

(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
2014 年 2 月 6 日(06.02.2014)



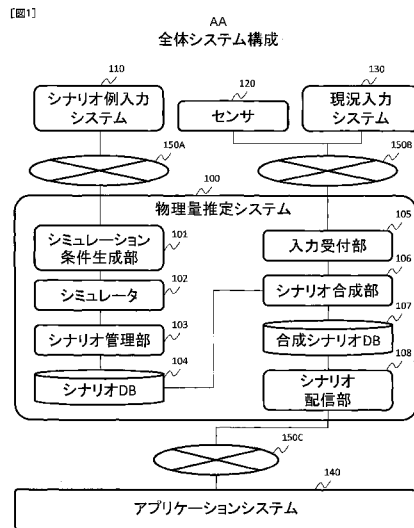
(10) 国際公開番号
WO 2014/020747 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 19/00 (2011.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/069735
- (22) 国際出願日: 2012 年 8 月 2 日(02.08.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 浅原 彰規 (ASAHARA, Akinori) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP). 林 秀樹 (HAYASHI, Hideki) [JP/JP]; 〒1858601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所 中央研究所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 藤井 正弘(FUJII, Masahiro); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目 1 6 番 4 号アーバン虎ノ門ビル 後藤特許事務所 Tokyo (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST,

[続葉有]

(54) Title: PHYSICAL QUANTITY ESTIMATION SYSTEM AND PHYSICAL QUANTITY ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称: 物理量推定システム及び物理量推定方法



100... PHYSICAL QUANTITY ESTIMATION SYSTEM
101... SIMULATION CONDITIONS GENERATION UNIT
102... SIMULATOR
103... SCENARIO MANAGEMENT UNIT
104... SCENARIO DB
105... INPUT RECEPTION UNIT
106... SCENARIO SYNTHESIS UNIT
107... SYNTHESIZED SCENARIO DB
108... SCENARIO DISTRIBUTION UNIT
109... SCENARIO HOLDING UNIT
110... SCENARIO EXAMPLE INPUT SYSTEM
120... SENSOR
130... PRESENT CONDITION INPUT SYSTEM
140... APPLICATION SYSTEM
AA... OVERALL SYSTEM CONFIGURATION

(57) Abstract: In order to quickly perform a highly reliable estimation of physical quantity even when a sufficient amount of data cannot be obtained from an installed sensor, the present invention has the following: a scenario holding unit that holds a plurality of scenarios that include a value input as a simulation condition, and a physical quantity that is at one or more positions and is calculated as the result of a prescribed simulation on the basis of the input value; a scenario synthesis unit that estimates the physical quantity at the one or more positions by synthesizing the measured physical quantity and the physical quantity included in the plurality of scenarios by the prescribed calculation based on the position at which the physical quantity was measured; and a synthesized scenario holding unit that holds the estimated quantity.

(57) 要約: 設置されているセンサから十分な量のデータを取得できない場合であっても、高速に、信頼性の高い物理量の推定を行うために、本発明は、シミュレーションの条件として入力された値と、前記入力された値に基づく所定のシミュレーションの結果として算出された、一つ以上の位置における物理量と、を含むシナリオを複数保持するシナリオ保持部と、計測された物理量及び前記物理量が計測された位置に基づく所定の計算によって前記複数のシナリオに含まれる物理量を合成することによって、前記一つ以上の位置における物理量を推定するシナリオ合成部と、前記推定された物理量を保持する合成シナリオ保持部と、を有する。

WO 2014/020747 A1



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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：物理量推定システム及び物理量推定方法

技術分野

[0001] 本発明はシミュレーションを利用して物理量を推定する技術に関し、特に、複数種類のセンサによって取得された、位置情報及び時刻情報を伴う種々のデータを利用したシミュレーションによって任意の物理量を推定する技術に関する。

背景技術

[0002] センサが実際に計測したデータを初期条件として与えられると、所定の計算を行うことによって、現在の（又は任意の時刻の）物理量を推定して出力する、リアルタイムシミュレーション技術が知られている。

[0003] 例えば、特開 2010-54460 号公報（特許文献 1）には、「第一推定値の気象予報値を観測値で修正した大気解析データに含まれる風向及び風速データを基にデータ補間して N 時の波浪予報データを推算すると、これを $N+\alpha$ 時の波浪予測のための初期条件値として波浪推算プログラムに設定し、 $N+\alpha$ 時の波浪を予測する。本処理は大気解析データが更新される所定時間間隔（ α ）ごとに繰り返し実行される。また、地球規模での気象変化を予測計算した全球気象予報データや局地気象データの風データを波浪推算プログラムに設定して波浪予測を行う。これにより、時間経過に伴う波浪状態の変化予報データに誤差拡大がない高精度な波浪予報データをあらゆる地点について迅速に算出することができる」と記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献 1：特開 2010-54460 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 防災又は商業利用等を目的として種々の物理量を計測し、計測した物理量

を含むデータを提供するセンサが、人間の生活域（又はその周辺の地域）に設置される。その例をいくつか挙げるとすれば、地震計、雨量計、風速計、風向計、河川等の水位計、各家庭又は事業所の電力計、及び、道路に設置された交通量センサ等である。しかし、センサを設置・維持するコスト、災害によるセンサ自体又はセンサからのデータが経由する通信経路の障害、及び、当該通信経路における通信速度、等の種々の要因のため、目的に応じた十分な量のデータを得られないことが想定される。そこで、センサが実際に取得できない地点又は時刻における物理量を、シミュレーションによって推定することが考えられる。しかし、通常、そのようなシミュレーションの実行には多くの時間を要するため、実際にセンサから取得したリアルタイムデータを初期条件として使用したシミュレーションによって、現在の（又は未来の所望の時点における）所望の地点の物理量を推定することは難しい。

課題を解決するための手段

[0006] 上記の課題を解決するために、本発明は、シミュレーションの条件として入力された値と、前記入力された値に基づく所定のシミュレーションの結果として算出された、一つ以上の位置における物理量と、を含むシナリオを複数保持するシナリオ保持部と、計測された物理量及び前記物理量が計測された位置に基づく所定の計算によって前記複数のシナリオに含まれる物理量を合成することによって、前記一つ以上の位置における物理量を推定するシナリオ合成部と、前記推定された物理量を保持する合成シナリオ保持部と、を有する。

発明の効果

[0007] 本発明の一実施形態によれば、設置されているセンサから十分な量のデータを取得できない場合であっても、事前に実行されたシミュレーション結果を利用することによって、高速に、信頼性の高い物理量の推定を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の第1の実施形態の計算機システムの構成を示す機能ブロック図

である。

[図2]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムのハードウェア構成を示すブロック図である。

[図3A]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行する事前処理のフローチャートである。

[図3B]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するリアルタイム処理のフローチャートである。

[図4]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシナリオDB構築処理のフローチャートである。

[図5]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシミュレーション条件生成処理のフローチャートである。

[図6]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシミュレーション処理のフローチャートである。

[図7]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシミュレーション処理の一例である氾濫シミュレーションの説明図である。

[図8]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシナリオDB構築処理のフローチャートである。

[図9A]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムによって作成されるシナリオの説明図である。

[図9B]本発明の第1の実施形態のシナリオDBに含まれるシナリオ管理テーブルの説明図である。

[図9C]本発明の第1の実施形態のシナリオDBに含まれるシナリオ物理量管理テーブルの説明図である。

[図10]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシナリオクラスタ生成処理のフローチャートである。

[図11A]本発明の第1の実施形態のシナリオDBに含まれるシナリオクラスタリングテーブルの説明図である。

[図11B]本発明の第1の実施形態のシナリオDBに含まれるシナリオクラスタ

管理テーブルの説明図である。

[図11C]本発明の第1の実施形態のシナリオDBに含まれるシナリオクラス管理テーブルの具体例の説明図である。

[図11D]本発明の第1の実施形態のシナリオDBに含まれる重要スポット管理テーブルの説明図である。

[図12]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシナリオ合成処理のフローチャートである。

[図13]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行する実物理量入力処理のフローチャートである。

[図14A]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが現況入力システムから受け付けるデータの説明図である。

[図14B]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムがセンサから受け付けるデータの説明図である。

[図15]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシナリオ合成処理のフローチャートである。

[図16]本発明の第1の実施形態の物理量推定システムが実行するシナリオ合成処理の概念の説明図である。

[図17]本発明の第1の実施形態のアプリケーションシステムが実行する誘導情報生成処理のフローチャートである。

[図18]本発明の第2の実施形態の計算機システムの構成を示す機能ブロック図である。

[図19A]本発明の第2の実施形態の物理量推定システムが実行する事前処理のフローチャートである。

[図19B]本発明の第2の実施形態の物理量推定システムが実行するリアルタイム処理のフローチャートである。

[図20]本発明の第2の実施形態の物理量推定システムが実行するシナリオDB構築処理のフローチャートである。

[図21]本発明の第2の実施形態のシミュレータが実行するシミュレーション

処理の一例である津波シミュレーションの説明図である。

[図22A]本発明の第2の実施形態の物理量推定システムによって作成されるシナリオの説明図である。

[図22B]本発明の第2の実施形態のシナリオDBに含まれるシナリオ管理テーブルの説明図である。

[図22C]本発明の第2の実施形態のシナリオDBに含まれる水深管理テーブルの説明図である。

[図22D]本発明の第2の実施形態のシナリオDBに含まれるスマートメータ故障管理テーブルの説明図である。

[図23A]本発明の第2の実施形態の物理量推定システムが現況入力システムから受け付けるデータの説明図である。

[図23B]本発明の第2の実施形態の物理量推定システムがセンサから受け付けるデータの説明図である。

[図23C]本発明の第2の実施形態の物理量推定システムが別の種類のセンサから受け付けるデータの説明図である。

[図24]本発明の第2の実施形態のアプリケーションシステムが実行する被害地域情報生成処理のフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、添付図面に基づいて、本発明の実施形態を説明する。

[0010] <第1の実施形態>

図1は、本発明の第1の実施形態の計算機システムの構成を示す機能ブロック図である。

[0011] 本実施形態の計算機システムは、物理量推定システム100、シナリオ例入力システム110、センサ120、現況入力システム130及びアプリケーションシステム140によって構成される。シナリオ例入力システム110はネットワーク150Aを介して、センサ120及び現況入力システム130はネットワーク150Bを介して、アプリケーションシステム140はネットワーク150Cを介して、それぞれ物理量推定システム100に接続

される。

[0012] 物理量推定システム１００は、センサ１２０及び現況入力システム１３０から取得したデータに基づいて物理量を推定する計算機であり、シミュレーション条件生成部１０１、シミュレータ１０２、シナリオ管理部１０３、シナリオデータベース（ＤＢ）１０４、入力受付部１０５、シナリオ合成部１０６、合成シナリオＤＢ１０７及びシナリオ配信部１０８を有する。これらの各部の詳細及び物理量推定システム１００のハードウェア構成については後述する。

[0013] なお、本実施形態において、「シミュレータ」とは、物理的な条件が入力されると、演繹的に他の物理量を計算する機能を有するモジュールである。すなわち、一般的にシミュレータと呼ばれるものは本実施形態のシミュレータに該当するが、一般的にシミュレータと呼ばれないものであっても、上記の機能を有するものであれば本実施形態のシミュレータに該当する。本実施形態の物理量推定システム１００は、種類の異なる複数のシミュレータ１０２（例えば、地震シミュレータ及び氾濫シミュレータ等）を有してもよい。

[0014] また、本実施形態において、「シナリオ」とは、実際に起こりうる物理的な現象の記録であり、その物理的な現象が発生する確率の情報を含んでもよい。具体的には、シナリオは、シミュレーションに入力される条件と、そのシミュレーションの結果（すなわち物理量）との集合である。例えば、震源地と地震の規模とがシミュレーションの条件として入力されると各地点の揺れの大きさを計算する地震シミュレータの場合、入力された震源地及び地震の規模と、計算された各時刻における各地点の揺れの大きさの値と、の集合が一つのシナリオである。あるいは、堤防の決壊地点とそこから流出する水量とがシミュレーションの条件として入力されると各地点の浸水深を計算する氾濫シミュレータの場合、入力された決壊地点及び水量と、計算された各時刻における各地点の浸水深の値と、の集合が一つのシナリオである。

[0015] シナリオ例入力システム１１０は、物理量推定システム１００の開発者、管理者又はユーザ等（以下、単にユーザ等とも記載する）がシナリオ例を入

力するために使用するものであり、ネットワーク 150A に接続された計算機によって実現される。例えば、シナリオ例入力システム 110 は、当該計算機上で動作する Web ブラウザであってもよい。なお、ここで入力されるシナリオ例とは、例えば、複数のシミュレーションの間の関係を定義する情報であり、その詳細については後述する。

[0016] センサ 120 は、所定のタイミングで（例えば定期的に、又は物理量推定システム 100 等からの要求に応じて）物理量を計測し、計測した物理量を含むデータ（すなわち計測した物理量そのもの又はそれに基づいて計算された値）を、ネットワーク 150B を介して物理量推定システム 100 に送信する。本実施形態の図 1 には一つのセンサ 120 のみを図示しているが、実際には複数の種類の複数のセンサ 120 が各地点に設置される。各センサ 120 は、例えば、地震計、雨量計、河川に設置された水位計、各家庭又は事業所に設置された電力計（例えばいわゆるスマートメータ）、又は、道路に設置された交通量センサ等である。各センサ 120 から送信されるデータは、計測した物理量（例えば水位又は電力量等）に加えて、少なくともその物理量が計測された時刻の情報を含む。物理量推定システム 100 は、各センサが設置された位置の情報（座標値等）を保持している。

[0017] なお、センサ 120 は、所定の位置に固定的に設置されたものではなく、移動可能なものであってもよい。その場合には、センサ 120 から送信されるデータに、センサ 120 の位置情報も含まれる。移動可能なセンサの一例は、走行する自動車に設置され、所定のタイミングでその自動車の位置情報を送信する車載端末（いわゆるプローブカーに設置されるプローブ端末）であり、このような車載端末からの情報に基づいて道路の交通量を計測することができる。このような場合、物理量推定システム 100 は、センサ 120 から送信された位置情報を保持し、それに基づいてセンサ 120 の位置を特定する。

[0018] 現況入力システム 130 は、物理量推定システム 100 のユーザ等が、物理量推定システム 100 による物理量の推定に利用される情報を入力するた

めに使用するものであり、ネットワーク 150B に接続された計算機によって実現される。例えば、現況入力システム 130 は、当該計算機上で動作する Web ブラウザであってもよい。例えば、地震が発生したときに、ユーザ等は、現況入力システム 130 を使用して、自身が体感した揺れの程度を示す情報を入力してもよい。現況入力システム 130 は、入力された情報を物理量推定システム 100 に送信する。

[0019] この場合、物理量推定システム 100 は、現況入力システム 130 から受信した情報を、複数のセンサ 120 のうち地震計から送信されたデータと同様に扱ってもよい。ただし、ユーザ等が体感震度を入力した場合、その精度は地震計の制度より低いと考えられる。ユーザ等が他の物理量を入力する場合の精度も、一般に、その物理量を計測するセンサの精度より低い。すなわち、物理量推定システム 100 は、現況入力システム 130 からの情報を、精度の低いセンサ 120 からの情報として扱うことができる。

[0020] 現況入力システム 130 を用いることによって、センサ 120 では感知困難な物理量、又は、センサ 120 が設置されていない地点における物理量を人手によって入力することができる。

[0021] アプリケーションシステム 140 は、物理量推定システム 100 によって推定された物理量に基づく任意の処理を実行する。例えば、物理量推定システム 100 が任意の時刻における震度を推定した場合、アプリケーションシステム 140 は、その震度に基づく地震警報、津波警報又は避難情報等を送信してもよい。物理量推定システム 100 が任意の時刻における洪水による浸水深を推定した場合、アプリケーションシステム 140 は、浸水していない道路のみを経由する経路を探索してもよい。アプリケーションシステム 140 は、例えば、ネットワーク 150C に接続された計算機を含むシステムによって実現される。

[0022] ネットワーク 150A、150B 及び 150C は、それらに接続されたシステム間の通信を可能にするものであれば、どのようなものであってもよい。例えば、ネットワーク 150A、150B 及び 150C は、いわゆるイン

ターネット又は電話網のような公衆ネットワークであってもよいし、物理量推定システム１００のための専用ネットワークであってもよいし、それらの組み合わせであってもよい。また、図１には三つのネットワーク１５０Ａ、１５０Ｂ及び１５０Ｃを示したが、これらが一つのネットワークによって実現されてもよい。以下の説明においてネットワーク１５０が参照された場合、それは、ネットワーク１５０Ａ、１５０Ｂ及び１５０Ｃのいずれか、又は、ネットワーク１５０Ａ、１５０Ｂ及び１５０Ｃを実現する一つのネットワークである。

[0023] 図２は、本発明の第１の実施形態の物理量推定システム１００のハードウェア構成を示すブロック図である。

[0024] 本実施形態の物理量推定システム１００は、相互に接続されたプロセッサ２０１、メインメモリ２０２、入力装置２０３、出力装置２０４、インターフェース（Ｉ／Ｆ）２０５及び記憶装置２０６を有する計算機である。

[0025] プロセッサ２０１は、メインメモリ２０２に格納されたプログラムを実行する。

[0026] メインメモリ２０２は、例えば半導体メモリであり、プロセッサ２０１によって実行されるプログラム及びプロセッサ２０１によって参照されるデータを格納する。具体的には、記憶装置２０６に格納されたプログラム及びデータの少なくとも一部が、必要に応じてメインメモリ２０２にコピーされる。

[0027] 入力装置２０３は、物理量推定システム１００のユーザ等からの入力を受ける。入力装置２０３は、例えばキーボード及びマウス等を含んでもよい。

[0028] 出力装置２０４は、例えば液晶表示装置のような画像表示装置である。

[0029] Ｉ／Ｆ２０５は、ネットワーク１５０に接続され、シナリオ例入力システム１１０、センサ１２０、現況入力システム１３０及びアプリケーションシステム１４０と通信するインターフェースである。ネットワーク１５０Ａ、１５０Ｂ及び１５０Ｃが独立している場合、物理量推定システム１００は、それぞれのネットワークに接続される複数のＩ／Ｆ２０５を有する。

- [0030] 記憶装置206は、例えばハードディスク装置（HDD）又はフラッシュメモリのような不揮発性の記憶装置である。本実施形態の記憶装置206には、少なくとも、シミュレーション条件生成部101、シミュレータ102、シナリオ管理部103、入力受付部105、シナリオ合成部106、シナリオ配信部108、シナリオDB104及び合成シナリオDB107が格納される。
- [0031] シナリオDB104及び合成シナリオDB107は、後述するように、それぞれシナリオ管理部103によって生成されたシナリオ及びシナリオ合成部106によって合成されたシナリオを保持する。
- [0032] シミュレーション条件生成部101、シミュレータ102、シナリオ管理部103、入力受付部105、シナリオ合成部106及びシナリオ配信部108は、プロセッサ201によって実行されるプログラムである。以下の説明においてこれらの各部が実行する処理は、実際にはプロセッサ201によって実行される。なお、図2には一つのシミュレータ102のみを示しているが、本実施形態の物理量推定システム100は互いに種類の異なる複数のシミュレータ102（例えば、地震シミュレータプログラム及び氾濫シミュレータプログラム等）を保持する。
- [0033] シナリオ例入力システム110、現況入力システム130及びアプリケーションシステム140は、物理量推定システム100と同様のハードウェアを有する計算機によって実現できるため、それらのハードウェア構成については図示を省略する。
- [0034] シナリオ例入力システム110の記憶装置（図示省略）又はメインメモリ（図示省略）にはシナリオ例入力システムを実現するためのプログラム（例えばWebブラウザ、図示省略）が格納され、それをシナリオ例入力システム110のプロセッサ（図示省略）が実行する。
- [0035] 同様に、現況入力システム130の記憶装置（図示省略）等に格納された現況入力システムを実現するためのプログラム（例えばWebブラウザ、図示省略）を現況入力システム130のプロセッサ（図示省略）が実行する。

