

(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  
2023年12月7日(07.12.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/233699 A1

(51) 国際特許分類:  
G06N 20/00 (2019.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/001789

(22) 国際出願日: 2023年1月20日(20.01.2023)

(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 2022-090195 2022年6月2日(02.06.2022) JP

(71) 出願人: 株式会社日立製作所(HITACHI, LTD.)  
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内  
一丁目6番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 垂水 信二(TARUMI Shinji); 〒1008280  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 鈴木  
麻由美(SUZUKI Mayumi); 〒1008280 東京都  
千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会  
社日立製作所内 Tokyo (JP).

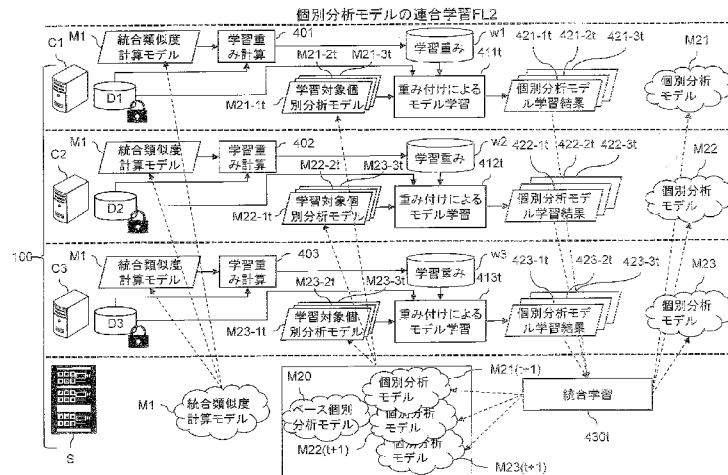
(74) 代理人: 藤 央 弁 理 士 法 人 (TOU-OU PATENT  
FIRM); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1  
6番4号アーバン虎ノ門ビル Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: FEDERATED LEARNING SYSTEM, FEDERATED LEARNING METHOD AND FEDERATED LEARNING PROGRAM

(54) 発明の名称: 連合学習システム、連合学習方法および連合学習プログラム

[図4]



401, 402, 403 Training weight calculation  
411t, 412t, 413t Model training by weighting  
421-1t, 422-1t, 423-1t Individual analysis model training result  
430t Integrated learning  
FL2 Federated learning of individual analysis models  
M1 Integrated similarity computing model  
M20 Base individual analysis model  
M21, M21(t+1), M22, M22(t+1), M23, M23(t+1) Individual analysis model  
M21-1t, M22-1t, M23-1t Individual analysis model to be trained  
w1, w2, w3 Training weight

(57) Abstract: This federated learning system comprises a plurality of client terminals each having a training dataset, and a server, wherein: each training dataset includes data samples including a client ID, a first explanatory variable, and a first dependent variable; calculation processing is executed by means of the client terminals; and first federated learning processing, in which first training processing by the client terminals and first integration processing by the server are repeated, is executed. In the calculation processing, the client terminal inputs a data sample into a similarity computing

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, 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))

model to calculate a similarity between the data sample and a plurality of training datasets, in the first training processing, the client terminal trains an individual analysis model on the basis of a specific similarity with a specific training dataset, and in the first integration processing, the server integrates first training results from the plurality of client terminals to generate first integrated information relating to an integrated individual analysis model.

(57) 要約: 連合学習システムは、学習データセットを有する複数のクライアント端末とサーバとを有し、学習データセットは、クライアントIDと第1説明変数と第1目的変数とを含むデータサンプルを有し、クライアント端末による算出処理を実行し、クライアント端末による第1学習処理及びサーバによる第1統合処理を繰り返す第1連合学習処理を実行する。算出処理では、クライアント端末が、類似度計算モデルにデータサンプルを入力してデータサンプルと複数の学習データセットとの類似度を算出し、第1学習処理では、クライアント端末が、特定の学習データセットとの特定の類似度に基づいて個別分析モデルを学習し、第1統合処理では、サーバが、複数のクライアント端末からの第1学習結果を統合して、統合個別分析モデルに関する第1統合情報を生成する。

## 明 細 書

発明の名称：

連合学習システム、連合学習方法および連合学習プログラム

参照による取り込み

[0001] 本出願は、令和４年（２０２２年）６月２日に出願された日本出願である特願２０２２－９０１９５の優先権を主張し、その内容を参照することにより、本出願に取り込む。

技術分野

[0002] 本発明は、連合学習を実行する連合学習システム、連合学習方法および連合学習プログラムに関する。

背景技術

[0003] ヘルスケア情報の電子化進展に伴い、自治体・医療機関・個人等（以下、クライアント）が管理するヘルスケア情報の二次的な利活用が進んでいる。特に、サーバで情報を集約管理することなく分散環境下でモデルを学習可能な連合学習が、個人情報保護の観点で注目を集めている。

[0004] 下記特許文献１は、連合学習環境での適用により適した方法でクライアントを指定したり、トレーニングデータの類似性を測定したりする連合学習の概念を開示する。下記特許文献１に開示された連合学習のための装置は、複数のクライアントから、ニューラルネットワークの所定のパラメータ化に関連するパラメータ化更新を受信し、パラメータ化の更新間の類似性に応じて、ニューラルネットワークの連合学習を実行する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献１：国際公開第２０２０／２２９６８４号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、上述した特許文献1では、クライアントのデータから算出されるパラメータに基づいて類似度を決定するため、各クライアントのデータサンプル毎の類似度は考慮されていない。したがって、特許文献1の装置は、クライアント単位で統合学習に用いるデータの採否を判断しており、各クライアントのデータサンプル単位での採否を判断できず、統合学習に与える影響の大きさを各クライアントのデータサンプル単位で制御できない。

[0007] 本発明は、連合学習に参加するクライアント端末ごとに適したモデル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

[0008] 本願において開示される発明の一側面となる連合学習システムは、各々学習データセットを有する複数のクライアント端末と、前記複数のクライアント端末と通信可能なサーバと、を有し、前記複数のクライアント端末の各々が前記学習データセットを用いてモデルを学習し、前記サーバが学習結果を用いて前記複数のクライアント端末の各々の前記モデルを統合する処理を繰り返す連合学習を実行する連合学習システムであって、前記学習データセットは、前記クライアント端末を特定するクライアントIDと第1説明変数と第1目的変数とを含む1以上のデータサンプルを有し、前記複数のクライアント端末の各々による算出処理を実行するとともに、前記複数のクライアント端末の各々による第1学習処理および前記サーバによる第1統合処理を第1終了条件を満たすまで繰り返す第1連合学習処理を実行し、前記算出処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記データサンプルと前記複数の学習データセットとの類似度を算出する類似度計算モデルに、前記データサンプルを入力することにより、前記データサンプルと前記複数の学習データセットとの類似度を算出し、前記第1学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記第1説明変数から前記第1目的変数の予測値を算出する個別分析モデルと、前記第1説明変数と、前記第1目的変数と、前記算出処理によって前記複数のクライアント端末の各々で算出された特定の学習データセットとの特定の類似度と、に基づいて、前記個別分析モデルを学

習し、前記第 1 統合処理では、前記サーバが、前記複数のクライアント端末からの前記第 1 学習処理による複数の第 1 学習結果を統合し、前記複数のクライアント端末の各々の前記個別分析モデルを統合した統合個別分析モデルに関する第 1 更新情報を生成する。

## 発明の効果

[0009] 本発明の代表的な実施の形態によれば、連合学習に参加するクライアント端末ごとに適したモデルを提供することができる。前述した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施例の説明により明らかにされる。

## 図面の簡単な説明

[0010] [図1]図 1 は、本実施例にかかる連合学習例を示す説明図である。

[図2]図 2 は、学習データセットの一例を示す説明図である。

[図3]図 3 は、類似度計算モデルの連合学習の一例を示す説明図である。

[図4]図 4 は、個別分析モデルの連合学習の一例を示す説明図である。

[図5]図 5 は、図 4 に示した学習重み計算の具体例を示す説明図である。

[図6]図 6 は、図 4 に示した重みづけによるモデル学習 4 1 1 t の具体例を示す説明図である。

[図7]図 7 は、図 4 に示した重みづけによるモデル学習 4 1 2 t の具体例を示す説明図である。

[図8]図 8 は、図 4 に示した重みづけによるモデル学習 4 1 3 t の具体例を示す説明図である。

[図9]図 9 は、連合学習システムにおける連合学習のシーケンス図である。

[図10]図 1 0 は、管理画面例を示す説明図である。

[図11]図 1 1 は、情報表示画面例を示す説明図である。

[図12]図 1 2 は、サーバおよびクライアント端末のハードウェア構成例を示すブロック図である。

## 発明を実施するための形態

[0011] <連合学習例>

図 1 は、本実施例にかかる連合学習例を示す説明図である。連合学習シス

テム100は、サーバSと、複数（図1では例として3台）のクライアント端末C1～C3と、を有する。これらを区別しない場合は、クライアント端末C<sub>k</sub>（ $k = 1, 2, 3, \dots, K$ ）と表記する。クライアント端末C<sub>k</sub>の台数は、3台に限定されず、2以上であればよい。本例では、 $K = 3$ である。サーバSとクライアント端末C<sub>k</sub>とは、インターネット、LAN（Local Area Network）、WAN（Wide Area Network）などのネットワークを介して通信可能に接続される。

[0012] クライアント端末C1～C3は、学習データセットD1～D3を有する。これらを区別しない場合は、学習データセットD<sub>k</sub>と表記する。学習データセットD<sub>k</sub>は、説明変数となる学習データと、目的変数となる正解データと、の組み合わせである。学習データセットD<sub>k</sub>は、クライアント端末C<sub>k</sub>またはクライアント端末C<sub>k</sub>が設置されている拠点からの持ち出しが禁止されているものとする。

[0013] クライアント端末C<sub>k</sub>は、学習データセットD<sub>k</sub>を予測モデルに与えて個別に学習し、学習された予測モデルのモデルパラメータまたはその勾配などの学習結果を、学習する都度、サーバSに送信するコンピュータである。

[0014] サーバSは、クライアント端末C<sub>k</sub>からの学習結果を用いて、クライアント端末C<sub>k</sub>ごとの予測モデルを統合して統合予測モデルを生成し、クライアント端末C<sub>k</sub>に送信するコンピュータである。クライアント端末C<sub>k</sub>は、学習データセットD<sub>k</sub>をサーバSからの統合予測モデルに与えて予測モデルを学習することになる。このような学習の繰り返しにより、連合学習システム100は、連合学習を実行する。

[0015] 本実施例では、連合学習システム100は、2種類の連合学習を実行する。1つは、類似度計算モデルの連合学習FL1であり、もう一つは、個別分析モデルの連合学習FL2である。

[0016] 類似度計算モデルの連合学習FL1は、類似度計算モデルを予測モデルとして上述した連合学習を実行することで、各クライアント端末C<sub>k</sub>からの類似度計算モデルを統合した統合類似度計算モデルM1を生成する連合学習で

ある。類似度計算モデルとは、クライアント端末 $C_1 \sim C_K$ のうち学習対象のクライアント端末 $C_k$ （以下、 $C_k$ と区別するため、クライアント端末 $C_j$ と表記する。）の学習データセット $D_k$ （以下、 $D_k$ と区別するため、学習データセット $D_j$ と表記する。）に着目した場合、学習データセット $D_j$ の $i$ 番目（ $i$ は $1 \leq i \leq N_j$ を満たす整数。 $N_j$ は学習データセット $D_j$ のデータサンプルの総数）のデータサンプル（以下、データサンプル $i$ と表記する。）ごとに学習データセット $D_k$ との類似度を計算する予測モデルである。

[0017] 具体的には、たとえば、類似度計算モデルは、クライアント端末 $C_k$ を一意に特定するクライアントIDを割り当て変数とする傾向スコアを計算するモデルである。

[0018] 以降、任意のクライアント端末およびその学習データセットについては、 $k$ を使用するが、学習対象のクライアント端末およびその学習データセットについては、 $j$ を使用する。

[0019] 個別分析モデルの連合学習 $FL_2$ に先立って、統合類似度計算モデル $M_1$ を生成することにより、個別分析モデルの連合学習 $FL_2$ においてデータサンプル $i$ 毎の連合学習への影響が調整可能になる。

[0020] 個別分析モデルの連合学習 $FL_2$ は、各クライアント端末 $C_1 \sim C_3$ で得られたクライアント端末 $C_j$ についての個別分析モデルを統合した個別分析モデル $M_{21} \sim M_{23}$ を生成する連合学習である。

[0021] 具体的には、たとえば、個別分析モデル $M_{21}$ は、クライアント端末 $C_1 \sim C_3$ からのクライアント端末 $C_1$ （ $j=1$ ）についての個別分析モデルを統合した予測モデルであり、個別分析モデル $M_{22}$ は、クライアント端末 $C_1 \sim C_3$ からのクライアント端末 $C_2$ （ $j=2$ ）についての個別分析モデルを統合した予測モデルであり、個別分析モデル $M_{23}$ は、クライアント端末 $C_1 \sim C_3$ からのクライアント端末 $C_3$ （ $j=3$ ）についての個別分析モデルを統合した予測モデルである。

[0022] 個別分析モデルの連合学習 $FL_2$ を実行することにより、クライアント端

末Cごとに適切な個別分析モデルM21～M23が生成される。

[0023] <学習データセットDk>

図2は、学習データセットDkの一例を示す説明図である。学習データセットDkは、フィールドとして、クライアントID（以降の図において、「CID」と表記する場合がある。）201と、データID202と、説明変数203（説明変数Xと表記する場合がある。）と、目的変数204（目的変数yと表記する場合がある。）と、を有する。同一行の各フィールドの値の組み合わせが、1つのデータサンプルを規定するエントリとなる。学習データセットD1～D3の各々は、たとえば、病院ごとの患者群のデータサンプルの集合である。

[0024] クライアントID201は、クライアント端末Ckを一意に特定する識別情報である。クライアントID201の値は、Ckで表現される。データID202は、データサンプルを一意に特定する識別情報である。データID202の値は、Dkiで表現される。iは、そのデータサンプルに固有の番号である。データID202は、たとえば、患者を特定する。説明変数203は、個別分析モデルの連合学習FL2で用いられる学習データであり、1以上の特徴量x1、x2、…（これらを区別しない場合は、単に、特徴量xと表記する。）を含む。特徴量xは、たとえば、データID202で特定される患者の身長、体重、血圧などである。

[0025] 目的変数204は、個別分析モデルの連合学習FL2で用いられる正解データである。目的変数204は、たとえば、データID202で特定される患者の疾患有無を示す。y=1が疾患有り、y=0が疾患なしを示す。

[0026] <類似度計算モデルの連合学習FL1>

図3は、類似度計算モデルの連合学習FL1の一例を示す説明図である。類似度計算モデルの連合学習FL1では、学習データセットDkの説明変数203および目的変数204の組み合わせが説明変数301となり、クライアントID201が目的変数302となる。

[0027] サーバSは、ベースとなる類似度計算モデル（以下、ベース類似度計算モ

デル)  $M10$  を有する。ベース類似度計算モデル  $M10$  は、未学習のニューラルネットワークでもよく、重みやバイアスといったモデルパラメータ  $\phi_k^t$  が設定された学習済みのニューラルネットワークでもよい。 $t$  は、類似度計算モデルの連合学習  $FL1$  の実行回数を示す 1 から始まる昇順の自然数である。サーバ  $S$  は、クライアント端末  $C1 \sim C3$  にベース類似度計算モデル  $M10$  を送信する。

[0028] なお、クライアント端末  $Ck$  が未学習のニューラルネットワークを有していれば、サーバ  $S$  は、モデルパラメータ  $\phi_k^t$  をクライアント端末  $Ck$  に送信し、クライアント端末  $Ck$  が、サーバ  $S$  から受信したモデルパラメータ  $\phi_k^t$  を未学習のニューラルネットワークに設定することで、ベース類似度計算モデル  $M10$  を構築してもよい。

[0029] ベース類似度計算モデル  $M10$  は、クライアント端末  $Ck$  における 1 回目の連合学習  $FL1$  の学習対象類似度計算モデル  $M11t$  となる。

