

(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
2022年1月20日(20.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/014040 A1

(51) 国際特許分類:
G06F 30/10 (2020.01) G06Q 50/04 (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/027837

(22) 国際出願日: 2020年7月17日(17.07.2020)

(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:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 林 英 松 (HAYASHI, Hidematsu); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
村田 耕一(MURATA, Koichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

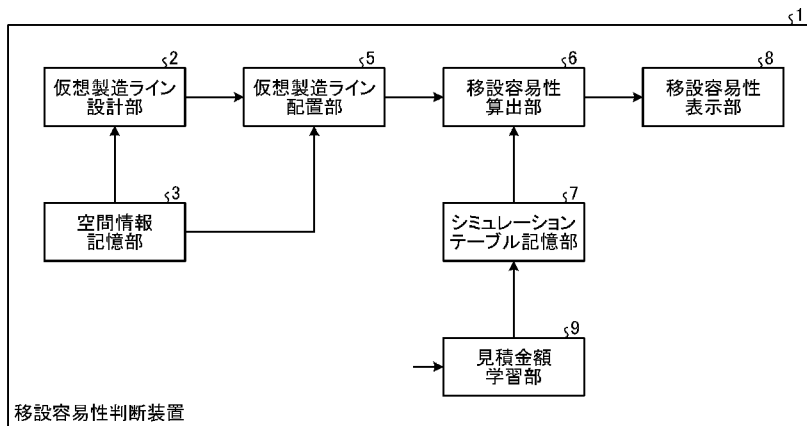
(74) 代理人: 高村 順(TAKAMURA, Jun); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, 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, 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, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: DEVICE FOR DETERMINING EASE OF RELOCATION AND METHOD FOR DETERMINING EASE OF RELOCATION

(54) 発明の名称: 移設容易性判断装置および移設容易性判断方法



- 1 Device for determining ease of relocation
- 2 Virtual production line design unit
- 3 Space information storage unit
- 5 Virtual production line arrangement unit
- 6 Ease of relocation calculation unit
- 7 Simulation table storage unit
- 8 Ease of relocation display unit
- 9 Estimated monetary sum learning unit

(57) Abstract: A device (1) for determining ease of relocation comprises: a virtual production line arrangement unit (5) that generates arrangement layout data in which production equipment is arranged in a factory; and an ease-of-relocation calculation unit (6) that calculates an ease-of-relocation value indicating the ease of relocating production equipment to the factory. Equipment layout data includes infrastructure equipment information that is information regarding the positions of arrangement within the production equipment of infrastructure equipment arranged in the production equipment and used in operation of the production equipment. Factory layout data includes constraint conditions regarding space information in the factory. The ease-of-relocation calculation unit (6) uses the constraint conditions and the infrastructure equipment information as a basis to calculate the relocation costs necessary for relocation if the infrastructure equipment is relocated to the factory, and calculates the ease-of-relocation value on the basis of the relocation costs.

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)）

(57) 要約：移設容易性判断装置（1）が、工場に生産設備を配置した配置レイアウトデータを生成する仮想製造ライン配置部（5）と、生産設備の工場への移設の容易性を示す移設容易値を算出する移設容易性算出部（6）と、を備え、設備レイアウトデータは、生産設備に配置されて生産設備の稼働に用いられるインフラ設備の生産設備内での配置位置の情報であるインフラ設備情報を含み、工場レイアウトデータは、工場における空間情報の制約条件を含み、移設容易性算出部（6）は、制約条件およびインフラ設備情報に基づいてインフラ設備を工場へ移設する場合の移設に要する移設コストを算出し、移設コストに基づいて移設容易値を算出する。

明 細 書

発明の名称： 移設容易性判断装置および移設容易性判断方法

技術分野

[0001] 本開示は、生産設備の移設の容易性を判断する移設容易性判断装置および移設容易性判断方法に関する。

背景技術

[0002] 第5世代移動通信システムである5G（5th Generation）の普及によって通信ケーブルの無線化が容易になり、これに伴って生産設備の移設が容易になることが予想される。また、今後のマスカスタマイゼーションの進展により、生産設備の移設の機会が増えるものと考えられ、移設を前提とした生産設備の設計が必要になることが予想される。このため、設計段階から生産設備の移設の容易さを考慮にいて生産設備の設計を検討する必要がある。

[0003] 特許文献1の設備配置位置決定装置は、生産設備である製造ラインにおいて主として製造する製品または優先度の高い製品の種類が変化した場合に、生産設備に配置される設備の最適な位置を速やかに検証している。この設備配置位置決定装置は、ライン情報取得工程において、生産設備で製造される製品の情報および生産設備に配置される設備の情報よりなるライン情報を取得する。次に、設備配置位置決定装置は、シミュレーション工程において、現在の設備配置位置とライン情報とに基づいて製品の進捗をシミュレーションする。次に、設備配置位置決定装置は、設備配置位置評価工程において、現在の設備配置位置を、シミュレーション工程におけるシミュレーション結果に基づいて評価する。次に、設備配置位置決定装置は、設備仮配置工程において、生産設備に設備を仮に配置して仮の設備配置位置を設定し、この仮の設備配置位置に対して、シミュレーション工程および設備配置位置評価工程を行なう。設備配置位置決定装置は、現在および仮の設備配置位置のうち最も高い評価を得た設備配置位置を生産設備における設備の配置位置として選択する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平 1 0－2 3 2 8 8 9 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、上記特許文献 1 の技術では、生産設備本体の移動費用およびリードタイムといった生産設備本体の移設困難性に基づいて設備配置位置を評価しているものの、生産設備本体の稼働に要するインフラ（インフラストラクチャ）設備の移設の困難性は考慮していない。インフラ設備は、例えば、生産設備本体にガスを供給するガス管、水を供給する水道管など生産に必要な材料を供給する設備であり、移設には困難性が伴う。特許文献 1 の技術では、インフラ設備の移設の困難性を考慮していないので、生産設備に対し正確な移設の容易性を判断することができないという問題があった。

[0006] 本開示は、上記に鑑みてなされたものであって、生産設備の移設の容易性を正確に判断することができる移設容易性判断装置を得ることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本開示の移設容易性判断装置は、工場のレイアウトデータである工場レイアウトデータおよび生産設備のレイアウトデータである設備レイアウトデータに基づいて、工場に生産設備を配置したレイアウトデータである配置レイアウトデータを生成する配置部を備えている。また、本開示の移設容易性判断装置は、配置レイアウトデータに基づいて、生産設備の工場への移設の容易性を示す移設容易値を算出する移設容易性算出部を備えている。配置レイアウトデータは、工場レイアウトデータおよび設備レイアウトデータを含み、設備レイアウトデータは、生産設備に配置されて生産設備の稼働に用いられるインフラ設備の生産設備内での配置位置の情報であるインフラ設備情報を含み、工場レイアウトデ

ータは、インフラ設備を工場に移設する場合の工場における空間情報の制約条件を含んでいる。移設容易性算出部は、制約条件およびインフラ設備情報に基づいてインフラ設備を工場へ移設する場合の移設に要する移設コストを算出し、移設コストに基づいて移設容易値を算出する。

発明の効果

[0008] 本開示にかかる移設容易性判断装置は、生産設備の移設の容易性を正確に判断することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態にかかる移設容易性判断装置の構成を示す図

[図2]実施の形態にかかる移設容易性判断装置が、移設容易性を判断する際に用いる工場設計データの例を説明するための図

[図3]実施の形態にかかる移設容易性判断装置が、移設容易性を判断する際に用いるシミュレーション用テーブルの例を説明するための図

[図4]実施の形態にかかる移設容易性判断装置が判断する移設容易性の判断処理手順を示すフローチャート

[図5]実施の形態にかかる移設容易性判断装置が備える見積金額学習部の構成を示す図

[図6]実施の形態にかかる移設容易性判断装置による見積値および見積条件の学習処理手順を示すフローチャート

[図7]実施の形態にかかる移設容易性判断装置による見積値および見積条件の推論処理手順を示すフローチャート

[図8]実施の形態にかかる移設容易性判断装置を実現するハードウェア構成例を示す図

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、本開示の実施の形態にかかる移設容易性判断装置および移設容易性判断方法を図面に基づいて詳細に説明する。

[0011] 実施の形態.

