

(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
2020年5月7日(07.05.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/090675 A1

(51) 国際特許分類:
G06N 99/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/041994

(22) 国際出願日: 2019年10月25日(25.10.2019)

(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 2018-205831 2018年10月31日(31.10.2018) JP

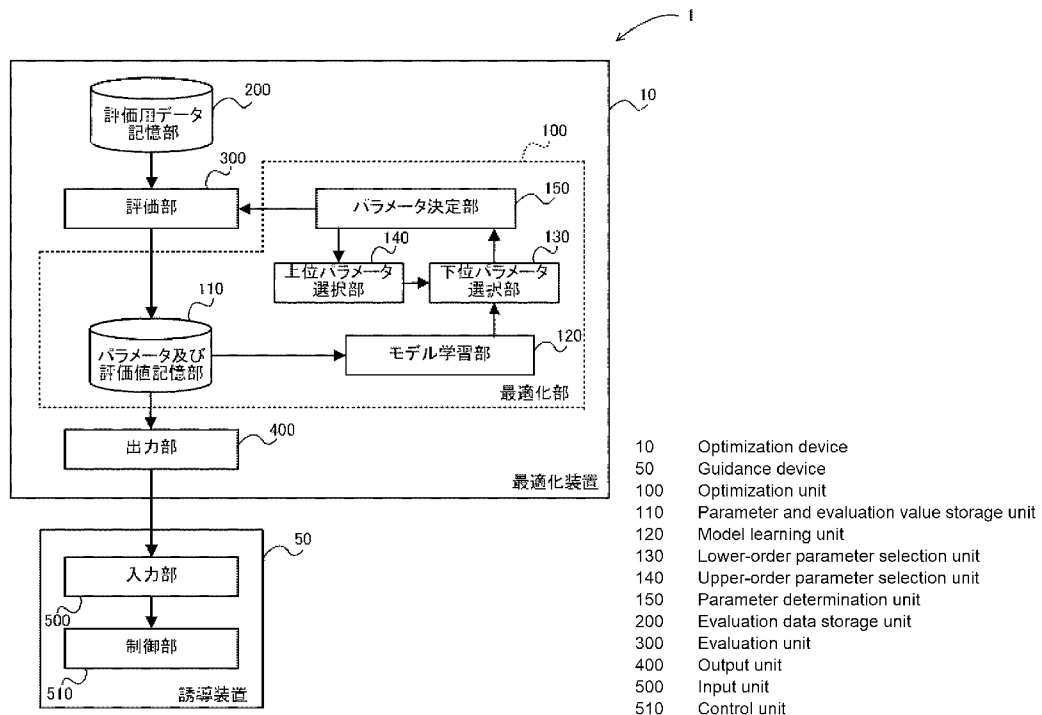
(71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 伊藤 秀剛 (ITO, Hidetaka); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 堤田 恭太 (TSUTSUMIDA, Kyota); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 松林 達史 (MATSUBAYASHI, Tatsushi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 戸田 浩之 (TODA, Hiroyuki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人太陽国際特許事務所 (TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 Tokyo (JP).

(54) Title: OPTIMIZATION DEVICE, GUIDANCE SYSTEM, OPTIMIZATION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 最適化装置、誘導システム、最適化方法、及びプログラム



(57) Abstract: The present invention enables optimization of upper-order parameters and lower-order parameters by performing a fewer number of evaluations. An optimization device 10 is provided with: an evaluation unit 300 that performs calculation on the basis of evaluation data, an upper-order parameter z, and a lower-order parameter x, and outputs an evaluation value indicating the evaluation of the calculation result; an optimization unit 100 that optimizes the upper-order parameter z and the lower-order parameter x; and an output unit 400 that outputs the optimized upper-order parameter z

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

and the optimized lower-order parameter x which are obtained by repeating processing by the evaluation unit 300 and the processing by the optimization unit 100. The optimization unit 100 learns a model for predicting an evaluation value y on the basis of a combination of the evaluation value y, the upper-order parameter z, and the lower-order parameter x, selects an upper-order parameter z that is to be evaluated next by the evaluation unit 300, and determines, on the basis of the learned model, a lower-order parameter x that is to be evaluated next by the evaluation unit 300, from among lower-order parameters x corresponding to the upper-order parameter z.

(57) 要約: 少ない評価回数で、上位パラメータ、及び下位パラメータの最適化を行うことができるようにする。最適化装置10は、評価用データ、上位パラメータz、及び下位パラメータxに基づいて計算を行い、計算結果の評価を表す評価値を出力する評価部300と、上位パラメータz及び下位パラメータxを最適化する最適化部100と、評価部300による処理と、評価部300による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された上位パラメータz及び下位パラメータxを出力する出力部400とを備える。最適化部100は、評価値y、上位パラメータz、及び下位パラメータxの組み合わせに基づいて評価値yを予測するためのモデルを学習し、評価部300が次に評価する上位パラメータzを選択し、学習したモデルに基づいて、選択された上位パラメータzに対応する下位パラメータxから、評価部300が次に評価する下位パラメータxを決定する。

明 細 書

発明の名称：

最適化装置、誘導システム、最適化方法、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、最適化装置、誘導システム、最適化方法、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 近年、機械学習やシミュレーションなどにおいて、パラメータの調整の重要性が増してきている。例えば、機械学習では予め決めるパラメータが存在する。また、人や車のシミュレーションなどでも、予め決めるパラメータが存在する（非特許文献1）。機械学習やシミュレーションの結果を、ここでは評価値と呼ぶ。このような機械学習やシミュレーションでは、評価値がより適切なものになるように、パラメータを調整する問題が存在する。例えば、評価値は値が大きいものが良い場合、パラメータを試行錯誤しながら、評価値が最大になるようにパラメータを決定する、つまりパラメータを最適化することが必要である。近年の機械学習やシミュレーションの高度化に伴い、1回の評価にかかる時間は大きい。そこで、パラメータを少ない試行錯誤で最適化する技術が提案されている（非特許文献2）。

先行技術文献

非特許文献

- [0003] 非特許文献1：Krajzewicz, D., Brockfeld, E., Mikat, J., Ringel, J., Rossel, C., Tuchscheerer, W., Wagner, P., and Wosler, R.: Simulation of modern Traffic Lights Control Systems using the open source Traffic Simulation SUMO, Proceedings of the 3rd Industrial Simulation Conference 2005, pp. 299-302 (2005).
- [0004] 非特許文献2：Shahriari, B., Swersky, K., Wang, Z., Adams, R. P. and Freitas, de N.: Taking the human out of the loop: A review of bayesian

ptimization, Proceedings of the IEEE, Vol. 104, No. 1, pp. 148-175 (2016).