[0030] クライアント端末  $Ck$  は、 $t$  回目の連合学習  $FL1$  においてモデル学習  $31kt$  ( $311t \sim 313t$ ) を実行する。具体的には、たとえば、クライアント端末  $Ck$  は、学習データセット  $D1$  の説明変数  $301$  および目的変数  $302$  を学習対象類似度計算モデル  $M1kt$  ( $M11t \sim M13t$ ) に与えて個別に学習する。クライアント端末  $Ck$  は、学習対象類似度計算モデル  $M1kt$  を更新する際のモデルパラメータ  $\phi_k^t$  またはその勾配  $gs_k^t$  である学習結果  $32kt$  ( $321t \sim 323t$ ) をサーバ  $S$  に送信する。

[0031] サーバ  $S$  は、学習結果  $32kt$  を用いて  $t$  回目の連合学習  $FL1$  における統合学習  $330t$  を実行し、次の回の統合類似度計算モデル  $M1(t+1)$  を生成する。具体的には、たとえば、サーバ  $S$  は、学習結果  $32kt$  を統合した統合結果を用いて統合類似度計算モデル  $M1(t+1)$  を生成し、統合類似度計算モデル  $M1(t+1)$  またはその統合モデルパラメータ  $\phi^{t+1}$  をクライアント端末  $Ck$  に送信する。これにより、クライアント端末  $Ck$  には、次の回の連合学習  $FL1$  における学習対象類似度計算モデル  $M1kt$  が設定される。

[0032] このようにして、連合学習FL1が繰り返し実行される。実行回数 $t$ が所定のしきい値 $T1$ に到達、または、統合類似度計算モデル $M1_t$ の精度が目標精度に到達した場合、サーバSは連合学習FL1を終了して、最新の統合類似度計算モデル $M1(t+1)$ を統合類似度計算モデル $M1$ として出力し、クライアント端末 $C1 \sim C3$ に送信する。

[0033] 以下に、類似度計算モデルの連合学習FL1で使用される数式を規定する。

[0034]  $[p_j]^t = h(X, y; \phi_j^t) \cdots (1)$

[0035] 上記式(1)は、類似度計算モデルを規定する計算式であり、クライアント端末 $C_j$ のモデル学習 $31_j t$ により実行される。関数 $h$ は、説明変数 $203(X)$ および目的変数 $204(y)$ の組み合わせである説明変数 $301$ とモデルパラメータ $\phi_j^t$ とで規定される学習対象類似度計算モデル $M1_j t$ ( $M11_t \sim M13_t$ )である。 $[p_j]^t$ は、 $t$ 回目の連合学習FL1において、クライアント端末 $C_j$ の学習データセット $D_j$ の各データサンプル $i$ がどの学習データセット $D_k$ と類似しているかを示す予測確率である。

[0036] 学習データセット $D_j$ のデータサンプル $i$ の総数を $N_j$ とすると、予測確率 $[p_j]^t$ は $N_j \times K$ の行列である。すなわち、この行列の $i$ 行目の $K$ 個の要素の組み合わせとなる行ベクトル $[p_{ji}]^t$ は、学習データセット $D_j$ のデータサンプル $i$ と学習データセット $D1$ との類似度を示す予測確率、学習データセット $D_j$ のデータサンプル $i$ と学習データセット $D2$ との類似度を示す予測確率、学習データセット $D_j$ のデータサンプル $i$ と学習データセット $D3$ との類似度を示す予測確率、…、学習データセット $D_j$ のデータサンプル $i$ と学習データセット $DK$ との類似度を示す予測確率である。

[0037] また、予測確率 $[p_j]^t$ の行列の $k$ 列目の $N_j$ 個の要素の組み合わせとなる列ベクトル $[p_j^k]^t$ は、学習データセット $D_j$ の1番目( $i=1$ )のデータサンプル $i$ と学習データセット $D_k$ との類似度を示す予測確率、学習データセット $D_j$ の2番目( $i=2$ )のデータサンプル $i$ と学習データセット $D_k$ との類似度を示す予測確率、学習データセット $D_j$ の3番目( $i=3$ )のデ

ータサンプル  $i$  と学習データセット  $D_k$  との類似度を示す予測確率、…、学習データセット  $D_j$  の  $N_j$  番目 ( $i = N_j$ ) のデータサンプル  $i$  と学習データセット  $D_k$  との類似度を示す予測確率である。

[0038] [数1]

$$H(\varphi_j^t) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{N_j} \sum_i^{N_j} \text{loss}(p_{ji}, [p_{ji}]^t; \varphi_j^t) \dots (2)$$

[0039] 上記式 (2) は、 $t$  回目の連合学習 FL 1 において、クライアント端末  $C_j$  のモデル学習 31jt により計算される損失関数  $H(\varphi_j^t)$  である。 $p_{ji}$  は、学習データセット  $D_j$  のデータサンプル  $i$  についての学習データセット  $D_1 \sim D_3$  との類似度である。この類似度  $p_{ji}$  は、たとえば、0.0～1.0 の範囲を有し、値が大きいほど類似していることを示す。

[0040]  $j = 1$  の場合は  $p_{ji} = (1.0, 0, 0)$  であり、データサンプル  $i$  は学習データセット  $D_1$  内のデータサンプルであることを示している。 $j = 2$  の場合は  $p_{ji} = (0, 1.0, 0)$  であり、データサンプル  $i$  は学習データセット  $D_2$  内のデータサンプルであることを示している。 $j = 3$  の場合は  $p_{ji} = (0, 0, 1.0)$  であり、データサンプル  $i$  は学習データセット  $D_3$  内のデータサンプルであることを示している。

[0041]  $[p_{ji}]^t$  は、 $t$  回目の連合学習 LF 1 における予測確率  $[p_j]^t$  が示す行列のうち、データサンプル  $i$  が学習データセット  $D_1 \sim D_3$  とどの程度類似するかを示す予測確率となる行ベクトルである。

[0042]  $N_j$  は、学習データセット  $D_j$  内のデータサンプル  $i$  の総数である。関数  $\text{loss}$  は、データサンプル  $i$  の誤差関数であり、各データサンプル  $i$  の誤差関数  $\text{loss}$  の平均値が損失関数  $H(\varphi_j^t)$  となる。

[0043] [数2]

$$gs_j^t = \nabla H(\varphi_j^t) \dots (3)$$

[0044] 上記式（３）は、モデルパラメータ  $\phi_j^t$  の勾配  $gs_j^t$  を規定する計算式であり、クライアント端末  $C_j$  のモデル学習 31jt により実行される。 $\eta$  は学習率である。 $J$  は、学習対象のクライアント端末  $C_j$  の総数であり、 $J = K$  である。下記式（４）を適用する場合、クライアント端末  $C_j$  は、勾配  $gs_j^t$  を学習結果 32jt としてサーバ  $S$  に送信する。

[0045] [数3]

$$\varphi^{t+1} \leftarrow \varphi^t - \eta \sum_{j=1}^J \frac{N_j}{N} gs_j^t \quad \dots(4)$$

[0046] 上記式（４）は、統合モデルパラメータ  $\phi_j^t$  を統合モデルパラメータ  $\phi_j^{t+1}$  に更新する計算式であり、サーバ  $S$  の統合学習 330t により実行される。サーバ  $S$  は、クライアント端末  $C_j$  から勾配  $gs_j^t$  を学習結果 32jt として受信して、上記式（４）を実行する。なお、上記式（４）の右辺第一項の統合モデルパラメータ  $\phi^t$  は、前回の連合学習  $FL1$  において、上記式（４）を実行した結果算出された統合モデルパラメータである。

[0047] [数4]

$$\varphi_j^{t+1} \leftarrow \varphi_j^t - \eta * gs_j^t \quad \dots(5)$$

$$\varphi^{t+1} = \sum_{j=1}^J \frac{N_j}{N} \varphi_j^{t+1} \quad \dots(6)$$

[0048] 上記式（５）は、モデルパラメータ  $\phi_j^t$  をモデルパラメータ  $\phi_j^{t+1}$  に更新する計算式であり、サーバ  $S$  の統合学習 330t により実行される。クライ

アント端末C<sub>j</sub>のモデル学習31<sub>j</sub><sub>t</sub>により実行される。上記式(5)を適用する場合、クライアント端末C<sub>j</sub>は、更新後のモデルパラメータ $\phi_j^{t+1}$ を学習結果32<sub>j</sub><sub>t</sub>としてサーバSに送信する。

[0049] 上記式(6)は、上記式(5)の更新後のモデルパラメータ $\phi_j^{t+1}$ を用いて統合モデルパラメータ $\phi^{t+1}$ を算出する計算式であり、サーバSの統合学習330<sub>t</sub>により実行される。Nは、クライアント端末C<sub>1</sub>～C<sub>J</sub>のデータサンプルiの総数である。

[0050] 連合学習システム100は、上記式(4)による更新方法と、式(5)、(6)の更新方法とのいずれかを用いて、統合モデルパラメータ $\phi^{t+1}$ を算出する。サーバSは、統合類似度計算モデルM1<sub>t</sub>( $t=0$ のときはベース類似度計算モデルM1<sub>0</sub>)を統合モデルパラメータ $\phi^{t+1}$ で更新して、統合類似度計算モデルM1( $t+1$ )を生成する。

[0051] サーバSは、統合類似度計算モデルM1( $t+1$ )またはその統合モデルパラメータ $\phi^{t+1}$ をクライアント端末C<sub>1</sub>～C<sub>3</sub>に送信することで、上記式(1)が更新される。

[0052]  $[p_j]^{t+1} = h(X, y; \phi^{t+1}) \cdots (7)$

[0053] 上記式(6)は、統合類似度計算モデルM1( $t+1$ )を規定する計算式であり、サーバSの統合学習330により生成され、クライアント端末C<sub>k</sub>に送信され、次の回の連合学習FL1での学習対象類似度計算モデルM1<sub>k</sub><sub>t</sub>になる。

[0054]  $[p_j] = h(X, y; \phi) \cdots (8)$

[0055] 上記式(8)は、連合学習FL1を終了した場合の統合類似度計算モデルM1を規定する計算式である。連合学習FL1の終了時における上記式(7)と同じ式であるため、上記式(7)から「 $t+1$ 」を削除した。

[0056] <個別分析モデルの連合学習FL2>

図4は、個別分析モデルの連合学習FL2の一例を示す説明図である。クライアント端末C<sub>1</sub>は、学習重み計算401を実行する。具体的には、たとえば、クライアント端末C<sub>j</sub>は、学習データセットD<sub>j</sub>の説明変数301を

、図3において生成された統合類似度計算モデルM1（上記式（8））に入力することにより、学習データセットD<sub>j</sub>の各データサンプルiが、どの学習データセットD<sub>k</sub>と類似しているかを示す予測確率 $[p_j]$ を算出する。クライアント端末C<sub>j</sub>は、算出した予測確率 $[p_j]$ を用いて、学習重み $w_j$ を算出する。

[0057] サーバSは、ベースとなる個別分析モデル（以下、ベース個別分析モデル）M20を有する。ベース個別分析モデルM20は、未学習のニューラルネットワークでもよく、重みやバイアスといったモデルパラメータ $\theta^t$ が設定された学習済みのニューラルネットワークでもよい。サーバSは、クライアント端末C<sub>k</sub>にベース個別分析モデルM20を送信する。

[0058] なお、クライアント端末C<sub>k</sub>が未学習のニューラルネットワークを有していれば、サーバSは、モデルパラメータ $\theta^t$ をクライアント端末C<sub>k</sub>に送信し、クライアント端末C<sub>k</sub>が、サーバSから受信したモデルパラメータ $\theta^t$ を未学習のニューラルネットワークに設定することで、ベース個別分析モデルM20を構築してもよい。

[0059] ベース個別分析モデルM20は、クライアント端末C<sub>k</sub>における1回目の連合学習FL2の学習対象個別分析モデルM2<sub>j-k</sub><sup>t</sup>となる。tは、個別分析モデルの連合学習FL2の実行回数を示す1から始まる昇順の自然数である。

[0060]  $j=1$ の場合、クライアント端末C<sub>1</sub>は、学習対象個別分析モデルM2<sub>1-1</sub><sup>t</sup>～M2<sub>1-3</sub><sup>t</sup>を保持する。 $j=2$ の場合、クライアント端末C<sub>2</sub>は、学習対象個別分析モデルM2<sub>2-1</sub><sup>t</sup>～M2<sub>2-3</sub><sup>t</sup>を保持する。 $j=3$ の場合、クライアント端末C<sub>3</sub>は、学習対象個別分析モデルM2<sub>3-1</sub><sup>t</sup>～M2<sub>3-3</sub><sup>t</sup>を保持する。

[0061] クライアント端末C<sub>j</sub>は、重みづけによるモデル学習4<sub>1j</sub><sup>t</sup>を実行する。具体的には、たとえば、クライアント端末C<sub>j</sub>は、学習データセットD<sub>j</sub>の説明変数203を、学習対象個別分析モデルM2<sub>j-k</sub><sup>t</sup>の各々に入力することにより、学習対象個別分析モデルM2<sub>j-k</sub><sup>t</sup>ごとに、目的変数20

4 の予測値  $[y_j^k]$  を算出する。クライアント端末  $C_j$  は、学習重み  $w_j$  と目的変数  $y$  と予測値  $[y_j^k]$  とモデルパラメータ  $\theta_j^{k,t}$  とにより、学習対象個別分析モデル  $M_{2j-k,t}$  ごとに損失関数  $F(\theta_j^{k,t})$  を算出する。

[0062] そして、クライアント端末  $C_j$  は、モデルパラメータ  $\theta_j^{k,t}$  の勾配  $g_{a_j^{k,t}}$  を個別分析モデル学習結果  $4_{2j-k,t}$  として算出し、モデルパラメータ  $\theta_j^{k,t}$  をモデルパラメータ  $\theta_j^{k(t+1)}$  に更新する。モデルパラメータ  $\theta_j^{k(t+1)}$  も個別分析モデル学習結果  $4_{2j-k,t}$  に含まれる。

[0063]  $j = 1$  の場合、クライアント端末  $C_1$  は、個別分析モデル学習結果  $4_{21-1,t} \sim 4_{21-3,t}$  を生成する。個別分析モデル学習結果  $4_{21-1,t}$  は、学習対象個別分析モデル  $M_{21-1,t}$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_1^{1,t}$  またはその勾配  $g_{a_1^{1,t}}$  である。個別分析モデル学習結果  $4_{21-2,t}$  は、学習対象個別分析モデル  $M_{21-2,t}$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_1^{2,t}$  またはその勾配  $g_{a_1^{2,t}}$  である。個別分析モデル学習結果  $4_{21-3,t}$  は、学習対象個別分析モデル  $M_{21-3,t}$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_1^{3,t}$  またはその勾配  $g_{a_1^{3,t}}$  である。

[0064]  $j = 2$  の場合、クライアント端末  $C_2$  は、個別分析モデル学習結果  $4_{22-1,t} \sim 4_{22-3,t}$  を生成する。個別分析モデル学習結果  $4_{22-1,t}$  は、学習対象個別分析モデル  $M_{22-1,t}$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_2^{1,t}$  またはその勾配  $g_{a_2^{1,t}}$  である。個別分析モデル学習結果  $4_{22-2,t}$  は、学習対象個別分析モデル  $M_{22-2,t}$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_2^{2,t}$  またはその勾配  $g_{a_2^{2,t}}$  である。個別分析モデル学習結果  $4_{22-3,t}$  は、学習対象個別分析モデル  $M_{22-3,t}$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_2^{3,t}$  またはその勾配  $g_{a_2^{3,t}}$  である。

[0065]  $j = 3$  の場合、クライアント端末  $C_3$  は、個別分析モデル学習結果  $4_{23-1,t} \sim 4_{23-3,t}$  を生成する。個別分析モデル学習結果  $4_{23-1,t}$  は、学習対象個別分析モデル  $M_{23-1,t}$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_3^{1,t}$  またはその勾配  $g_{a_3^{1,t}}$  である。個別分析モデル学習結果  $4_{23-2,t}$  は、学習対象個別分析モデル  $M_{23-2,t}$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_3^{2,t}$  また

はその勾配  $g_{a_3^{2t}}$  である。個別分析モデル学習結果  $4\ 2\ 3 - 3\ t$  は、学習対象個別分析モデル  $M\ 2\ 3 - 3\ t$  で更新されたモデルパラメータ  $\theta_{3^{3t}}$  またはその勾配  $g_{a_3^{3t}}$  である。