図1は、実施の形態にかかる移設容易性判断装置の構成を示す図である。

移設容易性判断装置 1 は、工場内の生産設備に対する移設容易性を判断するコンピュータである。移設容易性判断装置 1 は、移設容易性を判断するソフトウェアが P C (Personal Computer) 等の情報処理装置に搭載されることで実現される。

[0012] なお、本実施の形態では、生産設備が製造ラインである場合について説明するが、生産設備は、製造ライン以外の設備であってもよい。以下の説明では、製造ラインを設置済みの工場を X 工場という場合がある。また、製造ラインを X 工場から移設させる工場を A 工場という場合がある。また、製造ラインを A 工場から次に移設させる工場を B 工場という場合がある。移設容易性判断装置 1 は、製造ラインを X 工場から A 工場に移設させる場合の移設容易性を判断する。また、移設容易性判断装置 1 は、製造ラインを A 工場に移設すると、製造ラインを A 工場から B 工場に移設させる場合に発生する移設容易性を判断する。

[0013] 移設容易性判断装置 1 は、設置済みの製造ラインを新たな位置に移設する場合の移設容易性を判断してもよいし、製造ラインを特定の位置に設置した場合の、次の位置への移設容易性を判断してもよい。すなわち、移設容易性判断装置 1 は、製造ラインを X 工場から A 工場に移設する際の移設容易性を判断してもよいし、製造ラインを A 工場から B 工場に移設する際の移設容易性を判断してもよい。

[0014] 工場内の製造ラインが移設される場合、電源、水、ガス、空きスペース、他の設備の位置関係といった設備環境によって移設の難しさが変動する。すなわち、製造ラインの移設容易性は、製造ラインに配置されて製造ライン本体の稼働に用いられるインフラ設備等によって変動する。

[0015] そこで、本実施の形態の移設容易性判断装置 1 は、設備環境であるインフラ設備に基づいて、製造ラインの移設容易性をインフラ設備の項目毎にパラメータ化し、製造ラインの移設をシミュレーションすることによって、移設容易性を判断する。移設容易性は、工場内に設置した製造ラインを他の場所に移設する際の容易性である。すなわち、移設容易性は、工場内に設置した

製造ラインを他の場所に移設する場合に要するトータルの作業時間であるトータル作業時間およびトータルの作業コストであるトータル作業コストを含んでいる。換言すると、移設容易性は、トータル作業時間およびトータル作業コストを含んだ移設に関する移設コストに対応している。具体的には、移設容易性は、作業時間を作業コストまたは移設時間を要することによる機会損失に変換したコスト、作業コスト、後述する代替方法を実行するために必要なコストなどを含んだ移設コストに対応している。工場内に設置した製造ラインを他の場所に移設する際のトータル作業時間が短いほど、またトータル作業コストが小さいほど移設容易性が高くなる。インフラ設備を考慮せず単に設置環境に合わせて製造ラインを設計する場合、製造ラインを移設する際にインフラ設備の移設にトータルで多くの作業時間およびトータルで大きな作業コストを要することとなり、移設に大きな困難が伴う。本実施の形態の移設容易性判断装置 1 は、工場内に設置した製造ラインを他の場所に移設する場合の移設容易性を判断する。

[0016] 移設容易性判断装置 1 は、工場内の移設に関する条件に基づいてインフラ設備の項目を客観的な数値等の情報に変換することで、移設容易性を判断する。工場内の移設に関する条件は、インフラ設備の移設に要する作業コスト、作業時間、インフラ設備の配置に関連する制約条件などである。作業時間は、移設する部材（後述する接続要素）の単位距離当たりの移設に要する単位作業時間である。また、作業コストは、単位距離当たりの移設に要する単位作業コストである。

[0017] なお、移設容易性判断装置 1 は、移設の容易性を示す移設容易値を算出してもよいし、移設の困難性を示す移設困難値を算出してもよい。以下の説明では、移設容易性判断装置 1 が、移設困難値を算出する場合について説明する。

[0018] 移設容易性判断装置 1 は、図 1 に示す機能部を有して構成されている。すなわち、移設容易性判断装置 1 は、仮想製造ライン設計部 2 と、空間情報記憶部 3 と、仮想製造ライン配置部 5 と、移設容易性算出部 6 と、シミュレー

ションテーブル記憶部 7 と、移設容易性表示部 8 と、学習部である見積金額学習部 9 とを備えている。

[0019] 仮想製造ライン設計部 2 は、C A D (Computer Aided Design、キャド、コンピュータ設計支援) を用いて、製品を生産するための製造ラインといった設備の設計を行う。具体的には、仮想製造ライン設計部 2 は、現在の製造ラインを構成する設備を、移設先に配置した場合の製造ラインの設備構成を設計する。換言すると、仮想製造ライン設計部 2 は、製造ラインを移設した場合、移設先での、製造ラインを構成する設備の配置構成の設計を行う。以下、仮想製造ライン設計部 2 が設計した製造ラインのレイアウトデータを製造ライン設計データという。生産設備のレイアウトデータである設備レイアウトデータが、製造ライン設計データである。製造ライン設計データは、仮想的に設計された設計段階の製造ラインのレイアウトデータである。換言すると、仮想製造ライン設計部 2 が設計する製造ラインは、仮想の製造ラインであり、仮想製造ライン設計部 2 が設計する製造ライン設計データは、仮想のレイアウトデータである。実際の製造ラインは、製造ライン設計データが確定した後に、確定した製造ラインに従って作製される。

[0020] 本実施の形態の移設容易性判断装置 1 は、仮想製造ライン設計部 2 が設計した仮想の製造ラインに対して移設容易性を判断する。以下の説明では、移設容易性判断装置 1 が、移設容易性を判断する製造ラインを仮想製造ラインという。

[0021] 仮想製造ライン設計部 2 は、仮想製造ラインを設計する設計者からの指示に従って、仮想製造ラインの設計を行う。仮想製造ライン設計部 2 が設計する仮想製造ラインの例は、工場に配置される仮想製造ラインである。仮想製造ライン設計部 2 は、空間情報記憶部 3 に接続されており、空間情報記憶部 3 に格納されている、工場のレイアウトデータである工場レイアウトデータを用いて仮想製造ラインの設計を行う。

[0022] なお、仮想製造ライン設計部 2 は、移設容易性判断装置 1 の外部に配置されてもよい。すなわち、仮想製造ラインは、仮想製造ライン設計部 2 とは異

なる別の装置によって設計されてもよい。

- [0023] 空間情報記憶部 3 は、仮想製造ラインが配置される工場のレイアウトデータを記憶するメモリなどである。以下の説明では、工場のレイアウトデータを工場設計データと呼ぶ。
- [0024] 仮想製造ラインの配置部である仮想製造ライン配置部 5 は、製造ライン設計データ（設備レイアウトデータ）、および工場設計データに基づいて、工場フロア内に仮想製造ラインを配置する。すなわち、仮想製造ライン配置部 5 は、製造ライン設計データおよび工場設計データに基づいて、仮想製造ラインが配置された工場の工場設計データを作成する。仮想製造ライン配置部 5 は、工場を設計する設計者からの指示に従って、仮想製造ラインが配置された工場の工場設計データである配置レイアウトデータを作成する。
- [0025] テーブル記憶部であるシミュレーションテーブル記憶部 7 は、シミュレーション用テーブルを記憶するメモリなどである。シミュレーション用テーブルは、移設の困難性を示す移設困難値が算出される際に用いられる情報を格納するテーブルである。移設困難値は、小さいほど移設が容易であり、大きいほど移設が困難であることを示す値である。シミュレーション用テーブルの詳細については、後述する。
- [0026] 移設容易性算出部 6 は、仮想製造ラインが配置された工場の工場設計データと、シミュレーション用テーブルとに基づいて、移設困難値を算出する。移設容易性表示部 8 は、移設困難値を表示する装置である。移設容易性表示部 8 の例は液晶モニタである。なお、移設容易性表示部 8 は、移設容易性判断装置 1 の外部に配置されていてもよい。
- [0027] 見積金額学習部 9 は、機械学習装置であり、移設の見積もり金額と、移設の実際の金額との差に基づいて、移設の費用を見積もる際に用いる情報（後述する見積値および見積条件）を学習する。シミュレーション用テーブルには、見積値および見積条件が含まれており、見積金額学習部 9 は、学習した見積値および見積条件をシミュレーション用テーブルに反映する。
- [0028] 以下、仮想製造ライン設計部 2、空間情報記憶部 3、仮想製造ライン配置

部5、移設容易性算出部6、シミュレーションテーブル記憶部7、移設容易性表示部8、および見積金額学習部9の詳細について説明する。

[0029] 移設容易性判断装置1は、仮想製造ライン設計部2が設計した製造ラインの移設容易性を判断する場合、仮想製造ライン設計部2は、設計し保持している仮想製造ラインのCADデータである製造ライン設計データを、仮想製造ライン配置部5に送信する。

[0030] 仮想製造ラインの製造ライン設計データには、仮想製造ラインの稼働に要するインフラ設備の情報（以下、インフラ設備情報という）が含まれている。インフラ設備の例は、電源設備、ガス設備、水道設備、および通信設備である。インフラ設備情報の例は、インフラ設備の仮想製造ライン内における配置位置の情報である。

[0031] 例えば、仮想製造ラインに含まれる電源設備は、電源を取込むための電源取入口である。ガス設備は、ガスを取込むためのガス取入口であり、水道設備は、水道を取込むための水道取入口である。電源取入口には、電源ケーブルが接続され、ガス取入口にはガス管が接続され、水道取入口には水道管が接続される。

[0032] 仮想製造ライン配置部5は、製造ライン設計データを取得すると、空間情報記憶部3から工場の工場設計データを取得する。

[0033] 工場設計データには、工場の実際の空間情報であるリアル情報を有する固定空間の情報が含まれている。固定空間の情報には、工場フロアのレイアウトの情報が含まれている。また、固定空間の情報には、インフラ設備を移設する際の制約条件が含まれている。すなわち、工場設計データには、工場の空間情報に対する制約条件が含まれている。