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 本開示は上記のパラメータの最適化問題のうち、パラメータに階層的な依存関係がある場合を対象とする。階層的な依存関係とは、あるパラメータの値によって、ある他のパラメータを考慮する必要があるものを出すものをいう。
- [0006] 例えば、人の誘導を考える。人の誘導を行うかどうかを1つのパラメータとしたとき、人の誘導を行う場合は、どのように誘導を行うのか、誘導の仕方を決める新しいパラメータが必要となる。この、誘導の仕方を指定する新しいパラメータは、誘導を行わない場合は考慮する必要もなく、シミュレーションの結果に影響を及ぼさない。これが、パラメータに階層的な依存関係がある場合である。
- [0007] また、別の例として機械学習を考える。機械学習の1種にニューラルネットワークが存在する。ニューラルネットワークは、ネットワークの層の数というパラメータがある。ここで、ネットワークの層の数が2であるとき、3層目のネットワークに関係するパラメータは考慮する必要がない。一方、ネットワークの層の数が3になると、3層目のネットワークに関係するパラメータを考慮する必要がある。これが、パラメータに階層的な依存関係がある場合である。
- [0008] これらの例の場合、パラメータを2種類に分けることができる。他のパラメータに影響を与えるパラメータと、他のパラメータに影響を受けるパラメータとである。そこで、前者を上位パラメータ、後者を下位パラメータと呼ぶ。上記の例であれば、人の誘導を行うか否か、及びネットワークの層の数の各々は、上位パラメータである。また、誘導の仕方、及び各層のネットワークに関係するパラメータの各々は、下位パラメータである。
- [0009] このように、パラメータに階層的な依存関係がある場合、上位パラメータ、及び下位パラメータを共に最適化する必要がある。
- [0010] 本開示は、上記の点に鑑みてなされたものであり、少ない評価回数で、上

位パラメータ、及び下位パラメータの最適化を行うことができる、最適化装置、誘導システム、最適化方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 上記目的を達成するために、本開示の第1の態様の最適化装置は、評価用データを入力として計算するときに用いられる上位パラメータ、及び前記上位パラメータの影響を受ける下位パラメータを最適化する最適化装置であって、前記評価用データ、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータに基づいて、前記計算を行い、計算結果の評価を表す評価値を出力する評価部と、前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを最適化する最適化部と、前記評価部による処理と、前記最適化部による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを出力する出力部と、を備え、前記最適化部は、前記評価値、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータの組み合わせに基づいて、評価値を予測するためのモデルを学習し、前記評価部が次に評価する前記上位パラメータを選択し、学習した前記モデルに基づいて、前記選択された前記上位パラメータに対応する前記下位パラメータから、前記評価部が次に評価する前記下位パラメータを決定する。

[0012] 本開示の第2の態様の最適化装置は、第1の態様の最適化装置において、前記最適化部は、前記モデルを用いて、前記下位パラメータの各々について前記評価値を予測し、前記下位パラメータに対する前記評価値の予測を変数とする獲得関数を計算し、前記獲得関数が最大または最小となる前記下位パラメータを、前記評価部が次に評価する前記下位パラメータとして決定する。

[0013] 本開示の第3の態様の最適化装置は、第1の態様または第2の態様の最適化装置において、前記モデルは、ガウス過程を用いる確率モデルである。

[0014] 本開示の第4の態様の最適化装置は、第1の態様から第3の態様のいずれか1態様の最適化装置において、前記最適化部は、前記評価部による処理に

より得られた、前記評価値、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータに基づいて、前記モデルを学習する。

[0015] 上記目的を達成するために、本開示の第5の態様の誘導システムは、歩行者の誘導を制御するための誘導装置と、前記歩行者の状況の計算に必要な評価用データを入力として計算するときに用いられる上位パラメータ、及び前記上位パラメータの影響を受ける下位パラメータを最適化する最適化装置と、を備える誘導システムであって、前記誘導装置は、前記最適化装置により得られた前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを用いて、前記歩行者の誘導を制御する制御部を含み、前記最適化装置は、前記評価用データ、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータに基づいて、前記計算を行い、計算結果の評価を表す評価値を出力する評価部と、前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを最適化する最適化部と、前記評価部による処理と、前記最適化部による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを出力する出力部と、を含み、前記最適化部は、前記評価値、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータの組み合わせに基づいて、評価値を予測するためのモデルを学習し、前記評価部が次に評価する前記上位パラメータを選択し、学習した前記モデルに基づいて、前記選択された前記上位パラメータに対応する前記下位パラメータから、前記評価部が次に評価する前記下位パラメータを決定する。

[0016] 上記目的を達成するために、本開示の第6の態様の最適化方法は、評価用データを入力として計算するときに用いられる上位パラメータ、及び前記上位パラメータの影響を受ける下位パラメータを最適化する最適化方法であって、評価部が、前記評価用データ、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータに基づいて、前記計算を行い、計算結果の評価を表す評価値を出力するステップと、最適化部が、前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを最適化するステップと、出力部が、前記評価部による処理と、前記最適化部による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを出力するステップと、を備え、前記最適化部

が最適化するステップは、前記評価値、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータの組み合わせに基づいて、評価値を予測するためのモデルを学習し、前記評価部が次に評価する前記上位パラメータを選択し、学習した前記モデルに基づいて、前記選択された前記上位パラメータに対応する前記下位パラメータから、前記評価部が次に評価する前記下位パラメータを決定するステップを含む。

[0017] 上記目的を達成するために、本開示の第7態様のプログラムは、コンピュータを、第1の態様から第4の態様のいずれか1態様に記載の最適化装置の各部として機能させるためのプログラムである。

発明の効果

[0018] 本開示によれば、少ない評価回数で、上位パラメータ、及び下位パラメータの最適化を行うことができる、という効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]実施形態の誘導システムの一例の構成を示すブロック図である

[図2]実施形態のパラメータ及び評価値記憶部に記憶される情報の一部の例を示す図である。

[図3]実施形態の最適化装置における最適化処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照して本開示の実施形態を詳細に説明する。一例として、本実施形態では、歩行者の流れ、いわゆる人流のシミュレーション（以下、「人流シミュレーション」という）を行った結果から計算される評価値に基づいて、歩行者を誘導する誘導装置のパラメータを最適化する誘導システムに対し、本開示の最適化装置を適用した形態について説明する。