[0066] サーバ S は、クライアント端末  $C\ k$  から個別分析モデル学習結果  $4\ 2\ j - k\ t$  を受信する。具体的には、たとえば、サーバ S は、クライアント端末  $C\ 1$  から個別分析モデル学習結果  $4\ 2\ 1 - 1\ t \sim 4\ 2\ 1 - 3\ t$  を受信し、クライアント端末  $C\ 2$  から個別分析モデル学習結果  $4\ 2\ 2 - 1\ t \sim 4\ 2\ 2 - 3\ t$  を受信し、クライアント端末  $C\ 3$  から個別分析モデル学習結果  $4\ 2\ 3 - 1\ t \sim 4\ 2\ 3 - 3\ t$  を受信する。

[0067] サーバ S は、 $t$  回目の連合学習  $FL\ 2$  における統合学習  $4\ 3\ 0\ t$  を実行し、次の回の個別分析モデル  $M\ 2\ k\ (t + 1)$  を生成する。具体的には、たとえば、サーバ S は、個別分析モデル学習結果  $4\ 2\ 1 - 1\ t$ 、 $4\ 2\ 2 - 1\ t$ 、 $4\ 2\ 3 - 1\ t$  を統合し、個別分析モデル  $M\ 2\ 1\ (t + 1)$  を生成する。また、サーバ S は、個別分析モデル学習結果  $4\ 2\ 1 - 2\ t$ 、 $4\ 2\ 2 - 2\ t$ 、 $4\ 2\ 3 - 2\ t$  を統合し、個別分析モデル  $M\ 2\ 2\ (t + 1)$  を生成する。また、サーバ S は、個別分析モデル学習結果  $4\ 2\ 1 - 3\ t$ 、 $4\ 2\ 2 - 3\ t$ 、 $4\ 2\ 3 - 3\ t$  を統合し、個別分析モデル  $M\ 2\ 3\ (t + 1)$  を生成する。

[0068] サーバ S は、個別分析モデル  $M\ 2\ j\ (t + 1)$  またはその統合モデルパラメータ  $\theta_{j^{t+1}}$  をクライアント端末  $C\ k$  に送信する。これにより、クライアント端末  $C\ k$  には、次の回の連合学習  $FL\ 2$  における学習対象個別分析モデル  $M\ 2\ j - k\ t$  が設定される。

[0069] 具体的には、たとえば、サーバ S は、個別分析モデル  $M\ 2\ 1\ (t + 1)$  またはその統合モデルパラメータ  $\theta_{1^{t+1}}$  をクライアント端末  $C\ 1 \sim C\ 3$  に送信する。これにより、この受信情報を用いて、クライアント端末  $C\ 1$  は、次の回の連合学習  $FL\ 2$  における学習対象個別分析モデル  $M\ 2\ 1 - 1\ t$  を設定し、クライアント端末  $C\ 2$  は、次の回の連合学習  $FL\ 2$  における学習対象個別分析モデル  $M\ 2\ 2 - 1\ t$  を設定し、クライアント端末  $C\ 3$  は、次の回の連合学習  $FL\ 2$  における学習対象個別分析モデル  $M\ 2\ 3 - 1\ t$  を設定する。

[0070] また、サーバSは、個別分析モデル $M_{22}(t+1)$ またはその統合モデルパラメータ $\theta_{2}^{t+1}$ をクライアント端末C1～C3に送信する。これにより、この受信情報を用いて、クライアント端末C1は、次の回の連合学習FL2における学習対象個別分析モデル $M_{21-2t}$ を設定し、クライアント端末C2は、次の回の連合学習FL2における学習対象個別分析モデル $M_{22-2t}$ を設定し、クライアント端末C3は、次の回の連合学習FL2における学習対象個別分析モデル $M_{23-2t}$ を設定する。

[0071] また、サーバSは、個別分析モデル $M_{23}(t+1)$ またはその統合モデルパラメータ $\theta_{3}^{t+1}$ をクライアント端末C1～C3に送信する。これにより、この受信情報を用いて、クライアント端末C1は、次の回の連合学習FL2における学習対象個別分析モデル $M_{21-3t}$ を設定し、クライアント端末C2は、次の回の連合学習FL2における学習対象個別分析モデル $M_{22-3t}$ を設定し、クライアント端末C3は、次の回の連合学習FL2における学習対象個別分析モデル $M_{23-3t}$ を設定する。

[0072] このようにして、連合学習FL2が繰り返し実行される。実行回数 $t$ が所定のしきい値 $T_2$ に到達、または、個別分析モデル $M_{21}(t+1) \sim M_{2K}(t+1)$ の精度がすべて目標精度に到達した場合、サーバSは連合学習FL2を終了して、最新の個別分析モデル $M_{2k}(t+1)$ を個別分析モデル $M_{2k}$ として出力し、クライアント端末C $k$ に送信する。

[0073] 具体的には、たとえば、サーバSは、個別分析モデル $M_{21}(t+1)$ を個別分析モデル $M_{21}$ として出力し、クライアント端末C1に送信する。また、サーバSは、個別分析モデル $M_{22}(t+1)$ を個別分析モデル $M_{22}$ として出力し、クライアント端末C2に送信する。また、サーバSは、個別分析モデル $M_{23}(t+1)$ を個別分析モデル $M_{23}$ として出力し、クライアント端末C3に送信する。

[0074] <学習重み計算40k>

図5は、図4に示した学習重み計算40k（401～403）の具体例を示す説明図である。なお、図5では、学習データセットD1は、データサン

プル  $i$  として  $D_{11}$ 、 $D_{12}$  を有し、学習データセット  $D_2$  は、データサンプル  $i$  として  $D_{21}$ 、 $D_{22}$  を有し、学習データセット  $D_3$  は、データサンプル  $i$  として  $D_{31}$ 、 $D_{32}$  を有する。

[0075] クライアント端末  $C_j$  は、学習データセット  $D_j$  の説明変数 301 を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力して、予測確率  $[p_j]$  を算出する。予測確率  $[p_j]$  の  $C \mid D = k$  の列が、学習データセット  $D_j$  の全データサンプル  $i$  が学習データセット  $D_k$  とどのくらい類似するかを示す予測確率  $[p_j^k]$  を示す列ベクトルである。また、予測確率  $[p_{ji}]$  は、学習データセット  $D_j$  のあるデータサンプル  $i$  が各学習データセット  $D_k$  とどのくらい類似するかを示す予測確率を示す行ベクトルである。

[0076] 具体的には、たとえば、 $j = 1$  の場合、クライアント端末  $C_1$  は、学習データセット  $D_1$  の説明変数 301 を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力して、予測確率  $[p_1]$  を算出する。データサンプル  $D_{11}$  の説明変数 301 を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力することにより、データサンプル  $D_{11}$  に対応する予測確率  $[p_{11}]$  が算出され、データサンプル  $D_{12}$  の説明変数 301 を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力することにより、データサンプル  $D_{12}$  に対応する予測確率  $[p_{12}]$  が算出される。また、予測確率  $[p_1]$  の  $C \mid D = 1 \sim 3$  の列が、学習データセット  $D_1$  のデータサンプル  $i$  の各々が学習データセット  $D_1 \sim D_3$  とどのくらい類似するかを示す予測確率  $[p_1^1]$ 、 $[p_1^2]$ 、 $[p_1^3]$  である。クライアント端末  $C_1$  は、予測確率  $[p_1^1]$ 、 $[p_1^2]$ 、 $[p_1^3]$  の各々について、学習重み  $w_1^1$ 、 $w_1^2$ 、 $w_1^3$  を算出する。

[0077] また、 $j = 2$  の場合、クライアント端末  $C_2$  は、学習データセット  $D_2$  の説明変数 301 を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力して、予測確率  $[p_2]$  を算出する。データサンプル  $D_{21}$  の説明変数 301 を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力することにより、データサンプル  $D_{21}$  に対応する予測確率  $[p_{21}]$  が算出され、データサンプル  $D_{22}$  の説明変数 301 を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力することにより、データサンプル  $D_{22}$  に対応する予測確率

$[p_{22}]$  が算出される。また、予測確率  $[p_2]$  の  $CID = 1 \sim 3$  の列が、学習データセット  $D_2$  のデータサンプル  $i$  の各々が学習データセット  $D_1 \sim D_3$  とどのくらい類似するかを示す予測確率  $[p_2^1]$ 、 $[p_2^2]$ 、 $[p_2^3]$  である。クライアント端末  $C_2$  は、予測確率  $[p_2^1]$ 、 $[p_2^2]$ 、 $[p_2^3]$  の各々について、学習重み  $w_2^1$ 、 $w_2^2$ 、 $w_2^3$  を算出する。

[0078] また、 $j = 3$  の場合、クライアント端末  $C_3$  は、学習データセット  $D_3$  の説明変数  $301$  を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力して、予測確率  $[p_3]$  を算出する。データサンプル  $D_{31}$  の説明変数  $301$  を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力することにより、データサンプル  $D_{31}$  に対応する予測確率  $[p_{31}]$  が算出され、データサンプル  $D_{32}$  の説明変数  $301$  を統合類似度計算モデル  $M_1$  に入力することにより、データサンプル  $D_{32}$  に対応する予測確率  $[p_{32}]$  が算出される。また、予測確率  $[p_3]$  の  $CID = 1 \sim 3$  の列が、学習データセット  $D_3$  のデータサンプル  $i$  の各々が学習データセット  $D_1 \sim D_3$  とどのくらい類似するかを示す予測確率  $[p_3^1]$ 、 $[p_3^2]$ 、 $[p_3^3]$  である。クライアント端末  $C_3$  は、予測確率  $[p_3^1]$ 、 $[p_3^2]$ 、 $[p_3^3]$  の各々について、学習重み  $w_3^1$ 、 $w_3^2$ 、 $w_3^3$  を算出する。

[0079] 以下に、個別分析モデルの連合学習  $FL_2$  において学習重み  $w_{ji}^k$  の算出で  
使用される数式を規定する。

[0080] [数5]

$$w_{ji}^k = \frac{\frac{1}{1 - [p_{ji}^k]}}{\sum_i^{N_k} \frac{1}{1 - [p_{ji}^k]}} \dots (9)$$

[0081] 左辺の  $w_{ji}^k$  は、学習データセット  $D_j$  のデータサンプル  $i$  と学習データセット  $D_k$  との類似関係に適用される学習重みである。右辺の  $[p_{ji}^k]$  は、学習データセット  $D_j$  のデータサンプル  $i$  が学習データセット  $D_k$  とどの程度類似するかを示す予測確率である。学習データセット  $D_j$  の全データサンプル  $i$  の学習重み  $w_{ji}^k$  の集合が学習重み  $w_j^k$  である。

[0082] <重みづけによるモデル学習 4 1 k t>

つぎに、図 4 に示した重みづけによるモデル学習 4 1 k t (4 1 1 t ~ 4 1 3 t) の具体例について説明する。

[0083] 図 6 は、図 4 に示した重みづけによるモデル学習 4 1 1 t の具体例を示す説明図である。クライアント端末 C 1 は、学習データセット D 1 の説明変数 2 0 3 および目的変数 2 0 4 と、学習重み  $w_1^1$  と、を用いて、学習対象個別分析モデル M 2 1 - 1 t を更新し、個別分析モデル学習結果 4 2 1 - 1 t を出力する。

[0084] クライアント端末 C 2 は、学習データセット D 2 の説明変数 2 0 3 および目的変数 2 0 4 と、学習重み  $w_2^1$  と、を用いて、学習対象個別分析モデル M 2 2 - 1 t を更新し、個別分析モデル学習結果 4 2 2 - 1 t を出力する。

[0085] クライアント端末 C 3 は、学習データセット D 3 の説明変数 2 0 3 および目的変数 2 0 4 と、学習重み  $w_3^1$  と、を用いて、学習対象個別分析モデル M 2 3 - 1 t を更新し、個別分析モデル学習結果 4 2 3 - 1 t を出力する。

[0086] サーバ S は、統合学習 4 3 0 t において個別分析モデル学習結果 4 2 1 - 1 t、4 2 2 - 1 t、4 2 3 - 1 t を統合して、次の回の個別分析モデル M 2 1 (t + 1) を生成する。サーバ S は、個別分析モデル M 2 1 (t + 1) またはその統合モデルパラメータ  $\theta_1^{t+1}$  をクライアント端末 C 1 ~ C 3 に送信する。これにより、この受信情報を用いて、クライアント端末 C 1 は、次の回の連合学習 F L 2 における学習対象個別分析モデル M 2 1 - 1 t を設定し、クライアント端末 C 2 は、次の回の連合学習 F L 2 における学習対象個別分析モデル M 2 2 - 1 t を設定し、クライアント端末 C 3 は、次の回の連合学習 F L 2 における学習対象個別分析モデル M 2 3 - 1 t を設定する。個別分析モデル M 2 1 は、連合学習 F L 2 の終了時に確定したクライアント端末 C 1 の個別分析モデルである。

[0087] 図 7 は、図 4 に示した重みづけによるモデル学習 4 1 2 t の具体例を示す説明図である。クライアント端末 C 1 は、学習データセット D 1 の説明変数 2 0 3 および目的変数 2 0 4 と、学習重み  $w_1^2$  と、を用いて、学習対象個別

分析モデル $M_{21-2t}$ を更新し、個別分析モデル学習結果 $4_{21-2t}$ を出力する。

[0088] クライアント端末 $C_2$ は、学習データセット $D_2$ の説明変数 $2_{03}$ および目的変数 $2_{04}$ と、学習重み $w_2^2$ と、を用いて、学習対象個別分析モデル $M_{22-2t}$ を更新し、個別分析モデル学習結果 $4_{22-2t}$ を出力する。

[0089] クライアント端末 $C_3$ は、学習データセット $D_3$ の説明変数 $2_{03}$ および目的変数 $2_{04}$ と、学習重み $w_3^2$ と、を用いて、学習対象個別分析モデル $M_{23-2t}$ を更新し、個別分析モデル学習結果 $4_{23-2t}$ を出力する。

[0090] サーバ $S$ は、統合学習 $4_{30t}$ において個別分析モデル学習結果 $4_{21-2t}$ 、 $4_{22-2t}$ 、 $4_{23-2t}$ を統合して、次の回の個別分析モデル $M_{22}(t+1)$ を生成する。サーバ $S$ は、個別分析モデル $M_{22}(t+1)$ またはその統合モデルパラメータ $\theta_2^{t+1}$ をクライアント端末 $C_1 \sim C_3$ に送信する。これにより、この受信情報を用いて、クライアント端末 $C_1$ は、次の回の連合学習 $FL_2$ における学習対象個別分析モデル $M_{21-2t}$ を設定し、クライアント端末 $C_2$ は、次の回の連合学習 $FL_2$ における学習対象個別分析モデル $M_{22-2t}$ を設定し、クライアント端末 $C_3$ は、次の回の連合学習 $FL_2$ における学習対象個別分析モデル $M_{23-2t}$ を設定する。個別分析モデル $M_{22}$ は、連合学習 $FL_2$ の終了時に確定したクライアント端末 $C_2$ の個別分析モデルである。

[0091] 図8は、図4に示した重みづけによるモデル学習 $4_{13t}$ の具体例を示す説明図である。クライアント端末 $C_1$ は、学習データセット $D_1$ の説明変数 $2_{03}$ および目的変数 $2_{04}$ と、学習重み $w_1^3$ と、を用いて、学習対象個別分析モデル $M_{21-3t}$ を更新し、個別分析モデル学習結果 $4_{21-3t}$ を出力する。

[0092] クライアント端末 $C_2$ は、学習データセット $D_2$ の説明変数 $2_{03}$ および目的変数 $2_{04}$ と、学習重み $w_2^3$ と、を用いて、学習対象個別分析モデル $M_{22-3t}$ を更新し、個別分析モデル学習結果 $4_{22-3t}$ を出力する。

[0093] クライアント端末 $C_3$ は、学習データセット $D_3$ の説明変数 $2_{03}$ および

目的変数 204 と、学習重み  $w_3$  と、を用いて、学習対象個別分析モデル  $M_{23-3t}$  を更新し、個別分析モデル学習結果  $423-3t$  を出力する。

[0094] サーバ S は、統合学習  $430t$  において個別分析モデル学習結果  $421-3t$ 、 $422-3t$ 、 $423-3t$  を統合して、次の回の個別分析モデル  $M_{23}(t+1)$  を生成する。サーバ S は、個別分析モデル  $M_{23}(t+1)$  またはその統合モデルパラメータ  $\theta_3^{t+1}$  をクライアント端末  $C1 \sim C3$  に送信する。これにより、この受信情報を用いて、クライアント端末  $C1$  は、次の回の連合学習  $FL2$  における学習対象個別分析モデル  $M_{21-3t}$  を設定し、クライアント端末  $C2$  は、次の回の連合学習  $FL2$  における学習対象個別分析モデル  $M_{22-3t}$  を設定し、クライアント端末  $C3$  は、次の回の連合学習  $FL2$  における学習対象個別分析モデル  $M_{23-3t}$  を設定する。個別分析モデル  $M_{23}$  は、連合学習  $FL2$  の終了時に確定したクライアント端末  $C3$  の個別分析モデルである。