[0034] 工場の空間の制約情報である制約条件は、例えば、A工場の1階フロアの形状、面積、窓の配置、電源差入口の位置、ガス管差入口の位置、水道管差入口の位置、通信ケーブル差入口の位置、Wi-Fi（登録商標）（ワイファイ）無線局の位置等の情報である。工場設計データは、これらの制約条件が記載されたデータであり、工場内建屋のレイアウト設計図のデータを意味す

る。

[0035] 電源差込口は、電源ケーブルが差し込まれる位置であり、電源差込口を介して電源ケーブルと外部電源とが接続される。ガス管差込口の位置は、ガス管が差し込まれる位置であり、ガス管差込口を介してガス管と外部ガス供給源とが接続される。水道管差込口の位置は、水道管が差し込まれる位置であり、水道管差込口を介して水道管と外部水道供給源とが接続される。

[0036] 図2は、実施の形態にかかる移設容易性判断装置が、移設容易性を判断する際に用いる工場設計データの例を説明するための図である。図2では、工場10の床面内で互いに直交する2つの軸をX軸およびY軸として図示している。Z軸は、X軸およびY軸に直交する軸である。Z軸方向が工場10の天井の方向である。

[0037] 仮想製造ライン配置部5は、図2に示すように、工場10内に仮想製造ライン20を配置する。すなわち、仮想製造ライン配置部5は、製造ライン設計データおよび工場設計データを合成したレイアウトデータを作成する。換言すると、仮想製造ライン配置部5は、工場10内に仮想製造ライン20が配置された工場設計データ、すなわち配置レイアウトデータを作成する。

[0038] 工場10には、電源差込口21、ガス管差込口22、水道管差込口23、安全のためといった特定の理由で確保が必要な空きスペース24、換気用の窓である換気窓25などが配置されている。

[0039] 仮想製造ライン20には、電源取込口31、ガス取込口32、水道取込口33などが配置されている。電源ケーブル41は、一端が電源取込口31に接続され、他端が電源差込口21に接続されるケーブルである。ガス管42は、一端がガス取込口32に接続され、他端がガス管差込口22に接続される管である。水道管43は、一端が水道取込口33に接続され、他端が水道管差込口23に接続される管である。

[0040] 仮想製造ライン配置部5は、工場10内に仮想製造ライン20を配置すると、配置が完了した旨を移設容易性算出部6に通知する。また、仮想製造ライン配置部5は、仮想製造ライン20を配置した工場10の工場設計データ

を移設容易性算出部 6 に送る。

[0041] 移設容易性算出部 6 は、配置が完了した旨の通知を受けると、シミュレーション用テーブルをシミュレーションテーブル記憶部 7 から読み出す。

[0042] 図 3 は、実施の形態にかかる移設容易性判断装置が、移設容易性を判断する際に用いるシミュレーション用テーブルの例を説明するための図である。シミュレーション用テーブルは、移設の困難性の判断基準を示す判断テーブルである。シミュレーション用テーブルでは、移設検討項目毎に、移設容易性の算出に用いられる判断材料と、移設の制約条件とが対応付けされている。

[0043] 移設検討項目は、移設で検討すべき項目である。移設検討項目の例は、通信配線、電源ケーブル 4 1、ガス管 4 2、水道管 4 3、空きスペース 2 4、および他設備との連携である。移設検討項目のうち、通信配線、電源ケーブル 4 1、ガス管 4 2、および水道管 4 3 が、仮想製造ライン 2 0 と工場 1 0 との間の接続要素である。仮想製造ライン 2 0 と工場 1 0 との間の接続要素は、インフラ設備の取込口に接続される。

[0044] 通信配線は、導線、L A N (Local Area Network、ラン) と、仮想製造ライン 2 0 との間の通信接続に関連する情報である。電源ケーブル 4 1 は、電源取込口 3 1 と電源差込口 2 1 との間の接続に関連する項目である。ガス管 4 2 は、ガス取込口 3 2 とガス管差込口 2 2 との間の接続に関連する項目である。水道管 4 3 は、水道取込口 3 3 と水道管差込口 2 3 との間の接続に関連する項目である。空きスペース 2 4 は、工場 1 0 で仮想製造ライン 2 0 を配置可能な空きスペース 2 4 に関連する項目である。他設備との連携は、工場 1 0 における他の設備との間の位置関係の連携性に関連する項目である。

[0045] 図 3 に示すように、シミュレーション用テーブルでは、移設検討項目に、移設が容易か否かを判断するための材料である判断材料が対応付けされている。判断材料の例は、作業コスト、作業時間、代替方法である。移設判断材料である判断材料のうち、作業コストおよび作業時間は、インフラ設備を工

場 10へ移設する場合の接続要素の単位距離当たりの移設の容易性を示す情報である。

[0046] 作業コストは、単位距離当たりの作業に要する費用として見積もられた作業のコストである。作業時間は、単位距離当たりの作業に要する時間として見積もられた時間のコストである。作業コストおよび作業時間を含んだ情報が見積コスト情報である。作業コストおよび作業時間は、見積金額学習部9によって学習され、更新される。見積金額学習部9による作業コストおよび作業時間の学習処理については後述する。

[0047] 代替方法は、移設の代替方法である。なお、代替方法は無い場合もある。移設の代替措置である代替方法の例は、ガス管42の接続先をガスボンベとする方法である。すなわち、ガス管42の接続先をガスボンベとする代替方法が登録されている場合には、ガス管42の接続先は、ガス管差込口22からガスボンベに変更されてもよい。また、代替方法の他の例には、仮想製造ライン20の設置場所の変更、仮想製造ライン20のインフラ設備の配置の変更、材料の変更、移設方法の変更などがある。配線の制約条件の例は、基地局の位置の情報である。

[0048] 移設容易性算出部6は、シミュレーション用テーブルの移設検討項目に基づいて移設容易性をシミュレーションする。

[0049] ここで、移設容易性判断装置1の移設容易性算出部6が、工場10内に移設する仮想製造ライン20の移設容易性を、シミュレーション用テーブルを用いて判断する手順について説明する。

[0050] 図4は、実施の形態にかかる移設容易性判断装置が判断する移設容易性の判断処理手順を示すフローチャートである。移設容易性算出部6は、仮想製造ライン配置部5から、工場10に仮想製造ライン20が配置された工場設計データを受け付ける。この工場設計データには、仮想製造ライン20のインフラ設備情報と、工場10内の空間情報の制約条件とが含まれている。また、移設容易性算出部6は、シミュレーションテーブル記憶部7からシミュレーション用テーブルを読み出す。

- [0051] 移設容易性算出部6は、仮想製造ライン20のインフラ設備情報と、工場10内の空間情報の制約条件とに基づいて、インフラ設備の基点から、工場10における設備の基点である空間制限までの距離を算出する（ステップS10）。
- [0052] インフラ設備の基点は、電源取込口31、ガス取込口32、水道取込口33などである。工場10における設備の基点は、電源差込口21、ガス管差込口22、水道管差込口23などである。すなわち、インフラ設備の基点は、インフラ設備の取込口であり、工場10における設備の基点は、インフラ設備の差込口である。工場10では、インフラ設備の取込口と、インフラ設備の差込口とが、電源ケーブル41といった接続要素で接続される。したがって、インフラ設備の取込口から差込口までの距離が、接続要素の距離に対応している。
- [0053] インフラ設備の基点が、距離を測る際の始点であり、工場10における設備の基点が、距離を測る際の終点である。移設容易性算出部6が算出する距離は、電源取込口31と電源差込口21との間の距離、ガス取込口32とガス管差込口22との間の距離、水道取込口33と水道管差込口23との間の距離などである。
- [0054] つぎに、移設容易性算出部6は、算出した距離に基づいて、移設困難値を算出する（ステップS20）。具体的には、移設容易性算出部6は、算出した距離に、作業コストおよび作業時間を積算することで、移設困難値を算出する。これにより、移設容易性算出部6は、仮想製造ライン20が設置された位置に対応する移設困難値を算出する。
- [0055] 移設困難値は、設置済みの仮想製造ライン20を新たな位置に移設する場合の移設困難性を示す値であってもよいし、仮想製造ライン20を特定の位置に設置した場合の、次の位置への移設困難性を示す値であってもよい。すなわち、移設困難値は、現状の仕様で設計されている仮想製造ライン20を、そのまま特定の次の場所に移設するとしたら、当該次の移設がどれくらい大変になるかの度合いを示す値であってもよい。この場合、移設容易性判断

装置 1 は、B 工場の工場設計データと、現状の仕様で設計されている仮想製造ライン 20 とに基づいて、移設困難値を算出する。以下の説明では、移設困難値が、仮想製造ライン 20 を X 工場から A 工場に移設する際の移設困難性を示す値である場合について説明する。

[0056] 移設容易性算出部 6 は、移設困難値を算出した後、移設の代替方法を設定する（ステップ S 30）。具体的には、移設容易性算出部 6 は、シミュレーション用テーブルに登録されている代替方法を移設検討項目に設定する。