アプリケーションシステム１４０の記憶装置（図示省略）等に格納されたアプリケーションプログラム（図示省略）をアプリケーションシステム１４０のプロセッサ（図示省略）が実行する。

[0036] 次に、物理量推定システム１００が実行する処理について説明する。

[0037] 物理量推定システム１００は、事前処理（図３Ａ）及びリアルタイム処理（図３Ｂ）を実行する。リアルタイム処理は、物理量推定システム１００がセンサ１２０等から取得した物理量に基づいて、現在又は未来の任意の時点の物理量を推定し、その推定結果を含むシナリオ（合成シナリオ）をアプリケーションシステム１４０に配信する処理である。事前処理は、リアルタイム処理を実行するための準備に相当し、物理量推定システム１００を導入してから最初にリアルタイム処理を実行する前に少なくとも１回実行する必要がある。

[0038] 図３Ａは、本発明の第１の実施形態の物理量推定システム１００が実行する事前処理のフローチャートである。

[0039] 物理量推定システム１００は、シナリオＤＢ構築処理を実行する（ステップ３０１）。これによって事前に想定されるシナリオが多数作成され、シナリオＤＢ１０４に蓄積される。シナリオＤＢ構築処理の詳細については図４等を参照して後述する。

[0040] 図３Ｂは、本発明の第１の実施形態の物理量推定システム１００が実行するリアルタイム処理のフローチャートである。

[0041] 物理量推定システム１００は、シナリオＤＢ１０４を参照してシナリオ合成処理を実行する（ステップ３０２）。これによって、リアルタイムに計測されたデータと、事前に作成されたシナリオとに基づいて新たなシナリオが合成され、その結果が合成シナリオＤＢ１０７に格納される。シナリオ合成処理の詳細については図１５等を参照して後述する。

[0042] アプリケーションシステム１４０は、合成シナリオＤＢ１０７を参照して種々のアプリケーションを実行することができる。例えば、アプリケーションシステム１４０は、合成シナリオＤＢ１０７を参照して誘導情報生成処理

を実行し（ステップ303）、生成した誘導情報を、ネットワーク150Dを介して移動体端末304に送信してもよい。誘導情報生成処理の詳細については図17を参照して後述する。

[0043] ここで、移動体端末304は、アプリケーションシステム140のユーザが所持する携帯電話機等の端末装置である。ネットワーク150Dは、例えば携帯電話網又は無線LAN（Local Area Network）等であるが、アプリケーションシステム140と移動体端末304との間の通信を可能にするものであれば、どのようなものであってもよい。

[0044] ここで、事前処理（図3A）の詳細について説明する。

[0045] 図4は、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100が実行するシナリオDB構築処理のフローチャートである。この処理は、図3Aのステップ301において実行される。

[0046] 最初に、シミュレーション条件生成部101がシミュレーション条件生成処理を実行する（ステップ401）。シミュレーション条件生成処理の詳細については図5を参照して後述する。

[0047] 次に、シミュレータ102が、ステップ401において生成されたシミュレーション条件に従ってシミュレーション処理を実行する（ステップ402）。シミュレーション処理の詳細については図6等を参照して後述する。

[0048] 次に、シナリオ管理部103が、ステップ402において得られたシミュレーション結果を用いてシナリオDB104を構築する（ステップ403）。さらに、シナリオ管理部103は、シナリオDB104に格納されたシナリオを参照して、シナリオクラスタを生成し、その結果をシナリオDB104に格納する（ステップ404）。これらの処理の詳細については図8及び図10等を参照して後述する。

[0049] 図5は、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100が実行するシミュレーション条件生成処理のフローチャートである。この処理は、図4のステップ401においてシミュレーション条件生成部101によって実行される。

[0050] 最初に、シミュレーション条件生成部101は、シミュレート条件受付処理を実行する（ステップ501）。具体的には、シミュレーション条件生成部101は、シナリオ例入力システム110を介して、物理量推定システム100のユーザ等からシミュレート条件の入力を受け付ける。ユーザ等は、経験又は学術的な知見等に基づいて、実際に起こりうると考えられる事象をシミュレート条件として入力することができる。例えば、ユーザは、地震シミュレータに関するシミュレート条件として、発生する可能性がある地震の震源地及びその地震の規模をシミュレート条件として入力してもよい。あるいは、ユーザは、河川の氾濫時の浸水深を推定する氾濫シミュレータに関するシミュレート条件として、河川の堤防が決壊する可能性がある位置及びそこから流出する水の流量、又はある地点の降雨量をシミュレート条件として入力してもよい。

[0051] さらに、ユーザ等は、複数の種類のシミュレーションを関連付ける情報、より詳細には、あるシミュレータによるシミュレーションの結果に基づいて別のシミュレータのシミュレート条件を生成する方法を定義する情報を入力することができる。例えば、シミュレータ102の一つが上記の地震シミュレータであり、別の一つが、出火地点を入力されると延焼の範囲をシミュレートする火災シミュレータである場合、ユーザ等は、地震の揺れの大きさと出火の確率とを関連付ける情報を入力してもよい。シミュレータ102がさらに各家庭及び事業所等の使用電力量をシミュレートする電力シミュレータを含む場合、ユーザ等は、地震の揺れの大きさと停電の発生確率とを関連付ける情報、及び、火災の発生と停電の発生確率とを関連付ける情報を入力してもよい。

[0052] あるいは、シミュレータ102の一つが氾濫シミュレータ又は津波による浸水深を推定する津波シミュレータであり、別の一つがスマートメータによって計測される電力量を推定する電力シミュレータである場合、ユーザ等は、浸水深とスマートメータの故障の発生確率とを関連付ける情報を入力してもよい。このような例については本発明の第2の実施形態において説明する

。

[0053] 次に、シミュレーション条件生成部１０１は、境界条件抽出処理を実行する（ステップ５０２）。ここで、境界条件とは、シミュレータ１０２にシミュレート条件として入力される具体的な数値である。シミュレーション条件生成部１０１は、ステップ５０１において入力されたシミュレート条件から境界条件を抽出する。例えば、シミュレータ１０２に入力可能な具体的な数値がステップ５０１においてシミュレート条件として入力された場合、シミュレーション条件生成部１０１は、入力された数値をそのまま境界条件として抽出してもよい。ステップ５０１において曖昧さを含むシミュレート条件が入力された場合、そのシミュレート条件から具体的な数値を抽出する。

[0054] ここで、シミュレーション条件生成部１０１は、入力された一つのシミュレート条件から一つの境界条件のみを抽出してもよいが、通常は、一つのシミュレート条件から複数の境界条件を抽出する。例えば、シミュレータ１０２に入力可能な具体的な数値がシミュレート条件として入力された場合、シミュレーション条件生成部１０１は、入力された数値に加えて、その数値を少しずつ変更した複数の数値を複数の境界条件として抽出してもよい。曖昧さを含むシミュレート条件が入力された場合、そのシミュレート条件に含まれる（又はそのシミュレート条件に近い）複数の数値を複数の境界条件として抽出してもよい。

[0055] 例えば、地震シミュレータに関するシミュレート条件として、一つの震源地の座標値と、その震源地において発生する地震の規模を示す一つの数値が入力された場合、シミュレーション条件生成部１０１は、その震源地を含む範囲内の複数の地点の座標値と、入力された地震の規模を示す数値を含む複数の数値と、の複数の組み合わせを複数の境界条件として抽出してもよい。あるいは、震源地のおおよその範囲と、地震のおおよその規模とがシミュレート条件として入力された場合、シミュレーション条件生成部１０１は、その範囲内の（又はその範囲を含む所定の範囲内の）複数の地点の座標値と、入力された規模の範囲内の（又はその範囲を含む所定の範囲内の）地震の規

模を示す複数の数値と、の複数の組み合わせを複数の境界条件として抽出してもよい。このとき、シミュレーション条件生成部１０１は、入力されたシミュレート条件の中心を特定し、抽出された境界条件の当該シミュレート条件の中心から遠いほど小さくなるような重みを、抽出された境界条件に付与してもよい。

[0056] あるいは、確率的なシミュレート条件が入力された場合、シミュレーション条件生成部１０１は、その確率に従って境界条件を抽出してもよい。例えば震源地の確率分布と地震の規模を示す数値の確率分布とが入力された場合、シミュレーション条件生成部１０１は、それらの確率分布に従って、震源地の座標値と地震の規模を示す数値との複数の組み合わせを複数の境界条件として抽出してもよい。このとき、シミュレーション条件生成部１０１は、確率分布に応じた重み（例えば、分布の中心から遠いほど小さくなるような重み）を、抽出された境界条件に付与してもよい。

[0057] 以上でシミュレーション条件生成処理が終了する。

[0058] 図６は、本発明の第１の実施形態の物理量推定システム１００が実行するシミュレーション処理のフローチャートである。この処理は、図４のステップ４０２においてシミュレータ１０２によって実行される。

[0059] 最初に、シミュレータ１０２は、境界条件入力処理を実行する（ステップ６０１）。具体的には、シミュレータ１０２は、ステップ５０２において抽出された境界条件を入力する。

[0060] 次に、シミュレータ１０２は、時間発展処理を実行する（ステップ６０２）。具体的には、シミュレータ１０２は、ステップ６０１において入力された境界条件に基づいて、シミュレーションを実行することによって、各時刻における各地点の物理量を計算する。

[0061] ステップ５０２において複数の境界条件が抽出された場合、シミュレータ１０２は、それぞれの境界条件についてステップ６０１及びステップ６０２を実行する。

[0062] また、ステップ５０１において、シミュレーションの結果に基づいて別の

シミュレータのシミュレート条件を生成する方法が定義された場合には、ステップ602が終了した後、その結果を用いてシミュレーション条件生成部101がステップ502を実行し、それによって得られた境界条件を用いてシミュレータ102が再びステップ601及びステップ602を実行する。

[0063] 抽出されたすべての境界条件についてステップ601及びステップ602が実行されると、シミュレーション処理が終了する。

[0064] 図7は、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100が実行するシミュレーション処理の一例である氾濫シミュレーションの説明図である。

[0065] 氾濫シミュレーションにおいて、シミュレーション対象の空間（すなわち河川の氾濫が発生する地域）が、所定の大きさの複数の格子（グリッド）701に分割され、各グリッドの各時刻における水深及び流速が計算される。図7の例では各グリッドは1辺の長さがdの正方形である。

[0066] 氾濫シミュレーションの処理結果710は、グリッドID711、時刻712、水深713及び流速714を含む。グリッドID711は各グリッドの識別子であり、各グリッドの座標に対応する。グリッドID711によって識別されるグリッドの、時刻712が示す時刻における浸水深及び水の流れる速度（具体的には例えば流速のx方向成分及びy方向成分）が、それぞれ水深713及び流速714として計算される。

[0067] このような処理結果710及びそれに対応するシミュレーションの境界条件がシナリオとしてシナリオDB104に格納されてもよいが、シナリオ管理部103が処理結果710に基づいて所望のシナリオを算定し、そのシナリオをシナリオDB104に格納してもよい（図8等参照）。なお、氾濫シミュレーションでは上記のように水深及び流速が物理量として計算されるが、他のシミュレーションでは他の物理量（例えば地震シミュレータでは各グリッドの各時刻における揺れの大きさ等）が計算され、シミュレーション処理結果として取得される。

[0068] なお、本実施形態において記載される「地点」及び「位置」は、緯度及び経度等の座標によって特定される点及びその位置であってもよいが、図7に

示すようなグリッドIDによって特定されるグリッド（すなわち所定の大きさの範囲）及びその位置であってもよいし、後述する地物ID（図11B参照）によって特定される地物及びその位置であってもよい。

[0069] 図8は、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100が実行するシナリオDB構築処理のフローチャートである。この処理は、図4のステップ403においてシナリオ管理部103によって実行される。

[0070] 最初に、シナリオ管理部103は、シミュレーション結果受付処理を実行する（ステップ801）。これによって、シミュレーション処理の結果（例えば図7に示す処理結果710等）が受け付けられる。

[0071] 次に、シナリオ管理部103は、シナリオ算定処理を実行する（ステップ802）。そして、シナリオ管理部103は、算定されたシナリオをシナリオDB104に格納するために、DB格納処理を実行する（ステップ803）。

[0072] 以上でシナリオDB構築処理が終了する。

[0073] 上記のステップ802において算定され、ステップ803において格納されるシナリオの一例を、図9A～図9Cを参照して説明する。ここでは、シナリオの一例として、図7の処理結果710に基づいて構築される道路被災シナリオを説明する。

[0074] 図9Aは、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100によって作成されるシナリオの説明図である。

[0075] 図9Aに示す複数のグリッド901は、図7に示すグリッド701と同等である。図9Aでは、さらに、シミュレーション対象の空間に存在する道路902が図示される。シナリオ管理部103は、シミュレーション結果を用いたシナリオ算定処理（ステップ802）を実行することによって、道路902ごと及び時刻ごとの水深を計算する。

[0076] 図9Bは、本発明の第1の実施形態のシナリオDB104に含まれるシナリオ管理テーブル910の説明図である。

[0077] シナリオ管理テーブル910は、シナリオID911及び氾濫条件データ

912を含む。シナリオID911は、各シナリオの識別情報(ID)である。氾濫条件データ912は、シナリオを構築する元になったシミュレーション処理のシミュレート条件(又は境界条件)に相当し、例えば、河川の堤防が決壊した、降雨量が極端に大きくなった、などの氾濫の初期条件に関するデータである。氾濫シミュレーション以外のシミュレーションに基づくシナリオの場合は、その元になったシミュレーションの初期条件が氾濫条件データ912の代わりに登録される。

[0078] 図9Cは、本発明の第1の実施形態のシナリオDB104に含まれるシナリオ物理量管理テーブル920の説明図である。

[0079] シナリオ物理量管理テーブル920は、シナリオID921、道路ID922、時刻923、水深924及び流速925を含む。

[0080] シナリオID921は、各シナリオの識別情報であり、図9BのシナリオID911に対応する。

[0081] 道路ID922は、シミュレーション対象の空間内の各道路902の識別情報であり、各道路902の座標値を含んでもよい。

[0082] 道路ID922によって識別される道路の、時刻923が示す時刻における浸水深及び水の流れる速度(具体的には例えば流速のx方向成分及びy方向成分)が、それぞれ水深924及び流速925として格納される。

[0083] シナリオ管理部103は、図8のステップ802において、図7の処理結果710に基づいて、シナリオ物理量管理テーブル920に登録される情報を算定する。これらの情報は、具体的には例えば次のように算定される。物理量推定システム100は、少なくとも道路の位置に関する情報を含む地図情報(図示省略)を保持する。シナリオ管理部103は、地図情報に基づいて、各グリッド901(すなわち図7のグリッド701)と各道路902との対応関係、すなわち、各道路902がどのグリッド内にあるかを特定する。そして、シナリオ管理部103は、特定されたグリッド901の水深713及び流速714に基づいて、そのグリッドに対応する道路902の水深924及び流速925を算定する。

[0084] 図9Cに示すシナリオ物理量管理テーブル920は、一つのシナリオの、一つの道路に関する、一つの時刻における水深及び流速を示す。ステップ802では、一つのシナリオについて、シミュレーション対象の地域内の各道路の各時刻における水深及び流速が算定され、それぞれの値を含む複数のシナリオ物理量管理テーブル920がシナリオDB104に格納される。

[0085] 上記のように、図9Cの例では、道路ID922及びそれによって識別される道路における水深924等がシナリオ物理量管理テーブル920に格納される。これは、後述するように、アプリケーションシステム140が誘導情報生成処理303を実行するために各道路が浸水しているか否かを示す情報を利用するからである。このようなアプリケーションシステム140の処理及びそれに適するシナリオ物理量管理テーブル920は一例であり、シナリオ管理部103は、他の処理に適するシナリオ物理量管理テーブル920を生成することもできる。例えば、アプリケーションシステム140が各グリッドにおける物理量を利用した処理を実行する場合には、シナリオ物理量管理テーブル920は道路ID922の代わりにグリッドIDを含んでもよい。アプリケーションシステム140が道路以外の任意の地物（例えば河川又は建物等）における物理量を利用した処理を実行する場合には、シナリオ物理量管理テーブル920は道路ID922の代わりに任意の地物IDを含んでもよい。

[0086] 図10は、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100が実行するシナリオクラスタ生成処理のフローチャートである。この処理は、図4のステップ404においてシナリオ管理部103によって実行される。

[0087] シナリオ管理部103は、最初に、シナリオ特徴量算定処理を実行し（ステップ1001）、続いて、得られたシナリオの特徴量に基づいてクラスタリングを実行する（ステップ1002）。

[0088] シナリオ特徴量算定処理（ステップ1001）は、シナリオのデータからシナリオの特徴を表す量（特徴量）を抽出する処理である。抽出された特徴量に基づいてクラスタリングを行うことによって、クラスタリングの計算量

を削減することができる。

[0089] 図9Cに例示するように、一つのシナリオ（すなわち一つのシナリオIDによって識別されるシナリオ）は、各地点の各時刻における物理量（図9Cの例では、各道路の各時刻における水深及び流速）を含む。すなわち、各シナリオは、各地点の各時刻における物理量を要素として含む多変量ベクトルによって表現することができる。シナリオ管理部103は、主成分分析又は独立成分分析といった公知の方法によって、シナリオを表現するベクトルの次元数を削減することができる。

[0090] あるいは、シナリオ管理部103は、クラスタリングの結果への寄与が大きいと考えられる特定の地点の物理量を特徴量として選択してもよい。例えば、クラスタリング対象の複数のシナリオのいずれにおいても、ある地点（第1地点）の物理量（例えば水深）はほとんど同じであるが、別のある地点（第2地点）の物理量はシナリオごとに大きく異なる場合には、第2地点の物理量はクラスタリングの結果に大きく寄与するが、第1地点の物理量の寄与は比較的小さいと考えられる。このような場合、シナリオ管理部103は、第2地点の物理量を含み、第1地点の物理量を含まない特徴量を算定してもよい。

[0091] このように、シナリオの特徴量を抽出し、その特徴量に基づいてクラスタリングを行うことによって、クラスタリングの結果への寄与が小さい物理量をクラスタリングの計算から除外することができ、これによって計算量を削減できる。ただし、計算量を削減する必要がない場合には、シナリオ管理部103はステップ1001を実行せずに（すなわち各シナリオを表現するベクトルをそのまま特徴量として使用することによって）ステップ1002のクラスタリングを実行してもよい。