[0021] <本実施形態の誘導システムの構成>

図1は、本実施形態の誘導システムの一例の構成を示すブロック図である。図1に示すように、本実施形態の誘導システム1は、最適化装置10及び誘導装置50を備える。

[0022] 一例として、本実施形態の最適化装置 10 は、CPU (Central Processing Unit) と、RAM (Random Access Memory) と、後述する最適化処理ルーチンを実行するためのプログラムや各種データを記憶した ROM (Read Only Memory) と、を含むコンピュータで構成することができる。具体的には、上記プログラムを実行した CPU が、図 1 に示した最適化装置 10 の最適化部 100、評価部 300、及び出力部 400 として機能する。

[0023] 図 1 に示すように本実施形態の最適化装置 10 は、最適化部 100、評価用データ記憶部 200、評価部 300、及び出力部 400 を備える。

[0024] 評価用データ記憶部 200 は、評価部 300 が人流シミュレーションを行うために必要な評価用データを記憶する。評価用データは、誘導を行うに当たり、歩行者の状況の計算に必要なデータであり、例えば、道路の形状、歩行者の進行速度、歩行者の人数、各歩行者のシミュレーション区間への進入時間、それらの歩行者のルート、及び人流シミュレーションの開始時間や終了時間等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。これらの評価用データは、任意のタイミングで最適化装置 10 の外部から評価用データ記憶部 200 に入力され、評価部 300 の指示に応じて評価部 300 に出力される。

[0025] 評価部 300 は、評価用データと、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x とに基づいて、人流シミュレーションを行い、評価値 y を導出する。

[0026] 本実施形態では一例として、上位パラメータ z は、歩行者の誘導を行うか否かについてのパラメータとし、下位パラメータ x は、誘導を行う場合における誘導方法を決定するパラメータとしている。また一例として、人流シミュレーションの結果である評価値 y は、歩行者が目的地に到達するまでに要した時間としている。

[0027] 具体的には、評価部 300 には、評価用データ記憶部 200 から取得した評価用データが入力される。

[0028] また、評価部 300 には、パラメータ決定部 150 から、次回の人流シミュレーションにおける上位パラメータ z 及び下位パラメータ x が入力される

。換言すると、人流シミュレーションの回数を t とすると、評価部 300 には、パラメータ決定部 150 から、 $t + 1$ 回目の人流シミュレーションの上位パラメータ z_{t+1} 、及び下位パラメータ x_{t+1} が入力される。なお、シミュレーションの回数を表す t は、評価部 300 により評価を行った順番、つまり人流シミュレーションの順番を示す。

[0029] 最適化部 100 は、評価部 300 における人流シミュレーションの上位パラメータ z 、及び下位パラメータ x を最適化する。図 1 に示すように、本実施形態の最適化部 100 は、パラメータ及び評価値記憶部 110、モデル学習部 120、下位パラメータ選択部 130、上位パラメータ選択部 140、及びパラメータ決定部 150 を含む。

[0030] パラメータ及び評価値記憶部 110 は、評価部 300 から入力された、評価部 300 が過去に行った人流シミュレーションのデータを記憶する。具体的には、パラメータ及び評価値記憶部 110 が記憶するデータは、 t 回目（ $t = 0, 1, 2, \dots$ ）に選択された上位パラメータ z_t 、 t 回目に選択された下位パラメータ x_t 、及び t 回目の評価値 y_t である。 $t = 0, 1, 2, \dots$ における、上位パラメータ z_t 、下位パラメータ x_t 、及び評価値 y_t の集合を、各々 Z 、 X 、 Y と表す。図 2 に記憶する情報の一部の例を示す。

[0031] また、パラメータ及び評価値記憶部 110 は、上位パラメータ z と下位パラメータ x との階層的な依存関係の対応表も記憶する。依存関係の対応表は、任意のタイミングで最適化装置 10 の外部からパラメータ及び評価値記憶部 110 に入力される。

[0032] モデル学習部 120 は、パラメータ及び評価値記憶部 110 に記憶された上位パラメータ z の集合 Z 、下位パラメータ x の集合 X 、及び評価値 y の集合 Y に基づいて、モデルの学習を行う。

[0033] 具体的には、モデル学習部 120 は、パラメータ及び評価値記憶部 110 に記憶された上位パラメータ z の集合 Z 、下位パラメータ x の集合 X 、及び評価値 y の集合 Y を取得する。そして、最適化装置 10 は、上位パラメータ z の集合 Z 、下位パラメータ x の集合 X 、及び評価値 y の集合 Y に基づいて

、モデルの一例として、確率モデルであるガウス過程を学習する（参考文献 1）。さらに、モデル学習部 120 は、学習したモデルを下位パラメータ選択部 130 に出力する。

[0034] [参考文献 1] Rasmussen, C. E. and Williams, C. K. I.: Gaussian processes for machine learning, MIT Press (2006).

[0035] ガウス過程による回帰を用いると、任意の入力 x に対して、未知の評価値 y を正規分布の形で確率分布として推論することができる。また、 x に関するカーネルは何でもよい。一例として、下記（1）式で表されるガウスカーネルがある（非特許文献 2）。また、下記（1）式における θ は、実数をとるパラメータである。 θ の一例として、ガウス過程の周辺尤度が最大になる値に点推定した値を用いる（参考文献 1）。

[0036] [数 1]

$$k(x_1, x_2) = e^{-|x_1 - x_2|^2 / \theta} \quad \dots (1)$$

[0037] なお、本実施形態の最適化装置 10 では、下位パラメータ x に対して評価値 y を推定するモデルを学習することにより、パラメータ及び評価値記憶部 110 に記憶されている、上位パラメータ z と下位パラメータ x との階層的な依存関係の対応表により、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x に対して評価値 y を推定するモデルが学習される。

[0038] そして、モデル学習部 120 は、学習されたガウス過程のモデルを下位パラメータ選択部 130 に出力する。

[0039] 上位パラメータ選択部 140 は、次の評価で用いる上位パラメータの候補 z_{t+1} を選択し、下位パラメータ選択部 130 に出力する。

[0040] 下位パラメータ選択部 130 は、モデル学習部 120 から入力されたモデルであるガウス過程回帰を行い、評価部 300 において、次に、下位パラメータ x_{t+1} を用いて人流シミュレーションするべき度合いを表す、関数を計算する。これを、獲得関数 $\alpha(x)$ と呼ぶ。獲得関数 $\alpha(x)$ の一例として、下記（2）式に表される upper confidence bound がある（非特許文献 2）。