[0095] 以下に、個別分析モデルの連合学習  $FL2$  で使用される数式を規定する。

[0096]  $[y_j] = f(x_j; \theta_j) \cdots (10)$

[0097] 上記式 (10) は、個別分析モデル  $M_{2j}$  を規定する。 $x_j$  は、学習データセット  $D_j$  の説明変数 203 であり、 $\theta_j$  は個別分析モデル  $M_{2j}$  の統合モデルパラメータである。 $[y_j]$  は、学習データセット  $D_j$  の目的変数 204 の予測値である。

[0098] [数6]

$$F(\theta_j^{kt}) \stackrel{\text{def}}{=} \frac{1}{N_j} \sum_i^{N_j} w_{ji} * \text{loss}(y_{ji}, [y_{ji}]^t; \theta_j^{kt}) \cdots (11)$$

[0099] 上記式 (11) は、 $t$  回目の連合学習  $FL2$  での学習対象個別分析モデル  $M_{2j-k t}$  における損失関数  $F(\theta_j^{kt})$  を規定する。 $y_{ji}$  は、学習データセット  $D_j$  のあるデータサンプル  $i$  の目的変数 204 であり、 $[y_{ji}]$  はその予測値である。学習データセット  $D_j$  の全データサンプル  $i$  の  $[y_{ji}]$  が  $[y_j]$  である。 $w_{ji}^k$  は、上記式 (9) で算出される学習重みである。

[0100] [数7]

$$ga_j^{kt} = \nabla F(\theta_j^{kt}) \dots (12)$$

[0101] 上記式（12）は、 $t$  回目の連合学習FL2でのモデルパラメータ  $\theta_j^{kt}$  の勾配  $ga_j^{kt}$  を規定する。勾配  $ga_j^{kt}$  は、クライアント端末  $C_j$  で計算される。

[0102] [数8]

$$\theta_j^{k(t+1)} \leftarrow \theta_j^{kt} - \eta \sum_{k=1}^K \frac{P_j^{kt}}{P_j^t} ga_j^{kt} \dots (13)$$

$$P_j^t = \sum_{k=1}^K P_j^{kt} \dots (14)$$

$$P_j^{kt} = \sum_{i=1}^{N_k} [p_{ji}^k]^t \dots (15)$$

[0103] 上記式（13）は、 $t$  回目の連合学習FL2での各モデルパラメータ  $\theta_j^{kt}$  の更新を実行する計算式であり、クライアント端末  $C_j$  の重み付けによるモデル学習41jtで実行される。 $P_j^t$  は、上記式（14）に示したように、 $t$  回目の連合学習FL2においてクライアント端末  $C_k$  の  $P_j^{kt}$  の総和である。 $P_j^{kt}$  は、上記式（15）に示したように、 $t$  回目の連合学習FL2においてクライアント端末  $C_j$  における予測確率  $[p_{ji}^k]^t$  の総和である。

[0104] クライアント端末  $C_j$  は、更新後のモデルパラメータ  $\theta_j^{1(t+1)} \sim \theta_j^{3(t+1)}$  を個別分析モデル学習結果42j-1t、42j-2t、42j1-3t

としてサーバSに送信する。サーバSは、統合学習430tにおいて、個別分析モデル学習結果421-1t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{1^1(t+1)}$ ）、個別分析モデル学習結果422-1t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{2^1(t+1)}$ ）、個別分析モデル学習結果423-1t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{3^1(t+1)}$ ）を、たとえば、平均化して統合することにより、クライアント端末C1についての更新後の統合モデルパラメータ $\theta_1(t+1)$ を算出し、個別分析モデルM21（t+1）を生成する。

[0105] また、サーバSは、統合学習430tにおいて、個別分析モデル学習結果421-2t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{2^1(t+1)}$ ）、個別分析モデル学習結果422-2t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{2^2(t+1)}$ ）、個別分析モデル学習結果423-2t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{3^2(t+1)}$ ）を、たとえば、平均化して統合することにより、クライアント端末C2についての更新後の統合モデルパラメータ $\theta_2(t+1)$ を算出し、個別分析モデルM22（t+1）を生成する。

[0106] また、サーバSは、統合学習430tにおいて、個別分析モデル学習結果421-3t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{3^1(t+1)}$ ）、個別分析モデル学習結果422-3t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{2^3(t+1)}$ ）、個別分析モデル学習結果423-3t（更新後のモデルパラメータ $\theta_{3^3(t+1)}$ ）を、たとえば、平均化して統合することにより、クライアント端末C2についての更新後の統合モデルパラメータ $\theta_3(t+1)$ を算出し、個別分析モデルM23（t+1）を生成する。

[0107] [数9]

$$\theta_j^{k(t+1)} \leftarrow \theta_j^{kt} - \eta * ga_j^{kt} \dots (16)$$

$$\theta_j^{t+1} = \sum_{k=1}^K \frac{P_j^{kt}}{P_j^t} \theta_j^{k(t+1)} \dots (17)$$

[0108] 上記式(16)は、個別分析モデル学習結果 $42j-k$ としてクライアント端末 $C_j$ から勾配 $g_{a_j}^{k,t}$ および予測確率 $[p_{j,i}^k]^t$ を受信した場合に、 $t$ 回目の連合学習 $FL2$ での各モデルパラメータ $\theta_j^{k,t}$ の更新を実行する計算式であり、サーバ $S$ の統合学習 $430t$ で実行される。

[0109] 上記式(17)は、個別分析モデル学習結果 $42j-k$ としてクライアント端末 $C_j$ から勾配 $g_{a_j}^{k,t}$ および予測確率 $[p_{j,i}^k]^t$ を受信した場合に、 $t$ 回目の連合学習 $FL2$ で統合モデルパラメータ $\theta_j^t$ の更新を実行する計算式であり、サーバ $S$ の統合学習 $430t$ で実行される。具体的には、たとえば、サーバ $S$ は、更新後の統合モデルパラメータ $\theta_1^{t+1}$ を用いて個別分析モデル $M21(t+1)$ を生成する。サーバ $S$ は、更新後の統合モデルパラメータ $\theta_2^{t+1}$ を用いて個別分析モデル $M22(t+1)$ を生成する。サーバ $S$ は、更新後の統合モデルパラメータ $\theta_3^{t+1}$ を用いて個別分析モデル $M23(t+1)$ を生成する。

[0110] <連合学習のシーケンス>

図9は、連合学習システム100における連合学習のシーケンス図である。まず、連合学習 $FL1$ 、 $FL2$ に先立って、サーバ $S$ は、各クライアント端末 $C_k$ にクライアントID201を送信する(ステップS901)。クライアント端末 $C_k$ は、学習データセット $D_k$ にクライアントID201を関連付ける。

[0111] つぎに、連合学習システム100は、類似度計算モデルの連合学習 $FL1$ を実行し(ステップS902)、個別分析モデルの連合学習 $FL2$ を実行する(ステップS903)。

[0112] 類似度計算モデルの連合学習 $FL1$ (ステップS902)では、サーバ $S$ は、クライアント端末 $C_k$ に類似度計算モデル情報(統合類似度計算モデル $M1(t+1)$ またはその統合モデルパラメータ $\phi^{t+1}$ )を送信する(ステップS921)。

[0113] クライアント端末 $C_k$ は、学習データセット $D_j$ と類似度計算モデル情報とを用いて学習対象類似度計算モデルを学習する(ステップS922)。

- [0114] クライアント端末C<sub>k</sub>は、ステップS 9 2 2での学習結果3 2 j tをサーバSに送信する（ステップS 9 2 3）。
- [0115] サーバSは、類似度計算モデルの統合学習3 3 0 tを実行する（ステップS 9 2 4）。サーバSは、類似度計算モデルの統合学習3 3 0 t（ステップS 9 2 4）の終了条件を満たすか否かを判断する（ステップS 9 2 5）。
- [0116] 終了条件を満たさない場合、サーバSは、更新後の類似度計算モデル情報をクライアント端末C<sub>k</sub>に送信する（ステップS 9 2 1）。
- [0117] 終了条件を満たす場合、サーバSは、更新後の類似度計算モデル情報をクライアント端末C<sub>k</sub>に送信する（ステップS 9 2 6）。これにより、クライアント端末C<sub>k</sub>は、更新後の類似度計算モデル情報により統合類似度計算モデルM 1を設定して、類似度計算モデルの連合学習F L 1（ステップS 9 0 2）を終了する。
- [0118] 個別分析モデルの連合学習F L 2（ステップS 9 0 3）では、クライアント端末C<sub>j</sub>は、学習データセットD<sub>j</sub>と統合類似度計算モデルM 1とを用いて学習重み計算4 0 jを実行し、学習重みw<sub>j</sub>を算出する（ステップS 9 3 0）。
- [0119] また、サーバSは、クライアント端末C<sub>k</sub>に個別分析モデル情報（個別分析モデルM 2 j（t + 1）またはその統合モデルパラメータ $\theta_j^{t+1}$ ）を送信する（ステップS 9 3 1）。
- [0120] クライアント端末C<sub>j</sub>は、重みづけによるモデル学習4 1 j tを実行し、個別分析モデル学習結果4 2 j - k tをサーバSに送信する（ステップS 9 3 3）。
- [0121] サーバSは、個別分析モデル学習結果4 2 j - k tを用いて、個別分析モデルの統合学習4 3 0 tを実行する（ステップS 9 3 4）。
- [0122] サーバSは、個別分析モデルの統合学習4 3 0 t（ステップS 9 3 4）の終了条件を満たすか否かを判断する（ステップS 9 2 5）。
- [0123] 終了条件を満たさない場合、サーバSは、更新後の個別分析モデル情報をクライアント端末C<sub>k</sub>に送信する（ステップS 9 3 1）。

[0124] 終了条件を満たす場合、サーバSは、更新後の個別分析モデル情報をクライアント端末C<sub>k</sub>に送信する（ステップS936）。これにより、クライアント端末C<sub>k</sub>は、更新後の個別分析モデル情報により個別分析モデルM<sub>2j</sub>を生成して、個別分析モデルの連合学習FL2（ステップS903）を終了する。

[0125] <表示画面例>

図10は、管理画面例を示す説明図である。管理画面1000は、サーバSで表示される。管理画面1000は、学習済みモデル一覧1001と、モデルパラメータ一覧1002と、クライアント学習寄与度一覧1003と、を表示する。学習済みモデル一覧1001は、クライアントID201と個別分析モデルM<sub>2j</sub>のID（個別分析モデルID）とを対応付けした表データである。

[0126] モデルパラメータ一覧1002は、個別分析モデルM<sub>2j</sub>のモデルパラメータ $\theta_j$ の値を規定した表データである。クライアント学習寄与度一覧1003は、クライアントID201と、クライアント端末C<sub>j</sub>の寄与度1030とを対応付けした表データである。寄与度1030は、下記式により算出される。寄与度1030とは、クライアント端末C<sub>k</sub>の学習データセットD<sub>k</sub>が前記個別分析モデルの学習にどのくらい寄与しているかを示す指標値である。

[0127] [数10]

$$R_j^k = \frac{P_j^k}{P_j} \dots (18)$$

[0128] 上記式（18）の左辺の $R_j^k$ は、クライアント端末C<sub>j</sub>の寄与度1030である。右辺の $P_j$ は、連合学習FL2の終了時のクライアント端末C<sub>k</sub>の $P_j^k$ の総和である（上記式（14）を参照）。 $P_j^k$ は、連合学習FL2の終了時のクライアント端末C<sub>j</sub>における予測確率 $[p_j^k]$ の総和である（上記式（14）を参照）。クライアント端末C<sub>j</sub>の寄与度1030は、サーバSに

より算出される。

[0129] 図 11 は、情報表示画面例を示す説明図である。情報表示画面 1100 は、クライアント端末 C<sub>j</sub> についての個別分析モデル情報を表示する画面であり、サーバ S またはクライアント端末 C<sub>j</sub> で表示される。図 11 では、 $j = 1$  の例を示す。

[0130] 情報表示画面 1100 は、クライアント学習寄与度一覧 1003 と、クライアント端末 C<sub>1</sub> の学習データセット D<sub>1</sub> から指定されたデータサンプル  $i$ （図 11 では、例として D<sub>11</sub>）と、クライアント端末 C<sub>1</sub> の指定されたデータサンプル D<sub>11</sub> との予測確率分布 1101 と、を表示する。なお、データサンプル  $i$  の指定は、サーバ S またはクライアント端末 C<sub>1</sub> のユーザの操作により行われる。

[0131] 予測確率分布 1101 の横軸は、クライアント ID 201 であり、縦軸は、指定されたデータサンプル D<sub>11</sub> とクライアント ID 201 で特定される学習データセット D<sub>k</sub> との予測確率である。丸い点は、クライアント端末 C<sub>1</sub> の学習データセット D<sub>1</sub> 内のデータサンプル  $i$  であり、クライアント端末 C<sub>k</sub> との予測確率を示す。なお、カーソル 1102 で指定されたデータサンプル  $i$  が、データサンプル D<sub>11</sub> であり、学習データセット D<sub>1</sub> との予測確率を示している。

[0132] <サーバ S およびクライアント端末 C<sub>k</sub> のハードウェア構成例>

図 12 は、サーバ S およびクライアント端末 C<sub>k</sub>（以下、コンピュータ 1200）のハードウェア構成例を示すブロック図である。コンピュータ 1200 は、プロセッサ 1201 と、記憶デバイス 1202 と、入力デバイス 1203 と、出力デバイス 1204 と、通信インターフェース（通信 IF）1205 と、を有する。プロセッサ 1201、記憶デバイス 1202、入力デバイス 1203、出力デバイス 1204、および通信 IF 1205 は、バス 1206 により接続される。プロセッサ 1201 は、コンピュータ 1200 を制御する。記憶デバイス 1202 は、プロセッサ 1201 の作業エリアとなる。また、記憶デバイス 1202 は、各種プログラムやデータを記憶する

非一時的なまたは一時的な記録媒体である。記憶デバイス1202としては、たとえば、ROM (Read Only Memory)、RAM (Random Access Memory)、HDD (Hard Disk Drive)、フラッシュメモリがある。入力デバイス1203は、データを入力する。入力デバイス1203としては、たとえば、キーボード、マウス、タッチパネル、テンキー、スキャナ、マイク、センサがある。出力デバイス1204は、データを出力する。出力デバイス1204としては、たとえば、ディスプレイ、プリンタ、スピーカがある。通信IF1205は、ネットワークと接続し、データを送受信する。

[0133] このように、本実施例によれば、連合学習に参加するクライアント端末C<sub>k</sub>ごとに適した個別分析モデルM<sub>2k</sub>を提供することができる。また、統合類似度計算モデルM<sub>1</sub>の生成に際し、そのクライアント端末C<sub>k</sub>もそのデータサンプル<sub>i</sub>を他のクライアント端末C<sub>k</sub>やサーバSに渡すことなく、他の学習データセットD<sub>k</sub>との類似度を予測することができるため、データサンプル<sub>i</sub>自体の漏洩を防止することができる。

[0134] なお、上述した実施例では、サーバSは連合学習FL<sub>1</sub>、FL<sub>2</sub>に参加したが、連合学習FL<sub>1</sub>に参加せず、連合学習FL<sub>2</sub>にのみ参加してもよい。この場合、クライアント端末C<sub>k</sub>は、他のサーバが参加した連合学習FL<sub>1</sub>の結果（統合類似度計算モデルM<sub>1</sub>、または、学習重みw<sub>k</sub>）を他のサーバから取得すればよい。また、これとは逆に、サーバSは連合学習FL<sub>1</sub>に参加し、連合学習FL<sub>2</sub>に参加しなくてもよい。この場合、クライアント端末C<sub>k</sub>は、連合学習FL<sub>1</sub>の結果（統合類似度計算モデルM<sub>1</sub>、または、学習重みw<sub>k</sub>）をサーバSから取得する。この場合、統合学習430<sub>t</sub>は他のサーバが実行することになる。

[0135] また、サーバSは、クライアント端末C<sub>k</sub>に実行させる処理となるプログラムを、たとえば、コンテナとしてクライアント端末C<sub>k</sub>に送信することが可能である。