[0057] 移設容易性算出部 6 は、設定した移設の代替方法を用いた場合の移設困難値を算出する（ステップ S 40）。移設容易性算出部 6 は、ステップ S 10, S 20 で実行した処理と同様の処理によって、設定した代替方法を用いた場合の移設困難値を算出する。

[0058] 移設容易性表示部 8 は、移設容易性算出部 6 がシミュレーションによる移設困難値の算出を完了すると、移設困難値を表示する（ステップ S 50）。具体的には、移設容易性表示部 8 は、初期設定の方法での移設困難値と、代替ケースである代替方法を用いた場合の移設困難値とを、検討結果として表示する。これにより、移設容易性判断装置 1 は、ユーザが検討中の仮想製造ライン 20 の設置および移設の容易さを示す情報をユーザに提供することが可能となる。

[0059] なお、移設容易性の判断基準として、作業コスト、作業時間等のデメリット指標に加え、仮想製造ライン 20 における生産性、仮想製造ライン 20 における歩留まり等のメリット指標が追加されてもよい。この場合、移設容易性算出部 6 は、メリット指標に対するメリット値と、デメリット指標に対する移設困難値とを算出する。メリット値は、メリット指標のメリットの大きさを示す値である。

[0060] 移設容易性表示部 8 は、メリット値と、移設困難値とを表示する。これにより、ユーザは、メリット値と、デメリット指標に対する移設困難値との対比を考慮して、移設容易性を判断することが可能となる。なお、移設容易性算出部 6 は、メリット指標およびデメリット指標に基づいて、移設困難値を

算出してもよい。

[0061] また、本実施の形態では、見積金額学習部 9 が、AI (Artificial Intelligence、人工知能) を活用して移設の見積金額を学習する。見積金額学習部 9 は、移設困難値を算出する際に用いた作業コストおよび作業時間と、実際の作業コストおよび作業時間との差に基づいて、見積値および見積条件を学習することで、移設の見積金額を学習する。

[0062] 見積値は、見積もられた作業コストおよび見積もられた作業時間を含んだ見積コスト情報であり、見積条件は、見積コスト情報に対応する移設の条件である。見積金額学習部 9 は、実際の作業コストおよび作業時間との差が小さくなる見積値および見積条件を学習することで、見積金額と実際の移設金額との差が小さくなる見積金額を学習する。

[0063] 見積値は、見積金額が算出される際に用いられる値であり、作業コストの情報および作業時間の情報を含んでいる。見積値は、電源ケーブル 4 1、ガス管 4 2 などを移設する場合に要する費用および時間の判断材料である。具体的には、見積値は、移設に要する単位距離当たりの作業単価 (円/m)、および移設に要する単位距離当たりの作業時間 (時間/m) である。単位距離当たりの作業単価の情報には、電源ケーブル 4 1、ガス管 4 2 などを移設する際の作業自体に要する単位距離当たりの作業単価 (円/m)、単位距離当たりの作業者の作業単価 (円/m)、単位距離当たりの材料代 (円/m)、材料の単位距離当たりの個数 (個/m) などが含まれている。作業自体に要する作業単価には、作業に要する機械、燃料などの費用が含まれている。

[0064] 見積条件は、見積金額を算出するための条件である。例えば、見積値が、ガス管 4 2 等の作業単価である場合、見積条件は、ガス管 4 2 等の移設作業の工法またはガス管 4 2 の材料である。見積値は、見積条件によって異なる。

[0065] 見積金額学習部 9 は、初期設定されている方法を用いた場合の見積値および見積条件と、代替方法を用いた場合の見積値および見積条件を学習する。

[0066] 見積金額学習部 9 は、学習した見積条件毎の見積値を、シミュレーション

テーブル記憶部 7 が記憶しているシミュレーション用テーブルの判断材料に反映する。すなわち、見積金額学習部 9 は、学習した見積条件毎の見積値を、判断材料の作業コストおよび作業時間に反映させる。

[0067] 見積金額学習部 9 は、過去の移設の見積金額と、過去の移設の実績金額との差に基づいて、見積値および見積条件を学習することで、見積金額の算出精度を高める。これにより、見積金額学習部 9 は、移設容易性の判断材料を学習することができる。移設容易性の判断材料を学習することは、作業コストの精度、作業時間の精度、代替方法の採用が適切であるか否かの信頼度を向上させるための学習である。代替方法を用いた場合の見積金額が初期設定されている方法を用いた場合の見積金額よりも低い場合に、代替方法の採用が適切であると判断される。

[0068] 移設容易性算出部 6 は、学習された判断材料に格納されている作業コストおよび作業時間に基づいて、見積金額を算出し、見積金額を用いて移設困難値を算出する。これにより、移設容易性判断装置 1 は、移設容易性を示す移設困難値の算出精度を向上させることができる。また、移設容易性判断装置 1 は、仮想製造ライン 20 が設計された時点で、移設困難値を算出することができるので、設計段階で、仮想製造ライン 20 といった設備の移設の困難性を判断することができる。

[0069] つぎに、見積金額学習部 9 が、見積値および見積条件を学習する方法、および見積値および見積条件を推論する方法について説明する。図 5 は、実施の形態にかかる移設容易性判断装置が備える見積金額学習部の構成を示す図である。見積金額学習部 9 は、状態観測部 51 と、学習部 52 と、学習済モデル記憶部 55 と、推論部 56 とを備えている。

[0070] 状態観測部 51 は、見積値および見積条件を学習する場合には、配置レイアウトデータ、移設判断材料（見積値、見積条件を含む）、実績値、および実績条件を受け付ける。また、状態観測部 51 は、見積値および見積条件を推論する場合には、配置レイアウトデータを受け付ける。まず、見積値および見積条件を学習する場合について説明する。

[0071] 状態観測部 5 1 は、見積値と、見積金額が算出された際に実際に用いられた値である実績値との差を算出する。実績値は、見積値と同様に、作業コストの情報および作業時間の情報を含んでいる。すなわち、実績値は、電源ケーブル 4 1 といった接続要素が移設された際の単位距離当たりの作業に要した実際の費用および時間である実績コスト情報である。このように、実績値は、実績の作業コストおよび実績の作業時間を含んでいる。

[0072] 実績値の例は、電源ケーブル 4 1、ガス管 4 2 などを移設する際の単位距離当たりの作業単価（円/m）、単位距離当たりの作業者の作業単価（円/m）、単位距離当たりの作業時間（時間/m）、移設作業に要する材料の単位距離当たりの作業の材料代（円/m）、移設作業に要する材料の単位距離当たりの個数（個/m）などである。

[0073] また、状態観測部 5 1 は、見積条件と、実際に用いられた条件である実績条件との差を算出する。実績条件は、実績金額を算出するための条件である。実績条件は、見積コスト情報に対応している。例えば、実績値が、ガス管 4 2 等の作業単価である場合、実績条件は、ガス管 4 2 等の移設作業の工法またはガス管 4 2 の材料である。移設容易性判断装置 1 では、移設容易性算出部 6 が、見積値および見積条件に基づいて、見積金額を算出する。また、移設容易性判断装置 1 では、移設容易性算出部 6 が、実績値および実績条件に基づいて、実績金額を算出する。実績値および実績条件は、ユーザによって、シミュレーションテーブル記憶部 7 に入力されている。移設容易性算出部 6 は、シミュレーションテーブル記憶部 7 が記憶しておく実績値および実績条件を読み出して、実績金額を算出する。

[0074] 状態観測部 5 1 は、見積値と実績値との差である第 1 の差と、見積条件と実績条件との差である第 2 の差とを含んだ差異情報を状態変数として観測する。差異情報には、見積条件が追加された場合の、見積条件と実績条件との第 2 の差が含まれている。すなわち、状態観測部 5 1 は、見積条件が追加された場合には、追加された見積条件を含んだ差異情報を観測する。

[0075] 学習部 5 2 は、状態変数である差異情報に基づいて作成されるデータセッ

トに従って、見積値および見積条件を学習する。学習部52が学習する見積値は、シミュレーション用テーブルを更新するための見積値である。学習部52は、状態変数に基づいて作成されるデータセットに従って、見積値と実績値との差である第1の差が小さくなる見積値、および見積条件と実績条件との差である第2の差が小さくなる見積条件を学習する。

[0076] 学習部52が用いる学習アルゴリズムはどのようなものが用いられてもよい。一例として、学習部52が強化学習（Reinforcement Learning）を適用した場合について説明する。強化学習は、ある環境内におけるエージェント（行動主体）が、現在の状態を観測し、取るべき行動を決定する、というものである。エージェントは行動を選択することで環境から報酬を得て、一連の行動を通じて報酬が最も多く得られるような方策を学習する。強化学習の代表的な手法として、Q学習（Q-learning）、TD学習（TD-learning）などが知られている。例えば、Q学習の場合、行動価値関数 $Q(s, a)$ の一般的な更新式である行動価値テーブルは、以下の式（1）で表される。

[0077] [数1]

$$Q(s_t, a_t) \leftarrow Q(s_t, a_t) + \alpha (r_{t+1} + \gamma \max_a Q(s_{t+1}, a) - Q(s_t, a_t)) \quad \dots(1)$$