[0041]

[数2]

$$\alpha(x) = \mu_t(x) + \sqrt{\beta_{t+1}}\sigma_t(x) \quad \dots(2)$$

[0042] ここで、 $\mu_t(x)$ 、及び $\sigma_t(x)$ は、それぞれガウス過程で回帰した平均と分散であり、 β_{t+1} はパラメータである。例えば

$$\beta_{t+1} = \log t$$

とすることができる。

[0043] そして、次の評価で用いる上位パラメータ z_{t+1} が与えられた条件において、獲得関数 $\alpha(x)$ が最大となる下位パラメータ x_{t+1} をパラメータ決定部150に出力する。ここで、上位パラメータ z_{t+1} が与えられたときに下位パラメータ x_{t+1} が取り得る値の集合を

$$\mathcal{X}_{z_{t+1}}$$

と置くと、獲得関数 $\alpha(x)$ が最大となる下位パラメータ x_{t+1} は、下記(3)式で表される。

[0044] [数3]

$$x_{t+1} = \arg \max_{x \in \mathcal{X}_{z_{t+1}}} \alpha(x) \quad \dots(3)$$

[0045] また、下位パラメータ選択部130は、パラメータ及び評価値記憶部110に記憶されている、上位パラメータ z と下位パラメータ x との階層的な依存関係の対応表を参照し、全ての上位パラメータの候補

$$\hat{z}$$

について、上位パラメータの候補

$$\hat{z}$$

が与えられた条件において、獲得関数 $\alpha(x)$ が最大となる下位パラメータの候補

$$\hat{x}$$

をパラメータ決定部150に出力する。ここで、上位パラメータの候補

$$\hat{z}$$

が与えられたときに下位パラメータ x が取り得る値の集合を

$$\mathcal{X}_z$$

と置くと、獲得関数 $\alpha(x)$ が最大となる下位パラメータの候補

$$\hat{x}$$

は、下記（４）式で表される。

[0046] [数4]

$$\hat{x} = \arg \max_{x \in \mathcal{X}_z} \alpha(x) \quad \dots (4)$$

[0047] さらに、下位パラメータ選択部 130 は、全ての下位パラメータの候補

$$\hat{x}$$

に対して、

$$\hat{x}$$

と x_{t+1} とを比較し、いずれが、次に人流シミュレーションを行うのに好ましい下位パラメータ x であるか否かを判断する。ここで、好ましいものであると判断する根拠の一例として、獲得関数 $\alpha(x)$ の値が大きい方が好ましいとすることができる。つまり、下位パラメータ選択部 130 は、獲得関数 $\alpha(x_{t+1})$ と獲得関数

$$\alpha(\hat{x})$$

とを比較し、いずれが好ましいかを表す情報を比較結果としてパラメータ決定部 150 に出力する。

[0048] パラメータ決定部 150 は、下位パラメータ選択部 130 から入力された上位パラメータの候補

$$\hat{z}$$

及び下位パラメータの候補

$$\hat{x}$$

から、上位パラメータ z_{t+1} 、及び下位パラメータ x_{t+1} を決定する。

[0049] 具体的には、パラメータ決定部 150 は、下記（５）式に表すように、下位パラメータ x_{t+1} を、下位パラメータ候補

$\acute{x}$

に置き換える。また、下記（６）式に表すように、上位パラメータ z_{t+1} を、
上位パラメータ候補

$\acute{z}$

に置き換える。

[0050] [数5]

$$x_{t+1} = \acute{x} \quad \dots(5)$$

$$z_{t+1} = \acute{z} \quad \dots(6)$$

[0051] さらに、パラメータ決定部 150 は、上記（５）式及び（６）式により得られた上位パラメータ z_{t+1} 、及び下位パラメータ x_{t+1} から、上位パラメータの候補

$\acute{z}$

、及び下位パラメータの候補

$\acute{x}$

の選択が十分であるか否かを判断する。ここで、候補の選択が十分であるか否かを判断する方法の一例として、前回上位パラメータ z_{t+1} 及び下位パラメータ x_{t+1} を選択した際に、全ての下位パラメータの候補

$\acute{x}$

の中で、下位パラメータ x_{t+1} より好ましいものが存在しなかった場合に、上位パラメータの候補

$\acute{z}$

、及び下位パラメータの候補

$\acute{x}$

の選択が十分であると判断する方法が挙げられる。パラメータ決定部 150 は、候補の選択が十分であると判断した場合、上位パラメータ z_{t+1} 、及び下位パラメータ x_{t+1} の情報を評価用データ記憶部 200 に出力する。一方、パラメータ決定部 150 は、候補の選択が十分ではないと判断した場合、上位パラメータの候補

z

を、上位パラメータ選択部 140 に出力する。

[0052] 出力部 400 は、最適な上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を最適化装置 10 の外部に出力する。具体的には、本実施形態の出力部 400 は、パラメータ及び評価値記憶部 110 に記憶されている評価値を参照し、評価値が最大となる場合の上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を、最適な上位パラメータ z 及び下位パラメータ x として、誘導装置 50 に出力する。

[0053] 誘導装置 50 は、歩行者の誘導を制御するための装置である。上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を指定することで、誘導を行うか否か、より具体的には、複数の所定場所の各々において誘導を行うか否か、及び誘導を行う場合は、誘導の仕方についてが、一意に決定される。

[0054] 一例として、本実施形態の誘導装置 50 は、CPU と、RAM と、歩行者の誘導を制御するためのプログラムや各種データを記憶した ROM と、を含むコンピュータで構成することができる。具体的には、上記プログラムを実行した CPU が、図 1 に示した誘導装置 50 の入力部 500 及び制御部 510 として機能する。

[0055] 図 1 に示すように、本実施形態の誘導装置 50 は、入力部 500 及び制御部 510 を備える。

[0056] 入力部 500 は、最適化装置 10 の出力部 400 から、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を取得する。そのため、入力部 500 には、出力部 400 から上位パラメータ z 及び下位パラメータ x が入力される。入力部 500 は、入力された上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を、制御部 510 へ出力する。

[0057] 制御部 510 は、入力部 500 から入力された上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を用いて、歩行者の誘導を制御する。具体的には、制御部 510 は、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x に基づき、歩行者の誘導を行う場所、及び誘導行う場所においての歩行者の誘導の仕方を表す情報を誘導装置 50 の外部に出力する。

