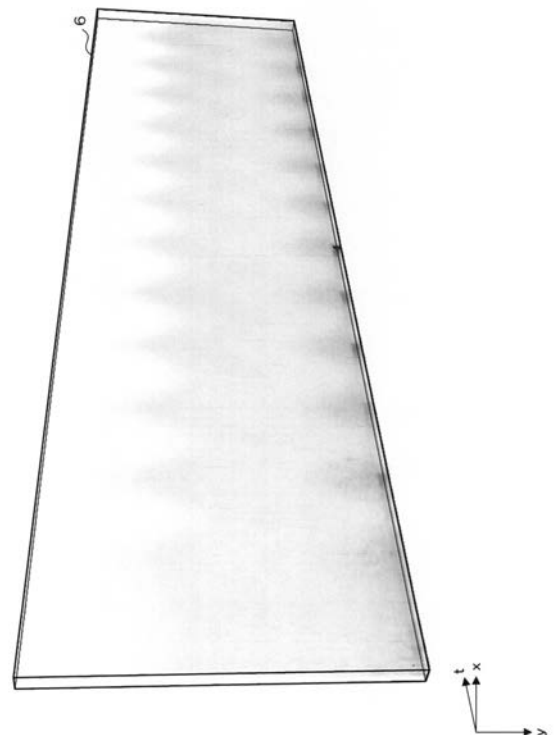
【図 6】

レンダリング画面の角部のレンダリング座標を示す拡大図



【図 7】

レンダリング画像を示す説明図



【図 1 2】

計測断面DBに格納されているデータの一例を示す図

A

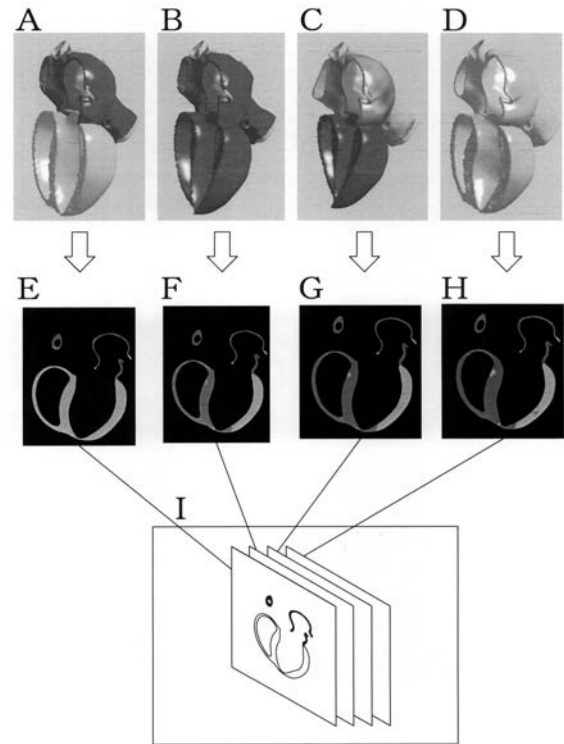
断面座標
(1, 1, 50, 1)
(2, 1, 50, 1)
(3, 1, 50, 1)
(1, 2, 50, 1)
(2, 5, 3, 50, 1)
...

B

断面座標
(1, 1, 51, 1)
(2, 1, 50, 1)
(3, 1, 50, 1)
(1, 2, 50, 1)
(2, 5, 3, 50, 1)
...

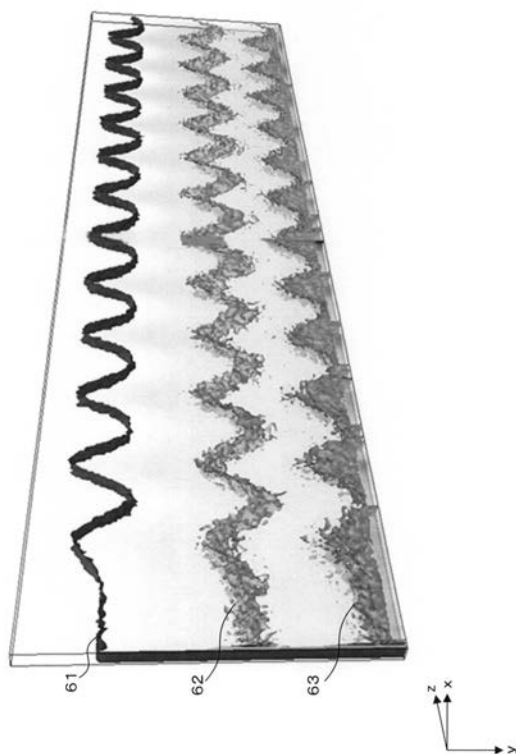
【図 1 3】

シミュレーションデータ、計測断面及びレンダリング画面を示す説明図



【図 1 8】

等高線を表示したレンダリング画像を示す説明図



【図 2 1】

計測断面における圧力分布を示す分布図

