

(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
2025年1月16日(16.01.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/013166 A1

(51) 国際特許分類:
G06N 99/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/025439

(22) 国際出願日: 2023年7月10日(10.07.2023)

(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: 日本電気株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 松岡 達也 (MATSUOKA, Tatsuya); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP). 伊藤 伸志 (ITO,

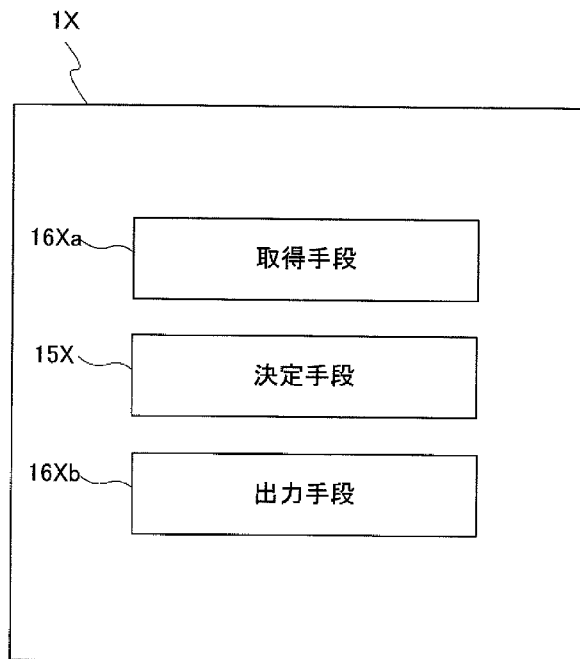
Shinji); 〒1088001 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 中村 聡延, 外(NAKAMURA, Toshinobu et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 VPO 京橋3階 東京セントラル特許事務所内 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY,

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, OUTPUT METHOD, AND STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、出力方法及び記憶媒体



15X Determination means
16Xa Acquisition means
16Xb Output means

(57) Abstract: An information processing device 1X executes artificial intelligence (AI) for solving an optimization problem and mainly includes an acquisition means 16Xa, a determination means 15X, and an output means 16Xb. The acquisition means 16Xa acquires a target value of an objective function in an optimization problem to which one or more constraints are imposed. The determination means 15X determines a solution to the optimization problem which causes a value of the objective function to satisfy the target value when at least a part of the one or more constraints are relaxed.



WO 2025/013166 A1

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

The output means 16Xb outputs information relating to the constraint to be relaxed.

(57) 要約: 情報処理装置 1 X は、最適化問題を解く AI (Artificial intelligence) を実行する装置であって、主に、取得手段 1 6 X a と、決定手段 1 5 X と、出力手段 1 6 X b と、を有する。取得手段 1 6 X a は、1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得する。決定手段 1 5 X は、1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に目的関数の値が目標値を満たす最適化問題の解を決定する。出力手段 1 6 X b は、緩和が行われる制約に関する情報を出力する。

明 細 書

発明の名称：情報処理装置、出力方法及び記憶媒体

技術分野

[0001] 本開示は、最適化問題に関する処理を行う情報処理装置、出力方法及び記憶媒体の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 最適化問題における解を提示するシステムが知られている。例えば、特許文献1には、取引対象となる物資の売手と買手とがそれぞれ希望する取引量及び取引価格などの取引条件が合致するように組み合わせを決定（マッチング）し、そのマッチング結果を提示する最適化システムが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開WO2021/001977

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 最適化問題の解を最適化により得る場合、定式化された制約を満たす解が得られる。一方、制約が厳密に守られない解であってもユーザが許容できる場合が存在する。

[0005] 本開示の目的の一つは、上述した課題を鑑み、制約の緩和を考慮した情報を好適に出力することが可能な情報処理装置、出力方法及び記憶媒体を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 情報処理装置の一の態様は、

1又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得する取得手段と、

前記1又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定する決定手段と、

前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する出力手段と、
を有することを特徴とする。

[0007] 出力方法の一の様子は、

コンピュータが、

1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得し、

前記 1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定し、

前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する、
出力方法である。

[0008] 記憶媒体の一の様子は、

1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得し、

前記 1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定し、

前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する処理をコンピュータに実行させるプログラムが格納された記憶媒体である。

発明の効果

[0009] 本開示による効果の一例では、制約の緩和を考慮した情報を好適に出力することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]最適化システムの構成を示す。

[図2]情報処理装置のハードウェア構成を示す。

[図3]情報処理装置のプロセッサの機能ブロックの一例である。

[図4] (A) 複数の送り手と複数の受け手が存在する輸送問題を概略的に示した図である。(B) 当該輸送問題における緩和対象ランキングをテーブル形式により表した図である。

[図5]離散変数である決定変数を連続変数として決定した場合の各決定変数の

値を示したグラフである。

[図6] (A) 倉庫A～倉庫Cを送り手とし店A～店Cを受け手とする輸送問題において制約を全て満たす場合の解及び目的関数値を示す。(B) 目的関数目標値が「70」に設定された場合の解を示す。(C) 目的関数目標値を満たす場合に緩和された制約及び緩和量の組を示すテーブルである。

[図7] UI制御部が表示装置に表示させる画面である表示画面の表示例である。

[図8] (A) マージ操作前のグラフ構造の一例を示す。(B) マージ操作後のグラフ構造の一例を示す。

[図9] 情報処理装置が実行するフローチャートの一例である。

[図10] 最適化システムの構成を示す。

[図11] ユーザと情報処理装置と端末装置との関係を示した図である。

[図12] (A) 患者と病院のマッチング問題の概略を示した図である。(B) 患者情報のデータ構造の一例である。(C) 病院情報のデータ構造の一例である。

[図13] 情報処理装置の機能ブロック図である。

[図14] 情報処理装置の処理手順を示すフローチャートの一例である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を参照しながら、情報処理装置、出力方法及び記憶媒体の実施形態について説明する。以後では、制約条件を単に「制約」とも呼ぶ。

[0012] <第1実施形態>

(1) システム構成

図1は、第1実施形態に係る最適化システム100の構成を示す。最適化システム100は、主に、情報処理装置1と、入力装置2と、表示装置3と、記憶装置4とを備える。

[0013] 情報処理装置1は、指定された制約付き最適化問題に対する解を算出し、算出した解を出力する。このとき、情報処理装置1は、ユーザの入力等に基づき、制約の緩和（単に「制約緩和」とも呼ぶ。）を行い、より良い解を算

出したり、ユーザが指定する目的関数の目標値を満たす解（実行可能解）を算出したりする。なお、制約を緩和すると、実行可能解の領域が広がるため、当初は実行不可能だった最適化問題も実行可能な最適化問題になり、当初から実行可能な最適化問題においても最適解が変わることになる。従って、制約の緩和に基づく情報は、ユーザにとって有益な情報となり得る。

[0014] 最適化問題は、例えば、取引対象となる物資の売手と買手の組み合わせ（及び当該物資の輸送スケジュール）を決定する問題であってもよく、従業員の勤務シフトを決定する問題であってもよく、その他の任意の最適化問題であってもよい。上述の取引対象となる物資は、L N Gなどの燃料、鉄鋼、機械、エレクトロニクス、繊維、化学製品、医療関連商品、食品、その他の任意の物であってもよい。

[0015] また、情報処理装置 1 は、通信網を介し、又は、無線若しくは有線による直接通信により、入力装置 2 と、表示装置 3 と、記憶装置 4 とデータ通信を行う。

[0016] 入力装置 2 は、外部入力であるユーザ入力を受け付けるインターフェースであり、例えば、タッチパネル、ボタン、キーボード、音声入力装置などが該当する。入力装置 2 は、ユーザの入力に基づき生成した入力情報を、情報処理装置 1 へ供給する。

[0017] 表示装置 3 は、例えば、ディスプレイ、プロジェクタ等であり、情報処理装置 1 から供給される表示情報に基づき、所定の表示を行う。

[0018] 記憶装置 4 は、最適化処理に必要な各種情報を記憶するメモリである。例えば、記憶装置 4 は、情報処理装置 1 が解くべき最適化問題を指定する情報（「問題指定情報」とも呼ぶ。）と、指定された最適化問題の解を算出するプログラムとを記憶している。問題指定情報は、情報処理装置 1 が解くべき最適化問題の条件を示す情報（目的関数に関するパラメータ及び制約条件に関するパラメータ等も含む）を含んでいる。問題指定情報の少なくとも一部は、ユーザが操作を行う入力装置 2 が生成する入力情報に基づき生成されてもよい。

[0019] なお、記憶装置４は、情報処理装置１に接続又は内蔵されたハードディスクなどの記憶装置であってもよく、フラッシュメモリなどの記憶媒体であってもよい。また、記憶装置４は、情報処理装置１とデータ通信を行うサーバ装置であってもよい。この場合、記憶装置４は、複数のサーバ装置から構成されてもよい。

[0020] 図１に示す最適化システム１００の構成は一例であり、当該構成に種々の変更が行われてもよい。例えば、入力装置２及び表示装置３は、一体となって構成されてもよい。この場合、入力装置２及び表示装置３は、情報処理装置１と一体となるタブレット型端末として構成されてもよい。また、情報処理装置１は、音を出力するスピーカなどの音出力装置と接続又は音出力装置を内蔵し、情報を音により出力してもよい。また、情報処理装置１は、複数の装置から構成されてもよい。この場合、情報処理装置１を構成する複数の装置は、予め割り当てられた処理を実行するために必要な情報の授受を、これらの複数の装置間において行う。

[0021] (２) 情報処理装置のハードウェア構成

図２は、情報処理装置１のハードウェア構成を示す。情報処理装置１は、ハードウェアとして、プロセッサ１１と、メモリ１２と、インターフェース１３とを含む。プロセッサ１１、メモリ１２及びインターフェース１３は、データバス１９を介して接続されている。

[0022] プロセッサ１１は、メモリ１２に記憶されているプログラムを実行することにより、所定の処理を実行する。プロセッサ１１は、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、TPU (Tensor Processing Unit) などのプロセッサである。プロセッサ１１は、複数のプロセッサから構成されてもよい。プロセッサ１１は、コンピュータの一例である。

[0023] メモリ１２は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) などの各種の揮発性メモリ及

び不揮発性メモリにより構成される。また、メモリ 12 には、情報処理装置 1 が各種の処理を実行するためのプログラムが記憶される。また、メモリ 12 は、作業メモリとして使用され、記憶装置 4 から取得した情報等を一時的に記憶する。なお、メモリ 12 は、記憶装置 4 として機能してもよい。同様に、記憶装置 4 は、情報処理装置 1 のメモリ 12 として機能してもよい。なお、情報処理装置 1 が実行するプログラムは、メモリ 12 以外の記憶媒体に記憶されてもよい。

[0024] インターフェース 13 は、情報処理装置 1 と他の装置とを電氣的に接続するためのインターフェースである。これらのインターフェースは、他の装置とデータの送受信を無線により行うためのネットワークアダプタなどのワイアレスインターフェースであってもよく、他の装置とケーブル等により接続するためのハードウェアインターフェースであってもよい。

[0025] なお、情報処理装置 1 のハードウェア構成は、図 2 に示す構成に限定されない。例えば、情報処理装置 1 は、入力装置 2 又は表示装置 3 の少なくとも一方を含んでもよい。また、情報処理装置 1 は、スピーカなどの音出力装置と接続又は内蔵してもよい。

[0026] (3) 機能ブロック

図 3 は、プロセッサ 11 の機能ブロックの一例である。プロセッサ 11 は、機能的には、最適化処理部 15 と、UI (User Interface) 制御部 16 とを有する。なお、図 3 では、データの授受が行われるブロック同士を実線により結んでいるが、データの授受が行われるブロックの組み合わせは図 3 に限定されない。後述する他の機能ブロックの図においても同様である。