[0136] また、上述した実施例にかかる連合学習システム100は、下記[1]～

[11] のように構成することもできる。

[0137] [1] 連合学習システム100は、各々学習データセットD1～D3を有する複数のクライアント端末C1～C3と、前記複数のクライアント端末C1～C3と通信可能なサーバSと、を有し、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々で前記学習データセットD1～D3を用いてモデルを学習し、前記サーバSが学習結果を用いて前記複数のクライアント端末C1～C3の各々の前記モデルを統合する処理を繰り返す連合学習を実行する。

[0138] 前記学習データセットDkは、前記クライアント端末Ckを特定するクライアントID201と第1説明変数203と第1目的変数204とを含む1以上のデータサンプルiを有する。

[0139] 連合学習システム100は、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々による算出処理（学習重み計算401～403）を実行するとともに、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々による第1学習処理（重みづけによるモデル学習411t～413t）および前記サーバSによる第1更新処理（統合学習330t）を第1終了条件を満たすまで繰り返す第1連合学習処理（FL2）を実行する。

[0140] 前記算出処理（学習重み計算401～403）では、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々が、前記データサンプルiと前記複数の学習データセットD1～D3との類似度を算出する類似度計算モデルM1に、前記データサンプルiを入力することにより、前記データサンプルiと前記複数の学習データセットD1～D3との類似度（予測確率 $[p_{ji}^k]$ t）を算出する。

[0141] 前記第1学習処理（重みづけによるモデル学習411t～413t）では、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々が、前記第1説明変数203から前記第1目的変数204の予測値を算出する個別分析モデル（学習対象個別分析モデルM21-1t、M22-1t、M23-1t）と、前記第1説明変数203と、前記第1目的変数204と、前記算出処理によって前記複数のクライアント端末C1～C3の各々で算出された特定の学習データ

セット（たとえば、 $D_1$ ）との特定の類似度（予測確率  $[p_{ji}^1]^t$ ）と、に基づいて、前記個別分析モデル（学習対象個別分析モデル  $M_{21-1}^t$ 、 $M_{22-1}^t$ 、 $M_{23-1}^t$ ）を学習する。

[0142] 前記第1統合処理（統合学習330t）では、前記サーバSが、前記複数のクライアント端末C1～C3からの前記第1学習処理（重みづけによるモデル学習411t～413t）による複数の第1学習結果（ $421-1^t$ 、 $422-1^t$ 、 $423-1^t$ ）を統合し、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々の前記個別分析モデル（学習対象個別分析モデル  $M_{21-1}^t$ 、 $M_{22-1}^t$ 、 $M_{23-1}^t$ ）を統合した統合個別分析モデル  $M_{21}^{(t+1)}$  に関する第1統合情報（統合個別分析モデル  $M_{21}^{(t+1)}$ ）または統合モデルパラメータ  $\theta_1^{t+1}$ ）を生成する。

[0143] [2] 上記[1]の連合学習システム100において、前記第1統合処理（統合学習330t）では、前記サーバSは、前記第1終了条件を満たすまで、前記第1統合情報（統合個別分析モデル  $M_{21}^{(t+1)}$ ）または統合モデルパラメータ  $\theta_1^{t+1}$ ）を前記複数のクライアント端末C1～C3の各々に送信する。

[0144] 前記第1学習処理（重みづけによるモデル学習411t～413t）では、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々は、前記第1統合情報（統合個別分析モデル  $M_{21}^{(t+1)}$ ）または統合モデルパラメータ  $\theta_1^{t+1}$ ）で前記個別分析モデル（学習対象個別分析モデル  $M_{21-1}^t$ 、 $M_{22-1}^t$ 、 $M_{23-1}^t$ ）を更新し、前記第1説明変数203と、前記第1目的変数204と、前記特定の類似度（予測確率  $[p_{ji}^1]^t$ ）と、に基づいて、更新後の前記個別分析モデル（学習対象個別分析モデル  $M_{21-1}^t$ 、 $M_{22-1}^t$ 、 $M_{23-1}^t$ ）を学習する。

[0145] [3] 上記[1]の連合学習システム100において、前記第1統合処理（統合学習330t）では、前記サーバSは、前記第1終了条件を満たした場合、前記第1統合情報（統合個別分析モデル  $M_{21}^{(t+1)}$ ）または統合モデルパラメータ  $\theta_1^{t+1}$ ）を、前記特定の学習データセットを有する特定のク

クライアント端末に送信する。

[0146] [4] 上記[1]の連合学習システム100において、前記算出処理（学習重み計算401～403）では、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々が、前記類似度計算モデル（学習対象類似度計算モデルM11t～M13t）に、前記データサンプルiの前記第1説明変数203および前記第1目的変数204の組み合わせを第2説明変数301として入力することにより、前記類似度（予測確率 $[p_{ji}^k]^t$ ）を算出する。

[0147] [5] 上記[1]の連合学習システム100において、前記算出処理（学習重み計算401～403）では、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々が、前記特定の類似度（予測確率 $[p_{ji}^1]^t$ ）に応じた学習重み（ $w_1^1$ 、 $w_2^1$ 、 $w_3^1$ ）を算出する。

[0148] 前記第1学習処理（重みづけによるモデル学習411t～413t）では、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々が、前記個別分析モデル（学習対象個別分析モデルM21-1t、M22-1t、M23-1t）と、前記第1説明変数203と、前記第1目的変数204と、前記算出処理（学習重み計算401～403）によって前記複数のクライアント端末C1～C3の各々で算出された特定の類似度（予測確率 $[p_{ji}^1]^t$ ）に応じた学習重み（ $w_1^1$ 、 $w_2^1$ 、 $w_3^1$ ）と、に基づいて、前記個別分析モデル（学習対象個別分析モデルM21-1t、M22-1t、M23-1t）を学習する。

[0149] [6] 上記[1]の連合学習システム100は、前記第1連合学習処理（FL2）に先立って、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々による第2学習処理（モデル学習311t～313t）と、前記サーバSによる第2統合処理（統合学習330t）とを、第2終了条件を満たすまで繰り返す第2連合学習処理（FL1）を実行する。

[0150] 前記第2学習処理（モデル学習311t～313t）では、前記複数のクライアント端末C1～C3の各々が、前記第1説明変数203と前記第1目的変数204との組み合わせを第2説明変数301とし、前記クライアントID201を第2目的変数302として、前記学習対象類似度計算モデルM

1 1 t ~ M 1 3 t を学習する。

[0151] 前記第2統合処理（統合学習330t）では、前記サーバSが、前記第2学習処理（モデル学習311t~313t）による前記複数のクライアント端末C1~C3からの前記学習対象類似度計算モデルM11t~M13tの第2学習結果321t~323tを統合し、前記複数のクライアント端末C1~C3の前記学習対象類似度計算モデルM11t~M13t）を統合した統合類似度計算モデルM1（t+1）に関する第2統合情報（統合類似度計算モデルM1（t+1）またはその統合モデルパラメータ $\phi^{t+1}$ ）を生成する。

[0152] [7] 上記[6]の連合学習システム100において、前記第2統合処理（統合学習330t）では、前記サーバSは、前記第2統合情報（統合類似度計算モデルM1（t+1）またはその統合モデルパラメータ $\phi^{t+1}$ ）を前記複数のクライアント端末C1~C3の各々に送信する。

[0153] 前記第2学習処理（モデル学習311t~313t）では、前記複数のクライアント端末C1~C3の各々は、前記第2統合情報（統合類似度計算モデルM1（t+1）またはその統合モデルパラメータ $\phi^{t+1}$ ）で前記学習対象類似度計算モデルM11t~M13tを更新し、前記第2説明変数301と、前記第2目的変数302と、に基づいて、更新後の前記学習対象類似度計算モデルM11t~M13tを学習する。

[0154] [8] 上記[6]の連合学習システム100において、前記第2学習処理（モデル学習311t~313t）では、前記複数のクライアント端末C1~C3の各々は、前記第2終了条件を満たした場合、更新後の前記学習対象類似度計算モデルM11t~M13tを、前記類似度計算モデルM1に設定する。

[0155] [9] 上記[3]の連合学習システム100において、前記サーバSは、前記第1連合学習処理（FL2）の終了時の前記第1統合情報（統合モデルパラメータ $\theta_j$ ）を出力する（モデルパラメータ一覧1002）。

[0156] [10] 上記[3]の連合学習システム100において、前記サーバSは、

前記特定の類似度（予測確率  $[p_{ji}^1]$ ）と、前記類似度（予測確率  $[p_{ji}^k]$ ）と、に基づいて、前記特定の学習データセット  $D_1$  が前記統合個別分析モデル  $M_{21}$  の学習にどのくらい寄与しているかを示す寄与度  $1030$  を算出する。

[0157] [11] 連合学習システム  $100$  は、各々学習データセット  $D_1 \sim D_3$  を有する複数のクライアント端末  $C_1 \sim C_3$  と、前記複数のクライアント端末  $C_1 \sim C_3$  と通信可能なサーバ  $S$  と、を有し、前記複数のクライアント端末  $C_1 \sim C_3$  の各々で前記学習データセット  $D_1 \sim D_3$  を用いてモデルを学習し、前記サーバ  $S$  が学習結果を用いて前記複数のクライアント端末  $C_1 \sim C_3$  の各々の前記モデルを統合する処理を繰り返す連合学習を実行する。

[0158] 前記学習データセット  $D_k$  は、前記クライアント端末  $C_k$  を特定するクライアント  $ID_{201}$  と第1説明変数  $203$  と第1目的変数  $204$  とを含む1以上のデータサンプル  $i$  を有する。

[0159] 連合学習システム  $100$  は、前記複数のクライアント端末  $C_1 \sim C_3$  の各々による第2学習処理（モデル学習  $311t \sim 313t$ ）と、前記サーバ  $S$  による第2統合処理（統合学習  $330t$ ）とを、第2終了条件を満たすまで繰り返す第2連合学習処理（ $FL1$ ）を実行する。

[0160] 前記第2学習処理（モデル学習  $311t \sim 313t$ ）では、前記複数のクライアント端末  $C_1 \sim C_3$  の各々が、前記第1説明変数  $203$  と前記第1目的変数  $204$  との組み合わせを第2説明変数  $301$  とし、前記クライアント  $ID_{201}$  を第2目的変数  $302$  として、学習対象類似度計算モデル  $M_{11t} \sim M_{13t}$  を学習する。

[0161] 前記第2統合処理（統合学習  $330t$ ）では、前記サーバ  $S$  が、前記第2学習処理（モデル学習  $311t \sim 313t$ ）による前記複数のクライアント端末  $C_1 \sim C_3$  からの前記学習対象類似度計算モデル  $M_{11t} \sim M_{13t}$  の第2学習結果  $321t \sim 323t$  を統合し、前記複数のクライアント端末  $C_1 \sim C_3$  の前記学習対象類似度計算モデル  $M_{11t} \sim M_{13t}$  を統合した統合類似度計算モデル  $M_1(t+1)$  に関する第2統合情報（統合類似度計算

モデルM1 ( $t + 1$ ) またはその統合モデルパラメータ  $\phi^{t+1}$  を生成する。

[0162] なお、本発明は前述した実施例に限定されるものではなく、添付した特許請求の範囲の趣旨内における様々な変形例及び同等の構成が含まれる。たとえば、前述した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに本発明は限定されない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えてもよい。また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えてもよい。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加、削除、または置換をしてもよい。

[0163] また、前述した各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、たとえば集積回路で設計する等により、ハードウェアで実現してもよく、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し実行することにより、ソフトウェアで実現してもよい。

[0164] 各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリ、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、又は、IC (Integrated Circuit) カード、SDカード、DVD (Digital Versatile Disc) の記録媒体に格納することができる。

[0165] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、実装上必要な全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には、ほとんど全ての構成が相互に接続されていると考えてよい。

## 請求の範囲

### [請求項1]

各々学習データセットを有する複数のクライアント端末と、前記複数のクライアント端末と通信可能なサーバと、を有し、前記複数のクライアント端末の各々が前記学習データセットを用いてモデルを学習し、前記サーバが学習結果を用いて前記複数のクライアント端末の各々の前記モデルを統合する処理を繰り返す連合学習を実行する連合学習システムであって、

前記学習データセットは、前記クライアント端末を特定するクライアントIDと第1説明変数と第1目的変数とを含む1以上のデータサンプルを有し、

前記複数のクライアント端末の各々による算出処理を実行するとともに、前記複数のクライアント端末の各々による第1学習処理および前記サーバによる第1統合処理を第1終了条件を満たすまで繰り返す第1連合学習処理を実行し、

前記算出処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記データサンプルと前記複数の学習データセットとの類似度を算出する類似度計算モデルに、前記データサンプルを入力することにより、前記データサンプルと前記複数の学習データセットとの類似度を算出し、

前記第1学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記第1説明変数から前記第1目的変数の予測値を算出する個別分析モデルと、前記第1説明変数と、前記第1目的変数と、前記算出処理によって前記複数のクライアント端末の各々で算出された特定の学習データセットとの特定の類似度と、に基づいて、前記個別分析モデルを学習し、

前記第1統合処理では、前記サーバが、前記複数のクライアント端末からの前記第1学習処理による複数の第1学習結果を統合し、前記複数のクライアント端末の各々の前記個別分析モデルを統合した統合個別分析モデルに関する第1統合情報を生成する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項2]

請求項1に記載の連合学習システムであって、

前記第1統合処理では、前記サーバは、前記第1終了条件を満たすまで、前記第1統合情報を前記複数のクライアント端末の各々に送信し、

前記第1学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々は、前記第1統合情報で前記個別分析モデルを更新し、前記第1説明変数と、前記第1目的変数と、前記特定の類似度と、に基づいて、更新後の前記個別分析モデルを学習する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項3]

請求項1に記載の連合学習システムであって、

前記第1統合処理では、前記サーバは、前記第1終了条件を満たした場合、前記第1統合情報を、前記特定の学習データセットを有する特定のクライアント端末に送信する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項4]

請求項1に記載の連合学習システムであって、

前記算出処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記類似度計算モデルに、前記データサンプルの前記第1目的変数および前記第1説明変数の組み合わせを第2説明変数として入力することにより、前記類似度を算出する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項5]

請求項1に記載の連合学習システムであって、

前記算出処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記特定の類似度に応じた学習重みを算出し、

前記第1学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記個別分析モデルと、前記第1説明変数と、前記第1目的変数と、前記算出処理によって前記複数のクライアント端末の各々で算出された特定の類似度に応じた学習重みと、に基づいて、前記個別分析モデル

を学習する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項6]

請求項1に記載の連合学習システムであって、

前記第1連合学習処理に先立って、前記複数のクライアント端末の各々による第2学習処理と、前記サーバによる第2統合処理とを、第2終了条件を満たすまで繰り返す第2連合学習処理を実行し、

前記第2学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記第1説明変数と前記第1目的変数との組み合わせを第2説明変数とし、前記クライアントIDを第2目的変数として、学習対象類似度計算モデルを学習し、

前記第2統合処理では、前記サーバが、前記第2学習処理による前記複数のクライアント端末からの前記学習対象類似度計算モデルの第2学習結果を統合し、前記複数のクライアント端末の前記類似度計算モデルを統合した統合類似度計算モデルに関する第2統合情報を生成する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項7]

請求項6に記載の連合学習システムであって、

前記第2統合処理では、前記サーバは、前記第2統合情報を前記複数のクライアント端末の各々に送信し、

前記第2学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々は、前記第2統合情報で前記学習対象類似度計算モデルを更新し、前記第2説明変数と、前記第2目的変数と、に基づいて、更新後の前記学習対象類似度計算モデルを学習する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項8]

請求項6に記載の連合学習システムであって、

前記第2学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々は、前記第2終了条件を満たした場合、更新後の前記学習対象統合類似度計算モデルを、前記類似度計算モデルに設定する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項9]

請求項3に記載の連合学習システムであって、  
前記サーバは、  
前記第1連合学習処理の終了時の前記第1統合情報を出力する、  
ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項10]

請求項3に記載の連合学習システムであって、  
前記サーバは、前記特定の類似度と、前記類似度と、に基づいて、  
前記特定の学習データセットが前記統合個別分析モデルの学習にどの  
くらい寄与しているかを示す寄与度を算出する、  
ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項11]

各々学習データセットを有する複数のクライアント端末と、前記複  
数のクライアント端末と通信可能なサーバと、を有し、前記複数のク  
ライアント端末の各々が前記学習データセットを用いてモデルを学習  
し、前記サーバが学習結果を用いて前記複数のクライアント端末の各  
々の前記モデルを統合する処理を繰り返す連合学習を実行する連合学  
習システムであって、