[0078] 式（1）において、 s_t は時刻 t における環境を表し、 a_t は時刻 t における行動を表す。行動 a_t により、環境は s_{t+1} に変わる。 r_{t+1} はその環境の変化によってもらえる報酬を表し、 γ は割引率を表し、 α は学習係数を表す。Q学習を適用した場合、次回の見積値が行動 a_t となる。ここでは、見積値および見積条件が行動に対応し、第1の差および第2の差が環境に対応する。

[0079] 式（1）で表される更新式は、時刻 $t+1$ における最良の行動 a の行動価値が、時刻 t において実行された行動 a の行動価値 Q よりも大きければ、行動価値 Q を大きくし、逆の場合は、行動価値 Q を小さくする。換言すれば、時刻 t における行動 a の行動価値 Q を、時刻 $t+1$ における最良の行動価値に近づけるように、行動価値関数 $Q(s, a)$ を更新する。それにより、或る環境における最良の行動価値が、それ以前の環境における行動価値に順次

伝播していくようになる。

- [0080] 学習部 5 2 は、報酬計算部 5 3 と、関数更新部 5 4 とを備えている。報酬計算部 5 3 は、状態変数に基づいて報酬を計算する。報酬計算部 5 3 は、見積金額と実績金額との許容誤差に基づいて、報酬 r を計算する。例えば、見積金額と実績金額との誤差が許容誤差より小さい場合には報酬 r を増大させる（例えば「1」の報酬を与える。）。他方、差異情報の誤差が許容誤差より大きい場合には報酬 r を低減する（例えば「-1」の報酬を与える。）。
- [0081] 報酬計算部 5 3 は、見積金額と実績金額との差が小さいほど大きな報酬を与え、差が大きいほど小さな報酬を与えてもよい。報酬計算部 5 3 は、見積金額と実績金額との差が「0」のときは、最大報酬とする。
- [0082] 関数更新部 5 4 は、報酬計算部 5 3 によって計算される報酬に従って、見積値および見積条件を決定するための関数で示される学習済モデルを更新する。例えば Q 学習の場合、関数更新部 5 4 は、式（1）で表される行動価値関数 $Q(s_t, a_t)$ を次回の見積値および見積条件を決定するための関数として用いる。例えば、学習部 5 2 は、報酬が最大となる、すなわち見積金額と実績金額との差が「0」となる、見積値および見積条件を決定する。学習部 5 2 が決定する見積値および見積条件が、次回、移設困難値が算出される際に用いられる見積値および見積条件である。
- [0083] 関数更新部 5 4 は、学習済モデルである関数を更新すると更新後の関数を学習済モデル記憶部 5 5 に格納する。学習済モデル記憶部 5 5 は、関数更新部 5 4 が更新した関数を記憶するメモリなどである。
- [0084] このように、見積値および見積条件を学習する学習フェーズでは、状態観測部 5 1 が、移設容易値の算出に使用された、配置レイアウトデータ、移設判断材料（見積値、見積条件を含む）、実績値、および実績条件を観測する。そして、学習部 5 2 が、見積値と実績値との差である第 1 の差と、見積条件と実績条件との差である第 2 の差を含んだ差異情報に基づいて報酬を計算し、配置レイアウトデータに対する最適な見積値および見積条件を学習する。

- [0085] 状態観測部 5 1 は、見積値および見積条件を推論する場合には、配置レイアウトデータを推論部 5 6 に送る。推論部 5 6 は、学習済モデル記憶部 5 5 内の学習済モデルを用いて、見積値および見積条件を推論する。
- [0086] このように、見積値および見積条件を推論する活用フェーズでは、推論部 5 6 が、新たに配置レイアウトデータが入力されると、学習済モデルに基づいて、最適な見積値および見積条件を推論してシミュレーションテーブル記憶部 7 に出力する。これにより、シミュレーション用テーブルの見積値および見積条件が更新される。
- [0087] なお、本実施の形態では、学習部 5 2 が用いる学習アルゴリズムに強化学習を適用した場合について説明したが、学習アルゴリズムは強化学習に限られるものではない。見積金額学習部 9 は、学習アルゴリズムについては、強化学習以外にも、教師あり学習、教師なし学習、または半教師あり学習等を適用することも可能である。
- [0088] また、見積金額学習部 9 は、上述した学習アルゴリズムとしては、特徴量そのものの抽出を学習する深層学習（Deep Learning）を用いることもできる。見積金額学習部 9 は、他の公知の方法、例えばニューラルネットワーク、遺伝的プログラミング、機能論理プログラミング、サポートベクターマシンなどに従って機械学習を実行してもよい。
- [0089] なお、見積金額学習部 9 は、移設容易性判断装置 1 が用いる見積値および見積条件を学習するために使用されるが、例えば、ネットワークを介して移設容易性判断装置 1 に接続された、移設容易性判断装置 1 とは別個の装置であってもよい。さらに、見積金額学習部 9 は、クラウドサーバ上に存在してもよい。
- [0090] また、見積金額学習部 9 は、複数の移設容易性判断装置 1 に対して作成されるデータセットに従って、見積値および見積条件を学習するようにしてもよい。なお、見積金額学習部 9 は、同一の現場で使われる複数の移設容易性判断装置 1 からデータセットを取得してもよいし、或いは、異なる現場で独立して稼働する複数の移設容易性判断装置 1 から収集されるデータセット

を利用して見積値および見積条件を学習してもよい。さらに、データセットを収集する移設容易性判断装置 1 を途中で対象に追加し、或いは、逆に対象から除去することも可能である。さらに、ある移設容易性判断装置 1 に関して見積値および見積条件を学習した見積金額学習部 9 を、これとは別の移設容易性判断装置 1 に取り付け、当該別の移設容易性判断装置 1 に関して見積値および見積条件を再学習して更新するようにしてもよい。

[0091] 図 6 は、実施の形態にかかる移設容易性判断装置による見積値および見積条件の学習処理手順を示すフローチャートである。移設容易性判断装置 1 の見積金額学習部 9 が備える状態観測部 5 1 は、状態変数を観測する（ステップ S 1 1 0）。具体的には、状態観測部 5 1 は、見積値と実績との差である第 1 の差と、見積条件と実績条件との差である第 2 の差とを含んだ差異情報を状態変数として観測する。

[0092] 報酬計算部 5 3 は、状態変数に基づいて報酬を計算する（ステップ S 1 2 0）。具体的には、報酬計算部 5 3 は、見積金額と実績金額との許容誤差に基づいて、報酬を計算する。報酬計算部 5 3 は、見積金額と実績金額との差が許容誤差よりも大きいかな否かを判定する。すなわち、報酬計算部 5 3 は、見積金額と実績金額との差である金額差が許容誤差よりも小さいかな否かを判定する（ステップ S 1 3 0）。

[0093] 報酬計算部 5 3 は、金額差が許容誤差よりも小さいと判定した場合（ステップ S 1 3 0、Y e s）、報酬を増やす（ステップ S 1 4 0）。報酬計算部 5 3 は、金額差が許容誤差以上であると判定した場合（ステップ S 1 3 0、N o）、報酬を減らす（ステップ S 1 5 0）。なお、報酬計算部 5 3 は、金額差が許容誤差と同じであると判定した場合に、「0」の報酬を与えてもよい。

[0094] 関数更新部 5 4 は、見積金額と実績金額との金額差が小さくなるよう行動価値関数 $Q(s, a)$ を更新する（ステップ S 1 6 0）。

[0095] 図 7 は、実施の形態にかかる移設容易性判断装置による見積値および見積条件の推論処理手順を示すフローチャートである。移設容易性判断装置 1 の

見積金額学習部 9 が備える状態観測部 5 1 は、見積値および見積条件を推論するためのデータを取得する（ステップ S 2 1 0）。具体的には、状態観測部 5 1 は、新たに作成された配置レイアウトデータを取得する。状態観測部 5 1 は、取得した配置レイアウトデータを推論部 5 6 に送る。

[0096] 推論部 5 6 は、学習済モデル記憶部 5 5 内から学習済モデルである行動価値関数を読み出す。推論部 5 6 は、配置レイアウトデータが入力されると、行動価値関数に配置レイアウトデータを入力する（ステップ S 2 2 0）。

[0097] 推論部 5 6 は、行動価値関数に配置レイアウトデータを入力することで、適切な見積値および見積条件を推論する。推論部 5 6 は、推論した、見積値および見積条件をシミュレーションテーブル記憶部 7 に出力する（ステップ S 2 3 0）。

[0098] このように実施の形態では、移設容易性判断装置 1 が、インフラ設備を移設する際の制約条件およびインフラ設備の仮想製造ライン 2 0 内における配置位置の情報に基づいて、インフラ設備の取込口から差込口までの距離を算出している。そして、移設容易性判断装置 1 は、算出した距離、単位距離当たりの作業コスト、および単位距離当たりの作業時間に基づいて移設困難値を算出している。これにより、移設容易性判断装置 1 は、インフラ設備の移設の困難性を考慮して、仮想製造ライン 2 0 の移設の容易性を判断できるので、仮想製造ライン 2 0 の移設の容易性を正確に判断することが可能となる。