[0027] 最適化処理部 15 は、指定された制約付き最適化問題の解の生成を行う。この場合、最適化処理部 15 は、任意の最適化方法（最適化ソルバー）に基づき、最適化問題の解を決定してもよい。例えば、最適化処理部 15 は、取引対象となる物資の売手と買手の組み合わせを決定する問題を解く場合、この問題を 1 つの組み合わせ最適化問題とみなして整数計画問題に定式化する

。そして、最適化処理部 15 は、定式化した整数計画問題を、一般的なアプリケーションプログラム（例えば、IBM ILOG CPLEX、Gurobi Optimizer、SCIP）と同等の処理を行うことで解を求める。

[0028] また、最適化処理部 15 は、目的関数を改善させるための制約緩和のランキング（序列）、最適化問題において決定すべき離散変数を連続変数とみなした場合の各変数の値、及びユーザが指定した目的関数の目標値を満たす解が得られる制約緩和などを決定する。そして、最適化処理部 15 は、最適化処理部 15 が生成した情報を UI 制御部 16 に供給する。最適化処理部 15 の処理の詳細については後述する。

[0029] UI 制御部 16 は、ユーザ入力の受け付け及びユーザに閲覧させる情報の表示に関する制御を行う。この場合、UI 制御部 16 は、入力装置 2 から供給される入力情報に基づき、問題指定情報の生成に必要な情報を取得したり、最適化問題を解く際の制約緩和に関する情報を取得したりする。また、UI 制御部 16 は、最適化処理部 15 が生成する情報に基づき表示情報を生成し、生成した表示情報を表示装置 3 に供給することで表示装置 3 の表示制御を行う。UI 制御部 16 の具体的な処理については、表示例を参照して後述する。

[0030] なお、図 3 において説明した、最適化処理部 15 及び UI 制御部 16 の各構成要素は、例えば、プロセッサ 11 がプログラムを実行することによって実現できる。また、必要なプログラムを任意の不揮発性記憶媒体に記録しておき、必要に応じてインストールすることで、各構成要素を実現するようにしてもよい。なお、これらの各構成要素の少なくとも一部は、プログラムによるソフトウェアで実現することに限ることなく、ハードウェア、ファームウェア、及びソフトウェアのうちのいずれかの組み合わせ等により実現してもよい。また、これらの各構成要素の少なくとも一部は、例えば FPGA（Field-Programmable Gate Array）又はマイクロコントローラ等の、ユーザがプログラミング可能な集積回路を用いて実

現してもよい。この場合、この集積回路を用いて、上記の各構成要素から構成されるプログラムを実現してもよい。また、各構成要素の少なくとも一部は、ASSP (Application Specific Standard Produce)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) 又は量子プロセッサ (量子コンピュータ制御チップ) により構成されてもよい。このように、各構成要素は、種々のハードウェアにより実現されてもよい。以上のことは、後述する他の実施の形態においても同様である。さらに、これらの各構成要素は、例えば、クラウドコンピューティング技術などを用いて、複数のコンピュータの協働によって実現されてもよい。

[0031] 以後において、「目的関数値が改善する」又は「目的関数値が良くなる」とは、解くべき最適化問題が目的関数の最小化である場合には目的関数の値がより小さくなることを指し、解くべき最適化問題が目的関数の最大化である場合には目的関数の値がより大きくなることを指す。同様に、「目的関数値が悪化する」又は「目的関数値が悪くなる」とは、解くべき最適化問題が目的関数の最小化である場合には目的関数値がより大きくなることを指し、解くべき最適化問題が目的関数の最大化である場合には目的関数値がより小さくなることを指す。

[0032] (4) 最適化処理部の処理

次に、最適化処理部15による処理の具体例について説明する。以後では、目的関数の値を改善させるための制約緩和のランキングを決定する処理（「緩和対象ランキング決定処理」とも呼ぶ。）、最適化問題における離散変数を連続変数とみなしてそれらの連続値を決定する処理（「連続値決定処理」とも呼ぶ。）、及びユーザが指定した目的関数の目標値を満たすような制約緩和を決定する処理（「目的関数目標値対応処理」とも呼ぶ。）について順に説明する。

[0033] (4-1) 緩和対象ランキング決定処理

まず、最適化問題において設定された各制約の緩和による効果のランキン

グである緩和対象ランキングを決定する緩和対象ランキング決定処理について説明する。

[0034] 最適化処理部 15 は、最適化問題において設定された制約のうち緩和対象（即ち緩和する候補）となる各制約について、緩和量に対する目的関数値の改善の度合い（「目的関数値改善度」とも呼ぶ。）を算出する。例えば、最適化処理部 15 は、緩和対象となる各制約を表す制約式について、制約を緩和するような制約式中の定数の変化に対する目的関数値の改善の度合いを、目的関数値改善度として算出する。

[0035] 具体的には、情報処理装置 1 は、制約式の定数を微小量「 ε 」だけ緩和した際に目的関数値が「 $\lambda \varepsilon$ 」だけ改善する場合の「 λ 」を目的関数値改善度として算出する。なお、最適化処理部 15 は、緩和対象となる制約を表す制約式が離散値に基づく式である場合には、微小量 ε を「 $\varepsilon = 1$ 」として上記の目的関数値改善度 λ を算出してもよい。この場合、目的関数値改善度は、例えば制約式の定数を 1 だけ変化させたときの目的関数値の改善度合い等に相当する。

[0036] そして、最適化処理部 15 は、緩和対象となる各制約について算出した目的関数値改善度を比較し、目的関数値改善度が高い順となるように制約を並べた緩和対象ランキングを決定する。なお、ここでの目的関数値改善度は、値が高いほど改善の度合いが高いことを示す指標値として扱われているが、値が低いほど改善の度合いが高くなることを示す指標値であってもよい。

[0037] なお、緩和対象となる制約は、例えば、緩和可能な制約であって緩和することで最適解が変動する制約である。緩和対象となる制約に関する情報は、予め記憶装置 4 又はメモリ 12 に記憶されていてもよい。この場合には、最適化処理部 15 は、緩和対象となる制約に関する情報を参照することで緩和対象となる制約を特定する。

[0038] 図 4（A）は、複数の送り手と複数の受け手が存在する輸送問題を概略的に示した図であり、図 4（B）は、当該輸送問題における緩和対象ランキングをテーブル形式により表した図である。

[0039] 図4（A）に示す輸送問題は、輸送に要する総コストを最小化するように各送り手から各受け手への輸送量を設定する問題であり、考慮すべき制約条件は以下のように例示される。

各送り手からの単位時間での送出量の上限

各受け手の単位時間での受取量の上限

送り手と受け手の各ペアの間の単位時間あたりの輸送量の上
限

各受け手の単位時間あたりでの受取量の下限

[0040] そして、図4（B）に示すように、最適化処理部15は、緩和対象ランキング決定処理に基づき、目的関数値改善度が高い順に緩和対象の制約が順位付けされた緩和対象ランキングを決定する。この例では、送り手10の送出量の上限に関する目的関数値改善度が最も高くなっている。また、送り手7から受け手14への輸送量の上限に関する目的関数値改善度が2番目に高くなっており、送り手3の輸送量に関する目的関数値改善度が3番目に高くなっている。

[0041] このように決定した緩和対象ランキングは、ユーザによる緩和すべき候補となる制約の比較を好適に促進する材料となり、ユーザによる検討において役立ち得る情報となる。

[0042] なお、各制約には、緩和の可否及び緩和が可能な場合の緩和量の上限が予め定められてもよい。この場合、制約ごとの緩和の可否及び緩和量の上限は、実現可能性や適法性（法令順守）などを勘案し予め定められ、制約ごとの緩和の可否及び緩和量の上限などの、制約ごとの緩和に関する情報（「緩和関連情報」とも呼ぶ。）が記憶装置4又はメモリ12等に予め記憶されている。そして、この場合、最適化処理部15は、緩和関連情報に基づき、緩和が可能な制約のみについて目的関数値改善度を算出し、緩和対象ランキングを生成する。

[0043] ここで、緩和対象ランキング決定処理の具体例について行列を用いて説明する。ここでは、制約の個数が変数の個数以上の線形計画問題において、ユ

一ザが各制約を個別に緩和できる場合で、かつ、後述する「ある仮定」が満たされるものとする。

[0044] ここで、解くべき制約付き最適化問題が以下のように定式化された線形計画問題であるものとする。

$$\begin{aligned} & \text{Minimize } c^T x \\ & \text{subject to } A x \leq b \end{aligned}$$

[0045] ここで、「 x 」は、 N 個の決定変数のベクトルとし、「 c 」は目的関数に関するパラメータを示す要素数 N のベクトルである。また、 M 個の制約（ $1 \sim M$ の各インデックスが付された制約）が存在するものとし、「 A 」は制約に関する $M \times N$ の行列であり、「 b 」は Ax の上限を定める定数のベクトル（要素数 M ）である。そして、現状の最適解「 x^* 」について、 Ax^* と b で値が等しくなる制約（即ち、緩和することで最適解が変動し得る各制約）のインデックスの集合を「 J 」とし、 A の集合 J に対応する行だけからなる部分行列を「 A_J 」とする。

[0046] このとき、定数のベクトル b の各成分の微小変化に対する目的関数値の変化を表すベクトル（即ち目的関数値改善度を表すベクトル）は、以下により表される。

$$c^T A_J^{-1}$$

[0047] 従って、この具体例では、最適化処理部15は、「 $c^T A_J^{-1}$ 」を算出することで、 J に属する各制約に対応する目的関数値改善度を算出し、緩和対象ランキングを決定することができる。そして、この場合において、前述の「ある仮定」は、部分行列「 A_J 」に逆行列が存在することになる。

[0048] （４－２）連続値決定処理

次に、最適化問題において解として決定すべき離散変数を連続変数とみなして解を求める連続変数値決定処理について説明する。この場合、最適化処理部15は、離散変数を連続変数とみなし、任意の解法に基づき、最適化問題の解を算出する。

[0049] 図5は、離散変数である決定変数を連続変数として決定した場合の各決定

変数の値を示したグラフである。図5の例では、本来は離散変数として扱われるべき決定変数が連続変数として決定されている。例えば、「〇〇を配置するか」に相当する決定変数は、〇〇を配置することに対応する値（1とする）と、〇〇を配置しないことに対応する値（0とする）とのいずれかを示す離散変数（2値変数）であるものの、ここでは連続変数として連続値（0.65）が決定されている。また、「△△の人数」に相当する決定変数は、△△の人数を示す離散変数（整数の変数）であるものの、ここでは連続変数として連続値（4.1）が決定されている。

[0050] このように連続値にて表された決定変数は、ユーザによる検討において役立ち得る情報となる。例えば、図5に示される情報を閲覧したユーザは、1週間のうち「〇〇を配置する」プランAの日と「〇〇を配置しない」プランBの日を設定可能な場合には、「〇〇を配置するか」に相当する変数が0.65であるから、1週間のうちプランAの日とプランBの日とを、提示された連続値（0.65）に応じた割合にて混ぜた案を検討するなどの対応を行うことができる。

[0051] なお、最適化処理部15は、離散変数のうちユーザ入力等に基づき指定された一部の離散変数のみを連続変数として連続値を決定してもよい。

[0052] （4-3）目的関数目標値対応処理

次に、目的関数目標値対応処理について説明する。目的関数目標値対応処理では、UI制御部16は、ユーザ入力等に基づき目的関数の目標値（「目的関数目標値」とも呼ぶ。）を取得し、最適化処理部15は、UI制御部16が取得した目的関数目標値を満たすような制約緩和及び最適化問題の解を決定する。この場合、最適化処理部15は、例えば、目的関数目標値を目的関数値が満たすことを絶対制約（ハード制約）とし、他の制約を考慮制約（ソフト制約）として定める。この場合、例えば、最適化処理部15は、ソフト制約には正数の重みを付し、絶対制約には無限大の重みを付し、制約からの逸脱量（即ち緩和量）の重み付き和（ペナルティ）を最小化する重み付き制約充足問題を任意の解法により解く。