[0092] クラスタリング（ステップ1002）は、ステップ1001において抽出された特徴量を用いて、k-means法、混合ガウス分布に基づく方法、階層クラスタリングなど、公知の方法によって実行することができる。クラスタリングによって、各シナリオクラスタに一つの又は互いに比較的類似す

る二つ以上のシナリオが含まれるように、複数のシナリオが複数のシナリオクラスタに分類される。

[0093] 次に、シナリオ管理部 103 は、クラスタ統計量算出処理を実行する（ステップ 1003）。具体的には、シナリオ管理部 103 は、各シナリオクラスタに含まれるシナリオの（例えば各地点の各時刻の）物理量の平均値、分散値及び期待値といった統計量を算出する。

[0094] 次に、シナリオ管理部 103 は、重要スポット抽出処理を実行する（ステップ 1004）。ここで、重要スポットとは、シナリオクラスタ内で特に値のばらつきが大きい地点（又は地点及び時刻の組）である。上記のように、クラスタリングによって二つ以上のシナリオが一つのシナリオクラスタに分類された場合、それらのシナリオの特徴量は互いに比較的類似している。すなわち、それらの二つ以上のシナリオの各地点の各時刻における物理量は互いに類似していることが多い。しかし、特定の地点の（又は、特定の地点の特定の時刻における）物理量は、一つのクラスタ内のシナリオ間でばらつきが大きい場合がある。シナリオ管理部 103 は、上記のような物理量のばらつきの大きい地点（又は地点及び時刻の組み合わせ）を、重要スポットとして抽出する。

[0095] 例えば氾濫シミュレーションの場合、一つのシナリオクラスタに含まれるシナリオにおける堤防の決壊地点及び浸水域等はおおむね類似すると考えられる。しかし、シミュレーション対象の地域のうち、比較的標高の高い地点では、シナリオクラスタ内のいずれのシナリオでも全く浸水せず、比較的標高の低い地点ではすべてのシナリオで浸水し、中程度の標高の地点に関しては、シナリオクラスタに含まれる一部のシナリオでは浸水し、残りのシナリオでは浸水しない、という場合がある。

[0096] クラスタ内でのある地点の物理量（例えば浸水深）のばらつきが大きいことは、シミュレーション条件のわずかな相違に応じて、その地点で計算される物理量が大きく異なる可能性があること、すなわち、その地点の物理量を精度よく推定するためには、他の地点より精密な推定を行う必要があること

を意味する。このため、シミュレーション結果のばらつきの大きい地点（上記の例では中程度の標高の地点）が、精密な推定を必要とする重要スポットとして抽出される。

[0097] 具体的には、シナリオ管理部 103 は、シナリオクラスタ内のシナリオの物理量のばらつきを示す指標（例えば分散値）が所定の条件を満たす（例えば所定の値を超える）地点及び時刻を、重要スポットとして抽出してもよい。後述するシナリオ合成処理において、重要スポットの物理量は、実際にセンサ 120 等によって計測されたデータを用いてより精密に推定される。

[0098] シナリオクラスタにおいて、ある地点の物理量のばらつきが時刻にかかわらず大きい場合もあるが、特定地点の特定の時刻の物理量のみがばらつきが大きい場合もあり、後者の場合には、当該特定の地点及び特定の時刻の組み合わせが重要スポットとして抽出される。以下、重要スポットとして地点及び時刻の組み合わせが抽出された場合を例として説明するが、地点のみが抽出された場合（言い換えるとある地点と全時刻の範囲との組み合わせが重要スポットとして抽出された場合）にも以下の説明を適用することができる。

[0099] 以上でシナリオクラスタ生成処理が終了する。シナリオ管理部 103 は、図 11A～図 11D を参照して後述するように、シナリオクラスタ生成処理の結果をシナリオ DB 104 に格納する。

[0100] 図 11A は、本発明の第 1 の実施形態のシナリオ DB 104 に含まれるシナリオクラスタリングテーブル 1100 の説明図である。

[0101] シナリオクラスタリングテーブル 1100 は、シナリオ ID 1101 及びシナリオクラスタ ID 1102 を含む。シナリオ ID 1101 は、各シナリオの識別情報であり、図 9B のシナリオ ID 911 等に対応する。シナリオクラスタ ID 1102 は、各シナリオが属するシナリオクラスタの識別情報であり、これがクラスタリング（ステップ 1002）の結果に相当する。

[0102] 図 11B は、本発明の第 1 の実施形態のシナリオ DB 104 に含まれるシナリオクラスタ管理テーブル 1110 の説明図である。

[0103] シナリオクラスタ管理テーブル 1110 は、シナリオクラスタ ID 111

1、地物ID1112、クラスタ内平均値1113及びクラスタ内分散値1114を含む。

[0104] シナリオクラスタID1111は、各シナリオクラスタの識別情報であり、図11AのシナリオクラスタID1102に対応する。

[0105] 地物ID1112は、各シナリオクラスタに属するシナリオにおいて、物理量と対応付けられる地物の識別情報である。例えば、図9Cの例のように水深等の物理量が道路に対応付けられる場合、地物ID1112は道路IDである。また、シナリオにおいて物理量がグリッドに対応付けられる場合（例えば図7参照）には、地物ID1112はグリッドIDである。あるいは、地物ID1112は、建物の識別情報等であってもよい。

[0106] クラスタ内平均値1113及びクラスタ内分散値1114は、それぞれ、各シナリオクラスタに属するシナリオの各地物に対応付けられた物理量の平均値及び分散値である。これらは、クラスタ統計量算出処理（ステップ1003）によって算出された値である。

[0107] なお、図11Bは、シナリオクラスタ管理テーブル1110の代表的な形態を例示したものであり、実際には例えば図11Cに示すように種々のバリエーションがあり得る。

[0108] 図11Cは、本発明の第1の実施形態のシナリオDB104に含まれるシナリオクラスタ管理テーブル1110の具体例の説明図である。

[0109] 図11Cに示すシナリオクラスタ管理テーブル1120は、図9A～図9Cに示すシナリオをクラスタリングすることによって得られたシナリオクラスタに関するシナリオクラスタ管理テーブル1110の具体例であり、シナリオクラスタID1121、道路ID1122、時刻1123、平均水深1124及び平均流速1125を含む。

[0110] シナリオクラスタID1121は、各シナリオクラスタの識別情報であり、図11BのシナリオクラスタID1111に対応する。

[0111] 道路ID1122は、各道路902の識別情報であり、図11Bの地物ID1112に対応する。

- [0112] 時刻 1 1 2 3 は、各シナリオに含まれる物理量に関連付けられる時刻であり、図 9 C の時刻 9 2 3 に対応する。
- [0113] 平均水深 1 1 2 4 及び平均流速 1 1 2 5 は、各道路 9 0 2 に関連付けられる各時刻の水深及び流速のシナリオクラスタ内の平均値であり、図 1 1 B のクラスタ内平均値 1 1 1 3 に対応する。これらの値は、図 9 C の水深 9 2 4 及び流速 9 2 5 から算出される。
- [0114] シナリオクラスタ管理テーブル 1 1 2 0 は、さらに、水深及び流速の分散値を含んでもよい。
- [0115] 図 1 1 D は、本発明の第 1 の実施形態のシナリオ D B 1 0 4 に含まれる重要スポット管理テーブル 1 1 3 0 の説明図である。
- [0116] 重要スポット管理テーブル 1 1 3 0 は、シナリオクラスタ I D 1 1 3 1、道路 I D 1 1 3 2 及び時刻 1 1 3 3 を含む。
- [0117] シナリオクラスタ I D 1 1 3 1 は、各シナリオクラスタの識別情報であり、図 1 1 A のシナリオクラスタ I D 1 1 0 2 に対応する。
- [0118] 道路 I D 1 1 3 2 及び時刻 1 1 3 3 は、重要スポットとして抽出された地点及び時刻の組を識別する情報である。例えば、ある道路におけるある時刻の物理量（例えば水深又は流速）のシナリオクラスタ内の分散値が所定の値より大きい場合、その道路及び時刻の組が重要スポットとして抽出される。複数の重要スポットが抽出された場合には、複数の重要スポットを識別する道路 I D 及び時刻の複数の組が重要スポット管理テーブル 1 1 3 0 に登録される。
- [0119] 以上で事前処理（図 3 A）が終了する。続いて、リアルタイム処理（図 3 B）の詳細について説明する。
- [0120] 図 1 2 は、本発明の第 1 の実施形態の物理量推定システム 1 0 0 が実行するシナリオ合成処理のフローチャートである。この処理は、図 3 B のステップ 3 0 2 において実行される。
- [0121] 最初に、物理量推定システム 1 0 0 の入力受付部 1 0 5 が実物理量入力処理を実行する（ステップ 1 2 0 1）。実物理量入力処理の詳細については図

13等を参照して後述する。

[0122] 次に、物理量推定システム100のシナリオ合成部106がシナリオ合成処理を実行する（ステップ1202）。ステップ1202のシナリオ合成処理の詳細については図15等を参照して後述する。合成されたシナリオは合成シナリオDB107に格納される。

[0123] 次に、アプリケーションシステム140が誘導情報生成処理を実行する（ステップ1203）。誘導情報生成処理の詳細については図17を参照して後述する。

[0124] 図13は、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100が実行する実物理量入力処理のフローチャートである。この処理は、図12のステップ1201において実行される。

[0125] 入力受付部105は、目視情報受付処理（ステップ1301）及びセンサ情報受付処理（ステップ1302）を実行する。入力受付部105は、ステップ1301及び1302のどちらを先に実行してもよい。

[0126] 目視情報受付処理は、ユーザ等が現況入力システム130を介して入力したデータを、入力受付部105が、ネットワーク150B及びI/F205を介して受け付ける処理である。入力されるデータの例を図14Aに示す。

[0127] センサ情報受付処理は、センサ120から送信されたデータを、入力受付部105が、ネットワーク150B及びI/F205を介して受け付ける処理である。センサ120から送信されるデータの例を図14Bに示す。

[0128] 図14Aは、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100が現況入力システム130から受け付けるデータの説明図である。

[0129] 物理量推定システム100の入力受付部105が現況入力システム130から受け付ける目視情報のデータ1400は、例えば、地点1401、時刻1402及び浸水程度1403を含む。

[0130] 地点1401は、ユーザ等が目視（又は体感）によって物理量を観測した地点であり、座標値等であってもよいが、町名及び番地のような情報であってもよい。町名及び番地が入力された場合、物理量推定システム100が地

図情報（図示省略）を参照してそれを座標値（又は座標値の範囲）に変換することができる。

[0131] 時刻 1 4 0 2 は、ユーザ等が目視（又は体感）によって物理量を観測した時刻である。

[0132] 浸水程度 1 4 0 3 は、ユーザ等が目視（又は体感）によって観測した、河川の氾濫等による浸水の程度（すなわち浸水深）を示す情報である。浸水程度 1 4 0 3 は、例えば「50センチメートル」のような具体的な数値であってもよいが、ユーザ等の目視による観測の精度は低いと考えられるため、例えば「浸水なし」「床下浸水」又は「床上浸水」の3段階のいずれかを示す情報であってもよい。

[0133] 上記のデータ 1 4 0 0 は一例であり、入力受付部 1 0 5 は、例えば地震の揺れの程度を示す情報等、ユーザ等の目視（又は体感）によって観測され、現況入力システム 1 3 0 から送信された任意の物理量に関するデータを受け付けることができる。例えば地震の場合、目視情報のデータ 1 4 0 0 は、浸水程度 1 4 0 3 の代わりに、ユーザ等が体感した震度を含んでもよい。

[0134] 図 1 4 B は、本発明の第 1 の実施形態の物理量推定システム 1 0 0 がセンサ 1 2 0 から受け付けるデータの説明図である。

[0135] 図 1 4 B には、物理量推定システム 1 0 0 の入力受付部 1 0 5 がセンサ 1 2 0 から受け付けるデータの一例として、浸水センサ（すなわち液面検知センサ）から送付されるデータ 1 4 1 0 を示す。データ 1 4 1 0 は、センサ I D 1 4 1 1、時刻 1 4 1 2 及び水深 1 4 1 3 を含む。

[0136] センサ I D 1 4 1 1 は、データ 1 4 1 0 を送信したセンサ 1 2 0 の識別情報である。物理量推定システム 1 0 0 は各センサ 1 2 0 が設置された位置を特定する情報（座標値等）を保持しているため、センサ I D 1 4 1 1 に基づいてセンシングが行われた地点を特定することができる。

[0137] 時刻 1 4 1 2 は、センサ 1 2 0 によるセンシングが行われた時刻である。

[0138] 水深 1 4 1 3 は、センサ 1 2 0 によってセンシングされた水深である。

[0139] 上記のデータ 1 4 1 0 は一例であり、入力受付部 1 0 5 は、例えば震度等

、センサ１２０から送信された任意の物理量に関するデータを受け付けることができる。例えば震度が送信される場合、データ１４１０は、水深１４１３の代わりに震度を含む。

[0140] 図１５は、本発明の第１の実施形態の物理量推定システム１００が実行するシナリオ合成処理のフローチャートである。この処理は、図１２のステップ１２０２において実行される。

[0141] 最初に、物理量推定システム１００のシナリオ合成部１０６は、現況シナリオ特徴量算定処理を実行する（ステップ１５０１）。具体的には、シナリオ合成部１０６は、実物理量入力処理（ステップ１２０１）において入力された物理量（すなわち実際にセンサ１２０によって計測された物理量及びユーザ等によって入力された物理量）の特徴量を計算する。例えば、シナリオ合成部１０６は、実物理量入力処理において入力された物理量を対象として、図１０のステップ１００１と同様の処理を行ってもよい。

[0142] 次に、シナリオ合成部１０６は、シナリオクラスタ判定処理を実行する（ステップ１５０２）。具体的には、シナリオ合成部１０６は、ステップ１５０１において抽出された特徴量と、シナリオＤＢ１０４に格納されたシナリオクラスタの特徴量との類似度を計算し、最も類似度の高いシナリオクラスタを選択する。ここで、シナリオクラスタの特徴量は、シナリオクラスタに含まれるシナリオの特徴量の代表値、例えば、図１０のステップ１００１において抽出された特徴量の各要素をシナリオクラスタ内で平均することによって得られる値を要素として含むベクトルであってもよい。

[0143] なお、一般に、センサ１２０又は現況入力システム１３０による物理量の観測が行われる地点及び時刻の組み合わせの数は、シミュレーションによって物理量が計算される地点及び時刻の組み合わせの数よりずっと少ない。このため、シナリオ合成部１０６は、実物理量入力処理（ステップ１２０１）において入力された物理量が観測された地点及び時刻に対応する地点及び時刻の各シナリオの物理量に基づいてシナリオクラスタの特徴量を計算し、ステップ１５０２においてそのシナリオクラスタの特徴量と現況シナリオ特徴

量との類似度を計算してもよい。

[0144] ステップ1501において抽出された特徴量及びシナリオクラスタの特徴量はいずれもベクトルであるため、それらのベクトル間の距離の近さを類似度の高さとして扱うことができる。なお、ここで用いる距離としては、マハラノビス距離など、多変量解析の分野で知られている距離の定義を用いてもよい。

[0145] 次に、シナリオ合成部106は、重要スポット情報推定処理を実行する（ステップ1503）。この処理は、重要スポットの物理量を、ステップ1502において選択されたクラスタに含まれる全シナリオの物理量と、実物理量入力処理（ステップ1201）において入力された物理量と、に基づいて推定する処理である。具体的には、シナリオ合成部106は、ステップ1502において選択されたシナリオクラスタに含まれる全シナリオの重要スポットの物理量について、それらの物理量と、重要スポットの地点及び時刻に対応するステップ1201において入力された物理量と、の類似度に基づく重み付け演算（具体的には例えば重み付け平均）を行うことによって、重要スポットにおける物理量の期待値を計算する。

[0146] ここで、類似度は、重要スポットにおけるシナリオの物理量とそれに対応するステップ1201において入力された物理量との距離（差）の逆数であってもよい。例えば、あるシナリオ（ここではシナリオAと記載する）の重要スポットの物理量とステップ1201において入力された物理量との距離を、全シナリオの重要スポットの物理量とステップ1201において入力された物理量との距離の合計値で除算した値を、シナリオAの重要スポットの物理量の重みとして計算してもよい。シナリオ合成部106は、同様の重みをシナリオクラスタ内の全シナリオの重要スポットの物理量について計算し、それによって重み付けされた物理量の平均値を、当該シナリオクラスタの重要スポットの物理量の期待値として計算することができる。

[0147] 次に、シナリオ合成部106は、物理量推定処理を実行する（ステップ1504）。具体的には、シナリオ合成部106は、重要スポット以外の地点

及び時刻（以下、非重要スポットとも記載する）については、それぞれの地点及び時刻における、選択されたシナリオクラスタの代表値を、それぞれの地点及び時刻における物理量として推定し、重要スポットについては、ステップ1503における重み付け演算によって計算された期待値を、当該重要スポットの地点及び時刻における物理量として推定し、それらの推定した物理量を含むシナリオを新たに生成する。このようにして生成されたシナリオは、上記のように、重み付け演算等によって複数のシナリオを合成することによって得られた物理量を含むため、合成シナリオと記載される。シナリオ合成部106は、生成した合成シナリオを合成シナリオDB107に格納する。

[0148] ここで、重要スポット以外の地点及び時刻における、選択されたシナリオクラスタの代表値とは、その地点及び時刻における、選択されたシナリオクラスタに含まれる複数のシナリオの物理量を代表する値であり、具体的にはそれらの複数のシナリオのうちいずれか一つの物理量であってもよいし、複数のシナリオの物理量の統計量であってもよい。例えば、代表値は、選択されたシナリオクラスタ内の全シナリオの物理量の平均値であってもよいし、選択されたシナリオクラスタ内の全シナリオのうち、ステップ1501において抽出された特徴量との類似度が最も高いシナリオの物理量であってもよいし、選択されたシナリオクラスタ内の全シナリオのうち、ステップ1501において抽出された特徴量との類似度が所定の値以上の複数のシナリオの物理量の平均値であってもよい。また、統計量として、平均値以外の値（例えば中央値等）を使用してもよい。

[0149] なお、上記の選択されたシナリオクラスタ内の全シナリオの物理量の平均値とは、シナリオクラスタ内の全シナリオの物理量に同一の重みを付けて重み付け平均を行った結果と言い換えることもできる。ステップ1501において抽出された特徴量との類似度が最も高いシナリオの物理量とは、ステップ1501において抽出された特徴量との類似度が最も高いシナリオの物理量に0以外の重みを付け、他の物理量に0の重みを付けて重み付け平均を行

った結果と言い換えることもできる。ステップ1501において抽出された特徴量との類似度が所定の値以上の複数のシナリオの物理量の平均値とは、ステップ1501において抽出された特徴量との類似度が所定の値以上の複数のシナリオの物理量に0以外の同一の重みを付け、他の物理量に0の重みを付けて重み付け平均を行った結果と言い換えることもできる。このように、非重要スポットにおける物理量の推定も、重み付け演算によって求めることができるが、重みの値を決定する方法が重要スポットにおけるものとは異なる。