[0058] <本実施形態の最適化装置の作用>

次に、本実施形態の最適化装置 10 の作用について図面を参照して説明する。図 3 は、本実施形態の最適化装置において実行される最適化処理ルーチンの一例を示すフローチャートである。

[0059] 図 3 に示した最適化処理ルーチンは、例えば、評価用データが評価用データ記憶部 200 に記憶されたタイミングや、最適化装置 10 の外部から最適化処理ルーチンの実行指示を受け付けたタイミング等、任意のタイミングで実行される。なお、本実施形態の最適化装置 10 では、最適化処理ルーチンの実行前に、人流シミュレーションを行うために必要な評価用データを、評価用データ記憶部 200 に予め記憶させた状態としておく。

[0060] 図 3 のステップ S100 で評価部 300 は、パラメータ及び評価値記憶部 110 から、人流シミュレーションに必要な評価用データを取得する。

[0061] 次のステップ S102 で評価部 300 は、パラメータ及び評価値記憶部 110 に、上位パラメータ z 、下位パラメータ x 、及び評価値 y の初期値を記憶させる。本実施形態の最適化装置 10 では、任意の上位パラメータ z 、下位パラメータ x を用いて評価部 300 により人流シミュレーションを行い、得られた評価値 y と、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x とを、1 組以上、初期値としてパラメータ及び評価値記憶部 110 に記憶させる。なお、任意の上位パラメータ z 及び下位パラメータ x は、特に限定されず、例えば、適用する人流シミュレーションで取り得る値ならばよく、ランダムな値であってもよい。

[0062] 次のステップ S104 で評価部 300 は、繰り返し回数 $t = 0$ を設定する。

[0063] 次のステップ S106 でモデル学習部 120 は、パラメータ及び評価値記憶部 110 から X 、 Z 、 Y を取得する。

[0064] 次のステップ S108 で、モデル学習部 120 は、 X 、 Z 、 Y から、上述したようにモデルを構築する。そして、モデル学習部 120 は、学習されたガウス過程のモデルを下位パラメータ選択部 130 に出力する。

[0065] 次のステップS 1 1 0で上位パラメータ選択部 1 4 0は、次に人流シミュレーションを行う際の上位パラメータ z_{t+1} を1つ選択する。選択の一例として、前回、評価部 3 0 0 が評価を行った際の上位パラメータ z_t が挙げられる。

[0066] 次のステップS 1 1 2で下位パラメータ選択部 1 3 0は、学習されたモデルに基づいて、上述したように、上記（2）式により、獲得関数 $\alpha(x)$ を構築する。

[0067] 次のステップS 1 1 4で上位パラメータ選択部 1 4 0は、上位パラメータの候補 $\hat{z}$ を1つまたは1つ以上選択する。選択方法の一例として、上位パラメータ z_{t+1} の周辺の点を全て選択する方法等が挙げられる。

[0068] 次のステップS 1 1 6で下位パラメータ選択部 1 3 0は、上述したように、上記（4）式により、全ての上位パラメータの候補 $\hat{z}$ について、上位パラメータの候補 $\hat{z}$ が与えられた条件において、獲得関数 $\alpha(x)$ が最大となる下位パラメータの候補 $\hat{x}$ を導出し、パラメータ決定部 1 5 0に出力する。

[0069] 次のステップS 1 1 8で下位パラメータ選択部 1 3 0は、上位パラメータの候補 $\hat{z}$ 及び下位パラメータの候補 $\hat{x}$ の各々が、上位パラメータ z_{t+1} 及び下位パラメータ x_{t+1} の各々より良い（好ましい）か否かを判定する。本実施形態の下位パラメータ選択部 1 3 0は

、上述したように、下位パラメータ選択部 130 は、獲得関数 $\alpha(x_{t+1})$ と獲得関数

$$\alpha(\acute{x})$$

とを比較し、値が大きい方を好ましいとし、いずれが好ましいかを表す情報を比較結果としてパラメータ決定部 150 に出力する。

[0070] 従って、ステップ S 118 では、獲得関数

$$\alpha(\acute{x})$$

の方が、獲得関数 $\alpha(x)$ よりも大きい場合、肯定判定となり、ステップ S 120 へ移行する。

[0071] ステップ S 120 でパラメータ決定部 150 は、上述したように、上記 (5) 式及び (6) 式に表すように、下位パラメータ x_{t+1} を、下位パラメータ候補

$$\acute{x}$$

に置き換え、上位パラメータ z_{t+1} を、上位パラメータ候補

$$\acute{z}$$

に置き換えたあと、ステップ S 122 へ移行する。

[0072] 一方、ステップ S 118 において、獲得関数

$$\alpha(\acute{x})$$

の方が、獲得関数 $\alpha(x)$ よりも小さい場合、否定判定となり、ステップ S 122 へ移行する。

[0073] ステップ S 122 でパラメータ決定部 150 は、上述したように、上位パラメータの候補

$$\acute{z}$$

、及び下位パラメータの候補

$$\acute{x}$$

の選択が十分であるか否かを判定する。

[0074] 候補の選択が十分ではない場合、ステップ S 122 の判定が否定判定とな

り、ステップS 1 1 4に戻り、ステップS 1 1 4～S 1 2 0の処理を繰り返す。一方、候補の選択が十分な場合、ステップS 1 2 2の判定が肯定判定となり、ステップS 1 2 4へ移行する。この場合、パラメータ決定部1 5 0は、上位パラメータ z_{t+1} 、及び位パラメータ x_{t+1} を、評価部3 0 0へ出力する。

[0075] ステップS 1 2 4で評価部3 0 0は、評価用データ記憶部2 0 0から取得した評価用データと、パラメータ決定部1 5 0から入力された上位パラメータ z_{t+1} 、及び位パラメータ x_{t+1} と、を用いて、人流シミュレーションを実行する。評価部3 0 0は、人流シミュレーションの結果得られた、1つまたは1つ以上の評価値 y_{t+1} と、上位パラメータ z_{t+1} 及び下位パラメータ x_{t+1} とを、パラメータ及び評価値記憶部1 1 0に出力する。

[0076] 次のステップS 1 2 6で評価部3 0 0は、現在の人流シミュレーションを行った回数 t が、予め定めた人流シミュレーションを繰り返す最大回数を超えているか否かを判断する。繰り返しの最大回数の一例としては、1 0 0 0回が挙げられる。