[0053] 図6（A）は、倉庫A～倉庫Cを送り手とし店A～店Cを受け手とする輸送問題において制約を全て満たす場合の解及び目的関数値（ここでは輸送に関する総コストとする）「100」を示す。図6（B）は、総コストが「70」に設定された場合の解を示し、図6（C）は、総コスト「70」を満たす場合に緩和された制約（緩和制約）を識別する情報及び対応する緩和量の組を示すテーブルである。なお、図6（A）及び図6（B）では、解となる送り手から受け手への各輸送量は、対応する矢印の太さにより表されている。

[0054] この場合、最適化処理部15は、図6（C）に示されるように、倉庫Aから店Aへの輸送量上限に関する制約を緩和量5だけ緩和し、かつ、倉庫Cからの送出量上限に関する制約を緩和量2だけ緩和した場合に、総コストが目標値である70となる解を導出する。

[0055] このように目的関数目標値対応処理により決定された解及び制約緩和は、ユーザが達成したい目的関数値になる解及び制約緩和であり、ユーザによる検討において役立ち得る情報となる。

[0056] なお、各制約には、緩和の可否及び緩和が可能な場合の緩和量の上限が予め定められてもよい。この場合、最適化処理部15は、緩和関連情報に基づき、緩和が可能な制約のみを緩和量の上限を超えない範囲において緩和し、目的関数値が目的関数目標値を満たす解が存在すれば算出する。

[0057] （5）表示例

図7は、UI制御部16が表示装置3に表示させる画面である表示画面の表示例である。UI制御部16は、最適化処理部15が生成した処理結果に基づき表示画面を表示するための表示情報を生成し、生成した表示情報を表示装置3にインターフェース13を介して送信することで、表示装置3に表示画面を表示させる。ここでは、UI制御部16は、現状解表示領域51と、緩和履歴表示領域52と、緩和対象ランキング表示領域53と、連続緩和表示領域54と、再計算ボタン55と、を表示画面上において設定している。

[0058] まず、現状解表示領域 5 1 に表示する情報について説明する。

[0059] UI 制御部 1 6 は現状の解を現状解表示領域 5 1 に表示する。例えば、最適化問題に適用した制約緩和の履歴がない場合には、UI 制御部 1 6 は、問題指定情報が示す制約付き最適化問題を最適化処理部 1 5 が解くことで得られた解を最適化処理部 1 5 から取得し、当該解を現状解表示領域 5 1 に表示する。一方、最適化問題に適用した制約緩和の履歴がある場合には、最適化処理部 1 5 は、現在適用されている制約緩和を反映した最適化問題の解を算出し、UI 制御部 1 6 は当該解を現状解表示領域 5 1 上において表示する。また、UI 制御部 1 6 は、最適化処理部 1 5 が算出した解に対応する目的関数値を表す「総コスト：100」を現状解表示領域 5 1 において表示している。

[0060] さらに、UI 制御部 1 6 は、現状解表示領域 5 1 において、ユーザが目的関数目標値（ここでは総コストの目標値）の入力欄である目的関数値指定欄 5 6 を設けている。そして、UI 制御部 1 6 は、目的関数値指定欄 5 6 に数値がユーザにより入力された状態において再計算ボタン 5 5 が選択されたことを検知した場合、目的関数値指定欄 5 6 にて入力された数値を目的関数目標値として取得する。

[0061] ここで、目的関数値指定欄 5 6 にて目的関数目標値が指定された後の処理について補足説明する。UI 制御部 1 6 は、取得した目的関数目標値を指定した目的関数目標値対応処理の実行を最適化処理部 1 5 に指示し、最適化処理部 1 5 は、目的関数目標値対応処理により目的関数目標値を満たすような制約緩和及び解を決定する。そして、UI 制御部 1 6 は、決定された制約緩和に関する情報（例えば図 6（C）に示される緩和制約を識別する情報と対応する緩和量の組を示すテーブル）及び決定された解を示す情報を表示画面等において表示する。そして、例えば、UI 制御部 1 6 は、決定された制約緩和を最適化問題に適用するか否かの選択を受け付け、決定された制約緩和を適用することを選択する入力を検知した場合には、決定された解を現状の解とするように表示画面を更新する。この場合、UI 制御部 1 6 は、緩和履

歴表示領域 5 2、緩和対象ランキング表示領域 5 3、及び連続緩和表示領域 5 4 の各表示を現状の解の変更に応じて更新する。

[0062] 次に、緩和履歴表示領域 5 2 に表示する情報について説明する。

[0063] UI 制御部 1 6 は、最適化問題に適用された制約緩和の履歴を表すグラフ構造（ここでは木構造）を表示している。この場合、例えば、時系列において反映された制約緩和等の履歴情報が記憶装置 4 又はメモリ 1 2 等に記憶されており、UI 制御部 1 6 は、履歴情報の各レコードをノードとするグラフ構造を表示している。上述の履歴情報のレコードは、緩和対象ランキング表示領域 5 3 に示される制約緩和ランキングでの選択に基づく制約緩和、連続緩和表示領域 5 4 での離散変数の連続変数への変更又は離散変数の固定に関する指定、及び現状解表示領域 5 1 での目的関数値の指定に基づく制約緩和のいずれかが適用される度に生成される。即ち、最適化問題の設定に変更がある度に、設定の変更に関する情報を示す履歴情報のレコードが生成される。各レコードには、グラフ構造（木構造）により履歴情報を表示する場合の親子関係となるレコードを示す情報が含まれている。

[0064] 図 7 の例では、UI 制御部 1 6 は、履歴情報に基づき、「緩和 A」に相当するノード、「緩和 A」と「緩和 B」の組み合わせに相当するノード、「緩和 C」に相当するノードを有するグラフ構造（木構造）を表示している。なお、現状では「緩和 C」が最適化問題に適用されており、「緩和 C」に対応するノードが強調表示されている。そして、例えば新たな制約緩和に相当する「緩和 D」が最適化問題に追加で適用する制約緩和としてユーザにより指定された場合には、UI 制御部 1 6 は、「緩和 C」のノードを親ノードとする「緩和 C + 緩和 D」のノードを生成する。なお、例えば、図 7 において図示される「緩和 A」、「緩和 A + 緩和 B」、「緩和 C」のいずれかの文字列が選択された場合に、UI 制御部 1 6 は、選択された文字列に対応する履歴情報のレコードの詳細を表示してもよい。このように、履歴情報に基づくグラフ構造を表示することで、UI 制御部 1 6 は、好適な履歴の管理機能を提供することができる。

[0065] 次に、緩和対象ランキング表示領域 5 3 に表示する情報について説明する。

[0066] 最適化処理部 1 5 は、現状解表示領域 5 1 に示される現状の解を対象として緩和対象ランキング決定処理を実行し、UI 制御部 1 6 は、緩和対象ランキング決定処理の実行結果に基づく緩和対象ランキングを、緩和対象ランキング表示領域 5 3 に表示している。なお、図 7 における「改善の係数（傾き）」は、目的関数値改善度に相当する。

[0067] また、UI 制御部 1 6 は、緩和対象ランキングにおいて順位付けされた制約ごとに、数値入力欄 5 7 を設け、数値入力欄 5 7 へ入力された数値により最適化問題に適用する制約緩和の指定を受け付けている。例えば、UI 制御部 1 6 は、数値入力欄 5 7 に数値が入力された状態で再計算ボタン 5 5 が選択されたことを検知した場合、数値が入力された状態の数値入力欄 5 7 に対応する制約を緩和の対象とみなし、当該制約の緩和を指定された数値に相当する緩和量だけ緩和することを許容した解の再計算を最適化処理部 1 5 に指示する。そして、UI 制御部 1 6 は、上述の指示に基づき最適化処理部 1 5 が算出した解が現状の解となるように表示画面の更新を行う。この場合、UI 制御部 1 6 は、現状の解の変更に伴い、現状解表示領域 5 1、緩和履歴表示領域 5 2、緩和対象ランキング表示領域 5 3、及び連続緩和表示領域 5 4 の各表示を更新する。

[0068] 次に、連続緩和表示領域 5 4 に表示する情報について説明する。

[0069] 最適化処理部 1 5 は、現状解表示領域 5 1 に示される現状の解を対象として連続値決定処理を実行し、UI 制御部 1 6 は、最適化処理部 1 5 による連続値決定処理の実行結果に基づき、離散変数 $a \sim e$ を夫々連続変数とみなしたときの各変数の連続値を表示している。

[0070] また、好適には、UI 制御部 1 6 は、変数ごとに離散変数のまま固定するか否かを指定するユーザ入力を受け付ける。例えば、UI 制御部 1 6 は、離散変数 $a \sim e$ の各々について、離散変数のまま固定するか連続変数に変更するかをユーザが指定するためのユーザインターフェースを設ける。この場合

、UI制御部16は、上述のユーザインターフェースの操作に基づき、連続変数とみなす離散変数を決定し、当該決定を適用した最適化問題を解くことを最適化処理部15に指示する。そして、UI制御部16は、最適化処理部15が算出した解に基づき連続緩和表示領域54等を更新する。

[0071] 以上のような表示画面によれば、UI制御部16は、様々な観点により制約を緩和した場合の解に関する情報をユーザに好適に提示することができる。

[0072] ここで、緩和履歴表示領域52に表示するグラフ構造について補足説明する。UI制御部16は、任意の複数のノードをマージさせる（即ち統合した新たなノードを生成する）操作（「マージ操作」とも呼ぶ。）を緩和履歴表示領域52において受け付けてもよい。なお、マージ操作により生成されるノードは、選択されたノードの共通する子ノードとなる。マージ操作は、例えば、マージさせる複数のノードをクリックなどにより選択する操作である。

[0073] 図8（A）は、マージ操作前のグラフ構造の一例を示し、図8（B）は、マージ操作後のグラフ構造の一例を示す。この例では、「緩和A＋緩和B」に相当するノードと「緩和C」に相当するノードとがマージ操作の対象として選択され、UI制御部16は、選択されたこれらのノードの共通の子ノードとなる新たなノードを生成する。この場合、生成されたノードは、選択された2つのノードに対応する制約緩和をマージした緩和（ここでは緩和A＋緩和B＋緩和C）に対応する。

[0074] なお、UI制御部16は、緩和履歴表示領域52においてマージ操作を検知した場合、マージ操作により生成されるノードに対応する制約緩和を認識し、認識した制約緩和を適用した最適化問題を解くことを最適化処理部15に指示する。そして、UI制御部16は、上述の指示に基づき最適化処理部15が算出した解を現状の解とするように表示画面の更新を行う。この場合、UI制御部16は、現状の解の変更に伴い、現状解表示領域51、緩和履歴表示領域52、緩和対象ランキング表示領域53、及び連続緩和表示領域

5 4 の各表示を更新する。

[0075] (6) 処理フロー

図 9 は、情報処理装置 1 が実行するフローチャートの一例である。

[0076] まず、情報処理装置 1 は、解を求める最適化問題を指定した問題指定情報を取得する（ステップ S 1 1）。この場合、情報処理装置 1 は、記憶装置 4 に予め記憶された、又は、入力装置 2 が供給する入力情報に基づき生成された問題指定情報を取得する。

[0077] 次に、情報処理装置 1 は、取得した問題指定情報が示す最適化問題の解を算出し、算出した解に関する情報を表示装置 3 に表示する（ステップ S 1 2）。この場合、例えば、情報処理装置 1 は、緩和対象ランキング決定処理及び連続値決定処理を実行し、これらの実行結果に基づき、離散変数を連続変数とみなした場合の各変数の連続値や緩和対象ランキングなどを、最適化問題の解と共に表示装置 3 に表示する。例えば、情報処理装置 1 は、図 7 に示されるような表示画面を表示装置 3 に表示する。