[0150] シナリオ合成部106は、非重要スポットにおける物理量を推定する計算量をさらに削減するため、時刻の間引き又はシナリオの間引きを行ってもよい。前者を実行する場合、シナリオ合成部106は、非重要スポットのすべての時刻における代表値を計算する代わりに、一部の時刻（例えば所定の間隔で間引きされた一部の時刻）の代表値を計算し、その他の時刻の物理量は、計算された代表値の値を補完することによって推定する。後者を実行する場合、シナリオ合成部106は、上記のような類似度によらずに、シナリオクラスタに含まれる複数のシナリオの一部を選択し、選択されたシナリオの非重要スポットにおける物理量の平均値を代表値として計算してもよい。時刻の間引き及びシナリオの間引きを組み合わせてもよい。

[0151] 重要スポット以外の地点及び時刻における物理量のシナリオクラスタ内でのばらつきは小さいため、どのシナリオの物理量を代表値として選択しても、あるいは平均値を代表値として計算しても、推定の結果は大きく変わらない。これに対して、重要スポットにおける物理量のシナリオクラスタ内でのばらつきは大きい場合、ステップ1201において入力された物理量（すなわちリアルタイムで実測された物理量）に基づく重み付け平均によって物理量が推定される。これによって、実測された物理量に整合する高精度の物理量推定を行うことができる。

[0152] 図16は、本発明の第1の実施形態の物理量推定システム100が実行するシナリオ合成処理の概念の説明図である。

- [0153] 例えば、道路１６０１にいくつかのセンサ１６０２が設置されている場合に、シナリオ合成部１０６は、それらのセンサ１６０２から取得された物理量の特徴量を現況シナリオ特徴量として計算する（ステップ１５０１）。
- [0154] そして、シナリオ合成部１０６は、現況シナリオ特徴量との類似度が最も高い特徴量を有するシナリオクラスタを選択する（ステップ１５０２）。
- [0155] 続いて、シナリオ合成部１０６は、そのシナリオクラスタの重要スポットについては、センサ１６０２から取得された物理量に基づく、選択されたシナリオクラスタ内の全シナリオ１６１０の物理量の重み付け平均によって期待値を計算する（ステップ１５０３）。
- [0156] 一方、重要スポット以外の地点及び時刻については、シナリオ合成部１０６は、現況シナリオに最も類似するシナリオの物理量（又は、選択されたシナリオクラスタ内の全シナリオ１６１０の物理量の、重み付けをしない平均値）を物理量の期待値として取得する。
- [0157] そして、シナリオ合成部１０６は、重要スポット及びそれ以外の地点及び時刻のそれぞれの物理量の期待値（すなわち推定された物理量）を合成することによって合成シナリオ１６２０を生成し、それを合成シナリオＤＢ１０７に格納する（ステップ１５０４）。
- [0158] 物理量推定システム１００のシナリオ配信部１０８は、必要に応じて（例えばアプリケーションシステム１４０からの要求に応じて）、合成シナリオＤＢ１０７に格納された合成シナリオ（例えば上記の合成シナリオ１６２０）をアプリケーションシステム１４０に配信する。
- [0159] 図１７は、本発明の第１の実施形態のアプリケーションシステム１４０が実行する誘導情報生成処理のフローチャートである。
- [0160] 図１７には、アプリケーションシステム１４０が提供するアプリケーションの一例として、河川等が氾濫した（又はこれから氾濫すると予想される）時に、避難等のためにユーザを誘導するアプリケーションを示す。このため、図１７に示す例において、アプリケーションシステム１４０は、公知のナビゲーションシステム等が有するものと同様の道路ネットワークデータ（図

示省略) 及びそれに基づく経路探索機能を有する。

[0161] 最初に、アプリケーションシステム 140 は、経路コスト算定処理を実行する(ステップ 1701)。このとき、アプリケーションシステム 140 は、シナリオ配信部 108 から配信された合成シナリオ(例えば図 16 の合成シナリオ 1620)を参照する。図 16 に例示する合成シナリオ 1620 は、氾濫シミュレーションの結果を含むため、推定された物理量として各道路の浸水深の値を含む。そこで、アプリケーションシステム 140 は、例えば、浸水深の値が 0 より大きい(又は所定の値より大きい)道路を、通行不可能な道路と判定して、その道路が経路探索によって選択されないように、道路ネットワークデータを変更する。

[0162] 例えば、アプリケーションシステム 140 は、通行不可能と判定された道路に、通行止め等の、通行を禁止する情報を設定してもよい。あるいは、アプリケーションシステム 140 は、通行不可能と判定された道路のコストを、その道路が経路探索結果として選択されない程度に十分に大きい値に変更してもよい。

[0163] そして、アプリケーションシステム 140 は、上記のように変更された道路ネットワークデータを参照して、例えば、ユーザの現在地から所定の避難場所までの経路のコストを計算する。

[0164] 次に、アプリケーションシステム 140 は、ステップ 1701 において計算された経路コストに基づいて、経路探索処理を実行し、その結果を出力する(ステップ 1702)。例えば、アプリケーションシステム 140 は、経路探索処理の結果を、ネットワーク 150D を介して、ユーザが保持する移動体端末 304 に送信してもよい。

[0165] 以上で誘導情報生成処理が終了する。なお、上記のような誘導情報生成処理は一例であり、アプリケーションシステム 140 は、合成シナリオを利用して種々の処理を実行することができる。

[0166] 以上のように、本発明の第 1 の実施形態の物理量推定システム 100 は、種々の条件に基づいて物理量を推定するシミュレーションを実行し、各シミ

ュレーション条件とそれに基づくシミュレーション結果との組をシナリオとして保持し、そのようにして得られた多数のシナリオをクラスタリングし、各クラスタ内の物理量のばらつきの大きい地点及び時刻を重要スポットとして特定しておく。そして、物理量推定システム１００は、センサ等によって観測された物理量を含むリアルタイムデータを取得すると、取得したリアルタイムデータの特徴量と類似するクラスタを特定し、そのクラスタの重要スポットにおける物理量をリアルタイムデータに基づいて推定し、重要スポットにおける推定された物理量と、重要スポット以外の地点及び時刻におけるそのクラスタの物理量の代表値（例えば平均値）と、からなる合成シナリオを生成する。この合成シナリオに含まれる物理量が、現在までにセンサ１２０等から取得された物理量に基づく現在及び未来の各時刻における各地点の推定された物理量である。

[0167] 上記の処理のうち、物理量推定システム１００がセンサ１２０等から取得したリアルタイムデータを用いなければ実行できないのは、クラスタの特定及び重要スポットにおける物理量の推定のみであり、シミュレーションの実行から重要スポットの特定までは、リアルタイムデータを取得する前に実行しておくことができる。これによって、リアルタイムデータの取得後に実行すべき計算の量を削減することができるため、高速に物理量を推定し、その物理量に基づいて、迅速に避難情報等を提供することができる。また、クラスタ内の物理量のばらつきが大きい重要スポットについては、センサ１２０等から取得された物理量に基づく推定を行うことによって、より尤もらしい推定結果を得ることができる。

[0168] <第２の実施形態>

図１８は、本発明の第２の実施形態の計算機システムの構成を示す機能ブロック図である。

[0169] 本実施形態の計算機システムは、物理量推定システム１８００、シミュレータ１８１０、シナリオ例入力システム１１０、センサ１２０、現況入力システム１３０及びアプリケーションシステム１４０によって構成される。シ

ミュレータ 1810 はネットワーク 150E を介して、シナリオ例入力システム 110 はネットワーク 150A を介して、センサ 120 及び現況入力システム 130 はネットワーク 150B を介して、アプリケーションシステム 140 はネットワーク 150C を介して、それぞれ物理量推定システム 100 に接続される。

[0170] 本実施形態の計算機システムのうち、物理量推定システム 1800、シミュレータ 1810 及びネットワーク 150E 以外の構成は、図 1 において同一の符号を付された構成と同一の機能を有するため、それらの説明は省略する。

[0171] 物理量推定システム 1800 は、シミュレータ 102 を有さず、シミュレータ通信部 1801 及びシミュレータリスト 1802 を有する点を除いて、第 1 の実施形態の物理量推定システム 100 と同一である。上記以外の物理量推定システム 1800 の構成は、図 1 において同一の符号を付された構成と同一の機能を有するため、それらの説明は省略する。

[0172] シミュレータ通信部 1801 は、シミュレータ 1810 との通信を実行する機能を有する。その詳細については、図 20 を参照して後述する。

[0173] シミュレータリスト 1802 は、所望のシミュレーションを実行するシミュレータを特定する情報を含む。具体的には、シミュレータリスト 1802 は、例えば、シミュレーション条件生成部によって生成された境界条件に基づくシミュレーションを実行できるシミュレータ 1810 を特定する情報（例えばそのシミュレータ 1810 のアドレス）等のリストであってもよい。

[0174] シミュレータ 1810 は、第 1 の実施形態のシミュレータ 102 と同様の機能を有する。ただし、第 1 の実施形態のシミュレータ 102 は、物理量推定システム 100 のプロセッサ 201 が物理量推定システム 100 の記憶装置 206 に格納されたプログラムを実行することによって実現したが、本実施形態のシミュレータ 1810 は、物理量推定システム 100 以外の計算機によって実現される。本実施形態の計算機システムは、それぞれが異なる種類のシミュレーションを実行する複数のシミュレータ 1810 を有してもよ

い。

[0175] ネットワーク１５０Ｅは、シミュレータ１８１０と物理量推定システム１８００との間の通信を可能にするものであれば、どのようなものであってもよい。例えば、ネットワーク１５０Ｅは、ネットワーク１５０Ａ、１５０Ｂ及び１５０Ｃのいずれかと同種のものであってもよい。また、図１には三つのネットワーク１５０Ａ、１５０Ｂ、１５０Ｃ及び１５０Ｅを示したが、これらが一つのネットワークによって実現されてもよい。以下の説明においてネットワーク１５０が参照された場合、それは、ネットワーク１５０Ａ、１５０Ｂ、１５０Ｃ及び１５０Ｅのいずれか、又は、ネットワーク１５０Ａ、１５０Ｂ、１５０Ｃ及び１５０Ｅを実現する一つのネットワークである。

[0176] 物理量推定システム１８００のハードウェア構成は、図２に示した第１の実施形態の物理量推定システム１００と同様であるため、図示を省略する。ただし、物理量推定システム１８００の記憶装置２０６には、シミュレータ１０２が格納されず、シミュレータ通信部１８０１を実現するプログラム及びシミュレータリスト１８０２が格納される。以下の説明においてシミュレータ通信部１８０１が実行する処理は、実際にはプロセッサ２０１によって実行される。

[0177] 次に、本実施形態の物理量推定システム１８００が実行する処理について説明する。

[0178] 物理量推定システム１８００は、事前処理（図１９Ａ）及びリアルタイム処理（図１９Ｂ）を実行する。これらの処理は、第１の実施形態の事前処理（図３Ａ）及びリアルタイム処理（図３Ｂ）と同様の目的で実行される。

[0179] 図１９Ａは、本発明の第２の実施形態の物理量推定システム１８００が実行する事前処理のフローチャートである。

[0180] 物理量推定システム１８００は、シナリオＤＢ構築処理を実行する（ステップ１９０１）。これによってシナリオＤＢ１０４が構築される。シナリオＤＢ構築処理の詳細については図２０等を参照して後述する。

[0181] 図１９Ｂは、本発明の第２の実施形態の物理量推定システム１８００が実

行するリアルタイム処理のフローチャートである。

[0182] 物理量推定システム 1800 は、シナリオ DB 104 を参照してシナリオ合成処理を実行し（ステップ 1902）、その結果を合成シナリオ DB 107 に格納する。本実施形態のシナリオ合成処理は、第 1 の実施形態と同様である。

[0183] アプリケーションシステム 140 は、合成シナリオ DB 107 を参照して種々のアプリケーションを実行することができる。例えば、アプリケーションシステム 140 は、合成シナリオ DB 107 を参照して被害推定表示処理を実行し（ステップ 1903）、生成した誘導情報を、ネットワーク 150 F を介して被害状況可視化端末 1904 に送信してもよい。被害推定表示処理の詳細については図 24 を参照して後述する。

[0184] ここで、被害状況可視化端末 1904 は、アプリケーションシステム 140 のユーザが所持するパーソナルコンピュータ等の端末装置である。ネットワーク 150 F は、アプリケーションシステム 140 と移動体端末 304 との間の通信を可能にするものであれば、どのようなものであってもよい。

[0185] ここで、事前処理（図 19 A）の詳細について説明する。

[0186] 図 20 は、本発明の第 2 の実施形態の物理量推定システム 1800 が実行するシナリオ DB 構築処理のフローチャートである。この処理は、図 19 A のステップ 1901 において実行される。

[0187] 最初に、シミュレーション条件生成部 101 がシミュレーション条件生成処理を実行する（ステップ 401）。この処理は、第 1 の実施形態のシミュレーション条件生成部 101 が実行するものと同様であるため（図 5 参照）、ここでは説明を省略する。

[0188] 次に、シミュレータ通信部 1801 が、必要シミュレータ選択処理（ステップ 2001）及びシミュレーション実行依頼処理（ステップ 2002）を実行する。

[0189] 必要シミュレータ選択処理（ステップ 2001）は、ステップ 401 において生成された境界条件に基づくシミュレーションを実行するシミュレータ

1810を選択する処理である。具体的には、シミュレータ通信部1801は、シミュレータリスト1802を参照して、生成された境界条件に適合するシミュレータ1810を選択する。

[0190] シミュレーション実行依頼処理（ステップ2002）は、選択されたシミュレータ1810にシミュレーション処理の実行を依頼する処理である。具体的には、シミュレータ通信部1801は、ステップ2001において選択されたシミュレータ1810に、ステップ401において生成された境界条件を含むシミュレーション処理実行依頼を送信し、そのシミュレータ1810からシミュレーション処理結果を受信する。

[0191] シミュレータ1810は、ステップ401において生成され、シミュレータ通信部1801から送信された境界条件に従ってシミュレーション処理を実行する（ステップ402）。第1の実施形態のシミュレータ102と同様に、本実施形態のシミュレータ1810は種々のシミュレーションを実行することができる。したがって、シミュレータ通信部1801は、図7に示すようなシミュレーション処理結果を受信してもよいが、本実施形態では別のシミュレーション処理結果（具体的には、シミュレータ1810の一つである津波シミュレータによる津波シミュレーション処理の結果）の例について後述する（図21参照）。

[0192] 次に、シナリオ管理部103が、ステップ402において得られたシミュレーション結果を用いてシナリオDB104を構築する（ステップ403）。さらに、シナリオ管理部103は、シナリオDB104に格納されたシナリオを参照して、シナリオクラスタを生成し、その結果をシナリオDB104に格納する（ステップ404）。これらの処理は、第1の実施形態のシナリオ管理部103が実行するものと同様であるため（図8及び図10参照）、ここでは説明を省略する。したがって、これらの処理によって、シナリオDBに図9B、図9C及び図11A～図11Dに示すようなシナリオが格納されてもよいが、本実施形態では別のシナリオの例について後述する（図22A～図22D参照）。

[0193] 図21は、本発明の第2の実施形態のシミュレータ1810が実行するシミュレーション処理の一例である津波シミュレーションの説明図である。

[0194] 図21に示すグリッド2101は、図7に示すグリッド701と同様である。図21の津波シミュレーションの処理結果2110に含まれるグリッドID2111、時刻2112、水深2113及び流速2114は、それぞれ、図7の氾濫シミュレーションの処理結果710に含まれるグリッドID711、時刻712、水深713及び流速714と同様である。このため、これらについての説明は省略する。ただし、図21の水深2113及び流速2114は、河川等の氾濫によるものではなく、津波による浸水深及び水の流れる速度である。

[0195] 本実施形態のシナリオ管理部103が実行するシナリオDB構築処理（ステップ403）及びシナリオクラスタ生成処理（ステップ404）の手順は、第1の実施形態のシナリオ管理部103によって実行されるものと同様である。シナリオDB構築処理（ステップ403）及びシナリオクラスタ生成処理（ステップ404）の詳細は、それぞれ図8及び図10に示した通りである。これによって、本実施形態の物理量推定システム1800は、図9A～図9Cに示すものと同様のシナリオDB104を構築し、図11A～図11Dに示すものと同様のシナリオクラスタの生成及び重要スポットの抽出をすることもできる。ただし、本実施形態では、第1の実施形態の道路被災シナリオとは別の例として、図21の処理結果2110に基づいて構築される震災津波シナリオについて、図22A～図22Dを参照して説明する。

[0196] 図22Aは、本発明の第2の実施形態の物理量推定システム1800によって作成されるシナリオの説明図である。図22Aに示す複数のグリッド2201は、図21に示すグリッド2101と同等である。

[0197] 図22Bは、本発明の第2の実施形態のシナリオDB104に含まれるシナリオ管理テーブル2210の説明図である。

[0198] シナリオ管理テーブル2210は、シナリオID2211及び地震条件データ2212を含む。シナリオID2211は、各シナリオの識別情報（I

D)である。地震条件データ2212は、シナリオを構築する元になったシミュレーション処理のシミュレート条件（又は境界条件）に相当し、例えば、震源地及び地震の規模などの、地震（及びそれに起因する津波）の初期条件に関するデータである。津波シミュレーション以外のシミュレーションに基づくシナリオの場合は、その元になったシミュレーションの初期条件が地震条件データ2212の代わりに登録される。

[0199] 図22Cは、本発明の第2の実施形態のシナリオDB104に含まれる水深管理テーブル2220の説明図である。

[0200] 水深管理テーブル2220は、シナリオID2221、グリッドID2222、時刻2223、水深2224及び流速2225を含む。

[0201] シナリオID2221は、各シナリオの識別情報であり、図22BのシナリオID2211に対応する。

[0202] グリッドID2222は、シミュレーション対象の空間内の各グリッド2201の識別情報であり、図21のグリッドID2111に対応する。

[0203] グリッドID2222によって識別されるグリッドの、時刻2223が示す時刻における浸水深及び水の流れる速度（具体的には例えば流速のx方向成分及びy方向成分）が、それぞれ水深2224及び流速2225として格納される。

[0204] シナリオ管理部103は、図20のステップ403（より詳細には、ステップ403に含まれる図8のステップ802）において、図21の処理結果2110に基づいて、水深管理テーブル2220に登録される情報を算定する。

[0205] 図22Cに示す水深管理テーブル2220は、一つのシナリオの、一つのグリッドに関する、一つの時刻における水深及び流速を示す。ステップ802では、一つのシナリオについて、シミュレーション対象の地域内の各グリッドの各時刻における水深及び流速が算定され、それぞれの値を含む複数の水深管理テーブル2220がシナリオDB104に格納される。