[0099] また、移設容易性判断装置 1 は、工場 1 0 における仮想製造ライン 2 0 以外の他の設備と、仮想製造ライン 2 0 との間の位置関係の連携性に基づいて、移設困難値を算出している。これにより、移設容易性判断装置 1 は、他の生産設備との間の位置関係の連携性に基づいた正確な移設容易性を判断できる。

[0100] ここで、移設容易性判断装置 1 のハードウェア構成について説明する。図 8 は、実施の形態にかかる移設容易性判断装置を実現するハードウェア構成例を示す図である。

- [0101] 移設容易性判断装置1は、プロセッサ100、メモリ200、入力装置300、および表示装置400により実現することができる。プロセッサ100の例は、CPU (Central Processing Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、DSP (Digital Signal Processor) ともいう) またはシステムLSI (Large Scale Integration) である。メモリ200の例は、RAM (Random Access Memory)、ROM (Read Only Memory) である。
- [0102] 移設容易性判断装置1は、プロセッサ100が、メモリ200で記憶されている移設容易性判断装置1の動作を実行するための、コンピュータで実行可能な、判断プログラムを読み出して実行することにより実現される。移設容易性判断装置1の動作を実行するためのプログラムである判断プログラムは、移設容易性判断装置1の手順または方法をコンピュータに実行させるものであるともいえる。
- [0103] 移設容易性判断装置1で実行される判断プログラムは、仮想製造ライン設計部2、仮想製造ライン配置部5、移設容易性算出部6、および見積金額学習部9を含むモジュール構成となっており、これらが主記憶装置上にロードされ、これらが主記憶装置上に生成される。
- [0104] 入力装置300は、ユーザからの指示を受付けてプロセッサ100に送る。メモリ200は、プロセッサ100が各種処理を実行する際の一時メモリに使用される。また、メモリ200は、空間情報、シミュレーション用テーブルなどを記憶する。表示装置400は、移設困難値を表示する。
- [0105] 判断プログラムは、インストール可能な形式または実行可能な形式のファイルで、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記憶されてコンピュータプログラムプロダクトとして提供されてもよい。また、判断プログラムは、インターネットなどのネットワーク経由で移設容易性判断装置1に提供されてもよい。なお、移設容易性判断装置1の機能について、一部を専用回路などの専用のハードウェアで実現し、一部をソフトウェアまたはファームウェアで実現するようにしてもよい。

[0106] 以上の実施の形態に示した構成は、一例を示すものであり、別の公知の技術と組み合わせることも可能であるし、要旨を逸脱しない範囲で、構成の一部を省略、変更することも可能である。

符号の説明

[0107] 1 移設容易性判断装置、2 仮想製造ライン設計部、3 空間情報記憶部、5 仮想製造ライン配置部、6 移設容易性算出部、7 シミュレーションテーブル記憶部、8 移設容易性表示部、9 見積金額学習部、10 工場、20 仮想製造ライン、21 電源差込口、22 ガス管差込口、23 水道管差込口、24 空きスペース、25 換気窓、31 電源取込口、32 ガス取込口、33 水道取込口、41 電源ケーブル、42 ガス管、43 水道管、51 状態観測部、52 学習部、53 報酬計算部、54 関数更新部、55 学習済モデル記憶部、56 推論部、100 プロセッサ、200 メモリ、300 入力装置、400 表示装置。

請求の範囲

[請求項1]

工場のレイアウトデータである工場レイアウトデータおよび生産設備のレイアウトデータである設備レイアウトデータに基づいて、前記工場に前記生産設備を配置したレイアウトデータである配置レイアウトデータを生成する配置部と、

前記配置レイアウトデータに基づいて、前記生産設備の前記工場への移設の容易性を示す移設容易値を算出する移設容易性算出部と、
を備え、

前記配置レイアウトデータは、前記工場レイアウトデータおよび前記設備レイアウトデータを含み、

前記設備レイアウトデータは、前記生産設備に配置されて前記生産設備の稼働に用いられるインフラ設備の前記生産設備内での配置位置の情報であるインフラ設備情報を含み、

前記工場レイアウトデータは、前記インフラ設備を前記工場に移設する場合の前記工場における空間情報の制約条件を含み、

前記移設容易性算出部は、

前記制約条件および前記インフラ設備情報に基づいて前記インフラ設備を前記工場へ移設する場合の移設に要する移設コストを算出し、
前記移設コストに基づいて前記移設容易値を算出する、

ことを特徴とする移設容易性判断装置。

[請求項2]

前記インフラ設備の取込口に接続される接続要素と、前記インフラ設備を前記工場へ移設する場合の前記接続要素の単位距離当たりの移設の容易性である移設判断材料とが対応付けされた判断テーブルを記憶するテーブル記憶部をさらに備え、

前記移設容易性算出部は、

前記制約条件および前記インフラ設備情報に基づいて前記取込口から前記工場で前記接続要素が差し込まれる差込口までの距離を算出し、
前記距離および前記移設判断材料に基づいて前記移設コストを算出

し、前記移設コストに基づいて前記移設容易値を算出する、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の移設容易性判断装置。

[請求項3] 前記接続要素は、通信配線、電源ケーブル、ガス管、および水道管の少なくとも 1 つを含み、

前記移設判断材料は、前記接続要素の単位距離当たりの移設に要する費用として見積もられた単位作業コストと、前記接続要素の単位距離当たりの移設に要する時間として見積もられた単位作業時間とを有した見積コスト情報を含み、

前記移設容易性算出部は、前記距離および前記見積コスト情報に基づいて、前記移設容易値を算出する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の移設容易性判断装置。

[請求項4] 前記移設容易性算出部は、前記距離に前記単位作業コストおよび前記単位作業時間を積算することで前記移設容易値を算出する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の移設容易性判断装置。

[請求項5] 前記移設容易性算出部は、前記インフラ設備の前記工場への移設方法の代替方法がある場合には、前記代替方法を用いた場合の前記移設容易値を算出する、

ことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか 1 つに記載の移設容易性判断装置。

[請求項6] 前記判断テーブルは、前記単位作業コストの実績および前記単位作業時間の実績に基づいて更新される、

ことを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の移設容易性判断装置。

[請求項7] 前記移設判断材料は、前記見積コスト情報に対応する移設の条件である見積条件を含み

前記接続要素の単位距離当たりの実際の移設に要した費用および時間を示す実績コスト情報と前記見積コスト情報との差である第 1 の差、および前記見積条件と前記実績コスト情報に対応する移設の条件である実績条件との差である第 2 の差を含んだ差異情報と、前記配置レ

レイアウトデータとを、状態変数として観測する状態観測部と、

前記状態変数に基づいて作成されるデータセットに従って、前記第1の差が小さくなる前記見積コスト情報、および前記第2の差が小さくなる前記見積条件を推論する学習済モデルを生成する学習部と、

を備えることを特徴とする請求項3または4に記載の移設容易性判断装置。

[請求項8] 前記状態観測部が前記配置レイアウトデータを新たに受け付けると、新たな前記配置レイアウトデータを前記学習済モデルに入力することで、前記第1の差が小さくなる前記見積コスト情報、および前記第2の差が小さくなる前記見積条件を推論して前記テーブル記憶部に出力する推論部を備えることを特徴とする請求項7に記載の移設容易性判断装置。

[請求項9] 工場のレイアウトデータである工場レイアウトデータおよび生産設備のレイアウトデータである設備レイアウトデータに基づいて、前記工場に前記生産設備を配置したレイアウトデータである配置レイアウトデータを生成する配置ステップと、