[0078] 次に、情報処理装置 1 は、ユーザの入力等に基づき、最適化問題の条件の変更があったか否か判定する（ステップ S 1 3）。ここでの条件の変更の例には、緩和対象ランキングでの緩和する制約の指定に基づく最適化問題の条件変更、履歴を表示するグラフ構造でのマージ操作に基づく最適化問題の条件変更、及び、連続変数とする離散変数の指定などに基づく最適化問題の条件変更が含まれる。そして、情報処理装置 1 は、最適化問題の条件の変更があったと判定した場合（ステップ S 1 3；Y e s）、最適化問題の条件の変更を反映した最適化問題の解に関する情報を表示装置 3 に表示する（ステップ S 1 4）。この場合、情報処理装置 1 は、最適化問題の条件の変更を反映した最適化問題の解、離散変数を連続変数とみなした場合の各変数の連続値、及び緩和対象ランキングなどを表示する。また、情報処理装置 1 は、上記の最適化問題の条件変更を示すノードを加えたグラフ構造（図 7 の緩和履歴表示領域 5 2 参照）を表示する。

[0079] また、制約の変更がない場合（ステップ S 1 3；N o）、又はステップ S

14の実行後、情報処理装置1は、ユーザの入力等に基づき目的関数値が指定されたか否か判定する（ステップS15）。そして、目的関数値が指定された場合（ステップS15；Yes）、情報処理装置1は、指定された目的関数値を満たす制約緩和及び解の情報を表示装置3に表示する（ステップS16）。

[0080] そして、情報処理装置1は、目的関数値が指定されていない場合（ステップS15；No）、又はステップS16の実行後、フローチャートの処理を終了すべきか否か判定する（ステップS17）。例えば、情報処理装置1は、フローチャートの処理の終了を指示するユーザの入力を検知した場合、その他所定の終了条件が満たされた場合、フローチャートの処理を終了すべきと判定する。そして、情報処理装置1は、フローチャートの処理を終了すべきと判定した場合（ステップS17；Yes）、フローチャートの処理を終了する。一方、情報処理装置1は、フローチャートの処理を終了すべきでないとして判定した場合（ステップS17；No）、ステップS13へ処理を戻す。

[0081] <第2実施形態>

図10は、最適化システム100Aの構成を示す。最適化システム100Aは、主に、情報処理装置1Aと、端末装置5とを有する。情報処理装置1Aと端末装置5とは、ネットワーク6を介してデータ通信を行う。

[0082] 情報処理装置1Aは、サーバ（クラウドサーバを含む）として機能する1又は複数の装置であり、第1実施形態において情報処理装置1が実行する最適化に関する処理を行う。この場合、情報処理装置1Aは、第1実施形態において情報処理装置1が入力装置2から受信する入力情報を、ネットワーク6を介して端末装置5から受信する。また、情報処理装置1Aは、第1実施形態において情報処理装置1が表示装置3に送信した表示情報を、ネットワーク6を介して端末装置5へ送信する。また、情報処理装置1Aは、第1実施形態において記憶装置4が記憶する情報を記憶している。

[0083] 端末装置5は、入力機能、表示機能、及び通信機能を有する端末であり、

第1実施形態における入力装置2及び表示装置3として機能する。端末装置5は、例えば、パーソナルコンピュータ、タブレット型端末、PDA (Personal Digital Assistant) などであってもよい。端末装置5は、受け付けたユーザ入力に基づき生成した入力情報を、ネットワーク6を介して情報処理装置1Aへ送信する。また、端末装置5は、情報処理装置1Aから表示情報を受信した場合に、当該表示情報に基づく情報を表示する。

[0084] 第2実施形態に係る情報処理装置1Aは、第1実施形態において情報処理装置1が実行した入力処理及び出力処理を端末装置5のユーザを対象として好適に実行することができる。

[0085] 図11は、ユーザと情報処理装置1Aと端末装置5との関係を示した図である。図11に示すように、情報処理装置1Aは、アルゴリズムを実行するサーバとして機能し、端末装置5は、アルゴリズムに必要なパラメータ等の入力を受け付けるユーザ端末として機能する。そして、端末装置5は、情報処理装置1Aと情報の授受を行うことで、図7に示されるような表示画面などをユーザに提示する。これにより、ユーザの意思決定を好適に促すことができる。

[0086] ここで、医療・ヘルスケア分野への応用例として、患者と病院のマッチング問題について説明する。図12(A)は、患者と病院のマッチング問題の概略を示した図である。ここでは、最適化システム100Aは、病院での入院を希望する複数の患者に関する患者情報と、患者を受け入れ可能な複数の病院に関する病院情報とを有し、これらの情報に基づき、患者と病院とのマッチングを行う。そして、最適化システム100Aは、各患者に対して最適な病院の候補を提示し、各患者の病院への予約手続を行う。なお、この応用例は、第1実施形態の最適化システム100に対しても同様に適用可能である。

[0087] 図12(B)は、患者情報のデータ構造の一例であり、図12(C)は、病院情報のデータ構造の一例である。図12(B)に示す患者情報は、患者

I D、患者名、病状、既往歴、及びアレルギー情報などを含む患者ごとのレコードを有している。このような患者情報は、例えば、各患者が最適化システム100Aに自身の健康に関する情報（病状、既往歴、アレルギー情報）を登録することで生成される。図12（C）に示す病院情報は、病院I D、病院名、診療科目、診療時間、空き病室数などの情報を含む病院ごとのレコードを有している。このような病院情報は、例えば、各病院の担当者が最適化システム100Aに上述の各項目に関する情報を登録することで生成される。

[0088] この応用例では、目的関数は、例えば、各患者の病院までの合計距離に関する関数であってもよく、各患者の総待ち時間に関する関数であってもよく、マッチングの数に関する関数であってもよく、これらを複合した関数であってもよい。また、この応用例において設定される制約の例は、以下のよう

に例示される。

- 患者が受診したい診療科目が病院で提供されていること
- 病院の収容人数を超えないようにすること
- 病院の診療時間内に患者が受診できること
- 患者の希望する診療日が病院の営業日であること
- 患者が特定の感染症を罹患していること、又は罹患していないこと
- かかりつけ医の紹介状があること

[0089] ここで、「病院の診療時間内に患者が受診できること」の制約については所定時間までは延長可能とする考慮制約として扱うことができる。同様に、「患者が特定の感染症を罹患していること、又は罹患していないこと」の制約については、所定人数までは受け入れ可能とする考慮制約として扱うことができる。同様に「かかりつけ医の紹介状があること」の制約については、所定人数までは受け入れ可能とする考慮制約として扱うことができる。なお、個々の制約を考慮制約として扱うか否か及び緩和量の上限等は、例えば、実現可能性や適法性（法令順守）などを勘案し予め定められ、緩和関連情報として最適化システム100Aが予め保持している。

[0090] なお、最適化システム１００Ａは、考慮制約の優先順位および緩和上限等を動的に変更してもよい。医療分野の場合は、法令や社会情勢の変化により、医療体制が変更になる場合がある。そのような場合にも対応できるように最適化システム１００Ａは、考慮制約を変更することが可能である。

[0091] 例えば、最適化システム１００Ａは、既存の自然言語処理技術を用いて、労働基準法または医事法等の記載およびガイドラインを外部データベースから取得し解析することで、考慮制約の優先順位および緩和上限を変更してもよい。

[0092] この応用例によれば、最適化システム１００Ａは、病院による患者の最適な受け入れが実現されるように患者と病院とのマッチングを行い、各患者の病院への予約を円滑に実行させることができる。

[0093] ＜第３実施形態＞

図１３は、第３実施形態における情報処理装置１Ｘの機能ブロック図である。情報処理装置１Ｘは、主に、取得手段１６Ｘａと、決定手段１５Ｘと、出力手段１６Ｘｂと、を有する。情報処理装置１Ｘは、複数の装置から構成されてもよい。

[0094] 取得手段１６Ｘａは、１又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得する。取得手段１６Ｘａは、例えば、第１実施形態又は第２実施形態におけるＵ１制御部１６とすることができる。

[0095] 決定手段１５Ｘは、１又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に目的関数の値が目標値を満たす最適化問題の解を決定する。決定手段１５Ｘは、例えば、第１実施形態又は第２実施形態における最適化処理部１５とすることができる。

[0096] 出力手段１６Ｘｂは、緩和が行われる制約に関する情報を出力する。ここで、「緩和が行われる制約に関する情報を出力する」とは、緩和が行われる制約に関する情報を表示又は音により出力してもよく、緩和が行われる制約に関する情報を他の装置に送信してもよく、記憶装置に記憶させてもよい。出力手段１６Ｘｂは、例えば、第１実施形態又は第２実施形態におけるＵ１

制御部 16 とすることができる。

[0097] 図 14 は、第 3 実施形態において情報処理装置 1X が実行するフローチャートの一例である。取得手段 16Xa は、1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得する（ステップ S21）。決定手段 15X は、1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に目的関数の値が目標値を満たす最適化問題の解を決定する（ステップ S22）。出力手段 16Xb は、緩和が行われる制約に関する情報を出力する（ステップ S23）。

[0098] 第 3 実施形態に係る情報処理装置 1X は、制約付き最適化問題において設定した目的関数の目標値を満たすような制約緩和に関する情報を好適に出力することができる。

[0099] その他、上記の各実施形態（変形例を含む、以下同じ）の一部又は全部は、以下の付記のようにも記載され得るが以下には限られない。

[0100] [付記 1]

1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得する取得手段と、

前記 1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定する決定手段と、

前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する出力手段と、
を有する情報処理装置。

[付記 2]

前記出力手段は、前記緩和が行われる制約に関する情報として、前記緩和の対象となる制約を識別する情報と、当該制約における前記緩和の度合いである緩和量を示す情報と、を出力する、付記 1 に記載の情報処理装置。

[付記 3]

前記取得手段は、前記目標値を指定する外部入力を受け付け、受け付けた前記外部入力に基づき前記目標値を定める、付記 1 に記載の情報処理装置。

[付記 4]

前記 1 又は複数の制約のうち緩和可能な候補である緩和対象の各々について、緩和量に対する前記目的関数の値の改善度合いを算出する改善度算出手段をさらに有し、

前記出力手段は、前記緩和対象の各々の前記改善度合いに関する情報を出力する、付記 1 に記載の情報処理装置。

[付記 5]

前記出力手段は、前記改善度合いに基づく前記緩和対象の序列に関する情報を出力する、付記 4 に記載の情報処理装置。

[付記 6]

前記出力手段は、前記緩和対象の各々の識別情報と前記改善度合いとの組を前記序列に従い並べて表示する、付記 5 に記載の情報処理装置。

[付記 7]

前記出力手段は、前記最適化問題における離散変数の少なくとも一部を連続変数とみなして前記最適化問題を解いた場合の前記離散変数の連続値を示す情報を出力する、付記 1 に記載の情報処理装置。

[付記 8]

前記出力手段は、前記緩和の履歴を示すグラフ構造を表示する、付記 1 に記載の情報処理装置。

[付記 9]

前記出力手段は、ユーザが使用する端末装置からの要求に基づき、前記緩和が行われる制約に関する表示情報を前記端末装置に送信する、付記 1 に記載の情報処理装置。

[付記 10]

コンピュータが、

1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得し、

前記 1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定し、

前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する、
出力方法。

[付記 11]

1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得し、

前記 1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定し、

前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する処理をコンピュータに実行させるプログラムが格納された記憶媒体。

[0101] なお、上述した各実施形態において、プログラムは、様々なタイプの非一時的なコンピュータ可読媒体 (Non-transitory computer readable medium) を用いて格納され、コンピュータであるプロセッサ等に供給することができる。非一時的なコンピュータ可読媒体は、様々なタイプの実体のある記憶媒体 (Tangible storage medium) を含む。非一時的なコンピュータ可読媒体の例は、磁気記憶媒体 (例えばフレキシブルディスク、磁気テープ、ハードディスクドライブ)、光磁気記憶媒体 (例えば光磁気ディスク)、CD-ROM (Read Only Memory)、CD-R、CD-R/W、半導体メモリ (例えば、マスクROM、PROM (Programmable ROM)、EPROM (Erasable PROM)、フラッシュROM、RAM (Random Access Memory) を含む。また、プログラムは、様々なタイプの一時的なコンピュータ可読媒体 (Transitory computer readable medium) によってコンピュータに供給されてもよい。一時的なコンピュータ可読媒体の例は、電気信号、光信号、及び電磁波を含む。一時的なコンピュータ可読媒体は、電線及び光ファイバ等の有線通信路、又は無線通信路を介して、プログラムをコンピュータに供給できる。