[0206] 図22Dは、本発明の第2の実施形態のシナリオDB104に含まれるス

スマートメータ故障管理テーブル 2230 の説明図である。

- [0207] 本実施形態のシミュレータ通信部 1801 は、一つ（又は複数）のシミュレータ 1810 から取得したシミュレーション処理結果を、シナリオ管理部 103 だけでなく、シミュレーション条件生成部 101 に渡してもよい。あるシミュレータ 1810 によるシミュレーションの結果に基づいて別のシミュレータ 1810 のシミュレート条件を生成する方法を定義する情報がシミュレーション条件生成部 101 に入力されている場合、シミュレーション条件生成部 101 は、その情報と、シミュレータ通信部 1801 から渡されたシミュレーション処理結果と、に基づいて、新たな境界条件を生成し、それをシミュレータ通信部 1801 に入力する。
- [0208] シミュレーションの結果に基づいて別のシミュレート条件を生成する方法を定義する情報の一例は、河川の氾濫又は津波等による各地点の浸水深と、その地点に設置されたセンサ 120 の一種であるスマートメータの故障発生確率との関係である。スマートメータが設置された施設等が浸水した場合、スマートメータへの電力の供給が停止する、スマートメータに浸水して動作が停止する、又はスマートメータが流失する、といった故障のためにそのスマートメータがデータを送信できなくなる確率が上昇する。一般に、浸水深が深くなるほど、スマートメータの故障発生確率は高くなる。
- [0209] 例えば、シミュレーション条件生成部 101 は、上記のような関係に基づいて生成した境界条件をシミュレータ通信部 1801 に入力する。シミュレータ通信部 1801 は、入力された境界条件を含むシミュレーション実行依頼を、適切に選択されたシミュレータ 1810（例えば電力シミュレータ）に送信し、シミュレーション処理結果を受信する。このようにして受信したシミュレーション処理結果は、例えば、各地点においてスマートメータの故障が発生する時刻の情報を含んでもよい。
- [0210] 図 22D には、上記のようなシミュレーション処理結果に基づいて生成されるスマートメータ故障管理テーブル 2230 の例を示す。この例において、スマートメータ故障管理テーブル 2230 は、シナリオ ID 2231、メ

ータ I D 2 2 3 2 及び故障時刻 2 2 3 3 を含む。

[0211] シナリオ I D 2 2 3 1 は、各シナリオの識別情報であり、図 2 2 B のシナリオ I D 2 2 1 1 に対応する。

[0212] メータ I D 2 2 3 2 は、各スマートメータの識別情報である。

[0213] 故障時刻 2 2 3 3 は、各スマートメータが故障すると思われる時刻であり、シミュレーション条件生成部 1 0 1 によって生成された境界条件に基づいてシミュレータ 1 8 1 0 が実行したシミュレーションの処理結果として得られた値である。

[0214] このようにして生成された各シナリオは、少なくとも、津波シミュレータに入力された境界条件と、その境界条件に基づく津波シミュレータによるシミュレーション結果と、そのシミュレーション結果に基づいて生成された境界条件が入力された電力シミュレータによるシミュレーション結果と、の組を含み、さらに、電力シミュレータの境界条件を含んでもよい。

[0215] 本実施形態のシナリオ管理部 1 0 3 は、図 2 2 A ～図 2 2 D に示すシナリオを対象として、図 1 0 に示すシナリオクラスタ生成処理を実行する。これによって、スマートメータ故障管理テーブル 2 2 3 0 における故障時刻 2 2 3 3 を含むシナリオ特徴量が計算され（ステップ 1 0 0 1）、その特徴量に基づくクラスタリングが行われ（ステップ 1 0 0 2）、生成されたシナリオクラスタの統計量が算出され（ステップ 1 0 0 3）、シナリオクラスタの重要スポットが抽出される（ステップ 1 0 0 4）。

[0216] 本実施形態のシナリオ合成処理（ステップ 1 9 0 2）の手順は、第 1 の実施形態のシナリオ合成処理（ステップ 3 0 2）と同様である。したがって、本実施形態の入力受付部 1 0 5 及びシナリオ合成部 1 0 6 は、図 1 2 に示す実物理量入力処理（ステップ 1 2 0 1）及びシナリオ合成処理（ステップ 1 2 0 2）を順次実行する。実物理量入力処理及びシナリオ合成処理の詳細は、それぞれ図 1 3 及び図 1 5 に示した通りである。これによって、本実施形態の物理量推定システム 1 8 0 0 は、図 1 4 A、図 1 4 B 及び図 1 6 に例示したものと同一処理を実行することもできる。ただし、本実施形態では、上

記のものとは別の例として、スマートメータから得られるデータも利用してシナリオを合成する処理の例を説明する。このため、本実施形態のステップ1201において入力されるデータとして、第1の実施形態と異なる例を図23A～図23Cに示す。

[0217] 図23Aは、本発明の第2の実施形態の物理量推定システム1800が現況入力システム130から受け付けるデータの説明図である。

[0218] 物理量推定システム1800の入力受付部105が現況入力システム130から受け付ける目視情報のデータ2300は、例えば、地点2301、時刻2302及び浸水程度2303を含む。この目視情報のデータ2300は、図14Aに示した目視情報のデータ1400と同様であるため、説明を省略する。

[0219] 図23Bは、本発明の第2の実施形態の物理量推定システム1800がセンサ120から受け付けるデータの説明図である。

[0220] 図23Bには、物理量推定システム1800の入力受付部105がセンサ120から受け付けるデータの一例として、浸水センサ（すなわち液面検知センサ）から送付されるデータ2310を示す。データ2310は、センサID2311、時刻2312及び水深2313を含む。このデータ2310は、図14Bに示した浸水センサから送付されるデータ1410と同様であるため、説明を省略する。

[0221] 図23Cは、本発明の第2の実施形態の物理量推定システム1800が別の種類のセンサ120から受け付けるデータの説明図である。

[0222] 図23Cには、物理量推定システム1800の入力受付部105がセンサ120から受け付けるデータの一例として、スマートメータから送付されるデータ2320を示す。データ2320は、メータID2321、時刻2322及び消費電力2323を含む。

[0223] メータID2321は、データ2320を送信したセンサ120（すなわちスマートメータ）の識別情報である。物理量推定システム1800は各スマートメータが設置された位置を特定する情報（座標値等）を保持している

ため、メータID2321に基づいてセンシングが行われた地点を特定することができる。

[0224] 時刻2322は、スマートメータによるセンシングが行われた時刻である。

[0225] 消費電力2323は、スマートメータによってセンシングされた（すなわちスマートメータが設置された施設等の）消費電力量（例えばワット／時間）である。河川の氾濫又は津波等によって、スマートメータが設置された施設等が浸水した場合、スマートメータの故障のためにデータ2320を送信できなくなる確率が上昇する。物理量推定システム1800は、例えば、あるスマートメータからデータ2320を受信できない時間が所定の長さを超えた場合、そのスマートメータが故障したと判定してもよい。

[0226] 本実施形態のシナリオ合成部106は、データ2320に基づくスマートメータの故障の判定結果を含む現況シナリオ特徴量を計算し（ステップ1501）、その現況シナリオ特徴量と、ステップ1002で生成されたシナリオクラスタの特徴量とに基づいて、現況シナリオ特徴量に最も類似するシナリオクラスタを選択する。さらに、シナリオ合成部106は、選択したシナリオクラスタの重要スポットについて、第1の実施形態と同様の方法によって重要スポット情報推定処理を実行し（ステップ1503）、その結果と、ステップ1502において選択されたシナリオクラスタの代表値とを含む合成シナリオを生成し（ステップ1504）、生成した合成シナリオを合成シナリオDB107に格納する。

[0227] 図24は、本発明の第2の実施形態のアプリケーションシステム140が実行する被害地域情報生成処理のフローチャートである。

[0228] 図24には、アプリケーションシステム140が提供するアプリケーションの一例として、津波による被害を受けた地域（又はこれから被害を受けると予想される地域）を表示するアプリケーションを示す。

[0229] 具体的には、アプリケーションシステム140は、水深可視化処理を実行する（ステップ2401）。この処理は、アプリケーションシステム140

が、シナリオ配信部 108 から配信された合成シナリオの、各地点（グリッド）の、各時刻の浸水深を参照し、その浸水深をアプリケーションシステム 140 の出力装置 204（例えば画像表示装置）から出力する処理である。例えば、浸水深は、数値によって表示されてもよいし、地図上の記号、図形又は色彩等によって表示されてもよい。

[0230] 以上で被害地域情報生成処理が終了する。なお、上記のような被害地域情報生成処理は一例であり、アプリケーションシステム 140 は、合成シナリオを利用して種々の処理（例えば第 1 の実施形態と同様の誘導情報生成処理）を実行することができる。

[0231] 以上の本発明の第 2 の実施形態によれば、物理量推定システム 1800 がシミュレータ 102 を有しない場合であっても、外部のシミュレータ 1810 を利用して、第 1 の実施形態と同様の物理量推定を行うことができる。

[0232] また、あるシミュレータによるシミュレーションの結果と、別のシミュレータによるシミュレーションの入力条件とを関連付ける情報をあらかじめ設定しておくことによって、本実施形態の物理量推定システム 1800 は、センサ 120 等（例えばスマートメータ）から取得されたリアルタイムデータを、本来の目的とは異なる物理量の推定（例えば浸水深の推定）に利用することができる。

[0233] より詳細には、ある地域においてある事象が発生した場合に、その事象が当該地域内の複数の種類のセンサ 120 が取得するデータに影響を与える場合がある。例えば、ある地域において津波が発生し、それが原因で停電した場合、水位計（潮位計）は高い水位を計測し、スマートメータによって計測される電力量はゼロになる（又はスマートメータが故障することによってデータの送信が途絶える）。このように、複数種類のセンサが一つの事象に関連するデータを取得する場合がある。しかし、各種のセンサ 120 は、例えば、津波の検知、電力供給の制御又は課金、等の、それぞれに固有の目的のために使用されるものであり、それぞれのセンサ 120 が取得したデータを、それぞれのセンサ 120 の本来の目的を超えて、それらが設置された地域

に発生した事象に関連する物理量を推定するために利用することはできなかった。

[0234] 例えば、上記のように、水位計と、水位計が計測した値を条件として入力されると津波シミュレーションを実行する津波シミュレータと、スマートメータと、スマートメータが計測した値が条件として入力されると電力に関するシミュレーションを実行する電力シミュレータと、が用意されている場合に、スマートメータの計測結果を、津波シミュレーションによる浸水深の推定に利用することはできなかった。しかし、本実施形態によれば、上記のように、センサ１２０等から取得されたリアルタイムデータを、本来の目的とは異なる物理量の推定に利用することが可能になる。

[0235] これによって、十分な数のセンサ１２０が設置されていない場合であっても、物理量の推定の精度を向上させることができる。例えば、水位計は、河川及び港湾等には設置されていても、人の居住地域に設置されていることは少ない。一方、スマートメータ（電力計）は、人の居住地域に豊富に存在することが期待できる。スマートメータの計測値を津波による浸水深の推定に利用することによって、水位計の乏しい居住地域における津波による浸水深の推定の精度を向上させることができる。

[0236] なお、本発明の第１の実施形態と第２の実施形態の本質的な相違点は、シミュレータが物理量推定システムの内部にあるか否かだけである。このため、上記のようにセンサを本来の目的以外の目的に使用することは、第１の実施形態の物理量推定システム１００によっても実現することができる。

[0237] 上記の第１及び第２の実施形態ではシナリオのクラスタリング及び重要スポットの特定が行われるが、これらの実施形態の変形例として、クラスタリング等を省略する形態も考えられる。例えば、物理量を推定しようとする対象地域が比較的狭く、発生が予想される事象も限定されているような場合には、物理量推定システム１００（又は１８００）は、クラスタリングを行わずに（言い換えるとすべてのシナリオを一つのシナリオクラスタに属するものとみなして）物理量の推定を行うこともできる。このとき、物理量推定シ

ステム１００は、重要スポットの特定を実行してもよいが、これを実行せずに、すべての地点及び時刻について、類似度に基づく重み付け演算によるシナリオの合成を行ってもよい。

[0238] 上記の実施形態の各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、不揮発性半導体メモリ、ハードディスクドライブ、SSD (Solid State Drive) 等の記憶デバイス、または、ICカード、SDカード、DVD等の計算機読み取り可能な非一時的データ記憶媒体に格納することができる。

[0239] 本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施形態は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加えることも可能である。また、各実施形態の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

請求の範囲

[請求項1] シミュレーションの条件として入力された値と、前記入力された値に基づく所定のシミュレーションの結果として算出された、一つ以上の位置における物理量と、を含むシナリオを複数保持するシナリオ保持部と、

計測された物理量及び前記物理量が計測された位置に基づく所定の計算によって前記複数のシナリオに含まれる物理量を合成することによって、前記一つ以上の位置における物理量を推定するシナリオ合成部と、

前記推定された物理量を保持する合成シナリオ保持部と、を有することを特徴とする物理量推定システム。

[請求項2] 請求項1に記載の物理量推定システムであって、

前記シナリオ合成部は、前記計測された物理量及び前記物理量が計測された位置に基づく所定の計算として、前記計測された物理量と、前記複数のシナリオに含まれる、前記物理量が計測された位置における物理量との類似度に従って定めた重みを、前記複数のシナリオに含まれる物理量に付けた重み付け演算を実行することを特徴とする物理量推定システム。

[請求項3] 請求項2に記載の物理量推定システムであって、

前記複数のシナリオを、前記各シナリオに含まれる物理量に基づくクラスタリングによって、各々が複数のシナリオを含む複数のシナリオクラスタに分類し、前記各シナリオクラスタに含まれる複数のシナリオの前記各位置における物理量の統計量を算出し、前記各シナリオクラスタに含まれる複数のシナリオの前記各位置における物理量のばらつきが所定の値より大きい場合、前記各位置を重要スポットとして特定し、前記各シナリオが属する前記シナリオクラスタを特定する情報、及び、前記各シナリオクラスタの前記重要スポットを特定する情報を前記シナリオ保持部に格納するシナリオ管理部をさらに有し、

前記シナリオ合成部は、

前記各シナリオクラスタについて算出された前記統計量と、前記計測された物理量とを比較することによって、前記計測された物理量と最も類似するシナリオクラスタを特定し、

前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポットにおける物理量を、前記重み付け演算によって推定し、

前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポット以外の位置における物理量を、前記重要スポットにおいて使用されるものとは異なる重みを付けた重み付け演算によって推定することを特徴とする物理量推定システム。

[請求項4]

請求項3に記載の物理量推定システムであって、

第1の種類の前記シミュレーションの結果に含まれる前記一つ以上の位置における第1の種類の前記物理量に基づいて、第2の種類の前記シミュレーションの条件として入力される値を生成するシミュレーション条件生成部をさらに有し、

前記各シナリオは、少なくとも、前記第1の種類のシミュレーションの条件、前記第1の種類のシミュレーションの結果として得られる前記第1の種類の物理量、及び、前記第2の種類のシミュレーションの結果として得られる第2の種類の物理量を含み、

前記シナリオ合成部は、前記各シナリオクラスタについて算出された前記統計量と、第1の種類のセンサによって計測された前記第1の種類の物理量と、第2の種類のセンサによって計測された前記第2の種類の物理量と、を比較することによって、前記計測された物理量と最も類似するシナリオクラスタを特定することを特徴とする物理量推定システム。

[請求項5]

請求項4に記載の物理量推定システムであって、

入力された前記第1の種類の物理量に基づいて、一つ以上の位置における前記第1の種類の物理量を算出する第1の種類のシミュレータ

部と、入力された前記第2の種類の物理量に基づいて、一つ以上の位置における前記第2の種類の物理量を算出する第2の種類のシミュレータ部と、をさらに有することを特徴とする物理量推定システム。

[請求項6]

請求項3に記載の物理量推定システムであって、

一つの前記シミュレーション条件を入力されると、各々が、前記入力されたシミュレーション条件に含まれる値を含む範囲内の複数の値の各々を含む、複数のシミュレーション条件を生成するシミュレーション条件生成部をさらに有することを特徴とする物理量推定システム。

[請求項7]

請求項3に記載の物理量推定システムであって、

前記各シナリオクラスタについて算出された前記統計量は、前記各シナリオクラスタ内の前記複数のクラスタの各位置における前記物理量に同一の重みを付けて計算された平均値を含み、

前記シナリオ合成部は、

前記特定されたシナリオクラスタに含まれる前記複数のシナリオの前記重要スポットにおける物理量に、前記計測された物理量との類似度が高いほど大きい重みを付けて計算した平均値を、前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポットにおける物理量として推定し、

前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポット以外の位置について算出された前記統計量に含まれる平均値を、前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポット以外の位置における物理量として推定することを特徴とする物理量推定システム。

[請求項8]

請求項3に記載の物理量推定システムであって、

前記シナリオ合成部は、

前記特定されたシナリオクラスタに含まれる前記複数のシナリオの前記重要スポットにおける物理量に、前記計測された物理量との類似度が高いほど大きい重みを付けて計算した平均値を、前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポットにおける物理量として推定し、

前記特定されたシナリオクラスタに含まれる前記複数のシナリオの前記重要スポット以外の位置における物理量のうち、前記計測された物理量との類似度が最も高いものの重みとして0より大きい値を付け、それ以外の物理量の重みとして0を付けて計算した平均値を、前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポット以外の位置における物理量として推定することを特徴とする物理量推定システム。

[請求項9]

物理量推定システムが実行する物理量推定方法であって、

前記物理量推定システムは、プロセッサと、前記プロセッサに接続されるインターフェースと、前記プロセッサに接続される記憶装置と、を有し、

前記記憶装置は、シミュレーションの条件として入力された値と、前記入力された値に基づく所定のシミュレーションの結果として算出された、一つ以上の位置における物理量と、を含むシナリオを複数保持し、

前記物理量推定方法は、

前記インターフェースが、計測された物理量の入力を受ける第1手順と、

前記プロセッサが、前記計測された物理量及び前記物理量が計測された位置に基づく所定の計算によって前記複数のシナリオに含まれる物理量を合成することによって、前記一つ以上の位置における物理量を推定し、前記推定された物理量を前記記憶装置に格納する第2手順と、を含むことを特徴とする物理量推定方法。

[請求項10]

請求項9に記載の物理量推定方法であって、

前記第2手順は、前記プロセッサが、前記計測された物理量と、前記複数のシナリオに含まれる、前記物理量が計測された位置における物理量との類似度に従って定めた重みを、前記複数のシナリオに含まれる物理量に付けた重み付け演算を実行する手順を含むことを特徴とする物理量推定方法。

[請求項11]

請求項10に記載の物理量推定方法であって、

前記プロセッサが、前記複数のシナリオを、前記各シナリオに含まれる物理量に基づくクラスタリングによって、各々が複数のシナリオを含む複数のシナリオクラスタに分類し、前記各シナリオクラスタに含まれる複数のシナリオの前記各位置における物理量の統計量を算出し、前記各シナリオクラスタに含まれる複数のシナリオの前記各位置における物理量のばらつきが所定の値より大きい場合、前記各位置を重要スポットとして特定し、前記各シナリオが属する前記シナリオクラスタを特定する情報、及び、前記各シナリオクラスタの前記重要スポットを特定する情報を前記記憶装置に格納する第3手順をさらに含み、

前記第2手順は、

前記プロセッサが、前記各シナリオクラスタについて算出された前記統計量と、前記計測された物理量とを比較することによって、前記計測された物理量と最も類似するシナリオクラスタを特定する第4手順と、

前記プロセッサが、前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポットにおける物理量を、前記重み付け演算によって推定する第5手順と、

前記プロセッサが、前記特定されたシナリオクラスタの前記重要スポット以外の位置における物理量を、前記重要スポットにおいて使用されるものとは異なる重みを付けた重み付け演算によって推定する第6手順と、を含むことを特徴とする物理量推定方法。

[請求項12]

請求項11に記載の物理量推定方法であって、

前記プロセッサが、第1の種類の前記シミュレーションの結果に含まれる前記一つ以上の位置における第1の種類の前記物理量に基づいて、第2の種類の前記シミュレーションの条件として入力される値を生成する第7手順をさらに含み、