前記学習データセットは、前記クライアント端末を特定するクライ  
アントIDと第1説明変数と第1目的変数とを含む1以上のデータサ  
ンプルを有し、

前記複数のクライアント端末の各々による第2学習処理と、前記サ  
ーバによる第2統合処理とを、第2終了条件を満たすまで繰り返す第  
2連合学習処理を実行し、

前記第2学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前  
記第1説明変数と前記第1目的変数との組み合わせを第1説明変数と  
し、前記クライアントIDを第2目的変数として、学習対象類似度計  
算モデルを学習し、

前記第2統合処理では、前記サーバが、前記第2学習処理による前  
記複数のクライアント端末からの前記学習対象類似度計算モデルの第

2 学習結果を統合し、前記複数のクライアント端末の前記学習対象類似度計算モデルを統合した統合類似度計算モデルに関する第2統合情報を生成する、

ことを特徴とする連合学習システム。

[請求項12]

各々学習データセットを有する複数のクライアント端末と、前記複数のクライアント端末と通信可能なサーバと、を有する連合学習システムが、前記複数のクライアント端末の各々が前記学習データセットを用いてモデルを学習し、前記サーバが学習結果を用いて前記複数のクライアント端末の各々の前記モデルを統合する処理を繰り返す連合学習を実行する連合学習方法であって、

前記学習データセットは、前記クライアント端末を特定するクライアントIDと第1説明変数と第1目的変数とを含む1以上のデータサンプルを有し、

前記複数のクライアント端末の各々による算出処理を実行するとともに、前記複数のクライアント端末の各々による第1学習処理および前記サーバによる第1統合処理を第1終了条件を満たすまで繰り返す第1連合学習処理を実行し、

前記算出処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記データサンプルと前記複数の学習データセットとの類似度を算出する類似度計算モデルに、前記データサンプルを入力することにより、前記データサンプルと前記複数の学習データセットとの類似度を算出し、

前記第1学習処理では、前記複数のクライアント端末の各々が、前記第1説明変数から前記第1目的変数の予測値を算出する個別分析モデルと、前記第1説明変数と、前記第1目的変数と、前記算出処理によって前記複数のクライアント端末の各々で算出された特定の学習データセットとの特定の類似度と、に基づいて、前記個別分析モデルを学習し、

前記第1統合処理では、前記サーバが、前記複数のクライアント端

末からの前記第1学習処理による複数の第1学習結果を統合し、前記複数のクライアント端末の各々の前記個別分析モデルを統合した統合個別分析モデルに関する第1統合情報を生成する、

ことを特徴とする連合学習方法。

[請求項13]

各々学習データセットを有する複数のクライアント端末と、前記複数のクライアント端末と通信可能なサーバと、を有し、前記複数のクライアント端末の各々が前記学習データセットを用いてモデルを学習し、前記サーバが学習結果を用いて前記複数のクライアント端末の各々の前記モデルを統合する処理を繰り返す連合学習を実行する連合学習システムにおける前記クライアント端末のプロセッサに実行させる連合学習プログラムであって、

前記学習データセットは、前記クライアント端末を特定するクライアントIDと第1説明変数と第1目的変数とを含む1以上のデータサンプルを有し、

前記プロセッサに、

前記データサンプルと前記複数の学習データセットとの類似度を算出する類似度計算モデルに、前記データサンプルを入力することにより、前記データサンプルと前記複数の学習データセットとの類似度を算出する算出処理と、

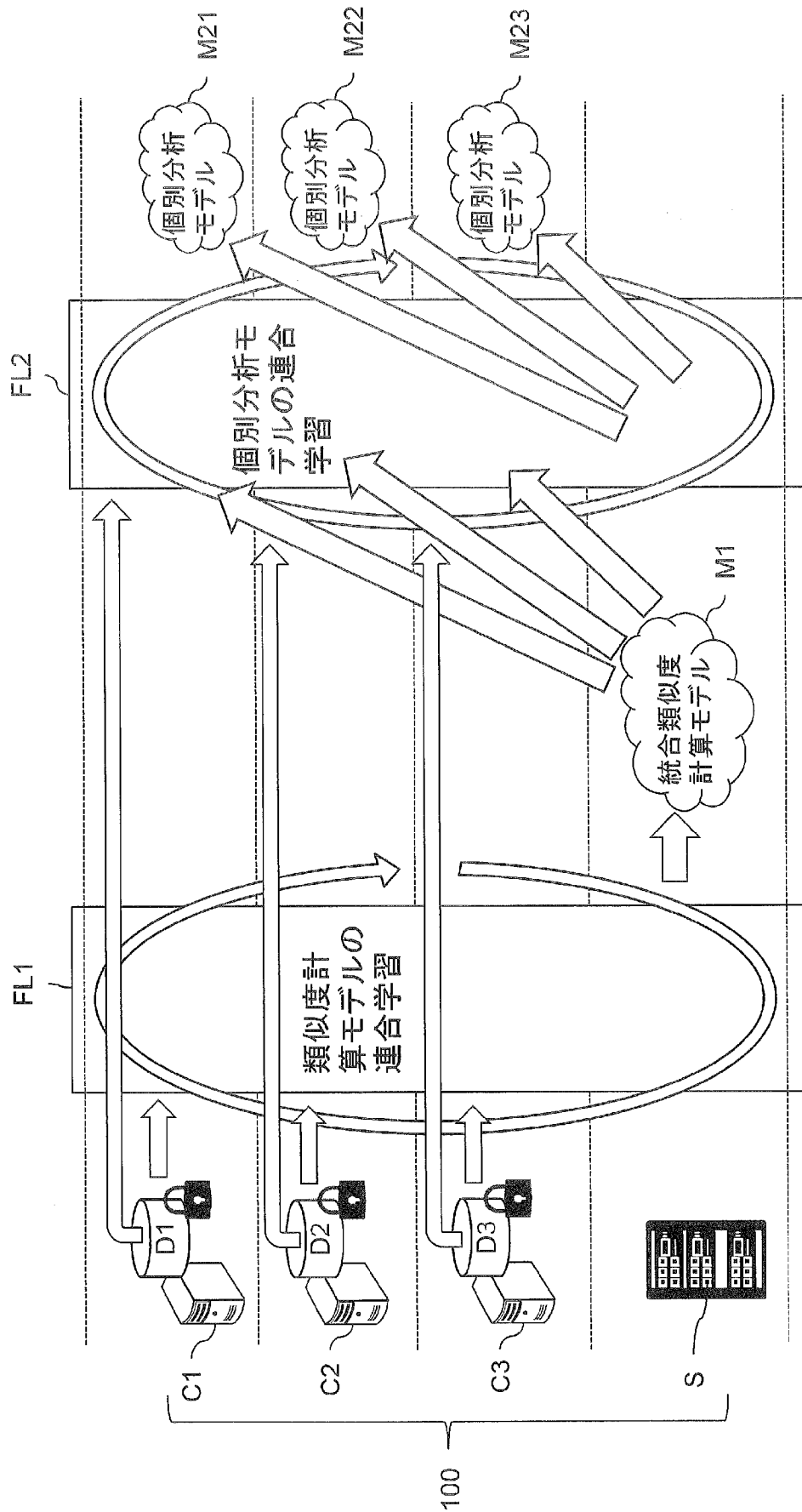
前記第1説明変数から前記第1目的変数の予測値を算出する個別分析モデルと、前記第1説明変数と、前記第1目的変数と、前記算出処理によって前記複数のクライアント端末の各々で算出された特定の学習データセットとの特定の類似度と、に基づいて、前記個別分析モデルを学習する第1学習処理と、を実行させ、

前記サーバが、前記複数のクライアント端末からの前記第1学習処理による複数の第1学習結果を統合し、前記複数のクライアント端末の各々の前記個別分析モデルを統合した統合個別分析モデルに関する第1統合情報を前記サーバから受信すると、前記第1統合情報で前記

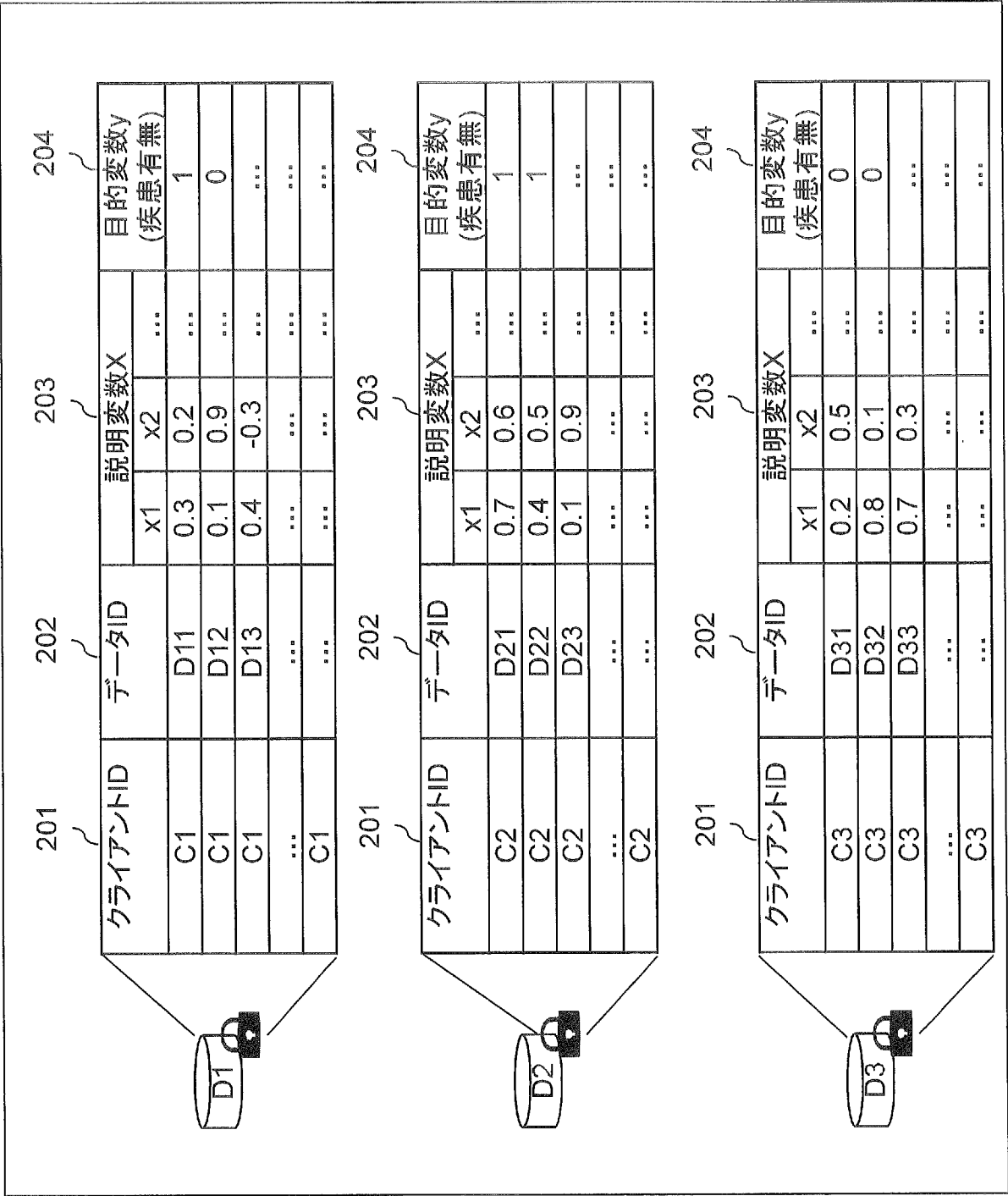
個別分析モデルを更新して、前記算出処理および前記第 1 学習処理を  
繰り返し実行させる、

ことを特徴とする連合学習プログラム。

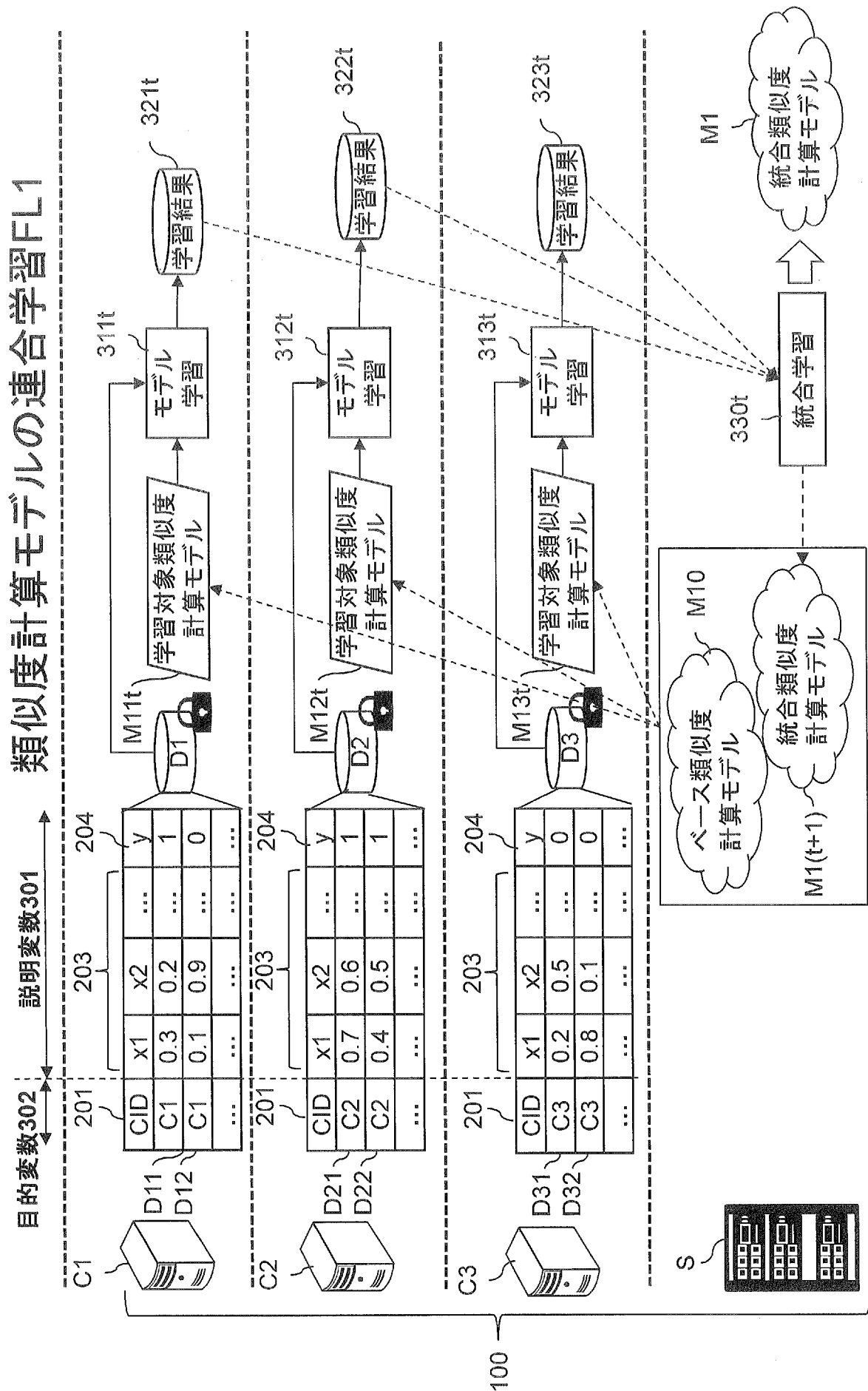
[図1]