[0102] 以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は上記実施形

態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコ
ープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。すなわち、本
願発明は、請求の範囲を含む全開示、技術的思想にしたがって当業者であれ
ばなし得るであろう各種変形、修正を含むことは勿論である。また、引用し
た上記の特許文献及び非特許文献の各開示は、本書に引用をもって繰り込む
ものとする。

符号の説明

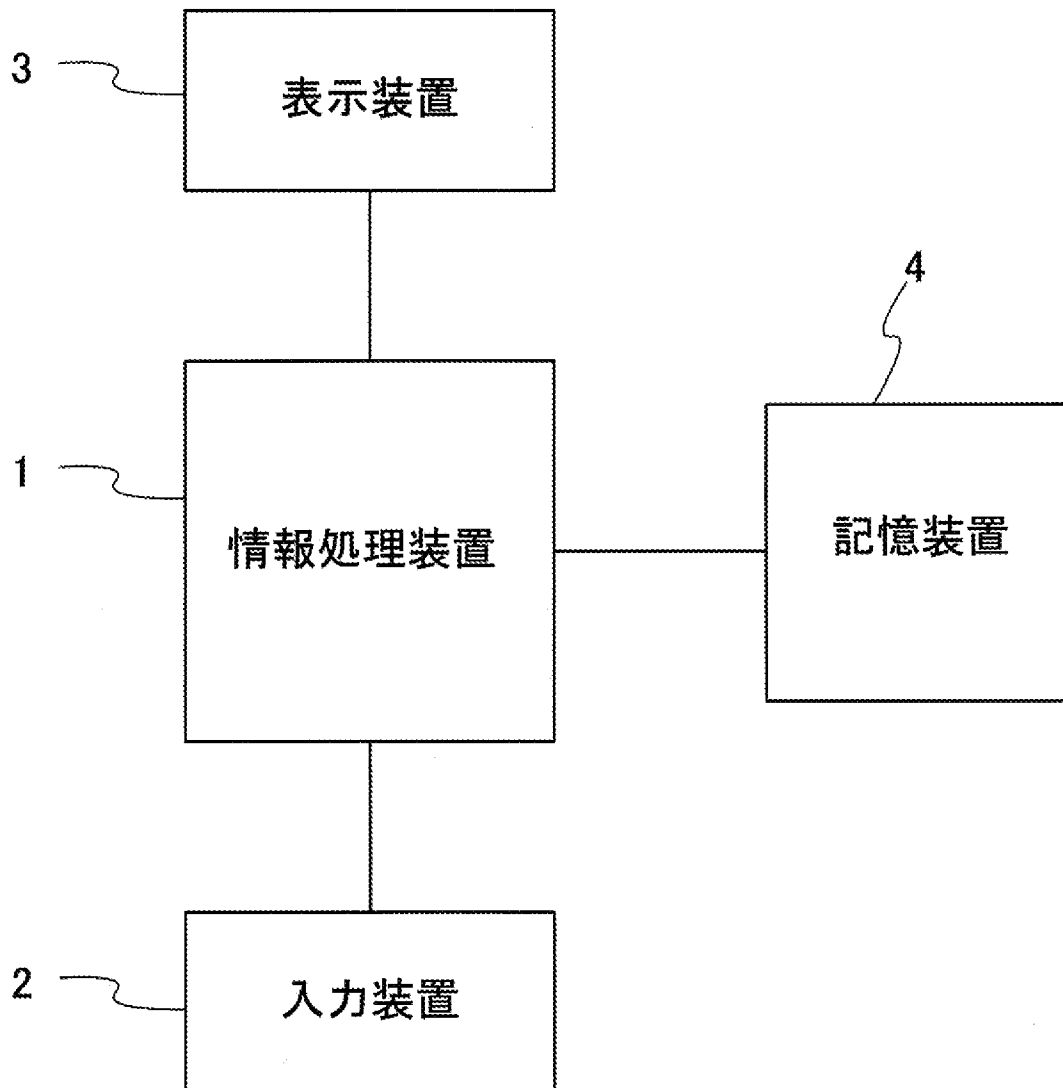
- [0103] 1、1 A、1 X 情報処理装置
- 2 入力装置
- 3 表示装置
- 4 記憶装置
- 5 端末装置
- 100、100 A 最適化システム

請求の範囲

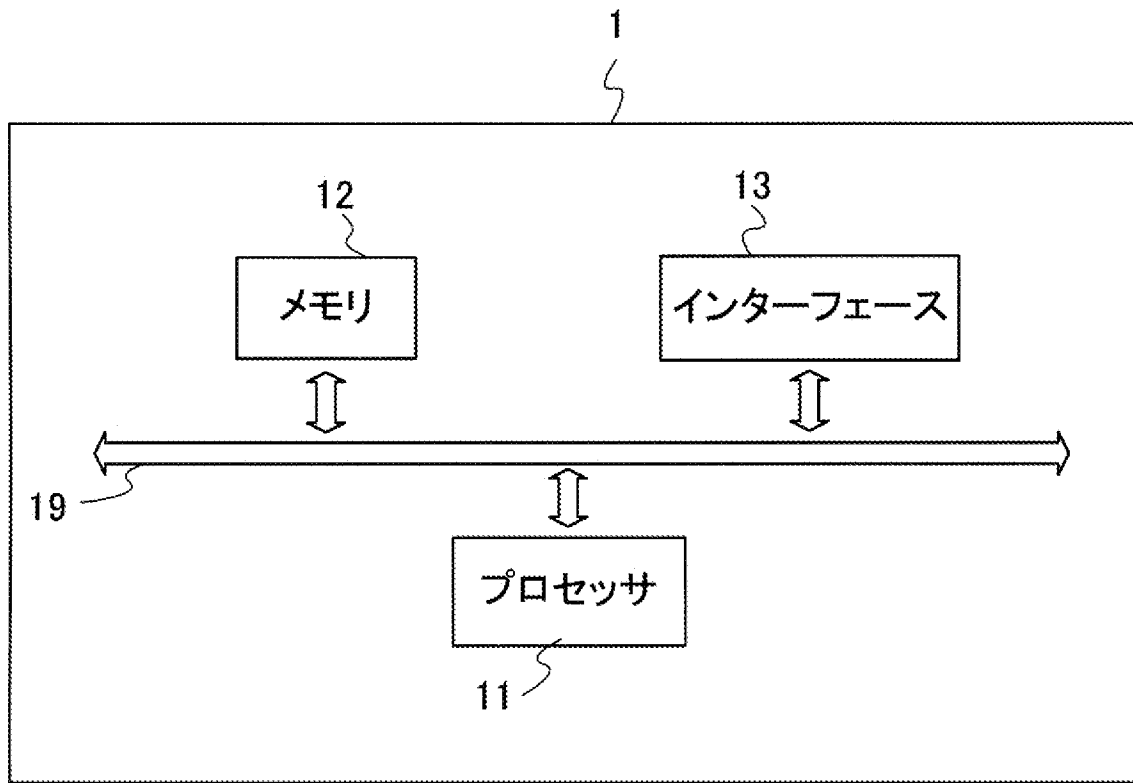
- [請求項1] 1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得する取得手段と、
- 前記 1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定する決定手段と、
- 前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する出力手段と、
- を有する情報処理装置。
- [請求項2] 前記出力手段は、前記緩和が行われる制約に関する情報として、前記緩和の対象となる制約を識別する情報と、当該制約における前記緩和の度合いである緩和量を示す情報と、を出力する、請求項 1 に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記取得手段は、前記目標値を指定する外部入力を受け付け、受け付けた前記外部入力に基づき前記目標値を定める、請求項 1 に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記 1 又は複数の制約のうち緩和可能な候補である緩和対象の各々について、緩和量に対する前記目的関数の値の改善度合いを算出する改善度算出手段をさらに有し、
- 前記出力手段は、前記緩和対象の各々の前記改善度合いに関する情報を出力する、請求項 1 に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記出力手段は、前記改善度合いに基づく前記緩和対象の序列に関する情報を出力する、請求項 4 に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記出力手段は、前記緩和対象の各々を識別する情報と前記改善度合いとの組を前記序列に従い並べて表示する、請求項 5 に記載の情報処理装置。
- [請求項7] 前記出力手段は、前記最適化問題における離散変数の少なくとも一部を連続変数とみなして前記最適化問題を解いた場合の前記離散変数の連続値を示す情報を出力する、請求項 1 に記載の情報処理装置。

- [請求項8] 前記出力手段は、前記緩和の履歴を示すグラフ構造を表示する、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項9] 前記出力手段は、ユーザが使用する端末装置からの要求に基づき、前記緩和が行われる制約に関する表示情報を前記端末装置に送信する、請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項10] コンピュータが、
1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得し、
前記1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定し、
前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する、
出力方法。
- [請求項11] 1 又は複数の制約が設けられた最適化問題における目的関数の目標値を取得し、
前記1 又は複数の制約の少なくとも一部の緩和を行った場合に前記目的関数の値が前記目標値を満たす前記最適化問題の解を決定し、
前記緩和が行われる制約に関する情報を出力する処理をコンピュータに実行させるプログラムが格納された記憶媒体。

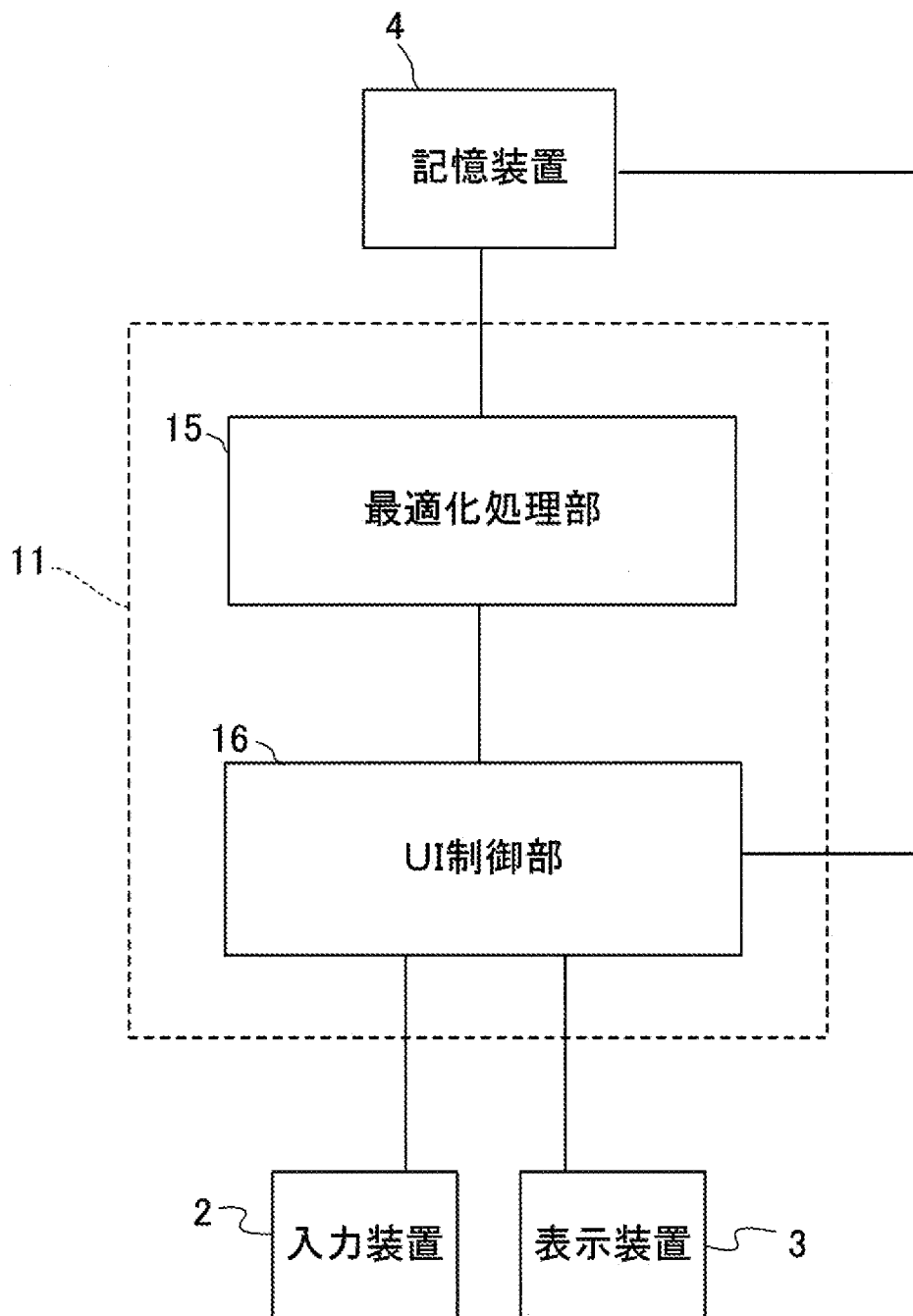
[図1]