前記各シナリオは、少なくとも、前記第 1 の種類のシミュレーションの条件、前記第 1 の種類のシミュレーションの結果として得られる前記第 1 の種類の物理量、及び、前記第 2 の種類のシミュレーションの結果として得られる第 2 の種類の物理量を含み、

前記第 4 手順は、前記各シナリオクラスタについて算出された前記統計量と、第 1 の種類のセンサによって計測された前記第 1 の種類の物理量と、第 2 の種類のセンサによって計測された前記第 2 の種類の物理量と、を比較する手順を含むことを特徴とする物理量推定方法。

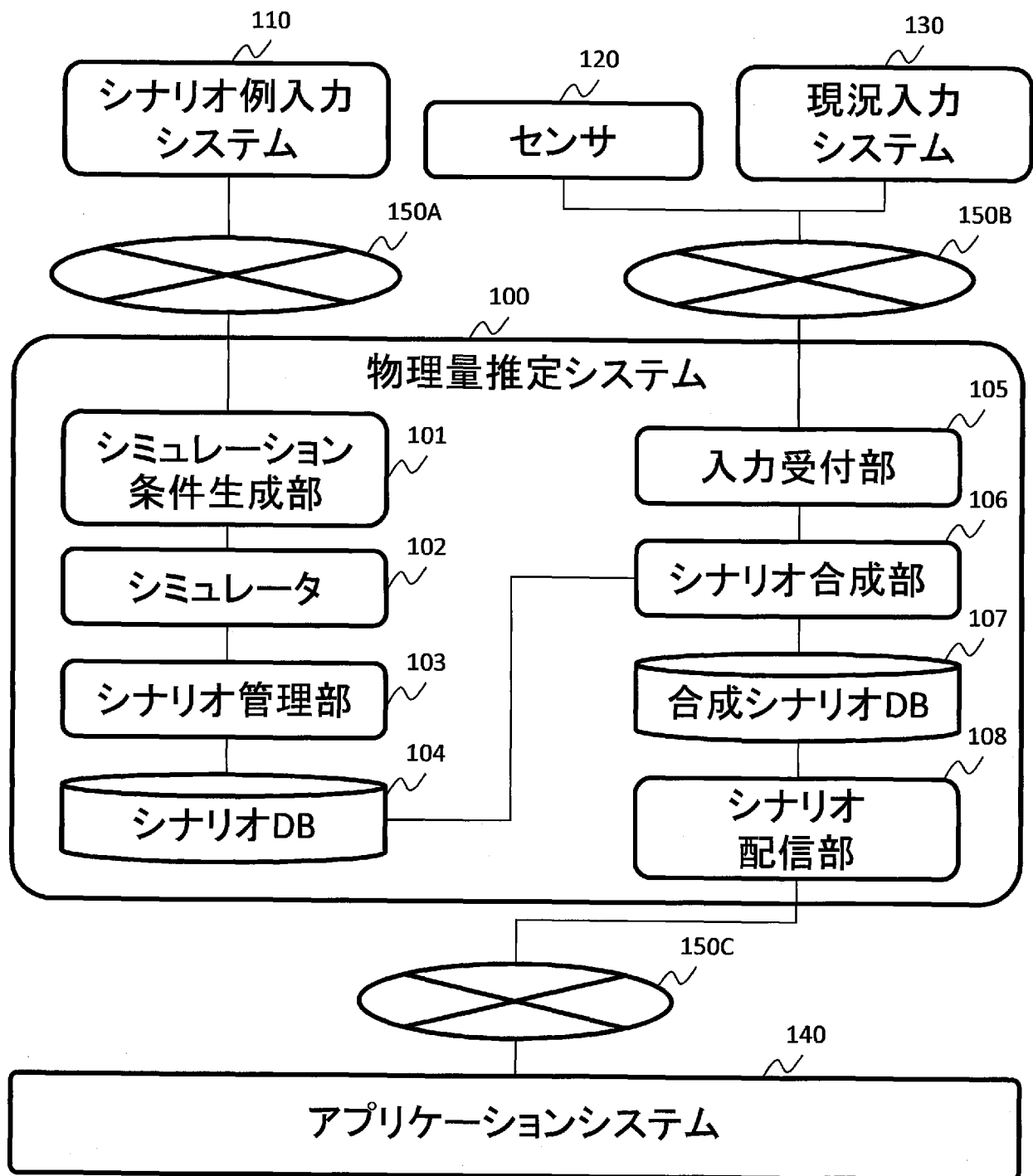
[請求項13]

請求項 1 2 に記載の物理量推定方法であって、

前記プロセッサが、入力された前記第 1 の種類の物理量に基づいて、一つ以上の位置における前記第 1 の種類の物理量を算出し、入力された前記第 2 の種類の物理量に基づいて、一つ以上の位置における前記第 2 の種類の物理量を算出する第 8 手順をさらに含むことを特徴とする物理量推定方法。

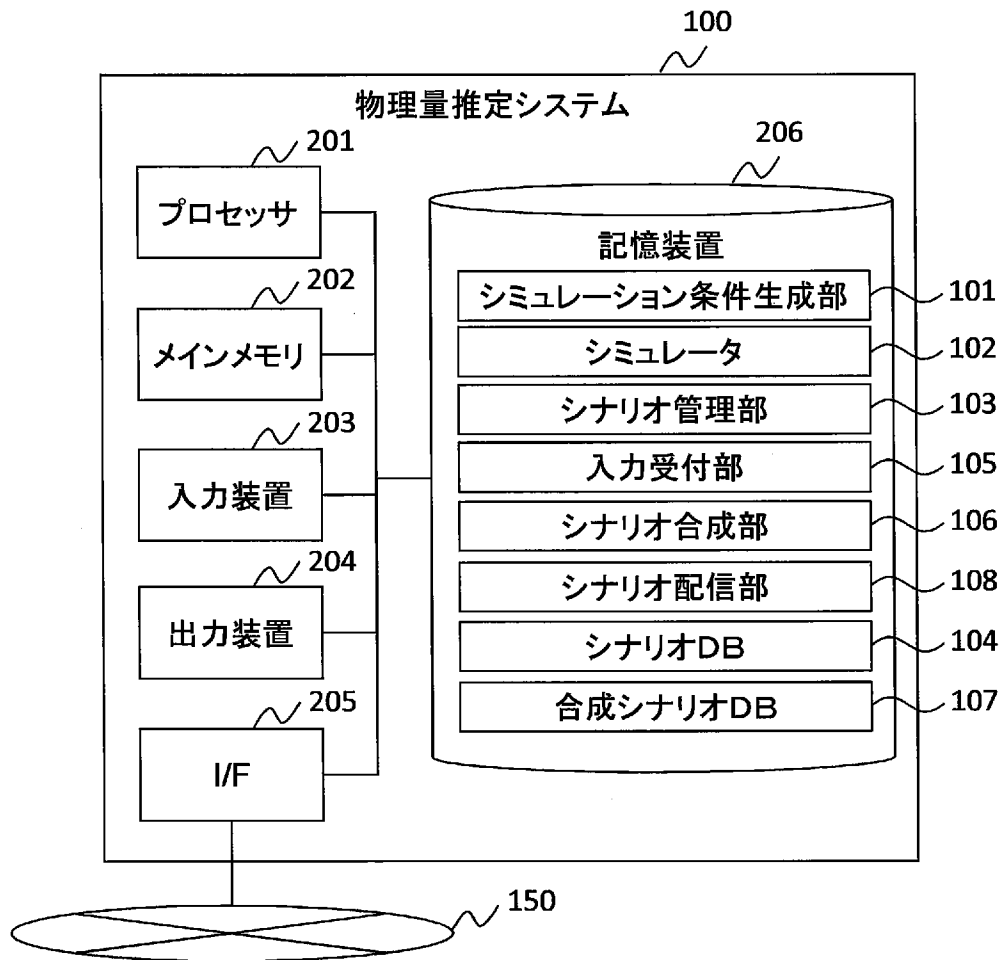
[図1]

全体システム構成



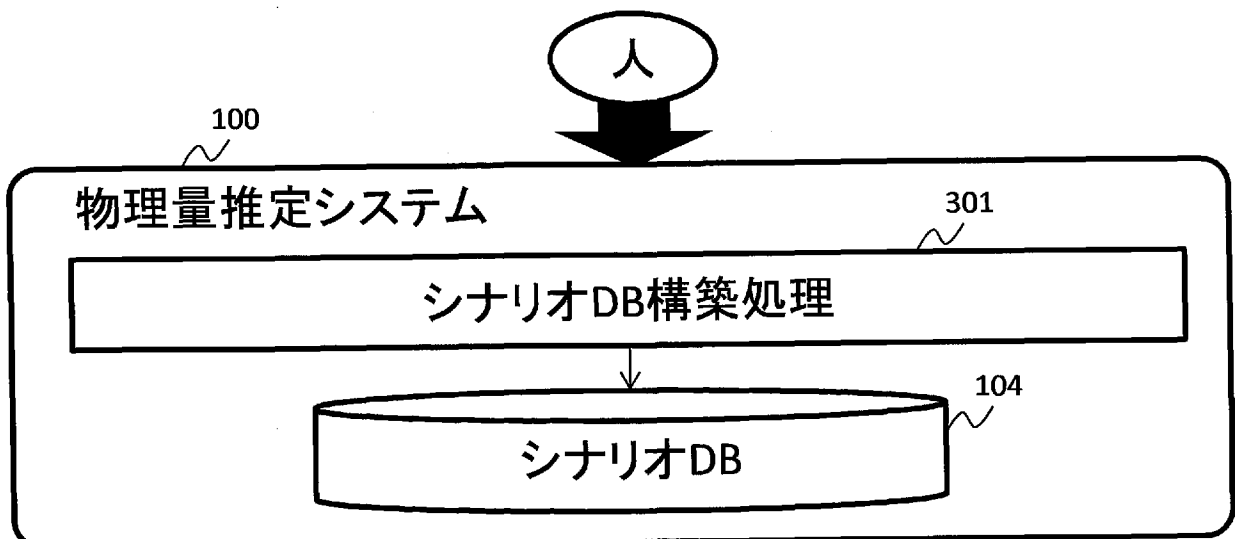
[図2]

物理量推定システムのハードウェア構成

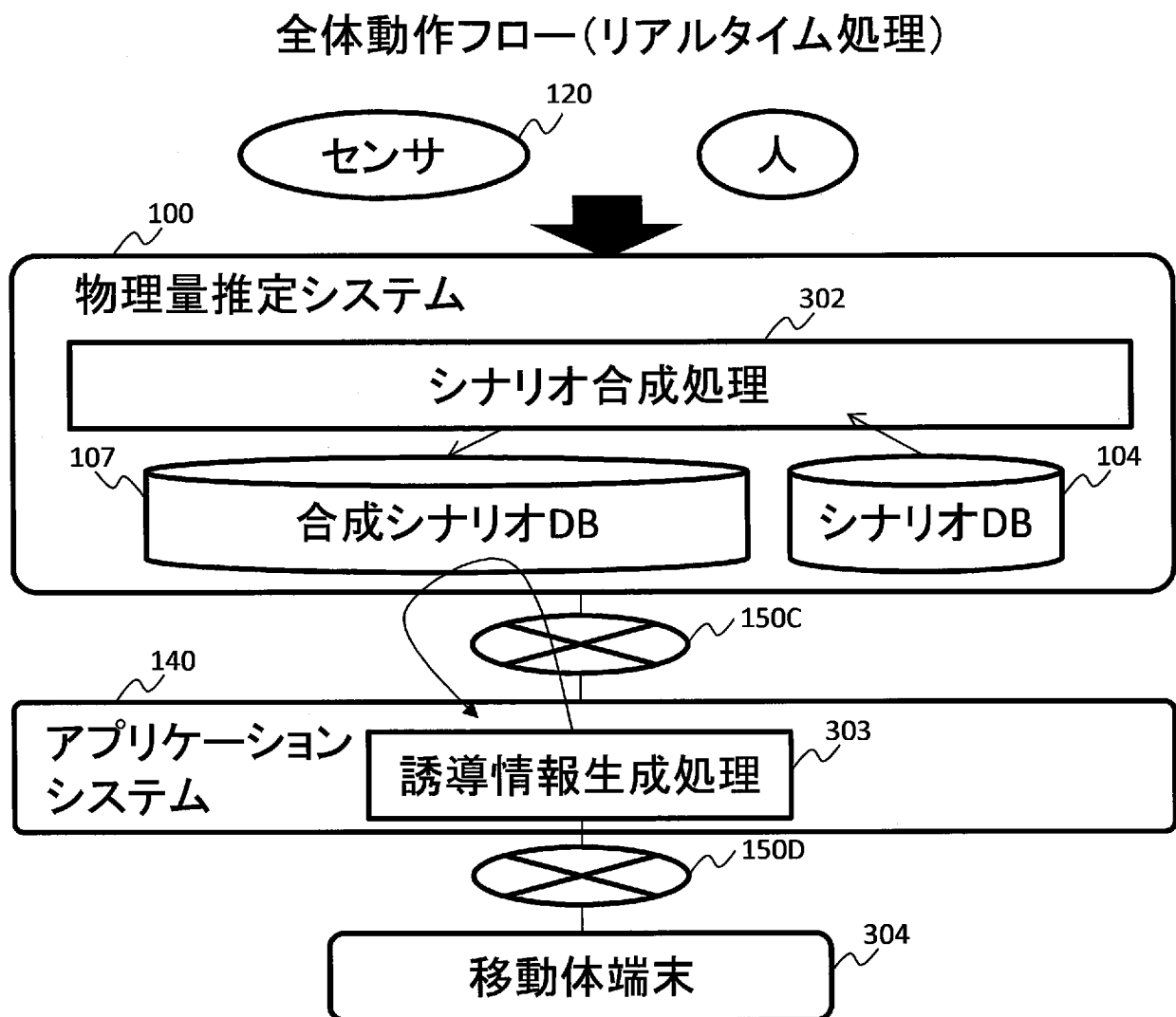


[図3A]

全体動作フロー(事前処理)

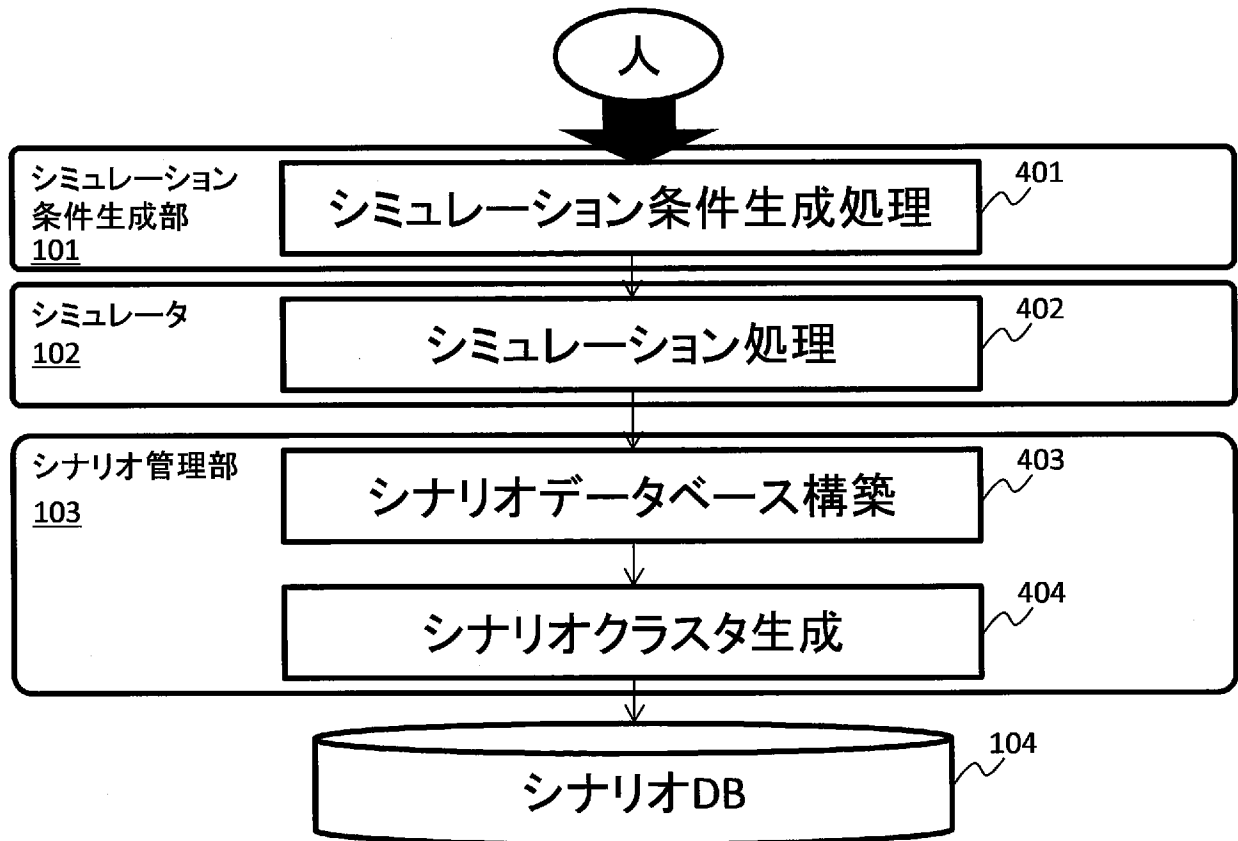


[図3B]



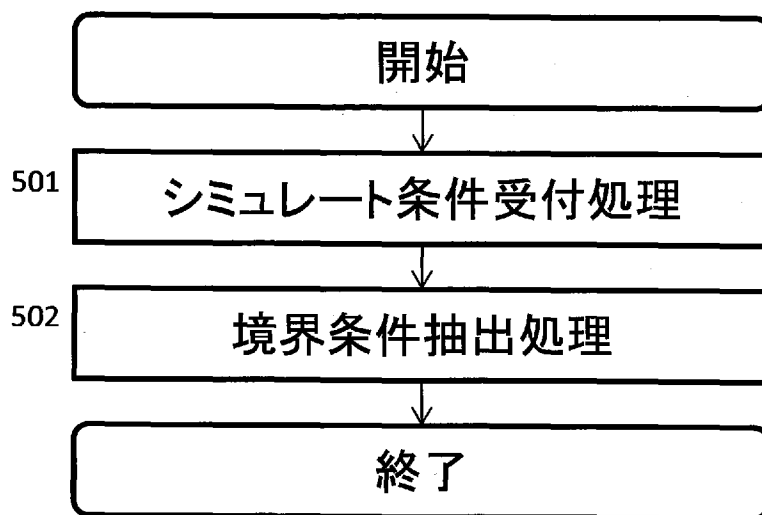
[図4]