前記配置レイアウトデータに基づいて、前記生産設備の前記工場への移設の容易性を示す移設容易値を算出する移設容易性算出ステップと、

を含み、

前記配置レイアウトデータは、前記工場レイアウトデータおよび前記設備レイアウトデータを含み、

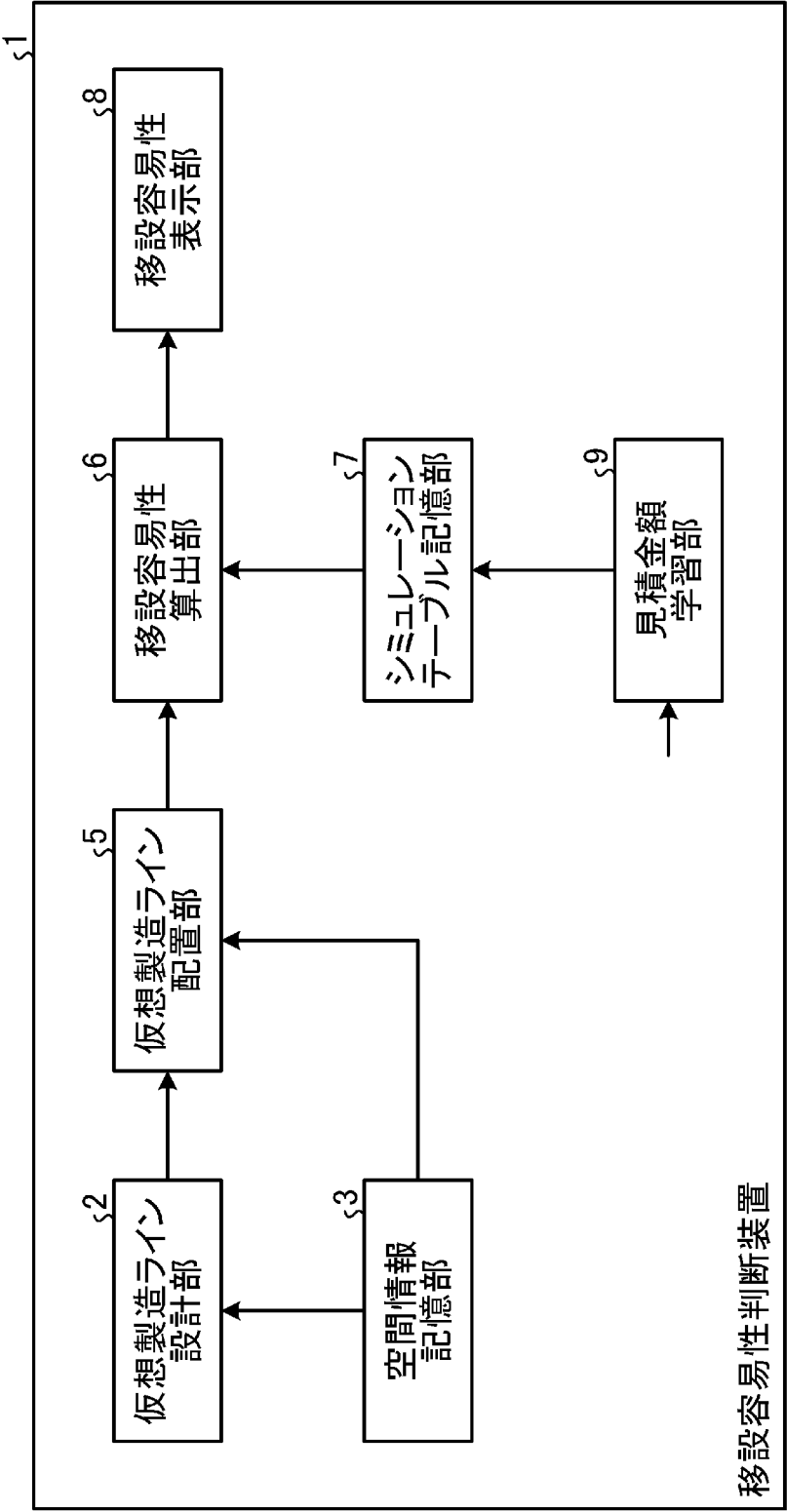
前記設備レイアウトデータは、前記生産設備に配置されて前記生産設備の稼働に用いられるインフラ設備の前記生産設備内での配置位置の情報であるインフラ設備情報を含み、

前記工場レイアウトデータは、前記インフラ設備を前記工場に移設する場合の前記工場における空間情報の制約条件を含み、

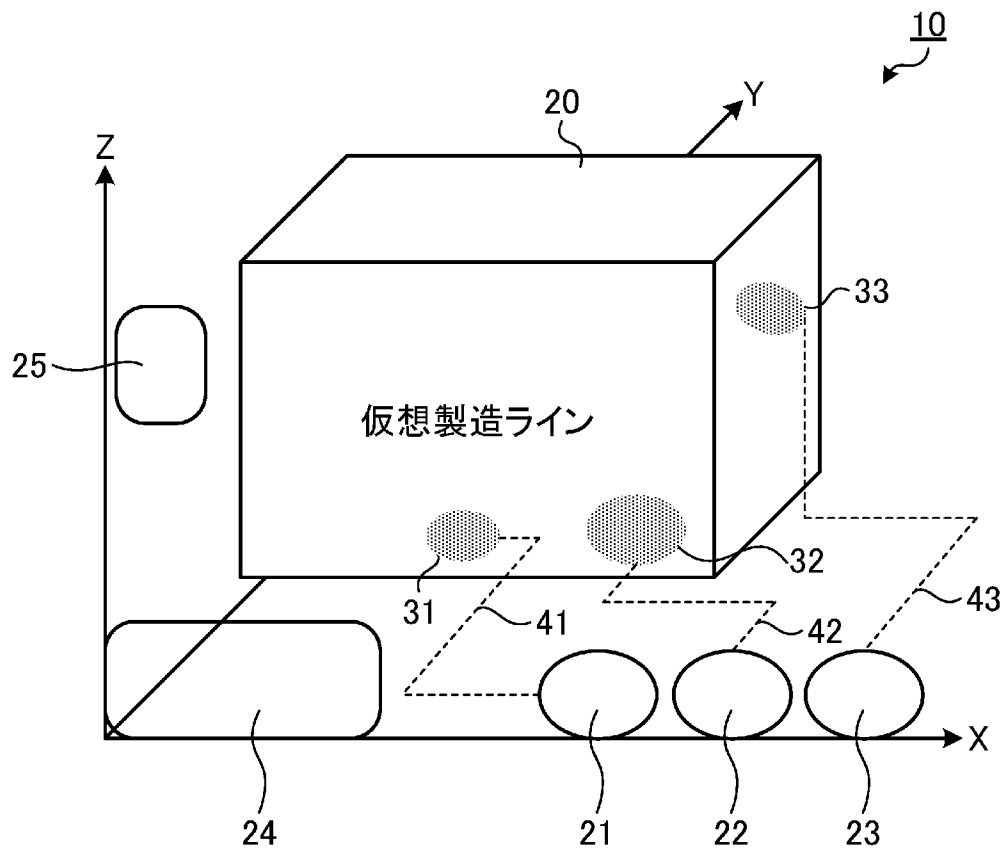
前記移設容易性算出ステップでは、

前記制約条件および前記インフラ設備情報に基づいて前記インフラ設備を前記工場へ移設する場合の移設に要する移設コストを算出し、前記移設コストに基づいて前記移設容易値を算出する、ことを特徴とする移設容易性判断方法。

[図1]



[図2]



[図3]

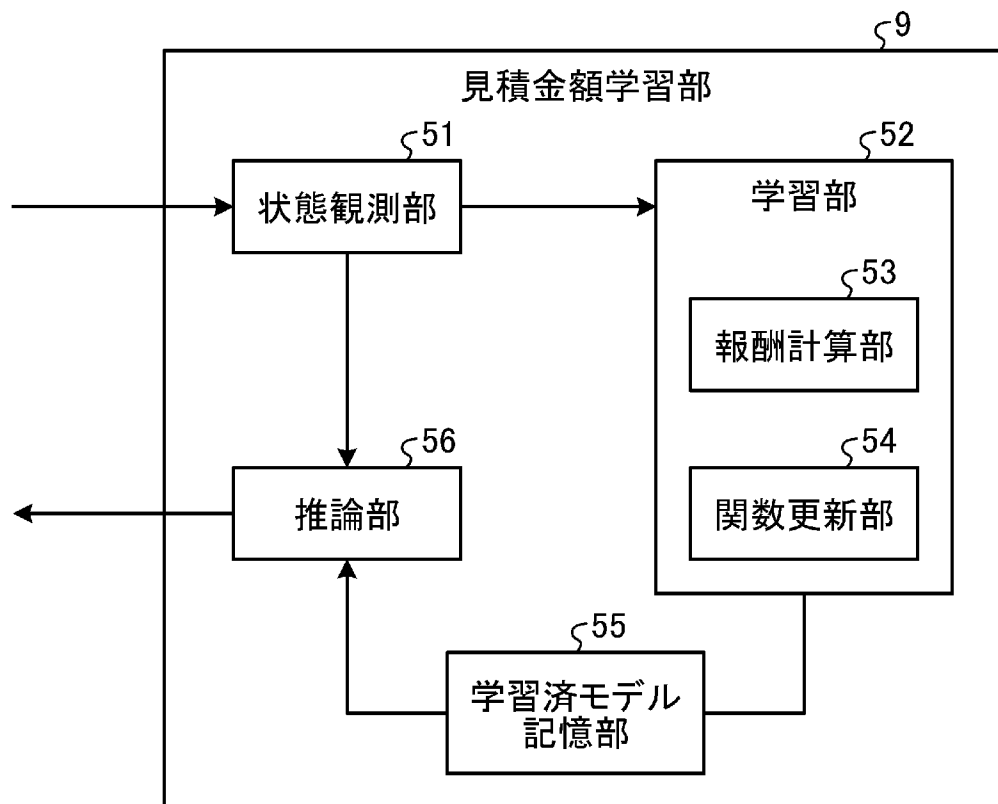
移設検討項目	判断材料	制約条件
通信配線	作業コスト	基地局
	作業時間	
	代替方法	
	...	
電源ケーブル	...	
	...	
ガス管	...	
	...	
水道管	...	
	...	
空きスペース	...	
	...	
他設備との連携	...	
	...	
	...	
	...	