100:最適化システム

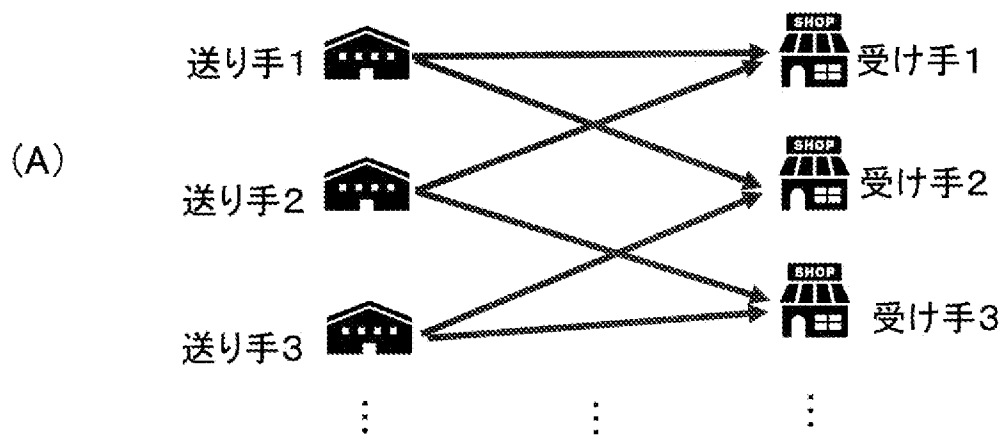
[図2]



[図3]



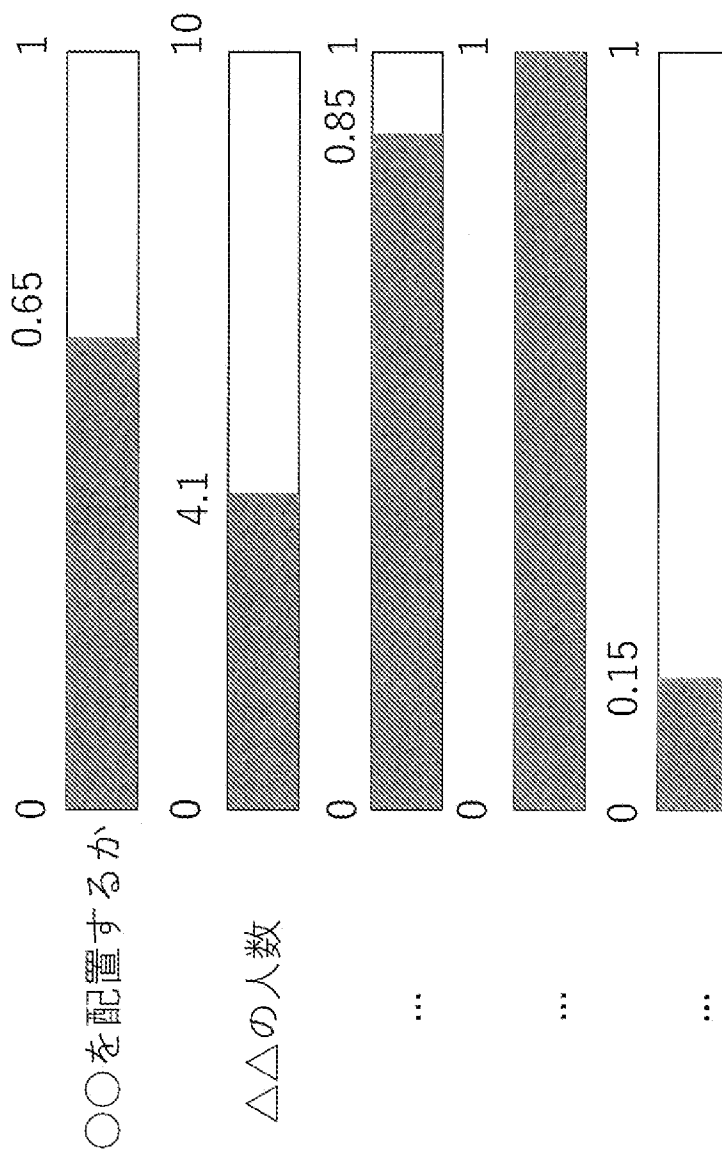
[図4]



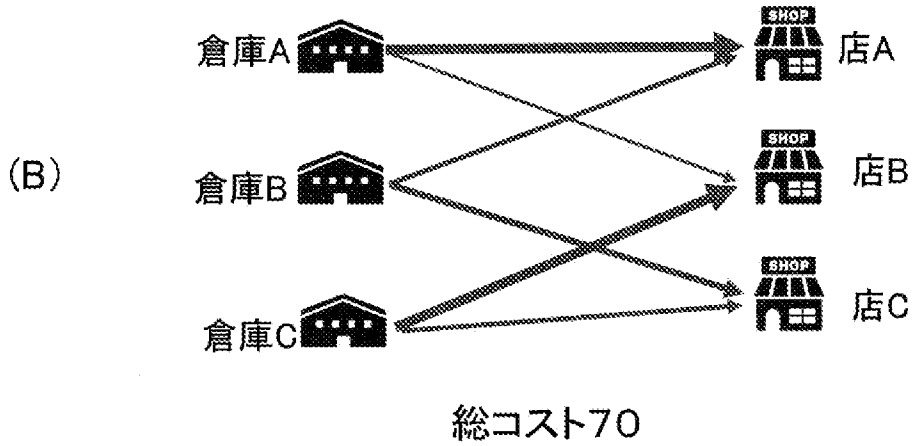
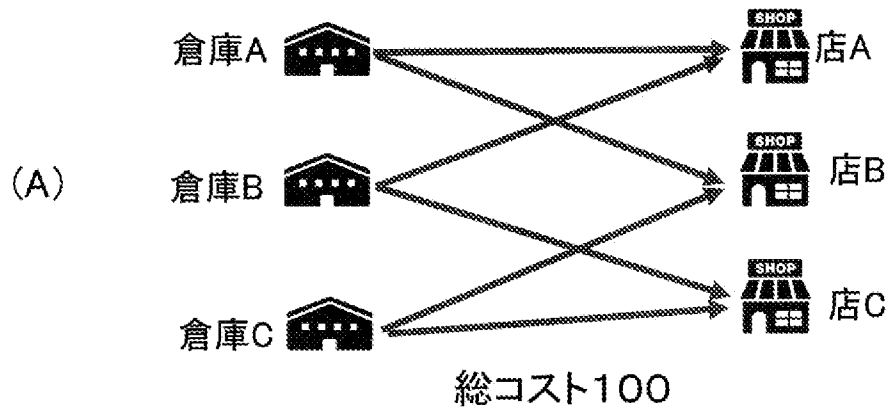
(B)

順位	制約名	目的関数値改善度
1	送り手10の上限	0.90
2	枝(送7)-(受14)の上限	0.87
3	送り手3の上限	0.84
⋮	⋮	⋮

[図5]



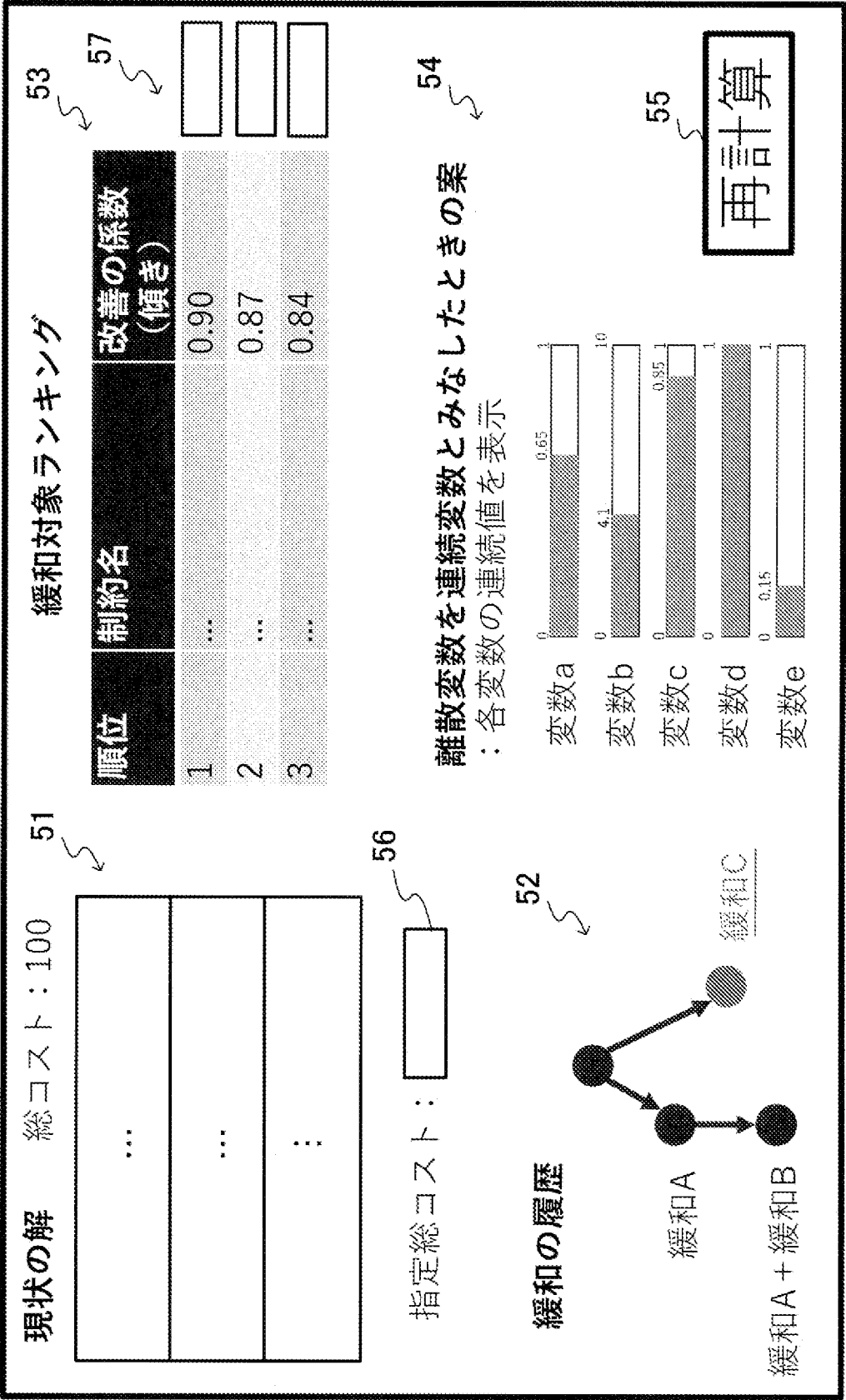
[図6]