シナリオDB構築処理フロー

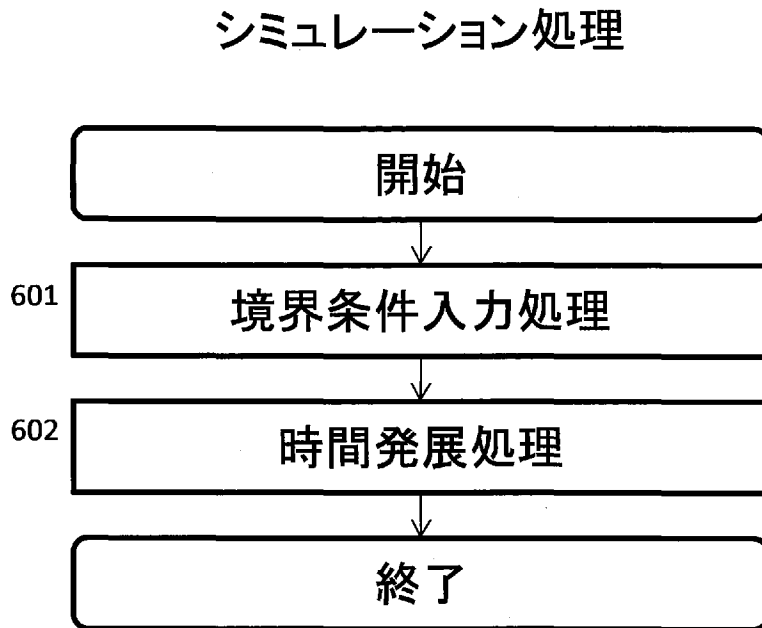


[図5]

シミュレーション条件生成処理



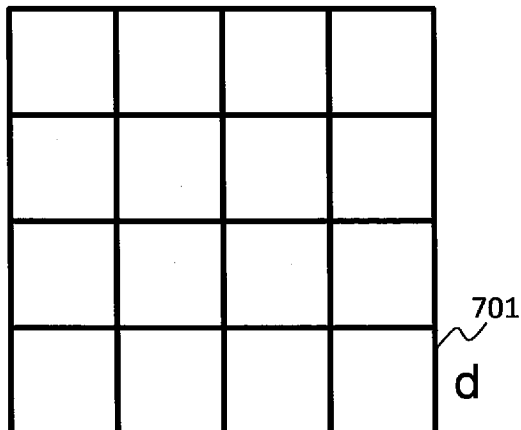
[図6]



[図7]

氾濫シミュレーションの例

氾濫シミュレーション結果



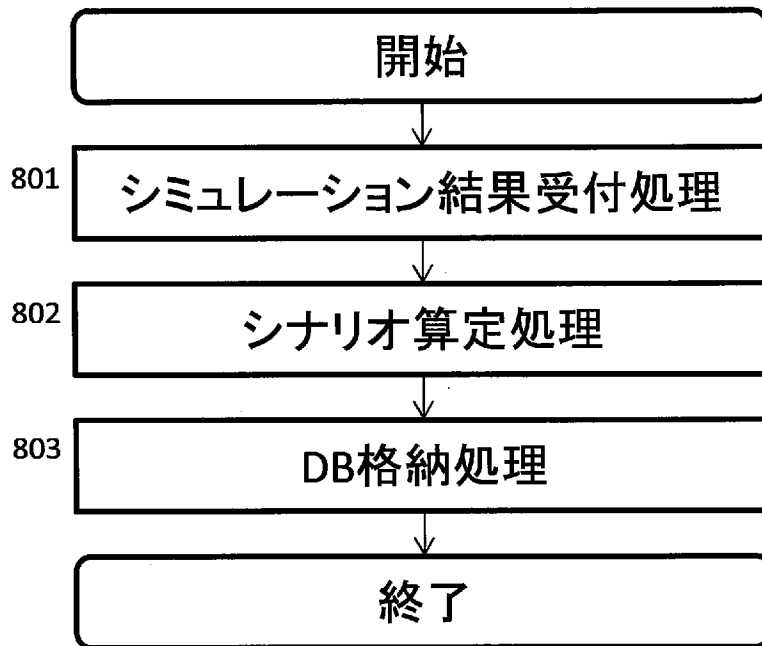
氾濫シミュレーションの処理結果の例

	項目名	内容
711～	1 グリッドID	各グリッドを特定するID(座標)
712～	2 時刻	時刻
713～	3 水深	浸水深
714～	4 流速	水の流れる速度(x,y)

710
↙

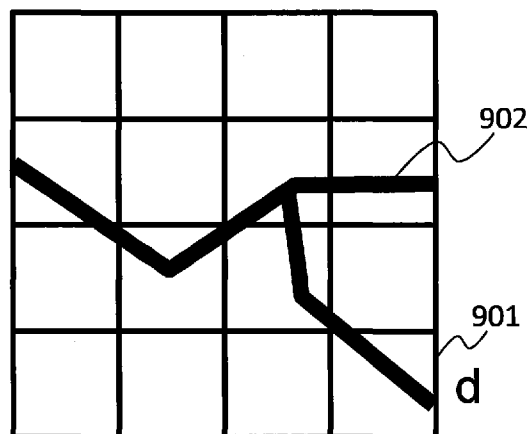
[図8]

シナリオDB構築処理



[図9A]

道路被災シナリオ



[図9B]

910
↙

シナリオDB(シナリオ管理テーブル)

	項目名	内容
911 ~	1	シナリオID
912 ~	2	氾濫条件データ
		河川の堤防が決壊した、降雨量が極端に大きくなった、などの氾濫の初期条件に関するデータ

[図9C]

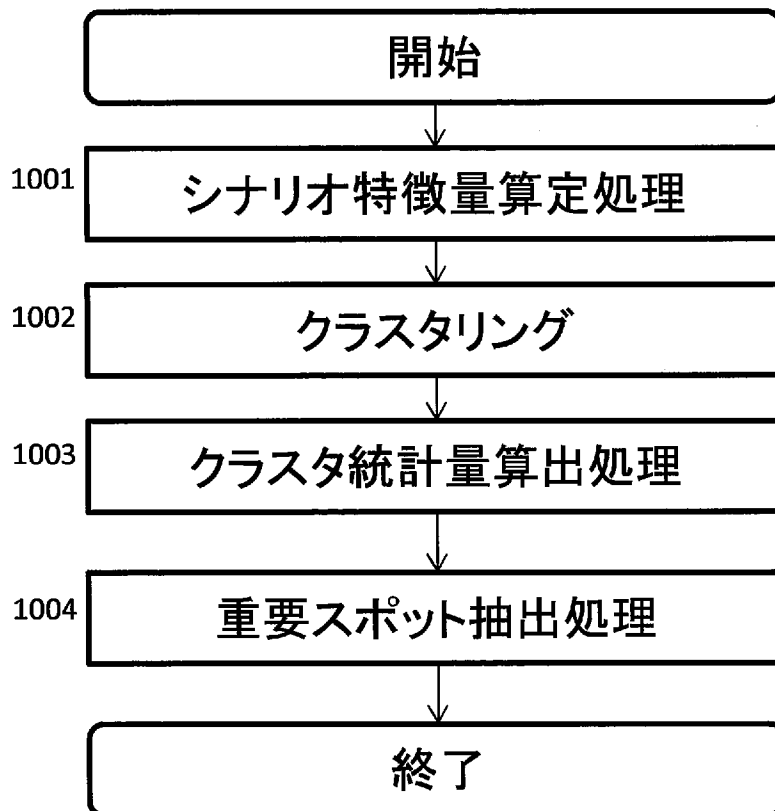
920
↙

シナリオDB(シナリオ物理量管理テーブル)

	項目名	内容
921 ~	1	シナリオID
922 ~	2	道路ID
923 ~	3	時刻
924 ~	4	水深
925 ~	5	流速
		水の流れる速度(x,y)

[図10]

シナリオクラスタ生成処理



[図11A]

シナリオDB(シナリオクラスタリングテーブル)

シナリオDB(シナリオクラスタリングテーブル)			1100
	項目名	内容	
1101	1 シナリオID	シナリオのID	
1102	2 シナリオクラスタID	クラスタリング結果のシナリオID	

[図11B]

1110

シナリオDB(シナリオクラス管理テーブル)

	項目名	内容
1111～	1 シナリオクラスID	シナリオクラスのID
1112～	2 地物ID	物理量をもつ地物のID
1113～	3 クラス内平均値	物理量の平均値
1114～	4 クラス内分散値	物理量の分散値

[図11C]

**道路浸水に関するシナリオDBの例
(シナリオクラス管理テーブルの一例)**

1120

	項目名	内容
1121～	1 シナリオクラスID	クラスタリング結果による シナリオクラスID
1122～	2 道路ID	道路のID
1123～	3 時刻	時刻
1124～	4 平均水深	クラス内の道路ID,時刻ごとの 平均浸水深
1125～	5 平均流速	クラス内の道路ID,時刻ごとの 平均流速

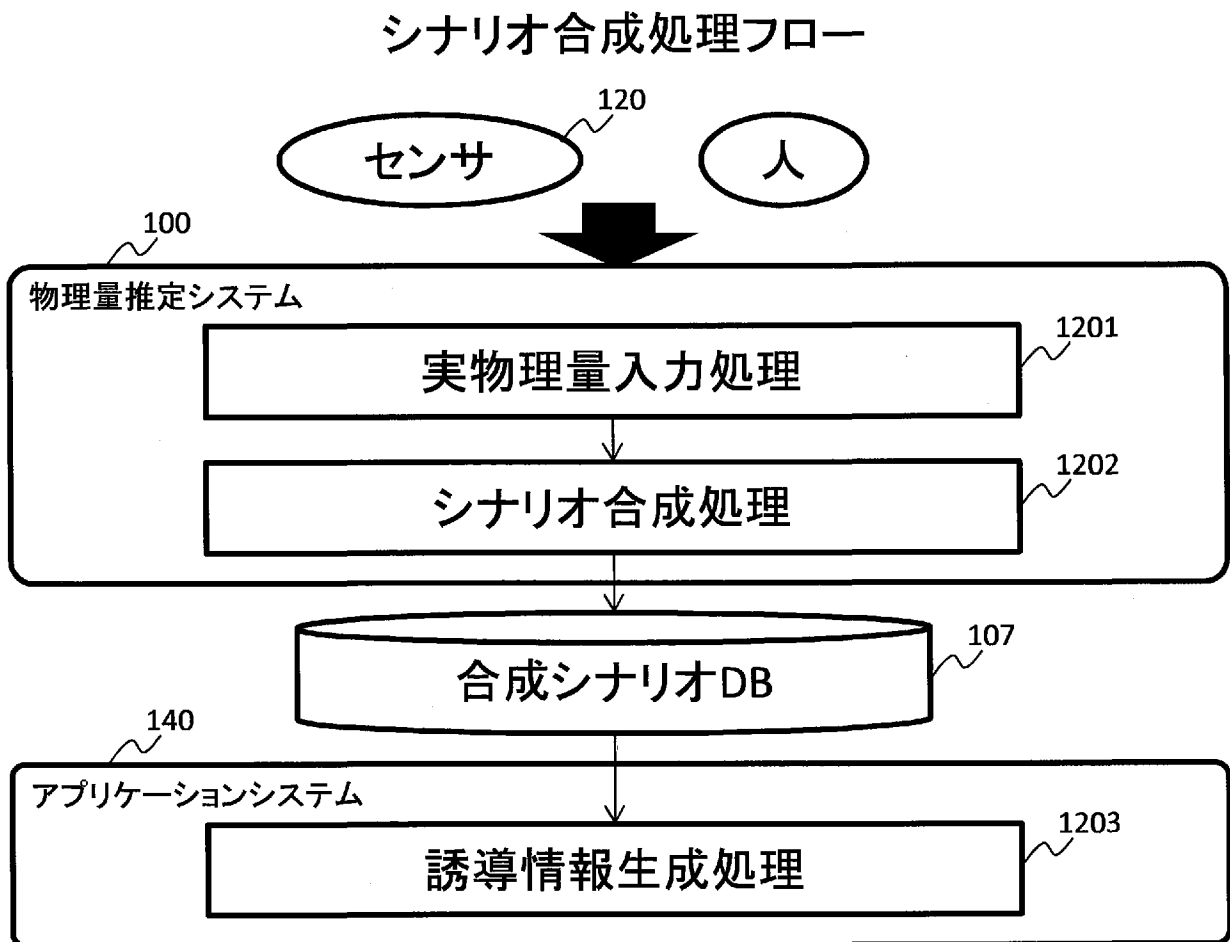
[図11D]

1130

シナリオDB(重要スポット管理テーブル)

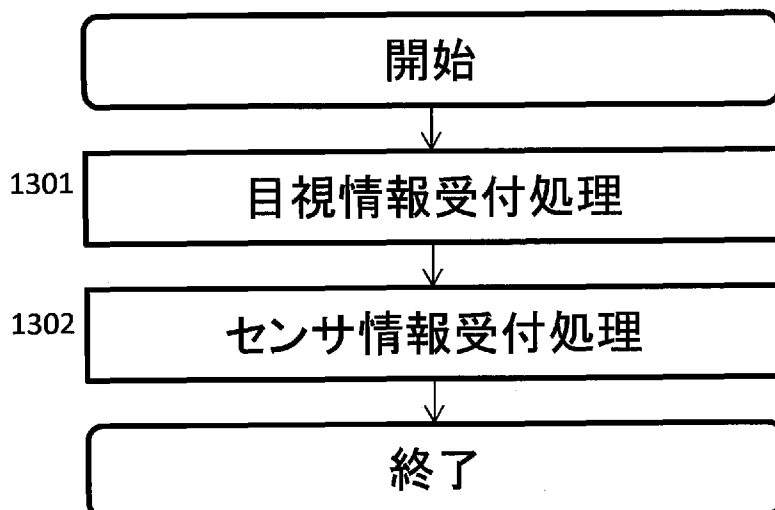
	項目名	内容
1131～	1 シナリオクラスID	クラスタリング結果による シナリオクラスID
1132～	2 道路ID	道路のID
1133～	3 時刻	時刻

[図12]



[図13]

実物理量入力処理



[図14A]

入力情報の一例

1400

目視情報のデータ

	項目名	内容
1401～	1 地点	目視確認を行った地点
1402～	2 時刻	目視確認を行った時刻
1403～	3 浸水程度	3段階での浸水程度表現

[図14B]

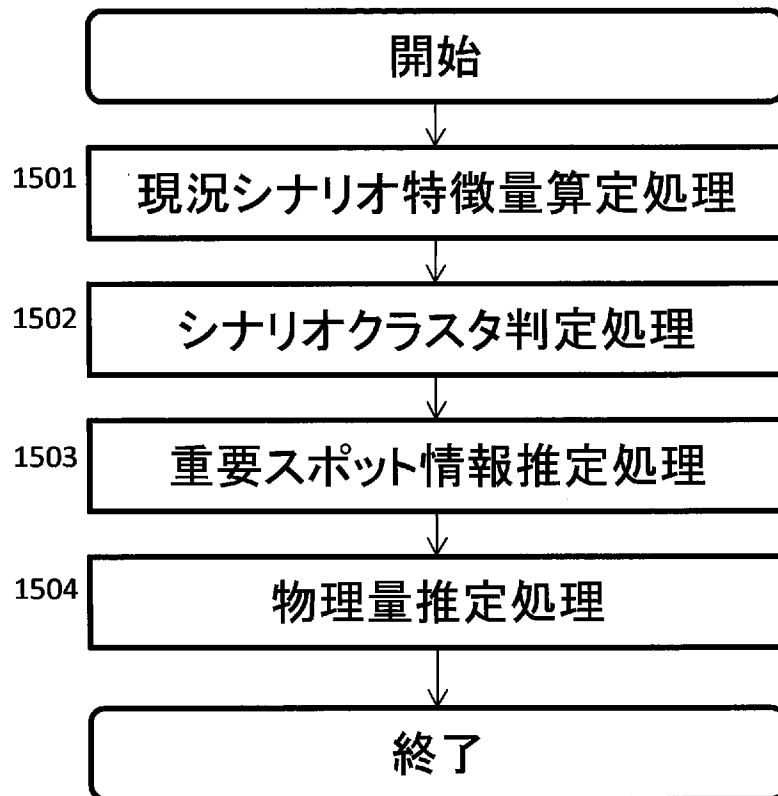
1410

浸水センサ(液面検知センサ)から送付されるデータ

	項目名	内容
1411～	1 センサID	センサのID(センサの設置個所と関連づけられている)
1412～	2 時刻	センシングされた時刻
1413～	3 水深	水深

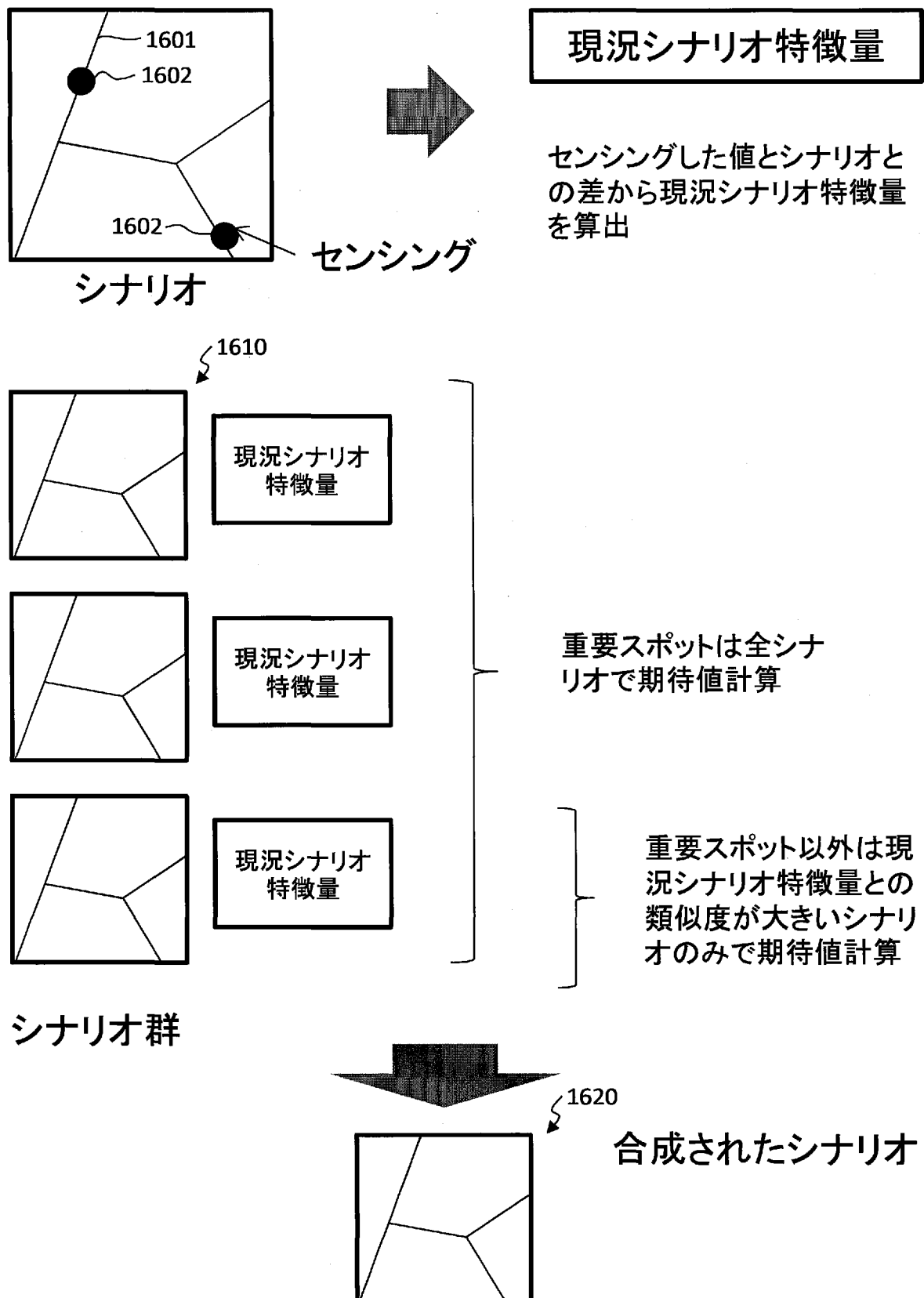
[図15]