[0077] 回数 t が最大回数を超えていない場合、ステップS 1 2 6の判定が否定判定となり、ステップS 1 2 8へ移行する。ステップS 1 2 8で評価部3 0 0は、 $t = t + 1$ とした後、ステップS 1 0 6に戻り、ステップS 1 0 6～S 1 2 4の処理を繰り返す。一方、回数 t が最大回数を超えている場合、ステップS 1 2 6の判定が肯定判定となり、ステップS 1 3 0へ移行する。

[0078] ステップS 1 3 0で出力部4 0 0は、パラメータ及び評価値記憶部1 1 0を参照し、評価値 y が最大値となる、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を、誘導装置5 0に出力し、本最適化処理ルーチンを終了する。

[0079] 以上説明したように、本実施形態の最適化装置1 0は、評価用データを入力として計算するときに用いられる上位パラメータ z 、及び上位パラメータ z の影響を受ける下位パラメータ x を最適化する最適化装置である。最適化装置1 0は、評価用データ、上位パラメータ z 、及び下位パラメータ x に基づいて、計算を行い、計算結果の評価を表す評価値を出力する評価部3 0 0

と、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を最適化する最適化部 100 と、評価部 300 による処理と、評価部 300 による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を出力する出力部 400 と、を備える。最適化部 100 は、評価値 y 、上位パラメータ z 、及び下位パラメータ x の組み合わせに基づいて、評価値 y を予測するためのモデルを学習し、評価部 300 が次に評価する上位パラメータ z を選択し、学習したモデルに基づいて、選択された上位パラメータ z に対応する下位パラメータ x から、評価部 300 が次に評価する下位パラメータ x を決定する。

[0080] 本実施形態の最適化装置 10 では、パラメータの最適化の方針を 2 段階に分け、徐々に 1 段階目の処理から 2 段階目の処理に移行する。ここで 1 段階目とは、限られたパラメータの候補の中から、最適なものを見つける処理のことをいう。また、2 段階目とは、全体のパラメータの候補の中から、最適なものを見つける処理のことをいう。本実施形態の最適化装置 10 では、上位パラメータ z を限定することで、評価値 y の予測を実施することにより、1 段階目の処理を高速に行うことを可能とする。また、最適化装置 10 では、1 段階目の処理を行うことで 2 段階目の処理が容易になる。

[0081] 従った、本実施形態の最適化装置 10 によれば、少ない評価回数で、上位パラメータ z 、及び下位パラメータ x の最適化を行うことができる。

[0082] また、本実施形態の誘導システム 1 は、歩行者の誘導を制御するための誘導装置 50 と、歩行者の状況の計算に必要な評価用データを入力として計算するときに用いられる上位パラメータ z 、及び上位パラメータ z の影響を受ける下位パラメータ x を最適化する最適化装置 10 と、を備える誘導システムである。誘導装置 50 は、最適化装置 10 により得られた上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を用いて、歩行者の誘導を制御する制御部 510 を含む。最適化装置 10 は、評価用データ、上位パラメータ z 、及び下位パラメータ x に基づいて、計算を行い、計算結果の評価を表す評価値 y を出力する評価部 300 と、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を最適化する最

適化部 100 と、評価部 300 による処理と、最適化部 100 による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を出力する出力部 400 と、を含む。最適化部 100 は、評価値 y 、上位パラメータ z 、及び下位パラメータ x の組み合わせに基づいて、評価値 y を予測するためのモデルを学習し、評価部 300 が次に評価する上位パラメータ z を選択し、学習したモデルに基づいて、選択された上位パラメータ z に対応する下位パラメータ x から、評価部 300 が次に評価する下位パラメータ x を決定する。

[0083] なお、本開示は、上記実施形態に限定されるものではなく、この本開示の要旨を逸脱しない範囲内で様々な変形や応用が可能である。

[0084] 上記実施形態の最適化装置 10 では、最適な評価値 y が最大値である場合の、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を最適化する形態について説明したが、当該形態に限定されない。例えば、最適化装置 10 は、最適な評価値 y が最小値である場合の、上位パラメータ z 及び下位パラメータ x を最適化する形態であってもよい。なお、獲得関数 $\alpha(x)$ は、最適な評価値 y を最大値及び最小値等、どのような値とするかにより適宜、定められる。例えば、最適な評価値 y が最小値である場合、獲得関数 $\alpha(x)$ は、上記 (2) 式に代わり、下記 (7) 式で表される。

[0085] [数6]

$$\alpha(x) = -\mu_t(x) + \sqrt{\beta_{t+1}}\sigma_t(x) \quad \cdots(7)$$

[0086] また、上記実施形態では、最適化装置 10 を、上位パラメータ z を歩行者の誘導を行うか否か、及び下位パラメータ x を誘導の仕方とした人流シミュレーションに適用した形態について説明したが、これに限定されるものではない。

[0087] 例えば、他の実施形態として最適化装置 10 は、上位パラメータ z を信号機を制御するか否か、及び下位パラメータ x を信号の切り替えタイミング、評価値 y を目的地までの到達時間等とした交通シミュレーションに適用することができる。また例えば、他の実施形態として最適化装置 10 は、上位パ

ラメータ z をネットワークの層の数、または処理のパイプライン、下位パラメータ x をアルゴリズムのハイパーパラメータ、評価値 y を推論の正解率等とした機械学習に適用することができる。

[0088] また、本実施形態では、上記プログラムが予めインストールされている形態について説明したが、当該プログラムを、コンピュータが読み取り可能な記録媒体に格納して提供することも可能であるし、ネットワークを介して提供することも可能である。

符号の説明

- [0089] 1 誘導システム
- 1 0 最適化装置
 - 5 0 誘導装置
 - 1 0 0 最適化部
 - 1 1 0 パラメータ及び評価値記憶部
 - 1 2 0 モデル学習部
 - 1 3 0 下位パラメータ選択部
 - 1 4 0 上位パラメータ選択部
 - 1 5 0 パラメータ決定部
 - 2 0 0 評価用データ記憶部
 - 3 0 0 評価部
 - 4 0 0 出力部
 - 5 0 0 入力部
 - 5 1 0 制御部