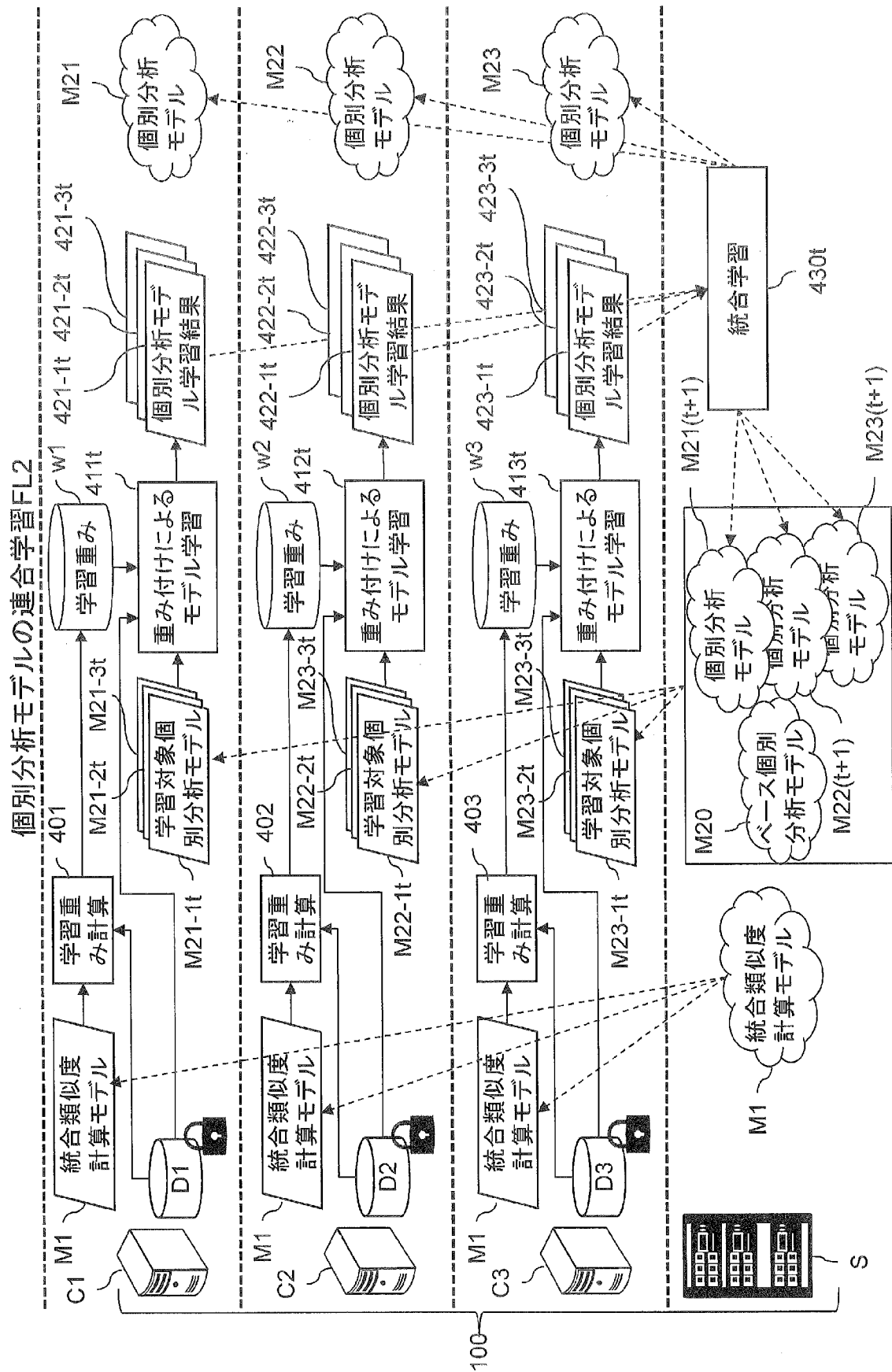
[図2]



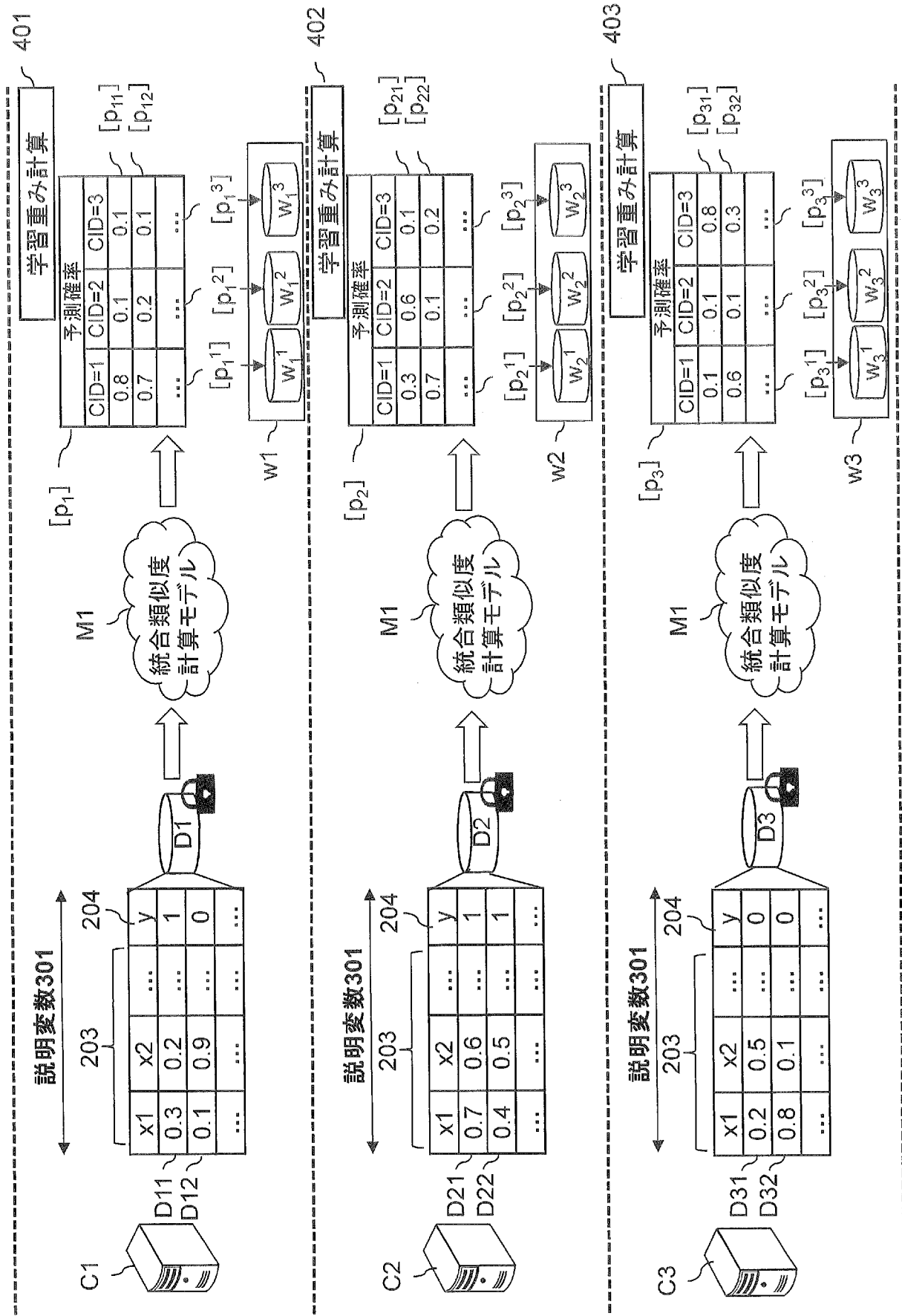
[図3]



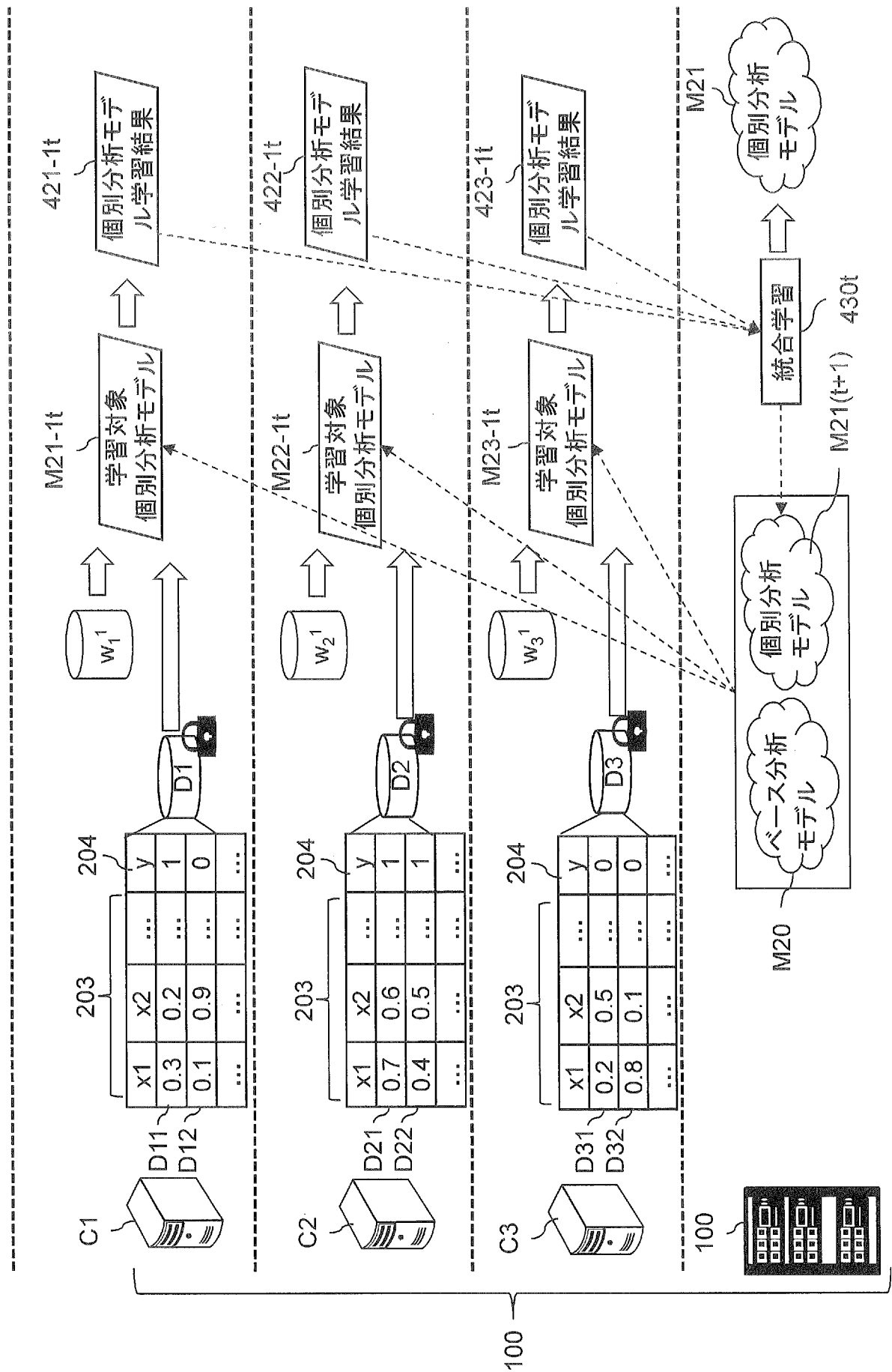
[図4]



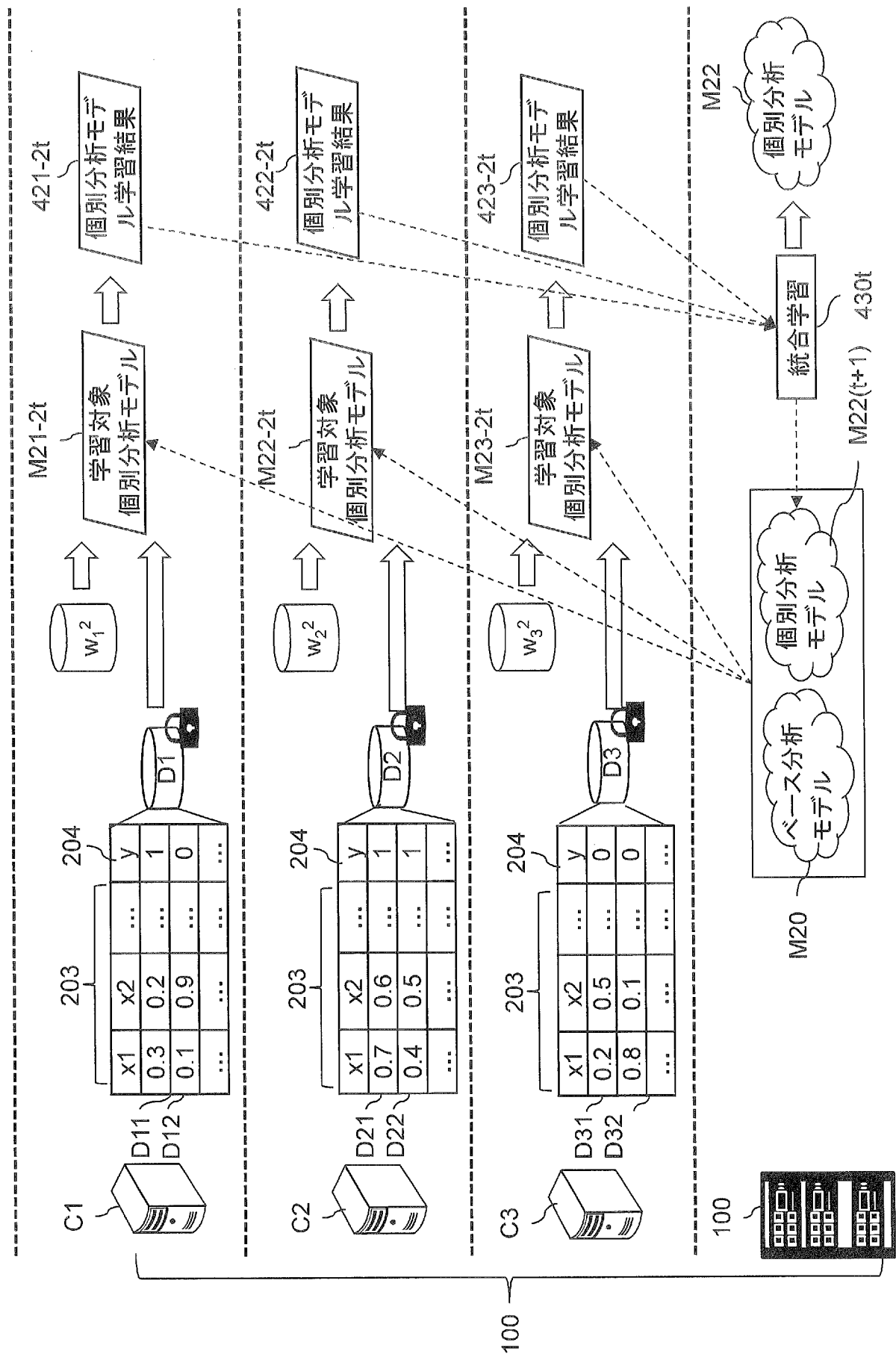
[図5]