学習

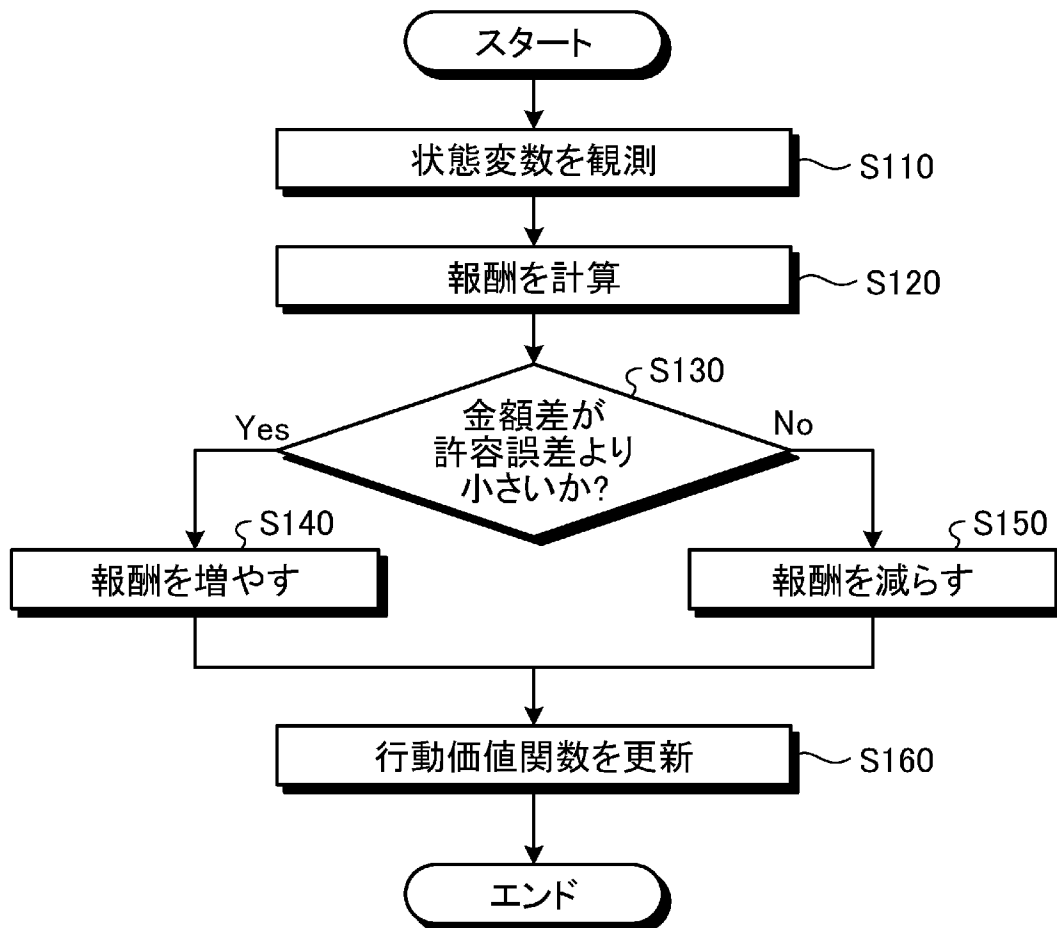
[図4]



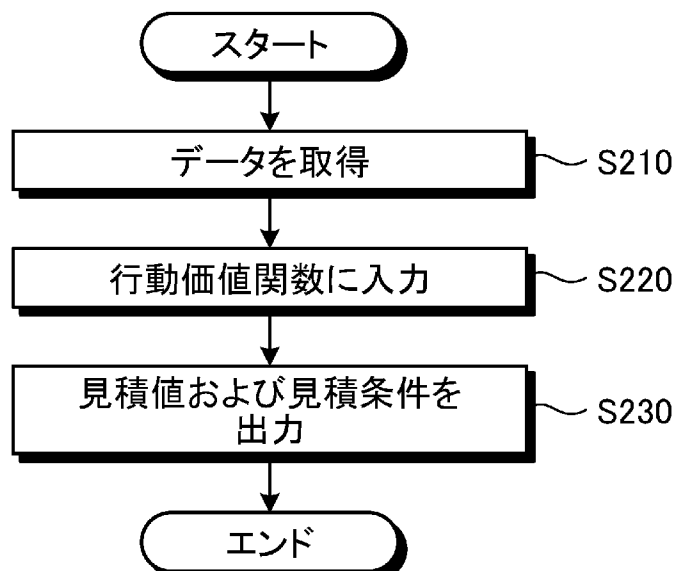
[図5]



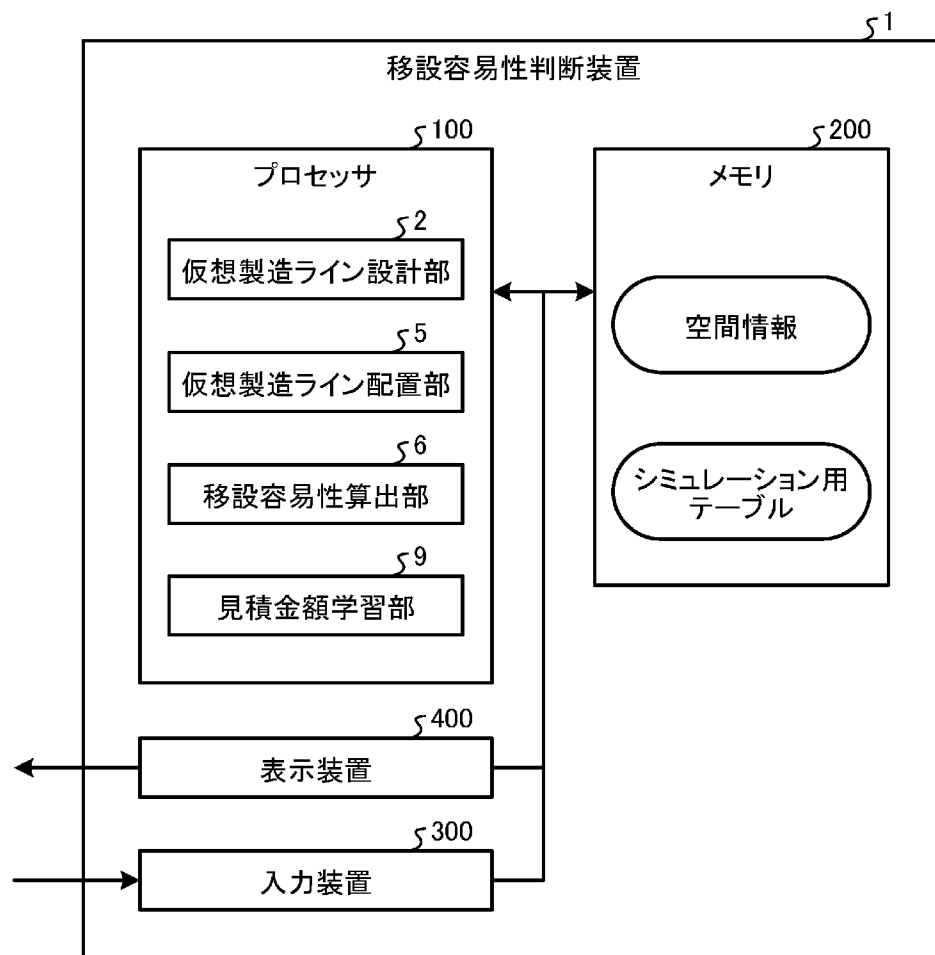
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/027837

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G06F30/10(2020.01)i, G06Q50/04(2012.01)i
FI: G06F17/50634C, G06F17/50608G, G06Q50/04

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. G06F30/00-30/28, G06Q50/04, G05B19/418

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-048482 A (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) 16 February 2006 (2006-02-16), claims	1-9
A	JP 2020-077212 A (HITACHI, LTD.) 21 May 2020 (2020-05-21), claims	1-9
A	JP 2010-122788 A (TOYOTA MOTOR CORPORATION) 03 June 2010 (2010-06-03), claims	1-9



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

04 September 2020

Date of mailing of the international search report

15 September 2020

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/027837

JP 2006-048482 A 16 February 2006 (Family: none)

JP 2020-077212 A 21 May 2020 (Family: none)

JP 2010-122788 A 03 June 2010 (Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G06F 30/10(2020.01)i; G06Q 50/04(2012.01)i FI: G06F17/50 634C; G06F17/50 608G; G06Q50/04														
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）） G06F30/00-30/28; G06Q50/04; G05B19/418														
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														
<table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	JP 2006-048482 A（大日本印刷株式会社）16.02.2006（2006 - 02 - 16） 特許請求の範囲	1-9												
A	JP 2020-077212 A（株式会社日立製作所）21.05.2020（2020 - 05 - 21） 特許請求の範囲	1-9												
A	JP 2010-122788 A（トヨタ自動車株式会社）03.06.2010（2010 - 06 - 03） 特許請求の範囲	1-9												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 04.09.2020	国際調査報告の発送日 15.09.2020													
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） 松浦 功 5H 9181 電話番号 03-3581-1101 内線 3531													

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/JP2020/027837

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2006-048482	A	16.02.2006	(ファミリーなし)	
JP	2020-077212	A	21.05.2020	(ファミリーなし)	
JP	2010-122788	A	03.06.2010	(ファミリーなし)	