請求の範囲

- [請求項1] 評価用データを入力として計算するとき用いられる上位パラメータ、及び前記上位パラメータの影響を受ける下位パラメータを最適化する最適化装置であって、
- 前記評価用データ、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータに基づいて、前記計算を行い、計算結果の評価を表す評価値を出力する評価部と、
- 前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを最適化する最適化部と、
- 前記評価部による処理と、前記最適化部による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを出力する出力部と、
- を備え、
- 前記最適化部は、前記評価値、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータの組み合わせに基づいて、評価値を予測するためのモデルを学習し、前記評価部が次に評価する前記上位パラメータを選択し、学習した前記モデルに基づいて、前記選択された前記上位パラメータに対応する前記下位パラメータから、前記評価部が次に評価する前記下位パラメータを決定する、
- 最適化装置。
- [請求項2] 前記最適化部は、前記モデルを用いて、前記下位パラメータの各々について前記評価値を予測し、前記下位パラメータに対する前記評価値の予測を変数とする獲得関数を計算し、前記獲得関数が最大または最小となる前記下位パラメータを、前記評価部が次に評価する前記下位パラメータとして決定する、
- 請求項1に記載の最適化装置。
- [請求項3] 前記モデルは、ガウス過程を用いる確率モデルである、
- 請求項1または請求項2に記載の最適化装置。

[請求項4] 前記最適化部は、前記評価部による処理により得られた、前記評価値、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータに基づいて、前記モデルを学習する、

請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の最適化装置。

[請求項5] 歩行者の誘導を制御するための誘導装置と、前記歩行者の状況の計算に必要な評価用データを入力として計算するときに用いられる上位パラメータ、及び前記上位パラメータの影響を受ける下位パラメータを最適化する最適化装置と、を備える誘導システムであって、

前記誘導装置は、

前記最適化装置により得られた前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを用いて、前記歩行者の誘導を制御する制御部を含み、

前記最適化装置は、

前記評価用データ、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータに基づいて、前記計算を行い、計算結果の評価を表す評価値を出力する評価部と、

前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを最適化する最適化部と、

前記評価部による処理と、前記最適化部による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを出力する出力部と、

を含み、

前記最適化部は、前記評価値、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータの組み合わせに基づいて、評価値を予測するためのモデルを学習し、前記評価部が次に評価する前記上位パラメータを選択し、学習した前記モデルに基づいて、前記選択された前記上位パラメータに対応する前記下位パラメータから、前記評価部が次に評価する前記下位パラメータを決定する、

誘導システム。

[請求項6] 評価用データを入力として計算するときに用いられる上位パラメータ、及び前記上位パラメータの影響を受ける下位パラメータを最適化する最適化方法であって、

評価部が、前記評価用データ、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータに基づいて、前記計算を行い、計算結果の評価を表す評価値を出力するステップと、

最適化部が、前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを最適化するステップと、

出力部が、前記評価部による処理と、前記最適化部による処理とを繰り返すことにより得られる、最適化された前記上位パラメータ及び前記下位パラメータを出力するステップと、

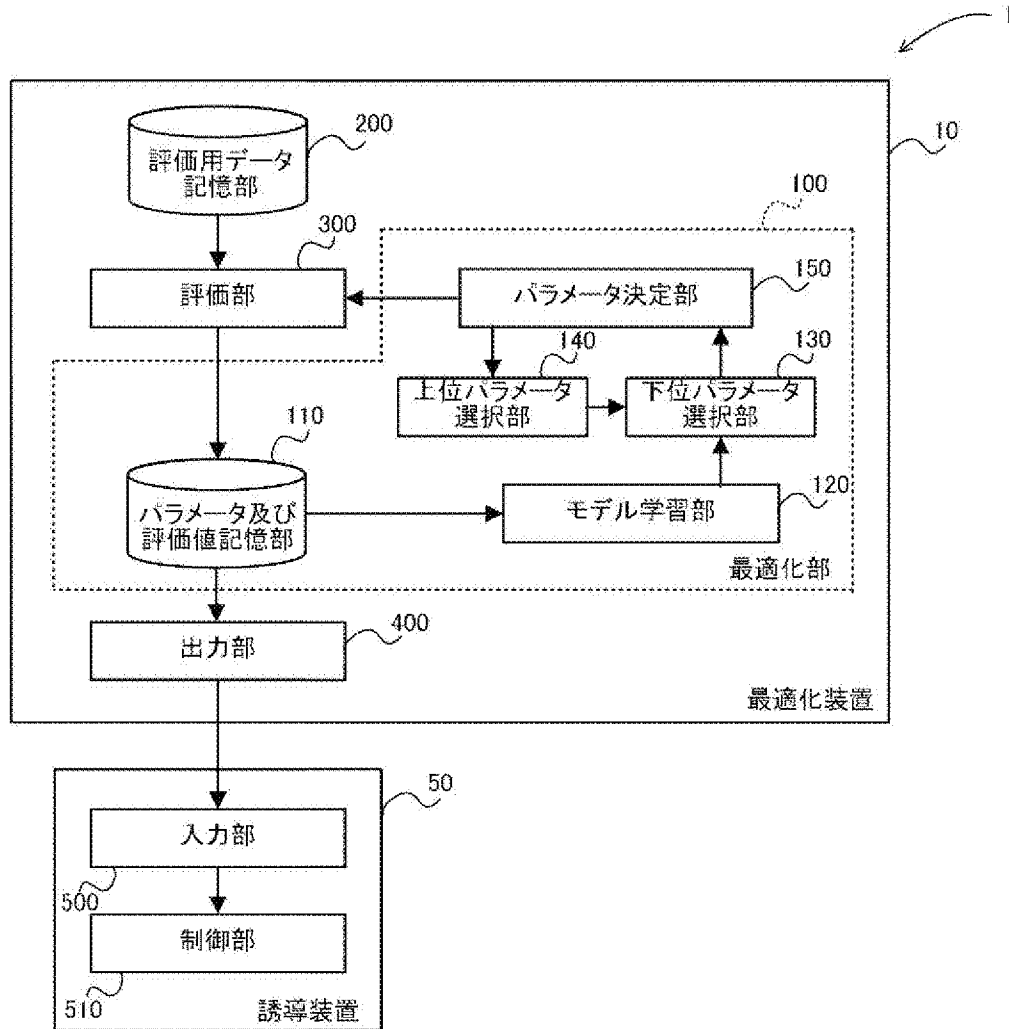
を備え、

前記最適化部が最適化するステップは、前記評価値、前記上位パラメータ、及び前記下位パラメータの組み合わせに基づいて、評価値を予測するためのモデルを学習し、前記評価部が次に評価する前記上位パラメータを選択し、学習した前記モデルに基づいて、前記選択された前記上位パラメータに対応する前記下位パラメータから、前記評価部が次に評価する前記下位パラメータを決定するステップ