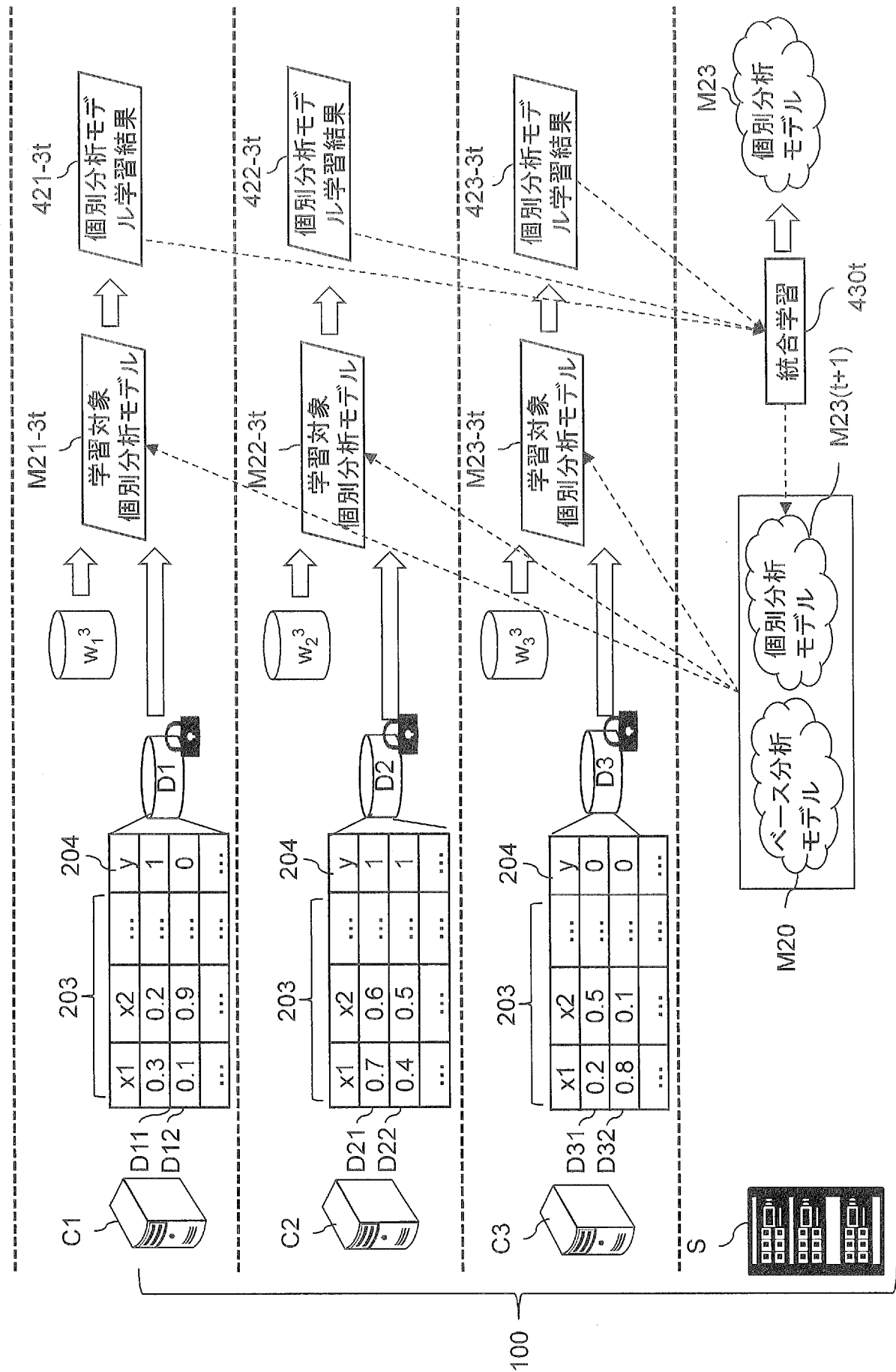
[図6]



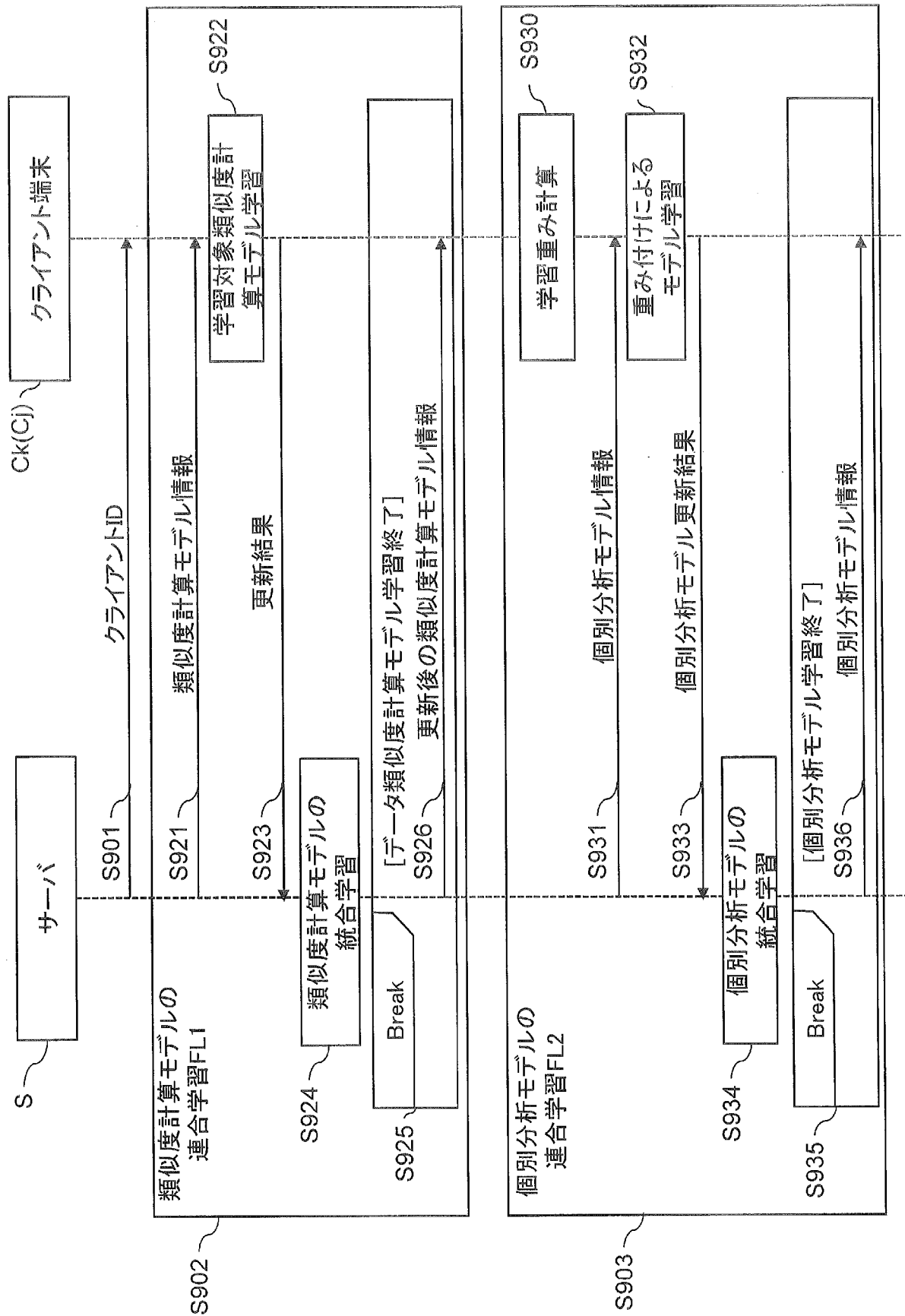
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

1000

個別分析モデル学習

類似度分析モデル学習

個別モデル管理画面

学習済みモデル情報表示画面

| 201      |  | 1001      |  | 1002       |  | 1003     |  | 1030 |  |
|----------|--|-----------|--|------------|--|----------|--|------|--|
|          |  |           |  |            |  |          |  |      |  |
| クライアントID |  | 個別分析モデルID |  | モデルパラメータ   |  | クライアントID |  | 寄与度  |  |
| C1       |  | M21       |  | $\theta_1$ |  | C1       |  | 57%  |  |
| C2       |  | M22       |  | $\theta_2$ |  | C2       |  | 20%  |  |
| C3       |  | M23       |  | $\theta_3$ |  | C3       |  | 10%  |  |
| ...      |  | ...       |  | ...        |  | ...      |  | ...  |  |

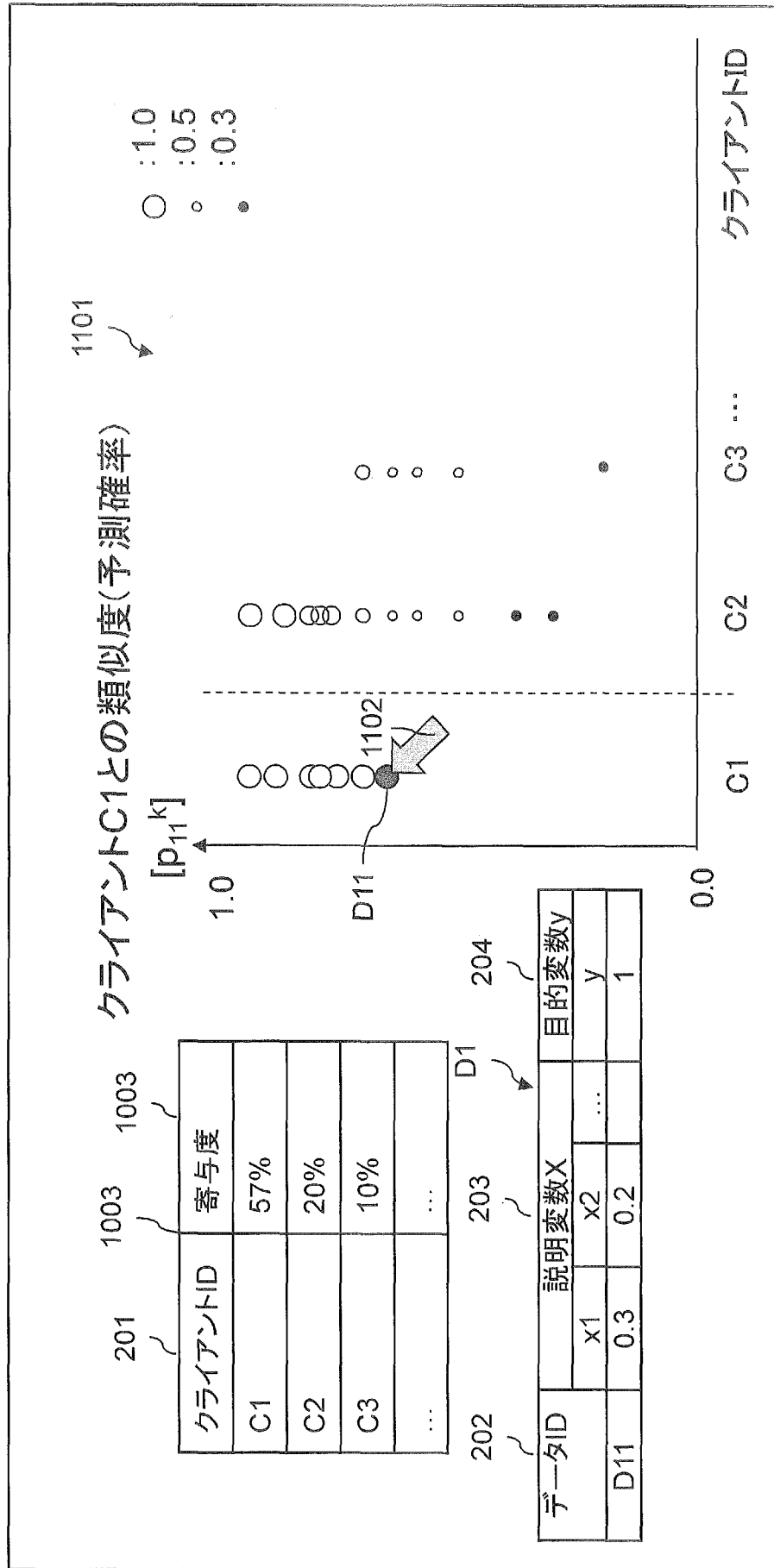
類似度分析モデル選択

個別分析モデル選択

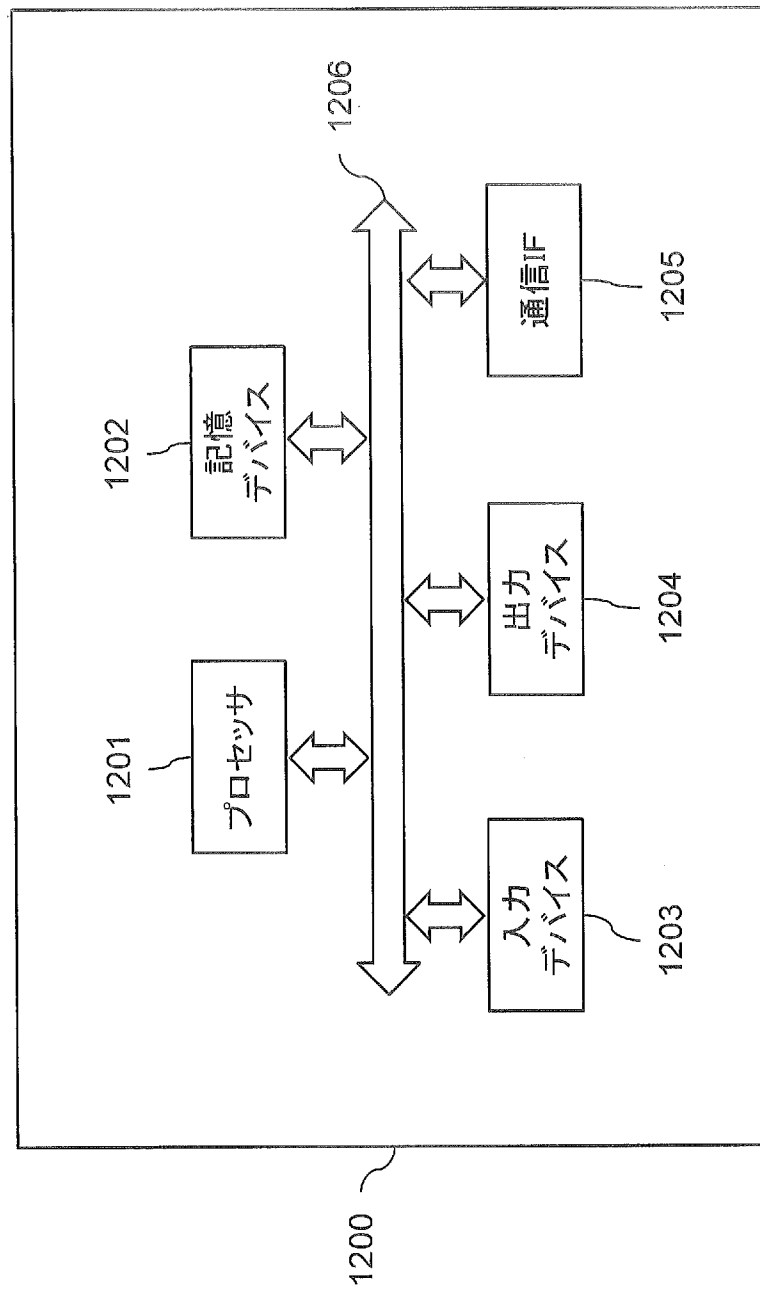
1100

個別モデル情報表示画面

クライアントID: C1



[図12]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/001789

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06N 20/00**(2019.01)i

FI: G06N20/00

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)

G06N20/00

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. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2022-524662 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION) 09 May 2022 (2022-05-09)<br>entire text, all drawings | 1-13                  |
| A         | JP 2021-149370 A (SECOM CO LTD) 27 September 2021 (2021-09-27)<br>entire text, all drawings                          | 1-13                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

05 April 2023

Date of mailing of the international search report

18 April 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/JP2023/001789**

| Patent document<br>cited in search report |             |   | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s)                                                                | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-------------|---|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| JP                                        | 2022-524662 | A | 09 May 2022                          | US 2021/0034985 A1<br>entire text, all drawings<br>WO 2020/194077 A1<br>CN 113614738 A |                                      |
| JP                                        | 2021-149370 | A | 27 September 2021                    | (Family: none)                                                                         |                                      |

| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））<br>G06N 20/00(2019.01)i<br>FI: G06N20/00                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））<br>G06N20/00<br>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<br><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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                |                                                                       | 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 |
| 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                                                                                                                                                                                                   |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| C. 関連すると認められる文献                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号                                                        |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 2022-524662 A（インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション）09.05.2022（2022 - 05 - 09）<br>全文、全図                                                                                                                             | 1-13                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 2021-149370 A（セコム株式会社）27.09.2021（2021 - 09 - 27）<br>全文、全図                                                                                                                                                   | 1-13                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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<br/> “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<br/> “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<br/> “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）<br/> “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br/> “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> “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<br/> “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<br/> “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<br/> “&amp;” 同一パテントファミリー文献 </td> </tr> </table> |                                                                                                                                                                                                                |                                                                       | * 引用文献のカテゴリー<br>“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<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |             |              |             |              |             |              |
| * 引用文献のカテゴリー<br>“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<br>“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<br>“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）<br>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同一パテントファミリー文献 |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 国際調査を完了した日<br>05.04.2023                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                | 国際調査報告の発送日<br>18.04.2023                                              |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                |             |              |             |              |             |              |
| 名称及びあて先<br>日本国特許庁(ISA/JP)<br>〒100-8915<br>日本国<br>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）<br><br>渡辺 順哉 5B 1157<br><br>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/JP2023/001789

| 引用文献 |             |   | 公表日        | パテントファミリー文献 |              |    | 公表日 |
|------|-------------|---|------------|-------------|--------------|----|-----|
| JP   | 2022-524662 | A | 09.05.2022 | US          | 2021/0034985 | A1 |     |
|      |             |   |            | 全文, 全図      |              |    |     |
|      |             |   |            | WO          | 2020/194077  | A1 |     |
|      |             |   |            | CN          | 113614738    | A  |     |
| JP   | 2021-149370 | A | 27.09.2021 | (ファミリーなし)   |              |    |     |