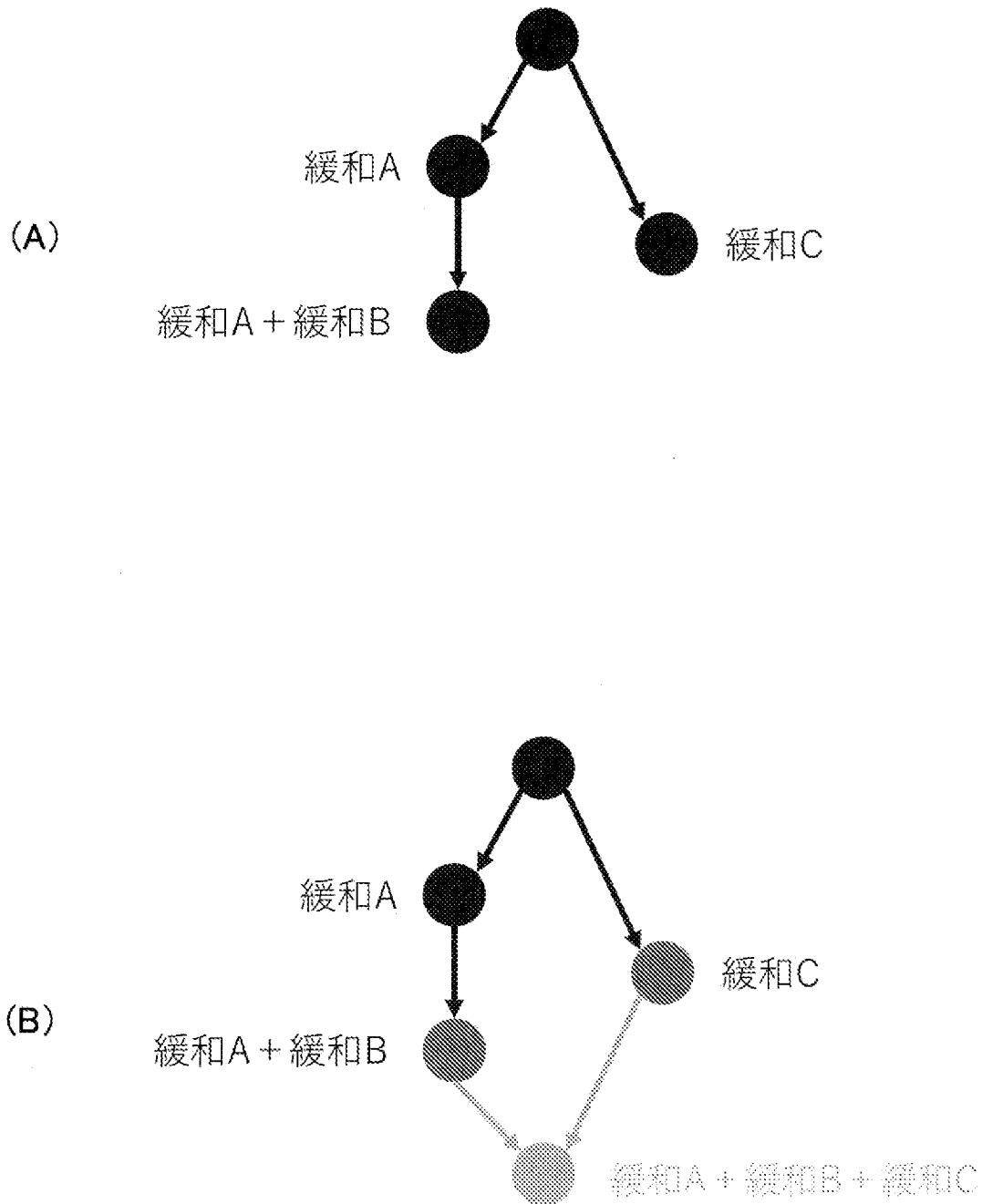
(C)

緩和制約	緩和量
倉庫Aから店Aへの輸送量上限	5
倉庫Cからの送出量上限	2

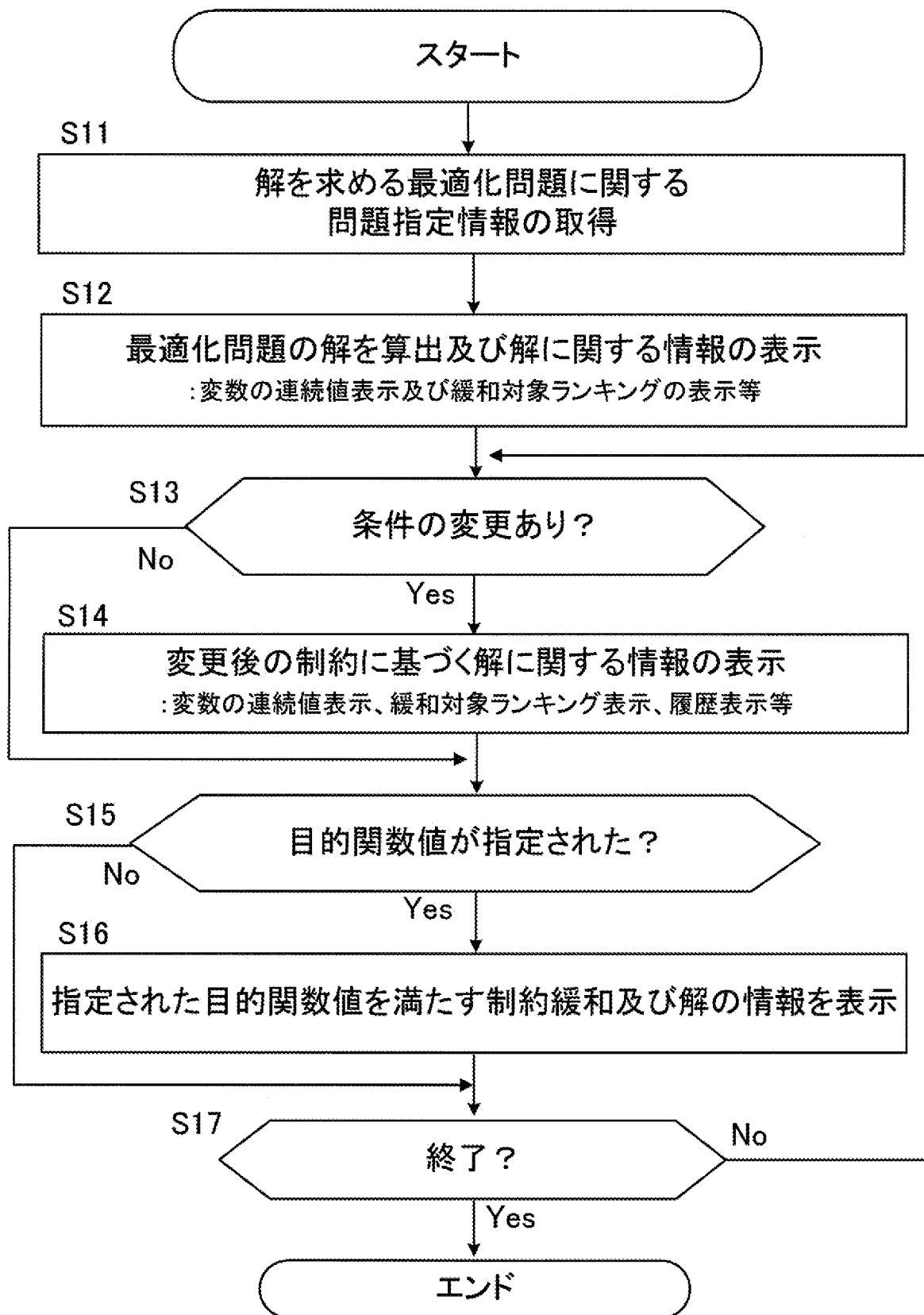
[図7]



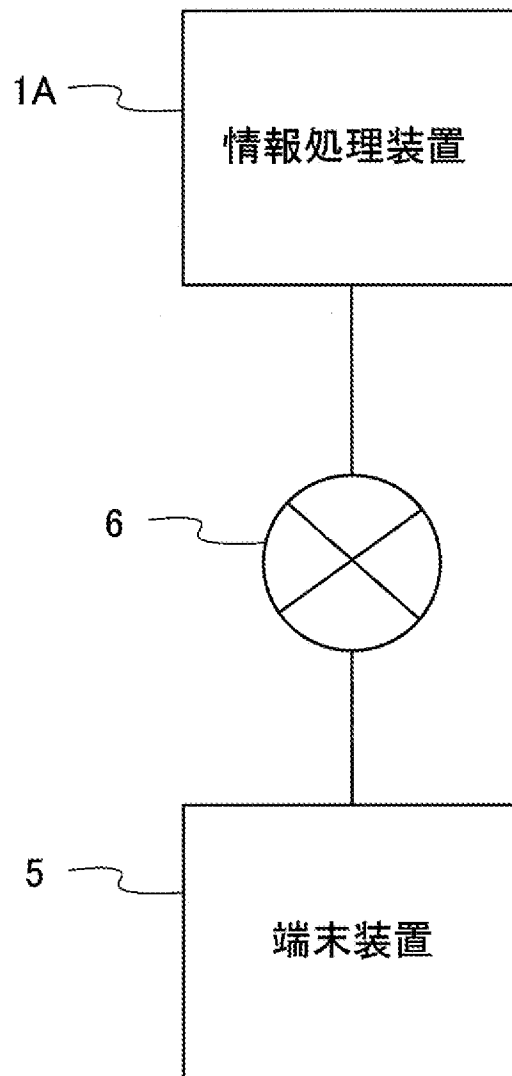
[図8]



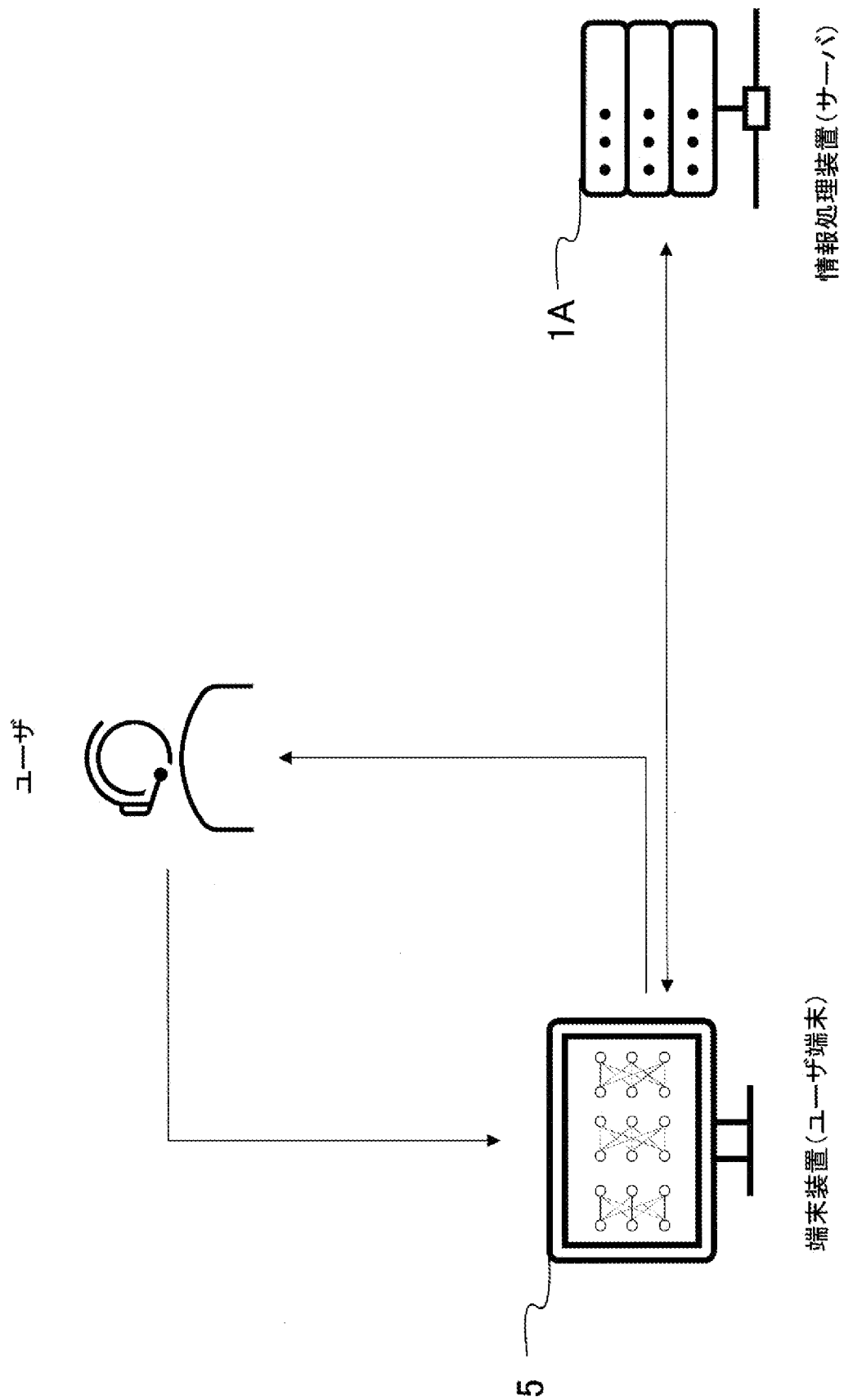
[図9]