を含む最適化方法。

[請求項7] コンピュータを、請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の最適化装置の各部として機能させるためのプログラム。

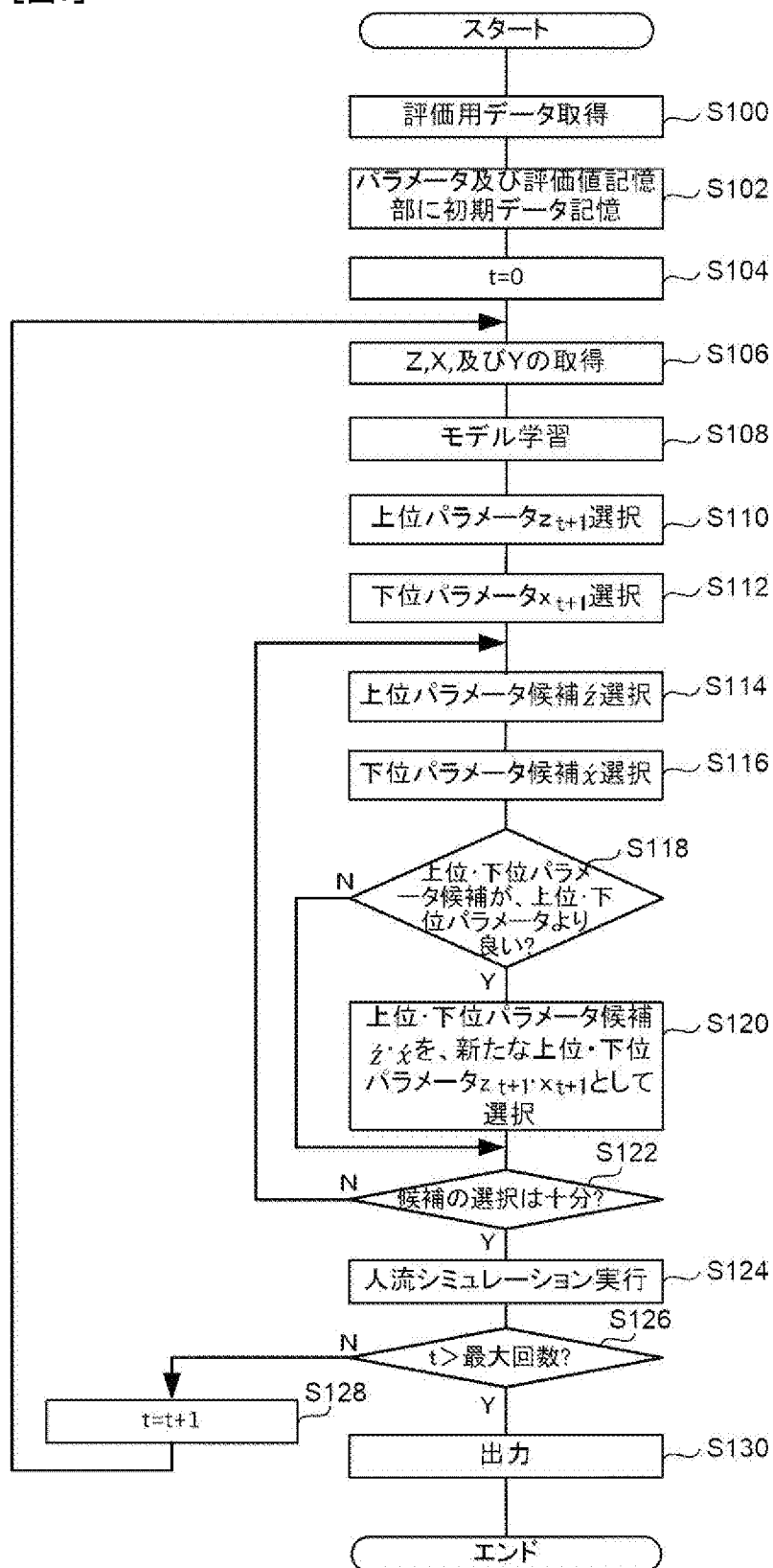
[図1]



[図2]

t [回]	z_t	x_t	y_t
1	$(0,0,1,0)^T$	$(1,1)^T$	33.47
2	$(0,0,1,0)^T$	$(1,2)^T$	39.35
3	$(0,0,1,0)^T$	$(1,3)^T$	34.98
4	$(0,0,1,0)^T$	$(2,4)^T$	32.22
5	$(0,0,1,0)^T$	$(3,5)^T$	32.22
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/041994

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. G06N99/00 (2019.01) 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)

Int. Cl. G06N3/00-99/00

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
P, X	JP 2019-82934 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 30 May 2019, claims 1-5 (Family: none)	1-7
A	JP 2014-153767 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 25 August 2014 (Family: none)	1-7
A	堤田恭太ほか, メタ戦略と分類器を用いた交通渋滞緩和, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム論文集, 27 June 2018, vol. 2018, no. 1, pp. 1363-1370, ISSN:1882-0840, non-official translation (TSUTSUMIDA, Kyota et al. Traffic Congestion Relief Using Meta Strategy and Classifiers. IPSJ Symposium Series: Multimedia, Distributed, Cooperative and Mobile Symposium (DICOMO).)	1-7

☒ 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
28.11.2019

Date of mailing of the international search report
10.12.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/041994

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	清水仁ほか，ベイズ的最適化による最適集団誘導探索，電子情報通信学会技術研究報告，29 October 2018, vol. 118, no. 284, pp. 99-104, ISSN:2432-6380 (SHIMIZU, Hitoshi et al. Crowd Navigation via Bayesian Optimization of Multi-agent Simulation. IEICE Technical Report.)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G06N99/00 (2019.01) 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. G06N3/00-99/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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
P, X	JP 2019-82934 A (日本電信電話株式会社) 2019.05.30, 請求項 1-5 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2014-153767 A (日本電信電話株式会社) 2014.08.25 (ファミリーなし)	1-7
A	堤田恭太ほか, メタ戦略と分類器を用いた交通渋滞緩和, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOM02018) シンポジウム論文集, 2018.06.27, 第2018巻, 第1号, pp.1363-1370, ISSN 1882-0840	1-7

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

28.11.2019

国際調査報告の発送日

10.12.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

北元 健太

5 B

3 8 5 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3545

C（続き）． 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	清水仁ほか，ベイズ的最適化による最適集団誘導探索，電子情報通信学会技術研究報告，2018.10.29，第118巻，第284号，pp.99－104，ISSN 2432-6380	1－7