シナリオ合成処理



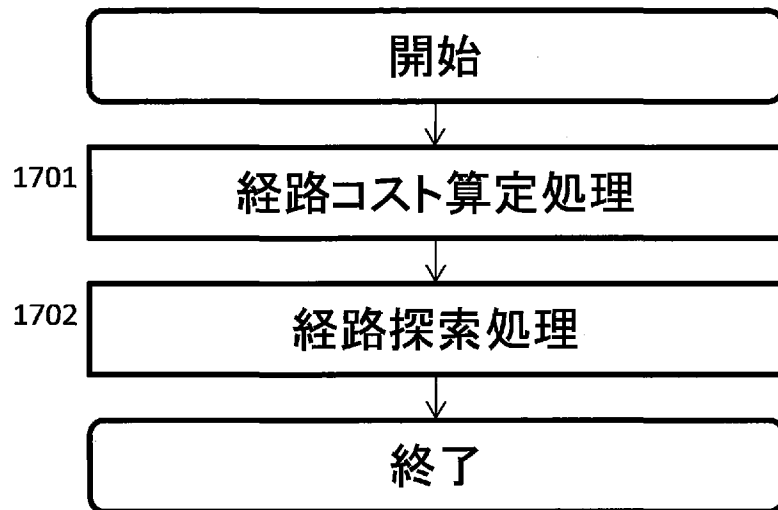
[図16]

シナリオ合成処理の概念図



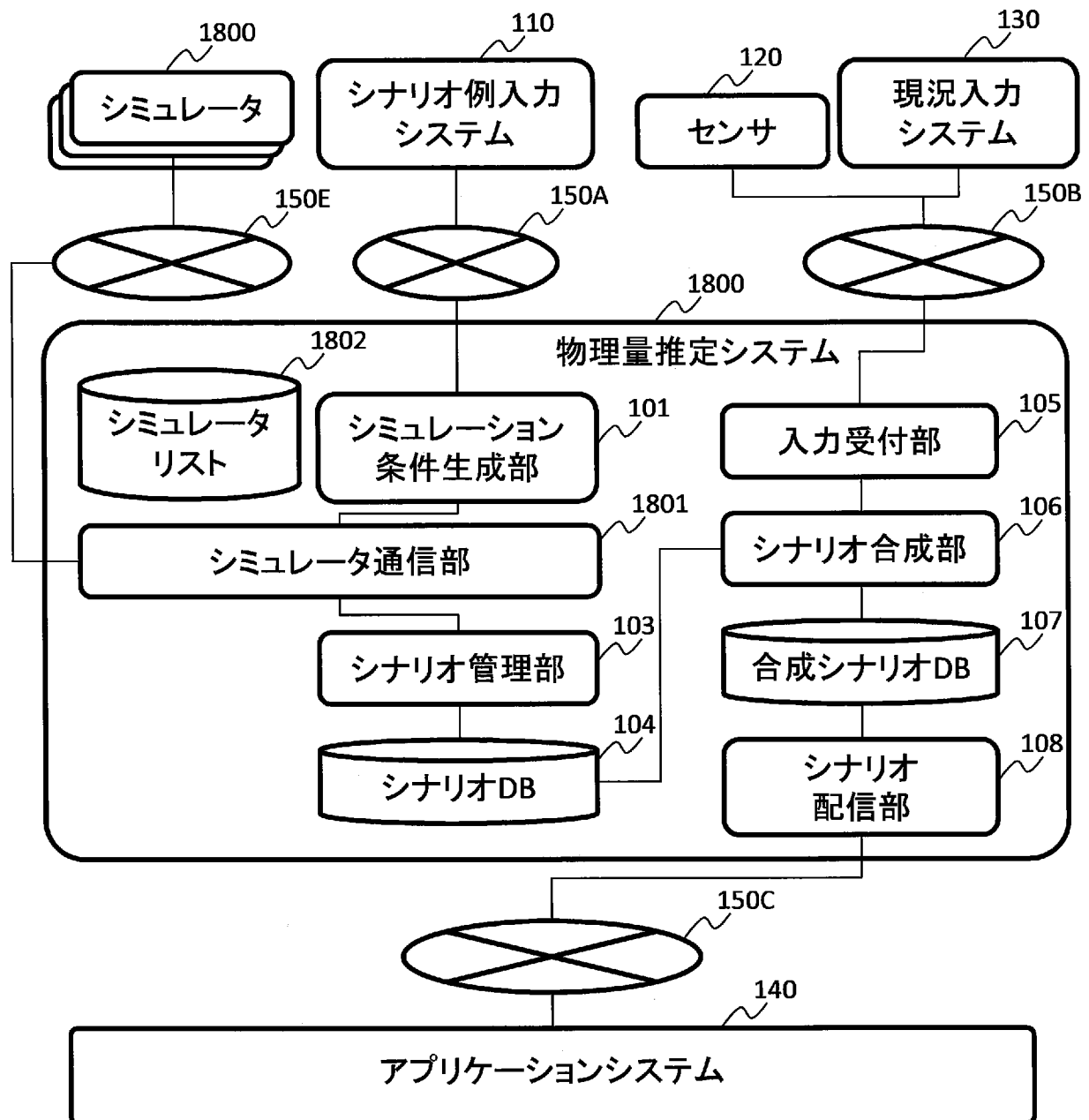
[図17]

誘導情報生成処理



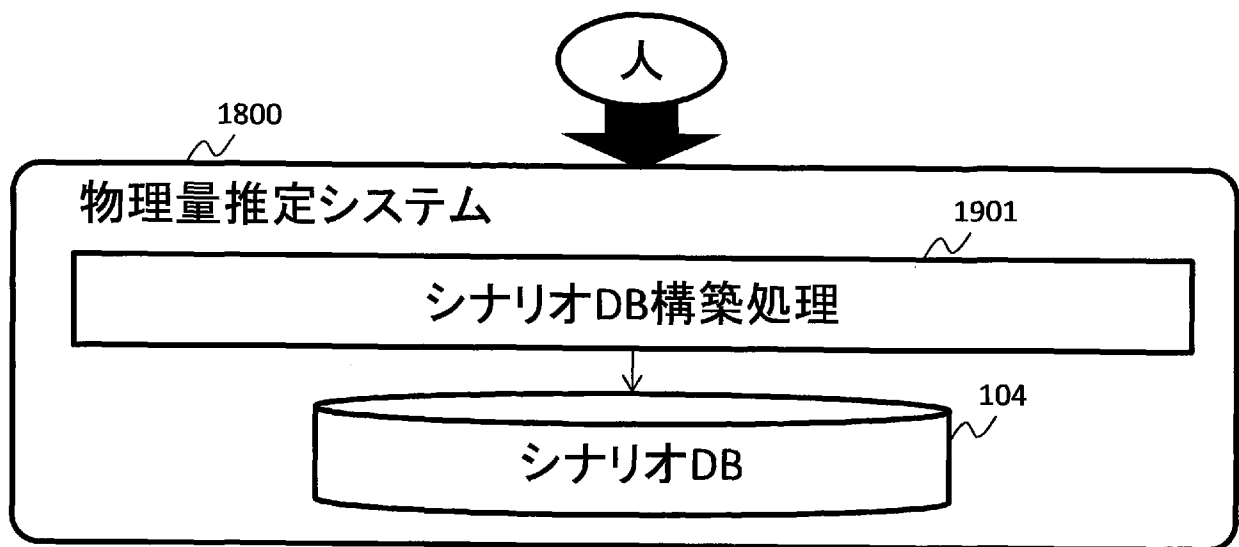
[図18]

全体システム構成



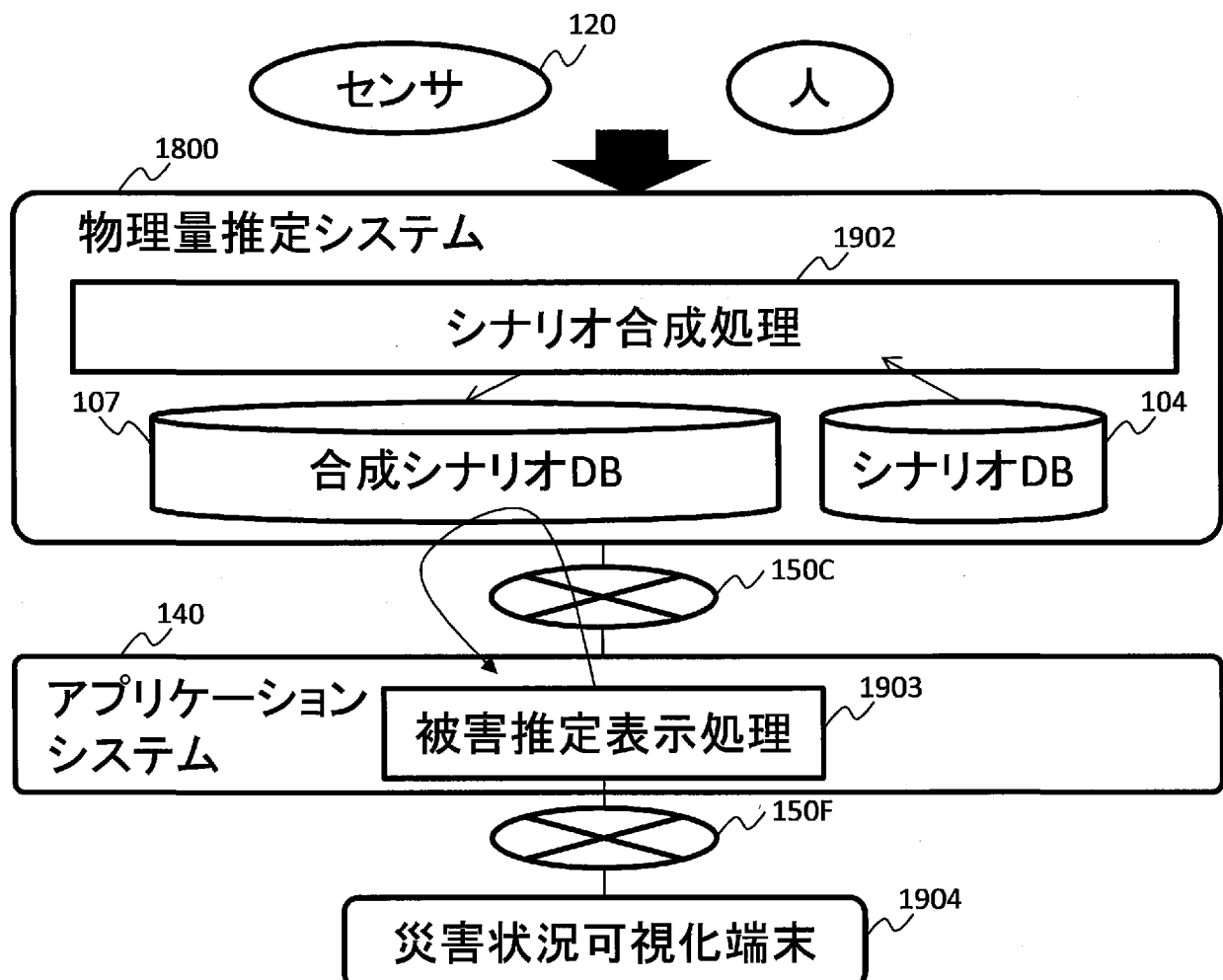
[図19A]

全体動作フロー(事前処理)



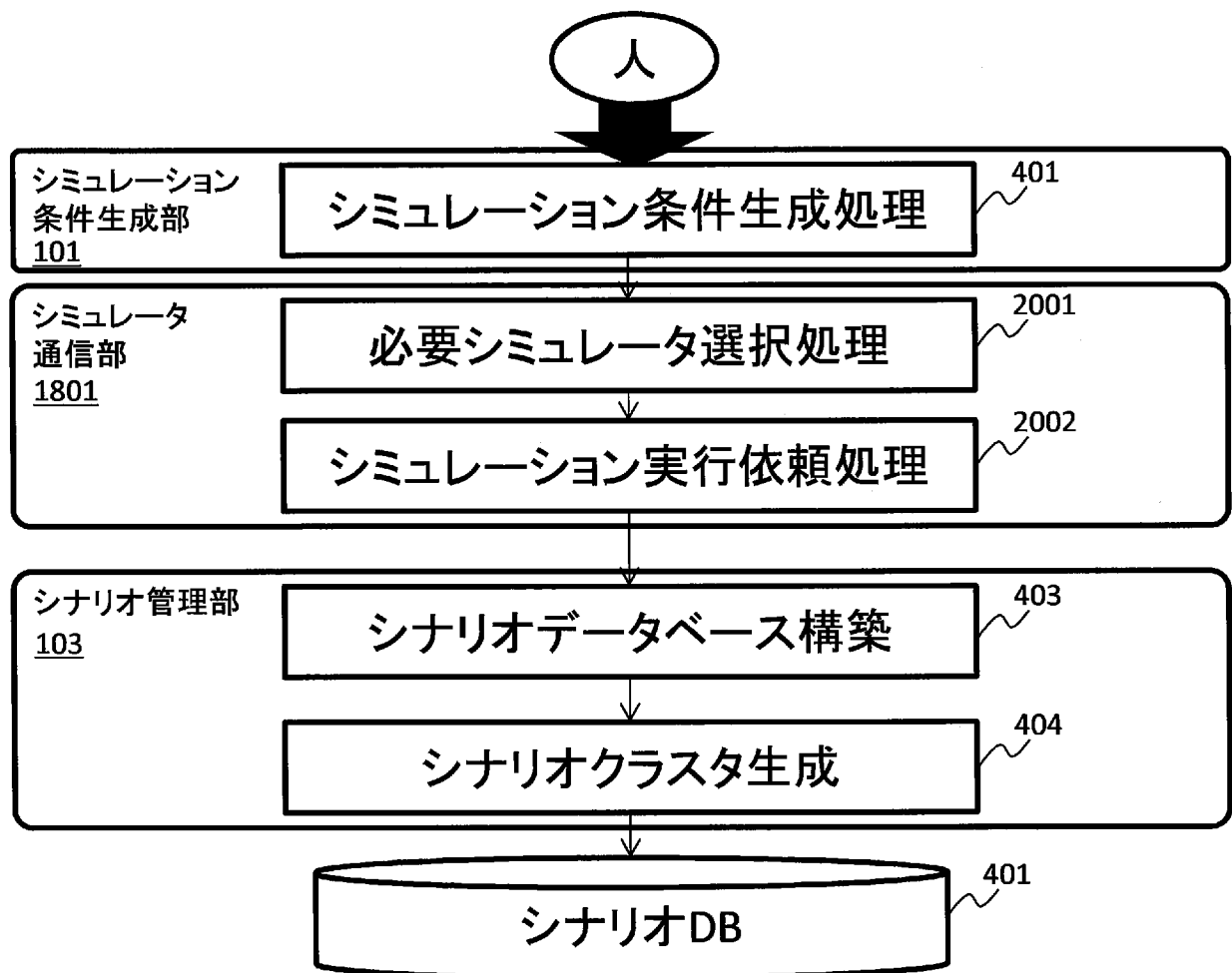
[図19B]

全体動作フロー(リアルタイム処理)



[図20]

シナリオDB構築処理フロー



[図21]

津波シミュレーションの例

津波シミュレーション結果

2101
d

津波シミュレーションの処理結果の例

2110

	項目名	内容
2111	1	グリッドID
2112	2	時刻
2113	3	水深
2114	4	流速

[図22A]

津波浸水シナリオ

2201
d

[図22B]

シナリオDB(シナリオ管理テーブル)

2210

	項目名	内容
2211〜	1 シナリオID	シナリオのID
2212〜	2 地震条件データ	震度、震源地に関するデータ

[図22C]

シナリオDB(水深管理テーブル)

2220

	項目名	内容
2221〜	1 シナリオID	シナリオのID
2222〜	2 グリッドID	浸水域を特定するグリッドID
2223〜	3 時刻	時刻
2224〜	4 水深	浸水深
2225〜	5 流速	水の流れる速度(x,y)

[図22D]

シナリオDB(スマートメータ故障管理テーブル)

2230

	項目名	内容
2231〜	1 シナリオID	シナリオのID
2232〜	2 メータID	スマートメータを特定するID
2233〜	3 故障時刻	故障すると思われる時刻

[図23A]

目視情報のデータ

2300

	項目名	内容
2301〜	1 地点	目視確認を行った地点
2302〜	2 時刻	目視確認を行った時刻
2303〜	3 浸水程度	3段階での浸水程度表現

[図23B]

浸水センサ(液面検知センサ)から送付されるデータ

2310

	項目名	内容
2311〜	1 センサID	センサのID(センサの設置個所と関連づけられている)
2312〜	2 時刻	センシングされた時刻
2313〜	3 水深	水深

[図23C]

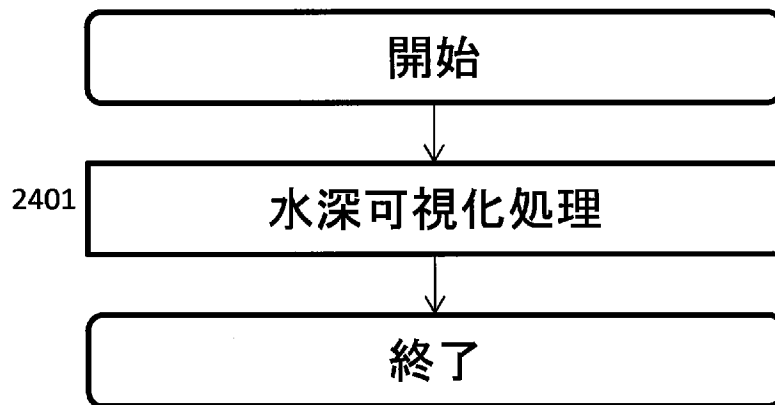
スマートメータから送付されるデータ

2320

	項目名	内容
2321〜	1 メータID	メーターのID(設置個所と関連づけられている)
2322〜	2 時刻	センシングされた時刻
2323〜	3 消費電力	消費電力量[W/h]

[図24]

被害地域情報生成処理



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069735

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F19/00 (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)

G06F19/00

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

JSTPlus (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-196752 A (Hiroshi SATO), 21 July 2005 (21.07.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2002-207002 A (Hitachi Engineering Co., Ltd.), 26 July 2002 (26.07.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2004-197554 A (Foundation of River & Basin Integrated Communications, JAPAN), 15 July 2004 (15.07.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-13



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

17 August, 2012 (17.08.12)

Date of mailing of the international search report

28 August, 2012 (28.08.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G06F19/00 (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 (I P C))

Int.Cl. G06F19/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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)

JSTPlus (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

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	JP 2005-196752 A (佐藤 宏) 2005.07.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2002-207002 A (日立エンジニアリング株式会社) 2002.07.26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2004-197554 A (財団法人河川情報センター) 2004.07.15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13

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

1 7 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 8 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
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)

宮地 匡人

5 L

3 7 9 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 6 2