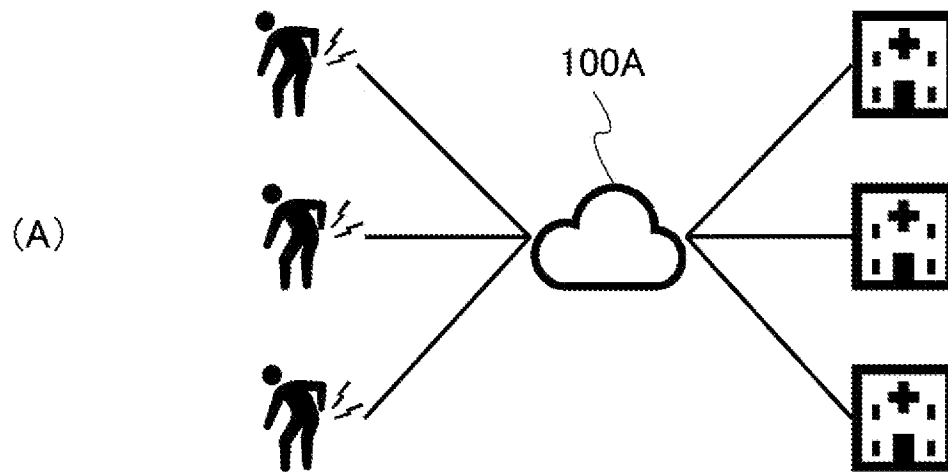
[図10]

100A:最適化システム

[図11]



[図12]



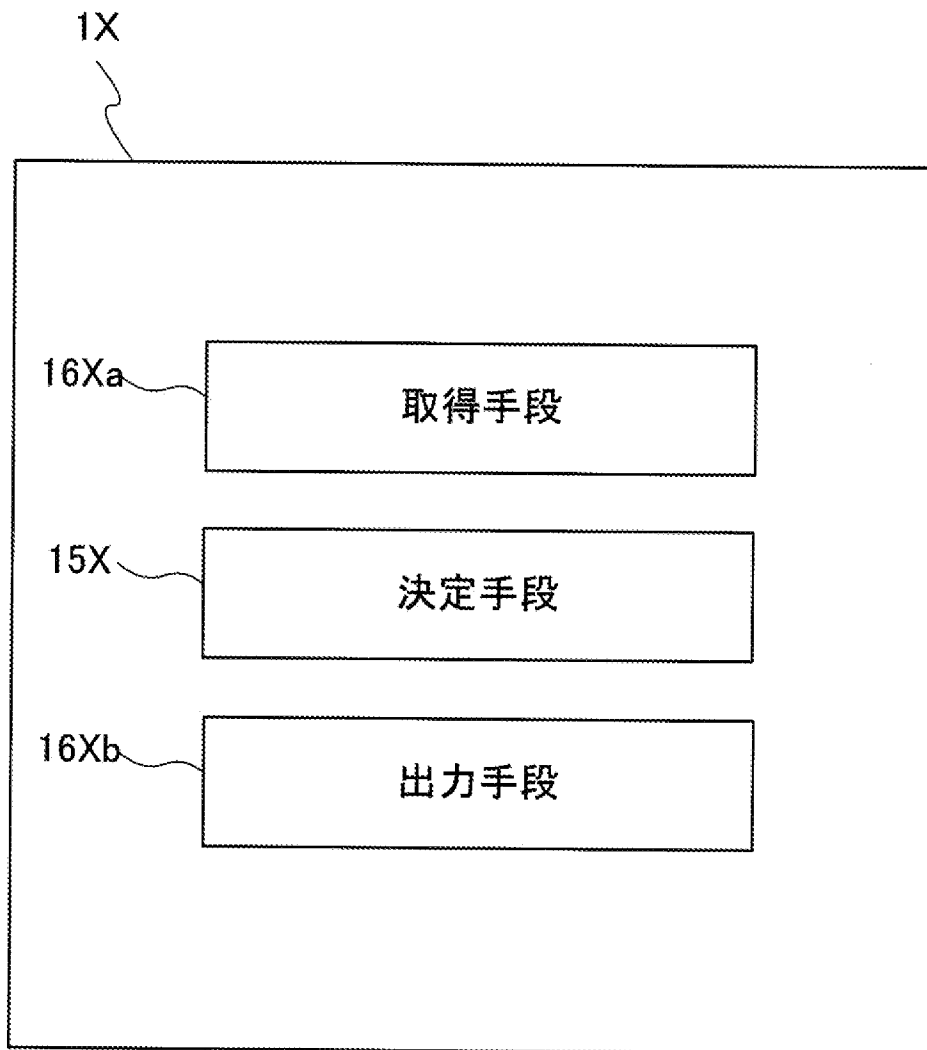
(B)

患者ID	患者名	症状	既往歴	アレルギー情報	...
1	山田太郎	高熱、咳	なし	ペニシリン	...
2	鈴木花子	皮膚の発疹	なし	なし	...
3	佐藤一郎	目のかゆみ	糖尿病	なし	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

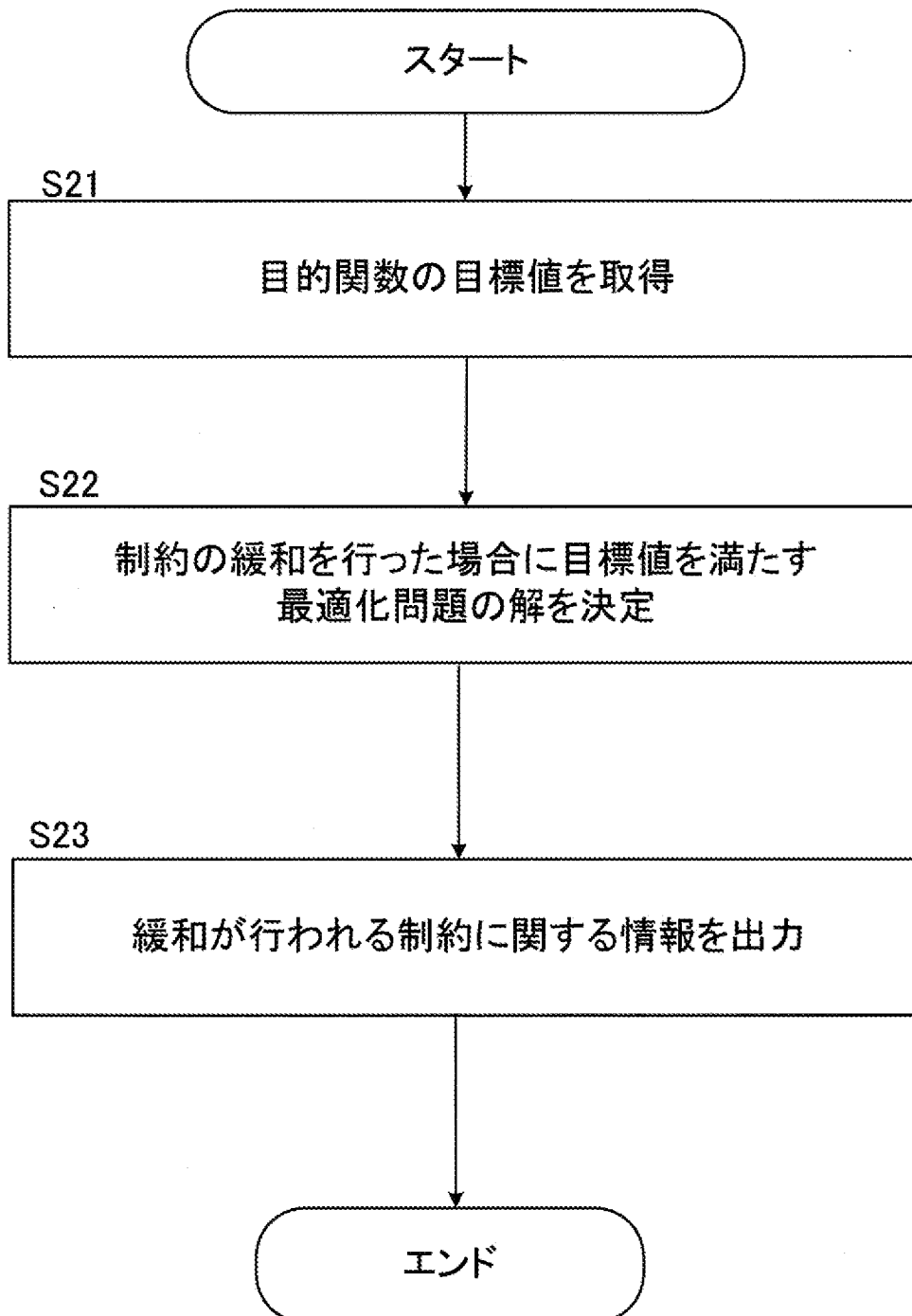
(C)

病院ID	病院名	診療科目	診療時間	空き病室数	...
1	A病院	内科、外科	9:00-18:00	5	...
2	B病院	小児科、皮膚科	10:00-19:00	3	...
3	C病院	眼科、耳鼻咽喉科	9:00-17:00	2	...
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/025439

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*G06N 99/00*(2019.01)i

FI: G06N99/00 180

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)

G06N99/00

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 1971-2023

Registered utility model specifications of Japan 1996-2023

Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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.
X	JP 2016-130928 A (HITACHI, LTD.) 21 July 2016 (2016-07-21) paragraphs [0021]-[0114]	1-6, 9-11
Y		7
A		8
Y	JP 7212811 B1 (BIZREACH, INC.) 25 January 2023 (2023-01-25) paragraphs [0015]-[0106]	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

15 September 2023

Date of mailing of the international search report

26 September 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/025439

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2016-130928	A	21 July 2016	(Family: none)	
JP	7212811	B1	25 January 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06N 99/00(2019.01)i FI: G06N99/00 180		
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）） G06N99/00 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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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
X	JP 2016-130928 A（株式会社日立製作所） 21.07.2016（2016 - 07 - 21） 段落[0021]-[0114]	1-6, 9-11
Y		7
A		8
Y	JP 7212811 B1（株式会社ビズリーチ） 25.01.2023（2023 - 01 - 25） 段落[0015]-[0106]	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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 15.09.2023	国際調査報告の発送日 26.09.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 漆原 孝治 5B 9366 電話番号 03-3581-1101 内線 3545	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/025439

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2016-130928	A	21.07.2016	(ファミリーなし)	
JP	7212811	B1	25.01.2023	(ファミリーなし)	